

Conservation and Display of Unstable Artifacts in Museums: A Novel Approach Using Balancing Mounts

Mehdi Razani^{*1}, Mohammadali Haddadian², Jalil Esmailnezhadteymourabadi³

1. Associate Professor, Dept. of Conservation and Archaeometry, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Iran.

2. Mohammadali Haddadian, Faculty of Arts and Architecture, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

3. M.A Dept. of Conservation and Archaeometry, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Iran.

Abstract

Designing stabilizing mounts for objects, particularly unstable ones, is of great importance for museum display cases. These mounts can serve as platforms that aid in the exhibition of artistic works and valuable historical and cultural artifacts. The aim of this article is to design and implement a sample mount to stabilize a vessel that lacks proper physical balance, making it unsuitable for safe and secure display in a museum case without risking damage. To achieve this goal, a sample ceramic vessel from the scientific excavations of Tepe Dalma, which lacked structural stability and balance, was selected as the case study. In this process, after 3D modeling the object, a suitable mount was designed and fabricated to provide the necessary balance and stability. Another significant aspect of this study, following a review of the literature on modern technologies, is the examination and introduction of criteria and features that must be considered in the design and production of such mounts to ensure their functionality for various objects. The most important of these criteria, in order, include: the use of low-risk materials for constructing the mounts, ensuring the mount does not come into direct contact with the object in a way that could cause damage, considering the aesthetic values of the object in terms of color harmony and the shape of the mount in relation to the objects visual characteristics and function, and finally, ensuring sufficient strength to support the objects weight and balance..

Keywords: Display, Ceramic Object, Display Case, Stabilizing Mount, 3D Printer.



**Knowledge of
Conservation and
Restoration**

Vol.7, Issue.4,
Serial_No.22, 2025

<https://kcr.richt.ir>

Pages: 1 to 18

Corresponding Author

Mehdi Razani

Associate Professor, Dept.
of Conservation and
Archaeometry, Faculty of
Applied Arts, Tabriz Islamic
Art University, Iran.

Email

m.razani@tabriziau.ac.ir

Introduction

In museums, the effective display of historical and cultural artifacts is vital. For structurally unstable objects, designing supports that align with conservation standards is essential. These supports stabilize artifacts by reducing mechanical forces, considering factors like dimensions, weight, and strength (Paul, 2008). Modern technologies, such as 3D modeling and rapid prototyping, have transformed artifact display methods. These innovations allow precise physical models to be created from digital designs, enabling customized support fabrication (Razani et al., 2018). Using 3D printers, supports are produced layer-by-layer, ensuring accuracy and safety. This method enhances artifact stability, protection, and visual presentation in museum exhibitions.

Research background

In recent decades, 3D technologies such as digital modeling and 3D printing have become standard tools for documenting and preserving cultural heritage. These methods allow users to record and analyze the shape, geometry, and dimensions of artifacts without physical contact. Advances in 3D printing have enabled digital data to be transformed into physical models quickly and at low cost (Balletti and Ballarin, 2019). These technologies have been applied in various fields of cultural heritage, including museum curation and restoration, for reconstructing missing parts, creating molds, replication, and casting. Researchers have utilized 3D models for data collection and enabling direct interaction between visitors and artifacts (Rahman, Adcock, and Garwood, 2012; Comes, Buna, and Badiu, 2014). Razani et al. (2018) used FDM 3D printing to reconstruct missing parts of an ancient pottery sample (Razani et al., 2018), and a similar approach was applied to historical glass objects (Razani et al., 2016). In international studies,

these technologies have been employed to print missing parts of a porcelain vessel at the National Museum of Slovenia (Antlejš et al., 2012) and produce a mold of a 16th-century marble relief at the Hermitage Museum in Russia (Balzani et al., 2005). Additionally, Doi and Ono (2010) introduced methods for creating ceramic object molds using computed tomography and VRML software for 3D modeling and FDM printing (DOI and ONO, 2010). The present study focuses on designing bases to establish stability and balance for unbalanced objects, offering a novel approach that incorporates criteria such as using low-risk materials, preserving aesthetic values, and designing bases tailored to the physical and visual characteristics of each artifact. This approach enhances its applicability in the conservation and principled display of historical and cultural objects.

Challenges - Principles and Proposed Foundations for the Display of Museum Objects

Displaying unbalanced objects in museum vitrines presents challenges such as ensuring security, preserving aesthetic values, and preventing physical damage. Many historical objects lack sufficient stability for direct display due to unique designs or structural damage. To address this, the use of appropriate support bases that evenly distribute weight and are made from safe materials is essential (Paul, 2008). The principles of museum object display encompass four key aspects: 1) Maximizing the visibility of an object's features so that all details, dimensions, and subtle characteristics are clearly observable (Lord, 2002) 2) Visualizing the object's functionality, especially for items with specific or symbolic uses that may be unfamiliar to modern audiences (Hein, 2002) 3) Preventing physical damage through

the design of secure bases and vitrines, along with managing environmental conditions like temperature, humidity, and lighting. 4) Preserving the object's aesthetic values by using appropriate display tools such as lighting, color, and texture. These principles help maintain the physical and aesthetic integrity of artifacts while enhancing the visual and educational experience of visitors.

Materials and Methods

The studied artifact is a ceramic drinking cup from the Iron Age (800–1200 BCE), excavated at Dalma Teppe in Malekan, East Azerbaijan Province, Iran. It has minimal base contact, causing instability. Precise measurements were taken using calipers and micrometers, and technical drawings were prepared in Solidworks 2016. A 1:1 scale 3D model was created in Rhino 7, and Keyshot was used to apply textures for realism. A custom support base was fabricated using a Kitech M3 1D printer. For aesthetic enhancement, the base was velvet-coated using a handheld electrostatic sprayer (Quantum brand, 90 kV output) by Dayer Sanat Iranian Company, ensuring stability and visual harmony.

Results and discotions

The artifact was precisely measured, and technical drawings were prepared. A 3D virtual model was created in Rhino 7, replicating details like handle design, surface textures, and cracks, essential for determining the object's center of gravity. A hand-shaped support base with a flat bottom was designed for stability within the vitrine. The fingers were shaped to securely hold the artifact based on its dimensions. Stability tests confirmed acceptable balance with and without the artifact. Proper installation in the vitrine ensured functionality in terms of resistance, balance, and aesthetics. For aesthetic enhancement, the base was coated with 1mm dark red polyester velvet fibers. ST180 water-based adhesive was used for bonding, ensuring

durability and strong adhesion. This method combined functionality with aesthetic refinement, making the base suitable for museum display.

Conclusion

This paper examines the design and use of stabilizing bases for unbalanced artifacts in museum vitrines using modern 3D technologies. Results indicate that supports must avoid physical or aesthetic damage while remaining visually appealing, enhancing viewer comprehension and engagement. Supports should accommodate diverse artifacts and enable dimension perception, functionality, and quick production via 3D printing. Symbolic designs and contextual descriptions can deepen audience understanding. The designed base for the ceramic artifact can also display jewelry, showcasing versatility. It is recommended to extend this approach to complex artifacts like glass or ivory objects.

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to the Tabriz Islamic Art University for providing the material and spiritual support necessary for the successful completion of this research.

Authors' Contributions: The first author was responsible for conceptualization, methodology, and final editing. The second author was in charge of design, illustration, and data collection. The third author contributed to data collection and text editing.

Conflict of Interest: None. Support: This research was supported by the Tabriz Islamic Art University, both financially and institutionally.

Data Availability: The raw data of this study are available to the authors and can be accessed upon request through correspondence.

حفاظت و نمایش اشیای نامتعادل در موزه‌ها: رویکردی نوین با استفاده از پایه‌های تعادل‌بخش

مهدی رازانی^{۱*}، محمدعلی حدادیان^۲، جلیل اسمعیل نژاد تیمورآبادی^۳

۱. دانشیار، عضو هیئت علمی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

۲. استادیار، عضو هیئت علمی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

چکیده

طراحی پایه تعادل‌بخش برای اشیاء و به‌خصوص اشیاء نامتعادل در ویتترین موزه‌ها اهمیت بسیاری دارد. این پایه‌ها می‌توانند به‌عنوان بسترهایی که به نمایش آثار هنری و اشیاء ارزشمند تاریخی و فرهنگی کمک می‌کنند، عمل نمایند. هدف این مقاله طراحی و اجرای یک نمونه پایه برای کمک به ایستایی ظرفی است که از نظر ساختار فیزیکی تعادل مناسبی ندارد، از این‌رو نمی‌تواند به شیوه‌ای مناسب و امن به‌گونه‌ای که آسیبی برای آن نداشته باشد، در ویتترین موزه‌ای به نمایش گذاشته شود. در این راستا، یک نمونه ظرف سفالی مربوط به کاوش‌های علمی دالماتیه که به‌لحاظ ساختاری، ایستایی و تعادل لازم را نداشت، برای اجرای هدف این مطالعه، به‌عنوان نمونه مطالعاتی انتخاب شد. در این فرایند، پس از سه‌بعدی‌سازی شیء، پایه متناسب و نگه‌دارنده‌ای که بتواند تعادل و ایستایی لازم برای آن را ایجاد کند، طراحی و ساخته شد. نکته حایز اهمیت دیگر در این مقاله که پس از بررسی پیشینه موضوع در ارتباط با فناوری‌های نوین مورد توجه قرار گرفته، بررسی و معرفی معیارها و ویژگی‌هایی است که برای اینکه این پایه‌ها برای اشیاء مختلف کارایی داشته باشند، بایستی در فرایند طراحی و تولیدشان مورد توجه قرار گیرند. از جمله مهم‌ترین آن‌ها به ترتیب عبارت‌اند از: استفاده از مواد کم‌خطر برای ساخت این پایه‌ها، تماس نداشتن پایه با اثر به‌گونه‌ای که موجب آسیب به آن نشود، توجه به ارزش‌های زیباشناختی اثر از لحاظ هماهنگی رنگی و شکل پایه متناسب با ویژگی‌های ظاهری و کاربرد اثر و در نهایت مقاومت کافی برای حفظ وزن و تعادل اثر.

واژگان کلیدی: نمایش، شیء سفالی، ویتترین، پایه تعادل‌بخش، چاپگر سه‌بعدی.



فصل‌نامه دانش حفاظت و مرمت

سال هفتم، شماره ۴

شماره پیاپی ۲۲، زمستان ۱۴۰۳

<https://kcr.richt.ir>

صفحات: ۱ تا ۱۸

نویسنده مسئول

مهدی رازانی

دانشیار، عضو هیئت علمی، دانشکده
هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی
تبریز، ایران.

رایانامه

m.razani@tabriziau.ac.ir

مقدمه

در دنیای موزه‌ها، نمایش مؤثر اشیاء تاریخی و فرهنگی اهمیت زیادی دارد. یکی از چالش‌های اصلی موزه‌داران و کارشناسان حفاظت، نمایش اشیایی است که از نظر ساختاری تعادل و ایستایی لازم را ندارند، اما ارزش نمایشی دارند. برای این اشیاء، طراحی پایه‌ای متناسب با ویتترین موزه‌ها که اصول حفاظتی را مورد توجه قرار داده باشد، ضروری است. هدف اصلی این پایه‌ها، تثبیت اشیاء و کاهش نیروهای مکانیکی است که ممکن است باعث لغزش یا آسیب به آن‌ها شود. طراحی پایه مناسب باید ویژگی‌های فیزیکی شیء، از جمله ابعاد، حجم، شکل، توزیع وزن و استحکام آن را مدنظر قرار دهد. این پایه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که از آسیب‌های مکانیکی و ساختاری جلوگیری کرده و در عین حال، تأثیر منفی بر تجربه بصری بازدیدکنندگان نداشته باشند.

مواد مورد استفاده در ساخت پایه‌ها باید غیرساینده، غیرخورنده، پایدار و فاقد مواد شیمیایی مضر باشند. همچنین، سطح تماس پایه با شیء باید به اندازه‌ای باشد که نیروها به‌طور یکنواخت توزیع شوند و از آسیب به شیء جلوگیری شود. علاوه بر این، پایه باید امکان جداسازی سریع و ایمن شیء را نیز فراهم کند. ماده به‌کار رفته در پایه نیز باید در برابر نیروهای واردشده مقاوم باشد (Paul, 2008).

با پیشرفت فناوری‌های نوین، مانند مدل‌سازی و نمونه‌سازی سه‌بعدی، روش‌های ایمن‌تری برای نگهداری اشیاء تاریخی و فرهنگی توسعه یافته است. فناوری‌هایی مانند نمونه‌سازی سریع، تحولات زیادی در روش‌های نوین نمایش آثار در موزه‌ها ایجاد کرده‌اند. این فناوری‌ها امکان تولید مدل‌های فیزیکی از روی مدل‌های رایانه‌ای را در زمان کوتاهی فراهم می‌کنند و به طراحان اجازه می‌دهند تصاویر دو بعدی را به مدل‌های سه‌بعدی تبدیل کرده و تحلیل‌های لازم را انجام دهند (Razani et al., 2018). در نمونه‌سازی سریع، رایانه با هدایت کاربر و استفاده از چاپگرهای سه‌بعدی، طرح دریافت‌شده را به روش لایه‌به‌لایه، با هر میزان پیچیدگی و با کیفیت بالا تولید می‌کند (Souri et al., 2015). از این‌رو، می‌توان

از این فناوری برای طراحی تکیه‌گاه و پایه‌های مناسب جهت بهبود ایستایی و تعادل اشیاء تاریخی در ویتترین موزه‌ها استفاده کرد. در این فرایند، تصویر مدل فیزیکی شیء مستقیماً و با استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی سه‌بعدی ایجاد شد. سپس، با بهره‌گیری از این نرم‌افزارها، پایه و تکیه‌گاه مناسب براساس مطالعات پیشینه‌ای برای شیء طراحی و در نهایت با استفاده از چاپگر سه‌بعدی تولید شد. این روش، علاوه بر افزایش دقت و ایمنی، موجب بهبود نمایش و حفاظت از اشیاء در موزه‌ها می‌شود.

پیشینه تحقیق

در دهه‌های اخیر، استفاده از فناوری‌های سه‌بعدی، مانند مدل‌سازی دیجیتال و چاپ سه‌بعدی، به یکی از روش‌های استاندارد در مستندسازی و حفاظت از میراث فرهنگی تبدیل شده است. این روش‌ها به کاربران اجازه می‌دهند که بدون نیاز به تماس فیزیکی، شکل، هندسه و ابعاد آثار را ثبت و تجزیه و تحلیل کنند. با پیشرفت فناوری چاپ سه‌بعدی، داده‌های دیجیتال امکان تبدیل به نمونه‌های فیزیکی را یافته‌اند که این روند با هزینه کم و در مدت‌زمان نسبتاً کوتاه انجام می‌شود (Balletti and Ballarin, 2019). امروزه، استفاده از ابزارهای مدل‌سازی و چاپگرهای سه‌بعدی به حوزه‌های مختلف میراث فرهنگی، از جمله موزه‌داری و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی، راه یافته است. از این فناوری‌ها می‌توان برای بازسازی بخش‌های مفقود، تهیه مولاژ، کپی‌سازی و ریخته‌گری استفاده کرد. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که محققان و کارشناسان فنی از مدل‌های سه‌بعدی برای جمع‌آوری داده‌ها بهره می‌برند و از طریق چاپ نمونه‌های مشابه، امکان تعامل مستقیم بازدیدکنندگان با آثار را فراهم می‌کنند (Rahman, Adcock, and Garwood, 2012; Comes, Bana, and Badiu, 2014). رازانی و همکاران (۲۰۱۸) از فناوری مدل‌سازی سه‌بعدی و چاپ سه‌بعدی (FDM) با فیلامنت ABS برای بازسازی بخش‌های مفقودی یک نمونه سفال باستانی استفاده کردند (Razani

استاندارد، باید امنیت اشیاء را از نظر ایستایی و همچنین حفظ ارزش‌های زیباشناختی در هنگام نمایش تأمین کنند. بسیاری از اشیاء فرهنگی و تاریخی، به دلیل نوع طراحی خاص برای کاربری ویژه یا آسیب‌هایی که در طول زمان متحمل شده‌اند، ایستایی کافی برای نمایش در ویتترین را بدون استفاده از تجهیزات نگه‌دارنده ندارند. این محدودیت، علاوه بر ایجاد ناپایداری و افزایش احتمال آسیب‌دیدگی، می‌تواند جلوه بصری شیء را نیز تحت تأثیر قرار دهد. در چنین مواردی، شیء مورد نظر باید متناسب با وزن و ابعادش روی پایه‌ای نگه‌دارنده از مواد مناسب قرار گیرد تا از لغزش آن در ویتترین جلوگیری کرده و بدون آسیب رساندن، به نمایش مطلوب آن کمک کند (شکل ۱). همان‌طور که اشاره شد، این پایه باید به گونه‌ای طراحی شود که وزن شیء را به‌طور یکنواخت توزیع کرده و از مواد ایمن و سازگار با شکل آن ساخته شود (Paul, 2008).

اصول و مبانی پیشنهادی برای نمایش اشیاء موزه‌ای

نگهداری و نمایش اشیاء تاریخی در موزه‌ها به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در حفظ و معرفی آثار فرهنگی-تاریخی اهمیت زیادی دارد. برای ایجاد تجربه بصری و آموزشی مناسب، ضروری است که اصول و استانداردهای نمایش اشیاء به‌طور کامل رعایت شود. این اصول دربردارنده چندین جنبه مهم به شرح زیر است:

- نمایش حداکثری ویژگی‌های شیء: برای نمایش اشیاء سه‌بعدی به گونه‌ای که حداکثر ویژگی‌های کلی آنها قابل مشاهده باشد، باید تمام جزئیات شکلی، ابعاد دقیق و خصوصیات ظریف شیء به‌طور کامل برای بازدیدکنندگان قابل درک و رویت باشد. این فرآیند نه تنها شامل نمایش واضح ویژگی‌های ظاهری شیء است، بلکه مستلزم ایجاد درک واقعی از ابعاد و اندازه‌های آن نیز می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، استفاده از روش‌های مناسب برای نمایش دقیق مقیاس و ابعاد، مانند مقیاس‌سازی صحیح و قرار دادن شیء در موقعیت‌هایی که ابعاد آن به‌وضوح نمایان شود، ضروری است. این رویکرد به بازدیدکنندگان کمک می‌کند تا نه تنها اندازه واقعی شیء را بهتر درک

(et al., 2018). مشابه این روش را نویسندگان برای بازسازی اشیاء شیشه‌ای تاریخی نیز انجام شده است (Razani et al., 2016). در مطالعات بین‌المللی نیز، این فناوری‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ از جمله چاپ بخش‌های مفقودی یک ظرف چینی در موزه ملی اسلوونی (Antle et al., 2012) و تولید مولاژ یک نقش برجسته سنگ مرمری متعلق به قرن ۱۶ میلادی در موزه آرمیتاژ روسیه با استفاده از چاپگر سه‌بعدی (SLS (Balzani et al., 2005). علاوه بر این، دوآی و اونو (۲۰۱۰) روش‌هایی را برای ساخت مولاژ اشیاء سفالی با استفاده از توموگرافی رایانه‌ای و نرم‌افزار VRML جهت مدل‌سازی سه‌بعدی و چاپ سه‌بعدی FDM معرفی کرده‌اند (Doi and Ono, 2010). از میان پژوهش‌های اخیر در زمینه طراحی پایه برای اشیاء نامتعادل، می‌توان به ساخت پایه‌ای برای حفظ تعادل یک مدل آناتومیک مومی در موزه دندانپزشکی مادرید اشاره کرد (Hernández-Muñoz, et al., 2023). پیشنهادی تحقیق حاضر نشان‌دهنده بهره‌گیری گسترده از فناوری‌های مدل‌سازی و چاپ سه‌بعدی در مستندسازی (Razani & Bater, 2024)، بازسازی و تعامل با اشیاء تاریخی است. با این حال، تمرکز عمده این مطالعات بر بازسازی بخش‌های مفقود یا تهیه مولاژ بوده است. پژوهش حاضر با تمرکز بر طراحی و ساخت پایه‌ای برای ایجاد ایستایی و تعادل اشیاء نامتعادل، رویکردی نوین را ارائه می‌دهد. تفاوت عمده این تحقیق با مطالعات پیشین در این است که علاوه بر استفاده از فناوری‌های سه‌بعدی برای ساخت پایه، معیارهایی مانند استفاده از مواد کم‌خطر، حفظ ارزش‌های زیباشناختی، نمایش اصولی و طراحی پایه‌ای که کاملاً متناسب با ویژگی‌های ظاهری و فیزیکی هر شیء باشد، در نظر گرفته شده است. این ویژگی‌ها موجب می‌شود که رویکرد ارائه‌شده در این پژوهش، قابلیت کاربرد گسترده‌تری در حفاظت و نمایش اصولی اشیاء تاریخی و فرهنگی داشته باشد.

چالش‌ها و محدودیت‌های نمایش اشیاء نامتعادل در ویتترین موزه‌ها

ویتترین موزه‌ها باید محیطی امن برای نمایش اشیاء فرهنگی و تاریخی باشند. علاوه بر دارا بودن شرایط



شکل ۱. نمونه‌هایی از پایه‌های نگهدارنده برای نمایش اشیای نامتعادل در موزه‌ها و مجموعه‌های مختلف.

الف و ب) پایه‌های ساخته‌شده با آهن فرفورژه برای سفال‌های معروف به (GILA (known 2023؛ ج) پایه اختصاصی و مینی مال مجسمه ایستاده مایایی است. دوره کلاسیک متأخر، ۶۰۰ پس از میلاد تا ۹۰۰ پس از میلاد؛ د) پایه اختصاصی و مینی مال ظروف ذخیره‌سازی بسیار بزرگ روم باستان حدود قرن اول بعد از میلاد و - ه) پایه اختصا آثار باستانی کلاسیک برای موزه‌ای در ناکس ویل، تنسی.

(Hartley 2023).

Figure 1. Examples of display mounts for unstable objects in museums and various collections

a) and b) Wrought iron mounts for GILA-style pottery (known, 2023);

c) A minimal and custom-made mount for a standing Maya statue, Late Classic period, 600–900 CE;

d) A minimal and custom-made mount for very large ancient Roman storage vessels, circa 1st century CE;

e) and f) Custom-made mounts for classical antiquities in a museum in Knoxville, Tennessee (Hartley, 2023).



شکل ۲. نمایش سکه ۲ میلیمتری در موزه سکه و پول.

(Tabnak 2014).

Figur2. Display of the 2mm coin in the coin and money museum (Tabnak 2014).

کنند، بلکه بتوانند تفاوت‌های ظریف و ویژگی‌های خاص آن را که ممکن است از فاصله دور نادیده گرفته شوند، مشاهده نمایند. در نهایت، این فرآیند منجر به تقویت درک بصری و فهم عمیق‌تری از شیء و ویژگی‌های فیزیکی آن می‌شود (Lord, 2002) (شکل ۲).

تجسم کاربری شیء مورد نمایش: در نمایش اشیاء در ویتترین، باید به خوانایی و مفهوم شیء توجه ویژه‌ای شود تا بازدیدکننده قادر به درک کاربری، ارزش‌های نمادین و زیبایی‌شناختی آن باشد. برخی اشیاء تاریخی ممکن است کاربری‌هایی داشته‌اند؛ که در زمان حاضر کمتر قابل درک و یا مشابه آن‌ها وجود نداشته باشد. به همین دلیل، ممکن است بازدیدکننده نتواند به‌طور

اشیاء در محیط، باید به گونه ای باشد که از ارتعاشات و شوک های محیطی نیز جلوگیری کرده و شرایطی ایمن برای نمایش اشیاء فراهم آورد. همچنین، مدیریت شرایط محیطی مانند دما، رطوبت و نور از دیگر عوامل مؤثر در حفظ سلامت فیزیکی اشیاء به شمار می روند. بدین ترتیب، ایجاد شرایط حفاظتی دقیق و طراحی اصولی، نقش اساسی در ممانعت از آسیب فیزیکی به آثار تاریخی ایفا می کند و از بروز آسیب های غیرقابل بازگشت جلوگیری می نماید (شکل ۳).

ممانعت از آسیب به ارزش های زیبایی شناختی شیء: در نمایش آثار موزه ای، مستلزم توجه به اصولی است که به حفظ و برجسته سازی تمامی جنبه های بصری و زیبایی شناختی اثر کمک می کند. اشیاء موزه ای به عنوان آثار هنری، نیازمند نمایش حداکثری ویژگی های هنری و زیبایی شناختی نهفته در خود هستند که این امر یکی از اهداف اساسی نمایشگاه ها محسوب می شود. در این راستا، انتخاب دقیق و اصولی ابزارهای کمک نمایشی، همچون رنگ، بافت، نورپردازی و زمینه نمایش، نقش بسزایی در تأکید بر ارزش های زیبایی شناختی و حفظ آن ها ایفا می کند (شکل ۴).



شکل ۴. نمایش نامناسب و استفاده از پایه غیراصولی در موزه آستان قدس رضوی ۱۳۹۰ شمسی (Fararu, 2010).

Figure 4. Improper display and the use of non-standard mounts in the Astan Quds Razavi Museum, 2011 (Fararu, 2011).

کامل عملکرد و نقش تاریخی شیء را درک کند. این چالش به ویژه در نمایش اشیائی که کاربردهای خاص یا نمادین در دوران گذشته داشته اند، مشهود است و نیاز به توضیح و زمینه سازی برای درک بهتر دارد. مانند برخی ریتون ها که امروزه دیگر کارایی ندارد و برای نسل جدید کاملاً ناآشنا هستند (Hein, 2002).

ممانعت از آسیب فیزیکی به شیء: ممانعت از آسیب فیزیکی به اشیاء تاریخی و فرهنگی در فرآیند نمایش یکی از اصول اساسی در حفظ و نگهداری آثار موزه ای به شمار می رود. اشیاء تاریخی، به ویژه آن هایی که از نظر ساختاری حساس و آسیب پذیر هستند، در معرض خطرات فیزیکی مختلفی از جمله فشار، لرزش، برخورد های ناخواسته و تماس با سطوح نامناسب قرار دارند که می تواند به آسیب های دائمی در ساختار آن ها منجر شود. به منظور جلوگیری از چنین آسیب هایی، طراحی و استفاده از پایه ها و تکیه گاه های مناسب و ایمن ضروری است. این پایه ها باید به گونه ای طراحی شوند که وزن شیء را به طور یکنواخت توزیع کرده و از هرگونه فشار یا تنش مکانیکی که ممکن است به اثر آسیب رساند، جلوگیری کنند. علاوه بر این، طراحی دقیق و بهترین ها و قرارگیری صحیح



شکل ۳. استفاده از مواد نامناسب برای ایجاد پایه و کمک به ایستایی شیء که موجب لکه دار شدن شیء شده است. (Osama Shukir 2014).

Figure 3. The use of inappropriate materials to create a mount and stabilize an object, which has resulted in staining of the artifact (Osama Shukir, 2014).



شکل ۵. نمایش مجموعه‌ای از آثار نمایشی از دایان کی دبلیو چن برای نمایشگاه موزه «در انتهای جهان» با پایه‌های اختصاصی.
(Hartley 2023).

Figure 5. Display of a collection of artworks by Dianne K.W. Chen for the museum exhibition At the End of the World, featuring custom-made mounts (Hartley, 2023)..

ویژگی‌های مواد مورد استفاده برای ساخت پایه نگهدارنده

پایه‌های نگهدارنده اشیاء تاریخی، علاوه بر تأمین ثبات و ایستایی لازم، باید به گونه‌ای طراحی شوند که آسیبی به اثر وارد نکنند. انواع پایه‌ها بسته به نوع شیء، حساسیت‌های آن و نیازمندی‌های ایجاد ایستایی، از مواد گوناگونی ساخته می‌شوند. بنابراین، شناخت ویژگی‌ها و محدودیت‌های مواد مورد استفاده در ساخت این پایه‌ها ضروری است تا از آسیب‌های احتمالی به آثار تاریخی جلوگیری شود. برخی از این مواد که در تماس مستقیم با اشیاء سفالی مشکلی ایجاد نمی‌کنند، شامل پلاستیک، برخی فلزات و چوب هستند. انتخاب نادرست این مواد، متناسب با ویژگی‌های اثر و همچنین طراحی و اجرای نامناسب پایه می‌تواند منجر به آسیب شود. برای مثال، پلاستیک‌ها مقاومت فشاری کمی دارند؛ بنابراین، در شرایط محیطی ناپایدار و در برابر وزن زیاد ممکن است استحکام خود را از دست بدهند. همچنین، با گذر زمان دچار ترک‌خوردگی و شکستگی شده یا به دلیل سبکی، در جابه‌جایی‌ها آسیب ببینند. علاوه بر این، برخی از انواع پلاستیک‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی تغییر رنگ می‌دهند (Du et al., 2017). استفاده از فلز برای ساخت پایه، علاوه بر هزینه‌بر و سنگین بودن، با محدودیت‌هایی در شکل‌دهی همراه است. همچنین، پایه‌های فلزی در شرایط ناپایدار دچار خوردگی و هوازگی می‌شوند و محصولات خوردگی آن‌ها ممکن است باعث تغییر رنگ یا ایجاد لکه روی سطح اثر تاریخی شود (Bakhshandefard, 2010). چوب نیز، مشابه فلز، محدودیت‌هایی در شکل‌دهی دارد. علاوه بر این، در برابر تغییرات رطوبت دچار تغییر در خواص فیزیکی شده و نسبت به حشرات و میکروارگانیسم‌ها حساس و آسیب‌پذیر است (Unger et al., 2011).

مواد و روش‌ها

نمونه مورد مطالعه

شیء سفالی مورد مطالعه در این پژوهش یک عدد لیوان آبخوری (شکل ۵) متعلق به عصر آهن (بازه پیشنهادی آن عصر آهن ۱ و ۲ و حوالی ۱۲۰۰ تا ۸۰۰

ق.م.) از شمال غرب ایران است که در طی کاوش‌های باستان‌شناسی تپه دالما در شهرستان ملکان استان آذربایجان شرقی به سرپرستی اکبر عابدی در سال ۱۴۰۰ به دست آمده است. همچنان که از گزارش کاوش برمی‌آید، اثر فوق یک گورنهاده بوده و به تدفین‌های مربوط به لایه‌های فوقانی گورستان تپه‌دالما تعلق دارد (Abedi 2021). این اثر در قسمت پایه سطح تماس کمی دارد که موجب می‌شود ایستایی لازم را نداشته باشد.

روش مطالعه و اجرا

ابتدا شیء موردنظر توسط ابزارهای اندازه‌گیری دقیق مانند کوئیس ساعتی، کوئیس پایه‌دار و میکرومتر در آزمایشگاه اندازه‌گیری دانشکده طراحی دانشگاه هنر اسلامی تبریز اندازه‌بردای و نقشه سه‌نمای (نماهای بالا، روبرو و جانبی) آن به وسیله نرم‌افزار Solidworks 2016 تهیه می‌شود. بر اساس نقشه‌های فنی به دست آمده، در نرم‌افزار راینو نسخه ۷ مدل سه‌بعدی مجازی از قطعه موردنظر با مقیاس یک‌به‌یک ساخته شده؛ و سپس در نرم‌افزار رندرگیری Keyshot، نقشه تهیه‌شده از تصویر شیء، به پوسته بیرونی مدل سه‌بعدی نسبت داده می‌شود تا ظاهر مدل سه‌بعدی ساخته‌شده به مدل اصلی نزدیک شود. در ادامه، برای ساخت پایه نگهدارنده این اثر از چاپگر سه‌بعدی سری M1 شرکت کیتک (کیهان صنعت شریف)^۱ استفاده خواهد شد؛ و در نهایت، به منظور به دست آوردن سطحی لطیف‌تر و جذاب‌تر، پایه تهیه‌شده مخمل‌پاشی^۲ می‌شود. برای پاشش این الیاف، از دستگاه مخمل‌پاش دستی با نشان تجاری کوانتوم شرکت دایر صنعت ایرانیان با ویژگی تک اپراتور، با خروجی ۹۰ کیلو ولت استفاده شد.

نتایج و بحث در یافته‌ها

مستندسازی و سه‌بعدی سازی نمونه مطالعاتی

در این مرحله، نمونه موردنظر به صورت دقیق اندازه‌برداری و نقشه فنی آن ترسیم شد (شکل ۶). سپس، مبتنی بر نقشه‌های تهیه‌شده، مدل سه‌بعدی مجازی شیء ساخته شد (شکل ۷). سعی شد در ساخت نمونه سه‌بعدی کامپیوتری تمام جزئیات از جمله فرم



شکل ۶. راست: سفال خاکستری موسوم به آبخوری یافت‌شده از گورستان عصر آهن تپه دالما (Abedi 2021)؛ چپ: نقشه‌ی فنی نمونه‌ی مورد مطالعه به کمک نرم‌افزار (اندازه‌ها برحسب میلی‌متر است).

Figure 6. Right: A gray pottery vessel, known as a water pitcher, discovered in the Iron Age cemetery of Tepe Dalma, 2021 (Abedi, 2021); Left: Technical drawing of the studied sample using software (dimensions are in millimeters).



شکل ۷. راست: نمای پرسپکتیو از مدل سه‌بعدی مجازی که نقشه قطعه اصلی بر روی آن قرار گرفته است؛ چپ: نمای روبرو و جانبی مدل سه‌بعدی مجازی در دو حالت خام و رندر شده.

Figure 7. Right: Perspective view of the virtual 3D model with the main piece's blueprint overlaid; Left: Front and side views of the virtual 3D model in both raw and rendered states.



شکل ۸. سمت راست: مدل سه بعدی مجازی؛ سمت چپ: نمونه اصلی مورد مطالعه.

Figure 8. Right: Virtual 3D model; Left: Original sample under study.

طراحی پایه

با توجه به معیارهایی که در بخش مبانی تحقیق به آنها اشاره شد، با توجه به کارایی نمونه مورد مطالعه که یک لیوان سفالین بزرگ است، پایه

دسته و نحوه‌ی اتصال آن به بدنه، برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های سطح بدنه و حتی ترک‌ها عیناً اجرا شود، چرا که چگالی و نقطه ثقل نمونه در فرایند ساخت پایه تعادل بخش مهم است.



مرحله ۲	مرحله ۱
	
تنظیم جهت و مقیاس مدل سه بعدی با توجه به ابعاد مدل واقعی مورد نظر.	وارد کردن مدل سه بعدی مجازی در محیط نرم افزار راینو.

مرحله ۴	مرحله ۳
	
تنظیم اندازه‌ها و فاصله‌ی بین انگشتان جهت قرارگیری مناسب مدل سه‌بعدی نمونه بر روی پایه تعادل‌بخش.	Poser طراحی پایه تعادل‌بخش در محیط نرم‌افزار.
مرحله ۶	مرحله ۵
	
برش سطح زیرین پایه تعادل‌بخش در محیط راینو.	وارد کردن مدل پایه تعادل‌بخش در محیط نرم‌افزار راینو.
مرحله ۷	
	چک کردن نهایی و تنظیمات پایانی مدل سه‌بعدی و مدل پایه تعادل‌بخش.

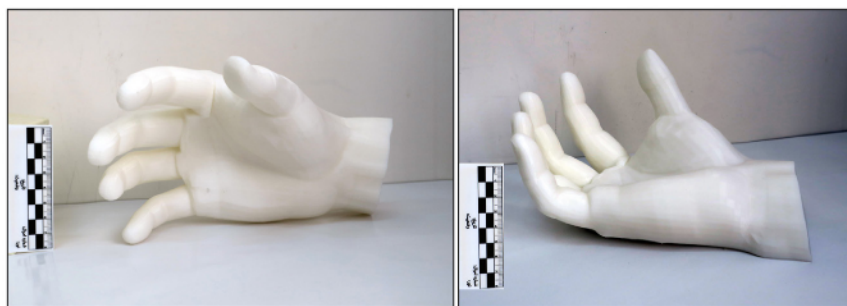
شکل ۹. طرح پایه تعادل‌بخش به شکل دست انسان با مقیاس یک‌به‌یک و مراحل طراحی پایه تعادل‌بخش.

Figure 9. Design of a stabilizing mount in the shape of a human hand, at a 1:1 scale and Stages of designing a stabilizing mount.

بررسی تناسب و کارایی پایه تعادل‌بخش با شیء موردنظر

مدل سه‌بعدی پایه تعادل‌بخش توسط چاپگر سه‌بعدی به روش لایه‌گذاری مذاب^۴ FDM پرینت شد. ابعاد صفحه برای چاپگر یادشده ۲۳۰ در ۲۶۰ و ارتفاع ۲۳۰ میلی‌متر است. برای پرینت مدل سه‌بعدی پایه طراحی شده، دستگاه چاپگر بر روی ارتفاع لایه

نگه‌دارنده به شکل دست انسان با مقیاس واقعی و دارای سطح زیرین کاملاً مسطح که ایستایی لازم داخل ویتترین را داشته باشد، طراحی شد. فاصله بین انگشتان دست نیز به‌گونه‌ای طراحی شد تا چنگشی^۳ محکم را با توجه به ابعاد و فرم بدنه‌ی نمونه مورد مطالعه به‌همراه داشته باشد (شکل ۹). طراحی پایه تعادل‌بخش در دو نرم‌افزار Rhinoceros نسخه ۷ و Poser آورده شده است.



شکل ۱۰. پایه تعادل بخش که توسط چاپگر سه بعدی FDM پرینت شده است.

Figure 10. Stabilizing mount printed by a FDM 3D printer.

سپس میزان چنگش، عدم تعادل و لرزش نمونه بر روی پایه بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان دهنده تعادل قابل قبول در رابطه با پایه ساخته شده است. به علاوه، اگر این پایه در کف و پترین به نحو مناسب نصب شود، به صورت رضایت بخشی هم از منظر مقاومت و تعادل بخشی و هم از نظر زیبایی کارآمد خواهد بود.

اقدام بعدی در راستای ارتقای وجه زیبایی شناسانه پایه طراحی شده و پوشش دادن فیلامنت های خام، برای نصب در و پترین موزه، مخمل پاشی بر روی پایه

۱۵۰ میکرون، ضخامت دیواره ۱.۵ میلی متر و سرعت پرینت ۶۰ میلی متر بر ثانیه تنظیم شد. به منظور پرینت از فیلامنت پلی لاکتیک اسید یا همان PLA شرکت آسان استفاده شد. پرینت نهایی مدل، ۲۶ ساعت به طول انجامید (شکل ۱۰).

در این مرحله، ایستایی و تعادل کلی پایه طراحی شده با و بدون قرارگیری شیء، مورد آزمون قرار گرفت (شکل ۱۲). برای این منظور، پایه ساخته شده بر روی سطح صاف میز قرار گرفت و شیء مورد نظر بر روی آن قرار داده شد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. قرارگیری شیء مورد مطالعه بر روی پایه تعادل بخش پرینت شده.

Figure 11. Placement of the studied object on the printed stabilizing mount.



شکل ۱۲. آزمون میزان چنگش، تعادل و لرزش نمونه مورد مطالعاتی بر روی پایه تعادل بخش.

Figure 12. Test of grip strength, balance, and vibration of the case study sample on the stabilizing mount.



شکل ۱۳. مخمل پاشی پایه تعادل بخش و تغییر سیمای متناسب برای نصب در ویتترین موزه.

Figure 13. Velvet coating of the stabilizing mount and its proportional modification for installation in a museum display case.

اینکه به ساختار فیزیکی و ارزش‌های زیبایی‌شناسی اثر در حالت نمایش آسیب‌ی وارد نمی‌کنند، زیبا و جذاب هم باشند. با کمک چنین نگهدارنده‌هایی درک عمیق‌تری از مفهوم و کارکرد شیء و لذت بیشتری به‌لحاظ بصری برای بازدیدکننده فراهم می‌شود. نگهدارنده بایستی قابلیت استفاده برای طیف متنوعی از آثار با ابعاد و اشکال مختلف را داشته باشد. پایه نگهدارنده طراحی‌شده در این مقاله می‌تواند برای نمایش انواع زیورآلات مرتبط با دست همانند النگو و انگشتر و دستبند مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱۵) و کاربردی متفاوت را به نمایش بگذارد. نگهدارنده همچنین باید بتواند به دریافت ابعاد شیء،

بود. الیاف مخمل استفاده‌شده از جنس پلی‌استر با طول یک میلی‌متر و به رنگ قرمز تیره هستند. جهت چسباندن الیاف مخمل از چسب پایه آب ST180 استفاده شد که دارای قدرت چسبندگی و دوام مناسب برای هدف موردنظر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقاله حاضر به بررسی نحوه طراحی و استفاده از پایه تعادل بخش برای ایجاد ایستایی در آثار نامتعادل در ویتترین موزه‌ها با استفاده از فناوری‌های نوین سه‌بعدی‌سازی پرداخته است. در این بررسی مشخص شد که نگهدارنده‌ها و پایه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی و از موادی برای ساخت آنها استفاده شود که علاوه‌بر

دست‌رسی به داده‌ها: داده‌های خام این پژوهش در اختیار نویسندگان است و با مکاتبات قابل دست‌رسی است.

پی‌نوشت‌ها

۱. چاپگر سه‌بعدی: برای ساخت تعادل‌بخش از چاپگر سه‌بعدی سری M1 شرکت کیتک (کیهان صنعت شریف) استفاده شد.

۲. مخمل‌پاشی پایه تعادل‌بخش: جهت به‌دست آوردن سطحی لطیف‌تر و جذاب‌تر نسبت به سطح به‌دست آمده از پرینت سه‌بعدی که کمی بافت‌دار و زمخت است، از شیوه مخمل‌پاشی استفاده شد. مشخصات الیاف مخمل و فرآیند استفاده‌شده به اختصار در این قسمت توضیح داده می‌شود: از الیاف پودر مخمل از جنس پلی‌استر با طول یک میلی‌متر و رنگ قرمز تیره جهت مخمل‌پاشی بر روی قطعه پرینت‌شده استفاده شد. جهت چسباندن الیاف پودر مخمل از چسب پایه آب ST180 استفاده شد که دارای قدرت چسبندگی و دوام مناسب برای هدف موردنظر است. جهت پاشش الیاف مخمل از دستگاه مخمل‌پاش دستی با نشان تجاری کوانتوم شرکت دایر صنعت ایرانیان با ویژگی تک اپراتور، با خروجی ۹۰ کیلو ولت استفاده شد.

۳. منظور از چنگش، نگهداری مطمئن شیء در دست است.

۴. FDM (Fused Deposition Modeling) یکی از رایج‌ترین و مقرون‌به‌صرفه‌ترین فناوری‌های مورد استفاده در پرینت سه‌بعدی است. در این روش، مواد پلاستیکی (مانند PLA یا ABS) به‌صورت رشته‌ای (فیلامنت) ذوب شده و لایه به لایه بر روی بستر ساخت قرار می‌گیرد. هر لایه پس از خنک شدن، به لایه قبلی متصل می‌شود و به‌تدریج شیء سه‌بعدی شکل می‌گیرد. این فرآیند تحت کنترل نرم‌افزار CAD انجام می‌شود که طراحی دقیق و سفارشی اشیاء را ممکن می‌سازد. مزایای FDM شامل سادگی استفاده، هزینه کم و تنوع در انتخاب مواد است. با این حال، دقت و کیفیت سطحی آن در مقایسه با برخی روش‌های دیگر مانند SLA کمتر است (Razani et al, 2018).



شکل ۱۵. نمایش دستبند طلا طرح گندمی توسط پایه نگهدارنده طراحی‌شده.

Figure 15. Display of a wheat-patterned gold bracelet using the designed stabilizing mount.

معرفی جنبه کاربردی و ارزش‌های قابل مطالعه آن کمک کند؛ نگهدارنده باید با استفاده از فناوری‌های نوین در اسرع وقت قابل تولید باشد. این فناوری‌های مانند چاپ سه‌بعدی این امکان را فراهم می‌کنند که نگهدارنده‌های با طرح‌های پیچیده و دقیق تولید شوند؛ نگهدارنده باید به‌طور نمادین با درک مخاطبان درباره کاربری و استفاده از اشیاء در موزه هم‌افزا باشد. این می‌تواند با استفاده از طراحی‌های خلاقانه و نمادین در جوار ویتروین با ذکر توضیحاتی همراه بوده و انجام شود. در پایان و بر اساس دستاوردهای این مطالعه، پیشنهاد می‌شود از این فن‌آوری برای نمایش اشیاء پیچیده‌تر و حساس مانند آثار شیشه‌ای و عاجی نیز استفاده شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه هنر اسلامی تبریز در اختیار نهادن امکانات مادی و معنوی برای به ثمر رسیدن این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند.

مشارکت نویسندگان: نویسنده اول در بخش‌های مفهوم‌پردازی، روش‌شناسی و ویرایش نهایی نقش داشت، نویسنده دوم مسئولیت طراحی و ترسیم و جمع‌آوری داده‌ها و نویسنده سوم جمع‌آوری داده‌ها و ویرایش متن را بر عهده داشتند.

تضاد منافع: ندارد.

حامیان مادی و معنوی: دانشگاه هنر اسلامی تبریز

References / منابع

Abedi, Akbar. (1400). Report of the archaeological excavations of Dalma hill in Malkan city of East Azarbaijan province, Tehran: National Institute of Archeology.

[عابدی، اکبر. (۱۴۰۰). گزارش کاوش‌های باستان‌شناسی تپه دالما در شهرستان ملکان استان آذربایجان شرقی، تهران: بایگانی پژوهشکده باستان‌شناسی کشور.]

Antlejš, K., Celec, K., Sinani, M., Mirtiĉ, E., & Ljub, D. (2012). Restoration of a stemmed fruit bowl. Review of the National Center for Digitization, 141-146.

Bakhshandefard, H. (2010). A study of metallic historical artifacts in conservation. Isfahan: Isfahan University of Art.

[بخشنده‌فرد، حمیدرضا. (۱۳۸۹). بررسی آثار تاریخی فلزی در مرمت. اصفهان: دانشگاه هنر اصفهان.]

Balletti, C., & Ballarin, M. (2019). An application of integrated 3D technologies for replicas in cultural heritage. International Journal of Geo-Information, 8(6), 285. <https://doi.org/10.3390/ijgi8060285>.

Balzani, M., Fabbri, M., Maietti, F., & Santopuoli, N. (2005). Survey, modelling and scientific integrated researches for restoration and enhancement of cultural heritage – A study of the bas-reliefs of the Camerino dei Marmi di Alfonso I for the Estense Castle. The 6th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (pp. 1-8). Pisa, Italy: ISTI-CNR.

Barreau, J. B., Nicolas, T., Bruniaux, G., Petit, E., Petit, Q., Bernard, Y., Gaugne, R., & Gouranton, V. (2014). Ceramics fragments digitization by photogrammetry, reconstructions and applications. Computer Science, 1-8.

Câsver, Chez. (2009, July 4). Flickr. [https://](https://www.flickr.com/photos/rosemania/4121248676)

www.flickr.com/photos/rosemania/4121248676.

Comes, R., Buna, Z., & Badiu, I. (2014). Creation and preservation of digital cultural heritage. Journal of the American Heart Association, 50-56.

DOI, A., & ONO, K. (2010). Digital archiving of archaeological remains using X-ray CT. Computer Science, 204-209.

Du, H., Liu, L., Zhang, F., Zhao, W., Leng, J., & Liu, Y. (2017). Thermal-mechanical behavior of styrene-based shape memory polymer tubes. Polymer Testing, 119-125.

Fararu (Analytical News). (2011, April 10). Preservation of ancient artifacts in a museum on CD boxes! + Photo. Retrieved April 15, 2012, from <https://fararu.com/fa/news/73207>.

Hartley, J. (2023). Ancientartifax. Accessed September 25, 2023, from <https://www.ancientartifax.com/stands.htm>.

Hay, J. (2011). Creating steel mounts for the exhibition of totem poles. Journal of the Canadian Association for Conservation, 29-38.

Hein, G. E. (2002). Learning in the Museum. routledge.

Hernández-Muñoz, Ó., Sterp, M. E., & Sánchez-Ortiz, A. (2023). Stabilization of an anatomical wax model of the Complutense Veterinary Museum with the help of 3D digital technologies. International Journal of Conservation Science (IJCS), 45-56.

Unknown. (2023, June 6). Christies. Accessed August 25, 2023, from <https://www.christies.com/lot/an-anasazi-black-on-white-jar-4647475/?intObjectID=4647475&lid=1>.

Lowry, M. (2012). Short communication: Exploring process and design for visually unobtrusive object mounts. Journal of the American

Institute for Conservation, 59-67. <https://doi.org/10.1179/1945233014Y.0000000027>.

Lord, B. (2002). The manual of museum exhibitions. Altamira.

Osama Shukir, M. A. (2014, November 27). Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carved_ivory_plaque_fragment_showing_the_legs_and_eagle-like_feet_Nimrud_ivory_Sulaymaniyah_Museum.jpg.

Paul, J. (2008). Advances in the protection of museum collections from earthquake damage. Getty Museum.

Rahman, I., Adcock, K., & Garwood, R. (2012). Virtual fossils: A new resource for science communication in paleontology. *Evolution: Education and Outreach*, 635-641.

Razani, M., Haddadain, M. A., & Pour Abbas, S. (2016). The use of rapid prototyping technologies in the reconstruction of missing parts of glass artifacts with a focus on historical glassware. *Restoration and Architecture of Iran*, 85-101.

[رازانی، مهدی؛ حدادیان، محمدعلی؛ پورعباس، صفر. (۱۳۹۵). "استفاده از فناوری‌های نوین نمونه‌ساز سریع در بازسازی بخش‌های مفقود آثار شیشه‌ای با رویکرد استفاده در شیشه‌های تاریخی." مرمت و معماری ایران. ۸۵-۱۰۱].

Razani, M., Haddadain, M. A., & Pour Abbas, S. (2018). The use of rapid prototyping technologies in the reconstruction of missing parts of archaeological pottery. *Iranian Archaeological Research*, 193-212.

[رازانی، مهدی، محمدعلی حدادیان و صفر پورعباس. (۱۳۹۷). "استفاده از فناوری‌های نوین نمونه‌سازی سریع در بازسازی بخش‌های مفقود سفالینه‌های باستان‌شناسی." پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران. ۲۱۱-۱۹۳].

Razani M, Bater M.(2024) A Guide to Documentation and Recording of Ceramic and Pottery Objects in Conservation and Restoration Operations. *KCR*; 7 (2) :29-46 .

[رازانی، مهدی؛ باتر، مسعود. (۱۴۰۳). راهنمای مستندسازی و ثبت اشیاء سفالی و سرامیکی در عملیات حفظ و مرمت. دانش حفاظت و مرمت؛ ۷(۲): ۲۹-۴۶].

Schilling, R., Jastram, B., Wings, O., Schwarz-Wings, D., & Issever, A. M. (2013). Reviving the dinosaur: Virtual reconstruction and three-dimensional printing of a dinosaur vertebra. *Radiology*, 864-871.

Souri, E., Chang Maryam, A. A., Hosseini, S. A., & Keshavarzian, B. (2015). Design and construction of a machine tool for 3D printing. *Conference on Advanced Machining and Machine Tools*. Tehran: Tarbiat Modares University. 436-439.

[سوری، احسان؛ چنگ، علی‌اصغر؛ سیدعباس حسینی، مریم؛ کشاورزبان، بهنام. (۱۳۹۴). "طراحی و ساخت ماشین ابزاری برای انجام پرینت سه‌بعدی." کنفرانس ماشین‌کاری و ماشین‌های ابزار پیشرفته. تهران: دانشگاه تربیت مدرس. ۴۳۹-۴۳۶].

Tabnak (Analytical News). (2014, May 19). Unique collection of Iranian coins and banknotes 2, <https://www.tabnak.ir/fa/news/401529>.

[تابناک (خبری-تحلیلی)، (۱۳۹۳)، مجموعه بی‌نظیر سکه و اسکناس ایران ۲، تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹. <https://www.tabnak.ir/fa/news/401529>].

Unger, A., Unger, W., & Schniewind, A. (2011). Conservation of wooden art objects (Translated by Asghar Taramian & Ali Naghi Karimi). Tehran: Tehran University.

[یونگر، الف و یونگر و آشنیویند. (۱۳۹۰). حفاظت آثار هنری چوبی. با ترجمه اصغر طارمیان و علی نقی کریمی. تهران: دانشگاه تهران].