

نشریه مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان

سال سوم، شماره ۱، پیاپی ۶، بهار ۱۳۹۵

مطالعه تطبیقی مورفولوژی بافت‌های قدیم و جدید شهری بر اساس مدل فراکتالی (مطالعه موردی: محلات منتخب از بافت قدیم و جدید شهر زنجان)*

محمدجواد حیدری**

گروه مهندسی شهرسازی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

دکتر علی شکوهی

استادیار گروه طراحی شهری کارشناسی ارشد، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

چکیده

شهرها پدیده‌های پیچیده‌ای هستند. یکی از روش‌هایی که در طول دو دهه اخیر به‌عنوان ابزاری کارآمد در شناخت پیچیدگی مورفولوژیکی شهرها در کتاب‌ها و نشریات مختلف بدان اشاره و پرداخته شده‌است، مدل فراکتالی می‌باشد. این مدل که به‌وسیله بنوئیت مندلبروت ارائه گردید، ابزاری مؤثر در مطالعه مورفولوژی شهرها است. بنابراین در این مقاله به معرفی این مدل و نقش آن در مطالعه تطبیقی بافت قدیم و جدید شهر زنجان پرداخته شده‌است. برای این منظور، از دو برنامه نرم‌افزاری استفاده گردید. از نرم‌افزار Excel در انجام محاسبات ابعاد فراکتالی بهره گرفته شد و نرم‌افزار ArcMAP نیز به‌منظور تولید نقشه‌های فراکتالی مورد استفاده قرار گرفت تا تصویری مجسم از عرصه تحقیق و ویژگی‌های آن ارائه گردد. روش تحقیق این مقاله، تحلیلی و مقایسه‌ای بوده و اطلاعات مورد نیاز، از روش‌های اسنادی (کتابخانه‌ای) و اطلاعات نقشه‌های طرح تفصیلی شهر زنجان به‌دست آمده‌است. یافته‌های پژوهش مبین آن بود که مدل فراکتالی، ابزاری واقعی و دقیق در شناخت فرم شهرها است و همچنین نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که بافت قدیم شهر زنجان در قیاس با بافت جدید آن، فراکتال‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مدل فراکتال، خود متشابهی، شهر زنجان، مورفولوژی، بافت.

* صفحات: ۶۱-۳۹

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۲/۲۸

** نشانی پست الکترونیک نویسنده مسئول:

m.heydari20008@gmail.com

مقدمه

قرن گذشته، قرنی بود که شهرسازی جدید با منشأ گرفتن از تحولات فکری و فلسفی مدرنیته، با عنوان شهرسازی مدرن زاده شد. شهرسازی جدید با کنار گذاشتن پیکرشناسی و تیپولوژی، مکانیزاسیون و استانداردگرایی را بر اساس یکسانی و یکنواختی اجتماعی و تولید انبوه تکنولوژیکی رواج داد؛ به گونه‌ای که هرگونه تفاوت‌های انسانی و فرهنگی را مضرّ و غیرمعقول می‌دانست؛ تا آن جا که لوکوربوزیه معتقد به، به وجود آوردن «روح تولید انبوه» در همهٔ جوانب و ابعاد زندگی بود؛ در واقع، شهر در تفکر مدرنیستی شهرسازی، شیء یکسانی می‌گردد که به وسیلهٔ یک منطق صنعتی در همه جای دنیا ساخته می‌شود. به گونه‌ای که شهرسازی جدید، سر در تغییر تعاریف سنتی از شهر و فضاها و عملکردهای موجود در آن دارد.

بر پایهٔ چنین اندیشه‌ای، شهرسازی جدید، الگوی خویش را در یک رنگی دنیا برپا می‌کند و بدون توجه به زمینه‌های شکل‌گیری و آثار و نتایج ناشی از کاربست آن، در دیگر کشورها، از جمله کشور ما مورد تقلید قرار می‌گیرد. گرت‌برداری این الگو در ایران، به قطبی شدن شهرهای کشور انجامید؛ زیرا بافت جدید شهرها که بر اساس الگوی شهرسازی مدرن احداث می‌شدند در تقابل با بافت کهنی قرار گرفتند که از ساختاری ارگانیک و فرکتال برخوردار بودند. «هنگامی که از آسمان به شهرهای تاریخی مان نگاه می‌کنیم تصویری فرکتال را به وضوح در آن مشاهده می‌کنیم» (بتی ولونگلی، ۱۹۹۴: ۸۷).

این موضوع نمی‌تواند تنها یک اتفاق بصری باشد؛ بلکه نشان دهندهٔ ماهیت فراکتالی ساختار این گونه شهرهاست؛ ساختارهایی به هم پیوسته و منسجم که نه تنها در مقیاس‌های بزرگ، بلکه در مقیاس‌های کوچک هم با پیوندی قوی و محکم به هم متصل شده‌است؛ این در حالی که شهرهای برنامه‌ریزی شده و مدرن امروزی فاقد چنین ساختارهایی می‌باشند (مهاجری، ۱۳۸۷: ۱۲۲). در حقیقت شهرهای مدرن و از پیش اندیشیدهٔ ما قربانی مساکن و بناهای بلندمرتبه و یک شکل با ساختاری هندسی شده‌اند. به طوری که دیگر فرقی نمی‌کند که شما در خیابان‌های لندن قدم بزنید یا گام در معابر

نیویورک، پاریس، توکیو یا حتی تهران و زنجان بگذارید. برعکس شهرها و بافت‌های کهن شهری که با رویدادها و منظره‌های تازه نهفته در پس هر پیچ و خمی عابر را به شگفتی وا داشته و منتظر وقوع رویداد و منظره جدید نگه می‌دارد، نظم هندسی و ساختار غیرارگانیک شهرهای مدرن و بافت‌های جدید شهری، حسن آشنایی را در بیننده و عابر به وجود می‌آورد؛ به طوری که لوییز مامفورد می‌گوید، چنین مناطقی (بخش‌های جدید شهرها) به دلیل اینکه ساختاری مشترک در همه شهرها دارند، موجب احساس آشنایی در غریبه‌ها می‌شود؛ به گونه‌ای که در شهر و دیار خود قدم می‌زنند و هیچ‌گونه حسن تازگی و طراوتی در آن‌ها به بیننده دست نمی‌دهد (بحرینی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۴۲)؛ زیرا مورفولوژی این بخش از شهر، نظم ناشی از به‌کارگیری الگوی شطرنجی را نشان می‌دهد؛ نظمی که در عین هندسی بودن، ساده است.

در واقع، کاربست الگوی هندسی و شطرنجی ساخت و ساز در بخش‌های جدید شهرها، شهرتاب‌آور و بوم‌گرای گذشته را بی‌تاب کرده و به بروز مشکلات عدیده‌ای دامن زده‌است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با این هدف به رشته تحریر درآمد که با تبیین ویژگی‌های مثبت و منحصر به فرد بافت کهن شهر زنجان (از نظر مدل فراکتالی)، تلنگری بر اذهان و ضمائر روشن‌اندیش مسئولان و دست‌اندرکاران مسائل شهری کشور باشد تا با توجه بیش از پیش به این بخش از شهرهای کشور، بار دیگر رشد درون‌زای شهرها تجلی یافته و از رشد و توسعه برون‌زای آن‌ها جلوگیری شود؛ بر این اساس، در این پژوهش، به بررسی و مطالعه تطبیقی محلات قدیم (محلات حق‌وردی، شوقی، دگرمان ارخی و هفت بوروخ) و جدید (محلات و کوی‌های لاله، کوچه مشکی، بهارستان) شهر زنجان بر اساس مدل فراکتالی پرداخته شده‌است.

اهمیت تحقیق حاضر زمانی بهتر مشخص می‌شود (که دریاپیم امروزه بافت‌های کهن که امروزه تنها گواهان مدنیت و شهرنشینی در شهرهای کهن دیار ایران می‌باشند) به‌علت حاکمیت فرایند جدایی‌گزینی اکولوژیک و در نتیجه از دست دادن ساکنان بومی و متمول از درون پوسیده و رو به زوال دارند. عامل دیگری که نگارندگان را به پژوهش در رابطه با موضوع این پژوهش ترغیب ساخت، جنبه نوآورانه و تاحدودی

بدیع به‌کارگیری مدل فراکتالی در مطالعات شهری کشور است؛ زیرا بررسی محققان این مقاله، نشان از ناچیز بودن کارهای انجام شده در این زمینه داشت. سؤالاتی که تحقیق حاضر در پی پاسخگویی به آنهاست، عبارتند از: چه تفاوتی بین بافت قدیم و جدید شهر زنجان از نظر شاخص فراکتالی وجود دارد؟ آیا بین محلات عرصه تحقیق، از نظر شاخص خود متشابهی اختلاف معناداری وجود دارد؟

واژه فراکتال^۱ در فرهنگ لغات انگلیسی به شکستن، ترکیدگی، شکستگی پیدا کردن ترجمه شده است. از لحاظ واژه، مندلبرات اصطلاح فراکتال را از واژه لاتین Fractus یا Fractum (به معنای شکسته) گرفته است (جلالی و ابوالحسینی، ۱۳۸۸: ۴۱). این واژه به معنای سنگی است که به شکل نامنظم شکسته شده باشد و در سال ۱۹۷۶ توسط بنوئیت مندلبرات وارد دنیای ریاضیات شد. وی پی برد که هندسه اقلیدسی زبان دقیقی برای تفسیر اشکال طبیعی نیست؛ زیرا نه ابرها کروی هستند و نه کوهها مخروطی (ملک عباسی، ۱۳۸۱: ۴۶). وی بیان داشت بُعد توپولوژیک یک نقطه، صفر است و بُعد توپولوژیک یک خط مستقیم، یک و بُعد توپولوژیک سطح دو است؛ اما بُعد پراکنده و نامنظم از یک جسم (مانند خط ساحلی بریتانیا) کسری بوده و بین یک و دو است که در واقع، یک الگوی فراکتالی است (مندلبرات، ۱۹۶۷: ۴۹). تعاریف زیر برای فراکتال و ساختارهای فراکتالی ارائه شده است (کی‌نوش، ۱۳۸۵: ۹۷):

- ساختار کالبدی یا هندسی که در تمام مقیاس‌ها و حالت‌های اندازه‌گیری شکلی نامنظم و قطعه قطعه دارد.
- در ریاضیات، مطالعه شکل‌های پیچیده را که دارای ویژگی خود متشابه می‌باشند، فراکتال می‌نامند.
- فراکتال‌ها اشکال پیچیده و نامنظم هستند که پیچیدگی و بی‌نظمی آنها در مقیاس‌های متفاوت مشابه است.
- فراکتال‌ها اشکالی هستند که برخلاف شکل‌های هندسی اقلیدسی، به هیچ وجه منظم نیستند. این اشکال اولاً سراسر نامنظم‌اند و ثانیاً میزان بی‌نظمی آنها در همه مقیاس‌ها

^۱ - Fractal

یکسان است و ثالثاً بی‌نظمی آن‌ها به‌طور هندسی در مقیاس‌های گوناگون تکرار می‌شود.

اشکال ایستا با استفاده از توابع ایستا و اشکال فرکتال با استفاده از فرآیندهای پویا تولید می‌شوند. فرآیندهای پویا، فرآیندهایی هستند که حافظه دارند و رفتار آن‌ها به گذشته بستگی دارد؛ به‌علاوه اشکال فراکتال، خاصیت خودمتشابهی دارند. مجموعه‌های فرکتال از زیر مجموعه‌هایی تشکیل شده‌اند که این زیر مجموعه‌ها شامل مجموعه‌های بزرگ‌تر هستند. مجدداً این مجموعه‌ها از مجموعه‌های کوچک‌تر هم تشکیل شده‌اند و این زیر مجموعه‌ها نیز شبیه مجموعه‌های بزرگ‌تر هستند (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۸). وی در کتابش با عنوان «هندسه در فراکتال طبیعت»، رابطه بین اشکال طبیعی و فراکتال‌ها را از طریق تعیین طول ساحل انگلستان معرفی می‌کند (بویل، ۱۳۸۶: ۴۶).

جدول ۱- اندازه‌گیری طول سواحل بریتانیا با پاره خط‌های مستقیم توسط مندلیبات

تعداد واحدها	طول واحد	طول ساحل
۷	۲۰۰	۱۴۰۰
۱۶/۲۵	۱۰۰	۱۶۲۵
۴۰	۵۰	۲۰۰۰
۹۶	۲۵	۲۴۰۰

(مأخذ: بویل، ۱۳۸۶: ۴۶)

کورت (۲۰۱۳) در تحقیق خود به این نتیجه رسید که اگرچه شهرها از نظر ویژگی‌های جمعیتی و اجتماعی تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند، ولی از آنجا که این ویژگی‌ها بر جنبه‌های کیفی شهرها دلالت دارند، به‌سختی قابلیت کمی شدن و مقایسه‌ای می‌یابند؛ ولی مدل‌هایی چون میزان فراکتالیتیه بودن، سنجنده خوبی در جهت سنجش کمی شهرها می‌باشند.

ژیائوشولو و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با حاکمیت پارادایم شهرسازی مدرن در غرب، شهرسازی هندسی و شطرنجی، اساس ساخت شهرها را تشکیل داد. استانداردزدگی ناشی از تسلط این پارادایم تاحدی بود که به طراحی و ساخت ساختمان‌های همگون و هم‌اندازه منجر شد تا به پایداری شهرها و

حیات اجتماعی آن‌ها منجر شود؛ غافل از آن که پس از مدت کوتاهی، چنین ساختمان‌هایی، خود موجد چالشی نو گردیدند؛ زیرا علاوه بر آن که دافع جمعیت بودند، فاقد روح و حیات مسکن قدیمی و آشوب و پیچیدگی آن‌ها بودند.

بتی (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با استناد به تصاویر ماهواره‌ای شهرهای چون لندن، تاتنهام و بیرمنگام به ارزیابی و قیاس بُعد خودمتشابهی، این شهرها پرداخته است. از نظر وی بُعد خودمتشابهی عاملی تعیین‌کننده در مورفولوژی شهری می‌باشد. وی که در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۰۰ میلادی استفاده کرده بود، به این نتیجه رسید که بخش قدیمی شهرهای مورد مطالعه از پیچیدگی بیشتری نسبت به بخش‌های شطرنجی و نوساز آن‌ها برخوردارند.

فرانخانوسر (۲۰۰۴) در مقاله خود به این نتیجه رسید که الگوی فراکتالی، روشی مناسب برای مقایسه مورفولوژی متنوع شهرهای اروپایی است. در این مقاله از این مدل برای شناسایی مورفولوژی شهرهای بروکسل، لیون، اشتوتگارت، هلسینکی، برگامو و استراسبورگ استفاده شده است.

مهاجری (۱۳۸۷) در مقاله خود آورده است که پیچیدگی و انسجام شهری همواره از اساسی‌ترین کیفیت‌های ساختاری و از اصول و مفاهیم محوری در شهر بوده است. ساختارهایی که در هر تراز از بزرگ‌نمایی و نیز در سطوح متفاوتی از لحاظ مقیاس با پیوندی قوی و محکم و بر اساس یک طرح مناسب به هم پیوسته‌اند (ساختار فراکتالی). در حالی که بافت‌های شهری معاصر ما به دلیل اینکه فاقد این کیفیت پایدار ساختاری‌اند، قادر به ایجاد انسجام شهری نیستند.

داده‌ها و روش‌شناسی

تحقیق حاضر، تحقیقی موردی است و به صورت تحلیلی - توصیفی و مقایسه‌ای صورت گرفته است. به‌طور کلی، روش تحقیق در این پژوهش، مبتنی بر دو مرحله اصلی زیر می‌باشد:

الف) مرحله گردآوری اطلاعات: اطلاعات مورد نیاز جهت انجام این تحقیق بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای (مطالعه کتاب‌ها، مقالات، پایان‌نامه‌ها) و داده‌های حاصل از نقشه طرح تفصیلی و در دست اجرای شهر زنجان به دست آمده است.

ب) تجزیه و تحلیل اطلاعات: در این مرحله، اطلاعات به دست آمده از مرحله قبل را با اطلاعات حاصل از نتایج به دست آمده از اجرای رابطه ریاضی مدل فراکتالی بر روی محلات مورد مطالعه ترکیب کرده و نقشه حاصل از سنتز آنها در محیط نرم‌افزار ArcGIS به دست آمده است. لازم به ذکر است که در محاسبه میزان فراکتالیتیه بودن محلات از رابطه (۱) و برای محاسبه بعد خودمیشابهی محلات از رابطه (۲) استفاده گردید که به دلیل استفاده از برنامه Excel برای محاسبه این روابط ریاضی در محلات مورد مطالعه و به منظور جلوگیری از تکرار روابط و اطاله کلام از آوردن آنها صرف نظر شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad Db = [\log N(2^{-(k+1)}) - \log N(2^{-k})] / [\log 2^{k+1} - \log 2^k] = \log_2 [N(2^{-(k+1)}) / N(2^{-k})]$$

$$\text{رابطه (۲)} \quad \frac{[\log(N(s_2)) - \log(N(s_1))]}{[\log(\frac{1}{s_2}) - \log(\frac{1}{s_1})]} = D = \frac{[\log(a)]}{[\log(\frac{1}{g})]}$$

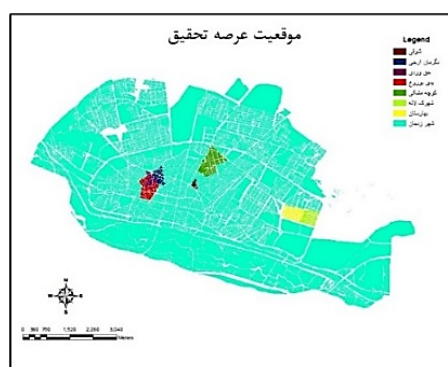
در روابط بالا، 2^k اندازه شبکه، N تعداد شبکه، D بُعد فرکتال و K اعداد طبیعی هستند (قرخلو و زنگنه شهرکی، ۱۳۸۸: ۹۱) رابطه (۱) برای شمارش خانه‌ها (شبکه‌ها) در مدل فراکتالی به کار می‌رود. در رابطه (۲)، بُعد خودمیشابهی بین ۱ تا ۲ متغیر می‌باشد و نشان‌دهنده تغییرات کوتاه متغیر است. هر قدر این عدد (نتیجه حاصل) به مقدار ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده تغییرات بلند دامنه متغیر و هرچه به ۲ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده تغییرات کوتاه متغیر می‌باشد^۲ (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۹).

نگاهی به وضعیت فعلی کهن‌شهر ایرانی زنگان و شهر فعلی زنجان، نشان‌دهنده واقعیت تلخی است. اگر بتوان مصداق زنگان را بافت قدیم و زنجان را بافت میانی و

^۲ - از آنجا که ارائه نتایج روابط ۱ و ۲ برای تمام محلات مورد مطالعه به طولانی شدن بحث منجر می‌شد لذا نگارنده با نوشتن برنامه محاسبات روابط فوق در محیط Excel، تنها به ارائه نتایج حاصل از آن که در جداول ۵ تا ۱۹ آمده، اکتفا نموده است.

جدید حاشیه بافت قدیم دانست، می‌توان دو فضای کاملاً متضاد را تداعی نمود (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: پیشگفتار). بافتی که استقرار در دل شهر، هسته اولیه شهر را شکل داده و با الگوی ارگانیک حاکم بر شکل‌گیری و تکوین آن در طول زمان، مورفولوژی پیچیده‌ای را به نمایش می‌گذارد. این بخش از شهر که در برگزیده محلات اولیه و قدیمی شهر همچون محلات یدی بوروخ، شوقی، حق‌وردی و دگرمان‌ارخی (محلات مورد مطالعه از بافت قدیم در این تحقیق) می‌باشد، با الگوی ساخت و ساز ارگانیک، به صورت تابعی از شرایط محیطی شکل گرفته است.

در تقابل با محلات قدیمی و که شهر، محلات نوسازی و جدیدی قرار دارند که طی دهه‌های اخیر و با الگوپذیری از شهرسازی مدرن، به صورت هندسی و شطرنجی در حواشی و مناطق اطراف شهر شکل گرفته‌اند. از جمله این گونه مناطق می‌توان به محلات مورد مطالعه در این تحقیق چون کوی‌های بهارستان، کوچه مشکی، لاله اشاره کرد که در تقابل با ساختار ارگانیک و مقیاس انسانی محلات قدیمی شهر، به صورت هندسی و شطرنجی، با معابر منظم و با مقیاس قرار دادن وسایل نقلیه موتوری شکل گرفته‌اند.

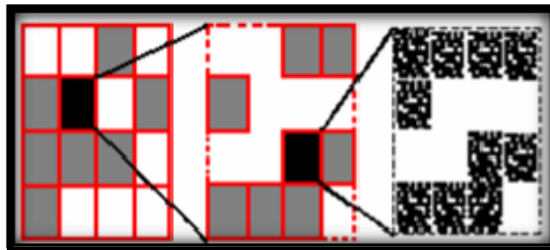


شکل ۱- موقعیت عرصه مورد مطالعه در شهر زنگنه

بحث

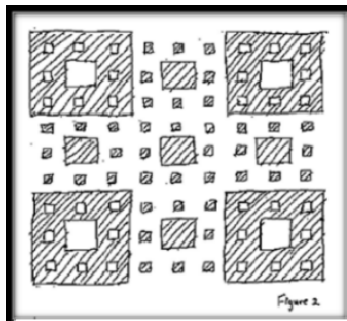
در شهرهای تاریخی، ساختارهایی با مقیاس مختلف می‌توان دید؛ در حالی که شهرهای معاصر با پایمال کردن ساختارهایی با مقیاس کوچک، سعی در افزودن بزرگترین مقیاس‌ها دارند. یکی دیگر از اهداف مشخص مدرنیسم، حذف تمامی فصول

مشترک‌های معماری با ابعاد فراکتالی و جایگزین کردن آن‌ها با مسیرهای مستقیم و طولانی، همچنین تقویت آن‌ها با ردیف‌های منظم ساختمان بوده‌است. توجه این کار هم از بین بردن آشفتگی ظاهری شهرهای قدیمی بود؛ در حالی که نمی‌دانند این بی‌نظمی ظاهری در حقیقت ترکیبی سازمان یافته به‌همراه نظمی پنهان برای زنده نگه داشتن این شهرها تا به امروز بوده‌است (کی‌نوش، ۱۳۸۵: ۴۹).



شکل ۶- نمونه‌ای از ساختار شهری فراکتال (مأخذ: خولادی، ۲۰۰۴: ۱۶۶)

سالینگاروس معتقد است شهری فراکتال است که دارای ساختارهای به هم پیوسته و منسجم در همه مقیاس‌ها از خیلی بزرگ تا خیلی کوچک در یک نظم سلسله‌مراتبی باشد. ارتباطات سلسله‌مراتبی در یک شهر منجر به زنده بودن آن شهر می‌شود؛ به عبارت دیگر، شهرهای زنده دارای تعداد زیادی ارتباطات بین گره‌ها می‌باشند؛ در حالی که شهرهای مدرنیستی فاقد این ویژگی‌اند. این ارتباطات برای این که به‌طور طبیعی توسعه پیدا کند، نیاز به تنوع بسیار زیادی از گره‌های مجاور به هم دارند. منطقه‌بندی تک‌عملکردی، مانع از ایجاد شهرهای زنده شده‌است (کی‌نوش، ۱۳۸۵: ۱).



شکل ۷- مدل پلان شهر فراکتال با نظم طبیعی (مأخذ: سیمکو، ۲۰۰۵: ۸۰)

ارزیابی میزان فراکتالیته بودن محلات در محیط GIS

محاسبه طول و عرض محلات و کوی‌های مورد مطالعه

از آنجا که هدف این مطالعه، بررسی میزان فراکتالیته بودن بافت‌های قدیم و جدید شهر زنجان و قیاس آن‌ها در این زمینه با استفاده از بُعد خانه شماری می‌باشد. بنابراین لازم بود تا با در دست داشتن نقشه عرصه‌های مورد مطالعه و با مساحی طول و عرض محدوده آن‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS و با شناسایی بزرگ‌ترین طول و عرض، به تهیه قالبی یکسان از مش که دربرگیرنده همه محلات و کوی‌ها باشد، اقدام شود. نتیجه این مساحی در جدول (۳) آورده شده است. مطالعه حاصل از مساحی طول و عرض محلات و کوی‌های مورد مطالعه، نشان می‌دهد که بالاترین رقم طول و عرض به کوی کوچه مشکی با طول حدود ۹۲۰ متر و عرض حدود ۱۰۰۰ متر اختصاص دارد.

جدول ۳- مساحی طول و عرض محلات و کوی‌های مورد مطالعه در مقیاس ۱:۵۰۰۰

نام محله یا کوی	حدود طول (متر)	حدود عرض (متر)
شوقی	۳۵۹/۳	۱۹۳/۹
دگرمان ارخی	۷۰۴	۵۰۳
حق وردی	۶۳۰	۴۵۲
یدی بوروخ	۸۷۹/۳	۷۹۳
کوچه مشکی	۹۲۰	۱۰۰۰
لاله	۶۰۵	۶۶۷
بهارستان	۷۳۶	۵۶۹

تهیه قالب کلی مش^۲

مطالعه میزان فراکتالیته بودن عرصه‌های و قیاس آن‌ها با هم، نیازمند تهیه قالب مش یکسان و هم‌اندازه می‌باشد و از طرف دیگر چون بنا بر آن بود که عرصه‌های تحقیق در مش‌هایی با ابعاد و اندازه‌های ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ متر مورد مطالعه و قیاس قرار گیرند؛ بنابراین لازم بود تا قالب مش طوری انتخاب شود که تقسیم‌بندی درونی آن بر همه اعداد فوق‌الذکر، بخش‌پذیر باشد؛ به همین خاطر، قالب مشی در ابعاد ۱۰۲۴ در ۱۰۲۴ متر انتخاب شد. سپس با تقسیم‌بندی درونی آن به ابعاد مربع‌های ۱×۱، ۲×۲،

^۲ - Mesh : چون مطالعه فراکتالیته بودن عرصه‌های تحقیق بر مبنای بعد خانه‌شماری قرار دارد؛ بنابراین مش به تقسیم بندی درونی قالب یکسانی اطلاق می‌شود که در ابعاد تعیین شده انجام می‌پذیرد.

۴×۴، ۸×۸، ۱۶×۱۶ و ۳۲×۳۲ متر، ۶ قالب کلی در اندازه‌های مذکور به دست آمد. لازم به ذکر است که به منظور جلوگیری از بروز اغتشاش در اندازه قالب کلی مش‌ها در جدول ۴، با مقیاس ۵۰۰۰ : ۱ نشان داده شده است. نتیجه حاصل از شبکه‌بندی قالب کلی مش در ابعاد ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ متر را می‌توان در جدول ۴ خلاصه کرد.

جدول ۴- ابعاد، اندازه و تعداد خانه‌های حاصل از شبکه‌بندی قالب کلی

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۱۰۲۴	۳۲	۳۲
۴۰۹۶	۶۴	۱۶
۱۶۳۸۴	۱۲۸	۸
۶۵۵۳۶	۲۵۶	۴
۲۶۲۱۴۴	۵۱۲	۲
۱۰۴۸۵۷۶	۱۰۲۴	۱

روی هم‌گذاری دو به دو مش‌ها

چون هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان فراکتالیته بودن محلات و کوی‌های مورد مطالعه و قیاس محلات جدید و قدیم شهر از نظر این شاخص (مدل فرکتال) می‌باشد. لازم است تا مش‌های به دست آمده در مرحله قبل (مرحله چهارم) را به صورت دو به دو روی هم گذاشته شوند، تا بر اساس آن بتوان به قیاس مورد نظر دست یافت. لازم به ذکر است که این روی هم‌گذاری باید به نحوی انجام گیرد که مش‌های با ابعاد مختلف (مثلاً در روی هم گذاری مش ۱×۱ متر و ۲×۲ متر) کاملاً روی هم قرار گیرند؛ تا عمل مقایسه میزان فراکتالیته بودن به درستی انجام پذیرد.

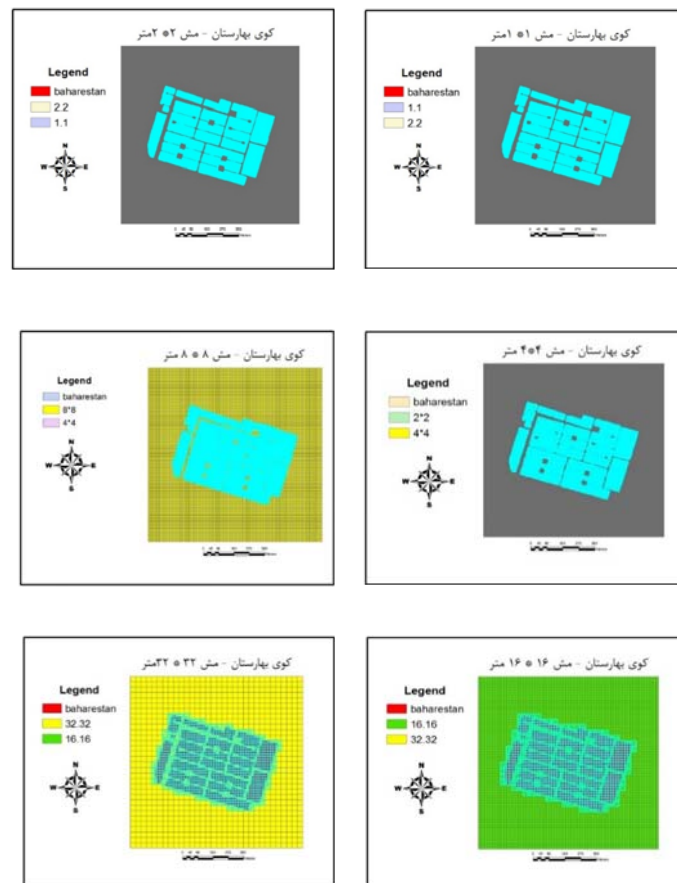
شمارش خانه‌های حاصل از تماس نقشه عرصه‌های مورد مطالعه با مش‌های دودویی

پس از قرار دادن نقشه عرصه‌های مورد مطالعه بر روی مش‌های دودویی، با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و از طریق آیکون Selection و گزینه Select by Location به عمل خانه شماری (شمارش تعداد خانه‌هایی از مش‌ها که با نقشه محدوده مورد مطالعه برخورد دارد) اقدام می‌شود.

کوی بهارستان

جدول ۵- شمارش خانه‌های حاصل از تماس کوی بهارستان با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۳۰۳	۱۰۲۴	۳۲
۱۰۸۰	۴۰۹۶	۱۶
۳۷۹۸	۱۶۳۸۴	۸
۱۳۵۱۳	۶۵۵۳۶	۴
۵۰۶۳۲	۲۶۲۱۴۴	۲
۱۹۵۹۳۳	۱۰۴۸۵۷۶	۱

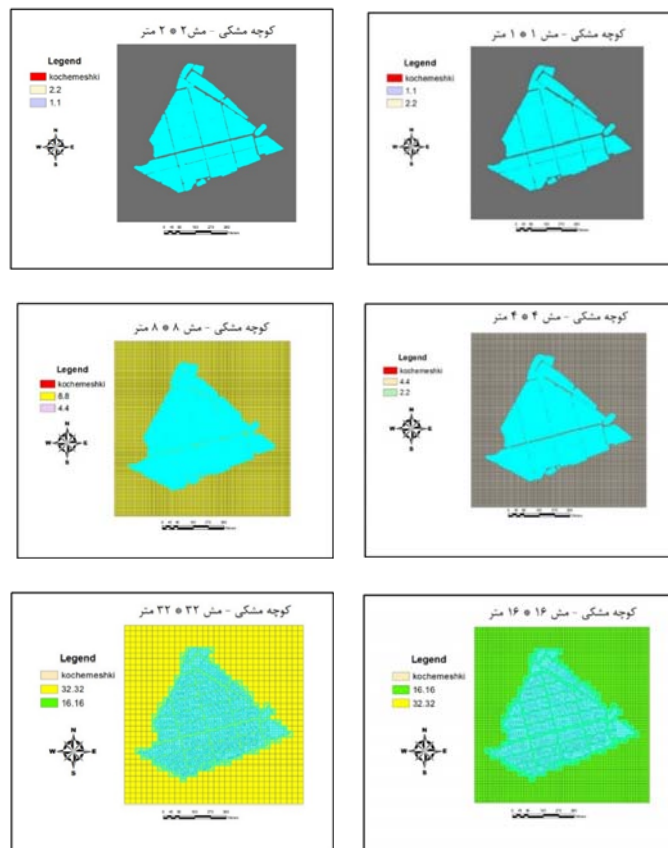


شکل ۲- نقشه حاصل از تماس کوی بهارستان با مش‌ها

کوی کوچه‌مشکی

جدول ۶- شمارش خانه‌های حاصل از تماس کوی کوچه‌مشکی با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۳۴۳	۱۰۲۴	۳۲
۱۲۶۶	۴۰۹۶	۱۶
۴۵۹۱	۱۶۳۸۴	۸
۱۶۳۹۰	۶۵۵۳۶	۴
۶۱۲۷۶	۲۶۲۱۴۴	۲
۲۳۶۲۵۰	۱۰۴۸۵۷۶	۱

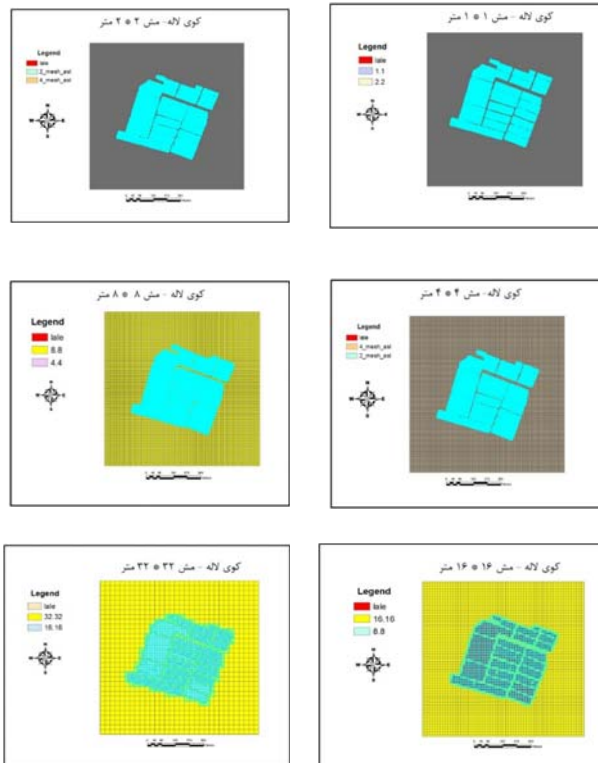


شکل ۳- نقشه حاصل از تماس کوی کوچه‌مشکی با مش‌ها

کوی لاله

جدول ۷- شمارش خانه‌های حاصل از تماس کوی لاله با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۲۶۸	۱۰۲۴	۳۲
۹۶۶	۴۰۹۶	۱۶
۳۴۷۲	۱۶۳۸۴	۸
۱۲۴۰۲	۶۵۵۳۶	۴
۴۶۵۸۱	۲۶۲۱۴۴	۲
۱۸۰۰۶۴	۱۰۴۸۵۷۶	۱

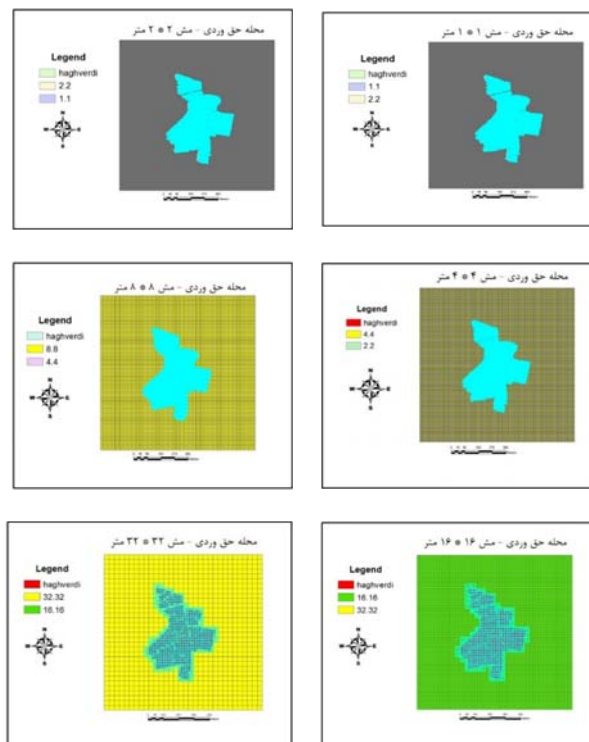


شکل ۴- نقشه حاصل از تماس کوی لاله با مش‌ها

محله حق‌وردی

جدول ۸- شمارش خانه‌های حاصل از تماس محله حق‌وردی با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۱۶۰	۱۰۲۴	۳۲
۵۷۸	۴۰۹۶	۱۶
۲۱۲۹	۱۶۳۸۴	۸
۷۹۹۶	۶۵۵۳۶	۴
۳۰۰۳۰	۲۶۲۱۴۴	۲
۱۱۴۴۵۷	۱۰۴۸۵۷۶	۱

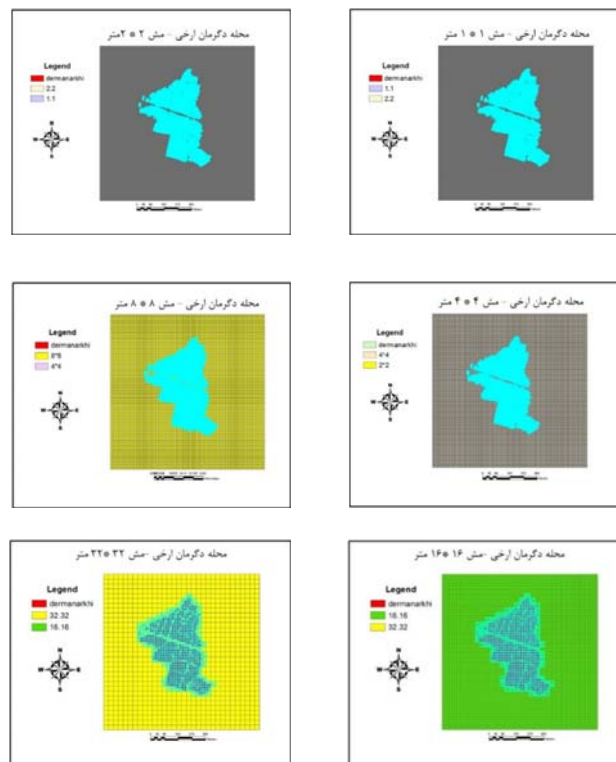


شکل ۵- نقشه حاصل از تماس محله حق‌وردی با مش‌ها

محله دگرمان ارخی

جدول ۹- شمارش خانه‌های حاصل از تماس محله دگرمان ارخی با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۱۸۹	۱۰۲۴	۳۲
۶۶۹	۴۰۹۶	۱۶
۲۴۱۶	۱۶۳۸۴	۸
۸۸۲۹	۶۵۵۳۶	۴
۳۲۴۵۲	۲۶۲۱۴۴	۲
۱۲۳۳۱۳	۱۰۴۸۵۷۶	۱

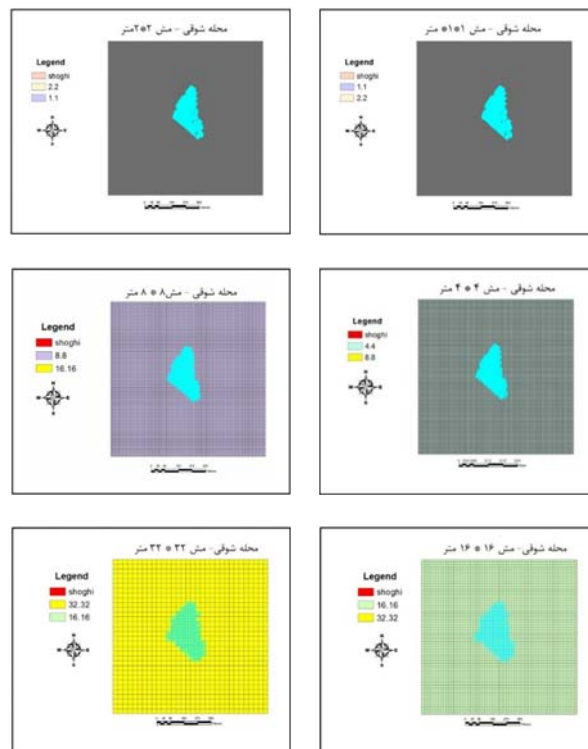


شکل ۶- نقشه حاصل از تماس محله دگرمان ارخی با مش‌ها

محله شوقی

جدول ۱۰- شمارش خانه‌های حاصل از تماس محله شوقی با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۵۸	۱۰۲۴	۳۲
۱۸۵	۴۰۹۶	۱۶
۶۵۱	۱۶۳۸۴	۸
۲۳۶۹	۶۵۵۳۶	۴
۸۷۵۲	۲۶۲۱۴۴	۲
۳۳۲۵۱	۱۰۴۸۵۷۶	۱

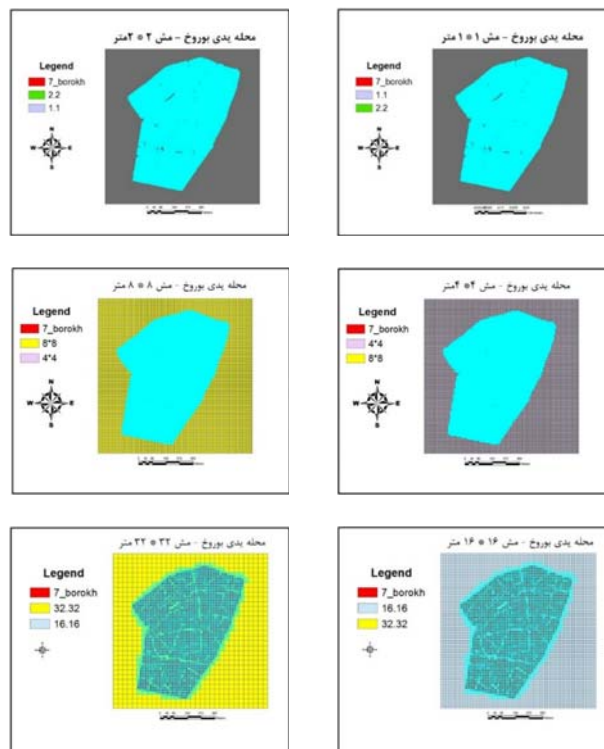


شکل ۷- نقشه حاصل از تماس محله شوقی با مش‌ها

محله یدی بوروخ

جدول ۱۱- شمارش خانه‌های حاصل از تماس محله یدی بوروخ با مش‌ها

تعداد خانه	اندازه شبکه	بعد شبکه (متر مربع)
۴۶۲	۱۰۲۴	۳۲
۱۷۴۳	۴۰۹۶	۱۶
۶۷۵۲	۱۶۳۸۴	۸
۲۵۹۸۴	۶۵۵۳۶	۴
۹۱۱۰۹	۲۶۲۱۴۴	۲
۳۷۵۸۷۲	۱۰۴۸۵۷۶	۱



محاسبه بُعد خودمتشابهی محلات

در این مرحله از انجام تحقیق به محاسبه بُعد خودمتشابهی پرداخته می‌شود. بُعد شمارش خانه، گسترش یافته شیوه محاسبه بُعد اندازه و پوشاننده است و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

محاسبه بُعد خودمتشابهی کوی بهارستان

جدول ۱۲- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خودمتشابهی کوی بهارستان

حالت	بعد خودمتشابهی کوی بهارستان	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت اول	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشلی در حالت اول	تعداد خانه های هموشلی در حالت دوم	Format
	D	S1	S2	N1	N2	
16>32	1/833641614	16	32	303	1080	
8>16	1/814208593	8	16	1080	3798	
4>8	1/83103619	4	8	3798	13513	
2>4	1/905701472	2	4	13513	50632	
1>2	1/952239026	1	2	50632	195933	

محاسبه بُعد خودمتشابهی کوی کوچه مشکی

جدول ۱۳- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خودمتشابهی کوی کوچه مشکی

حالت	بعد خودمتشابهی کوی کوچه مشکی	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت اول	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشلی در حالت اول	تعداد خانه های هموشلی در حالت دوم	Format
	D	S1	S2	N1	N2	
16>32	1/833996923	16	32	343	1266	
8>16	1/858531027	8	16	1266	4591	
4>8	1/835935517	4	8	4591	16390	
2>4	1/902506269	2	4	16390	61276	
1>2	1/946920301	1	2	61276	236250	

محاسبه بُعد خودمتشابهی کوی لاله

جدول ۱۴- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خودمتشابهی کوی لاله

حالت	بعد خودمتشابهی کوی لاله	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت اول	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشلی در حالت اول	تعداد خانه های هموشلی در حالت دوم	Format
	D	S1	S2	N1	N2	
16>32	1/849790188	16	32	288	966	
8>16	1/845671854	8	16	966	3472	
4>8	1/836733942	4	8	3472	12402	
2>4	1/909168817	2	4	12402	46581	
1>2	1/950696257	1	2	46581	180054	

محاسبه بُعد خودمتشابهی محله حقوردی

جدول ۱۵- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خودمتشابهی محله حقوردی

حالت	بعد خودمتشابهی محله حقوردی	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت اول	تعداد گسپومات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشلی در حالت اول	تعداد خانه های هموشلی در حالت دوم	Format
	D	S1	S2	N1	N2	
16>32	1/852997588	16	32	160	578	
8>16	1/881034552	8	16	578	2129	
4>8	1/909102522	4	8	2129	7996	
2>4	1/909054098	2	4	7996	30030	
1>2	1/930329318	1	2	30030	114457	

محاسبه بُعد خود متشابهی محله دگرمانارخی

جدول ۱۶- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خود متشابهی دگرمانارخی

حالت	بعد خود متشابهی محله دگرمانارخی	تعداد تقسیمات ضلع مربع در حالت اول	تعداد تقسیمات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشی در حالت اول	تعداد خانه های هموشی در حالت دوم	Format
D	1/823619076	S1	S2	N1	N2	16>32
	1/852542339	8	16	669	2416	8>16
	1/869629588	4	8	8829	2416	4>8
	1/877985445	2	4	32452	8829	2>4
	1/925945602	1	2	123313	32452	1>2

محاسبه بُعد خود متشابهی محله شوقی

جدول ۱۷- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خود متشابهی محله شوقی

حالت	بعد خود متشابهی محله شوقی	تعداد تقسیمات ضلع مربع در حالت اول	تعداد تقسیمات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشی در حالت اول	تعداد خانه های هموشی در حالت دوم	Format
D	1/673400465	S1	S2	N1	N2	16>32
	1/815132273	8	16	651	185	8>16
	1/86354875	4	8	2369	651	4>8
	1/88533454	2	4	8752	2369	2>4
	1/925713086	1	2	33251	8752	1>2

محاسبه بُعد خود متشابهی محله یدی بوروخ

جدول ۱۸- نتیجه حاصل از محاسبه بُعد خود متشابهی محله یدی بوروخ

حالت	بعد خود متشابهی محله یدی بوروخ	تعداد تقسیمات ضلع مربع در حالت اول	تعداد تقسیمات ضلع مربع در حالت دوم	تعداد خانه های هموشی در حالت اول	تعداد خانه های هموشی در حالت دوم	Format
D	1/915607813	S1	S2	N1	N2	16>32
	1/953742335	8	16	6752	1743	8>16
	1/944236728	4	8	25984	6752	4>8
	1/91676195	2	4	98109	25984	2>4
	1/937784055	1	2	375872	98109	1>2

به طور کلی، میانگین حاصل محاسبه بُعد خود متشابهی در محلات بافت قدیم و جدید نیز از روند افزایشی منظم تری در محلات بافت قدیم نسبت به کوی های بافت جدید حکایت دارد.

جدول ۱۹- میانگین نتایج حاصل از محاسبه بُعد خود متشابهی محلات بافت قدیم و جدید

حالت	محلات بافت قدیم	کوی های بافت جدید
۱۶ - ۳۲	۱/۸۱	۱/۸۵
۸ - ۱۶	۱/۸۷	۱/۸۳
۴ - ۸	۱/۸۹	۱/۸۳
۲ - ۴	۱/۸۹	۱/۹۰
۱ - ۲	۱/۹۲	۱/۹۴

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به مطالعه هفت محله و کوی مسکونی شهر زنجان اقدام شد. سه کوی مسکونی بهارستان، کوچه‌مشکی و لاله جزو بافت جدید و محلات حقوق‌وردی، دگرمان‌ارخی، شوقی و یدی‌بوروخ از بافت قدیم شهر به‌عنوان نمونه مطالعاتی انتخاب شدند. از مدل هندسی فراکتالی به‌منظور نشان دادن میزان فراکتالیت و پیچیدگی ساختاری در بافت استفاده شد که نتایج زیر به‌دست آمد:

- در مش‌هایی با ابعاد کوچک‌تر میزان فراکتالیت بودن بافت‌های انتخاب شده نسبت به مش‌های بزرگ‌تر بیشتر ملموس می‌شود.
- قیاس نتایج به‌دست آمده از محاسبه بُعد خودمتشابهی نشان می‌دهد که محلات بافت قدیم نسبت به کوی‌های بافت جدید شهر فراکتالیت‌تر می‌باشد.
- از آنجا که اعداد حاصل از محاسبه بُعد خودمتشابهی می‌تواند نظم هندسی یا ارگانیکی بافت‌ها را تبیین کند؛ بنابراین با قیاس نتایج حاصل از این محاسبه در نمونه‌های مورد مطالعه می‌توان گفت که محلات بافت قدیم نسبت به بخش‌های جدید شهر از پیچیدگی بیشتر برخوردارند.
- نتایج حاصل از محاسبه بُعد خودمتشابهی در نمونه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که فاصله عددی بین حالت‌های دودویی مش‌ها، در محلات بافت قدیم از نظم بیشتری نسبت به کوی‌های نوساز شهر برخوردار است.
- میانگین حاصل محاسبه بُعد خودمتشابهی در محلات بافت قدیم و جدید نیز از روند افزایشی منظم‌تری در محلات بافت قدیم نسبت به کوی‌های بافت جدید حکایت دارد (جدول ۱۹). با دقت در این جدول می‌توان دریافت که از نظر میانگین محلات نیز، محلات بافت قدیم فراکتالیت‌تر از کوی‌های بافت جدید می‌باشند.
- به استناد جدول (۱۹) می‌توان گفت تفاوت بین کمینه و بیشینه شاخص فراکتالی در محلات بافت قدیم (۰/۹) کمتر از کوی‌ها و محلات بافت جدید (۰/۱۱) می‌باشد.

فهرست منابع

۱. بحرینی، سیدحسین. بلوکی، بهناز. تقابن، سوده. (۱۳۸۸). تحلیل مبانی نظری طراحی شهری معاصر. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲. بویل، کارل. (۱۳۸۶). هندسه فراکتال در معماری و طراحی. ترجمه محمدعلی اشرف گنجویی و حسین فلاح. کرمان: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۳. جلالی، سیدعبدالمجید. ابوالحسینی، علی. (۱۳۸۸). بررسی خواص فراکتالی در رفتار نرخ ارز ایران. نشریه مطالعات اقتصاد بین‌الملل. سال ۲۰، شماره ۳۵، صص ۳۹-۴۸.
۴. حبیبی، کیومرث. پوراحمد، احمد. مشکینی، ابوالفضل. (۱۳۸۷). از زنگان تا زنجان (سیری بر تحولات کالبدی - فضایی بافت کهن شهر). زنجان: انتشارات دانشگاه زنجان.
۵. قرخلو، مهدی. زنگنه شهرکی، سعید. (۱۳۸۸). شناخت الگوی رشد کالبدی - فضای شهر با استفاده از مدل‌های کمی. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۰، شماره ۲.
۶. کی‌نوش، علی. (۱۳۸۵). تحلیل روش شناسی قیاس در علوم پسامدرن و معماری ایران (رویکردی به تئوری آشوب و هندسه فراکتال). رساله دکتری رشته معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
۷. ملک‌عباسی، منصور. (۱۳۸۱). هندسه فراکتال در جغرافیا. فصلنامه رشد آموزش جغرافیا، شماره ۶۲.
۸. مهاجری، ناهید. (۱۳۸۷). پایداری کالبدی در شهرهای سنتی ایرانی، اصل انسجام و پیچیدگی در طراحی شهری - ساختار فراکتالی. فصلنامه تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۰، شماره ۳، صص ۱۲۹-۱۲۱.
۹. میرکتولی، جعفر. بارگاهی، رضا. عقیلی، سیده زهرا. (۱۳۹۳). تبیین ابعاد استفاده از هندسه فرکتال در تحلیل‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۴، شماره ۱۴، صص ۸۱-۵۵.
10. Batty, Michael., (2011). **Cities; Building a science of cities.** Elsevier Journal. Doi: 10.1016 (www.elsevier.com/locate/cities).
11. Batty, Michael., Longley, Peter., (1994). **Fractal Cities: A geometry of form and function.** Academic press, San Diego, CA and London.
12. Bettencourt.Luis, M.A., (2013). **The origins of scaling in Ccities.** Science Mages, Vol. 340.

13. Frankhauser, Pierre., (2004). **Comparing the morphology of urban pattern in Europe – a fractal approach, insights on outskirts**. Report Cost action 10 urban civil engineering, Vol.2, pp: 79-105.
14. Kholadi. Mohamed-Khireddine., (2004). **Fractal structure of the urban objects**. The International Arab Journal of Information Technology, Vol.1, No.2, pp: 164 – 170.
15. Mandelbrot, Benoit., (1967). **How long is the cost of Britain?** Statistical self – similarity and fractal dimension, Science 155.
16. Nikos.A. Salingaros., (2005). **Connecting the fractal city**. Barselona April.
17. Simko.Charles, A., (2006). **Theoretical Architecture in Structure of Dense Urban Reform**. Thesis submitted to the faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University in Partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Architecture.
18. Xiaoshu, Lu.Derek., Clements.Viljanen, Martti., (2012). **Fractal Geometry and architecture design**. Department of civil and structural engineering, school of engineering, Aalto University, Chaotic Modeling and simulation (CMSIM).