پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۱۱۷- ۹۳
DOI: 10.22059/jurbangeo.2020.308331.1350

تحلیل فضایی دسترسی‌پذیری گروه‌های آسیب‌پذیر به خدمات عمومی با رویکرد شهر فراگیر (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر تهران)*

کاوه رحیم‌زاد مدنی- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
مجتبی رفیعیان**- استاد گروه شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
هاشم داداش‌پور- دانشیار گروه شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۶ تأیید مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۰۱

چکیده

رویکرد شهر فراگیر با تمرکز بر گروه‌های آسیب‌پذیر، اقلیت‌ها و افراد محروم خواهان برقراری عدالت و کاهش نابرابری‌ها در عرصه‌های مختلف است. هدف اصلی پژوهش حاضر ارزیابی و تحلیل فضایی میزان فراگیری فضاهای شهر تهران به‌منظور بررسی وضعیت گروه‌های آسیب‌پذیر در دستیابی به خدمات شهری است. افراد آسیب‌پذیر در پژوهش کمی حاضر شامل زنان، کودکان، سالمندان، بی‌سوادان، بیکاران، مهاجران و خانوارهای دارای معلولیت هستند که به‌عنوان گروه‌های هدف ارزیابی شده‌اند. همچنین در این پژوهش با مقایسه و اعتبارسنجی از سه روش مختلف از روش‌های داده‌کاوی فضایی به نام‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی، خوشه‌بندی طیفی و همچنین نگاشت خودسازمان‌ده استفاده شده است. اعتبارسنجی و ارزیابی گزینه‌های مختلف در خوشه‌بندی، با استفاده از چهار شاخص ارزیابی درونی روش‌های خوشه‌بندی و مقایسهٔ بهترین روش و بهینه‌ترین تعداد خوشه‌ها انجام شده است. براساس نتایج این پژوهش، روش نگاشت خودسازمان‌ده و همچنین پنج خوشه به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب شدند. بر مبنای خروجی‌های نهایی، حدود ۳۱ درصد از مساحت اراضی دارای جمعیت شهر تهران دسترسی‌پذیری کمتر از متوسط دارند که توزیع فضایی آن‌ها نشان‌دهندهٔ از استقرار بیشتر این مناطق در نواحی نزدیک به مرز و همچنین مناطق غربی و جنوبی است. از سوی دیگر مناطق مرکزی و شمالی شهر تهران، دسترسی‌پذیری مناسب و بسیار مناسبی دارند که حدود ۴۰ درصد از مناطق مسکونی تهران را تشکیل داده‌اند. نتایج تحلیل گروه‌های آسیب‌پذیر نیز بیان‌کنندهٔ سکونت بیش از ۳۰ درصد زنان، کودکان و بی‌سوادان در مناطق دارای سطوح دسترسی‌پذیری پایین‌تر از متوسط است. درمجموع با ارزیابی اطلاعات استخراج‌شده از میان گروه‌های آسیب‌پذیر، به‌ترتیب مهاجران، سالمندان و بیکاران بهترین شرایط و همچنین خانوارهای دارای معلولیت، زنان و بی‌سوادان وضعیت نامناسب‌تری از سایر گروه‌ها دارند.

واژه‌های کلیدی: داده‌کاوی فضایی، دسترسی‌پذیری، شهر فراگیر، نگاشت خودسازمان‌ده، تهران.

*مقالهٔ حاضر مستخرج از پایان‌نامهٔ نویسندهٔ اول با عنوان «سنجش و ارزیابی مناطق شهری با رویکرد شهر فراگیر (مورد پژوهشی: شهر تهران)» به راهنمایی نویسندهٔ دوم و مشاورهٔ نویسندهٔ سوم است.

** نویسندهٔ مسئول Email: rafiei_m@modares.ac.ir

مقدمه

با سکونت بیش از نیمی از مردم جهان در مناطق شهری، شهرها نقش بسیار مهمی را در کاهش مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی دارند. هم‌راستا با رشد و شکوفایی اقتصادی، شهرها بیشتر با فراهم‌کردن فرصت‌های جدید و افزایش درآمد ساکنان خود، به کاهش فقر عمومی کمک کرده‌اند؛ درحالی‌که شهری‌شدن به‌عنوان نیرویی قدرتمند در حمایت از رشد اقتصادی و کاهش فقر شناخته می‌شود و به همان اندازه سبب مهاجرت بیشتر مردم به شهرها و شهری‌شدن فقر شده است. مطابق آمارهای بین‌المللی، بیشترین روند افزایش نرخ شهرنشینی در کشورهای فقیر و مناطق درحال‌توسعه در حال وقوع است؛ درحالی‌که آماده‌سازی خدمات و امکانات اولیه در شهرها، متناسب با سرعت رشد جمعیت نبوده است. دسترسی‌نداشتن و نبود حقوق و فرصت‌های برابر برای محرومان، سبب بروز حوادثی مانند خیزش های اجتماعی و اعتراضات معیشتی در شهرها شده است. افزایش نابرابری‌ها و بروز حوادثی از قبیل جرم و خشونت، الزام توجه به موضوع فراگیری[1] را آشکار کرده است (Shah. et al., 2015: 3).

به‌طورکلی افزایش شهرنشینی، نارضایتی افراد محروم و آسیب‌پذیر در شهرها، افزایش نگرانی و آگاهی نهادهای بین‌المللی به‌منظور کاهش نابرابری و همچنین ظهور اندیشه‌های برنامه‌ریزی مشارکتی و ناکارآمدی رویکردهای متداول برنامه‌ریزی، از مهم‌ترین دلایل شروع گفتمان شهر فراگیر در ادبیات برنامه‌ریزی هستند. سازمان‌ها و نهادهای بزرگ بین‌المللی مانند سازمان ملل و بانک جهانی، به‌منظور ارائهٔ راه‌حل جامع و مشترک برای خروج از این چالش‌ها اسناد، دستورالعمل و راهبردهای مختلفی را ارائه کرده‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به دستورالعمل ۲۰۳۰ یا همان سند اهداف توسعهٔ پایدار[2] اشاره کرد که با حضور ۱۹۴ کشور در سپتامبر سال ۲۰۱۵ با هدف درک حقوق همهٔ انسان‌ها به تصویب رسید (Gong and Lyu, 2017: 12). این دستورالعمل شامل ۱۷ محور اصلی توسعهٔ پایدار است که هر محور متناظر با یک هدف کلان است و از ۱۶۹ هدف خرد تشکیل می‌شود که باید تا سال ۲۰۳۰ محقق شوند. شهرها که از مهم‌ترین ارکان اجرای این اهداف هستند، نقش بسیار کلیدی در رسیدن به این اهداف ایفا می‌کنند. یازدهمین محور در این سند به‌طور مستقیم به موضوع شهرها و جوامع پایدار اشاره می‌کند که یکی از مهم‌ترین اهداف خرد آن دستیابی به جوامع فراگیر[3] است (Rini, 2016: 8). از سوی دیگر در سال ۲۰۱۶، پس از برگزاری کنفرانس هبیتات ۳، دستورالعمل جدیدی برای دستیابی به توسعهٔ پایدار شهری با اجماع رهبران سیاسی جهان به تصویب رسید. یکی از مهم‌ترین تصمیم‌گیری‌های صورت‌گرفته در این نشست، اطمینان از دسترسی همهٔ شهروندان به خدمات اساسی و اولیهٔ زندگی در شهرهاست (Parnell, 2016: 530). در اسناد فرادست شهری و فراشهری ایران، به‌ضرورت دستیابی به جامعه‌ای یکپارچه، منسجم و برخوردار از عدالت اجتماعی تأکید ویژه‌ای شده است و مسئولان بلندمرتبهٔ کشور همواره اهمیت این موضوع را بیان کرده‌اند. مدیران و تصمیم‌گیران شهری و فراشهری، با شعار توزیع برابر منابع میان همهٔ ساکنان شهر به‌دنبال برقراری عدالت هستند، اما گروه‌های فرودست و محروم از منافع توسعه که بیشتر در مناطق مسئله‌دار و حاشیه‌ای شهر ساکن هستند، احساس نابرابری شدیدی در توزیع عادلانهٔ منابع میان شهروندان دارند. شهرهای کشور برای

1. Inclusion
2. Sustainable Development Goals (SDG)
3. Inclusive Community

رویارویی با چالش‌های موجود خود، باید به‌سوی توزیع عادلانه مزایا و فرصت‌های ناشی از توسعه میان همهٔ شهروندان خود گام بردارند. همین امر سبب شده تا در سال‌های اخیر مسئولان مدیریت شهری در بزرگ‌ترین شهر کشور، شعار خود را «تهران، شهری برای همه» انتخاب کنند و همهٔ برنامه‌ها و اقدامات خود را هم‌راستا با این موضوع قرار دهند.

وجود تنوع قومی، نژادی، مذهبی، اجتماعی و اقتصادی در شهر تهران می‌تواند سبب بروز نابرابری‌ها و تبعیض در پاسخ به انواع نیازها و خواسته‌های آنان شود؛ به‌گونه‌ای که بیشتر گروه‌های اقلیت همانند سالمندان، زنان، معلولان و افراد کم‌درآمد، خود را شهروندانی فراموش‌شده یا اضافی در شهر می‌دانند. این افراد به‌دلیل ارائه‌نکردن پاسخ مناسب به نیازها و همچنین نداشتن نماینده‌ای به‌منظور احقاق حقوق خود، دچار حس بیگانگی در شهر می‌شوند و در آینده هزینه‌های گزافی را به مدیریت شهری و حاکمیت تحمیل خواهند کرد. شهر تهران به‌دلیل تأثیرگرفتن از فرایند جهانی‌شدن در رشد و توسعهٔ خود و داشتن بسیاری از چالش‌های موجود در کلان‌شهرهای دنیا، می‌تواند با کاربست رهیافت شهر فراگیر در فرایند برنامه‌ریزی و توسعهٔ خود، همگام با کشورهای پیش‌رو در این زمینه، پاسخی مناسب برای مسائل و مشکلات خود ارائه کند. سنجش و ارزیابی میزان فراگیری فضاهای شهری موجب کاهش نابرابری‌ها و تنش‌های اجتماعی و همچنین مشارکت دانش، مزیت‌ها و سرمایه‌های اجتماعی و فیزیکی افراد محروم در فرایند توسعهٔ شهر می‌شود. به‌طورکلی این رویکرد به افزایش اختیارات محلی در فرایند توسعه و برنامه‌ریزی و جذب افراد محروم و آسیب‌پذیر به چرخهٔ تصمیم‌گیری و حیات شهری می‌انجامد. از سوی دیگر دولت، شهرداری‌ها یا نهادهای اجرایی با داشتن این‌گونه ارزیابی‌ها می‌توانند قوت و ضعف‌ها فضاهای مختلف را در ابعاد گوناگون مورد نظارت و پایش کنند و با اولویت‌بندی مشکلات، تمرکز خود را بر افراد محروم و گروه‌های آسیب‌پذیر[1] معطوف کنند. هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل فضایی دسترسی‌پذیری به خدمات عمومی با رویکرد شهر فراگیر بوده است که ذیل این هدف، وضعیت گروه‌های آسیب‌پذیر در دستیابی به خدمات شهری سنجش و ارزیابی شد. گروه‌های آسیب‌پذیر در این پژوهش، شامل کودکان (افراد کمتر از ۱۴ سال)، سالمندان (افراد بزرگ‌تر از ۶۰ سال)، زنان، بی‌سوادان، بیکاران، مهاجران و خانوارهای دارای معلولیت است که در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌شوند. نتایج پژوهش به سؤالات زیر پاسخ داده است:

- توزیع فضایی دسترسی‌پذیری به خدمات در شهر تهران چگونه است؟
- وضعیت گروه‌های آسیب‌پذیر در دستیابی به خدمات در شهر تهران چگونه است؟

پژوهش‌ها مرتبط با موضوع دسترسی‌پذیری قدمت و کمیت فراوانی در ادبیات جهانی تحلیل‌های فضایی دارد که بیشتر آن‌ها با استفاده از مدل‌های مبتنی بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تهیه شده است. در سال‌های اخیر و با فراگیری بیشتر رویکردهای عدالت‌محور و همچنین تشدید نابرابری‌ها در عرصه‌های شهری و پیشرفت علوم داده و آمار، پژوهش‌های مرتبط با این موضوع نیز با تغییرات فراوانی مواجه شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تمرکز پژوهشگران بر گروه‌های آسیب‌پذیر به‌جای همهٔ افراد اشاره کرد. نخستین پژوهش‌های دارای این رویکرد بیشتر به جنبه‌های نظری و مفهومی آن اشاره داشتند و وارد مباحث کمی و مدل‌سازی نمی‌شدند، اما با شناسایی و استخراج شاخص‌های رویکردهای عدالت‌محور، سهم مقالات کمی نیز به‌تدریج بیشتر شد. از مقالاتی که با تمرکز بر

1. Vulnerable Groups

دسترسی‌پذیری گروه‌های آسیب‌پذیر انجام شده است، می‌توان به مقالهٔ مابلی و همکاران (۲۰۰۶) اشاره کرد که با هدف بررسی رابطهٔ ویژگی‌های افراد مسن در ارتباط با پراکنش و دسترسی‌پذیری به مراکز درمانی در اواخر دههٔ ۹۰ میلادی در کشور آمریکا انجام گرفت. براساس یافته‌های این پژوهش افراد مسن ساکن در مناطق روستایی یا نواحی دچار پراکنده‌رویی، بیشتر از سایر افراد در معرض پذیرش‌های بهداشتی و درمانی قرار گرفته‌اند و استقرار مراکز درمانی در این نواحی نتوانسته از میزان تقاضا برای خدمات درمانی در نواحی روستایی و کم‌درآمد کم کند. همچنین کامبر و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با هدف مقایسهٔ استانداردهای دسترسی‌پذیری به فضای سبز و پارک‌ها در کشور انگلستان با وضعیت دسترسی‌پذیری گروه‌های مذهبی و قومی مختلف در شهر لستر انگلستان دریافتند که میان سطوح دسترسی‌پذیری گروه‌های اجتماعی و مذهبی مختلف، اختلاف معناداری وجود دارد (Comber, et al., 2008: 113).

دای (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با موضوع ارزیابی نابرابری‌های اجتماعی–اقتصادی و همچنین مذهبی –نژادی در دسترسی به فضای سبز شهری نشان داد که محله‌های دارای ساکنان آفریقایی، کمترین میزان دسترسی‌پذیری را دارند. همچنین محله‌های دارای ساکنان با نژاد آسیایی نیز دسترسی کمتری به فضای سبز شهری دارند. لاروسا و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با هدف ارائهٔ چارچوب برنامه‌ریزی فضاهای سبز شهری برای لحاظ‌کردن نیازها و تمایلات دسترسی‌پذیری گروه‌های اجتماعی مختلف دریافتند که نابرابری میان گروه‌های اجتماعی مانند کودکان و سالمندان در دو شهر ناگویا ژاپن و کاتانیا ایتالیا در دستیابی به انواع مختلف فضاهای سبز شهری وجود دارد. همچنین مایود و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای که به ارائهٔ چارچوبی در سطح منطقه‌ای برای سنجش و ارزیابی فراگیری و عدالت در دستیابی به مراکز بهداشتی و درمانی در سه شهر بزرگ از منطقه آمریکای شمالی پرداخته است، نشان داده‌اند که شهر پورتلند، بیشترین میزان نابرابری را در دسترسی‌پذیری به کلینیک‌ها و بیمارستان‌ها دارد؛ به‌طوری‌که حدود ۷۵ درصد سالمندان این شهر دسترسی‌پذیری نامناسبی به بیمارستان‌ها دارند و بیش از ۵۰ درصد آن‌ها دسترسی‌پذیری مناسب به کلینیک‌های بهداشتی ندارند. همچنین در هر سه شهر مورد بررسی، افراد کم‌درآمد قابلیت دستیابی کمتری در مقایسه با افراد پردرآمد دارند. از پژوهش‌های داخلی نیز می‌توان به پژوهش جواهری و همکاران (۱۳۹۴) در ارزیابی جدایی‌گزینی اجتماعی شهر کامیاران اشاره کرد. براساس نتایج این پژوهش گروه درآمدی متوسط، گروه زبانی سوران و گروه مذهبی اهل سنت بیشترین میزان انزواگرایی فضایی را دارند. همچنین اژدری و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با هدف بررسی جدایی‌گزینی اجتماعی–فضایی گروه‌های تحصیلی و شغلی در کلان‌شهر شیراز نتیجه گرفتند که اقشار ضعیف در نواحی جنوب و جنوب شرقی و گروه‌های برخوردار در نواحی شمال غربی و غربی شیراز سکونت دارند.

مبانی نظری

رویکرد شهر فراگیر با تمرکز بر گروه‌های آسیب‌پذیر، اقلیت‌ها و افراد محروم و طردشده خواهان برقراری عدالت و کاهش نابرابری‌ها در عرصه‌های مختلف است. نخستین ایده‌های این رویکرد که جزء رویکردهای اجتماعی تئوری‌های نوین برنامه‌ریزی است، در اجلاس جهانی توسعهٔ اجتماعی در سال ۱۹۹۵ در شهر کپنهاگ مطرح شد. هدف از بیانیهٔ نهایی این

نشست که به بیانیهٔ کپنهاگ معروف شد، جامعه‌ای برای همگان[1] بود که در آن همهٔ افراد با برخورداری از حقوق و وظایف خود، نقش حیاتی در مدیریت و حکمروایی جامعهٔ محل زندگی خود دارند (Sadeque, 2009: 2). در جدول ۱ تعاریف مختلف این رویکرد براساس پژوهش‌های بین‌المللی و داخلی مختلف نشان داده شده است.

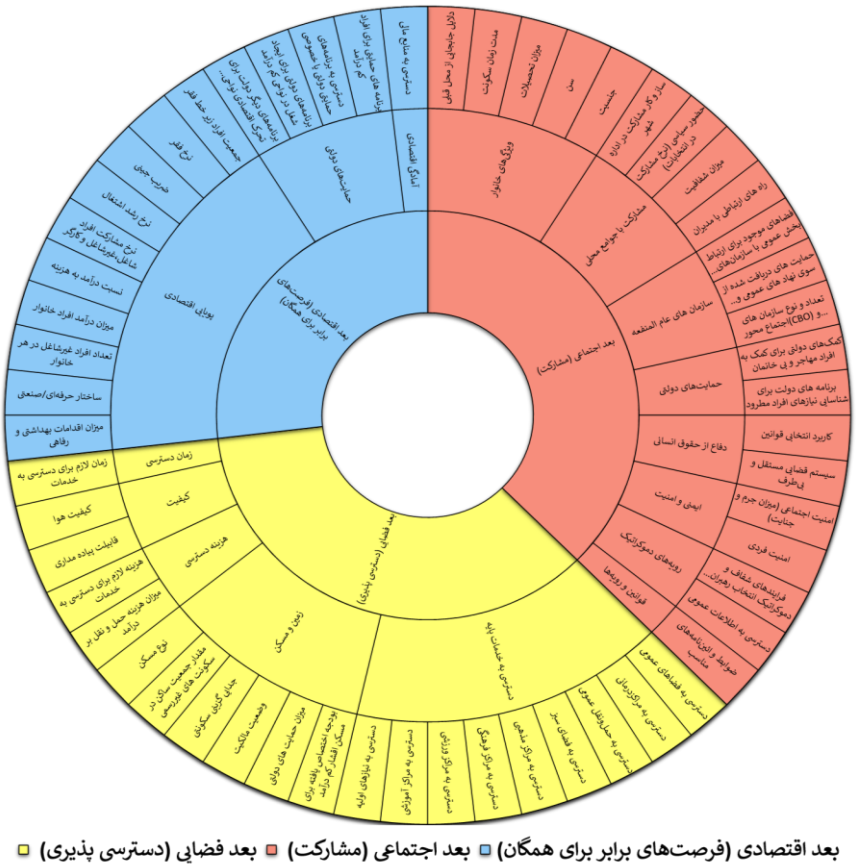
مفهوم شهر فراگیر، نیازمند دستیابی به اولویت‌هایی مانند مسکن و خدمات مقرون‌به‌صرفه است که بیشتر فشار بسیار فراوانی را به خانوارهای محروم تحمیل می‌کند. واژهٔ فراگیری به همان اندازه که نیازمند دسترسی‌پذیری مناسب به فرصت‌های شغلی و خدماتی است، نیازمند ارائهٔ حقوق برابر و حق مشارکت برای همگان و به‌ویژه افراد به‌حاشیه رانده‌شده و گروه‌های آسیب‌پذیر است. براین‌اساس، بانک جهانی در گزارشی که با هدف معرفی راهبرد شهر فراگیر منتشر کرده است، استدلال می‌کند که این رویکرد، رویکردی چندبعدی و یکپارچه است که فراتر از مداخلات کالبدی حرکت می‌کند و شامل سه بعد فضایی، اجتماعی و اقتصادی در یک چارچوب واحد است (Shah, et al., 2015: 10). بعد فضایی مهم‌ترین و اصلی‌ترین بعد مفهوم فراگیری در مناطق شهری است. معیارها و شاخص‌ها فضایی عموماً بر دسترسی عادلانه به مسکن، زیرساخت و خدمات عمومی تمرکز دارند که سنجش وضعیت این شاخص‌ها، سبب مقایسهٔ متقابل، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی مداخلات مورد نیاز در مناطق محروم و همچنین ارائهٔ تصویری شفاف از وضعیت گروه‌های اجتماعی مختلف می‌شود (de Oliveira Neto, 2018: 156).

جدول ۱. تعاریف رویکرد شهر فراگیر

پژوهشگر	سال	تعاریف
هبیتات	۲۰۰۱	شهری است که در آن همهٔ افراد فارغ از جنسیت، نژاد، مذهب و... توانایی مشارکت کامل در فرصت‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ارائه‌شده در شهر را دارند (Habitat, 2001: 3).
مدنی‌پور	۲۰۰۶	شهرسازی فراگیر نوعی شهرسازی است که در آن نیازهای همهٔ شهروندان درنظر گرفته شود. به‌جای آنکه معیارمان تنها افراد متوسط باشد، باید به فکر کسانی هم باشیم که تحرک و دسترسی کمتری دارند (مدنی‌پور، ۱۳۸۵: ۴).
شبکهٔ شهرهای آفریقا	۲۰۰۸	شهری است که به همهٔ شهروندان خود خدمات عمومی مناسبی ارائه می‌دهد، از حقوق و آزادی شهروندان محافظت می‌کند و رفاه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شهروندان خود را ارتقا می‌دهد. همچنین تلاش کند چارچوبی سودمند برای رشد فراگیر اقتصادی ایجاد کند و کیفیت زندگی شهری را ارتقا دهد (SACN, 2017: 11).
بانک توسعهٔ آسیا	۲۰۱۱	محیطی زیست‌پذیر و ایمن که دسترسی‌پذیری عادلانه و قابل‌استطاعت به خدمات شهری، خدمات اجتماعی و فرصت‌های زندگی را برای همهٔ ساکنان خود فراهم می‌کند و در آن احترام بسیاری برای انسان و برابری قائل می‌شود (Singru and Lindfield, 2011: 16).
مشارکت برای شهرسازی فراگیر	۲۰۱۲	شهری است که در آن فرایندهای توسعه، شامل طیف گسترده‌ای از شهروندان و خدمات می‌شود. این شهرها با پرهیز از رشد حاشیه‌نشینان، ثروت خود را حفظ می‌کنند و قدرت خود را افزایش می‌دهند که این کار موجب تقویت تعاملات میان شهر و شهروندان می‌شود (Hall, 2012: 23).
داگلاس	۲۰۱۳	شهری است که برای همه مردم احترام قائل است و نیازهای آنان را عادلانه ارزیابی می‌کند و در آن همهٔ ساکنان (از جمله حاشیه‌نشین‌ترین و فقیرترین کارگران) دارای صدایی (نماینده‌ای) در فرایندهای حاکمیتی، برنامه‌ریزی و تخصیص بودجه هستند. همچنین دسترسی مناسبی به مسکن قانونی و خدمات اساسی ارزان‌قیمت مانند آب، فاضلاب و برق وجود دارد (Douglas, 2013: 21).
لمار و کر	۲۰۱۷	شهری است که در آن فرایندهای توسعه شامل طیف گسترده‌ای از شهروندان و خدمات است. این شهرها با پرهیز از رشد حاشیه‌نشینان، ثروت خود را حفظ می‌کنند و قدرت خود را افزایش می‌دهند که درنهایت موجب تقویت تعاملات میان شهر و شهروندان می‌شود (Lemaire and Kerr, 2017: 4).

1. Society for All

بانک جهانی در چارچوبی که به‌منظور سنجش ابعاد مختلف این رویکرد ارائه داده است، هریک از ابعاد را به معیارها و هرکدام از معیارها را به شاخص‌های کمی و کیفی تفکیک کرده است که به‌صورت خلاصه در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. باید توجه داشت که تبیین چارچوب شهر فراگیر تنها در اسناد بانک جهانی انجام نشده است و سازمان‌ها و نهادهای دیگری مانند سازمان ملل، بانک توسعهٔ آسیا، برخی از مؤسسات وابسته به دانشگاه‌ها و شهرداری‌ها نیز تلاش‌هایی را برای ارائهٔ تصویری روشن از کاربست این رویکرد در عرصهٔ فضاهای شهری انجام داده‌اند. نکتهٔ مشترک در همهٔ گزارش‌ها و اسناد مرتبط با موضوع شهر فراگیر، اشاره و بیان پیچیدگی‌ها و سختی‌های فراوان در ارزیابی و سنجش کمی میزان شدت و ضعف این رویکرد در مقیاس‌های شهری است؛ به‌طوری‌که گردآوری و تجمیع داده‌های مورد نیاز آن، کاری بسیار زمان‌بر و پرهزینه است. در این پژوهش، با توجه به موجودبودن داده‌ها و برخورداری از مقیاس خرد در تحلیل‌های فضایی، تنها از شاخص‌های دسترسی‌پذیری به خدمات اصلی استفاده شده است؛ زیرا اطلاعات بسیاری از شاخص‌های نام‌برده در شکل ۱ در محدودهٔ مطالعاتی این پژوهش موجود نیست یا از مقیاس‌های فراوانی برخوردارند که با توجه به هدف اصلی پژوهش حاضر امکان استفاده از آن‌ها فراهم نیست. خدمات پایهٔ استفاده‌شده شامل فضای سبز و پارک، مراکز فرهنگی، ورزشی، درمانی، آموزشی، مذهبی و ایستگاه‌های متروست که با توجه به تعریف خدمات عمومی، کاربری‌هایی که برنامه‌ریزی و مدیریت آن‌ها توسط نهادهای عمومی و حاکمیتی انجام می‌شود، استفاده شده‌اند.



شکل ۱. ابعاد، معیارها و شاخص‌های شهر فراگیر در چارچوب بانک جهانی

روش پژوهش

در بخش شناسایی معیارهای ارزیابی و سنجش میزان فراگیری در مناطق شهری، با استناد به روش توصیفی – تحلیلی و استفاده از روش اسنادی– کتابخانه‌ای در گردآوری داده‌ها و مرور مطالعات داخلی و بین‌المللی متناسب با رویکرد شهر فراگیر، تعاریف، ابعاد و شاخص‌های مختلف این رویکرد معرفی شدند. در بخش دوم این پژوهش به تحلیل فضایی دسترسی‌پذیری شهر تهران و همچنین ارزیابی دسترسی‌پذیری گروه‌های آسیب‌پذیر به خدمات عمومی در شهر تهران پرداخته شده است. روش‌های استفاده‌شده در این بخش شامل سه روش از روش‌های داده‌کاوی فضایی[1] شامل الگوریتم‌های نگاشت خودسازمان‌ده[2]، تحلیل مؤلفه‌های اصلی[3] و خوشه‌بندی طیفی[4] است. همچنین محاسبهٔ شاخص‌های مختلف دسترسی‌پذیری به‌کمک نرم‌افزار متن باز کوانتوم جی‌ای‌اس[5] انجام شده و برای اجرا، تحلیل و اعتبارسنجی روش‌های خوشه‌بندی ذکرشده از زبان‌های برنامه‌نویسی متلب[6] و آر[7] کمک گرفته شده است. روش‌های استفاده‌شده در این بخش به‌دلیل داشتن ماهیت آماری و عددی، کمی هستند.

داده‌های پژوهش

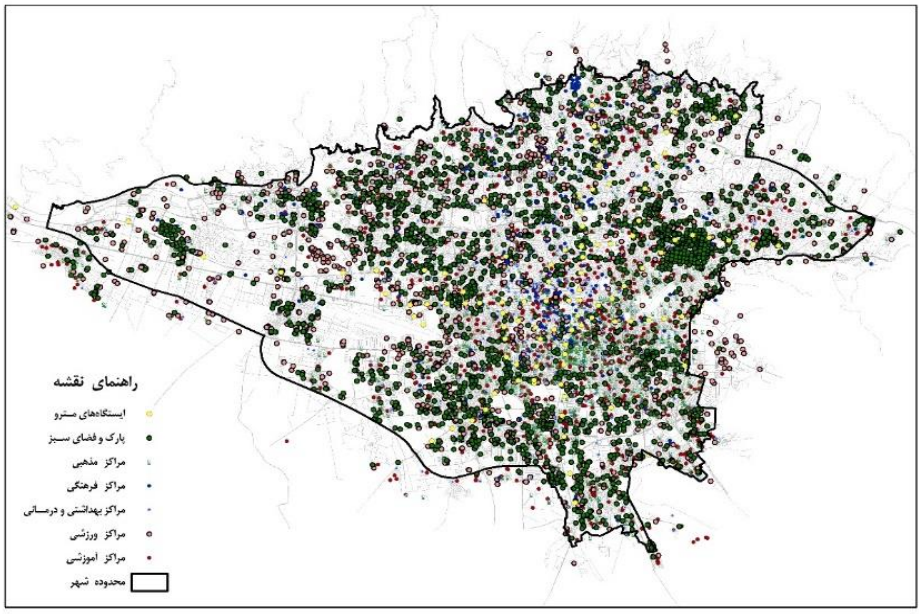
داده‌های استفاده‌شده در این مقاله شامل حوزه– بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار، داده‌های مکانی شهرداری تهران (موقعیت مکانی کاربری‌ها) و داده‌های متن باز سایت OSM[8] (موقعیت کاربری‌ها و شبکهٔ دسترسی) است که در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۸ از این سرویس استخراج شده است. با توجه به برداشت‌نکردن اطلاعات خانوارهای دارای معلولیت در سرشماری سال ۱۳۹۵، اطلاعات این گروه براساس سرشماری سال ۱۳۹۰ گردآوری و پردازش شده است. اطلاعات کاربری‌های استخراج‌شده و تعداد هرکدام از آن‌ها در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲. اطلاعات کاربری‌های استخراج شده

کاربری‌ها	نوع	تعداد
فضای سبز و پارک	فضای سبز، پارک محله‌ای، ناحیه‌ای، شهری و فراشهری	۲۱۵۰
فرهنگی	سینما، تئاتر، موزه‌ها، کتابخانه‌ها، سرای محله‌ها، مراکز هنری	۴۰۹
ورزشی	ورزشگاه و مجموعه‌های ورزشی، زمین‌های بازی، مجتمع ورزشی و سالن‌های ورزشی	۲۴۷۸
درمانی	بیمارستان، درمانگاه، خانهٔ بهداشت، مراکز توان‌بخشی و پزشکی، کلینیک‌ها، زایشگاه‌ها، مراکز بهزیستی	۴۷۹
آموزشی	دبستان، راهنمایی، دبیرستان، هنرستان	۱۲۷۳
مذهبی	مساجد، امامزاده‌ها، حسینیه، کلیسا، کنیسه، مصلا، هیئت‌ها	۱۱۹۵
مترو	ورودی‌های ایستگاه‌های فعال مترو تهران	۱۱۲

1. Spatial Data Mining
2. Self-Organizing Map (SOM)
3. Principal Component Analysis (PCA)
4. Spectral Clustering
5. Quantum GIS (QGIS)
6. MATLAB
7. R
8. OpenStreetMap

توزیع فضایی و استقرار داده‌های پژوهش نیز در شکل ۳ نشان داده شده است. به‌دلیل کاهش خطاهای احتمالی در نزدیکی نقاط مرزی که به آن اثرات مرزی[1] گفته می‌شود، نقاط کاربری‌ها تا شعاع ۵ کیلومتر فراتر از مرزهای شهر تهران استخراج شده‌اند.



شکل ۲. توزیع فضایی و استقرار نقاط خدمات عمومی در شهر تهران

آماده‌سازی داده‌ها و روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات

به‌منظور اجرای بهتر روش‌های خوشه‌بندی، داده‌های اولیه نیاز به سازمان‌دهی مجدد دارند. بی‌مقیاس‌سازی و اجرای برخی از آزمون‌های آماری، پیش‌فرض بسیاری از روش‌هاست که در پژوهش حاضر نیز پیش از ورود ماتریس دسترسی‌پذیری به روش‌های خوشه‌بندی اعمال شده‌اند، اما تغییر مهم در این پژوهش، به‌کارگیری تکنیک تظریف[2] برای اجرای بهتر روش‌های داده‌کاوی فضایی است. بسیاری از پژوهشگران در پژوهش‌های مشابه، از این تکنیک بیشتر در روش نگاشت خودسازمان‌ده استفاده کرده‌اند، اما در پژوهش حاضر، به‌دلیل تصویرسازی بهتر داده‌ها، نمایش بهتر هم‌جواری‌ها و البته کاهش سوگیری نمونه‌ها[3] از این تکنیک در هر سه روش انتخاب‌شده استفاده شده است. در تکنیک تظریف، به‌دلیل ارائهٔ بیشترین هم‌جواری و ارتباطات بین‌همسایگی میان سلول‌ها و نورون‌های هم‌جوار، اغلب از اشکال شش‌ضلعی در بیشتر شبکه‌های آموزشی استفاده شده است (Birch, et al., 2007: 353). شبکهٔ شش‌ضلعی درنظر گرفته‌شده برای شهر تهران اضلاعی به‌اندازه ۵۰۰ متر و مساحت ۲۲۵۰۰ مترمربع دارد که اغلب بزرگ‌تر از بلوک‌های آماری است و به همین دلیل اطلاعات بلوک‌های آماری و تحلیل‌های دسترسی‌پذیری که در یک سلول شش‌ضلعی موجود هستند، باید با یکدیگر تجمیع و اطلاعات آن‌ها در مقیاسی بالاتر به هر سلول شش‌ضلعی تخصیص داده شود.

1. Edge Effect
2. Binning
3. Sampling Bias

به‌منظور تحلیل فضایی و ارزیابی الگوهای دسترسی‌پذیری به خدمات، ابتدا باید مؤلفه‌ها و معیارهای تشکیل‌دهندهٔ آن به‌صورت جداگانه تولید و ارزیابی شده و مقادیر هرکدام از مؤلفه‌ها در ماتریس اولیه وارد شود تا پس از بی‌مقیاس‌سازی و اعمال برخی از آزمون‌های آماری، به‌عنوان ماتریس ورودی، وارد بخش خوشه‌بندی و الگویابی شود. مؤلفه‌های تشکیل‌دهندهٔ ماتریس در این پژوهش، شامل قابلیت دستیابی به ۷ نوع خدمات شهری می‌شود که با استفاده از کوتاه‌ترین فاصلهٔ شبکه‌ای[1] تا خدمات تعیین می‌شود. به‌منظور محاسبهٔ این مؤلفه‌ها از پلاگین تحلیل شبکه در نرم‌افزار کوانتوم جی‌ای‌اس[2] استفاده شده است. پس از آماده‌سازی ماتریس اولیه، سه روش از روش‌های داده‌کاوی و کاهش ابعاد اجرا شده که در ادامه مختصر معرفی شده‌اند. براساس تعریف داده‌کاوی، این روش‌ها شامل روش‌هایی هستند که از میان حجم فراوان داده‌ها، به‌دنبال الگوهای پنهان در میان آن‌ها و همچنین ارتباط میان مؤلفه‌های مختلف هستند (Bharati and Ramageri, 2010: 6).

تحلیل مؤلفه‌های اصلی

این روش را کارل پیرسون در سال ۱۹۰۱ ارائه کرد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌تواند مؤلفه‌های اصلی را شناسایی و به ما کمک کند تا به‌جای بررسی همهٔ ویژگی‌ها، برخی ویژگی‌هایی که ارزش بیشتری دارند، تحلیل کنیم. درواقع این روش ویژگی‌هایی را که ارزش بیشتری فراهم می‌کنند، برای ما استخراج می‌کند. همچنین یکی از روش‌های کلاسیک تحلیل داده به‌منظور کاهش ابعاد مجموعه داده‌های دارای ابعاد فراوان است. در این تحلیل، یک مجموعه داده با ابعاد بالا به مجموعه‌ای از حالت‌های مستقل (که «بردار ویژه[3]» نیز شناخته می‌شوند) تجزیه می‌شوند. این حالت‌ها توابع پایه‌ای هستند که فضای مجموعهٔ دادهٔ اصلی را دربرمی‌گیرند و برای به‌حداکثررساندن مقدار واریانس توضیح داده شده توسط هر حالت انتخاب می‌شوند. مجموعهٔ داده‌های اصلی را می‌توان با جمع‌کردن وزن‌های برداری هر حالت توسط مؤلفهٔ اصلی بازسازی کرد؛ به عبارت دیگر مؤلفه‌های اصلی پیش‌بینی داده‌ها دربارهٔ حالت‌های مختلف است (Abdi and Williams, 2010: 436).

خوشه‌بندی طیفی

خوشه‌بندی طیفی نوعی الگوریتم خوشه‌بندی درحال‌رشد است که در بسیاری از موارد بسیار بهتر از الگوریتم‌های خوشه‌بندی سنتی عمل کرده است. این الگوریتم گونه‌ای از الگوریتم‌های یادگیری ماشین[4] در خوشه‌بندی و کاهش ابعاد است. این روش نیز درنهایت از الگوریتمی مانند کا میانگین[5] استفاده می‌کند، اما پیش از آن برخی تغییرات در ساختار داده‌ها و درواقع تغییر در نگاه خود به داده‌ها به‌وجود می‌آورد. این الگوریتم خوشه‌بندی سبب می‌شود که خوشه‌ها به‌صورت شکل‌هایی ساخته شوند که نقاط نزدیک و متصل‌به‌هم در یک خوشه قرار بگیرند (Bach and Jordan, 2004: 310). این الگوریتم ابتدا یک ماتریس وابستگی[6] یا ماتریس مشابهت[7] می‌سازد و با ساخت این ماتریس، درواقع مسئلهٔ ما به یک گراف تبدیل می‌شود که اجزای به‌هم‌متصل گراف تشکیل یک خوشه را می‌دهند (Fouedjio, 2017: 308). درواقع در این گراف، یال‌هایی که یکی

1. Network Distance
2. Qgis Network Analysis Toolbox (QNEAT)
3. Eigenvectors
4. Machine Learning
5. K Means
6. Affinity Matrix
7. Similarity Matrix

از عناصر آن‌ها در یک خوشه هستند، وزن فراوانی دارند و برعکس یال‌هایی که عناصر آن‌ها در یک خوشه نیستند، وزن کمتری دارند. سپس لاپلاسین[۱] گراف را ایجاد و بردارهای ویژه آن را انتخاب کرده‌ایم. در انتها با الگوریتمی مانند کا میانگین از میان بردارهای ویژه می‌توان به خوشه‌بندی‌های مورد نظر دست یافت. درنهایت این الگوریتم به دریافت تعداد مورد انتظار خوشه‌ها از کاربر نیاز دارد (Von Luxburg, 2007: 415).

نگاشت خودسازمان‌ده

این روش نوعی از شبکه‌های عصبی مصنوعی[۲] است که با یادگیری بدون نظارت[۳]، آموزش دیده و هدف آن تولید نمایشی گسسته و ابعادپایین (اغلب دوبعدی) از فضای ورودی نمونه‌های آموزشی است که به آن نگاشت[۴] می‌گویند. نگاشت‌های خودسازمان‌ده با دیگر شبکه‌های عصبی از این نظر متفاوت هستند که از تابع همسایگی برای حفظ ویژگی‌های توپولوژی فضای ورودی استفاده می‌کنند. این قضیه این روش را برای نمایش ابعاد پایین از داده‌های با ابعاد بالا مناسب می‌کند. این روش را پروفسور کوهونن در دههٔ ۱۹۸۰ ارائه کرد که گاهی نگاشت یا شبکهٔ کوهونن نیز خوانده می‌شود (Kohonen, 1990: 1455). مانند بیشتر شبکه‌های عصبی مصنوعی، نگاشت‌های خودسازمان‌ده در دو حالت آموزش[۵] و نگاشت کار می‌کنند. فرایند آموزش، نگاشت را با استفاده از نمونه‌های ورودی ایجاد می‌کند (فرایندی رقابتی که کوانتیزیشن برداری[۶] نیز نامیده می‌شود)؛ درحالی‌که در فرایند نگاشت، یک بردار ورودی به‌صورت خودکار دسته‌بندی می‌شود. یک شبکه نگاشت خودسازمان‌ده شامل اجزائی است که نود[۷] یا نورون[۸] نامیده می‌شوند. هر نود یک بردار وزنی با ابعادی مشابه با بردارهای ورودی داده و یک موقعیت در فضای نگاشت دارد. نگاشت خودسازمان‌ده، نگاشتی از یک فضای ورودی با ابعاد بالا را به فضایی از نگاشت‌ها با ابعاد پایین تبدیل می‌کند (Vesanto and Alhoniemi, 2000: 598). این روش با تعداد نودهای کم، رفتاری شبیه به خوشه‌بندی کا میانگین دارد، ولی با تعداد نودهای زیاد، داده را به شکل توپولوژیکی بازآرایی می‌کند (Mayaud, et al., 2019: 8).

روش‌های اعتبارسنجی خوشه‌ها[۹]

انتخاب بهینه‌ترین عدد برای تعداد خوشه‌ها در بیشتر موارد مبهم است و به تفاسیری از شکل و مقیاس توزیع نقاط در یک مجموعه داده یا هدف پژوهش بستگی دارد. به‌علاوه افزایش تعداد خوشه‌ها به کاهش میزان خطا و درنتیجه خوشه‌بندی منجر می‌شود و در شدیدترین حالت اگر هر نقطه داده، یک خوشه درنظر گرفته شود، میزان خطا به کمترین مقدار می‌رسد. برخلاف عملیات طبقه‌بندی[۱۰]، خوشه‌بندی[۱۱] فرایندی بدون نظارت[۱۲] است؛ بنابراین بررسی صحت نتیجهٔ

1. Laplacian
2. Artificial Neural Network (ANN)
3. Unsupervised Learning
4. Map
5. Train
6. Vector Quantization
7. Node
8. Neuron
9. Cluster Validation
10. Classification
11. Clustering
12. Unsupervised

آن به‌راحتی امکان‌پذیر نیست[۱]؛ از این‌رو نیاز به معیارهای مناسب، هم برای بررسی کارایی یک روش خوشه‌بندی در بازیابی خوشه‌ها و هم برای مقایسهٔ عملکرد روش‌های مختلف خوشه‌بندی، ضروری به‌نظر می‌رسد. در این میان، دو گونه معیار ارزیابی نتایج خوشه‌بندی وجود دارد؛ معیارهای درونی[۲] و معیارهای بیرونی[۳] (Pfitzner, et al., 2008: 348). به‌دلیل برخوردارنبودن داده‌های این پژوهش از برچسب[۴]، شاخص‌های معرفی‌شده در جدول ۳، از نوع شاخص‌های درونی ارزیابی خوشه‌بندی هستند.[۵] تعداد شاخص‌های ارزیابی خوشه‌ها بسیار متنوع و فراوان است و به شاخص‌های ذکرشده در این پژوهش محدود نیست. این شاخص‌ها با استفاده از پکیج‌های NbClust و ClValid در زبان برنامه‌نویسی آر محاسبه می‌شوند (Charrad, et al., 2012: 8; Brock, et al., 2011: 3).

جدول ۳. شاخص‌های ارزیابی خوشه‌بندی

نام شاخص	اختصار	معرفی
دیویس–بولدین	Davies-Bouldin	این شاخص را دیویس و بولدین، دو دانشمند رشتهٔ برق در سال ۱۹۷۹ معرفی کردند که به تعداد خوشه‌ها یا الگوریتم خوشه‌بندی وابسته نیست. این شاخص، میانگین حداکثر نسبت پراکندگی درون به پراکندگی بین خوشه‌ها را محاسبه می‌کند. هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد، عمل خوشه‌بندی بهتر صورت گرفته است (Davies and Bouldin,1979).
دان	Dunn	خانوادهٔ شاخص‌های دان در سال ۱۹۷۴ طی مقاله‌ای با توجه به مفهوم فشردگی[۶] و تفکیک‌پذیری[۷] از سوی دان معرفی شد. دان با دو معیار فاصله[۸] و قطر[۹]، میزان فشردگی و تفکیک‌پذیری را محاسبه کرد. هدف شاخص دان شناسایی خوشه‌های متراکم و جداسازی بود و نسبت میان کمترین فاصلهٔ بین‌خوشه‌ای تا حداکثر فاصلهٔ بین‌خوشه‌ای تعریف شده است. هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد، بیانگر تفکیک‌پذیری بهتر و د نتیجه خوشه‌بندی موثرتر است (Dunn,1974).
نیم‌رخ– سیلوئت	Silhouette	این معیار هم به پیوستگی[۱۰] درون خوشه‌ها و هم به میزان تفکیک‌پذیری آن‌ها بستگی دارد. مقدار نیم‌رخ برای هر نقطه، میزان تعلق آن را به خوشه‌اش در مقایسه با خوشه مجاور اندازه می‌گیرد. خروجی این شاخص بین ۱– تا ۱+ تغییر می‌کند. مقدار نزدیک به ۱ بیانگر انطباق خوب میان نقطه و خوشه‌اش به خوشهٔ مجاور است. اگر معیار نیم‌رخ برای همهٔ نقاط درون خوشه‌ها نزدیک به ۱ باشد، عمل خوشه‌بندی به‌درستی انجام شده است؛ درحالی‌که کوچک‌بودن مقدار نیم‌رخ برای خوشه‌ها، بیانگر ضعیف‌بودن نتایج خوشه‌بندی است (Rousseeuw,1987).
ریشهٔ میانگین مربعات انحراف معیار	RMSSTD[۱۱]	این شاخص یکی از ساده‌ترین و البته پرکاربردترین شاخص‌های ارزیابی درونی است که هدف آن تشخیص فشردگی یا پراکندگی خوشه‌های مختلف با محاسبهٔ میزان شباهت مقدارهای درون خوشه‌هاست. مقدار ریشه (توان ۱/۲) میانگین مربعات درون گروه‌ها را نشان می‌دهد؛ بنابراین هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد، عملیات خوشه‌بندی بهتر صورت گرفته است (Hassani and Seidl, 2017).

۱. طبقه‌بندی گونه‌ای از الگوریتم‌های تحت نظارت است که در آن داده‌ها از قبل برچسب‌گذاری (لیبل‌گذاری) یا تگ‌گذاری می‌شوند. در این روش‌ها، هدف اصلی پیش‌بینی ویژگی جدید یا داده‌های جدید است، اما برخلاف الگوریتم‌های بانظارت، در الگوریتم‌های بدون نظارت، داده‌ها بدون برچسب هستند و هدف اصلی یافتن الگوهای پنهان در میان این داده‌هاست.

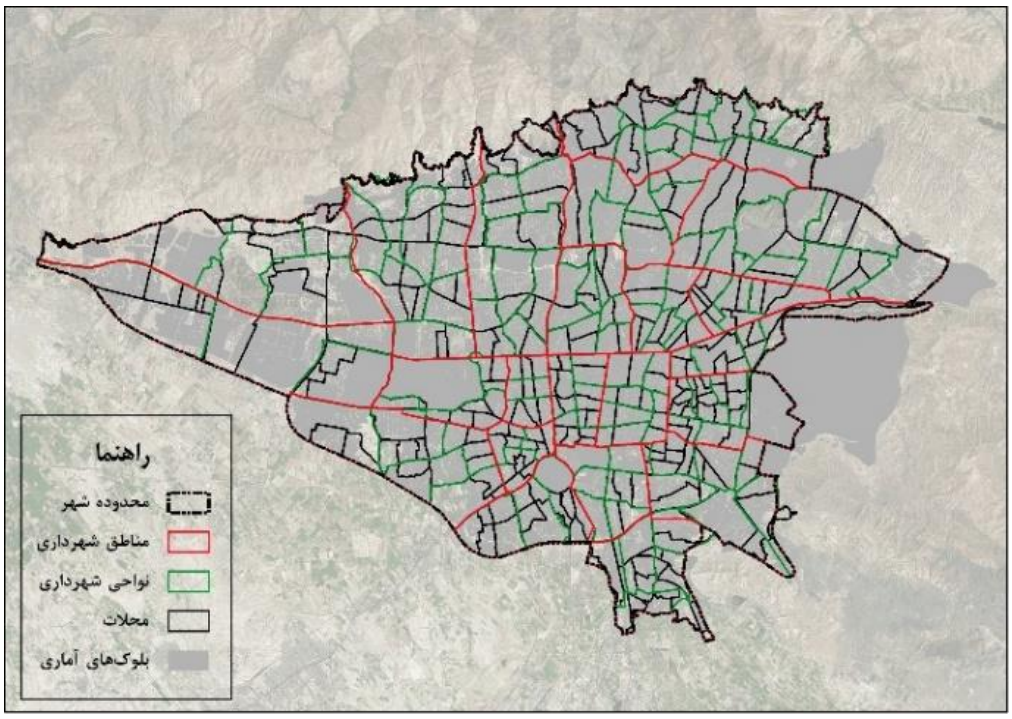
2. Internal Criteria Index
3. External Criteria Index
4. Label

۵. در ارزیابی خارجی، نتایج خوشه‌بندی براساس داده‌هایی که برای خوشه‌بندی استفاده نشدند، مانند برچسب‌های کلاس شناخته‌شده و معیارهای خارجی ارزیابی می‌شود. چنین معیارهایی قبل از طبقه‌بندی اغلب از سوی متخصص تعیین می‌شود.

6. Compactness
7. Separation
8. Cluster Distance
9. Diameter
10. Cohesion
11. Root Mean Square Standard Deviation

معرفی محدودهٔ مطالعاتی

شهر تهران با مساحت ۶۳,۲۵۲ هکتار و جمعیت ۸,۶۹۳,۷۰۶ در سال ۱۳۹۵، بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر کشور و مرکز استان و شهرستان تهران است. براساس آخرین سرشماری رسمی کشور، حدود نیمی از ساکنان شهر تهران را زنان، ۴ درصد را کودکان، ۲ درصد را سالمندان و حدود ۱ درصد از کل جمعیت این شهر را گروه‌های بی‌سوادان، بیکاران و مهاجران تشکیل می‌دهند. تهران از شمال به رشته‌کوه‌های البرز، از غرب به استان البرز، از شرق به شهرستان جاجرود و از جنوب به شهرستان شهر ری محدود شده است. مناطق مرکزی تهران اغلب شامل هستهٔ اولیه و بافت تاریخی و قدیمی هستند. در دهه‌های اخیر، به‌دلیل افزایش جمعیت و جذب مهاجران، رشد و توسعهٔ این شهر به‌سمت مناطق غربی و همچنین شمالی صورت گرفته که رشد جمعیت در این نواحی را تشدید کرده است. از سوی دیگر، افزایش شدید قیمت املاک و مستغلات، افراد کم‌توان و محروم را به سکونت در مناطق ارزان‌قیمت و دور از دسترسی مناسب به خدمات و زیرساخت‌ها مجبور کرده که این امر درنهایت موجب انتقال این افراد به مناطق نزدیک به مرز یا حاشیهٔ شهر تهران شده است. این شهر ۲۲ منطقه، ۱۱۶ ناحیه و ۳۵۲ محله دارد که در شکل ۳ نمایش داده شده است. محدودهٔ مطالعاتی این پژوهش دقیقاً منطبق بر محدودهٔ قانونی شهر تهران است.



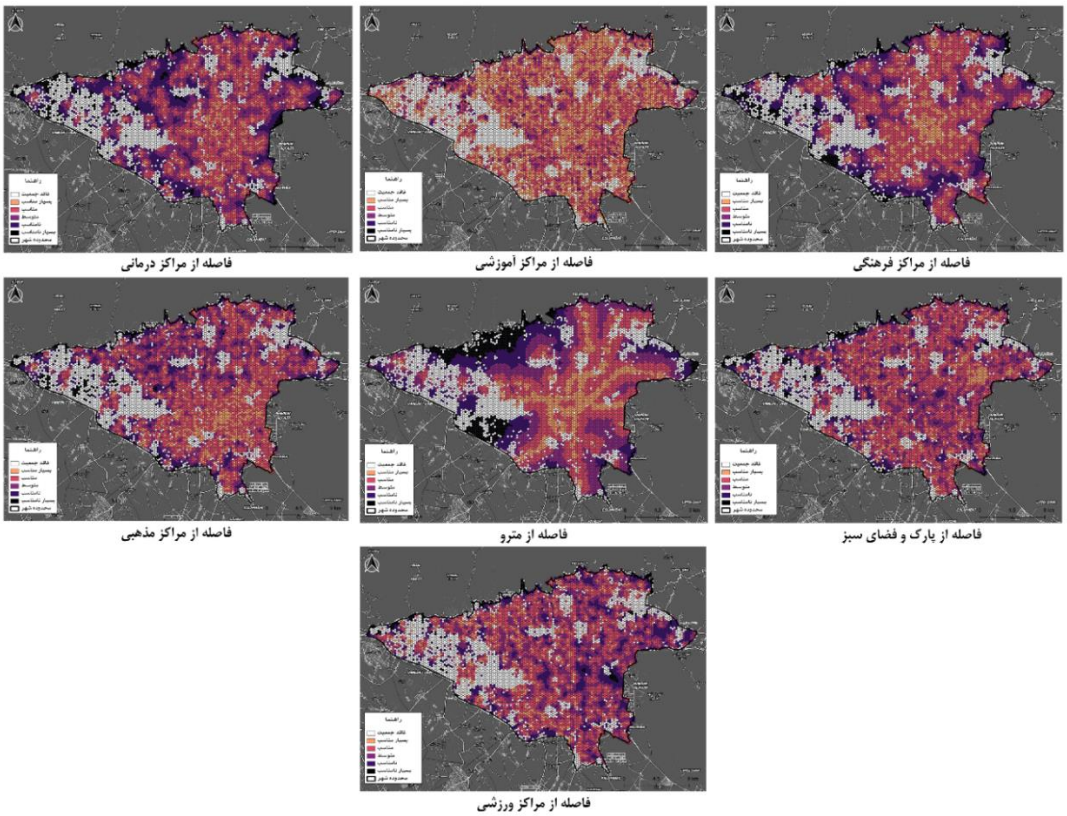
شکل ۳. محدوده و تقسیمات اداری- سیاسی شهر تهران

یافته‌های پژوهش

تحلیل فضایی دسترسی‌پذیری به خدمات

در این بخش، هفت نوع از کاربری‌های خدماتی شهر تهران با استفاده از روش تحلیل شبکه، مبتنی بر کوتاه‌ترین مسیر به خدمات بررسی و تحلیل شده‌اند که خروجی‌های هرکدام از آن‌ها به‌صورت جداگانه در شکل ۴ نشان داده شده است.

نکتهٔ مهم در این پژوهش، مقدار فاصلهٔ هرکدام از سلول‌ها به خدمات شهری است و نقشه‌های تولیدشده در این بخش تنها به‌منظور تصویرسازی و ارائهٔ دورنمای کلی از وضعیت کلی مناطق مختلف شهری بوده است و ارزش‌گذاری‌های صورت‌گرفته بیشتر به‌منظور ساده‌سازی و درک راحت‌تر خروجی نهایی در مرحلهٔ آخر این بخش است. براساس نقشه‌های زیر، قسمت عمده‌ای از نواحی مرکزی و همچنین برخی از مناطق شمالی شهر تهران مهم‌ترین مراکز تجاری –اداری شهر به‌شمار می‌روند، به‌دلیل تجمیع کاربری‌های جاذب جمعیت از جذابیت فراوانی برخوردار هستند و بخش بسیاری از نقاط کاربری‌های خدماتی در این نواحی تجمیع شده که سبب ارائهٔ دسترسی‌پذیری نسبتاً مناسبی در این نواحی شده است. تمرکز بر مناطق نزدیک به مرز شهر تهران و همچنین نواحی غربی و جنوبی شهر نشان می‌دهد که بیشتر این مناطق جزء نقاط پررنگ نقشه‌های موجود در شکل ۴ هستند؛ بنابراین در دستیابی به بیشتر خدمات سطوح نامناسبی از دسترسی‌پذیری دارند.



شکل ۴. دسترسی‌پذیری مناطق شهر تهران به خدمات شهری

پس از تحلیل جداگانهٔ سطح پوشش و توزیع خدمات شهری مختلف در شهر تهران، در این بخش لایه‌های تهیه‌شده در مرحلهٔ قبل با استفاده از روش اتصال فضایی[1] با یکدیگر تجمیع شده و ماتریس اولیه را شکل داده‌اند. هدف از انجام این مرحله، آماده‌سازی ورودی‌های لازم برای انجام روش‌های خوشه‌بندی است. بیشتر روش‌های خوشه‌بندی[2] یا کاهش

1. Spatial Join
2. Clustering

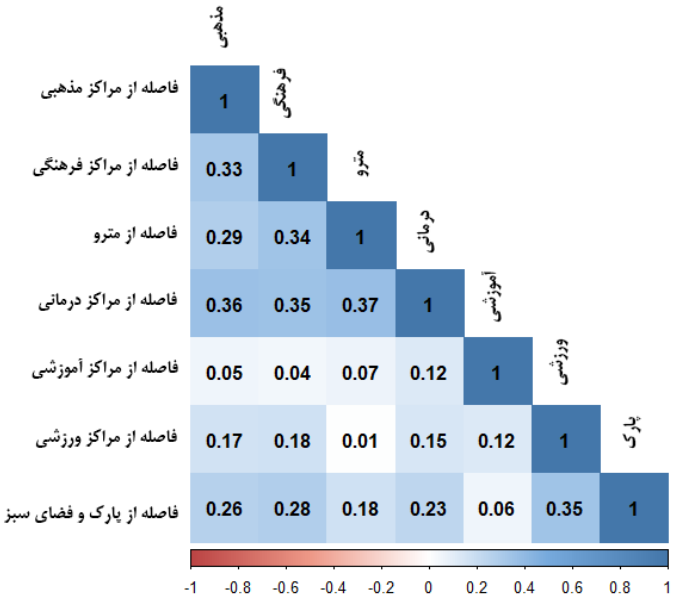
ابعاد[1] با استفاده از جدولی که شامل چندین ویژگی از تعداد زیادی از نمونه‌هاست، آغاز می‌شود. ماتریس اولیه در این پژوهش از ۶۲۹۱ سطر به‌عنوان سلول[2] که معرف فضاهای دارای جمعیت شهر تهران و ۷ ستون که ویژگی یا خصوصیات هر سطر را بیان می‌کند، تشکیل شده است. شماره‌ای منحصربه‌فرد نیز برای هر سلول شش‌ضلعی درنظر گرفته شده است تا پس از اتمام پردازش داده‌ها، به‌منظور اتصال دوباره به نقشهٔ پایه و تحلیل توزیع و پراکنش فضایی خروجی‌ها استفاده شود. جدول ۴، خلاصه‌ای از ماتریس اولیه است که همهٔ فواصل آن به متر است.

جدول ۴. نمونه ماتریس دسترسی‌پذیری شهر تهران به خدمات شهری (فاصله‌ها به متر است)

فاصله تا مراکز درمانی	فاصله تا مراکز فرهنگی	فاصله تا مراکز مذهبی	فاصله تا مترو	فاصله تا پارک و فضای سبز	فاصله تا مراکز ورزشی	فاصله تا مراکز آموزشی	شمارهٔ سلول
۴۰۰۶/۴۹	۴۳۸۶/۱۵	۱۸۷۰/۲۹	۹۷۴۶/۹۳	۳۰۶۰/۶۸	۲۵/۲۳	۷۱۴۱/۳۲	۷۸۱۰
۳۹۰۳/۳۶	۵۲۶۰/۱۷	۳۶۰۹/۸۶	۴۶۹۳/۲۹	۶۸۲/۳۷	۱/۵۷	۳۹۰۹/۶۱	۴۲۷۵
۳۳۲۵/۸۲	۳۲۳۴/۱۹	۲۳۰۸/۲۱	۸۷۹۱/۴۷	۱۹۳۳/۴۸	۷۴/۸۶	۷۲۲۲/۸۰	۷۲۷۳
۳۵۴۳/۴۴	۳۹۵۸/۳۱	۲۵۵۹/۱۹	۷۲۲۵/۹۷	۲۴۴۱/۷۴	۱۵۱/۷۹	۲۴۷۴/۸۲	۱۹۲۴
۳۵۸۴/۷۵	۴۳۹۳/۰۷	۱۹۸۲/۸۸	۹۴۰۲/۷۴	۲۷۴۱/۰۸	۱۸۱۶/۶۶	۵۹۸۰/۱۲	۷۳۷۲
۳۴۸۲/۰۰	۳۶۸۷/۹۰	۱۸۷۵/۰۶	۹۲۴۵/۱۸	۲۳۸۷/۱۹	۸۱۴/۵۲	۹۸۷۲/۲۳	۷۴۷۰
۳۴۲۹/۶۵	۳۶۱۶/۰۲	۱۸۲۲/۷۰	۹۱۷۳/۳۰	۲۳۱۵/۳۱	۷۴۲/۶۴	۵۶۷۷/۲۷	۷۴۷۱
۳۵۸۴/۹۴	۳۴۹۳/۳۱	۲۲۲۸/۳۹	۹۰۵۰/۵۹	۲۱۹۲/۶۰	۸۸۶/۷۴	۸۹۷۱/۰۳	۷۳۷۶
۳۴۸۲/۵۱	۳۳۹۰/۸۹	۲۲۰۳/۸۴	۸۹۴۸/۱۷	۲۰۹۰/۱۷	۶۴۵/۰۵	۶۵۶۹/۶۲	۷۳۷۵
۳۴۰۹/۶۰	۴۲۰۳/۲۹	۱۸۰۲/۶۵	۹۲۱۴/۳۹	۲۶۱۲/۳۹	۱۴۲۹/۶۴	۱۹۰۲/۰۴	۷۴۶۹
۳۴۹۸/۷۸	۴۳۰۷/۰۹	۱۸۹۶/۹۰	۹۳۱۶/۷۶	۲۶۵۵/۱۰	۱۹۵۴/۹۴	۳۸۱۴/۸۰	۷۳۷۱
۴۱۴۲/۲۲	۴۵۳۳/۱۲	۳۲۳۰/۱۴	۴۶۲۳/۹۷	۴۹۳/۲۱	۳۳۹/۴۸	۶۷۵۹/۳۹	۳۸۶۴
۳۲۶۵/۱۷	۳۵۴۰/۸۲	۱۶۵۸/۲۳	۸۹۷۰/۰۲	۲۲۳۷/۳۸	۶۶۷/۴۴	۵۲۷۲/۸۶	۷۳۷۴
۴۲۶۱/۸۵	۴۷۴۷/۴۷	۳۱۸۹/۹۳	۴۹۶۱/۶۹	۶۷۸/۰۳	۶۷۷/۲۰	۳۵۹۴/۰۴	۳۷۳۰
۳۸۳۹/۳۷	۴۳۰۵/۶۴	۳۰۶۳/۹۱	۴۳۱۲/۹۵	۵۸۶/۰۷	۱۹۳/۹۲	۶۳۰۴/۴۴	۴۰۰۰
۴۰۸۸/۳۷	۴۸۶۶/۳۶	۳۳۱۱/۹۶	۵۲۰۴/۶۹	۷۹۶/۹۲	۹۹۷/۸۲	۳۶۱۸/۴۸	۳۵۹۸
۳۳۱۲/۸۹	۴۱۱۴/۹۴	۱۷۰۸/۸۴	۹۱۲۵/۲۲	۲۴۸۹/۱۳	۱۶۷۲/۳۵	۱۲۳۰۲/۰۶	۷۲۷۰

پس از آماده‌سازی این ماتریس و پیش از اجرای روش‌های نام‌برده باید چند نوع از پیش‌فرض‌های این روش‌ها را کنترل و سپس ماتریس دسترسی‌پذیری را وارد روش‌های خوشه‌بندی کرد. اولین پیش‌فرض، نرمال‌بودن متغیرهای پژوهش است. با ترسیم نمودارهای چارک–چارک هر متغیر متوجه می‌شویم که آن‌ها نرمال نیستند و به نرمال‌سازی یا استانداردسازی نیاز دارند که با استفاده از روش دومرحله‌ای که تمپلتون[3] در سال ۲۰۱۱ پیشنهاد داده است، صورت گرفته‌اند (Templeton, 2011: 3). دومین پیش‌فرض کافی‌بودن تعداد نمونه‌های پژوهش است که با توجه به نتیجهٔ آزمون KMO که عدد ۰/۷۴ را نشان می‌دهد، این پیش‌فرض نیز پذیرفته شده است. آخرین پیش‌فرض نیز، داشتن متغیرهای پژوهش از هم‌بستگی معنادار است که مطابق شکل ۵، این فرضیه هم به اثبات رسیده است. سطح معناداری همهٔ هم‌بستگی‌ها کمتر از ۰/۰۱ است؛ بنابراین تمامی نتایج به‌شدت معنادار هستند. درنهایت خروجی این بخش، که شامل ماتریس نرمال‌شده دسترسی‌پذیری است، به‌عنوان ماتریس نهایی وارد روش‌های خوشه‌بندی شده است.

1. Dimension Reduction
2. Bin
3. Templeton



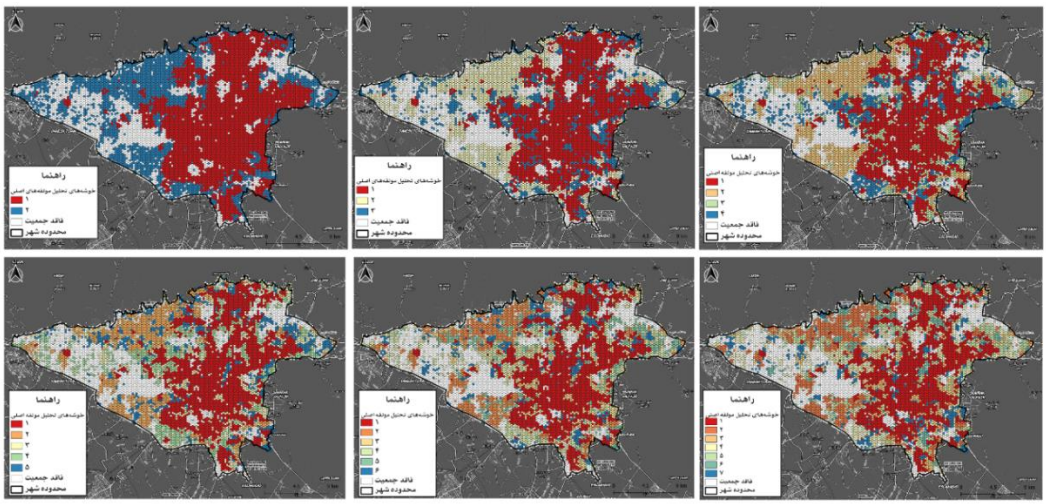
شکل ۵. ماتریس هم‌بستگی متغیرهای پژوهش

سنجش و تحلیل روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

در این بخش، پس از اطمینان از تناسب تعداد و ساختار داده‌های ماتریس دسترسی‌پذیری در بخش گذشته، ماتریس نرمال‌شده به‌عنوان ورودی این بخش درنظر گرفته شد و بهینه‌سازی تعداد عامل‌های منتخب و کاهش ابعاد ماتریس اولیه صورت گرفت. تحلیل عاملی سعی در شناسایی متغیرهای اساسی یا عامل‌ها[1] به‌منظور تبیین الگوی هم‌بستگی میان متغیرهای مشاهده‌شده را دارد. مهم‌ترین خروجی‌های روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مقدار ویژه[2] ماتریس کواریانس و درصد توضیح واریانس متناسب با هر عامل است؛ زیرا بر مبنای این دو شاخص، تعداد عامل‌های منتخب مشخص می‌شوند. به‌طورکلی فرایند انتخاب بهینه‌ترین تعداد عامل‌ها به‌منظور دستیابی به کمترین میزان خطا در کاهش ابعاد داده‌ها، بسیار متنوع و متغیر است؛ زیرا این فرایند روش مشخصی ندارد و برحسب نوع داده و هدف پژوهشگران از به‌کارگیری از این روش تعیین می‌شود. برخی پژوهشگران ملاک انتخاب بهترین تعداد را محاسبهٔ مقدار ویژه قرار داده و بهترین تعداد را متناظر با هر تعداد عاملی که مقدار این شاخص بزرگ‌تر از عدد ۱ باشد، انتخاب می‌کنند (Ben Hur and Guyon, 2003: 3). براساس خروجی‌های این روش، مقدار بردار ویژهٔ تنها دو عامل از ۱ بیشتر شده است و براساس این تحلیل، ۲ عامل بهینه شده‌اند، اما بسیاری دیگر از پژوهشگران، در شرایطی این تعداد عامل را بهینه می‌دانند که حداقل ۷۰–۸۰ درصد از واریانس به‌وسیلهٔ آن عوامل تحت پوشش گرفته شوند. در این پژوهش کمتر از ۵۰ درصد واریانس به‌کمک این دو عامل توضیح داده شده‌اند که این مقدار بسیار کمتر از استانداردهای علمی است. در ادامه به‌منظور بررسی و مقایسهٔ این روش با روش‌های خوشه‌بندی دیگر، فرایند این روش به تعداد همهٔ عامل‌های ممکن انجام شد. سپس خوشه‌های متناظر با هر عامل استخراج و بار دیگر به نقشهٔ پایه متصل شدند تا ضمن تصویرسازی از توزیع فضایی

1. Factors
2. Eigenvalue

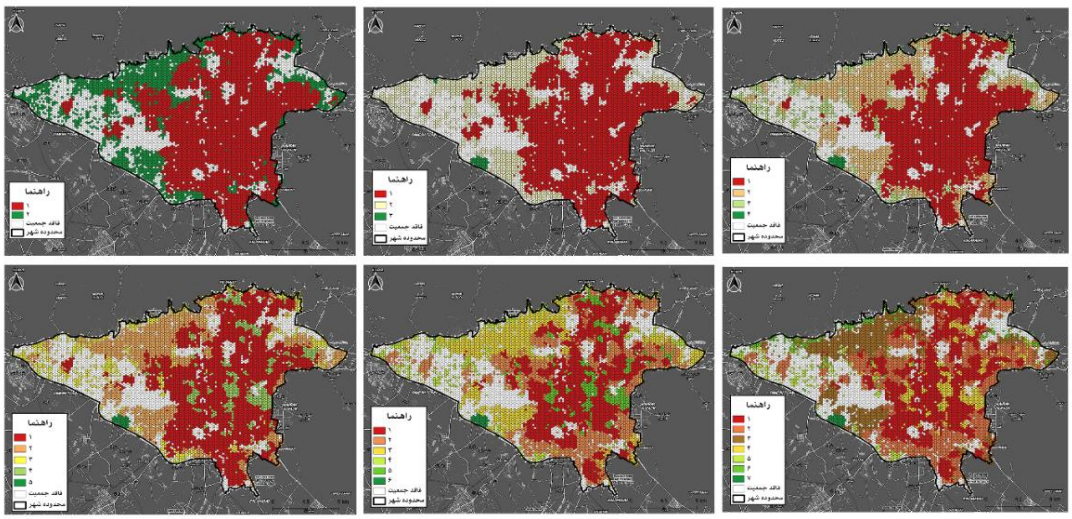
برحسب عامل‌های مختلف، در مرحلهٔ انتهایی، بهترین تعداد و روش خوشه‌بندی در مقایسه با روش‌های دیگر انتخاب شود. شکل ۶، توزیع فضایی خوشه‌های مختلف برحسب تعداد عامل‌های دو تا هفت‌گانه را نشان می‌دهد.



شکل ۶. توزیع فضایی خوشه‌های استخراج‌شده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

سنجش و تحلیل خوشه‌بندی طیفی

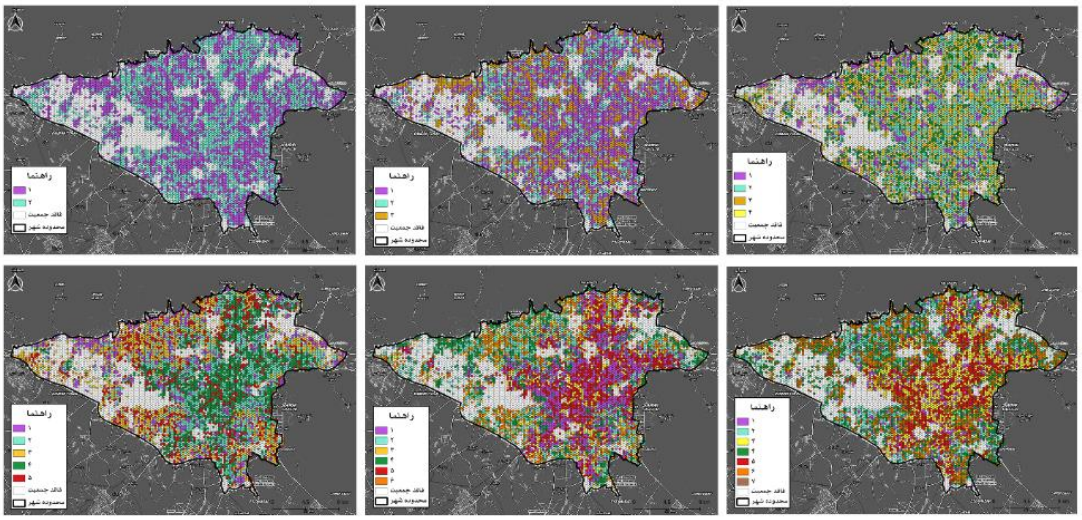
در این بخش مانند روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ابتدا ماتریس ورودی برحسب تعداد مختلف خوشه، خوشه‌بندی و عضویت هر داده در هر خوشه مشخص شد. سپس به هرکدام از مقادیر ورودی، شماره‌ای به‌عنوان کلاستر برحسب الگوریتم طیفی، تخصیص داده د. سپس خوشه‌های استخراج‌شده برحسب شمارهٔ متناظر با دادهٔ ورودی به نقشه متصل و خروجی آن ترسیم شد. شکل ۷ نشان‌دهندهٔ توزیع فضایی خوشه‌های استخراج‌شده با استفاده از روش خوشه‌بندی طیفی است. انتخاب بهینه‌ترین تعداد خوشه در این روش، با استفاده از شاخص‌های موجود در ارزیابی خوشه‌بندی‌ها انجام شده و روش منحصربه‌فردی برای یافتن بهترین تعداد خوشه‌ها این روش وجود ندارد.



شکل ۷. توزیع فضایی خوشه‌های استخراج‌شده از روش خوشه‌بندی طیفی

سنجش و تحلیل روش نگاشت خودسازمان‌ده

ورودی‌های مورد نیاز در این روش، شامل ماتریس نرمال‌شده دسترسی‌پذیری و همچنین تعیین ابعاد شبکهٔ تحت تعلیم است که ابعاد این شبکه متناظر با تعداد خوشه‌های تعیین‌شده در روش‌های قبلی است. به بیان دیگر مرکز هرکدام از سلول‌های شبکه، همان مراکز خوشه‌های ما هستند. براساس فرایند طی‌شده در اجرای روش‌های پیشین، از پرداختن به جزئیات بیشتر دربارهٔ همهٔ خروجی‌ها و نکات هر روش به‌دلیل دورشدن از اهداف پژوهش پرهیز و در ادامه براساس شناختی که از ساختار داده‌ها و متغیرها یافت شد، ابعاد مختلف شبکهٔ تحت آموزش (لایهٔ رقابتی)[1] پیشنهاد و خروجی‌های نهایی به نقشهٔ پایه متصل شد. توزیع فضایی آن‌ها نیز نشان داده شد. شکل ۸، بیان‌کنندهٔ توزیع فضایی ۲ تا ۷ خوشهٔ استخراج‌شده از روش نگاشت خودسازمان‌ده است.



شکل ۸. توزیع فضایی خوشه‌های استخراج‌شده از روش نگاشت خودسازمان‌ده

اعتبارسنجی روش‌های خوشه‌بندی و انتخاب بهترین تعداد خوشه‌ها

هدف از اعتبارسنجی خوشه‌ها یافتن خوشه‌هایی است که بهترین تناسب را با داده‌های مدنظر داشته باشند. پس از استخراج گزینه‌های مختلف خوشه‌بندی در مراحل گذشته، باید ارزیابی تعداد و روش‌های گوناگون استفاده‌شده صورت بگیرد. در این بخش، خروجی شاخص‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شدند و درنهایت بهینه‌ترین روش و تعداد خوشه‌ها براساس بیشترین میزان دقت و قدرت تفکیک و همچنین کمترین خطاها صورت گرفت. جدول ۵، نشان‌دهنده شاخص‌های اعتبارسنجی خوشه‌ها براساس روش‌ها و تعداد خوشه‌های مختلف است که با بررسی و تحلیل آن، بهترین روش و عدد خوشه‌بندی انتخاب شد. سپس در بخش بعد، سهم گروه‌های آسیب‌پذیر در هریک از خوشه‌های منتخب مشخص شد.

براساس جدول ۵، روش نگاشت خودسازمان‌ده در هر چهار شاخص، مناسب‌ترین امتیاز را کسب کرد و از این‌رو از دو روش دیگر عملکرد بهتری را از خود نشان داده است که می‌توان آن را به‌دلیل هم‌بستگی ضعیف متغیرها و ماهیت

1. Competitive Layer

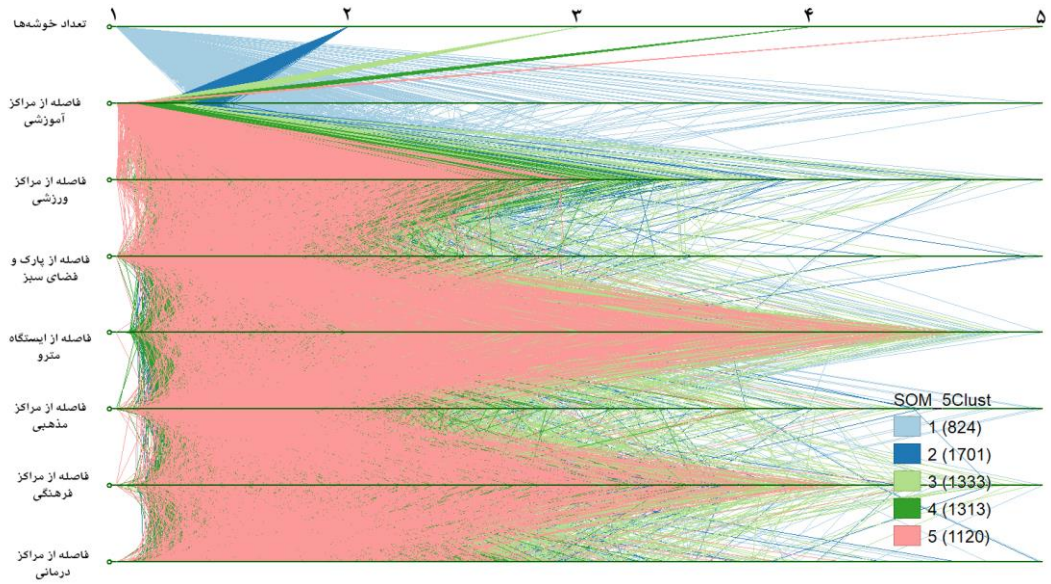
غیرخطی و پیچیدهٔ ماتریس دسترسی‌پذیری دانست، اما موضوعی که بیشترین اهمیت را برای پژوهش حاضر دارد، تعیین بهینه‌ترین تعداد خوشه‌هاست. براساس جدول ۵، غیر از شاخص سیلوئت، در سه شاخص دیگر پنج خوشه، مناسب‌ترین عملکرد را داشتند و می‌توان با اطمینان بالایی، این تعداد را بهینه‌ترین تعداد خوشه دانست.

جدول ۵. ارزیابی و اعتبارسنجی روش‌های خوشه‌بندی و تعداد خوشه‌ها

شاخص‌های ارزیابی	روش خوشه‌بندی	تعداد خوشه‌ها								
		۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
دیویس-بولدین	تحلیل مؤلفه‌های اصلی	۲/۸۷۰۱	۳/۳۰۰۸	۳/۲۱۰۵	۲/۹۳۲۵	۲/۶۸۴۵	۲/۶۶۰۵	-	-	-
	خوشه‌بندی طیفی	۲/۸۷۰۱	۲/۳۰۰۸	۳/۲۱۰۵	۲/۹۳۲۵	۲/۶۸۴۵	۶۶۰۵۲	۲/۴۹۰۳	۲/۷۷۲۸	۲/۷۶۰۲
	نگاشت خودسازمان‌ده	۳/۰۵۸۸	۲/۹۸۲۴	۲/۴۳۵۶	۱/۹۹۱۹	۲/۰۵۴۶	۲/۱۳۱۲	۲/۳۷۸۳	۲/۷۲۵۱	۲/۸۰۳۴
دان	تحلیل مؤلفه‌های اصلی	۰/۰۳۲۲	۰/۰۳۸۸	۰/۰۲۲۲	۰/۰۳۴۷	۰/۰۱۲۳	۰/۰۲۲۸	-	-	-
	خوشه‌بندی طیفی	۰/۰۴۲۰	۰/۰۲۱۸	۰/۰۲۹۸	۰/۰۱۷۳	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۷۳	۰/۰۳۱۰	۰/۰۳۹۶	۰/۰۳۲۷
	نگاشت خودسازمان‌ده	۰/۰۵۶۰	۰/۱۴۹۸	۰/۱۴۹۸	۰/۰۲۰۶۰	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۲۵
سیلوئت	تحلیل مؤلفه‌های اصلی	۰/۲۰۶۰	۰/۱۴۵۱	۰/۱۲۸۸	۰/۱۲۵۵	۰/۱۱۶۷	۰/۱۰۸۲	-	-	-
	خوشه‌بندی طیفی	۰/۲۰۷۵	۰/۱۴۴۰	۰/۱۲۹۲	۰/۱۲۴۴	۰/۱۱۲۱	۰/۱۱۰۸	۰/۱۱۴۵	۰/۱۱۲۳	۰/۱۰۸۳
	نگاشت خودسازمان‌ده	۰/۳۹۳۱	۰/۳۲۴۶	۰/۲۵۳۶	۰/۲۱۹۸	۰/۱۹۷۱	۰/۱۹۲۶	۰/۱۴۳۵	۰/۱۱۵۷	۰/۰۹۴۸
ریشهٔ میانگین مربعات انحراف معیار	تحلیل مؤلفه‌های اصلی	۰/۲۲۳۹	۰/۲۳۶۹	۰/۲۲۸۵	۰/۲۲۴۰	۰/۲۲۱۰	۰/۲۰۸۹	-	-	-
	خوشه‌بندی طیفی	۰/۳۴۸۰	۰/۳۶۰۲	۰/۳۴۳۲	۰/۳۲۷۵	۰/۳۲۳۶	۰/۳۱۰۱	۰/۳۰۴۶	۰/۳۰۰۰	۰/۲۹۶۰
	نگاشت خودسازمان‌ده	۰/۲۱۱۴	۰/۲۰۹۳	۰/۱۹۹۲	۰/۱۴۷۵	۰/۲۲۵۳	۰/۲۲۳۸	۰/۲۳۵۳	۰/۲۳۴۴	۰/۲۴۲۰

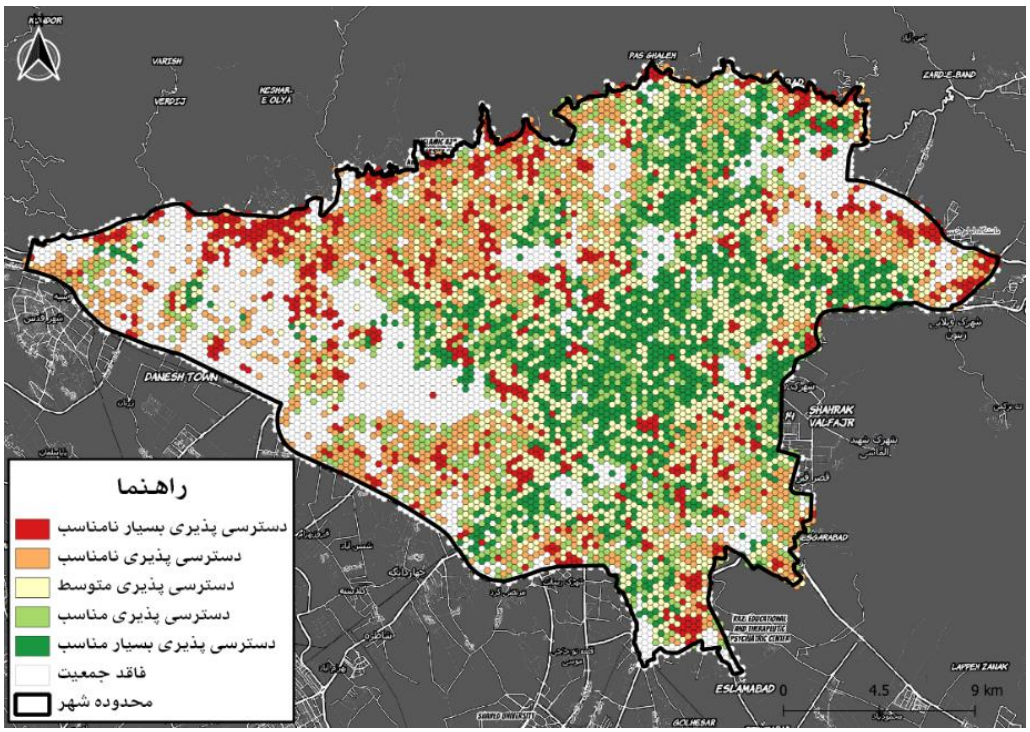
مهم‌ترین موضوع در ارزیابی گزینه منتخب، بررسی وضعیت متغیرهای پژوهش در هر خوشه است. این تحلیل سبب شناخت ویژگی‌های مشترک هر خوشه می‌شود و دلایل تقسیم‌بندی هرکدام از داده‌ها را در خوشه‌ای مشخص آشکار می‌کند. از سوی دیگر شناخت ماهیت هر خوشه در بررسی و تحلیل سهم هرکدام از گروه‌های آسیب‌پذیر نقشی حیاتی دارد؛ به‌طوری‌که بدون تحلیل و تشریح ساختار هر خوشه، بیان وضعیت هر گروه در هر خوشه کاملاً بی‌معناست. پرکاربردترین روش برای نشان‌دادن ویژگی‌های هر خوشه، ترسیم نمودارهای موازی[1] است. در شکل ۹، وضعیت متغیرهای پژوهش برحسب خوشه‌ای که در آن قرار دارند، نمایش داده شده است. مهم‌ترین نکته در این شکل، تشخیص برتری و تمایز هر خوشه از خوشه‌های دیگر است که این کار درنهایت به ارزش‌گذاری و نام‌گذاری خوشه‌ها منجر می‌شود. خوشه‌ای که کمترین فواصل را از متغیرهای پژوهش دارد، خوشهٔ ۴ است که با توجه به رابطهٔ معکوس دسترسی‌پذیری و فاصله از خدمات، این خوشه به‌عنوان مناطق دارای بهترین دسترسی‌پذیری برگزیده شده است. بعد از این خوشه، کمترین فواصل به خدمات در خوشهٔ ۵ قرار دارد که پس از خوشهٔ ۴، از دسترسی‌پذیری خوبی برخوردار است. رتبه‌های بعدی در دستیابی به خدمات به‌ترتیب متعلق به خوشهٔ ۲، خوشهٔ ۳ و خوشهٔ ۱ است که بیشترین فاصله و درنهایت نامناسب‌ترین دسترسی‌پذیری را دارد. در ادامه، پس از مشخص‌شدن سطوح دسترسی‌پذیری‌ها براساس ویژگی‌های هر خوشه، تحلیل توزیع فضایی نواحی شهر تهران براساس سطوح تعیین‌شده صورت گرفت که در شکل ۱۰ برحسب طیف رنگی نشان داده شده است.

1. Parallel Plot



شکل ۹. نمودار موازی تعداد خوشه‌ها و متغیرهای پژوهش

براساس شکل ۱۰، نواحی دارای دسترسی‌پذیری بسیار مناسب و مناسب در مناطق مرکزی و شمالی شهر تهران استقرار یافته‌اند. همچنین با فاصله از مناطق مرکزی و حرکت به‌سوی مناطق مرزی و حاشیهٔ شهر تهران، فاصله از خدمات بیشتر شده است و دسترسی‌پذیری نامناسب و بسیار نامناسبی در این مناطق مشاهده می‌شود که این نکته نشان‌دهندهٔ نابرابری و بی‌عدالتی در توزیع خدمات شهری در تهران است.



شکل ۱۰. توزیع فضایی سطوح دسترسی‌پذیری شهر تهران برحسب روش خوشه‌بندی نگاشت خودسازمان‌ده

سهم هرکدام از سطوح دسترسی‌پذیری را می‌توان برحسب درصد از نواحی دارای جمعیت نیز اعلام کرد که براساس جدول ۵، نواحی دارای دسترسی‌پذیری بسیار مناسب، ۲۲ درصد و نواحی‌ای که دسترسی‌پذیری مناسبی دارند، ۱۷ درصد از مساحت مناطق دارای سکونت تهران را تشکیل می‌دهند. درمجموع ۳۹ درصد از مناطق دارای سکونت شهر تهران از دسترسی‌پذیری بیشتر از متوسط برخوردارند که توزیع فضایی آن‌ها، نشان‌دهندهٔ از تمرکز این نواحی در مناطق مرکزی و شمالی شهر است. از سوی دیگر، به‌طورکلی ۳۲ درصد از مساحت نواحی دارای جمعیت تهران، از دسترسی‌پذیری پایین‌تر از متوسط برخوردار بوده‌اند که بخش عمده‌ای از این نواحی، در مناطق غربی و جنوبی شهر تهران قرار دارند. همچنین حدود ۳۱ درصد از کل جمعیت شهر تهران، از دسترسی‌پذیری پایین‌تر از حد متوسط به خدمات شهری برخوردارند که نشان‌دهندهٔ الگوی نامناسب توزیع خدمات شهری در مقایسه با تراکم جمعیتی شهر تهران است.

جدول ۶. سهم هر خوشه از جمعیت و مساحت شهر تهران

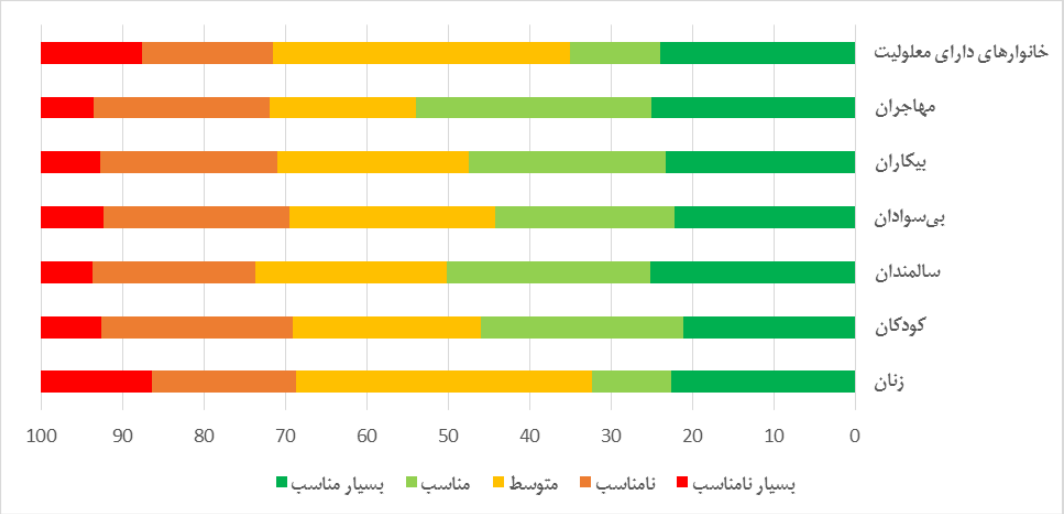
سطح دسترسی‌پذیری	شماره خوشه	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	تعداد جمعیت کل	درصد جمعیت کل
بسیار مناسب	۴	۴۹/۹۳۰۷	۴۴/۲۲	۱۹۳۴۸۴۶	۴۴/۲۲
مناسب	۵	۵۰/۶۹۰۷	۶۵/۱۶	۸۳۹۲۲۲	۹/۷۳
متوسط	۲	۵۰/۱۲۰۹۷	۱۶/۲۹	۳۱۳۷۹۴۰	۴۰/۳۶
نامناسب	۳	۹۹/۷۷۳۹	۶۶/۱۸	۱۵۲۹۵۲۶	۷۴/۱۷
بسیار نامناسب	۱	۴۹/۵۴۲۲	۰۷/۱۳	۱۱۷۸۲۴۸	۶۶/۱۳/
مجموع		۹۹/۴۱۴۷۴	۱۰۰	۸۶۱۹۷۸۲	۱۰۰

سنجش و ارزیابی توزیع گروه‌های آسیب‌پذیر در خوشه‌های منتخب

براساس شکل ۱۱ که خلاصه‌ای از وضعیت هرکدام از گروه‌های آسیب‌پذیر در مقایسه یا یکدیگر است، خانوارهای دارای معلولیت و زنان بیشترین سهم را در پهنه‌های دارای دسترسی‌پذیری بسیار نامناسب دارند. سالمندان و مهاجران نیز کمترین درصد از این پهنه را در اختیار دارند. در خوشهٔ ۳ که مربوط به پهنهٔ دارای دسترسی‌پذیری نامناسب است، کودکان و بی‌سوادان بیشترین سهم را دارند. از سوی دیگر خانوارهای دارای معلولیت و زنان در قیاس با سایر گروه‌های در معرض آسیب، سهم کمتری دارند. سومین سطح از سطوح دسترسی‌پذیری که به پهنهٔ دارای دسترسی‌پذیری متوسط مربوط است، بیشترین سهم از خانوارهای دارای معلولیت و کمترین سهم از افراد مهاجر از جمله ساکنان این پهنه هستند. در خوشهٔ پنجم نیز که سطح مناسبی از دسترسی‌پذیری است، مهاجران، بیکاران و کودکان بیشترین سهم از جمعیت خود را ساکن در این مناطق می‌بینند. آخرین سطح از سطوح دسترسی‌پذیری به خوشهٔ چهارم و مناطق دارای مطلوب‌ترین شرایط توزیع خدمات اختصاص دارد که بیشترین سهم از گروه‌های مهاجران و سالمندان در آن‌ها ساکن هستند و کمترین سهم نیز آز آن کودکان، بی‌سوادان و خانوارهای دارای معلول است.

به‌طورکلی با مرور آمار و اطلاعات بیان‌شده و مقایسهٔ آن‌ها با وضعیت کل شهروندان تهرانی، از میان گروه‌های در معرض آسیب به‌ترتیب مهاجران، سالمندان و بیکاران بهترین شرایط را از دیدگاه رویکرد شهر فراگیر دارند. همچنین گروه‌هایی مانند خانوارهای دارای معلولیت، زنان و بی‌سوادان در وضعیت نامناسبی قرار دارند و نیازمند برنامه‌ریزی و

توجهی ویژه هستند. در شکل ۱۱، خلاصه‌ای از اطلاعات استخراج‌شده از سهم هرکدام از گروه‌های آسیب‌پذیر در هرکدام از خوشه‌های منتخب نشان داده شده است.



شکل ۱۱. سهم گروه‌های آسیب‌پذیر در پهنه‌های منتخب

نتیجه‌گیری

اصلی‌ترین هدف این پژوهش تحلیل فضایی دسترسی‌پذیری گروه‌های آسیب‌پذیر در دستیابی به خدمات شهری در تهران بود که با استفاده از مقایسهٔ سه روش از روش‌های داده‌کاوی فضایی انجام شد. براساس اولین پرسش این پژوهش، بیشتر نواحی مرکزی و شمالی تهران، دسترسی‌پذیری مناسبی دارند و بیشتر مناطق دور از نواحی مرکزی و نزدیک به مناطق مرزی شهر تهران با سطوح نامناسبی از دسترسی‌پذیری مواجه هستند. همچنین در پاسخ به دومین سؤال مطرح‌شده، از میان گروه‌های آسیب‌پذیر، خانوارهای دارای معلولیت، زنان و بی‌سوادان سطح کمتری از دسترسی‌پذیری را دارند و در مقایسه با سایر گروه‌ها با شرایط بدتری مواجه هستند. از سوی دیگر مهاجران، سالمندان و بیکاران در مقایسه با سایر گروه‌ها از قابلیت دسترسی‌پذیری بهتری برخوردار هستند. از مهم‌ترین تمایزات این پژوهش با پژوهش‌های مشابه مانند مقالهٔ مایود و همکاران و همچنین گزارش‌های نهادهای بین‌المللی که در سال‌های اخیر به چاپ رسیده‌اند، می‌توان به اجرای کاربست این رویکرد در مقیاس خرد و با ماهیت مکانی اشاره کرد. از سوی دیگر استفاده از روش‌های داده‌کاوی و کاهش ابعاد، با استفاده از سلول‌بندی فضایی شهر تهران سبب شده است تا الگوی توزیع فضایی همهٔ شاخص‌ها به‌صورت جامع و یکپارچه ارزیابی و تحلیل شود. در سال‌های اخیر با افزایش استفاده از داده‌ها به‌منظور تحلیل و پیش‌بینی موضوعات مختلف و همچنین کشف الگوهای پیش‌تر ناشناخته، به‌کارگیری تکنیک‌های داده‌کاوی در بسیاری از علوم و رشته‌ها همه‌گیر شده است که علوم مکانی نیز از این موضوع مستثنا نبوده و با ورود حجم و تعداد زیادی از داده‌های دارای مختصات جغرافیایی، تحول بزرگی در به‌کارگیری مدل‌های کمی در تحلیل‌های فضایی و مکانی وقوع یافته است. پژوهش حاضر با استفاده از جدیدترین تکنیک‌های تحلیل داده و کاهش ابعاد، مدل‌های داده‌کاوی را با تحلیل‌های فضایی ترکیب کرد تا ضمن افزایش دقت و کاهش سوگیری‌ها، بهینه‌ترین تصمیم‌گیری‌ها صورت بگیرد.

خروجی‌های این پژوهش می‌تواند گامی مهم در بررسی و تحلیل فضاهای شهری از منظر شهر فراگیر باشد؛ زیرا در سال‌های اخیر ضرورت مواجهه با نابرابری و ناعدالتی‌های گوناگون در عرصه‌های مختلف شهر بسیار مدنظر قرار گرفته است. نتایج این پژوهش می‌تواند راهنمایی برای مدیران شهری در سنجش و پایش مستمر گروه‌های مختلف آسیب‌پذیر باشد. با سنجش و ارزیابی میزان دسترسی‌پذیری مناطق شهری می‌توان به کاهش نابرابری‌ها و تنش‌های اجتماعی کمک کرد و همچنین سبب مشارکت دانش، مزیت‌ها و سرمایه‌های اجتماعی و فیزیکی افراد محروم در فرایند توسعهٔ شهر شد. از مهم‌ترین پیشنهادهای ارائه‌شده براساس خروجی‌های این پژوهش می‌توان به ایجاد و استقرار خدمات جدید در خوشه‌های ۱ و ۳ اشاره کرد که شامل فضاهای دارای وضعیت نامطلوب دسترسی‌پذیری هستند. این کار سبب کاهش فاصلهٔ مناطق دارا و ندار و برقراری تعادل و توازن در توزیع خدمات می‌شود. همچنین رصد مستمر و دائمی شرایط دسترسی‌پذیری افراد آسیب‌پذیر در دستیابی به خدمات شهری یکی دیگر از پیشنهادهای پژوهش حاضر است. پژوهش‌های داخلی دربارهٔ موضوع شهر فراگیر در ایران بسیار محدود است و از سوی دیگر حجم بسیاری از آن‌ها شامل پژوهش‌های کیفی و نظری است و بیشتر حول موضوع طراحی فراگیر[1] تمرکز دارد. همچنین با توجه به ماهیت کمی این پژوهش، بخش بسیاری از اطلاعات شاخص‌های فضایی شهر فراگیر ناموجود بود یا با مقیاس این پژوهش هم‌خوانی نداشت که به‌ناچار تنها به استفاده از شاخص‌های دسترسی‌پذیری بسنده شد. مطالعات آتی دربارهٔ این موضوع می‌تواند با به‌کارگیری شاخص‌های متنوع ابعاد دیگر این رویکرد، تحلیلی جامع‌تر از وضعیت فراگیری فضاهای شهرهای دیگر کشور ارائه کند.

1. Inclusive Design

منابع

اژدری، ابوالقاسم، تقوایی، علی‌اکبر و ظهیرنژاد، عارف (۱۳۹۴). «بررسی جدایی‌گزینی اجتماعی–فضایی گروه‌های تحصیلی و شغلی در کلان‌شهر شیراز»، فصلنامهٔ مطالعات شهری، شمارهٔ ۱۶، صص ۶۷–۷۹.

جواهری، حسن، حاتمی‌نژاد، حسین، زیاری، کرامت‌الله، و پوراحمد، احمد (۱۳۹۴). «جدایی‌گزینی اجتماعی شهر کامیاران؛ تحلیلی بر شاخص‌های ناهمسانی و انزواگرایی فضایی»، فصلنامهٔ جغرافیا و آمایش شهری–منطقه‌ای، شمارهٔ ۱۶، صص ۱–۱۸.

مدنی‌پور، علی (۱۳۸۵). «شهرسازی فراگیر»، همایش ملی مناسب‌سازی محیط شهری، پژوهشکدهٔ مهندسی و علوم پزشکی جانبازان، تهران.

Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal Component Analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, *2*(4), 433-459.

Bach, F., & Jordan, M. (2004). Learning spectral clustering. *Advances in neural information processing systems*, *16*(2), 305-312.

Ben-Hur, A., & Guyon, I. (2003). Detecting Stable Clusters Using Principal Component Analysis. In *Functional genomics*. Humana press. 159-182.

Bharati, M., & Ramageri, M. (2010). Data mining techniques and applications. *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, 1(4). 301-305

Birch, C. P. D., Oom, S. P., & Beecham, J. A. (2007). Rectangular and Hexagonal Grids Used for Observation, Experiment and Simulation in Ecology. *Ecological Modelling*, *206*(3), 347-359.

Brock, G., Pihur, V., Datta, S., & Datta, S. (2008). clValid: An R Package for Cluster Validation. *Journal of Statistical Software*, *25*(4), 1 - 22.

Charrad, M., Ghazzali, ., Boiteau, V., & Niknafs, A. (2014). NbClust: An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. *Journal of Statistical Software*, *61*(6), 1 - 36.

Comber, A., Brunsdon, C., & Green, E. (2008). Using a GIS-Based Network Analysis to Determine Urban Greenspace Accessibility for Different Ethnic and Religious Groups. *Landscape and Urban Planning*, *86*(1), 103-114.

Dai, D. (2011). Racial/Ethnic and Socioeconomic Disparities in Urban Green Space Accessibility: Where to Intervene? *Landscape and Urban Planning*, *102*(4), 234-244.

Davies, D. L., & Bouldin, D. W. (1979). A Cluster Separation Measure. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell*, *1*(2), 224–227.

Douglas, R. (2017). Building Inclusive Cities: Highlights from the Inclusive Cities Project. *Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing (WIEGO)*. Manchester. United Kingdom.

Dunn, J. C. (1974). Well-Separated Clusters and Optimal Fuzzy Partitions. *Journal of Cybernetics*, *4*(1), 95-104.

Fouedjio, F. (2017). A Spectral Clustering Approach For Multivariate Geostatistical Data. *International Journal of Data Science and Analytics*, *4*(4), 301-312.

Gong, W., & Lyu, H. (2017). Sustainable City Indexing: Towards the Creation of an Assessment Framework for Inclusive and Sustainable Urban-Industrial Development. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

Hall, S., & Hall, S. M. (2012). City, Street and Citizen: The Measure of the Ordinary. 9, Routledge.

Hassani, M., & Seidl, T. (2017). Using Internal Evaluation Measures to Validate the Quality of Diverse Stream Clustering Algorithms. *Vietnam Journal of Computer Science*, *4*(3), 171-183.

Kohonen, T. (1990). The Self-Organizing Map. *Proceedings of the IEEE*, *78*(9), 1464-1480.

La Rosa, D., Takatori, C., Shimizu, H., & Privitera, R. (2018). A planning framework to evaluate demands and preferences by different social groups for accessibility to urban greenspaces. *Sustainable cities and society*, *36*, 346-362.

Lemaire, X., & Kerr, D. (2017). Inclusive Urban Planning – Promoting Equality and Inclusivity in Urban Planning Practices. UCL Energy Institute / SAMSET Policy Note.

Mayaud, J. R., Anderson, S., Tran, M., & Radić, V. (2019). Insights from self-organizing maps for predicting accessibility demand for healthcare infrastructure. *Urban Science*, *3*(1), 1-20

Mayaud, J. R., Tran, M., & Nuttall, R. (2019). An Urban Data Framework for Assessing Equity in Cities: Comparing Accessibility to Healthcare Facilities in Cascadia. *Computers, Environment and Urban Systems*, *78*, 1-12

Mobley, L. R., Root, E., Anselin, L., Lozano-Gracia, N., & Koschinsky, J. (2006). Spatial analysis of elderly access to primary care services. *International journal of health geographics*, *5*(1), 1-17.

Parnell, S. (2016). Defining a Global Urban Development Agenda. *World Development*, *78*, 529-540.

Pfitzner, D., Leibbrandt, R., & Powers, D. (2009). Characterization and evaluation of similarity measures for pairs of clusterings. *Knowledge and Information Systems*, *19*(3), 361-394.

Rachmawati, R. (2017). Inclusive Cities: The New Issue in Urban Development. *Journal of Advances in Social Sciences, Education, and Human Research*, *79*. 160-165.

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis. Journal of Computational and Applied Mathematics. *20*, 53-65.

SACN. (2017). *Inclusive Cities 2008*. Sout African Cities Network: Braamfontein.

Sadeque, S. Z. (2009). *Inclusive Planning for Social Integration: A Short Notes*.UN.

Settlements, U. N. C. F. H. (2001). The Global Campaign for Good Urban Governance. *Environment and Urbanization*, *12*(1), 197-203.

Shah, P., Hamilton, E., Armendaris, F., & Lee, H. (2015). *World-Inclusive Cities Approach Paper*. Washington, D.C.: World Bank Group.

Singru, R., & NaikLindfield, M. R. (2017). Enabling Inclusive Cities: Tool Kit for Inclusive Urban Development. *Asian Development Bank: Mandaluyong, Philippines*.

de Oliveira Neto, J. S. (2018). *Inclusive Smart Cities: theory and tools to improve the experience of people with disabilities in urban spaces* (Doctoral dissertation, Université Paris Saclay (COmUE); Universidade de São Paulo (Brésil)).

Templeton, G. F. (2011). A Two-Step Approach for Transforming Continuous Variables to Normal: Implications and Recommendations for IS Research. *Communications of the Association for Information Systems*, *28*(1), 42-54

Vesanto, J., & Alhoniemi, E. (2001). Clustering of the Self-Organizing Map. *IEEE Transactions on Neural Networks*, *11*(3), 586-600.

Von Luxburg, U. (2007). A Tutorial on Spectral Clustering. *Statistics and Computing*, *17*(4), 395-416.

Azhdari, A., Taghvaei A. A., & Zahirnezhad, A. (2015). Study of Social-Spatial Separation of Educational and Professional Groups in Shiraz Metropolis. *Urban Studies*, *4*(16), 67-79. *(In Persian)*

Javahari, H., et al. (2015). Social separation of Kamyaran city; An analysis of indicators of heterogeneity and spatial isolationism. Journal of Geography and Urban-Regional Planning. 2015(16). *(In Persian)*

Madani Pour, A. (2006). Inclusive Urbanism, National Conference on Urban Environment Adaptation. Veterans Engineering and Medical Sciences Research Institute: Tehran. *(In Persian)*