



تبیین الگوهای پراکنده‌رویی پیراشهر کرج

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۳۱

پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۸/۲۱

صفحات: ۱۷۲-۱۴۹

مریم پهلوانی؛ دانشجوی دکتری گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
احمد زنگانه؛ دانشیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
طاہر پریزادی؛ دانشیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
محمد سلیمانی مہرنجانی؛ استاد گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

چکیده

آخرین یافته‌های علمی موجود در حوزه پراکنده‌رویی شهری اغلب به گونه‌شناسی توجه کرده‌اند؛ از این رو در مقاله حاضر باهدف شناسایی انواع مختلفی از گونه‌های پراکنده‌رویی شهری در کلان‌شهر کرج سعی شده است دیدگاه‌های موجود در گونه‌شناسی، شاخص‌های شناسایی هرگونه و چگونگی طبقه‌بندی گونه‌های مختلف در کلان‌شهر کرج مورد بررسی قرار گیرد. محدوده مکانی پژوهش، مناطق ۱۰گانه کلان‌شهر کرج بوده است. داده‌ها با استفاده از روش کتابخانه‌ای و میدانی جمع‌آوری شده است. نوع داده‌ها شامل داده‌های جمعیتی مرکز آمار و داده‌های مکان محور سازمان نقشه‌برداری کشور و شهرداری کرج بوده است. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت کمی و با استفاده از تکنیک ضریب موران، تراکم کرنل، تحلیل چیدمان فضا، شاخص شکل و منطق بولین انجام شده است. نتایج حاصل حاکی از آن است که شهر کرج دچار رشد غیر سازمان یافته و بدقواره بوده و با گونه‌های مختلفی از پراکنده‌رویی شهری مواجه می‌باشد. گونه‌ی تراکم پایین و پیوسته پراکنده‌رویی شهری بیشترین حجم از مساحت شهر را در بر گرفته است و عمدتاً در لبه‌های شهری کرج قرار دارد. هرچند گونه‌های دیگری از جمله پراکنده‌رویی خطی یا نواری، پراکنده‌رویی جهشی یا گره‌گره‌ی نیز در این شهر وجود دارد؛ اما غلبه با گونه‌ی پراکنده‌رویی پیوسته با تراکم کم یا پراکنده‌رویی لبه‌ای است؛ بنابراین می‌توان گفت پراکنده‌رویی در شهر کرج با یک شکل و الگوی واحد رشد و توسعه پیدا نکرده است؛ بلکه با اشکال و گونه‌های مختلف همراه بوده است.

واژه‌های

کلیدی:

پراکنده‌رویی
شهری، اشکال
پراکنده‌رویی،
رشد کم تراکم،
رشد کالبدی
ناپیوسته،
کلان‌شهر کرج

E- Mail: zanganeh@khu.ac.ir

نحوه ارجاع به مقاله:

پهلوانی، مریم. زنگانه، احمد. پریزادی، طاہر. سلیمانی مہرنجانی، محمد. ۱۴۰۲. تبیین الگوهای پراکنده‌رویی پیراشهر کرج، مجله توسعه فضاهای پیراشهری. ۱(۹): ۱۷۲-۱۴۹.



ساخت الگوی توسعه کالبدی شهر به منظور هدایت آن در راستای توسعه پایدار شهری امری اساسی است (قرخلو و زنگنه شهرکی، ۱۳۸۸: ۱۹). بررسی مراحل رشد و توسعه کالبدی شهرهای جهان نشان می‌دهد که تغییرات تکنولوژیک قرن اخیر بخصوص تکنولوژی حمل‌ونقل، باعث رشد سریع فیزیکی شهرها و تبدیل شهرهای فشرده به شکل گسترده شده است. اما نکته قابل توجه این است که شهرها، فرایندهای رشد و توسعه خود را به صورت گسترده به حالت برنامه‌ریزی شده و متوازن پی‌نگرفته‌اند؛ بنابراین در نیمه دوم قرن بیستم، شکل‌گیری الگوهای فضایی پراکنده در بسیاری از مناطق شهری به عنوان الگوی غالب توسعه نام‌برده شده است (Dadashpoor and Nateghi, 2017: 529) و اصولاً پراکنده‌رویی شهری پدیده‌ای معرفی می‌شود که در اثر ضعف در برنامه‌ریزی شهری همراه با رشد سریع کالبدی ایجاد می‌شود (Barton and Ramírez, 2019: 1). بر این مبنای منظور کنترل پدیده‌ی پراکنده‌رویی شهری به عنوان شکلی از رشد و توسعه‌ی کالبدی می‌توان از تحلیل گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری استفاده کرد (Vermeiren, et al. 2022: 2). این در حالی است که رابطه‌ای دیالکتیکی میان رشد و توسعه‌ی پدیده پراکنده‌رویی شهری، شکل‌گیری گونه‌های مختلف آن و عوامل شکل‌دهنده‌ی هر گونه وجود دارد.

پراکنده‌رویی شهری به دلیل وابستگی آن به عوامل مختلفی همچون میزان ساخت‌وسازهای شهری در مناطق پیرامونی، عوامل جغرافیایی، ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، در اشکال مختلف بروز و ظهور پیدا می‌کند (Brueckner and Kim, 2003: 6). به عنوان مثال نحوه رشد و توسعه شهر کرج طی دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که فاصله از راه‌های اصلی، فاصله از مراکز اصلی و فرعی، وجود عناصر طبیعی همچون رودخانه، دشت و کوهپایه باعث توسعه انواع مختلفی از شکل و بافت کالبدی شده است. از این رو در مفهوم عام، رشد و الگوی توسعه شهری در ارتباط مستقیم با برنامه‌ریزی‌های کاربری زمین، زیرساخت‌های ارتباطی، حمل‌ونقل و الگوی نظام سکونتگاهی منطقه است (میری‌لواسانی و داداش‌پور، ۱۳۹۲: ۲). پیامدهای پراکنده‌رویی شهری در زمان خود متوقف نشده و پس از گذر زمان با نفوذ و رخنه بر سکونتگاه‌های پیشین، الگوهای فضایی آن‌ها را نیز متحول می‌کند (سالاریان و علی‌دادی ۱۳۹۷، ۱۱۵، قانونی و زبردست ۱۳۹۶، ۱۶۳). اگر این نوع از الگوی رشد شهری بدون تصمیمات درست و برنامه مشخص ادامه پیدا کند منجر به تأثیر منفی زیادی بر شهر و زندگی شهرنشینان همچون بروز اسکان غیررسمی را در پی خواهد داشت (Yan, et al. 2022).

پراکنده‌رویی شهری در سطوح مختلف فضایی وجود دارد. به طور مثال پراکنده‌رویی پیراشهری به تراکم بیشتر تمایل دارد؛ در نتیجه در یک منطقه کوچک‌تر با تعداد واحدهای مسکونی بیشتر گسترش می‌یابد؛ درحالی‌که پراکنده‌رویی روستایی در تراکم پایین اتفاق می‌افتد (Radeloff, Hammer and Stewart 2005, 794). همچنین پژوهشگران دیگری از جمله هاروی و کلارک (۱۹۶۵)، آنجل (۲۰۰۷) و اوینگ (۲۰۰۸) از اشکال مختلف پراکنده‌رویی شهری شامل توسعه‌ای پیوسته با تراکم پایین، توسعه نواری یا خطی، توسعه جهشی یا گره‌گره‌ای، توسعه پراکنده، توسعه حاشیه شهری، هسته شهری ثانویه و هسته اصلی شهری صحبت به میان آورده‌اند (Bhatta, Saraswati and Bandyopadhyay 2010, 12, R. Ewing 2008). در ایران نیز برخی از پژوهشگران پراکنده‌رویی را به شش گونه مختلف تقسیم‌بندی کرده و معتقد هستند که پراکنده‌رویی شهری به اشکال مختلف ظاهر می‌شود (مشکینی، زنگانه و مهدنژاد ۱۳۹۳، خلیلی، زبردست و عزیزی ۱۳۹۷)؛ بنابراین با توجه

به موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت که پراکنده‌رویی دارای اشکال مختلفی است و هر کدام از اشکال موردنظر دارای ویژگی‌ها و مشخصات خاص خود می‌باشد. لذا به منظور برخورد آگاهانه و مناسب با پدیده‌ی شهری فوق‌نیاز است که در ابتدا اشکال مختلف پراکنده‌رویی شهری شناخته شده و سپس علل و عوامل هر کدام تجزیه و تحلیل شود تا شرایط برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهینه به دست آید.

طی سال‌های اخیر پژوهش‌های قابل‌توجهی در خصوص گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری انجام شده است. هر کدام از پژوهش‌های موردنظر از شاخص‌ها و نظریات مختلفی در گونه‌بندی پراکنده‌رویی شهری استفاده کرده‌اند:

جدول ۱. پیشینه خارجی و داخلی پژوهش

پژوهشگر و سال	عنوان پژوهش	روش پژوهش	نتایج
آنجل و همکاران (۲۰۰۷)	معیارهای پراکندگی شهری: تحلیلی از گسترش شهری جهانی با استفاده از GIS.	تحلیل کمی داده‌های متریک با تفسیر عکس‌های ماهواره‌ای	پراکنده‌رویی شهری دارای گونه‌های مختلفی از جمله توسعه پراکنده، توسعه نواری، حاشیه شهری، هسته شهری ثانویه و هسته اصلی شهری است.
اوینگ (۲۰۰۸)	ویژگی‌ها، علل و آثار پراکندگی؛ مروری بر ادبیات	تحلیل کیفی با مقایسه نحوه توزیع کاربری‌های در شهرهای مختلف	پراکنده‌رویی شهری در چهار گونه شامل توسعه با تراکم کم، توسعه خطی، توسعه گره‌ای و توسعه پراکنده در شهرها ظاهر می‌شود.
بهاتا و همکاران (۲۰۱۰)	اندازه‌گیری پراکندگی شهری از داده‌های سنجنش از راه دور	تحلیل پراکنده‌رویی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با روش	پراکنده‌رویی شهری دارای سه گونه مختلف شامل توسعه‌ای پیوسته با تراکم پایین، توسعه نواری پراکنده‌رویی شهری و توسعه جهشی یا توسعه گره‌گره در شهرها ظاهر می‌شود.
عثمان و همکاران (۲۰۱۶)	اندازه‌گیری الگوهای پراکندگی شهری در منطقه شهری بزرگ قاهره	روش تحلیل آمار فضایی و شاخص‌های کاربری زمین، شبکه راه و نحوه توزیع جمعیت	پراکنده‌رویی شهری در محدوده مورد مطالعه به صورت سه گونه شامل توسعه ناپیوسته، توسعه نواری و توسعه جهشی اتفاق افتاده است.
تایو (۲۰۲۲)	مدل‌سازی الگوهای فضایی و زمانی پراکندگی شهری در کلانشهر عبادان بین سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۱۳ در نیجریه	مدل‌سازی کمی با تفسیر عکس‌هایی ماهواره‌ای	پراکنده‌رویی شهری ابتدا به صورت تراکم پایین و بسیار پراکنده در لبه کلان‌شهرها ظاهر می‌شود و سپس به نقاط سکونتگاهی فشرده تبدیل شده و گونه‌ی دیگری از پراکنده‌رویی شهری را به نمایش می‌گذارد.
قرخلو و زنگنه شهرکی (۱۳۸۸)	شناخت الگوی رشد کالبدی- فضایی شهر با استفاده از مدل‌های کمی (مطالعه موردی: شهر تهران)	روش این پژوهش چهار روش درجه تجمع، درجه توزیع متعادل، تراکم و اندازه متروپل بوده است.	پراکنده‌رویی شهری در ابتدا به صورت تراکم پایین و پراکنده می‌باشد، اما با گذشت زمان، شکل فشرده‌تر و متراکم‌تر پیدا می‌کند و گونه دیگری از خود به نمایش می‌گذارد.
میری لواسانی و داداش‌پور (۱۳۹۲)	تحلیل الگوهای فضایی پراکنده‌رویی در مناطق کلان‌شهری (مورد مطالعه؛ منطقه شرقی کلان‌شهری تهران)	در این پژوهش برای تحلیل پیوستگی فضایی از شاخص آنتروپی شانون و در تحلیل پیوستگی عملکردی از تحلیل شبکه استفاده شده است.	نتایج این پژوهش نشان داد که در منطقه کلان‌شهری تهران و کرج انواع مختلفی از پراکنده‌رویی شهری و بافاصله از هم شکل گرفته است.
سالاریان و داداش‌پور (۱۳۹۷)	بررسی و تحلیل تحولات فضایی شهری با استفاده از مدل اتوماسیون سلولی (CA)؛ جهت هدایت توسعه فضایی شهر چالوس	تفسیر عکس‌های ماهواره‌ای با مدل‌سازی سلول‌های اتومات	الگوی رشد پراکنده‌رویی در منطقه مرکزی استان مازندران در ابتدا به صورت پیراشهری و روستایی بوده که بعدها به شکل خطی درآمده است. در ادامه، شکل خطی نیز به پراکنده‌رویی شهری از گونه توسعه میان‌افزا تبدیل شده است.
خلیلی و همکاران	گونه‌شناسی فضایی الگوهای رشد	روش کیفی و تحلیل محتوا	گونه‌های مختلفی از پراکنده‌رویی شهری وجود دارد و

پژوهشگر و سال	عنوان پژوهش	روش پژوهش	نتایج
(۱۳۹۷)	در مناطق شهر بنیان		با در نظر گرفتن پژوهش‌های مختلف می‌توان شش گونه از پراکنده‌رویی شهری ارائه داد.
احدزاد روشی و همکاران (۱۳۹۸)	تبیین فضایی پدیده پراکنده‌رویی شهری (مطالعه موردی: شهر قائم‌شهر)	روش پژوهش به صورت کمی با تحلیل فضایی نقشه‌های موضوعی بوده است.	در بازه زمانی مورد مطالعه فرم‌های فضایی پراکنده‌رویی از قبیل الگوی خطی رشد، الگوی مجزا و منفرد، الگوی رشد انبساطی، الگوی خوشه‌ای تشدید شده‌اند.
گودرزی و همکاران (۱۴۰۰)	تحلیل روند و الگوی فضایی پراکنده‌رویی منطقه ۲۲ شهر تهران	تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های موضوعی مناطق تهران	نتایج حاصل نشان داد که پراکنده‌رویی شهری به یک شکل رشد پیدا نمی‌کند.
یوسفی آذر ابرغانی و همکاران (۱۴۰۱)	تحلیل الگوهای پراکنده‌رویی در مجموعه شهری تهران با تأکید بر رویکردهای نظام مدیریت شهری	تحلیل کیفی-کمی به صورت تحلیل محتوا و تحلیل فضایی نقشه‌های موضوعی	پراکنده‌رویی شهری به صورت یکنواخت و متعادل صورت نمی‌گیرد و ایجاد محلات جدید در اطراف هسته مرکزی، گسترش غیرقانونی و غیراصولی حواشی شهری و توسعه مراکز صنعتی از جمله گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری در شهر تهران است.

مرور مسائل موجود در گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری نشان داد که هم در وجه نظری در ایران به مسئله گونه‌شناسی پراکنده‌رویی کمتر پرداخته شده است و هم در حوزه تجربی و عملی با پراکنده‌رویی شهری برخورد مناسب انجام نگرفته است. به عنوان نمونه در کلان‌شهر کرج، پژوهش‌هایی در حوزه مسائل کالبدی و عوامل حاکم بر پراکنده‌رویی شهری انجام شده است؛ در این پژوهش‌ها، فرایندهای رشد و تحولات شهری کرج و همچنین عوامل مؤثر بر پراکنده‌رویی شهری بحث و بررسی شده است (احد ۱۳۹۴، شهبازیان ۱۳۹۰، مشکینی و تیموری ۱۳۹۵)، اما به گونه‌شناسی و شاخص‌های شناسایی هر گونه پرداخته نشده است. با توجه به اینکه شهر کرج به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران دچار پدیده‌ی پراکنده‌رویی شهری شده و مراحل رشد و توسعه آن بسیار سریع‌تر از آهنگ توسعه طبیعی و برنامه‌ریزی طی شده است (شاکرمی و همکاران، ۱۴۰۰)؛ ضرورت دارد در بحث‌های پراکنده‌رویی شهری، به تحلیل و مطالعه گونه‌شناسی آن پرداخته شود. همچنان که آمارهای موجود نشان می‌دهد، شهر به دلیل جذب سرریزهای جمعیتی شهر تهران و وجود فرصت‌های اقتصادی در پهنه‌های صنعتی پیرامون شهر، فرایند شتابان شهری را طی کرده و تحولات شهری آن با توجه به نیروهای محلی و دخالت نیروهای فراملی، اشکال متنوعی از رشد، توسعه و پراکنده‌رویی شهری را به نمایش گذاشته است؛ از این رو در مقاله حاضر سعی شده است با روش‌ها و مدل‌های مختلف میزان و گونه‌های دچار پراکنده‌رویی شهری کرج تجزیه و تحلیل شود و باهدف موردنظر، به این سؤال مبنی بر اینکه «چه گونه‌هایی از پراکنده‌رویی شهری در کلان‌شهر کرج وجود دارد؟» پاسخ داده شود.

موضوع انواع الگوهای رشد و توسعه کالبدی شهری به‌ویژه پراکنده‌رویی شهری در بسیاری از کشورها خصوصاً در کشورهای پیشرفته‌ای مانند استرالیا و آمریکا از سال ۲۰۰۳ مورد مطالعه قرار گرفته است (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۳). از آن زمان تا کنون، پژوهشگران بر وجود انواع مختلفی از پراکنده‌رویی شهری تأکید کرده و بر گونه‌های مختلف آن تا حدودی اجماع نظر دارند. مرور محتوای منابع علمی موجود، حاکی از وجود انواع مختلفی از پراکنده‌رویی شهری در شهرها است. همان‌طور که در مباحث تجربی و پیشینه پژوهش نیز به آن پرداخته شد. در ادامه به صورت اجمالی به انواع مختلفی از دیدگاه‌های موجود در خصوص شاخص‌های گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری پرداخته می‌شود تا با استفاده از آن، به چهارچوب مفهومی در این خصوص دست یافت.

در گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری، شاخص‌های گوناگونی به‌طور گسترده توسط پژوهشگران آمریکایی حوزه پراکنده‌رویی شهری بکار گرفته شده است. در این میان مهم‌ترین و گسترده‌ترین آن‌ها، توسط باشگاه سیرا، در خصوص رشد هوشمند آمریکا ارائه شده است (Sierra Club 1998). این باشگاه، کلان‌شهرهای ایالات متحده را با چهار شاخص پراکنده‌رویی شامل مدت زمان رفت و آمد، مقایسه نحوه استفاده از زمین و رشد جمعیت؛ حرکت جمعیت از منطقه داخلی به حومه و تراکم جمعیت طبقه‌بندی کرد. همچنین برخی از مقالات با تنظیم چند شاخص با استفاده از تجزیه و تحلیل GIS و تحلیل‌های آماری توضیحی در تعیین کمیت و نوع پراکنده‌رویی شهری داده‌اند (Feranec, et al. 2010). این شاخص‌ها، ویژگی‌های مختلفی از جمله ترافیک، مصرف منابع، اشتغال، جمعیت، کیفیت زندگی و نوع معماری را مدنظر قرار داده‌اند؛ اما شاخص‌های رایج مورد استفاده در گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری شامل: موقعیت مکانی (مجاورت، دسترسی و پراکندگی)، وضعیت تراکم (تراکم مسکونی، تراکم جمعیت و تراکم اشتغال)؛ نرخ رشد (نرخ رشد منطقه ساخته شده، نرخ رشد جمعیت) و موارد دیگر همچون کارایی استفاده از زمین، مصرف سرانه زمین و غیره بوده است (Pendall 2019, Fulton, et al. 2001, Mase, Lindsay and Goward 2000).

بعدها کلاستر و همکاران (۲۰۰۱)، شاخص‌های چندبعدی پراکنده‌رویی شهری را مورد استفاده قرار دادند (Galster, et al. 2001). آن‌ها الگوهای کاربری زمین را در هشت بعد طبقه‌بندی کردند: هسته‌ای، خوشه‌بندی، مرکزیت، تراکم، ناهمگونی، مجاورت، تمرکز و تداوم. در تحقیق آن‌ها، انواع اراضی که در یک یا چند مورد از این شاخص‌ها دارای ارزش پایینی بودند، به‌عنوان پراکنده در نظر گرفته شدند. این پژوهشگران هر شاخص را تعریف کرده و شش شاخص از هشت شاخص را برای سیزده منطقه مورد استفاده قرار دادند. اقدامات بعدی با استفاده از بعد مفهومی و سایر الگوهای کاربری زمین، این شاخص‌ها را برای ۵۰ منطقه کلان‌شهری در ایالات متحده عملیاتی کرده و آن‌ها را بهبود بخشیدند (Cutsinger, et al. 2005, Angel, Jason and Daniel 2007). در این خصوص جیانگ و همکاران (۲۰۰۷) شاخص جغرافیایی را برای کمی کردن و گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری در چین پیشنهاد کردند (Jiang, et al. 2007). در نهایت، آن‌ها یک شاخص برای طبقه‌بندی پراکنده‌رویی را پیشنهاد کردند که ۱۳ شاخص را ادغام می‌کند. این مفهوم تلاش برای کاهش شاخص‌های زیاد را توضیح می‌دهد. اما مفهوم آن به ورودی‌های عظیم داده‌های زمانی مانند تولید ناخالص داخلی، نسبت سطح زمین، نقشه‌های کاربری زمین، برنامه‌ریزی جامع کاربری زمین، نقشه‌های مراکز منطقه، نقشه‌های بزرگراه‌ها و جمعیت نیاز دارد. اکثر کشورهای در حال توسعه فاقد چنین نوع داده‌های زمانی هستند. از این رو، به دست آوردن بیشتر این شاخص‌ها کار دشواری است. علاوه بر این، آن‌ها به هیچ آستانه‌ای اشاره نکردند که یک منطقه را به‌عنوان پراکنده یا غیر پراکنده طبقه‌بندی کند. در مجموع، بیشتر تحقیقات بین‌المللی، کل منطقه را به‌عنوان واحد تحلیل برای برآورد این شاخص‌ها در نظر می‌گیرند؛ علاوه بر این، برخی از شاخص‌ها براساس بافت شهرنشینی غرب ارائه شده است. بنابراین، آن‌ها برای تعیین کمیت پراکندگی در کشورهای جهان سوم از جمله ایران و همچنین کلان‌شهر کرج، مانند سهم خانه‌های مجزا و اسکان‌های غیررسمی، چندان مناسب نیستند. علاوه بر این، برخی از داده‌های آماری لازم برای تخمین شاخص خاصی مانند تراکم اشتغال به‌اندازه کافی متوالی نیستند.

با توجه به شرایط و ویژگی‌های شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه، برخی از شاخص‌های توسعه یافته برای کمی‌سازی پراکنده‌رویی شهری می‌توانند به‌عنوان مرجع استفاده شوند. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: مقیاس رشد، سرعت رشد (نرخ رشد سالانه)، موقعیت قطعات (شاخص جداسازی)؛ شاخص شکل، بعد شکست و ویژگی‌های فضایی مانند منطقه ساخته‌شده و تراکم رشد سالانه (Yue, et al. 2022). سه شاخص بعد شکست، ویژگی فضایی منطقه ساخته‌شده و تراکم رشد سالانه برای تعیین کمیت موارد گسترده پراکنده‌رویی شهری مناسب هستند، اما برای شناسایی تفاوت‌های درونی مناسب نیستند. تراکم رشد سالانه و تراکم منطقه ساخته‌شده می‌تواند با موفقیت ویژگی‌های پراکنده‌رویی شهری را مشخص کند، اما آن‌ها تاکنون در شناسایی الگوهای فضایی خاص پراکنده‌رویی شهری ضعیف هستند. به‌طور خلاصه، شاخص‌های بین‌المللی پراکنده‌رویی شهری مشترک را نمی‌توان به‌وضوح در زمینه کلان‌شهر کرج مورد استفاده قرار داد. هیچ شاخص موجود در مورد پراکنده‌رویی شهری در بافت شهر کرج نیز نمی‌تواند به‌وضوح برای تعیین کمیت پراکنده‌رویی شهری استفاده شود. بنابراین، این مقاله ترکیبی از شاخص‌های مکانی-فضایی را برای کمی‌کردن پراکنده‌رویی شهری و گونه‌بندی آن براساس مورد منحصربه‌فرد شهر کرج ارائه می‌کند.

گسترش پراکنده‌رویی شهری در شهر کرج نشان می‌دهد: برتری ساختارهای شهری کم‌تراکم با الگوهای شهری چندمرکزی، ناپیوسته و خودانگیخته، به‌عنوان الگوی غالب توسعه این شهر شناخت شده است (احد ۱۳۹۴، شهسواریان ۱۳۹۰). در نتیجه، تحلیل پدیده پراکنده‌رویی و گونه‌شناسی آن در شهر کرج باید از دیدگاه‌های چندبعدی مورد تأکید قرار گیرد. براساس این تعریف، پنج شاخص فضایی شامل نحوه پراکنده‌رویی قطعات زمین، اندازه قطعات زمین، تراکم، اتصال و شکل لکه‌های کاربری زمین برای شناسایی گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری کرج مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۲).

جدول ۲. شاخص‌ها و داده‌های مورد استفاده در پژوهش

ردیف	شاخص	داده‌های مورد استفاده	منابع
۱	پراکنده‌رویی	پراکنده‌رویی جمعیت	(Angel, Jason and Daniel 2007, Brueckner and Kim 2003, R. Ewing 2008, Pendall 2019, Fulton, et al. 2001, ۱۳۹۶، احدنژادروشتی، و غیره ۱۳۹۸)
۲	اندازه	قطعات زمین	(Angel, Jason and Daniel 2007, Barton and Ramirez 2019, Cutsinger, et al. 2005, R. Ewing 2008)
۳	تراکم	جمعیت/ساختمانی	(Galster, et al. 2001, Mase, Lindsay and Goward 2000, Angel, Jason and Daniel 2007, Bhatta, Saraswati and Bandyopadhyay 2010، خلیلی، زبردست و عزیززی ۱۳۹۷، مشکینی، زنگانه و مهدنژاد ۱۳۹۳)
۴	اتصال	شبکه معابر/قطعات ساختمانی	(Frumkin, Lawrence and Jackson 2004, Yan, et al. 2022, Yue, et al. 2022)
۵	شکل	شکل قطعات ساختمانی و بلوک‌ها	(Angel, Jason and Daniel 2007, Barton and Ramirez 2019, Radeloff, Hammer and Stewart 2005, Mase, Lindsay and Goward 2000, Jiang, et al. 2007)

روش‌شناسی

روش پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی بوده است. با توجه به اینکه ماهیت پژوهش به صورت داده‌مبنا و اسناد محور بوده است، داده‌ها با استفاده از روش کتابخانه‌ای، و بهره‌گیری از عکس‌های هوایی و چک‌لیست میدانی از نوع مشاهده جمع‌آوری شده است. از این رو منابع داده‌های مورد نیاز پژوهش شامل اسناد موجود در کتابخانه‌های دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و مؤسسات ذی‌ربط، سازمان‌ها و ادارات مختلف مانند سازمان راه و شهرسازی، شهرداری کرج، مرکز آمار ایران، جمع‌آوری شده است. روش چک‌لیست داده‌ها، برای به‌روزرسانی نقشه کاربری اراضی موجود شهر کرج استفاده گردید. همچنین در این مقاله باهدف شناسایی گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهر کرج، از شاخص‌های موقعیت مکانی، اندازه، تراکم، اتصال و شکل لکه‌های کاربری زمین استفاده شده است. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تکنیک‌های آمار فضایی شامل خوشه‌بندی موران عمومی و محلی، تکنیک تحلیل چیدمان فضایی، تراکم کرنل و تحلیل فضایی شامل اندازه و شکل بوده است (جدول ۳).

داده‌ها در محیط ArcGIS 10.8 تجزیه و تحلیل شده است.

جدول ۳. شاخص‌های سنجش و گونه‌بندی پراکنده‌رویی شهری

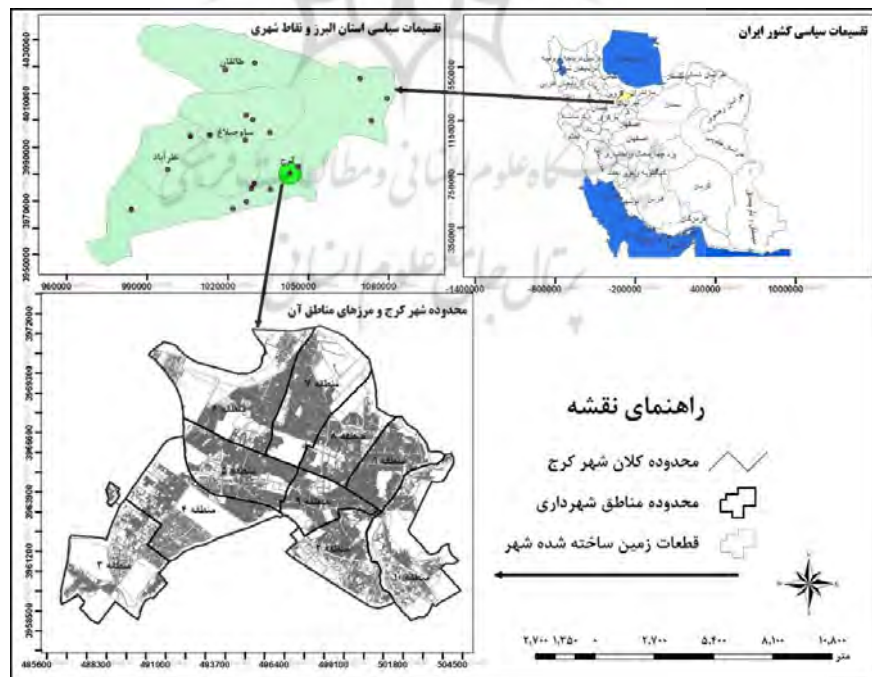
متریک	توصیف	واحد	محدوده (Range)	ارزش بالا	تطابق با منابع مورد بررسی
پراکندگی (توزیع)	شاخصی برای سنجش نحوه توزیع جمعیت و قطعات زمین است.	خوشه‌ای، تصادفی و پراکنده	مثبت ۱ تا منفی ۱	فشردگی	(Angel, Jason and Daniel 2007)
اندازه	مقایسه اندازه قطعات زمین با یکدیگر است.	مترمربع	۰ تا اندازه بزرگ‌ترین قطعه	پراکنده‌رویی	(Feng and Li 2012)
تراکم	سنجش میزان فشردگی جمعیت و قطعات زمین	تعداد در هکتار	-	فشردگی	(Galster, et al. 2001)
اتصال	سنجش تعداد معابر	تعداد در هکتار	-	فشردگی	(Brueckner and Kim 2003)
شکل	شاخصی برای سنجش فشردگی اشکال قطعات است.	-	شاخص شکل $1 \leq$	پراکنده‌رویی	(Feng and Li 2012)

محدوده مکانی پژوهش کلان‌شهر کرج است. این شهر با وسعت ۱۶۹ کیلومتر مربع در ۳۵ کیلومتری غرب تهران و در دامنه جنوبی رشته کوه‌های البرز واقع شده است (شکل ۱).

شهر کرج طی ۶ دهه‌ی گذشته با پدیده‌ی شهرنشینی شتابان و بسیار سریع مواجه بوده است. شهرنشینی فزاینده‌ی کرج، تحولاتی را در بافت کالبدی، ساختار و سازمان شهری، ساختار جمعیتی از نظر فعالیت، گروه‌های سنی و جنسی به وجود آورده است. دگرگونی‌های بنیادی در ساختار سیاسی و اقتصادی کشور در مقاطع زمانی خاص در سرعت بخشیدن به روند جذب جمعیت این شهر نقش مؤثری ایفا کرده است. تغییرات سیاسی و اقتصادی کشور و به تبع آن افزایش قدرت اقتصادی، سیاسی و اجتماعی تهران، کارکردهای جدیدی به شهر کرج اعطا کرد که جاذبه‌های جدیدی برای جذب جمعیت شهر کرج به شمار می‌رفت. با توجه به زیرساخت‌های اقتصادی، کالبدی و سایر ویژگی‌های جغرافیایی این شهر مانند: شبکه‌ی راه‌ها، امکانات استفاده از آب رودخانه‌ی کرج و همچنین موقعیت

کشاورزی و نزدیکی نسبی به پایتخت، به تدریج زمینه‌ی استقرار صنایع اساسی منجر به تحولات وسیعی در این شهر شد (شهسواریان ۱۳۹۰).

در مورد تحولات جمعیتی آمارها گویای این است که در سال ۱۳۳۵، جمعیت این شهر بالغ بر ۱۴۵۲۶ نفر بوده است. این تعداد با نرخ رشد ۱۱/۸ و ۱۳/۹ به ترتیب در سال ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ به ۴۴۲۴۳ و ۱۶۲۶۲۳ نفر افزایش پیدا کرد. بعد از انقلاب اسلامی نرخ رشد همچنان بالا بوده است. در سال ۱۳۶۵ جمعیت شهر با نرخ رشد ۱۰/۷ درصد به ۴۵۰۴۲۹ نفر رسید. اما بعد از سال‌های ۱۳۷۵ نرخ رشد روند نزولی پیدا کرده و به ۷/۵ درصد در همین سال و ۴/۱ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۰/۳- درصد در سال ۱۳۹۵ رسید. به عبارتی جمعیت در سال ۱۳۷۵ بالغ بر ۹۳۰۴۰۶ نفر بوده است که این تعداد در سال ۱۳۸۵ به ۱۳۸۶۰۶۰ نفر افزایش یافت. در آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر به دلیل جدا شدن شهر فردیس از آن رشد منفی پیدا کرد و تعداد آن به ۱۵۹۲۴۹۲ نفر رسید (درگاه ملی آمار ایران ۱۳۹۵). تحولات جمعیت فوق بر نحوه رشد و توسعه محدوده کالبدی شهر نیز تأثیر گذاشته است. به روشنی می‌توان دید که مساحت شهر کرج از دهه ۱۳۴۵-۱۳۵۵ به میزان ۱۰/۵ برابر؛ در دهه ۶۵-۱۳۵۶، ۲/۴ برابر؛ در دهه ۷۵-۱۳۶۶، بالغ به ۲ برابر و در ۵ ساله ۸۱-۱۳۷۶ نیز ۱/۵ برابر و از سال ۱۳۸۲ تا ۱۴۰۰ به میزان ۱/۲ برابر گسترش یافته است (مهندسین مشاور فجر توسعه ۱۳۹۸). به عبارت دیگر در دوره ۵۵ ساله ۱۴۰۰-۱۳۴۵، مساحت کالبدی شهر کرج بیش از ۸۹ برابر شده است. نکته قابل توجه این است که نحوه رشد و توسعه شهر کرج هم در توسعه درونی شهر و هم در توسعه پیراشهری و لبه‌های شهر از یک‌گونه و ویژگی یکسان برخوردار نبوده و به تبع حضور نیروها و عوامل فضایی، با اشکال متفاوتی رشد و توسعه پیدا کرده است. در این پژوهش نحوه رشد پراکنده‌رویی شهری کرج و انواع گونه‌های آن با توجه به شاخص‌های معرفی شده، مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱. نقشه محدوده مورد مطالعه پژوهش

یافته‌های پژوهش

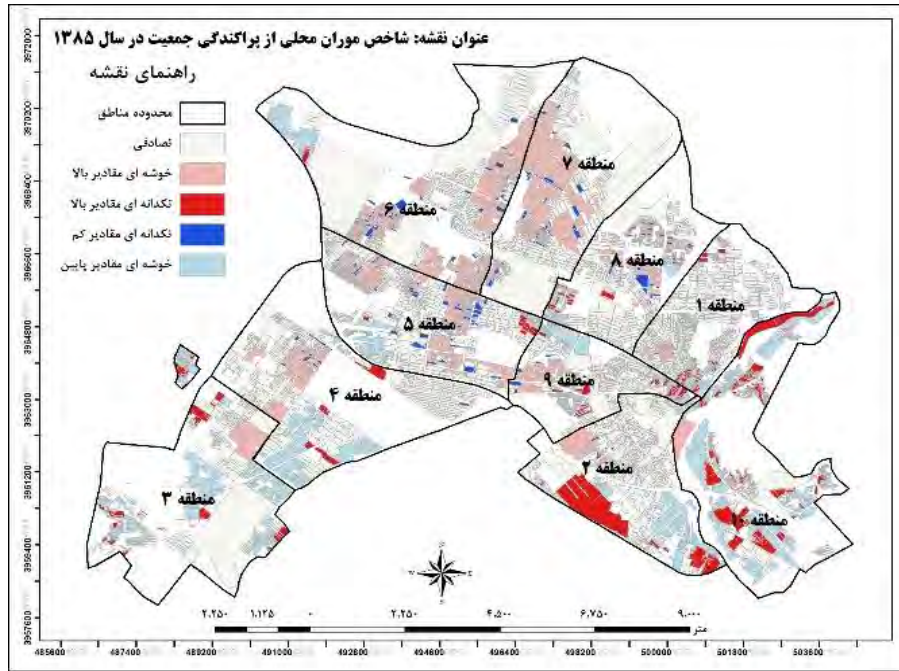
همان‌طور که در مباحث نظری به آن اشاره شد، برای گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری کرج از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. نوع شاخص مورد استفاده بسته به شرایط جغرافیایی و همچنین داده‌های قابل دسترس و مورد اطمینان شهرها، متفاوت از هم می‌باشد. در این پژوهش با توجه به ویژگی‌های مکانی و تحولات جمعیتی شهر کرج از شاخص‌های پراکندگی جمعیت، اندازه قطعات زمین، تراکم جمعیت و ساختمانی، اتصال شبکه معابر و شکل لکه‌های کاربری زمین برای گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری استفاده شده است. نتایج حاصل به شرح زیر است:

پراکندگی جمعیت

در این شاخص، نحوه قرارگیری بلوک‌های جمعیتی در کنار هم بررسی شده است. پراکنده‌رویی شهری با نحوه توزیع جمعیت در شهر مشخص می‌شود و مقایسه توزیع جمعیت برای چند دوره آماری، الگوهای تغییر نحوه توزیع جمعیت را مشخص می‌کند. برای این منظور از آمارهای جمعیتی سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده گردید. نتایج حاصل با استفاده از تکنیک‌های موران عمومی و محلی نشان داد که ضریب پراکندگی جمعیت در سال ۱۳۸۵ مثبت اما نزدیک به صفر بوده است. معنای ضریب Moran's I که برابر با ۰/۰۸۰ به دست آمد، این است که نحوه توزیع بلوک‌های جمعیتی شهر کرج در سال ۱۳۸۵ دارای دو نوع توزیع پراکنده و توزیع تجمعی یا فشرده است. به عبارتی برخی از بخش‌های شهر دچار پراکنده‌رویی شهری و در برخی دیگر جمعیت به صورت فشرده در کنار هم قرار گرفته است. همچنین شاخص موران برای توزیع جمعیت در سال ۱۳۹۵ حاکی از آن است که ضریب موران به میزان ۰,۱۱۵ افزایش پیدا کرده است. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که نحوه توزیع جمعیت به سمت فشردگی و تجمعی در حال تغییر است (جدول ۴). نقشه‌های توزیع جمعیت در کلان‌شهر کرج برای دوره‌های آماری سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ با استفاده از موران محلی در شکل ۲ و شکل ۳ نشان داده شده است.

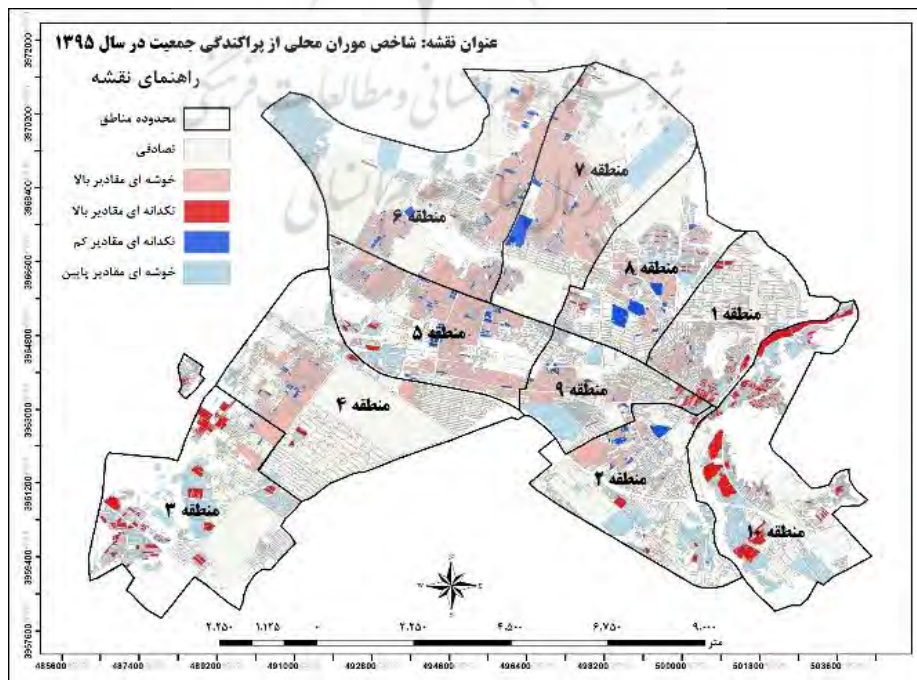
جدول ۴. شاخص موران با توجه به عامل تراکم جمعیت در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

۱۳۹۵		۱۳۸۵	
۰/۱۱۵	شاخص موران	۰/۰۸۰	شاخص موران
-۰/۰۰۱	ضریب مورد انتظار	-۰/۰۰۲	ضریب مورد انتظار
۰/۰۰۵	واریانس	۰/۰۰۵	واریانس
۴۹/۴۰۳	ارزش Z	۳۵/۸۹۷	ارزش Z
۰/۰۰۰	p-value	۰/۰۰۰	p-value



شکل ۲. نحوه توزیع بلوک‌های جمعیتی با آماره موران محلی در سال ۱۳۸۵ در کلان‌شهر کرج

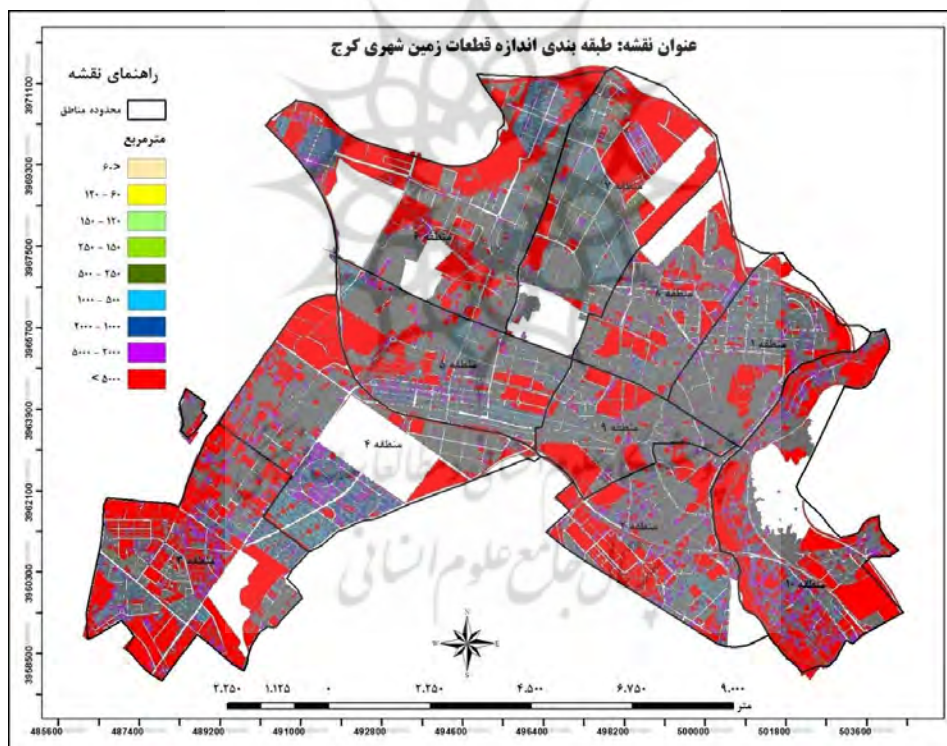
همان‌طور که در نقشه‌های شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده، در سال ۱۳۸۵ در برخی از بخش‌های شهر کرج، جمعیت به صورت خوشه‌ای و در برخی دیگر به صورت پراکنده توزیع شده است. مقایسه این نقشه با نقشه سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که لکه‌های قرمز رنگ در بخش‌های مرکزی، شمال و غرب شهر بیشتر شده و بسیاری از محلات با جمعیت‌پذیری همراه بوده است. این امر نشان‌دهنده‌ی تغییر الگوی شکل پراکنده‌رویی شهری به سمت الگوی فشرده و متمرکز می‌باشد.

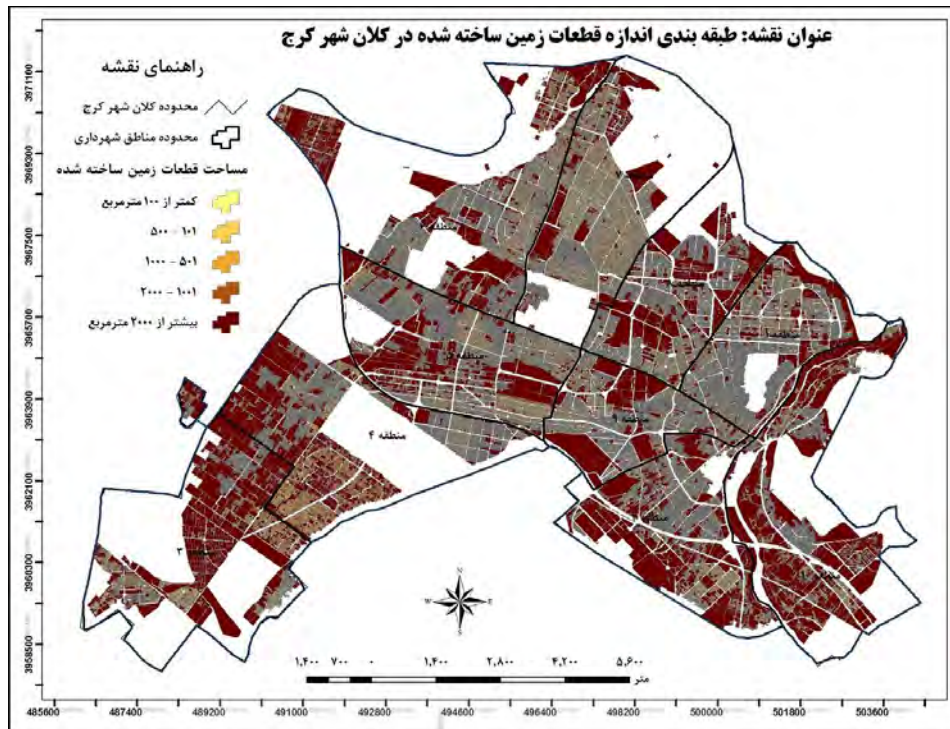


شکل ۳. نحوه توزیع بلوک‌های جمعیتی با آماره موران محلی در سال ۱۳۹۵ در کلان‌شهر کرج

اندازه قطعات زمین

اندازه قطعات زمین معیار دیگری است که با سنجش آن می‌توان به میزان و الگوی گونه‌های پراکنده‌رویی شهری پی‌برد. معمولاً در رشد هوشمند و برنامه‌ریزی‌شده، اندازه قطعات به صورت هم‌اندازه و منظم می‌باشد. در حالی که در رشد پراکنده و غیررسمی، اندازه قطعات زمین هم‌اندازه نبوده و در این خصوص اغتشاش و ناهمگنی به چشم می‌خورد. برای این منظور در این بخش به اندازه‌گیری قطعات زمین در کلان‌شهر کرج پرداخته شده است. تجزیه و تحلیل شاخص اندازه قطعات زمین نشان می‌دهد که لکه‌های بزرگ در میان لکه‌های ریزدانه قرار گرفته است. اکثر این لکه‌های بزرگ بیش از ۵ هزار مترمربع مساحت داشته و به صورت کاربری باغ، زمین بایر، خانه‌باغ و زمین‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۴). فشردگی قطعات ریزدانه در بخش‌های مرکزی و توسعه آن از مرکز به پیرامون حاکی از گونه‌های مختلفی از پراکنده‌رویی شهری است. همان‌طور که تایو (۲۰۲۲) اشاره می‌کند، پراکنده‌رویی شهری ابتدا به صورت تراکم پایین بوده و سپس به حالت فشرده تغییر پیدا می‌کند. در شهر کرج نیز تجمع قطعات ریزدانه بافاصله از مرکز شهر و وجود فاصله بین مراکز مختلف جمعیتی، حاکی از پراکنده‌رویی شهری به صورت جهش قورباغه‌ای می‌باشد (شکل ۴).



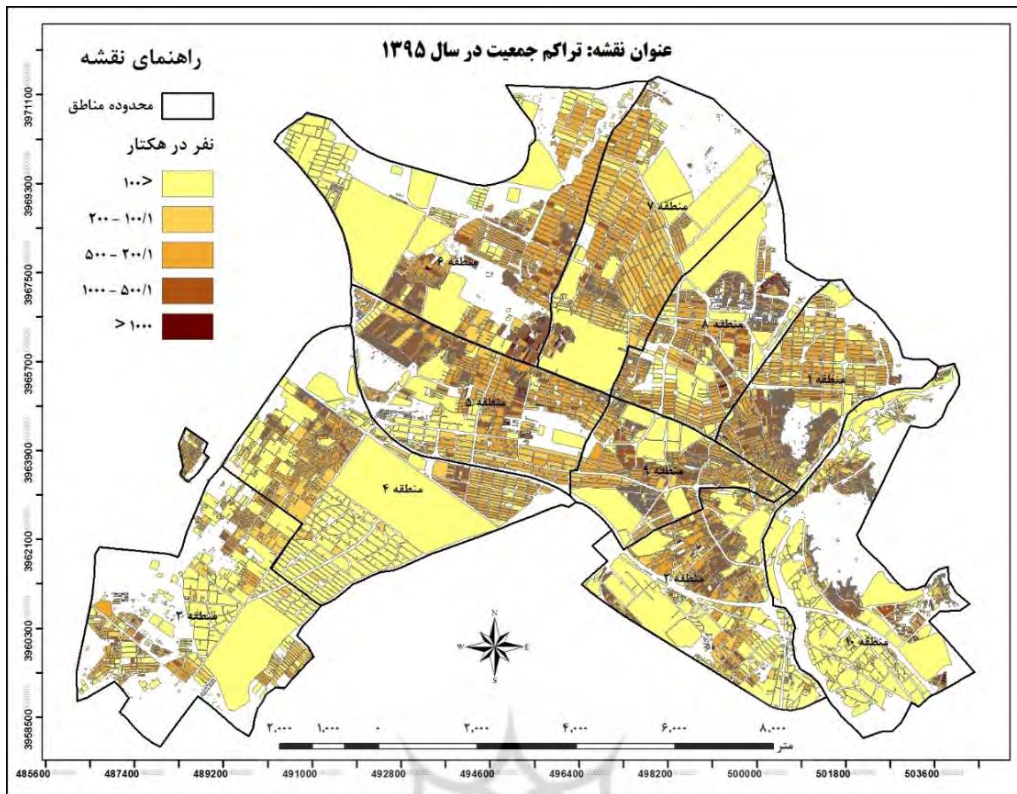


شکل ۴. طبقه‌بندی قطعات زمین

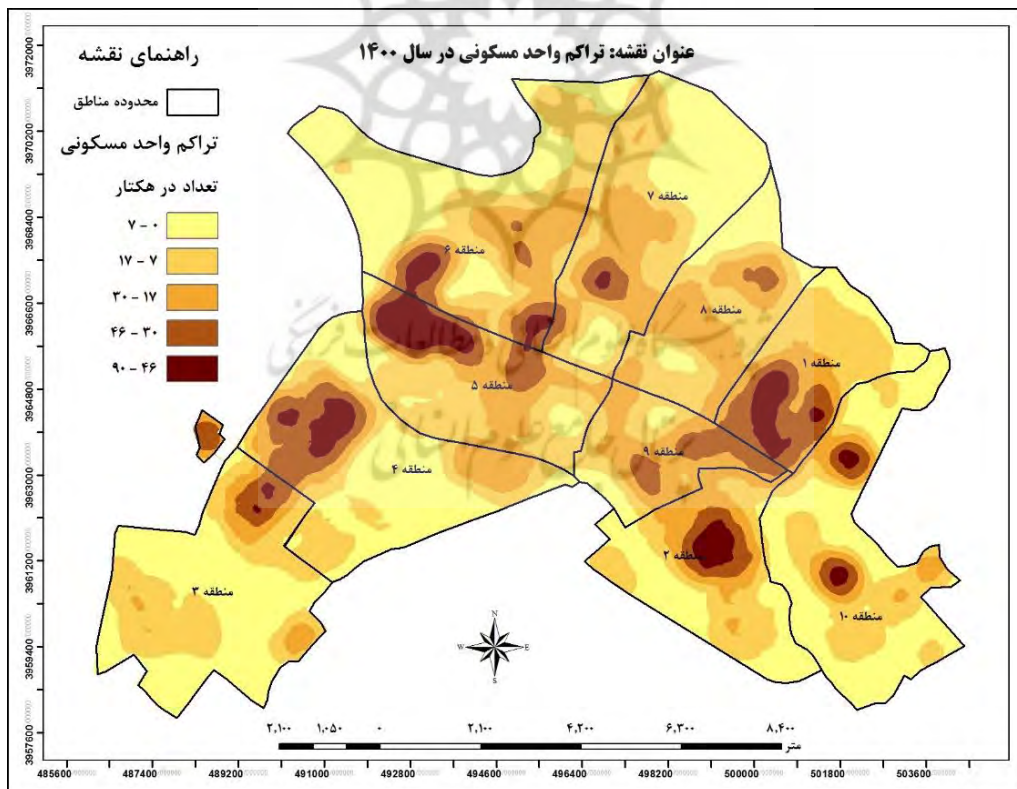
تراکم

معیار دیگر در بررسی گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری، شاخص تراکم‌های شهری است. در شاخص تراکم به بررسی نحوه توزیع و انباشت جمعیت، قطعات زمین و شبکه معابر پرداخته می‌شود. همپوشانی سه شاخص موردنظر، می‌تواند شدت استفاده از زمین و همچنین نحوه جانمایی افراد در سطح شهر را نشان دهد. بررسی و تحلیل تراکم جمعیت حاکی از آن است که توزیع جمعیت در بین مناطق شهر کرج و همچنین در بین بلوک‌های جمعیتی، یکنواخت و متوازن نیست. به صورتی که مرکز شهر و بلوک‌های نزدیک به راه‌های اصلی دارای حداکثر تراکم جمعیتی بوده اما بافاصله از مرکز شهر نحوه توزیع جمعیت به شکل جهش قورباغه‌ای، نواری و پراکنده بوده است (شکل ۵).

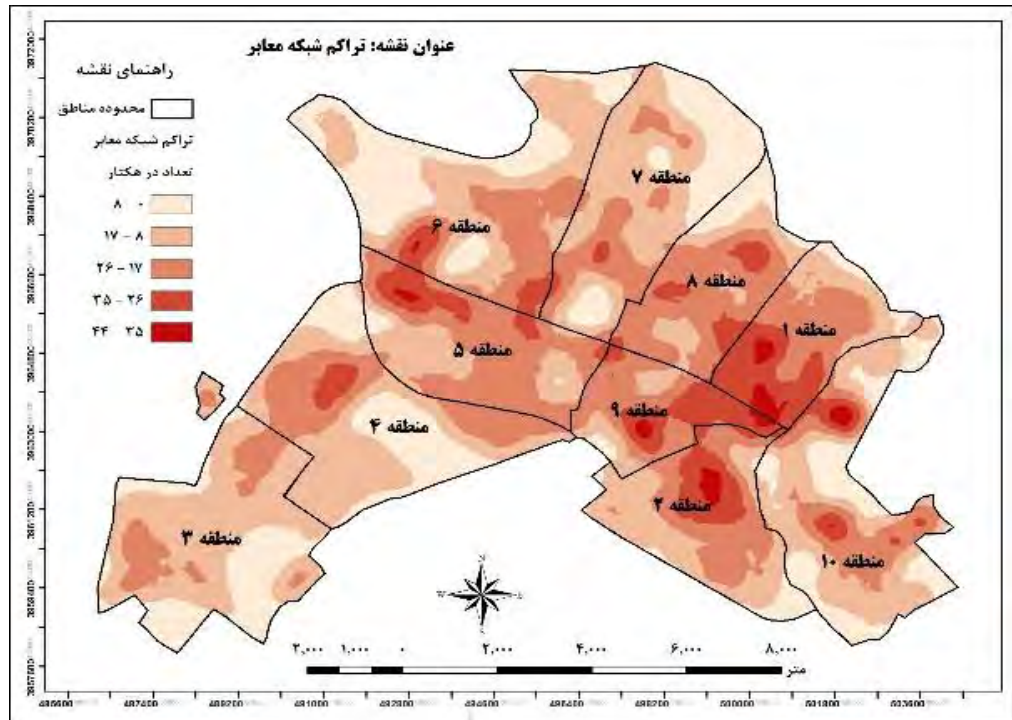
معیار دیگر سنجش پراکنده‌رویی شهری، معیار تراکم کلی واحد مسکونی است. تجزیه و تحلیل تراکم کلی مسکونی، نشان‌دهنده‌ی توزیع غیریکنواخت و نامتوازن قطعات کاربری زمین (مسکونی و غیرمسکونی) در سطح شهر کرج است (شکل ۶). لکه‌های تیره دارای حداکثر تراکم قطعات مورداستفاده زمین است که در بخش‌های مختلف شهر بافاصله از هم قرار گرفته‌اند. وجود فواصل زیاد لکه‌های پرتراکم نشان‌دهنده‌ی آن است که شهر در توسعه خود، گونه‌های پراکنده‌رویی جهشی و تراکم ناپیوسته را در پیش گرفته و هسته‌های تراکم شهری به‌دوراز هسته‌ی اولیه شهر رشد و توسعه پیدا کرده است. کریدورهای کم تراکم به‌صورت خطی و پیوسته از مراکز پرتراکم به سمت پیرامون توسعه پیدا کرده است. این امر نشان‌دهنده‌ی پراکنده‌رویی شهری خطی و همچنین تراکم پایین و پیوسته در لبه‌ی شهر است (شکل ۶).



شکل ۵. تراکم جمعیت در سال ۱۳۹۵ در شهر کرج



شکل ۶. تراکم کلی واحد مسکونی در سطح کل شهر کرج در سال ۱۴۰۰

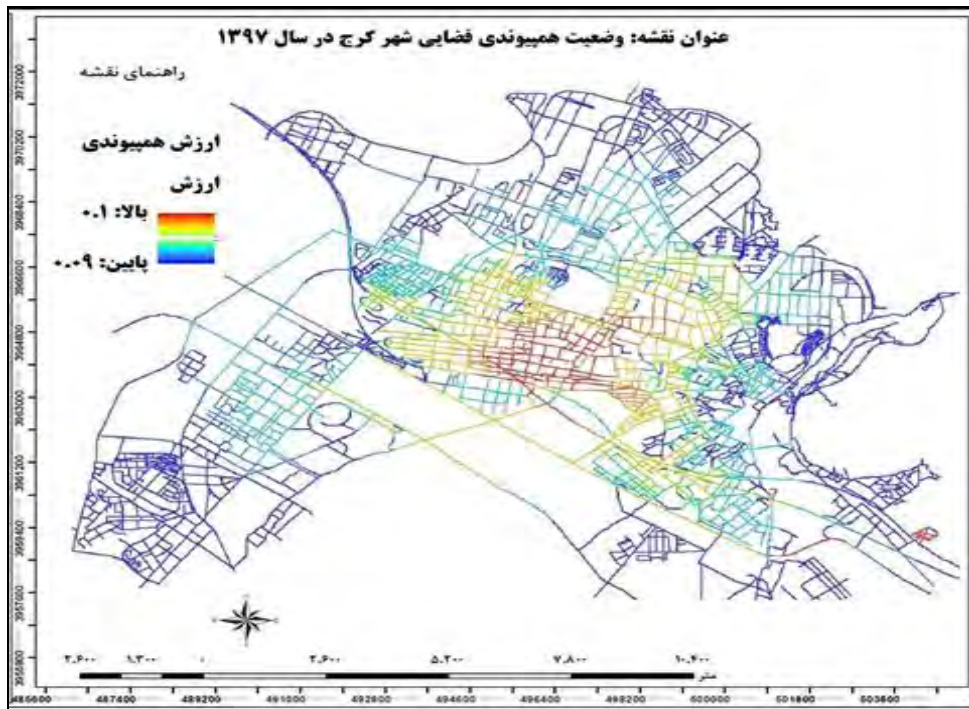


شکل ۷. تراکم معابر درون شهری شهر کرج در واحد سطح

سومین نوع تراکم مورد مطالعه، تراکم شبکه‌ی معابر شهری است. در این نوع تراکم تعداد معابر شهری بدون توجه به سلسله‌مراتب آن، نسبت به واحد سطح شهر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل حاکی از آن است که شبکه معابر در برخی از بخش‌های شهر دارای تراکم زیاد و در بخش‌های دیگر از تراکم پایین برخوردار است؛ به عبارتی تراکم شبکه معابر از توزیع یکنواخت و متعادلی برخوردار نبوده است. این امر نشان‌دهنده‌ی پراکنده‌رویی شهری بوده و افزایش تراکم در یک کانون شهری به معنای پراکنده‌رویی شهری متراکم و جهشی بوده و تراکم پایین و پیوسته نیز نشان‌دهنده‌ی گونه‌ی کم تراکم است (شکل ۷).

اتصال

در این بخش از پژوهش به نظام شبکه‌بندی معابر به منظور شناسایی گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری کرج پرداخته شده است. برای این منظور از روش تحلیل چیدمان فضا یا پیکره‌بندی فضایی استفاده شده است. در این خصوص ابتدا کل شبکه معابر شهر در وضع موجود تهیه گردید و سپس با استفاده از نرم‌افزار Depth Map میزان هم‌پیوندی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل به صورت میانگین هم‌پیوندی معابر در شکل ۸ نشان داده شده است. نتایج حاصل گویای آن است که نظام شبکه معابر در شهر کرج به صورت پراکنده رشد و توسعه پیدا کرده است و این عامل در گونه‌بندی و شکل الگوهای پراکنده‌رویی شهری کرج نقش مهمی ایفا کرده است. به طوری که مرکز شهر دارای بیشترین هم‌پیوندی و اتصال را داشته و به سمت پیرامون از میزان میانگین اتصال کاسته شده است. بخش‌های پیرامونی شهر دارای بیشترین عمق فضایی بوده و به رنگ آبی بوده است و این نواحی به صورت شبکه‌های جدا افتاده از نظام شبکه معابر تلقی می‌شوند.

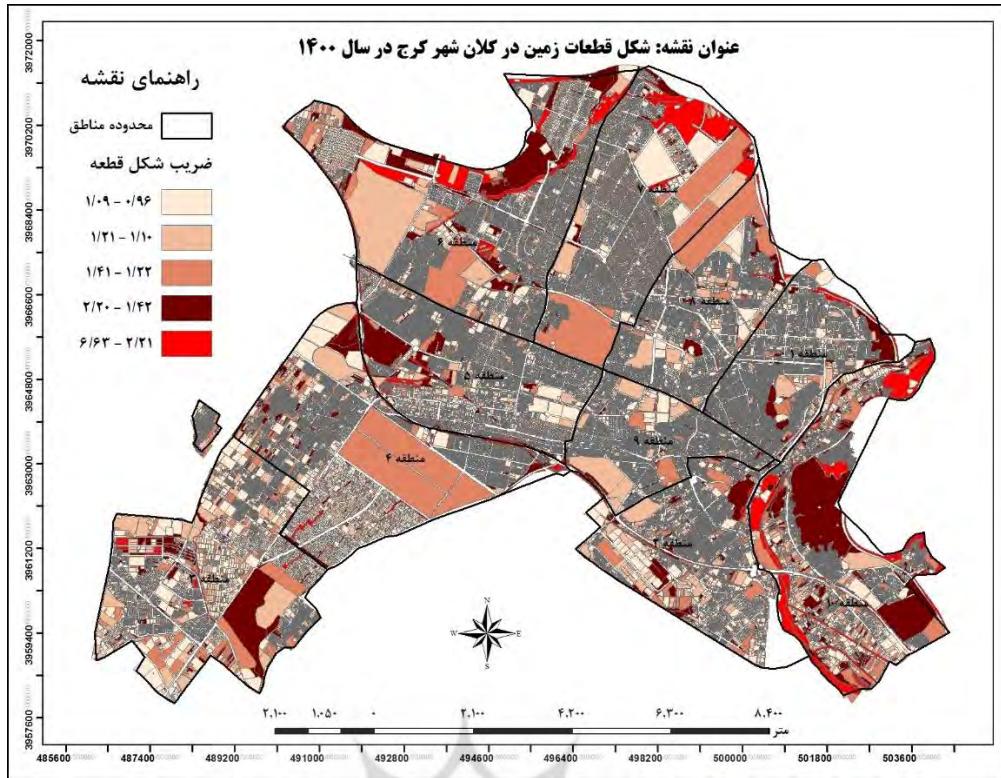


شکل ۸. نحوه پراکندگی شبکه‌های معابر کلان‌شهر کرج بر مبنای میانگین هم‌پیوندی

شکل

شکل قطعات مسکونی، معیار دیگر در تعیین پراکنده‌رویی شهری و گونه‌های مختلف آن است که در این بخش مورد بررسی قرار گرفته است. منظور از شکل، نوع هندسه‌ی قطعات زمین است که می‌تواند به اشکال مختلفی در شهر وجود داشته باشد. در رشد برنامه‌ریزی‌شده، قطعات از شکل هندسی مناسب و یکنواختی برخوردار هستند؛ چراکه شکل مناسب برای هر قطعه زمین نسبت به کاربری آن دارای اهمیت زیاد است (کوشش‌وطن و اصغری‌زمانی ۱۳۹۸، ۸۶). درحالی‌که در نوع پراکنده و غیررسمی، شکل قطعات زمین به صورت غیریکنواخت، غیرهمشکل و شبیه یکدیگر نمی‌باشند. برای این منظور شکل قطعات با استفاده از تحلیل فضایی در GIS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل حاکی از آن است که قطعات قرمزرنج با توجه به میزان ارزش بالا، از شکل قطعه‌ی زمین غیر هندسی و نامناسب برخوردار می‌باشند. از منظر این شاخص، بخش‌های پیرامون شهر دارای حداکثر پراکنده‌رویی شهری بوده و شکل پراکنده‌رویی آن، به صورت تراکم پایین و پیوسته می‌باشد. همچنین بخش‌های مرکزی شهر دارای حداقل مقدار و نزدیک به ۱ بوده و این نشان از فشردگی و شکل قطعات هندسی مناسب می‌باشد (شکل ۹).

نکته قابل توجه در بررسی شکل قطعات زمین، وجود قطعات بزرگ زمین با ضریب بالای شاخص شکل در بین قطعات ریزدانه است که این خود عامل پراکنده‌رویی شهری کرج در بخش‌های مرکزی بوده است. این قطعات باعث جداافتادگی بخش‌های مرکزی شهر با بخش‌های پیرامونی شده و در نتیجه باعث رشد و توسعه گونه‌های پراکنده‌رویی جهشی، نواری و کم تراکم شده است (شکل ۹).



شکل ۹. شاخص شکل قطعات زمین در کلان شهر کرج در سال ۱۴۰۰

ترکیب شاخص‌ها و گونه‌بندی پراکنده‌رویی شهری کرج

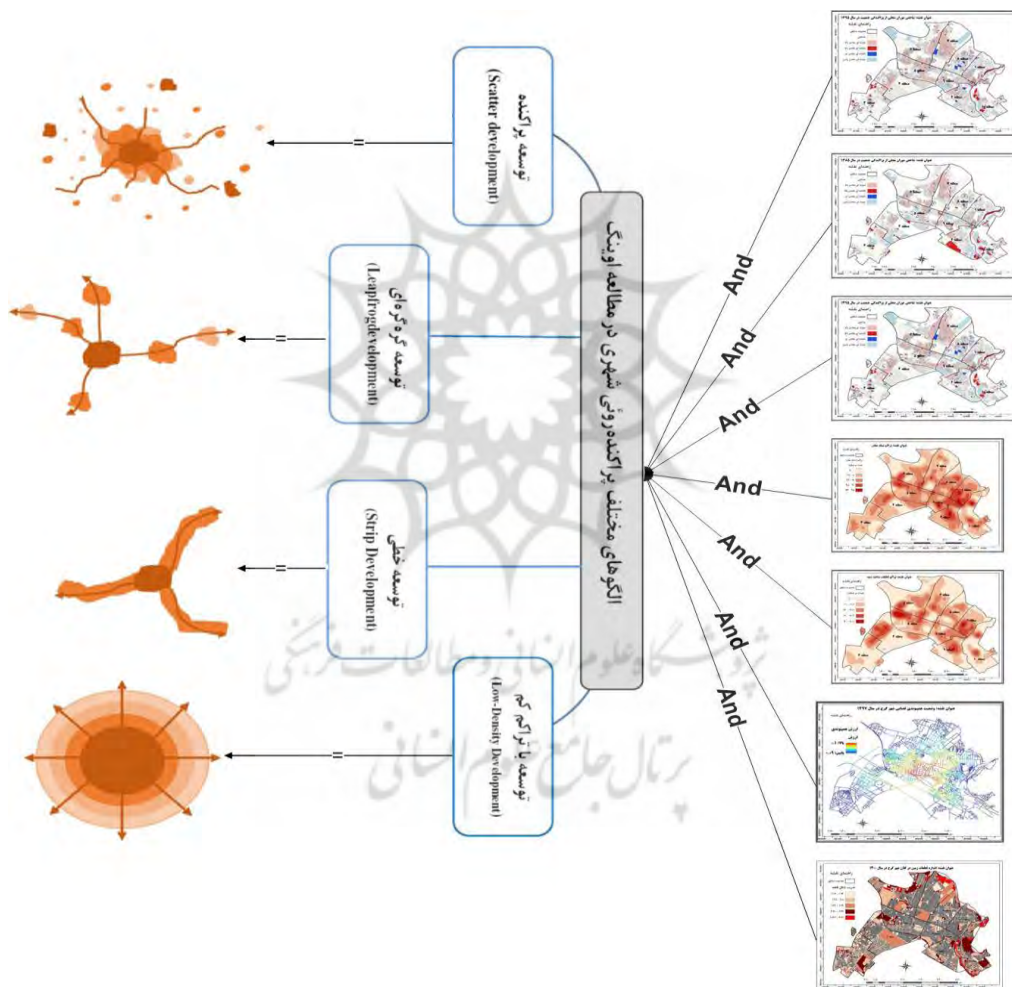
در این بخش از تحلیل به ترکیب شاخص‌های بررسی شده به منظور شناسایی گونه‌های پراکنده‌رویی شهری کرج پرداخته شده است. از آنجاکه معیار اندازه‌گیری هر کدام از شاخص‌ها، متفاوت از هم بوده و امکان همپوشانی آن‌ها وجود نداشت، در این مرحله کلیه لایه‌ها به فرمت رستری تبدیل شد. سپس لایه‌های رستری با توجه به اهمیت هر پیکسل در میزان پراکنده‌رویی شهری به طبقات با تأثیر کم در پراکنده‌رویی (عدد ۱) تا طبقه تأثیر خیلی زیاد در پراکنده‌رویی (عدد ۵) طبقه‌بندی گردید. نحوه طبقه‌بندی مجدد لایه‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. نحوه طبقه‌بندی و ترکیب لایه‌ها

ردیف	نام لایه	طبقه‌بندی اولیه	ردیف	طبقه‌بندی ثانویه	ردیف	نام لایه	طبقه‌بندی اولیه
۱	پراکندگی جمعیت	خوشه‌ای مقادیر بالا	۴	۱	اتصال	۱	$X \geq 0.1$
		خوشه‌ای مقادیر پایین		۲		۲	$0.1 - 0.96$
		تکدانه‌ای مقادیر بالا		۳		۳	$0.1 - 0.93/0.96$
		تکدانه‌ای مقادیر کم		۴		۴	$0.1 - 0.90/0.93$
		تصادفی		۵		۵	$X \leq 0.90$
۲	اندازه قطعات	$120 \geq X$	۵	شکل	۱	۱	$X \geq 0.1$
		۱۲۱-۲۵۰			۲	۲	$1/21 - 1/10$
		۲۵۱-۵۰۰			۳	۳	$1/1 - 22/41$
		۵۰۱-۱۰۰۰			۴	۴	$1/1 - 1/21$
		$X \geq 1001$			۵	۵	$X \leq 1/0.9$
۳	تراکم	جمعیت	مسکن	معابر	جمعیت	مسکن	معابر

طبقه‌بندی ثانویه	طبقه‌بندی اولیه	نام لایه	ردیف	طبقه‌بندی ثانویه	طبقه‌بندی اولیه	نام لایه	ردیف
۱	۱	۱	$X \geq 35$	$X \geq 46$	$X \geq 100$		
۲	۲	۲	۳۵-۲۶	۴۶-۳۰	۱۰۱-۵۰۰		
۳	۳	۳	۲۶-۱۷	۳۰-۱۷	۵۰۱-۲۰۰		
۴	۴	۴	۱۷-۸	۱۷-۷	۲۰۱-۱۰۰		
۵	۵	۵	$X \leq 8$	$X \leq 7$	$X \leq 100$		

بعد از طبقه‌بندی مجدد لایه‌ها و آماده‌سازی آن‌ها در نرم‌افزار Arc GIS، نوبت به ترکیب لایه‌ها رسید. در این مرحله لایه‌های موردنظر وارد محیط Model Builder گردید، سپس با منطق بولین و آماره «AND» این لایه‌ها با یکدیگر ادغام شد. شمای کلی روند ادغام لایه‌ها در شکل ۱۰ نشان داده شده است:

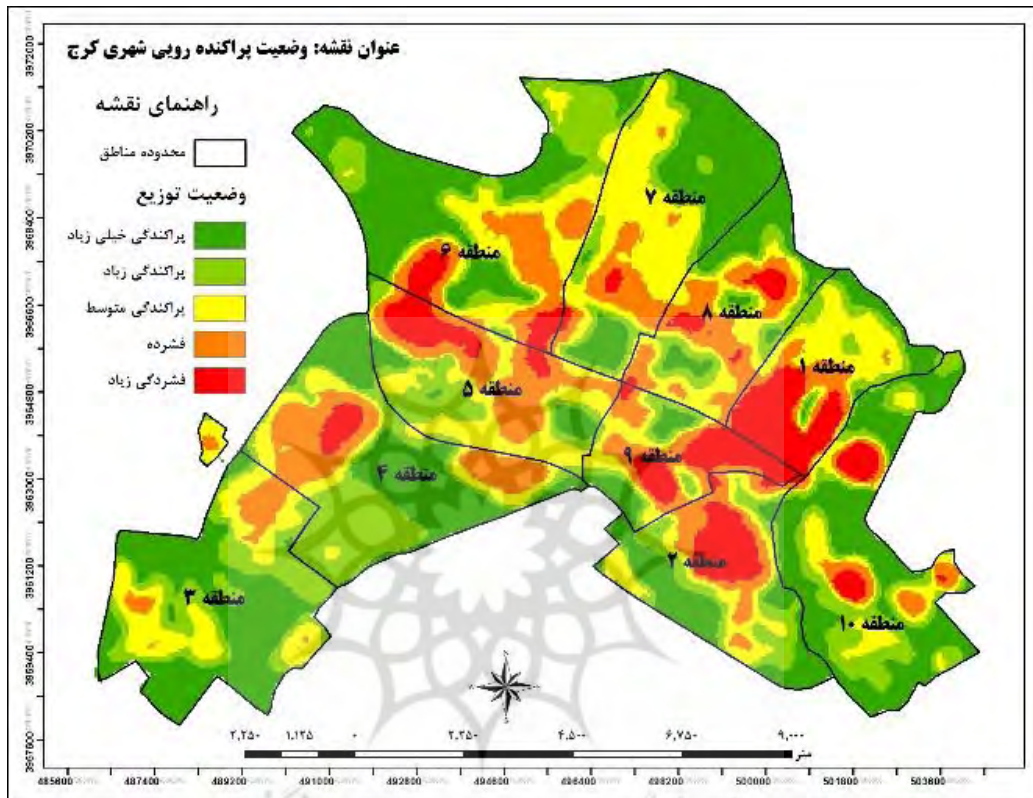


شکل ۱۰. روش ادغام لایه‌های برای شناسایی گونه‌های مختلف پراکنده روی شهری کرج

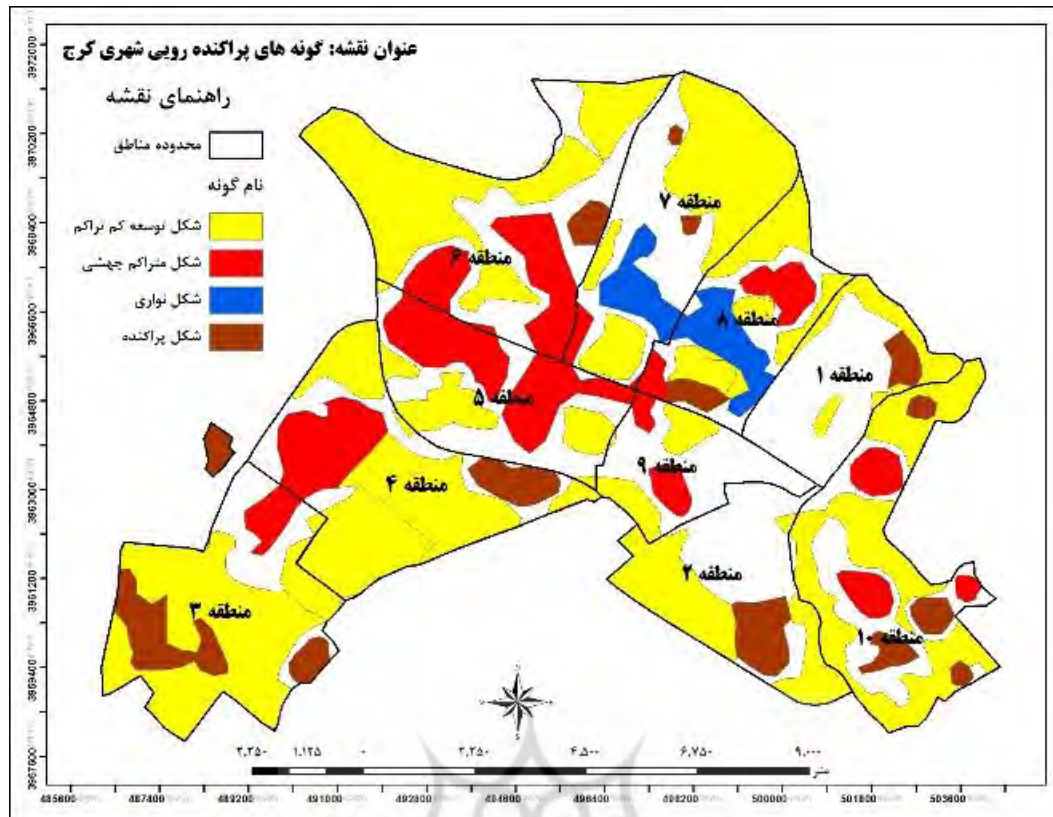
منطق بولین برای ساخت شرط‌های دارای if پیچیده‌تر که بر روی بیش از یک شرط تأکید دارد استفاده می‌شود. منطق‌های بولین در پایتون شامل and، or و not می‌باشد. اپراتور and دو مقدار را گرفته و پاسخ True رازمانی می‌سازد که شرط‌ها، هر دو صحیح باشند. در غیر این صورت False را نشان خواهد داد. برای این منظور در اینجا از

اپراتور and استفاده گردید. به عبارتی در هنگام ترکیب اگر یک پیکسل حتی یک شرط از پراکنده‌رویی را نداشته باشد از فرمول حذف می‌شود. اگر پیکسل‌ها تمام شرایط پراکنده‌رویی را داشته‌باشند، آن پیکسل پراکنده‌رویی شهری معرفی می‌گردد.

با استفاده از روش منطق بولین لایه‌های ۷ گانه موردبررسی باهم ادغام گردید. نتیجه نهایی نشان می‌دهد که میزان پراکنده‌رویی شهر کرج را می‌توان به طبقات مختلف تقسیم کرد. این طبقات شامل پراکنده‌رویی خیلی زیاد، کم و متوسط بوده است. شرایط پراکنده‌گی بیش از متوسط به‌صورت بافت فشرده در نظر گرفته شد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. وضعیت پراکنده‌رویی شهری کرج



شکل ۱۲. نقشه گونه‌های مختلف آن پراکنده رویی شهری کرج

به منظور شناسایی گونه‌های مختلف پراکنده رویی شهری در کلان‌شهر کرج از شاخص «میزان» و «شکل» پراکنده رویی استفاده شد. برای این منظور نواحی دارای پراکندگی کشیده و خطی به صورت پراکنده رویی نواری در نظر گرفته شد. همچنین نواحی که دارای پراکندگی زیاد بوده و بیش از ۵۰ درصد پیرامون هر قطع دارای زمین خالی بود و همچنین دور از مراکز اصلی قرار داشت، به عنوان گونه پراکنده و غیرپیوسته در نظر گرفته شد. برای شناسایی گونه‌ی پراکنده‌ی کم تراکم و پیوسته از موقعیت بافت‌های پراکنده و میزان خالی بودن زمین استفاده گردید. برای این منظور نواحی حومه‌ای شهر کرج که در ادامه توسعه درونی شهر قرار داشته اما دارای تراکم بسیار پایینی بوده است، به عنوان گونه کم تراکم دسته‌بندی شدند. آخرین گونه‌ای موردنظر، گونه‌ی جهش قورباغه‌ای یا متراکم ناپیوسته است. برای این منظور مراکزی که دارای تراکم بالا نسبت به پیرامون برخوردار بوده و دور از مرکز شهر قرار داشتند، به عنوان گونه‌ی متراکم جهشی دسته‌بندی شدند (شکل ۱۲).

نقشه گونه‌بندی پراکنده رویی شهری کرج نشان می‌دهد که در همه مناطق، گونه توسعه کم تراکم وجود دارد و بیشترین نواحی شهر که با این گونه دست و پنجه نرم می‌کنند، بخش‌های پیرامون شهر کرج است. گونه متراکم جهشی در بخش‌های میانی شهر بخصوص در مناطق ۵ و ۶ دارای حجم بیشتری می‌باشد. هرچند بخش قابل توجهی از منطقه ۴ نیز به صورت گونه متراکم جهشی می‌باشد. گونه خطی یا نواری نسبت به سایر گونه‌های شهر کرج از مساحت کمتری برخوردار است (شکل ۱۲).

نتیجه‌گیری

بررسی‌های این مقاله نشان داد که جمعیت در سطح بلوک‌های شهری و همچنین در سطح مناطق شهری کرج به‌صورت یکسان و متوازن پراکنده نشده است. میزان ضرایب موران ۰,۰۸ در سال ۱۳۸۵ و ۰,۱۱۵ در سال ۱۳۹۵ گویای نتایج فوق بوده است. تجزیه و تحلیل اندازه قطعات زمین نشان می‌دهد که تفکیک زمین و واگذاری آن به ساکنان و شهروندان شهر با یک ریتم و قانون مشخص انجام نگرفته است. همچنین قوانین کنترل زمین شهری و مهار رشد با استفاده از طرح‌های جامع و تفصیلی به‌درستی مورد توجه قرار نگرفته و قطعات با اندازه‌های مختلف در همه‌جای شهر پراکنده شده است.

نتایج تجزیه و تحلیل شاخص تراکم جمعیت و قطعات زمین نشان داد که تراکم جمعیت به‌صورت لکه‌های جداگانه در شهر پراکنده شده است. لکه‌های دارای تراکم زیاد بافاصله از هم در بخش‌های مرکزی و برخی از محلات پیرامونی توزیع شده است. برخی از بلوک‌ها دارای تراکم پایین درحالی‌که بافاصله کمی از آن، بلوک‌های دارای تراکم بالای ۱۰۰۰ نفر در هکتار قرار گرفته است. توزیع غیریکنواخت تراکم جمعیت حاکی از پراکنده‌رویی شهری بوده است. همچنین در بررسی تراکم تعداد قطعات زمین نیز مشخص شد نحوه پراکندگی آن و همچنین چگونگی تجمع و انباشت قطعات در سطح شهر کرج و بین مناطق به یک اندازه نبوده و لکه‌های پرتراکم در بخش‌های مرکزی بیشتر بوده است. ویژگی دیگر نحوه قرارگیری لکه‌های دارای تراکم قطعات زمین نشان‌دهنده‌ی جداافتادگی آن‌هاست. لکه‌های دارای تراکم بالا به‌دوراز هم در بخش‌های مختلف شهر قرار گرفته و بین این لکه‌ها، سطوح کم تراکم قرار گرفته است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پراکنده‌رویی شهری باعث عدم توزیع تراکم یکسان و یکنواخت قطعات زمین شهری شده است و در نتیجه با الگوهای متفاوت پراکنده‌رویی، تراکم‌های مختلف شکل گرفته است. بررسی نحوه تراکم شبکه معابر نیز نتایج حاصل را تأکید کرد. در این بررسی مشخص شد که تراکم شبکه معابر به‌صورت لکه‌های مختلف بوده است و تا حدودی لکه‌های دارای تراکم قطعات زمین بر لکه‌های تراکم بالای شبکه معابر منطبق بوده است.

بررسی ویژگی‌های اتصال و هم‌پیوندی میان شبکه‌های معابر نیز نشان داد که میانگین هم‌پیوندی شبکه معابر در بخش‌های مختلف یکسان نمی‌باشد. ارزش میانگین هم‌پیوندی شبکه معابر با توجه به خروجی مدل چیدمان فضایی، بین ۰,۱ تا ۰,۰۹ بوده است. نتایج حاصل نشان داد که بخش‌های مرکزی شهر دارای هم‌پیوندی و اتصال فضایی بیشتری نسبت به بخش‌های پیرامونی است. در نتیجه نواحی پیرامون شهر به دلیل عمق فضایی بالا در انزوا قرار گرفته و نتوانسته است در شبکه معابر شهری ادغام شود. از منظر پراکنده‌رویی شهری می‌توان چنین نتیجه گرفت که به دلیل رشد غیرمهارشده و غیربرنامه‌ریزی شده، مناطق مسکونی به دور از مراکز اصلی شهری رشد و توسعه پیدا کرده و در نهایت شبکه‌های معابر شهری به دلیل ایجاد دسترسی در ارتباط با مناطق توسعه یافته، گسترش پیدا کرده است. این امر باعث به هم ریختگی تعادل فضایی و شکل‌گیری شبکه‌های معابر نامتوازن و ناهم‌پیوند شده است.

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از شکل قطعات زمین در محدوده شهر کرج، نشان داد که قطعه‌بندی و تعیین شکل قطعات در اغلب مواقع به‌صورت غیر هندسی، نامنظم و دارای اشکال چندضلعی بوده است. چنین توسعه شهری با انواع مختلفی از اشکال شکل زمین، از ویژگی‌های رشد پراکنده‌رویی شهری است (Feng and Li 2012). مطالعه اشکال قطعات زمین شهری کرج نیز نشان داد ضریب شکل این شهر بیش از ۱ به دست آمد. این ضریب نشان‌دهنده‌ی

نامطلوبت اشکال قطعات زمین شهری است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پراکنده‌رویی شهری باعث ایجاد قطعات مختلفی از زمین شهری با اشکال گوناگون شده است. همان‌طور که در مباحث نظری نیز آنجل و همکاران (۲۰۰۷)، اوینگ و همکاران (۲۰۰۸) و فنک و لی (۲۰۱۲) مبنای بسیاری از گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری را نبود شکل منظم قطعات زمین دانسته‌اند.

به‌عنوان کلام آخر مقاله، می‌توان گفت: پراکنده‌رویی شهری با یک‌شکل و الگوی واحد رشد و توسعه پیدا نمی‌کند؛ بلکه با اشکال و گونه‌های مختلف همراه است. همچنان‌که پژوهشگران مختلف و نظریه‌پردازان نیز بر وجود انواع مختلفی از پراکنده‌رویی شهری تأکید کرده و در این خصوص اغلب اجماع نظر دارند. نتایج این پژوهش در بررسی گونه‌شناسی پراکنده‌رویی شهری در کلان‌شهر کرج نشان داد که این شهر با گونه‌های مختلفی از پراکنده‌رویی شهری مواجه است. به‌طوری‌که با توجه به شرایط و ویژگی‌های مختلف محیطی می‌توان گونه‌های مختلفی از پراکنده‌رویی شهری را مشاهده کرد؛ بنابراین با توجه به شاخص‌های مختلف و ترکیب آن‌ها، می‌توان به پراکنده‌رویی شهری و گونه‌های مختلف آن دست‌یافت. بررسی گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری در شهر کرج، نحوه نگرش به این پدیده را عمیق‌تر و استنباط آن را سهل‌تر کرد. چراکه گونه‌های مختلف پراکنده‌رویی شهری در این شهر با توجه به فرصت‌ها و استعدادهای فضای شهری رشد و توسعه پیدا کرده‌اند، بنابراین با استفاده از فرصت‌های موجود می‌توان تداوم بروز رشد پراکنده‌رویی شهری کرج را در جهت رشد برنامه‌ریزی شده آن تسهیل کرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری خانم مریم پهلوانی با عنوان "تبیین گونه‌های پراکنده‌رویی در کلان‌شهر کرج"، در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری در دانشگاه خوارزمی است که تحت راهنمایی آقای دکتر احمد زنگانه و آقای دکتر طاهر پریزادی و مشاوره آقای دکتر محمد سلیمانی مهنجانی انجام شده است.

منابع

- احد، کامیار. ۱۳۹۴. بررسی و تحلیل پراکنده‌رویی در توسعه فضایی شهر-منطقه کرج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، استاد راهنما: دکتر شریف مطوف.
- احدنژادروشنی، محسن، حسین طهماسبی مقدم، فاطمه شامی، و سعید محرمی. ۱۳۹۸. تبیین فضایی پدیده پراکنده‌رویی شهری (مطالعه موردی: شهر قائم‌شهر). جغرافیای اجتماعی شهری، ۱۶(۱)، ۱-۱۳.
- خلیلی، احمد، اسفندیار زبردست، و محمد مهدی عزیزی. ۱۳۹۷. گونه‌شناسی فضایی الگوهای رشد در مناطق شهر بنیان. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، ۲۳(۲)، ۵۳-۶۶.
- درگاه ملی آمار ایران. ۱۳۹۵. سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵. تهران: مرکز آمار ایران. <https://www.amar.org.ir>

- سالاریان، فردیس، و مهدی علی دادی. ۱۳۹۷. بررسی و تحلیل تحولات فضایی شهری با استفاده از مدل اتوماسیون سلولی (CA)؛ جهت هدایت توسعه فضایی شهر چالوس. دومین کنفرانس بین‌المللی شهرنشینی و تحرک فضایی؛ پویایی فضا؛ جابجایی و ارتباطات، دانشگاه علوم و تکنولوژی ایران، تهران.
- شاکرمی، کیان، محمدرحیم رهنما، و محمد اجزاء شکوهی. ۱۴۰۰. تحلیل توسعه فضایی فرم شهری کرج با رویکرد آینده‌پژوهی. برنامه‌ریزی فضایی، ۱۱(۴)، ۱۲۱-۱۴۴.
- شهبازیان، مهسا. ۱۳۹۰. بررسی علل و عوامل مؤثر بر پراکنده‌روی در حوزه‌ی شهری کرج و ارائه مدل مناسب جهت کنترل آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه علامه طباطبایی، استاد راهنما: دکتر محمد شیخی.
- قانونی، حسین، و اسفندیار زبردست. ۱۳۹۶. تحلیل پراکنده‌روی شهری با استفاده از فن تحلیل عاملی مورد پژوهی؛ نواحی شهر قزوین. فصلنامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری، ۱۴(۱۴)، ۱۶۲-۱۸۹.
- قرخلو، مهدی، و سعید زنگنه شهرکی. ۱۳۸۸. شناخت الگوی رشد کالبدی-فضایی شهر با استفاده از مدل‌های کمی (مطالعه موردی: شهر تهران). مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۰(۳۴)، ۱۹-۴۰.
- کوشش وطن، محمدعلی، و اکبر اصغری زمانی. ۱۳۹۸. آنالیز شکلی قطعات تفکیکی مسکونی منطقه یک تبریز. فصلنامه مطالعات عمران شهری، ۳(۸)، ۸۵-۱۰۱.
- گودرزی، علی، آمنه حق‌زاد، مهرداد رضانی‌پور، و کیا بزرگمهر. ۱۴۰۰. تحلیل روند و الگوی فضایی پراکنده‌روی منطقه ۲۲ شهر تهران. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۹(۳)، ۸۵۷-۸۷۹.
- مشکینی، ابوالفضل، احمد زنگانه، و حافظ مهدنژاد. ۱۳۹۳. درآمدی بر پراکنده‌روی (خزش) شهری. تهران: نشر جهاد دانشگاهی واحد خوارزمی.
- مشکینی، ابوالفضل، اصغر تیموری. ۱۳۹۵. سنجش گسترده‌ی شهری و تأثیر آن بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از RS و GIS، نمونه موردی: شهر کرج طی دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۱. معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۱۷. ۳۷۵-۳۸۷.
- مهندسین مشاور فجر توسعه. ۱۳۹۸. طرح جامع و تفصیلی شهر کرج. اداره راه و شهرسازی، شهرداری کرج.
- میری لوسانی، سیدامیر رضا، و هاشم داداش‌پور. ۱۳۹۲. تحلیل الگوهای فضایی پراکنده‌روی در مناطق کلان‌شهری (مورد مطالعه؛ منطقه شرقی کلان‌شهری تهران). تهران: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده هنر و معماری.
- یوسفی آذر ابرغانی، سوگند، حمید ماجدی، و زهراسادات سعیده زرآبادی. ۱۴۰۱. تحلیل الگوهای پراکنده‌روی در مجموعه شهری تهران با تأکید بر رویکردهای نظام مدیریت شهری. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۲(۶۵)، ۴۵۹-۴۳۹.

Angel, S., Jason, P., & Daniel, C. 2007. **Urban sprawl metrics: an analysis of global urban expansion using GIS**. Proceedings of ASPRS 2007 Annual Conference, Tampa, Florida May. Vol. 7. No. 11.

Barton, J., & Ramírez, M. 2019. **The Role of Planning Policies in Promoting Urban Sprawl in Intermediate Cities: Evidence from Chile**. Sustainability, No. 11, 7165, pp. 1-17.

Bhatta, B., Saraswati, S., & Bandyopadhyaya, D. 2010. **Urban sprawl measurement from remote sensing data**. Applied geography, Vol. 30, N. 4, pp. 731-740.

Brueckner, J., & Kim, H.-A. 2003. **Urban sprawl and the property tax**. International Tax and Public Finance Vol. 10, No. 1, pp. 5-23.

Cutsinger, J., Galster, G., Wolman, H., & Hanson, R. 2005. **Vrrifyi t multi dimss iaal nature of metropolitan land use: Advancing the understanding and measurement of sprawl**. Journal of Urban Affairs, Vol. 27, No. 3, pp. 235-259.

- Dadashpoor, H., & Nateghi, M. 2017. **Simulating spatial pattern of urban growth using GIS-based SLEUTH model: a case study of eastern corridor of Tehran metropolitan region, Iran.** Environment, Development and Sustainability, Vol. 19, No. 2, pp. 527-547.
- Ewing, R. 2008. **Characteristics, Causes , and Effects of Sprawl: A Literature Review.** Urban Studies, Vol. 21, No. 2, pp. 1-15.
- Ewing, R. 2008. **Characteristics, Causes , and Effects of Sprawl; A Literature Review.** Urban Studies, Vol. 21, No. 2, pp. 1-15.
- Feng, L., & Li, H. 2012. **Spatial pattern analysis of urban sprawl: Case study of Jiangning, Nanjing, China.** Journal of urban planning and development, Vol. 138, No. 3, pp. 263-269.
- Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T., & Hazeu, G. 2010. **Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data.** Applied Geography, No. 30, pp. 19–35.
- Frumkin, H., Lawrence, F., & Jackson, R. 2004. **urban sprawl and public health designing, planning, and building for healthy communities.** Washington, D.C: Island Press.
- Fulton, W., Pendall, R., Nguyen, M., & Harrison, A. 2001. **Who sprawls the most? How growth patterns differ across the US.** Washington, DC: The Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M., Wolman, H., & Coleman, S. 2001. **Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept.** Housing policy debate, Vol. 12, No. 4, pp. 681-717.
- Jiang, F., Liu, S., Yuan, H., & Zhang, Q. 2007. **Measuring urban sprawl in Beijing with geospatial indices.** Journal of Geographical Sciences, Vol. 17, No. 4, pp. 469-478.
- Mase, G., Lindsay, F., & Goward, S. 2000. **Dynamics of urban growth in the Washington DC metropolitan area, 1973–1996, from Landsat observations.** International Journal of Remote Sensing, Vol. 21, No. 38467, pp. 3–34.
- Osman, T., Arima, T., & Divigalpitiya, P. 2016. **Measuring Urban Sprawl Patterns in Greater Cairo Metropolitan Region.** J Indian Soc Remote Sens, No. 44, pp. 287–295.
- Pendall, R. 2019. **Do land-use controls cause sprawl?** Environment and Planning B, Vol. 26, No. 4, pp. 555–571.
- Radeloff, V., Hammer, R., & Stewart, S. 2005. **Rural and suburban sprawl in the US Midwest from 1940 to 2000 and its relation to forest fragmentation.** Conservation biology, Vol. 19, No. 3, pp. 793-805.
- Sierra Club. 1998. **The dark side of the American Dream.** Research Report. <http://www.sierraclub>.
- Taiwo, O. 2022. **Modelling the spatiotemporal patterns of urban sprawl in Ibadan metropolis between 1984 and 2013 in Nigeria.** Model. Earth Syst. Environ. No. 8, pp. 121–140.
- Vermeiren, K., Crols, T., Uljee, I., De Nocker, L., Beckx, C., Pisman, A., Poelmans, L. 2022. **Modelling urban sprawl and assessing its costs in the planning process: A case study in Flanders, Belgium.** Land Use Policy, Vol. 113.
- Yan, Y., Liu, T., Wang, N., & Yao, S. 2022. **Urban sprawl and fiscal stress: Evidence from urbanizing China.** Cities, Vol. 126, No. 103699, pp. 1-22.
- Yue, H., Xi, C., Anming, B., & Yonggang, M. 2022. **Urban sprawl pattern and spatial features of Urumqi city during the last 15 years.** journal of glaciology and geocryology, Vol. 28, No. 3, pp. 364-370.