Conservation and Restoration of a Part of the "Stone Door" Attributed to Pasargad Stone Tower

Sana Kazemzad Bagha [1]* , Mehdi Razani [2]

1. B.A Conservation and Restoration of Cultural Properties, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Iran.

2. Associate Professor, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Iran.

Abstract

The following article aims to conserve and restore a part of the "Stone Door" and stone tower of the Pasargad World Heritage Site. The existing stone piece, belonging to the right leaf of the stone tower, is decorated with six-petaled lotus flowers. This object had numerous damages, which had caused problems in its preservation and conservation, such as fracture and lack of integrity. Therefore, the conservation and restoration practices were carried out on the stone piece. Choosing the best intervention method is achieved through understanding the historical, physical, and chemical aspects of the artifact. In this regard, research was conducted in the field of understanding and investigating the cultural history, architecture, nature, and use of the stone tower, and instrumental analyses such as petrography, X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF) have been performed to identify the physical and chemical dimension of the object. The results show that the artifact belonged to the stone tower and was probably built during the reign of Darius. The type of stone used to build the artifact is dolomitic limestone. Using the results of the conducted analyses and based on the principles of restoration fundamentals, preventative conservation and restoration actions were carried out on the artifact. Finally, the stone was placed inside a polyethylene foam frame for display, ensuring visual integrity and allowing reversibility for future restoration efforts.

Keywords: Pasargad's stone tower, stone door, conservation and restoration, petrography, XRD, XRF.

Knowledge of Conservation and Restoration

Vol. 5(1) No.11
May 2022

https://kcr.richt.ir

Pages: 51 to 68

Corresponding Author

Sana Kazemzad Bagha

B.A Conservation and Restoration of Cultural Properties, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Iran

Email
sanakazemzadbaga@gmail.com

Copyright © 2020,Knowledge of Conservation and Restoration. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0. International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

حفاظت و مرمت بخشی از «درِ سنگی» منسوب به برج سنگی پاسارگاد

ثنا کاظم زاد بقا[1]*، مهدی رازانی [2]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی حفاظت و مرمت آثار تاریخی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ایران.

۲. دانشیار، عضو هیئت علمی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ایران.

چکیده

مقاله‌ی پیش رو باهدف حفاظت و مرمت بخشی از «درِ سنگی» برج سنگی محوطه جهانی پاسارگاد است. قطعه‌سنگ موجود که متعلق به لنگه راست درِ سنگی برج سنگی است و با گل‌های نیلوفر شش‌تایی تزیین گشته است. این اثر آسیب‌های متعددی داشته که نگه‌داری و حفاظت اثر را به مشکلاتی همچون، شکستی و عدم یکپارچگی دچار کرده بود. به همین دلیل اقدامات حفاظتی و مرمت بر روی اثر انجام شد. انتخاب بهترین روش مداخله در پی‌شناخت تاریخی، فیزیکی و شیمیایی اثر حاصل می‌شود. در این خصوص پژوهش‌هایی در حوزه شناخت و بررسی تاریخ فرهنگی، معماری، ماهیت و کاربری برج سنگی انجام گشته و آنالیزهای دستگاهی همچون پتروگرافی، پراش اشعه ایکس (XRD)، فلورانس اشعه ایکس (XRF) جهت شناسایی ساختار فیزیکی و شیمیایی اثر انجام گرفته است. نتایج حاصله بیانگر این است که اثر متعلق به برج سنگی بوده و احتمالاً در زمان حکم رانی داریوش ساخته شده است. نوع سنگ استفاده شده از جنس سنگ رسوبی آهکی دولومیتی است. درنهایت با استفاده از نتایج آنالیزهایی که انجام پذیرفت و طبق اصول مبانی مرمت، اقدامات حفاظتی، مرمت پیشگیرانه در رابطه با اثر انجام شد و سنگ مذکور در داخل چارچوبی از جنس فوم پلی‌اتیلن برای نمایش قرار گرفت تا اثر دارای یکپارچگی بصری بوده و توانایی برگشت‌پذیری جهت مرمت‌های آینده را داشته باشد.

واژگان کلیدی: برج سنگی پاسارگاد، درِ سنگی، حفاظت و مرمت، پتروگرافی، XRF، XRD.

فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

سال پنجم، شماره ۱

شماره پیاپی ۱۱، بهار ۱۴۰۱

https://kcr.richt.ir

صفحات: ۵۱ تا ۶۸

نویسنده مسئول

ثنا کاظم زاد بقا

دانش‌آموخته کارشناسی حفاظت و مرمت آثار تاریخی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ایران.

رایانامه

sanakazemzadbaga@gmail.com

مقاله منتخب سیزدهمین همایش دو سالانه حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی – فرهنگی و آرایه‌های معماری

دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

مقدمه

محوطه‌ی باستانی پاسارگاد در تاریخ ۵۴۹-۵۲۹ ق.م بر روی دشت مرغاب (استان فارس، در ۱۴۰ کیلومتری شهر شیراز شهرستان مرودشت کنونی) ساخته شده است. از عناصر معماری بناهای شاخص این مجموعه می‌توان آرامگاه کوروش، کاخ دروازه، تالار بار عام (دیوان‌خانه)، کاخ اختصاصی، تل‌تخت و بوستان پاسارگاد اشاره کرد. بنای دیگر مجموعه پاسارگاد برج سنگی است که در حاشیه‌ی شمالی محوطه قرار دارد. برج سنگی که امروزه از آن فقط یک دیوار باقی‌مانده است و بیشتر مردم آن را به اشتباه مقبره کمبوجیه و زندان سلیمان می‌دانند. بلندی این برج حدود ۱۴ متر بوده و بر روی سکویی سه پله‌ای قرار داشت. ورودی بنا به سمت شمال غربی تعبیه شده و با پلکان ۲۹ پله‌ای به اتاق بالای برج دسترسی داشته است. «درِ سنگی» متعلق به برج سنگی پاسارگاد که امروزه هیچ ردی از آن بر روی بنا باقی نمانده است. تنها قطعه‌هایی که امروزه می‌توان برای مطالعه و بررسی ورودی برج سنگی از آن‌ها استفاده نمود دو قطعه سنگ بوده که یکی از آن‌ها شامل هفت قطعه‌ی تراش خورده و نقش‌دار سفید رنگ است که در سال ۱۳۸۵ ه.ش در بخش شمالی و در ۳۰۰ متری شمال تختگاه در حاشیه مسیر باروی کهن[1] یافت شده است (یزدانی، ۱۳۹۶). قطعه‌ی دیگری که مشابه آن است در اوایل سال ۱۳۲۹ ه.ش توسط علی سامی در منطقه‌ی تختگاه پیدا شده و امروزه در مخزن موزه‌ی تخت جمشید نگهداری می‌شود. قطعه‌ی سنگی اول نمونه‌ی موردمطالعه‌ی این پژوهش است که در پایگاه میراث جهانی پاسارگاد قرار دارد. این قطعه دارای عرض۶۲، طول ۹۷ و به ضخامت ۹ سانتی‌متر است. تزئینات اثر شامل سه روزت گل نیلوفر ۱۲ پر که به پهنای ۱۲/۶ سانتی‌متر در بالا و پایین اثر قطعه سنگ نقر شده و با کادری به‌اندازه‌ی ۳۵ در ۵۹ سانتی‌متر ۲سانتی‌متر از نوار پایین جدا شده است. در تزئینات دوک و مهره ۲ حک شده بر روی سنگ نشانه‌ای از ابزارهای دندانه‌دار و شانه‌دار دیده می‌شود که زمان استفاده از این ابزارها متعلق به دوران تعمیرات داریوش در پاسارگاد است (Nylander, 1970).

در خصوص ورودی برج سنگی و ماهیت قرارگیری قطعات «درِ سنگی» می‌توان گزارش‌های باستان‌شناسی علی سامی در سال ۱۳۳۸ ه.ش، دیوید استروناخ در سال ۱۹۶۳م. را مطالعه نمود و دو رساله‌ی دیگر تحت عنوان «کشف قطعه‌های جدید از ورودی برج سنگی پاسارگاد» نوشته‌ی افشین یزدانی، «بررسی ویژگی‌های فنی و معماری در بنای برج سنگی» نوشته‌ی علی تقوی که هر دو در سال ۱۳۹۶ ه.ش پژوهش شده‌اند اشاره کرد. عملیات پژوهش، حفاظت و مرمت که طی این مقاله بیان می‌گردد تابستان ۱۳۹۹ ه.ش در پایگاه میراث جهانی پاسارگاد انجام شده است. محور اصلی این پژوهش حفاظت و مرمت برگشت‌پذیر از اثر بوده و اتخاذ روش مرمتی مناسب پیچیده‌ترین مرحله‌ی عملیاتی انجام شده بر روی اثر است؛ زیرا طبق گزارش‌های باستان‌شناسی ارائه شده در خصوص ماهیت «در سنگی» بیش‌تر قطعات یافت نشده‌اند پس امکان یافت قطعه‌های جدید در آینده وجود دارد. مرمتی که انجام شد مقطعی بوده و در هنگام یافت قطعه جدید باید شیوه مرمتی جدید انتخاب شود.

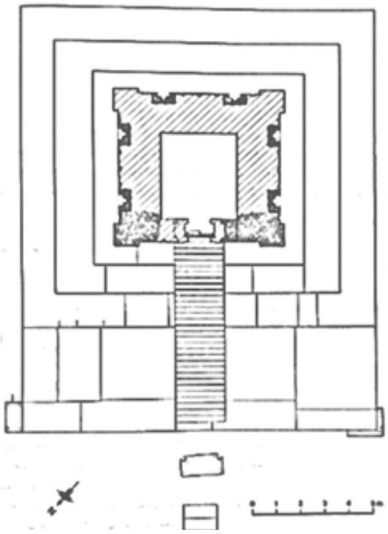
مواد و روش‌ها

روش پژوهش در این نوشتار با توجه به آنچه آمده است، استوار بر روش‌های مطالعه‌ی کتابخانه‌ای، میدانی و محیطی، تجربی و آزمایشگاهی است. در پژوهش‌های کتابخانه‌ای به بررسی ماهیت «درِ سنگی»، شیوه قرار گرفتن قطعات «در»، زمان ساخت قطعه سنگ، پژوهش‌های پیشین و در بخش پژوهش‌های آزمایشگاهی با استفاده از روش‌های دستگاهی متناسب با سؤال‌هایی که مطرح شده به آنالیز نمونه‌ی به‌دست آمده از اثر پرداخته شده است. ازجمله آنالیزهای مورد استفاده در این پژوهش می‌توان به پتروگرافی مقطع نازک اشاره کرد. این آنالیز جهت مطالعه سنگ و تشخیص نوع کانی‌های موجود بر روی نمونه[3] T1 صورت گرفت که در آن مقطعی از نمونه به ضخامت ۳۰ میکرومتر تهیه شد و با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان المپیوس مدل

BX51 بـه بـررسی سـاختار نمونـه پرداختـه شـد. آنالیـز فلورسـانس اشـعه‌ی ایکـس (XRF) روشی دیگـری بـوده کـه بـرای مطالعـه‌ی میـزان و ترکیـب عناصـر شیمیـایی نمونـه انتخـاب گردیـد، دسـتگاه بـه کار گرفتـه شـده در ایـن آنالیـز تولیـد کارخانـه‌ی PHILIPS و مـدل PW 1480 اسـت. پـراش پرتـوی ایکـس (XRD) به‌منظـور شناسـایی فازهـای کریسـتالی، کانی‌شـناسی و تعییـن کیـفی و نیمـه کـمی بـر روی نمونـه‌ی T2 [4] صـورت گرفـت، دسـتگاه مورداسـتفاده در آنالیـز XRD سـاخت کارخانـه‌ی PHILIPS و مـدل PW 3830 بـود کـه هـردو روش XRF و XRD توسـط شـرکت کانسـاران بینالـود آنالیـز شـده و در تفسیـر آنالیـز XRD از نرم‌افـزار Xpert High Score plus نسـخه‌ی ۲۰۱۱ اسـتفاده شـده اسـت. منظـور از پژوهش‌هـای میـدانی بررسی‌هـای انجـام گرفتـه بـر روی بنـای بـرج سـنگی، بـررسی نمونـه مشـابه بـه اثـر و قیـاس ورودی کعبـه زرتشـت بـوده کـه طی پژوهـش جزئیـات و نتایـج هـر یک بیـان می‌شـود. در بحث آسیب‌شـناسی و فن‌شـناسی از نرم‌افـزار اتوکـد جهـت ترسیـم جزئیـات و حالـت کنـونی قطعـه سـنگ اسـتفاده شـده اسـت. دسـتگاه فـرز مـورد اسـتفاده بـرای پاک‌سـازی از اثـر مـدل (Micromotors: T12R114IB110). بـوده اسـت. طرح‌هـا و ترسیم‌هـای محققیـن پیشیـن جهـت درک چگونـگی سـاخت و ماهیـت در سـنگی در طی رونـد پژوهـش اسـتفاده شـده‌اند. بـه خاطـر هـدف برگشـت‌پذیری و ایجـاد تکیـه‌گاه مناسـب بـرای اثـر از فـوم پلی‌اتیلـن[5] جهـت چارچوب‌بنـدی قطعه‌هـای سـنگ اسـتفاده گردیـد. بـرای اینکـه فـوم پلی‌اتیلـن بـه شـکل و فـرمی مناسـب جهـت جای‌گیـری قطعـات سـنگ تبدیـل شـود از دسـتگاه بـرش[6] CNC مـدل VMC1000E بـرای بـرش فـوم اسـتفاده شـد.

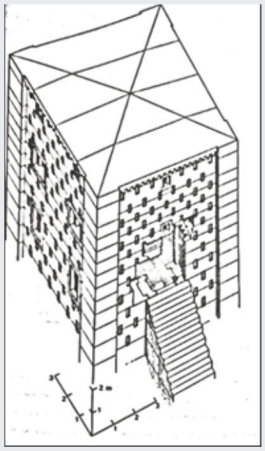
معرفی و مستندسازی اثر مورد مطالعه

در قسـمت شـمالی محوطـه پاسـارگاد بقایـای بـرج سـنگی دیـده می‌شـود کـه بلنـدی ایـن بنـا حـدود ۱۴ متـر بـوده و بـر روی سـکویی سـه پلـه‌ای قـرار دارد. در زمـان سـاخت کعبـه‌ی زرتشـت در نقـش رسـتم از ایـن بنـا الگوبـرداری شـده اسـت. سـنگ‌های مورداسـتفاده در سـاخت ایـن بنـا از نـوع سـنگ‌های سـفید مرمـر اسـت کـه احتمـال می‌رود از معـدن کـوه سیونـد اسـتخراج شـده باشـد و در پنجره‌هـای کـور بنـا هـم از سـنگ سیـاه آهـکی اسـتفاده شـده اسـت. نمـای دیـوار تعـداد زیـادی تورفتـگی مسـتطیل شـکل دارد کـه به‌عنـوان تزئینـات بنـا و بـه قصـد زیباسـازی ایجـاد شـده اسـت (تقـوی، ۱۳۹۶). ورودی، یـکی از بخش‌هـای مهـم بنـا اسـت کـه در قالب‌هـای «در» و سـر در سـاخته می‌شـود. می‌تـوان بـا شـناخت شیوه‌هـا و نگاره‌هـای پیشیـن اقـدامی مهـم در راسـتای احیـا هویـت فرهنـگی معمـاری تاریـخی برداشـت. ورودی بنـا یـکی از عناصر مهم سـازه محسـوب می‌شـود. درگذشـته «درِ ورودی» نسـبت به سـایر اجـزای بنـا از ویژگی‌هـای خـاصی برخـوردار بـوده زیـرا به‌عنـوان یـک عنصـر رابـط بیـن بیـرون و درون بنـا محسـوب می‌شـد و از لحـاظ زیبـایی بصری نیز شـاخصه‌ای مهـم بـرای تشـخیص ارزش هویـت و معمـاری هـر بنـا بـوده اسـت (رجبی، ۱۳۸۹). ورودی بنـای بـرج سـنگی نیـز می‌توانـد بیانگـر هویـت و کارکـرد ایـن بنـا باشـد چنانچـه باستان‌شناسـان دلیـل وجـود حفره‌هـا بـر روی قطعه‌سـنگ مـورد مطالعـه را بـرای تهویـه هـوا و جلوگیـری از خامـوش شـدن آتـش موجـود در بـرج سـنگی می‌داننـد و تأکیـد بـر آتشـکده بـودن ایـن بنـا دارنـد (سـامی، ۱۳۳۸). ورودی بـرج سـنگی بـه سـمت شـمال غـربی قرارگرفتـه و از طریـق ۲۹ پلـکان بـه اتـاق بـالای بـرج می‌رسـید. راه‌پلـهٔ اتصـالی بـه در ورودی در اصـل بـه اتـاقی تـک و بـدون پنجـره در بخـش فوقـانی بنـا راه داشـته اسـت (شـکل ۱).



شکل ۱. پلان بازسازی شده برج سنگی (استروناخ، ۱۳۷۹).

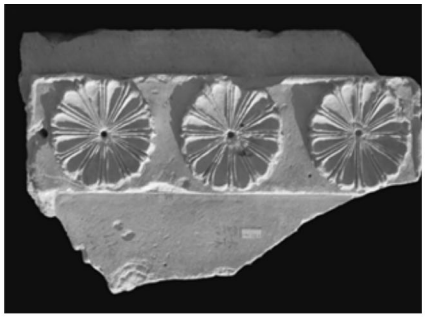
شکل ۲. عکس برج سنگی (ضلع شمالی محوطه جهانی پاسارگاد).



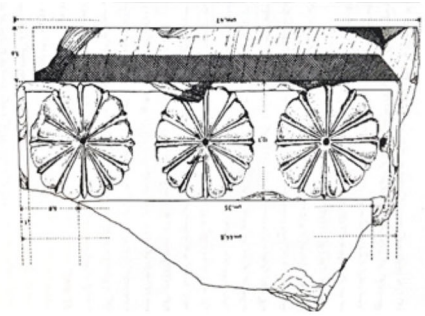
شکل ۳. بازسازی سه‌بعدی نیمه فوقانی برج سنگی (استروناخ، ۱۳۷۹).

همانطور که در شکل ۲ دیده می‌شود بخش زیادی از کلاف در ورودی تخریب شده ولی آنچه بر جامانده کافی است تا در قیاس با جزئیات کعبهٔ زرتشت امکان بازسازی ورودی اصلی «درِ سنگی» مانند شکل ۳ را فراهم کند. از نشانه‌های تَراش باقیمانده روی آستانهٔ «درِ سنگی» واضح است که چارچوب اصلی حالت کاذَب را تکرار می‌کرده و تنها جنبه تزئیناتی داشته است. به‌علاوه همان‌طور که از علائم بست در بالای رج سوم دیده می‌شود دو کلاف از سنگ یکپارچهٔ سفیدرنگ به ارتفاع ۱۸۳ سانتی‌متر قرار داشته که اکنون از بین رفته است. همچنین علائم سطح آستانه نشان می‌دهد که ورودی ۹۴ سانتی‌متر عرض داشته و با دری دو لنگه بسته می‌شده که در پاشنه‌ای سوراخ‌دار با قطری حدود ۱۶ سانتی‌متر می‌چرخیده است (استروناخ، ۱۳۷۹).

در پی کاوش‌های انجام شده در سال ۱۳۲۹ ه.ش و یافت قطعه‌ی مشابه با قطعه‌سنگ مورد مطالعه نظریه‌هایی توسط علی سامی و دیوید استروناخ ارائه شد. این نظریه‌ها بیان می‌کرد که هر دو قطعه منسوب به برج سنگی بوده ولی با این تفاوت که هر دو در یک برهه‌ی زمانی ساخته نشده‌اند. قطعه‌سنگی که در شکل ۴ قابل مشاهده است در اوایل سال ۱۳۲۹ه.ش توسط علی سامی در نزدیکی تل تخت یافته شد که ابعادی به طول ۴۷، ارتفاع ۳۰/۵ و ضخامت ۱۰/۷ سانتی‌متر دارد (شکل ۵). تزئینات قطعه‌سنگ شامل



شکل ۴. قطعه سنگ یافت شده در سال ۱۳۲۹ ه.ش توسط علی سامی (یزدانی،۱۳۹۶).



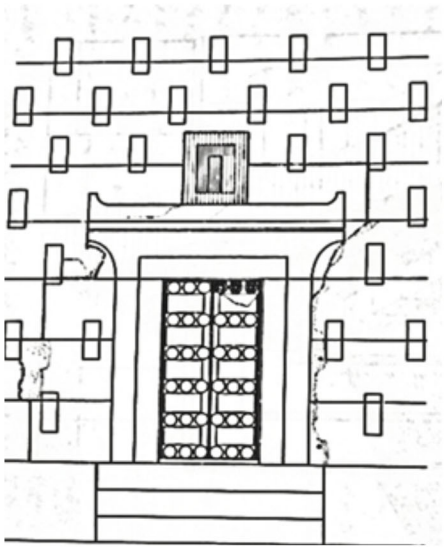
شکل ۵. طرح اجرا شده از نمونه مشابه سنگ مورد مطالعه (استروناخ، ۱۳۷۹).

سه روزت گل دوازده پر که بر یک سمت سنگ نقر شده است. طبق اشکالی که گل‌های حک شده بر روی سنگ دارند رواج این نوع حکاکی سنگ به تاریخ ۵۳۰ تا ۵۴۰ ق.م برمی‌گردد و در هنر هخامنشی فقط در نقش حاشیهٔ لباس انسان بالدار در کاخ دروازه دیده می‌شود (شاپور شهبازی، ۱۳۸۰).

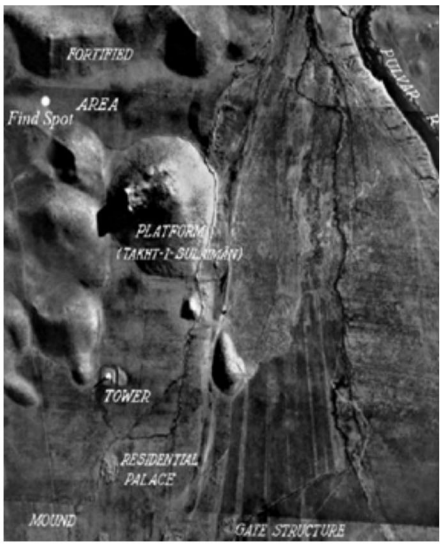
دیوید استروناخ بر اساس محاسبات و اندازه‌گیری‌هایی که از قطعه یافته شده توسط علی سامی انجام داد بیان می‌کند که «درِ» اصلی برج سنگی ۱۷۷ سانتی‌متر ارتفاع داشته و با شش ردیف نوار تزئینی گل دوازده پر سه‌تایی به عرض ۱۲/۷ سانتی‌متر تزیین شده که بین آن‌ها پنج قاب قرار می‌گرفته، آراسته شده است (Stronach, 1978). طبق طرحی که دیوید استروناخ بازسازی کرده است هر لنگه «درِ برج سنگی» شامل پنج قطعه سنگ بوده و هر قطعه سنگ با سه گل نیلوفر تزئین شده است. این قطعات به‌صورت عمودی بر روی هم قرار می‌گرفتند و یک لنگه‌ی «در» را تشکیل می‌دادند. قطعه سنگی که در شکل ۴ نشان داده شده بر اساس نظر وی متعلق به قسمت بالای لنگه راست «درِ سنگی» است (شکل ۶).

در سال ۱۳۸۵ه.ش طی جریان کشاورزی در ضلع شمالی محوطه، در حدود ۳۰۰ متری شمال تختگاه در حاشیهٔ مسیر باروی کهن قطعه سنگ یافته شد (شکل ۷) که نمونه مطالعاتی این پژوهش است (شکل ۸). ابعاد این قطعه سنگ به عرض ۶۲، طول ۹۷ و ضخامت ۹ سانتی‌متر است. تمام سطح این قاب نشانه‌ای از ابزار دندانه‌دار یا شانه‌ای دارد. نوار گل پایین این قاب بیشتر از نوار بالایی آسیب‌دیده که فقط یک گل از سه گل باقی‌مانده است. این اثر شامل هفت قطعه‌سنگ که طی زمان شکسته شده و آسیب‌های متعددی دیده است[۷]. با توجه به ابعاد اثر می‌توان قطعه سنگ را تنها به ورودی برج سنگی پاسارگاد نسبت داد (شکل ۹). بر اساس ابعاد نهایی «درِ سنگی» به نظر می‌رسد که این لنگه به همراه لنگهٔ هم‌اندازه دیگر خود که قطعه‌های دیگری از آن یافت نشده است مربوط به یک «در» با ورودی به پهنای ۹۰ تا ۹۷ سانی‌متر باشد (یزدانی،۱۳۹۶).

قسمت بالای اثر یک نوار تزئینی افقی از طرح تخم‌مرغی، دوک و مهره اجرا شده که قسمت کمی از این طرح باقی‌مانده و آسیب‌دیده است. بخش اعظم



شکل ۶. طرح بازسازی ورودی برج سنگی (دیوید استروناخ،۱۳۷۹).



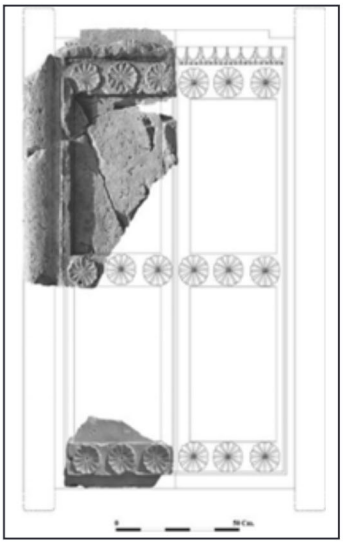
شکل ۷. نقشه هوایی از دشت مرودشت محل کشف در سنگی (اشمیت، ۱۳۳۱).

شکل ۸. نمونه‌ی مطالعاتی پژوهش، قطعه‌ی یافت شده در سال ۱۳۸۶ ه.ش.

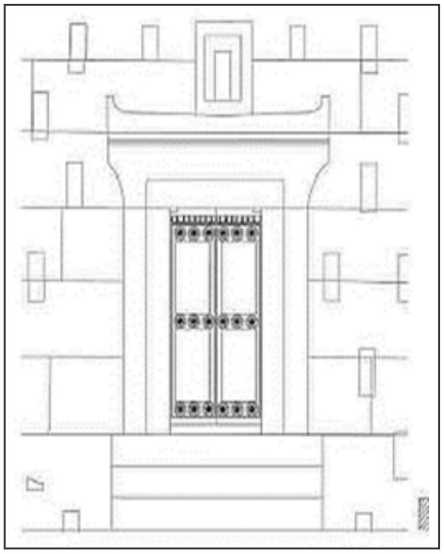
شکل ۹. طرح اجراشده از قطعه‌ی سنگ مورد مطالعه.

این طرح‌های اجرا شده ریشه در هنر یونانی دارند و حکاکی مشابه نمونه را می‌توان در نقش‌های حکاکی شده دوره‌ی داریوش در بنای تخت جمشید و شوش مشاهده کرد ازجمله در بخش‌های سرستون‌ها در زیر و بالای بخش نخلچه‌ی سرستون‌ها، در زیر تزئینات مصری، بالای درگاه‌های کاخ تچر و در نمای آرامگاه‌ها در بالای تخت شاهی به شکل مشبک و کاملاً مسطح دیده می‌شود (Boardman, 2000). در انتهای نوار تزئینات دوک و مهره سه گل نیلوفر دوازده پر به عرض ۱۲/۶ سانتی‌متر نقر شده است که به‌وسیله‌ی یک کادر مستطیل شکل فرورفته به‌اندازه‌ی ۵۹ در ۳۹ سانتی‌متر ۲ سانتی‌متر از نوار پایین جدا شده است. گل نیلوفر (گل خورشید) نشانه‌ی شادباش، همگی بازگوکننده‌ی اعتقاد احترام به این گیاه و هدیه اهورایی است. در دیدگاه انسان سنتی، هر جز طبیعت و نیز هر کنش آن، خود وسیله و علامتی فهم اسرار جهان است. نماد آناهیتا نیلوفر آبی است. این طرح گل نیلوفر بر سر در ورودی آرامگاه کوروش حکاکی شده است (باقری، ۱۱۳۷).

نوار پایینی که تنها یک گل از سه گل آن باقی‌مانده است و بخش زیادی از نوار تخریب شده است. شیوه اجرا و نقر گل‌ها بر روی قطعه‌سنگ و دیگر حکاکی‌های اجرا شده در محوطه‌ی پاسارگاد بیانگر تأثیر و اقتباس هنر حکاکی یونانی بر روی هنرمندان ایرانی بوده است که طبق گفته نیلدر احتمال حضور هنرمندان سنگتراش یونانی و لیدی در زمان حکومت کوروش در پاسارگاد وجود دارد (Nylander, 1970). تزئینات تخم‌مرغی و دوک مهره در هنر یونان به‌صورت نواری در حاشیه بالایی بخش‌های معماری کاربرد داشته است و پس از بررسی قطعه‌ی تازه یافت شده و مقایسه آن با قطعه‌ی کشف شده در سال ۱۳۲۹ ه.ش می‌توان دریافت که قطعه‌سنگ بدون تزئین یافته شده توسط سامی به بخش بالای درگاه سمت چپ ورودی برج و قطعه‌ی یافته شده در سال ۱۳۸۵ ه.ش به بخش پایین ورودی (شکل ۱۰) تعلق دارند. دو لنگه «در» با ابعادی به عرض ۴۷ و ارتفاع ۱۸۲ سانتی‌متر تنها می‌تواند متعلق به ورودی برج سنگی باشد زیرا بین بناهای پاسارگاد فقط برج سنگی دارای ورودی باریک است. طی بررسی‌های انجام شده قطعه سنگ متعلق به یک ورودی با عرض ۹۰ تا ۹۷ سانتی‌متر بوده و این ابعاد تنها با ورودی برج سنگی تطابق دارد. طرح بازسازی شده نمونه‌ی تازه کشف شده در شکل ۱۱ آمده است (Stronach, 1978).



شکل۱۰. بازسازی ورودی برج سنگی پاسارگاد بر اساس ترکیب موقعیت قطعهٔ در سنگی نویافته و قطعهٔ در سنگی به‌دست‌آمده توسط علی سامی (یزدانی، ۱۳۹۶).

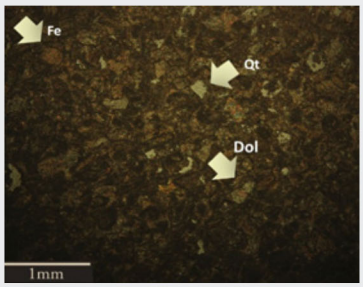


شکل ۱۱. بازسازی ورودی برج سنگی پاسارگاد و موقعیت قطعه‌های موجود در ساختار اصلی بنا (استروناخ، ۱۳۷۹).

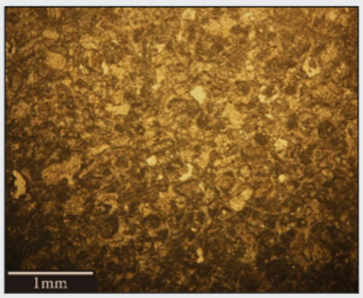
نتایج و بحث در یافته‌ها

مطالعه‌ی مقطع نازک (پتروگرافی)

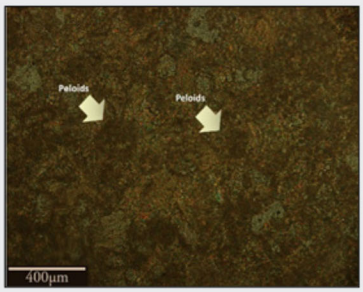
نتایج بررسی مقطع نازک نمونه‌ی T1 تحت نور پلاریزه و با استفاده از میکروسکپ نوری نشان‌دهنده‌ی این است که نمونه موردمطالعه ریزبلور بوده و سیمان اسپارایتی دانه‌ریز تا دانه‌درشت بخش عمده این مقطع را پوشانده است. اکثر آلکوم‌های[8] تشکیل‌دهنده مقطع پلوئید[9] و مقدار کمتر اینتراکلست[10] است (شکل۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷). پلوئیدهای تشکیل‌دهنده این سنگ میکریتی است از ناخالصی موجود در آن می‌توان به اکسیدهای آهن، چرت و کوارتز اشاره کرد. منافذ سیمان فشار در دانه‌ها را نشان می‌دهد تنش در نقاطی که دانه‌ها به هم می‌رسند متمرکز است (شکل۱۲ و۱۳). در میان اتصالات دانه‌ها به یک دیگر رگه‌های از آهن دیده می‌شود و ازنظر بافت



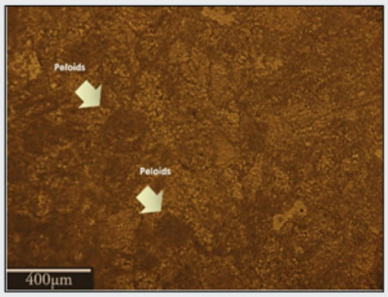
شکل۱۲. تصویر با آنالیزاتور از مقطع نازک نمونه‌ی مورد بررسی شده با بزرگنمایی ۴X، نشان‌دهنده‌ی کانی دولومیت، آهن و کوارتزهای متعدد در بافت مقطع سنگ است.



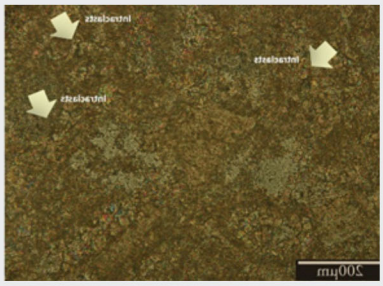
شکل ۱۳. تصویر بدون آنالیزاتور از مقطع نازک نمونه مورد بررسی شده با بزرگنمایی ۴X، نشان‌دهنده‌ی ماتریکس متراکم و فشرده سنگ است.



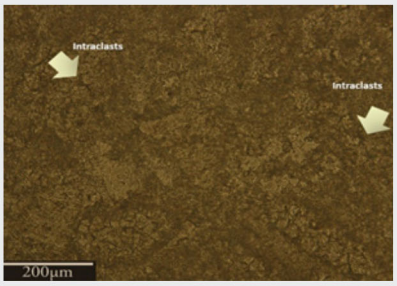
شکل ۱۴. تصویر با آنالیزاتور از مقطع نازک نمونه‌ی مورد بررسی شده با بزرگنمایی ۱۰X، یکی از آلکوم بافت سنگ رسوبی پلوئیدها در بزرگنمایی ماتریکس نمونه دیده می‌شود.



شکل ۱۵. تصویر بدون آنالیزاتور از مقطع نازک نمونه مورد بررسی شده با بزرگنمایی ۱۰X، یکی از آلکوم بافت سنگ رسوبی پلوئیدها در بزرگنمایی ماتریکس نمونه دیده می‌شود.



شکل ۱۶. تصویر با آنالیزاتور از مقطع نازک نمونه‌ی مورد بررسی شده با بزرگنمایی ۲۰X، یکی از آلکوم بافت سنگ رسوبی اینتراکلست ها در بزرگنمایی ماتریکس نمونه دیده می‌شود.

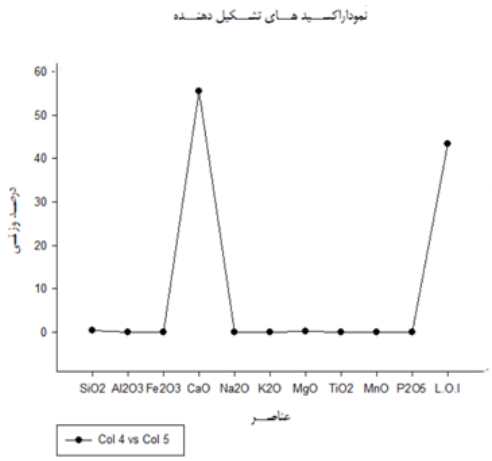


شکل ۱۷. تصویر بدون آنالیزاتور از مقطع نازک نمونه‌ی مورد بررسی شده با بزرگنمایی ۲۰X، یکی از آلکوم بافت سنگ سوبی اینتراکلست ها در بزرگنمایی ماتریکس نمونه دیده می‌شود.

(ماتریکس) سیمان نمونه از نوع اسپارایت[11] ریزدانه (کلسیت بلورین) متراکم است و فضای خالی کمی در آن مشاهده می‌شود. در زمینه‌ی سنگ ترکیبات از آهن آغشته تشکیل شده که فاقد فسیل است (شکل ۱۵ و ۱۶) میزان فراوانی اکسید آهن در نمونه بیش از ۵ درصد نیست (Scholle, 2003) و (سعیدی، ۱۳۹۶).

تعیین ترکیب شیمیایی از طریق آنالیز XRF

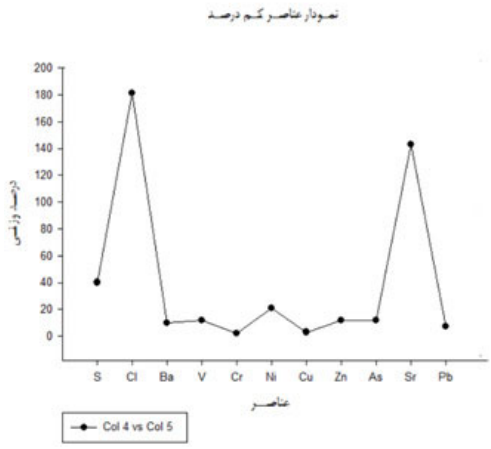
در رابطه‌با شناسایی عناصر و مواد تشکیل‌دهنده «درِ سنگی» مطالعات دستگاهی فلورانس اشعه ایکس بر روی نمونه‌ی T2 انجام شد. آنالیز XRF جهت شناسایی و تعیین کمی عناصر تشکیل دهنده نمونه مطالعاتی انجام گرفت و نتایج به‌دست آمده نشانگر ترکیباتی شامل: اکسید کلسیم (CaO)، اکسید سیلیسیم (SiO_2)، اکسید آلومینیوم (Al_2O_3)، اکسید آهن (Fe_2O_3)، اکسید سدیم (Na_2O)، اکسید پتاسیم (K_2O)، اکسید منیزیم (MgO)، اکسید منگنز (MnO)، اکسید فسفر (P_2O_5)، مواد فرار و عناصر سبک (L.O.I) است. مقدار عناصر اصلی نمونه‌ی آنالیز شده از اثر برحسب درصد وزنی در شکل ۱۸ قابل مشاهده است (جدول ۱).



شکل ۱۸. نمودار اکسیدهای تشکیل‌دهنده‌ی سنگ بر اساس
درصد وزنی در آنالیز XRF.

جدول ۱. مقدار اکسیدهای تشکیل دهنده‌ی نمونه‌ی مطالعاتی بر اساس درصد وزنی در آنالیز فلورسانس اشعه ایکس.

Main oxid	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	MnO	P_2O_5	MgO	L.O.I
W %	0.44	0.01	0.01	55.49	0.01	0.01	0.021	0.001	0.014	0.24	43.44



شکل ۱۹. نمودار عناصر جزئی تشکیل‌دهنده سنگ بر اساس
درصد وزنی در آنالیز XRF.

جدول ۲. مقدار عناصر جزئی تشکیل دهنده نمونه‌ی مطالعاتی بر اساس واحد ppm در آنالیز فلورسانس اشعه ایکس.

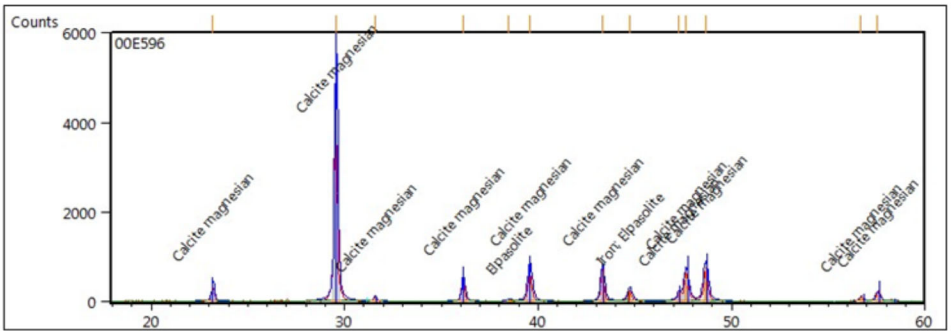
Minor elements	S	Cl	Ba	V	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Sr
ppm	40	181	10	12	2	21	3	12	12	143

نتایج فازهای کریستالی از طریق آنالیز XRD

آنالیز پراش پرتو ایکس به‌منظور شناسایی فازهای کریستالی بر روی نمونه‌ی T2 انجام شده است و نتایج به‌دست‌آمده و مقایسه آن با الگوی پراش نشان می‌دهد که فاز همان دولومیت[12] $CaMg(CO_3)_2$ بوده و در کنار کلسیت ثانویه می‌توان ترکیباتی همچون سدیم پتاسیم، آهن را شناسایی کرد (شکل ۲۰). کربنات کلسیم و منیزیم اجزای تشکیل‌دهنده‌ی دولومیت هستند و بیش‌تر $CaCO_3$ رسوبی به‌وسیله محلول‌های منیزیم‌دار ایجاد می‌شوند. این کانی که بی‌رنگ، قهوه‌ای مایل به زرد است. ترکیبات آهن از دیگر مواردی هستند که دیده می شوند و در طول زمان یکی از عوامل تخریب سنگ به شمار می‌روند. سنگ کربناته جزو گروه سنگ‌های شیمیایی و بیوشیمیایی محسوب می‌شوند (جدول ۳).

تعیین منشأ خام اثر

در مطالعه‌ی «درِ سنگی» و قطعات آن، بررسی معدن و بستر زمین‌شناختی که سنگ خام مورد استفاده ازآنجا به‌دست آمده دارای اهمیت بسیار است. بی‌شک دلایل زیادی ازجمله سهولت معدن‌کاری، نزدیکی معدن، غنی بودن ماده و کیفیت سنگ سبب شده است که انتخاب صنعت‌گر جهت برداشت سنگ از معدن خاصی باشد. انتخاب ماده خام اولیه موردنیاز بر اساس ویژگی‌های مکانیکی، بافت سنگ، خواص فیزیکی صورت می‌گیرد. بررسی ساختار «درِ سنگی» سبب می‌شود تا معدن به‌کار رفته در ساخت اثر را شناسایی کرد. سنگ استفاده شده در ساخت اثر از نوع آهکی کربناته بوده و در مجموعه‌ی پاسارگاد از این نوع سنگ به‌وفور دیده می‌شود. با مقایسه‌ی نتایج حاصل از آنالیزهای انجام شده در این پژوهش و نتایج پژوهش‌های پیشین که بر روی سنگ‌های معدن



شکل ۲۰. اطیف پراش پرتوایکس.

جدول ۳. نتایج آنالیز پراش پرتوایکس از نمونه‌ی مطالعاتی T2.

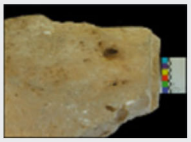
Ref	Compound Name	Chemical Formula
2335-086-01	Magnesium Calcium Carbonate	$(Mg.064\ Ca.936)\ (CO_3)$
0721-087-01	Iron	Fe
0701-003-00	Potassium Sodium Aluminum Flourine	$K_2\ Na\ Al\ F_6$

باستانی سیوند انجام شده بود به این نتیجه می‌توان رسید که خصوصیات میکروسکوپی و فازی نمونه‌ی معدن سیوند با نمونه‌ی مطالعاتی این پژوهش ساختار مشابه به هم دارند و احتمال اینکه منشأ خام سنگ مورداستفاده در ساخت این اثر از معدن باستانی سیوند باشد زیاد است (سعیدی، ۱۳۹۶).

آسیب‌شناسی اثر

شالوده و قطعات شکسته شده بیان می‌کند که قطعه‌سنگ در طول زمان در معرض تخریب‌های متعددی قرار گرفته و علت این آسیب‌ها می‌تواند تغییر دما، تأثیرات رطوبتی در محیط اطراف پیرامون محل قرارگیری اثر باشد. مشاهدات میدانی و ریزساختار شناسی بر روی سنگ‌های کرم رنگ مجموعه‌ی پاسارگاد بیانگر این است که مهم‌ترین عامل در فرسایش این سنگ‌ها اجتماع بیولوژیکی ازجمله گلسنگ‌ها بوده و رطوبت نیز تأثیر زیادی در این فرایند داشته است (شکفته، ۱۳۹۶). گلسنگ‌ها برروی سنگ‌ها مستقر می‌شوند و به دلیل ساختار متخلخل‌ای که سطح سنگ آهکی دارد رطوبت محیط را در خود نگه می‌دارد که این عامل شرایط رشد گلسنگ‌ها را مهیا کرده و گلسنگ‌ها را در مقابل عوامل محیطی از جمله باد مقاوم‌تر می‌کند. در بررسی قطعه‌سنگ آسیب‌های فیزیکی متعددی نسبت به آسیب‌های شیمیایی دیده می‌شود ازجمله از این آسیب‌ها می‌توان به شکستگی‌ها، ترک و لب‌پریدگی اشاره کرد (جدول ۴ شکل ۱) برخی از این آسیب‌های سنگ از تلفیق فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده، به‌عنوان مثال آب که در نوع خود یک عامل شیمیایی است که سبب انحلال در

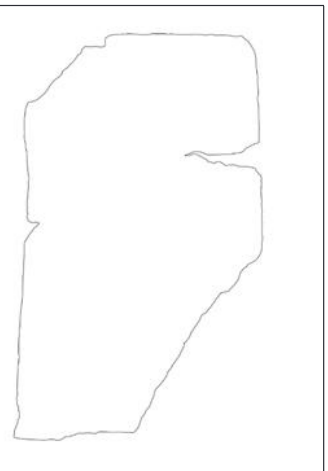
جدول ۴. بخشی از آسیب‌های قطعه‌های سنگ.

	لب‌پریدگی در قطعه‌ی S6
	کرمو شدگی در قطعه‌ی S5
	کرمو شدگی به خاطر رشد گلسنگ بر روی قطعه‌ی S5
	رسوبات نمک پشت قطعه‌ی S7
	رسوبات سخت (کبره‌های نمک) پشت قطعه‌ی S4

سنگ (به‌خصوص در سنگ‌های آهکی) است، زمانی که در مسیر ترک‌ها و شکاف سنگ قرار می‌گیرد (چه به‌صورت نسبی و چه به‌صورت نزولی) باعث افزایش و پیشرفت ترک می‌شود و درنهایت شکستگی در سنگ رخ می‌دهد. انحلال‌پذیری کلسیت و اشکال بلوری دیگر کربنات کلسیم در آب خالص با افزایش دما کاهش می‌یابد ولی درصورتی‌که ناخالصی در آب وجود داشته باشد سرعت انحلال‌پذیری سنگ را افزایش می‌دهد ازجمله از این ناخالصی‌ها می‌توان به دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد و سایر گازهای موجود در هوا اشاره کرد. محلول‌های اسیدی تشکیل شده کربنات کلسیم موجود در سنگ آهکی را حل می‌کند و سبب پدید آمدن حفره‌های ریز و درشت در سنگ می‌شود که ازدحام و اتصال این حفرات کرموشدگی در سنگ را در پی دارد (شیروانی، ۱۳۸۷). کرموشدگی اثر هم به خاطر آب و هم به علت عوامل بیولوژیکی به‌خصوص گلسنگ می‌تواند پدید آید گلسنگ نیز به دو طریق می‌تواند سبب کرموشدگی شود یک به‌صورت بیولوژیکی که قادر به حفاری مستقیم در سطح سنگ هستند و می‌توانند منافذ کوچکی را در سطح سنگ ایجاد کنند و دوم با تشکیل اسیدهای آلی سبب انحلال سنگ می‌شوند و فرایند کرموشدگی رخ می‌دهد (جدول ۴ شکل۳). کرموشدگی بیش‌تر در قطعه‌ی S5 مشاهده می‌شود (جدول ۴ شکل ۲) کبره‌ها و شوره‌های نمک که بیش‌تر در پشت اثر وجود داشت و طی آزمایش شناسایی نمک که به روش شیمی‌تر بر روی رسوبات انجام شد نشانگر وجود آنیون‌های کلر، فسفات، سولفات و نیترات در نمونه رسوبات است. نمک‌های موجود بر روی قطعه‌سنگ محصول ترکیبات خاک محیط پیرامونی هستند که اثر در طول زمان در آن قرارگرفته است (جدول ۴ شکل ۴ و ۵) طبق مشاهدات و دلایلی که بیان شد در نگاه کلی آسیب‌های لب‌پریدگی، پوست انداختن، گردشدگی، فرسایش، قسمت مفقود، سوراخ، کرموشدگی، کبره نمکی، کبره رسوباتی، چرک شدگی بر روی اثر دیده می‌شود (رازانی، ۱۳۹۰) (شکل۲۱). هریک از این آسیب‌ها به خاطر برهمکنش پیچیده‌ای از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی است که باعث فرسایش در سنگ می‌شود.

عملیات انجام‌گرفته به‌منظور حفاظت و نگهداری از اثر

با توجه به نقش اساسی «درِ سنگی» در تعیین ماهیت ورودی برج سنگی و منحصر بودن آن، انتخاب شیوه



شکل ۲۲. طرح خطوط محیطی اثر طراحی شده با نرم‌افزار اتوکد.

شکل ۲۳. قرار دادن قطعه سنگ روی ماسه بادی جهت عکاسی از اثر.

شکل ۲۴. عکس‌برداری دقیق از اثر (صالحی، ۱۳۹۹).

شکل ۲۵. عکس پایانی اثر از مخزن پایگاه جهانی پاسارگاد (حسینی گورجی، ۱۴۰۱).

مرمتی نیاز به بررسی‌های متعددی داشته و بر اساس اینکه قسمت‌های زیادی از در سنگی یافت نشده است و بخش محدودی از اثر باقی‌مانده است، محوریت اقدامات حفاظتی بر پایه‌ی اصل برگشت‌پذیری انتخاب گردید. به دلیل اینکه اثر بتواند در طول زمان در مجاورت با فرایندهای شیمیایی و فیزیکی ثابت بماند و یکپارچگی‌اش دچار مشکل نشود تصمیم گرفته شد که چارچوبی از جنس فوم پلی‌اتیلن ساخته شود تا قطعات سنگ در آن قرار گیرند. پس از اتخاذ شیوه‌ی مرمتی و مستندنگاری اثر شروع به پاک‌سازی قطعات اثر مذکور از طریق روش‌هایی همچون پاک‌سازی خشک برای رسوبات نرم با استفاده از دستگاه فرز و برای رسوبات سخت از روش پاک‌سازی تر با حلال ضعیفی همچون آب مقطر، اتانول صورت گرفت.

جهت قرارگیری قطعات در داخل فوم باید با طرحی توسط دستگاه برش انجام شود. پس بر این اساس طرحی از خطوط محیطی اثر در نرم‌افزار اتوکد تهیه شده و در بخش داده دستگاه CNC وارد شد (شکل ۲۲) لبه‌های شکسته قطعات سنگ هنگام قرار گرفتن کنار هم از یکدیگر فاصله داشتند و این عامل باعث کاهش دقت در عکاسی و طراحی اثر می‌شد برای رفع این مشکل قطعات بر روی ماسه‌بادی قرار گرفت تا عملیات ترسیم برش اثر دقیق‌تر باشد (شکل ۲۳ و ۲۴).

دستگاه طرح رسم شده را با ضخامت ۴ سانتی‌متر با استفاده از تیغه‌های برش و بر روی فوم پلی‌اتیلن اجرا کرد. به خاطر عدم برگشت‌پذیری دستگاه برش CNC طرح اجرا شده دقیق و مطابق با شکل و حجم اثر رسم شد. درنهایت چارچوبی از جنس فوم پلی‌اتیلن مطابق با شکل و فرم قطعه‌سنگ تولید شد.

قطعه‌های سنگ‌بر جای خود در چارچوب قرار گرفتند. این چارچوب «در سنگی» امروزه در مخزن پایگاه جهانی پاسارگاد بر روی میز فلزی چرخ‌دار (برای سهولت در حمل‌ونقل) که سطح آن از ورق پلی‌اتیلن قرار دارد (شکل ۲۵).

نتیجه‌گیری

قطعه سنگ مشابه اثر که در ابتدای دهه‌ی پنجاه میلادی توسط علی سامی یافت شده است در نگاه کلی تفاوتی چندانی با اثر ندارد. ولی در جزئیات تفاوت فنی و ساختاری بین آن‌ها دیده می‌شود. اولین

وجه تمایز که بین این دو قطعه به چشم می‌خورد پرداخت‌های اجرا شده روی سنگ‌ها است. پرداخت اجرا شده بر روی اثر مورد مطالعه با ابزارهای شانه‌ای و یا دندانه‌دار بوده درصورتی‌که در اثر مشابه هیچ‌یک از این خطوط و پرداخت‌ها دیده نمی‌شود نکته جالب توجه این است که ردی از این پرداخت‌ها و ابزارهای دندانه‌دار در ساخت برج سنگی به کار نرفته است فقط در بخش شمالی سکو بخشی از این رد قلم‌ها دیده می‌شود. تفاوت مهم دیگری که به چشم می‌خورد نوع سنگ استفاده شده در هر دو نمونه است در نمونه مورد مطالعه از سنگی استفاده شده است که دارای رگه‌های زیاد همراه با حفره و خوردگی‌های وسیع است ولی بالعکس در قطعه مشابه کیفیت بهتر بوده و کمتر حفره و خوردگی دیده می‌شود. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان به این نتیجه رسید که هر دو قطعه در سنگی با توجه به ابعاد، اندازه و شباهتی که به هم دارند متعلق به برج سنگی هستند ولی با این تفاوت که احتمال دارد که قطعه مورد مطالعه متعلق به زمان مرمت‌ها و تعمیر جدیدتر مرتبط به همان دوره هخامنشی باشد. بنا به آنالیزهای انجام شده و نتایج آزمایش‌ها احتمال می‌رود منشأ سنگ مورد مطالعه مانند نمونه‌های دیگر سنگ‌های آهکی پاسارگاد که از معدن باستانی سیوند استخراج شده‌اند، باشد.

چنان‌چه در بخش معرفی اثر هم بیان شد قطعات شکسته کامل یافت نشده است و احتمال اینکه قطعه‌ای جدید یافت شود زیاد است به همین سبب حفاظت از قطعه‌سنگ را دشوار کرده و مسیر مرمتی را دچار چالش می‌کند بر این اساس تصمیم گرفته شد که روش مرمتی اجرا گردد که برگشت‌پذیری اولویت هدفش باشد زیرا در هنگام یافته شدن قطعه جدید مرتبط با اثر برگشت‌پذیری چنان باشد که به ماهیت اثر لطمه نزند و اثر با کمترین دخالت به حالت قبل مرمت خود بازگردد. پس از بررسی‌های انجام شده تصمیم بر چارچوب‌بندی و فریم بندی اثر شد تا قطعات اثر از زوال و پراکندگی حفظ شوند و حتی‌الامکان وحدت بصری خود را حفظ کنند در صورتی هم که قطعه‌ای جدیدی یافت شود قطعات از چارچوب جدا شده و روش مرمتی جدیدی باید اتخاذ گردد. انتخاب ماده‌ای متناسب برای چارچوب‌بندی و یا قاب‌بندی اثر بسیار مهم است زیرا کم‌ترین دگرگونی و یا سستی در این ماده سبب تغییر ماهیت و آسیب‌های فیزیکی و شیمیایی در طول زمان‌بر روی اثر خواهد شد. فوم پلی‌اتیلن بهترین گزینه برای فرم‌بندی اثر است زیرا هم‌توان شکل‌پذیری بالایی دارد و در برابر عوامل فرسایش مقاوم است. برای قرارگیری قطعات در داخل فوم پلی‌اتیلن طرحی از خطوط محیطی اثر تهیه شده که در بخش داده دستگاه برش CNC گذاشته شد طبق اندازه و شکل این طرح دستگاه شروع به برش دادن فوم کرد. این داده در نرم‌افزار اتوکد پیوست خورده و طرح نهایی برای برش دستگاه CNC آماده شده. در حال حاضر قطعه سنگ چارچوب‌بندی شده در انبار پایگاه میراث جهانی پاسارگاد واقع شده است و در صورت فراهم بودن امکانات می‌تواند به نمایش گذاشته شود ولی باید به تکیه‌گاه و جایگاه اثر توجه شود تا توان نگهداری اثر را داشته باشد. بهترین روش برای نمایش اثر در موزه، قرار دادن آن بر روی سطح شیب‌داری است که می‌تواند از جنس ورق تفلون باشد و هوا به‌صورت مداوم در حال جریان باشد. برای فهم کلیت و ماهیت اثر ترسیمی از کل «در سنگی» برج سنگی در کنار اثر به نمایش درآید که ادراک ماهیت اثر بر بازدیدکنندگان به بهترین نحو انجام گیرد. در این مقاله سعی بر آن شد تا ماهیت تاریخی، فن‌شناسی، آسیب‌شناسی اثر بیان شود و حفاظت و یکپارچگی قطعه سنگ اصلی‌ترین هدف این مقاله بود تا حدی به این هدف رسیده شد ولی همچنان بخش‌های مجهول چه در بخش هویت تاریخی، چه در بخش فن‌شناسی اثر و مرمت همچنان باقی است و این مجهولات می‌توانند موضوعی مناسب و نیازمند بر پژوهش‌های آتی باشد.

سپاسگزاری

در پایان نویسندگان بر خود وظیفه می‌دانند تا از دکتر افشین ابراهیمی مدیریت محترم وقت مجموعه‌ی پایگاه جهانی پاسارگاد جهت مساعدت برای انجام این پروژه، همکاری صمیمانه‌ی مهندس محمد حسینی گورجی، مهندس فرشاد صالحی، کارکنان محترم پاسارگاد و

بخصوص از آقای دکتر حمید فدایی برای همکاری شایسته در به ثمر رسیدن کار سپاسگزاری می‌کنند. همچنین در آخر از تمامی اساتید و کارکنان دانشکده حفاظت آثار فرهنگی دانشگاه هنر اسلامی که در طول مسیر این پژوهش یاری و کمک رساندند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

حامیان مادی و معنوی

پروژه‌ی مرمتی و پژوهشی انجام شده با حمایت‌های مادی و معنوی پایگاه جهانی پاسارگاد و دانشگاه هنر اسلامی تبریز در سال ۱۳۹۹ ه.ش انجام شده است.

پی‌نوشت‌ها

۱. موقعیت یافت قطعه‌سنگ موردمطالعه است R, 39 710305E, 3344332N (یزدانی، ۱۳۹۶).

۲. تزئینات دوک و مهره‌ای در کادر بالای قطعه‌ی S6 کنار طرح گل‌های نیلوفر تزئینات نقر شده است.

۳. از قطعه S7

۴. از قطعه‌ی S6

۵. فوم پلی‌اتیلن یک نوع ماده پلیمری متخلخل است. این نوع فوم به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی منحصربه‌فرد خود، کاربردهای گسترده‌ای در صنایع مختلف دارد. پلی‌اتیلن (PE) یک پلیمر ترموپلاستیک است که از مونومر اتیلن تولید می‌شود. از خواص آن می‌توان سبکی و مقاومت شیمیایی فوم اشاره کرد (Fried, 2014).

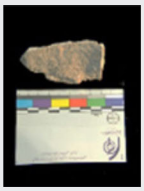
۶. فن‌آوری کنترل عددی (CNC) یکی از پیشرفت‌های اساسی در صنعت تولید در ۵۰ سال گذشته بوده است. برش CNC بیشتر برای برش‌های نازک استفاده می‌شود اما برای قطعاتی هم چون ورقه فلزی و قطعات ضخیم که توانایی بر باضخامت ۴ سانتی‌متر را دارا است (Rattat, 2017).

۷. اثری که موردمطالعه این پژوهش است شامل هفت قطعه‌سنگ است که از کد S1 تا S7 نام‌گذاری شده که در تصاویر زیر قابل‌مشاهده هستند.

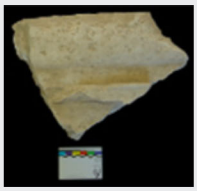
۸. Allochems. معادل دانه‌ها در سنگ‌های تخریبی بوده و عبارت‌اند از رسوباتی که منشأ داخل حوضه رسوبی داشته و خارج حوضه وارد آن نمی‌شود. عبارت از: ۱) اینتراکلست‌ها. ۲) پلت. ۳)ذرات فسیلی (تاکر، ۱۳۹۱).

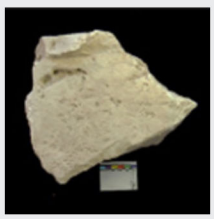
۹. Pellets: ذرات کروی یا شبه کروی با ساختمان داخلی شعاعی با دوایر متحدالمرکز که جنس آن

S1


S1

S3


S4


S5

S6

S7

کربنات کلسیم است اندازه‌ی پلوئیدها عمدتاً از ۲ میلی‌متر کوچک‌تر است.

۱۰. Intraclasts: ذرات یا قطعات نابجای زاویه‌دار که هم‌زمان با رسوب‌گذاری به وجود آمده‌اند. اندازه آن‌ها متغیر بوده و به نظر می‌رسد این ذرات از کف دریا کنده شده و مجدداً رسوب نموده‌اند (ساکت، ۱۳۸۵).

۱۱. نوعی کلسیت که دانه‌ها یا بلورهای آن در حدود ده میکرون یا بیشتر است. بلورهای کلسیت به دلیل شفافیت و درشت بودن زیر میکروسکوپ مشخص می‌شود (تاکر، ۱۳۹۱).

۱۲. اصلی سنگ‌های آهکی است معمولا محصول اولیه نبوده و بیش‌تر مواقع جانشینی کلسیت و آرگونیت به وجود می‌آیند و بصورت بلورهای لوزی شکل دیده می‌شوند. وجود Mg در ساختار این کانی به علت آزاد شدن منیزیم بر اثر تجزیه‌ی کلسیت‌های نیمه پایدار حاوی منزیم زیاد است؛ بنابراین در صورت مشاهده‌ی کامل ساختار موزائیکی در بافت دولومیتی سنگ بیان کننده‌ی حظور منیزیم در ترکیب است (آدابی، ۱۳۶۹).

منابع

استروناخ، د. (۱۹۶۳). پاسارگاد: گزارشی از کاوش‌های انجام شده توسط موسسه مطالعات ایرانی بریتانیا (از سال ۱۹۶۱ تا سال ۱۹۶۳). (ح. خطیب شهیدی، مترجم). تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی، ۱۳۷۹.

آدابی، م. ح.، و کریم‌پور، م. ح. (۱۳۸۱). **نام‌گذاری و طبقه‌بندی جامع سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی. مشهد: دانشگاه فردوسی.

باقری، م. (۱۳۳۷). بازتاب اندیشه‌های دینی در نگاره‌های هخامنشی. تهران: امیرکبیر.

بلمین، و. (سر ویراستار). (۲۰۰۸). فرهنگ مصور الگوهای تخریب سنگ کمیته بین‌المللی ایکوموس (ISCS). (م. رازانی و غ. وطن‌خواه، مترجمان). تهران: جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰.

تاکر، م. (۱۳۹۱). سنگ‌شناسی رسوبی. (س. موسوی‌حرمی و ا. محبوبی، مترجمان). مشهد: جهاد دانشگاهی

تقوی، ع.، و گرامی، ف. (۱۳۹۶). بررسی ویژگی‌های فنی و معماری در بنای برج سنگی. پاسارگاد، ۱(مجموعه مقاله‌های حفاظت و مرمت، باستان‌شناسی، معماری، زمین‌شناسی، مردم‌شناسی و گردشگری). تهران: کتاب بهار و پایگاه میراث جهانی پاسارگاد.

رجبی، ر.، و محمدی، م. ع. (۱۳۸۹). بررسی کتیبه‌های سردر ورودی منازل. نگره، ۵ (۱۵)، ۱۹-۲۸.

ساکت، ع.، و خدیوی، ش. (۱۳۸۵). گزارش سنگ‌های رسوبی ایران. تهران: پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور.

سامی، ع. (۱۳۳۸). گزارش‌های باستان‌شناسی مشتمل بر حفاری و خاک‌برداری و تعمیرات پاسارگاد و تخت جمشید از سال ۱۳۳۱ تا ۱۳۳۸ خورشیدی. شیراز: موسوی.

سعیدی، ز. (۱۳۹۶). سنگ‌شناسی بناهای تاریخی پاسارگاد و معادن مربوط. پاسارگاد، ۱ (مجموعه مقاله‌های حفاظت و مرمت، باستان‌شناسی، معماری، زمین‌شناسی، مردم‌شناسی و گردشگری). تهران: کتاب بهار و پایگاه میراث جهانی پاسارگاد.

شاپور شهبازی، ع. (۱۳۸۰). راهنمای جامع پاسارگاد. شیراز: بنیاد فارس‌شناسی .

شکفته، ع.، احمدی، ح.، و یزدی، م. (۱۳۹۶). شناسایی ساختار شیمیایی و ارزیابی الگوهای تخریب در سنگ‌های محوطه میراث جهانی پاسارگاد. مرمت و معماری ایران، ۷ (۱۴)، ۲۷-۴۴.

شیروانی، م. (۱۳۸۷). آسیب‌شناسی و حفاظت از سنگ‌های تاریخی. شیراز: تخت جمشید.

یزدانی، ا. (۱۳۹۶). کشف قطعه‌ای جدید از ورودی برج سنگی پاسارگاد و نقش آن در تعریف کارکرد بنا. پاسارگاد، ۲ (مجموعه مقاله‌های حفاظت و مرمت، باستان‌شناسی، معماری، زمین‌شناسی، مردم‌شناسی

و گردشـــگری). تهـــران: کتـــاب بهـــار و پایـــگاه میـــراث جهـــانی پاســـارگاد.

Boardman, J. (2000). Persia and the West*. Thames and Hudson Ltd, London.

Fried, J. (2014). Polymer Science and Technology. Pearson, London.

Rattat, C. (2017). CNC Milling for Makers: Basics –Techniques- Applications. Rocky Nook, San Rafael.

Nylander, C. (1970). Boreas: Uppsala Studies in Ancient Mediterranean and Near Eastern Civilizations. Universitetsbibliotek, Uppsala.

Schmidt, E. (1953). Persepolis I. Chicago University Press, Chicago.

Scholle, P., & Ulmer-Scholle, D. (2003). A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. Association of Petroleum Geologists, Tulsa.

Stronach, D. (1978). Pasargadae: A Report on the Excavations Conducted by the British Institute of Persian Studies from 1961 to 1963. Clarendon Press, Oxford.