

## آسیب‌شناسی کتیبه معرق سنگ و کاشی

### خدای خانه مسجد عتیق شیراز\*

حسین احمدی\*\* عباس عابد اصفهانی\*\*\* مریم اکبری فرد\*\*\*\*

#### چکیده

کتیبه معرق سنگ و کاشی اثری منحصر به فرد، برجای مانده از عهد آل‌اینجوست که در نمای بالایی بنای خدای خانه مسجد عتیق شیراز قرار گرفته و مهم‌ترین بخش از تزئینات این بنا را تشکیل می‌دهد. این کتیبه با گذشت زمان، متحمل آسیب‌های گوناگونی شده است که باید برای جلوگیری از ویران شدن بیشتر و فراهم آوردن شرایطی مطلوب برای تأمین بقا و ادامه حیات این اثر ارزشمند، چاره‌ای اندیشیده شود. در پژوهش حاضر تلاش بر آن بوده تا با استفاده از مطالعات آزمایشگاهی، آسیب‌های وارد شده بر اثر مورد نظر (بخش‌های باقی مانده از زمان ساخت کتیبه و مربوط به زمان بازسازی آن) و میزان آنها شناسایی گردد. برای شناسایی عوامل آسیب‌رسان به بدنه و لعاب کاشی، از روش‌های دستگاهی (AAS, XRD) و (SEM-EDX) و برای شناسایی آسیب‌های وارد بر سنگ از روش‌های دستگاهی (XRD) و پتروگرافی استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشانگر آن است که این تزئین به سبب ساختار و ماهیت ویژه آن، از هنگام ساخت (چه از قرن هشتم و چه از زمان بازسازی) دچار آسیب شده و عوامل محیطی و دخالت‌های انسانی به مرور زمان افزون بر سرعت بخشیدن به روند آسیب‌های ناشی از مرحله ساخت، آسیب‌های جدیدی را نیز پدید آورده‌اند. با استناد به بررسی‌ها و آزمایش‌های انجام شده روی نمونه‌های مورد بررسی، از میان عوامل محیطی آسیب‌رسان، رطوبت نقش بارزتری را در فرسایش این اثر دارد.

#### کلیدواژگان: آل‌اینجو، معرق، سنگ، کاشی، آسیب‌شناسی.

\* این مقاله، برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مریم اکبری فرد، رشته مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، با عنوان "بررسی فنی، آسیب‌شناسی و ارائه طرح حفاظت کتیبه معرق سنگ و کاشی خدای خانه مسجد عتیق شیراز" در دانشگاه هنر اصفهان است.

\*\* استادیار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان.

\*\*\* عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان.

\*\*\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان (نویسنده مسئول).

## مقدمه

بنای تاریخی خدای خانه بخشی از مسجد عتیق شیراز است که قرارگیری آن در صحن، مسجد عتیق را از دیگر مساجد متمایز کرده‌است. اگرچه بنای خدای خانه پیش از قرن هشتم هجری بنا شده لیکن اسناد و مدارک گواه بازسازی آن در دوره آل‌اینجوست. از آنجا که سنگ از اصلی‌ترین مصالح به کاررفته در معماری این بنا است، تزئینات آن نیز با ساختار بنا ارتباطی تنگاتنگ دارد. در نمای بالایی آن، کتیبه‌ای از معرق سنگ و کاشی زینت‌بخش بناست که با نبود این کتیبه، بیشترین بخش از هویت و جذابیت بنا از بین می‌رفت. اجرای متفاوت این کتیبه نیز درخور توجه است، آن گونه که شاید بتوان کتیبه معرق سنگ و کاشی در بنای خدای خانه را تزئینی متفاوت و منحصر به فرد در معماری ایران دانست. بی‌توجهی به این کتیبه و قرارگیری آن در معرض عوامل مختلف محیطی، به مرور زمان آسیب‌های بسیاری را بر آن وارد کرده‌است. از این رو، فراهم آوردن شرایط مطلوب برای حفاظت و نگهداری اصولی آن امری ضروری است. ضمن اینکه، لازم است عوامل مؤثر در ویرانی آن را نیز شناسایی کرد.

از آنجاکه تاکنون روی کتیبه نام برده هیچ گونه بررسی و مطالعه‌ای انجام نشده، در مقاله پیش‌رو تلاش بر آن شده تا با شناسایی آسیب‌های وارده، اقداماتی برای کنترل روند تخریب و جلوگیری از زوال آن صورت گیرد. افزون بر اینکه این امر، سبب نگهداری این اثر ارزشمند و منحصر به فرد خواهد شد و مسیر را برای انجام مطالعات پژوهشگران در آینده جهت شناسایی این کتیبه، هموار خواهد کرد.

## روش تحقیق

در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از مطالعات میدانی و مشاهده‌ای و بررسی‌های کتابخانه‌ای، روش ساخت کتیبه و چگونگی آسیب‌های وارده بر آن ارزیابی شده‌است. سپس، به کمک بررسی‌های میکروسکوپی و مطالعات آزمایشگاهی، انواع آسیب‌ها و عوامل مؤثر در ویرانی کتیبه شناسایی شده‌است. نهایتاً، با به‌کارگیری نتایج به دست آمده از بررسی‌ها و مطالعات، برای کنترل روند تخریب و ارائه راهکارهایی مؤثر جهت حفظ و نگهداری آن، اقدام شد.

## پیشینه پژوهش

در برخی از منابع که تاریخچه مسجد عتیق در آنها آورده شده، تنها اشاره‌ای کوتاه به بنای خدای خانه و کتیبه نام برده شده‌است. چنانکه علی‌نقی بهروزی (۱۳۵۴) در کتاب "بناهای تاریخی و آثار هنری جلگه شیراز درباره

تاریخچه خدای خانه و کتیبه معرق سنگ و کاشی و نمای بالایی و تعمیرات صورت گرفته روی آن، به گونه‌ای کوتاه و مختصر سخن رانده‌است (بهروزی، ۱۳۵۴: ۱۹۹-۱۹۲).

در زمینه پیشینه ساخت خدای خانه هم در کتاب "فارسانه ابن بلخی" تصحیح منصور رستگار فسایی به اختصار توضیحاتی آورده شده‌است (ابن بلخی، ۱۳۷۴: ۳۲۸-۳۲۰). همچنین، در شدالازار فی خط الاوزار عن زوار المزار (۱۳۵۰) نوشته جنید شیرازی نیز، کاربری بنای خدای خانه به گونه مجمل بررسی شده‌است (جنید شیرازی، ۱۳۵۰: ۷۹-۷۷).

افزون بر این‌ها، جهانگردان و مأموران سیاسی کشورهای دیگر نیز، بارها از بنای خدای خانه بازدید کرده‌اند. از میان آنها می‌توان به دی‌لافوا و شاردن اشاره نمود (دی‌لافوا، ۱۳۵۳: ۴۶۶-۴۶۴؛ شاردن، ۱۳۷۳: ۳۶۷). دونالد ویلبر (۱۳۷۲) جهانگرد هم در مقاله‌ای با عنوان مسجد عتیق شیراز به صورت مختصر از بنای خدای خانه یاد کرده‌است (Wilber, 1972: 3-32).

## کتیبه معرق سنگ و کاشی بنای خدای خانه

بنای تاریخی مکعب‌شکل خدای خانه مسجد عتیق شیراز مربوط به دوران آل‌اینجو است. این بنا، از نظر موقعیت قرارگیری، در صحن مسجد واقع شده که از اهمیت هنری، تاریخی و معماری ویژه‌ای برخوردار است و از لحاظ سبک بنا و تزئینات، کمتر نظیری برای آن شناخته شده‌است. پیشینه آن را براساس متون تاریخی، دست کم می‌توان تا قرن ششم هجری دانست (ابن بلخی، ۱۳۷۴: ۳۲۲). در دوره آل‌اینجو، شاه‌شیراز ابواسحاق حاکم فارس آن را به شکل امروزی درآورد. درباره وجه تسمیه آن بیان کرده‌اند: در آن قرآن‌هایی به‌ویژه خطی و تاریخی منسوب به ائمه اطهار و عثمان نگهداری می‌شده (جنید شیرازی، ۱۳۵۰: ۷۸) و هر جمعه صبح، عده‌ای در آنجا گردمی آمده و به تلاوت قرآن می‌پرداخته‌اند (شواتس، ۱۳۷۳: ۷۷).

بخش مهمی از جذابیت این بنای سنگی، کتیبه معرق



تصویر ۱. بنای خدای خانه و کتیبه معرق سنگ و کاشی در نمای بالایی آن (نگارندگان).



تصویر ۲. کتیبه معرق سنگ و کاشی، نمای بالایی بنای خدای خانه (نگارندگان).

سنگ و کاشی است که در هماهنگی با سطوح بنا و مصالح به کار رفته در آن، جلوه ویژه و منحصر به فردی در نمای بنا ایجاد کرده است. کتیبه در بلندترین نقطه ساختمان، اطراف بام در قاب مستطیلی به کمال، در معرض دید قرار دارد که از ضلع جنوبی بنا شروع شده و پس از گذشتن از ضلع غربی و شمالی تا انتهای ضلع شرقی امتداد می‌یابد (تصویرهای ۱-۲). یحیی الجمالی الصوفی، خوش‌نویس معروف زمان شاه ابواسحاق، روی این کتیبه که بر قطعات سنگ تنظیم شده، با حروف درشت و خط ثلث عالی نوشته و پس، اطراف آن را نقر کرده‌اند (بهروزی، ۱۳۵۴: ۱۹۶).

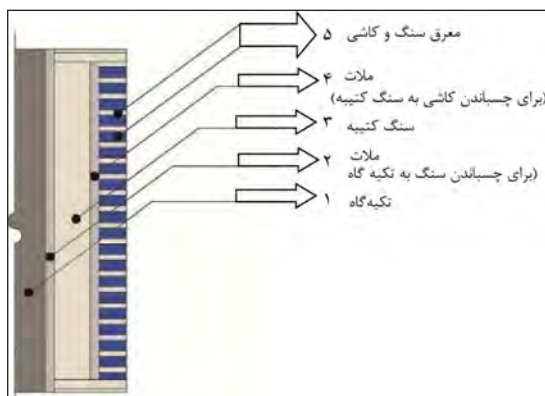
توضیح بیشتر آنکه، از سده هشتم هجری به بعد خط ثلث در نوشتن کتیبه‌ها بیشتر استفاده می‌شد البته، در کتیبه‌های کوفی هم چنان این خط کاربرد دارد (شایسته‌فر، ۱۳۸۳: ۹۵). زمینه کتیبه با پوشش تزئینی کاشی معرق مزین شده است. ابعاد آن کاشی‌ها متنوع است به گونه‌ای که، کوچک‌ترین اندازه آنها حدود (۱×۱) سانتی‌متر است. کاشی‌ها، زمینه فیروزه‌ای رنگ دارند و روی آنها با تزئین ماهرانه‌ای، نقوش مارپیچی لاجوردی رنگ نقش بسته است. این نقش مایه‌ها، بارها تکرار گشته و از لعاب زرد و گاه سفید و قرمز برای اجرای نقوش گیاهی‌ای که روی خطوط مارپیچ کار شده، استفاده شده است. این کاشی‌ها، خطوط کتیبه را برجسته می‌سازند و سبب افزایش دریافت کلی از آنها می‌شوند. به گونه‌ای که می‌توان گفت به کمک کاشی‌های معرق و بهره‌گیری از نقوش اسلیمی در آنها، متن کتیبه با بیننده ارتباط برقرار کرده و هنرمند سازنده با این ترفند به نوعی به وحدت کلی در اجزا گوناگون کتیبه دست یافته است.

این کتیبه، غیر از جنبه تزئینی و آرایشی که در ساختمان بنا دارد، از اهمیت بسیاری از نظر تاریخی و مذهبی برخوردار است آن چنان که، مجهولات بسیاری مربوط به بنا و یا ویژگی‌های دوره هنری مخصوص به آن را روشن می‌سازد. در واقع، در این کتیبه افزون بر مشاهده نام سفارش‌دهنده (شیخ ابواسحاق) و تاریخ ساخت بنا (۷۵۲ ه.ق)، وظایف دینی و اخلاقی را هم می‌توان دریافت کرد.

بنای خدای خانه از هنگام ساخت، دچار آسیب شده و با گذشت زمان به سبب زلزله‌هایی که شهر شیراز را تحت تاثیر قرار داد، آسیب جدی‌ای دید و بخش‌هایی از آن ویران گردید. به طوری که، سال (۱۳۱۴) شمسی تنها بخش پیل‌پاها برجای بود تا اینکه سال (۱۳۱۵) شمسی، مرمت و بازسازی شد. در ادامه، کتیبه نام‌برده به دلیل اهمیتی که داشته با هنرمندی استادان فن، مرمت گردید. در این مرمت، کلمات ریخته شده را از روی قرینه بقیه کلمات باقی مانده تکمیل کردند که در جای خود، نیازمند بررسی و نقد کارشناسانه است.

### تکنیک اجرای کتیبه معرق سنگ و کاشی

درباره بحث تکنیک اجرای این کتیبه، ابهاماتی بود که دریافت نتیجه‌ای واحد و قطعی را دشوار می‌ساخت. نخست آنچه از دیدن تزئینات معرق سنگ و کاشی به نظر می‌رسد، ابهام در فن ساخت و چگونگی اجرای آن است. بدین ترتیب، برای شناسایی و درک هرچه بهتر و بیشتر هنر به کار رفته در کتیبه یادشده و نیز شناخت نوع فن و تکنیک ساخت آن، روش‌های مطالعات میدانی، مصاحبه با استادان و مطالعات آزمایشگاهی به کار گرفته شد. نهایت، با تحلیل داده‌های گردآوری شده از بحث، نتیجه‌گیری شد. در مرحله نخست از طریق گفتگو با استادان، چگونگی فن اجرای این کتیبه مشخص شد؛ هنرمند طرح کلی کتیبه را با استفاده از روش گره‌کردن بر سطح قطعات سنگ تنظیم یافته، کنار هم انتقال داده است. این طرح‌اندازی به سبب تفاوت مصالح متن کتیبه با نقوش زمینه، راهنمایی برای اجرای دقیق این تزئینات است.



تصویر ۳. طرح ترسیمی از مقطع کتیبه بالای بنای خدای‌خانه: ۱- تکیه‌گاه ۲- ملات (برای چسباندن سنگ به سنگ کتیبه) ۳- سنگ کتیبه ۴- ملات (برای چسباندن کاشی به سنگ کتیبه) ۵- معرق سنگ و کاشی (نگارندگان).

شرق ضلع جنوب، از بدنه سفالی لعاب سفید بخش غرب جبهه جنوب و بخش مرکزی جبهه شرق، از بدنه سفالی لعاب فیروزه‌ای بخش غربی و شرقی پیل پای جنوب شرقی، از بدنه سفالی لعاب لاجورد انتهای بخش جنوبی جبهه شرقی و انتهای پیل پای شمال شرق و (۵ نمونه) هم از لعاب زرد بخش‌های شرق ضلع جنوب؛ ۱- انتهای پیل پای شمال شرق، ۲- بخش شرقی پیل پای جنوب شرق، ۳- بخش غربی پیل پای جنوب شرق، ۴- بخش مرکزی جبهه شرق. همچنین، (۲ نمونه) از ملات پشت کاشی‌ها و (۲ نمونه) از بست فلزی برداشته شد. نمونه‌برداری از سنگ اصلی، از بخش انتهایی قسمت غربی پیل پای جنوب شرق و بخش شرقی پیل پای جنوب شرقی و بخش مرکزی جبهه جنوب آن انجام شد و از سنگ مرمتی، از بخش انتهایی شرقی جبهه جنوب و بخش مرکزی ضلع جنوب و قسمت شرقی جبهه شرق آن، صورت پذیرفت.

### بررسی آسیب‌های کاشی کتیبه

بنابر تصویرهای به‌دست‌آمده از سال (۱۳۱۴) (پیش از بازسازی کتیبه)، کاشی‌های بخش پیل‌پاها، بخش اصلی بنا هستند لیکن اسنادی که نشان‌دهند پس از بازسازی کتیبه، بخش‌های جدید و قدیم کاشی‌ها در آنها مشخص باشد، در دست نیست. وجود شبهه درباره قدیم یا جدید بودن کاشی‌های پیل‌پاها سبب شد که نمونه‌برداری‌هایی از بخش‌های گوناگون پیل‌پاها و قسمت‌های بازسازی شده آنها صورت پذیرد. مقایسه آنالیز شیمیایی نمونه‌های لعاب و بدنه سفالی کاشی‌های بخش‌های پیل‌پاها و بازسازی شده، نشانگر آن است که میزان عناصر موجود در هر گروه رنگی لعاب‌ها و تمامی عناصر بدنه‌ها تا اندازه زیادی به یکدیگر نزدیک است.

با انجام مطالعات میدانی، آشکار شد که اطراف متن کتیبه به اندازه لازم و کافی، براساس دیدگاه هنرمند و تا جایی که متن در این حد برجسته نمودار گردد و کاشی معرق بتواند بر زمینه آن جای گیرد، حجاری شده است. همچنین، برای اجرای متن با آن ظرایف و پیچیدگی خط، در اجرای تک‌تک حروف دقت بسیاری شده است. پس از تکمیل مراحل نقر زمینه کتیبه، قطعات سنگ درون قاب مستطیلی که از ابتدای ساخت بنا در بدنه آن تعبیه شده، نصب گردیده و با ملات به بخش‌های زیرین متصل شده‌اند.

در ادامه، برای آنکه کتیبه مرئی و خواناتر شود، بخش‌های زمینه این قطعات سنگ با قطعه‌های بریده‌شده کاشی که از نقوش اسلیمی تراشیده و کنار هم دیگر به شکل قطعه‌ای بزرگ درآمده، زینت یافته است. با استناد بر شواهد دیداری و مشاهده اثر نام‌برده و گفتگو با استادان اهل فن، کاشی‌های معرق تا آنجا که امکان داشته به شکلی که حروف متن کتیبه مانع از پیوستگی آن نشود، به صورت یکپارچه اجرا شده‌اند و این، برخلاف چیزی است که نخست، پیش از بررسی دقیق تصور می‌شد. پس از تکمیل مراحل نقر متن، کاشی‌ها روی هر قطعه سنگ به صورت جداگانه اجرا و سپس، قطعات سنگ کنار هم چیده شده‌اند. نصب کاشی‌ها بر سنگ بنابر نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات آزمایشگاهی، با گچ بوده است. در معرق کاری این کتیبه، چه در انتخاب نقش و رنگ و چه در تراش کاشی‌ها، دقت بسیاری شده است. آن‌گونه که می‌توان گفت، متن کتیبه با تزئین کاشی معرق در زمینه آن تکمیل شده است. برای درک بهتر از ترتیب قرارگیری اجزای کتیبه مورد بررسی، طرح شماتیک آن ارائه شده است (تصویر ۳).

### آسیب‌شناسی

چون کتیبه نام‌برده از دو گونه مصالح متفاوت، کاشی و سنگ، ساخته شده و هر کدام نیز روند تخریبی خاصی را گذرانده‌اند؛ پس از مشاهدات و بررسی‌ها برای شناسایی و دسته‌بندی آسیب‌ها، جداگانه آسیب‌های بخش‌های کاشی و سنگ کتیبه، بررسی شدند. به‌طور کلی، می‌توان آسیب‌های وارد شده بر کتیبه معرق سنگ و کاشی را ناشی از ضعف تکنیکی مرحله ساخت، عوامل محیطی و انسانی دانست. برای انجام مطالعات آزمایشگاهی از بیست و سه بخش مختلف این کتیبه نمونه‌برداری شد. (۳ نمونه) از؛ ۱- لعاب و بدنه سفالی کاشی‌های پیل‌پاها، ۲- بخش‌های بازسازی شده و ملات و بست فلزی پشت کاشی‌ها و ۳- قسمت قدیم و جدید سنگ کتیبه. (۸ نمونه) از بدنه سفالی کاشی‌ها؛ از بدنه سفالی لعاب زرد بخش انتهایی پیل پای شمال شرق و قسمت

## ترک و ریز ترک در لعاب کاشی

ترک و ریز ترک‌ها، رایج‌ترین آسیب در تزئینات کاشی و اولین آسیبی است که در بررسی نمونه‌ها قابل توجه هستند. این ترک و ریز ترک‌ها به حالت‌های مختلف با توجه به ویژگی‌های لعاب و بدنه و شرایط محیطی‌ای که در آن قرار می‌گیرند، ایجاد شده‌اند. برخی از عواملی که منجر به پیدایش آنها شده عبارتند از:

### الف- تطابق نداشتن میزان انقباض لعاب و بدنه هنگام سرد شدن

گاه ترک‌هایی که روی سطح لعاب‌های کاشی‌های کتیبه دیده می‌شوند به شکل توری و شبکه‌ریز است (تصویر ۴). علت ایجاد این ترک‌ها را می‌توان تفاوت بسیار میان انقباض لعاب نسبت به بدنه آن دانست. چرا که، بر اثر تغییرات دما، لعاب بیشتر منقبض می‌گردد و به شکل توری با زاویه‌هایی نزدیک به ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر نمود می‌یابد (نورتن، ۱۳۷۵: ۴۶۳). این ترک‌ها، مربوط به زمانی است که بدنه‌های لعاب خورده از کوره بیرون آمده و با کاهش دما تا دمای محیط، بدنه و لعاب با سرعت یکسان منقبض نشده و سبب ایجاد ترک در لعاب گردیده و سپس شبکه‌ریزی از ترک‌ها گسترش یافته‌است.

## ب- تخلخل باز بدنه و جذب رطوبت

بسیاری از ترک‌های لعاب‌های کاشی‌های کتیبه به مرور زمان ایجاد شده به گونه‌ای که، به شکل شاخه‌ای در سطح آن گسترده شده‌اند (تصویر ۵). دلیل ایجاد این آسیب را می‌توان در دو مورد بیان داشت: ۱- احتمال دارد انقباض لعاب، مدتی پس از خروج از کوره صورت گرفته باشد چون گاهی لعاب به زمان احتیاج دارد تا به دمای محیط برسد. ۲- ناشی از تخلخل باز بدنه است که نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها بر بدنه کاشی‌ها، میزان تخلخل باز در بدنه کاشی‌ها را به طور متوسط ۲/۱۶٪ نشان می‌دهد که بدنه با جذب رطوبت محیط به تدریج، منبسط می‌شود و با انبساط بدنه، لعاب تحت کشش قرار گرفته و ترک می‌خورد.

نصب‌نشدن و اتصال صحیح کاشی‌های معرق هنگام اجرای تزئینات که به دلایلی همچون قرارگیری کاشی در نزدیکی سنگ روی می‌دهد، همراه عوامل محیطی به ویژه رطوبت ناشی از نزولات جوی (نفوذ رطوبت از طریق بندهای بین کاشی‌ها)، منجر به انبساط بدنه شده و تنش بین لعاب و بدنه را به وجود می‌آورد. با تکرار این روند طی سال‌ها بدون پیشگیری از نفوذ رطوبت، بر کاشی‌ها آسیب‌هایی وارد می‌کند که در نهایت، سبب ترک‌دار شدن لعاب می‌شود. گاه در سطح ترک‌ها، رسوب نمک‌ها دیده می‌شود که نشانگر تبلور نمک‌ها در بدنه کاشی است که به تدریج با تبخیر رطوبت، نمک‌های موجود در بدنه از میان ترک‌ها روی سطح آمده و آثار آشکاری از خود برجای گذاشته‌اند (تصویرهای ۶-۷).



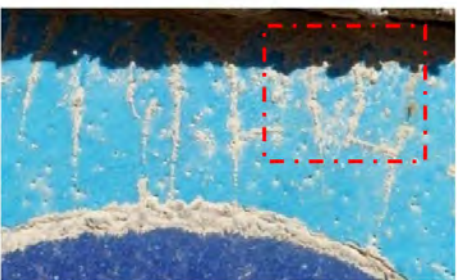
تصویر ۴. وجود ترک شبکه‌ای در سطح لعاب کتیبه (نگارندگان).



تصویر ۵. وجود ترک شاخه‌ای در سطح لعاب کتیبه (نگارندگان).



تصویر ۶. نفوذ رطوبت از طریق درزهای بین کاشی و ایجاد ترک در سطح لعاب بر اثر تنش بین لعاب و بدنه (نگارندگان).



تصویر ۷. تبلور نمک در سطح ترک‌ها (نگارندگان).

### ج- عوامل انسانی

آسیب‌های انسانی نیز از عوامل مهم در پیدایش ترک و ریزترک هستند. این آسیب، بیشتر خود را به شکل تأثیر عوامل مکانیکی همچون ضربه در مرحله ساخت کاشی معرق نشان می‌دهد. بدین ترتیب که، بر اثر ضربه تیشه در مرحله تراش قطعات کاشی، ریزترک‌هایی در لبه قطعات به وجود می‌آید. در واقع، تراش کاشی‌ها، سبب خدشه‌دار شدن سطوح لعاب گردیده، لعاب هم بسته به میزان شدت ضربه آسیب می‌بیند و باعث شده لعاب تا مرحله جدایش از سطح بدنه پیش رود و در حضور عوامل محیطی گسترش یابد (تصویرهای ۹-۸).

### د- پدیدگی و شکستگی لبه کاشی

پدیدگی و شکستگی لبه کاشی، در تزئینات کاشی معرق بسیار رایج است که این امر ناشی از ضعف ساخت و تراش کاشی‌ها است. کاشی‌هایی که بدنه آنها از جنس گل است، ترکیب آنها خاک رس با مقدار کمی سیلیس است. این چنین ترکیبی سبب می‌شود تا کاشی پس از پخت در کوره به صورت خشک و شکننده نباشد و با انجام مهارت تیشه کاری هنگام تراش، کاشی‌ها نشکند و لبه آنها نپرد (نادری، ۱۳۵۷: ۶۸-۶۵). وجود مقادیر زیاد سیلیس در بدنه کاشی‌ها، باعث تولید بدنه‌ای سخت و شکننده از آنها می‌شود که در واقع، میزان شکل‌پذیری آنها را بسیار کم می‌کند (Porter, 1995:14; Degeorge et al, 2002:13)

با این که، پس از آنالیز بدنه کاشی‌ها با دستگاه جذب اتمی، میزان سیلیس در آنها بین ۴۵ تا ۵۰ درصد به دست آمد (جدول ۱) و مشخص شد بدنه کاشی‌های کتیبه از جنس کاشی گلی است، باز هم پدیدگی و شکستگی‌هایی در لبه کاشی‌ها دیده می‌شود. علت این امر تا حد زیادی بستگی به مهارت هنرمند در تراش دادن قطعات دارد که با وارد آمدن ضربه به سطح لعاب هنگام تراش، قطعات دچار پدیدگی و شکستگی شده‌اند.



تصویر ۹. وجود ترک و ریزترک در سطح کاشی بر اثر بی‌توجهی هنگام استفاده و ضربه وارد کردن بر آن (نگارندگان).

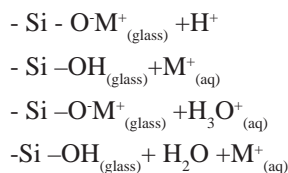


تصویر ۸. وجود ترک در لبه‌های کاشی و جدایش لعاب از سطح آن بر اثر ضربه تیشه کاشی تراشی (نگارندگان).

از طرف دیگر، در بخش‌های مختلف کتیبه به ویژه پیل‌ها، گستردگی، شکستگی و پدیدگی لعاب دیده می‌شود که یکپارچگی کاشی‌ها را از بین برده و منشأ بسیاری از آسیب‌ها و صدمات بعدی گردیده است. به سبب قرارگیری کتیبه در فضای باز، عوامل مختلف محیطی به شکل‌های رطوبت و رطوبت نسبی در طول شبانه روز، تغییرات فصل‌ها، تابش نور خورشید و باد، پدیدگی و شکستگی کاشی‌ها را گسترش داده و آنها را به صورت امروزی در آورده است. در واقع، شکستگی‌های اولیه که مربوط به تراش کاشی‌ها است، امکان تأثیر بیشتر عوامل مختلف محیطی را فراهم آورده و به مرور زمان باعث تخریب بیشتر کاشی‌ها شده است (تصویرهای ۱۱-۱۰).

### ه- تبادل یونی در لعاب

مهم‌ترین عامل تخریب لعاب کاشی‌ها، واکنش تبادل یونی است که مربوط به ضعف تکنولوژی در روند تولید لعاب بوده است. همین امر، سبب ایجاد دهیدروکسیلاسیون و نهایت، تشکیل قشر دهیدراته روی سطح لعاب کاشی‌ها شده است. رطوبت محیطی روی سطح لعاب با نفوذ در آن، پدیده تبادل یونی را به وجود آورده و باعث سستی ساختار سطحی شده است. به تقریب، مبنای تمام تئوری‌های اولیه که مرتبط با این موضوع‌اند، بر اساس سرعت جدایش و شستشوی یون‌ها برای ماتریس‌های چند جزئی است. زمانی که میزان یون‌های کلسیم، منیزیم و آلومینیوم پائین‌تر از حد مشخص خود باشند، قدرت جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم افزایش یافته و لعاب در برابر رطوبت محیطی حساس می‌شود. با حضور لایه‌ای از رطوبت روی سطح، یون‌های متحرک سدیم و پتاسیم از شبکه بیرون و یون‌های  $(H_3O^+, H^+)$  در شبکه نفوذ یافته و جایگزین یون‌های قلیایی می‌گردند. در فرایند تبادل یونی که فرمول آن آورده شده، سرعت برون‌رفت قلیایی‌ها اهمیت به‌سزایی دارد.



در این عمل، لایه‌ای نازک از هیدروکسیدهای سدیم و پتاسیم بر سطح لعاب تشکیل می‌شوند که سریع، با دی‌اکسیدکربن هوا ترکیب شده و کربنات‌های سدیم و پتاسیم را که قشری بسیار رطوبت‌گیر است، ایجاد می‌کنند.

$$2MOH + CO_2 \rightarrow M_2CO_3 + H_2O$$

و نفوذ رطوبت در لعاب، می‌توان بیان کرد که پدیده تبادل یونی در لعاب کاشی‌های زرد ایجاد شده است (جدول ۲)، (تصویرهای ۱۳-۱۲).

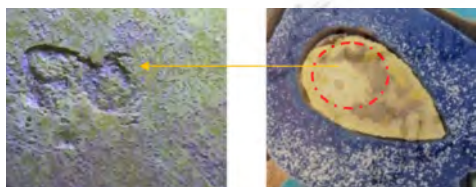
### و- طبله کردن و ریختگی کاشی

گاه در کاشی‌های معرقی که تحت تأثیر عوامل آسیب‌رسان بدون جدایش از سطح و ریختگی آن هستند، گسستگی‌هایی به وجود می‌آید که خود را به گونه طبله کردن نشان می‌دهد. این امر در نهایت، تحت تأثیر عوامل محیطی سبب ریختگی خواهد شد. به دلیل کاربرد بست‌های فلزی در کتیبه هنگام بازسازی بنا و قرارگیری کتیبه در فضای باز که موجب نفوذ رطوبت به پشت کاشی‌ها شده، این رطوبت سبب خوردگی بست فلز آهنی گردیده و در نتیجه تأثیر عوامل محیطی، بست مغز فلزی ندارد (تصویر ۱۴). ضمن اینکه، افزونی حجم آهن که ناشی از زنگ‌زدن آن است، سبب طبله کردن کاشی‌ها شده است (تصویر ۱۵).

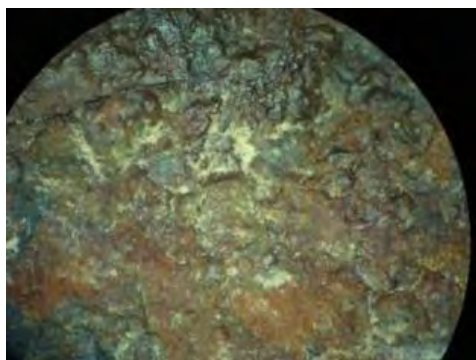
طبله کردن کاشی، عاملی مهم در بروز آسیب ریختگی است. در صورتی که، اگر گچ در اثر رطوبت خیس و نم‌دار شود، آب وارد شده به فضای بین کریستالی بلورهای گچ سبب حل شدن



تصویرهای ۱۱-۱۰. پدیدگی و شگستگی لبه کاشی (نگارندگان).



تصویر ۱۲. تبادل یونی در لعاب زرد کاشی‌های کتیبه (نگارندگان).  
تصویر ۱۳. تصویر میکروسکوپی از لعاب زرد کاشی‌های کتیبه با بزرگ‌نمایی 40X (نگارندگان).



تصویر ۱۴. عکس میکروسکوپی از بست فلزی با بزرگ‌نمایی (100X) (نگارندگان).

با جذب بیشتر رطوبت از محیط، سطح لعاب همواره مرطوب بوده و عمل تخریب لعاب ادامه می‌یابد که سبب می‌شود ساختار شبکه را برهم‌زند. اجزای حل‌شده‌ای که بر سطح لعاب منتشر شده، روی آن رسوب کرده و افزون‌بر آن، تغییراتی را در شبکه سه‌بعدی سیلیکاتی به صورت دپلمریزاسیون ایجاد می‌کنند. مجموعه جدیدی که روی لعاب به شکل لایه‌ای نازک و از جنس خود آن تشکیل شده، به ظاهر شبیه لعاب لیکن ماهیتی متفاوت دارد. حضور این لایه و تراکم آن، به نوع پوشش، زمان تماس، دما و (PH) بستگی دارد (Tournie, 2008: 2144-2143).

در بررسی کاشی‌های کتیبه، برخی از لعاب‌های زرد، به ویژه بخش پیل‌ها تخریب شده به گونه‌ای که، شفافیت خود را از دست داده و با مشاهدات میکروسکوپی، کم‌رنگ شدن سطح لعاب و سستی آن آشکار دیده می‌شود. مقایسه آنالیز شیمیایی میان نمونه لعاب‌های تخریب‌نشده با نمونه لعاب‌هایی که کم‌رنگ شدن سطح و سستی لعاب در آنها قابل مشاهده است، نشانگر آن است که میزان عنصرهای (Na, Mg)، در نمونه لعاب‌های تخریب‌شده کمتر از نمونه‌های سالم است. بنابر آنچه گفته شد و قرارگیری کتیبه در معرض رطوبت محیطی

جدول ۱. نتایج تجزیه کمی بدنه بخش‌های مختلف کاشی‌های کتیبه.

نمونه	اجزای تشکیل‌دهنده بدنه کاشی‌های کتیبه					
	SiO <sub>2</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	CaO %
PNEBY ۱	۴۷/۱۲	۰/۳۱	۲/۷۹	۳/۶۵	۵/۲۷	۱۰/۳۱
JSBY ۲	۵۰/۰۲	۱/۳۱	۳/۱۴	۳/۵۰	۴/۹۶	۱۰/۲۳
JSBW ۳	۴۵/۱۷	۱/۱۸	۳/۲۰	۳/۷۲	۴/۹۰	۱۱/۱۸
JEBW ۴	۴۹/۴۳	۱/۲۴	۳/۴۹	۳/۶۶	۴/۳۱	۱۰/۲۵
PSE <sub>1</sub> BT ۵	۴۷/۹۵	۱/۴۳	۳/۲۵	۳/۵۷	۴/۶۸	۲/۸۱
PSE <sub>2</sub> BT ۶	۴۹/۰۵	۱/۱۳	۲/۹۵	۳/۴۱	۴/۶۰	۱۰/۴۷
JEBA ۷	۴۷/۴۱	۱/۳۳	۳/۲۷	۳/۸۰	۴/۵۳	۱۰/۲۷
PNEBA ۸	۴۸/۸۴	۱/۰۶	۳/۱۷	۳/۴۹	۴/۲۳	۱۰/۸۴

(نگارندگان)

جدول ۲. نتایج تجزیه کمی مقایسه لعاب‌های زرد سالم و تخریب‌شده کاشی‌های کتیبه.

نمونه	ترکیب عنصری لعاب زرد					
	Sn %	Pb %	Mg %	K %	Na %	Ca %
PSE <sub>2</sub> Y ۱	۴/۹۷	۰/۳۲	۰/۰۸	-	۰/۴۴	-
PSE <sub>1</sub> Y ۲	۸/۵۴	۰/۵۴	۰/۰۵	-	۰/۴۴	-
JSY ۳	۱۳/۱۵	۰/۸۸	۰/۴۶	-	۰/۶۷	-
JEY ۴	۸/۵۶	۰/۷۹	۰/۴۳	-	۰/۶۳	-
PNEY ۵	۷/۶۳	۰/۴۹	۰/۰۶	-	۰/۳۹	-

(نگارندگان)

نقاط فعال شیمیایی و باعث تبلور دوباره بلورهای ریز گچ می‌شود. این روند، هم‌چنان با ورود مجدد آب ادامه می‌یابد. همراه این روند، سطوح درهم رفته بلورهای گچ نیز به نسبت از هم گسسته می‌شوند و در نتیجه، ساختار گچ به راحتی با کم‌ترین میزان تماس مکانیکی فرو می‌ریزد (میش مست، ۱۳۸۵: ۶۸). در (تصویر ۱۶)، تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی که از ملات پشت کاشی‌ها گرفته شده، قابل مشاهده است که این واکنش، سبب ریختگی کاشی‌ها شده است (تصویر ۱۷).

### بررسی آسیب‌های سنگ کتیبه

سنگ‌های بخش‌های اصلی (دوره آل‌اینجو) و بخش‌های مرمتی (۱۳۱۵ شمسی) کتیبه، از گونه سنگ‌های آهکی است. آسیب‌های وارده بر آنها نیز، تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که مهم‌ترین آنها پوسته شدن، ترک، ریزترک و شوره‌زدگی است.

### الف- یخ‌زدگی و ذوب متناوب

آسیب حاصل از یخ‌زدن شکل‌های گوناگونی دارد که یکی از آنها ترک‌برداری عمیق و پوسته‌پوسته شدن سطحی است (معماریان، ۱۳۸۰: ۲۲۳). با بررسی سطح کتیبه مشخص شد که بخش‌های مختلف سطح سنگ کتیبه پوسته‌پوسته شده است (تصویرهای ۱۹-۱۸). جدایش لایه‌های نازک موازی با سطح سنگ در ضخامت یک میلی‌متر تا یک سانتی‌متر را پوسته شدن می‌گویند (Vergas, 2008:26) که با عوامل متعددی همچون نوع سنگ و ویژگی‌های معدنی آن، میزان تخلخل و محل آن مشخص می‌شود.

### - نوع و بافت سنگ

وجود و میزان میکروفسیل‌ها، نوع آنها و کانی‌های تشکیل دهنده بافت سنگ، در واکنش سنگ‌ها مقابل عوامل شیمیایی

و فیزیکی مؤثر است. چنانکه سنگ‌های کتیبه از گونه سنگ‌های آهکی باشد و قطعه‌های فسیلی و ذرات آواری در آنها وجود داشته باشد، نسبت به سنگ‌هایی که ذرات آواری ندارند، از پایداری کمتری در برابر یخ‌زدگی برخوردارند (تصویر ۲۰).

### - تخلخل

میزان تخلخل یک سنگ، از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده طول عمر آن خواهد بود. نتایج به دست آمده از پتروگرافی سنگ‌های اصلی و مرمتی کتیبه، بیانگر وجود ماتریسی با تخلخل بالا به صورت پراکنده در تمام سطوح سنگ‌های کتیبه است.

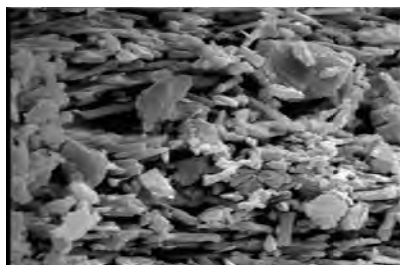
تخلخل، در نمونه سنگ مرمتی بیشتر از سنگ اصلی است. از هر یک از سنگ‌های قدیم و جدید، سه نمونه بررسی شد که با اندازه‌گیری میزان تخلخل آنها، تخلخل سنگ‌های قدیمی به طور میانگین ۲۳٪ و سنگ‌های مرمتی ۶۷٪ به دست آمد. بر اساس این نتایج، می‌توان گفت میزان افزایش تخلخل نمونه سنگ مرمتی از نمونه سنگ اصلی، مربوط به مرغوبیت سنگ قدیم است (تصویرهای ۲۲-۲۱). معمولاً سنگ‌هایی با تخلخل زیاد نسبت به سنگ‌های متراکم، مقاومت کمتری در برابر یخ‌زدگی دارند. بنابر ماهیت سنگ‌های آهکی، سنگ کتیبه از نفوذپذیری آب بالایی برخوردار بوده به گونه‌ای که، نفوذ آب حاصل از بارندگی، تخلخل سنگ کتیبه را بیشتر می‌کند. از دیگر سو، ابزار کار برای تراش سنگ، اثرات کیفی و کمی یکسانی را در تخلخل سنگ برجای می‌گذارند. آن‌چنان‌که، آسیب یخبندان در سنگ‌های تراش بیشتر به صورت پوسته‌پوسته شدن خودنمایی می‌کند (آموروسو و فاسینا، ۱۳۷۰: ۴۱-۲۶).

### - موقعیت مکانی

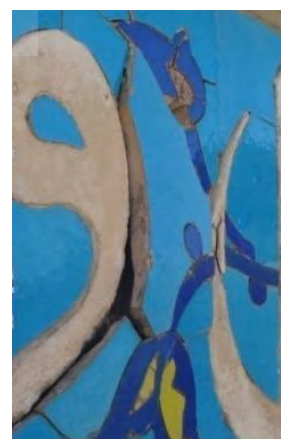
شیراز از لحاظ جغرافیایی، در منطقه‌ای قرار گرفته که زمستان‌های به نسبت سرد و تابستان‌هایی گرم دارد. تعداد روزهای یخبندان در طول سال ۳۴ روز و متوسط حداقل دمای هوا در سردترین ماه سال ۲.۰- سانتی‌گراد گزارش شده است. از آنجاکه کتیبه مورد بررسی در معرض باران



تصویر ۱۷. طبله کردن و ریختگی کاشی‌های کتیبه (نگارندگان).



تصویر ۱۶. تصویر الکترونی روبشی از ملات کچ پشت کاشی‌ها با بزرگ‌نمایی (X1000) (نگارندگان).

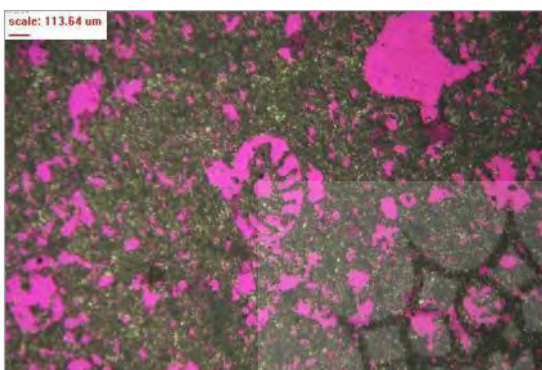


تصویر ۱۵. طبله کردن کاشی‌های کتیبه (نگارندگان).





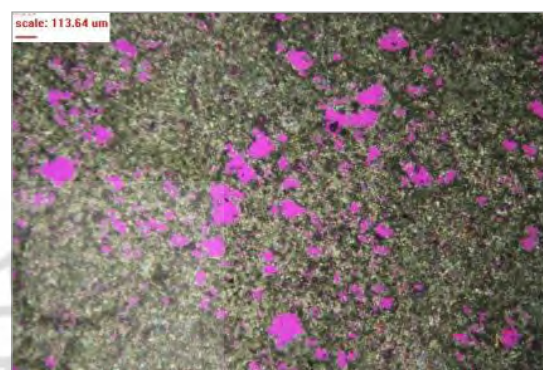
تصویر ۲۰. بقایای آثار فسیلی در سنگ‌های کتیبه با بزرگ‌نمایی (40X) (نگارندگان).



تصویرهای ۲۱-۲۲. وجود تخلخل زیاد در سنگ‌های کتیبه با بزرگ‌نمایی (40X) (نگارندگان).



تصویرهای ۱۸-۱۹. پوسیدگی در سطح سنگ کتیبه (نگارندگان).



سنگینی را بر سنگ‌ها وارد می‌کند. بنابر نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز سنگ‌های کتیبه با دستگاه (XRD) و پتروگرافی که نشان می‌دهد سنگ‌های کتیبه، ترکیب کانی‌شناسی یکنواختی دارد، می‌توان بیان داشت که سنگ‌های کتیبه از گزند اختلاف دمای شب و روز و فصل‌ها مختلف درمان نیستند. با آب‌گیری و از دست‌دادن آب ریزترک‌های حاصل از تراش سنگ‌های کتیبه که به‌سبب استفاده از چکش و ابزار دستی برای تراش سطح سنگ ایجاد شده و همچنین، ترک‌های انقباضی، ترک‌هایی که از پیش به‌دلیل از دست‌دادن آب و انقباض آنها در سنگ به‌وجود آمده، گسترش می‌یابد (تصویرهای ۲۳-۲۴). این انبساط و انقباض که سبب افزایش ترک‌ها و درزها می‌شود، نیروی فیزیکی و قدرت انسجام سنگ را درهم می‌شکند (پروین، ۱۳۷۵: ۲۵). از طرف دیگر، وجود این ترک‌ها در سطح کتیبه به‌نوبه خود نقاط آسیب‌پذیر بیشتری را ایجاد خواهند کرد و افزایش ترک‌های انقباضی هم قابلیت نفوذ، هوازگی شیمیایی را دوچندان می‌کنند.

### ج- تبلور نمک‌های محلول

تبلور نمک‌های محلول در خلل و فرج مصالح ساختمانی، عاملی مهم در فرسودگی و تخریب آنها است. این آسیب، ارتباطی مستقیم با تخلخل سنگ دارد. تخلخل سنگ، موجب

و مجاورت مستقیم رطوبت قرار دارد، نوسانات رطوبتی و حرارتی به‌نسبت سنگینی بر سنگ‌های آن وارد می‌شود. به‌ویژه زمان‌های پس از بارندگی، با نفوذ رطوبت در منافذ سنگ و یخ‌زدن آن، سبب می‌شود سنگ کتیبه به‌طور متوالی خشک و ترشدگی را تجربه کند. این پدیده در سطح، به‌صورت پوسته‌شدن یا تورق و گاه به‌شکل ترک‌خوردگی در بافت سنگ مشاهده می‌شود.<sup>۵</sup>

### ب- انقباض و انبساط

تنش‌های درونی حاصل از تغییرات درجه حرارت محیط، از یک‌سو باعث گسستگی بلورها و از سوی دیگر، منجر به ایجاد اختلاف سطح در آنها می‌شود. نتیجه نهایی آن، ایجاد ترک و شکستگی ریز است که به‌نوبه خود شرایطی مناسب را برای نفوذ آب به درون آن فراهم می‌آورد و بر اثر بروز نقص در شبکه بلوری، موجب تسریع روند فرسایش می‌گردد (محبعلی و وطن‌دوست، ۱۳۷۷: ۴۳۷-۴۳۳).

متوسط دمای هوای شهر شیراز ۱۶/۸۵ درجه سانتی‌گراد و حداکثر و حداقل دمای آن طی ده‌سال گذشته، به‌ترتیب ۳۴/۲ و ۴/۴- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. متوسط حداقل دمای هوا، معیار مناسبی برای بررسی شدت سرمای هوا به‌شمار می‌رود. اختلاف دمای عنوان شده، نوسانات حرارتی به‌نسبت

نفوذپذیری آن در برابر آب و بخار آب می‌شود که مقدار این نفوذ، بستگی به ساختار موئین سنگ خواهد داشت. بنابراین، آگاهی از گستردگی و چگونگی پراکندگی اندازه خلل و فرج بیشتر از دانستن تخلخل جداگانه، اهمیت دارد (آموروسو و فاسینا، ۱۳۷۰: ۳۰). بخار آبی که در جو وجود دارد، در خلل و فرج سنگ، نفوذ می‌کند و بسته به مقدار رطوبت نسبی هوا، میزان معینی از این بخار آب در ماده متخلخل باقی می‌ماند. جابه‌جایی مکان آب در مصالح ساختمانی از طریق لوله‌های موئین صورت می‌پذیرد که نمک‌های محلول در طول این حرکت پخش، هیدرولیز و یا ته‌نشین می‌گردند. آبی که درون سنگ حرکت می‌کند، ممکن است حاوی مواد بسیاری باشد که از هوا، خاک، ملات چسباننده، اندود بندکشی و یا سنگ اصلی وارد آن شده‌است. از آنجایی که سنگ‌های آهکی دارای قدرت جذب آب بالایی باشند، با جذب رطوبت توسط سنگ کتیبه سبب انتقال نمک‌های محلول در سطح سنگ می‌شوند. عمل تبخیر رطوبت در سنگ، سبب افزایش غلظت نمک موجود در آن شده و بر سطح سنگ رسوب‌های بدشکلی را بر جای می‌گذارد که به شوره موسوم است (تصویر ۲۵). تبلور نمک‌های محلول، در نقاط مختلف خلل و فرج شکل می‌گیرد که این امر، بسته به میزان حلالیت نمک‌ها و میزان تبخیر آب، که خود بستگی به مقدار رطوبت حاصل از درون و میزان تهویه هوا در سطح دارد، خواهد داشت. بررسی‌های انجام شده به روش شیمی‌تر روی شوره‌های تشکیل شده در سنگ کتیبه نشانگر یون‌های تشکیل‌دهنده شوره‌ها، سولفاتی و کربناتی هستند. با توجه به نوع نمک‌ها به احتمال زیاد، منبع اصلی آنها سنگ‌ها و ملات گچ پشت کاشی است که برای چسباندن کاشی‌ها به سنگ استفاده شده‌است.

تبلور نمک‌ها افزون بر بدنما شدن ظاهر سنگ کتیبه، در بخش‌هایی سبب پوسته شدن لایه سطحی سنگ کتیبه شده‌اند (تصویر ۲۶). از آنجا که مستعدترین آثار سنگی در برابر اثر باران اسیدی، آنهایی هستند که از سنگ‌های آهکی درست شده‌اند، با توجه به تخلخل سنگ کتیبه، رطوبت با انحلال یون‌های موجود به آسانی درون ریز ترک‌ها و تخلخل راه می‌یابند. یون‌های محلول علاوه بر تجزیه کانی‌های ناپایدار، بر اثر تغییرات دمایی در فصل‌های گرم، آب خود را از دست داده و سبب می‌شوند نمک‌های محلول در خلل و فرج و منافذ داخلی سنگ زیر سطح خارجی تجمع یافته و در آن رسوب کرده و به سطح خارجی سنگ نرسند. در این صورت، هنگامی که رطوبت از محیط می‌گیرند، نمک‌های محلول، افزایش حجم یافته و با افزایش و رشد بلورها فشار فیزیکی بیشتری به دیواره لایه سطحی سنگ وارد می‌کنند. موقعی که این فشار بیشتر از مقاومت دیواره‌ها باشد، سبب تورق و پوسته شدن سنگ می‌شود (Eric et al, 2010: 15). همچنین، سنگ تخلخل بیشتری می‌یابد و در برابر اثر رطوبت و نمک‌ها حساس‌تر می‌گردد. آسیب حاصل از این نوع اثر مکانیکی، بسیار جدی‌تر از آسیبی است که با حل شدن ساده شیمیایی سنگ به وجود می‌آید.



تصویر ۲۵. وجود شوره بر سطح سنگ (نگارندگان).



تصویر ۲۶. پوسته شدن سطح سنگ بر اثر فشار تبلور نمک‌ها (نگارندگان).



تصویرهای ۲۴-۲۳. وجود ترک در سنگ کتیبه (نگارندگان).

## نتیجه‌گیری

آنچه از بررسی‌ها و آزمایش‌های انجام‌شده در این پژوهش به‌دست‌آمد بیانگر این است که آسیب‌های ایجادشده در کتیبه معرق سنگ و کاشی بر اثر عواملی چون ساختار اولیه مصالح، عوامل انسانی و شرایط مختلف محیطی که رطوبت نیز سهم ویژه‌ای در آن دارد، دست‌خوش تغییرات شده‌است.

ایجاد آسیب‌های ساختاری در سنگ به نوع، بافت و میزان تخلخل سنگ مربوط است لیکن در کاشی‌ها ناشی از تخلخل باز بدنه و ضعف تکنولوژی در روند تولید لعاب است. این آسیب‌های ساختاری زمان تراش کاشی‌ها و حجاری سنگ‌های کتیبه، به‌دلیل تنش‌های منتقل‌شده از ابزار حجاری و تراش، گسترش یافته‌است. آسیب‌های یادشده افزون‌بر اینکه ضایعاتی را بر کتیبه وارد می‌کنند، به‌طور غیرمستقیم نیز عوارض سوئی چون نفوذ رطوبت را در پی دارند. در واقع، عوامل مختلف محیطی همچون رطوبت (به‌صورت نزولی)، تغییر میزان رطوبت نسبی، تغییر درجه حرارت و بسیاری از عوامل دیگر توانسته‌اند بر مصالح کتیبه اثرگذارند و علاوه‌بر تسریع آسیب‌های ساختاری، آسیب‌های مختلف دیگری را نیز پدید آورند. ضمن این‌که، اجزای کتیبه در حضور رطوبت، بریکدیگر تأثیر گذاشته و آسیب‌هایی را به‌دنبال آورده‌اند که بایستی از تأثیر مخرب آن بر مصالح سنگ و کاشی کتیبه کم‌شود. باتوجه به اینکه دغدغه این تحقیق صرفاً آسیب‌شناسی کتیبه یادشده است، یافته‌های این پژوهش می‌تواند در به‌کارگیری شیوه‌های درمانی برای کاستن تأثیر مخرب عوامل آسیب‌رسان به‌ویژه رطوبت، راهگشا و قابل استفاده باشد. در پایان یادآوری این نکته بسزاست که برای ارائه راهکارهای حفاظتی به آزمایش و بررسی‌های اصولی‌ای از طریق مواد مختلف روی مصالح این کتیبه نیاز است تا بتوان شیوه‌ها و موادی را به‌کاربرد که متناسب با مصالح و شرایط محیطی کتیبه باشند.

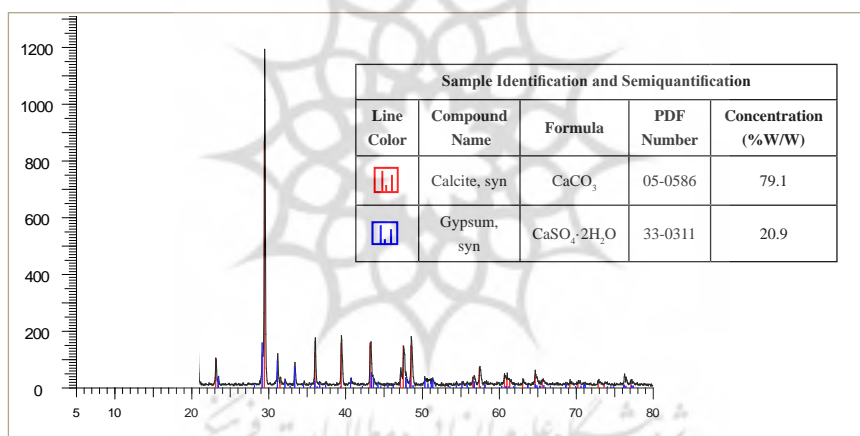
وضعیت بارندگی و میزان رطوبت نسبی در منطقه کتیبه مورد بررسی				
متوسط میزان بارندگی ماهانه	حداکثر میزان بارندگی ماهانه	حداقل میزان بارندگی ماهانه	حداکثر رطوبت نسبی	حداقل رطوبت نسبی
۴۸/۴۵ میلی‌متر	۱۸۴/۲ میلی‌متر در آذرماه	- میلی‌متر در ماههای تیر، مهر، آبان	٪۸۴/۵	٪۱۲/۵

(نگارندگان)

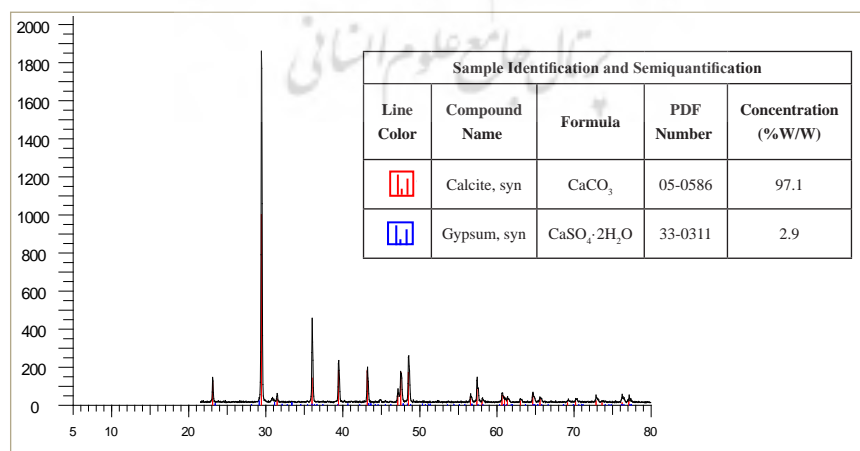


## پی‌نوشت

- ۱- جدول ۱. نام و مشخصات اولیه کلیه نمونه‌های برداشته شده از بدنه کاشی‌های کتیبه معرق سنگ و کاشی (pilpa) پیل‌پا، SE(South-east)، جنوب شرق [SE<sub>1</sub>]: قسمت غربی، SE<sub>2</sub>: قسمت شرقی، [NE(North-east): شمال شرق]، J(Jebhe): جبهه، S(South): جنوب، E(East): شرق، B(Body): بدنه، T(Turquoise): لعاب فیروزه‌ای، A(Azure): لعاب لاجورد، Y(Yellow): لعاب زرد، W(Withe): لعاب سفید.
- ۲- برای ساخت لعاب زرد، نسبت معینی از سرب و قلع به‌کارمیدردند که با ذوب و اکسیدکردن آنها در نزدیکی اکسیژن هوا، لعاب زرد به دست می‌آمده است. برای نمونه مشابه لعاب زرد که در آن از ترکیبات سرب و قلع استفاده شده می‌توان به لعاب‌های زرد مسجد جامع اصفهان اشاره کرد (Durali et al, 2006:203).
- ۳- جدول ۲. نام و مشخصات اولیه کلیه نمونه‌های برداشته از لعاب زرد کاشی‌های کتیبه معرق سنگ و کاشی (pilpa) پیل‌پا، SE(South-east)، جنوب شرق [SE<sub>1</sub>]: قسمت غربی، SE<sub>2</sub>: قسمت شرقی، [NE(North-east): شمال شرق]، J(Jebhe): جبهه، S(South): جنوب، E(East): شرق، Y(Yellow): لعاب زرد.
- ۴- نتایج به دست آمده از آنالیز (XRD)، نشانگر آن است که در نمونه سنگ قدیمی، میزان بالایی ژئیس هست که این مربوط به ملات گچی است که برای چسباندن سنگ به تکیه‌گاه است. همچنین، کاشی با سنگدر آن نفوذ کرده و از آنجاکه سختی ژئیس پائین است، هنگام ساخت و پولیش نمونه برای آنالیز پتروگرافی، ژئیس از بین می‌رود که در تصویرهای پتروگرافی نشان داده نمی‌شود.
- ۵- عرض جغرافیایی شهر شیراز ۲۹ درجه و ۳۲ دقیق و ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد ۱۴۹۱ متر است.



۱- نمودار آنالیز XRD از نمونه سنگ اصلی (دوره آل اینجو) (نگارندگان)



۲- نمودار آنالیز XRD از نمونه سنگ مرمتی (سال ۱۳۱۴ شمسی) (نگارندگان)

## منابع

- آموروسو، ج.ج و فاسینا(۱۳۷۰). فرسودگی سنگ و حفاظت از آن، ترجمه رسول وطن دوست، تهران: سازمان علمی و فرهنگی.
- ابن بلخی(۱۳۷۴). فارسانامه ابن بلخی، تصحیح منصور رستگارفسائی، شیراز: بنیاد فارس شناسی.
- بهروزی، علی نقی(۱۳۵۴). بناهای تاریخی و آثار هنری جلگه شیراز، شیراز: اداره فرهنگ و هنر استان فارس.
- پروین، حسین(۱۳۷۵). سنگ شناسی رسوبی، تهران: دانشگاه پیام نور.
- جنید شیرازی، ابوالقاسم(۱۳۵۰). شدالازار فی خط الاوزار عن زوار المزار، تصحیح و تحشیه محمد قزوینی، شیراز: وصال شیراز.
- دیالافوا، ژان(۱۳۵۳). ایران کلد و شوش، ترجمه محمد علی فرهوشی، تهران: دانشگاه تهران.
- شاردن، ژان(۱۳۷۳). سیاحت نامه شاردن، ترجمه محمد عباسی، تهران: امیرکبیر.
- شایسته فر، مهناز(۱۳۸۳). دوفصل نامه مطالعات هنر اسلامی، شماره ۱، ۹۵.
- شواتس، پاول(۱۳۷۳). جغرافیای تاریخ فارس، ترجمه کیکاووس جهاننداری، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.
- مجعلی، شهریار و وطن دوست، رسول(۱۳۷۷). علل شوره زنی سنگ های آهکی در بناهای تاریخی، مجموعه مقالات پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی چاپ اول: ۴۳۸-۴۳۳.
- معماریان، حسین(۱۳۸۰). زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، تهران: دانشگاه تهران.
- میش مست، مسلم(۱۳۸۵). تحلیل فن شناسی، وضعیت حفاظتی و مدل سازی و آسیب شناسی گچ بری های کوه خواجه سیستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت.
- نادری، بقراط(۱۳۵۷). مختصری راجع به کاشی، پخت و انواع کاشی مشهد، مجله هنر و مردم، شماره ۱۸۸، ۶۵-۵۸.
- نورتین، اف اچ(۱۳۷۵). سرامیک برای اهل فن سرامیک، ترجمه شعبانعلی تشکری، تهران: دانشگاه تهران.
- Degeorgy, G., Porter, Y. (2002). **The Art of the Islamic Tiles**, (translated from the French by David Radzinowicz) Flammarion, French.
- Durali, S. & Oliyai, P. Sh. (2006). Evolution of the Tilework of Friday Mosque in Isfahan, Based on Glaze Analysis. In **Scientific Research in the Field Asian Art**, Jett P., In association with the freer Gallery of Art, Smithsonian Institution: Archetype Publications. pp. 200-207.
- Eric, D., Clifford, A.P. (2010). **Stone Conservation: An Overview of Current Research** Los Angeles: Getty Conservation Institute Publications.
- Porter, V. (1995). **Islamic Tiles**. London: Trustees of the British Museum by British Museum Press.
- Tournie, A. & Ricciardi, P.C. (2008). Glasscorrosion Mechanisms: A multiscale analysis. **Studies in**, Vol 179, No. 2: 2143-2144.
- Vergas, B. (2008). **Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns**. London: ICOMOS International Scientific Committee for Stone.





Received:2012/06/05

Accepted:2012/11/26

## The Pathology of Mosaic Stone-and-Tile Inscription in the Khodaikhaneh of Shiraz's Atiq Mosque

Hosain Ahmadi\* Abbas Abed Esfahani\*\* Maryam Akbarifard\*\*\*

### Abstract

5 The mosaic stone-and-tile inscription, which is a unique work of art dating back to the Injuids period, is located on the upper facade of the Khodaikhaneh of Shiraz's Atiq mosque and constitutes the most significant decoration of this building. It has suffered various damages due to old age and new strategies and solutions are required to preserve this precious monument. The goal of the present study is to identify and measure these damages using laboratory investigations. To do so, XRD and AAS methods were used to identify factors damaging the body and glaze of the tiles and, in order to identify the factors damaging the stones, the XRD and petrography methods were adopted. The findings show that due to its unique structure, this decoration was exposed to damages both at the time of its construction and reconstruction and human and environmental factors not only accelerated the rate of its damages but also triggered new damages. Based on the investigations conducted on the samples, humidity was detected to be the most important factor in damaging this monument compared to other factors.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

**Keywords:** Injuids, mosaic, tile, stone, pathology

---

Lecturer, Faculty of Restoration, Art University of Isfahan, Iran

Lecturer, Islamic Azad University of Khorasgan, Isfahan, Iran

M.Sc Student, Faculty of Restoration, Art University of Isfahan, Iran