



Original Paper

The Oldest Use of Tile in Architectural Decorations of the Islamic Period of Iran and Recognition of Combined Fractured Pieces of Glazed Pottery and Plaster-Brick Decorations Technique in Khajeh Atabak Kerman



Yaser Hamzavi*

Assistant Professor, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

Received: 05/05/2019

Accepted: 29/06/2019

Abstract

The companion of different materials in architectural decorations of Iran, during the Islamic era, in many cases has opened up new art styles and techniques and changed the aesthetic look of the cultures that carry this phenomenon. The accompaniment of brick, plaster and glaze decorations is one of the fascinating changes in the history of art of Iranian architectural decorations that its history of invention has remained somewhat obscure. Meanwhile, the initial idea of using tiles in the decorations of Iranian architecture in the Islamic era remains largely unknown. Tile is a type of architectural decoration that may be originated from ancient Iran, and therefore, little information is available about the manufacturing and execution techniques and specimens of tile works from the early centuries of the Islamic era. This aim of this work was to distinguish between the tile and the glazed-brick. From the view-point of the researcher, when the thickness of the glazed-ceramic exceeds from its width, the work becomes glazed-brick, while the width of the glazed-ceramic become greater than its thickness, it will be a tile. The main purpose of this research was to obtain the information on the oldest tiles of the Islamic period in Iran, which could be found as the glazed-ceramic in the architectural design Khajeh Atabak in Kerman. In order to achieve the aims of this research, the study of written sources and the field studies were carried out simultaneously, to characterize the tile works in Iranian architectural decorations, especially at the tomb of Khajeh Atabak in Kerman. On the basis of the results obtained, it could be said that unfortunately from the Islamic period in Iran till the 11th century AD., no dated tiles have been left. Many of the tiles with no written date on them have been dated by researchers regardless the manufacturing technology, and only based on the tiles appearance and archaeological characteristics. These dating studies have not been performed based on the laboratory studies and they were actually done with speculation, so are not scientifically acceptable. For example, for decades it was thought that the oldest tiles in Iranian architecture belong to the Qazvin Jame-Mosque, while as a result of field studies realized in this research, it was found that there is no antique tile in this monument, where the color of the painting was mistakenly recognized as tile. Donald Wilber reported this error for the first time, and over the several decades, all the researchers repeated the same error without careful scrutiny. Anyway, the tile samples of five monuments with a collection of tiles or with one single tile were identified as the oldest tiles of the Islamic period in Iran. One of the main results of this research is to identify the use of fractured pieces of glazed pottery in architectural decorations, where some researchers have identified these works as the tiles. In these cases, both sides of the pieces of potteries have glaze and the body is very thin and delicate along with the arches and curves. Moreover, in some cases the edges of the pottery container can also be seen. Achieving this result reinforces this hypothesis that using the broken pottery container may have formed the first idea for tiles construction.

Keywords: Architectural Decoration, Tile, Glazed Pottery, Seljuk Period, Khajeh Atabak

* Corresponding author: y.hamzavi@tabriziau.ac.ir



قدیمی‌ترین کاربرد «کاشی» در آرایه‌های معماری دوره

اسلامی ایران

و فن‌شناسی آرایه تلفیقی قطعات ظروف سفالی لعابدار و گچ-آجر در بقعه خواجه اتابک کرمان

یاسر حمزوی*

استادیار، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵

چکیده

همنشینی مواد مختلف در آرایه‌های معماری ایران در دوره اسلامی در بسیاری از موارد راهگشای سبک‌ها و فنون هنری جدید شده و نگاه زیبایی‌شناسی فرهنگ‌های حامل این اتفاق را دگرگون می‌کند. همنشینی آرایه‌های آجری، گچی و لعاب یکی از این تغییرات جذاب در تاریخ هنر آرایه‌های معماری ایران است که تاریخ ابداع آن تا حدودی مبهم باقی مانده است. همچنین ایده اولیه کاشی در آرایه‌های معماری ایران در دوره اسلامی کاملاً ناشناخته مانده است. کاشی گونه‌ای از آرایه معماری است که شاید خاستگاه آن ایران کهن باشد، ولی با این وجود اطلاعات اندکی از فنون ساخت، اجرا و نمونه‌های آثار کاشی سده‌های اولیه دوره اسلامی در دست است. هدف از پژوهش پیش رو، دستیابی به اطلاعات مربوط به کهن‌ترین کاشی‌های ایران دوره اسلامی و همچنین شناخت فنی سفال لعابدار در آرایه معماری خواجه اتابک کرمان است. جهت رسیدن به اهداف پژوهش، به صورت همزمان مطالعه منابع مکتوب و همچنین بررسی‌های میدانی جهت شناخت آثار کاشی در آرایه‌های معماری ایران، به ویژه مقبره خواجه اتابک کرمان انجام پذیرفت. در نتیجه پژوهش حاضر می‌توان گفت که در حال حاضر از دوره اسلامی در ایران تا سده ۵ ه.ق. متأسفانه هیچ کاشی تاریخ‌داری برجای نمانده است و بسیاری از تاریخ‌گذاری‌های مربوط به کاشی‌های بدون تاریخ، بدون توجه به فن ساخت و بر اساس شکل ظاهری بوده و مطالعات باستان‌سنجی و سالیابی با اتکا به مطالعات آزمایشگاهی انجام پذیرفته و در واقع با حدس و گمان انجام شده است؛ بنابراین نمی‌تواند قابل قبول باشد. همچنین شش مجموعه کاشی یا تک کاشی در نتیجه پژوهش به عنوان کهن‌ترین کاشی‌های دوره اسلامی ایران معرفی شد. یکی از اصلی‌ترین نتایج این پژوهش، مربوط به شناسایی استفاده از قطعات شکسته ظروف سفالی لعابدار در آرایه معماری ایران است که برخی از پژوهشگران، این آثار را به عنوان کاشی معرفی کرده‌اند. دستیابی به نتیجه مذکور، این احتمال را تقویت می‌کند که شاید این اقدام، اولین ایده ساخت کاشی برای آرایه معماری را شکل داده باشد.

واژگان کلیدی: آرایه‌های معماری، کاشی، ظروف سفالی لعابدار، دوره سلجوقی، خواجه اتابک

* مسئول مکاتبات: تبریز، بلوار آزادی، میدان حکیم نظامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده هنرهای کاربردی، کد پستی: ۵۱۶۴۷۳۶۹۳۱

پست الکترونیکی: y.hamzavi@tabriziau.ac.ir

© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک بگذارد منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

۱. مقدمه

۷۷۹ ه.ق.) از این واژه استفاده کرده است. به نظر می‌رسد در سده‌های آغازین دوره اسلامی در ایران به ظروف سفالی لعابدار و کاشی که یکی از مراکز اصلی آن کاشان است، کاشی یا کاشانی گفته می‌شده است [2]. هدف از پژوهش پیش‌رو، شناخت کهن‌ترین کاشی‌های باقی‌مانده از دوره اسلامی در ایران و شناخت شیوه‌ای خاص از استفاده قطعات سفالی لعابدار در بقعه خواجه اتابک کرمان است، که این شناخت راهگشای برخی از مشکلات و سوالاتی خواهد بود که تا کنون در خصوص چگونگی به‌وجود آمدن آثار کاشی در معماری سده‌های اولیه دوره اسلامی مطرح بوده است. با توجه به ضخامت آثار سفالی لعابدار در معماری که تعبیری از آجر لعابدار و کاشی از آن‌ها می‌شود، ایده اولیه کاشی و تاریخ آن در دوره اسلامی در ایران از ابهامات این پژوهش است.

در این مقاله ابتدا مروری بر شناخت قدیمی‌ترین کاشی‌های معماری ایران در دوره اسلامی ارائه خواهد شد و در ادامه تحلیلی فنی بر ادعاهای گذشته انجام خواهد پذیرفت. مقبره خواجه اتابک کرمان و بررسی متون علمی و تحلیل نگرش بر کاشی‌های این بنا در ادامه ارائه خواهد شد. مراحل و فن اجرای آرایه‌های معماری مقبره خواجه اتابک از دیگر بخش‌های مقاله است که پس از آن به سفال لعابدار به‌کار رفته در آرایه‌های خارجی و داخلی این بنا پرداخته خواهد شد.

۲. مروری بر شناخت قدیمی‌ترین کاشی‌های معماری ایران در دوره اسلامی

سفال به علت خواص ذاتی خود همواره مورد استفاده بوده که آثار زیبای سفالی قبل از تاریخ و دوران تاریخی گواه این مدعا است [3]. کاربرد کاشی‌های نگینی تک‌رنگ در ایران دوره اسلامی، از اوایل سده ۴ ه.ق. در بناهای مذهبی و غیر مذهبی آغاز شده است [2]. آجرکاری ایران در معماری سلجوقی به آخرین درجه ترقی رسیده و تقریباً کامل گردید، به‌ویژه به‌کار بستن کاشی در این دوره آغاز که موجب غنای بیشتر بناها گردید [4]. عامل جدیدی که در معماری سلجوقیان یافت

شناخت آرایه‌های معماری ایران از دیدگاه فن‌شناختی و سیر تحول تاریخی در دوره اسلامی از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که این آثار ارزش‌های گوناگونی با ماهیت کاربردی و ماهیت معنوی را در خود جای داده‌اند. برای دریافت فهم آرایه‌های معماری سده‌های اولیه اسلامی در ایران، به‌ویژه آثار کاشی‌کاری لازم است تا تاریخ و قدمت آثار شناخته شوند. دریافت تحولات فنی آرایه‌های کاشی نیز مستلزم شناخت تاریخ آثار باقی‌مانده است. متأسفانه از سده‌های آغازین دوره اسلامی، آرایه‌های کاشی بسیار کمی برجای مانده است؛ از این رو این آثار شامل ارزش ندرت نیز می‌شود. برخی از آثار کاشی دارای تاریخ است که بر روی اثر یا در معماری اثر نوشته شده است؛ ولی بسیاری از آثار باقی‌مانده، بدون تاریخ است. تاریخ‌گذاری‌هایی که تا کنون بر روی آثار کاشی انجام شده است، مبتنی بر مطالعات تطبیقی و حدس و گمان بوده که باعث اشتباه فراوان در امر تاریخ‌گذاری شده است. با تکیه بر دلایل ارائه شده در بالا، نیاز به مطالعات باستان‌سنجی در خصوص تاریخ‌گذاری آرایه‌های معماری به‌ویژه آثار کاشی بیش از پیش احساس می‌گردد. لازم به‌ذکر است که در پژوهش حاضر، قدمت آثار با توجه به کتیبه‌های موجود در کاشی و در بنا و همچنین نگاه فن‌شناسانه تا حد زیادی مشخص گردیده است.

برخی از پژوهشگرانی که در حوزه شناخت تاریخ و سیر تحول تاریخی آثار کاشی نتایج پژوهش‌هایشان را منتشر نموده‌اند، (بدون توجه عمیق به فن ساخت و اجرا) بیشتر به شکل ظاهری و رنگ توجه کرده و نظریات خود را ارائه داده‌اند. نگارنده اعتقاد دارد که برای شناخت تاریخ اثر باید تاریخ تحولات فنی اثر ابتدا شناخته شود. اینکه چگونه و با چه تحولاتی آثار کاشی (به جز آجرهای لعابدار) خلق شد و در آرایه معماری به‌کار گرفته شد بسیار حائز اهمیت خواهد بود. یکی از قدیمی‌ترین منابعی که از واژه کاشی در آن استفاده شده، عرایس الجواهر و نفایس الاطایب اثر ابوالقاسم عبدالله کاشانی در سال ۷۰۰ ه.ق. است [1]. همچنین ابن بطوطه (۷۰۳-

شبهستان گنبددار مسجد جامع قزوین مربوط به سال ۵۰۹ ه.ق. [9]، شامل حاشیه‌ای تزئینی از کاشی‌های فیروزه‌ای رنگ کوچک است که از نخستین موارد شناخته شده‌ای است که استفاده از کاشی در آرایه داخلی بنا را در ایران اسلامی به نمایش می‌گذارد [12]. این احتمال وجود دارد که اولین بار آرایه‌های کاشی در نمای داخلی مسجد جامع قزوین، ۵۰۹ ه.ق.، به کار رفته باشد [6]. یک حاشیه از کاشی فیروزه‌ای رنگ که حاشیه از آجر بریده شده به شکل بته جقه است. قطعات کاشی فیروزه‌ای به شکل بادام ایجاد شده و با دقت در یک حفره گذاشته شده است [2] (شکل ۷).

مسجد حیدریه قزوین بدون تاریخ است اما گنبدخانه مرکزی در حقیقت، هم‌دوره گنبدخانه اصلی مسجد جامع قزوین (۵۰۹ ه.ق.) است. احتمالاً هر دو بنا را یک معمار ساخته است زیرا در مسجد جامع قطعه‌های کاشی بالای یک کتیبه نواری پیوسته پهن و افقی پیدا شده است. در این بنا قطعه‌های کاشی در یک حاشیه ممتد بیش‌تر از عرض یک ردیف آجر معمولی است. در این مسجد، اولین کاربرد کاشی در میان یک بستر ملات انجام شده است [2].

در مورد آثار کاشی اوایل سده ششم، پوپ و اکرم [13] اشاره دارند که مناره مسجد بسطام متعلق به ۵۱۴ ه.ق. است که احتمالاً در مقرنس نعلبکی دارای کاشی است.

تاریخ ۵۲۶ ه.ق. مربوط به کتیبه کوفی لعابدار منار مسجد سین اصفهان، قدیمی‌ترین تاریخی است که تا کنون بر بنایی ایرانی با تزئینات مینایی رنگ کشف شده است [14]. مایرون اسمیت در مقاله خود درباره آثار ایران می‌گوید: قدیمی‌ترین سفال رنگی برای آرایش خارج بنا مربوط به منار مسجد سین است [4]. برخی از پژوهشگران بر این باور هستند که تاریخ این مناره، ۵۱۶ ه.ق. است [9,15].

در مورد کاشی‌های زرین‌فام در متون مختلف اطلاعات تاریخی متفاوتی ارائه شده است. به نظر می‌رسد قدیمی‌ترین کاشی با این تکنیک را قوچانی معرفی کرده است: کهن‌سال‌ترین کاشی شناخته شده زرین‌فام ایران مربوط به تاریخ نوزدهم جمادی الثانی

می‌شود، استفاده از کاشی است که در داخل و خارج ساختمان اجرا شده است [5,6].

در منابع مکتوب، کاشی‌هایی به عنوان قدیمی‌ترین‌ها یا اولین‌ها در ایران دوره اسلامی معرفی شده است که ظاهراً هرکسی از نقطه نظر خود و زاویه دید خاص خود به نتایجی رسیده است، به این دلیل در منابع مختلف قدیمی‌ترین کاشی‌های ایران متفاوت معرفی شده است. در این بخش، نتیجه مطالعات انجام شده در خصوص کهن‌ترین کاشی‌های ایران (با تکیه بر منابع مکتوب) ارائه خواهد شد [که برخی از آن‌ها مورد پذیرش نگارنده نیست] و در ادامه، نتایج مطالعات میدانی و تحلیل نگارنده ارائه خواهد شد: قدیمی‌ترین کاشی در معماری ایران دوره اسلامی مربوط به مسجد جامع نطنز است. کاشی‌های نگینی فیروزه‌ای رنگ در گنبدخانه و زیر کتیبه دوال مربوط به تاریخ ۳۸۹ ه.ق. است [7].

شاید بتوان قدیمی‌ترین کاشی‌های ایران را به جرجان نسبت داد. یکی از قدیمی‌ترین کاشی‌ها در آرایه معماری ایران، کاشی با موضوع کتیبه کوفی است که بین آرایه‌های آجری مربوط به جرجان [8] در اواخر سده ۴ ه.ق. اجرا شده بوده که این کاشی تک رنگ با نوشته کلمه محمد در حال حاضر در موزه ملی ایران نگهداری می‌شود [9].

کتیبه مناره مسجد جامع دامغان کهن‌ترین نمونه برجای مانده از کاربرد کاشی در معماری اسلامی ایران است [6,10] که تاریخ تقریبی آن ۴۵۰ ه.ق. است [2]. ارتفاع کتیبه از سطح زمین تقریباً ۲۹ متر و طول کلی کتیبه ۷۲۸ سانتی متر تخمین زده می‌شود. عرض هر کدام از کاشی‌ها بین ۱۰ تا ۲۶ سانتی متر است. اکنون در قسمت جنوبی هشت کاشی و در قسمت شمالی ظاهراً چهارده کاشی بر جای مانده است [10]. در تأیید این نکته، پژوهشگران دیگری هم به این نکته اشاره دارند که: در اوایل قرن ۱۱ م. در دامغان حروف کتیبه‌ها لعاب داده شده بوده است [2,11].

از دیگر بناهایی که گفته می‌شود دارای کاشی بوده، برج‌های خرقان است. برج‌های خرقان مربوط به سال‌های ۴۶۰ و ۴۸۶ ه.ق. دارای آثار کاشی بوده است [9].

معماری ایران در دوره اسلامی

نتیجه بررسی‌های میدانی نگارنده (سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۸) در خصوص کاشی‌های مسجد جامع نطنز این بود که این بنا مربوط به اواخر سده ۴ ه.ق. است. قدیمی‌ترین کتیبه بنا، بر ضلع شرقی گنبدخانه، مورخ به ۳۸۹ ه.ق. است ولی در دوره ایلخانان مغول، همزمان با ساخت خانقاه شیخ نورالدین عبدالصمد نطنزی (۷۰۷ الی ۷۲۵ ه.ق.) تغییراتی در آرایه‌های معماری آن داده شده است، از جمله این که بدنه بنا اندود گچی و آرایه گچی اجرا شده است. کاشی‌های نگینی که اوکین اشاره می‌کند، در واقع بر روی آرایه گچی دوره ایلخانی اجرا شده است و نمی‌تواند مربوط به تاریخ ساخت بنا باشد (شکل ۱ و ۲). در گریو گنبدخانه این مسجد، کتیبه آجری وجود که بخش زیادی از آن تخریب شده است. روی این کتیبه هم یک لایه گچ در دوره صفویان اجرا شده بوده که روی آن کتیبه نوشتاری نقاشی با ظرافت زیادی کار شده است؛ در سالیان گذشته کتیبه صفوی لایه‌برداری (حذف) شده و فقط بخش‌هایی به عنوان شاهد حفظ شده است. با توجه به شواهد موجود، تعمیراتی هم در دوره قاجاریه انجام شده است. به نظر می‌رسد قدیمی‌ترین دوره‌ای که می‌توان برای کاشی‌های نگینی فیروزه‌ای رنگ در نظر گرفت، دوره ایلخانی و هم‌زمان با کاشی‌های ایلخانی خانقاه مجاور اثر است که دو بنا در کنار هم و چسبیده به هم ساخته شده‌اند. تاریخی که در

سال ۵۲۹ ه.ق. در بخش اسلامی موزه [پرگامون] برلین است [16].

یکی از ارزشمندترین بناهای اواسط سده ۶ ه.ق. گنبد سرخ مراغه است که با کاشی‌های فیروزه‌ای تزئین شده است. با توجه به کتیبه‌های آن، این بنا در سال ۵۴۲ ه.ق. [2,9,17] توسط آق‌سنقر دوم (حاکم مراغه) ساخته شده است [16].

حرم مطهر امام هشتم (ع) دارای آرایه کاشی سده ۶ و ۷ ه.ق. است. بعد از سال ۵۵۷ ه.ق. دختر محمود سلجوقی ازاره حرم را با کاشی‌های نفیس شش و هشت ضلعی و ستاره‌ای تزئین کرده که نام وی و تاریخ تزئین بر کاشی‌ها ثبت است [18].

سردر گنبد مدور مراغه دارای آرایه کاشی فیروزه‌ای است به تاریخ ۵۶۳ ه.ق. [2,9,17] آرایه‌های کاشی گنبد کبود مراغه مربوط به سال ۵۹۳ ه.ق. است [13].

از قدیمی‌ترین کاشی‌های زیرلعابی در بخش سردر ورودی و همچنین نمای بیرونی ایوان بقعه پیربکران دیده می‌شود. تاریخ این بنا مربوط به اواخر سده ۷ و اوایل سده ۸ ه.ق. است [19]. به نظر می‌رسد کاشی‌های زیرلعابی مربوط به ۷۰۳ یا ۷۱۲ ه.ق. باشد. تا قبل از این تاریخ، تکنیک زیرلعابی برای ظروف استفاده می‌شده است. این مورد می‌تواند جزو اولین تجربه‌های تکنیک زیرلعابی در معماری ایران باشد.

۳. تحلیلی بر شناخت قدیمی‌ترین کاشی‌های



شکل ۱. الف و ب: کاشی‌های نگینی در زیر کتیبه آجری، گنبدخانه مسجد جامع نطنز
Fig. 1. (A & B): Turquoise Tiles in Natanz Jame-Mosque, Iran



شکل ۲. الف و ب: کاشی‌های نگینی در زیر کتیبه آجری، گنبدخانه مسجد جامع نطنز
Fig. 2: (A & B): Turquoise Tiles in Natanz Jame-Mosque, Iran

نظر می‌رسد طراحی حروف در کتیبه مورد نظر، این سبک نوشتاری و طراحی حروف مربوط به سده‌های ۶ و ۷ ه.ق. است. همچنین شیوه ساخت بدنه کاشی که با تکنیک نقش برجسته اجرا شده است و ضخامت بدنه حدود ۶cm است، شبیه به آثار سده ۴ ه.ق. است. البته شیوه لعاب دهی بسیار ابتدایی بوده و ضخامت لعاب در سطوح کتیبه یکسان نیست و در برخی قسمت‌ها شره کرده است. به نظر می‌سد ضعف اجرای لعاب مربوط به قدمت اثر نشود (مواد مورد استفاده در لعاب و شیوه چیدمان آن در کوره بر کیفیت لعاب تأثیرگذار است)، زیرا در همین دوره، ظروف سفالی لعابدار با کیفیت بالایی اجرا می‌شده است (هرچند که شیوه لعابدهی و چیدمان در کوره در کاشی و ظروف متفاوت است). به نظر می‌رسد بتوان با نمونه‌برداری از لعاب این کاشی و انجام مطالعات ساختارشناسی بر روی آن و مقایسه نتایج آن با نتایج دیگر پژوهش‌هایی که در حوزه لعاب‌های ظروف سفالی سده‌های اولیه اسلامی در ایران انجام پذیرفته است، تا حد زیادی به زمان ساخت اثر پی برد.

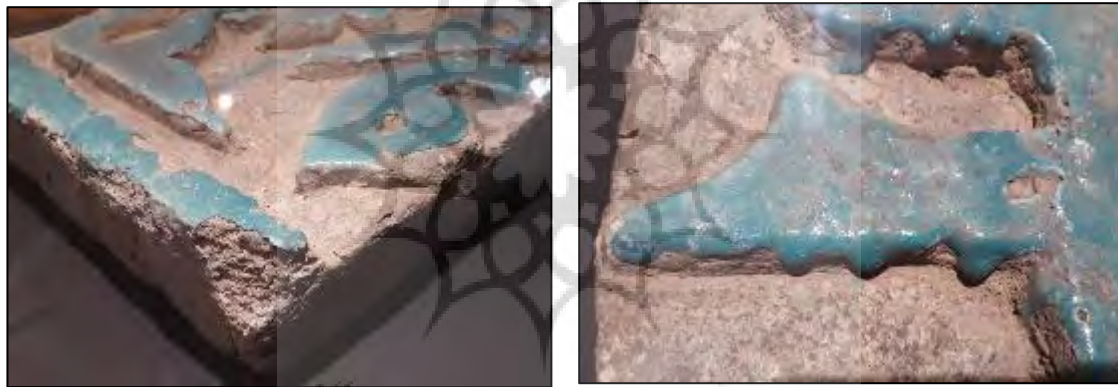
کتیبه کاشی ایوان بقعه شیخ عبدالصمد مشاهده شد، ۷۲۵ ه.ق. است. لازم به ذکر است که در مرمت‌های اخیر، تعداد زیادی کاشی نگینی فیروزه‌ای به سطوح داخلی گنبدخانه و در محل‌های اصلی، الحاق شده است. همانطور که در بخش پیشین بیان گردید، برخی از پژوهشگران، کاشی با خط کوفی محمد که در موزه ملی ایران نگهداری می‌شود (شماره ثبت ۸۴۱۹) را مربوط به اواخر سده ۴ ه.ق. می‌دانند. احتمالاً دلیل این تاریخ‌گذاری این بوده که این کاشی از نزدیکی‌های گنبد قابوس یافته شده است و تاریخ گنبد قابوس ۳۹۷ ه.ق. است (شکل ۳ و ۴).

آجرهای گنبد قابوس به صورت I شکل است که بخشی از آجر در دیواره سقف فرو رفته است. طی بازدید از بنا و بررسی‌های میدانی، هیچ رد یا شاهی از کاشی در سطوح خارجی و داخلی بنا مشاهده نشد و با توجه به سبک معماری و آرایه معماری گنبد قابوس، کاشی مورد نظر نمی‌تواند متعلق به این بنا باشد. با بررسی دقیق‌تر کاشی مورد بحث در موزه ملی ایران در سال ۱۳۹۸، به



شکل ۳. الف و ب: کاشی نقش برجسته با نوشته محمد، موزه ملی ایران (مقیاس بر روی شیشه و بترین و با فاصله حدود ۱۰cm از سطح کاشی قرار دارد)

Fig. 3: (A & B): Relief tile in National Museum of Iran, part of inscription: Mohammad



شکل ۴. الف و ب: جزئیات کاشی نقش برجسته با نوشته محمد، موزه ملی ایران؛ وضعیت لعاب فیروزه‌ای بر روی بدنه سفالی کاشی

Fig. 4: (A & B): detail of tile, Turquoise glaze on inscription



شکل ۶. برج‌های خرقان با آرایه‌های آجری، بدون کاشی
Fig. 6: Break arrays of Kharaghan Tower, Iran



شکل ۵. کتیبه کاشی مناره مسجد جامع دامغان
Fig. 5: Tiles of Damghan Jame-Mosque Minaret, Iran

با نقش برجسته کتیبه کوفی -الملك- که به صورت زمینه-گود اجرا شده است، (نوشته شده: سبک نیشابور که به شماره ۸۴۶۳ ثبت موزه ملی ایران شده است)، مشاهده گردید. با توجه به تکنیک اجرای کاشی که نقش برجسته است و همچنین رنگ لعاب که کمی تیره‌تر از رنگ فیروزه‌ای لعاب‌های دوره سلجوقی است، از نظر نگارنده این کاشی مربوط به سده ۶ یا ۷ ه.ق. است.

نتیجه بررسی میدانی کاشی‌های گنبدخانه مسجد جامع قزوین در سال ۱۳۹۷ این بود که در فضای داخلی گنبدخانه، کاشی دوره سلجوقی وجود ندارد. لازم به ذکر است که در بالای یکی از کتیبه‌های گچی، آرایه آجری قالبی یا پیش‌بر به شکل بته‌جقه به صورت یک نوار یا حاشیه دیده می‌شود که داخل آن نیز به شکل بته‌جقه، رنگ آبی (احتمالاً رنگدانه لاجورد) اجرا شده است. به نظر می‌رسد پژوهشگران (بنا به دلایلی مانند نبود داربست، تاریکی فضا و ...) در این باره دچار خطای دید شده و تصور کرده‌اند که رنگ آبی مربوط به کاشی است، در صورتی که لایه‌ای از رنگدانه بر بستر گچ است (شکل ۷ و ۸).

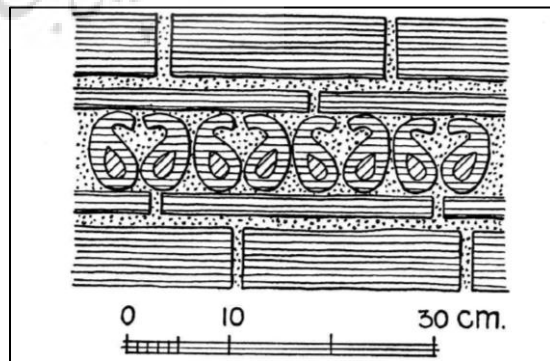
برای پیگیری نوشته پوپ و اکرم دربارۀ احتمال وجود کاشی در نعلبکی مناره مسجد بسطام، نگارنده در سال ۱۳۹۶ از این بنا بازدید نموده که در بخش نامبرده، آرایه‌های آجری بسیار زیبایی اجرا شده بوده که بخشی از آن نیز تخریب شده است. در نتیجه بررسی میدانی، در بخش نعلبکی مناره مسجد بسطام، کاشی مشاهده نشد.



شکل ۸. آرایه آجری و رنگ آبی در مسجد جامع قزوین
Fig. 8: Brick ornament and blue color, Qazvin Jame-Mosque

با بررسی‌های میدانی صورت گرفته از کتیبه کاشی مناره مسجد جامع دامغان این نتیجه حاصل شد که تکنیک اجرای این کتیبه کاشی، نقش برجسته است، به عبارتی زمینه بدنه گلی کنده می‌شده تا نقش به صورت برجسته دیده شود (شکل ۵). این تکنیک اجرای کاشی در سده ۵ ه.ق. نمونه مشابهی ندارد و تا ده‌ها سال بعد از این زمان، از کاشی‌های ساده استفاده می‌شده است. شیوه اجرای این اثر مشابه کتیبه کاشی مناره نگار بردسیر کرمان (۶۱۵ ه.ق.) است. همچنین، رنگ لعاب کاشی‌های مناره مسجد جامع دامغان شبیه به آثار کاشی مجموعه بسطام (اوایل سده ۸ ه.ق.) است. در پژوهش‌های آینده می‌توان از لعاب کاشی‌ها نمونه‌برداری و مطالعات ساختارشناسی دقیق برای یافتن نمونه مشابه انجام داد. نگارنده بر این عقیده است که کتیبه کاشی مناره مسجد جامع دامغان متعلق به سده ۵ ه.ق. نبوده و مربوط به سده‌های بعد است.

با مطالعه میدانی برج‌های خرقان در سال ۱۳۹۶ می‌توان گفت که تمام سطوح خارجی بنا با آرایه آجری و کتیبه‌های آجری تکمیل شده است. گنبد هر دو بنا نوسازی شده است. در نتیجه بررسی میدانی، هیچ اثری از کاشی در سطوح خارجی و داخلی بنا مشاهده نشد (شکل ۶)، احتمال می‌رود در صورت وجود کاشی، به محلی مانند موزه منتقل شده باشد. آثار کاشی در معماری سده ۵ ه.ق. بسیار اندک است. با بررسی آثار کاشی در بخش نمایشی موزه ملی ایران، یک قطعه کاشی تک رنگ (فیروزه‌ای-لاجوردی)



شکل ۷. طرح شماتیک آرایه آجری در مسجد جامع قزوین [1]
Fig. 7: Border, Qazvin Jame-Mosque [1]



شکل ۹. الف: کتیبه آجری پایه مناره مسجد سین اصفهان با تاریخ ۵۲۶ ه.ق.؛ ب: کتیبه کاشی تک‌رنگ مناره مسجد سین اصفهان
Fig. 9: A: Break inscription, Sin Mosque, Isfahan, Iran. B: Tile inscription in top of Minaret

کاشی‌ها در دوره‌های بعد مرمت شده است (به دلیل نبود داربست امکان بررسی دقیق میسر نشد). همچنین دو شکل کاشی با تکنیک قالبی برجسته اجرا شده است که شاید الگوی آن، ظروف سفالی دوره سلجوقی باشد. بسیاری از کاشی‌ها مفقود شده است که رد آن‌ها بر روی ملاط دیده می‌شود. بیشترین کاشی‌های باقی‌مانده در ضلع غربی بنا (اگر محراب را در ضلع جنوبی در نظر بگیریم) دیده می‌شود (شکل ۱۰).

در نتیجه بازدید میدانی از گنبد سرخ مراغه در سال ۱۳۹۷، در ضلع سردر ورودی بنا، کاشی‌های تک‌رنگ فیروزه‌ای در تلفیق با آرایه آجری مشاهده شد که کتیبه آجری با تاریخ سنه اثنین و اربعین و خمس مائه (۵۴۲ ه.ق.) به صورت منسجم اجرا شده است (شکل ۱۱ الف). در دیگر اضلاع در تلفیق با آجر، کاشی‌های نگینی یا کلوک‌بند به رنگ فیروزه‌ای وجود داشته که در حال حاضر تعداد کمی از آن باقی‌مانده و قابل مشاهده است. با نگاه دقیق‌تر می‌توان رد تعدادی از کاشی‌های کلوک‌بند و محل قرارگیری‌شان در بنا و در میان آرایه‌های آجری را مشاهده نمود (شکل ۱۱ ب).

در ادامه بررسی‌ها، گنبد مدور مراغه در سال ۱۳۹۷ مورد بازدید قرار گرفت. دو کتیبه کاشی به رنگ فیروزه‌ای در قسمت سردر بنا وجود دارد: کتیبه بالایی آیه ۵۷ از سوره عنکبوت است: «کل نفس ذائقه الموت ثم الینا ترجعون»، و کتیبه پایین که تاریخ بناست: سنه ثلث و ستین و خمس مایه [سنه ثلاث و ستین و خمس مائه] (۵۶۳ ه.ق.). به دلیل اینکه این کتیبه، خط کوفی

در نتیجه بررسی درباره ویژگی‌های نره‌کاشی‌های مناره مسجد سین اصفهان در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ و همچنین تدقیق تاریخ این کاشی‌ها، کتیبه آجری به تاریخ سته و عشرین و خمس مائه (۵۲۶ ه.ق.) در بخش پایه مناره قابل مشاهده است (شکل ۹ الف). در بخش بالایی مناره کتیبه‌ای با نره‌کاشی به رنگ فیروزه‌ای اجرا شده است که ردیف‌های بالای آن تخریب شده و در واقع، بخش بالایی مناره ناقص است. در تصویر کتیبه (بسم الله الرحمن الرحیم) با تکنیک نره‌کاشی دیده می‌شود (شکل ۹ ب). لازم به ذکر است که در داخل بنا، بالای محراب، کتیبه‌ای با تاریخ تسع و عشرین و خمس مائه (۵۲۹ ه.ق.) وجود دارد.

در مسجد حیدریه قزوین قطعات کاشی در یک ردیف و در بالای کتیبه نوشتاری گچی و در خط زیر فیله‌پوش گنبد اجرا شده است. کاشی‌ها به صورت تک‌رنگ و در چهار شکل مختلف اجرا شده است. یک شکل کاشی به رنگ لاجوردی و سه شکل به رنگ آبی فیروزه‌ای است. شاید بتوان گفت کهن‌ترین کاشی لاجوردی رنگ در معماری ایران دوره اسلامی در این بنا باشد. تعداد کاشی‌های لاجوردی بسیار کمتر از فیروزه‌ای است و ترتیب خاصی هم برای قرارگیری آن وجود ندارد، یعنی به صورت نامرتب و بدون نظم خاصی در میان دیگر کاشی‌ها اجرا شده است. نکته قابل توجه در خصوص رنگ فیروزه‌ای است که در برخی از کاشی‌ها متمایل به سبز است. یا در زمان ساخت، مواد رنگزای لعاب کمی تغییر پیدا کرده و یا اینکه بخشی از



شکل ۱۰. الف، ب و ج: کاشی‌های تکرنگ مسجد حیدریه قزوین؛ منبع تصویر ج: آرشیو اداره میراث فرهنگی قزوین
Fig. 10: Tile works in interior space of Heydarich Mosque, Qazvin, Iran.

نداشت. کاشی‌های تاریخ‌دار زرین فام که در ازاره حرم مشاهده شد مربوط به سال ۶۱۲ (شکل ۱۴) و سال ۷۱۲ ه.ق. (شکل ۱۵) است. لازم به ذکر است که کاشی‌های مرمتی با تاریخ ۱۳۴۴ هم در این بخش قابل مشاهده است (شکل ۱۳). هر سه تاریخ در یک ازاره و در کنار هم اجرا شده است.

بناهای دیگری مانند منار ساربان (۵۳۳-۵۵۰ ه.ق.)، منار مسجد علی و منار زیار اصفهان (سده ۶ ه.ق.)، گنبد

تزیینی است، ظاهراً پوپ یکی از نقوش را به جای حرف عین خوانش کرده و عدد سِتین (۶۰) را به اشتباه، تسعون (۹۰) خوانده است. همچنین بسیاری از پژوهشگران انتهای کتیبه بالا را به اشتباه «تم البنا لرجب...» خوانده‌اند (شکل ۱۲).

در بررسی سال ۱۳۹۷ از گنبدخانه حرم مطهر رضوی (مشهد خراسان) به دلیل شرایط خاص و جمعیت زیاد و محدودیت‌های موجود، امکان مطالعه دقیق وجود



شکل ۱۱. الف: کاشی تکرنگ سردر گنبد سرخ مراغه؛ ب: کاشی تکرنگ کلوک‌بند در میان آرایه‌های آجری گنبد سرخ
Fig. 11: Tile works in exterior side of Maraghe Sorkh Dome, Iran.



شکل ۱۳. کاشی زرین‌فام حرم رضوی با تاریخ ۱۳۴۴
Fig. 14: Luster tile in Mashhad, Date: 1965 AD



شکل ۱۲. کتیبه کاشی فیروزه‌ای گنبد مدور با تاریخ ۵۶۳ ه.ق.
Fig. 15: Tile works in exterior side of Modavar Dome, Iran

معماری بقعه خواجه اتابک کرمان است با این تفاوت که در مسجد جامع گلپایگان از کاشی تخت استفاده شده است. این بنا مربوط به سال‌های ۴۹۸ الی ۵۱۲ ه.ق. است. برای تاریخ‌گذاری دقیق‌تر این کاشی‌ها نیاز به مطالعات بیشتر است ولی به هر حال این کاشی‌ها می‌توانند جزو کهن‌ترین کاشی‌های دوره اسلامی در فضای داخلی معماری ایرانی باشد.

۴. مروری بر مطالعات باستان‌سنجی در

خصوص سفال‌های لعابدار دوره سلجوقیان

منظور از سفال لعابدار، ظروف سفالی لعابدار و کاشی است. متأسفانه بیشتر مطالعاتی که در خصوص سفال لعابدار دوره سلجوقی انجام شده است به زبان غیرفارسی است. مطالعاتی که به زبان فارسی منتشر شده است بیشتر از منظر تاریخی و موضوع نقاشی و شکل و فرم است. در این بخش از مقاله، مروری خواهیم داشت بر

کیود مراغه (۵۹۳ ه.ق.)، کاشی زرین‌فام حرم حضرت معصومه در قم که در حال حاضر در موزه نگهداری می‌شود (۶۰۲ ه.ق.)، مسجد جامع گناباد (۶۰۸ ه.ق.)، مسجد ملک زوزن (۶۱۵ ه.ق.) دارای آرایه کاشی هستند که در خصوص مناره‌ها باید گفت بسیاری از آن‌ها در دوره‌های گذشته مرمت و بازسازی شده است و تا حد زیادی سندیت تاریخی آثار کاشی در این مناره‌ها از بین رفته است، اگر چه به احتمال زیاد می‌توان گفت در زمان خلق اثر، آرایه کاشی در تلفیق با آجر اجرا شده بوده است. همچنین تک کاشی قالبی نقش برجسته فیروزه‌ای رنگ در مسجد جامع نایین مشاهده شد که تاریخ آن مشخص نیست.

در ادامه بررسی‌های میدانی توسط نگارنده، چند قطعه کاشی فیروزه‌ای در تلفیق با آرایه آجری و گچی در گنبدخانه مسجد جامع گلپایگان مشاهده شد (شکل ۱۶). (از نظر شیوه و مراحل اجرا شبیه به آرایه‌های



شکل ۱۵. کاشی زرین‌فام حرم رضوی با تاریخ ۷۱۲
Fig. 15: Luster tile in Mashhad, Date: 1316 AD



شکل ۱۴. کاشی زرین‌فام حرم رضوی با تاریخ ۶۱۲
Fig. 14: Luster tile in Mashhad, Date: 1216 AD



شکل ۱۶. کاشی فیروزه‌ای رنگ در تلفیق با آجر و گچ در بخش بالایی ستون‌های شبستان، مسجد جامع گلپایگان، استان اصفهان
Fig. 16: Tile works in interior space of Golpaygan Jame-Mosque, Iran

انجام پذیرفته است که عناصر موجود در لعاب‌های دو کشور اسلامی در یک دوره تاریخی، مشابه به هم هستند. در جدولی نتیجه آنالیز لعاب‌های ایرانی ارائه شده است [20]. همچنین در نتیجه آنالیزهای نهایی، بررسی میکروسکوپی نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی‌های مختلف و تحلیل و مقایسه نمونه‌های ایران و سوریه، این نتیجه به دست آمده است که ساخت سفال‌های با تکنیک نقاشی زیرلعابی از سوریه آغاز شده و به ایران منتقل و گسترش پیدا کرده و سپس به سمت چین توسعه پیدا کرده است [20].

در مقاله‌ای، تکنولوژی توسعه‌ی سرامیک‌های اسلامی در شرق میانه مورد بررسی قرار گرفته که از SEM-EDS استفاده شده است. لعاب نمونه‌های دوره سلجوقیان، قلیایی-آهکی تشخیص داده شده است. تصاویر SEM از بدنه نمونه سفال سلجوقی ایران تهیه شده است (شکل ۱۷) که پیوستگی شبکه ذرات کوارتز (خاکستری تیره) با ماتریکس شیشه‌ای ایجاد شده قابل مشاهده و بررسی است [23].

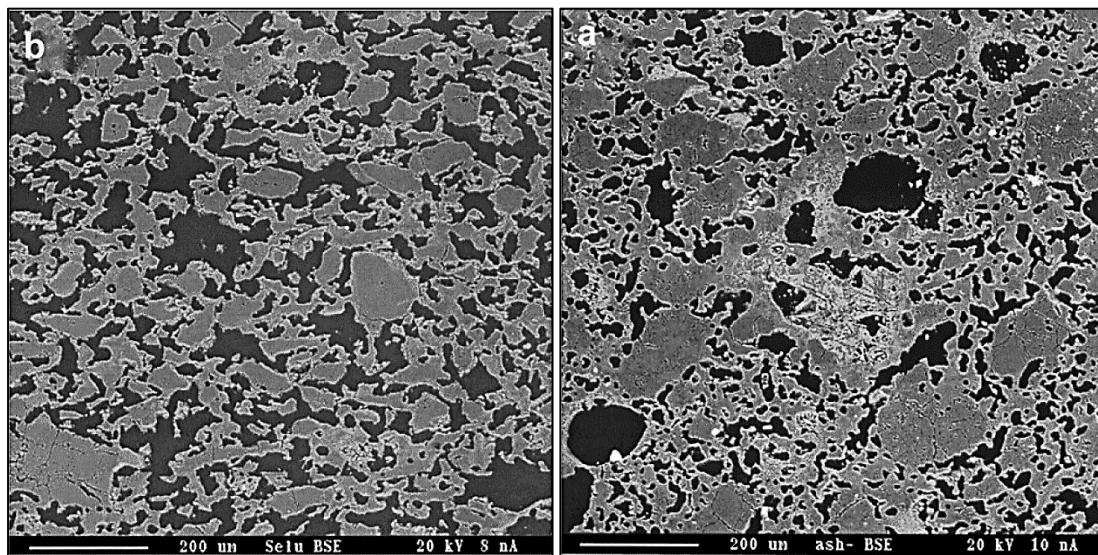
در پژوهشی دیگر بر روی تعداد ۴۶ نمونه بدنه و لعاب سفال‌های شوش مربوط به سده ۴ الی ۶ ه.ق. از آنالیز SEM-EDS و XRF استفاده شده است. درصد بالایی از لعاب‌های مورد بررسی، سری-قلیایی هستند و همچنین درصدی از آن‌ها، لعاب قلعی-پک هستند. نکته دیگر این که اکسیدهای رنگی لعاب‌های ایران، عراق، سوریه و مصر با یکدیگر متفاوت هستند [24].
مطالعات باستان‌سنجی بر روی لعاب‌های تاریخی

مطالعات فنی و ساختارشناسی انجام شده بر روی سفال‌های لعابدار دوره سلجوقیان ایران: استفاده از نقوش چند رنگ برای آرایش ظروف سفالین توسط سفالگران جهان اسلام در سده ششم ه.ق. آغاز شد که برای این عمل، دو شیوه متفاوت نقاشی زیرلعابی و لعاب رنگی استفاده می‌شد [20].

یکی از راه‌های شناخت دوره تاریخی سفال لعابدار و شناخت خاستگاه این آثار، تشخیص شیوه اجرای نقش به صورت زیرلعابی و لعاب رنگی است. در پژوهشی که در این خصوص انجام پذیرفته، با اتکا به آنالیزها و تصاویر SEM-EDS مقایسه‌ای در مورد آثار ایران، عراق، سوریه و مصر انجام پذیرفته که در خصوص بدنه نتیجه این بوده که آثار دوره سلجوقی در این مناطق از مواد یکسان استفاده کرده‌اند و در خصوص لعاب، آثار ایران و مصر در این دوره مشابه هم کار شده است [21].

همچنین باید به این نکته اشاره نمود که طبق مطالعات انجام شده، در سفال‌های نقاشی شده زیرلعابی در ایران از قرن ۶ الی ۱۱ ه.ق. از لعاب‌های قلیایی استفاده شده است [22].

مقاله‌ای با عنوان: سیر تکامل سفال چندرنگ در جهان اسلام از سده ۶ ه.ق. در سال ۲۰۰۱ منتشر شده است که ابتدا روش‌های آنالیزی به این صورت شرح داده شده است: بررسی بخش داخلی و خارجی بدنه و لعاب سفال با استفاده از SEM به شیوه BSE و همچنین استفاده از EDS و WDS برای آنالیز مقدماتی در این پژوهش بر روی لعاب سفال‌های ایرانی و سوریه‌ای



شکل ۱۷. تصویر SEM از بدنه نمونه سفال سلجوقی ایران؛ پیوستگی شبکه ذرات کوارتز (خاکستری تیره) با ذرات شیشه پوششی ایجاد شده است [23].

Fig. 17: SEM photomicrographs for bodies of Seljuk Lustre sherd from Iran.

سفال‌ها از نوع لعاب سفید با نقوش سبز و آبی کبالت و قالب فشاری است. نتیجه مطالعات حاکی از آن است که ابتدا ظروف لعاب سربی تولید می‌شده و در ادامه لعاب قلیایی و لعاب قلیایی با سرب کم تولید می‌شده است [27].

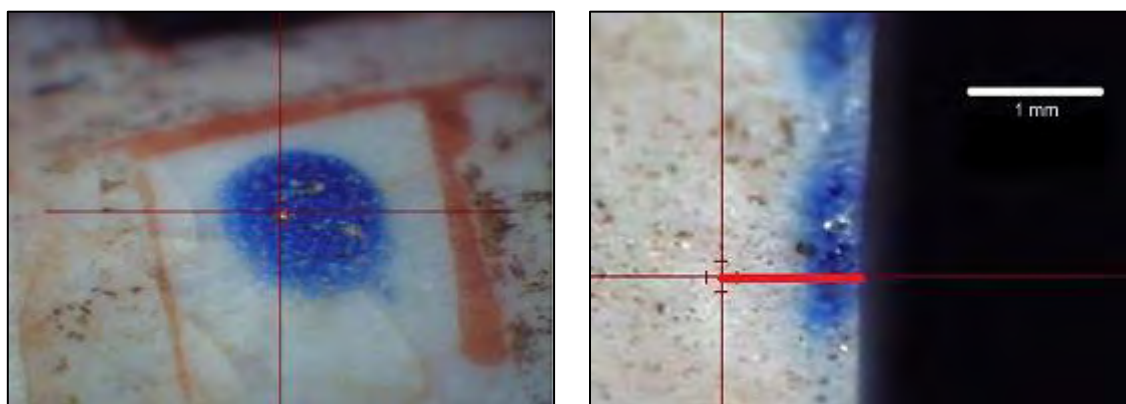
یکی از تکنیک‌های ساخت سفال لعابدار در دوره سلجوقیان، سفال مینایی است. معمولاً در تکنیک مینایی در دوره سلجوقی، برای لعاب پایه از لعاب سربی قلعی-اپک به رنگ‌های سفید و فیروزه‌ای استفاده می‌شده است. اکسید قلع برای اپک کردن دو رنگ کاربرد داشته که برای به‌دست آوردن رنگ فیروزه‌ای از مس استفاده می‌شده است [20,28].

در مقاله‌ای با عنوان: آنالیز سفال‌های منقوش مینای ایرانی، برای شناسایی رنگ‌ها و ترکیبات مختلف لعاب‌های مینایی مطالعاتی انجام پذیرفته است. چگونگی نقاشی و پخت لعاب‌ها بستگی به کاربرد آثار، متفاوت بوده است. در نمونه‌های مورد مطالعه، هر دو شیوه لعاب پایه سفید و فیروزه‌ای موجود بوده است. نمونه‌های مورد مطالعه مربوط به قرن ششم و هفتم ه.ق. است [29].

در پژوهشی نمونه‌هایی از سفال لعابدار با تکنیک مینایی مربوط به دوره سلجوقیان با استفاده از XRD و

سفال‌های استون‌ور و پرسلین چین و ایران نشان داده است که قبل از قرن ۱۵ میلادی در چین از لعاب‌های کبالتی با میزان کم منگنز استفاده می‌شده و پس از این تاریخ به مرور زمان میزان منگنز در ترکیبات لعاب کبالتی زیادتر شده است در صورتی که در ایران اینطور نیست؛ قبل و پس از قرن ۱۵ میلادی در لعاب‌های سفال‌های ایرانی، میزان منگنز در ترکیب لعاب آزاد است، به این معنی که محدودیتی در میزان آن در ترکیب لعاب وجود نداشته و بر خلاف آثار چینی از ابتدای تاریخ ذکر شده، میزان منگنز در ترکیب لعاب زیاد بوده است [25,26]؛ دلیل این تفاوت (بین آثار چینی و ایرانی) برمی‌گردد به وجود معادن محلی در ایران که میزان منگنز نسبتاً زیاد بوده است. همچنین در نتیجه مطالعات انجام شده بر روی این‌گونه لعاب‌ها، تغییرات اندکی که در میزان منگنز در آثار مختلف مشاهده می‌شود مربوط به تفاوت در معادن مختلف است که در معادن محلی، میزان عناصر مختلف اندکی متفاوت بوده است [24].

بر روی نمونه‌هایی از سفال‌های لعابدار ایران مربوط سده‌های اولیه اسلامی، مطالعات ساختارشناسی (LA-ICP-MS & TOF-ICP-MS) انجام پذیرفته است.



شکل ۱۸. تصویر روبرو و مقطع لعاب به همراه رنگ آبی و قرمز، اسکن از مقطع لعاب برای نشان دادن میزان عناصر از سطح به طرف عمق [31].

Fig. 18: The blue pattern, the linear scan examination for a Chinese Yuan blue-and-white.

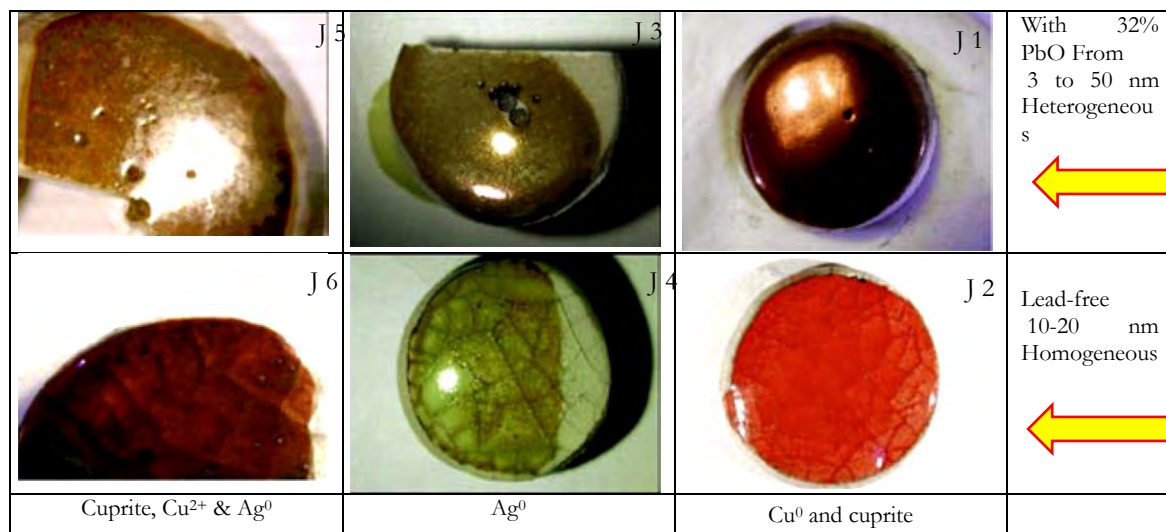
پایه به نوشته‌های باقی‌مانده از ابوالقاسم کاشانی مراجعه شده و نتایج آزمایش‌ها با این نوشتار مورد مقایسه قرار گرفته است.

ابوالقاسم کاشانی دو شیوه تولید لعاب را نوشته است: اول روش تولید لعاب قلیایی و دیگری لعاب قلعی-اپک سربی-قلیایی است. نتیجه آزمایش‌ها نشان داد که نمونه‌های مورد مطالعه با نوشتار ابوالقاسم مطابقت داشت. تمام لعاب‌رنگ‌ها به‌صورت فریت عمل‌آوری شده و سپس اجرا شده بوده است. نتایج شناخت رنگ‌ها به این صورت است: هماتیت برای رنگ قرمز، اکسید قلع برای رنگ سفید، اکسید مس برای رنگ سبز و فیروزه‌ای، اکسید کبالت برای رنگ آبی، کرومیت یا اکسید منگنز برای رنگ مشکی. برای رنگ صورتی و قهوه‌ای از رنگ ترکیبی استفاده شده است: هماتیت با اکسید قلع برای رنگ صورتی و هماتیت با کرومیت یا منگنز برای رنگ قهوه‌ای استفاده شده است. بیشترین تغییر غلظت مربوط به کلسیم و کبالت است که نسبت به بقیه موارد، به شدت افزایش پیدا کرده است [31].

یکی دیگر از تکنیک‌های سفال لعابدار در ایران در دوره سلجوقیان، تکنیک زرین‌فام است که معمولاً در این گونه سفال، بدنه خمیر سنگی و جسمی ساخته می‌شده است. تکنولوژی ساخت و تولید بدنه‌های گل‌سنگی (Stonepaste) مربوط به کشور ایران و سوریه

SEM-EDS مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. تمام نمونه‌های مینایی دارای لعاب پایه اپک هستند (سفید و گاهی فیروزه‌ای). اگر بخواهند شیوه درون لعابی کار کنند، لعاب پایه پخته نمی‌شود و نقاشی بر روی آن اجرا می‌شود که در زمان پخت، رنگ مورد نظر در درون لعاب حل می‌شود و در واقع یکی می‌شود. دو رنگ اصلی که در این شیوه کاربرد داشته، کبالت و کرومیت است. اگر بخواهند مینایی رولعابی کار کنند، ابتدا باید لعاب پایه پخته شود و سپس بقیه مراحل اجرا شود. در نمونه‌های مورد مطالعه، ضخامت رنگ مشکی که برای قرص کردن طرح اجرا شده بوده، ۱۶ میکرون تشخیص داده شد. همچنین در این لعاب‌ها از گدازآور قلیایی استفاده شده است. در تصاویر SEM که به‌صورت الکترون برگشتی (back scatter) از مقطع برخی نمونه‌ها تهیه شده و آنالیزهای عنصری نقطه‌ای تهیه شده، برای رنگ قرمز، هماتیت تشخیص داده شده و ضخامت و میزان نفوذ آن در لعاب مورد بررسی قرار گرفته است [30].

در پژوهشی که در خصوص آثار سفال لعابدار سده ششم و هفتم ه.ق. انجام شده، تعداد ۱۴ نمونه مینایی و ۱ نمونه لاجوردینه از سایت‌های مختلف ایران و مصر انتخاب و مورد آنالیز XRF قرار گرفته است. در این آنالیزها، لعاب پایه و عوامل رنگزا در لعاب مد نظر بوده که برای بررسی بهتر، تصاویری از سطح نیز تهیه شده است (شکل ۱۸). برای آغاز مطالعه و داشتن اطلاعات



شکل ۱۹. نمونه‌سازی زرین فام با مس (J1, J2)، نقره (J3, J4) و مخلوط مس و نقره (J5, J6) [37]

Fig. 19: Reproduction samples of copper (j1, j2), silver (j3, j4) and mixed copper and silver (j5, j6) lustres. The size and distribution of the nanoparticles was determined by SR-Micro-XRD, UV-vis spectroscopy and TEM

XANES; EXAFS; TEM) و برای تکمیل شدن اطلاعات، نمونه‌سازی و شبیه‌سازی از زرین فام نیز صورت پذیرفته است (شکل ۱۹).

در زرین فام اگر میزان مس بیشتر باشد، رنگ آن متمایل به قهوه‌ای-قرمز می‌شود و اگر نقره بیشتر باشد، رنگ آن متمایل به سبز می‌شود. میزان اکسید سرب و همچنین اندازه ذرات فلزی بر کیفیت رنگ زرین فام تأثیر می‌گذارد. در آثار زرین فام ایرانی هر چه به زمان حال نزدیک‌تر شویم، میزان استفاده از اکسید مس در ترکیب بیشتر می‌شود و در نتیجه رنگ آن نیز به قهوه‌ای و قرمز متمایل‌تر می‌شود [37].

دستور تولید زرین فام متنوع است ولی چیزی که در همه گفته‌ها مشترک است، وجود میزان کمی از گل کوزه‌گری [منظور، مواد بدنه سنگی سفال است]، ترکیبات مس و نقره و همچنین سولفور به صورت ترکیبی است [38,39]. از ویژگی‌های زرین فام ایرانی در اواخر سده ۶ ه.ق. سفید و سخت بودن خمیرسنگی بدنه سفال است [22,28] همچنین در مطالعات انجام شده، این نتیجه حاصل شده است که در زرین فام‌های قرن هفتم ه.ق. شنگرف نیز شناسایی شده است [40].

در پژوهشی که موضوع آن زرین فام‌های آغازین دوره اسلامی است، در بخشی از مطالعات، به آثار ایران (اواخر

در قرون ۵ و ۶ ه.ق. است که با لعاب‌های مات قلع پوشش داده می‌شده است [24,32,33]. طبق مطالعات انجام شده، گفته می‌شود اولین سفال‌های زرین فام اسلامی مربوط به بصره عراق است که در سده ۳ ه.ق. تولید شده است [28].

در مقاله‌ای به این نکته اشاره می‌شود که برای تولید نمونه خاصی از لعاب (سرب-قلع) فلز سرب و قلع به صورت مخلوط ذوب می‌شده تا اکسید سرب و قلع به دست آید. این شیوه ساخت لعاب مربوط به ایران است. همچنین بیشترین میزان قلیا در لعاب‌های ایران حدود ۸-۱۰٪ (Na₂O) است که بر روی بدنه خمیرسنگی استفاده می‌شده است [32].

زرین فام، یک لایه نازک نانوکامپوزیت شیشه-فلز از نانوذرات فلز مس و نقره است که در بستر شیشه‌ای ادغام شده است. اندازه ذرات فلز در زرین فام از ۲ الی ۵۰ نانومتر و ضخامت لایه زرین فام، از ۱۰۰ نانومتر الی ۱ میکرومتر متغیر است [34,35]. زمانی که اتمسفر کوره در حین پخت سفال به حالت احیا درآید (این عمل بسیار حساس بوده و نیازمند تجربه بسیار بالایی است)، یون فلز تبدیل به ذرات فلز در اندازه نانو می‌شود [36]. در مقاله‌ای مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های زرین فام انجام شده (SR-Micro-XRD; UV-vis)

متعلق به قرن ۶ ه.ق. [43,44] با غنای تزئینی بیش از حد است که به ظاهر متعلق به نیمه قرن ۶ ه.ق. است [13] این بنا به شماره ۲۵۳ در فهرست آثار ملی ایران در تاریخ ۱۳۱۵/۰۳/۳۰ ثبت شده است [44] که در کرمان، خیابان شهید فتحعلی شاهی، پشت تکیه امام زمان قرار دارد.

در برخی منابع مقبره خواجه اتابک کرمان منسوب می‌شود به قطب‌الدین محمد ابن اتابک بزقوش از بزرگان دوره سلجوقی در کرمان [45,46] در صورتی که محرابی کرمانی که در اوایل دوره صفویه می‌زیسته است در کتاب مزارات کرمان اشاره کرده است که مقبره مربوط به خواجه اتابک علاء‌الدین بزقوش از عرفا و صاحب کمالات بوده است [43] که در این خصوص تحلیل‌های خوبی مبنی بر صحت این موضوع وجود دارد [47]. این پدر و پسر در ایجاد شوکت سلجوقیان و همچنین حکومت منطقه کرمان موثر بوده‌اند [48]. خواجه اتابک علاء‌الدین بزقوش در زمان خلافت ملک طغرل می‌زیسته است و در سال پایانی حکومت ملک طغرل وفات کرده است [49]. ابن اثیر در بیان وقایع سال ۵۶۵ ه.ق. می‌نویسد: در این سال ملک طغرل بن قاورت، فرمانروای کرمان، دار جهان را بدرود گفت [50] در صورتی که تاریخ وفات اتابک پسر را ۵۸۲ ه.ق. گفته‌اند [51].

با توجه به مطالعات انجام شده و شواهد موجود، تاریخ ساخت بنای مقبره را می‌توان در فاصله سال‌های ۵۶۰ الی ۵۶۵ ه.ق. دانست [52] البته ویلبر اعتقاد دارد بنای خواجه اتابک احتمالاً تاریخی در حدود ۵۳۰ ه.ق. داشته باشد [2].

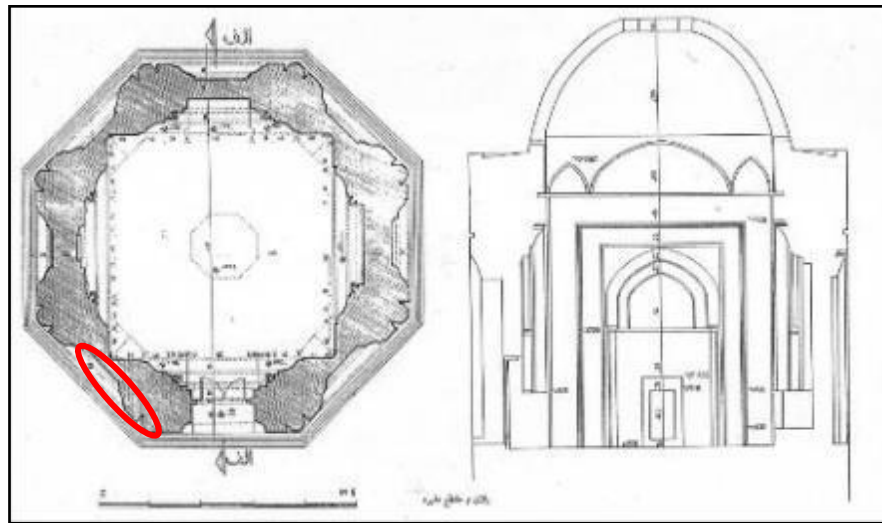
این بنا جزو اولین بناهای دوره اسلامی در ایران است که از رنگ برای تزئین نمای خارجی بنا استفاده شده است [53]. یکی از برج‌های هشت ضلعی که از داخل چهار ضلعی است و وضعیت مربع داخلی نسبت به هشت ضلعی منظم بیرونی به گونه‌ای است که زوایای مربع داخلی فاصله کمی (۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر) با اضلاع خارجی به وجود آورده است [44,46,52]. ابعاد اضلاع مربع داخلی در حدود ۴/۵ m است که به شیوه ساخت فیلیپوس به فضای گنبدی تبدیل شده است (شکل ۲۰).

سده ۶ و اوایل سده ۷ ه.ق.) پرداخته شده که نمونه‌ها مربوط به کاشان است. برای مطالعات و بررسی‌های دقیق علمی از روش‌ها، ابزارها و دستگاه‌هایی استفاده شده است که شامل: WDX², SR-μXRD, XANES, EXAFS است. در نتیجه میکرو XRD مشخص شده که ترکیب بدنه سفال‌ها همان مواردی است که در متون کهن نوشته شده است: ۱۰ قسمت ماسه سفید نرم، ۱ قسمت شیشه فریت شده و یک قسمت خاک سفید [بتونیت] که با هم مخلوط شده‌اند. از نتایج آنالیزها و مقایسه نتایج، دریافت شد که در حوزه تکنولوژی و تولید زرین‌فام، تأثیر هنر ایران بر سوریه نمایان است؛ همچنین آثار ایران و اسپانیا بسیار شبیه به هم است [41].

در پژوهشی با ساخت نمونه‌هایی از زرین‌فام با رنگ و درخشش متفاوت، رابط رنگ و درخشش فلزی با اندازه نانوذرات بررسی شده‌اند. نتایج نشان داد که در نمونه با پوشش نقره، اندازه نانوذرات نقره در محدوده ۱۱۵ تا ۳۷۸ نانومتر بوده، این ذرات کروی نبوده، تمام طول موج‌های ناحیه مرئی را بازپخش کرده و نمونه درخشش نقره‌ای دارد. با حضور سولفات آهن (II) در کنار پوشش نقره، اندازه نانوذرات نقره کاهش یافته و ذراتی شبه کروی و کروی شکل تشکیل می‌شوند. این ذرات کوچک سبب می‌شوند تا طول موج بیشینه جذب پلاسمون برای نانو ذرات نقره به حدود ۴۴۰ نانومتر برسد که با یک تغییر رنگ از نقره‌ای (برای ذرات بزرگ) به زرد همراه می‌باشد و نمونه درخشش نقره‌ای طلایی خواهد داشت. حضور مس در پوشش زرین‌فام، باعث کاهش بیشتر اندازه نانو ذرات نقره و هم‌زمان تشکیل نانوذرات مس و کوپریت می‌شود. در این حالت رنگ و درخشش مشاهده شده تابع نسبت مقدار مس/نقره خواهد بود. با افزایش مقدار مس در پوشش نقره، توزیع نانوذرات نقره فلزی را کنار ذرات Cu₂O داریم. به علت حضور کوپریت، بازتاب طول موج‌های بلندتر نور مرئی بیشتر شده و از درخشش زردرنگ به درخشش قرمز می‌رسیم [42].

۵. مقبره خواجه اتابک کرمان

مقبره خواجه اتابک از مقابر برجی شکل عصر سلجوقی و



شکل ۲۰. پلان و مقطع مقبره خواجه اتابک، رنگ قرمز مربوط به محل کاشی‌های تراش خورده در نمای بناست [54]
Fig. 20: Psychograph and plan of Khaje Atabak mausoleum, Kerman, Iran

قدیمی به اثر برگردد (شکل ۲۱). آرایه داخلی بنا تلفیق آجر، گچ و سفال لعابدار است (شکل ۲۲).

۱-۵. بررسی متون علمی و تحلیل نگرش بر سفال لعابدار در بنای خواجه اتابک

نسبت به بسیاری از بناهای شاخص دوره سلجوقی در منابع کمتری درباره بنای خواجه اتابک کرمان و به‌ویژه

قسمت فیلیوش‌ها و سقف این بنا در سال‌های گذشته بازسازی شده است. ابعاد آجرهایی که اسکلت بنا را ساخته است $21 \times 21 \times 4$ cm بوده و عرض هر وجه بیرونی حدود ۳ متر است. لازم به ذکر است که متأسفانه قسمت‌هایی از نمای بیرونی با ظاهر بسیار بدی آجرچینی و نوسازی شده است. امید است در آینده آجرهای نوسازی شده نمای بنا حذف شود تا ظاهر



شکل ۲۲. آرایه معماری ضلع محراب، مقبره خواجه اتابک
Fig. 22: Interior architectural decoration of Monument



شکل ۲۱. نمای جنوب شرقی مقبره خواجه اتابک کرمان
Fig. 21: Superficies of southeast Khaje Atabak mausoleum

تشخیص همه پژوهشگران از سفال لعابدار، کاشی بوده است.

۵-۲. مراحل و فن اجرای آرایه‌های معماری مقبره خواجه اتابک

در تمام اضلاع بیرونی بنا یک پتگانه چهار قطره اجرا شده بوده است که بخش‌های زیادی از آن تخریب شده و از بین رفته است. با توجه به شواهد موجود، همزمان با ساخت بنا، بخش پتگانه هم با پیش‌آمدگی‌های آجر اجرا شده است ولی نه به صورت کامل و برای ظاهر اثر، بلکه به عنوان تکیه‌گاهی که به شکلی کلی از طاسه‌های پتگانه را دارد و نیاز است که با ملاط گچ به صورت منظم و آراسته تکمیل گردد. برای ساخت طاسه‌ها از آجرهایی با اندازه‌های مختلف استفاده شده است. به نظر می‌رسد شیوه ساخت آجرهای کوچک، آجر تراش است. با بررسی باقی‌مانده‌های پتگانه‌ها به نظر می‌رسد این بخش از آرایه معماری در دو شکل مختلف اجرا شده است که در یک نوع از پتگانه، طاسه‌ها کوچک‌تر است و قوس طاسه‌ها متنوع‌تر و استفاده از ملاط در شکل دادن طاسه‌ها بیشتر است. در دیگر شکل پتگانه در این بنا، نمای آجری بیشتر دیده می‌شود و بند آجرها به شیوه توپی ته آجری با آرایه گچی اجرا شده است.

این بنا از آجر ساخته شده است که آرایه‌های آن (به جز بخش آجری پتگانه‌ها و کادربندی‌ها) به بنا الحاق شده است یعنی مانند بسیاری از بناهای دوره سلجوقی که آرایه آجری همزمان با ساختار معماری اجرا می‌شده است، نبوده و بعد از اتمام ساختار معماری، قسمت‌هایی از آرایه معماری بر روی بدنه دیوارها اجرا شده است. آرایه‌های سطوح بیرونی، هم از آجرهای پیش‌بر و هم از آجرهای تراش استفاده شده است که لابلای آرایه آجری، آرایه گچی به صورت توپی ته آجری در شکل‌های مختلف اجرا شده است.

شاید این پرسش پیش آید که: آرایه‌های معماری در این بنا می‌تواند مربوط به دوره‌های بعد از ساخت بنا باشد؟ در پاسخ به این پرسش باید به این نکته توجه شود که در معماری ایران در دوره سلجوقی ظاهر بنا

آرایه‌های معماری آن مطالب مفیدی را ارائه نموده‌اند. در بخش آرایه معماری این بنا، آثار سفال لعابدار دیده می‌شود که به نظر می‌رسد با دیگر بناهای دوره سلجوقی در ایران متفاوت باشد. در این بخش منابع مختلف مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و منابعی که به سفال لعابدار در این بنا اشاره کرده بودند ارائه خواهد شد. برخی از نوشته‌ها در منابع مختلف که در ذیل به آن اشاره می‌شود، مورد پذیرش نگارنده نیست:

بنای خواجه اتابک احتمالاً تاریخی در حدود ۵۳۰ ه.ق. داشته باشد که در نقاط مرکزی نقوش همه سطوح، قطعه‌هایی از کاشی فیروزه اجرا شده است. قطعه‌های کاشی به شکل شمسه هشت‌پر هستند [2]. این بنا تاریخ‌گذاری نشده است اما سبک و تکنیک آن حاکی از تعلق بنا به قرن ۱۲ م. است [11]. آرایه‌های گچی تمام بدنه‌های داخلی بقعه را پوشانده است که زمانی با ستاره‌های کوچک، لوزی‌ها و مثلث‌های کاشی فیروزه‌ای همچون پولک‌هایی مزین گشته بود [13]. داخل بنا به صورت محوطه چهار گوش است و در آرایه‌های گچی آن، قطعات کوچک کاشی به کار رفته است [44]. یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های کاشیکاری نگین را در آرایه‌های معماری خواجه اتابک می‌توان مشاهده کرد [53].

آرایه‌هایی که بر روی بدنه مقبره خواجه اتابک باقی مانده الحاقی و ترکیبی از گچ، آجر و کاشی است. یا در جایی دیگر اشاره می‌شود: «آنچه از آرایه‌های این گروه (آرایه‌های بنا با طرح‌های هندسی) در بدنه خارجی و داخلی بنا باقیمانده همه تلفیقی از گچ، کاشی و آجرهای تراشیده است اما هیچ‌یک از آنها به تنهایی بنا را زینت نداده است. این نوع تزئینات را در دو ترکیب آجر-گچ و یا آجر-گچ-کاشی می‌توان دید» [54].

در آرایه‌های گره‌چینی قاب بالای مقرنس‌های اضلاع جنوب شرقی، شمال شرقی و جنوب غربی می‌توان آثار باقی‌مانده کاشی فیروزه را مشاهده کرد که در میان رنگ اکر زمینه با درخشش خود جلوه خاصی به نمای این مقبره داده است. همچنین در داخل بنا، ستون‌های محراب با کاشی فیروزه و نقوش هندسی بسیار زیبایی تزئین شده‌اند [45]. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تمام متون به کاشی اشاره شده است و

قطعات سفال لعابدار قرار می‌گرفته که پس از نصب، در داخل آجر و در عمق حدود ۲ cm لعاب دیده می‌شده است. ضخامت قطعات آجری آرایه بنا از این قسمت نمایان است. در مرحله بعد، تمام فضاهای خالی بین قطعات آجری با ملاط گچ پر می‌شده و به تکنیک توپی ته آجری گچبری می‌شده است و در نهایت خط اندازی و ایجاد کادر در اطراف قطعات انجام می‌شده تا گره هندسی و تلفیق سه ماده آجر، گچ و لعاب به خوبی دیده شود (شکل ۲۳). در بخش داخلی بنا هم تلفیق آرایه‌های آجری، گچی و سفال لعابدار به همین صورت و با همین مراحل و کیفیت اجرا شده است (شکل ۲۴).

در بخش لچکی یا پشت‌بغل پتگانه‌ای که در سطح بیرونی بنا نسبتاً سالم باقی مانده است، طرح گره‌چینی ساده‌ای با تلفیق آجر، گچ و سفال لعابدار اجرا شده است. در دایره میانی شش ضلعی‌های منقوش آرایه گچی، از قطعات نزه کاشی فیروزه‌ای به صورت تراش خورده استفاده شده است (با توجه به شکستگی و ناصاف بودن لبه کاشی‌ها، قالبی بودن آن منتفی می‌شود) (شکل ۲۵). به نظر می‌رسد این اقدام (تراش کاشی)، قدیمی‌ترین اثر از نوع خود در ایران باشد که باقی مانده است و قابل

حتماً به صورت موزون و منظم اجرا می‌شده است؛ حتی اگر قرار بوده نمای ساختمان بدون آرایه و کتیبه اجرا شود، آجرکاری نما به صورت کاملاً منظم اجرا می‌شده است که تقریباً تمام بناهای دوره سلجوقی می‌تواند مثالی برای این ادعا باشد. یعنی قبل از اینکه معمار بخواهد ساخت بنا را شروع کند، حداقل در ذهنش برنامه و طرحی برای اجرای سازه و ظاهر اثر و ارتباط این دو داشته است. در مقبره خواجه اتابک کرمان نمای کامل و منظمی در زیر آرایه‌های معماری که اکنون دیده می‌شود، وجود ندارد. بنابراین، تصمیم و طرح سازنده اثر این بوده که سازه و آرایه‌های معماری با این گونه آرایش و نظم و این گونه ارتباط و اتصالات اجرا گردد.

شیوه و مراحل ساخت آرایه‌های تلفیقی آجر، گچ و سفال لعابدار به این صورت بوده که ابتدا طرح نقوش یا گره هندسی تهیه و بر سطح دیوار منتقل می‌شده است. در مرحله بعد، قطعات سفال لعابدار در محل‌های علامت گذاری شده با ملاط گچ چسبانده می‌شده است. در ادامه، قطعات آجری پیش‌بر و گاهی آجر تراش در محل‌های علامت گذاری شده با ملاط گچی نصب می‌شده است. لازم به ذکر است که آجر پیش‌بر (که به شکل مربع بوده و داخل آن به شکل شمسه خالی شده است) بر روی



شکل ۲۳. الف: آرایه معماری تلفیق آجر، سفال لعابدار و ملاط گچ در نمای بیرونی مقبره. ب: طرح گره هندسی از بخش الف
Fig. 23: Exterior architectural decoration of Khaje Atabak mausoleum, Kerman



شکل ۲۴. الف و ب: چگونگی فرارگیری آرایه تلفیقی آجر، لعاب و گچ در داخل مقبره خواجه اتابک
Fig. 24: Interior architectural decoration of Khaje Atabak mausoleum, Kerman

کوچکتر که در قوس‌ها قرار گرفته‌اند و کتیبه‌های کوچک بالای ازاره‌ها با ملاط گچ اجرا شده است. این کتیبه‌ها مربوط به سورة الرحمن است. با بررسی دقیق لایه‌های مختلف آرایه‌های معماری، در باقیمانده‌های کتیبه نوشتاری آجری در داخل بنا، در برخی قسمت‌ها در زمینه کتیبه‌ها، رنگ آبی مشاهده شد. به نظر می‌رسد، آرایه‌های گچی هم رنگ‌آمیزی شده بوده‌اند که نیاز به بررسی بیشتر با امکانات لازم و دسترسی به همه قسمت‌های بنا به کمک داربست است.

۳-۵. کاشی یا قطعات شکسته ظروف سفالی

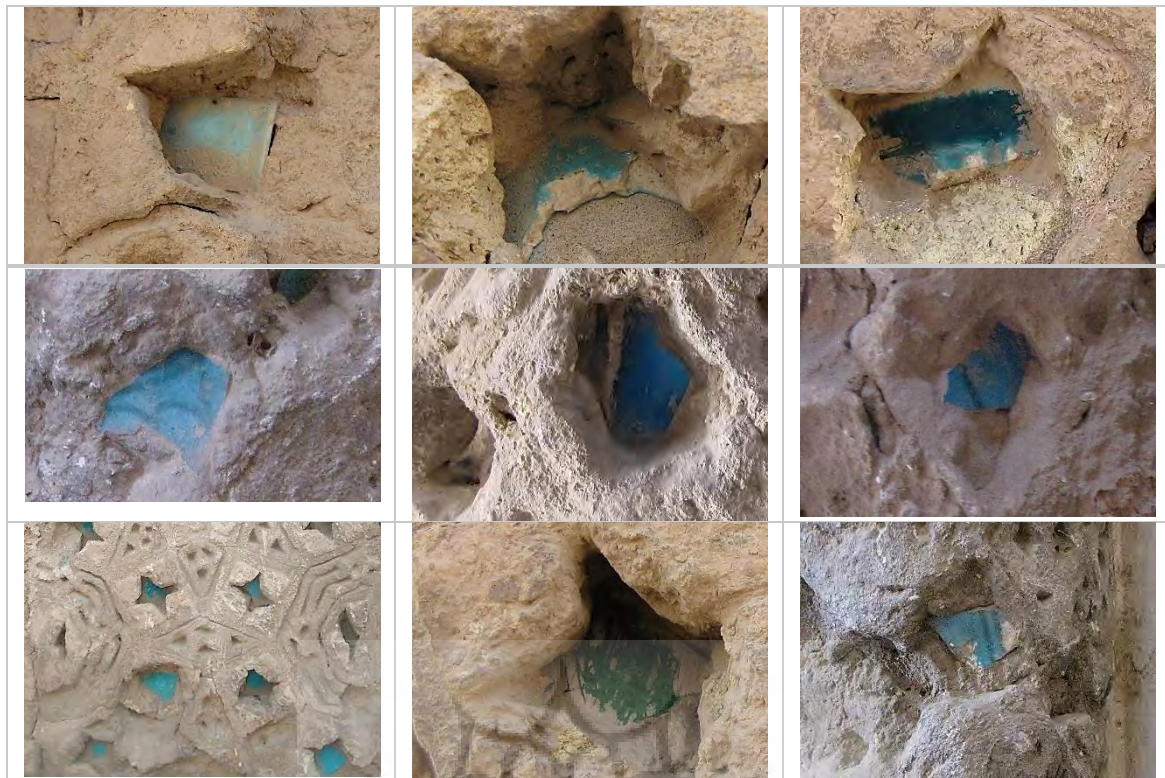
لعابدار
در آرایه‌های معماری سطوح بیرونی و همچنین داخلی

مشاهده و بررسی است. تا قبل از این تاریخ، کاشی‌های تک رنگ کوچک در بنا به صورت قالبی (مانند کاشی‌های مسجد حیدریه قزوین) یا پیش‌بر بوده است. شاید تراش کاشی با تیشه به شکل دایره نامنظم که در این بنا انجام پذیرفته (شکل ۲۵)، آغاز حرکت به سمت ساخت کاشی معرق در سال‌های بعد بوده است که قطعات کاشی تراش می‌خورده و کنار هم قرار می‌گرفته تا شکل و نقش خاصی را بوجود آورد.

آنچه از کتیبه‌های نوشتاری مقبره خواجه اتابک باقیمانده، در دیوارهای شرقی، غربی و جنوبی فضای داخلی است. کتیبه‌های بزرگ‌تر که در سطوح تخت اجرا شده است با آجر بوده که نقوش گیاهی بین آن به صورت آرایه گچی اجرا شده است. همچنین کتیبه‌های نوشتاری



شکل ۲۵. نره کاشی‌های تراش خورده به شکل دایره در نمای بیرونی مقبره خواجه اتابک
Fig. 25: Turquoise tiles in exterior Superficies of Khaje Atabak mausoleum, Kerman



شکل ۲۶. قطعات شکسته ظروف سفالی لعابدار که در آرایه معماری مقبره خواجه اتابک به‌جای کاشی استفاده است
Fig. 26: Pieces of glazed Pottery (similar to tile) as an architectural decoration of Khaje Atabak mausoleum

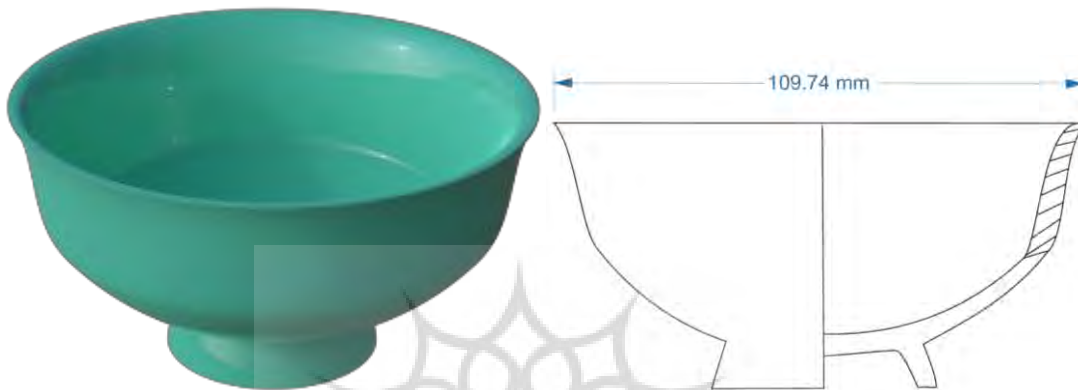
قطعات شکسته ظروف سفالی لعابدار به‌جای کاشی استفاده کرده است. در ادامه باید به این نکته اشاره نمود که بقعه خواجه اتابک کرمان قدیمی‌ترین بنای شناخته شده ایران در دوره اسلامی است که از قطعات ظروف سفالی لعابدار (مانند کاشی نگینی) با حجم زیاد برای آرایه معماری داخلی و خارجی استفاده شده است. لازم به ذکر است که با بررسی‌های میدانی انجام شده توسط نگارنده، هیچ نمونه مشابهی در ایران مشاهده نشد. یکی از قطعات سفال لعابدار در این بنا، بخش بالایی یک ظرف (کاسه-مانند) است. لبه ظرف کمی به سمت بیرون انحنا دارد، لایه لعاب در قسمت لبه ظرف نازک‌تر شده است و به این خاطر رنگ آن نسبت به دیگر بخش‌های ظرف، روشن‌تر است. این قطعه از ظرف سفالی، بدون نقش بوده و به صورت ساده و تک رنگ دیده می‌شود (برخی از قطعات سفالی لعابدار در بدنه دیوار و در کنار آرایه آجری و گچی، دارای نقش هستند). ضخامت بدنه ظرف سفالی در همه‌جا یکسان نیست، هر

بنا، سفال لعابدار دیده می‌شود. در تمامی متونی که در مورد لعاب این بنا در آرایه معماری مطالبی ارائه شده است، همگی به وجود کاشی در بنا اشاره کرده‌اند. با بررسی میدانی مشاهده شد که همه لعاب‌ها به رنگ فیروزه‌ای نیستند و برخی از آن‌ها کمی تیره‌تر و متمایل به لاجوردی و برخی متمایل به سبز هستند. با نگاه دقیق‌تر قوس بسیار کم سفال‌های لعابدار خودنمایی کرد (به این معنی که قطعات به‌صورت تخت نیست). پس از بررسی دقیق یکی از نمونه‌ها نگارنده متوجه شد که هر دو طرف قطعات سفالی، دارای لعاب و ضخامت بدنه سفال نسبت به کاشی‌های متداول آن دوره، بسیار نازک‌تر است. در تعدادی از قطعات که آرایه آجری اطراف آن تخریب شده است، لبه سفال دیده می‌شود. همچنین بر روی برخی از قطعات لعابدار، خط یا نقش دیده می‌شود (شکل ۲۳، ۲۴ و ۲۶).

در نتیجه بررسی و به‌دست آمدن شواهد موجود این نکته مهم آشکار شد که هنرمند سازنده آرایه معماری، از



شکل ۲۷. نمونه مورد مطالعه قطعه شکسته شده ظرف سفالی لعابدار از آرایه معماری مقبره خواجه اتابک
Fig. 27: Piece of broken glazed Pottery as an architectural decoration of Khaje Atabak mausoleum



شکل ۲۸. طرحی دو بعدی و سه بعدی از ظرف سفالی با توجه به قطعه موجود (در شکل ۲۷)
Fig. 28: Two and three-dimensional design of the earthenware container according to the existing piece

که لایه زیرین دیده می‌شود. همچنین در قسمت‌هایی از لعاب، ریزترک مشاهده می‌شود (شکل ۲۹). در ادامه بررسی، تصاویری با بزرگ‌نمایی ۲۲۰ برابر از لعاب و همچنین اتصال لعاب به بدنه تهیه گردید. لایه‌ای سفیدرنگ در زیر لعاب به صورت بلوری دیده می‌شود. ضخامت این لایه سفیدرنگ در برخی قسمت‌ها کمتر از ضخامت لعاب و در برخی قسمت‌ها کمی بیشتر از ضخامت لعاب است. ظاهراً این لایه هم از نظر رنگ و هم از نظر ساختار با بدنه قطعه سفالی متفاوت است (مطالعه ساختارشناسی لعاب و بدنه و همچنین فرایند فرسایش و تغییرات ساختاری اثر مستلزم پژوهش

چه به سمت لبه ظرف و همچنین پایه ظرف پیش می‌رود، ضخامت کمتر می‌شود (شکل ۲۷). با توجه به قطعه موجود که از لبه بالایی ظرف سفالی لعابدار است، طرحی از آن در حالت دو بعدی و سه بعدی ارائه می‌شود (شکل ۲۸). تصاویری با بزرگ‌نمایی ۶۰ برابر از لعاب و بدنه قطعه سفالی مورد نظر (از سطح و مقطع شکسته شده) تهیه گردید. بدنه ظرف، بافت یکنواخت و نسبتاً متخلخلی دارد. ضخامت لعاب در نمونه مورد مطالعه، بسیار کم و کاملاً با لعاب کاشی متفاوت است. لعاب مورد نظر شفاف بوده و میزان شفافیت به اندازه‌ای است



شکل ۲۹. تصاویری با بزرگ‌نمایی ۶۰ برابر از ساختمان لعاب و بدنه قطعه شکسته شده ظرف سفالی در آرایه معماری بنا
Fig. 29: Magnified pictures 60 X of Piece of broken glazed Pottery as an architectural decoration



شکل ۳۰. تصاویری با بزرگنمایی ۲۲۰ برابر از ساختمان لعاب و بدنه قطعه شکسته شده ظرف سفالی در آرایه معماری بنا
Fig. 30: Magnified pictures 220 X of Piece of broken glazed Pottery as an architectural decoration

۶. نتیجه گیری

با توجه به مطالعه منابع مکتوب و بررسی‌های میدانی انجام شده توسط نگارنده درباره قدیمی‌ترین کاشی‌ها در معماری ایران در دوره اسلامی، این نتیجه حاصل شد که با آثار موجود که قابل مشاهده است می‌توان گفت در حال حاضر از سده ۴ و ۵ ه.ق. هیچ کاشی تاریخ داری برجای نمانده است و آثار کاشی که برخی از پژوهشگران مربوط به این سده‌ها می‌دانند، در واقع مربوط به سده‌های بعد است. بسیاری از تاریخ‌گذاری‌ها بدون توجه به فن ساخت و تکنولوژی اثر بوده و با حدس و گمان انجام شده است (کاشی‌های بدون تاریخ)، بنابراین جای شبهه باقی می‌ماند، مگر اینکه مطالعات باستان‌سنجی بر روی آن‌ها انجام پذیرد.

در نتیجه پژوهش حاضر، می‌توان کهن‌ترین کاشی‌های باقی‌مانده در ایران را به شرح مندرج در جدول زیر معرفی نمود.

در نتیجه مطالعات میدانی در مسجد جامع گلپایگان، چند قطعه کاشی فیروزه‌ای در تلفیق با آرایه آجری و گچی مشاهده شد که زمان ساخت و اجرای آن قابل

جداگانه‌ای است). همچنین استحکام لایه سفید رنگ متفاوت با بدنه و لعاب است. در ساختار لعاب، تعداد زیادی حباب کوچک و بزرگ دیده می‌شود که در تمام ساختار لعاب پراکنده شده است. برخی از حباب‌ها به سطح لعاب و برخی به بدنه قطعه سفالی نزدیک‌تر است (شکل ۳۰).

برای بررسی و مطالعات دقیق‌تر نمونه‌های ظروف سفالی لعابدار به جز مواردی که در بخش چهارم اشاره شد، می‌توان از میکروپیکسی نیز استفاده کرد، همانطور که در مقاله‌ای با عنوان: میکروپیکسی روشی توانمند در بررسی و تعیین مواد اولیه مصنوعات شیشه‌ای دوره اشکانی کاخ شائور (شوش)؛ نتایج خوبی به نمونه‌برداری کم از شیشه‌های تاریخی به دست آمده است [55]. همچنین تعداد ۲۶ نمونه از قطعات شیشه‌ای به دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناختی تل ملیان توسط روش PIXE تجزیه عنصری گردیده است و تحلیل داده‌های به دست آمده از این تجزیه توسط مقایسه تطبیقی و تحلیل آماری انجام گرفته است که منجر به شناسایی دستور ساخت و نوع منبع مورد استفاده جهت تهیه مواد خام برای ساخت خمیر شیشه شده است [56].

ردیف	سفال لعابدار در معماری ایران دوره اسلامی	قدمت/تاریخ اثر	محل تعلق
۱	کاشی‌های تک رنگ فیروزه‌ای و لاجوردی	۵۰۹ ه.ق.	مسجد حیدریه قزوین
۲	نره کاشی به رنگ فیروزه‌ای. کتیبه	۵۲۶ ه.ق.	مناره مسجد سین اصفهان
۳	کاشی زرین‌فام تاریخ دار	۵۲۹ ه.ق.	نگهداری در موزه اسلامی برلین
۴	الف: نره کاشی تراش خورده ب: قطعات شکسته ظروف سفالی لعابدار	حدود ۵۳۰ ه.ق.	مقبره خواجه اتابک کرمان
۵	کاشی تک رنگ فیروزه‌ای در تلفیق با آرایه آجری	۵۴۲ ه.ق.	گنبد سرخ مراغه
۶	کاشی تک رنگ فیروزه‌ای در تلفیق با آرایه آجری	۵۶۳ ه.ق.	گنبد مدور مراغه
۷	کاشی‌های نقش برجسته تک رنگ	احتمالاً سده ۶ ه.ق.	مناره مسجد جامع دامغان
۸	کاشی نقش برجسته تک رنگ (کتیبه، محمد)	احتمالاً سده ۶ ه.ق.	موزه ملی ایران

اسلامی در ایران باشد (بنا مربوط به سال‌های ۴۹۸ الی

تأمل است و می‌تواند جزو قدیمی‌ترین کاشی‌های دوره

۵۱۲ ه.ق. است).

همچنین می‌توان گفت کهن‌ترین کاشی با تکنیک زیرلعابی در ایران مربوط به بقعه پیربکران اصفهان است. نتیجه مطالعه منابع مکتوب در خصوص سفال‌های لعابدار مقبره خواجه اتابک کرمان این بود که همه منابع، این آثار را به عنوان کاشی معرفی کرده‌اند و اشاره‌ای به قطعات شکسته ظروف سفالی نشده است. همچنین در بخش دیگری از بنا، قطعات نره کاشی تراش خورده به شکل دایره که در نتیجه بررسی میدانی مشاهده شد، جزو قدیمی‌ترین تجربیات تراش کاشی به شکل دایره در ایران دوره اسلامی است (اقدامی که بعدها در کاشی معرق انجام می‌گرفته است). همچنین باید اشاره نمود که آرایه‌های معماری این بنا، برخلاف بسیاری از بناهای دوره سلجوقیان، جدای از سازه معماری و در مرحله‌ای دیگر اجرا شده است. همچنین در نتیجه بررسی‌های میدانی، در زمینه کتیبه‌های نوشتاری داخل بنا، رنگ آبی (رنگدانه) مشاهده شد.

یکی از اصلی‌ترین نتایج این پژوهش، مربوط به کشف استفاده از قطعات شکسته ظروف سفالی لعابدار در آرایه معماری است. شاید این اقدام، اولین ایده ساخت کاشی با ضخامت کم برای آرایه معماری را شکل داده باشد.

سپاسگزاری

نویسنده بر خود لازم می‌داند از کمک‌های بی‌دریغ آقایان دکتر مسلم میش‌مستنهی، دکتر پرویز هلاکویی، دکتر مهدی رازانی، دکتر حمیدرضا قلیچ‌خانی و آقای عبدالله معنوی ثانی تشکر نماید. این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی با عنوان «مطالعه و شناخت کهن‌ترین کاشی‌های ایران در دوره اسلامی» است که با شماره قرارداد ۷۹۳۸ مورخ ۱۳۹۸/۵/۱ در دانشگاه هنر اسلامی تبریز به پایان رسیده است.

پی‌نوشت‌ها

۱. اجرای نقش بر روی سفال لعابدار با سه شیوه انجام می‌گرفته است: نقاشی زیرلعابی (underglaze): ابتدا نقوش بر سطح بدنه صاف و صیقلی (معمولاً بدنه جسمی و خمیرسنگی) اجرا می‌شده و سپس بر روی آن لعاب اجرا می‌شده و نهایتاً برای پخت به کوره می‌رفته است؛ نقاشی رولعابی (onglaze or overglaze): بعد از پخت لعاب پایه که بیشتر به رنگ سفید بوده و گاهی فیروزه‌ای هم استفاده می‌شده، نقوش بر روی لعاب اجرا می‌شده و سپس با دمای مناسب پخته می‌شده است مانند تکنیک هفت‌رنگ و بخشی از آثار مینایی؛ شیوه درون لعابی (inglaze): رنگ مورد استفاده برای نقوش، در درون لایه لعاب پخش می‌شده و به صورت لایه‌ای جداگانه دیده نمی‌شود.

2. Cameca S-50 (WDX) Microprobe with experimental conditions of 1 mm spot size, 15 kV and 10 nA probe current except for Na and K for which the probe current was reduced to 1 nA and the spot size increased to about 5 μm.

References

- [1] Kashani AA. Arayes Aljavaher va Nafayes Alatayeb 1301. Tehran: Almaa; 2007.
- [2] Wilber DN. The development of mosaic faience in Islamic architecture in Iran. *Ars Islam* 1939:16-47.
- [3] Allan JW, (Oxford) AM. Medieval Middle Eastern Pottery. Ashmolean Museum Oxford; 1971.
- [4] Ghandi S. The role of the tile in Iranian architecture. *Vis Arts Stud* 2003; 20:183-6. [In Persian]
[فندی سیاوش. نقش کاشی در معماری ایرانی. مطالعات هنرهای تجسمی ۱۳۸۲؛ ۲۰: ۱۸۳-۱۸۶.]
- [5] Karl j D. Islamic Art In Architecture, Tile, Metalworking, Knitting, Painting. (Translated by Basiri R.). Tehran: Farhangsara; 1984. [In Persian]
[کارل جی دوری. هنر اسلامی در معماری، کاشی‌کاری، فلزکاری، بافندگی، نقاشی. (ترجمه بصیری رضا). تهران: فرهنگسرا؛ ۱۳۶۳.]
- [6] Maheronaghsh M. Tile and its application. Tehran: Samt; 2002. [In Persian]
[ماهرالنقش محمود. کاشی و کاربرد آن. تهران: سمت؛ ۱۳۸۱.]
- [7] Bloom JM. Minaret: symbol of Islam. Oxford University Press Oxford; 1989. [In Persian]

- [8] Mehrpooya J. Traditional architecture arrays in mosques of Iran. *Art J* 1997; 33: 556–73. [In Persian]
 [مهرپویا جمشید. آرایه‌های معماری سنتی در مساجد ایران. *مجله هنر* ۱۳۷۶؛ ۳۳: ۵۵۶–۵۷۳.]
- [9] Kiani M, Karimi F, Qouchani A. Introduction to the art of tiling in Iran. Tehran: Museum of the Reza Abbasi; 1983. [In Persian]
 [کیانی محمدیوسف، کریمی فاطمه، قوچانی عبدالله. مقدمه‌ای بر هنر کاشیگری ایران. تهران: اداره کل موزه‌ها، موزه رضا عباسی؛ ۱۳۶۲.]
- [10] Adl S. The tile of the Jame Damghan Mosque (about 1058 AC) is the oldest surviving example of the use of the tile in the Islamic architecture of Iran. *Asar* 1982; 3(7,7,9): 297–302. [In Persian]
 [عدل شهریار. کتیبه کاشی منار مسجد جامع دامغان (حدود ۴۵۰ ه.ق.) کهن‌ترین نمونه بازمانده در جای از کاربرد کاشی در معماری اسلامی ایران. *اثر* ۱۳۶۱؛ ۳: ۲۹۷–۳۰۲.]
- [11] Hill D, Grabar O. *Islamic Architecture and Its Decoration AD 800-1500: A Photographic Survey*. Faber; 1967.
- [12] Carboni S, Masuya T. *Persian tiles*. Metropolitan Museum of Art; 1993.
- [13] Pope AU, Ackerman P, Besterman T. *A survey of Persian art from prehistoric times to the present: Arthur Upham Pope, editor; Phillis Ackerman, assistant editor. vol. 6*. Oxford University Press; 1964.
- [14] Godard A, Godard Y, Siroux M. *Athar-e Iran*. (Translated by Sarv-Moghadam A.). Mashhad: Islamic Research Foundation Astan Quds Razavi; 1992. [In Persian]
 [گذار آندره، گذار یدا؛ سیرو ماکسیم. آثار ایران. (ترجمه: سروقدم مقدم ابوالحسن). مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی؛ ۱۳۷۱.]
- [15] Motaghedi K. *Khandan e Taher e Kashani*. Tehran: Peykare; 2014. [In Persian]
 [معتقدی کیانوش. خاندان طاهر کاشانی. تهران: پیکره؛ ۱۳۹۳.]
- [16] Qouchani A. *Persian Poems in Takhte Soleyman Tiles*. Tehran: Academic Publishing Center; 1992. [In Persian]
 [قوچانی عبدالله. اشعار فارسی کاشی‌های تخت سلیمان. تهران: مرکز نشر دانشگاهی؛ ۱۳۷۱.]
- [17] Godard A, Godard Y, Siroux M. *Athar-e Iran*. Transl. by Abolhasan Sarvghad Moghadam. Astan-e-quds-Razavi, Mashhad: Astan-e-quds-Razavi; 1992.
- [18] Oghabi M. *Encyclopedia of Islamic monuments - monuments of the tomb*. Tehran: Islamic Art and Culture Research Center; 1999. [In Persian]
 [عقابی محمد مهدی. دایره‌المعارف بناهای تاریخی دوره اسلامی-بناهای آرامگاهی. تهران: پژوهشگاه فرهنگ و هنر اسلامی- حوزه هنری؛ ۱۳۷۸.]
- [19] Hamzavi Y, Aslani H. *Architectural Decorations of Pir-Bakran Mausoleum*. Isfahan: Goldasteh; 2012. [In Persian]
 [حمزوی یاسر، اصلانی حسام. آرایه‌های معماری بقعه پیربکران. اصفهان: گلدسته؛ ۱۳۹۱.]
- [20] Mason RB, Tite MS, Paynter S, Salter C. Advances in Polychrome Ceramics in the Islamic World of the 12th Century AD. *Archaeometry* 2001;43:191–209. doi:10.1111/1475-4754.00014.
- [21] Mason R, Tite M. The Beginnings of Islamic Stonepaste Technology*. *Archaeometry* 1994;36:77–91. doi:10.1111/j.1475-4754.1994.tb01066.x.
- [22] Bernsted A-MK. *Early Islamic pottery: materials and techniques*. 2003.
- [23] Tite MS, Wolf S, Mason RB. The technological development of stonepaste ceramics from the Islamic Middle East. *J Archaeol Sci* 2011;38:570–80.
- [24] Tite MS. The Technology of Glazed Islamic Ceramics using Data Collected By the Late Alexander Kaczmarczyk. *Archaeometry* 2011;53:329–39. doi:10.1111/j.1475-4754.2010.00546.x.
- [25] Young S. An analysis of Chinese blue-and-white. *Orient Art* 1956;2:43–7.
- [26] Banks M, Merrick J. Further Analysis of Chinese Blue-And-White. *Archaeometry* 1967;10:101. doi:10.1111/j.1475-4754.1967.tb00620.x.
- [27] Glascock MD, Popelka-Filcoff RS, Speakman RJ. *Archaeological chemistry: analytical techniques and archaeological interpretation*. American Chemical Society; 2007.
- [28] Mason RB. *Shine like the sun: Lustre-Painted and Associated Pottery from the Medieval Middle east. vol. 12*. Mazda Pub; 2004.

- [29] Koss K, McCarthy B, Chase ES, Smith D. Analysis of Persian painted minai ware. *Sci. Res. Hist. Asian Ceram. Proc. Fourth Forbes Symp. Free. Gall. Art, Archetype London*; 2009, p. 33–47.
- [30] Schorsch D, Manuels M. The Sherman Fairchild center for Objects Conservation, the Metropolitan Museum of Art. *Treat Res Notes* 2001;3.
- [31] Wen R, Pollard AM. The Pigments Applied to Islamic Minai Wares and the Correlation with Chinese Blue-and-White Porcelain. *Archaeometry* 2016;58:1–16. doi:10.1111/arcm.12143.
- [32] Tite M. Iznik Pottery: An Investigation of the Methods of Production. *Archaeometry* 1989;31:115–32. doi:10.1111/j.1475-4754.1989.tb01008.x.
- [33] Paynter S, Okyar F, Wolf S, Tite MS. The production technology of Iznik pottery—a reassessment*. *Archaeometry* 2004;46:421–37. doi:10.1111/j.1475-4754.2004.00166.x.
- [34] Kingery WD, Vandiver PB. Ceramic masterpieces: art, structure, technology. 1986.
- [35] Pérez-Arategui J, Molera J, Larrea A, Pradell T, Vendrell-Saz M, Borgia I, et al. Luster pottery from the thirteenth century to the sixteenth century: a nanostructured thin metallic film. *J Am Ceram Soc* 2001;84:442–6.
- [36] Kreibig U, Vollmer M. Optical properties of metal clusters. vol. 25. Springer Science & Business Media; 2013.
- [37] Pradell T, Molera J, Smith AD, Climent-Font A, Tite MS. Technology of Islamic lustre. *J Cult Herit* 2008;9:e123–8.
- [38] Smith AD, Pradell T, Molera J, Vendrell M, Marcus MA, Pantos E. MicroEXAFS study into the oxidation states of copper coloured Hispano-Moresque lustre decorations. *J. Phys. IV, vol. 104, EDP sciences*; 2003, p. 519–22.
- [39] Molera J, Mesquida M, Pérez-Arategui J, Pradell T, Vendrell M. Lustre Recipes from A Medieval Workshop in Paterna. *Archaeometry* 2001;43:455–60. doi:10.1111/1475-4754.00028.
- [40] Padovani S, Borgia I, Brunetti B, Sgamellotti A, Giulivi A, d'Acapito F, et al. Silver and copper nanoclusters in the lustre decoration of Italian Renaissance pottery: an EXAFS study. *Appl Phys A* 2004;79:229–33.
- [41] Pradell T, Molera J, Smith AD, Tite MS. Early Islamic lustre from Egypt, Syria and Iran (10th to 13th century AD). *J Archaeol Sci* 2008;35:2649–62.
- [42] Ahmadi H, Salehi kakhki A, Abed Esfahani A. Relationship Between Color and Metallic Shine With the Size of Metal Nanoparticles in Luster Decorations. *J Color Sci Technol* 2017;1: 67–77. [In Persian]
- [احمدی حسین، صالحی کاخکی احمد، عابد اصفهانی عباس، رابطه رنگ و درخشش فلزی با اندازه نانوذرات فلزی در تزئینات زرین‌فام. نشریه علمی-پژوهشی علوم و فناوری رنگ، ۱۳۹۶؛ ۱۱: ۶۹–۷۷].
- [43] Mehrabi Kermani S. Tazkara al-Awlia or Mazarat e Kerman. Kerman: Center for Kermanology; 2004. [In Persian]
- [محرابی کرمانی سعید. تذکره الاولیا یا مزارات کرمان. به اهتمام حسین کوهی، کرمان: مرکز کرمان‌شناسی؛ ۱۳۸۳].
- [44] Meshkati N. List of historical monuments and ancient sites of Iran. Tehran: National Organization of Conservation of ancient objects in Iran; 1970. [In Persian]
- [مشکوتی نصرت‌الله. فهرست بناهای تاریخی و اماکن باستانی ایران. تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران؛ ۱۳۴۹].
- [45] Poursfar S. A review of the decoration of the tomb of Khwaja Atabak. Kerman: Kermanshenasi; 2007. [In Persian]
- [پورصفر شهرزاد. بررسی تزئینات مقبره خواجه اتابک. کرمان: کرمان‌شناسی؛ ۱۳۸۶].
- [46] Hatam G. Islamic architecture of Iran during the Seljuk period. Tehran: Jahad e Daneshgahi; 2000. [In Persian]
- [حاتم غلامعلی. معماری اسلامی ایران در دوره سلجوقیان. تهران: جهاد دانشگاهی؛ ۱۳۷۹].
- [47] Rousta J. Examination of the position of Khaje Atabak Aladdin and Atabak Qotb al-Din Muhammad in Kerman, past and present. *Iran Stud* 2017;31:81–100. [In Persian]
- [روستا جمشید. واکاوی جایگاه خواجه اتابک علاءالدین و اتابک قطب‌الدین محمد در کرمان گذشته و حال. مطالعات ایرانی ۱۳۹۶؛ ۳۱: ۸۱–۱۰۰].
- [48] Waziri A. Date of Kerman. Tehran: Elmi;

1991. [In Persian]
 [وزیری احمد علی. تاریخ کرمان. به کوشش محمد ابراهیم باستانی پاریزی، جلد اول، تهران: انتشارات علمی؛ ۱۳۷۰.]
- [49] Abu Hamed Kermani A. Ahd al-Ala Lemoquf al-Ala. Tehran: Ruzbehan Publication; 1977. [In Persian]
 [ابو حامد کرمانی، افضل‌الدین. عقدالعلی لموقوف الاعلی. به اهتمام عامری نایینی، تهران: نشر روزبهان؛ ۲۵۳۶.]
- [50] Ibn Asir EA. Al kamel: Tarikh e Bozorge Islam va Iran. (Translated by Halat A.). vol. 21. Iranian Books; n.d. [In Persian]
 [ابن اثیر عزالدین علی. الکامل: تاریخ بزرگ اسلام و ایران. جلد ۲۱، (ترجمه حالت ابوالقاسم). شرکت سهامی کتب ایران؛ بی‌تا.]
- [51] Khabisi Hosseini M. Seljuk and Ghoz in Kerman. Tehran: Tahuri Bookstore Publishing; 1964. [In Persian]
 [خبیصی حسینی محمدابراهیم. سلجوقیان و غز در کرمان. به کوشش باستانی پاریزی، انتشارات کتابفروشی طهوری؛ ۱۳۴۳.]
- [52] Mousavi Haji R, Baho M, Shahsavari M. A structure in its political and social context: the tomb of Khwaja Atabak: constructor and construction date. Iran Stud 2008;13: 229–46. [In Persian]
 [موسوی حاجی سیدرسول، باهو محمدرضا، شهسوار میثم. یک سازه در بستر سیاسی و اجتماعی خود: آرامگاه خواجه اتابک: سازنده و تاریخ ساخت. مطالعات ایرانی ۱۳۸۷؛ ۱۳: ۲۲۹–۲۴۶.]
- [53] Javadi Sh. The appearance of color in the outer decorations of the building: A review of the tomb of Khwaja Atabak from the oldest examples of the Negin tile in Iran. Modarres e Honar 2003;1. [In Persian]
 [جوادی شهره. ظهور رنگ در تزیینات خارجی بنا: بررسی مقبره خواجه اتابک از قدیمی‌ترین نمونه‌های کاشی نگین در ایران. مدرس هنر ۱۳۸۲؛ ۱]
- [54] Archive of Improvement and Modernization Organization of Kerman. 2006. [In Persian]
 [آرشیو سازمان بهسازی و نو سازی شهر کرمان. مقبره خواجه اتابک کرمان. ۱۳۸۵.]
- [55] Agha-Aligol D, Jafarzadeh M, Moradi M. Micro-PIXE: A Powerful Technique in Measurement and Determination of Raw Materials of Glass Artifacts of Parthian Period From Shaur(Susa). J Res Archaeom 2018;4(1):47–65. [In Persian]
 [آقا علی گل داود، جعفری‌زاده مسلم، مرادی محمود. میکروپیکسی: روشی توانمند در بررسی و تعیین مواد اولیه مصنوعات شیشه‌ای دوره اشکانی کاخ شائور (شوش). پژوهش باستان‌سنجی ۱۳۹۷؛ ۴ (۱): ۴۷–۶۵.]
- [56] Rezayi Farimani Z, Mousavi Kuhpar M. An Investigation of Glassmaking Industry at Tal-I Malyan Based on PIXE analysis. J Res Archaeom 2017;3(1):47–63. [In Persian]
 [رضایی فریمانی زهرا، موسوی کوهپر سید مهدی. بررسی صنعت شیشه‌گری در تل ملیان استان فارس براساس آنالیز PIXE. پژوهش باستان‌سنجی ۱۳۹۶؛ ۳ (۱): ۴۷–۶۳.]