



Typology of Fractal Patterns in the Bas-Reliefs of Persepolis

Nasrin Seyed Razavi¹ ; Mohsen (Shayan) Qaraati (Arta)² 

Abstract

The art of bas-reliefs at Persepolis represents a remarkable synthesis of indigenous aesthetics and the cultural and artistic elements of various civilizations, executed with exceptional accuracy and precision. A significant aspect of these prominent motifs is their resemblance to fractal geometry, which mirrors patterns derived from nature. This relationship has proven instrumental in conveying modern motifs within the context of ancient Iranian art. This article seeks to address the following questions: What are the fractal motifs found in the bas-reliefs, and what are their defining characteristics?

Keywords: Typology; Achaemenid Art; Fractal Patterns; Fractal Motifs; Bas-reliefs; Takht-i Jamshid.



¹ Art and Architecture, University of Science and Culture, Tehran, Iran (Corresponding Author).  aminabdalbabadi69@gmail.com

² Visiting lecturer at the University of Science and Culture, Tehran, Iran.

Article info: Received: 4 August 2024 | Accepted: 30 September 2024 | Published: 1 January 2025

Citation: Seyed Razavi, Nasrin; Qaraati (Arta), Mohsen (Shayan). (2025). "Typology of Fractal Patterns in the Rock Reliefs of Persepolis". *Ancient Iranian Studies*, Vol. 4 (12): 61-82.

<https://doi.org/10.22034/ais.2024.471328.1106>

Introduction

Long before the formal introduction of fractal geometry by modern science, artists in ancient Iran were adept at employing fractal patterns in their artistic expressions. Achaemenid artisans, through meticulous observation of the natural world and an intuitive understanding of fractal principles, developed distinctive motifs that are prominently displayed in the bas-reliefs of Takht-i Jamshid, as well as in the reliefs at Naqsh-e Rostam, Naqsh-e Rajab, and Pasargadae. This qualitative research adopts a descriptive-analytical methodology to examine thirteen bas-reliefs from Persepolis, focusing on the identification and analysis of fractal motifs.

Discussion

The presence of fractal motifs in the reliefs of Persepolis is a salient feature that manifests across various depictions, including human figures, animal symbols, plants, and objects. The following analysis outlines several specific examples of these motifs:

- Men's Hair and Beard: As depicted in Figure 1 and referenced in Lines 1, 2, and 3, the representation of Persian men's hair and beards showcases a hemispherical, "self-similar" design characterized by three distinct sizes. Each ring of hair exhibits a spiral configuration—narrow and thin—with an inward tapering aspect that aligns with the "microscale" pattern.

- Men's Clothing: Illustrated in Figure 2, the long and loose garments worn by Persian men feature pleated sleeves and skirts. Lines 1 and 3 indicate a "self-similar" pattern present in the pleats of the skirt and sleeves, while Line 2 emphasizes

the "equal repetition" pattern observed in the vertical pleats of the skirt.

- A Wing in a Winged Human Figure: Within the context of ancient Iranian iconography, the shape resembling a hollow circle paired with a human form symbolizes "Iranian x'arənah." Figure 3 and Lines 1 and 2 highlight the short and long wing feathers, with the short feathers exhibiting an "equal repetition" pattern, whereas the longer feathers display a "self-similar" pattern that aligns with the extraverted additive fractal type.

- Lion: The motif depicting the lion's victory over a cow, illustrated in Figure 4, reveals a complex interplay of patterns. Lines 1, 3, 4, and 5 demonstrate "equal repetition", particularly in the design of the lion's facial features, mane, ear lobes, and paws. Conversely, Line 2 illustrates a "self-similar" pattern in varying sizes within the lion's mane, belly, and tail, characterized by small spirals indicative of an introverted decreasing fractal.

- Bull: The depiction of a bull on the steps of the Apadana Palace, as represented in Figure 5, reveals intricate patterns. Lines 1 portray small spiral shapes in the bull's belly and the backs of its thighs, reflecting an "equal repetition" pattern, while Lines 2 emphasize "microscale" features in the neck and back, underscoring a "self-similar" repetitional structure on a different scale.

- Winged Cow with a Human Head (Lamasu): The Lamasu, a mythical creature comprising a human head, a cow's body, and two large wings, is depicted in Figure 6. Lines 1 illustrate the short feathers of Lamasu's wings following a fractal "equal repetition" pattern, while Lines 2 highlight the long feathers, exhibiting a

“self-similar” pattern that is ultimately characteristic of an introverted decreasing fractal design.

- Horse: As observed on the eastern staircase of the Apadana Palace, the figures of horses are captured in Figure 7. Lines 1 illustrate the mane of the horse, which is created using a fractal “equal repetition” pattern, while Lines 2 focus on the intricacies of the horses’ faces, revealing remarkable similarities, despite partial occlusion of the rear features.

- Ram: The narrative of two rams being presented to the Achaemenid court is depicted in Figure 8 on the eastern staircase of the Apadana Palace. Lines 1 showcase the wool design on the ram’s body, characterized by a fractal pattern of “similar repetition,” with each tuft culminating in small complex forms derived from the “microscale” pattern. Lines 2 refer to the utilization of the golden ratio in the ram’s head and horn structure.

- Cypress Tree: The recurring motif of the cypress tree, prominently featured at the edge of the Apadana Palace steps, is analyzed in Figure 9. Lines 1 and 2 depict the trunk and fruit of the tree with a “self-similar” pattern, where one depiction is smaller than the other. Lines 3 identify needle leaf shapes aligning with a “microscale” pattern, and Lines 4 illustrate the cypress tree branches corresponding to an extroverted additive fractal example, characterized by a “self-similar” design.

- Lotus Flower: In the bas-reliefs of Persepolis, the presence of lotus flowers in the hands of kings and princes is a notable motif. Figure 10, along with Lines 1 and 2, illustrates the intricate details of this flower, showcasing an “equal repeti-

tion” pattern that is notably inverted.

- Rosette: These floral motifs frequently adorn the stonework of Persepolis, particularly in the margins of various scenes. Figure 11 portrays a rosette with twelve petals, with Lines 1 detailing the petal design via an “equal repetition” pattern, whereas Lines 2 feature two concentric circles reflecting a “self-similar” pattern at the center of the flower.

- Dish: In Figure 12, the depiction of two dishes held by a Luddite man reveals fractal motifs. Lines 1 and 2 showcase motifs with “equal repetition” patterns in the handles, mouth, and throat, illustrating the intricacies of fractal designs characterized by both identical and inverted repetitions.

- Column: The grand Achaemenid architecture was marked by monumental stone columns. Figure 13 presents the upper portion of the capital of Persepolis, where Lines 1, 2, and 3 exemplify fractal motifs characterized by a “similar repetition” pattern, symbolizing the complexity and beauty inherent in Achaemenid reliefs.

This discussion underscores the sophisticated application of fractal patterns in the artistic representations found in Persepolis, reflecting not only aesthetic values but also deeper cultural significances intrinsic to ancient Iranian civilization.

Conclusion

This research has identified three primary fractal patterns—namely, “equal repetition,” “self-similar,” and “microscale”—within the bas-reliefs of Persepolis. Certain motifs exemplify the principle of equal repetition by maintaining

consistent shapes and sizes, while the repetition and expansion of other motifs occur with variations in scale and orientation. The complexity of the motifs adhering to the microscale fractal pattern surpasses that of the previous two categories, as they incorporate repetitions of microscale fractal motifs in multiple directions. Consequently, the fractal patterns observed in the bas-reliefs of Perse-

polis can be systematically classified into three distinct types: “introgressive decreasing fractal patterns,” “extroverted increasing fractal patterns,” and “equal repeating fractal patterns.” This classification not only elucidates the artistic techniques employed in these reliefs but also contributes to the broader understanding of fractal geometry in ancient Iranian art.



گونه‌شناسی الگوهای برخال نقش برجسته‌های سنگی در تخت جمشید

نسرین سید رضوی^۱، محسن (شایان) قرائتی (آرتا)^۲

چکیده

نقش برجسته‌های تخت جمشید که در سرزمین پارس و در دوره هخامنشیان پدید آمده‌اند، به‌عنوان آثاری ارزشمند در هنر سنگ‌نگاری، بازتاب دهنده تأثیرات ژرف و الهام‌بخش از فرهنگ‌ها و تمدن‌های متنوعی همچون اقوام کهن پارسی، آشوری، اورارتویی، مادی، ایلامی و حتی مصری هستند. این آثار هنری که بر گستره سنگی این مکان تاریخی نقش بسته‌اند، با ظرافت و دقت اجرایی بالا، ترکیبی از زیباشناسی بومی و عناصر فرهنگی و هنری دیگر تمدن‌ها را به تصویر می‌کشند. نکته قابل توجه دیگر در این نقش برجسته‌ها وجود شباهت‌هایی میان نقش آنها و هندسه برخال با الگوهایی برگرفته از طبیعت است که در بازنمایی نقش‌های نوین در هنرهای باستانی ایران مؤثر بوده‌اند. هدف این پژوهش، شناخت الگوهای برخال و شناسایی ویژگی‌های آنها در نقش‌های تخت جمشید است و قصد دارد به دو پرسش الگوهای برخال در نقش‌های تخت جمشید چیستند؟ و گونه‌های متنوع نقش‌های برخال در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید از چه ویژگی‌هایی برخوردارند؟ پاسخ دهد. در این راستا، داده‌های پژوهش با مطالعات کتابخانه‌ای (مقاله و کتاب) گردآوری شده و ۱۳ نمونه مطالعاتی، به روش توصیفی-تحلیلی با دانش گونه‌شناسی خوانش و طبقه‌بندی می‌شوند. نتیجه چنین است که در نقش‌های تخت جمشید، الگوی «خودمتشابه»، «تکرار شونده» و «خرده‌مقیاس» برخال قابل تشخیص است که از نوع «همسان، متشابه و منظم» برخال هستند. این نقش‌ها به دلیل تکثیر، تکرار و تقلیل جزءنقش‌ها، سه گونه «نقش‌های برخال تقلیل درون‌گرا»، «نقش‌های برخال تکثیر برون‌گرا» و «نقش‌های برخال تکرار یکسان» را با ماهیتی ساده و یا پیچ‌درپیچ، بر گستره نقش برجسته‌های سنگی هخامنشی با وجود محدودیت‌های اجرایی نمایش می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: گونه‌شناسی، هنر هخامنشی، الگوهای برخال، نقش‌های برخال، نقش برجسته‌های سنگی، تخت جمشید.

۱. دانشکده هنر و معماری، دانشگاه علم و فرهنگ، تهران، ایران (نویسنده مسئول). razavi@usc.ac.ir
۲. دبیر آموزش و پژوهش، تهران، ایران.

مشخصات مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲
استناد: سید رضوی، نسرین؛ قرائتی (آرتا)، محسن (شایان). (۱۴۰۳). «گونه‌شناسی الگوهای برخال نقش برجسته‌های سنگی در تخت جمشید». پژوهشنامه ایران باستان، سال ۴، شماره ۱۲: ۶۱-۸۲.

مقدمه

نقش برجسته‌های تخت‌جمشید و صورت‌بندی آنهاست، ضرورت دارد. در این طبقه‌بندی، ویژگی‌های اصلی و سه‌گانه برخال یعنی موارد خودمتمشابه، تکرار شونده و خردمقیاس مورد توجه هستند و به نظر می‌رسد که در نقش برجسته‌های سنگی تخت‌جمشید حداقل یکی از گونه‌های تقلیل درون‌گرا، تکرار یکسان و تکثیر برون‌گرا وجود دارد.

پیشینه پژوهش

تاکنون تحقیقاتی در حوزه برخال‌ها و نقش برجسته‌های هخامنشی انجام شده است که برخی از آنها در شکل‌گیری بدنه مقاله حاضر مفید بوده‌اند؛ برای مثال: مایکل بارنسلی (1993) نویسنده کتابی با عنوان برخال در همه‌جا است که انتشارات مطبوعات دانشگاه و کتابخانه کنگره آمریکا چاپ کرده است. در این کتاب، مدل‌های اصلی و مفاهیم کلی درک نگرش برخال به جهان، رمز و راز آن و ارتباط برخال با ریاضیات و هندسه ارائه می‌شود. مورد بعدی، کتابی است با عنوان هندسه برخال در طبیعت که بُنوا مندلیبرات (1977) آن را نوشته و در مرکز تحقیقاتی توماس ج. واتسون آمریکا به چاپ رسیده است. این کتاب مدل‌های ریاضی و فرایندهای تصادفی برخال را مطرح می‌سازد؛ دنی گولیک و جان اسکات (2010) نویسندگان کتابی با عنوان زیبایی برخال‌ها با شش نمای متفاوت هستند و ناشر آن نیز انجمن ریاضی آمریکا است. در این کتاب مباحث نوین برخال و ارتباط آن با ریاضی و هنر شرح داده می‌شود؛ درآمدی تصویری بر برخال‌ها عنوان کتاب دیگری است که نویسندگان آن نایل لسمور گوردن؛ ویل رود و رالف ادنی (۱۴۰۱) به توضیح برخال از طریق ریاضیات می‌پردازند.

برای شناخت دقیق هنر و فرهنگ هخامنشی، کتاب‌هایی نیز مطالعه شده‌اند؛ نظیر کتاب

ریشه لغت لاتینی فراکتال از «فرکتوس» به معنی «تکه‌تکه»، «شکسته» و «ناپیوسته» است که به فارسی برخال نامیده می‌شود، گونه‌ای از نگرش به جهان است که با آگاهی از آن شناختی متفاوت نسبت به پیرامون حاصل می‌شود. «بدین معنا که همه چیز دگرگون دیده شده و دیدگاه اولیه انسان از ابرها، جنگل‌ها، کهکشان‌ها، درختان، پروبال، گل‌ها، صخره‌ها، کوه‌ها، سیلاب‌ها، فرش‌ها، آجرها و ... تغییر می‌کند» (Barnsley, 1993: 1). برخال در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی از طریق، تحقیقات و نوشته‌های بُنوا مندلیبرات به جهانیان معرفی شد. او کتابی با عنوان هندسه برخال طبیعت در سال ۱۹۸۲ میلادی، منتشر کرد. این کتاب مصور با توضیحات ساده، مفهوم برخال‌ها را به مخاطبان وسیع‌تری انتقال داد. در اندیشه مندلیبرات و دیگر متفکران این حوزه، نقش‌های برخال، برگرفته از طبیعت هستند؛ ساختاری استوار دارند و با تکرار در مقیاس‌های متفاوت، گسترش و کاهش می‌یابند.

پیشتر از آنکه علم به معرفی برخال پردازد، هنرمندان از مدت‌ها قبل، شکل‌های برخال را به صورت بصری و تجسمی به وجود آورده بودند؛ برای مثال، هنرمندان هخامنشی با مشاهده طبیعت و درک هندسه برخال، نقش‌های منحصربه‌فردی را از آن خود کردند که امروزه در نقش برجسته‌های سنگی تخت‌جمشید تماشا می‌شود و یا الگوهای خودمتمشابهی که در آثار هنری سلتی مانند ماریچی‌ها و شکل‌های برخال در هنر رومی‌ها، مصری‌ها و نیز در آثار تمدن‌های آرتک، اینکا و مایا در آمریکای مرکزی و جنوبی وجود دارد (لسمورگوردن و همکاران، ۱۴۰۲: ۱۶۲). با این اوصاف، پرداختن به موضوعاتی نظیر پژوهش حاضر که به دنبال شناسایی انواع گونه‌های برخال در

کوروش نامه نوشته گزنون (۱۳۸۰)؛ کتاب مطالعه تطبیقی نقوش برجسته هخامنشی و ساسانی در ایران نوشته دادور و غربی (۱۳۹۱) و کتاب هخامنشیان نوشته آملی کورت (۱۳۷۹).

آنچه این مقاله را از دیگر تحقیقات موجود در حوزه هنر هخامنشی متمایز می‌سازد، صرفاً توجه نویسندگان به شناخت گونه‌های برخال در نقش‌های نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید است که تاکنون مورد توجه پژوهشگران ایرانی و غیر ایرانی نبوده است.

روش

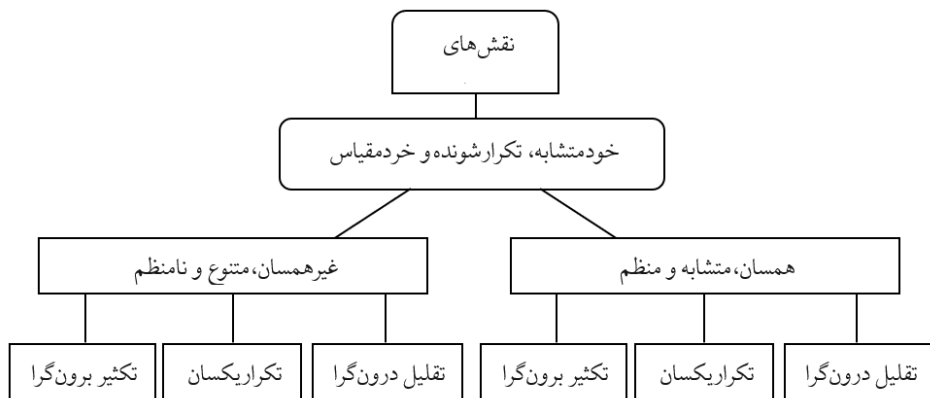
پژوهش حاضر از نوع تحقیقات کیفی با رویکردی توصیفی-تحلیلی است و قصد دارد به گونه‌شناسی نقش‌های برخال در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید بپردازد. در باستان‌شناسی، گونه‌شناسی به معنی دسته‌بندی و طبقه‌بندی اشیاء و یافته‌های باستانی براساس ویژگی‌های مشترک آنهاست. این ویژگی‌ها ممکن است شامل شکل، اندازه، تزئینات، مواد سازنده و یا حتی شیوه ساخت باشند. در مقاله حاضر، داده‌های متنی و تصویری با مطالعات کتابخانه‌ای (مقاله و کتاب) گردآوری شده و نمونه‌های مطالعاتی (۱۳ مورد)، به صورت هدفمند برپایه چهار اصل گونه‌شناسی (یعنی صراحت، ترد متقابل، فراگیری و جامعیت) از میان چهار گروه نقش‌های انسانی، حیوانی، گیاهی و تجریدی-هندسی موجود در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید انتخاب می‌شوند.

مفاهیم مرتبط با نقش‌های برخال

این بخش به تعاریف الگوهای نقش‌های برخال می‌پردازد که به واسطه روندنمای تحلیلی پیشنهادی (نمودار ۱)، در همه نقش‌های هنر هخامنشی به‌ویژه در نقش برجسته‌های تخت جمشید قابل تعمیم است.

برخال

از اولین اندیشمندان حوزه برخال می‌توان به بُنوا مندلبرات اشاره کرد و او معتقد بود که فهم ما از هندسه‌ای که تنها منحصر به مفاهیم محدودی نظیر کره، دایره، مکعب و مربع است (هندسه



نمودار ۱. روندنمای تحلیلی پیشنهادی الگوهای متنوع نقوش برخالی در نقش برجسته‌های تخت جمشید
 Chart 1. Flowchart Analytical Process of Various Patterns of Fractal Motifs in The Reliefs of Persepolis.

عبارتی دیگر، هر بخش با کلیت آن همانندی دارد و «کلید فهم و توصیف پدیده‌های طبیعی خودتشابهی در تمامی مقیاس‌ها است» (لسمورگوردن و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۳۴)؛ برای مثال، می‌توان نظمی قاعده‌مند و قابل پیش‌بینی را در شکل‌های مختلف نظیر لانه زنبور، گل کلم و ... مشاهده کرد.

نقش برخال غیرهمسان، متنوع و نامنظم: این گونه به معنی متعارف، منظم نیستند و ظاهری نامنظم دارند (Mandelbrot, 1977: 53)؛ به عبارتی دیگر، این نوع برخال، به دلیل نظمی پیچیده، برخلاف واقعیت ظاهری موجود، تصادفی به نظر می‌رسند (مانند نظم موجود در ابرها، خطوط ساحل رودخانه‌ها و ...).

نقش برخال تقلیل‌درون‌گرا: در این گونه، الگوهای کوچک‌تر به‌طور مداوم و به سمت درون تکرار می‌شوند و هر جزء نقش، شبیه به نسخه‌ای کوچک‌تر از کل نقش است. ویژگی بارز این نقش، توجه به کاهش اندازه تا بی‌نهایت کوچک (میکرو) است.

نقش برخال تکراریکسان: در این گونه، هر قسمت از الگو دقیقاً مشابه قسمت‌های دیگر است و در همه مقیاس‌ها و جهات شباهت یکسانی با

در ادامه مطلب، به تشریح گزینه‌های مختلف نمودار ۱ پرداخته شده و سپس نمونه‌های تصویری به‌منظور درک بهتر آنها ارائه می‌شود (جدول ۱).

نقش برخال خودمتشابه: فرآیند تکرار جزء نقش خودمتشابه در جهات مختلف انجام می‌شود. در این فرآیند، شباهت جزء نقش با شکل کلی حفظ می‌شود، اما مقیاس آنها می‌تواند تغییر کند (لسمورگوردن و همکاران، ۱۴۰۲: ۹).

نقش برخال تکرارشونده: این گروه از نقش‌های برخال، از جزء نقوشی یکسان تشکیل شده‌اند که به‌صورت متوالی و حتی تا بی‌نهایت می‌توانند گسترش یابند و شکل‌های پیچیده و درعین حال منظم را به‌وجود آورند.

نقش برخال خردمقیاس: در این دسته از نقش‌های برخال، زیر مجموعه‌های کوچکی وجود دارند که در دل یک مجموعه بزرگ‌تر قرار می‌گیرند. این زیرمجموعه‌ها هرچند بخشی از ساختار کلی هستند، شباهت کامل با کل نقش ندارند و ممکن است تفاوت‌های ظریفی در مقیاس، شکل و پیچیدگی داشته باشند (Barnsley, 1993: 374).

نقش برخال همسان، متشابه و منظم: در این گروه، «بی‌نظمی برخال از دور و نزدیک به یک میزان است» (Barnsley, 1993: 83)؛ به

جدول ۱. نمونه‌هایی از مجموعه ویژگی‌های سه گانه و گونه‌های مختلف برخال
Table 1. Examples of Triple Features and Different Types of Fractals.

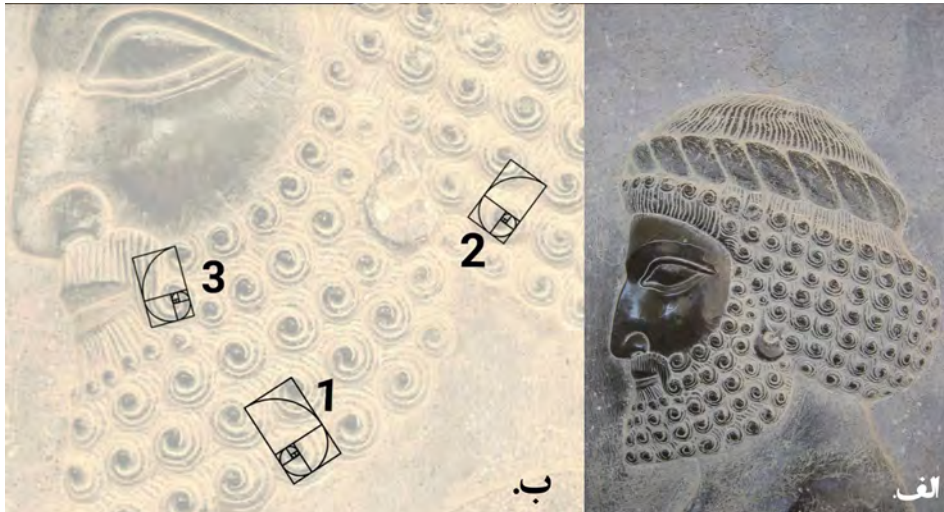
نمونه گونه‌های برخال در طبیعت	نمونه ویژگی‌های برخال (Mandelbrot, 1977)
غیرهمسان، متنوع و نامنظم	همسان، متشابه و منظم
تقابل درون‌گرا	خودمتشابه
تکرار یکسان	تکرار شونده
تکثیر بیرون‌گرا	تکثیر مقیاس

حتی تا بی‌نهایت بزرگ (ماکرو) ادامه می‌یابد (Barnsley, 1993: 83).

ویژگی برخال‌ها (خودمتشابه، تکرار شونده و خردمقیاس) مجموعه‌ای از مشخصه‌هایی که ماهیت گونه‌ها را بررسی می‌کنند، ممکن است چندین خصوصیت همزمان در یک برخال قرار گیرند؛ گونه‌شناسی اساساً از مجموعه‌ای از گونه‌ها تشکیل می‌شود که به‌طور واضح از یکدیگر تمیز

یکدیگر دارند؛ به عبارتی، در فرآیند تکرار که به‌صورت ساده و یا قرینه صورت می‌گیرد، اندازه جزءنقش، همواره ثابت و برابر مقیاس اولیه است (Peitgen, 1992: 18).

نقش برخال تکثیر بیرون‌گرا: در این گونه، الگوهای کوچک‌تر به‌طور مداوم و به سمت بیرون از مرکز گسترش می‌یابند. این رفتار، با افزایش مقیاس به‌طور یکنواخت و منظم به سمت بیرون



تصویر ۱ الف. نقش موی سر و ریش در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی فرموی سر و ریش
Fig. 1a. Hair and Beard in the Relief of Persepolis; 1b. Fractal Pattern Guide in Hair and Beard Design.



تصویر ۲ الف. نقش تیپوش مرد در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی لباس مرد
Fig. 2 A. Men's Clothing in The Relief of Persepolis. B: Fractal Pattern Guide in Men's Clothing Design.

در نظر داشت که مجموعه نقش‌های برخال در نقش برجسته‌های تخت جمشید، تنها محدود به این چند نمونه نبوده، بلکه دامنه آنها وسیع است.

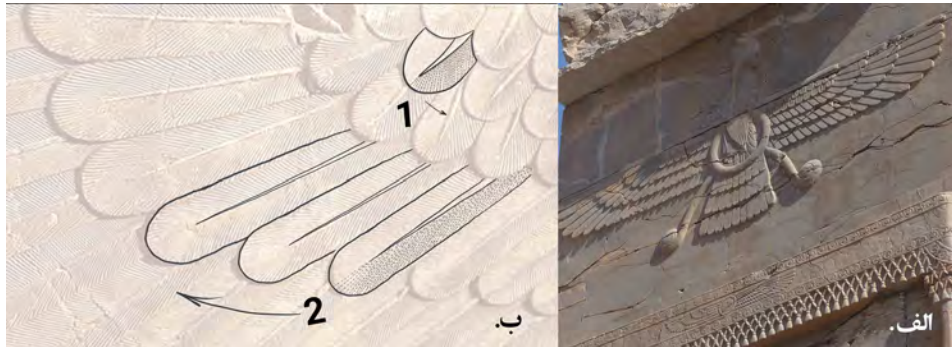
پذیرند. گونه‌های برخال تنها کلیت نقوش را مورد بررسی قرار می‌دهند و در یک گونه، گونه دیگری مشاهده نمی‌شوند.

موهای سر و ریش مردان

«مردمان سرزمین پارس بر این باور بودند که طبیعت ریش را به مردان داده تا آنها را زیباتر کند،

خوانش الگوهای برخال در نمونه‌های مطالعاتی

در این بخش، به تجزیه و تحلیل ۱۳ نمونه مطالعاتی مقاله حاضر، پرداخته می‌شود و باید



تصویر ۳الف. نقش انسان بال‌دار در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخالی در طراحی بال انسان بال‌دار
Fig. 3a. Winged Man in the Relief Motifs of Persepolis; 1b. Fractal Pattern Guide in Winged Human Wing Design.

تخت جمشید، بلند و گشاد است که چین‌های بسیار و آستینی فراخ دارد (دادور و غربی، ۱۳۹۱: ۱۱۳). با دقت در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید، پیچیدگی در ساخت جامه‌ها و اهتمام به نمایش زیبایی در میان پارسیان به وضوح نمایان است. تصویر ۲الف، چندین مرد را نمایش می‌دهد. آنها کاملاً شبیه یکدیگرند و در صفی منظم ایستاده‌اند و هر یک نیزه‌ای در دست دارند. لباس‌های آنان، در ناحیه آرنج و دامن چین‌دار است. الگوی چین‌های لباس آنها در جلو و عقب لباس یکسان است اما با شکل چین‌های کناره‌ها فرق دارد. خطوط ۱ در بخش ب، به چین‌های تن‌پوش یکی از مردان توجه دارد؛ به طوری که این چین‌ها از نوع منحنی‌های خودمتشابه هستند که تغییر اندازه پیدا می‌کنند. گونه تکثیر برون‌گرا در این نقش‌ها مشاهده می‌شود. الگوی خطوط ۲، تکرارشونده و از گونه تکراریکسان قوینه است. خطوط ۳ به چین‌های آستین لباس اشاره می‌کند این خطوط با ویژگی خودمتشابه از گونه تکثیر برون‌گرا است. تمامی گونه‌های برخالی در تصویر مذکور از نوع همسان، متشابه و منظم هستند.

مردان ریش را عامل اصلی زیبایی خود می‌دانستند و آن را می‌آراستند، فر می‌زدند و افراد ثروتمند نیز ریش‌های خود را با انواع جواهرات زینت می‌کردند» (موله و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۸۵)؛ تصویر ۱الف. نمای نیم‌رخ مردی را نمایش می‌دهد. در اجرای جزئیات تارها و جعد موهای سر و ریش این شخص، نهایت دقت صورت گرفته است.^۱ در بخش ب و خط‌های ۱ و ۲ و ۳ از همین تصویر، به جزءنقش خودمتشابه نیم‌کروی در سه اندازه متفاوت نسبت به یکدیگر اشاره می‌شود. بر هر جعد موی سر و یا ریش، خطی حلزونی (اسپیرال)، باریک و نازک با ویژگی خردمقیاس و گونه تقلیل درون‌گرا از نوع همسان، متشابه و منظم به چشم می‌خورد. این قوس حلزونی از راست به چپ در موهای سر و از چپ به راست در وضعیت ریش، عامل تمایز این دو محسوب می‌شود.

تن‌پوش مردان

«ازجمله تدابیر کوروش به منظور توسعه اتفاق و اتحاد امپراتوری یکی این بود که خود را به لباس مادی‌ها ملبس می‌کرد و عموم یارانش نیز در این امر به او اقتدا می‌کردند» (گزنون، ۱۳۸۰: ۲۳۴)؛ حال آنکه جامه متداول نقش برجسته‌های

^۱ الگوی هنرمندان هخامنشی در ارائه ریش پارسیان چندین صورت داشت: یکی ریش سربازان که در چند ردیف مجعد بود؛ دیگری، اشراف‌زادگان که آنها ریش بیشتری از سربازان داشتند و بلندترین ریش خاص شاهان بود که در کمال دقت و مهارت اجرا شده است (صفی‌پور، ۱۳۸۸: ۹۴).



تصویر ۴ الف. نقش شیر در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی شیر
Fig 4a. Lion in the Relief of Persepolis; 4b: Fractal Pattern Guide in Lion Design.

بال پیکره انسان بال دار

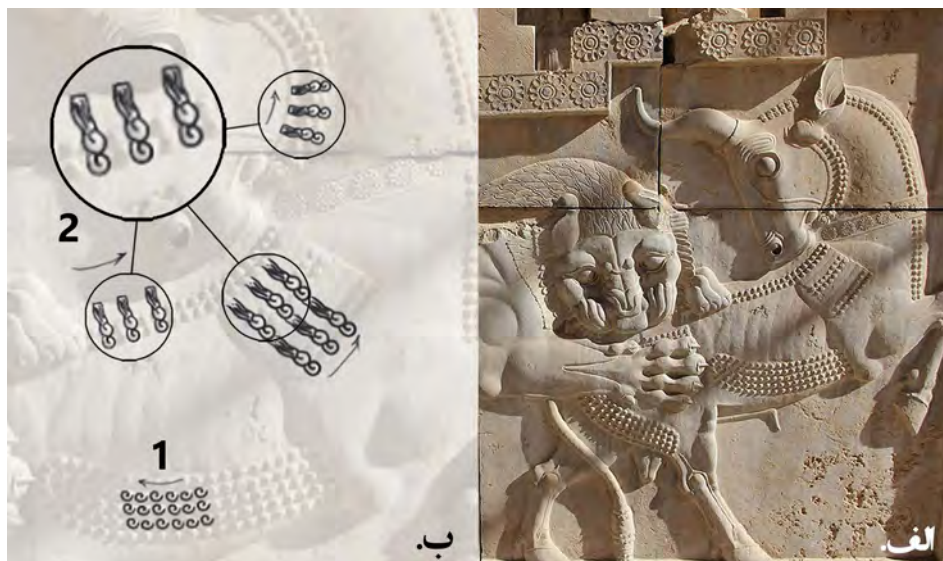
بال یکی از نقش‌های رایج در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید است. از نمونه‌های آن می‌توان به حلقه بال‌دار ساده و گوی بال‌دار اشاره کرد که از بطن آن آدمی بیرون آمده است. اولی را به‌عنوان نشانه‌ای از «فره ایرانی» برای عوام و دومی را به‌عنوان علامت «فره کیانی» برای پادشاهان می‌دانند (Shahbazi, 1980: 121). تصویر ۳ الف، پیکره نیمرخ مردی را نشان می‌دهد که حلقه‌ای با دو بال کاملاً گشوده و در یک امتداد در ناحیه کمر به وی اتصال دارد. خطوط ۱ از بخش ب، جزء نقشی با الگوی تکرارشونده، به شکل پره‌های کوتاه بال این نقش است که در عین شباهت کلی، تفاوت‌هایی هرچند اندک و خردمقیاس در وضعیت چرخش خطوط میانی دارند و خطوط ۲ از بخش ج، طرح جزء نقش پره‌های بلند همین بال است که در تکراری تدریجی تغییر اندازه جزء نقشی با الگوی خودمتشابه و گونه برخال تکثیر برون‌گرا را یادآوری می‌کند؛ همچنین لازم است به تارهای نازک تکرارشونده سطوح پره‌های کوتاه و بلند از گونه تکراریکسان و قرینه برخال نیز اشاره شود. از مطالعه جزء نقشی‌های برخال در این تصویر چنین دانسته می‌شود که برخال‌های بهره گرفته شده از نوع همسان، متشابه و منظم هستند.

شیر گاوشکن

شیر گاوشکن تنها در تخت جمشید دیده شده که در آن شیر قوی پنجه به گاوی گریزان و زیبا که گردن‌بندی از گل‌های روزت دارد، حمله کرده است. در این نقش شیر پنجه‌هایش را بر پشت گاو نهاده و آن را به دندان گرفته است؛ گاو نیز سر را به عقب برگردانده و با شگفتی به شیر مهاجم نگاه می‌کند (دادور و غربی، ۱۳۹۱: ۱۱۵). تصویر ۴ الف، جدال شیر با گاو را نشان می‌دهد که به طرح گرفت‌وگیر شهرت دارد. خطوط ۱ بخش ب، گونه برخال تکراریکسان و قرینه جزء نقوش اجزای چهره شیر را می‌نمایاند و این نوع تکرار در خطوط ۳ و ۴ اطراف گوش و در خطوط ۵ پنجه شیر (به‌احتمال با ۶ انگشت) با ویژگی تکرارشوندگی نیز مشاهده می‌گردد؛ خطوط ۲، جزء نقشی خودمتشابه، در نواحی یال، شکم و دم شیر است که در انتهای خود قوس حلزونی از گونه تقلیل درونگرا دارند. پس از بررسی جزء نقشی‌ها، می‌توان چنین برداشت نمود که گونه‌های برخال در نقش برجسته سنگی شیر از نوع برخال همسان، متشابه و منظم هستند.

گاو

تصویر گاو نیز در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید به‌ویژه در صحنه‌های پلکان کاخ آپادانا غالباً با جزء نقشی‌های تزینی همراه بوده



تصویر ۵. الف. نقش گاو در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی گاو
 Fig. 5a. Cow in the relief of Persepolis; 5b: Fractal Pattern Guide in Cow Design.

حیوان‌های عجیب‌الخلقه آشوری هستند، برای بزرگداشت شاهنشاهی در این مکان قرار داده شده‌اند». جایگاه اسطوره‌ای و شکل ظاهری لاماسو دلایلی بودند تا هنرمندان هخامنشی باری دیگر در نقش برجسته‌ها تخت جمشید با بهره‌وری از هندسی برخال به اجرایی ماهرانه در ارایه زیباییاتی مانند شکل ۶ توجه عرضه کنند. خطوط ۱ در بخش ب، جزء نقشی حلزونی در انتهای آن به‌وضوح از گونه تقلیل درون‌گرایی با ویژگی تکرارشونده بر سر لاماسو ارائه شده است. خطوط ۲ نیز جزء نقشی با الگویی تکرارشونده و همان ویژگی در معرض دید قرار گرفته است. در بخش ج، خطوط ۳ پرهای کوتاه به جزء نقشی‌هایی با وجود شباهت‌های کلی، تمایزهایی گرچه ناچیز و تکرارشونده پرداخته شده است. خطوط ۴ پرهای بلند انتهایی بال از گونه تقلیل درون‌گرایی با الگویی خودمتشابه نقش آفرینی شده‌اند. از این رو، جزء نقشی‌های مذکور از گونه برخال همسان، متشابه و منظم هستند.

است. تصویر ۵ الف، گاو را به تماشا می‌گذارد که در چنگال شیر گرفتار شده است. بخش ب، با خطوط ۱، جزء نقشی تزیینی در نواحی شکم و پشت ران گاو با الگویی تکرارشونده است که در انتهای هر یک قوس حلزونی از گونه تقلیل درون‌گرایی وجود دارد. خطوط ۲ نیز جزء نقشی ترکیبی، با الگویی این‌بار خردمقیاس و همچنان از گونه تقلیل درون‌گرا است. وجود این جزء نقشی‌ها اشاره به بهره بردن هخامنشیان از برخال‌های همسان، متشابه و منظم دارد.

گاو بال‌دار با سر انسان (لاماسو)

گیرشمن (۱۳۹۰: ۱۵۴) درباره گاو بال‌دار با سر انسان در تخت جمشید، چنین می‌گوید: «افراد از مقابل دروازه بزرگ خشایارشا، عبور می‌کنند و از میان مجسمه‌هایی که نیمه‌ای انسان و نیمه‌ای حیوان هستند، می‌گذرند. این مجسمه‌ها به‌عنوان نگهبانان در مدخل کاخ قرار داده شده‌اند. لاماسوهای افسانه‌ای هراسناک که به‌ندرت شبیهی برای آنها یافت می‌شود و دنباله‌ای از



تصویر ۶الف. تصویر گاو بادار با سر انسان (لاماسو)، نقش برجسته تخت جمشید؛ ب، راهنمای الگوی برخال در سر لاماسو؛ ج. راهنمای الگوی برخال در پروبال لاماسو
 Fig. 6a. Winged Cow with a Human Head (Lamassu) in the Relief of Persepolis; 6b. Fractal Pattern Guide in Head of Lamassu. C. Fractal Pattern Guide in Feathers and Wings of Lamassu.



تصویر ۷الف. نقش اسب در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی اسب
 Fig. 7a. Hours in the Relief of Persepolis; 7b. Fractal Pattern Guide in Hours Design.

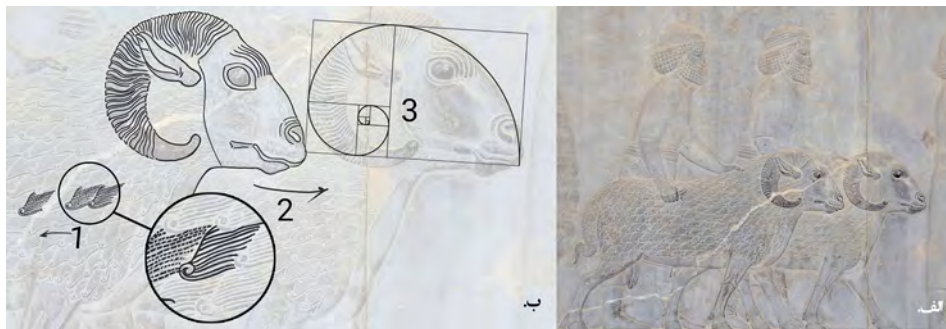
۱ در بخش ب، جزءنقشی به شکل موهای یال اسب را نشان می‌دهد که با ویژگی تکرار شونده و گونه تکراریکسان است و خطوط ۲، نیز الگوی تکرار شونده برخال را در طراحی اجزای صورت و یراق دو اسب مجاور یکدیگر با تکراری یکسان نمایش می‌دهد. بنابراین هر دو جزءنقش‌ها، نوع برخال همسان، متشابه و منظم را به نمایش گذاشته‌اند.

قوچ

قوچ در فرهنگ‌های باستانی ایران، از جمله در دورهٔ هخامنشیان اهمیت خاصی داشته و اهدای

ج. راهنمای الگوی برخال در پروبال لاماسو اسب

در پلکان شرقی کاخ آپادانا تخت جمشید، تصویر نقش برجسته‌های سنگی دو اسب با جثه کوچک و اندامی کوتاه در مقایسه با تصاویر انسان‌های نقش برجسته‌های سنگی دیده می‌شوند. در این نقش برجسته، هنرمند با دقت جزییات اسب‌ها را به تصویر کشیده است، به طوری که حتی با وجود پنهان بودن برخی از قسمت‌های بدن اسب پشتی شباهت آنها به وضوح قابل درک است. اسب‌ها دارای ویژگی‌هایی همچون کاکل و یال پرپشت، چشمان برجسته و دم گره خورده هستند. خطوط



تصویر ۸الف. نقش قوچ در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی قوچ
Fig. 8a. Ram in the Relief of Persepolis; 8b. Fractal Pattern Guide in Ram Design.

(گیرشمن، ۱۳۹۰: ۱۵۷-۱۵۸). تصویر ۹الف، درخت سروی راست قامت را نشان می‌دهد. بخش ب، به نمایش جزء نقوش گیاهی تنه، میوه و برگ‌های این درخت می‌پردازد. خطوط ۱ و ۲ به نقشی تکرارشونده با الگویی خودمتشابه اشاره دارند که در دو مقیاس متفاوت به تنه و میوه درخت سرو هویت داده است. خطوط ۳، برگ‌های سوزنی و پراکنده درخت سرو با الگوی خودمتشابه و در اندازه‌های مختلف هستند و آخرین مورد نیز طراحی یک شاخه درخت سرو را نشان می‌دهد. شاخه‌های این درخت غالباً در دو سوی تنه آن الگویی خودمتشابه از گونه برخال تکثیر برون‌گرا دارند (خطوط ۴). بنابراین، پس از بررسی جزء نقوش‌های مذکور، آنها از نوع همسان، متشابه و منظم برخال هستند.

گل نیلوفرآبی (لوتوس)

تصویر این گل در مراسم رسمی و درباری، به‌ویژه در حجاری‌ها، حاشیه دیوارها و در دست شاه و شاهزاده هخامنشی، به‌کرات دیده می‌شود. تصویر ۱۰الف یک پادشاه پارسی را نشان می‌دهد و خطوط ۱ و ۲ در بخش ب، اجزای گل لوتوس را با ویژگی تکرارشونده از نوع تکراریکسان قرینه ارائه می‌کند. اندازه‌های تعدادی از اجزای تکرارشونده در حرکت از سمت میانه به کناره‌های گل کوچک‌تر می‌شوند و این ترفند هنرمند در

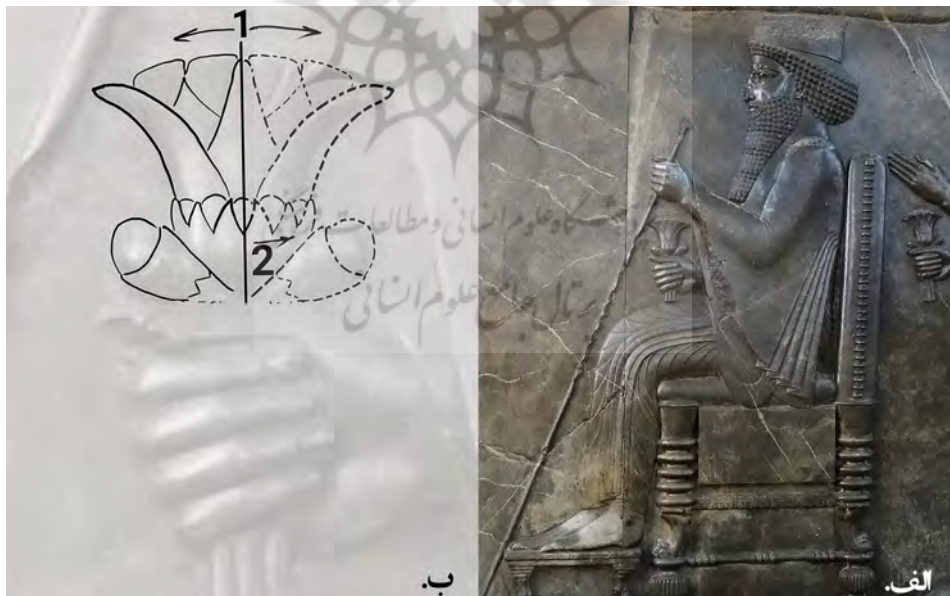
قوچ به دربار هخامنشی، نشانه‌ای از احترام و ارزش‌گذاری بوده است. چنانچه، در جبهه جنوبی پلکان شرقی کاخ آپادانا به هدیه آوردنگانی [از قوم سوری] می‌توان اشاره کرد که دو قوچ را پیشکش می‌آورند و همراه خود می‌کشند (اشمیت، ۱۳۴۲: ۸۶). تصویر ۸الف به آن دو قوچ اشاره می‌کند. بخش ب، شامل جزء نقوش برخال در طراحی پشم و شاخ این حیوان است؛ خطوط ۱، شکل دسته‌های پشم قوچ، از نوع برخال با تکراریکسان را نشان می‌دهد. این برخال تکرارشونده گونه‌ای است که در انتهای خود، شکلی حلزونی کوچک با ویژگی خردمقیاس دارد. خطوط ۲، در طرح شاخ قوچ به گونه تقلیل درون‌گرایی برخال‌ها نشان می‌دهد که این خطوط اندازه‌های برابری ندارند و خردمقیاس هستند. علاوه بر این، طرح سر قوچ در قالب کلی به شکل حلزونی، نمود دیگری از ساختار نسبت‌های طلایی برخال محسوب می‌شود. جزء نقوش‌های مذکور از نوع برخال همسان، متشابه و منظم هستند.

درخت سرو

بر پلکان کاخ آپادانا، گروه پیکره‌های انسانی به تصویر کشیده شده‌اند که وسایل یا حیواناتی را به همراه دارند. هر گروه توسط درختی از گروه دیگر جدا شده است. این درختان که در حاشیه پله‌ها نقش شده‌اند، از نوع درختان سرو هستند



تصویر ۹ الف. نقش درخت سرو در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی درخت سرو
 Fig. 9a. Cypress Tree in the Relief of Persepolis; 9b. Fractal Pattern Guide in Cypress Tree Design.



تصویر ۱۰ الف. نقش گل لوتوس در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی گل لوتوس
 Fig. 10a; Lotus Flower in the Relief of Persepolis; 10b. Fractal Pattern Guide in Lotus Flower Design.

نمایش احجام دوار است. با مطالعه گونه مذکور همسان، متشابه و منظم در نقش برجسته گل می‌توان تبحر استفاده هخامنشیان از نوع برخال نیلوفرآبی را مشاهده کرد.



تصویر ۱۱ الف. نقش گل رزت در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی گل رزت
 Fig. 11a. Rosette Flower in The Relief of Persepolis. 11b. Fractal Pattern Guide in Rosette Flower Design.

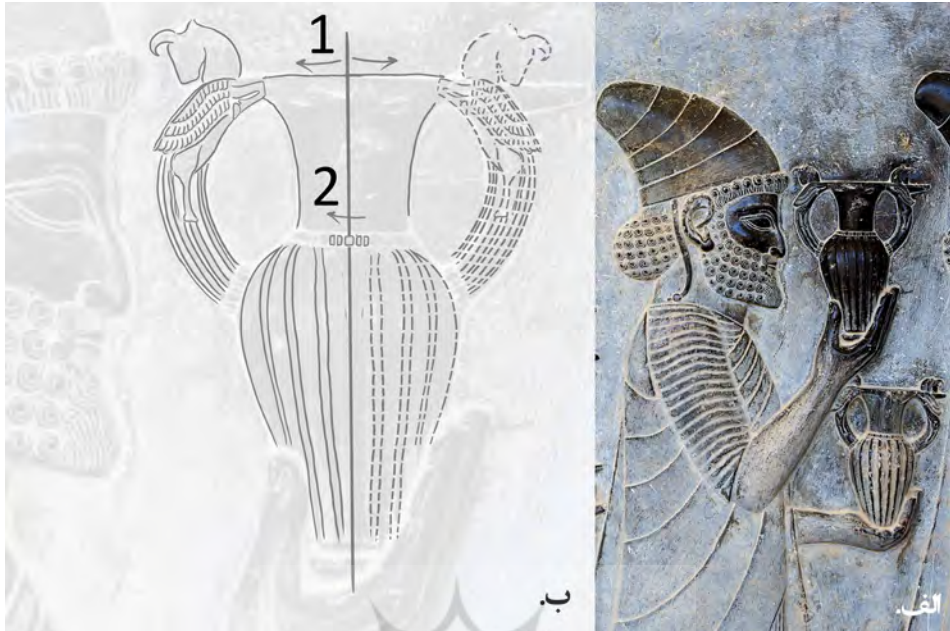
گل رزت خورشید

رزت از نوع همسان، متشابه و منظم است. در اینجا گلبرگ‌ها به دور بخش مرکزی گل می‌چرخد و یک بار دیگر در اندازه کوچک‌تر، فضای درونی گلبرگ را اشغال می‌کند.

گل رزت تصویر گیاهی است که به‌وفور در حاشیه متن و درون بسیاری از نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید مشاهده می‌شود. این گل به دو صورت ظاهر شده که بیشتر ۱۲ برگی هستند و تنها در یک مورد به صورت ۲۴ برگی دیده می‌شود (دادور و غربی، ۱۳۹۱: ۱۱۰). «برخی آن را تشبیهی از گل آفتاب‌گردان، گل کوب و نیز گل بابونه می‌دانند (هال، ۱۳۸۰: ۳۰۲). تصویر ۱۱ الف، گل‌های رزت و تکرار آنها را در مقیاس‌های متفاوت نشان می‌دهد و خطوط ۱ در بخش ب، طرح جزء نقش گلبرگ را از نوع تکراریکسان قرینه با ویژگی تکرار شونده برخال ارائه می‌دهد. گونه برخال بهره گرفته شده در گل

ظرف

کاربردهای رسمی و آیینی ظروف در سرزمین پارس و مناطق همجوار سبب شد تا ساختن ظروف متنوع به صورت ساده و یا منقوش در دوره هخامنشی رونق بگیرد و اشیایی متناسب در شأن تولیدکنندگان و اهداکنندگان ایجاد شود (گانتز و جت، ۱۳۸۳: ۶۶). تصویر ۱۲. الف مردی از هیئت لودیایی را ارائه می‌دهد که ظروفی در دست دارد. بخش ب از همین تصویر، جزء نقوش



تصویر ۱۲ الف. نقش ظرف در نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی ظرف
Fig. 12a. Vase in the Relief of Persepolis; 12b. Fractal Pattern Guide in Vase Design.

فوقانی و سرستون تخت جمشید را نشان می‌دهد. خطوط ۱ و ۲ و ۳ در بخش ب، جزء نقوشی متنوع و تزئینی با تکرار یکسان و قرینه را نمایش می‌دهد. همچنین در خطوط ۲ و ۳ با تکراری متناوب در جهات افقی و عمودی، مواجه هستیم. بخش ج در ساقه ستون به جزء نقشی با طرح قاشقی از الگوی تکرارشونده برخال با تکراری یکسان اشاره دارد که نابرابری فواصل خطوط عمودی آن، غیرواقعی است و به منظور درک مناسب حجم استوانه‌ای ستون طراحی شده است. در بخش د، در پایه ستون نیز کلیتی منسجم از جزء نقوشی مشاهده می‌شود که با ویژگی تکرارشونده از گونه تکراری یکسان و قرینه‌ای، زیبایی و انسجام ستون را دوچندان جلوه می‌دهند. همه جزء نقوشها از نوع برخال همسان، متشابه و منظم هستند.

د. راهنمای الگوی برخال در طراحی پایه ستون
اینک نوبت ارائه جدول تحلیلی از خوانش نقش‌های نقش برجسته‌های تخت جمشید دارای

برخال یکی از این ظروف را مشخص می‌کند. خطوط ۱، در قسمت‌های دهانه و دسته ظرف، الگوی تکرارشونده‌ای از گونه تکرار یکسان و قرینه برخال را نشان می‌دهد. خطوط ۲ نیز در نواحی گلوگاه و بدنه ظرف، به جزء نقوشی به همان الگو و ویژگی برخال توجه می‌کند که در حرکت به سمت کناره‌های ظرف، اندازه کوچک‌تری یافته و حجم استوانه‌ای ظرف را به ذهن متبادر می‌سازد. گونه برخال در جزء نقوش‌های ظرف تخت جمشید از نوع همسان، متشابه و منظم است.

ستون

شاهان هخامنشی بناهای عظیم و باشکوهی در دوره هخامنشی ساخته‌اند که ستون‌ها از مهم‌ترین اجزای معماری آنها بودند. جیمز هال، اشاره کرده است که «ستون‌ها را به این دلیل می‌ساختند که آسمان را نگاه دارند؛ زیرا در غیر این صورت، آسمان فرو می‌افتاد و بشر را نابود می‌کرد» (هال، ۱۳۸۰: ۱۴۸). تصویر ۱۳ الف نمای بخش



تصویر ۱۳ الف. سرستون نقش برجسته تخت جمشید؛ ب. راهنمای الگوی برخال در طراحی سرستون؛ ج. طرح فاشتی در ساقه ستون؛ د. راهنمای الگوی برخال در طراحی پایه ستون

Fig. 13a. Column's Capital in the Relief of Persepolis; 13b. Fractal Pattern Guide in Column's Capital Design; 13c. Fractal Pattern Guide in Column's Shaft; 13d. Fractal Pattern Guide in Column's Base Design.

خودمتشابه، خردمقیاس و تکرارشونده در طراحی نقش‌های نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید تعمیم یافته‌اند. مطابق جدول تحلیلی ارائه شده در انتهای این مقاله، بیشترین الگوی برخال در نقش‌هاست نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید از نوع «تکرارشونده» است. در یک الگوی برخال تکرارشونده جزء نقش از یک قاعده مشخص و در اندازه‌های برابر تا رسیدن به شکل نهایی پیروی می‌کند. برای مثال، طرح گل رزت که گلبرگ آن تا حصول شکل نهایی، ۱۲ مرتبه گرد مرکز این گل تکرار می‌شود. البته در مواردی نیز دامنه فرآیند تکرار بسیار محدود است؛ نظیر اجزای چهره و جزء نقوش اطراف صورت شیر که فقط با یکبار تکرار قرینه شکل کلی مشخص می‌شود. دومین الگوی خودمتشابه برخال است که جزء نقش، در مقیاس و اندازه‌های متفاوت در همه جهت‌ها گسترش می‌یابد و تفاوتی میان جزء نقش و کلیت آن وجود ندارد. برای مثال، یک شاخه درخت سرو مجموعه‌ای از قطعات مشابه و به هم چسبیده است که جزء نقش در تداوم حرکت از ابتدا تا انتهای هر ساقه از شکل کلی تبعیت دارد. خردمقیاسی آخرین الگوی برخال قابل تشخیص در نقش‌های مطالعاتی است. از آنجاکه اجرای نقش‌ها به صورت نیمه برجسته در

الگوی برخال فرامی‌رسد. جدول ۲، تلاش می‌کند تا حد ممکن به یافته‌های مقاله حاضر اشاره کند. جدول ۲ نشان می‌دهد که الگوهای برخال در نقش برجسته‌های تخت جمشید در سه الگو (به ترتیب از زیاد به کم) تکرارشونده، خودمتشابه و خردمقیاس تکرار شده‌اند. همچنین در روند شکل‌گیری این نقش‌ها، گونه تکرار یکسان (ساده و یا قرینه) نسبت به گونه‌های تقلیل درون‌گرا و تکثیر برون‌گرا بیشتر مورد توجه بوده است. از این رو، سهم هنرمندان هخامنشی در خلق نقش‌های نوین با استفاده از الگوهای برخال به وضوح قابل توجه است.

برآیند

این پژوهش با مطالعه الگوهای برخال در نقش‌های نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید تلاش کرده است بخشی از توانایی‌های منحصر به فرد هنرمندان هخامنشی را آشکار کند. نویسندگان با تمرکز بر دو پرسش: الگوهای برخال تعمیم یافته در نقش‌های نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید چیستند؟ و نقش‌های برخال در نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید چه ویژگی‌هایی دارند؟ پژوهش خود را به سرانجام رسانده و به این نتیجه رسیده‌اند که سه الگوی مهم برخال یعنی

جدول ۲. انواع الگوی برخالی در نقوش نقش برجسته‌های تخت جمشید
Table 2. Types of Fractal Patterns in The Relief Motifs of Persepolis.

ردیف	کلیت نقش	جزء نقش‌ها	ویژگی‌های برخال‌ها			گونه‌های برخال	
			تکرار منظم	تکرار غیر منظم	تکرار متناوب	همسان، متشابه و منظم	تکرار یکسان ساده/قرینه
۱	موی سر و ریش	موی سر و ریش	✓	✓	✓		
		چین‌های کناری تن پوش		✓		✓	
۲	تن پوش مردانه	چین دامن		✓		✓	
		چین آستین		✓	✓	✓	
		پر کوتاه		✓	✓	✓	
۳	بال پیکره انسان بال‌دار	پر بلند		✓		✓	✓
		صورت، گوش و پنجه		✓		✓	
۴	شیر	موی بال، شکم و دم	✓	✓	✓	✓	
		گردن و کمر	✓	✓	✓	✓	
۵	گاو	شکم و پشت ران		✓		✓	
		موی سر و صورت	✓	✓		✓	
		ریش	✓	✓		✓	
۶	گاو بال‌دار با سر انسان (لاماسو)	پرهای کوتاه		✓		✓	✓
		انتهای پرهای بلند	✓	✓		✓	
		یال		✓		✓	
۷	اسب	صورت و براق		✓		✓	
		پشم	✓	✓		✓	
۸	قوچ	شاخ		✓	✓	✓	
		تنه، میوه	✓	✓		✓	
۹	درخت سرو	برگ	✓	✓		✓	
		شاخه	✓	✓		✓	

✓	✓	گلبرگ و کاسبرگ	گل لوتوس	۱۰
✓	✓	گلبرگ	گل رزت خورشید	۱۱
✓	✓	بدنه و ریزنقش آن	ظرف	۱۲
✓	✓	سرستون		
✓	✓	ساقه ستون	ستون	۱۳
✓	✓	پایه ستون		

نقش برجسته‌های سنگی تخت جمشید قابل تشخیص هستند. این نقش‌ها از انواع همسان، متشابه و منظم برخال محسوب می‌شوند. همچنین آنها با تکرار الگوهای سه‌گانه خودمتشابه، تکرار شونده و خردمقیاس برخال، ویژگی‌های منحصر به فردی دارند و سه گونه «نقش‌های برخال تقلیل درون‌گرا»، «نقش‌های برخال تکثیر برون‌گرا» و «نقش‌های برخال تکرار یکسان» را با ماهیتی ساده و یا پیچ در پیچ، به نمایش می‌گذارند.

نقش برجسته‌های تخت جمشید اجرا می‌شدند و هنرمندان در بازنمایی حجم‌های سه‌بعدی محدودیت‌های داشتند، با ترفند تغییر اندازه به بعدنمایی شکل‌ها می‌رسیدند. در این الگو، جزء نقش در همه جهت‌ها قابلیت تکرار ندارد و تکرار و چرخش مداوم جزء نقش همواره با تغییر شکل صورت می‌پذیرد تا زوایای محیطی و حتی پنهانی نقش‌ها، از نظر دور نماند. برای مثال، گل نیلوفر آبی با تغییر اندازه تدریجی برخی از جزء نقش‌های آن حجم می‌گیرد. با این اوصاف، نقش‌های برخال در

کتاب‌نامه | Bibliography

- اشمیت، اریش. (۱۳۴۲). تخت جمشید: بناها، نقش‌ها، نبشته‌ها، ترجمه عبدالله فریار، امیرکبیر و فرانکلین. Schmidt. E. F. (1953). *Persepolis: Structures, Reliefs, inscriptions*, Translated into Persian by Abdollah Faryar: Amirkabir & Franklin (in Persian)
- دادور، ابوالقاسم؛ غربی، عادل. (۱۳۹۱). مطالعه تطبیقی نقوش برجسته هخامنشی و ساسانی در ایران، نشر دانشگاه الزهراء: پشتون.
- Dadvar, A. & A. Gharbi. (2012). *A comparative study of Achaemenid and Sasanian relief motifs in Iran*, Tehran: Alzahra University & Pa-shootan.
- صفی‌پور، اعظم. (۱۳۸۸). «مطالعه تطبیقی آرایش ریش افراد در نقوش برجسته تخت جمشید با توجه به جایگاه اجتماعی»، نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی، شماره ۳۸: ۸۷-۹۶.
- Safipour. A. (2009). "A comparative study of people's beard arrangement in the relief motifs of Persepolis according to social status", *Journal*
- of Fine Arts: visual Arts, 38, 87-96.
- گانتز، آنسی؛ جت، پل. (۱۳۸۳). فلزکاری ایران در دوران هخامنشی، اشکانی، ساسانی. ترجمه شهرام حیدرآبادیان، تهران: گنجینه هنر.
- Gunter. A.C & Jett, P. (2005). *Ancient Iranian Metalwork in the Arthur M.Sackler Gallery and Freer Gallery of Art*, Translated into Persian by Shahram Heydar Abadian, Tehran, Ganjineh Honar (in Persian).
- گزنفون. (۱۳۸۰) کورش‌نامه، ترجمه رضا مشایخی، چاپ سوم، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- Xenophon. (2002). *Cyropaedia*, with an English translation by Walter Miller, Cambridge, Mass: Harvard University Press, Translated into Persian by Reza Mashayekhi, Tehran: Elmi va Farhangi (in Persian).
- گیتون، ژان. (۱۳۸۵). خدا و علم به سوی مارتالیسم، ترجمه عباس آگاهی، چاپ پنجم، تهران، دفتر نشر فرهنگ اسلامی.

- ed into Persian by Omid Masoudifar, Tehran: Salees (in Persian).
- موله، ماریژان؛ گیرشمن، رومن؛ هرتسفلد، ارنست. (۱۳۹۴). سرزمین جاوید (۲)، ترجمه ذبیح‌الله منصورى، چاپ بیست و چهارم، تهران، انتشارات زرین.
- Mole, M; Ghirshman, R; Hertzfeld, E. (2015). *The Eternal Land* (2), translated by Zabihollah Mansouri, 24th edition, Tehran, Zarrin Publications.
- هال، جیمز. (۱۳۸۰). فرهنگ نگاه‌های نمادها در هنر شرق و غرب، ترجمه رقیه بهزادی، چاپ سوم، تهران: فرهنگ معاصر.
- Hall, J. (2018). *Illustrated dictionary of symbols in Eastern and Western art*, Translated into Persian by Roghayeh Behzadi, Tehran, Farhangmoaser (in Persian).
- Guitton, J. (2007). *Dieu et la science: vers le métaréalisme*. Translated into Persian by Abbas Agahi, Tehran: Daftar Nashr Farhang Islami (in Persian)
- گیرشمن، رومن. (۱۳۹۰). هنر ایران ماد و هخامنشی، ترجمه عیسی بهنام، چاپ سوم، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- Ghirshman, R. (2011). *L'Art del' Iran, made et Achaemenide* (Iranian art in the Median and Achaemenid periods), Translated into Persian by Isa Behnam, Tehran: Elmi va Farhangi (in Persian).
- لسمورگوردن، نایجل؛ رود، ویل و ادنی، رالف. (۱۴۰۱). درآمدی تصویری بر فراکتال‌ها، ترجمه امید مسعودی‌فر، تهران: ثالث.
- Lesmoir- Gordon, N; Rood W; Edney, R. (2014). *introducing Fractals: A graphic guide*, Translat-

English

- Barnsley, Michael. (1993). *Fractals Everywhere*. Boston: Academic Press.
- Mandelbrot, B. B. (1977). *The Fractals Geometry of Nature: Form, Chance and Dimension*. New York: W.H. Freeman & Company.
- Peitgen, jurgens Saupe. (1992). *Chaos and fractals, new frontiers of science*, New York.
- Shahbazi, S. A. (1980), "An Achaemenid Symbol, Farnah (God Given), Fortune Symbolized", Berlin: *AMI* 13, 119-47.

