

فراکتال آرت و هنر نرم‌افزاری با نگاه به هندسه محاسباتی و هندسه نقوش

مهگان فرهنگ^۱، صفیه رضایی^۲

چکیده

ارتباط هنر و دنیای علم به ویژه هنر ریاضیاتی و هندسی هنر نرم‌افزاری امروزه از جمله مواردی است که علاوه بر حوزه مطالعات زیبایی‌شناختی هنر قرار گرفته، در میان مطالعات اجتماعی هنر نیز می‌تواند قرار بگیرد. فراکتال یک هنر بین‌رشته‌ای است و زائیده کامپیوتر است، با هندسه، الگوریتم و ریاضیات در ارتباط است. از فرم‌های کیهانی برداشت می‌کند و برگرفته از اصول هنر کلاسیک نیز هست. فراکتال‌ها چیزی جدای از نقوشی که برای ما آشناست، نیست. با شکل‌گیری دوران پست مدرن فراکتال‌ها به طور رسمی پا به عرصه ظهور گذاشتند. در فراکتال‌ها دنیای علم، نظم هندسی، به چالش کشیدن همین نظم هندسی و نمودی از هم‌زیستی و در هم فرو رفتگی دو پدیده نظم و آشوب (Chaos) است. هنر فراکتال نوعی زبان برای بیان نظم و بی‌نظمی در دنیای پست مدرن است. همه این موارد در دنیای دیجیتال، وجود کامپیوتر و به عبارتی هنر نرم‌افزاری هویت بیشتر دارند و تعریف خود را ارائه می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: فراکتال، هنر نرم‌افزار، هندسه، هنر ریاضیات، نقوش.

^۱ کارشناسی ارشد گرافیک، مدرس گروه هنر، دانشگاه فرهنگیان، Mahgan.farhang1976@gmail.com.

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان.

مقدمه

دنیای دیجیتال و سرعت علم امروز با هنر همسو شده و ما به راحتی ورود و تعامل علم و هنر را احساس می‌کنیم. اگرچه این پدیده‌ای جدید نیست. ابتدایی‌ترین هنرهای بشر همواره بر اساس یک هندسه و قواعد علمی استوار بوده است. خلقت انسان نیز بر مبنای علم تناسب بوده است. دنیای علم همان جهانی است که با علم ریاضیات، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زیبایی‌شناسی و... ارتباط دارد. دنیای دیجیتال امروزه با صفرها و یک‌ها شکل گرفته است. امروزه دیجیتالی شدن یا نرم‌افزاری شدن همه وابسته به دنیای اعداد و تناسب‌های ریاضی است.

در این نوشتار به هنر فراکتالی پرداخته می‌شود. فراکتال گونه‌ای از هنر هندسی است با رویکردی الگوریتمی.

فراکتال آرت را می‌توان در زمره هنر نرم‌افزاری قلمداد نمود. هنری که بر اساس نسبت‌ها، تساوی‌ها و تقارن‌ها و گاه الگوها و الگوریتم‌های تصادفی به گونه‌ای حرکت کرده که فرم‌های انتزاعی را پدید می‌آورد (گروسی، ۱۳۸۷).

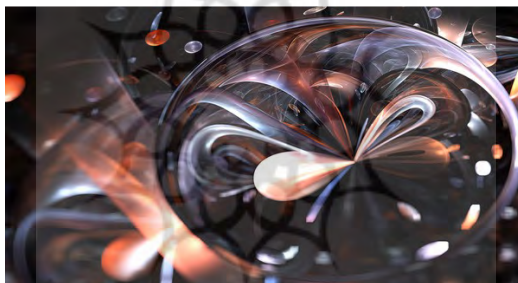
فراکتال آرت در هندسه نقوش سنتی، در طبیعت، در آسمان شب و کهکشان، در تصاویر علمی از کلیه آزمایش‌های فیزیک و شیمی دیده می‌شود. هندسه منظم از فراکتال آرت در کلیه نقوش هندسی و مذهبی نیز دیده می‌شود. اما آنچه بیشتر اهمیت دارد این است که فراکتال‌ها در زمره هنرهای نرم‌افزاری هستند که در امتداد تاریخ هنر به وجود آمده‌اند. آنچه در فراکتال مهم است، نقوش و هندسه است. هندسه منظم و نامنظم اساس شکل‌گیری جهان و حتی هنر است. وجود هندسه باعث به وجود آمدن بسیاری از آثار برتر دنیاست. تقارن، توازن، تعادل گاهی در هنر دنیای معاصر تعریف جدی و محکمی ندارد اما در هنر فراکتال بسیار جدی است. هندسه کلاسیک و قانون‌مند و هندسه تصادفی در فراکتال آرت‌ها وجود دارد.

مفاهیمی که از هندسه تصادفی (stochastic Geometry) برگرفته است و آن عبارت است از: آنتروپی و تکرار، چرخش و فضای حلقوی (مدارات سیاره‌ها در کهکشان)، تکرار، تصادف و جهش، حافظه، ذخیره و پایگاه داده، کنش، پاسخ، تعامل (تقی‌زادگان، ۱۳۹۴).

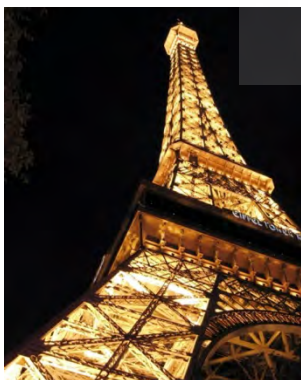
اینکه آیا ارتباطی بین هنر نرم‌افزاری و فراکتال وجود دارد یا نه؟ چقدر هندسه و نقوش هندسی در فراکتال‌ها دیده می‌شوند؟ آیا فراکتال‌ها، دنیای دیجیتال و هنر نرم‌افزاری بر پایه اصول و مبانی هنر هستند؟ آیا علوم پایه و هندسه در فراکتال آرت‌ها نقشی دارند؟ همه این پرسش‌ها در این نوشتار بررسی و پاسخ داده خواهد شد.



شکل ۱. فراکتال و نقوش سنتی و اسلامی.



شکل ۲. فراکتال و فرم‌های حلقوی و کیهانی. پروپوزیت ماه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی



شکل ۳ و ۴. هندسه و فراکتال در معماری کلاسیک

هنر نرم‌افزاری و فراکتال

در تعریف فراکتال آرت این‌گونه می‌توان گفت که فراکتال آرت عرصه نوینی از هنر نرم‌افزاری است که بر مبنای الگوریتم است. فراکتال از واژه لاتین fractum یا fractus به معنی شکسته گرفته شده است و بر خاصیت قطعه قطعه شونده این فرم‌ها تأکید می‌کند. در فارسی هم معادل فراکتال پیشنهاد شده است.

کامپیوتر آرت و هنرهای الگوریتمی زائیده کامپیوتر است که طی دهه‌های اخیر دریچه نوینی به سمت دنیای تصویرسازی هنرمندانه و ریاضیاتی گشوده، که مهارت در آن، هم نیازمند زیبایی‌شناسی هنرمندانه و مستلزم بهره‌مندی از مقادیر هنگفتی ریاضیات و هندسه مدرن فراکتالی است (گروسی، ۱۳۸۷).

فراکتال آرت در میان هنرهای نرم‌افزاری از بستر ریاضیاتی یا به عبارتی هندسی بسیار قوی برخوردار است. پیشینه این هنر به قدمت تاریخ هنر و علم برمی‌گردد. اما در دوران معاصر بین‌رشته‌ای شدن‌های علوم، گسترش علم و تکنولوژی و تأثیرگذاری‌شان بر یکدیگر فراکتال آرت قدرت بیشتری پیدا کرد.

پل والر می‌گوید: علم و هنر نام‌هایی ناهنجار هستند که سخت با هم در تقابل‌اند ولی در واقع آن‌ها جدایی ناپذیرند (استرازبرگ، ۱۳۸۳).

این سخن در ظاهر درست است. اما تعامل و تأثیر هنر و علم همواره وجود داشته و دارد. تاریخ علم و هنر به همان نسبت در آثار میکسل آنژ و لئوناردو داوینچی دیده می‌شود که در آثار دانشمندانی چون کپرنیک این هنر نیز از قرن ۱۹ دارای هویت و اعتبار شد.

نقوش به‌ویژه نقوش سنتی و هندسه همواره از هندسه خاص خود و تناسبات استفاده کرده‌اند. همه پر از قوانین ریاضی و شکل‌هایی از عالم فیزیک هستند. این نقوش در تکرار شدنشان باز فرم‌های جدید و تعریفی جدید می‌رسند که می‌توان آن‌ها در فراکتال‌ها دید.

با ظهور ریاضیات فراکتالی در مقابل ریاضیات و هندسه سنتی اقلیدسی که مبنای تمام ثمرات ریاضیاتی علمی و همچنین مولد اساسی فعالیت‌های کامپیوتری بود که به عنوان براینده ریاضیاتی اندیشه‌ها و فلسفه‌های پیچیدگی و آشوب، پدیده فراکتال مطرح شد و از دیگر سو

این مفهوم چشم‌انداز ریاضیاتی و هندسی نوین از طبیعت و هستی در قالب نرم‌شگفت‌آوری به نام فراکتال آرت ظهور کرد (گروسی، ۱۳۸۷).

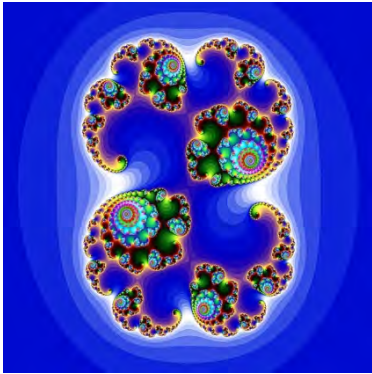
هندسه، محاسبات، فضای کلان، فضای سایبری و ... از موارد مهم و اصلی فراکتالی است و باز هندسه، محاسبات، تناسبات و شیوه‌های محاسباتی از ارکان هنرهای کلاسیک و سنتی.

شرایط مشابهی در مورد فراکتال‌ها وجود دارد. نگاهی به فعالیت‌های اخیر علم فیزیک نشان دهنده تنوع پدیده‌های طبیعی چون خطوط محیطی، ابرها، سطوح زمین، خطوط ساحلی، جنبش مایعات و ... است که به عنوان فراکتال شناخته می‌شوند (Falconer, Kenneth, 2003).

هنر نرم‌افزاری را چگونه می‌توان دریافت کرد؟ اینکه آیا اصلاً هنر نرم‌افزاری هنر است؟ هنر نرم‌افزاری چیز جدای از هنر نیست. در ادامه تاریخ هنر و علم به وجود آمده است و می‌توان آن را نوعی هنر انتزاعی نیز نامید. در آثار هنرمندان فراکتال آرت گاه اصول هندسی سنتی دیده می‌شود، به عبارتی نوعی بنیادگرایی هندسی در آثارشان دیده می‌شود. شاید بتوان تضاویر آپ آرت را به عنوان پایه‌های معرفی این هنر به طور رسمی دانست. جنبش‌های هنری قرن بیستم و جدید نقش عمده‌ای در هویت و شکل‌دهی به هنر نرم‌افزاری و فراکتال‌ها داشته‌اند. از این رو فراکتال‌ها را خیلی نمی‌توان جدید به حساب آورد. آن‌ها همان هنر هندسی، الگوریتمی هستند، که جدای از اصل هنر در طول تاریخ نبوده است.

هنرهای الگوریتمی و زایشی، مبتنی بر خود به خودی خلق هنر است و هنرمند به عنوان زمینه‌ساز یا برنامه‌نویس قبل از مراحل ارائه اثر حضور دارد، اما در هنگام خلق و ارائه اثر حذف می‌شود. ایده حذف هنرمند در آثار هنرمندان دادایست، مطرح شد. دادایست‌ها به دنبال تنوع و ابداعات خود انگیزه بودند (بکولا، ۱۳۸۷).

در فراکتال‌ها می‌توان تکرار، تعامل، تصادف، خود ویرانگری، حذف هنرمند و خود انگیزگی، دنیای علم (شکل‌های آمیبی، ذرات میکروسکوپی، دنیای نجوم و کیهانی) و انتزاع و بیومورفیک را دید. تمامی آن موارد در هنری به نام نرم‌افزاری، هنر دیجیتال و فراکتال آرت وجود دارد که با یکدیگر همسو هستند (شکل‌های ۶ و ۷ و ۸ و ۹).



شکل ۷. فراکتال تکرار نظم. بزرگ و کوچک شدن نقش



شکل ۶. فراکتال و دنیای دیجیتال برگرفته از فرم‌های طبیعت



شکل ۸ و ۹. فراکتال و دنیای دیجیتال برگرفته از فرم‌های طبیعت.



دنیای دیجیتال و فراکتال

اندرو دارلی تذکر می‌دهد که بسیاری از تکنولوژی‌ها و تکنیک‌های دیجیتال در ابتدا به قصد مصارف زیبایی‌شناسانه خلق شده بودند (DARLEY, 2000).

آثار دیجیتال نوع دیگری از هنر هستند، ثبت تصویری، کنش‌ها یا اتفاق‌ها و باز پخش آن برای مخاطبان به راحتی فراهم می‌شود. در اینجا دیجیتال یک رسانه یا ابزار مستقل هنری است که از دنیای تکنولوژی و سفر و یک‌ها کمک می‌گیرد. جهانی شدن در دنیای امروز، حضور شبکه‌های رسانه‌ای، استفاده بسیار از اینترنت و زندگی در میان دنیای ارتباطات و دیجیتال و از

همه مهم تر ظهور دهکده جهانی به عنوان جزئی از پیشگویی مک لوهان زمینه را برای توسعه و تقاضا در این رابطه بیشتر کرد.

هنرمندان هنر دیجیتال با ادبیات دیجیتال به عنوان بخشی از زندگی خود رشد کرده‌اند. آن‌ها تصویری از جهان بدون اینترنت، لپ‌تاپ، موبایل یا ایمیل ندارند. البته باید به این نکته اشاره کرد که بعضی از این تکنولوژی‌ها به ما کمک می‌کند که حضور روزانه خود را شکل دهیم. به معنای دقیق کلمه، این هنرمندان اعتیایی به ساخت اثر یا ابزار دیجیتال به عنوان چیزی متفاوت از به کار بردن ابزارهای سنتی ندارند (واندز، ۲۰۰۶).

هنر دیجیتال امروزه به رشد خود رسیده و در موزه‌ها و گالری‌ها دیده و ارائه می‌شود و نسل امروز با این هنر تعامل دارد. این هنر به آهستگی با افق هنر معاصر ادغام می‌شود، همان‌طور که تفاوت‌های درک شده میان هنر دیجیتال و هنر معاصر محو می‌شود. ما در یک دوره انتقالی هستیم. هنرمندان، جهان بدون کامپیوتر را نمی‌شناسند و تمایز گذاشتن میان هنر تولید شده به وسیله تکنولوژی و دیگر گونه‌های هنر معاصر را دور از ذهن می‌دانند (تقی‌زادگان، ۱۳۹۴).

فراکتال‌ها با توجه به هویت ریاضیاتی، هندسی، الگوریتمی، پیروی از سیستم‌های پویا با دنیای دیجیتال همسو هستند و سهم عمده‌ای در جهان امروز دارند.

دنیای دیجیتال با فراکتال‌ها ارتباط دارد و فراکتال‌ها با بسیاری از علوم و شاخه‌های مختلف آن امروز باید به جهان به چشم یک فراکتال بزرگ نگاه کرد. چرا که طی دهه‌های اخیر هندسه فراکتالی در بسیاری از علوم و شاخه‌های هنری راه پیدا کرده‌اند (کوثری، ۱۳۹۴).

فراکتال و دنیای دیجیتال هر دو زبانشان آشناست. فراکتال‌ها از دنیای دیجیتال به راحتی استفاده می‌کنند. اگرچه همان‌طور که گفته شد به لحاظ بن‌مایه از زمان‌های دور بوده‌اند.

هنرهای سنتی، کلاسیک و هنرهای نرم‌افزاری، فراکتال آرت

آنچه در هنر فراکتال آرت شاخص است نقش بسیار مهم ریاضیات و محاسبات در خلق تصاویر فراکتالی است. اگر چه این کار بر عهده نرم‌افزارها و برنامه‌های رایانه‌ای است. در

نتیجه هنرمند از دنیای دیجیتال، نرم افزار و از همه مهم تر کامپیوتر برای خلق اثر خود استفاده می کند.

یک تصویر ساده فراکتالی ممکن است در بر دارند ترلیون‌ها بار محاسبات ریاضیاتی تکرار شونده و ملال آور باشد. کامپیوترها بر خستگی و ملال فایق می آیند و از دستورالعمل‌های ساده به خوبی پیروی می کنند و از انجام مکرر امور تکرار شونده هیچ گاه خسته نمی شوند (گروسی، ۱۳۷۸).

در هنرهای کلاسیک (باستان، رنسانس و بسیاری دیگر از هنرهای کلاسیک‌ها و هنرهای مختلف) علم محاسبات و اندازه گیری و هندسه نقش مهمی داشته است. به گونه ای که بدون وجود علم ریاضی و هندسه خلق اثر کاملاً بدون مفهوم بوده است. در جاهایی که هنرهای تزئینی نیز وجود دارد. وجود تناسب و محاسبات باز از اصلی ترین مسایل بوده است. هندسه نقوش و نقوش هندسی نیز در زمره همین موارد است.

هندسه نقوش علمی است که به چگونگی ایجاد نقوش و ترکیب آن‌ها بر پایه قواعد تناسب هندسی می پردازد (عنبری یزدی، ۱۳۹۴).

هندسه به عنوان یک علم پایه و بااهمیت در بیشتر علوم و هنرها مورد استفاده قرار گرفته است. اما نقوش هندسی نیز از مواردی هستند که از علم هندسه استفاده بسیار کرده است.

نقوش هندسی یکی از اصلی ترین شکل فرم‌های تصویری در هنرهای مذهبی، اسلامی و سنتی است که به تناسب جایی که باید این نقوش ارائه می شده با مفهوم و شرایط خودش به تصویر کشیده شده است. در رابطه با هنرهایی که به مذهب مربوط هستند یا هنرهای مذهبی که زیرمجموعه ای از هنرهای سنتی است. علاوه بر خاستگاه فرهنگی بیان می شود که هیچ مذهبی بدون هنر قادر به آفرینش فضایی مناسب برای نمونها و تجلیت زمینی خویش نخواهد بود^۱.

آنچه مهم است علم هندسه است. در گذشته به علم اندازه گیری زمین گفته می شده و امروز به علم اشکال و اندازه‌ها و تناسبات گفته می شود. بی کرانگی، تکرار، تناسبات، جزئیات، جزء به

¹ www.Architecture.civilica

کل، رنگ، ... همه در نقوش هندسی، تزیینی، برخی از آثار کلاسیک (نقش‌مایه‌های تزیینی) ایده می‌شود که با فراکتال‌ها بی‌ربط و بدون فاصله نیستند.

فراکتال‌ها همواره دارای چنین کیفیت‌هایی هستند:

۱. در مقیاس‌های کوچک ساختاری و شگرف و عالی دارد.
۲. از جهت توضیح و توصیف در زبان هندسی سنتی اقلیدسی بسیار عالی، بی‌قاعده و بی‌رویه است.
۳. خود مشابه است و... (گروسی، ۱۳۸۷).

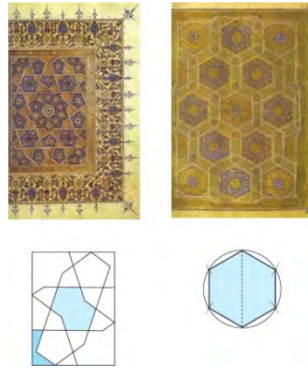
اندیشه و تفکر مهم‌ترین نکته در فراکتال‌ها است. می‌توان گفت در فراکتال‌ها نظم وجود دارد اما این نظم می‌تواند، تکرار شونده نباشد و یا یک نقش‌مایه با نظم تکرار شود. می‌تواند کوچک و بزرگ باشند مانند نقوش پارچه و گاه بر نقوش فرش‌ها و دست‌بافته‌ها. نقوش می‌توانند کوچک و بزرگ ارائه شوند.

فراکتال‌ها یا خودهمانندند یا خودناهمگرد. در خودهمانندها شکل جزء، شباهتی مختص شکل کل دارد. این جزء در همه جهات به نسبت ثابتی رشد می‌کند و کل را به وجود می‌آورد، اما در خودناهمگردی شکل جزء در همه جهات به نسبت ثابتی رشد نمی‌کند^۱.

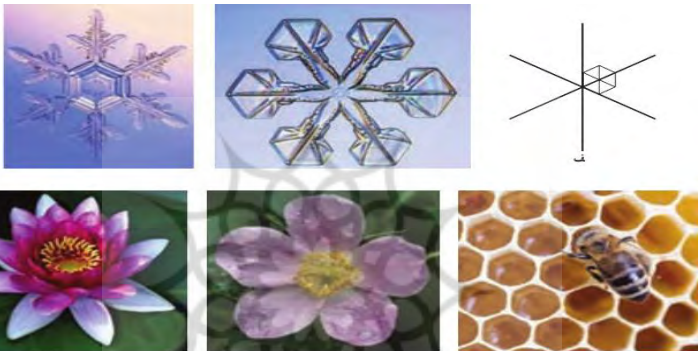
در نقوش هندسی می‌توان تکرار و چرخش را دید، نقوش تکرار می‌شوند تا به مفهومی جدید برسند. در فراکتال‌ها این شکل‌گیری بر اساس برخی پردازش‌ها می‌تواند به فرم‌هایی متفاوت برسد، چرا که اندیشه بینهایت در این شیوه بسیار جاری است.

نظریه‌های آشوب و جهش در پردازش تصویر موجب می‌شود که روند فرم و پردازش تصویر از تکرار به سوی تصادف برود. هنرهای مولد یا زایشی از سال‌های پیدایش مورد توجه هنرمندان برنامه‌نویسان قرار گرفت (تقی‌زادگان، ۱۳۹۴). (شکل‌های ۱۰ تا ۱۲ را ببینید).

¹ www.riazisara.ir



شکل ۱۰ و ۱۱. هندسه نقوش و هنر سنتی (هنر اسلامی).



شکل ۱۲. فراکتال. نظم موجود در طبیعت.

نتیجه گیری

بنوا مندل بروت پدر هندسه فراکتالی در کتاب خود هندسه فراکتالی طبیعت بیان می کند: هندسه فراکتالی نشان دهنده این حقیقت است که برخی سخت ترین و رسمی ترین بخش های ریاضیات دارای چهره پنهان هستند. دنیایی از زیبایی های شکل پذیر که تا امروز پنهان بوده است (Mandelbort, 1983).

علم ریاضی و هندسه که زیربنای هنر نرم افزاری نیز هست زیربنای هندسه نقوش و نقوش هندسی و آثار کلاسیک دنیا در عالم هنر است. هنرمندان در هر زمان از علوم رایج دوران خود بهره گرفته اند. علاقه به ریاضیات به دلیل کاربردهایش همیشه مورد توجه بوده است که این اصل و اساس فراکتال آرت است. بر اساس این نوشتار می توان به موارد زیر پی برد:

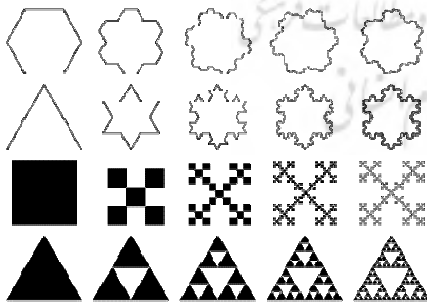
- دنیای پست مدرن و تکنولوژی در هنر نرم‌افزاری مانند هندسهٔ تناسب و کلاسیک در هنرهای کلاسیک و حتی مذهبی رفتار می‌کند.
- دنیای آشوب و بیکرانگی و تمام ویژگی‌های فراکتالی پدیده‌ای بسیار جدید نیست و از شکل‌گیری هنر و علم در هر زمان می‌توان تشابهاتی یافت.
- هندسه، اساس همه محاسبات در هنرها است که اساس هنر فراکتال و نرم‌افزاری هم هست.
- فراکتال آرت یک حوزهٔ بین رشته‌ای است. پاسخ مشترک ریاضیات، تکنولوژی و هنر به پیچیدگی انتزاع و تنوع ناشی از تصور پست مدرن تلقی می‌شود.
- هندسهٔ نقوش سنتی، مذهبی در کشورها و فرهنگ‌های مختلف، از فرایند نظم، هندسه، تکرار، دور زدن، بزرگ و کوچک شدن و رسیدن به فرم‌های جدید است.
- فراکتال‌ها زیرمجموعه‌ای از هنر دیجیتال یا نرم‌افزاری است و با استفاده از برنامه‌ها و تکنولوژی شرایط را برای خلق اثر آسان‌تر کرده است (تصاویر ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶).



شکل ۱۴.



شکل ۱۳.



شکل ۱۶.



شکل ۱۵.

نمونه‌های مختلفی از فراکتال آرت.

منابع

- آرناسن. ه. *تاریخ هنر مدرن*، ترجمه محمدتقی فرامرزی، تهران، نشر نگاه، ۱۳۶۷.
- بکولا، ساندر، *هنر مدرنیسم*. ترجمه رویین پاکباز و هلیا دارابی، فرهنگ معاصر، ۱۳۸۷.
- تقی زادگان، معصومه، «تکوین تاریخی هنر رسانه‌ای جدید»، *هم‌اندیشی هنر نرم‌افزاری*، نشر فرهنگستان هنر، تهران، ۱۳۹۴.
- تقی زادگان، معصومه، محمدرضا مریدی، «از هندسه تناسبی به هندسه تصادفی: زیبایی‌شناسی انتزاع جدید در هنر نرم‌افزاری»، *هم‌اندیشی هنر نرم‌افزاری*، نشر فرهنگستان هنر، تهران، ۱۳۹۴.
- حسینی شکیب، فاطمه، «رسانه‌های دیجیتال، تز بازرسانش، رئالیسم مرتبه دوم و رویکردهای جدید به شیوه‌های قدیمی نگریستن»، *هم‌اندیشی هنر نرم‌افزاری*، نشر فرهنگستان هنر، تهران، ۱۳۹۴.
- لیتون، رابرت، *هنر مدرن*، ترجمه علی رامین، نشر نی، تهران، ۱۳۸۳.
- عنبری یزدی، فائزه، *هندسه نقوش*، سازمان چاپ و نشر کتاب‌های درسی، تهران، ۱۳۹۴.
- کریر، گلن. *مارتین روپستن، فرهنگ‌های دیجیتال درک رسانه‌های جدید*، ترجمه مرضیه وحدانی، تهران، نشر ساقی، ۱۳۹۰.
- مؤثری، مسعود، مهرداد گروسی، «فراکتال آرت و جامعه پست مدرن»، *هم‌اندیشی هنر نرم‌افزاری*، نشر فرهنگستان هنر، تهران، ۱۳۹۴.
- گروسی، مهرداد، «فراکتال»، *نشریه آینه خیال*، تهران، شماره، مرداد و شهریور ۱۳۸۷.
- مریدی، محمدرضا. *هنر نرم‌افزاری مجموعه مقالات*، نشر فرهنگستان هنر، تهران، ۱۳۹۴.
- Devaney, R. *Chaos and Fractals: The Mathematics Behind Computer Graphics*. Proceedings of symposia in Applied Mathematics, American Mathematical Society. [1998].

Falconer, Kenneth. 2003. *FRACTAL GEOMETRY: Mathematical Foundations and Applications*. Second Edition (John Wiley & Sons Ltd: England).

GarusiT Mehrdad.M.MansoorT Saheb.2009. *esthetics in Creating Fractal*(PP.121-127) (publication of ISAMA: USA).

Mandelbrot , Benoît; *The Fractal Geometry of Nature*, W H Freeman & Co, 1982; ISBN 0-7167-1186-9.

[Http: //clases.yale.edu/fractals](http://clases.yale.edu/fractals).

[Http: //mathworld.wolfram.com](http://mathworld.wolfram.com).



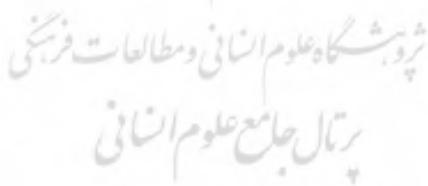
Fractal Art and Software Art by Considering the Computational Geometry and Geometry of Patterns

Mahgan Farhang¹, Safie Rezaei²

Abstract

The relation between art and the world of science, especially the mathematical and geometric art of software art, is one of the things that can be included in the social studies of art in addition to the field of aesthetic studies of art. Fractal is an interdisciplinary art and is the result of the computer, it is related to geometry, algorithm and mathematics. It derives from cosmic forms and is derived from the principles of classical art. Fractals are nothing more than patterns that are familiar to us. fractals officially emerged in the formation of the postmodern era. In fractals, the world of science is geometric order, challenging the same geometric order, and a manifestation of the coexistence and entanglement of the two phenomena of order and chaos. Fractal art is a kind of language for expressing order and disorder in the postmodern world. All of these things have a greater identity in the digital world, the existence of computers and, in other words, the art of software, and they define themselves.

Keywords: Fractal, Software Art, Geometry, Mathematical Art, Patterns.



¹ Instructor, Farhangian University, IRAN, Corresponding Author,
Mahgan.farhang1976@gmail.com

² Faculty member, Basic Sciences Department, Farhangian University, IRAN