پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷
ص ۴۲۷-۴۴۹

امکان‌سنجی قابلیت پیاده‌مداری شبکهٔ معابر شهری بخش مرکزی شهر قم با استفاده از مدل ویکور و تئوری چیدمان فضا[1]

حسن خدابنده‌لو- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری
هادی سلطانی‌فرد * - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری
یعقوب زنگنه- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری

پذیرش مقاله:۱۳۹۷/۰۳/۰۶ تأیید مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۲۰

چکیده

بخش مرکزی شهر قم به‌دلیل وجود حرم حضرت معصومه (س)، علاوه‌بر محل سکونت جمعیت زیاد و متراکم، روزانه پذیرای زائران زیادی است؛ از این‌رو تبدیل برخی خیابان‌های منتهی به حرم به خیابان‌های پیاده‌مدار می تواند احساس امنیت، ایمنی و تعامل اجتماعی را افزایش دهد و سبب تقویت حس معنوی عابران شود. براین اساس، پژوهش حاضر با هدف امکان‌سنجی قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌های بخش مرکزی (منطقهٔ ۷) شهر قم مبنی بر روش چیدمان فضا صورت گرفت. پس از مطالعهٔ مبانی نظری و ادبیات پژوهش، از چهار شاخص مهم و تأثیرگذار بر پیاده‌مداری و حرکت پیاده، یعنی «پیکره‌بندی فضایی»، «نفوذپذیری»، «دید و منظر» و «کاربری زمین-شهری» استفاده شد. پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی و کاربری است که داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز آن با روش میدانی و اسنادی گردآوری شده است. برای تهیه، ترسیم و تجزیه و تحلیل این داده‌ها و اطلاعات، از مدل‌ها، روش ها و نرم‌افزارهای مختلفی استفاده شده است. از جمله نرم‌افزار *UCL Depthmap10*، *AutoCAD*، *ArcGIS*، *Excel*، مدل آنتروپی‌شانون برای وزن‌دهی به شاخص‌ها، و مدل *VIKOR* برای رتبه‌بندی شاخص‌ها. براساس نتایج پژوهش حاضر، مؤلفه‌های پیکره‌بندی فضایی از جمله هم‌پیوندی کلان، هم‌پیوندی محلی، میزان عمق، تعداد اتصال، خوانایی خیابان‌ها، میزان کنترل، میزان انتخاب و قابلیت دسترسی فضایی از عوامل مهم و تعیین‌کنندهٔ پیاده‌مداری فضاهای شهری و حرکت پیاده است و تأثیر بسزایی بر قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌ها در بخش مرکزی (منطقهٔ ۷) شهر قم دارد. همچنین نتایج و یافته‌های مدل ویکور به‌منظور اولویت‌بندی خیابان‌ها براساس شاخص‌های انتخابی نشان می‌دهد خیابان انقلاب از نظر قابلیت پیاده‌مداری در اولویت اول قرار دارد. از این نظر خیابان ارم در اولویت دوم، خیابان‌های ۱۹ دی (باجک) و طالقانی به‌ترتیب در اولویت سوم و چهارم و خیابان امام‌خمینی در اولویت آخر قرار دارند.

کلیدواژه‌ها: پیاده‌مداری، پیکره‌بندی فضایی، تئوری چیدمان فضا، شهر قم، مدل ویکور.

---

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد آقای حسن خدابنده‌لو با عنوان (امکان‌سنجی قابلیت پیاده‌مداری شبکهٔ معابر شهری بخش مرکزی شهرقم با تئوری چیدمان فضا) است که در دانشگاه حکیم سبزواری انجام شده است.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۵۱۴۴۲۲۱۱۴۸
E- mail: hsoltanifard@gmail.com

مقدمه

توسعهٔ خیابان‌ها و معابر سواره‌رو و مناسب برای حرکت وسایل نقلیهٔ موتوری یکی از پیامدهای آشکار انقلاب صنعتی و تفکر مدرنیسم در شهرسازی است (علی‌الحسابی و جدی‌یگانه، ۱۳۹۰: ۹۷). در اواخر دههٔ ۱۹۸۰ میلادی، رویکرد پیاده‌مداری برای کاهش حاکمیت خودروها پدید آمد و در نقطهٔ مقابل شهرسازی اتومبیل‌گرا قرار گرفت تا با نزدیک‌ترکردن مقیاس طراحی فضا به انسان، شهرهایی انسان‌مدار بسازد. در این رویکرد جدید، با افزایش تراکم در مناطق شهری و توسعهٔ شبکهٔ حمل‌ونقل عمومی، شهرنشین‌ها به استفادهٔ کمتر از اتومبیل تشویق شدند. از سوی دیگر شکل‌گیری خیابان‌های پیاده‌مدار در افزایش نقش اجتماعی و حضور بیشتر مردم در معابر شهری تأثیرگذار بود. طی نیم‌قرن گذشته، گسترش افقی شهرها و افزایش روزافزون استفاده از اتومبیل و وسایل نقلیهٔ موتوری در بسیاری از شهرهای ایران، تسلط جریان سواره را در معابر شهری تشدید کرد؛ به طوری‌که امروزه مشکلات ناشی از این مسئله از قبیل ترافیک، راه‌بندان و آلودگی هوا، به‌ویژه در شهرهای بزرگ عرصهٔ زندگی را در این شهرها تنگ کرده است. بروز این مشکلات و ارائهٔ تجربه‌های موفق پیاده‌مداری در بسیاری از کشورهای جهان، سبب شده است این موضوع در دستور کار پژوهشگران، برنامه‌ریزان و مدیران شهری قرار بگیرد. با این حال در سال‌های اخیر شاهد ایجاد انواع فضاهای پیاده‌مدار در کشور بوده‌ایم که برخی از این فضاها موفق، و برخی ناموفق بوده‌اند. معابر اغلب براساس سلیقه و نظرات شخصی انتخاب شده‌اند که علاوه‌بر از بین رفتن سرمایه‌های ملی، مشکلات عدیده‌ای به همراه داشته‌اند. یکی از دلایل توجیه تجربه‌های ناموفق، بی‌توجهی به نقش و جایگاه هر خیابان در ساختار فضایی شهرهاست که از دیدگاه برنامه ریزان و طراحان پنهان مانده است.

این مطالعه به‌منظور انتخاب محور مناسب پیاده با مرکزیت حرم حضرت معصومه (س) در بافت مرکزی شهر قم و با استفاده از نظریهٔ چیدمان فضا[1] صورت گرفته است. چیدمان فضا مجموعه‌ای از نظریه و روش‌هایی است که به بازنمایی پیکره‌بندی فضا می‌پردازد و بر روابط فضایی و ترتیبات آن تأکید می‌کند (Hillier, 2007:121-125). تحلیل جامعی از چگونگی حرکت عابران در فضای شهری از قابلیت‌های این نظریه است؛ زیرا ماهیت حرکت پدیده‌ای پیچیده به‌شمار می‌آید که منشأ آن ساختارهای اجتماعی و نحوهٔ شکل‌دهی به ساختار کالبدی–فضایی سکونتگاه‌های انسانی است.

قابلیت تئوری چیدمان فضا این است که ساختار فضا را به اجزای آن تجزیه، و به‌وسیلهٔ خطوط محوری دوباره ترکیب می کند تا شکل قابل‌درکی از روابط فضایی ارائه، و پدیدهٔ حرکت و جابه‌جایی افراد در فضا توصیف می‌شود (Zampieri et al., 2009). از نکات کلیدی برای ارزیابی جریان و حرکت پیاده در این تئوری، نحوهٔ دسترسی و ارتباط فضاهاست. براین‌اساس، پژوهش حاضر با هدف امکان‌سنجی قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌های بخش مرکزی (منطقهٔ ۷) شهر قم با استفاده از روش چیدمان فضا انجام شده است. در این زمینه دو پرسش کلیدی مطرح می‌شود که پژوهش حاضر پاسخگوی آن‌هاست:

۱. اولویت‌بندی خیابان‌ها در بخش مرکزی شهر قم براساس قابلیت پیاده‌مداری چگونه است؟

۲. مؤلفه‌های عمدهٔ مؤثر بر قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌های بخش مرکزی شهر قم کدام‌اند و کدام‌یک از آن‌ها اهمیت بیشتری دارد؟

1. Space Syntax

شهر قم دومین شهر مذهبی ایران، همه‌ساله پذیرای میلیون‌ها زائر است. شکل‌گیری مراکز تجاری، کاربری‌های مذهبی، آموزشی، مسافرخانه‌ها و هتل‌های متعدد در اطراف حرم حضرت معصومه (س) سبب شده است که خیل عظیمی از زائران در این بافت تردد کنند و اسکان یابند؛ بنابراین، پیاده‌محورکردن برخی از این خیابان‌ها، سبب افزایش احساس امنیت، ایمنی، ارتقای نقش اجتماعی و تقویت حس معنوی عابران می‌شود. توجه به ویژگی‌های محیط مصنوع، ساختار و پیکره‌بندی فضایی شهر قم برای شناسایی فضاهایی که پتانسیل بالایی در ایجاد فضاهای پیاده‌مدار دارند، بسیار مهم است؛ زیرا حرکت پیادهٔ شهروندان به‌عنوان فرایندی اجتماعی–اقتصادی، رابطهٔ تنگاتنگی با ساختار و فرم فضایی شبکهٔ معابر دارد.

مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

نخستین پایهٔ این تئوری در اواخر دههٔ هفتاد براساس مطالعات کریستوفر الکساندر و فیلیپ استدمن در معماری آغاز شد. سپس بیل هیلیر و جولین هانسون در کتاب منطق اجتماعی فضا، به‌طور رسمی آن را ارائه دادند. در سه دههٔ اخیر، این نظریه به‌دنبال پژوهش‌های بسیاری در دانشگاه یو سی ال لندن بسط و توسعه داده شد. در حال حاضر نیز در بسیاری از پژوهش‌ها با موضوعات متنوع در حوزه‌های معماری، شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری کاربرد دارد. به‌طورکلی ماهیت این نظریه، به مفهوم فضا و ارتباطات میان فضاها و درک آن توسط انسان در سیستم پیچیدهٔ شهری بازمی‌گردد. حرکت در فضای شهری تنها راه درک پیچیدگی سیستم مورد نظر است. این امر ارتباطی مستقیم با امنیت، دسترسی و ارتباط، سرزندگی، محصوریت، مقیاس انسانی، پیوستگی و تداوم فضایی، خوانایی، اختلاط کاربری زمین‌شهری و حمل‌ونقل عمومی و... دارد (حقی و همکاران، ۲۱:۱۳۹۳). از دیدگاه هیلیر (Hillier, 2007) حرکت در فضای شهری با پیکره‌بندی[1] فضایی رخ می‌دهد و به‌دلیل تأثیرگذاری بر کاربری اراضی، جاذبه‌های فضایی و... بیشترین نقش را بر حرکت عابران دارد (Hillier et al., 1993). مفهوم پیکره‌بندی به روابط فضایی در یک شهر دلالت دارد که با ساختار میان عناصر و اجزای مختلف شهر شکل می‌گیرد و سبب تعیین جایگاه و تعریف ویژگی‌های هر عنصر در این سیستم می‌شود؛ از این‌رو چیدمان عناصر در فضاهای شهری، از رابطهٔ اجزای شهر با کلیت آن و به بیان دیگر پیکره‌بندی تأثیر می‌پذیرد.

در سیستم شهری، تحلیل پیکره‌بندی فضایی تعیین‌کنندهٔ الگوهای رفتاری در فضای شهری و زندگی اجتماعی در شهرهاست و می‌تواند طیف وسیعی از ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی مانند حرکت، تعاملات اجتماعی، عملکرد و کاربری زمین را مشخص کند (Hillier and Hanson, 1984). چنانکه مطالعات مختلف (Reis and Rosa, 2012; Baran et al., 2008; Min et al., 2012; Mohamed et al., 2013) نشان می‌دهد میان ساختار و فرم فضایی شهر، و فرایندهای اجتماعی و اقتصادی رابطهٔ معناداری وجود دارد. بدین‌ترتیب می‌توان گفت هر تغییر در نحوهٔ چیدمان فضاها، تغییراتی را در سطح کل پیکره‌بندی فضایی ایجاد خواهد کرد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱: ۶۷). در این میان، اهمیت ویژگی‌های فضایی فردی هر عنصر، از جایگاه آن در ساختار سیستم کمتر است (Hillier and Hanson, 1984: 29). چیدمان کالبدی عناصر، روابط جدید فضایی را براساس عملکرد و مقیاس فراهم می‌کند که شناخت این روابط مستلزم درک و تحلیل منطق کالبدی–فضایی این عناصر

1. configuration

است (Hillier, 2007). تئوری چیدمان فضا معیارها و پارامترهایی را براساس مبانی گراف‌ها در ریاضیات ارائه کرده است که می توان به کمک آن حرکت را در فضای شهری پیش‌بینی کرد. یکی از این معیارها، ارزش هم‌پیوندی[1] است که مقدار نرمال‌شدهٔ فاصله از یک فضا به تمام فضاهای سیستم به‌شمار می‌آید (Hillier and Hanson, 1984: 108-109). این شاخص کوتاه‌ترین فاصله را از یک فضا به فضاهای دیگر با کمترین چرخش و تغییر مسیر محاسبه می‌کند؛ بنابراین می‌توان آن را عاملی مهم در پیش‌بینی جریان حرکت دانست. شعاع هم‌پیوندی متغیری مستقل است که میزان عبور پیاده را مشخص می‌کند. براساس مطالعات تجربی متعدد، میان مقادیر هم‌پیوندی و شعاع آن، با میزان تردد عابران پیاده رابطه‌ای معنادار وجود دارد (Hillier, 2007; Penn, 2003)؛ به‌طوری‌که با افزایش مقادیر هم‌پیوندی میزان تردد افراد در آن محور افزایش می‌یابد؛ از این‌رو این محور نقش کلیدی در پیکره‌بندی فضایی شهر برعهده دارد. علاوه‌براین، شعاع مذکور در تعیین فضاهای هم‌پیوند نقش دارد؛ به‌طوری‌که تحلیل هم پیوندی در شعاع کل شهر (R_n)تصویر واضح‌تری از ساختار کلی شهر ارائه می‌کند؛ درحالی‌که مقادیر تعیین‌شده برای n شعاع تحلیل را محدودتر و محلی‌تر می‌کند. هیلیر در بیان اهمیت پیکره‌بندی و پیش‌بینی میزان جریان در فضاهای شهری، دو مفهوم حرکت طبیعی[2] و اقتصاد حرکت[3] را مدنظر قرار می‌دهد (Hillier et al., 1993).

حرکت طبیعی رابطهٔ میان هم‌پیوندی فضایی، نحوهٔ قرارگیری عناصر شهری و شدت جریان و حرکت عابران در فضاهای شهری است که هرگونه تغییر در آن می‌تواند در نوع کاربری اراضی یا الگوی پخشایش فعالیت‌ها، جاذبه‌ها و شدت جریان عبوری تأثیرگذار باشد. به این امر اقتصاد حرکت گفته می‌شود. در تمامی این مفاهیم، پیکره‌بندی فضایی عاملی تأثیرگذار بر ویژگی‌های چیدمانی شهر است که تردد و جریان حرکت را در فضای معابر شهری تعیین می‌کند.

براساس پژوهش‌های زیر، هر تغییر در چیدمان فضا، میزان و نحوهٔ فعالیت‌ها را در فضاها تغییر داده است.

پژوهش‌های خارجی شامل Friedrich et al., 2009; Jeong et al., 2015; Karimi, 1997; Rodriguez et al., 2012; است. پژوهش‌های داخلی نیز عبارت‌اند از مطالعات سجادزاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ روشنی و ثقفی اصل، ۱۳۹۵؛ ایزدی و شریفی، ۱۳۹۴؛ لطفی و بختیاری، ۱۳۹۲؛ سلطانی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳؛ سلطانی‌فرد و سیدمرادی، ۱۳۹۵؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۱؛ جعفری بهمن و خانیان، ۱۳۹۱؛ جمشیدی و مختارزاده، ۱۳۹۰.

در این زمینه، تحلیل موقعیت، قرارگیری عناصر و نحوهٔ ارتباط نقاط در ساختار شهر، تعیین‌کنندهٔ ویژگی‌هایی از قبیل قابلیت دسترسی، سلسله‌مراتب دسترسی و نحوهٔ انتخاب مسیرهای منتهی به نقاط شهری است. این بعد ارتباط مستقیمی با الگوی حرکت، مسیریابی و ساخت ذهنی افراد از فضای شهری دارد (Charalambuos and Mavridou, 2012: 57). درواقع، حرکت پیادهٔ شهروندان به‌عنوان فرایندی اجتماعی–اقتصادی، رابطهٔ تنگاتنگی با ساختار و فرم فضایی شبکهٔ معابر دارد (Hillier, 2007: 121-125). همچنین نحوهٔ چیدمان فضا در ایجاد حرکت طبیعی بسیار مهم است؛ زیرا ساختار تردد و الگوی حرکت را شکل می‌دهد. علاوه‌براین، در صورت عبور مردم از فضا، جاذبه‌های فضایی و کاربری اراضی، ویژگی‌های محلی و طراحی فضا که در مرتبهٔ دوم اهمیت قرار دارند، مردم را تشویق می‌کنند تا مدت بیشتری در

1. Integration
2. Natural Movement
3. Economy Movement

آن مکان مکث کنند و از ویژگی‌های آن بهره‌مند شوند (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱: ۷۰). براساس دیدگاه چیدمان فضا، ماهیت حرکت در فضای شهری کاملاً متفاوت است. فضای شهری در واقعیت از سه عامل پیکره‌بندی، حرکت و جاذبه تأثیر می‌پذیرد. با این حال، روابط حاکم میان این سه عامل با یکدیگر متفاوت است. برای مثال، پیکره‌بندی ممکن است بر موقعیت جاذب تأثیر بگذارد، اما جاذب نمی‌تواند بر آن تأثیرگذار باشد. حرکت نیز از پیکره‌بندی کالبدی–فضایی متأثر است، اما نمی‌تواند بر پیکره‌بندی فضا تأثیرگذار باشد (Hillier et al., 1993: 31).

باید توجه داشت که در ساختار فضایی شهرهای ایرانی–اسلامی، عناصری مانند حرم ائمهٔ معصومین و مساجد نقشی جاذب در فضای شهری دارند. به‌نظر می‌رسد این ویژگی ارتباطی مستقیم با پیکره‌بندی شهر دارد و می‌تواند نحوهٔ دسترسی به فضا را تعیین و تعریف کند (سلطانی‌فرد و سیدمرادی، ۱۳۹۵: ۱۱۲). در مطالعات مربوط به پیاده‌مداری، توجه به آرا و نظرات صاحب‌نظران، طرح و پروژه‌های مرتبط با پیاده‌مداری، پژوهش‌های کاربردی، رویکردها و الگوهای شهرسازی نوین نشان می‌دهد شاخص‌ها، معیارها و مؤلفه‌های زیادی بر حرکت پیاده مؤثر هستند. بدین‌منظور طرح جامع پیادهٔ شهر برکلی[1]، برای سنجش قابلیت پیاده‌مداری، حرکت و امنیت شهری در این شهر تهیه شده است که در آن برای ارزیابی پایه از تجزیه و تحلیل ساختار فضایی استفاده شده است. در این طرح عوامل متنوع و متعدد مؤثر بر ایجاد حرکت پیاده مشخص می‌شود. از جمله عوامل ساختار شهری مانند اندازهٔ بلوک و دانه‌بندی[2]، نفوذپذیری[3]، اتصال خیابان[4]، مسیریابی و قابلیت دسترسی[5]. در این طرح شرایط پیاده‌رو و امکانات عابر پیاده که اهمیت آن از عوامل ساختار شهری کمتر است، نقش کمتری درحرکت پیاده ایفا می‌کنند. به طور کلی ترکیبی از این عوامل، تعیین‌کنندهٔ قابلیت پیاده‌مداری در محیط های شهری است (Berkeley Pedestrian Master Plan, 2010: 6-7).

سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن‌دیه‌گو[6] با نظارت «ادارهٔ کل بزرگراه‌های فدرال[7]» پژوهشی در زمینهٔ پیاده‌مداری انجام داد و نتیجه گرفت فاصلهٔ زیاد و زمان طولانی سفر، موانعی بازدارنده در برابر سطح بالاتری از پیاده‌روی هستند. در این پژوهش، مؤلفه‌های مؤثر در پیاده‌مدارکردن محیط عبارت‌اند از: پیاده‌رو، کاربری، دسترسی مناسب معلولان، تسهیل عبور از عرض پیاده‌رو، فواصل معقول پیاده‌روی، مقیاس انسانی، امنیت، جذابیت بصری، هویت اجتماعی، اقلیم و کیفیت هوا، پارکینگ مناسب (سازمان برنامه‌ریزی سن‌دیه‌گو، ۱۳۸۸: ۳).

معیارها و مؤلفه‌های سنجش پیاده‌مداری در پژوهش حاضر

در این پژوهش، با توجه به آرای صاحب‌نظران، پژوهش‌های کاربردی، طرح‌ها و پروژه‌های مرتبط با پیاده‌مداری، رویکردها و الگوهای مرتبط با حرکت پیاده و پیاده‌مداری، همچنین معیارها و مؤلفه‌هایی که بر حرکت پیاده مؤثر بودند استخراج شده است. معیارهای انتخابی در این پژوهش شامل پیکره‌بندی فضایی، دید و منظر، نفوذپذیری فیزیکی و

1. Berkeley
2. block size and grain
3. permeability
4. street connectivity
5. spatial accessibility
6. San Diegos Regional Planning Agency
7. Federal Highways Administration

کاربری زمین برای سنجش قابلیت پیاده‌مداری معابر است.

به‌منظور تجزیه و تحلیل ساختار و پیکره‌بندی فضایی شبکهٔ معابر بخش مرکزی شهر قم، از هشت پارامتر مهم چیدمان فضا استفاده شد که عبارت‌اند از: «اتصال»[1]، «هم‌پیوندی کلان»[2]، «هم‌پیوندی محلی»[3]، «عمق نسبی»[4]، «انتخاب»[5]، «کنترل»[6]، «قابلیت دسترسی فضایی»[7] و «خوانایی یا وضوح»[8]. نتایج هریک از این‌ها در قابلیت پیاده‌مداری و تعریف الگوی رفتاری شهروندان برای تعیین مسیرهای مطلوب از نظر مسیریابی، خوانایی، سرزندگی، نفوذپذیری بصری، امنیت، میزان اتصال یا ارتباط فضایی در روابط فضایی مؤثر است. در اینجا براساس مطالعات، مؤلفه‌های مؤثر بر پیاده‌مداری و حرکت پیاده از دیدگاه صاحب‌نظران و متخصصان جمع‌بندی و مستندسازی شد (جدول ۱).

جدول ۱. مستندسازی و جمع‌بندی نهایی مؤلفه‌های ارزیابی پیاده‌مداری براساس آرای متخصصان و صاحب‌نظران

مؤلفه‌ها	متخصصان و صاحب‌نظران																				
	جهانشاه پاکزاد	معینی مهدی	بهزادفر و همکاران	کاشانی جو	قریب	حبیبی محسن	پیتر کالتورپ	آندره دوانی و الیزابت زیبرگ	هیلیر	سایت pps	نلسن	اوینگ و همکاران	مایکل ساوث ورث	یان گل	ماتیو کارمونا	فرانسیس تیبالدز	آلن جیکوبز و اپلیارد	یان بنتلی و دیگران	جین جیکوبز	کوین لینچ
سرزندگی اجتماعی	*	-	*	—	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	-	*
امنیت کنترل و نظارت	*	*	-	*	*	-	-	-	*	*	-	-	-	*	*	-	*	-	*	*
کاربری مختلط	*	-	*	*	-	*	*	*	*	*	*	-	-	*	*	*	-	-	*	-
نفوذپذیری	*	*	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-
تناسبات بصری	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	*	-	-
تصویرپذیری	—	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	-	-	-	-
اتصال و به‌هم‌پیوستگی	*	*	-	-	-	*	-	*	*	*	-	*	-	*	*	-	-	-	-	*
دیدها و مناظر	*	-	-	-	*	*	-	-	-	-	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-
محصوریت	—	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
مقیاس انسانی	*	-	-	-	-	*	*	*	-	-	*	*	*	*	-	*	-	-	-	-
خوانایی	—	-	-	-	-	*	-	*	-	-	-	-	*	*	-	*	-	*	-	-

منبع: نگارندگان

وجود مؤلفه‌های فوق در منابع و نظریه‌های مختلف، به‌منظور نیل به پیاده‌مداری است که برخی از این مؤلفه‌ها بر برخی دیگر اولویت دارند. بدین‌ترتیب می‌توان گفت تأمین این کیفیت‌های طراحی شهری می‌تواند دستیابی به فضاهای

1. Connectivity
2. Global Integereation (Rn)
3. Local Integereation (R3)
4. Mean Depht
5. Choice
6. Control
7. Spatial Accessebility
8. Inteligebility

شهری پیاده‌مدار را تضمین کند. این مؤلفه‌ها را می‌توان با پارامترهایی چیدمان فضایی سنجید (جدول ۲).

جدول ۲. ترکیب مؤلفه‌های انتخابی و سنجش آن با پارامترهای چیدمان فضا

پارامترهای روش چیدمان فضا	شاخص‌ها	ویژگی‌ها و کیفیات طراحی مرتبط با قابلیت پیاده‌مداری در چیدمان فضا
اتصال	میزان نقش خیابان در استخوان‌بندی اصلی یک محدوده	دسترسی و ارتباط
	میزان قابلیت دسترسی به یک خیابان از سایر خیابان‌ها	کنترل فضا و قلمروگرایی
	احتمال حضور بیشتر افراد در یک خیابان	تنوع، سرزندگی و حضورپذیری فضاها
	میزان قدرت تشخیص مسیرهای انشعابی از یک خیابان	خوانایی
کنترل	تأثیر یکپارچگی فضاها با یکدیگر بر حرکت پیاده و تشویق به تماشای فضاها	کنترل فضا و قلمروگرایی
انتخاب	تعداد گزینه‌های انتخاب (انتخاب مسیرها)	مسیریابی
	پیش‌بینی جریان حرکت پیاده	پتانسیل حرکت
	احتمال گزینش مسیرها و حضور افراد در فضاها	ترجیح‌پذیری
قابلیت دید (عمق مرحله‌ای قابل رؤیت)	قابلیت دید خیابان به نشانه‌های شهری (در اینجا حرم مطهر)	دید و منظر
	میزان رؤیت‌پذیری فضاها	تمایز، تشخیص و نفوذپذیری بصری
قابلیت دسترسی	میزان نقش خیابان در استخوان‌بندی اصلی محدوده	یکپارچگی و ارتباط
وضوح	قابلیت درک فضایی	خوانایی تصویرپذیری
عمق نسبی	میزان فضاهای ایزوله و گوشه‌های پنهان در محدوده (میزان فضاهای بی‌دفاع) و نظارت طبیعی	امنیت
	از طریق حرکت مردم در فضا	نظارت طبیعی
	میزان کیفیت سرزندگی محیط (رابطهٔ معکوس با عمق)	سرزندگی
	میزان پیوستگی یک محور با کلیت محدوده (میزان فضا و مسافت مورد نیاز برای رسیدن از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر)	پیوستگی و ارتباط فضایی
هم‌پیوندی کلان و محلی	میزان اتصال معابر به یکدیگر	نفوذپذیری
	میزان برخورداری محدوده از سلسله‌مراتب فضایی	سلسله‌مراتب فضایی
	میزان شعاع محلی (استاندارد شعاع محلی ۳ تا ۵ بیانگر تعداد تغییر جهت‌ها)	مقیاس انسانی

منبع: نگارندگان

درجهٔ اختلاط کاربری با استفاده از ضریب آنتروپی‌شانون و نفوذپذیری معابر در نرم‌افزار جی‌ای‌اس و اکسل محاسبه شد. برای تحلیل دید و منظر خیابان‌های منطقهٔ ۷ شهر قم، روش VGA در نرم‌افزار UCL depthmap10 به‌کار رفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر کاربردی، و توصیفی-تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات در آن با مطالعات میدانی و منابع اطلاعاتی از قبیل کتابخانه‌ای-اسنادی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها در سه بخش انجام شد. در بخش اول، پس از مطالعهٔ مبانی نظری و سابقهٔ پژوهش، شاخص‌های مؤثر بر قابلیت پیاده‌مداری از جمله پیکره‌بندی فضایی، کاربری زمین، نفوذپذیری، معیار دید و منظر، شناسایی و انتخاب شد. در بخش دوم، به‌منظور تحلیل چیدمان فضا ابتدا تهیهٔ نقشهٔ اتوکدی کل شهر قم صورت گرفت. در گام بعدی خطوط محوری برای تحلیل های فضایی در محیط AutoCAD ترسیم، و نقشهٔ مورد نظر در نرم‌افزار UCL Depthmap10 تجزیه و تحلیل شد. در جدول ۳، تفسیر پارامترها و نحوهٔ محاسبهٔ پارامترهای چیدمان فضا به‌طور مختصر آمده است.

جدول ۳. پارامترهای چیدمان فضا و نحوهٔ محاسبه هریک

پارامتر	تفسیر پارامترها و نحوهٔ محاسبه
هم‌پیوندی کلان	▪ هم‌پیوندی اصلی‌ترین مفهوم چیدمان فضاست. ▪ ارزش میزان هم‌پیوندی هر خط (فضا) و میانگین تعداد خطوط (فضاهای) واسطه‌ای است که بتوان از آن به تمام فضاهای شهر رسید؛ بنابراین، مفهومی توپولوژیک و ارتباطی دارد و مفهوم آن متریک و فاصله‌ای نیست. ▪ هرچه هم‌پیوندی در یک فضا بیشتر باشد، آن فضا انسجام بیشتری با دیگر فضاها و کلیت سازمان فضایی یک شهر دارد. ▪ فرمول: این شاخص برای دو نقطهٔ i و k براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود که در آن dik عبارت است از کوتاه‌ترین فاصلهٔ میان دو نقطهٔ i و k. $Integration = \frac{1}{\sum_k d_{ik}}$
هم‌پیوندی محلی	▪ در هم‌پیوندی مقیاس محلی، برخلاف هم‌پیوندی کلان، به ارتباط و انسجام درونی بافت یا محله پرداخته می‌شود. ▪ اگر میزان عمق یا سطحی‌بودن خطوط را از خطهایی با ۳ سطح و درجه محاسبه کنیم، مقدار هم‌پیوندی محلی یا شعاع درجهٔ ۳ را محاسبه کرده‌ایم.
اتصال	▪ مفهوم عینی اتصال به معنی ارتباط فضایی است و تعداد گره‌هایی را شامل می‌شود که با یک گره ارتباطی مستقیم دارند؛ یعنی هرچه تعداد اتصالات بیشتر باشد، ارتباطات با دیگر فضاها بیشتر خواهد بود. ▪ مقدار عددی اتصال، بیان‌کنندهٔ تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای موردنظر است. ▪ فرمول: $C_i=k$ که در آن k تعداد گره‌هایی است که مستقیماً به یک فضا وصل می‌شوند و C_i گراف اتصال است.

ادامهٔ جدول ۳. پارامترهای چیدمان فضا و نحوهٔ محاسبه هریک

پارامتر	تفسیر پارامترها و نحوهٔ محاسبه
انتخاب	▪ این نقشه مسیرهایی را نشان می‌دهد که احتمال استفاده از آن‌ها برای رسیدن به مقاصد شهری (معابر با میزان هم‌پیوندی بالا) زیاد است. ▪ احتمال اینکه عابر پیاده برای حرکت در فضاهای شهری این دسته از معابر را انتخاب کند بیشتر است. $Choice_i = \frac{\text{shortest paths through i}}{\text{all shortest paths}}$
میانگین عمق	▪ عمق از یک فضا به این معناست که برای رسیدن به آن فضا باید از چند فضای دیگر عبور کرد. به عبارت دیگر، عمق نشان‌دهندهٔ تعداد تغییر جهاتی است که برای رسیدن از یک فضا به فضای دیگر ضروری است. ▪ فرمول: با تقسیم «مجموع عمق فضاها»[1] (d) به تعداد فضاها (n) منهای یک، عمق نسبی (MD) آن فضا به‌دست می‌آید: $MD_i=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_m}{n-1}$
وضوح	▪ میزان هم‌بستگی میان دو پارامتر اتصال و هم‌پیوندی، بیانگر میزان وضوح فضا در سیستم است. ▪ وضوح یا خوانایی نشان می‌دهد فضا یا عنصر مورد مطالعه به چه میزان از نظر فضایی قابل‌درک و شناخت است. ▪ در این پژوهش به‌منظور سنجش پارامتر وضوح برای هریک از خیابان‌ها، دو پارامتر اتصال و هم‌پیوندی کلان در محیط نرم‌افزاری آرک جی.ای.اس به لایهٔ رستری تبدیل شد. در گام بعدی این دولایه از طریق ابزار ویت‌اورلی[2] در مجموعه ابزار اسپیشال‌آنالایز[3] با یکدیگر هم‌پوشانی و ترکیب شدند. به صورتی که به منظور تولید نقشهٔ نهایی، چون هریک از لایه‌ها به یک‌میزان در درجه وضوح معابر نقش دارند، برای هرکدام، ضریب ۰/۵ درنظر گرفته شد.
کنترل	▪ این مقدار درجه انتخاب هر گره را برای گره‌هایی که به‌طور مستقیم به آن‌ها اتصال داده شده است بیان می‌کند. ▪ با مقدار کنترل می‌توان اندازهٔ قدرت نسبی معبر را در جذب پتانسیل از همسایگی‌اش تعریف کرد. ▪ فرمول: ارزش کنترلی یک گرهٔ i مطابق با فرمول زیر تعیین می‌شود: $Ctrl_i \sum_i^j \frac{1}{C_i}$ j تعداد گره‌های اتصالی مستقیم به i است.Ci اتصال‌های j است.
قابلیت دسترسی فضایی	▪ با سنجش قابلیت دسترسی فضایی می‌توان رابطهٔ میان پیکره‌بندی فضایی شهر و الگوی عملکردی آن را بیان کرد. ▪ فرمول: این پارامتر در پژوهش حاضر از طریق محاسبهٔ لگاریتم برمبنای ۱۰ پارامتر انتخاب (LN10 Choice) به‌دست آمده است.

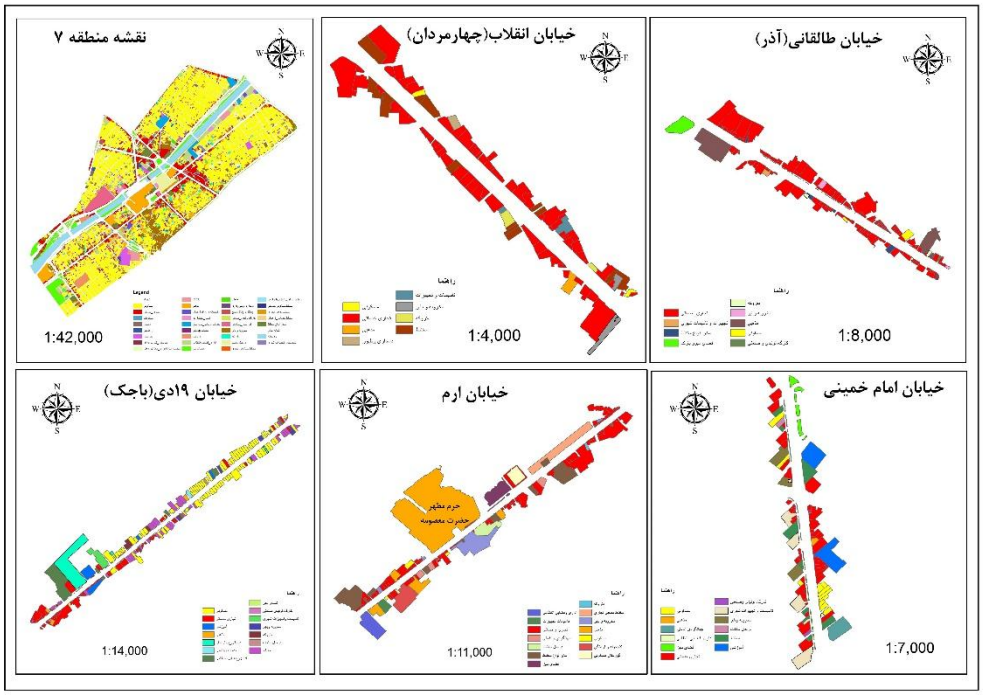
علاوه‌براین، برای تحلیل دید و منظر از تحلیل VGA در این نرم‌افزار استفاده شد. بررسی و ارزیابی دو معیار

1. Total Depth
2. Weight Overlay
3. Spatial Analysis

نفوذپذیری و اختلاط کاربری زمین نیز با استفاده از روش آنتروپی‌شانون در محیط ArcGIS صورت گرفت. هریک از شاخص‌ها از طریق آنتروپی‌شانون وزن‌دهی شدند و درنهایت با تلفیق معیارها و رتبه‌بندی آن به روش ویکور، رتبه‌بندی محورهای مورد مطالعه از نظر قابلیت پیاده‌مداری صورت گرفت.

محدودهٔ مورد مطالعه

شهر قم مرکز استان و مرکز شهرستان قم است و در منطقه‌ای خشک و کویری قرار دارد. این شهر در ۵۰ درجه و ۵۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه طول جغرافیایی از نصف‌النهار گرینویچ، و ۳۴ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض جغرافیایی از خط استوا قرار گرفته است. شهر قم با ۹۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا و ۱۵۴ کیلومتر فاصله با تهران، در مسیر راه‌های تهران–کاشان و تهران–اراک واقع است. همچنین از شمال با تهران، از جنوب با اصفهان، از شرق با سمنان و از غرب با استان مرکزی و اراک همسایه است و قم‌رود از آن می‌گذرد. به‌دلیل اهمیت ارتباطی، این شهر مرکزی برای مهاجرت مردم از شهرها و کشورهای گوناگون شده است. شهر قم هم‌اکنون ۸ منطقهٔ شهرداری دارد که منطقهٔ مورد مطالعه (منطقهٔ ۷) بخش مرکزی آن به‌شمار می‌آید (معاونت شهرسازی و معماری شهرداری شهر قم، ۱۳۹۷). در شکل ۱ نقشهٔ منطقهٔ ۷ شهر قم و خیابان‌های مورد مطالعه در سطح این شهر نشان داده شده است.

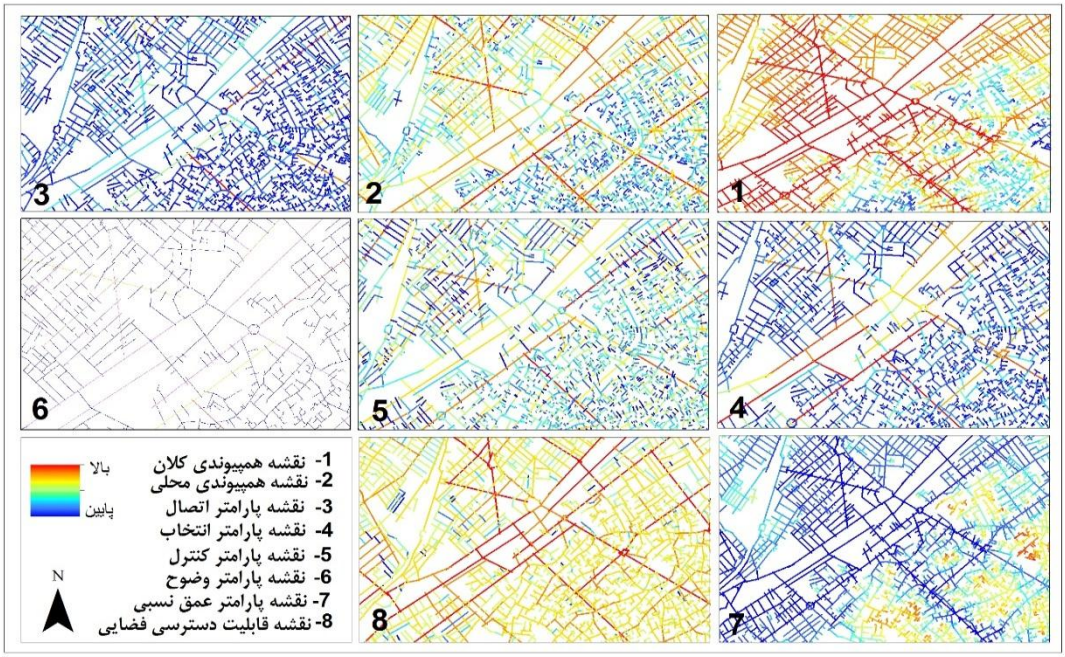


شکل ۱. نقشهٔ منطقهٔ ۷ شهر قم و خیابان‌های مورد مطالعه

منبع: شهرداری قم، نگارندگان، ۱۳۹۷

یافته‌های پژوهش

در این مطالعه، نقشهٔ محوری شهر قم با ترسیم ۱۸.۲۹۲ خط در محیط اتوکد به‌دست آمد که بلندترین آن در ابتدا به بلوار پیامبر اعظم، سپس به بلوار بنی‌فضل اختصاص دارد. در ادامه، خطوط محوری وارد نرم‌افزار UCL Depthmap 10 شد و تحلیل‌های فضایی صورت گرفت. درنهایت خروجی نقشه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS به‌دست آمد. در این بخش پارامترهای هشتگانهٔ پیکره‌بندی براساس جدول ۲ تحلیل شد. در این پژوهش با توجه به مرکزیت حرم مطهر، مبنای انتخاب خیابان‌ها براساس ارتباط بلافصل محور با حرم، نوع محور و اهمیت آن است. براین‌اساس پنج خیابان ۱۹ دی، انقلاب، طالقانی، امام‌خمینی و ارم در این پژوهش بررسی شدند. شکل ۲ نقشهٔ پارامترهای هشتگانهٔ چیدمان فضا را برای هریک از معابر منطقهٔ ۷ و شهر قم نشان می‌دهد.



شکل ۲. نقشهٔ پارامترهای هشتگانهٔ چیدمان فضای منطقهٔ ۷ شهر قم

در ادامه نتایج تحلیل خطوط محوری بیان شده است.

هم‌پیوندی کلان: براساس نتایج، هریک از خیابان‌های مورد مطالعه از نظر پیکره‌بندی و معیارهای مرتبط با آن، ویژگی‌های فضایی متفاوتی دارند؛ مثلاً از نظر هم‌پیوندی کلان که یکی از مهم‌ترین معیارهای پیکره‌بندی در این پژوهش است، خیابان ارم بیشترین مقدار (۰/۹۸) را به خود اختصاص داده است. از طریق این پارامتر می‌توان جایگاه هریک از فضاها را در سلسله‌مراتب فضایی سنجید. درواقع براساس مفهوم هم‌پیوندی، فضاهایی که درجهٔ هم‌پیوندی بالایی دارند، در استخوان‌بندی اصلی شهر نقش محوری ایفا می‌کنند؛ بنابراین، خیابان‌هایی که بیشترین هم‌پیوندی را در نقشهٔ شهری دارند، نمایانگر ستون فقرات حرکتی شهر و جریانات آن هستند؛ بنابراین می‌توان گفت خیابان ارم به همهٔ قسمت‌های منطقه و شهر، اتصال و دسترسی بالایی دارد. همچنین این خیابان با نفوذپذیری، ارتباط و پیوستگی، همچنین جایگاه کلیدی در سلسله‌مراتب فضایی و استخوان‌بندی اصلی شهر همراه است. از سوی دیگر، از آنجا که در

دوران قاجار، اسکلت اولیهٔ شهر و راستهٔ بازار، مرکزیت اصلی شهر در حول‌وحوش محورهای ارتباطی جدیدالاحداث بود و با عمده‌شدن مرکزیت مذهبی شهر، تقریباً همهٔ محورهای پیرامونی به خیابان ارم (جایگاه حرم مطهر حضرت معصومه (س)) ختم شد، خیابان‌های انقلاب، امام‌خمینی، طالقانی و خیابان ۱۹ دی که اختلاف جزئی در ارزش هم‌پیوندی دارند، از دیدگاه شهروندان شریان اصلی درجه‌دو برای حرکت هستند. براین‌اساس، خیابان‌های انقلاب و امام‌خمینی ۰/۹۴، خیابان طالقانی ۰/۹۳ و خیابان ۱۹ دی ۰/۸۴ درجه از هم‌پیوندی را دارند. باید توجه داشت که هریک از این پنج خیابان در بخش مرکزی (منطقهٔ ۷) که به‌صورت شعاعی به حرم حضرت معصومه و رودخانهٔ قم‌رود ختم می‌شوند، براساس پارامترهای هشتگانه، درجهٔ بالاتری از سایر خیابان‌های شهر دارند، اما ضروری است همهٔ پارامترها در کنار هم قرار بگیرند تا تحلیل منطقی و واقع‌بینانه‌تری از خیابان‌ها در استخوان‌بندی و پیکره‌بندی فضای شهر و منطقه به‌دست بیاید.

اتصال: اتصال بارزترین پارامتر برای تحلیل ریخت‌شناسی شهر است که مفهوم عینی آن ارتباط فضایی است؛ یعنی هرچه مقدار اتصال بیشتر باشد، تعداد ارتباطات موردنظر و دیگر فضاها بیشتر است. در بررسی مربوط به پارامتر اتصال، درجهٔ اتصال فضایی خیابان انقلاب با ۵۳ اتصال بیشتر از سایر خیابان‌هاست. از این منظر، خیابان‌های ۱۹ دی (۴۵ اتصال)، خیابان ارم (۲۳ اتصال)، خیابان امام‌خمینی (۱۵ اتصال) و خیابان طالقانی (۱۴ اتصال) در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

هم‌پیوندی محلی: علاوه‌بر هم‌پیوندی کلان که ابزار مهمی برای درک چگونگی رفتار اجزای شهر است، می‌توان هم‌پیوندی محلی یا درجه ۳ (بیانگر تعداد تغییر جهت‌ها) را در سطح شهر با چگونگی حرکت عابران تحلیل کرد (Helbich et al., 2016; Hillier et al., 1993; Koohsari et al., 2016; mansouri and Ujamg, 2016, Sharmin and Kamruzzaman, 2017, Dhanani et al., 2017)؛ بنابراین، فضاهایی که هم‌پیوندی محلی بالایی دارند، پتانسیل حرکت پیاده و قابلیت پیاده‌مداری در آن‌ها بالاست. در این تحلیل مشخص شد خیابان انقلاب بیشترین مقدار هم‌پیوندی محلی (۴/۴۲) و خیابان طالقانی کمترین مقدار (۳/۱۶) این پارامتر را دارد که نشان‌دهندهٔ قابلیت حرکت پیادهٔ خیابان انقلاب در مقایسه با سایر خیابان‌هاست.

پارامتر انتخاب: درجهٔ انتخاب شاخصی برای سنجش میزان جریان یک فضاست. خیابان‌هایی که درجهٔ انتخاب آن ها بالا باشد، معمولاً مکان‌هایی را نشان می‌دهد که احتمال دارد برای رسیدن به هم‌پیوندترین خیابان‌ها بیشتر از آن‌ها استفاده شود؛ از این‌رو، پارامتر انتخاب می‌تواند معیاری برای ارزشیابی ترجیح‌پذیری و پتانسیل حرکت فضاهای شهری باشد. براساس بررسی‌ها، بالاترین میزان درجهٔ انتخاب در منطقه و به‌نوعی در سطح شهر قم به خیابان ارم، ۸۷.۳۱۶.۸۶۴ است؛ یعنی ترجیح‌پذیری و پتانسیل حرکت این خیابان از سایر خیابان‌ها بالاتر است. در مراتب بعدی درجات پارامتر انتخاب در خیابان‌های دیگر بدین شرح است: انقلاب، ۶۹.۶۷۴.۰۴۰، امام‌خمینی ۳۳.۳۱۲.۹۷۶، طالقانی ۲۸.۸۴۲.۰۴۲ و خیابان ۱۹ دی ۲۸.۱۵۹.۲۰۴.

وضوح: به اعتقاد بیل هیلیر در تئوری چیدمان فضا، میزان هم‌بستگی میان دو پارامتر اتصال و هم‌پیوندی، بیانگر میزان وضوح فضا در یک سیستم است. همچنین زمانی که اطلاعات دو شاخصهٔ اتصال (پیوستگی) و هم‌پیوندی (یکپارچگی) با هم مقایسه می‌شود، قابلیت درک مسیرها توسط ساکنان مشخص خواهد شد. افزایش این شاخص درمورد یک مسیر به این معناست که افراد ساختار کلی آن محدوده را بهتر درک می‌کنند و هنگام مسیریابی دچار مشکل

نخواهند شد. در این مطالعه، خیابان انقلاب با ۲۶/۹۷، بیشترین وضوح را در میان خیابان‌های دیگر دارد. خیابان ۱۹ دی با ۲۲/۹۳ در رتبهٔ دوم و خیابان‌های ارم، امام‌خمینی و طالقانی در رتبه‌های سوم تا پنجم قرار دارند.

پارامتر کنترل: این مقدار درجه انتخاب هر گره را برای گره‌هایی که به‌طور مستقیم به آن‌ها اتصال داده شده است بیان می‌کند. مقدار کنترل می‌تواند اندازهٔ قدرت نسبی معبر در جذب پتانسیل از همسایگی‌اش تعریف شود. هرچه درجهٔ کنترل یک فضا (خیابان) بالا باشد، آن فضا یکپارچگی فضایی بالاتری دارد که این امر بر حرکت پیاده و تشویق عابران پیاده به تماشای فضا و مکث در آن تأثیرگذار است. براساس تحلیل با چیدمان فضا، خیابان ۱۹ دی با بیشترین درجهٔ کنترل همراه است (۲۰) و خیابان انقلاب در رتبهٔ دوم با ۱۹/۵۰ درجه از این پارامتر قرار دارد. خیابان ارم با ۹/۲۰ درجه از پارامتر کنترل در رتبه سوم است. خیابان‌های امام‌خمینی و طالقانی نیز به‌ترتیب با ۵/۵۳ و ۴/۸۶ درجه از پارامتر کنترل در رتبه‌های چهارم و پنجم جای دارند.

قابلیت دسترسی فضایی: از طریق این معیار می‌توان میزان نقش یک خیابان را در استخوان‌بندی اصلی شهر و محدوده سنجید؛ یعنی خیابانی با بیشترین درجه از این پارامتر، نقشی کلیدی در استخوان‌بندی اصلی شهر ایفا می‌کند. به بیان دیگر، خیابان‌هایی با چنین ویژگی، یکپارچگی و ارتباط فضایی بالایی دارند. مطابق تحلیل با چیدمان فضا، خیابان ارم در رتبهٔ اول با ۷/۹۴ درجه از دسترسی فضایی قرار دارد. پس از آن، خیابان انقلاب در رتبهٔ دوم با ۷/۸۴ درجه، خیابان امام‌خمینی با ۷/۵۲ درجه در رتبهٔ سوم، و خیابان‌های طالقانی و ۱۹ دی به‌ترتیب با ۷/۴۶ و ۷/۴۵ درجه از این پارامتر در رتبه‌های چهارم و پنجم قرار دارند.

پارامتر عمق نسبی: عمق در مفهوم خود نقطهٔ مقابل و عکس مفهوم هم‌پیوندی است. در چیدمان فضا می‌توان با این پارامتر میزان امنیت و سرزندگی در فضا را در ارتباط با کل بافت شهری سنجید. فضاهای ایزوله و گوشه‌پنهان مستعد ناامنی هستند و امنیت در آن‌ها در سطح پایین‌تری قرار دارد. درنتیجه این‌گونه فضاها به عامل اصلی تبدیل می‌شوند که عابران پیاده تمایل چندانی برای حرکت در آن‌ها نداشته باشند. بررسی‌ها نشان می‌دهد بالاترین میزان عمق نسبی در میان خیابان‌ها به خیابان ۱۹ دی با ۱۴/۷۰ درجه، سپس خیابان‌های طالقانی با ۱۳/۳۹ درجه، انقلاب با ۱۳/۳۳ درجه و امام‌خمینی با ۱۳/۲۷درجه با تفاوت جزئی به‌ترتیب در مراتب دوم تا چهارم قرار دارند. خیابان ارم نیز با ۱۲/۸۲ درجه از عمق نسبی، وضعیت مطلوب‌تری از سایر خیابان‌ها دارد. جدول ۴، خلاصه‌ای از تحلیل پارامترهای پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۴. ارزش پارامترهای چیدمان فضا در هریک از معابر

پارامترها	اتصال	کنترل	هم‌پیوندی کلان	هم‌پیوندی محلی	عمق نسبی	انتخاب	وضوح	قابلیت دسترسی فضایی
۱۹ دی	۴۵	۲۰/۰۰	۰/۸۴	۴/۱۱	۱۴/۷۰	۲۸.۱۵۹.۲۰۴	۲۲/۹۳	۷/۴۵
انقلاب	۵۳	۱۹/۵۰	۰/۹۴	۴/۴۲	۱۳/۳۳	۶۹.۶۷۴.۰۴۰	۲۶/۹۷	۷/۸۴
طالقانی	۱۴	۴/۸۶	۰/۹۳	۳/۱۶	۱۳/۳۹	۲۸.۸۴۲.۰۴۲	۷/۴۷	۷/۴۶
امام‌خمینی	۱۵	۵/۵۳	۰/۹۴	۳/۴۴	۱۳/۲۷	۳۳.۳۱۲.۹۷۶	۷/۹۷	۷/۵۲
ارم	۲۳	۹/۲۰	۰/۹۸	۳/۷۵	۱۲/۸۲	۸۷.۳۱۶.۸۶۴	۱۱/۹۹	۷/۹۴

تحلیل معیار کاربری زمین‌شهری

کاربری‌ها نقش عمده‌ای در میزان جذب سفر پیاده دارند. کاربری‌های تجاری، آموزشی، فرهنگی، فضای سبز و... عابران پیاده را به خود جذب می‌کنند و موجب جریان حرکت پیاده در معابر می‌شوند. در این قسمت از درجهٔ اختلاط کاربری استفاده شده که محاسبهٔ آن با شاخص آنتروپی صورت گرفته است. کاربری زمین در جدارهٔ خیابان‌ها براساس کاربری‌های تأثیرگذار بر حرکت پیاده، به هشت دستهٔ کلی شامل کاربری‌های مذهبی، تجاری-خدماتی، فرهنگی-هنری، آموزشی، حمل‌ونقل و کاربری مختلط تقسیم شده است. رتبه و ضریب آنتروپی اختلاط کاربری هریک از معابر، استاندارد شده است. از آنجا که مقدار عددی حاصل پس از استانداردسازی بین ۰ و ۱ خواهد بود، اگر این عدد به ۱ نزدیک‌تر باشد اختلاط کاربری‌های خیابان بالاتر، و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد، اختلاط کاربری پایین‌تر است؛ بنابراین، نتایج محاسبات نشان می‌دهد خیابان انقلاب با ضریب آنتروپی استانداردشده یعنی ۱، بهترین وضعیت اختلاط کاربری را میان خیابان‌ها دارد. خیابان طالقانی (۰/۷۷) در مرتبهٔ دوم، و خیابان‌های ارم (۰/۲۲)، ۱۹ دی (۰/۱۹) و امام‌خمینی (۰/۰۰) در مراتب بعدی قرار دارند (جدول ۵).

معیار نفوذپذیری

تعداد تقاطع‌های هر معبر: هرچه تعداد تقاطع‌ها بیشتر باشد، معبر نفوذپذیرتر است؛ بنابراین، با شمارش تقاطع‌های هر معبر و تقسیم آن بر طول معبر، میانگین تقاطع در واحد سطح به‌دست می‌آید. درنهایت اعداد به‌دست‌آمده بی‌مقیاس می‌شوند. گفتنی است با توجه به اینکه متوسط و استاندارد جدارهٔ هر معبر ۱۰۰ متر است، در اینجا واحد سطح نیز ۱۰۰ محسوب می‌شود (Steiner et al., 2004: 5). نتایج بررسی این مؤلفه نشان می‌دهد مطلوبیت خیابان ۱۹ دی از نظر متوسط تعداد تقاطع (۳/۴۰) از دیگر خیابان‌ها بیشتر است؛ یعنی تقاطع‌های آن از سایر خیابان‌ها بیشتر است (۴۷ تقاطع). در مرتبهٔ دوم، خیابان امام‌خمینی با متوسط تعداد تقاطع ۲/۵ قرار دارد. در مراتب بعدی خیابان‌های طالقانی، انقلاب و خیابان ارم به‌ترتیب با ۲/۴۴، ۲ و ۱/۳۵ از متوسط تعداد تقاطع قرار دارند (جدول ۶).

جدول ۵. ضریب آنتروپی استانداردشدهٔ معابر

خیابان	ضریب آنتروپی	ضریب آنتروپی استانداردشده
ارم	۱۵۵/۷۳۹	۰/۲۲
انقلاب	۲۰۰/۵۲۵	۱
طالقانی	۱۸۷/۰۶۹	۰/۷۷
امام‌خمینی	۱۴۳/۲۴۷	۰/۰۰
۱۹ دی	۱۵۳/۹۳۲	۰/۱۹

جدول ۶. متوسط تعداد تقاطع‌های معابر

خیابان	طول معبر (متر)	طول معبر تقسیم بر ۱۰۰ متر	تعداد تقاطع	متوسط تعداد تقاطع در هر ۱۰۰ متر
ارم	۱۱۱۰	۱۱/۱	۱۵	۱/۳۵
انقلاب	۴۹۰	۴/۹	۱۰	۲
طالقانی	۷۴۰	۷/۴	۱۸	۲/۴۴
امام‌خمینی	۶۴۰	۶/۴	۱۶	۲/۵
۱۹ دی	۱۳۸۳	۱۳/۸۳	۴۷	۳/۴۰

جدول ۷. متوسط طول بلوک‌های معابر

خیابان	جمع طول بلوک‌ها (متر)	تعداد بلوک	متوسط طول بلوک
ارم	۱۰۴۵	۱۶	۶۵
انقلاب	۴۵۵	۱۲	۳۸
طالقانی	۶۷۰	۱۴	۴۸
امام‌خمینی	۵۸۰	۱۳	۴۵
۱۹ دی	۱۲۶۵	۳۴	۳۷

متوسط طول بلوک‌های مجاور معابر: تعداد تقاطع به‌تنهایی بیانگر نفوذپذیری نیست و در عمل ممکن است تراکم تقاطع‌ها در قسمتی از طول معبر باشد و سایر قسمت‌های معبر بلوک‌های طولانی داشته باشند؛ بنابراین، متوسط طول بلوک نیز محاسبه می‌شود؛ یعنی متوسط طول بلوک‌هایی که یک ضلع آن مجاور معبر (جداره) قرار دارد؛ بنابراین، هرچه طول ضلع مجاور معابر بلوک‌ها کمتر باشد، بافت نفوذپذیرتر، و دسترسی به معابر بیشتر است. براین‌اساس، هرچه طول بلوک کوتاه‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ تعداد تقاطع بیشتر، مسافت‌های کوتاه‌تر برای سفر، مسیرهای بیشتر میان مکان‌ها و اتصال‌پذیری بهتر خواهد بود. استانداردها عموماً در محدودهٔ ۹۰ تا ۱۸۰ متر هستند (Stiener et al., 2004: 5). برای رسیدن به متوسط طول بلوک، ابتدا طول بلوک‌های هر معبر با استفاده از جی.آی.اس محاسبه شد. سپس با جمع و تقسیم بر تعداد بلوک، متوسط آن به‌دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد مناسب‌ترین متوسط طول بلوک در میان خیابان، به خیابان ۱۹ دی با ۳۷ متر اختصاص دارد؛ یعنی تعداد بلوک‌های آن بیشتر و طول این بلوک‌ها کمتر است. درنتیجه نفوذپذیری آن از سایر خیابان‌ها بالاتر است. در مرتبهٔ دوم، خیابان انقلاب با متوسط طول بلوک ۳۸ متر قرار دارد. در مراتب بعدی خیابان‌های امام‌خمینی، طالقانی و خیابان ارم به‌ترتیب با ۴۵، ۴۸ و ۶۵ متر از متوسط طول بلوک قرار دارند (جدول ۷).

تحلیل معیار دید و منظر: برای تجزیه و تحلیل معیار دید و منظر در این پژوهش، میزان «عمق قابل پیمایش» یا «عمق مرحله‌ای قابل‌رؤیت» بررسی می‌شود. با استفاده از این پارامتر می‌توان فضایی با قابلیت نفوذپذیری بصری را تجزیه و تحلیل کرد. ارتباط و نفوذپذیری بصری، نقش بسیار مهمی در چگونگی کارکرد فضا توسط کاربران دارد.

گراف‌دید یا به تعبیری قابلیت دید، ابزاری است که به‌وسیلهٔ آن می‌توان آگاهانه به کشف نقاط دید و نفوذپذیری بصری در روابط فضایی پرداخت. در تحلیل این معیار می‌توان گفت هرچه عمق مرحله‌ای فضاها کمتر باشد، رؤیت‌پذیری بیشتر است و هرچه عمق مرحله‌ای بیشتر باشد میزان رؤیت‌پذیری آن خیابان کمتر به‌شمار می‌آید.

عنصر شاخص و نشانهٔ شهری در منطقهٔ ۷ شهر قم، حرم حضرت معصومه (س) است که به‌نظر می‌رسد تأثیر بسزایی در خیابان‌هایی داشته باشد که نفوذپذیری بصری بیشتری دارند. خیابان ارم با میانگین ۱/۲۰ درجه از عمق قابل‌پیمایش، مطلوب‌ترین وضعیت رؤیت‌پذیری را از سایر خیابان‌ها دارد. در مراتب بعدی خیابان‌های امام‌خمینی با ۱/۳۵ درجه، خیابان انقلاب با ۱/۹۰ درجه و خیابان طالقانی و ۱۹ دی هریک با ۲/۹۴ درجه از عمق قابل پیمایش قرار دارند (شکل ۳).

شکل ۳. نقشهٔ قابلیت دید خیابان‌های بخش مرکزی شهر قم

رتبه‌بندی خیابان‌ها با استفاده از مدل ویکور

تجزیه و تحلیل نهایی معیارهای منتخب با مدل ویکور[۱] صورت گرفت که در این پژوهش تنها ماتریس اولیه (جدول ۸) و ماتریس نهایی (جدول ۹) آمده است.

هریک از معابر براساس شاخص‌های انتخابی در مدل ویکور طبق امتیازهای به‌دست‌آمده رتبه‌بندی شده است (جدول ۹).

۱. برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به مقالهٔ حاتمی‌نژاد، حسین و همکاران (۱۳۹۶)، **سطح‌بندی مناطق شهر مشهد براساس میزان برخورداری از خدمات شهری با استفاده از تکنیک ویکور**، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۵۷، صص ۱-۱۷.

جدول ۸. ماتریس اولیه در مدل ویکور

پارامتر	نام خیابان				
	ارم	امام‌خمینی	طالقانی	انقلاب	۱۹ دی
عمق نسبی	۱۲/۸۲	۱۳/۲۷	۱۳/۳۹	۱۳/۳۳	۱۴/۷
انتخاب	۸۷.۳۱۶.۸۶۴	۳۳.۳۱۲.۹۷۶	۲۸.۸۴۲.۰۴۲	۶۹.۶۷۴.۰۴۰	۲۸.۱۵۹.۲۰۴
اتصال	۲۳	۱۵	۱۴	۵۳	۴۵
کنترل	۹/۲	۵/۵۳	۴/۸۶	۱۹/۵	۲۰
هم‌پیوندی کلان	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۸۴
هم‌پیوندی محلی	۳/۷۵	۳/۴۴	۳/۱۶	۴/۴۲	۴/۱۱
قابلیت دسترسی	۷/۹۴	۷/۵۲	۷/۴۶	۷/۸۴	۷/۴۵
وضوح	۱۱/۹۹	۷/۹۷	۷/۴۷	۲۶/۹۷	۲۲/۹۳
اختلاط کاربری	۰/۲۲	۰	۰/۷۷	۱	۰/۱۹
متوسط طول بلوک	۶۵	۴۵	۴۸	۳۸	۳۷
متوسط تعداد تقاطع	۱/۳۵	۲/۵	۲/۴۴	۲	۳/۴
قابلیت دید	۱/۲	۱/۳۵	۱/۹۴	۱/۹	۲/۹۴

جدول ۹. رتبه‌بندی نهایی معابر در مدل ویکور

نام خیابان	امتیاز نهایی	رتبه نهایی (Q)
انقلاب	۰/۰۰	Q1
ارم	۰/۵۵	Q2
۱۹ دی	۰/۶۴	Q3
طالقانی	۰/۸۴	Q4
امام‌خمینی	۰/۹۸	Q5

امتیاز نهایی مدل ویکور بین ۰ تا ۱ است. هرچه این مقدار عددی به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ اولویت اول قابلیت پیاده‌مداری آن خیابان است. هرچه این مقدار عددی به ۱ نزدیک‌تر باشد، آخرین اولویت یک خیابان را نشان می‌دهد. با توجه به تمامی متغیرهای پژوهش، نتایج رتبه‌بندی نشان می‌دهد خیابان انقلاب جایگاه بهتری برای تبدیل‌شدن به محور پیاده است. خیابان‌های ارم، ۱۹ دی، طالقانی و امام‌خمینی نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

نتیجه‌گیری

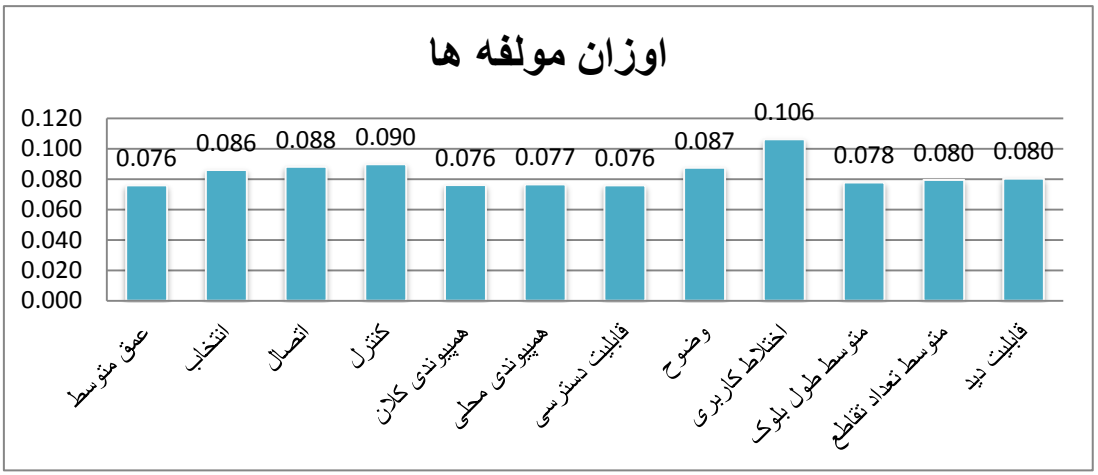
در این پژوهش به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ‌های مناسب داده شد. پاسخ پرسش اول این است که نتایج پژوهش حاضر برخلاف نتایج پژوهش‌های قبلی در منطقهٔ مورد مطالعه است؛ زیرا محمدیان‌مصمم و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعهٔ «اولویت‌بندی پیاده‌راه‌سازی مسیرهای اطراف حرم حضرت معصومه (س) شهر قم از طریق کسب نظرات مردم و زائران و همچنین نظرات متخصصان» نشان دادند خیابان ارم مستعدترین محور ارتباطی است و خیابان‌های آذر و طالقانی در اولویت‌های بعدی برای ایجاد محور پیاده قرار دارند.

نتایج مقالهٔ رفیعیان و همکاران (۱۳۹۰) با عنوان «امکان‌سنجی ارتقای کیفیت محیط از طریق پیاده‌راه‌سازی محورهای شهری، مورد مطالعه: محور خیابان ارم بخش مرکزی شهر قم» نشان داد میان کیفیت محیط (متغیر وابسته) و معیارهای ایجاد پیاده‌راه (متغیر مستقل) رابطهٔ معناداری وجود دارد. درواقع، با توجه به یافته‌های پژوهش امکان ایجاد پیاده‌راه در این محیط به‌منظور ارتقای کیفیت محیط بخش مرکزی شهر قم وجود دارد؛ بنابراین، آن‌ها خیابان ارم را به‌عنوان نمونهٔ موردی خود انتخاب کرده‌اند و خیابان‌های دیگر سنجیده و مطالعه نشده است، اما پژوهش حاضر برای پیش‌بینی حرکت پیاده و شناسایی و سنجش قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌ها در مقیاس وسیع‌تر و مقیاس کل شهر صورت گرفته و تنها یک خیابان به‌عنوان نمونهٔ موردی انتخاب نشده است. در پژوهش حاضر به نقش و عملکرد هر خیابان در پیکره‌بندی فضایی شهر توجه شد. همچنین در کنار عامل کلیدی و اصلی (پیکره‌بندی فضایی) شاخص‌های دیگری از قبیل دید و منظر، نفوذپذیری و اختلاط کاربری که از مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر جذب و حرکت پیاده و قابلیت پیاده‌مداری فضاهای شهری هستند، مدنظر قرار گرفت. براساس این پژوهش، خیابان انقلاب از نظر قابلیت پیاده‌مداری اولویت اول را دارد. خیابان ارم در اولویت دوم، و خیابان‌های دیگر به‌ترتیب در اولویت‌های سوم تا پنجم قرار دارند.

براساس بررسی‌ها با استفاده از ضریب آنتروپی، در مؤلفه‌های عمده‌ای که بر حرکت پیاده و قابلیت پیاده‌مداری فضاهای شهری در خیابان‌های مورد مطالعه مؤثر هستند، تفاوت چندانی دیده نمی‌شود، این مؤلفه‌ها به‌ترتیب اهمیت عبارت‌اند از اختلاط کاربری با ۰/۱۰۶ که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. کنترل با وزن ۰/۰۹۰ در مرتبهٔ دوم، مؤلفهٔ اتصال، وضوح و انتخاب با تفاوتی جزئی در مراتب سوم، چهارم و پنجم به‌ترتیب با اوزان ۰/۰۸۸، ۰/۰۸۷ و ۰/۰۸۶ قرار دارند. مؤلفه‌های دیگر مانند قابلیت دید، متوسط تعداد تقاطع، متوسط تعداد بلوک، هم‌پیوندی محلی، هم‌پیوندی کلان، متوسط عمق و قابلیت دسترسی با تفاوتی جزئی در ضریب اهمیت به‌ترتیب در مراتب بعدی مؤلفه‌های عمدهٔ مؤثر درحرکت پیاده و قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌های بخش مرکزی شهر قم قرار دارند (شکل ۴). هرچند اختلاط کاربری بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است، در مدل مذکور با تغییر وزن این اختلاط، به وزنی پایین‌تر و هم‌وزن‌کردن آن با وزن مؤلفه‌های دیگر (برای مثال مؤلفه هم‌پیوندی کلان، اتصال، انتخاب، متوسط تعداد تقاطع) تغییر جزئی در رتبه‌بندی خیابان‌ها دیده می‌شود. در این میان تنها خیابان طالقانی که در اولویت چهارم است با خیابان امام‌خمینی که در اولویت پنجم قرار دارد عوض می‌شود و خیابان‌هایی که در اولویت اول تا سوم هستند بدون تغییر باقی می‌مانند. این امر بیان می‌کند با وجود آنکه اختلاط کاربری بیشترین وزن را دارد، محیط مصنوع و مؤلفه‌های پیکره‌بندی فضایی به‌مراتب تأثیر بسزایی بر قابلیت پیاده‌مداری خیابان‌ها در بخش مرکزی شهر یعنی منطقهٔ ۷ شهر قم دارند.

نتایج این پژوهش نشان داد نظم توپولوژیک الگوی شبکهٔ معابر در چیدمان فضا بسیار مهم است. به‌طوری‌که میزان هم‌پیوندی کلان، هم‌پیوندی محلی، میزان عمق، تعداد اتصال، خوانایی خیابان‌ها، میزان کنترل، میزان انتخاب و قابلیت دسترسی فضایی از عوامل مهم و تعیین‌کنندهٔ پیاده‌مداری فضاهای شهری و حرکت پیاده محسوب می‌شود و می‌توان از این پارامترها به‌منظور اولویت‌بندی شبکهٔ معابر از نظر قابلیت پیاده‌مداری بهره گرفت. علاوه‌براین اختلاط کاربری موجود در خیابان‌ها که موجبات جذب عابران پیاده را فراهم می‌کند، مبدأ و مقصد را به یکدیگر نزدیک می‌کند و موجب درونی‌شدن سفرها می‌شود. افراد نیز بدون آنکه نگران استفاده از اتومبیل برای فعالیت‌های روزمرهٔ خود باشند، کارهایشان

را به‌راحتی با استفاده از حمل‌ونقل عمومی یا پیاده انجام می‌دهند. یافته‌ها و نتایج تجزیه و تحلیل مربوط به پارامتر میزان «عمق قابل پیمایش» برای شاخص دید و منظر نشان می‌دهد با استفاده از این پارامتر می‌توان به کشف نقاط دید و نفوذپذیری بصری در روابط فضایی پرداخت و دریافت که هرچه عمق مرحله‌ای فضاها کمتر باشد، رؤیت‌پذیری بیشتر است و برعکس.



شکل ۴. اوزان به‌دست‌آمده از ضریب آنتروپی‌شانون برای هریک از مؤلفه‌های تأثیرگذار بر حرکت پیاده و قابلیت پیاده‌مداری

نتایج و یافته‌های شاخص نفوذپذیری خیابان‌ها برمبنای دو مؤلفهٔ متوسط تعداد تقاطع و متوسط طول بلوک نیز نشان داد عنصر کلیدی درمورد قلمروی عمومی، قابلیت نفوذپذیری است و خیابان‌هایی که ارتباط‌پذیری بیشتری دارند، برای مردم قابل‌دسترس‌تر هستند و به آن‌ها حق انتخاب می‌دهند؛ بنابراین، خیابان‌هایی با چنین خصیصه‌هایی، قابلیت پیاده‌مداری بالایی دارند. از این شاخص مهم می‌توان برای سنجش پیاده‌مداری فضاهای شهر استفاده کرد.

منابع

جعفری بهمن، محمدعلی و مجتبی خانیان، ۱۳۹۱، «مشکل‌یابی طرح‌های جامع از دیدگاه رفتاری و مقایسهٔ آن با وضع موجود به روش چیدمان فضا»، نشریهٔ آرمان‌شهر، دورهٔ پنجم، شمارهٔ ۹، صص ۲۸۵-۲۹۵.

جمشیدی، محمود و صفورا مختارزاده، ۱۳۹۰، «کاربرد چیدمان فضا در تحلیل ساختار فضایی بافت‌های فرسوده»، دوفصلنامهٔ جستارهای شهری، شمارهٔ ۳۵، صص ۷۶-۸۳.

حبیبی، سیدمحسن، ۱۳۷۷، *فرایند طراحی شهری*، مؤسسهٔ انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

محمدیان‌مصمم، حسن و همکاران، ۱۳۹۵، «اولویت‌بندی پیاده‌راه‌سازی مسیرهای اطراف حرم حضرت معصومه (س) شهر قم»، پژوهش‌های منظر شهر، دوره سوم، شمارهٔ ۵، صص ۴۷- ۶۶.

حقی، محمدرضا، ایزدی، محمدسعید و ابراهیم مولوی، ۱۳۹۳، «ارزیابی و مقایسهٔ دو سیاست پیاده‌راه‌سازی و پیاده‌مداری در مراکز شهری در بافت مرکزی شهر همدان مطالعهٔ موردی: بافت مرکزی شهر همدان»، فصلنامهٔ مطالعات شهری، دورهٔ چهارم، شمارهٔ ۱۳، صص ۱۷-۳۱.

سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن‌دیه‌گو، ۱۳۸۸، *برنامه‌ریزی و طراحی برای پیاده‌ها؛ رهنمودهای طراحی شهری پیاده‌مدار*، ترجمهٔ رضا بصیری مژدهی، انتشارات طحان، تهران.

سجادزاده، حسن، ایزدی، محمدسعید و محمدرضا حقی، ۱۳۹۵، «رابطهٔ پیکره‌بندی فضایی و متغیرهای محیطی در سکونتگاه‌های غیررسمی، نمونهٔ مطالعاتی: محلهٔ حصار شهر همدان»، نشریهٔ هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، دوره ۲۱، شمارهٔ ۳، صص ۱۵-۲۶.

سلطانی‌فرد، هادی، حاتمی نژاد، حسین، عباس زادگان، مصطفی و احمد پوراحمد ، ۱۳۹۲، «تحلیل دگرگونی ساختار کالبدی-فضایی شهر ایرانی-اسلامی، مطالعهٔ موردی: شهر سبزوار»، فصلنامهٔ ایرانی-اسلامی، دوره چهارم، شمارهٔ ۱۴، صص ۱۳-۲۲.

سلطانی‌فرد، هادی و زهره‌سادات سیدمرادی، ۱۳۹۵، «دگرگونی جایگاه مسجد جامع در پیکره‌بندی فضایی شهر اسلامی مورد مطالعه: مسجد جامع شهر سبزوار»، فصلنامهٔ پژوهش‌های معماری اسلامی، سال چهارم، شمارهٔ ۱۱، صص ۱۰۷-۱۲۵.

صادقی، سارا، قلعه نوعی، محمود و صفورا مختارزاده، ۱۳۹۱، «بررسی تأثیر طرح‌های توسعهٔ شهری معاصر بر ساختار فضایی هستهٔ تاریخی شمال شهر اصفهان»، فصلنامهٔ مطالعات شهری، سال اول، شمارهٔ ۵، صص ۳-۱۲.

عباس‌زادگان، مصطفی، ۱۳۸۱، «روش چیدمان فضا در فرایند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد»، فصلنامهٔ مدیریت شهری، سال سوم، شمارهٔ ۹، صص ۶۳-۷۴.

علی‌الحسابی، مهران و آرمین جدی یگانه، ۱۳۹۰، «قابلیت پیاده‌محوری در فضاهای شهری»، دوفصلنامهٔ جستارهای شهری، شمارهٔ ۳۶، صص ۹۶-۱۰۵.

لطفی، سهند و هدی بختیاری، ۱۳۹۲، «ساماندهی نظام حرکتی در بافت محله‌های شهری از طریق تحلیل اتصال‌پذیری در نهضت نوشهرسازی و با بهره‌گیری از روش چیدمان فضا مطالعه موردی: بافت مرکزی شهر کاشمر»، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات شهری، سال دوم، شمارهٔ ۹، صص ۳-۱۵.

رفیعیان، مجتبی، صدیقی، اسفندیار و مرضیه پورمحمدی، ۱۳۹۰، «امکان‌سنجی ارتقای کیفیت محیط از طریق پیاده‌راه‌سازی محورهای شهری مورد: محور خیابان ارم بخش مرکزی شهر قم»، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال سوم، شمارهٔ ۱۱، صص ۴۱-۵۶.

مدنی‌پور، علی، ۱۳۷۹، «طراحی فضای شهری؛ نگرشی بر فرایند اجتماعی–مکانی»، ترجمهٔ فرهاد مرتضایی، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران.

معاونت شهرسازی و معماری شهرداری قم، ۱۳۹۵، *نقشهٔ اتوکدی شهر قم*.

روشنی، مهدی و آرش ثقفی اصل، ۱۳۹۵، «تحلیل تطبیقی ساختار اصلی شهر تبریز از اواخر دوره قاجار تا معاصر با استفاده از تکنیک چیدمان فضایی»، فصلنامهٔ معماری و شهرسازی ایران، سال هفتم، شمارهٔ ۱۲، صص ۵۷–۷۲.

Baran, G. et al., 2008, *Risk Factors for Nosocomial Imipenem-Resistant Acinetobacter Baumannii Infections*, International Journal of Infectious Diseases, Vol. 12, No. 1, PP. 16-21.

The Space Syntax, 2010, Berkeley Pedestrian Master Plan Report: Walkability, Movement and Safety for the City of Berkeley, Space Syntax Limited, London, England.

Charalambuos, N., and Magda M., 2012, *Space Syntax: Spatial Integration Accessibility and Angulat Segment Analysis by Metric Distance (Asamed)*, Accessibility Instruments for Planning Practice, Cost Office: 57-62.

Dhanani, A., Tarkhanyan, L., and Vaughan, L., 2017, *Estimating Pedestrian Demand for Active Transport Evaluation and Planning*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 13, No. 103, PP. 54-69.

Friedrich, E., Hillier, B., and Chiaradia, A., 2009, *Using Space Syntax to Understand Spatial Patterns of Socio-Environmental Disorder*, Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium, Stockholm.

Helbich, M. et al., 2016, *Natural and Built Environmental Exposures on Children's Active School Travel: A Dutch Global Positioning System-Based Cross-Sectional Study*, Health and Place, Vol. 39, No. 39, PP. 101-109.

Hillier, B., 2007, *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*, Cambridge University Press, Cambridge.UK.

Hillier, B. et al., 1993, *Natural Movement: Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement*, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 20, No. 1, PP. 29-66. Doi: 10.1068/B200029.

Hillier, B., and Hanson, J., 1984, *the Social Logic of Space*, Newyork, Cambridge University Press.

Jeong, S, Lee, T, and Ban, Y., 2015, *Characteristics of Spatial Configurations in Pyongyang, North Korea*, Journal of Habitat International, Vol. 47, PP. 148-157.

Karimi, K., 1997, *the Spatial Logic of Organic Cities in Iran and the United Kingdom*, Space Syntax First International Symposium, Proceeding Vol.1 Comparative Cities, London. *(In Persian)*

Koohsari, M. J. et al., 2016, *Street Network Measures and Adults' Walking for Transport: Application of Space Syntax*, Health and Place, Vol. 38, No. 38, PP. 89-95.

Mansouri, M., and Ujang, N., 2016, *Tourist'expectation and Satisfaction Towards Pedestrian Networks in the Historical District of Kuala Lumpur, Malaysia*, Asian Geographer, Vol. 33, No. 1, PP. 35-55.

Min, S., Kim, Ch., and Kim, Y., 2012, *The Impacts of Spatial Configuration and Merchandising on the Shopping Behavior in the Complex Commercial Facilities*, Proceedings: Eighth

International Space Syntax Symposium, Santiago De Chile.

Mohamed, A. et al., 2013, *the Socio-Economic Implications of the Spatial Configuration in Greater Cairo Metropolitan Area*, Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium, Seoul.

Önder, D. E., and Gigi, Y., 2010, *Reading Urban Spaces by the Space-Syntax Method*: *A Proposal for the South Haliç Region*, Cities, Vol. 27, No. 4, PP. 260-271.

Penn, A., 2001, *From Isovist to Visibility Graph: A Methodology for the Analysis of Architecture Space*, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 28, No. 1, PP. 103-121.

Rodriguez, C. et al., 2012, *The Relationship of Spatial Configuration and Socio-Economic Conditions Sao Paulo, Brazil*, Proceedings of the Eighth International Space Syntax Symposium, Santiago De Chile.

Sharmin, S., and Kamruzzaman, M., 2017, *Meta-Analysis of the Relationships between Space Syntax Measures and Pedestrian Movement*, Transport Reviews, 1-27.

Steiner R. et al., 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.

Zampieri, F. L., Rigatti, D., and Ugalde, C., 2009, *Evaluated Model of Pedestrian Movement Based on Space Syntax*, Performance Measures and Artificial Neural Nets, In Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium (PP. 1-8).

Abbaszadegan, M., 2002, *The Method of Space Syntax in the Urban Design Process*, Urban Management Journal, Vol. 3, No. 9, PP. 63-74. *(In Persian)*

Alalhesabi, M., and Jeddie Yeganeh, A., 2011, *Capability of Pedestrian Movement in Urban Spaces*, Journal of Urban Topics, No. 36: 96-105. *(In Persian)*

Habibi, S. M., 1998, *Urban Design Process*, Tehran University Press, Tehran. *(In Persian)*

Haghi, M. R., Izadi, M. S., and Rumi, A., 2014, *Evaluation and Comparison of Two Walking and Walking Directions in Urban Centers in Central City of Hamedan, Case Study: Central Texture Of Hamedan City*, Journal of Urban Studies, Vol. 4, No. 13, PP. 17-31. *(In Persian)*

Jafari Bahman, M. A., and Khanian, M., 2011, *Problem Solving Comprehensive Plans from the Point of View of Behavior and Comparing Them with the Existing Situation by the Method of Space Arrangement*, Armanshahr Journal, Vol. 5 No. 9, PP. 285-295. *(In Persian)*

Jamshidi, M., and Mokhtarzadeh, S., 2010, *Application of Space Syntax in Analyzing the Spatial Structure of Worn-Out Fabrics*, The Urban Topics Journal, No. 35, PP. 76-83. *(In Persian)*

Lotfi, S., and Bakhtiari, H., 2013, *Organizing the Movement in the Context of Urban Neighborhoods by Analyzing the Connectivity Using The Space Syntax Method, Case Study: Central Texture of Kashmar City*, Journal of Urban Studies, Vol. 2, No. 9, PP. 3-15. *(In Persian)*

Madani Pour, A., 2000, *Urban Space Design, an Attitude to the Social-Spatial Process*, Translation: Farhad Mortazai, Urban Planning and Processing Co., Tehran. *(In Persian)*

Mohammadian Mosammam, H. et al., 2016, *Prioritization of the Pedestrianization of the Paths around the Shrine of Masoumeh*, Urban Landscape Research, No. 5. *(In Persian)*

Rafieiyan, M., Esfandiar S., and Pourmohammadi, M., 2011, *Feasibility Study of Improving the Quality of the Environment Through the Pedestrianization of Urban Axis Case Study: Central City of Qom*, Urban and Regional Studies 11. *(In Persian)*

Municipality Of Qom, Department of Urban Planning and Architecture, Qom, 2016, *Autocad Map of Qom City*. *(In Persian)*

Roshani, M., and Saghafi Asl, A., 2016, *Comparative Analysis of the Main Structure of Tabriz City from Late Qajar to Contemporary Using Spatial Arrangement Technique*, Iranian Journal of Architecture and Urban Planning, No.12. *(In Persian)*

Sadeghi, S., Ghaleh Noyi, M., and Mokhtarzadeh, S., 2012, *Investigating the Impact of Contemporary Urban Development Projects on the Structure of The Historical Core of North of Isfahan*, Journal of Urban Studies, Vol. 1. No. 5, PP. 3-12.

Sajjad Zadeh, H., Izadi, M. S., Haghi, M. R., 2016, *Relationship between Spatial Configuration and Environmental Variables in Informal Settlements. Case Study: Hesar Neighborhood, Hamadan City*, Journal of Fine Arts, Architecture and Urban Arts, Vol. 21, No. 3, PP. 15-26. *(In Persian)*

Sandiego Regional Planning Organization, 2009,. *Planning and Design for Pedestrians; Urban Design Guidelines*, Tahan Publications: Tehran. *(In Persian)*

Soltanifard, H. Hataminejad, H. Abbaszaegan, M. Puorahmad, A., 2013, *Analysis of the Metamorphism of the Spatial-Physical Structures of the Iranian-Islamic City, Case Study: Sabzevar City*, Iranian-Islamic Quarterly, Vol. 4, No. 14, PP. 14-21. *(In Persian)*

Soltanifard, H., and Sayed Moradi, Z. S., 2016, *Metamorphosis of Grand Mosque in Spatial Configuration of Islamic City, Case Study: Grand Mosque of Sabzeva*r, Quarterly Journal of Islamic Architectural Studies, Vol. 4, No. 11, PP. 107-125. *(In Persian)*