

Analysis of Herat embroidery patterns from the perspective of fractal geometry

Azita Ibrahimi*

Ph.D. Candidate of Art Research, faculty of Art, AL Zahra University, Tehran, IRAN

Mansour Hessami

Associate professor, faculty of Art, Alzahra University, Tehran, IRAN

Abstract

Geometric shapes and motifs are a combination of the human spiritual mind which sees the existence of beautiful and paints a historical civilization through this vision. The geometric motifs are an expression of the rhythmic and balanced human beings possessions when the human being wants to imagine beyond the present and create a world full of love. The patterns/shapes are the basis of artworks and give a great prominence to it. In this paper, it is struggled to combine and analyze discussions and statements along the fractal geometry approach of Herat embroidery in order to determine the impact and effectiveness. The researcher intends to give a brief information about embroidery for a comprehensive understanding, and then to analyze the embroidery patterns of Herat and study them from the perspective of fractal geometry. Although this traditional art is a part of the tangible culture of Afghanistan, the use of the geometric structure in these embroideries shows the originality of art and culture of ancient Herat. Therefore, the study and analysis of this feminine and primitive art can be a useful step in the direction of the ancient Herat art and culture studies. Embroidery is one of the ancient methods to decorate the surface of fabric or clothing and is one of the traditional arts of Afghanistan, which has a great reputation and ancient history that has special interests in all countries. In Herat embroidery we can see a type of geometric motifs which adorns the male and female clothing in Afghanistan especially in Herat. Undoubtedly, the essence of each of these products shows the skill, taste, initiative and creativity of Afghan women.

The majority of these women live in remote villages and hamlets and are engaged in this craft with a special interest in the fractal geometry. Unusual geometric shapes that are most important feature of them are self-similarity and repetitive formation. These features can also be seen in the designs of these embroidery in Herat. The main questions raised in this paper are: What is the relationship between the Herat embroidery and the fractal geometry patterns? What are the similarities and differences between fractal shapes and embroidery patterns in Herat? The research in this paper is based on descriptive - analytical - and adaptive methods. The library method, field observations and interviews with embroiders in Herat were used to generate and gather the relevant information. The most important part of this article, which is the embroidered patterns of Herat, was in the form of an interview and to get the basic knowledge that has been taken from local customs and traditions, travel has been made to distant cities. After collecting the data, the results showed that the embroidered patterns of Herat have similarities and differences with the fractal geometry patterns and motifs. However, their similarities are far greater than their differences. In general it can be stated that these patterns by having the features like repeated formation, self-similarity and zooming to infinity are being counted as part of the fractal geometric patterns.

Keywords: Geometric motifs, Embroidery, Fractal, cloth, Herat.

* Email (corresponding author): Azita.ibrahimy@gmail.com

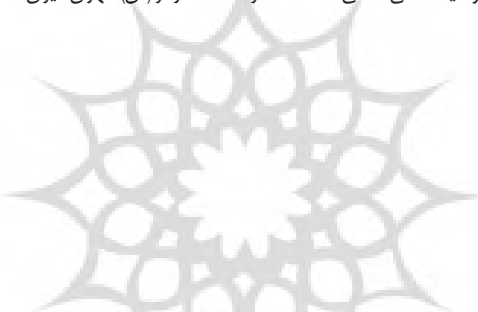
تحلیل نقوش خامک‌دوزی هرات از دیدگاه هندسه‌ی فرکتال

آزیتا ابراهیمی*

دانشجوی دکتری پژوهش هنر دانشکده هنر دانشگاه الزهراء(س)، تهران، ایران

منصور حسامی

دانشیار و عضو هیئت‌علمی نقاشی دانشکده هنر دانشگاه الزهراء(س)، تهران، ایران



چکیده

نقش و نقوش هندسی ترکیبی از ذهن معنوی و عرفانی انسانی است که هستی را زیبا می‌بیند و بینشش یک تمدن تاریخی را نقاشی می‌کند. نقوش هندسی بیان از داشته‌های ریتمیک و متعادل بشر است، زمانی که بشر می‌خواهد فراتر از حال تصور کند و جهان مملو از عشق را همسان بیافریند؛ تنها نقش‌ها که بن‌مایه‌های آثار هنری‌اند می‌توانند برای اثر هنری ابهت و والایی بخشد. در این مقاله تلاش شده تا در راستای خامک‌دوزی‌های هراتی با رویکرد هندسه فرکتال، مباحثی کنار هم چیده شده و تحلیل گردد تا باشد تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مشخص شود. خامک‌دوزی نوعیتی از نقوش هندسی است که مزین‌کننده‌ی لباس‌های مردانه و زنانه‌ی مردمان افغانستان به‌ویژه هرات است و هندسه‌ی فرکتال یا برخال؛ اشکال هندسی نا اقلیدسی نامتعارف که مهم‌ترین ویژگی آن‌ها خود متشابهی آن‌هاست. پرسش عمده که در این مقاله ذکر گردیده است عبارت از: چه رابطه‌ای میان نقوش خامک‌دوزی‌های هرات و نقوش هندسه‌ی فرکتال وجود دارد؟ روش پژوهش در این مقاله تحلیلی و تطبیقی است و با استناد بر رویکرد هندسه فرکتالی برای جمع نمودن داده‌ها تلاش صورت گرفته است. جمع‌آوری مطالب در این نوشتار میدانی (مصاحبوی) و کتابخانه‌ای بوده است. بعد از به دست آوردن نتایج به‌دست‌آمده روشن شد؛ نقوش خامک‌دوزی هرات دارای شباهت‌ها و افتراقاتی با نقوش هندسه‌ی فرکتال می‌باشند لکن شباهت‌های آن به مراتب بیشتر از تفاوت‌های آن است، در کل می‌توان بیان نمود که این نقوش با داشتن ویژگی‌های همچون: تشکیل از راه تکرار، خود متشابهی، خاصیت بزرگ‌نمایی تا بی‌نهایت؛ جزء از اشکال هندسه‌ی فرکتال محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی:

نقوش هندسی، خامک‌دوزی، فرکتال، لباس، هرات.

* مسئول مکاتبات: تهران، ده ونک، دانشگاه الزهراء(س)، کد پستی: ۱۹۹۳۸۹۳۹۷۳

پست الکترونیکی: azita.ibrahimy@gmail.com

مقاله مستخرج از رساله دکتری تحت عنوان زیبایی‌شناسی انسان شناسانه‌ی هنر بومی سوزن زنان افغانستان، مطالعه موردی:

سوزن‌دوزی زنان هرات - استاد رهنما؛ دکتر منصور حسامی.

مقدمه

سوزن دوزی یکی از روش‌های دیرینه برای زینت بخشیدن به سطح پارچه و یا لباس است و یکی از جمله هنرهای سنتی افغانستان بوده که دارای شهرت بسیار و تاریخی کهن است که در همه کشورها علاقه‌مندان خاصی دارد و مردم در سراسر دنیا به این هنر افغان‌ها به دیدی قدر می‌نگرند.

خامک‌دوزی یکی از شیوه‌های سوزن‌دوزی است و ارزش این هنر در آن است که به‌وسیله انگشتان ظریف زنان و دختران و با استفاده از مواد طبیعی دوخته می‌شود. بی‌گمان جوهر اصلی هر یک از این تولیدات مهارت، ذوق، ابتکار و خلاقیت زنان افغانستانی را نشان می‌دهد. زنان بااستعداد ولایات مختلف افغانستان مهارت زیادی در انجام خامک‌دوزی دارند که اکثریت این دوزندگان بانوانی هستند که در ده و دهکده‌های دور زندگی می‌کنند و باعلاقه‌ی خاصی مصروف این هنر دستی هستند.

خامک‌دوزان هرات از ساختاری هندسی و منحصر به فرد بهره می‌برند که می‌توان ویژگی‌های این اشکال هندسی را با ویژگی‌های هندسه‌ی فرکتال قیاس نمود. فرکتال‌ها، شکل‌های هندسی نا اقلیدسی نامتعارف، نامنظم و در عین بی‌نظمی دارای نظمی هستند

که مهم‌ترین ویژگی آن‌ها خود همانندی و تشکیل از راه تکرار است؛ که این ویژگی در نقوش خامک‌دوزی‌های هرات نیز دیده می‌شود. هدف از مقاله‌ی پیش رو، بررسی نقوش خامک‌دوزی هرات از دیدگاه هندسه‌ی فرکتال است پژوهشگر در نظر دارد ابتدا معلومات مختصری از خامک‌دوزی به‌منظور شناخت جامع بپردازد، و بعداً روی تحلیل نقوش خامک‌دوزی هرات و بررسی آن‌ها از منظر هندسه‌ی فرکتال بپردازد. در راستای انجام این پژوهش با سؤالاتی روبه‌رو شدیم که در زیر به آن اشاره شده است:

۱. چه ارتباطی میان نقوش خامک‌دوزی هرات و اشکال

فرکتالی موجود است؟

۲. شباهت‌ها و تفاوت‌ها در میان اشکال فرکتالی و نقوش

خامک‌دوزی هرات چگونه است؟

بااینکه این هنر سنتی جزئی از فرهنگ ملموس کشور افغانستان به حساب می‌آید، استفاده از ساختار هندسی حاکم در این خامک‌دوزی‌ها اصالت هنر و فرهنگ هرات قدیم را جلوه‌گر است؛ بنا بر بررسی و تحلیل این هنر زنانه و بدوی می‌تواند یک گام مفید در راستای هنر و فرهنگ هرات باستان واقع گردد.

۱. پیشینه پژوهش

از ورود واژه فرکتال در دنیای علم و ریاضیات مدت زیادی نمی‌گذرد؛ بطوریکه قبل از سال ۱۹۷۹ میلادی اطلاعاتی پراکنده در مورد مثلث سرپینسکی و مجموعه‌ی کانتور و ... به دنیای ریاضیات ارائه شدند تا اینکه در سال ۱۹۷۹ میلادی مندلبروت مباحث دیگری را تحت عنوان هندسه‌ی فرکتالی جمع‌بندی و به دنیای علم عرضه کرد و در سال ۱۹۸۲م با انتشار کتاب معروف هندسه‌ی فرکتالی طبیعت توسط مندلبروت دوران شکوفایی هندسه‌ی فرکتالی آغاز شد. از این به بعد تحقیقاتی پیرامون فرکتال و کاربرد آن، روش‌های محاسبه‌ی تحلیلی و عددی بعد فرکتالی و ... صورت گرفت (Shafiqi, 1994, p7). در مورد فرکتال و کاربرد آن در ساحه‌ی هنر نیز مطالعاتی انجام گرفته از جمله می‌توان به مقاله‌ی از خانم مهتاب مبینی تحت عنوان بررسی جایگاه هندسه فرکتال در هنر و چگونگی ظهور آن در هنرهای تجسمی اشاره نمود. در این مقاله به بعد نظریه آشوب و هندسه‌ی فرکتالی و کاربردهای وسیع آن در علوم انسانی، هنر، گرافیک رایانه‌ای و تحلیل‌های هنری پرداخته و همچنان به دنبال یافتن کاربردها و تأثیرگذاری فرکتال در هنر بوده است. تحقیق دیگری که تحت نام بررسی ویژگی‌های هندسی گره‌ها در تزیینات اسلامی از دیدگاه هندسه فرکتال با نویسندگی لیدا لیلان اصل، داریوش ستار زاده و ساناز خورشیدیان، در سال ۱۳۹۰ به چاپ رسیده است اشاره داشت که به تزیینات گره‌های هندسی اسلامی به چشم دیگری نگریسته شده و تا جایی موضوع تأثیرگیری تزیینات اسلامی را از هندسه‌ی فرکتال رد می‌کند و ادعا

دارد به همان پیمانه که هندسه‌ی فرکتال نا اقلیدسی، نامنظم، نامتعارف و در عین حال دارای نظم ویژه‌ی هستند، تزیینات اسلامی نیز فی‌البداهه نیست و هنرمندان سنتی کار دارای علم ریاضی بودند و منبع الهام خویش را طبیعت قرار داده‌اند. و اما با تأسف مقاله‌ی در زمینه‌ی سوزن‌دوزی‌های مردم افغانستان وجود ندارد. به تعداد انگشت‌شماری افراد در تحقیقات خود اشاراتی هرچند اندک داشتند اما در راستای خامک‌دوزی مردم هرات هیچ نوع تحقیق انجام نگرفته است به‌جز پایان‌نامه‌ی کارشناسی از خانم شریفه امید که در قسمت معرفی این هنر به‌گونه‌ای کار میدانی مطالبی را جمع‌آوری نموده است، که تنها می‌تواند رهنمای برای معرفی هنرمندان این سنت باشد و دیگر هیچ منبعی که بتواند خامک‌دوزی هرات را از دیدگاه هندسه‌ی فرکتال بررسی نماید موجود نیست.

۲. روش پژوهش

روش پژوهش در این مقاله تحلیلی و تطبیقی است و با استناد بر رویکرد فرکتالی برای جمع نمودن داده‌ها تلاش صورت گرفته است. ناگفته نباید گذاشت که بخش مهم این مقاله که همانا نقوش خامک‌دوزی هرات است به‌صورت مصاحبه بوده و برای به دست آوردن دانش‌های بنیادی که برگرفته از رسم و عنعنات محلی بوده است به شهرستان‌های دوردست سفر صورت گرفته است. بعد از جمع‌آوری داده‌ها نتایج روشن گردید که نقوش خامک‌دوزی هرات دارای شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با نقوش هندسه‌ی فرکتال دارد که می‌توان شباهت‌های بسیاری را در بین این دو عنصر انسانی و

است که ورود صنایع ماشینی مشابه، خامک‌دوزی زنان هرات را به رکورد مواجه ساخته است اما با آن هم علاقه‌مندان این هنر سنتی بشمارند و هنوز هم از این نوع دوخت در پوشاک خود استفاده می‌کنند.

آموزش این هنر به گونه‌ی بسیار سنتی از یک نسل به نسل دیگری به صورت ارثی انتقال میابد، به طوری که طرز سوزن گرفتن و نخ کشیدن سوزن را به دخترانشان از آوان کودکی می‌آموزانند و مشوق آن‌ها می‌شوند تا در بزرگسالی دست و دوز توانایی داشته باشند، و به این گونه است که طرح‌های زیبا و پرخاطره‌ای را پدید می‌آورند.

رسم و رواج‌های کهن هنوز هم با همان سادگی و جذابیتش در میان خانواده‌های روستانشین شکل می‌گیرد؛ دختران جوان قبل از نامزد شدن باید لباس همسر آینده خود را با هنر ظریف انگلستان خویش آراسته سازند و در شب عقد، داماد لباس دست‌دوز خانمش را برتن می‌نماید و این سبب می‌شود تا هر دخترخانم قبل از ازدواج به یادگیری این هنر اقدام نماید. اکثریت خانم‌ها از این فن خود در اقتصاد خانواده نیز سهم می‌گیرند.

به گفته‌ی بانو زلیخا یک‌تن از خامک‌دوزان شهرستان کرخ استان هرات؛ خامک‌دوزی دستی به سه شیوه اجرا می‌شود: نوع اول: به وسیله شمارش تاهای پارچه، طرح انتخابی‌شان را روی پارچه می‌دوزند.

نوع دوم: نقشه یا طرح را روی پارچه تاپه (کپی) (تصویر ۱) نوع سوم: جالی (تور) دوزی است^۲ (تصویر ۲) طرح مانند نوع اول به اساس شمارش تارهای تور دوخته می‌شود اما دوخت روی پارچه جالی صورت می‌گیرد و بعداً پارچه‌ی خامک شده‌ی جالی روی پارچه اصلی نصب می‌شود. چون تارهای جالی دور از هم قرار دارند شمارش تارهایش راحت بوده و کار سریع‌تر انجام می‌شود اما فاقد آن ظرافتی است که در نوع اول موجود است.

از خامک‌دوزی در انواع مختلف پوشاک و لوازم خانه مورد استفاده قرار می‌گیرد، مانند: کلاه، یخن‌های مردانه، دستمال، سراچه شلوار خانم‌ها، شال، روسری، پتو، واسکت^۳، پرده، دوشک، بالش، سرمیزی، روی تختی، سربکسی^۴ و ... (Zolaikha, Sharbati, personal communication, March, 28, 2019) (مصاحبه ۳)



تصویر ۲: خامک‌دوزی روی جالی، (تور)
Fig. 2: Embroidery on the net

طبیعی مشاهده نمود. در کل می‌توان بیان داشت که این نقوش با داشتن ویژگی‌های همچون: تشکیل از راه تکرار، خود متشابهتی، خاصیت بزرگ‌نمایی تا بینهایت؛ جزء از اشکال هندسه‌ی فرکتال محسوب می‌شود.

۳. دوزندگی

صنعت دوزندگی هنری است که بنا به ضرورت مبرم اختراع و انکشاف داده شده است. زمانی که بشر استفاده از پوست حیوانات را شناخت برای محکم نمودن پوست در بدن خود از گره و سوراخ نمودن کار گرفت. در افغانستان دوزندگی البسه در دوره کوشانیان سلجوقیان و خوارزم شاهیان رونق بیشتر یافت. در مجسمه‌های که به دست آمده کوشانیان از دکمه نیز استفاده می‌نمودند. در قرون وسطی دوره تیموریان غزنویان دوزندگی با سوزن و کروشنیل^۱ صورت می‌گرفت. گلدوزی که بخش بزرگ از دوزندگی است از زمان سکاها رایج یافته و در دیگر دوره‌ها به همراه سایر دوخت و دوزها از رواج کامل برخوردار بوده است دوره اوج این هنر در دوران نادرشاه افشار بوده است. سوزن‌دوزی یا سیاه‌دوزی در جامعه سنتی ترکمن برای تزئین لباس‌های مردان، زنان و کودکان و هم‌چنین پرده‌ها نیز استفاده می‌شد. اما امروز عمدتاً در لباس زنان دیده می‌شود. و بیشتر از نقوش هندسی قرینه به صورت ذهنی بهره می‌گیرند. پس از اختراع ماشین دوزندگی ورود وسایل بهتر، دوزندگی به مدارج بلند خود رسید. فعلاً این هنر در سراسر جهان مروج است. سالانه صادرات نیز وجود دارد. شیوه‌های متنوع و زیادی در سوزن‌دوزی افغانستان وجود است که خامک‌دوزی یکی از این دسته به حساب می‌آید. (Azami, 2012 p.8)

الف. خامک‌دوزی

خامک‌دوزی یکی از نوعیت‌های دوخت سنتی و مشهور در افغانستان بوده و تاریخ کهنی دارد. اما نظر به نبود منابع، قدامت این هنر را نمی‌توان تخمین زد. زنان بااستعداد شهرهای افغانستان مهارت زیادی در این نوع دوخت دارند که می‌توان به شهرهای هرات، قندهار و مزار شریف اشاره نمود، این شهرها نسبت به سایر مناطق افغانستان از شهرت افزون برخوردار هستند. قابل به ذکر



تصویر ۱: کپی روی لباس
Fig. 1: Copy on the clothes

ب. ابزار خامک‌دوزی

برای به وجود آوردن یک کار هنرمندانه و خوب، گذشته از آگاهی‌های لازم نسبت به کار، به وسایل کار که با دقت انتخاب شده باشند نیاز است. که با انتخاب درست آن‌ها و به کار بردن صحیح در موارد لزوم باعث سرعت عمل و بهتر شدن کار می‌شود (Farokh Saresht, 1993, p.7).

ابزار خامک‌دوزی دستی بسیار ارزان و ساده است که به وسیله آن، خانم‌های باحوصله و هنرمند، گران‌بهارترین صنعت را رشد و گران‌بهارترین اثر را به وجود می‌آورند.

سوزن: انواع مختلف دارد که به طور صحیح از هر کدام برای کار مخصوص استفاده می‌شود و کاربرد آن در خیاطی و سوزن‌دوزی‌ها بستگی به ضخامت پارچه و نخ و نوع دوخت دارد. مهم‌ترین ابزار خامک، سوزن است که کوچک‌ترین و ارزان‌ترین وسیله خامک‌دوزی است و برای خامک باید از سوزن‌های باریک استفاده شود (Farokh Saresht, 1993, p.7).

تار: قبلاً از تار ابریشم استفاده می‌شد ولی اکنون از تار سویند (دیسمس) استفاده می‌کنند.

تارکن: برای کندن نخ‌هایی که اشتباه دوخته شود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انگشت‌دانه: این وسیله به خاطر حفاظت از صدمه زدن سوزن به انگشت استفاده می‌شود.

کارگاه: از چوب ساخته شده و دارای دو حلقه است که تکه در وسط آن قرار می‌گیرد و به خاطر استوار نگه داشتن تکه از آن استفاده می‌شود. از این وسیله بیشتر خانم‌های که از ناحیه کمر یا گردن دچار مشکل باشند استفاده می‌کنند، آن عده خانم‌هایی که به این وسیله عادت ندارند تکه را بر روی زانو خود قرار داده و بعداً شروع به خامک‌دوزی می‌کنند.

پارچه: خامک‌دوزان روی پارچه‌های مختلف نظر به کاربرد پارچه در پوشاک، خامک‌دوزی می‌کنند. مانند: پارچه‌های کربناز و کرب که برای شلوارهای زنان استفاده می‌شود که بیشترین استفاده از پارچه کربناز صورت می‌گیرد و دوخت روی این پارچه بسیار مشکل است. پارچه‌های گاج ابریشم و گاج عربی؛ برای روسری خانم‌ها استفاده می‌شود، نظر به ظرافت و نازکی این پارچه دوخت روی آن بسیار مشکل است، به جز دست‌دوزان ماهر کمتر کسی روی آن‌ها می‌توانند طرحی را بدوزد. پارچه‌های سندل،

آریش و تیترون^۵ که به ترتیب پارچه‌های درجه اول، دوم و سوم هستند برای لباس‌های مردانه مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ این پارچه‌ها دارای ضخامت بیشتری نسبت به بقیه پارچه‌ها هستند بناً دوخت روی این‌ها ساده‌تر انجام می‌شود، و پارچه کتان که آسان‌ترین دوخت روی این پارچه صورت می‌گیرد چون تاهای آن به آسانی شمرده می‌شود، در گذشته این پارچه استفاده زیادی داشت اما فعلاً علاقه‌مندان کمتری دارد (Omid, 2012, p. 33-34).

ج. نقوش در خامک‌دوزی هرات

مهم‌ترین نکته برای شروع خامک‌دوزی نقشه یا همان طرح است که این کار توسط خامک‌دوزان ماهر اجرا می‌شود. بطوریکه هر شخص که مهارت در خامک‌دوزی داشته باشد نقشه‌کشی یا همان طرح‌ریزی را نیز انجام می‌دهد.

تنوع در نقوش خامک‌دوزی یکی از ویژگی‌های بارز آن است که با تکرار تعداد بی‌شماری از نقوش هندسی صورت می‌گیرد، گستردگی نقوش؛ نه تنها مانعی در خلاقیت زنان خامک‌دوز به شمار نمی‌رود بلکه همواره آنان را به ابداع ترکیب‌های تازه وامی‌دارد. چنانچه بانو زرغونه احمدی یک‌تن از پیشکسوتان خامک‌دوزی می‌گوید این ترکیب‌ها با الهام از طبیعت پیرامونشان و هم چنان الهام از طرح‌های کاشی‌ها، قالین‌ها و بعضی پارچه‌های طرح دار، جلوه‌ای بی‌همتا به هنر آنان بخشیده است که به گونه‌ی سنتی برای تزئین لباس و وسایل زندگی استفاده می‌کنند (مصاحبه ۲) (Z. Ahmadi (personal communication, March, 18, 2019).

بهره‌گیری هوشمندانه خامک‌دوزان هرات از عناصر بصری چون ریتم، حرکت، نظم، تکرار، تقارن و تعادل، منجر به خلق نقوشی می‌شود که نه تنها خسته‌کننده نیست بلکه دارای پویایی و انسجام بصری در نقش‌های این هنرمندان است. هم‌چنین به‌نوعی وحدت‌آفرینی را در میان تکثیر نقش‌های بی‌شمار خامک‌دوزی هرات ایجاد می‌کند. این بهره‌گیری از عناصر بصری به‌گونه‌ای تجردی و ذهنی انجام می‌گیرد (تصویر ۵).

۴. نقوش در خامک‌دوزی به دودسته تقسیم می‌شود

بانو حمیرا شربتی باشنده‌ی هرات عناصر بصری در نقوش خامک‌دوزی را به دودسته تقسیم می‌کند.

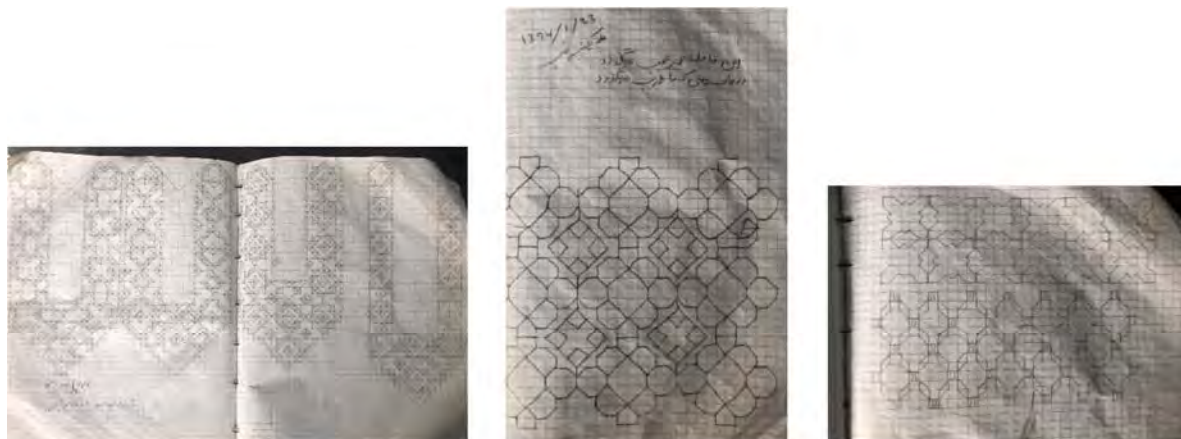
الف: نقوشی که برای تاق‌بندی استفاده می‌شود که در اصل همان اسکلت‌بندی نیز می‌گویند، این نقوش عبارت‌اند از آوه، چهار



تصویر ۴: خامک‌دوزی روی لباس‌های مردانه
Fig. 4: Embroidery on the men's clothes



تصویر ۳: خامک‌دوزی روی شلوارهای زنانه
Fig. 3: Embroidery on the women's trouser



تصویر ۵: نمونه‌ی از طرح‌های خامک‌دوزی
Fig. 5: Examples of embroidery designs

جدول ۱: نقوش که برای تاق بندی استفاده می‌شود
Table 1: Patterns that are used for arching

آوه	نیات‌ریز	تاق بندی با دبست و تخمک	دبست	چهار بست

پسته و نختک، شبکه، نیات‌ریز و دبست (مصاحبه ۱) Wahidah, (personal communication, March, 21, 2019).
 به‌ویژه آثار کمال‌الدین بهزاد می‌توان مشاهده نمود.
 ب: نقوشی که برای پر نمودن تاق‌ها استفاده می‌شود.
 تنوع در این نقوش بسیار است که عبارت‌اند از: لیس ساده،
 لیس دودندانه (دندان موش)، لیس چهار دندانه، پشت ماهی، نختک،
 تخمک، ماریچ، هشت فرق (مصاحبه ۱) Wahidah, (personal communication, March, 21, 2019)
 گره‌های هستند که در تزئینات معماری نگاره‌های مکتب هرات

جدول ۲: نقوش که برای پر نمودن تاق‌ها استفاده می‌شود
Table 2: Patterns that are used to fill arches

دندان اره	ماریچ	تخمک خالدار	لیس یک دندانه	پشت ماهی
تخمک	نختک	لیس دودندانه	پشت ماهی	
انواع گل هشت فرق (هشت برگ)				

جدول ۳: طراحی نقوشی که برای طاق بندی‌ها استفاده می‌شوند
Table 3: Drawing of Patterns used for Arching

نام نقش	طرح ساده نقش	اجرا روی لباس
آوه		
چهار بسته		
دبست		
شبكة		
نختک		
نبات‌ریز		

جدول ۴: طراحی نقوشی که برای پر نمودن طاق‌ها استفاده می‌شود.
Table 4: Drawing of patterns that used to fill arches.

		پشت ماهی
		پشت ماهی
		مارپیچ
		تخمک
		نختک
		نختک خالدار
		لیس یک کوکه
		لیس دو کوکه (دندان موشی)
		دندان اره

۵. رویکرد نظری، هندسه فرکتال

تا سده‌ی نوزده میلادی نظام اقلیدس را یگانه توصیف از جهان می‌پنداشتند. بعدها روشن شد که هندسه‌ی اقلیدسی هیچ‌الگویی برای مسائلی چون پدیده‌های به‌ظاهر بی‌نظم درخت، ساحل دریا، اقتصاد، تاریخ و ... ندارد. پس هندسه‌های نا اقلیدسی، مانند هندسه‌ی فرکتالی ایجاد شدند. بنوا مندلیبروت ریاضیدان لهستانی، توانست یکی از نظریه‌های مطرح‌شده‌ی ریاضی از سال ۱۸۶۱ میلادی را به‌صورت هندسه‌ی جدیدی ارائه دهد که به آن هندسه‌ی بدون اندازه یا فرکتالی (برخالی) گویند. این هندسه حاصل نظریه‌ی

آشوب و خوانش ترسیمی آن، و از شاخه‌های جدید ریاضیات با ارائه‌ی مفهوم جدیدی از بعد فیزیکی و مفاهیمی مانند «خودهمانندی» و «خودتمایلی» است که در برابر تفسیر و شبیه‌سازی اشکال مختلف طبیعت انعطاف بی‌نظیری نشان داده است. نظریه آشوب و هندسه‌ی فرکتالی کاربردهای وسیعی در علوم انسانی، هنر، گرافیک رایانه‌ای، تحلیل هنری پیدا کرد. هندسه فرکتالی دانشی در اختیار هنرمند، برای آفرینش طرح‌هایی بس نوین و همسو با روان طبیعت‌گرای اوست (Mobini, 2014, p.7).
واژه‌ی فرکتال که از ریشه‌ی یونانی فرکتوس به معنای (تکه‌تکه

تشکیل از راه تکرار: اجزاء و عناصر فرکتال در مقیاس‌های مختلف تکرار می‌شوند. فرکتال‌ها ماهیت تکرار دارند. یعنی در ساختار آن‌ها می‌توان نظمی از تکرار یک پارامتر خاص را یافت (نظریه آشوب). در این فرآیند، تکرار از نتیجه‌ی قبلی‌اش ساخته شده است. این ریتم تکرار شونده در شکل‌های فرکتالی آن‌ها را به سمت تعادل سوق می‌دهد (Mobini, 2012, p.11-12).

۶. دو گروه کلی‌تر فراکتال‌ها را می‌توان نام برد

IFS (Iterated Function System) آن‌ها که توسط الگوهای تکرار شونده به وجود می‌آیند و به سیستم‌های توابع تکرار شونده معروف هستند. فرکتال‌های که با آغاز از یک شکل ساده از راه تکرار آن الگو یا نقشه‌ی ساده به اشکال پیچیده‌تری می‌رسند. فرکتال‌های پایه یا کلاسیک از این گروه‌اند. نمونه‌های از این گونه فرکتال‌ها مانند: مجموعه‌ی کانتور (تصویر ۶)، مثلث سرپینسکی، درخت فیثاغورث (فرکتالی). این فراکتال‌ها از طریق الگوریتم تکرار تصادفی توسط رایانه نیز رسم می‌شوند. الگوریتم ماشین فتوکپی یک راه برای رسم آن‌ها از طریق رایانه است.

Complex Number: فرکتال‌هایی که توسط دنباله‌های اعداد مختلط پدید می‌آیند. مندلبروت (تصویر ۷)، ال سیستم‌ها (سیستم‌های لیندنمایر) یا باز نوشت موزی، برای ساخت آن‌ها از الگوریتم زمان فرار استفاده می‌شود.

بعد اعشاری

بعد فرکتال یک معیار ریاضی در تعیین درجه‌ی پیچیدگی بافت در حال نمایش است که این ویژگی را بعد اعشار می‌نامیم (Davis, 2008, 2).

بعد فرکتال

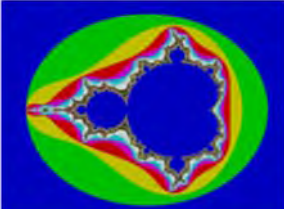
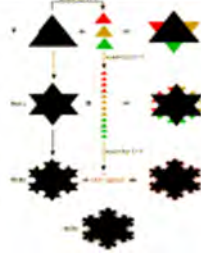
بعد فرکتال یک معیار ریاضی در تعیین درجه‌ی پیچیدگی بافت در حال نمایش است. ویژگی اصلی بعد فرکتال، اعشاری بودن آن است و همین باعث تمایز شکل فرکتالی از شکل اقلیدسی است که بعد آن عدد صحیح است. نظریه فرکتال با داشتن بعد فرکتالی برای توصیف پیچیدگی در شکل‌ها به کار می‌رود (Mobini, 2014, p13) (تصویر ۸).

شده) و (شکسته شده) آمده است و به نحوی تعریف ریاضی‌اش را در خود دارد، در اصطلاح به معنای سنگی است که به شکل نامنظم شکسته شده باشد. معادل فارسی برای فرکتال، برخال است. واژه‌ی برخال از دوپاره‌ی (برخ) و (ال) ساخته شده است. برخ واژه‌ی فارسی برای کسر به معنی شکست است و پسوند ال پسوندی به معنای (مرتبط با)، (نسبت و شباهت) است (مانند چنگال: مرتبط یا هم‌شکل با چنگ، کшал یا کشاله‌ی را: مرتبط با کشیده شدن، پوشال: مربوط به پوشاندن) واژه (برخی) به معنی پاره‌ی، از ریشه‌ی برخ گرفته شده است (Ruh al-Amin, 2013, p.5).





بنیاد هندسه (برخالی) بر این فرض استوار است که شکل‌های طبیعی خود همانند هستند و از تکرار قانونمند یک بلوک آغازین ایجاد گردیده‌اند. هندسه‌ی اقلیدسی نیز انتزاعی از دنیای واقعی است. درک پیچیدگی‌ها تصادفی و اتفاقی نیست. مندلبروت ادعا نمود که چنین شکل‌های عجیب و این پیچیدگی‌های طبیعی دارای معنی و مفهوم هستند (Mahmoud Nejad, 2009, p.217). در هندسه‌ی فرکتال، شکل‌های مورد بررسی قرار می‌گیرند که ساختارشان تا آخرین حد مقیاس‌های بی‌نهایت کوچک پیش می‌رود و بسیار بی‌نظم به نظر می‌رسند، اما در واقع دارای نظم هستند (Sarwarzadeh, 2011, p.51). در واقع شکل‌های فرکتالی، شکل‌های هستند که بعد صحیح ندارند و دارای این خاصیت‌اند که تا بی‌نهایت قابل بزرگنمایی می‌باشند. شکل‌های فرکتالی با زندگی روزمره‌ی ما گره خورده‌اند. با کمی دقت به اطراف خود، می‌توانیم بسیاری از این شکل‌ها را بیابیم. از گل فرش و قالی و گل کلم گرفته تا شکل کوه‌ها، ابرها، دانه‌های برف و باران، شکل ریشه، تنه و برگ درختان و شکل سرخس‌ها و ... همه‌ی این‌ها نمونه‌های از شکل‌های فرکتالی‌اند.

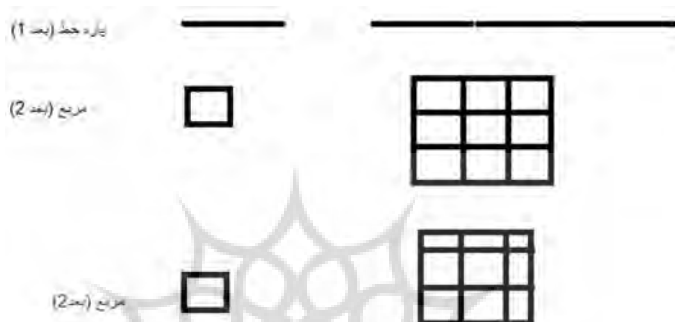
برای شکل‌های فرکتالی ویژگی‌های زیر را می‌توان برشمرد:

- بی‌نظمی یا گونه‌ای از آشوب ساختاری.
- تشابه در جلوه بصری در هر مقیاس.
- خردمقیاسی: یکسانی و همگونی عدم یکپارچگی آن در هر مقیاسی.
- ایجاب خود همانندی که هر زیرسیستمی از فرکتال معادل کل سیستم باشد و این همان خود متشابهی است. خود متشابهی از نظر هندسی یعنی یکسانی شکل‌ها در عین متفاوت بودن اندازه‌ها.
- عدم تعیین طولی در هر مقیاس.
- بعد اعشاری.

	
<p>تصویر ۷: مجموعه‌ی مندلبروت Fig. 7: Mandelbrot collection (Fetullahy, 2007, p 27)</p>	<p>تصویر ۶: مجموعه‌ی کانتور Fig. 6: Cantor set (Boyle, 2013, p 26)</p>

جدول ۵: ویژگی‌های فرکتال
Table 5: Fractal Features (Mohamadi, 2015, p.8)

ویژگی فرکتال	نوع ویژگی
	خود متشابهی
	خردمقیاسی
	بعد اعشاری
	تکرار شونده






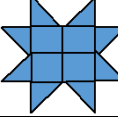


تصویر ۸: بعد فرکتال
Fig. 8: Fractal dimension

بررسی نقوش خامک‌دوزی‌های هرات از دیدگاه هندسه‌ی فرکتال

خامک‌دوزان هرات با استفاده از نقوش انتزاعی هندسی و الگوبرداری از گره بندی‌ها و نقوش هندسی بکار رفته در معماری‌ها، کاشی‌ها، قالبین‌ها و پارچه‌های طرح دار؛ سبب ایجاد نوعی گرایش خاصی در سوزن‌دوزی روی پارچه شدند. این طرح‌ها بیان‌گر هویت فرهنگی منحصر به فرد در کشور و بیرون از کشور هستند. طبیعت، دستاورد بهترین معمار یعنی خدا و بهترین سرچشمه‌ی الهام انسان است. گره‌ها استفاده‌شده در خامک‌دوزی همچون

مرحله‌ی نخست با بعد توپولوژیک هندسه‌ی اقلیدسی؛ پارچه‌خطی به اندازه‌ی یک واحد، مرحله‌ی دوم مربع اقلیدسی و مرحله‌ی سوم بعد فرکتالی است. هنری معتقد است: «الگوی تزئین‌های هندسی ایران از یک اصل جایگزین استفاده می‌کند که در آن شکل‌های خود همانند به صورت بازگشتی به کپی‌های کوچک‌تر متناسبی از خود تجزیه می‌شوند. این طرح‌ها که به نام الگوهای گره شناخته می‌شوند، نشان‌دهنده‌ی تناسب موزونی میان عالم صغیر و کبیر و دارای قدرت تفکر فراوانی هستند» (Belilan Asl, 2001, p.83).

جدول ۶: نمایش ویژگی‌های فرکتالی در نقوش خامک‌دوزی هرات
Table 6: Display Fractal Features in embroidery patterns

نقش روی پارچه	طرح	توضیح ویژگی‌ها	ویژگی‌های فرکتالی	ترتیب
		به وسیله‌ی تکرار توسعه می‌یابند و این ریتم تکرار آن‌ها را به سمت تعادل می‌کشاند.	تکرار شونده	۱
		بعد فرکتال‌ها عدد کسری است	بعد اعشاری	۲
		قسمت‌های آن با یک مقیاس معلوم، نمونه‌ی از کل شی باشد.	خود متشابهی (خود همانندی)	۳

می‌گیرد؛ که نمونه‌ی واضح آن در لباس‌های عروس و داماد به‌وضوح هویداست، لباسی که داماد در روز جشن می‌پوشد دارای ویژگی منحصر به فرد بوده که به راحتی در میان جمع از بقیه متمایز می‌گردد.

از آنجایی که پارچه‌ها از قرار گرفتن تارها به شکل افقی و عمودی تشکیل می‌شوند؛ و هنرمند خامک‌دوز نیز به وسیله‌ی تعقیب کردن و شمارش همین تارها طرح مورد نظر خویش را روی پارچه نقش می‌بندد؛ بناً از آزادی کامل در اجرا طرح برخوردار نبوده و بیشترین نقوشی که توسط هنرمند روی پارچه اجرا می‌گردد؛ نقوش انتزاعی (هندسی) هستند. منحنی‌ها نظر به اینکه ساخت‌وساز آن‌ها بسیار مشکل است؛ به ندرت موجودند. با تمرکز روی انواع فرکتال‌ها؛ نقوش خامک‌دوزی هرات را می‌توان جز گروه فرکتال‌های پایه یا کلاسیک دانست که از تکرار شکل ساده، شکل‌های پیچیده‌تر به وجود می‌آید.

گره‌ها که دارای خصوصیات چونی: خود متشابهی (خود همانندی)، تشابه در جلوه‌ی بصری در هر مقیاس و تشکیل از راه تکرار می‌باشند؛ می‌توان آن‌ها را جز اشکال فرکتالی شمرد و آنجایی که کاربرد این گره‌ها در خامک‌دوزی هرات به‌وضوح دیده می‌شود؛ بناً نقوش این هنر را می‌توان جز اشکال فرکتالی محسوب کرد.

اکثر نقوش خامک‌دوزی‌های هرات بر اساس قاعده‌ی تکرار واحدهای هندسی شکل می‌گیرد. این قاعده‌ی تکرار یکی از ویژگی‌های دیگر هندسه‌ی فرکتال است.

در گره چینی، هر نقش گره از مجموعه‌ای از نقش‌های کوچک فراهم شده است. همه این نقش‌های کوچک در مجموعه‌ای به وحدت می‌رسند و نقشی یگانه و کلی را آرایه می‌دهند. رمز و راز زیبایی هنر گره چینی در مرزبندی آلت (دیسن) های گره با زمینه است. خط‌های مرزی باید مبتنی بر توازن و تقابل بارنگ زمینه باشند تا بتوانند نگاه را از کثرت نقش به وحدت طرح بکشانند (Amir Ghiasvand, 2003, p 30) که این رسیدن به وحدت از کثرت، یکی دیگر از ویژگی‌های هندسه‌ی فرکتال است. مشاهده‌ی نقوش خامک‌دوزی هرات نیز که مبتنی بر همین ساختار شکل گرفته است، تنوع و نقش‌آفرینی گسترده‌ی زنان هرات در این هنر نشان می‌دهد. ذکر این نکته ضرورت دارد که این نقوش می‌تواند معادل‌های دیگری هم داشته باشد لیکن آنچه اینجا آورده شده تنها، نمونه‌ای از تشابهات را نشان می‌دهد.

فرکتال‌ها از اشکال موجود در طبیعت بهره و از آن الگو گرفته‌اند. هر دو منشأ طبیعی دارند. از آنجایی که در طبیعت تعادل وجود دارد، اشکال استفاده‌شده در خامک‌دوزی دارای تعادل هستند.

الف. تشابهات

نقوش هندسی همان اندیشه و تلاش هنرمند پارسی گوی است که بر بدنه‌های آثاری معماری، روی لباس‌های کهن، روی ابزار و آلات جنگی و... نقش بسته است. این اندیشه برمی‌گردد به نوع نگاه هنرمند بر هستی؛ چگونه می‌بیند، چگونه می‌اندیشد، چگونه تلاش دارد، چگونه می‌فهمد و... با این نوع دانش به ساخت‌وساز عصری که برگرفته از بینش و منطق معنوی اوست می‌پردازد تا سرانجام تبدیل به تزئیناتی می‌شود که مزین کننده‌ی آثار هنری است! اما آنچه مقبول ذهن می‌افتد این است که، هنرمند تلاش دارد این عنصر (نقوش) بتواند کمکی نماید برای هر آنچه بهتر جلوه دادن سوژه‌ی اصلی.

هندسه هنرهای تزئینی کشورهای مسلمان فراتر از هندسه‌ی اقلیدسی است و فقط شامل شکل‌های اقلیدسی نمی‌شود. یکی از پرکاربردترین نقش‌ها در هنر این سرزمین‌ها گره تزئینی است. گره‌ها همان خط‌های تزئینی و نقش‌های هندسی و انتزاعی هستند و به نحو بارزی وحدت در کثرت و کثرت در وحدت را نمایش می‌دهند. گره خاصیت زایش دارد و از هرگاه، گره‌های دیگری به وجود می‌آید. این خاصیت باعث تنوع در انواع گره می‌شود. گره‌ها دارای ویژگی‌های تنوع، کثرت، پیچیدگی، آهنگ، نظم، توازن و استفاده از انواع شکل‌های هندسی هستند و هنرمندان اسلامی علاوه بر برخورداری از دانش ریاضی، همواره از طبیعت به‌عنوان منبع اصلی الهام بهره گرفته‌اند (Belilan Asl, 2011, p 83) هنرمند خامک‌دوز هرات با بهره‌گیری از نقوش هندسی و گره‌ها توانسته پارچه‌های ساده را به بهترین شکل مزین نماید، که خود همانندی و تشکیل از تکرار؛ که از اصول شکل فرکتالی است آشکارا در این هنر دیده می‌شود.

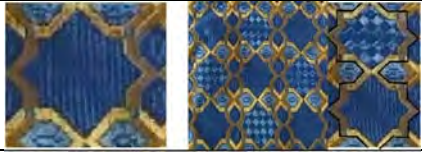




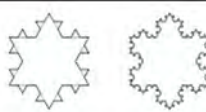
طوری که نقوش هندسی در اثر هنری ابهت و والایی می‌بخشد؛ و بعد مادی و معنوی اثر را بالا می‌برد؛ در خامک‌دوزی نیز دارای چنین ویژگی است. اشخاص بانفوذ و ثروتمند لباس‌های ظریف‌تر، پرنقش‌تر و رنگین‌تر به تن دارند. هنرمند خامک‌دوز با استفاده از نقوش هندسی برای بهتر جلوه دادن سوژه‌ی اصلی بهره



تصویر ۹: نمونه‌های از خامک‌دوزی

Fig. 9: Examples of some embroidery

جدول ۷: ویژگی‌های مشترک هندسه‌ی فرکتال و نقوش خامه‌دوزی
Table7: Common features of Fractal geometry and Embroidery

نمایش ویژگی نقوش در خامه‌دوزی Embroidery features	ویژگی‌ها Features	نمایش ویژگی فرکتال Fractal features
	تکرار شونده Repetition	
	خود مشابهی Self- similarity	
	بعد اعشاری Decimal dimension	

نظم کلی مطرح است و از نظم جزئی حرفی به میان نیامده است! اما آنچه یک اثر هنری را به نظم کلی راه می‌دهد همان نظم جزئی است، بنابراین تک‌تک از طرح‌های خامه‌دوزی دارای نظم منطقی هستند تا اینکه باعث شده‌اند در کل طرح دارای نظم منطقی همراه با تعادل داشته. ۳. در هندسه‌ی فرکتال سخن از بعد معنوی در میان نیامده است، در حالی که تزیین‌هایی روی لباس بر اساس یک اندیشه‌ی معنوی ساخته و پرداخته شده‌اند! به‌طور مثال انسان عارف با طرح‌های ملایم و انسان غدار با طرح‌های خشن تزیین شده‌اند، و حتی طرح‌های روی لباس بانوان ریزتر و ملایم از طرح‌های روی لباس مردان آفریده شده‌اند، این بدان معناست که در نوعیت این طرح‌ها اندیشه انسانی و معنوی نهفته است و ساختارشان نظر به زمان و مکان متغیر است.

ب. عدم تشابهات
آنچه باید نوشت عدم تشابه هندسه فرکتال با طرح‌های خامه‌دوزی‌هاست!

۱. در هندسه‌ی فرکتال آمده است که نظم ایجادشده در اشکال فرکتالی طبیعی است و در ساختار او ذهنیتی و یا اندیشه‌ی انسانی دخیل نیست! این نوع نگاه فرکتالی با طرح‌های خامه‌دوزی کاملاً در مغایرت قرار دارد، زیرا هیچ طرحی در خامه‌دوزی طبیعی (فی‌البداهه) نیست، در ساختار طرح‌های خامه‌دوزی ذهنی و یا اندیشه‌ی انسانی قرار دارد تا بتواند به‌خوبی آنچه را می‌خواهد برای مخاطب بروز دهد. ۲. یکی از ویژگی‌های هندسه فرکتال خرد مقیاسی است، خردمقیاسی (یکسانی و همگونی عدم یکپارچگی آن در هر مقیاسی). اما این یکپارچگی در هر مقیاس روی نقوش خامه‌دوزی به موضوع دیده می‌شود. در هندسه‌ی فرکتال

جدول ۹: جدول جمع‌بندی
Table9: Summary table

فرکتال Fractal	نوع ویژگی Features	نقوش خامه‌دوزی Embroidery patterns
	خود مشابهی Self-similarity	
	خرد مقیاسی wisdom	ندارد
	بعد اعشاری Decimal dimension	
	تکرار شونده Repetition	

بررسی نقوش خامک دوزی هرات به روشنی نشان داد که این نقوش، ویژگی‌های لازم را برای قیاس با هندسه فرکتال دارد. که ویژگی‌های مشترک بین هردو را در (جدول ۹) می‌توان دید.

نقوش خامک دوزی دارای یک چهارچوب مشخصی از قبل تعیین شده است، اما آنچه در تعریف واژه‌ای و اصطلاحی هندسه فرکتال مطرح است، این دو دارای ویژگی‌های متمایزی نیز هستند، به‌طور مثال در هندسه فرکتال آمده است که اشکالی فرکتالی دارای یک نظم مشخص نیستند و نظمی که در اشکال فرکتالی موجود است، نظم طبیعی که باعث تعادل شده است؛ اما نقوش خامک دوزی دارای نظم هندسی است که توسط ابزارها ایجاد شده و دارای اندازه‌های یکسان و مشابه‌اند.

با بررسی و تحلیل نقش‌ها می‌توان شباهت‌ها و تفاوت‌های

قابل‌ملاحظه‌ای دید. به‌طور مثال: اشکالی که عنوان فرکتالی بدان‌ها اطلاق شد با اشکال خامک‌دوزی شباهت داشته و بی‌گمان الگوبرداری شده است؛ دانه‌ها برف، برگ درختان، ستاره‌ها و... این‌ها شباهت‌های فاحشی با نقوش خامک دوزی دارند و حتی می‌توان اظهار نمود که نقوش خامک دوزی با رویکرد کاربردی‌تر از این نقش‌ها (فرکتالی) الگوبرداری شده است. اما تفاوت‌های این اشکال در ظاهر شکل است، به‌طور مثال، در هندسه فرکتال آمده است که نظم در برگ درختان هندسه فرکتالی است، اما در نقوش خامک‌دوزی که اشکال بزرگ‌تر و کوچک‌تر باشد، به‌یقین نمی‌توان آن‌ها شکل منسجم خطاب نمود. ظاهر شکل هر آنچه بزرگ هم باشد دارای یک تعادل عالی است، اما وقتی به عنصر کوچک می‌رسیم ریتم و تعادل نسبی ندارد!

پی‌نوشت‌ها

۱. ابزار ایست که با آن بافندگی و دوزندگی می‌کنند.
۲. جالی یا همان تور، پارچه نخی نازک، لطیف و سوراخ‌سوراخ است، که در افغانستان امروز به آن جالی گفته می‌شود.
۳. لباس محلی است که شباهتی به جلیقه دارد و بیشتر آقایان از آن‌ها در مراسم خاص استفاده می‌کنند.
۴. پارچه ایست از جنس نخ که برای زیبایی روی چمندان‌ها هموار می‌کنند. بیشتر این پارچه‌های تزیین شده مربوط به تازه‌عروس می‌شود.
۵. صندل، آرایش و تیترون نام پارچه‌های است که در بازار افغانستان یافت می‌شود.

References

- Amir Ghiasvand, M. (2003). Art of Girih Cheni in Architecture. Tehran, Takvin Zerine. [In Persian].
- [امیر غیاث‌وند، محبوبه. (۱۳۸۲). هنر گره چینی در معماری. تهران، تکوک زرین].
- Azami, T. (2012). Carpet Weaving crafts, MA Thesis, Art Faculty, Herat University. [In Persian]
- [اعظمی، تانیا. (۱۳۹۱). صنایع دستی قالین بافی، پایان‌نامه‌ی مقطع کارشناسی دانشگاه هرات، استاد رهنما، عبدالقدیر سروری].
- Belilan Asl, L, (2011). Investigation of Geometric Features of Knots in Islamic Decorations From the perspective Of Fractal Geometry, Islamic Iranian City 6, p 85-95. [In Persian].
- [بلیلان اصل، لیدا؛ ستارزاده، داریوش؛ خورشیدیان، ساناز و نوری، مریم. (۱۳۹۰). بررسی ویژگی‌های هندسی گره‌ها در تزیین‌های اسلامی از دیدگاه هندسه‌ی فرکتال، شهر ایرانی اسلامی، (۶) ۹۵-۸۵]
- Boyle, C. (2013). Fractal Geometry in Architecture and Design, [Translated by Ashraf Ganjavi, M], Kerman, shahid Bahonar Kerman University. [In Persian]
- [بویل، کارل. (۱۳۹۲). هندسه‌ی فرکتال در معماری و طراحی، ترجمه‌ی محمدعلی اشرف گنجوی، حسین فلاح، چاپ دوم، کرمان: دانشگاه شهید باهنر کرمان].
- Davis, Betsey. (2008), Integration of Fractal Geometry into Mathematics and Science Curricula. MathScience Innovation Center [in English].
- [دیویس، بتسی. (۱۳۸۷). ادغام هندسه فرکتال در برنامه‌های درسی ریاضیات و علوم، مرکز نوآوری علوم و ریاضیات].
- Esam ul-Sahid. (1984). Geometry Designs at Islamic Art. [Translated by Rajab Niya, M], Tehran, Serosh. [In Persian].
- [عصام السعید و عایشه پارمان. (۱۳۶۳). نقش‌های هندسی در هنر اسلامی، ترجمه مسعود رجب‌نیا، تهران: سروش].
- Farokh Saresht, M. (1992). Embroidery (Crafts), Tehran. [In Persian].
- [فرخ سرشت، مهین؛ ذابح، ابوالفضل و بهنام، مریم. (۱۳۷۱). سوزن‌دوزی (صنایع دستی)، تهران].
- Fetullahy, N. (2007). Fractals and Their Usage in Computers. Thesis, Azad University. [In Persian].
- [فتح‌اللهی، نوشین. (۱۳۸۶). فرکتال‌ها و کاربرد آن در کامپیوتر. پایان‌نامه‌ی کارشناسی نرم‌افزار دانشگاه آزاد همدان].
- hafih, A. (1994). Study of Fractals and their Usages, M A Thesis, Esfahan University. [In Persian].
- [شفیعی، علیرضا. (۱۳۷۴). مطالعه‌ی فرکتال‌ها و کاربرد آن‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اصفهان].
- Mahmodi Nazhad, H. (2009). Bio-based Architecture. Tehran: Tehan. [In Persian].
- [محمودی‌نژاد، هادی. (۱۳۸۸). معماری زیست‌مبنا، چاپ اول، تهران: هله/طحان].
- Mobini, M. (2014). Investigation The Place of Fractal Geometry in Art and How It appeared in the Visual arts. Art Faculty Journal 6, Shahid Chamran Ahwaz. [In Persian].
- [مبینی، مهتاب و فتح‌اللهی، نوشین. (۱۳۹۳). بررسی جایگاه هندسه فرکتال در هنر و چگونگی ظهور آن در هنرهای تجسمی، دو فصل‌نامه، دانشکده هنر: دانشگاه شهید چمران اهواز، ش ۶ ۱۳۹۳]



Mohamadi, H. (2015). Geometry Analysis of applications in Islamic Decoration from the Perspective of Fractal Geometry. Tehran, Shahid Beheshti University. [In Persian].

[محمدی، حامد. (۲۰۱۵). تجزیه و تحلیل هندسی کاربردی در تزئینات اسلامی از دیدگاه هندسه فرکتال، تهران، دانشگاه شهید بهشتی ص ۸]]

Omid, Sh. 2012. Needlework In Herat, Thesis, Art Faculty, Herat University. [in Persian].

[امید، شریفه. (۱۳۹۱). خامک دوزی در هرات، پایان نامه مقطع کارشناسی، استاد رهنما سید نوید الحق فضلی، دانشگاه هرات].

Ruh al-Amin, E. (2013). Comparative Study of Fractal

Geometry and Geometry of Islamic Designs. M A Thesis, Islamic Art Department, Esfahan Art University. [In Persian]

[روح الامین، احسان. (۱۳۹۲). بررسی تطبیقی هندسه‌ی فرکتال و هندسه‌ی نقوش اسلامی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی هنر اسلامی دانشگاه هنر اصفهان.]

Sarwarzadeh, K. (2011). Network Theory and Fractal City. Azad Islamic University. [In Persian].

[سرورزاده، کورش، اشتیاقی، علیرضا. (۱۳۹۰). تئوری شبکه‌ای و شهر فرکتال. چاپ اول، جهرم: دانشگاه آزاد اسلامی.]

