Ancient Iranian Studies
2025, VOL. 4, NO. 12: 3-31. OPEN ACCESS
https://doi.org/10.22034/ais.2024.487303.1123

ANCIENT
IRANIAN
STUDIES

RESEARCH ARTICLE

Representation of Motifs and Surface Morphology of the Beaker from Chalade'em Cemetery of Shal in Khalkhal, Ardabil, Based on the Reflectance Transformation Imaging (RTI) Data

Behrooz Jelodarian Bidgoli[1]; Neshat Mottaghi[2]; Elnaz Hobbi[3]

Abstract

Many historical-cultural artifacts obtained from archaeological excavations are not fully visible due to post-depositional processes, and their complete recovery requires specific tools and methods. Various approaches to reveal motifs and surface information of objects face challenges such as limited access, transportation issues, cost-effectiveness, and applicability to different types of items. The Reflectance Transformation Imaging (RTI) method is a computational imaging technique that produces high-quality images that can be dynamically exposed and viewed from multiple angles and enhancement by various algorithmic rendering textures and surface color This method on effective historical objects has shown effective results from the technical study of production technology and surface morphology. A case study of this method is the discovered Beaker from Chalade'em cemetery which was excavated in 2017 from Shal Khalkhal village, Ardabil province, and is currently kept in the Ardabil Archaeological Museum The decoration of this Beaker. Due to the delicacy of its execution and high surface dirt and corrosion deposits, even after cleaning, it was not completely clear and legible in the conservation and restoration process. Results from RTI method led to the acquisition of various information on the surface in revealing the motif implementation method, evidence of use, morphology of corrosion products and representation of the role. Finally, based on the reading of the motifs, and the interpretation of the motifs, it can be said that this beaker dates back to the end of the second millennium to the beginning of the first millennium BC.

Keywords: Reflectance Transformation Imaging (RTI), Animal Motifs, Silver Beaker, Chaladem-Shal Cemetery, North-West Iran.

[1] Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Tabriz, Iran (Corresponding Author).
b.jelodarian@tabriziau.ac.ir
[2] Department of Archaeology, Faculty of Literature and Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
[3] Department of Archaeology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Article info: Received: 13 August 2024 | Accepted: 16 September 2024 | Published: 1 January 2025
Citation: Jelodarian Bidgoli, Behrooz; Mottaghi, Neshat; Hobbi, Elnaz. (2025). "Representation of Motifs and Surface Morphology of the Beaker Excavated from Chalade'em Cemetrery of Shal in Khalkhal, Ardabil, Based on the Reflectance Transformation Imaging (RTI) Data". *Ancient Iranian Studies*, Vol. 4 (12): 3-31.
https://doi.org/10.22034/ais.2024.487303.1123

Introduction

Many historical-cultural artifacts obtained from archaeological excavations are not fully visible due to post-depositional processes, and their complete recovery requires specific tools and methods. Various approaches to reveal motifs and surface information of objects face challenges such as limited access, transportation issues, cost-effectiveness, and applicability to different types of items. The Reflectance Transformation Imaging (RTI) method is a computational imaging technique that produces high-quality images that can be dynamically exposed and viewed from multiple angles and enhancement by various algorithmic rendering textures and surface color This method on effective historical objects has shown effective results from the technical study of production technology and surface morphology.

Motifs represent one of humanity's earliest visual expressions, serving as a means for individuals to understand and engage with the world around them. These designs, which symbolize the beliefs and values of society, were created on pottery and metal vessels throughout the Iranian plateau, establishing connections with both the environment and future generations. Ancient peoples attributed their fears and anxieties to malevolent forces, seeking protection through prayers and amulets. These fears manifested in the form of engravings on cave walls and religious artifacts, symbolizing the veneration of deities and their manifestations. As time progresses, information related to the surfaces of artifacts, including production marks, colors, and decorative patterns, gradually diminishes. Additionally, damage resulting from excavation and cleaning processes can further impair the integrity of these elements. Consequently, studies aimed at recognizing and distinguishing these decorative features from the surrounding materials of metal artifacts are essential.

The Chalade'em cemetery site in the village of Shal underwent urgent excavation in 2018 due to previous unauthorized excavations. Within this cemetery, two graves were explored, one of which contained a silver Beaker and bronze weaponry. The Shal Beaker, which has been deformed due to soil pressure, is currently housed in the Ardabil Archaeological Museum.

Reflectance Transformation Imaging (RTI) is an advanced computational imaging technique that allows for the observation of surface characteristics of various objects beyond the limitations of direct physical examination. This method employs a series of images taken with different exposures, enabling users to interactively illuminate the object from multiple angles. Furthermore, image enhancement filters are utilized to accentuate the textural features of the surface. RTI has been developed using two key algorithms: ptmfitter and hshfitter. Following the advancement of this technique, additional researchers have sought to enhance capabilities such as three-dimensional visualization and multi-angle viewing. With ongoing modifications and improvements, along with the development of portable and cost-effective tools, RTI has been widely adopted for the study of cultural heritage.

The technique was initially employed to analyze heritage objects, including a 4000-year-old Neo-Sumerian tablet and a 3000-year-old Egyptian funerary sculpture. Recent reports indicate that RTI has successfully extracted valuable information from various surfaces, including textiles, bones, and ceramic and wooden artifacts. However, examining the texture and morphology of metallic artifacts, such as coins, has been challenging due to their highly reflective surfaces. Nevertheless, the application of diverse algorithms has enabled the identification of very subtle traces. The best results from RTI are typically achieved on non-curved surfaces, making the study of motifs and topographies on three-dimensional surfaces more challenging. This research aims to represent the motifs and surface morphology of a Beaker excavated from the Shal cemetery using RTI. The inability to physically transfer the Beaker outside the museum, coupled with limited access to detection tools, has prioritized the use of this method. Although providing a definitive interpretation of the Beaker's motifs is challenging, this study has the potential to offer new insights into the interpretation of these artifacts.

Methodology

The analysis of the motifs was conducted through a descriptive-comparative approach, utilizing RTI data from similar metal vessels from northern and northwestern Iran. The imaging process was executed using the highlight method with a Nikon D750 camera and a 50mm lens, capturing images at various exposure angles repeatedly. The study utilized 576 images for precise processing and analysis, and the findings could contribute to enhanced representation of motifs and surface morphology.

Discussion

This article examines Reflectance Transformation Imaging (RTI) visualizations across three main themes: 1) methods of motif making, 2) evidence of use and post-depositional processes, and 3) motif representation. These visualizations are employed to identify patterns in the production of motifs and the tools used in their creation, while conventional images are insufficient to trace these intricate details. Additionally, recognizable patterns in motif production aid in interpreting manufacturing techniques, while evidence of post-manufacturing processes, such as weathering and physical stresses, is also investigated.

Preliminary research results contribute to identifying areas of corrosion and surface characteristics. The presence of dents and deep irregularities in the Beaker has altered its form from hourglass to polygonal, facilitating improved results in the more prominent areas. However, RTI implementation presents challenges due to exposure limitations and uneven corrosion along the motif lines. Evidence suggests modifications to the motifs were achieved through Specular enhancement rendering mode, previously observed in coins and metallic decorations, and has been reported in silver metalwork from Iran.

It appears that the motifs were executed on the outer surface using a hammer and anvil, with minor adjustments made using pointed tools. Ultimately, the findings indicate that the designs on the Beaker were created using various tools, with no evidence of joints or repairs, connecting this to the technology used in crafting metal objects in Lorestan. RTI

techniques reveal physical corrosion details, elucidating surface characteristics. Although the examined Beaker is structurally sound, it presents corrosion likely resulting from the removal of some products during cleaning processes. Silver metal typically does not form dendrites or uniform clusters within corrosion layers; instead, corrosion products include clamps, dendrites, nodules, and whiskers, leading to multiple roughness and cavities on the beaker's surface. This corrosion not only induces fine and larger cracks but also distorts the motifs on the Beaker. To address these issues and enhance motif visibility, RTI was utilized, yielding significant results for the final technical design of the piece and enabling a more accurate description and interpretation of the motifs. The motifs on the Beaker can be categorized into three primary rows, separated by five bands with protrusions, depicting a scene with animals. These motifs are rendered with fine engraving lines in diagonal or triangular shapes, independent of one another. Additionally, the triangular shapes at the top and bottom of the Beaker are likely symbols of mountains, which were considered sacred in ancient culture. Essentially, the zigzag lines and connected triangles inscribed on prehistoric vessels serve as symbolic representations of mountains. In the upper row of the Beaker, a scene depicting a battle between two naked men, presumably representations of gods, is illustrated. Behind each figure, larger animals are depicted as their companions. The men are depicted wearing upward-pointed shoes, identified by Wilkinson and Malowan as indicative of the local nature of this art. Within the same panel, there is also a depiction of a winged lion, notable for its prominent features, common in motifs of this era. The middle panel displays a bird motif, while the lower panel features a lion and a bird alongside a wild goat. In ancient cultures, the wild goat symbolized birth, fertility, and the quest for truth, and in another scene, two horned wild goats are shown running. Throughout various eras, this animal has been associated with the moon and sun, especially during times when humanity adopted an agricultural lifestyle. The wild goat is recognized as the national animal of Iran, and symbols such as the "lotus" have been attributed to it. The presence of mythical and godlike motifs in battle scenes or special ceremonies enhances the significance of this iconography, which is also observed in similar Beakers from the northwest. What stands out in all the motifs on the Beaker, including humans, wild goats, lions, winged lions, and birds, is the presence of a similar necklace around the necks of all these figures, decorated with circles. These necklaces symbolize the importance and status of these characters within the culture and mythology of that time. It is likely that the motifs crafted on this Beaker depict a battle between two gods accompanied by mythical creatures, thereby narrating the mythological tales of this culture.

The delicacy and precision of the motif engraving, utilizing perspective, have created a vivid and dynamic representation of the battle. This style of imagery is seen in numerous works from various periods, particularly in Beakers from the late second millennium and the first millennium BCE, demonstrating the high

capability of artists at that time to create detailed images imbued with a sense of movement. The forms of claws and hooves of animals are also observable in other Beakers from northern and northwestern Iran. Contour identifies the influence of Assyrian style in these regions in connection with Urartian culture.

This suggests that there was no direct relationship between these areas and Assyria, but rather, Urartian artifacts have been produced under Assyrian cultural influence. This indicates the impact of Assyrian art and motifs in western and northwestern Iran through the Urartians. Inscriptions carved by Urartian kings around Lake Urmia further corroborate these influences and are linked to Assyrian artistic styles. Gudar identifies three primary and major elements in the art of western and northwestern Iran, including Mannean, Assyrian, and Scythian styles. Motifs depicting figures in specific attire, hunting scenes, and rows of animals or mythical beings likely show similarities with Assyrian art.

These motifs are even found in the Near East, and their continuity into the Achaemenid period indicates the depth of cultural influences. A similar row of animals or mythical creatures can frequently be observed in artifacts from Hasanlu and Ziviyeh, as well as on Qalaichi bricks and Rabat. These reflections illustrate external influences on local art, alongside local styles. Ultimately, the existing evidence suggests that the Shal Beaker was crafted by local artisans; however, the choice of decorative motifs was significantly influenced by Assyrian patterns, displaying a blend of local and foreign artistic influences. This underscores the importance of cultural and artistic exchange between different regions and highlights the complexities of artistic developments in that era.

Conclusion

Studies conducted on the motifs of the Shal Beaker indicate that these designs were influenced by neighboring cultures and local styles. The findings reveal that themes relating to wild goats, lions, mountains, and divine figures are significantly recognized throughout the Middle East and are recurrent in Iron Age vessels. This research represents the first application of Reflectance Transformation Imaging (RTI) for identifying surface features of metallic artifacts discovered in Iran. This technique plays a crucial role in the introduction of historical-cultural objects due to its capability to extract key information such as motifs, manufacturing technology, evidence of usage, and damage. However, the findings also suggest that the condition of the artifacts, including forms of alteration and contaminants, can adversely affect the quality of the results. Despite ongoing advancements in three-dimensional reconstruction of objects, cost-effective methods remain a priority. This study effectively demonstrates that RTI can contribute significantly to a deeper understanding of historical artifacts, particularly regarding their surface characteristics.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Ancient Iranian Studies
2025, VOL. 4, NO. 12: 3-31. OPEN ACCESS
https://doi.org/10.22034/ais.2024.487303.1123

ANCIENT
IRANIAN
STUDIES

مقالهٔ پژوهشی

بازنمایی نقش‌ها و ریخت‌شناسی جام گورستان چالادئم شال خلخال اردبیل براساس داده‌های تصویربرداری واریختگی بازتابشی (RTI)

بهروز جلوداریان بیدگلی[۱]، نشاط متقی[۲]، الناز حبی[۳]

چکیده

سطح اصلی بسیاری از مصنوعات تاریخی-فرهنگی به‌دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی به‌دلیل فرایندهای پسانهشتی کاملاً قابل دیدن نیست و بدون ابزار و روش‌های متناسب با ویژگی‌های سطح اثر، به‌طور کامل قابل بازیابی نیست. آشکارسازی نقش‌ها و اطلاعات سطح دست‌ساخته‌های تاریخی-فرهنگی، به‌واسطه روش‌های مختلف بررسی سطح و زیر سطح، چالش‌های فراوانی را به دلایلی همچون نبود دسترسی راحت، مشکلات ناشی از حمل‌ونقل، مقرون‌به‌صرفه نبودن و نبود امکان استفاده برای انواع اشیاء ایجاد می‌کند. روش تصویربرداری واریختگی بازتابشی (RTI) یک روش تصویربرداری محاسباتی است که بررسی سطح را به‌صورت پویا از چندین زاویه ممکن کرده و به‌واسطه پرداخت‌های الگوریتمی مختلف بافت و رنگ سطح امکان بهبودبخشی این تصاویر را نیز فراهم می‌آورد. تاکنون این شیوه بر انواع اشیاء تاریخی نتایج مؤثری را از بررسی فناوری تولید و ریخت‌شناسی سطح نشان داده است. نمونهٔ موردی استفاده از این روش، جام مکشوفه از گورستان چالادئم بوده که در کاوش‌های سال ۱۳۹۷ از روستای شال خلخال استان اردبیل به‌دست آمده و هم‌اکنون در موزهٔ باستان‌شناسی اردبیل نگهداری می‌شود. نقش‌های این جام به‌دلیل ظرافت اجرای آن و رسوب‌گرفتگی سطحی زیاد، حتی پس از پاکسازی در فرایند حفاظت و مرمت به‌طور کامل مشخص و خوانا نبود. تصویرهای حاصل از این روش تصویربرداری، به کسب اطلاعات مختلفی از سطح در شناسایی شیوه اجرای نقش، نشانه‌های استفاده، ریخت‌شناسی محصولات خوردگی و بازنمایی نقش انجامید. درنهایت، براساس خوانش و تفسیر نقش‌ها، می‌توان گفت این جام مربوط به اواخر هزارهٔ دوم تا اوایل هزارهٔ اول پ‌م است.

واژه‌های کلیدی: تصویربرداری واریختگی بازتابشی (RTI)، نقش‌های جانوری، جام نقره، گورستان چالادئم شال، شمال‌غربی ایران.

[۱]. دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران (نویسندهٔ مسئول). b.jelodarian@tabriziau.ac.ir
[۲]. گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
[۳]. گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

مشخصات مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱۸ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۲ | تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲

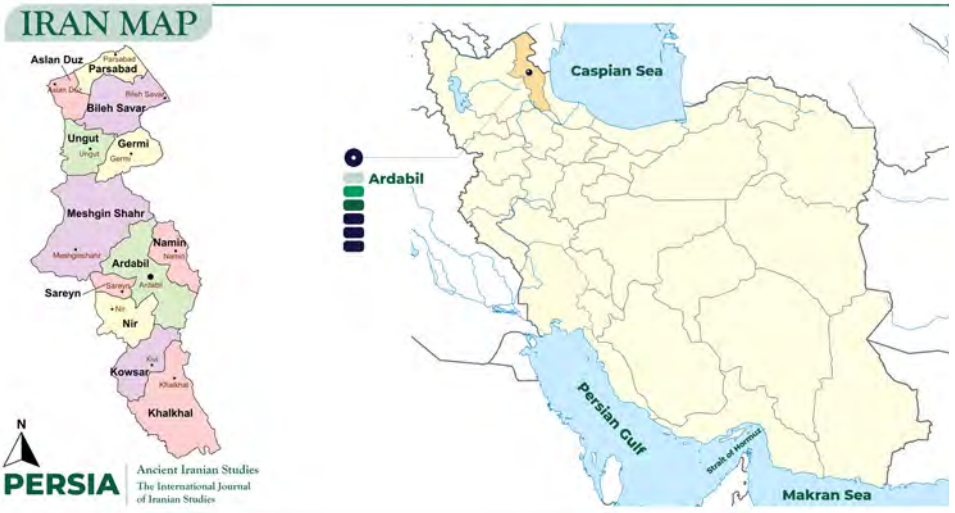
استناد: جلوداریان بیدگلی، بهروز؛ متقی، نشاط؛ حبی، الناز. (۱۴۰۳). "بازنمایی نقش‌ها و ریخت‌شناسی جام گورستان چالادئم شال خلخال اردبیل براساس داده‌های تصویربرداری واریختگی بازتابشی (RTI)"، *پژوهشنامهٔ ایران باستان*، سال ۴، شمارهٔ ۱۲: ۳-۳۱.
https://doi.org/10.22034/ais.2024.487303.1123

مقدمه

نقش یکی از نخستین محصولات قوای بصری انسان است. انسان با درک نقش و اجرای آن، جهان پیرامون خود را منعکس و با آن آشنا می‌شود (Gibson, 1986). این ناشناخته‌ها در مواردی در نمادهای مادی تجلی پیدا کرده‌اند؛ نمادهایی که بیان اعتقاد و باور افراد جامعه نسبت به اتفاقات پیرامون آنها بوده است (عسکرپور، ۱۳۹۵). مردم فلات ایران نیز پس از آشنایی با ایجاد نقش بر سفال و در مراحل بعدی با ایجاد نقش بر ظرف‌های فلزی و دیگر آثار، از آنها برای برقراری ارتباط با محیط اطراف استفاده کردند، زیرا از راه‌های ایجاد ارتباط با محیط اطراف به‌شمار می‌رفت و از این طریق با آیندگان نیز ارتباط برقرار می‌کردند (گیرشمن، ۱۹۷۶: ۵). انسان دوران باستان همواره وحشت و اضطراب پیرامون و ناگواری‌های زندگی خود را به نیروهای اهریمنی نسبت می‌داد. آنان از نیروهای شوم اهریمنان می‌ترسیدند و برای نگهداری خود از شر اهریمنان و غلبه کردن خوبی‌ها بر آن به دعا و طلسم‌های گوناگون متوسل می‌شدند. این مردمان در دوره‌های مختلف تاریخی ترس‌ها و نگرانی‌های خود را بر دیوار غارها و یا بر اشیای مذهبی و یا اشیا مورد استفاده خود نقش می‌کردند. با بررسی این نقش‌ها و مطالعه آنها می‌توان علاقه انسان اولیه را در نمایش‌دادن مظاهر خدایان و چگونگی پرستش آن‌ها پی برد؛ چنان‌که نقش خورشید و حیوانات منسوب به خورشید مانند عقاب، شیر، گاو، بز کوهی و غیره بر سفال‌ها و بعدها فلزات دوره‌های پیش‌ازتاریخ نقش بسته‌اند (نگهبان، ۱۳۵۵).

سطح هر جسم تقریباً تمام اطلاعات مربوط به جسم را دربر می‌گیرد. این بخش نشانه‌هایی از تولید، پوشش‌های رنگی و طرح‌های تزیینی، رسوبات ناشی از استفاده و سایش را داراست. این بخش با جهان اطراف در ارتباط بوده و بنابراین اطلاعات آن به‌تدریج اضمحلال پیدا کرده، خراش برمی‌دارد یا از بین می‌رود. درنهایت می‌توان گفت، اطلاعات مربوط به ظاهر و ساخت اصلی شیء به‌تدریج از بین می‌رود و با استفاده از شواهد بعدی جایگزین می‌شود (Caple, 2006). در این میان، در مواردی نیز آسیب به نقش، مربوط به عملیات پس از کاوش و در کنار آن مواد مورد استفاده برای پاکسازی و زدودن آلودگی‌ها باعث از بین رفتن بخش‌هایی از سطح اصلی اثر نیز می‌شوند. بنابراین مطالعات متعددی برای بازشناسی تزیینات و تفکیک آن از مواد جانبی آثار فلزی انجام شده (Sáenz-Samper & Martinón-Torres, 2017; Schorsch, 2014) که به‌طورکلی بر پایهٔ داده‌های بررسی سطح و زیر سطح، با مقیاس‌های مختلف است. این شیوه‌ها با هدف آشکارسازی نقش‌ها برای تحلیل ترکیب‌بندی نقش‌های مختلف در کنار یکدیگر و وجه اشتراک آنها اهمیت بسیاری دارد.

گورستان چالادئم در روستای شال بخش شاهرود شهرستان خلخال استان اردبیل قرار دارد (تصویر ۱) این محوطه در ابتدا طی یک حفاری غیرمجاز مورد کندوکاو قرار گرفته و متأسفانه در این حین، تعدادی از آثار را قاچاقچیان به یغما بردند. سپس در قالب یک طرح اضطراری از سوی معاونت میراث فرهنگی استان اردبیل در سال ۱۳۹۷ کاوش باستان‌شناختی شد. از این گورستان دو قبر کاوش شد که در گور B1 جام نقره‌ای همراه اشیایی چون ابزارآلات جنگ مفرغی به دست آمد (شایقی، ۱۳۹۸). در میان اشیا به‌دست‌آمده از این کاوش، یک جام به شکل ساعت شنی شاخص‌ترین آنها بوده است. ازآنجاکه این گورستان در محدودهٔ روستای شال واقع است، این اثر نیز به نام «جام شال» ثبت شده و در حال حاضر در موزهٔ باستان‌شناسی اردبیل نگهداری می‌شود (تصویر ۲). این جام از جنس نقره (صمدی و دیگران، ۱۴۰۰)، با نقش‌های



تصویر ۱. ایران و موقعیت جغرافیایی اردبیل و گورستان چالادئم شال خلخال
Fig. 1. Iran and Location of the Ardabil
(Adapted by *Ancient Iranian Studies* from a Map from Wikimedia Commons under a Creative Commons Licence CC BY-SA 4.0)

متعدد در بخش بیرونی و همچنین کف آن بوده که به‌دلیل فشار وارده در زیر خاک تغییر شکل داده و دهانهٔ اثر تغییر شکل داده است.

پس از تحویل اثر به موزهٔ باستان‌شناسی استان اردبیل، کار مرمت آثار آغاز شد. باوجود انجام مرمت دقیق و اصولی (رزم، ۱۳۹۹)، نقش‌های جام به دلایل دیگری مانند ساییدگی و گذر زمان و آسیب‌های وارده در زیر خاک به‌طور کامل و با اطمینان قابل‌خواندن و بازنمایی نبود. به‌طوری‌که در طراحی فنی نقش، امکان هرگونه اعمال سلیقه یا خطای دید در اجرای نقش‌ها وجود داشت. بنابراین تصمیم بر آن شد تا در قالب طرح پژوهشی از سوی اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی استان به کمک روش تصویربرداری در محل نقش جام بازنمایی شود

پرسش‌های اصلی این پژوهش چنین است: ۱. روش RTI چگونه می‌تواند در بازیابی نقش‌های محو شده کمک کند؟ ۲. جام مورد مطالعه دارای چه نقوشی بوده و از دیدگاه آیینی چه مفاهیمی را بیان می‌کند؟

پیشینه و توسعه روش تصویربرداری واریختگی بازتابشی (RTI)

روش تصویربرداری واریختگی بازتابشی شیوه‌ای است که ویژگی‌های مختلف سطح را فرای محدودیت‌های بررسی مستقیم فیزیکی نمایان می‌سازد (Mudge *et al.*, 2005). این شیوه، یک روش تصویربرداری محاسباتی است که از مجموعه تصاویر با جهت‌های نوردهی مختلف استفاده می‌کند و کاربر را قادر می‌سازد به شکل تعاملی از هر جهتی سوژه را نورانی کند. از طرفی فیلترهای بهبودبخشی تصویر نیز بافت سطح را به نحوهٔ دلخواه کاربر برای نشان‌دادن ویژگی‌های بافتی بهبود می‌دهند. شیوه‌های عملکردی آن توسط دو الگوریتم نقشه‌برداری چندفرازی بافت[1] و الگوریتم هماهنگ‌های نیمکروی[2] برای آن توسعه داده شد

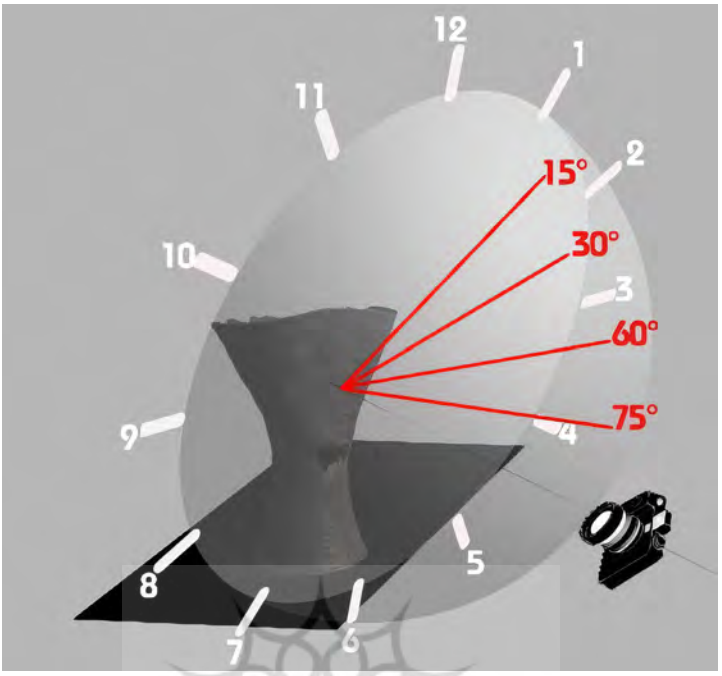
[1] ptmfitter
[2] hshfitter

تصویر ۲. نمایی از جام؛ در این جهت از جام، بخش‌های از بین رفته و تورفته دیده می‌شود.
Fig. 2. Overall View of the Beaker; Missing Sections and Indentations are Visible from this Angle.

در این میان محققان دانشگاه کاتولیک لون[1] روش دیگری را برپایه اصول اجرایی پایه PTM برای

Malzbender *et al.*, 2000; Malzbender,) .(Wolters, *et al.*, 2001; Mudge *et al.*, 2008

[1] Katholieke Universiteit Leuven

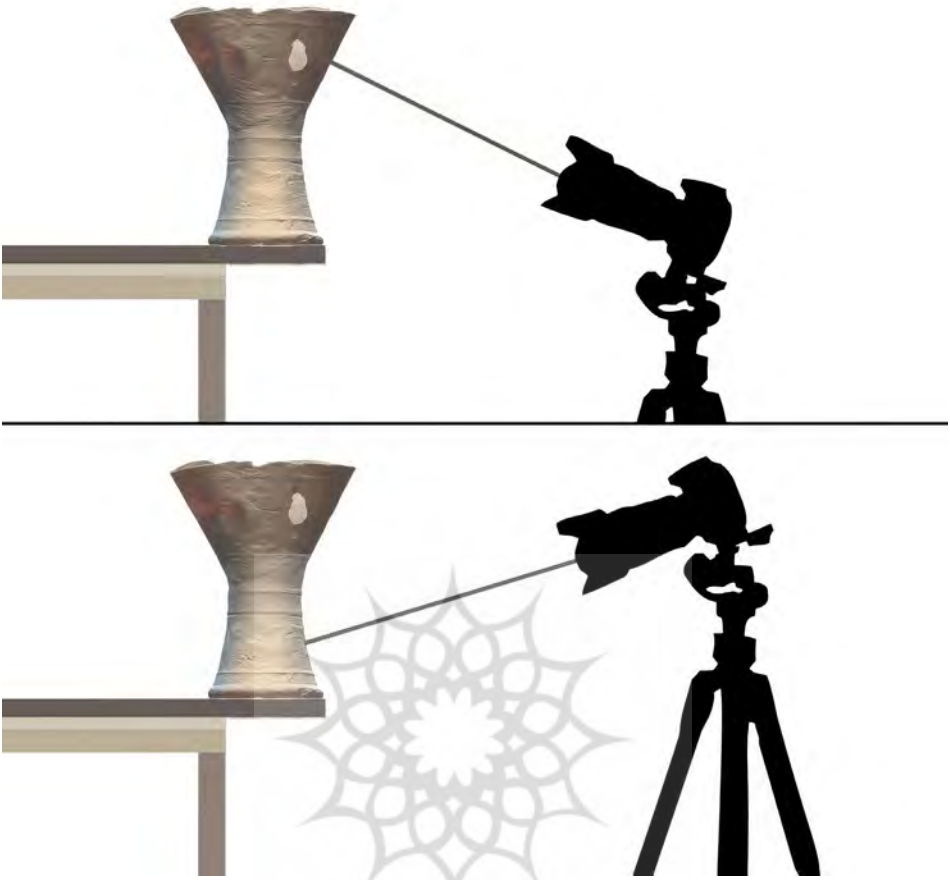


تصویر ۳. موقعیت نورها در چهار زاویه به شکل کروی
Fig. 3. Position of Lights at Four Spherical Angles

نمایش سه‌بعدی نتایج توسعه دادند (Havemann *et al.*, 2008; Willems *et al.*, 2005) هرچند این روش به‌عنوان یک شیوهٔ پیشنهادی جایگزین برای نمایش ۳۶۰ درجه مطرح شد، باوجود توسعهٔ روش فتوگرامتری توجهی چندانی به آن نشد. پس از آن نیز روش نمایش دید چندتایی[1] مطرح شد (Mudge *et al.*, 2006)، اما در نسخه‌های بعدی توسعه‌های نرم‌افزاری مؤسسه تصویربرداری از میراث فرهنگی[2] (CHI) حذف شد. همراه با پیشرفت مترقی این روش در دستیابی به ویژگی‌های حداکثری، سطح توسعهٔ نمایش‌دهندهٔ نتایج آن موجب تسهیل روند استفاده آن در میراث فرهنگی شد. حال‌آنکه محدودیت استفاده آن برای اشیا بزرگ همچنان وجود داشت که این محدودیت نیز با فعالیت‌های مؤسسه تصویربرداری از میراث فرهنگی در گسترش روش اجرا و ابداع روش قابل‌حمل هایلایت[3] با محوریت به‌کارگیری بر اشیا بزرگ برداشته شد (Dellepiane *et al.*, 2006; Duffy *et al.*, 2018). در سال‌های اخیر نیز توسعه این روش برپایه کاهش هزینه ابزار و بهبود روش برای اجرای خودکار ادامه پیدا کرده است (Le-mesle & Bigerelle, 2024; Pistellato, & Ber-gamasco, 2022; Vietti *et al.*, 2023).

در همان ابتدا این روش برای اموال میراث فرهنگی بر یک گل‌نوشتهٔ سومر نو ۴۰۰۰ ساله و تندیس تدفینی مصری ۳۰۰۰ ساله انجام گرفت (Malzbender, *et al.*, 2001). در سال‌های اخیر این شیوه توانسته برای انواع دست‌ساخته‌های بشر اطلاعات مفیدی را فراهم آورد (Earl et *al.*,, 2011; Mytum & Peterson, 2018). اطلاعاتی

[1] Multiple-Viewpoint
[2] Cultural Heritage Imaging
[3] Highlight Method



تصویر ۴. موقعیت دوربین در نسبت به دو قسمت بالایی و پایینی
Fig. 4. Position of the Camera Relative to the Upper and Lower Sections

از بافت سطح اشیا با انواع مواد همچون پارچه‌ها (Frank, 2017)، استخوان (Clarke & Chris-tensen, 2016; Newman, 2015)، آثار گلی (Bennison-Chapman & Hager, 2018; Pa-padopoulos *et al.*, 2019)، سرامیک (Torino *et al.*, 2025) و آثار چوبی (Graeme Earl *et al.*, 2010; Florindi *et* al., 2020) به‌واسطه این روش به‌دست آمده است. در این میان، پژوهش‌های بسیار محدودی نیز برای بررسی بافت و ریخت‌شناسی سطح آثار فلزی همچون سکه‌ها نیز صورت پذیرفته است (Cosentino, 2013; Kotoula & Kyranoudi, 2013; Ha-meeuw, 2018; Min *et al.*, 2021; Mudge *et al.*, 2005). این بررسی‌ها می‌تواند ضمن بازنمایی نقش سکه‌ها، برای ارزیابی وضعیت و نظارت بر فرایندهای حفاظت و مرمت نیز مفید باشد (Si-atou *et al.*, 2022). محدود بودن پژوهش‌های مربوط به بررسی آثار فلزی اغلب به‌دلیل بازتاب آیینه‌ای بسیار زیاد این آثار بوده است. بااین‌حال، با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف تقویت تصویر می‌توان رَدهای بسیار ظریف را نیز تشخیص داد (Dai *et al.*, 2020). باوجود آنکه این شیوه برای انواع سطوح با ویژگی‌های مختلف به‌کار گرفته شده است، بهترین نتیجه را برای سطح غیرخمیده

ارائه می‌دهد. به همین دلیل بررسی نقش‌ها و موضع سطح برای آثاری سه‌بعدی مانند جام‌ها با این روش صورت نپذیرفته است.

هدف از این پژوهش بازنمایی نقش و ریخت‌شناسی سطح جام گورستان شال است که باتوجه به محدودیت‌های حمل‌ونقل و نوبد امکان انتقال آن به فضای آزمایشگاهی خارج از موزه از یک‌سو و محدودیت بسیار در امکان دسترسی به دستگاه‌ها و ابزارهای آشکارساز نقش از سوی دیگر سبب شد تا روش RTI در اولویت تصمیم برای اجرا قرار گیرد. اگرچه هیچ‌گاه نمی‌توان تفسیر قطعی از نقش‌مایه‌های موجود بر جام فلزی ارائه کرد، پژوهش پیش‌رو می‌تواند دیدگاه جدید و متفاوتی را در ظاهرسازی نقش و کمک به تفسیر این نقش‌ها در آثار این دوره در اختیار علاقه‌مندان قرار دهد. از طرف دیگر، خمیده‌بودن سطح اثر، چالشی را برای اجرای این روش ایجاد کرده که روش‌شناسی منحصربه‌فردی نیز برای آن اجرا می‌شود.

روش تحقیق

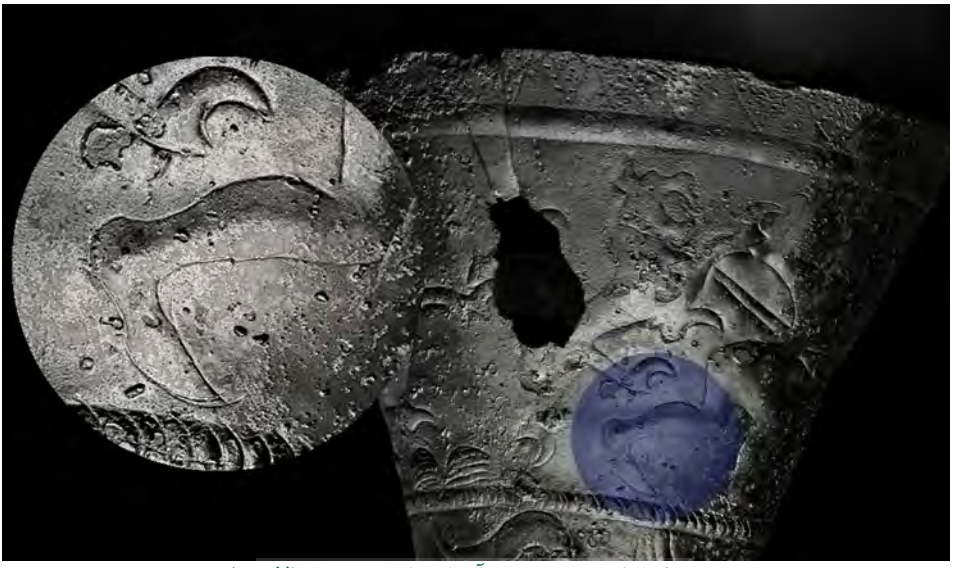
این پژوهش به روش توصیفی-تطبیقی نقش، با استفاده از داده‌های حاصل از شیوهٔ تصویربرداری RTI، جام‌های فلزی مشابه به‌دست آمده از محوطه‌های شمال، شمال‌غربی و غرب ایران را بررسی می‌کند. مقایسه این نقش‌ها به‌صورت جزء‌به‌جزء و همچنین ترکیب نقش‌های مختلف با یکدیگر انجام شد.

روش انتخابی تصویربرداری RTI شیء، شیوهٔ هایلایت بوده و با بهره‌گیری از تنظیمات پیشنهادی ارائه شده توسط پروژه WSRP (West Semitic Research Project, 2016)، با استفاده از دوربین نیکون D750 با لنز نیکون 50mm AF-D با دیافراگم f/13، سرعت شاتر sec1/60 گرفته شد. موقعیت‌های نوردهی در این روش در زاویه‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۷۵ درجه در حول موقعیت‌های مختلف تابانده شد، به شکلی که موقعیت‌های نوری مختلف در ۱۲ فاصله به شکلی کروی قرار گرفت (تصویر ۳). موقعیت دوربین نیز یک‌بار بر محور قسمت بالایی و یک‌بار بر محور قسمت پایینی به‌صورت عمود قرار داده شد (تصویر ۴). به‌منظور مقایسهٔ نقش‌ها به‌صورت کامل، تصویربرداری دورتادور جام انجام شد. مجموعه ۵۷۶ تصویر برای پردازش استفاده شد. خروجی استفاده شده برای تحلیل تصاویر الگوریتم ptmfitter و hshfitter و حالت‌های پرداخت مختلف اعم از بهبودبخشی آینه‌ای[1] و حالت نمایش قائم به سطح[2] بودند.

بحث

در این مقاله مصورسازی‌های RTI در سه موضوع ارائه می‌شود: الف) شیوه اجرای نقش، ب) نشانه‌های استفاده و فرآیندهای پسانهشتی و ج) بازنمایی نقش. این مصورسازی‌ها در جهت پیدا کردن الگوهای تولید نقش و استفاده از ابزار در تولید آن بوده، به شکلی که تصویر معمولی قادر به ردیابی آنها نیست. از طرف دیگر، الگوهای تکرارپذیر در تولید نقش نیز به تفسیر شیوه‌های تولید کمک می‌کند. همچنین، شواهد فرآیندهای نهشتی و پسانهشتی که در قالب الگوهای هوازدگی، فشارهای فیزیکی هستند، بررسی می‌شود. تصویرهای مختلفی از پتانسیل اجرای RTI در قالب دسته‌بندی‌های یادشده ارائه می‌شود. گفتنی است که به‌صورت‌کلی نتیجهٔ اولیه به بهبود ویژگی‌های سطح به‌منظور شناسایی اولیهٔ بخش‌های دارای خوردگی، که نقش با خوردگی ترکیب‌شده است، کمک می‌کند.

[1] Specular Enhancement
[2] Normal



تصویر ۵. پرداخت بهبودبخشی آینه‌ای برای بخش نیمه بالایی جام
Fig. 5. Specular Enhancement Rendering Mode for the Hpper Half of the Beaker

باتوجه به وضعیت جام، قسمت‌های ضربه‌دیده، تورفتگی‌ها و ناهمواری‌های عمیقی قابل مشاهده است که باعث شده شکل جام از حالت ساعت شنی به چندضلعی تغییر پیدا کند. این مسئله از طرفی باعث بهبود نتایج در قسمت‌های دارای برآمدگی کمتر و غیر قوس شده، ولی از طرفی دیگر در اجرای روش RTI به شکل ۳۶۰ درجه به‌دلیل محدود کردن موقعیت‌های منابع نور کیفیت نتیجه را کاهش می‌دهد. مسئلهٔ دیگر خوردگی‌های نامتوازن در بخش‌های مختلف بوده که باعث می‌شود خط‌های نقش در بخش‌های اصلی به‌سختی تشخیص داده شوند. هرچند توصیه‌های اجرایی برای RTI بر مبنای سطوح به‌نسبت مسطح پیش‌بینی‌شده اما باتوجه به اینکه جام از حالت ساعت شنی بیرون آمده، می‌تواند در همان بخش‌ها نتیجهٔ ثمربخش داشته باشد.

فن اجرای نقش

چنانکه در تصویر ۵ نیز مشخص است، می‌توان شواهدی از اصلاح نقش را به‌واسطهٔ خروجی پرداخت بهبودبخشی آینه‌ای مشاهده کرد. به شکلی که می‌توان گفت فرایند ایجاد نقش به شکل بوده که از فرورفتگی‌های کم‌عمق بهره گرفته شده است. پیشتر این الگوریتم برای سکه‌ها و تزیینات فلزی به شکل مؤثری استفاده شده است (Bevan *et al.*, 2013; Mytum & Peterson, 2018). این نوع اجرای نقش برای آثار فلزی نقره در نمونه‌های مختلف فلزکاری در ایران گزارش شده است (Untracht, 1975; Muscarella, 1974; Brannt, 1919; Moorey, 1971). باتوجه به اینکه سطح اصلی آن بدون پرچ‌کاری بوده و همچنین قسمت کمر شیء نیز بسیار باریک است، به‌احتمال اجرای نقش از سطح بیرونی انجام شده است. معمولاً این شیوهٔ اجرا با استفاده از سندان و چکش‌کاری با استفاده از شیء نوک‌تیز برای اصلاح نقش‌ها و اضافه کردن جزییات انجام می‌گرفته است (Hodges, 1976). این اصلاح نقش در قسمت‌های دایره‌ای‌شکل (پنجه پا) نیز قابل ردیابی است که به‌احتمال از ابزاری نیم‌دایره‌ای

تصویر ۶. حالت نمایش قائم به سطح (Hshfitter) از قسمت کف، جزییات نقش به‌خوبی قابل مشاهده است
Fig. 6. Normal Map Visualization (Hshfitter) of the Base; Details of the Motif Are Clearly Visible

تصویر ۷. حالت نمایش قائم به سطح (Ptmfitter) از قسمت میانی جام
Fig. 7. Normal Map Visualization (Ptmfitter) of the Middle Section of the Beaker

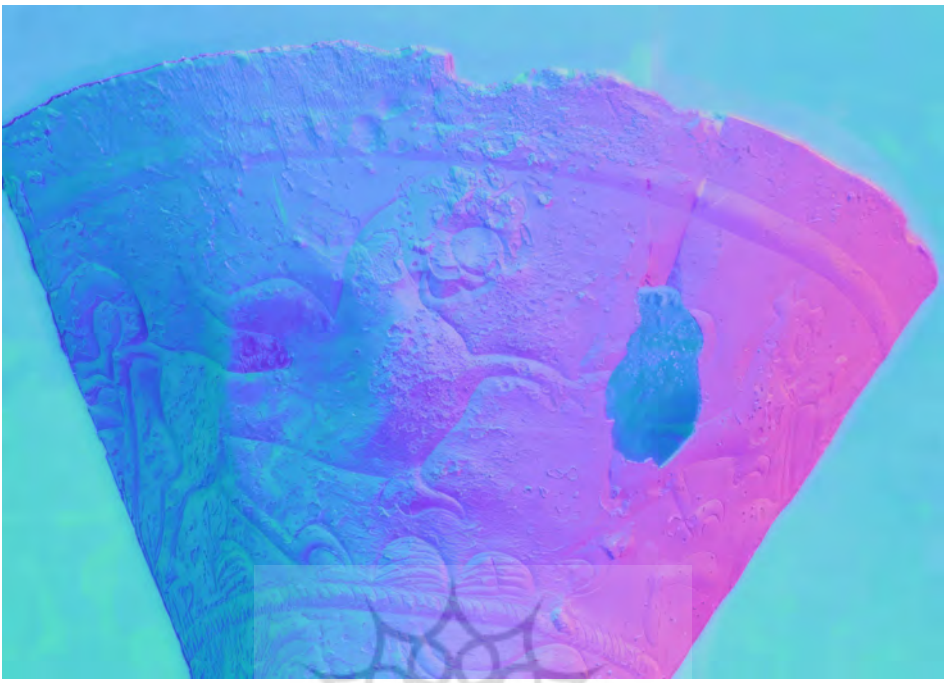
برای ایجاد رد اولیه استفاده شده و سپس با ابزار نوک‌تیز مخروطی اصلاح شده است (تصویر ۶ و تصویر ۷). درنهایت، می‌توان شواهدی از ایجاد نقش‌ها را که با استفاده از ابزارهای مختلف از روی جام انجام شده ردیابی کرد. هیچ شواهدی از اتصالات، درزها، لحیم‌کاری یا تعمیرات مشاهده نمی‌شود. این نوع فناوری ساخت بسیار نزدیک به فناوری ساخت اشیا فلزی لرستان است که موری (Moorey, 1971) به‌طور کامل توصیف کرده است.

تصویر ۸. حالت نمایش قائم به سطح (Ptmfitter) از شمایل وسط؛ نشانه استفاده از جام یا استفاده از ابزاری که برای ایجاد نقش که به‌صورت اتفاقی ردی را ایجاد کرده، قابل مشاهده است.
Fig. 8. Normal Map Visualization (Ptmfitter) of the Central Motif; Evidence of the Beaker's Use or of a Tool Used to Create the Motif, which Has Left an Accidental Trace is Visible.

نشانه‌های استفاده و فرایندهای پسانهشتی

حالت‌های بهبود بخشی RTI جزییات و مشخصه‌های فیزیکی خوردگی را برای تعیین مشخصه‌های سطحی آن و بررسی دقیق‌تر ویژگی‌های فیزیکی خوردگی نمایان می‌کند. جام مورد بررسی تقریباً در وضعیت مناسب ساختاری قرار گرفته است. گرچه به‌راحتی می‌توان مشاهده کرد که خوردگی‌هایی بر سطح دارد، به‌احتمال مقدار زیادی از محصولات خوردگی در عملیات تمیزکاری و مرمت حذف شده است. فلز نقره تمایل زیادی به تشکیل فیبرهای خوردگی یکنواخت ندارد. مطالعات آزمایشگاهی انجام شده بر نمونه‌های مختلف نقره، وجود دندریت‌ها و خوشه‌ها را در لایه‌های خوردگی نشان می‌دهد. در بسیاری از آزمایش‌ها حملهٔ نقره در یک محیط خورنده، محصولات خوردگی کلامپ[1] (توده‌ای از خوردگی‌ها)، دندریت، ندول[2] (ایجاد برآمدگی‌های کوچک بر سطح)، ویسکر[3] (ایجاد رشته‌های مویی کوچک) را تشکیل می‌دهد که بر سطح می‌چسبند (Vassiliou & Gouda, 2013). خوردگی باعث ایجاد یک سطح ناهموار و حفره‌ای شده که به‌صورت محلی باعث ایجاد حفره‌های گسترده و تشکیل سوراخ‌های کوچک متعدد شده است (تصویر ۸ و تصویر ۹). خوردگی همچنین

[1] clump
[2] nodule
[3] whisker



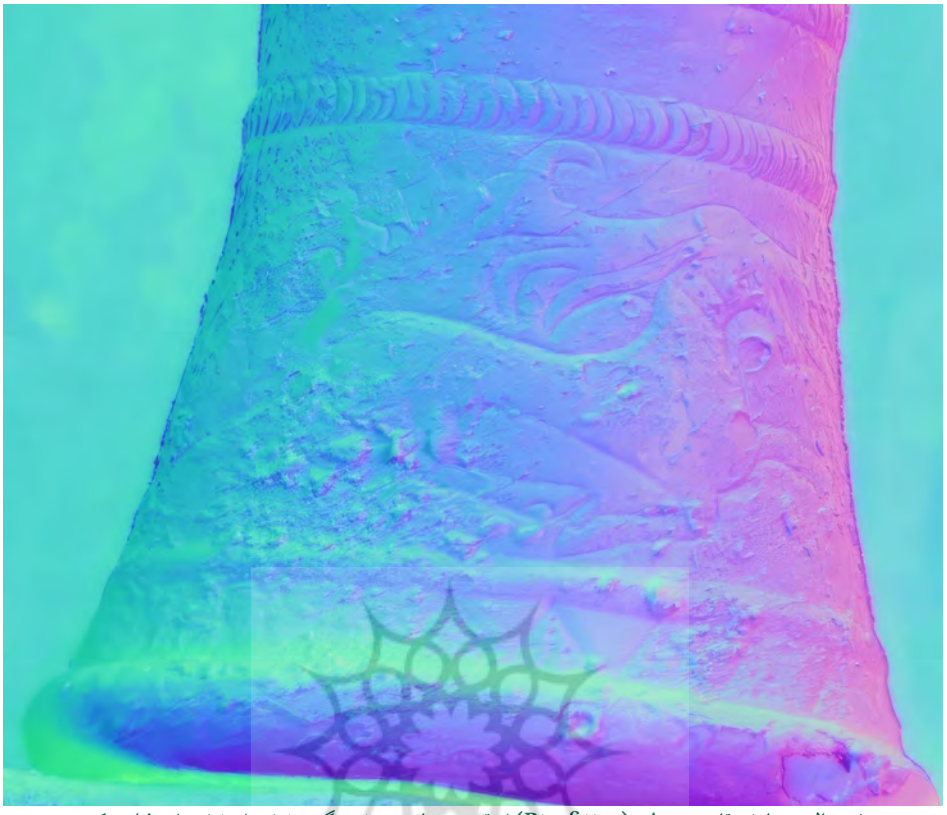
تصویر ۹. حالت نمایش قائم به سطح (Ptmfitter) از نیمه بالایی؛ بافت خوردگی بر نقش
Fig. 9. Normal Map Visualization (Ptmfitter) of the Upper Half; Corrosive Texture on the Motif

باعث ایجاد ترک‌های مویی نیز شده است و در قسمت بدنه اثر ترک‌های بزرگی نیز قابل مشاهده است (تصویر ۹). همچنین، قسمت‌هایی نیز دارای بافت خوردگی با رد نقش و شواهد استفاده از جام در ترکیب بوده که باعث مخدوش شدن آن بخش‌ها شده که با استفاده از حالت‌های بهبودبخشی مختلف، نقش نسبت به خوردگی متمایز شده است (تصویر ۱۰ و تصویر ۱۱).

توصیف نقش و سبک‌شناسی

همان‌طورکه در بخش قبل اشاره شد، به‌دلیل زنگارهای ایجاد شده روی اثر و پاتین‌های حاصل از شرایط محیطی، نقش‌های روی جام دچار ساییدگی‌های زیاد شده و در مواردی نیز با چشم غیرمسلح به‌راحتی قابل دیدن نیست و همین عامل سبب شد تا جهت برطرف کردن مشکل و رسیدن به هدف آشکارسازی نقش‌های اثر از فن مناسب و درعین‌حال غیرمخرب در بازنمایی نقش کمک گرفته شود. در نیل به این هدف و رفع مشکل یادشده از روش تصویربرداری واریختگی بازتابشی (RTI) استفاده شد و طرح مورد نظر به‌طور کامل آشکارسازی شد. این روش تأثیر بسیار شایانی در کمک به طراحی فنی نهایی اثر داشته است. اکنون می‌توان به‌راحتی و با اطمینان بیشتر نقش‌های روی اثر را توصیف و تفسیر کرد.

نقش‌های روی جام را می‌توان به سه ردیف/پنل اصلی تقسیم کرد که بین ۵ نوار به شکل برآمدگی (دو تای آن ساده و سه تای دیگر با الگوی فلس ماهی) قرار گرفته و روایتگر صحنه یا جمعی از حیوانات است (تصویر ۱۲). با خط‌های ریز قلم‌زنی شده و به شکل خط‌های اریب یا مثلثی



تصویر ۱۰. حالت نمایش قائم به سطح (Ptmfitter) از قسمت پایینی؛ خوردگی بخشی از نقش را پوشانده که در تصویر معمول قابل مشاهده نبود.

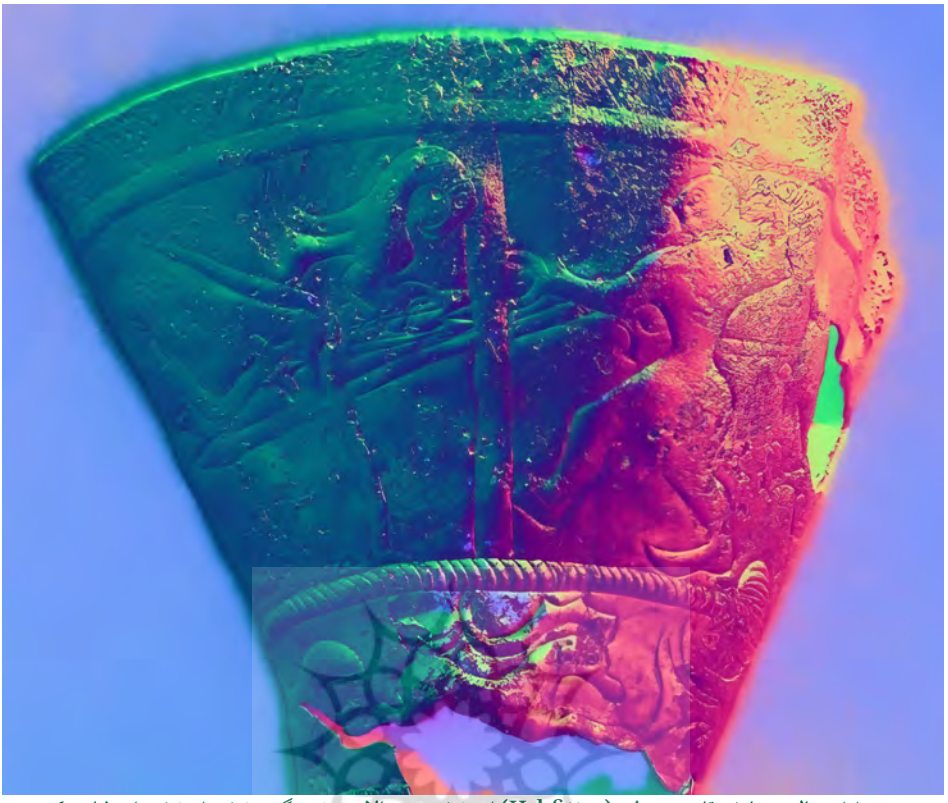
Fig. 10. Normal Map Visualization (Ptmfitter) of the Lower Section; Corrosion Has Obscured Part of the Motif that Was not Visible in the Standard Image

تو پر از یکدیگر جدا و مستقل شده‌اند. ردیف پایین نشانگر نقش سه چهارپا به همراه یک پرنده است.

همان‌طورکه در تصویر ۱۲ دیده می‌شود، شکل‌های مثلثی‌شکل دورتادور جام در قسمت بالایی و پایین آن نقش بسته است. باتوجه به اهمیت مقدس بودن کوه در نزد مردمان باستان، به‌احتمال زیاد مثلث‌های توپُر کار شده نماد کوه بوده است. کوه در همهٔ دوره‌های باستانی به‌ویژه در بین‌النهرین و ایران باستان نماد بزرگی، عظمت و جایگاه خدایان بوده است. خط‌های زیگزاگی و مثلث‌های به‌هم‌پیوسته که در بیشتر ظرف‌های پیش‌ازتاریخ نقش شده است نمادهایی از کوه هستند (پوپ، ۱۳۸۷: ۱۱).

بررسی ردیف اول جام

در ردیف بالا صحنه‌ای از نبرد به تصویر کشیده شده است (تصویر ۱۳)، در این نقش‌ها دو انسان برهنه دیده می‌شود که در حال نبرد با یکدیگر هستند. باتوجه به برهنگی و به‌احتمال بلندمرتبگی این دو شخصیت شاید بتوان آنها را تجسم خدایان در حال نبرد دانست که پشت سر هر یک از آنها نقش مشابه حیوانات ردیف پایین اما در ابعاد بزرگ‌تر در حال کمک به این دو نفر در حال جنگ است. در نقش‌های جام مورد مطالعه مردان یادشده نوعی کفش زبانه‌دار رو به بالا دارند. همان‌طورکه در بخش پیشین توضیح



تصویر ۱۱. حالت نمایش قائم به سطح (Hshfitter) از بخش نیمه بالایی؛ خوردگی بخشی از نقش را پوشانده که در تصویر معمول قابل مشاهده نبود.

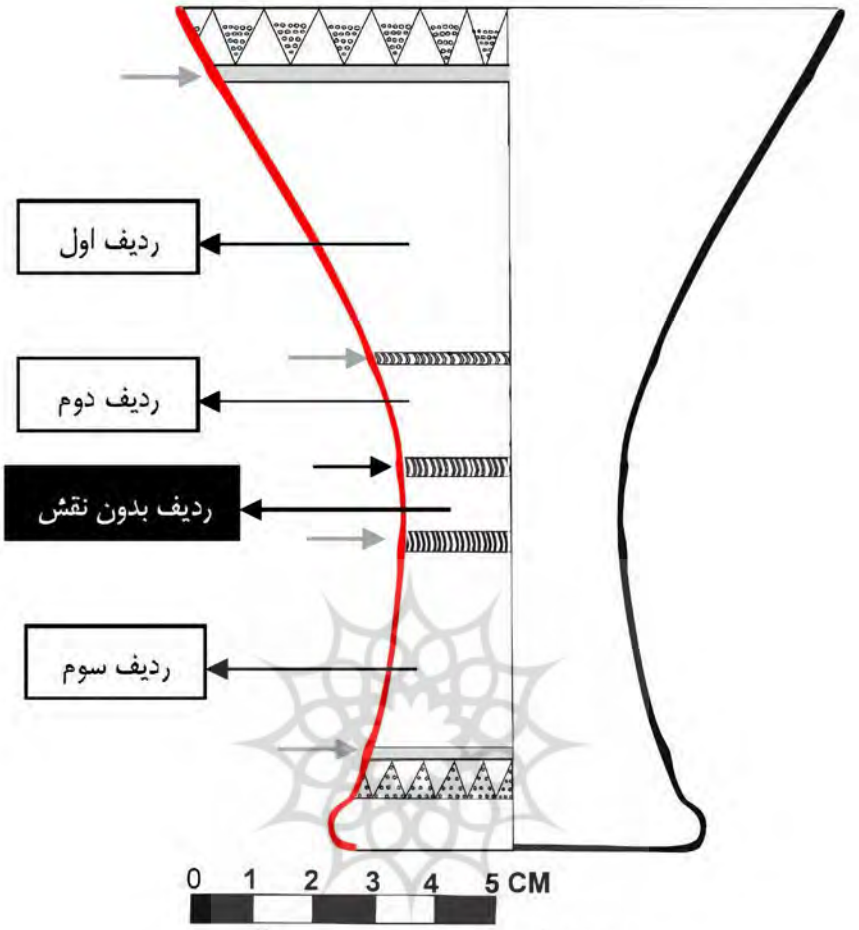
Fig. 11. Normal Map Visualization (Hshfitter) of the Upper Half; Corrosion Has Obscured Part of the Motif that Was not Visible in the Standard Image.

داده شد، باتوجه به تأکید هنرمند به اجرای این قسمت از نقش می‌توان گفت به‌احتمال اجرای صحیح آن اهمیت خاصی داشته است (تصویر ۵). ویلکینسون این نوع کفش را مادی می‌داند (Wilkinson, 1975: 217)؛ به‌طوری‌که می‌توان گفت، این نقش‌ها نشان‌دهندهٔ محلی‌بودن این هنر بوده و چنین آثاری در خارج از این منطقه خلق نشده‌اند (Wilkinson, 1975: 218).

در همان پنل بالایی نقش شیر بالدار نیز به‌کار رفته است. شیرها ازجمله حیواناتی هستند که اغلب در نقش‌های این دوره استفاده می‌شده است. آنها به‌طور مداوم با دهان‌های باز و دندان‌های برجسته نشان داده شده‌اند. این نقش‌ها اغلب با ویژگی‌های بارز پوزه و دهان باز و پنجه‌های بزرگ اجرا شده است (Danti, 2014; Yaghmaei, 2023). این نقش‌ها در فهرست نقش‌های اشیا یافته شده از حسنلو که به‌صورت برجسته بر اشیا اجرا شده‌اند و نیز این نقش‌ها بر اثر مهروموم کوزه‌های سفالی یافت‌شده از حسنلو نیز دیده می‌شوند (Winter, 1989). همچنین، صحنه‌های نبرد و یا شکار و نیز حیوانات افسانه‌ای هم جزء نقش‌های استفاده شده روی اشیای فلزی و سفالی بوده است.

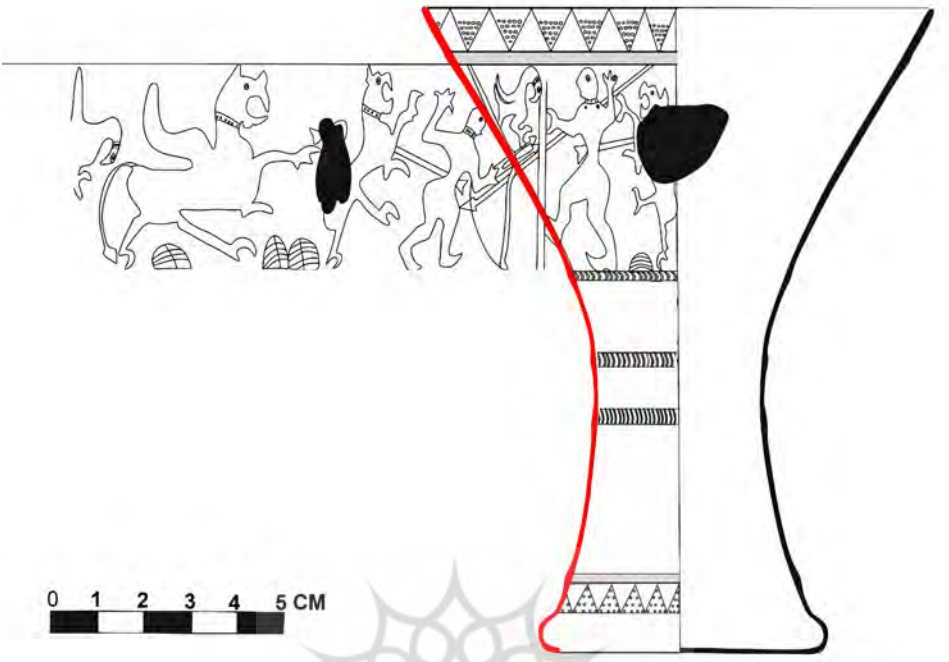
نقش بز کوهی

در پنل میانی در ترکیب با نقش پرنده و در پنل



تصویر ۱۲. موقعیت نوارها، نقش‌های مثلثی‌شکل (کوه) و ردیف‌ها در جام
Fig. 12. Position of the Bands, Triangular Motifs (Mountains), and Panels on the Beaker

پایینی در ترکیب با نقش شیر و پرنده، نقش بز شاخ‌دار (بز کوهی) قابل مشاهده است (تصویر ۱۴). در این اثر همچون بسیاری از آثار فلزی و سفالی، نقش بز، همراه با نشاط، جنب و جوش و پویایی نشان داده شده است (Yaghmaei, 2024). اجرای نقش بز کوهی در فرهنگ‌ها و دوره‌های گذشته دارای نماد و معانی مختلفی بوده است. بز کوهی نماد زایش، رویش، سرسبزی، آبادانی و فراوانی است (هال، ۱۳۸۰: ۳۵). به‌سبب چابکی و میل به بالا رفتن، نماد تلاش برای یافتن حقیقت نیز است (بروس-میتفورد، ۱۳۹۶: ۶۵). در صحنهٔ میانی جام مورد مطالعه، بار دیگر نقش ۲ بز کوهی شاخدار در حال دویدن دیده می‌شود. بز کوهی در دوره‌های مختلف نمادهای گوناگونی را به خود اختصاص داده است؛ به‌طوری‌که وقتی ماه پرستش می‌شده، نماد ماه بوده و در دوره‌ای دیگر نماد خورشید بوده است. این مسئله به‌احتمال در زمانی وجود داشته که بشر به زندگی کشاورزی گرایش پیدا کرده و دریافته است که خورشید باعث باروری

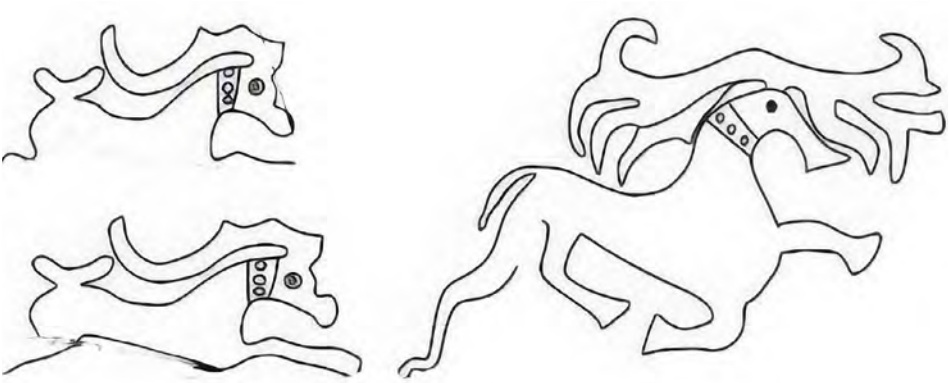


تصویر ۱۳. نقش قسمت بالایی جام و موقعیت نقش انسان، شیر و پرنده
Fig. 13. Motif of the Upper part of the Beaker and the Position of the Human, Lion, and Bird Figures

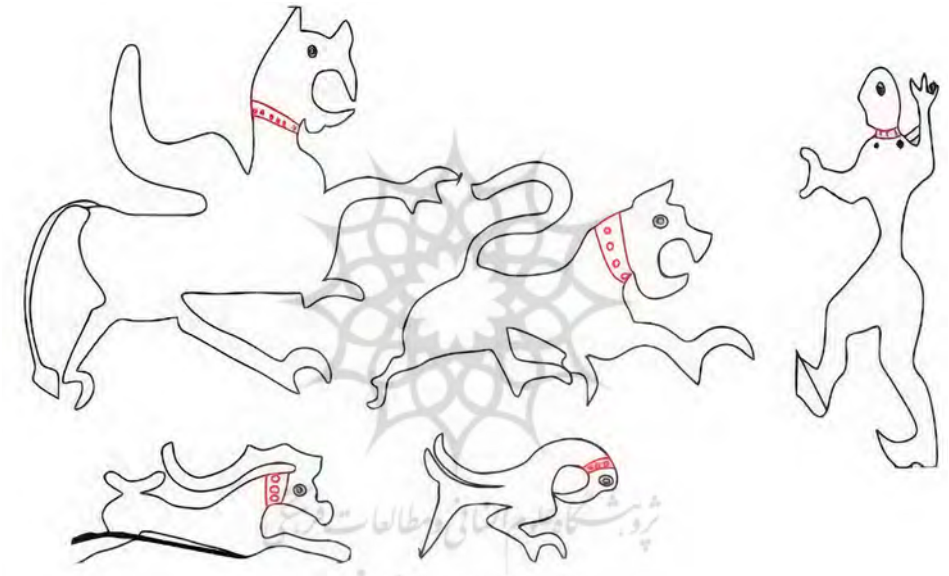
زمین و پرورش گیاهان و موجب گرم کردن و نیرو بخشیدن به انسان است (دورانت، ۱۳۷۹: ۷۳). این نماد در برخی اشیا تپه مارلیک، از جمله جام افسانه زندگی نیز وجود دارد. در این جام داستان تولد تا مرگ یک بز کوهی به تصویر کشیده شده است (نگهبان، ۱۳۵۵: ۴۲). ازآنجاکه نقش‌های اساطیری یا خداگونه در صحنه‌ای از نبرد یا مراسم خاصی دیده می‌شود، وجود این تصویرنگاری منفرد می‌تواند اهمیت آن را دوچندان کند که در نمونه جام‌های شمال‌غربی نیز دیده می‌شود (جدول ۱).

قلاده در نقش‌های ردیف‌های جام

آنچه در همهٔ نقش‌ها (انسان، بز، شیر، شیر بالدار و پرنده) مشترک بوده (تصویر ۱۵) و قابل توجه است، وجود قلاده‌ای مشابه به گردن آنهاست که با دایره‌هایی تزیین شده است. به‌احتمال زیاد نقش‌های ایجاد شده در جام مورد مطالعه جنگ میان دو خدا را به همراه موجودات افسانه‌ای به تصویر می‌کشد. ظرافت و دقت قلمزنی نقش‌ها با بهره‌گیری از پرسپکتیو، باعث شده تا تصویری زنده و متحرک از نبرد به نمایش گذاشته شود. مشابه چنین نقش‌های بارها در آثار متعدد به‌خصوص بر جام‌های اواخر هزارهٔ دوم و هزارهٔ اول پ‌م دیده شده است. شکل چنگال و سم حیوانات در نمونه‌های دیگری از جام‌های شمال و شمال‌غربی ایران دیده می‌شود. کنتور نفوذ سبک آشوری در غرب و شمال‌غربی ایران را در ارتباط با اورارتوها می‌داند. بدین مفهوم که ارتباط این مناطق با آشور مستقیم نبوده است، بلکه بسیاری از اشیا اورارتویی که در سرزمین خودشان و تحت تأثیر فرهنگ آشوری تولید شده‌اند؛ به‌طوری‌که



تصویر ۱۴. نقش بز در پنل پایینی (سمت راست) و نقش بز در پنل میانی (سمت چپ)
Fig. 14. Goat Motif in the Lower Panel (Right) and Goat Motif in the Middle Panel (Left)



تصویر ۱۵. وجود قلاده در همهٔ نقش‌های جام
Fig. 15. Presence of a Collar in All the Motifs on the Beaker

این مسئله نشان‌دهندهٔ نفوذ هنر آشوری در مناطق غرب و شمال‌غربی ایران از طریق اورارتوها است. او در این ارتباط کتیبه‌هایی را مثال می‌زند که توسط خود پادشاهان اورارتو و در اطراف دریاچهٔ ارومیه حک شده و متأثر از سبک آشوری هستند (Kantor, 1960). دراین‌باره گدار، ۳ عنصر اصلی و عمده را در آثار غرب و شمال‌غربی ایران معرفی می‌کند که شامل سبک‌های مانایی، آشوری و سکایی هستند (Godard, 1949). نقش افراد دارای لباس خاص، صحنهٔ شکار، ردیف حیوانات یا حیوانات اساطیری نیز به‌احتمال اشتراکات آشوری داشته باشند، هرچند در شرق نزدیک صحنه‌های متداولی هستند که تا دورهٔ هخامنشی نیز تداوم پیدا می‌کنند (ملازاده و بیننده، ۱۳۹۶). ردیف مشابهی از حیوانات یا جانوران اساطیری را می‌توان مکرر بر آثار هنری حسنلو و زیویه، و بر

جدول ۱. مشخصات جام‌های مشابه با جام مورد بررسی در این پژوهش
Table 1. Characteristics of Beakers Similar to the one Examined in this Study

شیء	نقش	گاهنگاری	محل کشف	محل نگهداری	جنس	تصویر
جام نقره حسنلو	انسانی، حیوانی		حسنلو	موزه ایران باستان	نقره	
جام نقره		۱۴۰۰-۱۰۰۰ پم	منسوب به مارلیک	موزه بریتانیا	نقره	
جام طلایی	حیوانی	۱۱۰۰-۱۰۰۰ پم	مارلیک	موزه هنر کلیولند	طلا	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شیء	نقش	گاهنگاری	محل کشف	محل نگهداری	جنس	تصویر
جام شیر و درخت	گیاهی، حیوانی	هزاره اول پ‌م		موزه ملی هنر آسیایی	طلا	
جام حسنلو	حیوانی، گیاهی	عصر آهن ۲	ساختمان سوخته ۱ در حسنلو ۴ ب		طلا	
جام افسانه زندگی مارلیک	حیوانی، گیاهی	اواخر هزاره دوم و اوایل هزاره اول پ‌م	مارلیک	موزه ایران باستان	طلا	
جام نبرد حیوان و پهلوان	حیوانی، انسانی	۹۰۰-۷۰۰ پ‌م	لرستان	موزه هنر کلیولند	نقره	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شیء	نقش	گاهنگاری	محل کشف	محل نگهداری	جنس	تصویر
جام	حیوانی، انسانی	عصر آهن	-	موزه بریتانیا	آلیاژ مس	

آجرهای قلایچی و ربط مشاهده کرد. درنهایت، شواهد نشان می‌دهد، جام شال را استادکاران و هنرمندان محلی و براساس سبک محلی ساخته‌اند، اما در انتخاب نقش‌مایه‌های تزیینی، انواع آشوری مبنای کار قرار گرفته است.

برآیند

با مطالعات صورت گرفته دربارهٔ نقش‌های به‌کار رفته در جام شال، این نقش‌ها تحت تأثیر فرهنگ‌های مناطق همجوار و سبک‌های محلی ایجاد شده است. باتوجه به مدارک موجود می‌توان گفت، نقش‌مایه‌های موردنظر مضمونی شناخته شده داشته‌اند و نیز باید این مسئله را ذکر کرد که نقوش به‌کاررفته همچون بز کوهی، شیر، کوه و نیز شخصیت‌هایی برجسته در نقش خدایان در این جام به‌صورت مجزا در خاورمیانه شناخته شده و بر این جام و همچنین در دیگر جام‌های عصر آهن تکرار شده است. با نمونهٔ موردی انجام‌شده که برای اولین‌بار روی اشیا فلزی کاوش شده در ایران، منتشر می‌شود، آشکار است که روش RTI می‌تواند در معرفی اشیا و به‌خصوص شناسایی ویژگی‌های سطح بسیاری از آثار تاریخی- فرهنگی مؤثر واقع شود. به کمک این روش می‌توان اطلاعاتی از نقش‌ها، فناوری ساخت، شواهد استفاده، آسیب‌ها و محصولات خوردگی را در آثار متعدد نشان داد. گرچه آن‌چنانکه در تجربهٔ عملی این پژوهش نیز مشخص شد محدودیت‌ها و وضعیت اشیا همچون تغییر فرم، آلودگی‌های سطح و تخریب‌ها در حصول بهترین نتیجه تأثیرگذار خواهند بود؛ به‌طوری‌که باوجود اجرای روش RTI به شکل زاویه‌دار برای دورتادور شیء، باز هم دریافت تصویر کاملی از ویژگی‌های سطح ممکن نیست. بی‌تردید، روش‌های متعددی برای بازسازی سه‌بعدی اشیا روزبه‌روز درحال‌توسعه هستند، اما همچنان شیوه‌های مقرون‌به‌صرفه در اولویت قرار دارند.

سپاسگزاری

نگارندگان از اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی استان اردبیل به‌خاطر همکاری در همهٔ مرحله‌های پروژه سپاسگزاری می‌کنند. همچنین از آقای مجتبی جوان اجدادی (امین اموال وقت)، برای همکاری در روند انجام فرایند تصویربرداری صمیمانه سپاسگزاریم.

Bibliography | کتاب‌نامه

بروس ـ میتفورد، میراندا. (۱۳۹۶). دایره‌المعارف مصور نمادها و نشانه‌ها، ترجمهٔ معصومه انصاری و حبیب بشیرپور. تهران: سایان.

Bruce-Mitford, M. (2018). *The illustrated book of signs & symbols*, Translated by Masoumeh Ansari and Habib Bashirpour, Tehran: Sayan (in persian).

بهنود، مهسا؛ افضل طوسی، عفت‌السادات؛ موسوی‌لر، اشرف‌السادات. (۱۳۹۵). بررسی سیر تاریخی تحول نقش نگاره بزکوهی در دوره ساسانیان. جلوه هنر، (۲)۸، ۲۹-۴۲.

Behnood, M., Afzal Tousi, E. O. S., & Mousavi Lar, A. S. (2016). "A Cross-Historical Investigation on Goat Motif Design Evolution (5000 B.C.-The Sassanids Empire)", *Glory of Art* (*Jelve-y Honar*) *Alzahra Scientific Quarterly Journal, 8*(2), 29-42. doi: 10.22051/jjh.2017.6252 (in persian).

پوپ، آرتور اپهام. (۱۳۸۷). شاهکارهای هنر ایران، ترجمهٔ پرویز خانلری. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.

Pope, A. U. (2008). *Masterpieces of Iranian art,* Translated by Parviz Khanleri, Tehran: Scientific and Cultural Publications Company (in persian).

دورانت، ویل. (۱۳۷۹). تاریخ فلسفه، ترجمهٔ عباس زریاب. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.

Durant, W. (2000). *The story of philosophy,* Translated by Abbsd Zaryab, Tehran: Scientific and Cultural Publications Company (in persian)

رزم، آرمان. (۱۳۹۹). گزارش مرمت اشیا و آثار مجموعه جهانی شیخ صفی‌الدین اردبیلی. آرشیو معاونت میراث فرهنگی استان اردبیل، منتشر نشده.

Razm, A. (2018). "Report on the restoration of objects and artifacts of the Sheikh Safi al-din Ardabili World Heritage", Ardabil Provincial Cultural Heritage Department Archive (Unpublished) (in persian).

شایقی، محمدرضا. (۱۳۹۸). گزارش مقدماتی کاوش گورستان چالادیم شال خلخال. آرشیو معاونت میراث فرهنگی استان اردبیل، منتشر نشده.

Shayeghi, M. R. (2019). "Preliminary Report on the Excavation of Chaladim Shal Khalkhal Cemetery", Ardabil Provincial Cultural Heritage Department Archive (Unpublished) (in persian).

صمدی احد؛ حبیبی آذریوش، فرزاد؛ نوری، سمیه؛ متقی، نشاط؛ عینی، فردین. (۱۴۰۰). شناسایی جنس و فن فراوری جام مکشوفه در گورستان چالادئم شال خلخال- اردبیل. پژوهه باستان سنجی. ۷ (۲):۱-۱۶.

Samadi A., Habibi Azarivash F., Nouri S., Mottaghi N., Eyni F. (2021). "Detection of the Material and Processing Technology of the Discovered Bowl in Chalade'em Shal Cemetrery of Khalkhal-Ardabil, NW Iran", *Journal of Research on Archaeometry*. 7(2), 1-16. doi:10.52547/jra.7.2.1 (in persian)

عسکرپور، وحید. (۱۳۹۵). پیش از تاریخ نقش‌ها. تهران: سمت.

Askarpour, V. (2016). *The Prehistory of Images: An Archaeological Introduction to Emergence and Development of Visual Representation*. Tehran: SAMT (in persian).

گیرشمن، رمان. (۱۳۷۲). ایران از آغاز تا اسلام، ترجمهٔ محمد معین. تهران: علمی و فرهنگی.

Ghirshman, R. (1961). *Iran from the earliest times to the Islamic conquest*, Translated by Mohammad Moin, Tehran: Scientific and Cultural Publications (in persian).

ملازاده، کاظم، بیننده، علی. (۱۳۹۶). توضیح سبک‌شناسی و تاریخ‌گذاری کمربند مفرغی و منقوش گرگول (آذربایجان غربی ـ ایران). مطالعات باستان‌شناسی، ۹ (۲): ۱۷۷-۱۹۱.

Mollazadeh, K., & binandeh, A. (2017). "An Explanation on Artistic Style and Date of a Decorated Bronze Belt from Gargul (West Azarbaijan, Iran)", *Journal of Archaeological Studies*, 9(2), 177-191. doi: 10.22059/jarcs.2018.208971.142297 (in persian).

نگهبان، عزت‌الله نگهبان. (۱۳۵۵). جام افسانه زندگی مکشوفه در حفاری مارلیک. مجله دانشکده ادبیات دانشگاه تهران، شماره ۹۳و۹۴ ، ۴۲-۶۷.

Negahban, E. (1976). "The cup of the legendary life discovered in the Marlik excavations", *Majalleh-ye Danishkadeh-ye Adabiyat-e Daneshgah-e Tehran*, 93-94, 42-67 (in persian).

نگهبان، عزت‌الله. (۱۳۶۸). ظروف فلزی مارلیک. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، شرکت انتشارات علمی فرهنگی.

Negahban, E. (1987). *Metal Vessels from Marlik*. Tahran: Iranian Cultural Heritage Organizations (in persian).

هال، جیمز. (۱۳۸۰). فرهنگ نگاره‌ای نمادها در هنر شرق و غرب، ترجمهٔ رقیه بهزادی. تهران: فرهنگ معاصر.

Hall, J. (2018). *Illustrated dictionary of symbols in Eastern and Western art,* Translated by Roqiyeh Behzadi. Tehran: Farhange Moaser (in persian)

English

Bennison-Chapman, L. E., & Hager, L. D. (2018). "Tracking the division of labour through handprints: Applying Reflectance Transformation Imaging (RTI) to clay'tokens' in Neolithic West Asia", *Journal of Archaeological Science*, *99*, 112–123.

Bevan, George, Daryn Lehous, and Richard Talbert. (2013). "Reflectance Transformation Imaging of a "Byzantine" Portable Sundial", *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik, 187, 221-229.*

Brannt, W. T. (1919). *Metal Worker's Handy-book of Receipts and Processes: Being a Collection of Chemical Formulas and Practical Manipulations for the Working of All the Metal and Alloys; Including the Decoration and Beautifying of Articles Manufactured Therefrom, as Well as T*. HC Baird & Company, Incorporated.

Caple, C. (2006). *Objects: reluctant witnesses to the past*. Routledge.

Clarke, S., & Christensen, A. M. (2016). "Reflectance Transformation Imaging (RTI) of saw marks on bones", *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, *7*, 33–37.

Cosentino, A. (2013). "Macro photography for reflectance transformation imaging: a practical guide to the highlights method", *E-Conservation Journal*, *1*, 70–85.

Dai, J., Huang, L., Zhu, X., Lin, L., Guo, K., & Huang, H. (2020). Application of reflectance transformation imaging in subtle traces detection of metal surface. *AOPC 2020: Optical Sensing and Imaging Technology*, *11567*, 115670D.

Danti, M. D. (2014). "The Hasanlu (Iran) Gold Bowl in context: all that glitters", *Antiquity*, *88*(341), 791–804.

Dellepiane, M., Corsini, M., Callieri, M., & Scopigno, R. (2006). High quality ptm acquisition: Reflection transformation imaging for large objects. *Proceedings of the 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST'05). M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, and K. Mania, Eds., Eurographics Association*.

Duffy, S. M., Goskar, T., Backhouse, P., & Kennedy, H. (2018). Multi-light Imaging Highlight-Reflectance Transformation Imaging (H-RTI) for Cultural Heritage. *Historic England. Https:// Historicengland. Org. Uk/Images-Books/Publications/Multi-Light-Imaging-Heritage-Applications*.

Earl, G, Basford, P. J., Bischoff, A. S., Bowman, A., Crowther, C., Hodgson, M., Martinez, K., Isaksen, L., Pagi, H., Piquette, K. E., & Kotoula, E. (2011). *Reflectance Transformation Imaging Systems for Ancient Documentary Artefacts*. BCS.

Earl, Graeme, Martinez, K., & Malzbender, T. (2010). "Archaeological applications of polynomial texture mapping: analysis, conservation and representation", *Journal of Archaeological Science*, *37*(8), 2040–2050.

Florindi, S., Revedin, A., Aranguren, B., & Palleschi, V. (2020). "Application of reflectance transformation imaging to experimental archaeology studies", *Heritage*, 3(4), 1279-1286.

Frank, E. (2017). "Lights, Camera, Archaeology: Documenting Archaeological Textile Impressions with Reflectance Transformation Imaging (RTI)", *He Textile Speciality Group Postprints, Papers Delivered At The Textile Subgroup Session*, 11-42.

Gibson, A. M. (1986). *Neolithic and early Bronze Age pottery*. Shire.

Godard, A. (1949). Le Trésor de Ziwiyè. *Comptes Rendus Des Séances de l'Académie Des Inscriptions et Belles-Lettres*, 168–172. https:// www.persee.fr/doc/crai_0065-0536_1949_ num_93_2_78399

Hameeuw, H. (2018). "Imaging seals and coins with various light angles and spectra: consequences for understanding and representing colour and relief", *Digital Imaging of Artefacts: Developments in Methods and Aims*, 101.

Havemann, S., Settgast, V., Fellner, D., Willems, G., Gool, L. Van, Müller, G., Schneider, M., & Klein, R. (2008). The Presentation of Cultural Heritage Models in Epoch. *Proceedings of EPOCH Open Digital Cultural Heritage Systems Conference*.

Hodges, H. W. M. (1976). *Artifacts. An introduction to early materials and technology*.

Kantor, H. J. (1960). "A Fragment of a Gold Appliqué from Ziwiye and Some Remarks on the Artistic Traditions of Armenia and Iran during the Early First Millennium B. C", *Journal of Near Eastern Studies*, *19*(1), 1–14. https:// doi.org/10.1086/371552

Kotoula, E., & Kyranoudi, M. (2013). Study of an-

cient greek and roman coins using reflectance transformation imaging. *E-Conservation Magazine*, *25*, 74–88.

Lemesle, J., & Bigerelle, M. (2024). A New RTI Portable Instrument for Surface Morphological Characterization. *Hardware*, *2*(2), 66-84.

Malzbender, T., Gelb, D., & Wolters, H. (2001). Polynomial texture maps. *Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, 519–528.

Malzbender, T., Gelb, D., Wolters, H., & Zuckerman, B. (2000). "Enhancement of shape perception by surface reflectance transformation", *Hewlett-Packard Technical Report HPL-2000-38*.

Malzbender, T., Wolters, H., & Gelb, D. (2001). Polynomial Texture Map (.ptm) File Format. *HP Labs Technical Reports*, 6. http://www.hpl.hp.com/techreports/2001/HPL-2001-104.html

Min, J., Jeong, S., Park, K., Choi, Y., Lee, D., Ahn, J., Har, D., & Ahn, S. (2021). *Reflectance Transformation Imaging (RTI) for Documenting Changes through Treatment of Joseon Dynasty Coins*.

Moorey, P. R. S. (1971). *Catalogue of the ancient Persian bronzes in the Ashmolean Museum*. Clarendon Press Oxford.

Mudge, M, Malzbender, T., Chalmers, A., & Scopigno…, R. (2008). Image-based empirical information acquisition, scientific reliability, and long-term digital preservation for the natural sciences and cultural heritage. *Homepages.Inf.Ed.Ac.Uk*.

Mudge, M., Malzbender, T., & Schroer…, C. (2006). "New reflection transformation imaging methods for rock art and multiple-viewpoint display". *Proc. VAST*.

Mudge, Mark., Voutaz, J. P., Schroer, C., & Lum, M. (2005). "Reflection Transformation Imaging and Virtual Representations of Coins from the Hospice of the Grand St. Bernard", *The 6th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST2005)*, 29–39.

Muscarella, O. W. (1974). "Decorated bronze beakers from Iran", *American Journal of Archaeology*, *78*(3), 239–254.

Mytum, H., & Peterson, J. R. (2018). "The application of reflectance transformation imaging (RTI) in historical archaeology", *Historical Archaeology*, 52, 489-503.

Newman, S. E. (2015). "Applications of Reflectance Transformation Imaging (RTI) to the study of bone surface modifications", *Journal of Archaeological Science*. https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.11.019

Papadopoulos, C., Hamilakis, Y., Kyparissi-Apostolika, N., & Díaz-Guardamino, M. (2019). "Digital sensoriality: the neolithic figurines from Koutroulou Magoula, Greece", *Cambridge Archaeological Journal*, *29*(4), 625–652.

Pistellato, M., & Bergamasco, F. (2022). "On-the-go reflectance transformation imaging with ordinary smartphones", In *European Conference on Computer Vision*, 251-267. Cham: Springer Nature Switzerland.

Sáenz-Samper, J., & Martinón-Torres, M. (2017). "Depletion gilding, innovation and life-histories: the changing colours of Nahuange metalwork", *Antiquity*, *91*(359), 1253–1267. https://doi.org/DOI: 10.15184/aqy.2017.97

Schorsch, D. (2014). "A Conservator's Perspective on Ancient Metallurgy BT - Archaeometallurgy", In B. W. Roberts & C. P. Thornton (eds.), *Global Perspective: Methods and Syntheses*:, 269–301, Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9017-3_12

Siatou, A., Nurit, M., Castro, Y., Le Goïc, G., Brambilla, L., Degrigny, C., & Mansouri, A. (2022). "New methodological approaches in Reflectance Transformation Imaging applications for conservation documentation of cultural heritage metal objects", *Journal of Cultural Heritage*, 58, 274-283.

Torino, R., Morita, M. M., & Bonomo, M. (2025). "Application of reflectance transformation imaging to archaeological ceramics from the lower Paraná River (Argentina)", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 61: 104-890.

Untracht, O. (1975). *Metal techniques for craftsmen*. Doubleday Garden City, NY.

Vassiliou, P., & Gouda, V. (2013). "Ancient silver artefacts: corrosion processes and preservation strategies", In *Corrosion and Conservation of Cultural Heritage Metallic Artefacts*, 213–235.

Vietti, A., Parvis, M., Donato, N., Grassini, S., & Lombardo, L. (2023). "Development of a low-cost and portable device for Reflectance Transformation Imaging", In *2023 IEEE International Instrumentation and Measurement*

Technology Conference (*I2MTC*), 1-6. IEEE.

West Semitic Research Project. (2016). *"MANUALS"*. West Semitic Research Project. http://wsrp.usc.edu/projects/RTI Manual SMALL OBJECT 5_29_2015.pdf

Wilkinson, C. K. (1975). Ivories from Ziwiye: and items of ceramic and gold. *Monographien Der Abegg-Stiftung*.

Willems, G., Verbiest, F., Moreau, W., Hameeuw, H., Lerberghe, K. Van, & Gool, L. Van. (2005). "Easy and cost-effective cuneiform digitizing", In Mark Mudge, N. Ryan, & R. Scopigno (eds.), *The 6th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage* (*VAST2005*), 73–80. Eurographics Association.

Winter, I. J. (1989). "The Hasanlu Gold Bowl: thirty years later", *Expedition, 31*(2), 87.

Yaghmaei, E. (2023). "An Insight into Achaemenid Golden Bowl", *Ancient Iranian studies*, *2*(6), 77-83. https://doi.org/10.22034/ais.2023.404143.1044

Yaghmaei, E. (2024). "A Golden Bowl from the Caspian Sea Region", *Ancient Iranian studies*, *3*(8), 85-88. https://doi.org/10.22034/ais.2023.414992.1054

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

© 2025 The Author(s). Published by Tissaphernes Archaeological Research Group, Tehran, Iran. Open Access. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, and is not altered, transformed, or built upon in any way.
The ethical policy of Ancient Iranian Studies is based on the Committee on Publication Ethics (COPE) guidelines and complies with International Committee of Ancient Iranian Studies Editorial Board codes of conduct. Readers, authors, reviewers and editors should follow these ethical policies once working with Ancient Iranian Studies. The ethical policy of Ancient Iranian Studies is liable to determine which of the typical research papers or articles submitted to the journal should be published in the concerned issue. For information on this matter in publishing and ethical guidelines please visit www.publicationethics.org.