



## ماهیت فرکتال و تاثیر آن بر معماری

رهام کرمی مفرد<sup>1\*</sup>

1- کارشناسی مهندسی معماری ، دانشگاه هنر اصفهان  
Rohamkarami@yahoo.com

### چکیده

از دیرباز تا کنون، یکی از منابع اصلی الهام آدمی به طور مستقیم و غیر مستقیم، طبیعت بوده است و نظم حاکم بر سرشت آن، نظمی فرکتالی می باشد؛ فراکتال ها اشکالی هستند که بر خلاف شکل های هندسی اقلیدسی به هیچ وجه منظم نیستند. در هندسه ی معماری ایرانی و بناهای مذهبی که با مفاهیم عرفانی پیوند خورده و همچنین در ساختمان های مهم گذشته و معماری بومی جهان، شاهد مشابهت های ریاضی هستیم. مانند ساختار فرکتالی که در آن تعدادی ساختار قابل مشاهده در هر تراز از درشت نمایی و در سطوح متفاوتی از لحاظ مقیاس، با پیوندی قوی و محکم و بر اساس یک طرح مناسب، به هم متصل گشته اند. معمار، با استفاده از نقوش طبیعی، اعتقاد راسخ خود را به برتری هندسه طبیعت نشان می دهد. بنا بر آنچه عنوان شد می توان گفت هندسه فراکتالی از زمان شکل گیری هنر معماری، مورد استفاده بوده است. در این پژوهش، با تاریخچه، مفهوم و هندسه فرکتالی آشنا و به تاثیر آن بر معماری از گذشته تا کنون می پردازیم. روش تحقیق در این پژوهش بصورت تحلیلی - توصیفی و روش مطالعات بصورت کتابخانه ای و اینترنتی می باشد.

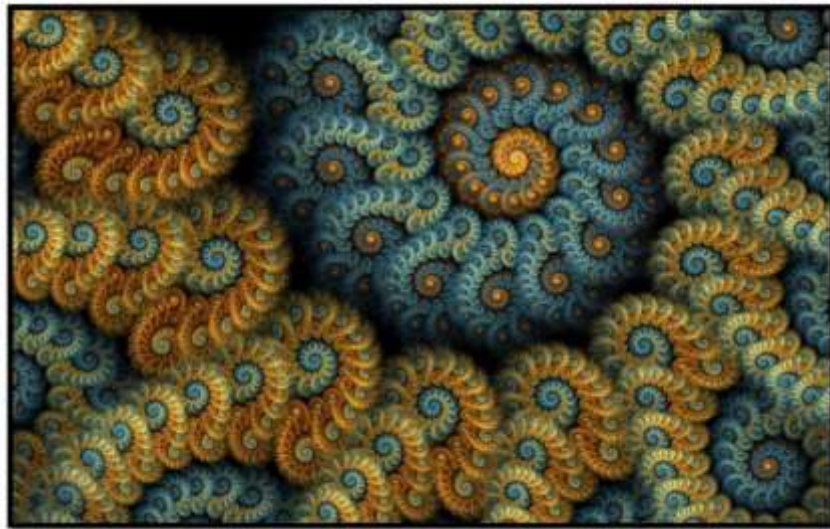
**واژه های کلیدی:** هندسه، فرکتال، معماری، طبیعت، هندسه فراکتالی



## 1- مقدمه

اولین بار فرکتال را دکتر مندلبرت، طی نظریه‌ای که برای حل مسائل جهان هستی ارائه داد مطرح کرد و در این نظریه عنوان کرد که جهان هستی بعدی دارد و تمامی پدیده‌های طبیعی در جهان هستی، به نوعی فرکتال‌هایی می‌باشند که برای ما ناشناخته‌اند. اشکال فرکتالی با زندگی روزمره ما گره خورده‌اند و با کمی دقت به اطراف خود، میتوان بسیاری از این اشکال را یافت. از گل فرش و گل کلم درون مغازه‌های میوه فروشی گرفته تا شکل کوهها، ابرها، دانه برف و باران، شکل ریشه، تنه و برگ درختان و بالاخره شکل سرخسها، سیاه‌رگ و حتی می‌توان از این هم فراتر رفت: سطح کره ماه، منظومه شمسی و ستارگان.

واژه فراکتال مشتق از واژه لاتین "فراکتوس"، به معنی سنگی است که به شکل نامنظم خرد شده باشد. فراکتال‌ها شکل‌هایی هستند که بر خلاف شکل‌های هندسی اقلیدسی به هیچ وجه منظم نیستند و میزان بی‌نظمی آنها در همه مقیاسها یکسان است. زمانی که مندلبرات بر روی پژوهشی پیرامون طول سواحل انگلیس مطالعه می‌نمود به این نتیجه رسید که هر گاه با مقیاس بزرگ این طول اندازه گرفته شود بیشتر از زمانی است که مقیاس کوچکتر باشد. فرهنگستان زبان هم واژه برخال را برای معادل این واژه تصویب کرده و همچنین برای واژه فرکتالی واژه برخالی را در نظر گرفته است.



شکل 1- نمونه‌ای از اشکال فراکتالی - ماخذ اینترنتی

## 2- فرکتال از دیدگاه هندسی

اشکال اقلیدسی با استفاده از توابع ایستا تولید می‌شوند ولی اشکال فرکتال با فرآیندهای پویا تولید می‌گردند. فرآیندهای پویا، فرآیندهایی هستند که دارای حافظه می‌باشند و رفتار آنها به گذشته بستگی دارد. شکل فرکتال، دارای خاصیت خودهمانندی می‌باشد. طول این اشیاء، بی‌نهایت است که در فضای محدود، محصور شده‌اند. مجموعه‌های فرکتالی، از زیر مجموعه‌هایی تشکیل شده‌اند که این زیر مجموعه‌ها، شبیه مجموعه‌های بزرگتر هستند. مجموعه‌های فرکتال قابلیت توصیف ریاضی بسیاری



از اشکال پیچیده و به ظاهر نامنظم در طبیعت را دارند و به همین جهت، می‌توان هندسه فرکتال را بیان ریاضی از معماری طبیعت دانست.

هر فرآیند تکراری و پویا باعث ایجاد ساختارهای پیچیده فرکتال نمی‌شود. مکانیزم تولید چنین ساختارهای پویایی و آشوب است. درحقیقت فرکتال تصویری ریاضی از آشوب است (محمدی، مرتضی، 1393)

وقتی که به یک جسم فراکتال نزدیک می‌شویم، می‌بینیم که تکه‌های کوچکی از آن که از دور همچون دانه‌ها بی‌شکل به نظر می‌رسید، بصورت جسم مشخص در می‌آید که شکلش کم و بیش مثل همان شکلی است که از دور دیده می‌شود.

فرکتال از دید هندسی به شیئی گویند که دارای سه ویژگی باشد:

- 1- دارای خاصیت خودمانائی باشد. (خودمتشابهی - Self Similarity)
- 2- در مقیاس خرد، بسیار پیچیده باشد. (خرد مقیاسی)
- 3- بعد آن، یک عدد صحیح نباشد. مثل  $5/1$  (بعد اعشاری) (نیکوسا سالینگاروس، مترجم نسیم چیت سازان و ایرانمنش، 1383)
- 4- تکرار شونده‌گی و تعادل

## 2-1 - خود مانائی (خود متشابهی):

در طبیعت، از درختان تا کهکشان‌ها، اشکال زیادی وجود دارد که جریانی از اشکال خود متشابه را به نمایش می‌گذارند. در علم ریاضیات، اصطلاحاتی مثل خود شبیه بودن دارای معانی ویژه‌ای هستند. اگر کل ساختار با یک مقیاس دچار تغییر شود، خود متشابه می‌باشد. شکل به وجود آمده ممکن است کوچک‌تر، بزرگ‌تر، دوران یافته یا تبدیل شده باشد؛ اما همچنان شبیه شکل اولیه باقی بماند. خود تشابهی به این معنی است که تناسبات نسبی بین وجوه شکل و زوایای داخلی ثابت باقی بماند. اگر یک شیء به طور نامساوی در یک یا چند بعد تغییر یابد آن گاه تغییر، خودوابسته خواهد بود. در یک تغییر خود وابسته ممکن است زوایای داخلی شکل یا تناسبات نسبی وجوه اشکال عین هم نباشد. طول، سطح یا حجم یک ساختار فراکتال در روند دگرگونی خود شبیه آن افزایش می‌یابد. تناسبات طلایی به عنوان مثالی از مقیاس خود شبیه از دیرباز ابزار مناسبی برای معماران بوده است. تناسب طلایی، فرم یک شکل مارپیچ گونه از مستطیل خود شبیه را خلق می‌کند. (دشتی شفیعی، آذرباد، 1395)

## 2-2 - خرد مقیاسی:

اجسام فرکتالی در تمامی ابعاد، از دور یا نزدیک، نامنظم اند و به معنی متعارف، منظم نیستند و در واقع بیانگر نظم در بی نظمی هستند.

## 2-3 - تعادل:

یکی از ساده‌ترین اشکال تعادل، تقارن می‌باشد که در آن یک وجه ترکیب، عین وجه دیگر است. زمانی تعادل به ریتم می‌رسد که شیء در امتداد یک خط تکرار شود یا حول یک نقطه دوران یابد. بسیاری از فرم‌ها در طبیعت مانند بدن و همچنین ریتم‌های









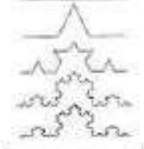

تکرار شونده مانند انگشتان انسان و حتی ساختارهای ذهنی ما مانند خوبی و بدی، بالا و پایین و داخل و خارج، دارای تقارن می باشند (فلاح، اشرف گنجویی ، 1385)

هندسه فراکتال بر خلاف هندسه اقلیدسی، روش بهتری برای توضیح و ایجاد پدیده هایی طبیعی است. زبانی که این هندسه به وسیله آن بیان می شود الگوریتم نام دارد که به وسیله آن ، اشیاء مرکب می توانند به فرمول ها و قوانین ساده تری ترجمه و خلاصه شوند.

بهترین راه برای تعریف یک فراکتال توجه به صفت ها و نشانه های آن است یک فراکتال «نامنظم» است. این بدان معنی است که در آن هیچ قسمتی صاف نیست. فراکتال «خود مشابه» است و این بدین معنی است که اجزاء، شبیه کل هستند. فراکتال ها به وسیله «تکرار» توسعه می یابند که به این معنی است که تغییر شکل مکرراً ایجاد شده و وابسته به موقعیت شروع است. خصوصیت دیگر آن این است که فراکتال «مرکب» است. اما با این حال می توان آن را به وسیله الگوریتم های ساده نشان داد و همچنین بدین معنی نیز هست که در پس عناصر نامرتب طبیعی یک رشته قوانین منظم موجود است.

#### 2-4- فرم های شاخص در هندسه فرکتال:



ویژگی	نوع گسترش	بررسی فرکتال از زمان خلق اثر
خود مشابهی	توسعه درون گرایی در مثلث سرپینسکی ( Sierpinski )	
	ساخت و ساز از یک فرکتال خود مشابه با دو نسبت شبهات های مختلف	
تکرار شونده گی	الگوی فرکتالی اسب آبی	
	درخت های فینانورس	
	مجموعه مندلبروت ( Mandelbrot )	
	Julia set	
خرد مقیاسی	منحنی کخ	
بعد اعشاری	گسترش گرایی به بیرون	

جدول 1 دسته بندی ویژگی های فرکتال ها

(منبع: محمدی ، 1393)



### 3- رابطه فرکتال و طبیعت

نحوه تاثیر و تاثیر عوامل طبیعی در شکل‌گیری صور موجود در جهان هستی، بازگو کننده نظم دقیق و حیرت‌انگیزی است که بر این عالم حاکم است. فرم‌های طبیعی، دارای ساختار سازمان‌دهنده هستند و هندسه‌ی فرکتال، شیوه‌ای واضح برای درک و توضیح این ساختار است. (قیمشی، زهرا، طبیعی، زهرا، 1393). هندسه اقلیدسی (احجام کامل، کره‌ها و هرم‌ها و مکعب‌ها و استوانه) بهترین راه‌نشان‌دادن عناصر طبیعی نیست و بسیاری از احجام طبیعی، با احجام اقلیدسی در تضاد هستند و نه صاف، بلکه ناهموار می‌باشند و این بی‌نظمی را در مقیاس‌های کوچک نیز به‌ارمغان می‌آورند که این ویژگی، از مهم‌ترین خصوصیات فراکتال‌ها می‌باشد. در طبیعت، نمونه‌های فراوانی از فرکتال‌ها دیده می‌شود. مندلبروت در سال 1975 اعلام کرد که ابر‌ها به صورت کره نیستند؛ کوه‌ها به همانند مخروط نمی‌باشند؛ سواحل دریا دایره‌شکل نیست؛ پوست درخت صاف نیست و صاعقه به صورت خط مستقیم حرکت نمی‌کند. بخش کوچکی از یک درخت که شاخه آن باشد، شباهت به کل درخت دارد. هر قسمت از گل‌کلم، متشابه با کل آن می‌باشد.

### 4- معماری و فرکتال

معماری، سازماندهی فضاست و هندسه یکی از دانش‌هایی است که از دیرباز برای ساماندهی به اشکال و کالبد فضا و نیز انتظام حرکت نیروهای سازه‌ای در ساختمان مورد استفاده قرار گرفته است. هندسه فراکتال شاخه‌ای از علم ریاضیات است که شکل فیزیکی طبیعت و شیوه دگرگونی آن در طول زمان، فرکتال است. خصوصیت فراکتالی یک ترکیب معماری در تسلسل جالب جزئیات است. این تسلسل برای حفظ جذابیت معماری لازم است. هنگامی که شخص به یک ساختمان نزدیک و سپس به آن وارد می‌شود همیشه باید مقیاس کوچکتر دیگری همراه با جزئیات جذاب وجود داشته باشد تا معنای کلی ترکیب را بیان کند که این یک ایده فراکتال است.

#### 1-4 فرکتال در معماری؛ از گذشته تا حال حاضر

انسان از آغاز تمدن بشری، در طبیعت می‌زیست و رشد می‌کرد. این امر موجب می‌گشت که طبیعت در ریشه افکار آدمی، نقشی اساسی پیدا کند و در نتیجه، معماری‌شان متأثر از نظم طبیعت (نظم فرکتالی) گردد. معماری بناهای یادبود و مذهبی آسیای جنوب شرقی، نمونه‌ای بارز از ساختار فرکتالی است. در این بناها، برج‌های اصلی با مجموعه‌ای از برج‌ها احاطه می‌شود و هر یک از برج‌ها با برج‌های کوچکتر احاطه می‌شوند و این روند تا هشت مرحله یا بیشتر ادامه پیدا می‌کند. آنها این بناها را با افزایش ارتفاعشان که نمادی از تعادل می‌باشد، بسط می‌دادند و همزمان، بنای مقدسی را در عمق آن جاسازی می‌نمودند (قیمشی، طبیعی، 1393).

تاریخ هر یک از نظریات پیچیدگی معماری و پیچیدگی علمی از اوایل دهه 60 آغاز می‌شود. آنها شاید بر هم تاثیر گذاشته‌اند و با هم رشد کرده‌اند ولی در هر حال تا آن حد از یکدیگر جدا هستند که به‌طور جداگانه مورد مطالعه قرار گیرند. ونچوری در کتاب "پیچیدگی و تضاد در معماری" از آگوست هکشر نقل می‌کند: تغییر نگرش نسبت به زندگی اساساً ساده و منظم به دیدگاه پیچیده و طعنه‌آمیز چیزی است که هر فرد از آن عبور می‌کند تا پخته شود. ولی بعضی از دوره‌ها این نوع نگرش را بسط و توسعه می‌دهد. در این دوره‌ها دیدگاه‌های متناقض شورانگیز در مقابل نظریات روشنفکرانه قرار می‌گیرد. از میان سادگی و نظم خرده‌گرایی زاده می‌شود اما



عقل باوری در تمام مراحل تحول کافی به نظر نمی‌رسد. در نتیجه باید از تضادهای تعادل و توازن به وجود آید. این آرامش درونی که انسان آن را به دست می‌آورد باید کشش بین تضادها و عدم قطعیت‌ها را نشان دهد احساس تضاد وجود چیزهای ظاهراً نا همگون را در کنار هم مجاز می‌سازد و هر نابرابری به نوعی حقیقت فرض می‌شود.

توسعه و الحاق قسمتی به نگارخانه لندن این پختگی را نشان می‌دهد. این ساختمان به صورت واسطه ای است بین عوامل متضادی که در سایت وجود دارد برای طرح بنا هیچ راه حل ساده و یا سبک واحدی وجود ندارد. این ساختمان باید در حدود سه میلیون جهانگرد و علاقه مند به آثار هنری را هر ساله پذیرا باشد. این ساختمان درگیر با سه زمینه و بافت متفاوت در کنار خود است که باید با آنها تطبیق پذیرد و به احتیاجات و عملکردهای داخلی نیز پاسخگو باشد. این عمل به دو روش انجام می‌گیرد: کلاسیسیسم جدید مدرنیسم منسوب به میس. کتاب ونچوری به این دلیل "پیچیدگی و تضاد" نامیده شد که نظام متقابل بین معماری و شهرسازی را عیان نمود. یک تقابل اساسی که باید با آن مواجه شد نه آنکه آنرا پنهان نمود.

نظریه ونچوری اولین مرحله پیچیدگی در معماری بود: پیچیدگی به عنوان تکه چینی راه حل‌های موجود و قابل قبول \_ پیچیدگی به صورت تدبیر کلاسیسیسم مدرنیسم و یا هر زمینه آشکار دیگر. ولی این روش بیشتر در ارتباط با در کنار هم قرار دادن عناصر موجود و ساکن در کنار یکدیگر است و ظهور کلیتی جدید و نو ظهور را نوید می‌دهد (دشتی شفیعی، علی، 1394).

امروزه بحث بازگشت به طبیعت و الگوبرداری از آن، به عنوان یکی از چالش‌های مهم در دنیا مطرح شده است. فرم‌های پایدار طبیعی و فراکتالی این قابلیت را دارند که با کمترین کمیت و مقدار، بیشترین بازدهی و



شکل 2- معبد هندو در اندونزی - ماخذ اینترنتی

کارایی را حاصل کنند. (یادگاری، امیرحسین، زارعان، امیرحسین، 1392)؛ چراکه با طبع بشر هماهنگی داشته و کمترین آسیب را به محیط زیست وارد می‌کنند. (قمیشتی، طبیعی، 1392) در واقع، می‌توان نتیجه گرفت که پیوندی ناگسستنی بین نیازهای انسان امروزی و طبیعت و معماری معاصر به وجود آمده است.

طرح‌های اخیر معمار معروف "فرانک گهری" مانند موزه ی جدید گوگنهایم در نیویورک، دانشکده مدیریت در دانشگاه کیس وسترن در کلیولند، تالار کنسرت والت دیسینی در لس آنجلس، خانه چیات در کلرادو، موزه هنر مدرن سامسونگ در سئول و



بسیاری دیگر، همانند موزه بیلبائو، نمایشی از هندسه فرکتال، علم پیچیدگی و آشفتگی و معماری شدن به جای معماری بودن است.



شکل 3- موزه گوگنهایم بیلبائو - ماخذ اینترنتی

چارلز جنکز بر این نکته اشاره دارد که آشوب و پیچیدگی در تکرار گرای پسامدرنی سازواره اندیشه ای را تشکیل می دهند که معماری موج ها و پیچش ها است و گونه هایی از معماری را رقم می زند که به طور مداوم و به طرز غیر قابل پیش بینی رشد نموده و کاهش می یابد. براین اساس گونه ای از معماری را می توان تعریف کرد که معماری فرکتالی بر گرفته از هندسه فرکتالی می باشد. (رحیمی مهر، وحیده، 1392)

مطالعه هندسه باید به طراح کمک کند تا به درک بهتری از جریان جزئیات در پیرامون ما در جهان طبیعی دست یابد. هنر تمثیلی به دلیل اینکه طبیعت را به روشهای مختلف دوباره تولید می کند، نمایشی از جریان جزئیات فراکتالی را نشان می دهد که خود طبیعت، جریانی از جزئیات فراکتالی است. فراکتال در ساختمانها مانند ساختارهای ریاضی نیست. آنها نمایش تسلسل بافت خودشبه را نشان می دهد که فاصله و نزدیکی دید به منحنی تأثیری در آن ندارد. حال آنکه طرح این موضوع در ساختمان از فاصله تأثیر می گیرد. خصوصیت فراکتالی یک ترکیب معماری در تسلسل جالب جزئیات و نحوه استفاده از ساختمان مؤثر است. اکنون با دانش و نگاه هندسه فراکتال، برخی ایده های آن در معماری مورد بازخوانی قرار می گیرد. به طور کلی برای استفاده از ایده های فراکتال در معماری و طراحی دو راه وجود دارد؛

اول بعد فراکتال یک طرح می تواند اندازه گیری شود و به عنوان یک ابزار انتقادی اندازه گیری به کار رود. به عنوان مثال عدم تسلسل موجود در جزئیات می تواند بازگوکننده این دلیل باشد که بعضی آثار معماری مدرن توسط عامه مردم پذیرفته نشدند چرا که ساده و یکنواخت بودند.

دوم گسترش فراکتال می تواند به عنوان عاملی در ایجاد ریتمهای پیچیده در طراحی استفاده شود. به عنوان مثال بعد فراکتال برآمدگی های کوه که در پشت یک پروژه معماری قرار گرفته می تواند اندازه گیری شود و به عنوان یک راهنما، در ریتم فراکتالی پروژه استفاده شده و موجب شکلگیری ریتم های پیچیده در طراحی گردد. بدین ترتیب پروژه و منظر پس زمینه، دارای خصوصیات ریتمیک مشابه خواهند شد.

فراکتالهای واقعی رشد بافت خود شبه را در دامنه نامتناهی از تغییر مقیاس نشان می دهند. موضوعات طبیعی مانند درختان صرفاً شبه فراکتال هستند. آنها رشد خودتشابهی را در دامنه محدودی نشان می دهند (نیکوسا سالینگاروس، مترجم یاسر زارعی. 1383)





### 2-4-فراکتال در معماری اسلامی

می‌توان گفت که نتایج حاصله نشان دهنده این است که هنرمند مسلمان با استفاده از انواع اشکال هندسی و گیاهی در بنا های اسلامی در پی آن است که اثبات کند پیوستگی خاصی در بین حیات جماد ، نبات و دنیای انسان وجود دارد و عالم متکثر جدا از سر منشاء آن نیست .مهمتر از آن هنرمند اسلامی با تقید عملی خود به استفاده از نقوش طبیعی اعتقاد راسخ خود را به رجحان هندسه طبیعت و ارگانیسم زنده ابراز می نماید . به این ترتیب مشاهده می گردد که هندسه فراکتالی از زمان شکل گیری هنر معماری اسلامی به نوعی رایج بوده است و عناوین امروزی تحت نام هندسه فراکتالی ، تعابیر جدید دوره معاصر اخیر است و در حقیقت هدف از مفهوم وحدت در کثرت از نظر هنرمند مسلمان تاکید بر یگانگی خداوند بوده است .نقشهای هندسی اسلامی ، آینه یک تمایل فرهنگی است .در هم آمیختن نقش و زمینه ، بازتاب جهان بینی خاص اسلامی است که قدرت را مختص خداوند متعالی می شمارد که همه مراتب نزد وی یکسان است پس نقشهای هندسی اسلامی زاده یک مقصود هنری است که نگاره های طبیعت گرای کلاسیک را تغییر و به مدار فرهنگی کاملاً متفاوتی وادار میکند .همچنین این نکته حائز اهمیت است که هنرمندان اسلامی از زمان های دور با ابزار دستی و ساده نقوش متوازن، زیبا و هنرمندانه و پر رمز و رازی را خلق کرده اند که بسیاری از محققان را در سراسر جهان شیفته خود کرده است.( صارمی ، حمیدرضا و همکاران ، 1393 )

### 3-5-فراکتال ، به عنوان مبانی نظری معماری

هندسه فراکتال بر اساس آنچه تا به حال به آن استناد شده ،دارای ویژگی هایی است که می توان گفت دارای نگرشی سیستمیک بوده و قابلیت این را دارا است که بتوان به عنوان یک مبانی نظری در طراحی معماری استفاده گردد. در جدول زیر، ارتباط هندسه فراکتال با فرضیات و مبانی نظری عمومی سیستم ها بیان شده است. ( آموزگار ، الهه و همکاران ، 1392 )



ویژگی های هنده فرکتال	فرصیات و مبانی نظریه عمومی سیستمها (T.D Bowler, 1981) PP. 218-221)
هندسه فرکتال از تشکیل شکلهای ساده و مرتبط به بدست می آید.	جهان کلی واحد متشکل از اجزاء مرتبط با هم است.
بعد فرکتالی این امکان را میسر می کند که در فرم های پیچیده وحدت نهفته ای در شکل به وجود آید	دانش کائنات، علم برغم شاخه بندیها و تبیین های گوناگونی که در علوم مختلفه وجود دارد، از حیث شناخت مشتمل بر آگاهی واحدی است که بخوبی نشانگر وحدت نهفته در کهنه گیاه می باشد.
یک فرم فرکتالی از اشکال کوچکتر که در ارتباط با هم دیگر فرم اصلی را به وجود می آورد شکل می یابد	جهان تماماً از باشندگان منظم، که خود مرکب از اجزاء منظم می باشند، تشکیل یافته است. اجزاء جهان هر یک جزئی از سیستم کلی ترند و ترکیبی از سیستمهای فرعی تر بشمار می آید. نظام اجزاء متشکله جهان در بین آنها و در رابطه شده اند با هم نیز جاری و ساری است.
برای بدست آوردن یک فرم فرکتالی می توان با یک شکل ساده شکلهای پیچیده تر بدست آورد که از طریق این تکرار شکل فرکتالی حاصل می شود.	جهان مجموعه ای از سیستمهاست که بگونه ای با یکدیگر پیوند دارند. سیستمهای ساده تر سیستمها پیچیده تر را بدید می آورند و چنین است که نظام مرتبه ای از سطح زیر انمی مواد تا به انسانها و تمدنها و سیستمهای نمادین ادامه می یابد.
به دلیل اصل خود منشایی در هندسه فرکتال اجزاء کوچکتر یا کل میجک.عه از یک تعریف غام بهره می گیرند	کلیه سیستمها، ویژگی های مشترکی دارند. باوری نظریه عمومی سیستمها بر آنست که راجع به این وجوه مشترک آموزه ای کلی توان پرداخت.
در اجزا شکل فرکتالی هر یک خصوصیات خاص خود را دارند ولی در ارتباط با هم تعریف می گردند.	هر مرتبه ای از سطح سیستمهای جهانی صفات خاص خویش را دارند. این خصائص به مراتب بالاتر انتقال می یابند اما به سیستمهای مرتبه پایین تر جاری نتواند گشت. بنابراین، هر تئوری برای سیستم مربوط به خود و سیستمهای بالاتر از آن اعتبار دارد.
ویژگیهای خاص اجزا است که باعث می شود شکل فرکتالی بدست آید	صفات سیستمهای هر مرتبه خود گونه ای « پیوند» می باشند و از این روی نظریه مربوط با آنها نیز بیانگر نوعی رابطه میان آن روابط بشمار تواند آمد.

جدول 2- منبع: آموزگار، الهه و همکاران، 1392)



## نتیجه گیری

هندسه فرکتال، بیانگر پیوند ناگسستنی طبیعت و معماری است و نتایج کارهای بزرگ معماران بزرگ نیز خود شاهدهی به توجه آنها به این مقوله است و در آخر اینکه هندسه فراکتال کوششی در جهت از بین بردن فاصله ای است که مدت ها است بین انسان و طبیعت ایجاد گردیده. فراکتال ها به وسیله «تکرار» توسعه می یابند. خصوصیت دیگر آنها این است که فرکتال «مرکب» است؛ با این حال می توان آن را به وسیله الگوریتم های ساده نشان داد. همچنین در طبیعت، نمونه های فراوانی از فرکتال ها دیده می شود. از آنجایی که انسان از آغاز تمدن بشری، در طبیعت می زیست و رشد می کرد، این امر موجب گشت که طبیعت در ریشه افکار آدمی، نقشی اساسی پیدا کند و در نتیجه، معماری اش متأثر از نظم فرکتالی گردد و در نتیجه فرم های مختلف می تواند به یک اثر معماری منتج شود؛ لذا در این بخش حجم های فرکتالی و آثار معماری مطرح می شود.

اشکال فرکتالی با زندگی روزمره ما گره خورده است و با کمی دقت به اطراف خود می توان بسیاری از این اشکال را یافت. از گل فرش زیر پای شما و گل کلم درون مغازه های میوه فروشی گرفته تا شکل کوه ها، ابرها، دانه برف و باران، شکل ریشه، تنه و برگ درختان و بالاخره شکل سرخس ها، سیاهرگ و حتی می توان از این هم فراتر رفت: سطح کره ماه، منظومه شمسی و ستارگان. البته در بخش فرم های فرکتالی این موضوع بیشتر مشهود است به طوری که بسیاری از فرم های خلقت، دارای ساختاری فرکتال هستند. این روزها از فراکتالها به عنوان یکی از ابزارهای مهم در گرافیک رایانه ای نیز نام می برند؛ اما هنگام پیدایش این مفهوم جدید بیشترین نقش را در فشرده سازی فایل های تصویری بازی می کنند. استفاده از تناسبات در مقیاس خورد و کلان خود بخشی از فراکتال در معماری می باشد. مطالعه هندسه به طراح کمک می کند که به درک بهتری از جریان جزئیات در پیرامون جهان طبیعی دست یابد. هندسه فراکتالی از زمان شکل گیری هنر معماری اسلامی به نوعی رایج بوده است و عناوین امروزی تحت نام هندسه فراکتالی، تعبیر جدید دوره معاصر اخیر است و در حقیقت هدف از مفهوم وحدت در کثرت از نظر هنرمند مسلمان، تاکید بر یگانگی خداوند بوده است. هندسه فرکتال دارای ویژگیهایی است که می توان گفت دارای نگرشی سیستمی است و قابلیت این را دارا است که بتوان به عنوان یک مبانی نظری در طراحی معماری قابلیت استفاده داشته باشد.

## منابع:

- 1- اشرف گنجوی، محمد علی، فلاح، حسین، 1386، هندسه فرکتال در معماری و طراحی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان
- 2- باهنر آموزگار، الهه و همکاران، 1392، هندسه فرکتال یک نگرش سیستمی در فرضیات معماری است، مقاله مستخرج از پایان نامه نویسنده
- 3- دشتی شفیعی، علی و همکاران، 1394، فراکتال ها و نقش آنان در معماری، سومین کنفرانس علمی پژوهشی افق های نوین در علوم جغرافیا، معماری و شهرسازی ایران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادی
- 4- رحیمی مهر، وحیده، 1392، بیان ریاضی از معماری طبیعت در معماری ساختمان، اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار
- 5- صارمی، حمیدرضا و همکاران، 1393، کاربرد هندسه فراکتال در معماری اسلامی، کنفرانس ملی شهرسازی، مدیریت شهری و توسعه پایدار
- 6- قیمشی، زهرا و همکاران، 1393، نقش هندسه فراکتال در معماری و توسعه پایدار، دومین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری
- 7- محمدی، مرتضی، 1393، هندسه فراکتال در معماری، نشر در سبک های معماری



## کنفرانس پژوهش های معماری و شهرسازی اسلامی و تاریخی ایران

Research Conference Architecture and Urbanism Islamic history of Iran



- 8- نیکوس اسالینگاروس، مترجم یاسر زارعی ، 1383 ، معماری، الگوها و ریاضیات، فصلنامه آبادی، سال چهاردهم، شماره 8-9) پیایی 44)
- 9- نیکوس اسالینگاروس، مترجم نسیم چیت سازان و نسیم ایران منش ، 1383 ، فرکتال در معماری جدید ، فصلنامه مبانی نظری، هنر و معماری خانه
- 10- یادگاری، امیرحسین، زارغان، امیرحسین و همکاران ، 1392 ، طبیعت منبع الهام؛ هندسه فراکتال و معماری ، دومین کنفرانس ملی عمران و توسعه پایدار ایران

-www.archspace.com11  
-http://naturalarchitecture.blogfa.com21