

Evaluation of the Restoration and Technology of Tile Decorations of Safavid Domes in Isfahan from the Beginning to the Present (Case study: Dome of the Abbasi Grand Mosque, Sheikh Lotfollah Mosque, Chaharbagh School)

Zohreh Motalebi^{*1}, Omid Oudbashi², Sohrab Veisheh³, Dariush Heydari⁴

1. Department of Conservation of Cultural and Historical Properties, Art University of Isfahan, Iran.

2. Senior Lecturer, Department of Conservation, University of Gothenburg, Sweden.

3. Current consultant and former head of the Construction Materials and Products Department of the Road, Housing and Urban Development Research Center; Assistant Professor, PhD in Mining Engineering.

4. Department of Building Conservation, Art University of Isfahan, Iran.

Abstract

The survival of the mosaic tile arrays of Safavid-era domes in Isfahan has been based on the committed cooperation of craftsmen, architects, and artists in this field. There is a great deal of knowledge and skill, from the baking of tiles and plaster to the artistic execution of mosaic tiles, the preparation and processing of mortar and plaster slurry, and mastery of geometry, concerning the complex process of constructing and restoring the mosaic tile arrays of the domes. Given the historical, spiritual, and aesthetic values of the three domes under study, which are also considered symbols of the city of Isfahan, this research attempts to take a step toward better protection and preservation of these domes. These studies, relying on the process and evaluation of the restoration of the mosaic tile arrays of these domes from the past to the present, have been carried out to understand and improve the restoration technique and eliminate its problems based on library studies, field methods, and data description and analysis in line with the discussions of dome tile restoration and preventing serious damage in the future. The results of the research show that careful attention to the restoration process and analysis of errors in all stages of tile making, mortar preparation, and tile installation contribute significantly to a principled restoration with minimal errors in the tile arrays of historical domes, and as a result, better protection of these masterpieces. Among the most important factors that are effective in improving the restoration process and preventing the implementation from becoming time-consuming are the existence of a comprehensive restoration plan, a management plan, continuous supervision, forming a group and consulting with experts from various related fields, and avoiding trial and error.

Keywords: Cultural Tile; tile art; dome; mosque; restoration; Isfahan. PreservationMetaverse.



**Knowledge of
Conservation and
Restoration**

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

<https://kcr.richt.ir>

Pages: 69 to 94

Corresponding Author

Zohreh Motalebi

. Department of Conservation
of Cultural and Historical
Properties, Art University of
Isfahan, Iran.

Email

z_motalebi@yahoo.com

Introduction

The restoration of historical monuments requires a thorough understanding of the technical knowledge and materials used in their construction (Fielden, 2004). Tile art in Iranian architecture has a three-thousand-year tradition and is a prominent element of Islamic architecture (Houben & Guillaud, 2003; Vahidzadeh, 2013). The mosaic tile decorations on domes not only have aesthetic value but also play a protective role against moisture damage (Honarfar, 2004). However, the restoration process of these tiles is highly complex due to technical challenges and the need for geometric knowledge (Seyf, 1997). This research examines the restoration process of the tiles on Safavid domes in Isfahan and proposes strategies for improvement.

Research Methodology

This research was conducted in two parts: library studies and field studies. In the library section, historical sources, restoration reports, and theses were reviewed. In the field section, visits to tile workshops and interviews with tile artisans and experts were conducted. The collected data were analyzed using descriptive and interpretive methods (Domenech-Carbo et al., 2008).

Background of Restoration of the Studied Domes

The studied domes include those of Abbasi Grand Mosque, Sheikh Lotfollah Mosque, and Chaharbagh School. These domes have undergone multiple restorations throughout history, but in recent decades, the lifespan of restorations has decreased, and significant damage has occurred to the tiles (Goddar et al., 1989; Pournaderi, 2006; Vahidzadeh, 2013). Environmental factors such as humidity, freezing, and air pollution have

contributed to the deterioration of the tiles, but restoration issues have also played a role (Vahidzadeh, 2013).

Traditional Methods of Restoring Mosaic Tile Domes

The restoration of mosaic tile domes involves various stages, including tile production, cutting, pattern design, scaffolding installation, curved mold construction, pattern transfer, tile installation, and grouting (Maheronnaghsh, 2002). In the traditional method, worn-out tiles are replaced with new ones. This process requires high precision and skill to ensure proper attachment of the tiles to the dome's surface (Honarfar, 2004).

Evaluation of Mosaic Tile Decorations in the

Studied Domes

In recent restorations, some issues from previous restorations have been addressed, but some problems remain. These include the use of inappropriate materials, insufficient supervision, and the lack of a comprehensive restoration plan (Motalebi & Aslani, 2013; Pournaderi, 2006). These issues have reduced the effectiveness of restorations and caused further damage to the tiles.

Conclusion

The restoration process of the tile decorations on Safavid domes in Isfahan has faced significant challenges in recent years. To improve this process, a thorough understanding of restoration technology, the use of appropriate materials, and the formation of a specialized working group are essential (Petzet, 2003). Additionally, continuous supervision and the implementation of comprehensive restoration plans are key factors in better conservation of these historical monuments.

Acknowledgments

The corresponding author acknowledges the cooperation of Dr. Mehdi Razani, Hamid Amini, and Engineer Mansour Asgari Khorasgani, as well as other colleagues, in conducting this research.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding this article.

Financial and Moral Support

This research was conducted without any financial or moral support.

References

- Rampazzi, L., et al. (2008). Analytical investigation of calcium oxalate films on marble monuments. *Talanta*, 1086-1081, (4)75.
- Stuart, B. (2007). *Analytical techniques in materials conservation*. John Wiley & Sons.
- Motalebi, Z., & Aslani, M. (2013). Study of traditional materials used in the restoration of historical tiles in Isfahan. *Journal of Conservation Science*, 56-45, (2)5.
- Fielden, B. M. (2004). *Conservation of historic buildings*. Routledge.
- Houben, H., & Guillaud, H. (2003). *Earth construction: A comprehensive guide*. CRATerre.
- Vahidzadeh, R. (2013). *History of tile art in Iran*. Isfahan University Press.
- Honarfar, L. (2004). *Isfahan: The city of domes and minarets*. Isfahan Cultural Heritage Organization.
- Seyf, H. (1997). Traditional techniques in tile production. *Journal of Art and Architecture*, 89-78, (3)12.
- Domenech-Carbo, M. T., et al. (2008). Analytical characterization of beeswax in works of art. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, (2)391 458-449.
- Goddar, J., et al. (1989). *Safavid architecture in Isfahan*. Isfahan University Press.
- Pournaderi, S. (2006). *Restoration of historical tiles in Iran*. Tehran University Press.
- Maheronnaghsh, R. (2002). *Tile art in Iranian architecture*. Tehran University Press.
- Petzet, M. (2003). *Principles of preservation: An introduction to the international charters for conservation and restoration 40 years after the Venice Charter*. ICOMOS.
- Larsen, K. E. (1994). *Architectural preservation in Japan*. ICOMOS.
- MacWilliam, N. (2005). *Conservation of historic buildings in the UK*. Routledge.
- Malinowski, R., et al. (1961). Durability of building materials. *Journal of Materials Science*, 134-123, (2)10.
- Ward, P. (1989). *Conservation of historic buildings: A guide to techniques*. Butterworth-Heinemann.
- IRNA. (2022). New scaffolding techniques in dome restoration. Iranian News Agency.

ارزیابی مرمت و فن‌شناسی آرایه‌های کاشی گنبدهای صفوی اصفهان از ابتدا تا کنون (مطالعه موردی: گنبد مسجد جامع عباسی، مسجد شیخ لطف‌الله و مدرسه چهارباغ)

زهره مطلبی^{۱*}، امید عودباشی^۲، سهراب ویسه^۳، داریوش حیدری^۴

۱. دانشجوی دکتری مرمت اشیاء تاریخی - فرهنگی، دانشگاه هنر اصفهان.

۲. دکترای مرمت اشیاء تاریخی - فرهنگی، مدرس ارشد دانشگاه گوتنبرگ سوئد.

۳. دکترای مهندسی معدن، مشاور فعلی رئیس اسبق بخش مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی.

۴. دکترای مرمت بناها و بافت‌های تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان.

چکیده

بقای آرایه‌های کاشی گنبدهای دوره‌ی صفوی در اصفهان تا به امروز بر همکاری متعهدانه صنعتگران، معماران و هنرمندان این عرصه استوار بوده است. با توجه به روند پیچیده‌ی ساخت و مرمت آرایه‌های کاشی معرق گنبدها، دانش و مهارت زیادی از پخت کاشی و گچ تا شیوه‌ی اجرای هنرمندانه‌ی کاشی معرق، تهیه و عمل‌آوری ملاط و دوغاب گچ و نیز تسلط به دانش هندسه در این روند نیاز است. با توجه به ارزش‌های تاریخی، معنوی و زیبایی‌شناسی سه گنبد مورد مطالعه که نماد شهر اصفهان نیز محسوب می‌شوند، این پژوهش تلاش دارد با تکیه بر روند و ارزیابی مرمت آرایه‌های کاشی معرق این گنبدها از گذشته تا کنون، گامی در جهت حفاظت و نگاهداشت بهتر این گنبدها بردارد. از این رو، در روند این پژوهش و با استفاده از روش مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، اطلاعاتی در راستای شناخت و بهبود فن مرمت کاشی و روش‌های رفع اشکالات آن گردآوری شده و از نتایج حاصل از تحلیل این داده‌ها در راستای مباحث مرمت کاشی گنبد و جلوگیری از آسیب جدی به آن‌ها در آینده بهره گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان داد که دقت نظر در روند مرمت و تحلیل خطاها در طول این فرایند شامل ساخت کاشی، تهیه ملاط و نصب کاشی‌ها، کمک شایانی به مرمت اصولی با کمترین خطا در آرایه‌های کاشی گنبدهای تاریخی و در نتیجه حفاظت بهتر از این شاهکارها می‌نماید. از مهم‌ترین عواملی که در پیشبرد اصلاح روند مرمت و جلوگیری از زمان‌بر شدن اجرا تأثیرگذار است، وجود طرح جامع مرمتی، پلان مدیریتی، نظارت مستمر، تشکیل کارگروه تخصصی و مشاوره با کارشناسان رشته‌های مختلف مرتبط و دوری از آزمون و خطاست.

واژگان کلیدی: کاشی، هنر کاشی‌کاری، گنبد، مسجد، مرمت، اصفهان.



فصل‌نامه دانش حفاظت و مرمت

سال هفتم، شماره ۴

شماره پیاپی ۲۲، زمستان ۱۴۰۳

<https://kcr.richt.ir>

صفحات: ۶۹ تا ۹۴

نویسنده مسئول

زهره مطلبی

دانشجوی دکتری مرمت اشیاء تاریخی -

فرهنگی، دانشگاه هنر اصفهان.

رایانامه

z_motalebi@yahoo.com

۱. مقدمه

و طناب خرما است که در برابر عوامل محیطی فرساینده، به‌ویژه رطوبت بسیار حساس بوده و نیازمند نگهداری و مرمت در فواصل زمانی مشخص است. اصولاً تخریب و مسائل آرایه‌های کاشی در گنبدها به علت وسعت زیاد سطح، ارتفاع زیاد سازه و فرم منحنی آن‌ها، با سایر قسمت‌های کاشی پوش شده‌ی بنا متفاوت است و به تبع آن پروسه‌ی مرمت آن نیز پیچیده‌تر است. آسیب‌های به‌وجود آمده در گنبدها، به سبب دور از دسترس بودن، در ابتدا مشخص نیستند و اغلب زمانی که آسیب جدی و بحرانی می‌شود، قابل مشاهده می‌شوند و به خودی خود روند مرمت را دچار بحران می‌کنند (Domenech-Carbo et al, 2008).

طی چند دهه‌ی اخیر، گنبدهای دارای پوشش کاشی معرق برخی مساجد و مدارس تاریخی در اصفهان (گنبد مساجد جامع عباسی و شیخ لطف‌الله) دچار آسیب‌های جدی همچون چین‌خوردن پوسته، ناهمواری در سطوح مختلف گنبد، عدم قرینگی، جدایش قطعات کاشی، تغییرات نقوش، طرح‌ها و رنگ‌ها در تزیینات خود شده‌اند. این امر نشان‌دهنده‌ی کاهش قابل توجه عمر مفید مرمت آرایه‌های کاشی گنبدی‌های مذکور است (Motalebi & Aslani, 2013; Vahidzadeh, 2013; Pournaderi, 2006).

شواهد و مدارک موجود حاکی از آن است که هر چه از گذشته به زمان حال نزدیک‌تر شده‌ایم، عمر مفید مرمت گنبدهای دارای پوشش کاشی کمتر و کمتر شده است تا جایی که در سال‌های اخیر به حدود ۱۰ سال کاهش یافته است. این در حالی است که در گذشته، اصولاً در هر قرن یک الی دو بار تعویض بخشی از پوسته‌ی کاشی گنبدهای صفوی انجام می‌گرفته است (Goddar et al, 1989; Pournaderi, 2006; Vahidzadeh, 2013; Mossadegzadeh & Moghzi (personal communication, 2012)).

درست است که عوامل مختلفی مانند حرکت‌های سازه‌ای، نزولات جوی، یخ‌زدگی، سایش ناشی از ذرات معلق موجود در هوا و ارتعاشات کوبه‌ای و به‌طور کلی عوامل محیطی و اقلیمی در فرسایش لعاب و بدنه‌ی

آشنایی با دانش فنی ساخت یکی از راهکارهای مهم در امر آسیب‌شناسی، مرمت و در نتیجه بقای یک اثر تاریخی است. علاوه بر این، شناخت ترکیبات مواد و مصالح، چگونگی عمل‌آوری و در نتیجه کاربرد بهینه‌ی آن‌ها در مرمت نیز حائز اهمیت است (Rampazzi et al, 2008; Stuart, 2007; Motalebi & Aslani, 2013). به‌طوری که تعمیر صحیح بخش‌های فرسوده‌ی بناهای تاریخی راهی برای بقای روح معماری (Fielden, 2004) و درمانی برای گسترش دانش فنی و فرهنگ بومی است که باید استمرار یابد (Sekino, 1972).

هنر کاشی‌کاری در معماری ایرانی ریشه در سنتی سه هزار ساله از معماری بین‌النهرین و ایلام دارد (Houben, 2003; Vahidzadeh, 2013). این هنر از عناصر شاخص معماری در سرزمین‌های اسلامی (Durbin, 2005) و میراثی از گذشته است که عمری چهارصد ساله داشته که نشان از اهمیت نگهداری و تعمیرات سنتی مکرر این آثار دارد (Petzet, 2003; Homaii, 1996; Vahidzadeh, 2013). آرایه‌های کاشی معرق گنبدها (Maheronnaghsh, 2002) علاوه بر ارزش‌های زیبایی‌شناختی و معنوی که به بنا می‌بخشند (Pirnia, 1984)، نقش حفاظت از بدنه‌های خشتی و آجری در برابر انواع آسیب‌های رطوبتی را نیز ایفا می‌کنند (Honarfar, 2004). این هنر که دارای دشواری و پیچیدگی‌های زیادی در فن تولید و اجرا است (Seyf, 1997)، تبلور ذوق اجتماعی (Saturno, 2003)، هویت‌بخش به فضای شهری (Porter, 2002) و قابل تعمیر است (Pirnia & Maemarian, 2001). به همین دلیل حفظ ارزش‌های هنر کاشی‌کاری و تداوم شیوه‌های سنتی اجرای آن به دست هنرمند سنتی، اهمیت ویژه‌ای داشته و هرگونه اقدامی در قالب مرمت، بدون توجه به ویژگی‌های معماری، هنری و فنی بنا، نوعی مداخله‌ی نادرست به حساب می‌آید که به تغییر در فرم پوسته‌ی کاشی و شکل و اندازه‌ی نقوش آن منجر می‌شود (Pournaderi, 2006).

فرآیند پیچیده و دقیق حفاظت و مرمت کاشی گنبد، شامل تعویض و بازسازی بخشی از این پوشش به کمک مواد مختلف مانند ملاط گچ، فلز یا چوب

علمی دسته‌بندی شده (کتاب و مقاله) در خصوص موضوع، تعداد زیادی از منابع و اسناد تاریخی-هنری، گزارش مرمت‌ها، مستندنگاری اشخاصی همچون همایی، گذار و پوپ، پرونده‌های موجود در سازمان میراث فرهنگی استان اصفهان و نیز پایان‌نامه‌های (کم تعداد) موجود در آرشیو دانشگاه هنر اصفهان، مورد بررسی قرار می‌گیرد. علاوه بر بررسی منابع مکتوب، در بخش بررسی‌های میدانی، با هنرمندان و اساتید هنر کاشی‌کاری گنبد (استادکاران قدیمی تا اساتید و کارشناسان امروزی) مصاحبه خواهد شد و با حضور در کارگاه‌های فعال مرمت کاشی سه گنبد مذکور و مستندسازی تصویری، اطلاعات مربوط به پژوهش پیش‌رو گردآوری خواهد شد. این مطالب در دو بخش، اطلاعات تاریخی در مورد فرایند مرمت آرایه‌های کاشی گنبدهای مورد مطالعه از گذشته تا کنون و سپس تحلیل داده‌ها به روش توصیفی و تفسیری با بیان نقاط قوت و ضعف، راهکارها و پیشنهادها برای بهبود این فرایند، ارائه خواهد شد.

پیشینه مرمت گنبدهای مورد مطالعه

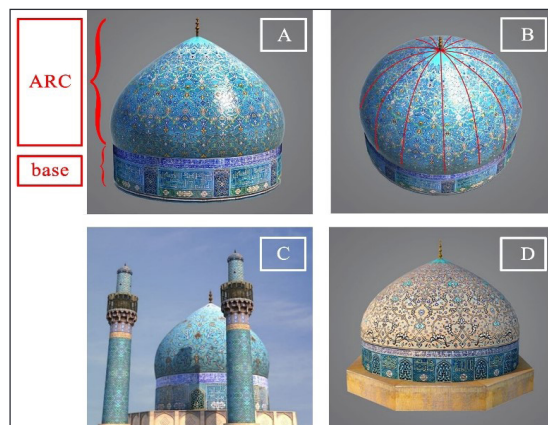
ساختمان گنبد از نظر هندسی از دو جز اصلی شامل ساق (پایه) و قوس گنبد، تشکیل شده است (شکل ۱). پوسته‌ی بیرونی این گنبدها مجموعه‌ای از چند طاق هم‌مرکز و متقاطع است. اگر این نیمکره به چند قسمت مساوی تقسیم شود، هر قسمت به صورت یک قاج بلند و باریک که در رأس گنبد به هم می‌پیوندند، درمی‌آید. هر کدام از این قاج‌ها در اصطلاح ترک نامیده می‌شوند. به عبارتی فاصله‌ی بین هر دو نصف‌النهار، یک ترک است. هر گنبد با تعداد ترک‌هایش شناخته می‌شود. در ارتباط با سه گنبد مورد مطالعه در این پژوهش، گنبد مسجد جامع عباسی، ۱۶ ترک (شکل ۱)، گنبد مسجد شیخ لطف‌الله، ۸ ترک و گنبد مدرسه‌ی چهارباغ، ۱۲ ترک دارد.

در رابطه با وضعیت آرایه‌های کاشی گنبدهای مورد مطالعه، در نقاشی‌هایی که از پاسکال کوست (زمان محمدشاه و ناصرالدین شاه قاجار) به جای مانده، مشخص است که کاشی‌ها سالم بوده‌اند و در فاصله‌ی بین سقوط صفویه تا اواخر قاجار آسیب‌هایی جدی

کاشی‌های معرق و انحلال ملاط‌های گچی چسباننده کاشی و بدنه‌ی آجری گنبد و در نتیجه جدایش کاشی‌ها از بستر خود (سطح گنبد) و ریزش آن‌ها نقش دارند (Vahidzadeh, 2013)، اما از آنجا که میزان بارش در سال‌های اخیر در شهر اصفهان بسیار کمتر از گذشته بوده است، بنابراین شاید بتوان گفت که اهم مشکلات در رابطه با کوتاه‌شدن عمر مرمت‌های صورت‌گرفته، به روند مرمت برمی‌گردد. از این رو، بررسی و شناخت مشکلات و معایب مربوط به روند مرمت کاشی‌های معرق گنبدها که شامل کلیه‌ی مراحل اجرا، وسایل و ابزار، نیروی متخصص، مواد و مصالح و شیوه‌ی عمل‌آوری ملاط مرمتی است، ضروری به نظر می‌رسد. نتایج این بررسی‌ها، قطعاً لزوم شناخت و دستیابی به مواد مناسب و بادوام در مرمت آثار تاریخی که باعث عملکرد بهتر می‌شود (Malinowski et al, 1961) و نیز مواد و روش‌های بهینه جهت نگهداری و مرمت آثار تاریخی (Ward, 1989) را دو چندان می‌کند؛ بنابراین، مطالعات فن‌شناسی و بررسی روند مرمت آرایه‌های کاشی سه گنبد مسجد جامع عباسی، مدرسه چهارباغ و مسجد شیخ لطف‌الله، با هدف بالابردن کیفیت اجرای کار مرمت در گنبدها و کاهش هزینه‌ها در بلندمدت (Soheil, 2003)، می‌تواند گامی بزرگ در جهت کم کردن مشکلات عدیده در فرایند مرمت این تزیینات و جلوگیری از مرمت‌های غیرضروری، مکرر و زود هنگام -که به خودی خود باعث آسیب بیشتر به سازه و تزیینات می‌گردد- شود. از این رو در پژوهش حاضر، به بررسی روش‌های معمول مرمت کاشی در سه گنبد مذکور از گذشته تا کنون پرداخته و ایرادات و مشکلات موجود در حفاظت و مرمت آن‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در نتیجه این مطالعات، راهکارها و پیشنهادهایی جهت اصلاح روند مرمت تزیینات کاشی معرق در گنبدها و دیگر سطوح کاشی‌پوش شده‌ی بناهای تاریخی ایران ارائه خواهد شد.

روش پژوهش

این پژوهش در دو بخش مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی (بازدید از کارگاه‌های ساخت کاشی و مصاحبه با استادکاران و هنرمندان کاشی‌کار) انجام گرفته است. در بخش مطالعات کتابخانه‌ای به دلیل محدودیت منابع



شکل ۱. مدل سه‌بعدی: A-ساق و قوس گنبد؛ B-ترک‌های گنبد (A, B مسجد جامع عباسی)؛ C-گنبد مدرسه چهارباغ؛ D-گنبد مسجد شیخ لطف‌الله.

Figure 1. 3D model: A-Section of the dome and arch. B-Cracks of the dome (A, B of the Abbasid Grand Mosque). C-Dome of the Chaharbagh School. D-Dome of the Sheikh Lotfollah Mosque (Dadkhah, 2021).

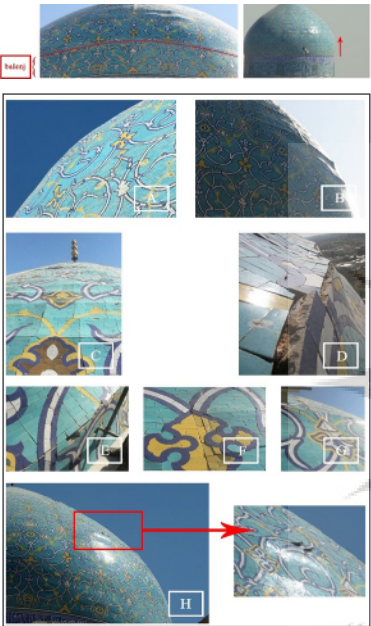
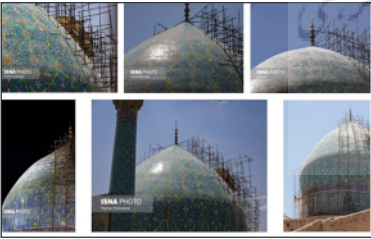
کاشی این بناها انجام داده‌اند. در ادامه پیشینه‌ای مختصر از اقدامات مرمتی که پیرامون سه گنبد مورد مطالعه انجام‌شده، در قالب جداول ۱، ۲ و ۳ آمده است.

به آن‌ها وارد شده است. در این فاصله، هنرمندان اصفهانی (Homaii, 1996) و افراد نیکوکار (Honarfar, 2004) تلاش‌های زیادی برای حفظ و احیای آرایه‌های

جدول ۱. پیشینه مرمت گنبد مسجد جامع عباسی.

Table 1. History of the restoration of the dome of the Abbasid Jame Mosque.

زمان	بروز آسیب	روش مرمت	استادکار مرمت	مشکلات موجود	منبع	شکل
دوره قاجار	فروریزختن قسمتی از کاشی‌های صفوی در بخش پایینی گنبد	-	-	-	ایسنا، مرداد ۱۴۰۱	-
از ۱۳۱۰ تا ۱۳۱۵ ه.ش	-	جایگزینی کاشی‌های عصر صفویه	-	تفاوت در طرح و رنگ کاشی (هر چند با نمونه‌های موجود در کتاب هولستر متفاوت است).	ایسنا، مرداد ۱۴۰۱ هولستر، ۱۳۵۵	-
۱۳۲۸ ه.ش	-	-	عبدالغفار؛ عبدالرزاق؛ علی مقصی و حاجی	-	ورجوند، ۱۳۵۶؛ سجادی نایینی، ۱۳۸۷	-

زمان	بروز آسیب	روش مرمت	استادکار مرمت	مشکلات موجود	منبع	شکل
دهه ۶۰ ش.ه	طبله کردن‌هایی که مربوط به سال‌های دهه ۵۰ ش.ه بود	برچیدن قسمت‌های طبله شده و جای‌گذاری مجدد برخی از کاشی‌ها پس از تمیزکاری و نصب کاشی‌های جدید.	-	-		-
دهه ۷۰ ش.ه	-	نوسازی پوسته کاشی گنبد به‌جز قسمت پاکار قوس یا بالنج (ارتفاع مشخص شده با فلش و خط فرضی افقی)	در سال ۱۳۸۹ ش.ه این مرمت با مشکلات زیادی روبرو شد. A: طبله کردن کاشی‌ها B, H: چین‌خوردگی کاشی‌ها C, D, E, G: شکستگی و جدایش کاشی‌ها از سطح گنبد F: عدم وجود ملاط چسبنده در پشت کاشی‌ها پس از مرمت‌های دهه ۶۰ و ۷۰	-		
از ۱۳۹۰ تا کنون	-	تعویض و نوسازی کل پوسته‌ی کاشی گنبد حتی بخش بالنج و پاکار (طبق تصاویر از ۱۶۰ سال پیش دست نخورده مانده بود.	تغییر قوس و فرم در بخش بالایی دو ترک ۱۵-۱۶ گنبد، تغییر رنگ و طرح جزئیات گل‌های کاشی‌ها.	مهدی پاکدل		 (ایسنا، ۱۴۰۱)

محدود به چند عکس- از تعمیرات مسجد جامع عباسی در خلال سال‌های ۱۳۳۲ تا ۱۳۵۲ موجود است که تمام مربوط به کاشی‌های دیگر بخش‌ها است و نه خود گنبد (سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۰).

به‌طور کلی مدارک مستند و ثبت‌شده‌ی کامل و منظمی از روند مرمت آرایه‌های کاشی گنبد‌های تاریخی اصفهان در صد سال گذشته در آرشیو سازمان میراث فرهنگی کشور وجود ندارد. تنها گزارش‌های مختصری-

جدول ۲. پیشینه مرمت گنبد مدرسه چهارباغ.

Table 2. History of the restoration of the dome of Chaharbagh School.

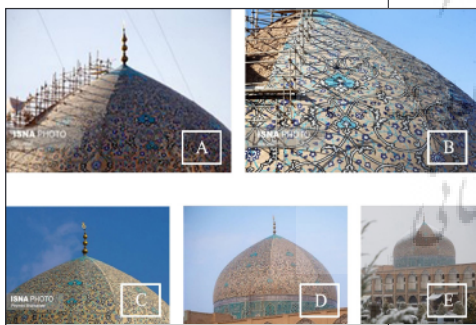
زمان	بروز آسیب	روش مرمت	استادکار مرمت	مشکلات موجود	منبع	شکل
۱۲۵۰ ه.ش	از دست دادن زیبایی و استحکام کاشی‌ها و نیاز مجدد به تعمیر در ۵۰ سال از تعمیرات قبلی.	-	-	-	گذار و دیگران ۱۳۶۸	-
دوره پهلوی	-	-	عبدالغفار؛ حاجی؛ علی مقضی	-	ورجاوند، ۱۳۵۶؛ سجادی نایینی، ۱۳۸۷	-
۱۳۷۳ ه.ش	ریختگی کاشی معرق از بدنه‌ی گنبد در اثر عوامل جوی در دو ترک گنبد.	نصب و جابه‌جایی داربست، طرح‌برداری از گنبد، تراش کاشی و چیدمان روی قالب.	علی مقضی؛ حسین طاهری؛ حسین زارعی؛ حسن مقضی	-	کریمی، ۱۳۵۴-۱۳۸۵	-

زمان	بروز آسیب	روش مرمت	استادکار مرمت	مشکلات موجود	منبع	شکل
۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ ه.ش	D,A: تغییر در نقوش و رنگ‌های کاشی B: مماس نبودن دو ترک مجاور هم و اختلاف سطح C: نمای کلی گنبد F,E: طلبه کردن پوسته‌ی کاشی گنبد G,H: نامتقارنی و پلکانی شدن در مرمت ناموفق گذشته این گنبد I: ریختگی بخشی از کاشی‌ها (۱۳۸۹-۱۳۹۰)	-	حسین مصدق‌زاده؛ محمد پورهمدانی	-	گذار و دیگران ۱۳۶۸	
از ۱۳۹۱ ه.ش	-	مرمت سه ترک از ۱۲ ترک گنبد	پنجه‌پور	رفع مشکلات اساسی	ورجاوند، ۱۳۵۶؛ سجادی نایینی، ۱۳۸۷	-

جدول ۳. پیشینه مرمت گنبد مسجد شیخ لطف‌الله.

Table 3. History of the restoration of the dome of Sheikh Lotfollah Mosque.

زمان	بروز آسیب	روش مرمت	استادکار مرمت	مشکلات موجود	منبع	شکل
پهلوی اول ۱۳۱۱ ه.ش	ریزش کاشی‌های سردر ورودی و ساقه گنبد.	-	عبدالعفار	مرمت آرایه‌های کاشی سردر ورودی.	ورجاوند، ۱۳۵۶	-
دهه‌های اخیر	-	-	حسین مصدق‌زاده	مرمت های جزئی.	سجادی نایینی، ۱۳۸۷	-
چند سال اخیر از سال ۱۳۹۸.	ملاط گچ فرسایش یافته و از بین رفتن خواص چسبندگی آن.	فاز اول مرمت یک چهارم گنبد یعنی ۴ نیم‌ترک از مجموع ۱۶ نیم‌ترک. کاربرد کاشی‌های باقی مانده در کنار کاشی‌های جدید.	رحمت الله رضایت؛ مهدی رضایت	چالش‌های به وجود آمده. انتخاب اشتباه نوع گچ در مرمت کاشی گنبد (مرتضی مطیفی فرد؛ ایسنا، آبان ۱۴۰۱). A2, A1: گنبد حین مرمت. C, D: تغییر رنگ ترک مرمت شده گنبد نسبت به ترک‌های قدیمی. E: نشستن برف روی ترک مرمت‌شده گنبد (۱۳۹۸ ه.ش).	-	A, B, C, ایسنا، ۱۳۹۸ D, E, تسنیم، ۱۳۹۸



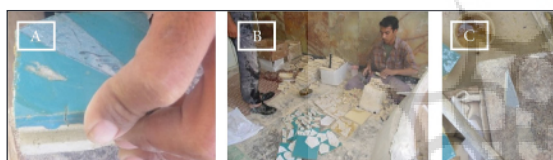
شیوه‌های سنتی مرمت کاشی معرق گنبدها

نحوه‌ی تعمیرات و مرمت‌های سنتی از جهات مختلف به‌ویژه از نظر تعویض و جایگزینی بخش‌هایی از مواد تاریخی با مصالح جدید در تضاد با برخی از اصول نظری برآمده از جنبش جهانی حفاظت مدرن قرار دارد

در رابطه با پیشینه مرمت گنبد مدرسه چهارباغ نیز مستندات کمی وجود دارد. تصاویر نقاشی‌شده از پاسکال کوست (۱۸۴۰م.) و عکس‌های فردریش ساره (۱۹۰۰م.) و روبرت بایرن (۱۹۳۳م.) وضعیت کاشی‌های این گنبد را در آن زمان نشان می‌دهد.

این صورت است که کاشی‌های نره تکرنگ، طبق طرح از پیش آماده و رنگ‌شده، متناسب با ابعاد و رنگ طرح نهایی موردنظر با تیشه‌های مخصوص تراشیده (شکل ۳) و سپس قطعات به‌صورت معکوس روی طرحی که روی قالب یک ترک گنبد ترسیم شده است، قرار می‌گیرند. پس از آن با ریختن ملاط گچ و ثابت کردن کاشی‌ها در کنار هم، طرح یکپارچه می‌شود (شکل ۴) (Honarfar, 2004).

طراحی نقوش کاشی: در تزئین گنبدهای صفوی، بیشتر از یک نوع نقش، دارای ترکیب‌بندی خاص که بر اساس نقوش پیچشی و حلزونی معروف به اسلیمی و ختایی و ترنج است، استفاده شده است. طراحی این نقوش، با توجه به فرم منحنی و سطح وسیع



شکل ۳- A- چسباندن طرح کاغذی روی لعاب کاشی تکرنگ؛ B- تراش کاشی‌ها طبق طرح کاغذی از پیش آماده متناسب با ابعاد و رنگ مورد نظر؛ C- بعد از تراش (A, B): سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۰؛ C: عنایتی، ۱۳۹۵).

Fig. 3. A- Pasting a paper design on the glaze of a single-color tile B- Cutting the tiles according to a pre-prepared paper design in accordance with the desired dimensions and color C- After cutting (A,C: Isfahan Cultural Heritage Organization, 2021; D: Enayati, 2016).



شکل ۴. گنبد مدرسه چهارباغ. ملاط ریزی گچی در پشت قطعات کاشی معرق نره (پنجه‌پور، ۱۴۰۰).

Figure 4. Dome of Chaharbagh School; Plaster mortar behind the pieces of mosaic tiles (Panjehpour, 2021).

(Larsen, 1994). به همین دلیل روند جاری تعمیر و مرمت کاشی در ایران همواره مورد بحث و نقد بوده (MacWilliam, 2005) و از زمان تشکیل گروه مرمت دانشگاه هنر اصفهان، موضوع مطالعات زیادی قرار گرفته است. به‌طور کلی، مرمت کاشی گنبدها متأثر از نحوه‌ی اجرای کاشی‌کاری آن‌ها است. به همین منظور برای ورود به بحث اصلی، در این بخش ابتدا به شیوه ساخت و تراش کاشی معرق نره و سپس بررسی مراحل اجرا و مرمت سنتی این آرایه‌ها در گنبدهای تاریخی اصفهان پرداخته می‌شود.

ساخت و تراش کاشی معرق: پخت کاشی در کوره‌های مخصوص انجام می‌شود. بیسکوییت کاشی^۲ از گل رس و خمیر سنگ^۳ و لعاب آن از زمان صفویه ترکیبات قلعی و سربی بوده است (Floor, 2003). ولی امروزه به‌دلیل هزینه‌های بالای تولید به شیوه‌های سنتی، از لعاب‌های آماده صنعتی استفاده می‌شود (Domenech- Carbo et al, 2008). کاشی‌کاری معرق، نوعی از آرایه‌های کاشی است از چیده‌شدن قطعات تراشیده کاشی با نقوش و رنگ‌های متفاوت که در کنار هم- که منجر به تشکیل یک طرح کلی می‌شود- به‌دست می‌آید؛ بنابراین، برای آراستن پوسته بیرونی این گنبدها، از چیدمان موزاییکی هزاران قطعه کاشی نره در کنار هم (شکل ۲) استفاده شده است (Maheronnaghsh, 2002). دلیل کاربرد کاشی معرق نره در گنبدها، پوشش دهی خوب سطح غیرمسلح و قوس‌دار گنبدها است. این کاشی‌ها، به لحاظ شکل و ابعاد (ضخامت و زاویه‌دار بودن اضلاع)، جای‌گیری بهتر در ملاط، مقاومت بیشتر در برابر عوامل مختلف (Ibid)، استحکام اتصال لعاب به بدنه و تداخل بسیار کم به‌واسطه بدنه از جنس خمیر سنگ نیز مناسب هستند (Ahmadi, 1993). روش کار با این کاشی‌ها به



شکل ۲. کاشی نره؛ پشت و روی کاشی.

Figure 2. Male tile; back and top of the tile.

گنبد نصب می‌شود. داربست اصولاً به‌صورت پلکانی، با چند ایستگاه تخته‌پوش شده روی دو ترک گنبد قرار گرفته و پس از اتمام مرمت هر قسمت، جای داربست تغییر می‌کند.

تخمیر یا تخمین: یافتن چفد، دور یا قوس گنبد برای ساخت قالب منحنی، یکی از مهم‌ترین بخش‌های عملیات مرمت است. اگر این کار با دقت انجام گیرد نیمی از مرمت کاشی گنبد با موفقیت انجام شده است. در ساخت قالب باید به یکنواختی و کمترین عرض در همه جا، فاصله بین پشت کاشی‌ها و زبره‌ی گنبد- قسمت دوغاب‌خور- دقت شود (شکل ۶). محاسبه‌ی انطباق کامل پوشش کاشی بر روی قوس گنبد با تکیه بر دانش هندسه و محاسبات پیچیده و تکیه بر قوس گنبد و ساخت قالب توسط معمار انجام می‌شود. یافتن طول قوس (نصف‌النهارات) و عرض قوس (مدارها) به کمک کام و زبانه کردن تخته‌ها (قوس‌برداری) انجام می‌شود (شکل ۷).

ساخت قالب منحنی (منفی، مقعر، کمائی، تخمیری): پس از قوس‌برداری و آماده شدن تخته‌ها، ساخت قالب منحنی به دست نجاران سنتی و استادان کاشی‌کار گنبد در روی زمین و به مقیاس ۱:۱ انجام می‌شود. بدین منظور یکی از شابلون‌های مربوط به نصف‌النهارات طوری روی سطح زمین قرار داده می‌شود که نزدیک‌ترین قسمت آن از سطح زمین حدود یک متر باشد. سپس شابلون معرف نصف‌النهار مشابه، با

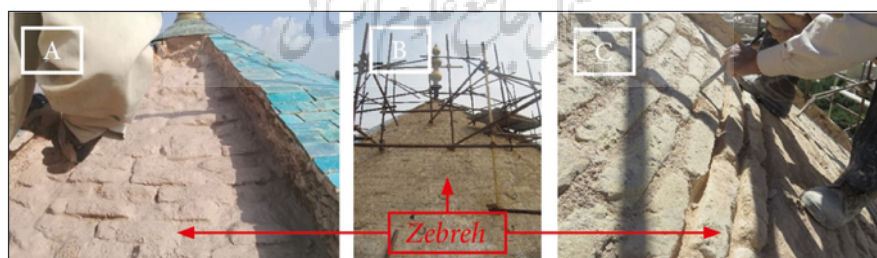
گنبد نیاز به تسلط بر علم هندسه دارد. برای این منظور سطح مدور گنبد از تیزه تا پاکار به چندین ترک تقسیم‌شده (ر.ک. شکل B-۱)، طراحی بر روی یک ترک انجام شده و با تکرار این الگو در بقیه‌ی ترک‌ها نقش کلی گنبد به‌دست می‌آید. به‌طور کلی به‌منظور تعویض کاشی‌های فرسوده با کاشی‌های جدید و در نتیجه بازسازی نقوش و کاشی‌های یک گنبد از دو روش به شرح زیر استفاده می‌شود:

روش اول

برچیدن کامل کاشی‌های یک ترک گنبد و تعویض آن است. در این روش کل کاشی‌های قدیمی و فرسوده‌ی یک ترک گنبد توسط تیشه‌های دو سر از سطح گنبد جداشده و ملاط فرسوده نیز تا سطح زبره گنبد^۴ تراشیده می‌شود (شکل ۵). در مرحله بعد، کاشی‌های جدید جای کاشی‌های قدیمی را می‌گیرد. در پروژه‌های مرمت کاشی گنبد، اصولاً قسمت بالنج (ر.ک. شکل ۲) به‌دلیل داشتن قوس کمتر نسبت به مناطق بالاتر، آسیب‌پذیری کمتری داشته و اصولاً دست‌نخورده باقی می‌ماند.

به‌طور کلی مراحل کار مرمت آرایه‌های کاشی گنبد، پس از تهیه کاشی مرغوب، به شرح زیر است:

نصب داربست مناسب: داربست که در گذشته با نام چوب‌بست و منجنیق نامیده می‌شد، چوبی بود. ولی امروزه داربست‌های فلزی و ایمن‌تر روی سطح



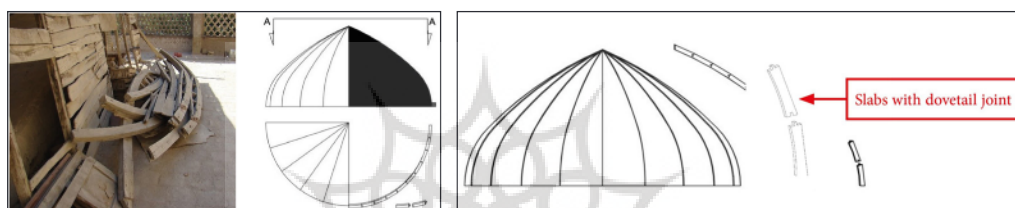
شکل ۵. زبره گنبد پس از برچیدن کاشی‌های قبلی و قبل از نصب کاشی‌های جدید؛ A- نوک تیزه گنبد مسجد شیخ لطف‌الله؛ B, C- گنبد مسجد جامع عباسی (سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۲).

Figure 5. The dome's surface after removing the previous tiles and before installing the new tile. A-The pointed tip of the dome of Sheikh Lotfollah Mosque B,C-The dome of the Abbasid Grand Mosque (Isfahan Cultural Heritage Organization, 2023).



شکل ۶. قسمت دوغاب‌ریزی (فاصله بین کاشی‌ها و زیره گنبد) مسجد جامع عباسی؛ A- قبل از دوغاب‌ریزی ۱۳۹۴. ش؛ B- پس از دوغاب‌ریزی ۱۳۹۷. ش. (افشار، ۱۴۰۲).

Figure 6. Grouting section (distance between tiles and dome surface) of the Abbasid Grand Mosque A-Before grouting 1394. B-After grouting 1397. (Afshar, 2023).



شکل ۷. راست: طرح شماتیک از یافتن طول قوس (نصف‌النهارات) با کام و زبانه کردن تخته‌ها؛ وسط: طرح شماتیک از یافتن عرض قوس (مدارها) با کام و زبانه کردن تخته‌ها؛ چپ: تخته‌های کام و زبانه شده در مرمت گذشته گنبد مدرسه چهارباغ.

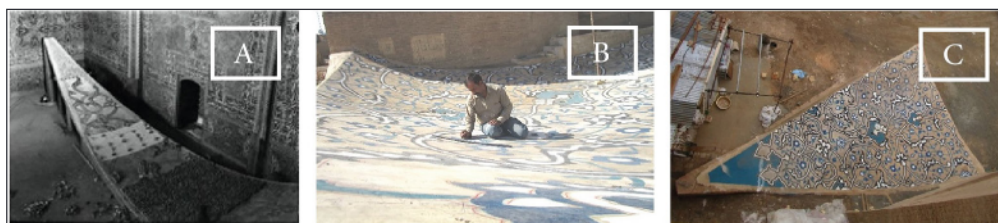
Figure 7. Right: Schematic diagram of finding the length of an arc (hemispheric) by notching and slicing the boards, Middle: Schematic diagram of finding the width of an arc (circle) by notching and slicing the boards, Left: Notched and slicing the boards in the past restoration of the dome of the Chaharbagh School.

دارای اصالت بیشتری است، انتخاب می‌شود؛ طرح‌ها به‌وسیله مداد و کاغذهای نازک برداشت‌شده و با چسب سریش به هم متصل می‌شوند؛ از آنجا که اصولاً نقوش در هر ترک گنبد قرینه هستند، نقش از مرکز تقارن ترک، از یک سمت برداشت‌شده و در سمت دیگر روی سطح زمین به‌صورت قرینه کپی می‌شود. تمام مراحل طرح‌برداری با شماره‌گذاری و ذکر نام رنگ‌ها همراه است تا کار بدون خطا و مستند انجام شود. پس از طرح‌برداری بایستی طرح روی سطح قالب منحنی به روش گرت‌برداری یا کاغذ کپی انتقال یابد (شکل ۸)؛ بعد از این مرحله، یک کپی از این طرح به گروه کاشی‌تراش تحویل داده می‌شود.

آماده کردن طرح، علامت‌گذاری و برش
آن: ابتدا چند کپی از روی نسخه طرح نقوش گنبد

کمک شلنگ تراز دقیقاً هم ارتفاع با شابلون قبلی قرار داده شده و ثابت می‌شود؛ پس از آن مدارها نیز در جای خود نصب می‌شوند. با این کار هم فاصله دو شابلون نصف‌النهار و هم انحنای ملاطی که این قسمت را پر می‌کند، مشخص می‌شود. اسکلت یک ترک گنبد توسط ملاط گچ و آجر روی سطح زمین ساخته‌شده و کف قالب به‌وسیله تخته‌هایی شکل می‌گیرد. پس از آن با ملاط گچ سرتاسر سطح آن صاف می‌شود، به‌طوری که دقیقاً انحنای یک ترک گنبد را تداعی کند.

طرح‌برداری از نقوش گنبد (مثنی‌برداری): در این فرایند، طرح کاشی‌های گنبد روی سطح قالب انتقال داده می‌شود. بدین‌منظور یک ترک از گنبد که نقش آن از همه ترک‌ها بی‌عیب‌تر و حتی‌الامکان



کل ۸. A- پیاده کردن طرح روی قالب به کمک رنگ روغن در مرمت‌های گذشته گنبد مسجد جامع عباسی؛ B- در حال کشیدن طرح روی قالب گنبد؛ C- اتمام طرح رنگی روی قالب منحنی (B, C) مرمت اخیر شیخ لطف‌الله (سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۲).

Figure 8. A- Applying the design on the mold using oil paint in past restorations of the dome of the Abbasid Grand Mosque B- Drawing the design on the dome mold C- Completing the colored design on the curved mold (-C, B - recent restoration by Sheikh Lotfollah) (Isfahan Cultural Heritage Organization, 2023).

کردن ضخامت پشت کاشی با تیشه‌های مخصوص انجام می‌شود.

پارچه‌ریزی (ملاطریزی در پشت پارچه‌های کاشی قرار گرفته روی قالب): پس از تراش کاشی‌ها، قطعات کاشی‌های مربوط به هر پارچه، کنار هم قرار گرفته و به ترتیب شماره پارچه‌ها از طرف لعاب‌دار روی سطح قالب منحنی چیده می‌شوند (شکل ۱۰)؛ سپس با قرار دادن فتیله‌های گلی^۷ به ارتفاع حدوداً ۳ سانتیمتر در بین پارچه‌ها، مرز بین دو پارچه مجاور از یکدیگر جدا می‌شود تا در موقع ملاطریزی از چسبیدن پارچه‌ها به هم جلوگیری شود. حال در پشت پارچه‌های کاشی، ملاطی از گچ و آب ریخته می‌شود. این ملاط اصولاً غلیظ‌تر از ملاطی است که بعداً در فاصله‌ی بین کاشی‌ها و زیره‌ی گنبد

تهیه‌شده سپس طرح کاغذی از کل قسمتی که قرار است مرمت شود، اصولاً به تکه‌هایی به ابعاد تقریبی ۶۰-۶۰ تا ۳۰-۶۰ سانتیمتر تقسیم‌شده به هر قسمت یک پارچه گفته می‌شود.

به‌طوری‌که حتی‌الامکان لبه‌های پارچه‌ها بدون پیچیدگی در نقش باشد (شکل A, B-۹). در ادامه محل جفت شدن کاشی با کاشی مجاورش توسط یک خط روی فصل مشترک دو کاشی به همراه شماره مربوط به هر پارچه منظور می‌گردد (شکل C-۹).

ساخت و تراش کاشی (کاغذچسبانی و گل‌بردگی): در این مرحله، ابعاد کاغذ بریده شده نباید از ابعاد یک کاشی نره بزرگ‌تر باشد. قطعات بریده شده، با سریش روی سطح لعاب‌دار کاشی‌ها چسبانده و پس از خشک شدن سریش، عمل تراشیدن کاشی، گل‌بری و باریک



شکل ۹. A- کاغذهای چسبیده به سطح پارچه‌های کاشی؛ B- پارچه‌های کاشی آماده شده جهت نصب روی گنبد مسجد جامع عباسی؛ C- پارچه‌های کاشی نصب شده روی گنبد در مرمت اخیر شیخ لطف‌الله (A, C: سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۰؛ B: عنایتی، ۱۳۹۵).

Figure 9. Papers stuck to the surface of the tile fabrics; A, B- Tile fabrics prepared for installation on the dome of the Abbasid Grand Mosque C- Tile fabrics installed on the dome during the recent restoration by Sheikh Lotfollah (A, C: Isfahan Cultural Heritage Organization, 2021; B: Enayati, 2016).



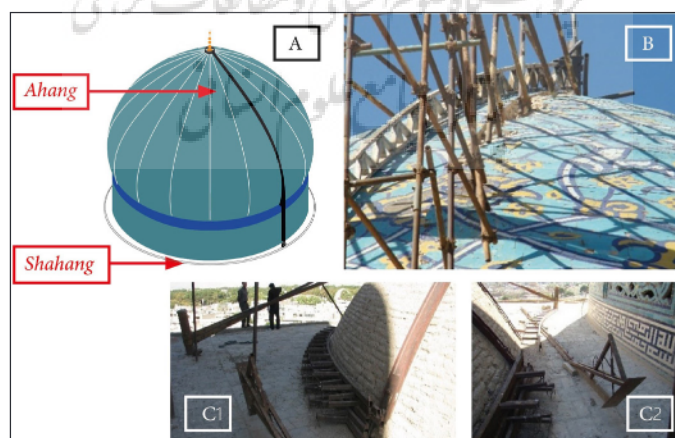
شکل ۱۰. قرارگیری پارچه‌های کاشی معرق نره به‌صورت معکوس بر روی سطح قالب منحنی؛ بالا: قالب گنبد مسجد جامع عباسی؛ پایین: قالب گنبد مدرسه چهارباغ (بالا: سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۰؛ پایین: پنجه‌پور، ۱۴۰۲).

Figure 10. Inverted placement of male mosaic tile fabrics on the surface of the curved mold; top: mold of the dome of the Abbasid Grand Mosque, bottom: mold of the dome of the Chaharbagh School (top: (Isfahan Cultural Heritage Organization, 2021). bottom: Panjehpour, 2023).

قالب جدا شده و بعد از شماره‌گذاری برای حمل و نصب روی گنبد آماده می‌شوند. قسمتی از سازو به‌صورت حلقه از سطح ملاط بیرون گذاشته می‌شود تا علاوه بر اینکه نقش دستگیره را برای حمل آن دارد، باعث درگیری بهتر در دوغاب نهایی شود.

نصب پارچه‌های کاشی: پارچه‌های کاشی پس از شماره‌گذاری، توسط گروه نصاب به روی بام حمل

ریخته می‌شود. به‌منظور استحکام و سنگین بودن وزن پارچه‌های کاشی و اتصال بهتر ملاط پشت آن، قبل از ریختن ملاط از طناب‌های سازویی (از الیاف خرما) به‌صورت مارپیچی در پشت پارچه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱۰). ملاط گچ تا سطح گل فتیله‌شده، بین پارچه‌ها ریخته و قبل از گیرش ملاط سطح آن شیار داده می‌شود. با خشک شدن ملاط، پارچه‌ها از سطح



شکل ۱۱. A- طرح شماتیک شاهنگ و آهنگ؛ B- آهنگ روی گنبد مدرسه چهارباغ (۱۳۸۹)؛ C1 و C2 - شاهنگ و آهنگ.

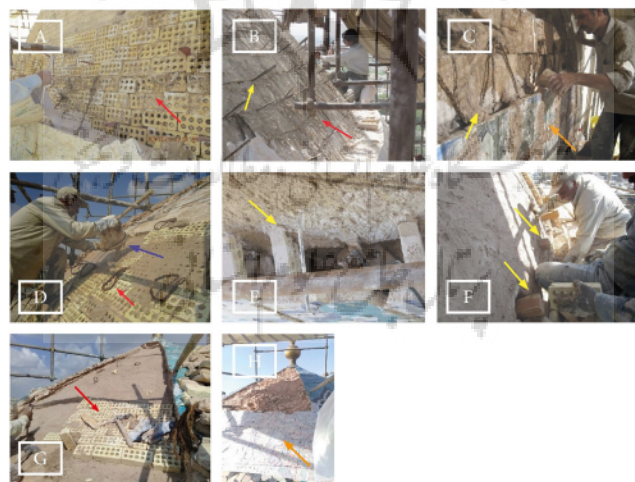
Figure 11. Shahang and Ahang: A- Schematic drawing B- Ahang on the dome of Chaharbagh School (2010) C1 and C2 – Shahang and Ahang.

و دیواره‌ی گنبد و به دلیل کاهش مقدار ملات ملات مصرفی و نیز اتصال بیشتر پارچه‌ها به دیواره‌ی گنبد، از آجرهای مجوف استفاده می‌شود. این آجرها به صورت عمودی یا افقی و به شکل تیغه‌چینی، توسط ملات گچ روی بخش زیره‌ی گنبد قرار می‌گیرد؛ به این عمل پکفته کردن می‌گویند. ضخامتی که برای الحاق کاشی‌ها و ملات‌خور آن وجود دارد، از پاکار قوس تا تیزه متفاوت است. در قسمت‌های پایین قوس و نزدیک به شکم گنبد این ضخامت حدود ۴۰-۳۵ سانتیمتر و در قسمت تیزه حدود ۱۵ سانتیمتر است. چون دیواره بیرونی گنبد حالت پلکانی و نامنظم دارد، باید پکفته کردن انجام شود تا کاشی تا حد ممکن به سطح آجر بچسبد (شکل ۱۲-A,B,D,G).

نصب کفگیرک‌ها: قبل از کار گذاشتن یک پارچه کاشی کفگیرک‌های فلزی در بدنه‌ی گنبد فرو می‌روند و سپس پارچه‌ی کاشی روی آن‌ها قرار می‌گیرد. کفگیرک با تحمل بار پارچه‌های کاشی و به کمک ملات گچ پشت کاشی، باعث اتصال بیشتر پارچه‌های کاشی به بدنه‌ی گنبد می‌شود (شکل ۱۲-B,F).

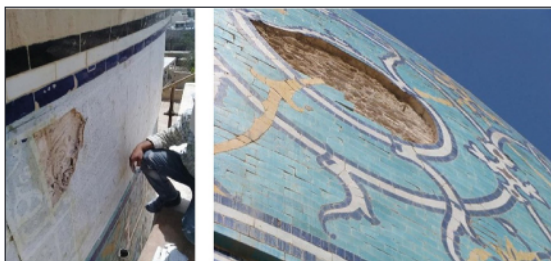
می‌شود. در گذشته جهت بررسی دقیق انطباق پوشش کاشی بر سطح زیره‌ی گنبد از شابلون‌های مخصوصی به نام شاهنگ و پاهنگ (آهنگ)، استفاده می‌شد که حول قوس گنبد چرخیده و ایرادات احتمالی قوس را مشخص می‌کرد (شکل ۱۱).

اتصال و نصب اولین پارچه (اوستا) بسیار مهم است، زیرا راهنمای بقیه‌ی پارچه‌هاست و پارچه‌های بعدی طبق این پارچه می‌زنان می‌شوند. پس از قرار گرفتن پارچه در جای خود، قطعه‌ای آجر (داراب) بین دیواره‌ی گنبد و بالاترین قسمت پارچه قرار داده می‌شود تا پارچه‌ی کاشی در جای خود ثابت شود. این آجر توسط ملات گچ زنده، دیواره‌ی گنبد را به سطح پشتی پارچه‌های کاشی متصل می‌کند (شکل ۱۲-C,E). برای پرکردن فاصله‌ی خالی پشت پارچه‌های کاشی از دوغاب گچ- که گاهی همراه با خرده آجر است استفاده می‌شود (شکل ۱۲-A,C,D,I). بعد از دوغاب‌ریزی، باید به دوغاب زمان داد تا خوب خشک شود (شکل ۱۲-D)؛ سپس رج بعدی کار گذاشته شود. **پکفته کردن:** قبل از نصب پارچه‌ها روی سطح گنبد جهت کم کردن فاصله‌ی خالی بین پارچه‌های کاشی



شکل ۱۲. A, B, D, G (فلش قرمز): نصب آجرهای پکفته؛ B, F (فلش زرد): نصب کفگیرک‌ها؛ C, H (فلش نارنجی): نصب پارچه‌های کاشی، C, E (فلش زرد): نصب داراب؛ A, C, D (فلش آبی): دوغاب‌ریزی بین پارچه‌ها و زیره (سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۲).

Figure 12. A, B, D, G (red arrow): Installation of fired bricks, B, F (yellow arrow): Installation of floor joists, C, H (orange arrow): Installation of tile fabrics, C, E (yellow arrow): Installation of slats, A, C, D (blue arrow): Grouting between fabrics and aggregate (Isfahan Cultural Heritage Organization, 2023).



شکل ۱۴. مرمت موضعی آرایه‌های کاشی گنبدها.
Figure 14. Local restoration of tile arrays in domes.

روی آن چیده و تراز می‌شوند. در بعضی مواقع نیز مرمت موضعی، تنها به بندکشی مجدد و پرکردن درزهای بین کاشی‌های نره و استحکام بخشی آن‌ها محدود می‌شود.

بررسی مرمت آرایه‌های کاشی معرق در گنبدهای مورد مطالعه

در مرمت‌های اخیر، برخی اشکالات مرمت‌های قبلی کاشی‌های گنبد مسجد جامع عباسی و شیخ لطف‌الله رفع شده، اما برخی هم مجدداً تکرار و در مواردی به اشکالات قبلی، افزوده هم شده است. اشکالات و در نتیجه آسیب‌هایی که در برخی از اقدامات مرمتی به وجود می‌آیند، ناشی از عوامل مختلفی چون ابزارآلات، مواد و مصالح و عملیات اجرا شده توسط استادکاران هستند که همگی زیر خطاهای انسانی دسته‌بندی می‌شوند؛ برخی از این عوامل به صورت تفکیک شده در جدول ۵ ذکر شده‌اند.

از دیگر موضوعاتی که این مرمت‌ها را دچار اشکال

گاهی در کناره‌ی خارجی پارچه‌های کاشی (به سبب پیچیدگی در نقش) زائده‌هایی ایجاد می‌شود (شکل A-۱۳) که مانع جفت شدن پارچه‌ها با پارچه‌ی مجاور خود می‌شود. به همین دلیل قبل از نصب پارچه‌ها، این کاشی‌های بیرون زده شماره گذاری و از جای خود جدا می‌شوند. این قطعات جدا شده، بعد از نصب پارچه‌های یک رج روی گنبد، در جای خود قرار می‌گیرد. گاهی اوقات در این فرایند، کاشی‌ها دچار لب‌پری‌دگی یا شکستگی می‌شوند که در نهایت و پس از نصب روی گنبد تعویض می‌شوند (شکل B, C-۱۳).

بندکشی: بندکشی و پرکردن درزهای بین کاشی‌ها، مرحله بعد از دوغاب‌ریزی است. در هنگام بندکشی، ابتدا درزهای بین کاشی‌ها مرطوب و سپس با استفاده از ملاطی که از گچ نرمه الک شده است، پر می‌شوند. بعد از آن، ملاط اضافی با پارچه‌ای از سطح کاشی پاک می‌شود. در پایان، به منظور زدودن کاغذها و سریش از سطح کاشی‌ها، گونی‌های مرطوبی را به سطح کاشی‌های گنبد می‌کشند تا کاغذ و سریش، خیس خورده و جدا شود.

روش دوم

اساس این روش، تقویت یا تعویض موضعی کاشی‌ها است. این روش در مواقعی کاربرد دارد که بخشی از کاشی‌ها به صورت پراکنده و موضعی دچار آسیب شده و نیاز به مرمت کلی نداشته باشند (شکل ۱۴). برای این منظور، بعد از تخلیه‌ی ملاط گچ پودری شده، ابتدا سطح زیره مرطوب و به وسیله‌ی یک لایه ملاط گچ تازه هموار می‌شود؛ سپس با ملاط گچ انباشته و کاشی‌ها



شکل ۱۳. A- پارچه‌های کاشی دارای زائده B, C- اصلاح و افزودن برخی قطعات کاشی پس از نصب پارچه‌ها روی گنبد D- پس از گیرش دوغاب (سازمان میراث فرهنگی اصفهان، ۱۴۰۲).

Figure 13. A- Tile fabrics with extensions B, C - Correction and addition of some tile pieces after installing the fabrics on the dome D - After the grout has set (Isfahan Cultural Heritage Organization, 2023).

جدول ۵. بررسی اشکالات مرمت آرایه‌های کاشی سه گنبد.

Table 5. Study of the restoration of tile arrays of the three historical domes of Isfahan.

اشکالات	بروز آسیب
ابزار	الف- کاربرد داربست‌های بسیار سنگین به مدت طولانی بر روی گنبد.
	ب- استفاده پراکنده و ناکافی کف‌گیرها در همه‌ی قسمت‌ها و گاهی بعد از نصب پارچه‌ها (شکل جدول ۱) - کوتاه بودن طول کف‌گیرها.
	ج- کاربرد چکش برقی در تخریب و جدایش ملاط و آجرهای پکفته‌ی قدیمی در مرمت گنبد مدرسه چهارباغ (مهر، ۱۳۹۱).
	د- کاربرد مفتول‌های نازک آهنی در داخل ملاط گچ جهت استحکام پارچه‌ها.
مصالح	الف- کاربرد چسب چوب رقیق شده با آب در مخلوط گچ سمنان و اصفهان (مقزی، ۱۳۹۱).
	ب- عمل‌آوری نامناسب ملاط گچ پشت کاشی‌ها در روی قالب منحنی - عمل‌آوری نامناسب دوغاب گچ در هنگام نصب پارچه‌ها روی گنبد - عدم کارایی گچ میکرونیزه در مرمت کاشی گنبد‌ها با توجه به شرایط خاص اقلیمی (مطلبی و اصلانی، ۱۳۹۲).
	ج- کاربرد مواد پوششی آب‌گریز (روغن بزرک) روی کاشی‌های مرمت شده گنبد شیخ (ایسنا، بهمن ۱۳۹۸).
اجرا	الف- عدم دقت در تقارن نقوش کاشی گنبد در یک ترک با ترک مجاور آن (شکل جدول ۲- A).
	ب- عدم دقت در رنگ و نقش کاشی‌های اصلی و باقی‌مانده.
	ج- دوغاب‌دهی با گچ سمنان و شُره کردن آن روی سطوح آجری و بدون لعاب به جای بندکشی (منصور عسگری خوراسگانی؛ ایسنا، بهمن ۱۳۹۸) (مرتضی مطیفی‌فرد؛ ایسنا، آبان ۱۴۰۱) و کاربرد لیسه و کاردک جهت پاک کردن دوغاب گچ مذکور در مرمت گنبد شیخ (مهدی حجت؛ ایسنا، آبان ۱۳۹۸).
	د- بزرگ بودن قطعات کاشی نسبت به محل قرارگیری خود روی گنبد (شکل جدول ۱، F).
	ه- منظم بودن محیط پارچه‌ها و قرارگیری پارچه‌ها به‌صورت چهارگوش در کنار هم (شکل جدول ۱، C)؛ هشت و گیر نبودن کاشی‌های نره و قرارگیری خط جدایش کاشی نره در یک راستا (شکل جدول ۱، E, F)؛ هشت و گیر نبودن پارچه‌های کاشی و قرارگیری خط جدایش پارچه‌ها در یک راستا (شکل جدول ۱، C, D, E, F, G)؛ شکل جدول ۲، H).
	و- جابه‌جایی قطعات کاشی حین ملاط‌ریزی.
	ز- حذف یا تخریب بخشی از کاشی‌های قدیمی گنبد و تعویض و جایگزینی آن با کاشی‌های جدید؛ حذف کل کاشی‌های قدیمی و نوسازی گنبد؛ برداشت کاشی‌های قسمت بالنج و نوسازی آن (مرمت گنبد شیخ و جامع عباسی).
	ح- کاربرد چند ردیف آجر برای پکفته کردن (کاهش فاصله بین زبره و کاشی).
	ط- هشت و گیر نبودن آجرهای پکفته (شکل ۶).
	ی- قرارگیری آجرهای پکفته از سمت ضخامت (ارتفاع) روی گنبد.
	ک- عدم کاربرد آجرهای پکفته در بعضی قسمت‌ها (گودرزی، ۱۳۹۱).
	ل- عدم زنجاب کردن آجرهای پکفته حین دوغاب‌ریزی.
	م- استفاده مجدد از قالب منحنی مربوط به مرمت سال ۱۳۸۹ ه.ش در مرمت اخیر گنبد مسجد جامع عباسی و عدم توانایی در ساخت دقیق و بدون عیب قالب؛ عدم کاربرد ابزار کنترل قوس گنبد؛ عدم رعایت انحنای دایره‌ای در مرمت ۲ ترک آخر گنبد مسجد جامع عباسی (شکل آخر جدول ۱)؛ هم‌اندازه نبودن و جفت نشدن دو نیم ترک اول مرمت شده گنبد شیخ.

ملاط است. در جدول ۶، برخی از آسیب‌هایی که به دلیل خطاهای مرمتی به‌وجود آمده و راهکارهایی جهت رفع یا بهبود آن‌ها ارائه شده است.

با مروری بر آسیب‌های نامبرده شده در جدول ۶، می‌توان گفت که بخش عمده آسیب‌های حادث‌شده، در وهله‌ی اول به فقدان مدیریت صحیح و طرح مرمت جامع برمی‌گردد؛ به‌گونه‌ای که باعث اشتباهات فاحش و تکراری و طولانی‌شدن فرآیند مرمت بسیاری از آرایه‌های کاشی در گنبدها شده است.

می‌کند، مسایلی است که در سطح برنامه‌ریزی و مدیریت و نظارت بر طرح‌ها اتفاق می‌افتد. از جمله این مسایل می‌توان به تغییرات پی‌درپی مدیریتی، عدم تهیه و تدوین طرح جامع مرمت تحت نظارت کارگروه تخصصی (معماری، عمران، مرمت و هنرهای سنتی)، عدم اتخاذ تصمیمات صحیح و کارشناسانه مبتنی بر مطالعات زمینه‌ای دقیق، عدم نظارت کافی و مستمر بر فرایند گزینش امکانات و مجریان و همچنین عملیات اجرایی و عدم انجام مطالعات اولیه و در مقیاس آزمایشگاهی جهت شناسایی روش‌های بهینه‌سازی

جدول ۶ بروز آسیب‌های مرمتی.

Table 6. Incidence of restoration damage.

اشکالات	بروز آسیب
ابزار	الف- آسیب جدی داربست به کاشی‌ها به شکل تخریب و شکستگی کاشی‌ها و فشار بر روی سازه گنبد.
	ب- عدم توانایی تحمل بار پارچه‌های کاشی توسط رج‌های زیرین و متمایل شدن کاشی‌ها به سمت بیرون و چین‌خوردگی پارچه‌ها.
	ج- تخریب بیشتر و آسیب به سازه‌ی گنبد توسط لرزش‌های شدید هیلتی.
	د- اکسید شدن فلز در اثر جذب رطوبت ملاط و هوا؛ آسیب به ملاط اطراف خود و ایجاد تنش در کاشی‌ها.
مصالح	الف- خشک و شکننده شدن چسب چوب و شکست گچ و جدایش کاشی از لایه‌های زیرین (مشکل از دست دادن خواص به مرور زمان).
	ب- تبدیل ملاط به گچ کشته و از دست دادن استحکام و چسبندگی به دلیل هم زدن زیاد.
	- پودری ماندن بخشی از گچ در اثر جذب نکردن آب به دلیل مخلوط نشدن صحیح.
	ج- تغییر رنگ کاشی و نتایج سوء کاربرد پوشش‌های سنتی.
اجرا	الف- نامتقارن بودن نقوش کاشی گنبد در یک ترک با ترک مجاور آن (شکل جدول ۲- A).
	ب- تفاوت نقوش و ناهمگونی رنگ‌های کاشی‌های مرمتی نسبت به کاشی‌های اصلی (اشکال جدول ۱، ۲، ۳).
	ج- تغییر رنگ کاشی‌های بدون لعاب و آجری.
	د- بیرون زدن یا جابه‌جایی کاشی‌ها.
	ه- کاهش درگیری لبه‌های پارچه‌های کاشی و کاشی‌های نره و در نتیجه فشار و رانش کاشی‌ها و پارچه‌ها به طرف پایین.
	و- عدم قفل شدن کاشی‌ها درهم.
	ز- نوسازی تمام کاشی‌های نره گنبدها و از بین رفتن اصالت آن (کاشی‌های بالنج گنبد مسجد جامع عباسی از ۱۶۰ سال پیش تا ۱۳۸۹ ه.ش دست‌نخورده بودند ولی در مرمت اخیر کاشی‌های بخش بالنج نیز تعویض و نوسازی شد (هوشنگ رسام؛ ایرنا، تیر ۱۴۰۱).
	ح- سنگینی بارگنبد.

اشکالات	بروز آسیب
اجرا	ط- افزایش احتمال جدایش آجر از سطح دیواره گنبد و سُرخوردن آن و فشار به پارچه‌ها و چین خوردگی آن‌ها.
	ی- کاهش سطح تماس آجرها با بدنه‌ی گنبد و در نتیجه جدایش آن‌ها.
	ک- عدم قدرت کافی در نگهداری پارچه‌های کاشی بر روی گنبد با توجه به قطر این دوغاب.
	ل- مکش سریع آب دوغاب و عدم چسبندگی و در نتیجه عدم کارایی صحیح دوغاب در نگهداری کاشی‌ها بر روی گنبد.
	م- دفرمگی مشهود در هندسه و پوسته‌ی خارجی و تورفتگی گنبد مسجد جامع عباسی.
	- وقتی لچکی بالا برده شده جفت نشده و اندازه آن غلط درآمده (مهدی حجت؛ ایسنا، آبان ۱۳۹۸). - اختلاف ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر این قالب در ترک ۱۵ و ۱۶ از جایی که گنبد قوس می‌گیرد. - تحذب بیشتر قسمت بالای شکم گنبد تا میانه‌ی گنبد نسبت به قبل. - پایین آمدن ارتفاع تیزه‌ی آن در حدود ۱۵ سانتی‌متر و تغییر فرم شدیدی تند گنبد (گنبد در تصاویر دوره قاجار و قبل از مرمت حسین مصدق زاده، کشیده‌تر است).

نتیجه‌گیری

مسئولیت آن بر دوش حفاظتگران آثار تاریخی است. این امر نه تنها موجب حفظ و ترویج روش‌هایی سنتی (استادکاری) مرمت و اجرای کاشی‌کاری گنبد‌های تاریخی در میان نسل حاضر می‌شود، بلکه به‌عنوان میراث معنوی به نسل‌های بعدی نیز منتقل می‌شود. کمک شایانی به مرمت اصولی با کمترین خطا نیز خواهد کرد. از دیگر عواملی که در پیش‌برد اصلاح روند مرمت و جلوگیری از طولانی شدن فرآیند اجرا ضروری است، قطعاً وجود برنامه مدیریتی، طرح جامع مرمتی، نظارت مستمر و مشورت با گروه کارشناسان از رشته‌های مختلف علمی و هنری است؛ و در مرمت چنین شاهکارهایی نمی‌توان روش آزمون و خطا را در پیش گرفت. یکی دیگر از نتایج این مطالعه این بود که مشخص شد، علی‌رغم اشکالات مرمتی مشترک، اشتباهات مربوط به مرمت گنبد مسجد شیخ لطف‌الله در قیاس با مسجد جامع عباسی به مراتب کمتر است.

یکی از مشکلاتی که در روند این مطالعه بسیار پررنگ بود و بایستی در اینجا به آن اشاره شود، عدم امکان ورود دانشجویان رشته‌ی مرمت به کارگاه‌های مرمت کاشی گنبد‌ها است. از سوی دیگر، سازمان

روند مرمت آرایه‌های کاشی در گنبد‌های تاریخی مسجد جامع عباسی، مسجد شیخ لطف‌الله و مدرسه چهارباغ اصفهان طی سال‌های گذشته به‌ویژه دو دهه‌ی اخیر وارد مسیری شده که آسیب‌های جدی را به آن‌ها وارد کرده است. چرا که هنر کاشی‌کاری در آراستن گنبد‌ها به‌دلیل پیچیدگی و تنوع فن ساخت، ارزش‌های تاریخی، معنوی، زیبایی‌شناسی و نیز پیشنهادی اقدامات مرمت صورت گرفته در مورد آن‌ها که باید حفظ شوند، رویکرد حفاظتی ویژه‌ای را می‌طلبد. تا پیش از این بازه زمانی، مرمت این آرایه‌ها توسط استادکاران مجرب این فن صورت می‌گرفته که متأسفانه بسیاری از آن‌ها دیگر در قید حیات نیستند و از مصالح سنتی استفاده می‌شده که سال‌ها پا برجا می‌مانده‌اند. از این‌رو به‌نظر می‌رسد که علاوه‌بر شناخت و معرفی فن اجرای مرمت کاشی توسط معدود استادکارانی که در قید حیات هستند، بایستی اقداماتی در راستای بهینه‌سازی مواد و مصالح به‌کار گرفته شده در مرمت‌های امروز با استفاده از دانش حفاظتگران تحصیل کرده مد نظر قرار گیرد و این یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین راهکارها به‌منظور کاهش آسیب‌های مربوط به اقدامات مرمتی گنبد‌هاست که

دانسته‌اند (Pakdel (personal communication, 2022).

- استفاده از امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مدرن (فتوگرامتری) و کاربرد شابلون مناسب برای کنترل هندسه قوس‌ها، ریل‌گذاری دور گنبد توسط شابلونی افقی (شاهنگ) و عمودی (آهنگ) و دوار که دورتادور گنبد بچرخد و تا پایان کار مرمت قوس هر ترک را کنترل کند (شکل ۱۱) (IRNA, July 2022);

- نظارت بر طرح برداری دقیق و مستند از نقوش گنبد و اجرای طرح با کمک اسکن لیزر و ذکر شماره و اسامی رنگ‌ها تا در هنگام نقش‌اندازی بر روی قالب منحنی طرح جابه‌جایی نداشته باشد؛

- استفاده از کاغذ انتقال طرح بدون آبرفت؛ زیرا سریش در اثر جذب رطوبت موجب تغییر ابعاد کاغذ شده و در نتیجه این تغییر اندازه، ابعاد کاشی تراشیده شده و طرح روی قالب نیز تغییر می‌کند. برای مثال کاغذهای ضخیم بدون آهار برای این کار مناسب هستند؛

- ثابت کردن کاشی‌ها روی قالب منحنی و جلوگیری از حرکت آن حین ملاطری؛

- استفاده از پارچه‌های کاشی با ابعاد متوسط و کوچک جهت حمل و نقل آسان و قرارگیری بهتر روی سطح منحنی گنبد؛

- نامتقارن ساختن ابعاد پارچه‌های کاشی، جهت درگیری بهتر از آن‌ها و دندان‌های کردن اضلاع در محیط پارچه‌ها به جای صاف بودن لبه‌ها؛

- هشت‌وگیر کردن کاشی‌های نره و پارچه‌های کاشی روی قالب منحنی؛

- حفظ و استفاده مجدد از کاشی‌های دارای ارزش تاریخی و سالم باقی‌مانده؛

- اجرای صحیح آجرهای پکفته، زنجاب کردن آجر و دیواره‌ی اصلی گنبد، اتصال آجرهای مجوف به دیواره گنبد با ملاط گچی به ضخامت حدود ۲ سانتیمتر، هشت‌وگیر کردن آجرهای پکفته، کاربرد آجرهای سفالی توخالی سبک و کاهش بار گنبد، زمان دادن جهت خشک شدن ملاط چسباننده آجرهای پکفته در هر رج، توجه به ضخامت

میراث فرهنگی نیز از ارائه‌ی مستندات و گزارش‌های اقدامات صورت‌گرفته پیرامون این آثار پرهیز کرده و در گزارش فعالیت‌های واگذار شده به بخش خصوصی نیز شفافیت لازم دیده نمی‌شود. همین امر می‌تواند زمینه‌ساز آسیب‌های بیشتر ناشی از مرمت‌های غیراصولی شود.

راهکارهایی جهت بهبود روند مرمت

براساس مطالعات فن‌شناسی و آسیب‌شناسی انجام شده در این تحقیق، مواردی به شرح زیر جهت بهبود کیفیت عملیات مرمتی و پایداری درمان‌های انجام‌شده پیشنهاد می‌شود:

- استفاده از داربست‌های سبک، ایمن و مناسب؛

متداول‌ترین داربست در ایران لوله و بست‌های آهنی است که دارای استاندارد ملی در اجرا هستند.

نوع دیگری از داربست‌ها که با نام تجاری زودبست شناخته می‌شود، در خارج از ایران کاربرد دارد؛ مانند

داربست موجود در مرمت کلیسای جامع نوتردام و طاق کسری که سبک است (IRNA, July 2022)؛

- آسیب‌شناسی و بررسی تخصصی سازه‌ی گنبدها از نظر تغییرات هندسه‌ی گنبد و حرکت و رانش سازه؛

رعایت اصول و مبانی نظری مرمت و حفظ اصالت اثر در فرایند مرمت؛

- لزوم تشکیل کارگروهی متشکل از مرمتگران، معماران، باستان‌شناسان، شیمی‌دانان، مورخان هنر

و هنرمندان سنتی (کاشی‌کاران، کاشی‌پزان، طراحان و معماران تجربی) و مشاوره مکرر با ایشان و دوری از

خودمحوری مسئولین مربوطه در تصمیمات و اقدامات مرمتی کاشی گنبدها؛

- وجود طرح جامع مرمتی با استناد به مستندنگاری، آسیب‌نگاری و نقشه‌برداری از گنبد؛

- ساخت قالب منحنی با وسواس ویژه و زیر نظر اساتید فن؛ برای مثال در مرمت اخیر گنبد مسجد

جامع عباسی اصلاح کلی قالب قدیمی نیاز بود. برخی ساخت قالب جداگانه برای هر ترک با توجه به

نامتقارنی سازه‌ی گنبد و عدم هماهنگی ترک‌ها را لازم

استاندارد آجر پکفته (حدود ۲۰ سانتیمتر) و قسمت دوغاب خور (حدود ۵ سانتیمتر).

Pakdel, Moghzi, Mossadeghzadeh (personal communication, 2012):

- کاربرد صحیح کفگیرها که به دلیل فاصله بین بدنه اصلی گنبد و سطح ملاطخور پشت پارچه‌ها از پاکار قوس تا تیزه گنبد از ۱۵ تا ۵۰ سانتیمتر متفاوت است. سر پهن تر کفگیر باید ۵ میلی متر عقب تر از سطح کاشی ها و در زیر بدنه آخرین رج پارچه‌ی کاشی قرار گیرد. کوتاه بودن طول کفگیرها (نباید کمتر از ۲۵ سانتیمتر باشد) باعث عدم قرارگیری آن زیر کاشی ها شده و داخل ملاط گچ رها می شود. جنس آن ها نیز بایستی در برابر اکسید شدن مقاوم باشد. حتی الامکان سر تیز کفگیرها در بدنه گنبد و نه در آجرهای پکفته فرو رود؛

- اتصال اولین پارچه کاشی روی گنبد به همان دلایلی که در پیش ذکر شد، بسیار مهم است و باید در نهایت دقت نصب شود؛

- ترکیبات ملاط، بیسکویت کاشی و لعاب کاشی های باقی مانده از گذشته مطالعه شده و روش ساخت و مواد سازنده آن ها مشخص شود؛

- به نوع و کیفیت مواد و مصالح از جمله کاشی، گچ، آجر و ... از نقطه نظر چگالی، مقاومت، درصد تخلخل، رطوبت و پروسه‌ی پخت توجه ویژه شود؛

- بهینه سازی گچ از ابتدای پخت تا عمل آوری ملاط و دوغاب شامل مقدار آب، روش و زمان هم زدن مخلوط و کاربرد مواد افزودنی جهت افزایش قدرت چسبندگی و طول عمر ملاط بسیار مهم است و پرداختن به آن در فرایند مرمت کاشی گنبدها به شدت احساس می شود؛

- دوغاب باید در کمترین فاصله با محل دوغابریزی بر روی گنبد به دست استادکار ماهر عمل آوری شود، حالتی چسبنده و عسلی داشته باشد و جین ریختن به خوبی در لابه لای خلل و فرج فرو رود تا کارایی لازم برای نگه داشتن پارچه های کاشی

را داشته باشد. در هر رج فرصت داده شود تا دوغاب به طور کامل خشک شود.

- به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت به پشت کاشی ها، در دوغابریزی نهایی و بندکشی و پر کردن درزهای کاشی ها، دقت ویژه اعمال شود؛

- برای زدودن برف و یخ و انواع آلودگی ها (فضولات پرندگان، گرد و غبار و غیره) از سطح گنبد، به گردن طوق گنبد کمند بسته شود تا در مواقع ضروری بر روی سطح گنبد چرخانده و برای پاکسازی، از آن استفاده شود؛

- به منظور کنترل و بازرسی وضعیت سلامت کاشی ها و گنبد به صورت مداوم و دوره ای، بالابرهای طراحی و ساخته شود؛ و

- سازه گنبد از نظر رانش و تغییرات شکلی که موجب اعوجاج در سطح پوسته‌ی کاشی می شود، بررسی و کنترل شود.

سپاسگزاری

نویسنده مسئول، قدردانی خود را نسبت به همکاری و الطاف دکتر مهدی رازانی، حمید امینی، مهندس منصور عسگری خوراسگانی و تمامی کسانی که گامی در پیشبرد این مقاله داشته اند، اعلام می دارد.

درصد مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان "مدل بهینه‌ی ساخت ملاط گچ در مرمت تزیینات کاشی معرق گنبدهای تاریخی اصفهان" است که به راهنمایی نویسنده دوم و سوم و مشاوره نویسنده چهارم مقاله انجام شده است. نگارش مقاله بر عهده نویسنده اول بوده و سایر نویسندگان در روند تکمیل و تصحیح آن مشارکت داشته اند.

تعارض منافع

نویسندگان ضمن اعلام رعایت اخلاق نشر در ارجاع دهی ها، وجود هرگونه تعارض منافع با شخص یا دستگاه دولتی را اعلام می دارند.

حامیان مادی و معنوی

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند هیچ‌گونه حمایت مالی یا معنوی در انجام این پژوهش دریافت نکرده‌اند.

بی‌نوشت‌ها

۱. **بالنج:** از پاکار قوس و انتهای گریو به طرف تیزه تا نقطه شکرگاه بالنج گفته می‌شود. به دلیل داشتن قوس کمتر نسبت به مناطق بالاتر گنبد کمتر دچار آسیب می‌شود (Ahmadi, 1993).

۲. **بیسکوئیت کاشی:** به بدنه اصلی کاشی قبل از لعاب‌زنی گفته می‌شود (Maheronnaghsh, 2002).

۳. **خمیر سنگ** یا گل سنگ از سنگ‌های سیلیسی کنار رودخانه‌ها به همراه خرده شیشه و بنتونیت خردشده است که به شکل خمیر در می‌آید (Maheronnaghsh, 2002).

۴. **زیره گنبد:** بدنه‌ی آجری و اصلی گنبد از سمت بیرونی.

۵. **قالب تخمیر یا تخمین:** این قالب از روی یک ترک گنبد ساخته می‌شود و دقیقاً هم‌اندازه با آن است. کاشی‌ها قبل از این که بر روی گنبد نصب شوند، بر روی این قالب قرار می‌گیرند.

۶. **گل‌بردگی:** کاشی‌های نره از طرف سطح لعابدار به طرف پشت کاشی باریک‌تر ساخته می‌شود تا در هنگام چیدمان فاصله‌ای برای پر شدن توسط ملاط داشته باشند، این خصوصیت در موقع تراش کاشی با تیشه از دست می‌رود. برای جبران این نقص هنگام تراش مرحله‌ای به نام گل بردن وجود دارد که گل پشت کاشی را نسبت به سطح لعابدار باریک‌تر می‌کند (Maheronnaghsh, 2002).

۷. **فتیله‌های گلی:** در قدیم گل را با دست به صورت لوله‌ای یا فتیله‌ای در می‌آوردند و لابه‌لای پارچه‌های کاشی قرار می‌دادند. به عبارتی بین پارچه‌های کاشی مرکزکشی انجام می‌شد. امروزه به جای فتیله‌های گلی از طلق‌های مخصوص رادیولوژی استفاده می‌کنند.

منابع/Reference

Ahmadi, H. (1993). Investigating the exterior coverings of the domes of the Safavid period; The final project of restoration of historical monuments. Isfahan university of arts (In Persian).

[احمدی، ح. (۱۳۷۲). بررسی پوشش خارجی گنبد های دوره صفویه در اصفهان (پروژه مرمت و بازسازی و تعویض کاشی گنبد مسجد امام اصفهان). پروژه نهایی کارشناسی. گروه مرمت اشیا تاریخی-فرهنگی. دانشکده مرمت. دانشگاه هنر اصفهان.]

Domenech-Carbo, M. T., Domenech-Carbo, A., Yusa-Marco, D. J., & Ahmadi, H. (2008). Characterization of Iranian Moarraque glazes by light microscopy, SEM-EDX and voltammetry of microparticles. *Journal of cultural heritage* 9, pp.50-54.

Durbin, L. (2005). *Architectural Tiles Conservation and Restoration*. UK: Butterworth-Heinemann.

Fielden, B. (2004). *Conservation of Historic Building* (3rd edition) Oxford: Elsevier, London: p.18.

Floor, W. (2003). *Traditional craft in Qajar Iran*. Costa Mesa: Mazda Publishers.

Goddar, A., Goddar, Y., Siro, & M. Moghadam, S. (Eds.). (1989). *Monuments of Iran*. 4th Vol., 2nd ed, Mashhad: P331 (In Persian)

[گدار، آ.، گدار، ی. و سیرو، م. (۱۳۶۸). آثار ایران. ج ۴. ترجمه ا. سروقد مقدم. چاپ دوم. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی. ص ۳۳۱.]

Homaïi, J., Homaïi, M. (Eds.). (1996). The history of Isfahan, the art & artists. volume, eds. Tehran: the institute of human and cultural studies (In Persian).

[همایی، ج. (۱۳۷۵). تاریخ اصفهان (مجلد هنر و هنرمندان)، به کوشش ماهدخت همایی. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی].

Honarfar, L. (2004). Isfahan. 3rd ed, Tehran: Elmi va frhangi pubs (In Persian).

[هنرفر، ل. (۱۳۸۳). اصفهان. چاپ سوم. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی].

Hostler, E., Asemi, M. (Eds.). (1976). Iran at 113 years ago. 1st ed, the ministry of culture and art (In Persian).

[هولستر، ارنست. (۱۳۵۵). ایران در یکصد و سیزده سال پیش. ترجمه محمد عاصمی. چاپ یکم. وزارت فرهنگ و هنر].

Houben, H., & Guillaud, H. (2003). Earth construction a comprehensive guide. London: ITDG Publishing. Pp.334.

Karimi, Kh. (1975-2006). A report of the repairs of the old mosques of Isfahan (In Persian).

[کریمی، خ. (۱۳۵۴-۱۳۸۵). گزارش تعمیرات مساجد قدیم اصفهان].

Larsen, K. E., (1994). Architectural Preservation in Japan. ICOMOS International Committee. Troodheim, Norway: Tapir Publishers, p. 42.

MacWilliam, I., (2005). Improving" the Fourth Paradise. Cornerstone: the magazine of the Society for the Protection of Ancient Buildings 26. No. 2, pp. 5-5.

Maheronnaghsh, M. (2002). Tile and its application. SAMT (In Persian).

[ماهرالنقش، م. (۱۳۸۱). کاشی و کاربرد آن. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها (سمت)].

Malinowski, R., Slatkine, A., & Ben Yair, M. (1961). Durability of roman mortars and concretes for hydraulic structures at cesarea and tiberias. In Final report of the rilem international symposium. pp. 531-544.

Motalebi, Z., & Aslani, H. (2013). Traditional restoration technology of Faience mosaics ornamentations of the domes and introducing strategies for improvement of their restoration; A case study, the first workshop of dome technology and traditional restoration. Tehran: Higher education institute of sciences and technology, 288-297. (In Persian).

[مطلبی، ز؛ و اصلانی، ح. (۱۳۹۲). فن شناسی مرمت تزیینات کاشی معرق گنبدها و ارائه راهکارهایی جهت بهبود روند مرمت آن (مطالعه موردی: گنبد مسجد جامع عباسی). نخستین همایش فناوری و سازه های سنتی با محور گنبدها. تهران: موسسه آموزش عالی علوم و فنون تهران. ۲۸۸-۲۹۷].

Petzet, M. (2003). Place-Memory-Meaning: Preserving intangible values in monument and sites. ICOMOS 14th General assembly and scientific symposium. Victoria Falls. Zimbabwe.

Pirnia, M. K., & Maemarian, GH. (2001). Stylistics of the Iranian Architecture. Tehran: Pajouhandeh & Memar pubs (In Persian).

[پیرنیا، م. ک؛ و معماریان، غ. (۱۳۸۰). سبک شناسی معماری ایران. تهران: نشر پژوهنده- نشر معمار].

Pirnia, M. K., Javadi, A. (Eds.). (1984). Anthropocentrism of Iranian architecture, Iranian architecture. 2nd Vol, Mojarrad publication (In Persian).

[پیرنیا، م. ک. (۱۳۶۳). مردم واری در معماری ایران، معماری ایران. گردآوری آسیه جوادی. ج ۲. تهران: انتشارات مجرد].

Porter, V., Shayesteh-far, M. (Eds.). (2002). Islamic

tiles. Tehran: Islamic art studies publications (In Persian).

[پورترو. و. (۱۳۸۱). کاشی‌های اسلامی. ترجمه مهنراز شایسته‌فر. تهران: انتشارات موسسه مطالعات هنر اسلامی.]

Pournaderi, H. (2006). History of the repair of the Jame-Abbasi dome mosque. The 3rd congress of the Iranian urban and Architecture history. (pp.149-168) (In Persian).

[پورنادری، ح. (۱۳۸۵). روند تاریخی تعمیرات گنبد مسجد جامع عباسی (امام اصفهان). سومین کنگره تاریخ شهرسازی و معماری ایران. ۲۵ تا ۳۰ فروردین ۱۳۸۵. (ص ۱۶۸-۱۴۹).]

Rampazzi L, Rizzo B, Colombo C, Conti C, Realini M, Bartolucci U, ... & Facchin L. (2008). The stucco decorations from St. Lorenzo in Laino (Como, Italy): The materials and the techniques employed by the "Magistri Comacini". *analytica chimica acta*, 630(1), 91-100.

Sadjadi-Naiini, & S. M., Azarmehr, G. (2008). Bombardments and traditional restoration-workmen of Isfahan, Isfahanology center. (In Persian).

[سجادی نایینی، س.م.؛ و آذر مهر، گ. (۱۳۸۷). بمباران و مرمت‌گران سنتی اصفهان. سازمان فرهنگی تفریحی شهرداری اصفهان. مرکز اصفهان‌شناسی و خانه ملل.]

Saturno, P. (2003). Moduli di specializzazione nella conservazione en el restauro delle ceramiche decorative in architettura. In Valderrama. A.A., Vidal, A.A., Cardiel, I.B.(Eds.). *El Estudio y la Conservación de la Cerámica Decorada en Arquitectura*, Rome: ICCROM, 109-112.

Sekino, M. (1972). The preservation and restoration of wooden monuments in Japan. Preserving and restoring monuments and historic buildings (Museums and Monuments), Paris: 207-210.

Seyf, H. (1997). Tiles' paintings. Tehran: Soroush (In Persian).

[سیف، ه. (۱۳۷۶). نقاشی روی کاشی. تهران: انتشارات سروش.]

Soheil, M.A. (2003). Criteria and intervention in tiled surfaces: the case of Iran. In Balderama, A.A, Vidal, A. A., Cardiel, I. B. (Eds.). *El Estudio y la Conservación de la Cerámica Decorada en Arquitectura*, ROME: Accademia de Espana en Roma, ICCROM, 79-85.

Stuart, B. H. (2007). Analytical techniques in materials conservation. John Wiley & Sons.

Vahidzadeh, R., Pedra, B., & Oliya, M. R. (2013). Identification of indigenous culture of artistic creativity in the context of conservation of historical monuments; A case study. PhD treatise (In Persian).

[وحیدزاده، ر؛ پدرام، ب؛ و اولیاء، م.ر. (۱۳۹۲). بازشناسی فرهنگ بومی آفرینش هنری در بستر حفاظت آثار تاریخی (مطالعه موردی: امکان‌سنجی توسعه هماهنگ حفاظت آثار تاریخی و توان بخشی فرهنگ کاشی‌کاری در میراث معماری مکتب اصفهان). رساله دکترا. گروه مرمت اشیاء تاریخی - فرهنگی. دانشکده مرمت. دانشگاه هنر اصفهان.]

Vahidzadeh, R., Pedram, B., Oliya, & M. R, Mossadegzadeh, H. (2013). Tiling of Safavid domes of Isfahan, a 400 years tradition of repair and maintenance and contemporary conservation challenges, the first workshop of dome technology and traditional restoration. Tehran: Higher education institute of sciences and technology, 274-287. (In Persian).

[وحیدزاده، ر؛ پدرام، ب؛ اولیاء، م.ر؛ و مصدق‌زاده، ح. (۱۳۹۲). کاشی‌کاری گنبد‌های صفوی اصفهان، سنت چهارصدساله تعمیر و نگهداری، چالش‌های معاصر حفاظت. نخستین همایش فناوری و سازه‌های سنتی با محور گنبد‌ها. تهران: موسسه‌ی آموزش عالی علوم

و فنون تهران. ۲۸۷-۲۷۴].

Varjavand, P. (1977). A glance at the precedent of repair of some historical monuments, In memoriam the late H. Maarefi. Honar va Mardom. 175, 2-18 (In Persian).

[ورجاوند، پ. (۱۳۵۶). نگاهی به پیشینه تعمیر برخی از بناهای تاریخی. یادی از شادروان استاد معارفی معمار بناهای تاریخی. هنر و مردم، ش ۱۷۵، ۱۸-۲].

Ward, P. (1989). The Nature of Conservation: A Race Against Time. Los Angeles: Getty. Pp.79-85.

<https://www.irna.ir>.

<https://www.isna.ir>.

<https://www.mehrnews.com>.

<https://3dwing.ir>.

