

## بررسی میزان پراکندگی بافت شهری به کمک مدل هندسه فراکتال و تئوری پیچیدگی جهت یافتن الگوهای توسعه شهری نمونه موردی: منطقه ۲۰ تهران

غزاله گودرزی<sup>۱\*</sup> و طوفان حقانی<sup>۲</sup>

اطلاعات مقاله	چکیده
<p><b>واژگان کلیدی:</b> پیچیدگی، پراکندگی شهری (Sprawl)، توسعه کالبدی، هندسه فراکتال.</p>	<p>توسعه کالبدی و رشد جمعیتی شهرها تا پیش از چند دهه اخیر دارای افزایش هماهنگ و متعادل بود اما با بروز تحولات جدید، شهرها به سرعت تغییرات و دگرگونی هایی را پذیرفتند. از طرفی تغییر الگوهای کاربری زمین پدیده خاصی است که تاثیرات خود را به طور مستقیم بر پراکندگی شهری اعمال می کند. پراکندگی مراکز شهری و محلات شهری معضلی است که در حال حاضر در تمامی کشورها وجود دارد. الگوی توسعه فضایی شهرها بسیار پیچیده است و بررسی میزان پراکندگی بافت شهری با روش های رایج دقت کمتری دارد. لذا این پژوهش برای یافتن الگوی پراکندگی شهری با در نظر گرفتن شاخص های تراکم، مساحت مناطق ساخته شده و ... به بررسی گسترش افقی و رشد شهری می پردازد و سپس با استفاده از تکنیک های GIS در کنار شاخص های آماری و عکس های هوایی به اندازه گیری بعد فراکتال می پردازد. از سویی حوزه جنوبی تهران به دلیل اقتصادی و قدمت تاریخی اهمیت فراوانی دارد و تا به حال مورد پژوهش های بسیاری قرار گرفته است. از بین مناطق حوزه جنوبی تهران، منطقه ۲۰ به تازگی هم از جهات جنوب به روستاهای اطراف خود نزدیک شده و هم از سمت غرب به شهریار و شهر قدس بسیار نزدیک شده است. بررسی میزان پراکندگی و پیچیدگی این منطقه با استفاده از عکس های ماهواره ای سال ۸۵ و ۹۲ و محاسبه بعد فراکتال انجام شده است و رابطه مستقیمی بین مقدار پیچیدگی و پراکندگی شهری بدست آمد.</p>

### ۱- مقدمه

است و خود را به پیشرفت های جهان سپرده است. شاید نتوان چیزی را در ثبات کامل پیدا کنیم. آدامز آشفتنگی را این گونه تعریف می کند: "از آشفتنگی زندگی زائیده می شود، در حالیکه از نظم عادت به وجود می آید". سیستم های آشوبناک به خصوص در سیستم های شهری نسبتاً تئوری جدیدی است. پراکندگی شهری اغلب به عنوان یک بازه ی زمانی بین مناطق توسعه یافته، مناطق ساخته

جهان مداوم در حال تغییر و تحول است و انسان به عنوان یکی از عناصر اصلی این جهان از تغییر و تحول جا نمانده

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: ghazal\_goodarzi@ymail.com

۱. کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

۲. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز

### ۳- مبانی نظری

#### ۳-۱- تئوری پیچیدگی

پیچیدگی چیست؟ ادگار مورن معتقد است که پیچیدگی در وهله اول یک بافت است، بافتی با اجزای ناهمگن که به گونه ای جدایی ناپذیر گرد آمده اند: پیچیدگی در واقع بافت رویدادها، کنش ها، برهم کنش ها، واکنش ها، قطعیت ها و اتفاقاتی است که جهان پدیداری ما را می سازد. پیچیدگی شامل بی یقینی در بطن سیستم های بسیار سازمان یافته و عدم تعیین ها و پدیده های نامعلوم است. بنابراین می توان گفت که پیچیدگی عبارت است از فرا رفتن از رویکرد تقلیل گرایی (همگن کردن و فرو کاستن) که رویکرد سنتی پژوهش های علمی است پیچیدگی پیوند میان آن چه گسسته، جدا و متمایز شده است. پیچیدگی آمیزش درونی نظم و بی نظمی است. [۱] از ویژگی های یک سیستم پیچیده، نه کاملاً قطعی و نه کاملاً تصادفی بودن آنها است. بخش های مختلف سیستم های پیچیده به هم مربوط هستند و بر یکدیگر اثر می گذارند و بازخورد مثبت و منفی در یک سیستم پیچیده وجود دارد. سطح پیچیدگی بستگی به موقعیت سیستم، محیط زیست و ماهیت تعاملات بین آنها دارد. پیچیدگی را می توان "لبه آشوب" هم نامید. لبه آشوب، مرحله زمانی است که سیستم می تواند به انجام محاسبات پیچیده تری برسد. در زندگی روزمره، می بینیم پیچیدگی در جریان ترافیک، تغییرات آب و هوا، تغییرات جمعیت، رفتار سازمانی، تغییر در افکار عمومی، توسعه شهری، و بیماری های همه گیر دیده شود.

BATY نیز دو ویژگی را در تعریف پیچیدگی و سیستم پیچیده مشترک می داند: (۱) گسترش یک سیستم پیچیده در تمام ابعاد فضایی - زمانی صورت می گیرد. لذا ساده سازی و تجمیع باعث کاهش قدرت ساختار آن می شود. (۲) داشتن فرآیند غیر خطی، بدین معنی است که پویایی در زمان و فضا منجر به ایجاد تغییرات غیر قابل پیش بینی، پدیدار شدن اشیاء جدید و تغییر در اشیای

شده بهم پیوسته، زمین های خالی، نشان دهنده ی فضای پر شده بسیار نامنظم و خود متشابه است که خاصیت فراکتالی را از خود نشان می دهد. اگر یک منطقه که بطور غیر منظم پخش شده است را در نظر بگیریم، پیکربندی هندسی آن نامنظم و پراکنده است و یک شکل هندسی منظم نیست بلکه یک شکل غیر هندسی با بعدی حقیقی است. پس برای محاسبه پراکندگی می توان از هندسه فراکتال استفاده کرد.

پراکندگی شهری باعث از دست دادن زمین های سازگار با محیط زیست، کاهش فضاهای باز منطقه ای، افزایش آلودگی هوا، مصرف انرژی بالاتر، افزایش جمعیت، استفاده از وسایل نقلیه شخصی، پیدایش بافت های فرسوده شهری، بهره (رانت) زمین و ... شده است. لذا در این مقاله سعی شده است با معرفی ابزار جدید برای شناسایی الگوهای مختلف پراکندگی شهری و شناخت متغیرهای تاثیر گذار در ظهور آن به اهمیت این موضوع پرداخته شود.

#### ۲- روش پژوهش

در این مقاله با روش تحلیلی- تطبیقی، علاوه بر روش های کتابخانه ای و میدانی، از روش های دیگری مانند روشهای آماری و کمی نیز استفاده شده است. جهت بررسی میزان پراکنش منطقه ۲۰ شهرداری تهران و شناخت الگوی توسعه فیزیکی این منطقه از شاخص بُعد فراکتال استفاده شده است. همچنین برای نشان دادن نقشه های مراحل رشد و توسعه فضایی شهر و موقعیت منطقه مورد مطالعه از نرم افزار ARC GIS استفاده گردیده است. در این مقاله با هدف اصلی بکار گیری هندسه فراکتال و کاربرد آن در امر شهرسازی، سعی شد تئوری پیچیدگی شرح داده شود و بعد فراکتال به عنوان ابزاری برای محاسبه میزان این پیچیدگی به کار رود.

بسیاری از پژوهشگران غربی به تعریف پراکندگی شهری از طریق تعاریف و توصیف های ارائه شده توسط محققان یا سازمان های غربی پرداخته اند و تفاوت های ظریفی که با توجه به شکل شهری، کاربری زمین، اثرات و تراکم متفاوت است را بیان کرده اند.

گاهی توسعه اشکال شهر خطی، مانند توسعه نواری در امتداد مسیرهای اصلی حمل و نقل، نیز به عنوان پراکندگی در نظر گرفته شده است. حالت دومی که در تعریف پراکندگی بیان می شود، استفاده از الگوهای کاربری زمین است. تفکیک فضایی از کاربری زمین، که به معنی کاربری های مختلف از زمین است، گاهی به عمد رها شده است و در فاصله ی زیاد دیگری ادامه یافته است و یا در فاصله ای زیاد نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند که اغلب پیدایش این الگوهای زمین برای تعریف پراکندگی استفاده می شود. با این حال، پراکندگی نمی تواند به وضوح فقط در فرم شهری و یا براساس کاربری زمین، تعریف شود. تعریف سومی در ارتباط با اثرات پراکندگی شهری وجود دارد، به عنوان مثال از نظر هزینه هایی که اثرات عواملی از قبیل گسترش شهر پدید می آورند.

تغییر در تعاریف پراکندگی شهری توسط پژوهشگران غربی از بحث در تغییر کاربری زمین شهری و دید متفاوت داشتن به پراکندگی پس از جنگ جهانی دوم به دو دلیل اصلی آغاز شد. اولاً، پراکندگی شهری در ابتدا بی اثر بوده و تاثیری بر شهرها نداشت. اما پژوهشگران به مرور به اثرات زیان بار آن پی بردند. اوایل پراکندگی شهری تنها به عنوان گسترش فضایی شهر در مراحل اولیه در نظر گرفته شده بود اما با گسترش و افزایش روز افزون شهرها عواقب نامطلوب نیاز به تعاریف دیگر برای پراکندگی رخ نمایاند. ثانیاً، تعریف از پراکندگی شهری به طور فزاینده ای در حال تقویت و بهبود یافتن بود. پس از تغییر در نگرش به پراکندگی شهری، پراکندگی در ابتدا به عنوان توسعه ناپیوسته از فضای شهری شرح داده شد و پس از آن تعاریف و توصیفات بیشتری مانند: وابستگی به خودرو،

موجود می شود و این موضوع یکی از خصوصیات فرآیند غیر خطی است [۲].

تئوری آشوب یا تئوری سیستم های غیرخطی نگرشی جدید است که کاربردهای فراوانی را برای هر علمی در پی داشته و از هر گونه تفکر قطعی و کل گرای بی بهره دور است. نظریه آشوب که از توسعه نظریه عمومی سیستم ها حاصل می شود، بیان می کند که یک سیستم پیچیده، سیستمی است که شامل تعداد زیادی از عاملان و واسطه ها باشد که از طرق مختلف بر یکدیگر اثرگذار باشند. اگر این عاملان، اعمالشان را در اثر حوادث در فرآیند تاثیر گذاری تغییر دهند، چنین سیستمی آشوبناک نامیده می شود.

یک سیستم شهری از عوامل تاثیر گذار بی شماری تشکیل شده است پس می توانیم یک شهر را یک سیستم آشوبناک بدانیم. با بررسی مقالات و کتب مربوط به نظریه آشوب براحتی می توان دریافت که تمامی محققان در این زمینه هم قول هستند که برنامه ریزی بلند مدت و استراتژیک در محیط بی نظم و آشوبناک کاری بیهوده و عبث است. اگر کسی این قضیه را بپذیرد که محرک موفقیت بی نظمی است پس تمامی شکل های برنامه ریزی بلند مدت کاملاً غیر موثر است. به طور خلاصه، می توان نتیجه گرفت که آشوب و نظریه فراکتال به عنوان زیر مجموعه ای از نظریه پیچیدگی قابل درک می باشند. در حالی که تئوری آشوب رفتار عجیبی از عناصر و اجزای سازنده را که در تعامل با سیستم پیچیده غیر خطی هستند توضیح می دهد، نظریه فراکتال پیچیدگی در حال ظهور در فرم و ساختار چنین سیستمی را فراهم می کند.

### ۳-۲- پراکندگی شهری

الگوی رشد و توسعه کالبدی شهر به دو دسته اصلی گسترش افقی یا پراکندگی شهر (Sprawl) و الگوی شهر فشرده (Compact city) تقسیم می گردد [۳]. پراکندگی شهری یکی از مسائل کلیدی امروز است.

شهری، پراکنش شهری، رشد بی رویه، پراکنده رویی شهری ترجمه شده است. اما ما در اینجا پراکندگی شهری را یک شکل از توسعه فضایی، تراکم کم، پراکنده، ناپیوسته و حرکت جهشی (leapfrog) در نظر می‌گیریم. پدیده پراکندگی مراکز شهری، اغلب به عنوان suburbanization مطرح می‌شود، در واقع، پراکندگی در مطالعات اخیر به عنوان یک مفهوم چند بعدی شناخته شده است. پدیده ای که نیاز به مجموعه متفاوتی از اقدامات، برای هر یک از ابعاد دارد.

اغلب علت اصلی پدیده پراکندگی در کشورهای توسعه یافته (غربی) را استفاده بیش از حد از اتومبیل شخصی و حومه نشینی می‌دانند. اما این دلیل نه تنها علت بوجود آمدن پراکندگی در کشورهای در حال توسعه (همانند ایران) نیست بلکه وجوه مختلفی و مهمتر از این موضوع را می‌توان بیان کرد. طبق تعریف، sprawl نوعی توسعه بدون برنامه ریزی، بدون کنترل، ناهماهنگ و تک عملکردی که هم نقش ترکیبی از کاربری فراهم نمی‌کند و هم از نظر عملکردی هیچ رابطه ای با کاربری های اطراف شهر ندارد و به عنوان یک توسعه کم تراکم، خطی یا نواری، متفرق، جدا از هم و توسعه جدا افتاده است، به نظر می‌رسد. چهار نوع متداول از گسترش افقی شهر عبارتند از: توسعه جدا از هم، توسعه نواری تجاری، تراکم پایین (تراکم یا همان تراکم جمعیتی و یا تعداد واحدهای ساختمانی در منطقه)، توسعه تک عملکردی یا ایزوله.

به عقیده اوینگ [۸]، استفاده از الگوی پراکندگی برای تعریف پدیده کافی نیست. وی این جمله برخی از محققان را که "ما چیزی را پراکنده رویی می‌نامیم که آن را بینیم" به دو دلیل نفی می‌کند. استدلال نخست وی بر این اساس است که پراکندگی الگویی مطلق نیست بلکه شدت و ضعف دارد، دوم این که پراکندگی پدیده ای تک بعدی نیست و ابعاد مختلفی دارد.

کاربری زمین های تک، توسعه کم تراکم و ... به آن افزوده شد.

به طور معمول بیشتر افراد، رشد گسترش و پراکنش شهری را با فرض مترادف بودن به جای هم به کار می‌برند. ولی معنای این اصلاحات یکسان نمی‌باشد. به این معنا که، به افزایش اراضی توسعه یافته عموماً رشد شهری گفته می‌شود، و گسترش شهری یکی از شکل های آن است. پس می‌توان پراکندگی شهری را با رشد شهری برای شهرهای بزرگ مترادف دانست. اما به طور اختصاصی تر آن را به عنوان رشد ناهماهنگ تعریف کرد و به نحوی آن را توسعه یک شهر بدون نگرانی از عواقب و اثرات زیست محیطی دانست. Sprawl واژه ای به معنی مصرف بی رویه، توسعه غیر متداوم جهشی و استفاده ناکارآمد از زمین است. [۴]

با این حال، همه برنامه ریزان پراکندگی موافق هستند که باید با این موضوع سر و کار داشت و آن را مهار کرد. برخی نیز معتقد هستند که این موضوع اجتناب ناپذیر بوده، بی ضرر، و یا حتی مثبت است. اوینگ [۵] استدلال کرد که هیچ تعریف قابل قبولی از پراکندگی شهری وجود ندارد. به عبارت دیگر، پراکندگی قابل ملاحظه است، اما هنوز مطمئن نشدیم که آنچه در آن است دقیقاً و یا چگونه باید اندازه گیری شود.

Li سبک آشفته و در هم ریخته پراکندگی شهری در چین و رشد سریع شهری با گسترش فضایی را مورد بحث قرار دادند [۶]. برهمین به شدت از توسعه شهری کم تراکم دفاع می‌نماید و در کتاب خود می‌نویسد که مردم زندگی در الگوهای شهری پراکنده گونه را می‌پسندند و در حقیقت، پراکندگی از علایق مصرف کنندگان است. وی معتقد است که انتقاد به پراکنش، انعکاس گر گرایش طبقاتی نخبگان روشنفکر است [۷]. می‌توان گفت پراکندگی شهری یک پدیده پیچیده است که علاوه بر این که به صراحت تعریف نمی‌شود، مشکل در سنجش و اندازه گیری دقیق آن نیز وجود دارد. اصطلاح sprawl به معنای مختلفی از جمله گسترش افقی شهر، پراکندگی

## ۳-۳- الگوهای فضایی از پراکندگی شهری

توسعه می یابند و سپس با فاصله ای تکه ی دیگر رشد می کند.

- توسعه خطی ( نوار توسعه تجاری) commercial strip development

این الگوه دنباله ساخت کریدورهای حمل و نقلی عمده بیرون از هسته شهر پدید می آید. به دین صورت که زمین های مجاور کریدورهای حمل و نقل توسعه می یابند اما چون اغلب برای افرادی که در شهر هستند هم از نظر هزینه و هم دسترسی مقرون به صرفه نیست، همواره برای اهالی محلی همان منطقه باقی می ماند. اما با گذشت زمان این سرزمین های خام ممکن است به استفاده های شهری تبدیل شود و زیر ساخت های عمده با گسترش جاده ها و خطوط به آن مناطق انتقال داده شود. تفاوت این رشد با رشد ایزوله در این است که در رشد خطی، قطعه هایی که به یک ناحیه شهری تبدیل شده اند به صورت خطی به هم متصل می باشند.

-توسعه کم تراکم low-density development

این نوع الگو استفاده مصرفی از زمین برای اهداف شهری در حاشیه مناطق شهری است. این نوع از پراکندگی با افزودن تدریجی مناطق کنار شهر با تامین زیر ساخت های اولیه مانند آب، برق و ... بوجود می آید.

این نوع توسعه بر روی قطعات نسبتا بزرگ شکل می گیرند که در آنها فقط خانه های همجوار وجود دارد. منتقدان توسعه کم تراکم اظهار می کنند که این شکل گستردگی، فضاهای بیشتر و فواصل با رفت و آمد طولانی را در بر می گیرد.

-توسعه تک بعدی (ظهور کاربری های زمین تک بعدی)

single land use development

در رشد تک بعدی یا ایزوله یک یا چند قطعه توسعه نیافته اندکی دورتر از مناطق توسعه یافته موجود، در حال رشد و توسعه هستند. ویژگی مشخصه این نوع رشد، وجود واحدهای مسکونی جدید یا ساخت و سازهای مشابه است که در پیرامون آنها یا زمین های توسعه یافته وجود

همانطور که بهاتا [۹-۱۲] اشاره کرد: "در کشورهای صنعتی رشد آینده جمعیت شهری متناسب با نرخ رشد متوسط جمعیت آنها است که بیش از ۸۰ درصد جمعیت آنها در حال حاضر در مناطق شهری زندگی می کنند. در مقابل، کشورهای در حال توسعه در وسط روندگذار و تحول هستند، چون نرخ رشد بالاتری دارند". رشد استثنایی بسیاری از شهرهای متراکم در بسیاری از کشورهای در حال توسعه نتیجه سه فرآیند تغییر ساختاری است: گذار پس از جدایی از اشتغال به کشاورزی، بالا رفتن رشد جمعیت و افزایش نرخ شهرنشینی می باشد. بزرگترین چالش برای علم مهندسی و فن آوری در قرن ۲۱، چگونگی تامین مسکن مناسب، بهداشت، سلامت، خدمات، حمل و نقل در محیط های شهری قابل سکونت برای کشورهای در حال توسعه می باشد. همواره پراکندگی به عنوان یکی از تهدیدات بالقوه برای توسعه در نظر گرفته شده است. چهار نوع الگو از پراکندگی مراکز شهری وجود دارد، که منعکس کننده خلاصه ای از ویژگی های پراکندگی که توسط اوینگ [۱۳] معرفی شده است که عبارتند از:

- توسعه منفصل leapfrog development

این نوع توسعه که در بسیاری از متون پرش قورباغه ای ترجمه شده است، زمانی شکل می گیرد که توسعه دهندگان، مساکتی را با مقداری فاصله از نواحی موجود، با دور زدن قطعات خالی که به شهر نزدیک تر هستند ایجاد می کنند. تحت چنین شرایطی مردم رفت و آمد طولانی را تحمل می کنند [۷]. توسعه گره گره حرکت کردن، یا منفصل یک الگوی ناپیوسته شهرنشینی است، با تکه های از اراضی توسعه یافته که به طور گسترده ای از همدیگر جدا هستند و در مواردی مناطق شناخته شده شهری را هم در بر می گیرند. برخی این الگو را مانند حرکت قورباغه می دانند که منفصل و بهم پیوسته نیست و با جهش همراه است. در واقع در هر جهش تکه ای از اراضی

بر زیر ساخت های زیر بنایی شده است. هدف این پژوهش تعیین میزان پیچیدگی شهری و به دنبال آن تعیین پراکندگی شهری می باشد. [۱۶]

#### ۴-۱- بُعد فراکتال به عنوان شاخص پیچیدگی

در این تحقیق چنین بحث شد که توسعه ی شهری فرایندی آشوبناک است و می توان آن را به عنوان ساختاری پیچیده تعریف کرد و چنین پیچیدگی تنها از طریق الگوهای فضایی که نشان دهنده ی بی نظمی ترکیب بندی شهر است قابل تعیین است [۱۷]. برای نشان دادن الگوی فراکتالی در داده ها می توان یک بُعد فراکتالی برای آن یافت تا مطالعه و پیش بینی رفتار مجموعه داده در آینده آسانتر باشد. بُعد فراکتالی پارامتری برای بیان میزان پیچیدگی بین داده ها است.

بر اساس شکل و یا ساختار با یک و یا چند شیوه از روش های زیر، می توان شبکه ها، خطوط، منحنی ها، سطوح و ... را بررسی نمود.

این شیوه ها عبارتند از [۱۸-۲۱]:

۱- بعد شبکه ای

۲- بعد خطی

۳- محیط - مساحت

۴- بعد اطلاعاتی

۵- بعد تجمعی

بعد فراکتالی نشان می دهد که در طبیعت ابعاد کسری و شکسته وجود دارند بر خلاف هندسه اقلیدسی که بعد صحیح اشکال را نشان می دهد. بر خلاف هندسه اقلیدسی، بعد در هندسه فراکتالی الزاما یک عدد طبیعی نیست و می تواند یک عدد حقیقی مثبت باشد. بنابراین به دلیل این که  $D$  به عنوان فضا، به صورت یک کسر بیان شده است. بعد فراکتالی از رابطه زیر:

$$D = \frac{\log N}{\log \frac{1}{S}} \quad (1)$$

ندارد و یا اینکه به میزان بسیار اندکی این زمین ها توسعه یافته اند. [۱۴-۱۵]

تمامی این گونه ها منجر به وابستگی به اتومبیل می شود زیرا در این نوع از شهرها اغلب از حوزه حمل و نقل عمومی خارج شده اند و پیاده روی هم امکان پذیر نمی باشد. برخلاف برنامه ریزی دقیق برای شهرهای ماهواره ای براساس سیستم های عمومی موجود و یا برنامه ریزی شده، توسعه منفصل با توجه به این که نیازمند ارائه خدمات شهری مانند آب و فاضلاب و .. است همواره پرهزینه ترین نوع توسعه است. علاوه بر این، توسعه نوار تجاری را می توان به عنوان نوع دیگری از پراکندگی شهری در نظر گرفته، چون نوار تجاری اغلب به دور از مناطق مسکونی و مناطق با عملکردهای دیگر است. توسعه با تراکم کم، همراه با روند شهرنشینی فرعی رخ می دهد. پراکندگی تک بعدی را بدین گونه هم توصیف می کند، چندین الگوی کاربری زمین که معمولا در هم اوایی با هم رخ می دهند.

#### ۴- اندازه گیری پراکندگی شهری

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و گسترش بی رویه و پراکنده شهرها در سراسر جهان برنامه ریزان و طراحان شهری به فکر حل این بحران جهانی بودند و راه هایی را برای محاسبه پراکندگی و پیشگیری از آن پیشنهاد نمودند. ایران هم از این قاعده مستثنی نبوده است و در تحقیقات زیادی به بررسی و حل این مشکل پرداخته شده است. لیکن همواره روش تحقیق توصیفی - تحلیلی بوده است و برای تحلیل داده ها از مدل آنتروپی شانون و هلدرن، ویلیامسن، امتیاز استاندارد شده، HDI و ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شده است. الگوی پراکنش باعث به هدر رفتن وقت و هزینه مردم، به واسطه افزایش بیش از حد فاصله محل کار، خرید و زندگی، رواج الگوهای مصرفی غلط از طریق افزایش استفاده از منابع انرژی و تحمیل هزینه های سرسام آوری

شهری است که در جهان ساخته شده است. ری قدمتی فراتر از تاریخ دارد، قدمتی که براساس سفالهایی که باستان شناسان در ری یافته اند به سالهای ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ قبل از میلاد می رسد [۲۲].

این منطقه دارای پنج ناحیه داخل محدوده و دو ناحیه خارج محدوده و ۲۲ محله می باشد. همچنین ری دارای ۳ بخش به نام های مرکزی، فشاپویه، کهریزک و شش دهستان به نام های حسن آباد، وهن آباد، قلعه نو، کهریزک، فشاپویه و غنی آباد می باشد. از آنجا که مقیاس مورد مطالعه ای این تحقیق محلات و نواحی منطقه ی ۲۰ می باشد، لذا تهیه پارامترهای آماری نظیر جمعیت محلات، مساحت محلات و ... لازم می باشد که در جدول ۱ ارائه شده است.

بدست می آید که در آن  $N$  تعداد اشکال و  $S$  تعداد قطعات است. فراکتال را می توان تصویر ریاضی آشوب دانست. بعد فراکتال می تواند بافت و پیچیدگی از همه چیز (سواحل، کوه، شدت طوفان، اندازه گیری ابرها و ...) را محاسبه کند. در این پژوهش، ابعاد فراکتال برای آنالیز تغییرات در تنظیمات فضایی از مناطق ساخته شده است منطقه ۲۰ در سالهای: ۱۳۸۵، ۱۳۹۲ به روش بعد شبکه ای محاسبه شده است.

#### ۴-۲- محاسبه ابعاد فراکتالی منطقه ۲۰

ری از شهرهای استان تهران و یکی از قدیمی ترین شهر های جهان و ایران است. تاریخ ری به زمان اقوام آریایی می رسد. بنا بر آن چه که در اوستا آمده، ری سیزدهمین

جدول ۱- منطقه ۲۰ به تفکیک نواحی و محلات [۱۶ و ۲۲]

نواحی	نام و شماره محلات	جمعیت	مساحت (مترمربع)	تراکم ناخالص مسکونی (هکتار)	مساحت مناطق ساخته شده (مترمربع)
۱	۱۱- صفائیه	۸۸۵۱	۶۷۲۱۷۱	۱۳۱	۴۷۶۱۵۵
	۱۲- ابن بابویه	۷۲۳۰	۴۲۳۶۱۱	۱۷۰	۳۲۸۶۶۳
	۱۳- ظهیر آباد	۲۴۰۰۴	۸۰۴۹۹۰	۲۹۸	۴۹۳۰۵۷
	۱۴- اقدسیه	۱۸۹۵۲	۵۹۴۰۲۹	۳۱۹	۴۱۳۹۲۴
	جمع ناحیه ۱	۵۹۰۳۷	۲۴۹۴۸۰۱	۲۳۶	۱۷۱۱۷۹۹
	۲۱- جوانمرد	۲۱۱۱۶	۳۱۲۵۷۶۷	۶۷	۲۱۰۵۸۷۱
۲	۲۲- دیلمان	۳۱۶۲۴	۱۰۹۲۴۹۹	۲۸۹	۷۸۲۲۲۹
	۲۳- منصوریه و منگل	۱۰۵۲۸	۴۶۵۴۵۲	۲۲۶	۳۰۲۳۹۷
	۲۴- فیروزآباد	۲۲۹۵۵	۷۷۵۱۶۱	۲۹۶	۴۹۱۹۸۷
	۲۵- حمزه آباد	۱۶۳۳۹	۱۱۶۷۳۶۰	۱۳۹	۳۷۲۴۵۴
۳	جمع ناحیه ۲	۱۰۲۵۶۲	۶۶۲۶۲۳۹	۱۵۴	۴۰۵۴۹۳۸
	۳۱- ۱۱۳آبان	۳۱۹۴۵	۲۲۱۰۰۰۰	۱۴۴	۱۷۶۴۰۰۱
	۴۱- دولت آباد	۵۲۱۸۸	۲۹۲۲۶۶۵	۱۷۸	۱۵۶۱۶۴۳
۴	۴۲- شهادت	۳۴۸۴۳	۱۲۸۷۶۰۹	۲۷۰	۸۷۰۹۹۸
	جمع ناحیه ۴	۸۷۰۳۱	۴۲۱۰۲۷۴	۲۰۶	۲۴۳۲۶۴۱
۵	۵۱- سرخت	۴۹۹۳	۴۱۰۹۷۵	۱۲۱	۳۹۹۹۷۱
	۵۲- استخر	۱۰۳۲۵	۴۸۱۳۳۷,۰۸	۲۱۴	۳۹۷۶۴۹
	۵۳- علایین	۲۴۹۷۵	۱۴۶۹۱۰۰	۱۷۰	۳۷۱۹۱۳
	۵۴- نقرآباد	۱۳۶۶۷	۱۰۰۰۰۵۶	۱۳۶	۳۷۵۸۴۹
	۵۵- ولی آباد	۸۴۰۸	۱۰۷۰۹۷۹	۷۸	۳۱۰۹۲۸
	۵۶- بهشتی	۹۳۶۰	۲۱۶۸۴۳۸	۴۳	۳۸۱۸۹
	جمع ناحیه ۵	۷۱۷۲۸	۶۶۰۰۸۸۵	۱۰۸	۱۸۹۴۴۹۹
جمع کل منطقه	۳۷۸۴۴۵	۲۳۷۹۸۰۹۲,۰۵	۱۵۹	۱۱۸۵۷۸۷۸	

فراکتال شرایط مناسب تری را برای تجزیه و تحلیل الگوها و مقایسه فراهم می کند. نرم افزار ArcGIS دارای قابلیت رسم نقشه است و داده های کمی را به داده های تصویری تبدیل می کنیم. به همین علت پس از انجام محاسبات ابعاد فراکتالی، نقشه های مربوطه در ادامه آن آورده شده است.

در این پژوهش بعد از تهیه عکس های مورد نیاز (۱۳۸۵ و ۱۳۹۲) و تعیین وضوح تصویر مناسب، بعد فراکتال با کمک نرم افزار Benoit 1.3 در دو دوره برای ۱۸ محله منطقه ۲۰ محاسبه می شود (جداول ۲ و ۳). شاید اعداد و جداول ارائه شده در این قسمت، کمی پیچیده و مقایسه کردن با آنها مشکل به نظر برسد، به همین دلیل تبدیل آنها به طیف وسیعی از رنگ، مقیاس ها و ایجاد نقشه های

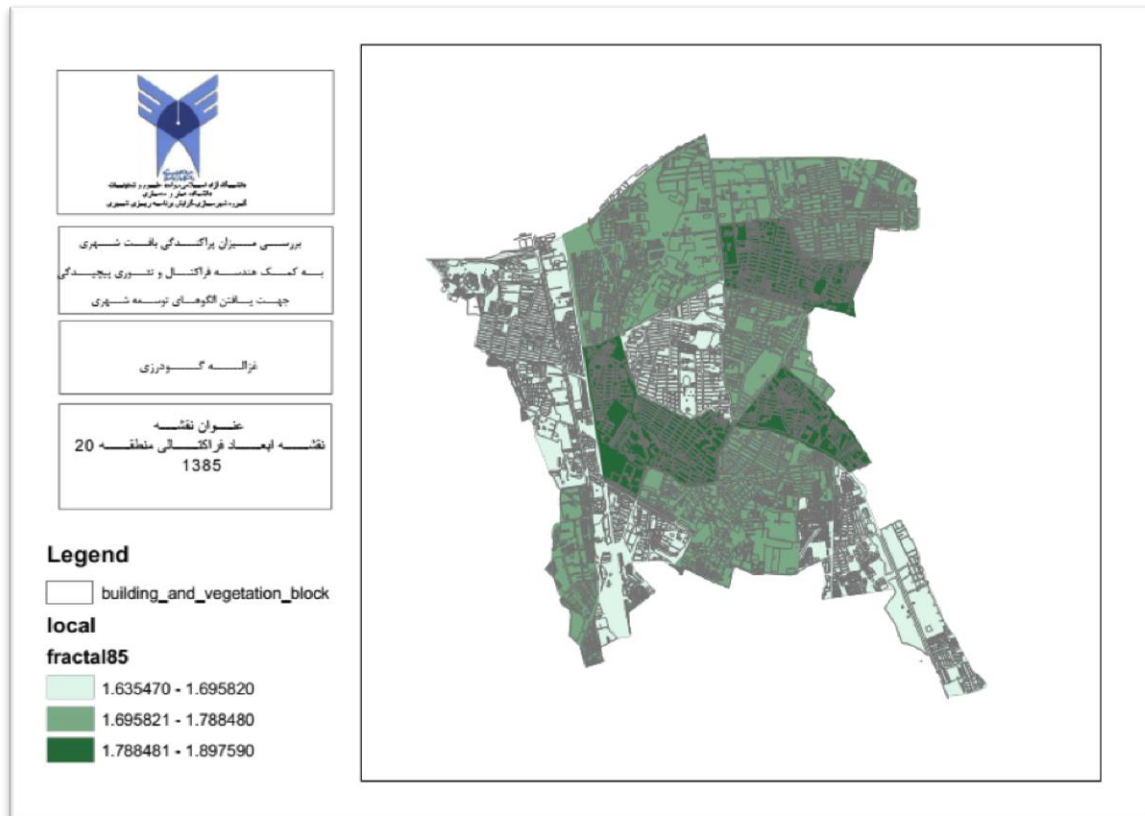
جدول ۲- محاسبه بعد فراکتال محله های منطقه ۲۰، سال ۱۳۸۵

کد محله	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۲۱	۲۲
بعد فراکتال (Fb)	1.77635	1.77633	1.86195	1.76849	1.76702	1.66148
کد محله	۲۳	۲۴	۲۵	۳۱	۴۱	۴۲
بعد فراکتال (Fb)	1.63547	1.89759	1.84450	1.69582	1.78417	1.82912
کد محله	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶
بعد فراکتال (Fb)	1.78848	1.73958	1.65537	1.73916	1.66975	1.72561
میانگین بعد فراکتال	Fb=1.756458					

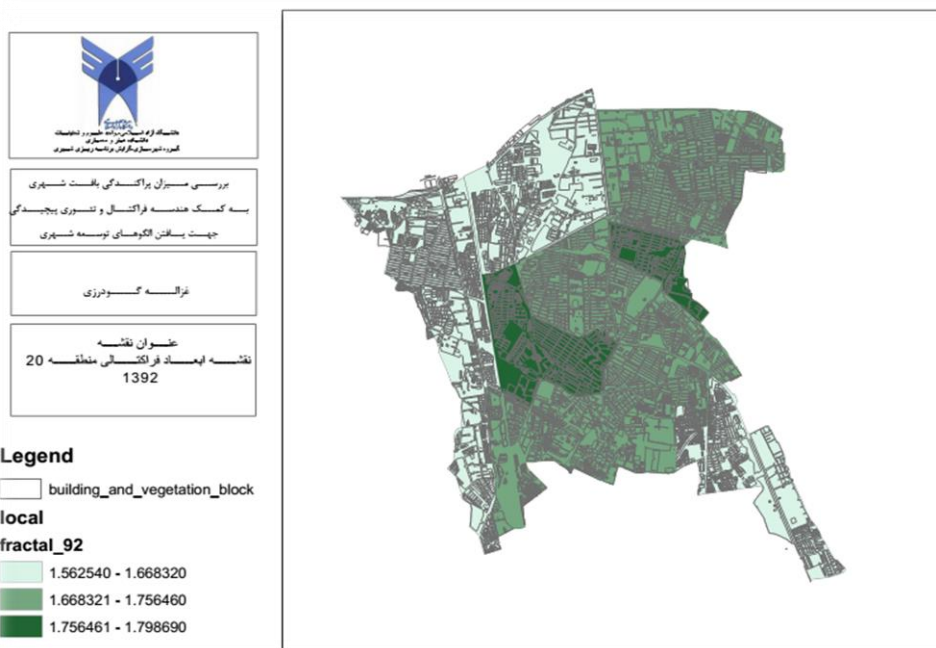
جدول ۳- محاسبه بعد فراکتال محله های منطقه ۲۰، سال ۱۳۹۲

کد محله	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۲۱	۲۲
بعد فراکتال (Fb)	1.76751	1.75640	1.74239	1.73103	1.61583	1.75646
کد محله	۲۳	۲۴	۲۵	۳۱	۴۱	۴۲
بعد فراکتال (Fb)	1.74273	1.79547	1.79869	1.56254	1.74374	1.70802
کد محله	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶
بعد فراکتال (Fb)	1.74858	1.72223	1.66832	1.75514	1.74858	1.61541
میانگین بعد فراکتال	$Fb = \sum_{n=1}^{21} \frac{(Fb)_n}{N} = 1.721059$					





الف



ب

شکل ۱- نقشه مدل فراکتالی، (الف) سال ۱۳۸۵، (ب) سال ۱۳۹۲

الگوی توسعه خطی و تک عملکردی میل می کند. دلایل اصل این امر احداث خطوط مترو در سال ۸۱ و تمایل مردم به جایابی در کنار خطوط مترو برای دسترسی

با توجه به جداول و نقشه های موجود، می توان گفت در سال ۸۵ بیشترین بعد فراکتال را در مرکز منطقه شاهد هستیم. پراکندگی نیز در این دهه به شدت به سمت

سالینگارس معتقد است میزان پیچیدگی ذهن انسان با میزان پیچیدگی محیط های شهری مطابقت دارد. بعد فراکتالی بعنوان یکی از مشخصه های بافت های شهری باید بعنوان عاملی کنترل کننده در مداخلات شهری در نظر گرفته شود به نحوی که مداخلات شهری و تکنیک های برنامه ریزان بر بافت تحمیل نشود چون این تحمیل کاهش میزان پیچیدگی کالبدی را به همراه دارد و بافت شکل ساده ای به خود می گیرد. ویژگی های فراکتالی بطور خاص بعد فراکتالی بعنوان ویژگی های هندسی سیستم های پیچیده که بازگو کننده ی ماهیت رشد تدریجی بافت های شهری است بخوبی می تواند پویایی رشد شهر و تغییرات آن را به تصویر کشد. این پژوهش با هدف تغییر نگرش به شهر و برنامه ریزی شهری با به کارگیری تئوری پیچیدگی، ابزاری واقع بینانه تری به دست می دهد. و بعد فراکتالی مشخصه منحصر بفردی برای اندازه گیری میزان پیچیدگی کالبدی مناطق شهری را معرفی می کند. نگرش فراکتالی به برنامه ریزی شهری، می تواند جهت بررسی میزان پیچیدگی به برنامه ریزان شهری در کنترل تغییرات آتی شهر یاری رساند.

نتایج حاصل شده از این تحقیق می تواند بسط و گسترش یابد و در کلیه محلات و نواحی و مناطق شهری محاسبه شود و در تصمیم گیری بهینه و بهتر مسئولین یاری رساند. به عنوان مثال در بخش صدور پروانه ساخت می توان با در نظر گرفتن بعد محله با تراکمی موافقت نمود که، برای ایجاد آپارتمان، کارخانه، شهرک و یا ... از پیچیدگی محلات کاسته نشود و همچنان بعد ثابتی را بتوان حفظ نمود و از سویی از پراکندگی بی رویه شهری و بی برنامه نیز جلوگیری کرد و همچنان شهری با هویت و سرزنده و همگام با توسعه پایدار و تکنولوژی روز داشت.

مناسب تر می توان دانست. محله دیلمان در مرکز نقشه با بافت شطرنجی و از پیش اندیشه شده در این دهه با کاهش شدید بعد فراکتال روبرو می شود. اما در سال ۹۲ بعد فراکتال در این منطقه با کاهش روبرو بوده است. دلیل این پراکندگی در این دهه می تواند بعلت گسترش کارخانه ها و قرار گیری صنایع در این منطقه باشد. از سویی شهرداری در سال های اخیر اقدامات نوسازی و بهسازی انجام داده و ۵۰٪ از طرح های نوسازی مجتمع های موجود این ناحیه را انجام داده است. بطور مثال شهرک دولت آباد که در ناحیه ۴ قرار دارد (شمال شرقی منطقه) سه تا ۱۰ بلوک و هر بلوک بیش از ۴۰ واحد مسکونی را در بر می گیرد. سرانه فضای سبز در این ناحیه بسیار بالا است. و در حال حاضر حدود ۲۴ هزار اصله درخت در این شهرک وجود دارد.

هرچند که گسترش تصادفی در حاشیه شهر (امین آباد، باقر آباد، تقی آباد و ...)، توسعه پراکنده در منطقه مسکونی شهری (محله بهشتی، جوانمرد، ولی آباد و ...)، توسعه تکه تکه برای زمین های صنعتی (همانند مراکز صنعتی پراکنده در محله جوانمرد) و توسعه خطی در کنار مترو های جوانمرد و متروی ری و ایستگاه قطار شهری هم اکنون در این منطقه پراکندگی شدید منفصل، Sprawl و الگوی log frog را پدید آورده است.

## ۵- نتیجه گیری

الگوی توسعه فضایی شهرها بسیار پیچیده است. بر اساس اندیشه های پیچیدگی، شهر مجموعه ای از اجزا و عناصر نیست بلکه بافت در هم پیچیده ای از ارتباط میان اجزا مختلف در یک کل متحد و یکی شده است. برای بررسی میزان این پیچیدگی از بعد فراکتال استفاده شد.

## ۶- منابع

- [۱] مهاجری، ن. (۱۳۸۵). "پایداری کالبدی در شهر های سنتی ایرانی اصل انسجام و پیچیدگی در طراحی شهری-ساختار فراکتالی". مجله علوم تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۰، شماره ۳.
- [2] Batty, M. (2011). "Building a science of cities". Center for advanced spatial analysis (CASA), University College London (UCL), Paper 170.
- [۳] قرخلوم، زنگنه شهرکی، س. (۱۳۸۸). "شناخت الگوی رشد کالبدی - فضایی شهر با استفاده از مدل های کمی". مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۰، شماره ۲.
- [4] Peiser, R.B. (2001). "Decomposing Urban Sprawl". In: *Town Planning Review*, 72(3), S. 275-298.
- [5] Ewing, R. (1997). "Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable? ". *J. Am Planning Associat*, 63(1)
- [6] Li, f. (2012). "Investigation of urban sprawl on the basis of remote sensing data A case study in Jiangning , Nanjing City, China".
- [۷] مشکینی، ا. (۱۳۸۹). "الگوی پراکنش شهری: گونه شناسی، ابعاد، متریک ها و متغیرهای تاثیر گذار در ظهور آن". مجله آرمانشهر شماره ۵.
- [8] Ewing, R. (1994). "Characteristics, causes, and effects of sprawl: A literature review". In: *Environ Urban Issues*, 21(2), S.1-15, 520.
- [9] Bhatta, B. (2010). "Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data". Springer, Heidelberg.
- [10] Bhatta, B., Saraswati, S., Bandyopadhyay, D. (2010). "Quantifying the degree-of-freedom, degree-of sprawl, and degree-of-goodness of urban growth from remote sensing data". *Appl Geogr*, 30(1).
- [11] Bhatta, B. (2010). "Urban sprawl measurement from remote sensing data". *Appl Geogr*
- [12] Bhatta, B., et al. (2010). "Analysis of urban growth and form remote sensing data". In: Springer- Verlag Berlin Heidelberg , ch 2.
- [13] Ewing, R., Pendall R., Chen D. (2002). "Measuring Sprawl and its Impact". Vol. 1 (Technical Report).
- [14] Wilson E.H., Hurd J.D., Civco D.L., Prisloe S., Arnold C. (2003). "Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth". *Remote Sens Environ* 86(3): 275-285
- [15] Wilson, E.H. & Hurd, J.D. (2003). "Development of a Geospatial Model to Quantify, Describe and Map Urban Growth". *Remote Sensing of Environment*, 86(3): 275-285.
- [۱۶] گودرزی، غ. (۱۳۹۲). "بررسی میزان پراکندگی بافت شهری به کمک مدل هندسه فراکتال و تئوری پیچیدگی جهت یافتن الگوهای توسعه شهری، نمونه موردی: منطقه ۲۰ تهران". دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، رساله کارشناسی ارشد.
- [17] Terzi, F., Kaya, H.S. (2008). "Analyzing urban sprawl patterns though fractal geometry: the case of Istanbul metropolitan area". In: working papers series paper 144, S.1- 23.
- [18] Haghani, T. (2009). "Fractal mapping: a new tool for analyzing urban morphological complexity".
- [19] Haghani, T. (1998). "Design in Historical Context of Tajrish, Unpublished MA dissertation". Tehran: Islamic Azad University, in Persian.
- [20] Haghani, T. (2006). "Controlling Future Urban Developments by Fractal Dimensions, Shahrnegar, an Iranian Journal of Urban Planning and GIS". no.34, pp.6-15, in Persian
- [21] Haghani, T. (2004). "The Nature of Urban Morphological Evolution Based on Chaos Theory and Fractal Geometry proceedings of the 3rd GASS". National University of Singapore.
- [۲۲] پرتال شهرداری منطقه ۲۰، <https://region20.tehran.ir>