

بررسی کاربرد هندسه فراکتال برای موثریت نور در ساختمان‌ها

پوهنیار نقیب الله صافی^۱، پوهاند محمد هاشم صدیقی^۲ و پوهنمل ملالی دادور^۳

تقریظ دهنده: پوهاند محمد هاشم صدیقی

چکیده

در عصر حاضر بحث کیفیت زنده‌گی و ارتقای آن برای ساکنین واحدهای مسکونی و بررسی مولفه‌های آن، به یک چالش اساسی تبدیل گردیده و مستلزم کاوش چهارچوب نظری آن در حوزه تئوری‌های معماری، جامعه و روان شناسی می‌باشد. دراین تحقیق ارزیابی هندسه فراکتال بر موثریت نور در معماری به بحث گرفته شده است. معماری مطلوب با شناخت انسان و نیازهای بشری میسرگردیده و اگر ابعاد وجودی انسان شناخته شود، می‌توان بر اساس این شناخت، معماری مطلوبی به مثابه‌ی اثر هنری که قابلیت ماندگاری را دارد، ایجاد کرد. استفاده از هندسه فراکتال در معماری با خاصیت معجزه آسای خود در طبیعت و آثار مصنوعی زیبایی ایجاد می‌کند. طبق نظریه‌ی بنوت مند لبرات فراکتال یک شکل هندسی پیچیده است و دارای جزئیات مشابه در ساختار خود در هر مقیاسی می‌باشد. از هندسه فراکتال در بخش‌های مختلف علوم، می‌توان استفاده کرد که زیبایی آثار هنری و از جمله آن‌ها معماری نیز از همین پیروی می‌کند. هندسه فراکتال و نورگیری ناشی از آن در معماری زیبایی بخشیده، تفکرات نظریه پردازان امروز دنیا هم‌خوانی زیادی با ساخته‌های موثریت استفاد از نور در ساختمان‌ها که در آن هندسه فراکتال استفاده شده است دارد. گردآوری اطلاعات در این مقاله، بر اساس روش کیفی و استدلال منطقی استوار است. هم‌چنین مطالعه منابع و مآخذ علمی معتبر و جدید کتابخانه‌یی اساس بیان، تحلیل، توصیف و تفسیر مطالب موجود در این مقاله را تشکیل می‌دهد.

کلمات کلیدی: الگوهای نوری فراکتال، فراکتال در طبیعت، فراکتال و معماری، هندسه فراکتال.

^۱ عضو دیپارتمنت انجنیری ساختمانی پوهنهی ساختمانی، پوهنتون جوزجان

^۲ عضو دیپارتمنت انجنیری ساختمانی پوهنهی ساختمانی، پوهنتون جوزجان

^۳ عضو دیپارتمنت انجنیری ساختمانی پوهنهی ساختمانی، پوهنتون جوزجان

ایمیل آدرس نویسنده‌ها: Eng.naqibsafi@gmail.com، Sediqihashem@gmail.com و malalayd@yahoo.com

مقدمه

در عصر حاضر با توجه به پیشرفت تکنالوژی و روش‌های نوین ساخت و ساز در عرصه‌ی مسکن، بحث کیفیت زنده‌گی و بررسی مولفه‌های آن برای ارتقای در فضای زیستی ساکنین واحدهای مسکونی به یک چالش اساسی در حوزه مباحث رشته‌های علمی متعدد تبدیل شده است. بدین ترتیب رسیدن به یک سطح مطلوب از رضایت‌مندی کاربران فضای مسکونی در پی کیفیت مطلوب زنده‌گی آن‌ها به مثابه‌ی یک آرمان برای ساکنین مطرح می‌باشد. رضایت از سکونت در راستای مطلوب بودن کیفیت فضای داخل ساختمان (کیفیت زنده‌گی) و ارتباط دو طرفه شاخص‌های آن و ساکنین محل سکونت می‌باشد.

مولفه‌های متعددی بر کیفیت زنده‌گی ساکنین واحدهای مسکونی تاثیرگذار است و در یک دسته‌بندی کلی می‌توان آن‌ها را به مولفه‌های عینی، ذهنی و عینی - ذهنی تقسیم بندی نمود؛ چرا که در فضای مورد استفاده ساکنین به‌عنوان محیط، غالب بوده و در برآوردن نیازهای اساسی ساکنین تاثیر گذار است. یکی از شاخص‌های مولفه‌ی عینی در کیفیت زنده‌گی شاخص کالبدی و زیر شاخص نور می‌باشد که مولفه‌ی ذهنی ساکنین و شاخص‌های مربوط به آن از جمله آسایش بصری و روانی تاثیر زیادی دارد که در واقع سلامت، نشاط عملکرد آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد؛ با نور روز هم‌چون امر مثبت بر روی سلامتی باشندگان، مطلوبیت بصری، ایجاد فضای معماری ریتمیک و زیبا و هم‌چنین ویژه‌گی‌های مفهومی آن مانند ایجاد سایه و عمق در جهت مطلوبیت فضا هم‌چون معماری گذشته می‌توان بهره‌مند شد (صفری‌رانوند، مهرنوش؛ شریفی، مهدی، ۱۳۹۷).

بررسی‌های انجام شده در مرکز علوم سلامتی مکنزی در کانادا نشان داده است بیمارانی که افسرده‌گی دارند با دسترسی به نور طبیعی باعث کاهش استرس پرسونل، افزایش رضایت‌مندی بیمار و پرسونل، کاهش افسرده‌گی و استرس بیمار، بهبود خواب و کاهش درد می‌شود (مجیدی و خداداده، ۱۳۹۷:۳۲، به نقل از آرمین، آیلین پیریایی ۱۳۹۳/ مقاله طراحی برای بیمارستان کوچک). ساز و کار چگونگی دریافت نور و نورگیرها در معماری سنتی سایر کشورها، از تنظیمات نسبتا کارا و متناسب با تکنیک‌های زمان خود بوده و اشکال هندسی و گره‌چینی از جمله پالکانه برای بیان قاعده‌مند نمودن نحوه‌ی دریافت نور از لحاظ بصری و شکلی از کلمه الگو استفاده می‌شود، چرا که اشکال دریافتی در تامین نور می‌توان با توجه به ویژه‌گی‌های مشابه شکلی تبدیل به یک الگوی نوری گردیده و یا قسمتی از آن الگو باشد. یکی از دیدگاه‌های موثر در علوم معماری و شهر سازی نظریه سیستم‌های پیچیده است که هندسه مربوط به آن، هندسه فراکتال می‌باشد. هندسه فراکتال در خطوط و شکل موجود در طبیعت توسط درک بصری انسان خوانائی داشته و پردازش چگونگی شکلی و زیبایی آن از طریق دریافت بصری و ذهنی انسان آسان و منطبق می‌باشد (ثامنی، الهام، کریمی آذری امیر رضا ۱۳۹۶).

شیوع فراکتال مصنوعی نشان می‌دهد که احتمالاً استفاده از فراکتال برای کاهش استرس در طول تاریخ بوده است. در معماری ساختمان‌ها محیط‌های ایجاد می‌نمایند که پاسخ‌های فزیولوژی به محرک‌های بصری بیشتر در ارتباط هستند. با توجه به تاثیر فراکتال‌ها بر فرهنگ‌ها در سراسر جهان و شیوع آن‌ها در طبیعت، آن‌ها یکی از ویژه‌گی‌های متمایز تجارب بصری روزمره ما هستند (Taylor، ۲۰۰۶).

با نگاهی به پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی معماری در جهان پیرامون موضوع، گنجینه‌ی از آثار غنی در چارچوب نظری موجود می‌باشد. در بحث کیفیت زنده‌گی و مبحث سکونت، (آردیتی و زانچی) در سال ۲۰۱۹، کیفیت زنده‌گی را درک فردی از موقعیت خود در زنده‌گی می‌دانند (پانچ، جری؛ هیت رز؛ اسمیت، سندی). در سال ۲۰۱۹ با بررسی شرایطی که بر زنده‌گی تاثیر می‌گذارد، اهمیت آن را به‌عنوان یک دارایی فردی و یک هدف مراقبت عنوان می‌نماید. در پژوهش‌های داخلی (رضا سامه) به سیری در مفهوم «کیفیت» تحت عنوان (تاملی بر مفهوم کیفیت در معماری) پرداخته است. در رابطه با مقوله مسکن و نور از آنچه در راستای موضوع پژوهش مفید باشد، می‌توان به اختصار از «مطالعه موردی توسعه مسکن مبتنی بر نیازها و فرهنگی» توسط «آریفودینا» در سال ۲۰۱۶ نام برد، که منتج به تحقیق هوشمندانه از مسکن به معنای درک فرهنگ و نیازها و خواسته‌های ساکنین آن شده است. با بررسی نقش طبیعت بر حس شادابی ساکنین در مجتمع‌های مسکونی، وجود طبیعت از جمله عوامل موثر در طراحی شهری جهت ارتقای حس نشاط، آرامش محیط و کاهش روح ماشینی مدرنیته می‌باشد. (بهزادپور، محمد؛ گرجی، یوسف؛ سهیلی، جمال الدین؛ ۱۳۹۶). «مهرنوش صفرییرانوند» و «مهدی شریفی» با بررسی اثر آسایشی نور، راهکارهای مناسب در جهت ایجاد فضای زنده‌گی سالم‌تر از منظر دریافت نور روز ارائه نموده اند. در مطالعات مربوط به تکوین هندسه در جهان اسلام، طی سده‌های هشتم و نهم با ترجمه‌های از متون باستانی از زبان‌های چون یونانی به عربی آغاز شد و تا سده دهم، مسلمانان به ترقیات بدیعی نایل شدند که در زمینه‌ی هندسه، تحولات مهم، حاصل تلاش دانشمندان چون عمر خیام، ابومنصور خوارزمی و ابن میثم بود. هم‌چنین در جهان غرب از زمان رنسانس در نوشته‌ها و تصاویر معماران چون لیون باتیستا آلبرتی و آندریا پالادیو در سده‌های پانزده و شانزده، اتین لوی بوله و کلود نیکلاس لدو در سده هجده، ساخت بناهای همچون برج ایفل با معماری گستاوایفل در سده نوزده و لوکوربوزیه در سده بیستم و تادائو آندو، فرانک گری و زها حدید در قرن حاضر به تفصیل آمده است.

«تیلور» در مورد کاهش استرس فزیولوژیکی با استفاده از هنر و معماری فراکتال آزمایشات و تحقیقات انجام داده و با همکاری «آرتور جولیان»، «الکساندر جی بیس» و «کوپر بویدستون» نیز کاوشی در زمینه فراکتال در هنر و معماری و تاثیر فراکتال بر سلامت روانی تحت عنوان «اثرات روانی فراکتال بر معماری زیست‌گرایی» انجام داده که منتج به موثر بودن نظریه‌ی سیستم‌های

پیچیده هندسه فراکتال در علوم معماری شده است. ابوشی در مقاله‌ی خود پاسخ ادراکی و فزیولوژیکی به الگوهای فراکتال، ادراک محیطی و علاقه بصری و پاسخ به تفسیر و طراحی الگوهای نوری، پژوهش‌های را انجام داده است و به این نتیجه رسیده است که الگوهای نوری فراکتال در مقایسه با الگوهای نور غیر فراکتال، آرامش و هیجان را افزایش می‌دهد (ابوشی و دیگران، ۲۰۱۹)، «لیدا بلیلان اصل» با بررسی ویژه‌گی‌های هندسی گره‌های در تزئین‌های اسلامی از دیدگاه هندسه فراکتال و هم‌چنین مدنی در مورد الگوی طراحی بر مبنای هندسه تحقیقات را انجام داده اند (مدنی و دیگران، ۱۳۹۶). با توجه به بررسی پیشنه‌ی تحقیق به‌نظر می‌رسد کاربرد هندسه فراکتال در معماری بر مؤثریت نور در این مورد تحقیقات انجام نشده است؛ بنابر این در این تحقیق می‌تواند گامی مؤثر در روند موضوع مربوط باشد.

روش تحقیق

گردآوری اطلاعات در این تحقیق، بر اساس روش کیفی و استدلال منطقی استوار بوده و هم‌چنین مطالعه منابع و مآخذ علمی معتبر و جدید کتابخانه‌یی اساس بیان، تحلیل، توصیف و تفسیر مطالب موجود در این مقاله را تشکیل می‌دهد.

سوال تحقیق

با توجه به مطالب بیان شده می‌توان سوال تحقیق را چنین عنوان نمود : تاثیر الگوهای نوری از نوع هندسه فراکتال بالای کیفیت زنده‌گی ساکنین واحدهای مسکونی چگونه است؟

هندسه فراکتال

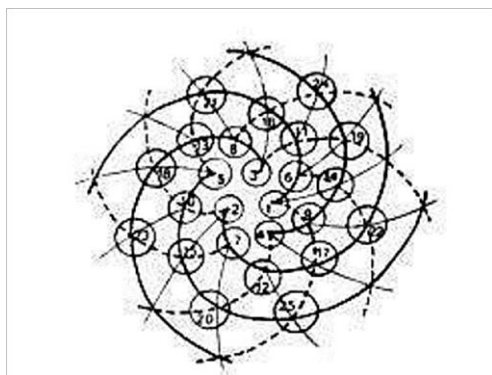
اصطلاح فراکتال از کلمه یونانی Fractious به معنای چند پاره گرفته شده است. (Bonville، ۳، ۱۹۹۵)

فراکتال‌ها اشکال هستند که بر خلاف اشکال هندسی اقلیدسی به هیچ وجه منظم نمی‌باشد. این اشکال اولاً سرتاسر نامنظم اند، ثانیاً میزان بی‌نظمی آن‌ها در همه مقیاس‌ها یکسان است. با ملاحظه اشکال موجود در طبیعت، مشخص می‌شود که هندسه اقلیدسی قادر به توضیح و تشریح اشکال پیچیده و ظاهراً بی‌نظم طبیعی نیست. مندل بروت در سال ۱۹۷۵ اعلام کرده که ابرها به صورت کره نیستند، کوه‌ها همانند مخروط نمی‌باشند، سواحل دریا دایره شکل نیستند، پوست درخت صاف نیست و صاعقه به صورت خط مستقیم حرکت نمی‌کند. جسم فراکتال از دور و نزدیک یکسان دیده می‌شود. به تعبیر دیگر خود متشابه است.

زمانی که به یک جسم فراکتال نزدیک می‌شویم، می‌بینیم که تکه‌های کوچکی از آن که از دور هم‌چون دانه‌های بی‌شکلی به‌نظر می‌رسید، به‌صورت جسم مشخص در می‌آید که شکل‌اش کم و بیش مثل همان شکلی است که از دور دیده می‌شود. در طبیعت نمونه‌های فراوانی از فراکتال‌ها دیده می‌شود. درختان، ابرها، کوه‌ها، رودها، لبه سواحل دریا، و گل گلیم‌ها اجسام فراکتال هستند

بخش کوچکی از یک درخت که شاخه آن باشد شباهت به کل درخت دارد. این مثال را می‌توان در مورد ابرها، گل گلیم، صاعقه و سایر اجسام فراکتال عنوان نمود.

مطالعه ریاضی شکل‌های همانند و ارتباط آنها با اشکال طبیعی در مضمون با عناوین هندسه فراکتال طبیعت توسط بنیوت مدلیرات ۱۹ در سال ۱۳۷۷ معرفی شد (عرفانیان، ۱۳۸۰). در علم ریاضی، فراکتال یک شکل هندسی پیچیده است و دارای جزئیات مشابه در ساختار خود در هر مقیاس می‌باشد. شکل (۱). اندازه بی‌نظمی در آن از دور نزدیک به یک اندازه (مساوی) است (قبادیان، ۱۳۸۸، ۱۶۶). به گفته کارل بویل «هندسه فراکتال، مطالعه رسمی ساختارهای خود متشابه است» (Bonville، ۳، ۱۹۹۵).



شکل (۱). نمونه هندسه فراکتال (Bovill, ۱۹۹۵, ۶۵)

اشکال فراکتال دارای ویژگی‌های ذیل می‌باشند:

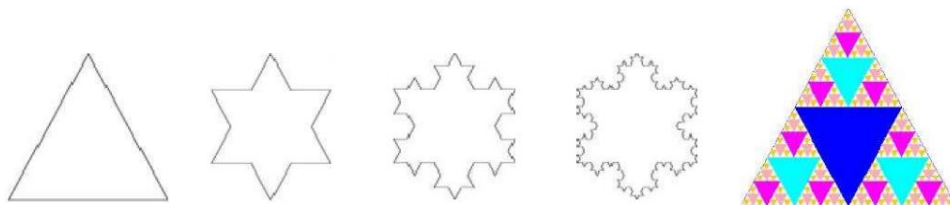
- بی‌قاعده‌تر از آنست که بتواند با زبان هندسه اقلیدسی بیان کرد.
 - دارای ساختار خود متشابه است. بدین معنی که شامل کاپی‌های از خودش در مقیاس‌های متفاوت بوده و تناسب‌های نسبی بین وجوه شکل و زوایای داخلی، ثابت باقی می‌ماند.
 - در اشکال فراکتال هیچ خط مستقیمی وجود ندارد، لبه‌ها و وجوه داخلی آن‌ها صاف و هموار نیست؛ بلکه منفذدار یا تاپ خورده است.
 - یک ریتم تکرار شونده در اشکال فراکتال وجود دارد که آن‌ها را به سمت تعادل سوق می‌دهد.
 - بعد فراکتال یک معیار ریاضی برای تعیین درجه‌ی پیچیده‌گی بافت شکل فرکتال است؛ که هرچه بیشتر شود میزان شگفتی ترکیب شده با نظم زیربنایی بیشتر است.
- فراکتال‌ها دارای بعد فراکتالی بوده این بعد یک عدد اعشاری است و نه یک عدد صحیح. یکی از راه‌های محاسبه بعد فراکتال استفاده از فرمول ذیل می‌باشد (Bovill, ۱۹۹۵, ۲۴).

$$A = \frac{1}{s^D} = \left(\frac{1}{s}\right)^D \dots\dots\dots (۱)$$

در اینجا A تعداد قطعات کوچک تر است که کل به آن تقسیم شده. S جزئی از مقیاس نسبت به کل و D بعد است که می‌خواهیم محاسبه کنیم. با استفاده از فرمول ۱ داریم

$$D = \left(\frac{\log a}{\log s} \right) \dots \dots \dots (2)$$

یکی از مشهورترین فراکتال‌ها توسط «هنگ فون کخ» در سال ۱۹۰۴ طراحی شد. در این نوع فراکتال، ابتدا یک پاره خط را به طول واحد در نظر گرفته و آن را به سه قسمت تقسیم می‌کنیم. سپس به جای ضلع وسط دو ضلع مثلث متساوی الاضلاع را قرار می‌دهیم شکل (۲). فراکتال کخ نیز یک نوع فراکتال خود متشابه است. اگر این عمل را روی اضلاع یک متساوی الاضلاع انجام دهیم، شکل بسیار زیبایی پدید می‌آید که «دانه برفی کخ» نام دارد. فراکتال سرپینسکی یک فراکتال هندسی است. اگر مثلث وسطی یک مثلث متساوی الاضلاع را حذف کنیم و برای همه مثلث‌های باقی مانده هم این را تا بی نهایت انجام دهیم، مجموعه زیبای از مثلث‌های پرو خالی به وجود می‌آید، که فراکتال سرپینسکی به دست خواهد آمد (عرفانیان، عباس، ۱۳۸۸).



شکل (۲). نمونه هندسه فراکتال توسط اشکال منظم هندسی منبع (engedat)

فراکتال در طبیعت

شاید بتوان طبیعت را بهترین الگوی انسان در تمام تاریخ معماری دانست. چنانچه بشر هرگز نتوانسته است گوشه‌یی از طبیعت را همان‌طوری که است به تصویر بکشد شکل (۳)، الگوهای از آن برگرفته که هیچ تخیل نیرومند بشر قادر به خلق چنین الگوهای نبوده است شکل (۴) (بمانیان، لیلیان، امیرخانی، ۱۳۸۹، ۴۶).

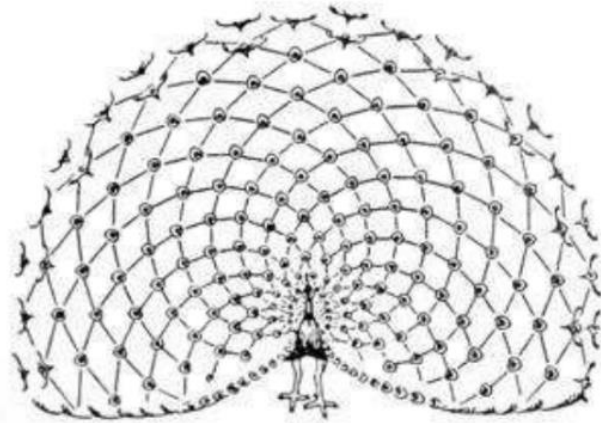


شکل (۳). فراکتال‌های طبیعی، کمپیوتری و انسانی تولید شده (ابوشی و دیگران، ۲۰۱۹).



شکل (۴). الگوهای تابش نور خورشید از طریق درختان (ابوشی و دیگران، ۲۰۱۹).

فراکتال‌ها در طبیعت به صورت الگوهای هندسی نمود یافته و به صورت مقیاس‌های جمع و کوچک شده تکرار می‌شوند شکل (۵). به عنوان مثال سرخس‌ها، سیستم‌های تنفسی جانداران یا تشکیل سنگ‌های آتشین را می‌توان نام برد. در روند تشکیل این نوع سنگ‌ها، بعد از هر باران آتشفشان از انجماد و شکل‌گیری گدازه‌ها بلورهای حاصل می‌شود، که همه شبیه هم هستند و پس از شکل‌گیری سنگ‌های آتشین را به وجود می‌آورند. رشد آن‌ها به یک شیوه‌ی خاص تا زمانی، که به مانعی برخورد کنند ادامه یافته و تنها نیروی وارده از موانع طبیعی دیگر جهت رشد آنها را تغییر می‌دهد (بمانیان، لیلیان، امیرخانی، ۱۳۸۹، ۴۶).

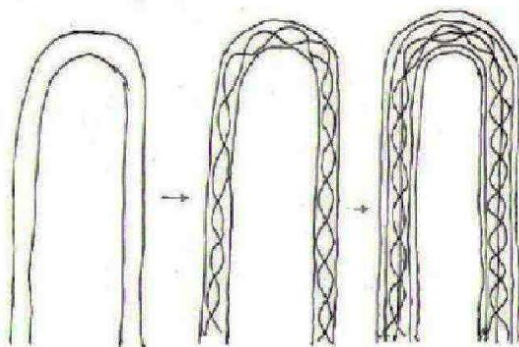


شکل (۵). وجود هندسه فراکتال در عناصر طبیعت (Bovill ۱۹۹۵، ۶۶).

فراکتال در معماری

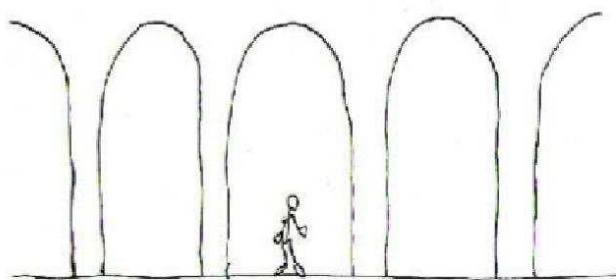
معماری بومی ساخته مردم جهان، که قصد از داشتن خواص فراکتالی به وجود آمده است. اغلب آثار خلق شده بشر از ساختارهای ضرورت بسیار فراتر می‌روند. ما همواره در درون خود کششی

برای ایجاد الگوهای مشخصی از فرم‌ها با ارتباطات داخلی هندسی بین اجزا تشکیل دهنده احساس می‌کنیم. شهرها (حداقل جذاب ترین شهرها) فراکتال هستند. در شهرهای بزرگ همانند پاریس ونیزولند همه چیز از مسیرها گرفته تا چهره نماها و محل قرارگیری درختان، فراکتال اند (فراکتال ریاضیات، ماهنامه شبکه، شماره ۹).



شکل (۶). ایجاد هندسه فرکتال در معماری (نشریه باغ).

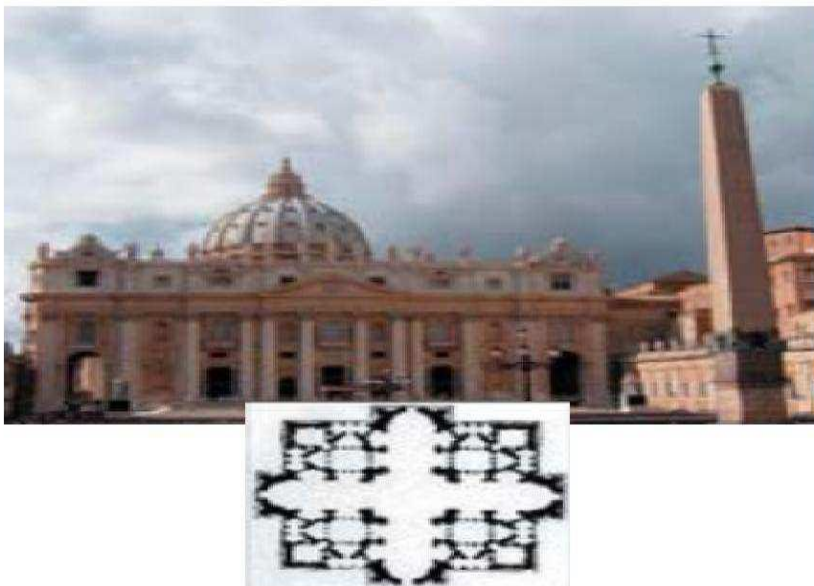
فراکتال‌ها دارای دو مشخصه وابسته به هم هستند. آن‌ها در هر درجه از بزرگنمایی ساختار پیچیده‌یی دارند و لبه‌ها و وجوه داخلی آن‌ها صاف و هموار نبوده؛ بلکه منفذدار یا تاب خورده است. یک فراکتال از چند ساختار متصل به هم با مقیاس‌های متفاوت تشکیل شده است. در شهرهای تاریخی کلونادها، ردیف‌هایی از ساختمان‌ها با عرض کم، به همراه مسیرهای متقاطع همگی مربوط به یک سطح نفوذ پذیرند، که با منافذی، امکان تبادل را میسر می‌سازند، این خود نوعی فراکتال است (فراکتال ریاضیات، ماهنامه شبکه، شماره ۹).



شکل (۷). ایجاد هندسه فرکتال در معماری (نشریه باغ).

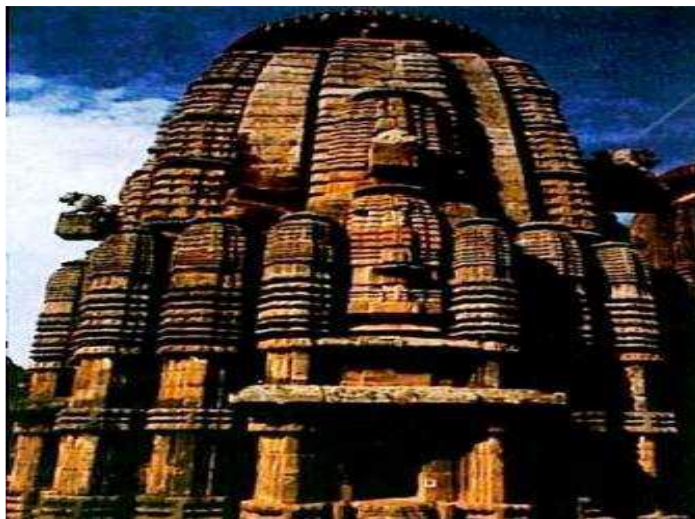
کاربرد فرکتال در معماری‌های جهان

فراکتال‌ها در معماری‌های اروپایی بیشتر ریشه اجتماعی، مذهبی یا سیاسی داشته اند در حالی که در معماری‌های آفریقایی بیشتر از طبیعت الهام گرفته شده است شکل (۸).



شکل (۸). کلیسای سنت پیتر (ماهنامه پیام سبز).

یکی از نمونه‌های بارز معماری فراکتال ساختمان‌های یائیلای جنوب زامبیا است. خانواده‌ی بزرگ به صورت یک حلقه‌ی مدور است که یک دروازه در بخش انتهایی آن واقع شده است و انبارهای کوچک در اطراف قرار دارند. با چرخیدن پیرامون این حلقه خانه‌ها به مرور بزرگتر می‌شود؛ تا آنجا که بزرگترین خانه یعنی خانه پدر و پیر فامیل در مقابل در ورودی قرار می‌گیرد شکل (۹).

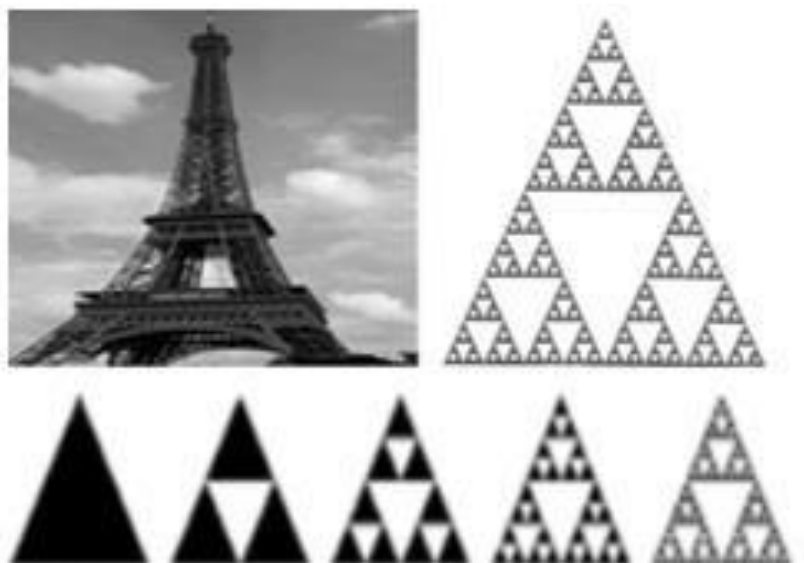


شکل (۹). معماری فراکتال در ساختمان یائیلای جنوب زامبیا (marpiich).

معماری معابد و بناهای یاد بود هند و آسیای جنوبی شرقی نمایی از ساختارهای فراکتالی هستند. در این بناها هر برج اصلی با مجموعه‌یی از برج‌ها احاطه می‌شود و هر یک از آن برج‌ها با برج‌های کوچکتر احاطه می‌شوند و این روند تا هشت مرحله یا بیشتر ادامه پیدا می‌کند. به گفته‌ی ویلیام جکسن فرم ایده آل و جالب توجهی که برای طراحی این بناها در نظر گرفته شده است قطعات و سطوح نامحدود می‌باشد و به عقیده‌ی آن‌ها بی شماری و پیچیدگی این قطعات که در ظاهر به هم متصل اند آگاهی معمار را می‌رساند. آن‌ها این بناها را با افزایش ارتفاع شان که نمادی از تعادلی می‌باشد بسط می‌دادند و هم‌زمان بنای مقدسی را در عمق آن جاسازی می‌نمودند در این نمونه‌ها برج‌ها جنبه‌های متفاوتی از بناهای هند را نمایش می‌دهند. جکسن معتقد بود که همه‌یی نمونه‌های مذهبی هندوئیسم دارای ویژگی فراکتال می‌باشد. کل معماری هند به هزاران درخت می‌ماند که هزاران شاخه دارد و بر هر شاخه‌اش هزاران میوه‌ی رسیده نشسته و هر میوه‌ی آن از الگوی شاخه‌ها و شاخه‌ها از الگوی کل درخت تابعیت می‌کنند شکل (۱۰) (کتیرایی، علی، کتاب افسون ریاضیات، نشرمازیار، ۱۳۸۸).



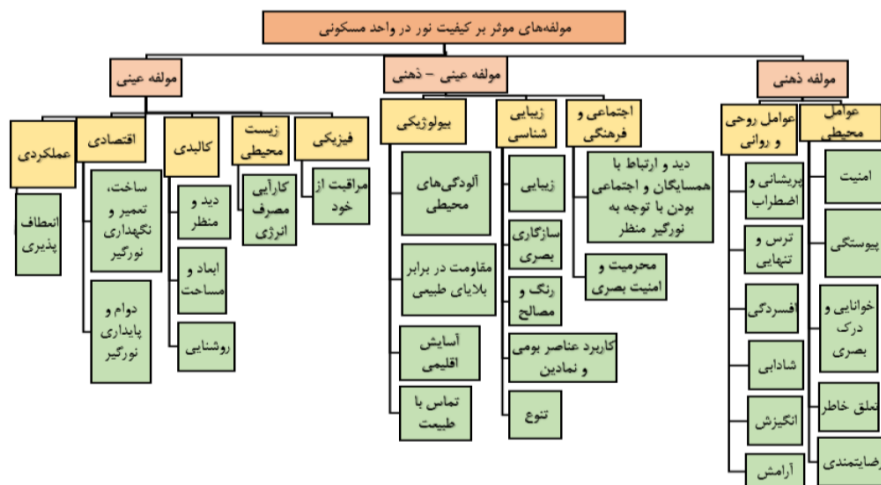
شکل (۱۰). تاج‌محل خاصیت تکرار و خود تشابه‌ی اشکال هندسی فراکتال (marpiich).



شکل (۱۱). طراحی برج ایفل برگرفته از خاصیت تکرار و خود تشابهی اشکال هندسی فراکتال (نگارنده، ۱۳۹۸).

کیفیت نور در واحدهای مسکونی

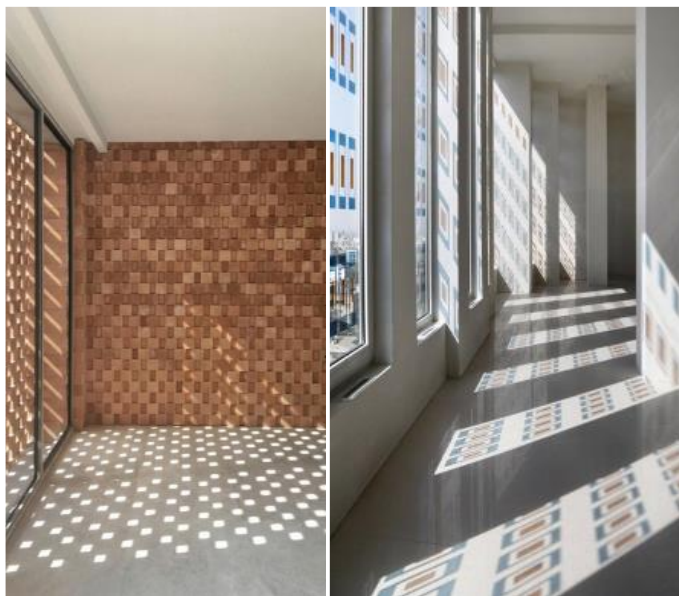
کیفیت نور برای ساکنین واحدهای مسکونی در این پژوهش با توجه به ماهیت کیفیت زنده گی و مولفه های تاثیر گذار آن بر کیفیت نور در واحد مسکونی را که در گراف (۱) بیان شده است با شاخص ها و زیر سنج های مربوط، ارزیابی و بررسی شده است.



گراف (۱) مولفه های موثر بر کیفیت نور در واحدهای مسکونی و شاخص های مربوط (نگارنده، ۱۳۹۸).

بنابراین با توجه به تاثیر نور طبیعی بر کیفیت زنده گی در ارزشیابی رضایت‌مندی ساکنین، در این پژوهش متغیر اصلی ارزیابی، نورهای وارده به داخل ساختمان و الگوهای مربوط به آن در نظر گرفته شده است.

نور، جوهر اصلی خلقت است، که خداوند تجلی وجود خود در آسمان و زمین را بدان انتصاب معرفی می‌نماید (قرآن کریم). کم و زیاد شدن نور بر انسان تاثیر می‌گذارد و این تاثیر کما بیش نا آگاهانه، خلق و خوی انسان را تغییر می‌دهد (ثامنی و کریمی آذری، ۱۳۹۶: ۱۱). با نور روز هم‌چون امر مثبت بر روی سلامتی باشندگان، مطلوبیت بصری، خلق فضای معماری ریتمیک و زیبا و هم‌چنین ویژه‌گی‌های مفهومی آن مانند ایجاد سایه، عمق، در جهت مطلوبیت فضا هم‌چون معماری گذشته می‌توان بهره‌مند شد (صفر بیرانوند، مهرنوش، شریفی، مهدی، ۱۳۹۷). عامل نور و روشنایی در کاهش استرس و بهبود عملکرد کارمندان و آسایش بصری نقش مؤثری دارد (مهدی نژاد، محمدجواد و دیگران، ۱۳۹۸). پنجره‌ها و نورگیرها تامین‌کننده‌ی نور طبیعی، دید و منظره می‌باشند. بنابر این در واقع دو دلیل اصلی برای اهمیت این موضوع بیان می‌شود: تامین روشنایی و تامین دید و منظر. بسیاری از پژوهش‌های اداری نشان داده اند که پنجره و تامین نور طبیعی بر بهره‌وری، رضایت‌مندی و شادکامی افراد تاثیر گذاشته و از استرس و تنش ناشی از کار می‌کاهد شکل (۴) (قنبران و دیگران، ۱۳۹۶).



شکل (۱۲). فضاهای ایجاد شده به نورگیرهای فراکتالی (مهدی نژاد، محمد جواد، ۱۳۹۸).

طراحی روشنایی ضعیف منجر به ناراحتی بصری شده و می‌تواند تاثیر منفی بر روی درک بصری کاربران داشته باشد (Lyons, Duper, ۲۰۱۹: ۲۶۸).

الگوهای نوری فراکتال

برای طراحان معماری، مهندسين و طراحان نور، تحقیقات بیشتری برای ترکیب معیارهای طراحی و ترجیحات عاطفی انسانی در هنگام برنامه ریزی روشنایی ساختمان‌ها ضروری است (Costilla & others, ۲۰۱۸, ۶۰۱).

راحتی بصری بستگی به فیزیولوژی چشم انسان، مقادیر فیزیکی توصیف مقدار نور و توزیع آن در فضا و انتشار طیفی از منبع نور است، که معمولاً از طریق ارزیابی مجموعه‌یی از عوامل تنظیم رابطه بین نیازهای انسانی و محیط نور، از قبیل: میزان نور، یکنواختی نور، کیفیت نور و پیش بینی خطر انعکاس نور می‌باشد (Michael.Heracleous, ۲۰۱۶, ۳).

سطوح روشنایی، رنگ نور، سایه و تناوب روشنایی و تاریکی روی احساسات انسان و درک او از فضا تاثیر گذاشته رفتار او و آهنگ زنده‌گی‌اش را تنظیم می‌کند (دیواندی، بزرگ قمی، ۱۳۹۷). یکی از مبانی بیان تکنیک‌های مورد استفاده در گره‌چینی و مثل آن و همچنین نحوه‌ی استفاده از کیفیت نورگیرها را می‌توان در هندسه و چگونگی استفاده از آن در نور گیرها جستجو کرد. به‌نظر می‌رسد برای راه حل مساله پژوهش، مبنی بر حل مشکلات واحدهای مسکونی مربوط به کیفیت بصری و نور در ساخت و ساز مسکن معاصر، تکنیک متناسب زمان حاضر، شاید بتواند راه گشای مسایل مذکور باشد و با توجه به پیچیده‌گی بحث دریافت نور، وجود یک سیستم پیچیده در روند تدبیر برای راهبرد پژوهش از نوع هندسه فراکتال و چگونگی تاثیر اشکال فراکتالی در نور وارده به واحد مسکونی، چیزی است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است و ضرورت است که واژه هندسه فراکتال را مورد کاوش قرار دهیم.

هندسه فراکتال، هندسه طبیعت و بیانگر نظم پنهان و پیچیده آنست. فراکتال، هندسه نوینی است که بشر طی سالیان سال حتی به شکل ناخودآگاه با الگوگیری از طبیعت در ساخت محیط مصنوع خویش به کار برده است. مدل فراکتال سیستم بصری انسان بیانگر آن است که از طریق قرار گرفتن در معرض این فرکتال‌ها با این فراکتال‌ها سازگر بوده و می‌تواند ویژه‌گی‌های بصری خود را با سهولت نسبی پردازش کند (Taylor & others ۲۰۱۷). فراکتال‌ها اشکال پیچیده و نامنظم هستند که پیچیده‌گی و بی‌نظمی آن‌ها در مقیاس‌های متفاوت مشابه است. فراکتال‌ها اشکالی هستند که برخلاف شکل‌های هندسی اقلیدسی، به هیچ وجه منظم نیستند. این اشکال سراسر نامنظم اند و میزان بی‌نظمی آن‌ها در همه مقیاس‌ها یکسان بوده و بی‌نظمی آن‌ها به‌طور هندسی در مقیاس‌های گوناگون تکرار می‌شود. ابعاد فراکتال، بازگشت، تقارن و تعداد قطعه‌ها در الگوها، عواملی هستند که در فراکتال‌ها پیچیده‌گی و قواعد ترجیحی را تحت تاثیر قرار می‌دهند و ممکن است به سایر الگوها گسترش یابد (Seren, Taylor, ۲۰۱۶).

شیوع فراوانی در اوج پیچیده‌گی در طبیعت موجب شده است که سیستم بصری انسان بتواند

آن‌ها را به‌طور موثری پردازش کند (Abboushi & others ۲۰۱۹). در معماری ساختمان‌ها برای ایجاد محیط‌های هستند که با پاسخ‌های فزیولوژیکی با محرک‌های بصری بیشتر در ارتباط هستند. با توجه به تأثیر فراکتال‌ها بر فرهنگ‌ها در سراسر جهان و شیوع آن‌ها در طبیعت، آن‌ها یکی از ویژه‌گی‌های متمایز تجارب بصری روزمره ما هستند (Taylor ۲۰۰۶). در تحقیقات انجام شده می‌توان ارتباط نزدیک بین بینایی بصری و توانایی سیستم بصری برای تشخیص و تبعیض در میان الگوها را با فراکتال نشان داد (Draves & others ۲۰۰۸). شکل‌های شکسته در طبیعت بسیاری از الگوهای خود را از فراکتال ایجاد می‌کند و می‌توان از ابعاد فراکتالی برای شناسایی کیفیت طبیعی و طبیعی بودن الگو استفاده کرد (Flynn & others ۲۰۱۳).

جدول (۲) نمونه‌های از ساختمان‌های طراحی و ساخته شده در شهر تهران با رویکرد بکارگیری هندسه فراکتال نورگیر ساختمان، نگارنده (۱۳۹۸).

			
ساختمان: ارغوان معمار: شهاب علیدوست و همکاران موقعیت: سعادت آباد پلوار دریا ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تقارن	ساختمان: گوشواره ها معمار: رضا حبیب زاده موقعیت: درکه، خیابان احمدپور ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تناسب در مقیاس خرد	ساختمان: چهل گره معمار: حبیبه مجدآبادی، علیرضا مشهدی میرزا موقعیت: ستارخان خیابان حبیب الهی ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - پراکندگی	ساختمان: آجریوش معمار: شیر موسوی، امیررضا فاضل موقعیت: اکباتان، فاز ۱ ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تقارن - تناسب در مقیاس خرد
			
ساختمان: باغ ونک معمار: رضا حبیب زاده موقعیت: میدان ده ونک ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تقارن - تناسب در مقیاس خرد	ساختمان: ازگل معمار: هومن بالازاده موقعیت: ازگل خیابان آهشار ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تقارن - تناسب در مقیاس خرد	ساختمان: صبا معمار: رضا صیادیان، سارا کلانتری موقعیت: خیابان هروی خیابان مژده ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تقارن - تناسب در مقیاس خرد	ساختمان: سعادت آباد معمار: محسن کاظمیان فرد موقعیت: سعادت آباد کوچه ۳۱ ویژگی فراکتالی: تکرار - خود متشابه - تقارن

بحث و نتیجه‌گیری

با مطالعه در پیشینه تحقیق و مطالعات انجام شده پیرامون موضوع مربوط هر یک از مباحث هندسه فراکتال، فراکتال در صنعت و فراکتال در معماری الگوهای نوری فراکتال در حوزه‌های

مختلف مورد تحقیق و ارزیابی قرار گرفته است. از آنجا که گردآوری اطلاعات در این مقاله، بر اساس روش کیفی و استدلال منطقی استوار بوده لذا در این تحقیق به اهداف ارزیابی موثریت نور وارده بر فضای داخل واحدهای مسکونی و اماکن مقدس، ساختمان‌های عام‌المنفعه و همچنین پاسخ به سوال آن، تاثیر گذاری الگوهای نوری از نوع هندسه فراکتال بر زنده‌گی ساکنین پرداخته شده است، که در کیفیت زنده‌گی و مولفه ذهنی ساکنین و شاخص‌های مربوط به آن از جمله آسایش بصری و روانی تاثیر زیادی دارد در واقع سلامت، نشاط عملکرد آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد با نور روز هم‌چون امر مثبت بر روی سلامتی باشندگان، مطلوبیت بصری، ایجاد فضای معماری ریتمیک و زیبایی و هم ویژه‌گی‌های مفهومی آن مانند ایجاد سایه و عمق در جهت مطلوبیت فضا هم‌چون معماری گذشته می‌توان بهره‌مند شد.

هم‌چنین نور در واحدهای مسکونی با به‌کار بردن الگوهای نوری با استفاده از هندسه فراکتال بالای عوامل ذیل نیز تأثیرگذار می‌باشد:

- ۱- عوامل روحی و روانی: ساختمان‌های که در قسمت نورگیر آن از الگوهای نوری یا هندسه فراکتال استفاده شود. باعث دور کردن پریشانی و اضطراب، ترس و تنهایی افسرده‌گی گردیده و بر عکس سبب شادابی، انگیزش و آرامش می‌گردد.
- ۲- عوامل محیطی: معماری که در آن الگوی نوری یا هندسه فراکتال کار گرفته شده باشد. ساکنین آن خود را در امنیت احساس می‌کنند درک بصری به‌ترو رضایت‌مندی خوب نیز دارند.
- ۳- اجتماعی و فرهنگی: از یک طرف باعث زیبائی ساختمان گردیده و از جانب دیگر مانع ورود مستقیم نور و دید مستقیم ساکنین ساختمان می‌گردد.

مآخذ

بهزادپور، محمد؛ گرجی، یوسف، سهیلی، جمال‌الدین. (۱۳۹۶). بررسی نقش طبیعت بر حس شادابی ساکنین در مجتمع‌های مسکونی (راهکارهای بهبود روابط همسایه‌گی؛ نمونه‌های مورد بررسی مجتمع اکباتان در تهران و مجتمع مهرگان در قزوین). مدیریت شهری (۴۸): ۳۶۱-۳۷۶.

بمانیان، محمد رضا؛ لیلیان، محمد رضا؛ امیرخانی، آرین. (۱۳۸۹): «هندسه فراکتال در ساختارهای هنر و معماری»، فصلنامه جلوه نقش. تابستان شماره ۳ صص ۴۲-۵۰.

ثامنی، الهام، کریمی آذری، امیر رضا. (۱۳۹۶). راهکارهای طراحی معماری مجتمع‌های مسکونی در جهت ارتقای کیفیت زنده‌گی ساکنین آن (واقع در شهر رشت). دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و مدیریت بحران.

دیواندی، جواد؛ بزرگ قمی، لیلان. (۱۳۹۷). بهره‌گیری از قابلیت‌های نور و رنگ در فضا‌های آموزشی در راستای افزایش خلاقیت کودکان. معماری شناسی. سال اول. شماره ۶.

- سامه، رضا؛ اکرمی، غلامرضا. (۱۳۹۵). تحلیل تحولات اندیشه «کیفیت زنده گی» در معماری و شهرسازی. هویت شهر (۲۷): ۲۵-۴۰.
- صفربرانوند، مهرنوش؛ مهدی. (۱۳۹۷). تحلیل ساختار و چیدمان پلان های مسکونی در راستای بهره گیری از روشنایی طبیعی نور خورشید نمونه موردی منازل مسکونی شهر خرم آباد، معماری شناسی (نشریه اختصاصی معماری و شهرسازی ایران).
- عرفانیان، عباس (۱۳۸۰): «معماری طبیعت: هندسه فرکتال و نظری آشوب»، مجله فضا، شماره ۲-۳، صص ۳۲-۲۵.
- فراکتال ها، ریاضیات، رویا ها، ماهنامه شبکه، شماره ۹، صفحه ۷۰ الی ۷۳.
- قنبران و دیگران. (۱۳۹۶). بررسی نقش نور طبیعی، دید و منظر بر کاهش استرس کارمندان در فضا های اداری با استفاده از روش روان-فیزیک. دو ماهنامه سلامت کار ایران. دوره ۱۴ (۶): ۱۳۵-۱۴۷.
- قبادیان، وحید. (۱۳۸۸): مبانی و مفاهیم در معماری معاصر غرب، دفتر پژوهش های فرهنگی، تهران.
- مجیدی، عارف؛ خداداده، فیروزه. (۱۳۹۷). تاثیر نور بر روان انسان با تاکید بر جنس مصالح سطوح داخلی در فضای مسکن. فصلنامه گزارش (۹۸): ۳۰-۳۶.
- مدنی، فروغ و دیگران. (۱۳۹۶). ارزیابی جداره های خیابان چهارباغ اصفهان و ارایه الگو برای آن یا به کارگیری هندسه فرکتال، معماری و شهرسازی آرمان شهر (۱۹): ۱۵۳-۱۶۴.
- مهدوی نژاد، محمد جواد و دیگران. (۱۳۹۸). استفاده از الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی چند هدفه لوورهای خارجی در ساختمان های اداری. اندیشه معماری. سال سوم (۱۵): ۲۱۴-۲۳۵.
- ماهنامه هوش مصنوعی و ابزار دقیق، شماره ۲۹، صص ۲-۷
- Abboushi, others. (۲۰۱۹). *Fractals in architecture: The visual interest, preference, and mood response to projected fractal light patterns in interior spaces*. Journal of Environmental Psychology (۶۱): ۵۷-۷۰.
- Arditi, Chantal, Zanchi, Anne, (۲۰۱۹). *Health status and quality of life in patients with diabetes in Switzerland*. Primary Care Diabetes (۱۳): ۲۳۱-۲۴۱
- Arifunddina, (۲۰۱۶). *Cultural and needs- based housing development case study: The Bugis community in Makassar City*. Procedia- Social and Behavioral Sciences (۲۲۷): ۳۰۰-۳۰۸.
- Bovill, carl (۱۹۹۵): *Fractal Geometry in Architecture and Design*, Boston: Birkhauser.
- Castilla & others. (۲۰۱۸). *Emotional evaluation of lighting in university classrooms: A preliminary study*. Frontiers of Architectural Research (۶): ۶۰۰-۶۰۹.
- Draves, Scott & others, (۲۰۰۸). *THE AESTHETICS AND FRACTAL DIMENSION OF ELECTRIC SHEEP*.
- Lyons, Joshua, Dupre, Karine. (۲۰۱۹) *visual discomfort and glare assessment in office environments: A review of light-induced physiological and perceptual responses*. Building and Environment (۱۵۳): ۲۶۷-۲۸۰.

- Michael, Aimilios, Heracleous, Chryso. (۲۰۱۶). *Assessment of Natural lighting performance and visual comfort of Educational Architecture in Southern Europe. The Case of Typical Educational School premises in Cyprus. Energy and Buildings.*
- Sereno, Margaret E, Taylor, Richard P. (۲۰۱۶). *Aesthetic Responses to Exact.*
- Taylor, R Arthur Juliani, Alexander J. Bies, Cooper Boydston, Branka Spehar, M. E. (۲۰۱۷). *The Implications of Fractal Fluency for Biophilic Architecture.*
- Taylor. (۲۰۰۶). *Reduction of Physiological Stress using Fractal Art and Architecture* (۳): ۲۴۵-۲۵۱.
-