نشریه علمی بوطیقای معماری
بهار ۱۴۰۲، سـال ۳، شماره ۸

DOR: 20.1001.1.28212398.1402.3.1.5.5 DOI: 10.52547/ijba.8.2.5

تبیین کاربست الگوهای فراکتال و بیومورفیک هندسی طبیعت در طراحی منظر پایدار؛ موردپژوهی: شمال تهران

زمان دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۹، زمان پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰، زمان انتشار: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰

پارمیس ناصری[۱]- دانشجو دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آذربایجان شرقی، ایران.
حمیدرضا نیلی- کارشناسی ارشد پیوسته معماری، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، و کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده شهرسازی و معماری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
عزت احمدی- دانشجو دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، آذربایجان شرقی، ایران.

چکیده

ایجاد ارتباط بین شهر و طبیعت می‌تواند به‌صورت وارد نمودن طبیعت به شهر و معرفی نمادهای طبیعی در اکوسیستم شهری باشد. بدیهی است که دستیابی به راهکارهایی جهت بازگرداندن وضعیت مطلوب محیط امری ضروری می‌باشد. در این‌رابطه ایجاد ارتباط سازگار دوباره با طبیعت می‌تواند بسیار مفید باشد، و این امر جز با بازسازی مجدد رابطه شهر با طبیعت امکان‌پذیر نمی‌باشد. از سوی دیگر، دانش فراکتال‌ها و معماری بیومورفیک می‌تواند پتانسیل لازم جهت ساماندهی فرآیند طراحی دوستدار محیط‌زیست را دربرداشته باشد که هدف پژوهش حاضر بوده است. روش تحقیق توصیفی- تحلیلی همراه با استدلال منطقی است که از نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای با بکارگیری نرم‌افزارهای AutoCAD و نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. در پایان نیز راهبردهایی جهت برنامه‌ریزی و طراحی محیطی پایدار این پهنه‌های شمالی تهران ارائه شده است. نتایج تحقیق نشان داده که عامل توپوگرافی، هیدرولوژی و پوشش گیاهی به عنوان الگوهای اصلی و شکل‌دهنده محیط و منظر به‌طور مستقیم در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر بوده و از نظر شکلی دارای پیچیدگی‌ها و انحناهای بسیار شبیه به‌هم می‌باشند و در یک ترکیب کلی نیز یک حرکت شکلی را دنبال می‌نمایند که این شکل حرکتی موجی و کنگره‌ای و دارای برآمدگی‌ها و تورفتگی‌های فراوانی در مقیاس‌های مختلف می‌باشد.

واژگان کلیدی: فراکتال، هندسه طبیعت، طراحی پایدار، منظر طبیعی.

[۱] مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۱۲۹۳۸۷۰۰۶، رایانامه: par67mis.na@yahoo.com

۱- مقدمه و بیان مساله

ایده‌ها پیرامون طبیعت اغلب اوقات در تئوری و گفتمان «معماری بیومورفیک» یکپارچه می‌شوند. به‌عنوان مثال، ایده‌های کلیت و واحد معین که گاهی مواقع معرف موجودات زنده است، به‌صورت برجسته در هنر و در معماری، از زمان ارسطو و افلاطون روی داده است (استدمان، ۱۹۷۹؛ وان اک، ۱۹۹۴؛ اورسینی، ۱۹۷۲؛ گرابو، ۱۹۹۵، ص ۶). از سویی دیگر، رشد سریع و بی‌رویه شهرها به دلیل نرخ بالای زاد و ولد و مهاجرت به شهرها و به‌همان نسبت افزایش مصرف منابع و ذخائر طبیعی و انتشار آلودگی، نه تنها تعادل اقتصادی و اجتماعی درون شهرها را برهم زده است بلکه موجب عدم تعادل اکولوژیک مناطق بستر و دربرگیرنده شهرها نیز شده و عرصه‌های طبیعی را روز به روز بیشتر بر زیستمندان آن تنگ می‌نماید. این امر درست برخلاف اصول توسعه پایدار برای مدیریت و محیط‌زیست می‌باشد (Adesina, 2007). به‌عنوان مثال، فرانک لوید رایت فرآیندی را توصیف نموده است که به‌موجب آن یک عملکرد به دنبال فرم و شکلی مناسب به لحاظ «ارگانیک» بودن می‌باشد (کولینز، ۱۹۹۸) و به نتیجه این فرآیند با تعالی این مفهوم اشاره می‌کند (گیلبرت، ۱۹۵۷). همچنین در مباحث معماری اخیر، مفاهیم زیست‌شناسی جانورسان و «زیست‌ریخت» (بیومورفیک) اغلب با معماری متشکل از اشکال نامنظم و منحنی‌الخط شناسایی می‌شوند (آلدرسی – ویلیامز، ۲۰۰۳). شباهت‌های نسبی زیستی نیز راه خود را برای معماری سبز پیدا کرده‌اند (توی، ۱۹۹۳، واینز، ۲۰۰۰)، زیرا همانند موجودات زنده و ارگانیسم‌ها، این ساختمان‌ها و بناها در مصرف انرژی خود، اقتصادی و خودکفا هستند. همچنین تغییر کاربری اراضی مناطق بین شهری و روستایی یا طبیعی و گسترش تدریجی شهرها باعث از بین رفتن اراضی مرغوب کشاورزی، مناظر و محیط‌های طبیعی گردیده است. دگرگونی ایجاد شده توسط جامعه‌های شهری و صنعتی بسیار سریعتر از سرعت نیروی بازسازی طبیعی بوده و عمل بازسازی بخاطر دارا بودن ماهیت اکولوژیکی بسیار آهسته صورت می‌پذیرد. امروزه انسان بصورت اصلی‌ترین و عمده‌ترین عامل برهم زننده نظم پیچیده نظام‌های زیستی مابین عناصر جاندار و بی‌جان درآمده است و ادامه این روند تهدیدی جدی برای تداوم حیات در کره زمین به‌شمار می‌رود. لذا برای دستیابی به توسعه پایدار شهرها و محیط زیست در درازمدت، نیاز به بازنگری روابط موجود بین اجزاء سیستم‌های درون شهر، روابط شهر با محیط زیست خود و با سایر شهرها و مناطق جهان می‌باشد (Razin et al, 1994). نخستین منطقه‌ای که می‌بایست در این رابطه به آن اندیشید بخش‌های حاشیه‌ای شهر و مناطقی است که با توجه به وضعیت درحال رشد شهرها مدام دستخوش تغییرات شکلی و ساختاری شده و به‌نحوی یک‌جانبه و به زیان طبیعت درحال پیشرفت و دگرگونی می‌باشد. از این‌رو شناخت و تحلیل این‌گونه مناطق و اندیشیدن تدابیر طراحانه و سازگار با ویژگی‌های طبیعت و شهر به‌نحوی دوجانبه می‌تواند به‌عنوان امری بنیادی در جهت بازسازی روابط بهینه شهر و طبیعت به‌شمار آید (Lange et al., 2007). بدیهی است که دستیابی به راهکارهایی جهت بازگرداندن وضعیت مطلوب محیط امری ضروری می‌باشد. در این رابطه ایجاد ارتباط سازگار دوباره با طبیعت می‌تواند بسیار مفید باشد، و این امر جز با بازسازی مجدد رابطه

شهر با طبیعت امکان‌پذیر نمی‌باشد. ایجاد این ارتباط بین شهر و طبیعت، می‌تواند به صورت وارد نمودن طبیعت به شهر و معرفی نمادهای طبیعی در اکوسیستم شهری باشد. از این‌رو ارائه راهبردهایی برای این پهنه و پیشنهاد یک برنامه مناسب و پایدار برای آن تنها با در نظر داشتن ویژگی‌های طبیعی سرزمین و بستر آن در جهت ایجاد یک پهنه تلفیقی مناسب امری ضروری به‌شمار می‌آید.

۲- روش‌شناسی و پیشینه تحقیق

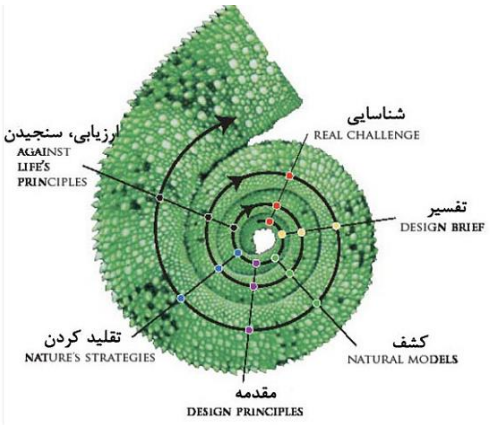
ماهیت تحقیق حاضر کاربردی و روش آن «توصیفی-تحلیلی» و برخورداری از نرم‌افزارهای ترسیمی-است. ابتدا چارچوب نظری تحقیق از مدارک، مستندات و سوابق علمی که در ارتباط با موضوع پژوهش استخراج شده و پس از بررسی این مباحث، نتیجه کلی مرتبط و فرایند پژوهش و اصول طراحی از آن استنتاج شده است. بر این اساس امکان شناخت بهتر پهنه مطالعاتی فراهم شده است. سپس با استفاده از یافته‌های تحقیق در این بخش، در گام بعدی سنجش و تحلیل الگوهای فرکتالی و هندسه طبیعی موجود در بستر و رابطه بین آن‌ها با استفاده از نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌ها و با بکارگیری نرم‌افزارهای *AutoCAD* و نرم‌افزار *ArcGIS* نتیجه حاصله با اصول مبانی نظری مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و درنهایت نتیجه این پژوهش به‌صورت راهبردهایی جهت برنامه‌ریزی و طراحی محیطی پایدار این پهنه‌ها ارائه شده است.

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱ بیومورفیک

با رجوع به تاریخ و جریان مباحثات درباره رابطه فُرم و عملکرد در ساختارهای زیستی، می‌توان اشاره کرد که در نیمه ۱۸۵۰، «داروین»، موقعیت را مغتنم شمرد و با استفاده از نظریه «فون هامبولت»، ادعا نمود که «طبیعت»، فُرم‌هایی را انتخاب نموده است که بهترین تطابق و مناسبت را با محیط استقرار خود ایجاد نموده اند؛ ولی هرگز به این موضوع اشاره نکرد که چگونه طبیعت برای نخستین‌بار، این فُرم‌ها را در محل رویششان آفریده است. *احتمالاً او هرگز آموزش یا علاقه‌ای به «مُرفولوژی» نداشته است و تا آنجایی‌که به تاثیرات آثار او در مطالعات مورفولوژیک مربوط می‌شود؛ می‌توان گفت که این آثار باعث گردیده که مردم به اُرگانیسم‌ها به مثابه «موجوداتی تاریخی» نگاه کنند.* در اولین پیش‌نویس او از کتاب «منشاءگونه‌ها» که در ۱۸۴۲ نوشته شد، اعلام داشت که: «ما بایستی به هر مکانیسم پیچیده و سرشاری به مثابه خُلاصه‌ای از تاریخ طولانی تدابیر و شیوه‌های مُفید نگاه کنیم، درست مثل یک اثر هُنری». حال این‌که او، عملاً تاریخ معماری را قابل قیاس با پدیده «انتخاب طبیعی» می‌دانست یا نه، برای من روشن نیست (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۹، ص ۲۳). تردیدی نیست تا آن‌جایی‌که به نظریه زیست‌شناسی به مقوله فُرم با محیط مربوط می‌شود، می‌توان گفت که وابستگی مقوله داروینیسم با معماری رو به‌نقصان و کاهش نهاده است. تحولات و بهبودی که در تجهیزات تهویه هوا به وقوع پیوسته است، باعث شده است که فُرم‌های معمارانه ارتباط خود را با شرایط اقلیمی تعدیل نمایند. دیوارهای شیشه ای به همان میزانی که در کانادا مورد استفاده قرار گرفته است، در مناطق گرمتر نیز استفاده شده است؛ درحالی‌که سیستم سنتی

ژاپنی ساختمانی قاب، بیشتر در خارج از ژاپن بکار گرفته شده است تا در داخل ژاپن. می‌توان گفت تنها در مناطقی که بهره‌وری از «مصالح بومی» از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخودار است، دیده می‌شود که ویژگی‌های محیط در فُرم‌ها موثر افتاده‌اند (کالینز، ۱۳۷۵، صص ۱۸۷–۱۸۸). خردگرایان فرانسوی در واقع بیشتر جذب این ایده تبعیت فُرم از ساختار شدند (که بدون لحاظ کردن هرگونه قیاس کاملاً معقول می‌نمود)؛ بدین‌ترتیب تردیدی باقی نخواهد ماند که این سولیوان بود که برای اولین بار شالوده اعتقادنامه معمارانه را بر قیاس‌های زیست‌شناسانه، استوار نمود (کالینز، ۱۳۷۵، ص ۱۸۹). «جان راسکین» مدافع سرسخت طبیعت به‌عنوان منبعی برای الهام‌بخشی، با تقلید بی‌چون و چرا از فُرم‌های طبیعی در معماری سخت مخالفت می‌نماید و می‌نویسد: *«آرایش شیاری ستون‌های دوریک که من نمی‌پذیرم که سمبولی از شکل پوست درخت برای یونانیان باستان بوده است، در اصل خود تقلیدی از سازه‌های اُرگانیک می‌باشد، با وجود آن که زیبایی در آن حس می‌شود ولی این زیبایی نشان‌دهنده سطح پایینی از نظم بالای موجود در طبیعت است»* (Ruskin, 1906, P.188).



نمودار ۱. مراحل چرخه طراحی در معماری بیونیک و الهام از طبیعت؛ ماخذ: قارونی و دیگران، ۱۳۹۲، ص ۱۳۰.

۳-۲ آشوب

تا چندی قبل اندیشمندان جهان را مجموعه‌ای از سیستم‌هایی تصور می‌کردند که مطابق با قوانین جبری طبیعت، به طریقی مشخص و قابل پیش‌بینی، در حال حرکت هستند. اکنون آنان بر نقش خلاقانه بی‌نظمی و آشوب تأکید کرده و جهان را مجموعه‌ای از سیستم‌هایی می‌دانند که به شیوه‌های خود سازمان ده عمل می‌نمایند. این علم جدید، تئوری پیچیدگی یا پویایی غیرخطی نامیده می‌شود. لذا یک مفهوم ریاضیاتی محسوب می‌شود که می‌توان آن را نوعی اتفاقی بودن همراه با قطعیت دانست. تئوری آشوب بر این پایه استوار است که در هر بی‌نظمی نوعی نظم نهفته است. به این معنا که نباید نظم را تنها در یک مقیاس جستجو کرد و پدیده‌ای که در یک مقیاس کوچک کاملاً تصادفی و غیر قابل پیش‌بینی است چه‌بسا در مقیاس بزرگتر کاملاً قابل پیش‌بینی باشد. اصول آشوب عبارتند از:

۱. کوچک‌ترین تغییر در جهان باعث بی‌نظمی‌های بزرگی خواهد شد؛
۲. زندگی برای بقا راه خود را خواهد یافت (افتخارزاده، ۱۳۸۱، صص ۱۵–۱۶).

بررسی روی دینامیک آشوب‌گون را به کار ریاضیدان فرانسوی هنری پوانکاره در شروع قرن بیستم نسبت داده‌اند. انگیزه وی مربوط به مطالعه روی مدار سه جرم سماوی که به یکدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کردند، می‌شد (مثلاً یک ستاره و دو سیاره). با درنظرگرفتن رفتار حرکتی آن‌ها با توجه به نقاط شروع اولیه متفاوت، وی نشان داد که این سیستم می تواند حرکتهای خیلی پیچیده‌ای را تجربه کند (امروزه به آن رفتار آشوبناک گفته می‌شود). به عنوان اولین مثال، آزمایش شاو (۱۹۸۴) را در نظر می‌گیریم. در این آزمایش یک جریان آهسته و دائمی آب که از شیر آب جریان دارد را بررسی می‌کنیم. قطره‌های آب شروع به چکیدن کرده و زمان عبور قطره‌ها از جلوی سنسور ثبت می‌شود. داده‌های جمع‌آوری شده به فرم $t_1, t_2, ..., t_n$ می‌باشد. از روی این داده‌ها مدت زمان میان دو قطره متوالی اندازه گرفته می‌شود $\Delta t_n = t_{n+1} - t_n$. زمانی که سرعت جریان آب به میزان کافی کوچک باشد، این بازه‌های زمانی تقریبا مساویند. با افزایش سرعت جریان آب، دنباله بازه‌های زمانی به‌صورت پریودیک خواهد شد. به این ترتیب که ابتدا یک بازه کم Δt_a و سپس یک بازه زیادتر Δt_b خواهیم داشت که می‌توان به این فرم نمایش داد $\Delta t_a, \Delta t_b, \Delta t_a, \Delta t_b, ...$. به این دنباله، پریود دو[1] می‌گوییم. اگر سرعت جریان آب را بازهم افزایش دهیم، دنباله‌هایی با پریود بیشتر مشاهده می‌شوند تا اینکه دنباله $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, ...$ از هیچ نظم خاصی پیروی نمی‌کند. این دنباله نامنظم ناشی از یک دینامیک آشوبگون[2] دانسته می‌شود (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۹، ص ۶۵).

۳-۳ سیستم دینامیکی

مفاهیمی مثل فضای فاز[3]، تراژکتوری[4] (یک پاسخ سیستم در فضای فاز) را از قبل می‌دانیم. به یک سیستم دینامیکی پیوسته گاهی اصطلاح *flow* نیز اطلاق می‌گردد. منطقی به نظر می‌رسد که بگوییم پیچیدگی یک پاسخ سیستم با افزایش بعد سیستم، افزایش می یابد. بنابراین سوالی که به ذهن می‌رسد این است که بزرگی بعد سیستم (N) چقدر باشد تا رخدادن آشوب ممکن شود. پاسخ سوال برای N معادله ODE مرتبه اول خودگردان به قرار زیر است: $N \geq 3$. این منظور ابتدا روش پوانکاره[5] توضیح داده می شود. روش مرسوم کاهش یک سیستم پیوسته به گسسته، استفاده از تکنیک پوانکاره است که در طی آن از معادلات پیوسته با بعد N به معادلات گسسته با بعد N-1 می رسیم. در این روش یک صفحه (با بعد N-1) در فضای فاز N بعدی انتخاب می شود. سپس نقاط تقاطع این صفحه با پاسخ سیستم (orbit) بدست می آیند. طبیعتا نقاط برخوردی که روی این صفحه قرار دارند، از بعد N-1 می باشند. دینامیک گسسته با بعد N-1 در واقع به رابطه بین این نقاط تقاطع اختصاص دارد. معادله گسسته شده را می‌توان به فرم زیر نوشت: $\underline{x}_{n+1} = M(\underline{x}_n)$

1 Period two sequence
2 Chaotic dynamic
3 Phase space
4 Trajectory or Orbit
5 Poincare surface of section method

۳-۴ فرض‌های تئوری آشوب

(*) اثر پروانه‌ای؛ یک تغییر جزئی درشرایط اولیه معادلات پیش‌بینی‌کننده جوی، منجر به تغییرات بسیار شدید در نتایج حاصل از آن‌ها می‌گردد. به‌عبارت دیگر اثر پرونه‌ای این تئوری به گونه‌ای است که یک تغییر جزئی در ابتدا منجر به یک دگرگونی بسیار بزرگ در پایان کار خواهد شد، بدین مفهوم که مثلاً اگر پروانه‌ای در پکن پر بزند ممکن است بر اثر این پرزدن، در نیویورک طوفانی ایجاد شود.

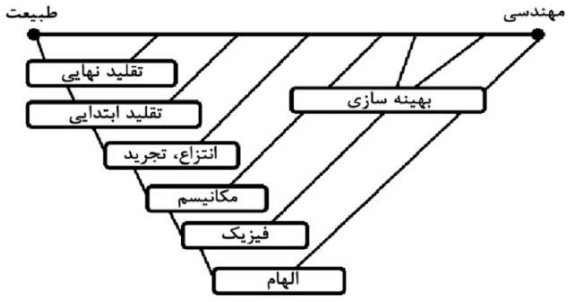
(*) خودمانایی (فراکتال)؛ در تئوری آشوب نوعی شباهت بین اجزاء و کل قابل تشخیص است. بدین‌ترتیب که هر جزئی از الگو همانند و مشابه کل می‌باشند. خاصیت خودمانائی در رفتار اعضای سازمان نیز می‌تواند نوعی وحدت ایجاد کند؛ همه افراد به یکسو ویک جهت وهدف واحدی نظر دارند.

(*) سازگاری پویا؛ سیستم‌های بی‌نظم در ارتباط با محیطشان مانند موجودات زنده عمل می‌کنند و نوعی تطابق و سازگاری پویا بین خود و محیط پیرامونشان ایجاد می‌کنند. از ویژگی‌های این سیستم خودکنترلی، هم‌افزایی اجزا، عناصر خود یادگیرنده، انعطاف‌پذیری سیستم است. والدراپ نیز از این سازمان‌ها به عنوان سیستم‌های پیچیده سازگار شونده نام می‌برد.

(*) جاذبه‌های غریب؛ جاذبه های غریب در همه‌جا حضور دارند، همه آنچه را که ما در نظر اول بی‌نظم و آشوبناک می‌یابیم در دراز مدت و با تکرار، الگویی منظم از خود نشان می‌دهند. جاذبه‌های غریب از الگویی پیروی می‌کنند که این الگو به آنان معنی مفهوم می‌بخشند. خلاصه آن‌که آشوبناک بودن روندها همه خبر از نظمی پنهان و کشف نشده می‌دهند. از مثال‌های این پدیده می‌توان به الگوی پاندولی اشاره کرد (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۹، ص ۳۷).

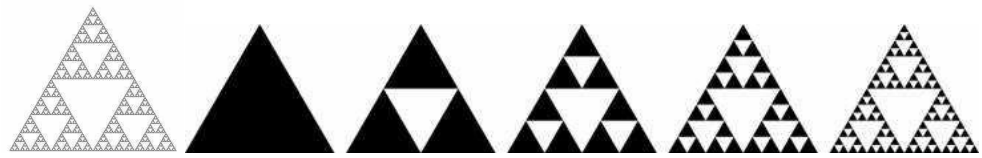
۳-۵ فرکتال‌ها و هندسه طبیعت

طبیعت از درختان تا کهکشان‌ها خود را همچون جریانی از اشکال «خودمانند» به نمایش می‌گذارد. اشکال فرکتالی به طرز عجیبی با زندگی روزمره ما گره خورده‌اند. با اندکی دقت به اطراف، بسیاری از این اشکال قابل مشاهده است. این موجودات به عنوان اصلی‌ترین بازیگران هندسه منتج از نظریه آشوب شناخته می‌شوند. این هندسه ویژگی‌های منحصر به‌فردی دارد که می‌تواند توجیه‌گربسیاری از رویدادهای جهان پیرامون باشد، اما ویژگی اصلی که در این هندسه وجود دارد، باعث شده تا استفاده های ویژه ای از این سیستم صورت گیرد (Debnath, 2006).



نمودار ۲. مراحل الهام و تقلید در معماری بیومیمتیکس و بیومورفیک؛ ماخذ: قارونی و دیگران، ۱۳۹۲، ص ۱۲۹.

مغز انسان نیز یک شئ فرکتال است. سیستم ذهن و سازوکار آن کاملاً بر اساس نظریه آشوب عمل می‌کند. سیستم های آشوب گونه که سیستم‌های زنده نیز نامیده می‌شوند، بهترین تطابق و پذیرش را با سیستم‌های مشابه دارند. این بدان معناست که از لحاظ اداراکی بیشترین دل مشغولی مغز، طبیعت و هندسه آن است و هندسه مصنوع که بر اساس سیستم‌های خطی شکل می‌گیرد تناسبی با آن ندارد (Salingarous, 2003). هندسه فرکتال مطالعه اشکال ریاضی است که نمایانگر جزئی از اجزاء خود-متشابه بی‌انتها و پیچ در پیچ است که این خصوصیات را می توان با دقت مشاهده نمود. هندسه فرکتال «مندلبرات»[1] توانایی توصیف جریانی از جزئیات مشاهده شده در فرم‌های طبیعی را دارد. یکی از خصوصیات اصلی که هندسه فراکتال در مورد طبیعت به ما می گوید، مسطح نبودن طبیعت است. طبیعت تعداد نامتناهی از مقیاس‌های طولی را به نمایش می‌گذارد. جریانی بی‌انتها از فرم‌های جذاب که به صورت دسته‌بندی شده قرار می‌گیرد و به ندرت دارای یک تعادل کامل است (بوویل، ۱۳۸۶). یک نقل قول از ریاضی‌دان مندلبورت این است که کوه‌ها مخروطی نیستند، خطوط ساحلی دایره نیستند و رعدوبرق در خط مستقیم حرکت نمی‌کند (Mandelbrot, 1996). در واقع دکوراسیون تکامل انسان دنیایی از مکعب، کره و یا چند ضلعی نبود بلکه محیطی پر از خشونت جزییات پیچیده بود. از دهه هفتاد قرن بیستم به بعد یک توصیف ریاضی سیستماتیک و اکتشاف هندسه طبیعت پدید آمد. چیزی که مهم است این است که مشخص شد که این نوع اشکال را می‌توان به راحتی مدل‌سازی کرد و با مجموعه‌ای از تبدیل‌های ریاضی ساده تقلید کرد. اشیاء ریاضی که با این تحولات به دست می آیند قالب هستند. که عبارت «ابر شکسته» را بعنوان ریشه خود خود دارد که به معنای «شکسته» است. اگرچه این توصیف یک درک شهودی از مفهوم «خودهمگونی» ارائه می‌دهد. باید به این نکته اشاره کرد که در ریاضیات مفهوم روشنی دارد. در اصل همگونی به توصیف سه اصل مرتبط می‌شود: *همگونی دقیق*، *همگونی شبیه و همگونی آماری* (Peitgen و همکاران ۱۹۹۲).



نمودار ۳. تولید مثلث سرپینسکی. در هرگام تکرار بعدی، سومین مثلث سیاه خارج می‌شود؛ ماخذ: ترسیم نگارندگان.

۳-۶ ریتم‌های فراکتال

علاوه بر استفاده از هندسه فراکتال به عنوان یک ابزار تحلیلی، «بوویل» (۱۹۹۶) آن‌را به عنوان یک ابزار خلاقانه نیز استفاده می‌کند. این باعث می‌شود که او در یک موقعیت کاملاً منحصر به‌فرد باشد. اگرچه بسیاری از محققان درباره رابطه بین فراکتال‌ها و معماری بحث می‌کنند، تقریباً هیچ‌کدام از آنها به طور خاص دستورالعمل‌هایی برای ایجاد معماری با توجه به اصول فراکتال ارائه نمی‌دهند. برای برطرف کردن این ایراد، بوویل عمدتاً از ریتم‌های فراکتالی به عنوان یک ژنراتور از سازمان‌های معماری استفاده می‌کند. یک روش ساده برای تولید چنین ریتم‌ها با تغییر مکان میانی است. ریاضی‌دانان تا قبل از سال

[1] Benoit Mandelbrot

۱۹۵۷ بر این گمان بودند که الگوهای طبیعت پیچیده و بی‌نظم و دارای ساختاری غیرقابل مشخص هستند تا اینکه «مندلبروت» در سال ۱۹۵۷ بیان کرد: «ابرها کره نیستند و کوه‌ها مخروطی شکل نمی‌باشند. خط کناره ساحل دایره‌ای نیست و رعد در یک خط مستقیم حرکت نمی‌کند.» مندلبورت در سال ۱۹۵۷ با کاربرد واژگان *fractals* که به معنای سنگی به شکل نامنظم شکسته و خرد شده است، بعنوان پدر فراکتال لقب گرفت (لوکس، ۱۳۷۶). فراکتال‌ها دارای فُرم و ساختار اولیه هستند که در راستای همسازی سلولی آنها شکل می گیرد، یعنی فُرم اولیه شهر را می توان از فرم نخستین هسته شهر پیش‌بینی کرد که تا حدودی مورد توافق اندیشمندان شهرسازی قرار می‌گیرد. «ادوارد لارنز» استاد علوم هواشناسی در دانشگاه ام.آی. تی در آمریکا، «نظریه آشفتگی» را در ده هفتاد میلادی مطرح کرد. وی در سال ۱۹۷۲ مقاله‌ای با عنوان «آیا حرکت بال پروانه در برزیل باعث به وجود آمدن گردبادهای عظیم در تگزاس می‌شود؟» را منتشر نمود. این مقاله به نام «اثر پروانه» شهرت یافت. بر اساس این نظریه، اتفاقات کوچک موجب رخ دادن اتفاقات بزرگ می‌شود. به‌نظر لارنز، به دلیل وجود آشفتگی، تغییرات آب و هوایی را نمی‌توان پیش‌بینی کرد و همیشه این پیش‌بینی‌ها تقریبی‌است (قبادیان، ۱۳۸۲، ص ۱۶۵). کاربست مفاهیمی همچون روابط غیر خطی پیچیدگی و فرایندهای تکرار و تداوم، در معماری پست مدرن از کارکردهای هندسه فراکتالی در معماری بشمار می‌روند که در آثار معماران دیکانستراکشن مانند زاها حدید و فرانک گری مشهود است. طراحی موزه بیلبائوی فرانک گری نمونه آشکار بهره گیری از سیالیت فضایی و تکرار و تداوم فُرم‌های سیال با پیچیدگی و روابط آشفتگی ویژه‌ای است یا طراحی زاها حدید برای اپرای «کاردیف بای» با استفاده از «هندسه فرکتالی» برای بکارگیری حس «تداوم» در سطوح حامل تغییر را می‌توان نمونه آشکار کاربست هندسه فراکتالی شمرد. برخی بناهای سنتی مانند اپرای پاریس «شارل گارنیه» (۱۸۲۵–۱۸۹۸) دارای مقیاس‌های فراکتالی ویژه‌ای هستند (سردار و آبرامس، ۱۳۷۹) که دارای جزییاتی هماهنگ با بنا هستند که با نزدیک شدن جزییات بیشتری جلوه می‌کند.

«چارلز جنکز» بر این نکته اشارت دارد که «آشوب و پیچیدگی در تکثرگرایی پسامدرنی» سازواره اندیشه‌ای را تشکیل می‌دهند که «معماری موج‌ها و پیچش‌ها» است و گونه‌ای از معماری را رقم می‌زند بطور مداوم و به طرز غیر قابل پیش بینی رشد نموده و کاهش می یابد. بر این اساس گونه‌ای از معماری را می‌توان تعریف کرد که معماری فراکتالی برگرفته از هندسه فراکتال می باشد. یک ساختمان یا شهر، تابع همان قوانین سازمان‌دهنده یک «اُرگانیسم بیولوژیکی» و یا یک برنامه پیچیده کامپیوتری است. معماری امروز، بیشتر به قوانین علمی وابسته است تا سبک‌های دیکته شده. با استفاده از این قوانین می‌توان ساختمان‌هایی ساخت که احساسات مثبت ساختمان‌های مهمّ تاریخی را به میزان چندّین برابر افزایش داد، بدون‌این‌که از سبک یا فُرم آن‌ها استفاده و یا اینکه کپی‌برداری شود (سیدیان، ۱۳۸۴، ص ۲۵۶). اشکال فراکتال سرتاسر نامنظّمند و بی‌نظمی آن‌ها در همه مقیاس‌ها یکسان است و از دور و نزدیک به طور یکسان دیده می‌شوند و به اصطلاح خود متشابه هستند. در طبیعت نمونه‌های زیادی از فراکتال‌ها دیده می‌شود؛ ازجمله: ابرها، درختان، کوه‌ها، لبه سواحل دریاها، سرخس‌ها و گل کلم، رودها

و غیره اشکال و اجسام فراکتالی هستند (سیدیان، ۱۳۸۴، ص ۲۵۳). فراکتال‌ها دارای دو ویژگی و مشخّصه وابسته به هم هستند:

۱. «آن‌ها دارای لبه‌ها و وجوه منفذدار تاب‌خورده و غیرمستقیم هستند»؛

۲. «از چند ساختار متّصل به هم، با مقیاس‌های مختلف و متفاوت شکل گرفته‌اند» در ساختار شهرهای تاریخی، مقیاس‌های متعددی وجود دارد. کلونادها، رواق‌ها، ردیف‌های ساختمان‌ها و مسیرهای متقاطع مربوط به یک سطح نفوذپذیرند که امکان تبادل را ممکن می‌سازد. این می‌تواند یک فراکتال باشد. نکته مهمّی که در ابعاد فراکتال مطرح است، مقیاس فراکتال‌هاست. معماری و شهرسازی در مقیاس بشری فراکتال‌ها را بکار می‌گیرند؛ به عنوان نمونه در یک کلوناد زمانی که فاصله ستون‌ها بین ۱ تا ۳ متر باشد، مفید است و بیشتر از آن خارج از احساس انسانی است (سالینگاروس، ۱۳۸۲ ص ۲۷–۲۸). در عین‌حال می‌توان گفت که؛ فراکتال‌ها شکل‌هایی هستند که برعکس شکل‌های هندسه اقلیدسی به هیچ وجه به معنی متعارف، منظم نیستند، این شکل‌ها اولاً سراسر نامنظم‌اند؛ ثانیاً میزان بی‌نظمی آن‌ها در همه مقیاس‌ها یکسان است یعنی به نوعی دیگر منظم‌اند (خاک‌زند و احمدی، ۱۳۸۶، ص ۳۹). درواقع یک فراکتال طبیعی به دو شکل به وجود می‌آید:

۱. نیروهایی مشابه در سطوح متعدد مقیاس همزمان عمل می‌کنند (همان‌طورکه در یک رودخانه یا ابر) یا در یک مقیاس یکی بعد از دیگری در طی زمان (آنچنان که در یک دانه برف)؛

۲. ماندل بروت معتقد است که ساختارهای فراکتال را می‌توان تنها با میزان اندکی اطلاعات به سادگی تعریف نمود (خاک‌زند و احمدی، ۱۳۸۶، ص ۴۰).

قوانین علمی به واسطه کیفیّت‌های فراکتالی‌شان، ارتباط میان انسان و محیط اطراف را سبب می‌شوند. در هندسه اقلیدسی و مدل‌های ریاضی ساده‌گرای فُرم، این طرز تفّکر زیربنایی وجود دارد که واقعیّت به‌صورتی قابل پیش‌بینی و تغییرناپذیر، نظم یافته است. هنگامی که اطّلاعات کافی وجود داشته باشد، می توان به رابطه علّت و معلولی دست یافت که همه پدیده‌ها را توضیح دهد. هندسه اقلیمی با فُرم‌ها و شکل‌های ثابت، خالص و ساده در شناخت پیچیدگی فُرم طبیعی ارزش زیادی ندارند (افتخارزاده، ۱۳۸۳ ص۳۰). در سال ۱۹۹۶، وقتی «کارل بُوویل» کتاب تحقیقی پرنفوذ خود را به نام «هندسه فراکتال در معماری و طراحی» منتشر کرد، مرحله جدیدی در رابطه عجیب و متناقض بین معماری و نظریه آشوب پا به‌عرصه وجود گذاشت. بوویل بیش از هر نویسنده دیگری در معماری، خود را در ریاضیات آشوب (پیچیدگی) غرق کرد. او این طور استدلال می‌کند که هندسه فراکتال وسیله خوبی برای معماری است؛ اما به شرطی که عاقلانه استفاده شود (رضاسلطانی، ۱۳۷۹، ص ۵۸). هر فُرمی که به خود شبیه باشد، می‌تواند فراکتال باشد. اگر یک نقش یا طرح همزمان با رشد خود افزایش مقیاس یا ساختار در طول زمان یا فضا داشته باشد و تکرار و تکثیر گردد، می‌توان گفت این ساختار دارای نوعی سلسله‌مراتب است. بدین ترتیب سازماندهی فراکتالی نوعی سازماندهی سلسله مراتبی است (بتی، ۱۳۸۴، ص ۷۵). هندسه طبیعت یا فراکتال توسط معماران و ریاضی‌دانان متعدّدی سال‌هاست، مورد بحث و بررسی قرار

گرفته است. ماهیّت هندسه طبیعت بر اساس تئوری آشوب تعریف می‌شود. ماهیّت فراکتال اساساً با هندسه اقلیدسی متفاوت است و قابل جایگزینی در چار چوب کاربردهای هندسه اقلیدسی نیست. اساس هندسه اقلیدسی یا هندسه دکارتی تناسبات صحیح و در سه بعد طول، عرض و ارتفاع است و معرّف کمیّت. هندسه فراکتال بصورت کسری و ماهیّت آن کیفی است نه کمّی. بدون این هندسه نمی‌توان کیفیّاتی از جمله زمختی، بی‌نظمی، پویایی، شکستگی و ارتباط را تعریف کرد. فراکتال‌ها دارای اشکال خودمانا هستند و معیّن و غیرقابل پیش‌بینی (افتخارزاده، ۱۳۸۳، صص ۱۰۲ –۱۰۳). «سالینگاروس» معتقد است که در فُرم‌های طبیعی و معماری‌های سنّتی بومی، خاصیتی به نام «سلسله مراتب مقیاس بندی طبیعی» وجود دارد. بدین‌معنا که بین اجزاء این فُرم‌ها، نسبت ثابتی بین گروه‌های پشت سرهم از نظر اندازه وجود دارد. یک شئی دارای پیوستگی مقیاس‌بندی، مقیاس‌های قابل تمایزی دارد که از بزرگترین تا کوچکترین اندازه قابل درک بر اساس آن مقیاس مرتب می‌شوند. وی این نسبت را با رابطه (e=۲/۷) بیان نمود که از محاسبه نسبت مقیاس‌های موجود در فُرم‌های طبیعت حاصل شده است (افتخارزاده، ۱۳۸۳، صص ۲۹–۳۱).

سیستم‌های آشوب‌گونه که سیستم‌های زنده و پویا هستند، از لحاظ ادراکی بهترین موضوع تطابق و پذیرش مغز هستند و هندسه اقلیدسی خطی و مصنوع یا پریودیک همخوانی و تناسبی اندکی با مغز انسان دارد (همان، همو، صص ۳۲–۳۴). «خصوصیّات اصلی هندسه طبیعت» عبارتند از: *«۱. معیّن و قابل شناسایی درعین غیرقابل پیش‌بینی بودن، ۲. تازگی، ۳. توان سازگاری بالا با محیط، ۴. امکان نوآوری و پویایی، ۵. انعطاف‌پذیری، ۶. بهینه‌سازی، ۷. خودتولیدی، ۸. خودسازماندهی، ۹. ظرفیّت اطّلاعات بالا، ۱۰. قدرت اضمحلال اطّلاعات، ۱۱. توانایی تغذیه از تعاملات و اختلالات محیطی جهت تولید اطّلاعات، ۱۲. حساسیّت زیاد به شرایط اوّلیه و قدرت خود تنظیم‌کنندگی و دادن پاسخ بهینه، ۱۳. توانایی خلق مداوم اطّلاعات از داده‌های بسیار محدود و ناچیز و گنجیدن نامحدود در محدود»* (همان، ص ۳۶).

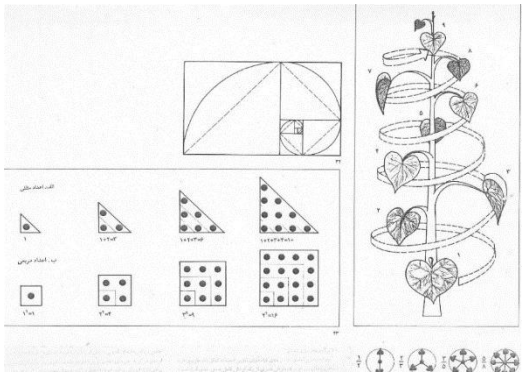
هر قطعه از یک شئی فراکتالی تقریباً همانند کلیّت آن و سایر قسمت‌هاست، درحالی‌که بدن انسان چنین نیست. اجزاء بدن انسان فراکتالی است، ولی کلیّت و ظاهر بدن انسان بصورت متعادل و هر قسمت در هماهنگی و همخوانی با وظیفه‌اش، فُرم مخصوص به خود را دارد. هندسه طبیعت می‌تواند به عنوان بهترین راه‌حلّ برای طراحی معماری کیفی و مطلوب انسان باشد. فُرم فراکتال ساده هم نمی‌تواند با تقلیدی ظاهری بر معماری امروز ارزش افزوده‌ای داشته باشد. با شناخت و درک ذات فراکتال‌ها می‌توان به خلق فضاهای معماری کیفی منطبق با نیازهای جدید بشر مبادرت کرد (افتخارزاده، ۱۳۸۱، ص ۱۷). مهمّترین و متعالی‌ترین فراکتال‌ها را می‌توان در جزییّات مشاهده کرد. مقرنس‌های آفریده شده توسط معماران شهودی ما مثل اعلای آن هستند که در جهت ایجاد حسّ وحدت در کثرت در نتیجه ارتقاء کیفی ادراکی از طریق تفکّر شکل گرفته است (افتخارزاده، ۱۳۸۳، ص ۳۷). بسیاری از طرّاحان با توجه به تجلّیات طبیعت، کارآیی، تنوّع و تغییر را به عنوان ذات سیستم‌های طبیعی مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها هندسه‌ای را که از فرآیندهای فیزیکی و زیست‌شناسی بوجود آمده است، بررسی کرده‌اند تا بهتر بتوانند نظم گیتی و نقش انسان را در این نظم بشناسد. آنان متوجه شده اند که طبیعت با حداقل اجزاء

می‌تواند حداکثر تنوّع را بوجود آورد. تجلیّات طبیعی زنده و غیر زنده ضمن این‌که با حداقل اجزاء حداکثر کارآیی را به‌وجود می‌آوردند، نقش حفاظت از منابع را نیز به عهده دارند. این تجلیّات ویژگی‌های درونی سیستم سازمانی را با تأثیرات خارجی می‌پیوندند و ضمناً حداکثر کارآیی را موجب می شوند. مثلاً در دانه‌های برف بیان هندسی وجود دارد که از حداقل انرژی استفاده می‌کند، حداکثر کارآیی را دارد و به دلیل تفاوت‌های شرایط محیطی از جمله درجه حرارت، رطوبت، جریان هوا و فشار جوّ در هنگام شکل گرفتن دانه برف، فُرم‌های متنوّعی را ایجاد می‌کند (سیدیان، ۱۳۸۴، صص ۲۵۶-۲۵۷). الگوی شاخه‌ای نیز که در فُرم‌های غیر زنده (به عنوان نمونه در رودخانه) و زنده (به‌عنوان نمونه شاخه-های درختان) دیده می‌شود، همین ویژگی حداقل انرژی و حداکثر کارآیی را بیان می‌کند. از لحاظ شکلی مثلث با حداقل اجزاء حداکثر کارآیی را دارد. مثلث شکلی ذاتاً پایدار است، بنابراین باید در طبیعت یافت شود و همینطور هم هست. شبکه مثلثها الگویی سازمان‌دهنده است که در طبیعت مکرراً به چشم می‌خورد. کاراترین شکلی که می‌تواند به صورت شبکه‌های مثلثی، سازمان یابد شش ضلعی است. موجودات زنده معمولا الگوهای پنج ضلعی را به نمایش می‌گذارند، و موجودات غیر زنده الگوهای شش ضلعی را (صدیق‌پور، ۱۳۸۰، ص ۵۶).

۳-۷ هندسه طبیعت

در هندسه فراکتالی دو نوع عمده قابل رؤیت است:

۱. «**هندسه‌های رشد یابنده**»: طبیعت با هندسه‌های ثابت مشخص نمی‌شود، بلکه هندسه‌های طبیعت، هندسه‌هائی رشد یابنده‌اند، یعنی از نظر ریاضی درحال افزایش یا کاهش هستند. «دوتزی» معتقد است که طبیعت خود را به‌صورتی منظّمی کرده که به نسبت‌های خاصی مکرراً دیده می‌شود. وی در کتاب «توان نهایت»؛ نسبت‌های طلایی و سایر روش‌های تناسبی و هندسه‌های رشد یابنده را در فُرم طبیعی به صورت تجلّی ارتباط متقابل وحدت و تنوّع که مشخّصه طبیعت است، تعریف می‌کند.



تصویر ۱. نحوه چیدمان برگ‌ها از الگوی خاصی پیروی می‌کند؛ ماخذ: اردلان و بختیار، ۱۳۸۰

۲. «**هندسه اجزاء**»: اگر در نظر گرفته شود که مفهوم چسباندن فُرم‌ها به متراکم‌ترین صورت، بستگی به اندازه آن‌ها ندارد، انتظار چنین خواهد بود که فُرم طبیعی نیز مستقلّ از مقیاس باشد که همین‌طور هم هست. مثلاً با مشاهده شاخه‌های رودخانه واضح است که الگوی شاخه‌ای دارای سلسله مراتب بوده که

فُرم، تعداد، و توزیع ثابتی دارد که مستقلّ از مقیاس است. زمانی که روش علمی و هندسه اقلیدسی در تلاش خود به منظور طبقه‌بندی و ساده کردن قادر به بیان استقلال مقیاس یا پیچیدگی فُرم‌ها و سیستم‌های طبیعی نبودند، هندسه اجزا پدید آمد (سیّدیان و حسینی، ۱۳۸۴، ص ۲۵۵). هندسه اقلیدسی به طرز غیر واقعی مبتنی بر مقیاس است؛ یعنی بافت ظاهری فُرم با تغییر مقیاس دگرگون می‌شود. در طبیعت پیچیدگی ظاهری، حتی با وجود تغییر مقیاس ثابت باقی می‌ماند. فُرم‌های طبیعی در رفتاری مستقلّ از مقیاس را بیان می‌کنند. با افزایش مقیاس، جزئیّات آن‌ها هم افزایش می یابد، به همین دلیل بافت ظاهری آن‌ها ثابت باقی می‌ماند. در مورد اجزاء همیشه جزییّات بیش از آن چیزی است، که به چشم می خورد (سیدیان، حسینی، ۱۳۸۴، ص ۲۵۶). در حالی‌که هندسه اقلیدسی فاصله را بدون توجّه به مقیاس، ثابت فرض می‌کند و مقدار تغییر جزیّیات نسبی با مقیاس تغییر می‌کند. در هندسه اجزاء فاصله با مقیاس تغییر کرده، اما بافت ظاهری ثابت می ماند (افتخارزاده، ۱۳۸۳، ص۳۶).

بیش از دو دهه بین معماری و علوم دیگر رابطه متناقضی وجود داشت. طبیعت این رابطه، زمانی دگرگون شد که هندسه فراکتال به عنوان نقطه عطفی پدیدار شد. در این بین معماران و ریاضی دانان توضیحاتی در چیستی فراکتال در معماری ارائه نمودند که اندک تشابهاتی با هم داشتند. در تعریف معماری فراکتال، معماران دیدگاه‌های ریاضی‌دانان را نادیده گرفتند و تنها به تعریفی از فراکتال بسنده کردند ولی ریاضی‌دانان بررسی‌های گسترده‌تری در فراکتال آغاز کردند (سیدیان ۱۳۸۴، ص ۲۵۱). برای توجیه و تفسیر این پیچیدگی‌ها، «مندلبروت» پایه‌گذار هندسه نوینی (هندسه بعد کسری) شد که هندسه اقلیدسی آن را هندسه بدون شکل نامید (مندلبروت،۱۳۷۰، ص ۵۲).

اگرچه معماری فراکتال سبکی جدید به نظر می‌آید، اما شیوه‌ای است برگرفته از طبیعت که از دوره های کهن بر جای مانده است. به عنوان مثال معماری آفریقا، دارای نمونه‌های متعددی از فراکتال است که در معماری اجتماعی آنها نمود پیدا کرده است. در دوران آرمان‌گرایی معماری مدرن که معماران به دنبال یافتن مسیر واقعی معماری در جهت دستیابی به شکلی مناسب با نیازهای جوامع بودند، اصولی مدنظر معمارانی چون لوکوربوزیه، والترگریپیوس، میس وندروهه، فرانک لوید رایت و سولیوان بود که می خواستند معماری را با زبانی ساده، حجمهایی آزاد و هندسه ای روشن بیان کنند (بنه‌ولو، ۱۳۵۸، ص ۲۴۱). از همین دوران در رابطه معماری و زیست‌شناسی، مبحث پیچیده ارتباط فُرم و عملکرد قوّت گرفت. سولیوان برای اولین بار قیاس‌های زیست‌شناسانه معماری را مطرح کرد. بدین‌ترتیب سولیوان اساس کارهایش را بر مبنای هندسه آزاد همراه با دیگر دیدگاه‌های زیست‌شناسانه استوار کرد که بعدها رایت آن‌ها را در کارهایش به اوج رساند (کالینز، ۱۳۷۶، ص۱۸۳).

در مورد *«کاربست هندسه فراکتال در ساختار شهری»* باید گفت که کاربست اول به منظور مطالعه شکل شهر با بهره‌گیری از طرح‌ها و اجسام رایانه‌ای است و کاربست دوم نیز با اندازه‌گیری ابعاد اشکال و اجسام در شهرهای موجود در بستر شبیه‌سازی به صورتی دینامیک و یکپارچه است. در این رویکرد می‌توان سیستم شهری (سردار و آبرامس، ۱۳۷۹) را از دو روش مورد کنکاش قرار داد:

۱. «ثابت نگهداشتن اندازه و تغییر مقیاس»؛
۲. «ثابت نگهداشتن مقیاس و تغییر اندازه».

کارهای «مایکل بتی» استاد تحلیل و برنامه‌ریزی فضایی دانشگاه لندن نشانگر این نکته است که روابط کلیدی میان ابعاد فراکتالی شهر باعث می‌شود، بتوان میان جمعیت و تراکم شهری از یک‌سو و ابعاد خطی یا فضایی از سوی دیگر، ارتباط یا نوعی هم بستگی پیدا کرد که دارای روابطی به «شکل نموی»[۱] یا «شکل انباشتی»[۲] است. دیدگاه‌های سنتی در برنامه‌ریزی شهری با نگاه آرمان‌گرایانه تحت تاثیر دو عامل دچار نوعی چالش شده است:

- «عدم التفات به غیرقابل پیش‌بینی بودن سیستم‌های فعال مانند ساختار شهری و برنامه‌ریزی جامع شهری بر مبنای این پیش‌بینی»؛ و
- «عدم توجه به خصلت خود سازمان‌دهنده شهرهای گذشته که فضای زیستی مناسبی برای بشر بشمار می‌آمدند»

۳-۸ پهنه‌های تلفیقی شهری- طبیعی

عملکردهای مختلف لبه و حومه شهرعبارتند از: سلامت مطلوبیت و عملکردهای اجتماعی و همچنین عملکرد و ظرفیت های اکولوژیک (Sukopp, 1982). علاوه بر این، اهمیت اقتصادی نیز به نحو قابل توجهی در این مناطق وجود دارد (Lange et al., 2007 Cited in). پهنه‌های تلفیقی شهری- طبیعی، بخشی از حومه است که به واسطه پتانسیل خود تحت بیشترین فشار برای توسعه، دسترسی و تفرج، برای خانه سازی جدید، زیرساخت‌های حمل و نقل و در مواردی عملیات معدنی و ریختن و دپوی زباله قرار دارد. این منطقه اغلب برای توسعه‌هایی که نزدیک به شبکه اصلی حمل و نقل رخ می دهند و یا نزدیک به مراکز جمعیتی که مطالباتی ایجاد می کنند مناسب است. برخی از پژوهشگران بر این باورند که این مناطق از نظر سیمای سرزمین و منظر بسیار شکننده بوده و در نتیجه حفظ شخصیت طبیعی و شکننده محیط و منظر و محدود نمودن گسترش شهر ضروری است (Sullivan et al, 2004). بدین‌ترتیب وجود ترکیبی از فرصت‌ها و مشکلات در پهنه شهری طبیعی، نیاز به یک رویکرد جامع برای برنامه ریزی زمین در این منطقه را امری ضروری می‌نماید. امروزه یکی از چالش‌های جامعه بشری حل تضاد بین رشد سریع شهرها به عنوان محل‌های تمرکز ساختمان، حمل و نقل سنگین و فعالیت‌های متمرکز تجارتی و مصرفی از یکسو، با طبیعت و زیست‌بوم‌های طبیعی موجود در فضاهای باز دست-نخورده و طبیعی داخل و پیرامون شهرها از سوی دیگر می‌باشد (یاوری و همکاران، ۱۳۸۶).

۳-۹ فرکتال‌ها و اثر لبه[۳]

اثر لبه‌ای می‌تواند بوسیله مشاهده لبه سیستم‌های آب و جنگل درک شود. آب تاثیرات سودمندی بر روی زمین دارد، بازتاب نور خورشید افزایش یافته و اقلیم معتدل می‌شود دمای بالا به سرعت کم می شود

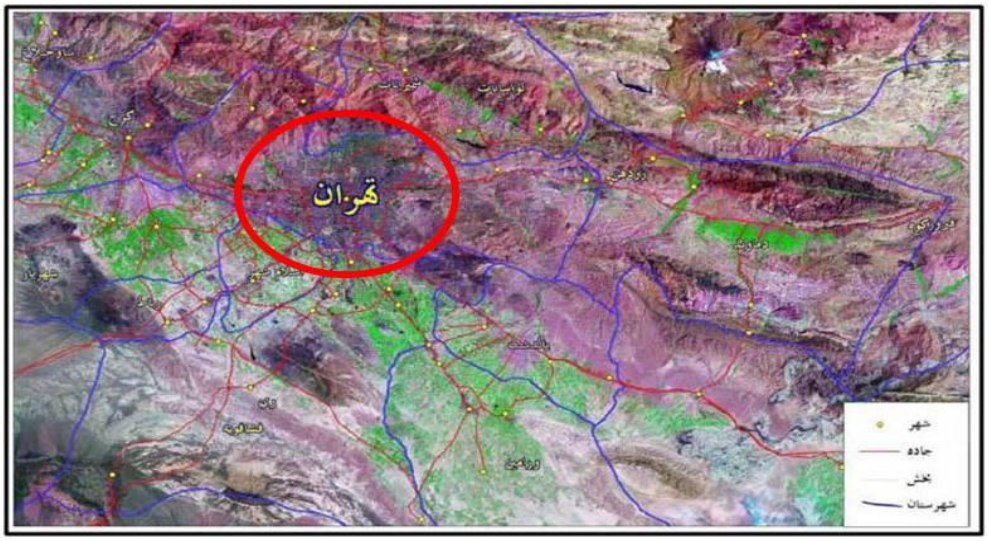
---

۱ incremental
۲ cumulative
۳ Edge Effect

ولی گرما را تا مدتی نگه می‌دارد. لبه گیاهی تولیدکننده به سمت آب پیشرفت می‌کنند و بدین‌ترتیب آب در لبه بوسیله افزایش گیاهان پرتولید ساحلی با مواد مغذی غنی می‌شود و از زمین سود می‌برد (Tippett, 1993)، در نتیجه ساختار لبه نمایانگر خط مقدمی است که از یک بی نظمی پیچیده بین برنده‌ها و بازنده‌های محیط نشات می‌گیرد و به شانس بستگی دارد.البته خط مقدم کاملا تصادفی ایجاد نمی شود و بر پایه احتمالاتی رخ می‌دهد که قابلیت پیش‌بینی دارند. الگوی خط لبه (در طبیعت) اغلب الگوی پیچ بوده و نمونه‌ای از خودسازماندهی فرکتال می باشد (بل، ۱۳۸۳). اثر لبه‌ای همچنین می تواند در بین ساختارهای بسیار متمایز افزایش یابد که این امر موجب پیوستگی و ارتباط زیاد بین سیستم‌ها می شود. این می تواند یک ایده برای ادغام و تلفیق شهرو طبیعت باشد. هنگامیکه برآمدگی‌های فضای باز و حومه به درون شهر وارد می‌شوند و باعث افزایش ارتباطات بین دو ساختار مجزا می شود. این امر یک موضوع موازی با فرکتال است و می‌تواند برای غنی ساختن امکانات زندگی و پتانسیل رشد در نظر گرفته شده و کیفیت محیط را به حداکثر برساند. لبه کنگره‌ای فرکتال اجازه رسیدن به قطعه فضاهای متراکم و سطوح بزرگ نواحی بین سیستم‌ها را می‌دهد (همان ماخذ). این امر بوسیله دراز شدن طول لبه شهری مشخص می‌شود، جائی‌که این لبه‌ها به سوی پوشش کامل فضا و در برگرفتن کل سطح گرایش دارند. این موضوع ممکن است با نظراتی که در رابطه با تکامل تدریجی شهرها مطرح شده اند نیز موازی باشد. آنچنان که می دانیم یک گسترش فضایی خاص، با شیوه عملکرد مردم و ساکنان در این فضا در ارتباط است. در این رابطه، افزایش زیاد طول لبه شهر می‌تواند تا اندازه‌ای از این حقیقت نتیجه شود که هر کس در مناطق لبه ای شهر زندگی می‌کند می‌خواهد در نز دیک نواحی سبز و طبیعی زندگی کند (Tannier and Pumain, 2007). ساکنین یک ناحیه شهری گرایش به حفظ این خصیصه دارند که از اقامت دیگر مردم نزدیک خانه‌هایشان جلوگیری نموده و خود حداکثر دسترسی را با نواحی طبیعی و سبز اطراف خود داشته باشند. این مشاهدات این فرضیه را حمایت می‌کند که برهمکنش‌ها بین برنامه-ریزی و طراحی شهری و فرایندهای خودسازمانده می‌تواند منجر به معماری شهرهای فرکتال شود (Frankhauser, 1994; Salingaros, 2003).

۴- بیان یافته‌های تحقیق

شهر تهران در بستر طبیعی بین ً۳۵ تا ً۳۶ عرض شمالی و ً۵۰ تا ً۵۳ طول شرقی قرار گرفته است. این بستر از سمت جنوب به حاشیه شمال غربی کویر مرکزی، از شمال به دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی، از شرق به دره‌های جاجرود و از غرب به دره‌های کرج محدود شده است و مناطق ۲۲گانه شهر تهران در داخل این محدوده قرار گرفته‌اند. نقشه شماره ۱ موقعیت شهر تهران و محیط پیرامونی آن را نشان می‌دهد.

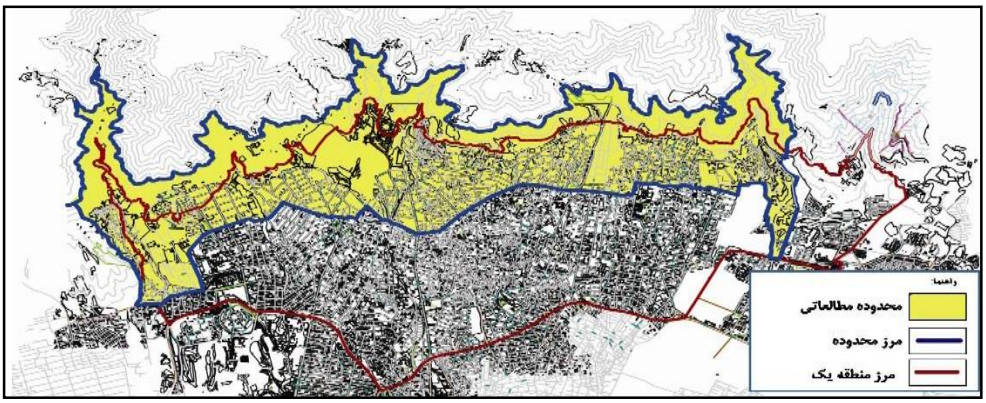


نقشه ۱. موقعیت شهر تهران و محیط پیرامونی آن. مأخذ: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۴۰۱

منطقه یک شهرداری، در بلندای تهران و با وسعتی حدود ۲۱۰ کیلومتر مربع واقع شده و بر اساس داده های آماری بیش از ۴۳۳۵۰۰ هزار نفر جمعیت را در خود جای داده است. این در حالی است که انبوه ساختمانهای آماده و نیمه وقت در آینده ای نزدیک جمعیت منطقه را به مرز ۵۰۰ هزار نفر خواهد رساند. مختصات جغرافیایی این منطقه از طرف شمال محدود به ارتفاعات ۱۸۰۰ متری دامنه جنوبی کوههای البرز، از جنوب به بزرگراه شهید چمران حد فاصل دو راهی هتل آزادی و بزرگراه مدرس و پل آیت الله صدر و از غرب به اراضی رودخانه درکه و از شرق نیز به انتهای بزرگراه ارتش کارخانه سیمان و منبع نفت شمال شرق تهران محدود می شود (مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۸۴). اگر چه این منطقه به لحاظ طراحی شهری دارای بافتی روستایی است و می‌توان آن را گونه‌ای باغشهر قلمداد نمود. لکن به دلیل نیمه کوهستانی بودن و ساختار ویژه که آمیزه‌ای از شهرسازی مدرن و سنتی است، دارای جذابیت‌های طبیعی و اقتصادی بوده و به مرور تبدیل به عرصه مشکلات بیشتری ناشی از فعالیت‌های عمرانی شده است. با این‌وجود هنوز هم به عنوان ساختگاهی قدیمی، با اهمیت و دارای ویژگی‌های آب و هوایی، زمینه و اقتضای کارهای عمرانی بیشتری را فراهم نموده است (محمودیان، ۱۳۸۱).

نقشه ۲. موقعیت منطقه یک در شهر؛ ماخذ: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۴۰۱

با توجه به مسائل و مشکلاتی که در حال حاضر در مرز شمالی شهر تهران در مورد هجوم ساخت و سازها و جلوگیری از ادامه روند ساخت و ساز وجود دارد و با توجه به اهمیت منطقه و بخصوص بخش شمالی آن پهنه در نظرگرفته شده جهت مطالعه و بررسی در پژوهش حاضر، اکوسیستم پیچیده‌ای از مجموعه سیستم‌های مصنوعی(انسان ساخت) و سیستم طبیعی(کوه و رودره‌ها و فضاهای باز و سبز اطراف آن) در شمال منطقه یک است. این سیستم طبیعی می تواند به عنوان حمایت کننده عامل پایداری شهر تهران باشد. معیار انتخاب حدود منطقه این است که در حد شمالی، مناطقی دربرگرفته شوند که در عین نزدیکی به شهر خصوصیات طبیعی خود را حفظ نموده و به حیات طبیعی خود تا حد زیادی ادامه دهند. در تعیین محدوده جنوبی نیز این موضوع مدنظر می باشد که محدوده منطقه دربردارنده مناطقی باشد که در عین تراکم شهری بتوان حضور طبیعت را در آن حس نمود.

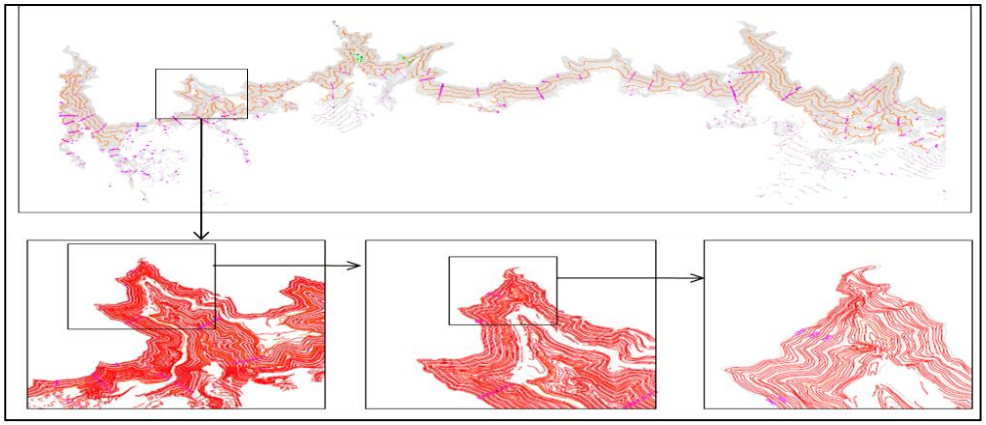


نقشه ۳. موقعیت محدوده مطالعاتی نسبت به منطقه یک و کوهستان شمال تهران. مآخذ: نگارندگان

۴-۱ الگوی توپوگرافی و شکل زمین

برخی شکل‌های زمین تنها در یک یا دو مقیاس و نه بیشتر بعدی فرکتال دارند که این مسئله بیشتر در مورد ساختارهای رسوبی صادق است درحالی‌که در یک دره و یا بستر فرسایشی توسط آب لایه‌های بیشتری از جزئیات دیده می‌شود که در هرکدام الگوی انشعاب تکرار می‌گردد. با توجه به اینکه بستر منطقه مورد مطالعه بستری فرسایشی بوده و با مشاهده ویژگی‌های شکلی و توپوگرافیک منطقه دیده می‌شود که شکل زمین در این محدوده حقیقتاً فرکتال بوده ویژگی‌های الگوهای فرکتالی در آن به نحو بارزی مشهود می‌باشند. آنچنان‌که دیده می‌شود خطوط تراز توپوگرافی محدوده دارای شکل و ساختاری فرکتالی بوده و در هر مقیاس می‌توان تشابهی از شکل را در هر مقیاس در این خطوط مشاهده نمود. این الگو خود منشاء بسیاری الگوهای فرکتال دیگر بوده و شکل ظاهری زمین را به‌همراه برامدگی‌ها و تورفتگی‌ها را بوجود آورده که خود این شکل نیز فرکتال می باشد. به تبع این شکل‌ها الگوی آبراهه‌ها، الگوی خط الراس‌ها و الگوهای فرکتال دیگر بوجود می‌آیند. الگوی خطوط تراز توپوگرافی در محدوده مورد مطالعه باشد. شکل زیر نیز الگوی ظاهری شکل کوه‌های شمالی منطقه که خود متاثر از توپوگرافی می‌باشد را نشان می‌دهد. با بزرگنمایی بخشی از این الگوی طبیعی مشاهده می‌شود که حرکت خطوط

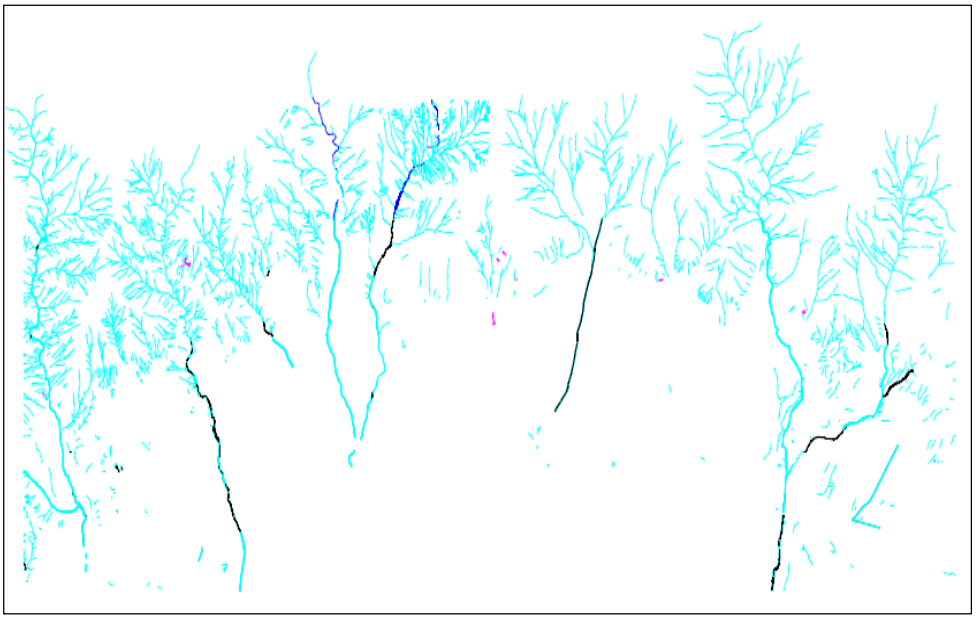
به همان نحوی صورت می‌گیرد که در تصویر دورتر به چشم می خورد و این روند همچنان ادامه خواهد یافت.



نقشه ۴. الگوی خطوط تراز توپوگرافی، مأخذ: نگارندگان

۲-۴ الگوی شبکه آبراهه‌های طبیعی

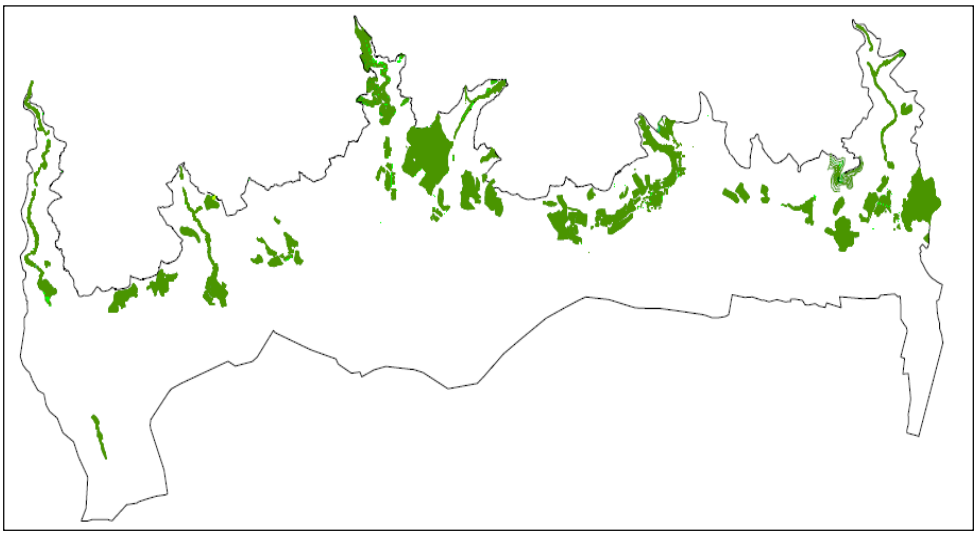
الگوی رودخانه‌ها و آبراهه‌های موجود در منطقه الگوی انشعابی پیچیده است. الگوی انشعابی پیچیده معمول‌ترین الگو در بین رودهاست. این انشعابات همانند انشعابات شاخه درختان است که به آن انشعاب درختی گفته می‌شود. ساختار این الگو بسیار قابل گسترش است. از به هم آمیختن عناصر کوچکتر و تشکیل عناصر بزرگتر، سلسله مراتبی از نهرهای کوچک به رودهای بزرگ به‌چشم می‌خورد. این سلسله-مراتب در الگوی حوزه‌های آبگیر و تجمع حوزه‌ها برای ایجاد سامانه‌های زهکشی بزرگتر نیز دیده می‌شود. الگوی انشعابی درختی یکی از متداول‌ترین الگوهای پایه چهارگانه‌ای است که توسط پیتر استیونز معرفی شده است.



نقشه ۵. الگوی فرکتال آبراهه ها، مأخذ: نگارندگان

۳-۴ الگوی لکه‌های سبز طبیعی

الگوی لکه‌های سبز طبیعی و یا نیمه‌طبیعی که در منطقه از گذشته باقی مانده اند نیز به عنوان الگویی فرکتال مطرح می‌باشد و آن‌گونه که بیان شد این الگو نیز به مانند سایر الگوهای فرکتال بیان شده وابستگی مستقیم با شرایط توپوگرافیک و و ضعیت شبکه‌های هیدرولوژیک منطقه دارد و از این الگوها شکل می‌گیرند. فراوانی این لکه ها در لبه شمالی منطقه که نسبت به لبه جنوبی آن دارای پیچیدگی و نوسانات بیشتری است بیشتر دیده می‌شود. علت این امر می تواند در رابطه با ساختار سرزمین و شکل واحد های آن باشد که آن‌گونه که بیان شد به‌نحوی وابسته به ویژگی الگوهای شکلی و توپوگرافیک منطقه می‌باشد. از سوی دیگر دور بودن از بخش جنوبی که به عنوان بخش نزدیکتر به شهر و در ارتباط با ساخت و سازهای انسان می‌باشد خود یکی از عوامل اصلی و تاثیر گذار در فراوانی و شکل این لکه‌ها می‌باشد و این پدیده که با دور شدن از فضاهای شهری بعلت دخالت کمتر انسان و عدم تحمیل خطوط راست به این لکه‌ها، لکه‌های سبز بزرگتر، فراوان‌تر و دارای شکل پیچیده‌تر می باشند به‌نحو بارزی مشهود می‌باشد.



نقشه ۶. الگوی فرکتال لکه های سبز طبیعی، مأخذ: نگارندگان

۵- نتیجه‌گیری و جمعبندی

هندسه فرکتال، خود هندسه طبیعت بوده و الگوهای فرکتالی از جنس خود طبیعت می‌باشند، در نتیجه استفاده ازاین هندسه بهترین راهکار برای طراحی در مناطق طبیعی می‌باشد. به همین‌ترتیب در شهرهای پیشین و شهرهایی که براساس یک روند منطقی شکل گرفته‌اند نیز می‌توان هندسه فرکتال را به عنوان هندسه موجود در آن‌ها بیان نمود. از سوی دیگر ساکنین شهر تمایل زیادی به زندگی با طبیعت وجود دارد که این امر در مناطق حاشیه‌ای شهرهایی که از حاشیه های طبیعی مناسبی برخوردارند منجر به بوجود آمدن لبه‌ای بسیار طولانی و کنگره‌دار در جهت افزایش ارتباط شهروندان با طبیعت می‌شود. پهنه تلفیق شهر و طبیعت (حاشیه شهر) از نظر فیزیکی، بیولوژیکی، شکلی و هم از نظر اکولوژیکی بعنوان یک عامل بسیار مهم در کیفیت زیستی و زیبایی‌شناسانه شهر مطرح می‌باشد. از سوی دیگر می‌توان گفت

که یکی از موضوعات بسیار مهم و قابل تعمق در ارتباط با پایداری ساختار طبیعی و مصنوع در سیستم-های شهری پیروی از الگوهای طبیعی است. گفته شد که این الگوی بوجود آمده یک الگوی فرکتالی بوده و هندسه بیان کننده آن هندسه فرکتالی می‌باشد و در این موارد تمایل به افزایش طول لبه که همانا تمایل به کیفیت بهتر از نظر زیستی می‌باشد موازی با افزایش طول لبه و کاهش نسبت مساحت منطقه نسبت به محیط از یکسو و ایجاد اشکال فرکتال در منطقه انتقالی (مانند لکه‌های ساخته شده کوچکی در طبیعت که در امتداد شبکه شهری باشند) و در نتیجه افزایش بعد فرکتال است. در نتیجه این امر، هندسه فرکتال بعنوان هندسه طبیعت و هندسه مناسب برای طراحی شهر و خصوصاً حاشیه‌های شهری می‌تواند به‌نحو مطلوبی به طراحی در مناطق تلفیقی شهر با طبیعت کمک نماید. راهبردها و راهکارهای پیشنهادی برای طراحی عبارتند از:

- ایجاد پیوستگی در لکه‌های سبز موجود، تبدیل فضاهای باز به عامل اتصال‌دهنده این لکه‌ها به وسیله شناسایی فضاهای باز موجود در منطقه، ایجاد فضاهای سبز اتصالی با توجه به شرایط فیزیکی آن، برداشت از الگوهای لکه‌های گیاهی طبیعی و همچنین گسترش فضاهای سبز به درون مناطق ساخته شده از هر نقطه‌ای که این امکان نفوذ وجود دارد جهت افزایش سطح تماس شهر با فضای سبز پیرامونی و افزایش بعد فرکتال در منطقه.
- حفظ شکل طبیعی شیب‌های موجود در محدوده که هنوز مورد عملیات خاکی قرار نگرفته‌اند و استفاده از شکل آن‌ها به‌عنوان الگو جهت بازسازی مناطق تخریب شده و سعی بر ایجاد کمترین دخل و تصرف در این شیب‌ها (در صورت نیاز مبرم به ایجاد راه‌ها و یا ساختمان در اینگونه مناطق مطالعه دقیق ویژگی‌های طبیعی صورت گرفته و به نحوی همسان با بستر این عملیات صورت گیرد).
- حفظ محیط‌های طبیعی موجود در محدوده و استفاده‌های مناسب از آن‌ها در جهت الگوبرداری برای کلیه عملیات ساماندهی منطقه از یک‌سو و تقویت نقش فضای سبز آنان در جهت ایجاد حریمی حفاظتی در مقابل نفوذ و گسترش بی‌رویه شهر.
- ساماندهی بافت‌های حاشیه‌ای ایجاد شده در محدوده و کنترل حجم ساخت و ساز و میزان تراکم ساختمانی در منطقه با استفاده از احاطه توسط فضای سبز شبه‌طبیعی و تعریف شکل‌های سازگار با طبیعت برای این بافت‌ها با درنظر داشتن یافته‌های پژوهش.
- آنچنانکه از نتایج تحلیل الگوهای بستر مشاهده می‌شود عامل توپوگرافی، هیدرولوژی و پوشش گیاهی به عنوان الگوهای اصلی و شکل‌دهنده محیط و منظر به طور مستقیم در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر بوده و از نظر شکلی دارای پیچیدگی‌ها و انحناهای بسیار شبیه به هم می‌باشند و در یک ترکیب کلی نیز یک حرکت شکلی را دنبال می‌نمایند و این شکل حرکتی موجی و کنگره‌ای می‌باشد و دارای برآمدگی‌ها و تورفتگی‌های فراوانی در مقیاس‌های مختلف می‌باشد.

- ترمیم، احیاء و توسعه دره‌ها به عنوان عامل نفوذ طبیعت و محیط طبیعی به درون فضای شهری و از سوی دیگر افزایش سطح اتصال شهر به طبیعت بوسیله حفاظت از دره‌ها و زبانه‌های طبیعی و آبراهه‌ها با ایجاد حریم عریض و جلوگیری از یکسان‌سازی بستر و فضاهای باز مربوطه توسط کاربری‌های شهری و
- محدود ساختن توسعه مسکونی در اراضی کنار دره‌ها و مسیل‌ها و حریم گسل‌ها در جهت ایجاد یک ساختار تضمین‌کننده ارتباطات صحیح بالادست و پایین دست (به‌عنوان مثال با احداث پارک خطی در امتداد رود- دره‌ها (دارآباد، گلابدره، دربند، ولنجک و درکه) و همچنین حفظ و احیاء فضای سبز دره ها و بستر طبیعی رودخانه‌های موجود در منطقه.

(*) اعلام عدم تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است. (تعارض منافع به حالتی گفته می‌شود که منافع شخصی مادی یا غیرمادی نویسنده یا نویسندگان با نتایج پژوهش در تعارض باشد و این موضوع بر روند انجام پژوهش یا اعلام صادقانهٔ نتایج تأثیر بگذارد).

منابع و مآخذ

۱- اردلان نادر و لاله بختیار (۱۳۸۰) حس وحدت سنت عرفانی در معماری ایرانی، ترجمه حمید شاهرخ، اصفهان، نشر خاک.

۲- افتخارزاده، ساناز (۱۳۸۱) شناخت هنر در نگرش آشوب، فصلنامه بیدار، شماره های ۱۵ و ۱۶.

۳- افتخارزاده، ساناز (۱۳۸۵) هندسه طبیعت در برابر هندسه اقلیدسی، مجله رایانه معماری و ساختمان، شماره ۹.

۴- بتی، ادواردز (۱۳۸۷) طراحی با سمت راست مغز (خلّاقیت) ترجمه عربعلی شروه، تهران، انتشارات مارلیک.

۵- بنه ولو، لئوناردو (۱۳۷۷) تاریخ معماری مدرن، جنبش مدرن تا پایان جنگ جهانی دوم، ترجمه حسن نیر احمدی، تهران، نشر مهندسین مشاور نیرسان.

۶- بنه‌ولو، لئوناردو (۱۳۸۶) تاریخ معماری مدرن، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۷- بوویل، کارل (۱۳۸۶) هندسه فرکتال در معماری و طراحی. ترجمه فلاح و گنجویی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۸- ترنر، تام (۱۳۸۰) شهر همچون چشم‌انداز. ترجمه فرشاد نوریان. انتشارات دانشگاه تهران.

۹- خاک زند، مهدی و امیر احمد احمدی (۱۳۸۶) نگاهی اجمالی به رویکرد میان طبیعت و معماری، نشریه باغ نظر، شماره ۸.

۱۰- رضا سلطانی، منصوره (۱۳۷۹) نظریه‌ای در توسعه فرکتال بر معماری، معماری و فرهنگ، سال پنجم، شماره ۱۷.

۱۱- سالیگاروس، نیکوس (۱۳۸۷) یک نظریه معماری، ترجمه سعید زرین‌مهر و زهیر متکی، تهران، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.

۱۲- سردار، ضیا الدین و ایوانا آبرامس (۱۳۷۹) آشوب: قدم اول، ترجمه آرام قریب، تهران، اتشارات شیرازه.

۱۳- سیدیان، سید علی، ابولقاسم حسنی (۱۳۸۴) بررسی تاثیر معماری فراکتال در روند بازسازی مناطق زلزله زده، همایش زلزله بم بازسازی دور نمای آینده.
۱۴- کالینز، پیتر (۱۳۷۵) دگرگونی آرمانها در معماری مدرن، ترجمه حسن حسن پور، نشر قطره.
۱۵- گاردنر، هلن (۱۳۶۵) هنر در گذر زمان، ترجمه محمد تقی فرامرزی، تهران، نگاه.
۱۶- گودرزی، محسن (۱۳۸۸) شناخت الگوهای طراحی محیطی پهنه های تلفیقی شهری-طبیعی با رویکرد اکولوژیک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
۱۷- محمودی نژاد، هادی (۱۳۸۸) معماری زیست مبنا، تهران، انتشارات طحان با همکاری انتشارات هله.
۱۸- محمودیان، علی اکبر (۱۳۸۱) اطلس شهرستان شمیران، رودبار قصران، لواسان و شهر شمیران(تجریش). گروه دانشنامه استان تهران، بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی: تهران.
۱۹- مدنی پور، علی (۱۳۸۱) تهران، ظهور یک کلانشهر. شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری: تهران.
۲۰- مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، (۱۳۸۴) مطالعات محیط زیست طرح جامع تهران. نهاد مشترک مسئول تهیه طرح های جامع و تفضیلی شهر تهران.
۲۱- مندلبروت، بنوا (۱۳۷۰) هندسه برخالها، توصیفگر طبیعت، ترجمه باقری، مجله دانشمند، شماره ۱۰.
۲۲- مهاجر، ناهید (۱۳۸۶) شهر فراکتال- زبان طبیعت در طراحی شهر. پایان نامه دکتری شهرسازی. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات.
۲۳- مهندسین مشاور بافت شهر (۱۳۸۴) تهیه الگوی توسعه و طرح تفضیلی منطقه یک. مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران. نهاد مشترک مسئول تهیه طرح‌های جامع و تفضیلی شهر تهران.
۲۴- مهندسین مشاور بافت شهر (۱۳۸۵) خلاصه گزارش مطالعات توسعه شهری طرح بررسی مسائل توسعه شهری مناطق تهران- منطقه یک.
۲۵- یاوری، احمدرضا و همکاران (۱۳۸۳) اصلاح ساختار اکولوژیک و عملکرد زیست محیطی سرزمین شهری در کریدورهای طبیعی رود دره ها در پایتخت. مجموعه مقالات اولین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، دانشکده فنی دانشگاه تهران

26- Adesina, A. 2007. *Socio-Spatial Transformations And The Urban Fringe Landscape In Developing Countries*, Being A Paper Presented At United Nation University Institute For Environment And Human Security (UNU-UHS) Summer Academy On Social Vulnerability And Resilience Building In Mega city. Munich, Germany. July 22nd-28th 2007.
27- Batty M., Longley P. 1994, *Fractal Cities*. London, Academic Press, 1994.
28- Debnath L. 2006. A brief historical introduction to fractals and fractal geometry. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 37, No. 1, 2006, 29–50.
29- Frankhauser P., 1994. *La fractalité des structures urbaines*, Paris, Anthropos, coll. Villes, 291p.
30- Gleick, J. 1987. *Chaos*, *the Making of a New Science*, Sphere Books, London.
31- Lange, E., Hehl-Lange, S., Brewer, M.J., 2007. *Scenario-visualization for the assessment of perceived green space qualities at the urban–rural*... Journal of Environmental Management, doi: 10.1016/j. jenvman. 2007.01.061
32- Mollison, B. 1988. *Permaculture, a Designer's Manual, Tagari Publications*. Tyalgum, Australia.

33- Painter, Joe. 2006. *City- regions and the spatialities of urban- rural relations*. Confrences, seminars& talks. Durham University.

34- Rappaport, R. A., 1993. *Scientific American, the Flow of Energy in an Agricultural Society in Reader for Ecological Design 105 Course at Berkeley University*, Professor Sim Van Der Ryn.

35- Razin, Eran and Shlomo Hasson, 1994. *Urban-Rural Boundary Conflicts: the Reshaping of Israel's Rural Map. Journul of Rum1 Studies,* Vol. 10, No. I, pp. 47-59, 1994

36- Salingros N., 2003. *Connecting the Fractal City*, Keynote speech, 5th Biennal of towns and town planners in Europe, Barcelona, April 2003.

37- Sullivan, William C, Olin M. Anderson, Sarah Taylor Lovell. 2004. *Agricultural buffers at the rural–urban fringe: an examination of approval by farmers, residents, and academics in the Midwestern United States. Landscape and Urban Planning 69 (2004) 299–313*

38- Tannier, Cécile and Pumain, Denise. 2007. *Fractals in urban geography : à theoretical outline and an empirical example*. Fractales et géographie urbaine : aperçu théorique et application pratique. article 307

39- Tippett, J. 1993, *Permaculture and Wholeness, the Nature of Order and our Order within Nature*. Department of Independent Studies. Lancaster University. Alan Holland.

40- Tippett, Joanne, 1994. *A Pattern Language of Sustainability Ecological design and Permaculture*. Department of Independent Studies. Lancaster University. Alan Holla

چـــــکیده لاتیـــــــــن

Parmis Naseri- *Ph.D. student in architecture, Faculty of Art Architecture, Ahar Branch, Islamic Azad University, Iran.*
HamidReza Nili- *M.Sc. in Architecture, Faculty of Fine Art, Tehran University, M.Sc. in Urban Design, Faculty of urbanism and Architecture, Tehran, Iran.*
Ezat Ahmadi- *Ph.D. student in architecture, Shbestar Branch, Islamic Azad University, Iran.*

Corresponding Author, Tel: 09129387006, Email: par67mis.na@yahoo.com

Explaining the Use of Fractal and Geometric Biomorphic Patterns of Nature in the Design of a Sustainable Landscape in the North of Tehran

Abstract

Establishing this connection between the city and nature can be in the form of bringing nature into the city and introducing natural symbols in the urban ecosystem. It is obvious that it is necessary to find solutions to restore the favorable condition of the environment. In this regard, establishing a compatible relationship with nature again can be very useful, and this is only possible by rebuilding the relationship between the city and nature. On the other hand, the knowledge of fractals and biomorphic architecture can contain the necessary potential to organize the environmentally friendly design process, which was the goal of the present study. The descriptive analytical research method is accompanied by logical reasoning, which uses maps and satellite images using AutoCAD and ArcGIS software. At the end, strategies for sustainable environmental planning and design of these northern areas of Tehran are presented. The results of the research have shown that topography, hydrology and vegetation as the main and shaping patterns of the environment and landscape are directly related to each other and have very similar complexities and curves in terms of shape. And in a general composition they also follow a shape movement and this movement shape is wavy and congressional and has many protrusions and depressions in different scales.

Key words: *fractal, geometry of nature, sustainable design, natural landscape.*

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the BOTHIGHA Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.

نحوه ارجاع به مقاله:

ناصری، پارمیس. نیلی، محمدرضا. عزت، احمدی (۱۴۰۲) تبیین کاربست الگوهای فراکتال و بیومورفیک هندسی طبیعت در طراحی منظر پایدار؛ موردپژوهی: شمال تهران، ۳(۸)، ۸۱-۱۰۴.

DOI: 10.52547/ijba.8.2.5
DOR: 20.1001.1.28212398.1402.3.1.5.5
URL: www.ijba.ir/fa/downloadpaper.php?pid=119&rid=16 &p=A