



حفظ و مرمت ظروف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود

رامین محمدی سفیدخانی^{۱*}، مهدی رازانی^۲

۱. کارشناس مرمت آثار تاریخی و دانشجوی کارشناسی ارشد باستان‌سنجی دانشگاه هنر اسلامی تبریز

۲. دانشگاه هنر اسلامی تبریز

(مسئول مکاتبات: ramin.mohamadi@rocketmail.com)

چکیده

سنگ‌های مرمری با توجه به زیبایی ظاهری و امکان شکل‌پذیری آسان، جایگاه ویژه‌ای در ساخت مصنوعات سنگی پیش از تاریخی داشته‌اند. مصنوعات مرمری می‌توانند علی‌رغم عامل زمان، با توجه به روند تولید، شرایط محیطی و همچنین به واسطه اقدامات کاوش (علمی و غیر علمی) و شیوه‌ی نگهداری، تحت تأثیر عوامل مخربی قرار گیرند. این مقاله مطالعه‌ای مقدماتی در راستای شناخت و حفاظت از سه ظرف مرمری عصر مفرغ حوزه فرهنگی جیرفت در استان کرمان/ ایران است. در بخش آسیب‌شناسی، مشاهدات بصری، آسیب‌نگاری و شناسایی رسوبات نمونه‌ها به روش شیمی تر انجام شد. بخش ساختارشناسی با روش شیمی‌تر، پتروگرافی و شناخت فازهای موجود با روش پودری پراش پرتو ایکس (XPRD) روی نمونه مطالعاتی انجام گرفت که نتایج حاکی از ساختار آهکی در قالب فاز شاخص کلسیت است که با دیگر مطالعات سنگ‌های مرمری جنوب شرق همخوانی دارد. با توجه به اهداف تحقیق در نهایت عملیات حفاظت و مرمت شامل تمیزکاری، وصالی و بازسازی دو نمونه صورت پذیرفت. نتایج مقدماتی این پژوهش علی‌رغم توصیف مراحل مرمت و بازسازی آثار سنگی، شناختی از سنگ‌های مورد استفاده در منطقه جیرفت و بررسی اولیه‌ای در مورد آسیب‌شناسی آن‌ها ارائه می‌کند.

واژگان کلیدی: جیرفت، پیش از تاریخ، مرمر، ساختارشناسی، آسیب‌شناسی، حفظ، مرمت.

Conservation and Restoration of Marble Vessels Discovered in Jiroft from Halil-Rod Culture Territory

Ramin Mohamadi Sefidkhani¹, Mehdi Razani²

1. Dpt of Conservation of Historic-Cultural Properties and Archaeometry,

2. Tabriz Islamic Art University

(Corresponding Author::Ramin.mohamadi@rocketmail.com)

Abstract

Due to outward beauty and carving ability offered for making stone artifacts conveniently, marble have historically been of pivotal importance. Besides time factor, marble artifacts might undergo degradation caused by various sources in regard to production process, environmental conditions, excavation (scientific or unscientific) and time. This paper is an initial and scientifically endeavored study of understanding and preserving three marbles vessels, pertaining to Jiroft culture, Bronze Age, located in Kerman, IRAN. In respect with pathological studies, observations, petrography and identification of residuals are conducted in terms of wet chemistry. Structural analysis is also conducted implementing wet chemistry, while petrography and identification of current phases are done using XPRD on sample. Results reveal calcium carbonate structure in form of a calcite phase, which matches other studies of marble stone in southeast of IRAN. Conservation and restoration operations, including cleaning, joining and reconstructing, are applied on two samples in accordance with paper's goals and objectives. Initial results of this paper, in addition to describing conservation and restoration phases of stone artifacts, provide a profounder understanding of historical rocks in Jiroft region along with a rudimentary investigation of their pathology.

Keywords: Jiroft, prehistory, marble, structure analysis, pathology, conservation, restoration.

۱- مقدمه

پس از گذشت بیش از یک دهه از آغاز کاوش‌های علمی و باستان‌شناسی حوزه فرهنگی جیرفت و حصول تجربیاتی در رابطه با حفاظت و مرمت اشیاء منحصر به فرد این حوزه فرهنگی، بررسی اشیاء در راستای نیل به اهداف بلند مدتِ حفاظت از آنها ضروری است. در یک دید کلی می‌توان گفت اشیاء فرهنگی و منقول حوزه هلیل رود از لحاظ جنس و ماهیت مواد به پنج دسته قابل تقسیم بندی هستند: (۱) اشیاء فلزی (۲) اشیاء سفالی (۳) اشیاء سنگی (۴) کتیبه‌های خطی (۵) جواهرات و مهرها تزئینی (رازانی و دیگران، ۱۳۸۸-ب) آثار و اشیاء سنگی جیرفت همانند دیگر مناطق در حوزه‌ی جنوب شرقی ایران غالباً از جنس سنگ کلریت (رازانی، ۱۳۸۸-الف، یاوری ۱۳۹۰، افشاری‌نژاد ۱۳۹۱)، سنگ آهکی، مرمر (درخشان ۱۳۹۳، محمدی ۱۳۹۱)، فیروزه، لاجورد و عقیق (Madjidzadeh 2008؛ سیدسجادی ۱۳۸۷) هستند. در این میان سنگ مورد استفاده در ساخت انواع مصنوعات مرمری، گونه‌های مختلف سنگ‌های نرم از دسته مرمرها (به لحاظ تعریف باستان‌شناختی) چون کلسیت، آراگونیت، دولومیت، تراورتن، مرمریت، مرمر^۱ (گونه دگرگونی سنگ‌های کربناته)، سنگ گچ، و الابستر^۲ (سنگ متراکم و ریزبلور سولفاته) هستند. مرمرها (با سختی ۲ تا ۵) جزو سنگ‌های نرم و متوسط دسته‌بندی می‌شوند که به وسیله سنگ‌ها یا فلزات سخت‌تر از خود قابل سایش و شکل‌دهی هستند (Bevan, 2007: 42؛ Rapp, 2009: 128-135؛ Kazanova, 1387: 377؛ Radi Abdel Kader & Sayed Mohamed, 2013: 502). در میان مرمرها دو گروه عمده کربناتی و سولفاتی دیده می‌شود که رفتار و ساختار کانی‌شناختی کاملاً متفاوتی دارند. اما اکثراً در ادبیات باستان‌شناسی صرفاً به خاطر شباهت ظاهری، تحت نام مرمر یا آلابستر معرفی می‌شوند. اهمیت دسته‌بندی مذکور در تفاوت ساختاری مواد متشکله و نحوه تشکیل است که در ساختارشناسی، آسیب‌شناسی و مسائل باستان‌شناختی چون منشأیابی و تبادلات فرهنگی در منطقه و فرامنطقه حائز اهمیت قرار می‌گیرد.

۲- پیشینه‌ی پژوهش

منابع مطالعاتی محدودی در رابطه با بررسی و مرمت آثار مرمری در جنوب شرق ایران وجود دارد. از آن جمله می‌توان به "آسیب‌شناسی، حفاظت و مرمت تعدادی (۹ نمونه) از ظروف مرمرین شهر سوخته زایل" (اکبری‌فرد و باتر، ۱۳۸۶)، "حفظ، مرمت و بررسی ۱۱ نمونه از ظروف مرمری یافت شده در کاوش‌های باستان‌شناسی و حفاریات قاچاق حوزه تمدنی هلیلرود: جیرفت (۱۳۹۱)" (محمدی سفیدخانی و رازانی، ۱۳۹۱)، "حفاظت و مرمت ۳ نمونه ظرف سنگی مرمری (متعلق به محوطه باستانی شهر سوخته)" (درخشان و رازانی، ۱۳۹۳) اشاره نمود؛ که در کل حاصل پژوهش‌ها شامل آسیب‌شناسی بصری آثار و تقسیم‌بندی آنها، شناسایی ساختارهای مرمر آهکی و استفاده از ملات‌های گچی در بازسازی آنهاست. دیگر مطالعه مهم مقایسه ساختارشناسی ظروف سنگ مرمر دو منطقه جیرفت و شهر سوخته است که تفاوت معناداری در مواد اولیه مورد استفاده در آن دو منطقه دارد اما ساختار هر دو مرمر آهکی است (امامی و دیگران ۱۳۹۱). هم‌چنین "گونه‌شناسی فرمی و تکنیکی مصنوعات مرمری در محوطه‌های شاخص پیش از تاریخی (عصر مفرغ) جنوب شرق ایران" شامل بررسی داده‌های مرمری محوطه‌هایی چون جیرفت، تپه یحیی، شهداد، تل

حفظ و مرمت سه ظرف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیلرود

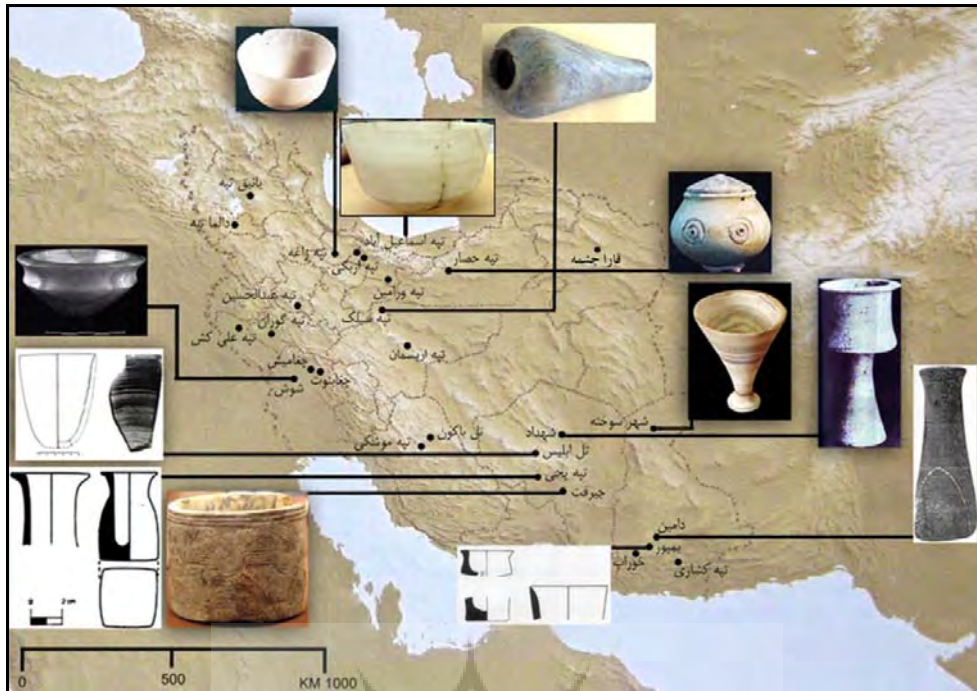
ابلیس، بمپور، خوراب، دامین و شهرسوخته را است (محمدی سفیدخانی ۱۳۹۳). از دیگر بررسی‌ها پژوهش‌های میشل کازانوا در دسته‌بندی فرمی ظروف مرمری و گونه‌شناسی آن‌ها در گستره جنوب غربی آسیا تا مصر است. هم‌چنین ایشان به دو گروه مرمرها با ساختار آهکی و سولفاتی اشاره می‌کند که نمونه‌های آهکی بیش‌ترین فراوانی را دارند (کازانوا ۱۳۸۷، ۳۷۵). در مورد منشأ مواد خام مورد استفاده در ساخت مصنوعات مرمری، مرحوم حاکمی فرض استفاده از سنگ‌های رودخانه‌ای را مطرح می‌کند که با زیست‌بوم بسیاری از مناطق باستانی هم‌خوانی دارد. هم‌چنین دسته‌بندی‌ای از مصنوعات مرمری منطقه شهرداد ارائه نموده است (حاکمی ۱۳۸۵).

ظروف و آثار مرمری پیش از تاریخ، به‌طورکلی در محدوده‌ی جنوب غرب آسیا، حوزه سواحل مدیترانه و حوزه تمدنی مصر به‌دست آمده‌اند. در ایران نیز با توجه به کشف بی‌شمار آثار مرمری در مناطق جنوبی، می‌توان خاستگاه بومی این مصنوعات سنگی را به آن مناطق و بالخصوص جنوب شرق نسبت داد. البته شواهدی از آثار سنگی و کارگاه‌های آن در نیمه شمالی ایران نیز وجود دارد؛ از جمله مهم‌ترین آن‌ها تپه حصار دامغان است که برخی از آثار آن، مختص حوزه تمدنی حصار بوده و به آن معروف‌اند (Schmidt, 1933). (نقشه-۱) وجود شواهدی از آثار مرمری و پراکنش آن‌ها در محوطه‌های باستانی کشور را نشان می‌دهد. بسیاری از آثار مرمری این حوزه ساده و بدون نقش هستند؛ اما برخی همانند تعدادی اثر مکشوفه از تپه یحیی و شوش^۳، نشان دهنده استفاده از تزئینات رنگی و ایجاد نقوش با رنگ هستند (ر.ک. به Potts et al, 1986: 186؛ رحیمی فر ۱۳۸۵، ۴۷۳؛ اسکالونه ۱۳۸۳، ۳۶۷)؛ و برخی آثار با تزئینات ساده مرکب از خطوط کنده موازی در سیستان و بلوچستان (سیدسجادی، ۱۳۷۴: ۱۷۴-۱۷۷، ۲۲۳)، نقوش ساده دایره‌وار حصار (Schmidt, 1933) و ظرفی استوانه‌ای منحصر به فرد از منطقه جیرفت^۴ با نقوش پیچیده کنده منحنی^۵ و دایره‌وار (تصویر ۱)، حکاکی شده‌اند (محمدی سفیدخانی، ۱۳۹۳: ۴۲)؛ اختصاصاً در منطقه جیرفت در مقایسه با آثار سنگ کلریتی معدود و کم تنوع است که با توجه به یکسانی تکنیک ساخت ظروف سنگی، می‌توان علت را در تفاوت رفتاری سنگ نسبت به ضربه و تراش و استفاده از رویکرد زیباشناختی و جلای ظاهری مرمرها دانست.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر به روش تحلیلی - تجربی و بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی و آزمایشگاهی انجام گرفته است. در بخش مطالعات کتابخانه‌ای پیشینه تحقیق با استفاده از متون، اسناد و تصاویر، مقالات و گزارش‌های باستان‌شناسی بررسی شده است و در بخش مطالعات میدانی با حضور در منطقه باستان‌شناسی جیرفت و هم‌چنین موزه و پایگاه بین‌المللی جیرفت از طریق مشاهدات بصری، اقدام به ثبت و ضبط وضعیت کنونی تخریب‌های سنگ مرمر و هم‌چنین انتخاب نمونه برای انجام مطالعات در راستای حفاظت و مرمت آنها شده است. در نهایت نیز بر اساس نتایج حاصل از مراحل فوق به تحلیل اطلاعات در رابطه با موضوع مورد بحث هم‌چنین حفظ و مرمت دو نمونه از آثار مرمری جنوب شرق اقدام گردید.

حفظ و مرمت سه ظرف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیلرود



نقشه ۱. پراکنندگی آثار مرمیرین در فلات ایران (محمدی و رازانی، ۱۳۹۱. بر اساس ملک شه‌میرزادی ۱۳۸۷؛ حاکمی ۱۳۸۵؛ لمبرگ کارلوسکی، و بیل وایت ۱۹۳۷، سرحدی دادیان و مرادی، ۱۳۸۷؛ تارنمای خیر آنلایین، ۱۳۹۴؛ اسکالونه ۱۳۸۷؛ R. Caldwell, 1967؛ Schmidt 1933؛ De cardi 1970؛ Tucci 1970).



تصویر ۱. کاسه استوانه‌ای از جنس مرمر با نقش کنده منحنی مکشوفه از جیرفت (ارتفاع تقریبی: ۱۰ سانتی‌متر)

۴- مواد و روش‌ها

سه نمونه از آثار مرمیرین موجود در پایگاه بین‌المللی مطالعات باستان‌شناسی جنوب شرق ایران مستقر در شهرستان جیرفت استان کرمان به‌منظور مطالعات آزمایشگاهی و حفاظت و مرمت انتخاب گردید که از آن میان دو نمونه مربوط به حفاری‌های علمی گورستان قلعه کوچک (نمونه شماره ۱) و تپه کنار صندل جنوبی (نمونه شماره ۲) به طی کاوش‌های باستان‌شناسی به سرپرستی یوسف مجیدزاده بوده و نمونه دیگر جزو آثار

حفظ و مرمت سه ظرف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیلرود

اهدایی اهالی منطقه جیرفت است (نمونه شماره ۳)، (تصویر ۲) جهت انجام بررسی‌های آزمایشگاهی سنگ‌های مرمری جیرفت به دلیل عدم امکان نمونه‌برداری و نیز عدم هم‌خوانی با اهداف این مطالعه مبتنی بر حفاظت و مرمت آنها با حداقل دخالت ممکن، از نمونه شماره ۲، که جزو آثار مطالعاتی ثبت شده منطقه و هم‌دوره با دیگر آثار بود استفاده گردید. در ادامه به شرح اقدامات انجام شده در راستای ساختارشناسی و حفاظت و مرمت داده‌های مذکور پرداخته می‌شود.

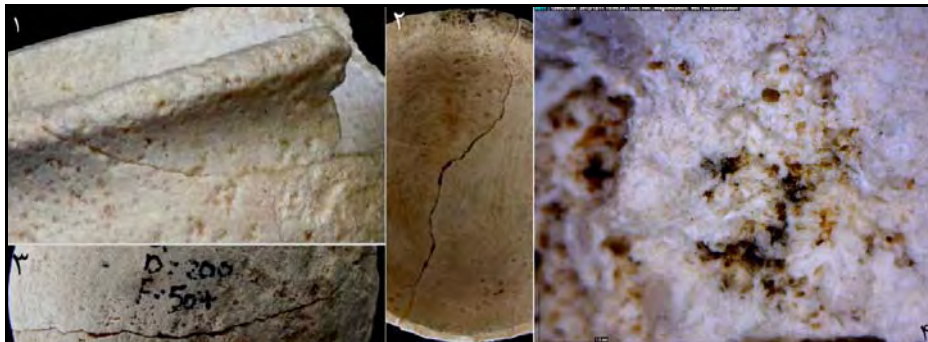
۴-۱- مستندنگاری و توصیف علمی نمونه‌های منتخب

نمونه شماره ۱ پیاله‌ی کوچکی به رنگ سفید با لبه برون‌برگشته و بدون کف است. غیر از قسمت مفقود (ر. ک. به تصویر ۲)، شامل پنج تکه شکسته مجزا بوده که در کارگاه حفاری مورد وصالی قرار گرفته است. عمده‌ترین آسیب روی آن کرموشدگی^۶ (مشابه نمونه ۲) و فرسایش نامنظم (مشابه با نمونه ۳) است. لکه‌های زرد-قهوه‌ای و خاکستری روی ظرف مشاهده می‌شود که در دو نمونه دیگر نیز مشهود است. به‌منظور حفظ ایستایی اثر ضخامت کف نسبت به بدنه بیش‌تر در نظر گرفته شده که در ساخت نمونه شماره ۲ نیز مشاهده می‌شود. در کف ظرف اطلاعات مربوط به حفاری بدون لایه پرایمر نوشته شده و باعث نفوذ عامل رنگی به درون سنگ گردیده است (تصویر ۳). آسیب‌های نمونه مذکور در طرح ترسیمی شماره ۱ قابل مشاهده است. نمونه شماره ۲ نیمی از یک پیاله شکم‌دار بدون لبه، از آثار مطالعاتی ثبت شده در گزارش‌های باستان‌شناختی تپه کنارصندل جنوبی است و به‌منظور بررسی ساختاری توسط دستگاه آنالیز طیف سنجی پراش اشعه ایکس به روش پودری (XPRD) و تحلیل مقطع نازک (پتروگرافی) انتخاب گردید. نمونه شماره ۳ جام پایه‌دار سفید رنگی است که لکه‌های مشابه با دو نمونه قبلی نیز در آن دیده می‌شود. سطح صیقلی اثر به مانند نمونه ۱ از روی اثر زدوده شده و رسوبات محیطی، ریزترک‌ها و ریختگی‌های بسیاری در آن مشهود است (تصویر ۴).

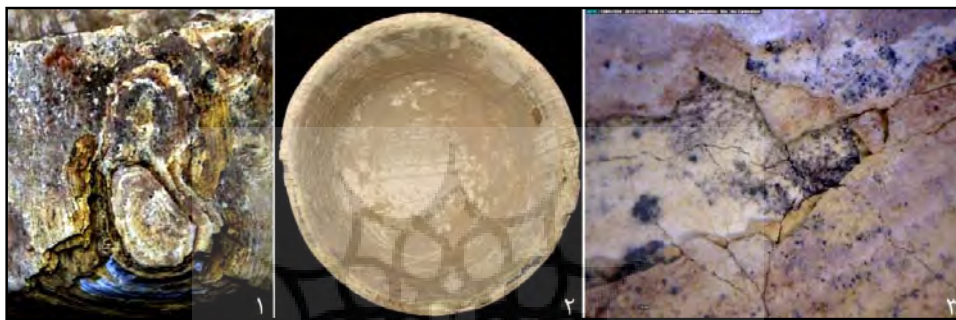


تصویر ۱-۲- پیاله مرمری مکشوفه از قلعه کوچک؛ ۲- نیمی از یک پیاله مرمری مکشوفه از کنارصندل جنوبی؛ ۳- جام پایه‌دار مرمری جزو آثار اهدایی به پایگاه جیرفت

حفظ و مرمت سه ظرف مرمی مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود

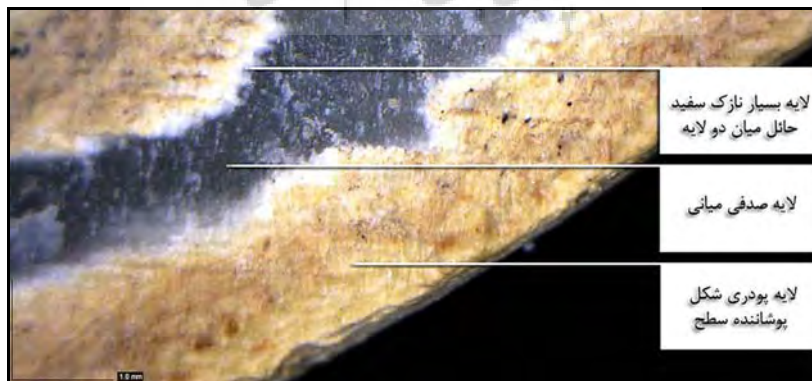


تصویر ۳-۱- نمایی از آسیب کرموشدگی سطح و شکستگی در نمونه شماره ۱؛ ۲- نمایی از شکستگی، لکه‌های زرد- قهوه‌ای تا سیاه (در بخش لبه اثر، بالای تصویر)؛ ۳- نمایی از شکستگی، آسیب کرموشدگی و نوشته‌های مربوط به حفاری در کف ظرف؛ ۴- نمایی از لکه‌های زرد- قهوه‌ای و خاکستری با بزرگنمایی ۶۰ X



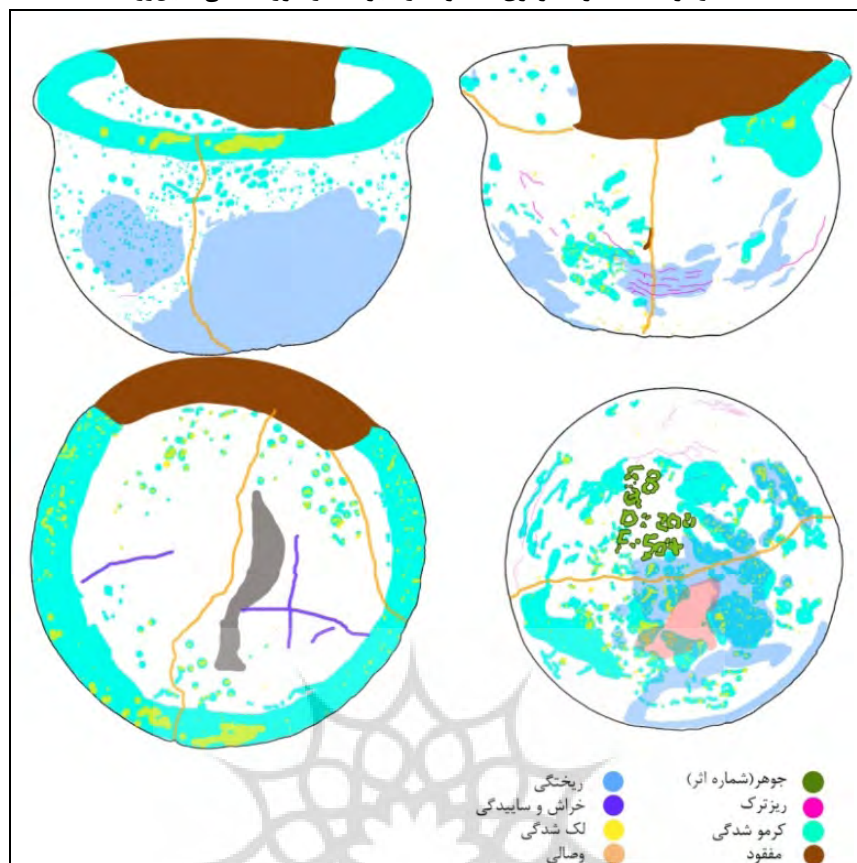
تصویر ۴-۱- نمایی از بدنه جام که ریختگی و لکه‌های زرد- قهوه‌ای تا سیاه در آن مشهود است؛ ۲- نمایی از داخل جام و رسوبات محیطی آن؛ ۳- نمایی از ریزترک‌ها و لکه‌ها در بزرگنمایی ۶۰ X

تقریباً نیمی از پایه جام، مفقود و نیمی از دهانه جام، دچار لب‌پریدگی است (ر.ک: تصویر ۲). عمده‌ترین آسیب آن، آسیب تعریف نشده‌ای است که طی آن کاهش استحکام، افزایش تخلخل و تغییر در ساختار بلوری اثر ایجاد می‌شود. آسیب مذکور که تنها در منطقه جیرفت مشاهده شده در قسمت مرکزی دارای لایه‌ای صدفی مانند به رنگ سفید مات و نیمه شفاف بوده و اطراف آن را لایه پودری متفاوت احاطه کرده است. لایه صدفی وسط و لایه بیرونی، یک لایه نازک سفید رنگ نیز وجود دارد. لایه‌های مذکور از داخل به بیرون به این ترتیب است: (۱) لایه سخت صدفی مات و نیمه شفاف، (۲) لایه بسیار نازک سفید، حائل میان دو لایه، (۳) لایه پودری شکل و تشکیل دهنده بخش اعظم سنگ با رنگ زرد- قهوه‌ای روشن (تصویر ۵)



تصویر ۵. مقطع ظرف نمونه شماره ۳ با بزرگنمایی 60X، حاکی از سه لایه متفاوت

حفظ و مرمت سه ظرف مرمی مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود



طرح ترسیمی ۱. نمایی شماتیک از چهار جهت اصلی و آسیب‌های نمونه شماره ۱

۲-۴- روش‌های آزمایشگاهی

مطالعات آزمایشگاهی شامل آزمون‌های ساختارشناسی با تهیه و مطالعه مقاطع نازک^۷ میکروسکوپی، آنالیز پراش اشعه ایکس^۸، و آزمایشات تعیین نمک‌های محلول روی رسوبات بوده است (جدول ۱).

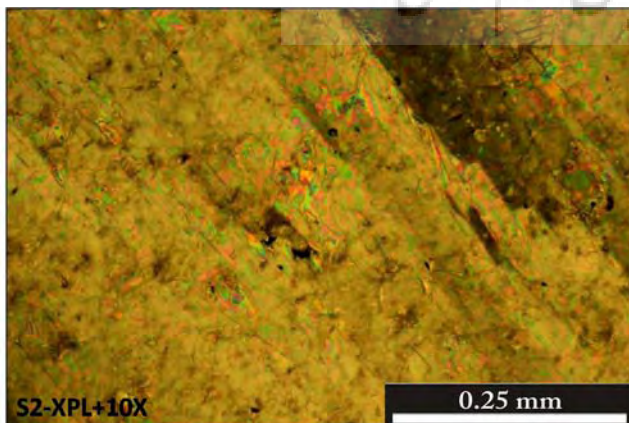
جدول ۱. آزمون‌های آزمایشگاهی، اهداف و مراجع استانداردها				
آزمون‌ها	گونه آزمایش	روش نمونه سازی	هدف	استانداردها و تجهیزات
ساختار شناسی	سنگ‌شناسی و کانی شناسی (پتروگرافی مقطع نازک)	تهیه مقطع نازک با ضخامت سی میکرون	شناخت کانی‌ها، روابط بین دانه‌ای و بافت موجود، نام گذاری علمی سنگ	میکروسکوپ پلاریزان، ساخت شرکت: Olympus ژاپن (۱۹۹۸)، آزمایشگاه تجزیه دانشگاه هنر اسلامی تبریز
	پراش پرتو ایکس (XRPD)	روش پودری	تعیین فازهای کریستالی موجود در نمونه	مدل دستگاه: PW 1800، ساخت: شرکت PHILIPS، لامپ دستگاه از Cu، متعلق به شرکت تحقیقات مواد معدنی کانساران بینالود
ویژگی‌های فیزیکی	آزمایشات شیمی تر	جداسازی و انحلال رسوبات	تعیین نمک‌های محلول و تشخیص کربنات در نمونه‌های ۱ و ۳	آزمایشگاه شیمی عمومی دانشگاه هنر اسلامی تبریز
	لوپ دیجیتال	عدم نیاز به نمونه سازی	بررسی میکروسکوپی اثر	دانشگاه هنر اسلامی تبریز

۴-۲-۱- سنگ شناسی و کانی شناسی

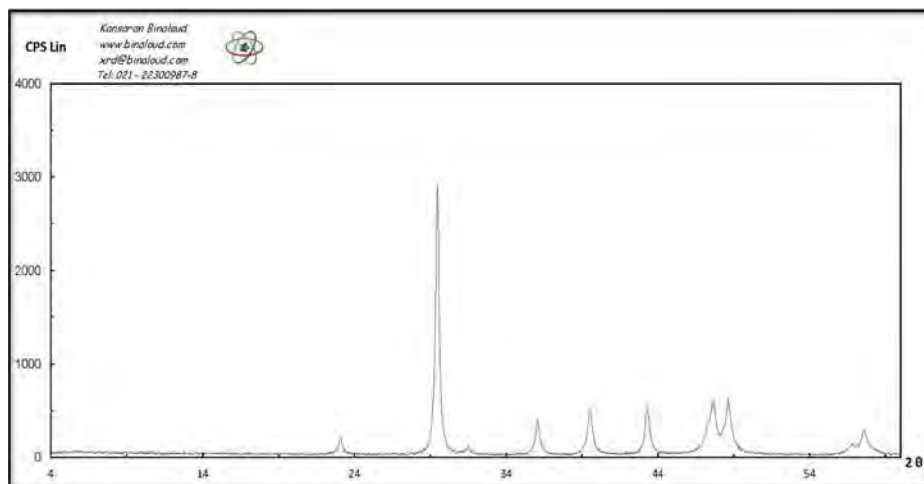
پتروگرافی روشی برای مطالعه مقاطع نازک سنگ‌ها و کانی‌ها تحت نور پلاریزه با استفاده از میکروسکوپ نوری عبوری است که به‌عنوان متداول‌ترین روش علمی در مطالعات کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی استفاده می‌شود. گام نخست در بررسی کانی‌شناختی، پتروگرافی نمونه بود که با تهیه مقطع نازک از نمونه شماره ۲ انجام گرفت (تصویر ۱ و ۳) نمونه مورد مطالعه، نیمی از یک پیاله کوچک و جزو اشیای مطالعاتی به‌دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی کنارصندل جنوبی از عمق ۲ متری است. که در مقایسه با نمونه‌های شهر سوخته بسیار خالص و بدون رگه است. مطالعه مقطع نازک نمونه حاکی از ساختار کلسیتی است که به‌صورت بسیار متراکم و فشرده شده در کنار همدیگر قرار گرفته‌اند ماتریکس کلسیتی حاوی ادخال‌ها و ناخالصی‌هایی بسیار کوچکی هستند که به‌صورت بخش‌های تیره‌رنگ قابل مشاهده هستند (تصویر ۶).

۴-۲-۲- آنالیز پراش پرتو ایکس (XRPD)

برای تکمیل مطالعه پتروگرافی و برای شناسایی فازهای کریستالی موجود در نمونه شماره ۲ از آنالیز پراش پرتو ایکس به روش پودری توسط دستگاه دیفرآکتومتر مدل PW 1800، ساخت شرکت PHILIPS هلند (لامپ پرتو ایکس از جنس مس با حداکثر اختلاف پتانسیل ۴۰kV و حداکثر شدت جریان ۳۰mA، نمونه ثابت و آشکار ساز سوزن) در شرکت کانساران بینالود تهران انجام گرفت. نتیجه حاصل، نشان دهنده فاز اصلی کلسیت، بدون فازهای فرعی در نمونه مورد مطالعه است (نمودار ۱). هرچند نتیجه آزمایش را به طور یقین نمی‌توان به آثار مجموعه تعمیر داد اما با توجه به محیط کشف همسان آثار، وجود آسیب‌های بصری مشترک چون کرم‌وشدگی و لکه‌های زرد-قهوه‌ای تا خاکستری و آزمایش کیفی تست کربنات روی هر سه نمونه که حاکی از وجود کربنات در آن‌ها بود، می‌توان مشابه بودن ساختار کربناتی هر سه اثر مشاهده نمود. از طرفی نیز سازند تبخیری برای تشکیل سنگ‌های سولفاته و الابر در حوزه دشت جیرفت وجود ندارد و آنچه در کوه‌ها و معادن اطراف قابل مشاهده است، ساختارهای کربناتی است. همچنین دیگر مطالعات مشابه روی سنگ‌های مرمری جنوب شرق ایران شامل شهر سوخته و جیرفت حاکی از تشابه در ساختارهای کلسیتی است (امامی و دیگران ۱۳۹۱).



تصویر ۶. نمایی از مقاطع پتروگرافی نمونه شماره ۲



نمودار ۱: نمودار آنالیز پراش اشعه ایکس از نمونه مطالعاتی پروژه، نشان دهنده کانی کلسیت

۴-۲-۳- آزمایش کیفی شیمی تر برای کانی شناختی نمونه‌ها و شناسایی رسوبات

مطالعات هادیان دهکردی در حوزه خاک‌شناسی جیرفت نیز نشان از وجود نمک‌های سولفات، کلرور، کربنات و سدیم دارد (هادیان دهکردی ۱۳۸۶، ۳۵۲-۳۵۹). لایه‌های زمین‌ساختی منطقه نیز با نتیجه آزمایش‌های مذکور همخوانی دارد؛ خاک استان کرمان به دلیل وجود رسوب‌های میوسن و پلیوسن (مربوط به دوران سوم زمین‌شناسی‌اند)، اغلب حاوی مقادیری گچ و نمک هستند که عامل مزاحم بسیار جدی در تخریب آب و خاک به حساب می‌آیند (عباس‌نژاد ۱۳۷۳، ۱۲)؛ و امروزه نیز وجود نمک در سطح خاک منطقه جیرفت به خوبی قابل مشاهده است (تصویر ۷).



تصویر ۷. وجود درصد بالایی از نمک در سطح خاک منطقه باستانی جیرفت (تارنمای اطلس تاریخی ایران پیش از اسلام)

در این بررسی ابتدا در قسمتی از نمونه‌ها که سطح آن توسط آب الکل تمیز شده بود، تست کلسیت برای شناخت ساختار کربناتی سنگ‌ها صورت گرفت. روی رسوب‌های به دست آمده از آثار مجموعه نیز به روش مذکور وجود یون‌های سولفات، کلر، کربنات و عدم وجود نیترات مشخص گردید (جدول ۳).

حفظ و مرمت سه ظرف مرمی مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود

جدول ۳. نتایج اسپات تست برای کانی‌شناسی نمونه‌ها و شناخت نمک‌ها در رسوبات سطحی آن‌ها

نام آزمایش	نام معرف	واکنش با شناساگر	نتیجه‌ی آزمایش
شناسایی کلسیت (نقطه‌ای)	اسید کلریدریک ۱۰٪	جوشیدن	+
شناسایی نمک‌های کلریدی	نیتрат نقره $AgNO_3$	تشکیل رسوب سفید رنگ	+
شناسایی نمک‌های نیتراته	سولفات آهن FeS_2	تشکیل حلقه‌ی قهوه‌ای رنگ	-
شناسایی نمک‌های سولفات	کلرید باریم $BaCl_2$	تشکیل رسوب سفید رنگ	+
شناسایی نمک‌های کربناته	اسید نیتریک HNO_3	جوش زدن و ایجاد کف	+

۵- اقدامات حفاظت و مرمت

با توجه به امکانات قابل دسترس، پس از بررسی‌های اولیه چون مستندنگاری، عکاسی، آسیب‌شناسی و ساختار شناسی آثار مجموعه، برای آغاز اقدامات مرمتی ابتدا پاکسازی رسوبات به صورت خشک و با مسواک نرم انجام گرفت. سپس آزمایش‌هایی به منظور پاکسازی لکه‌ها، چرکی‌ها و مقاومت آثار در برابر حلال‌ها انجام شد و در نهایت اقدام‌هایی به منظور استحکام‌بخشی و بازسازی روی آثار صورت پذیرفت. با توجه به آسیب‌های موجود که باعث تخریب‌های زیادی در آثار هستند، شست و شو و تمیزکاری نیازمند حلالی است که علی‌رغم بالا بودن سرعت تبخیر (برای کاهش آسیب‌های احتمالی حاصل از تر شدن آثار)، نفوذ، نشست و توانایی پاک‌کنندگی مناسبی نیز داشته باشد؛ از آن‌رو اتانول (خالص) مورد استفاده قرار گرفت^۸ (تصویر ۸).



تصویر ۸. تمیزکاری رسوبات محیطی نمونه شماره ۳ به وسیله اتانول ۹۶٪.

با توجه به اتصال مناسب وصالی پیشین نمونه شماره ۱ در کارگاه حفاری و امکان وارد آمدن آسیب به هنگام جدایش و وصالی مجدد (با توجه به تخریب سنگ و نفوذ ماده چسبنده به درون آن)، از باز کردن وصالی پیشین صرف نظر گردید. اطلاعات مربوط به حفاری نمونه شماره ۱، بدون لایه پرایمر در کف خارجی ظرف نوشته شده و با گذر زمان نفوذ بیش‌تری به درون سنگ یافته است. نوشته‌های مذکور توسط محلول استن به شیوه ضماگذاری در طولانی مدت برداشته شد؛ اما لکه ضعیف خاکستری رنگی به دلیل نفوذ عامل نوشتاری (جوهر) در سنگ باقی ماند (تصویر ۹). برای برداشت باقی لکه مذکور تست‌هایی به وسیله حلال‌های موجود در کارگاه (الکل، پارالدهید^{۱۰}، تری‌کلرو اتیلن، تتراکلریدکربن) بر نمونه انجام گرفت که تأثیری روی لکه‌ها نداشت^{۱۱}.

برای برداشت لکه‌های زرد-قهوه‌ای تا خاکستری، تست‌هایی با حلال‌ها و پاک‌کننده‌های در دسترس (الکل، استن، پارالدهید، تری‌کلرو اتیلن، تتراکلرید کربن و آمونیاک) روی آن‌ها انجام گرفت که تقریباً بی‌نتیجه بود؛

حفظ و مرمت سه ظرف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود

تنها محلول‌های استن و الکل کمی از آن‌ها را از روی نمونه شماره ۳ زدودند، ولی در مورد نمونه شماره ۱ تأثیری نداشتند. بعد از اتمام عملیات تمیزکاری نمونه‌های مجموعه و پس از تبخیر کامل حلال درون آن‌ها، با توجه به تخلخل و پودرشدگی حاصل از آسیب، اقدام به ایجاد یک لایه پرایمر و استحکام‌بخش^{۱۲} با پارالوئید^{۱۳} ۵٪ گردید. لایه پوشاننده توسط قلموی تخت نرم به صورت یکسان تا جایی که مقدار ناچیزی تغییر رنگ مشاهده گردد، ادامه یافت و در کل ۴ الی ۵ بار لایه پرایمر روی آثار استعمال گردید. لایه پوشاننده برای تثبیت، استحکام‌بخشی و حفظ عملیات مرمتی (جلوگیری از تکرار مجدد اقدامات مرمتی)، و جلوگیری از آلوده شدن دوباره آثار به عوامل محیطی در نظر گرفته شد.



تصویر ۹. توالی برداشت لایه رنگ از سطح نمونه شماره ۱ به وسیله استن

۵-۱- بازسازی

بازسازی مصنوعات فرهنگی تاریخی حوزه ویژه‌ای در علوم حفاظت و مرمت است که بسته به نوع آثار، شرایط محیطی آن‌ها و بخش بازسازی، فنون، تدابیر و ابتکارات خاصی را می‌طلبد؛ اما موازین بسیاری چون حفظ جنبه تاریخی و زیباشناختی اثر، برگشت‌پذیری معقول مداخلات، تکیه نمودن به اصالت و قدمت، عدم نوسازی و... چهارچوب‌هایی برای جهت‌دار نمودن مداخله در آثار تاریخی را فراهم نموده و منجر به رسیدن به یک زبان مشترک در حفاظت و مرمت آثار تاریخی شده است. در بازسازی آثار سنگی از مواد معدنی چون گچ، آهک، سیمان، سنگ، پودر سنگ، سیلیس و...؛ و مواد مصنوعی چون رزین‌های اپوکسی و پلی استر؛ و آمیخته‌ای از آن‌ها به صورت ملات‌های مختلف استفاده می‌شود. هم‌چنین استفاده از ترکیباتی چون ماسه الک شده، مردار سنگ (اکسید سرب) و آهک در روغن دانه کتان؛ مرمر مصنوعی (مخلوط خاک مرمر، سنگ سنباده، آهک، سیلیکات سدیم، رنگ در آب)؛ مخلوط زاج، سولفات باریم و رنگ در آب گرم مرسوم بوده است (محمدی سفیدخانی، ۱۳۹۳ الف).

برای بازسازی قسمت مفقوده نمونه شماره ۱، از گچ مولدانو استفاده شد. قسمت مفقوده ابتدا توسط موم دندان‌پزشکی قالب‌گیری و با مخلوط ملات گچ مولدانو و پریمال ۱۰٪ بازسازی^{۱۴} (تصویر ۱۰) و در نهایت نیز به‌منظور موزون‌سازی قسمت بازسازی با کل اثر، از گواش استفاده گردید. موزون‌سازی رنگی با رعایت اصول مبانی نظری و اختلاف یک درجه روشنی در تنالیت رنگی نسبت به اثر، انجام شد. برای این منظور ابتدا سطح قسمت بازسازی با پارالوئید ۵٪ تثبیت شده تا مانع جذب و نفوذ لایه رنگ به گچ شده و از طرفی باعث سهولت در رنگ آمیزی شود. سپس از رنگ‌های گواش (زرد + قهوه‌ای) به صورت شفاف با قلموی ظریف برای

حفظ و مرمت سه ظرف مرمی مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود
رنگ آمیزی استفاده شد و پس از خشک شدن، دوباره با پارالوئید ۵٪ اقدامات انجام گرفته تثبیت گردید.
تصویر ۱۱ آثار مجموعه را پس از اتمام عملیات حفاظت و مرمت نشان می دهد.



تصویر ۱۰. مراحل بازسازی ظرف نمونه‌ی یک، ۱- ساختن ملات گچی رنگی؛ ۲- قالب‌گیری موم از قسمت سالم اثر؛ ۳- قرارگیری موم حالت‌گرفته در قسمت مفقود ۴- ساخت ملات با پریمال ۱۰٪؛ ۵- پر کردن قسمت مفقود



تصویر ۱۱. آثار مجموعه پس از اتمام اقدامات حفاظت و مرمت

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

اقدامات انجام گرفته در راستای حفظ و مرمت آثار این پروژه باعث شناخت ساختاری اولیه از سنگ‌های مرمری منطقه، ارتباط محیط دفن و شرایط محیطی در تخریب مصنوعات سنگی و معرفی انواع آسیب‌های موجود که در مواردی منحصر به همان حوزه هستند (برای اولین بار مشاهده می‌شوند) و گزارشی از اجرای شیوه‌ای مرسوم در مرمت و بازسازی گردید. تا کنون گزارش‌های منتشر شده‌ای در راستای حفظ و مرمت ظروف یا آثار مرمری حوزه هلیل رود، انتشار نیافته است که امید می‌رود با فراهم شدن شرایط لازم، پژوهش‌های بنیادی و عملی بهتری در زمینه فن‌شناسی، آسیب‌شناسی و مرمت آن‌ها صورت پذیرد.

اقدامات حفاظت و مرمت، عملیاتی ممتد و پیوسته هستند که با توجه به هر اثر باید پس از طی زمانی مشخص، دوباره بررسی و در صورت نیاز تجدید شوند و یا راهکاری تازه روی آن اتخاذ گردد. بازبینی عملیات مرمتی این پروژه در دو بازه یک ساله، حاکی از بهبود و تثبیت قابل قبول وضعیت نمونه‌هاست. بالاخص در نمونه شماره ۳، سست بودن سطح و عمل پودر شدگی متوقف و استحکام قابل قبولی مشاهده گردید و به نظر می‌رسد روند آسیبی پس از انفصال از محیط دفن متوقف شده و عمل استحکام‌بخشی وضعیت فعلی را تثبیت نموده است. همچنین تغییری روی لکه‌های مورد بحث در مقاله مشاهده نشد. از طرفی عامل محیط دفن می‌تواند خاصیت واگرایی خاک و وجود نمک‌های سولفات، کلرور، کربنات و سدیم باشد که در جوار رطوبت باعث تشکیل انواع اسیدهای معدنی شده و عاملی مؤثر در از دست رفتن سطوح سنگ هستند. و نیز چون در کنار مرمرهای آسیب دیده، سنگ مرمرهای سالم یا با آسیب ناچیز نیز به دست آمده، می‌توان علت ساختاری سنگ را در کنار عامل محیط دفن در روند آسیب دخیل دانست.

سنگ‌ها و کانی‌های تشکیل دهنده آن‌ها، همچون سایر مواد موجود در طبیعت، با گذر زمان و یا تغییرات محیطی همانند عوامل مخرب موجود در محیط دفن آثار و یا شرایط محیطی نامناسب بعد از کشف آن‌ها، دچار زوال می‌شوند. از آن‌رو انجام اقدامات حفاظت و مرمت چه در حین کشف آثار و چه در طول نگهداری آن‌ها بسیار مهم تلقی می‌شود. مهم‌ترین اقدامات در راستای حفاظت چنین آثاری، اتخاذ تدابیری برای بررسی‌های دوره‌ای آثار، مستندنگاری‌ها و ساختارشناسی‌های دقیق، نمایش و معرفی متناسب با آن‌ها، انبارش مناسب و مهم‌تر از همه داشتن شناسنامه اطلاعاتی اثر و روابط آن با زیست‌بوم منطقه است. همچنین داشتن مواد مطالعاتی بکر و محافظت شده در برابر عوامل محیطی پس از کشف از استقرارهای یک منطقه می‌تواند گامی مؤثر در مطالعات آتی باشد و نیز در زمان و هزینه صرفه‌جویی شود. آن مورد با برداشت مواد مطالعاتی با خاک محیط یافته و بسته‌بندی اصولی آن به هنگام کشف امکان‌پذیر گردد.

سپاسگزاری

مقاله فوق بر اساس داده‌های پایان‌نامه کارشناسی رامین محمدی به راهنمایی مهدی رازانی در دانشگاه هنر اسلامی تبریز تدوین گردیده که از این رو از آن مؤسسه سپاسگزاری می‌گردد. همچنین نگارندگان از آقای نادر علیداد سلیمانی، میثم شهبواری، علی دانشی، خانواده آقای پورسالار و همچنین تمامی حاضرین در پایگاه بین‌المللی مطالعات جنوب شرق (جیرفت) و نیز مهندس ایرج بهشتی کارشناس کارگاه پتروگرافی پژوهشگاه میراث فرهنگی برای تسهیل و همکاری در راستای این پروژه، کمال سپاس و قدردانی را دارند.

پی‌نوشت‌ها

1. Marble

2. Alabaster

۳. نمونه مکشوفه با تزئینات رنگی از شوش را به دلیل تفاوت ساختاری با آثار مختص شوش، جزو آثار وارداتی از حوزه جنوب شرق و احتمالاً جیرفت می‌دانند (اسکالونه، ۱۳۸۳).

۴. حوزه تمدنی جنوب شرق که امروزه به حوزه تمدنی هلیل رود معروف است، از دیرباز به دلیل کاوش در سایت‌هایی چون تپه یحیی، شهداد، شهرسوخته و... شناخته شده بود ولی با کشف سایت‌های جدیدی در جیرفت چون گورستان محوطه آباد، کنارصندل‌های شمالی و جنوبی و گورستان قلعه کوچک دوباره به موضوع مهمی تبدیل شده و سرآغاز شهرنشینی و اولین تمدن‌های موجود در بین‌النهرین را تحت شعاع قرار داد. تا جایی که برخی از باستان‌شناسان حوزه تمدنی هلیل رود را به مرکزیت جیرفت، قدیمی‌تر از تمدن سومر و یا حداقل هم دوره با آن به صورت تمدنی مستقل مطرح می‌کنند. شهرستان جیرفت با مساحت ۱۳۷۹۸/۶۱۹ کیلومتر مربع و با ارتفاع متوسط ۶۸۵ متر از سطح دریا بر روی طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۰ دقیقه، در فاصله ۲۳۴ کیلومتری جنوب استان کرمان قرار گرفته که از شمال غربی به بم و از مغرب به بافت و از جنوب به کهنوج و از شرق به استان سیستان و بلوچستان محدود می‌شود (رفعتی ۱۳۸۶، ۲۷؛ شادجو ۱۳۸۶، ۱۷۲).

۵. کشف چنین اثری از منطقه جیرفت نشان از تکنولوژی ویژه‌ای است که محدودیت کار بر روی سنگ مرمر را به حداقل می‌رساند و به نظر می‌رسد تنها نمونه مکشوفه با چنین نقشی در فلات ایران باشد.

6. Pitting

7. Thin Section Petrography

8. X-ray diffraction

۹. برای تمیزکاری رسوبات و چرکی از روی آثار مرمری از دیگر مواد (بسته به شرایط نیاز) چون: خمیر سلولزی، سیپولیت یا آتاپولجیت (دو سیلیکات منیزیم طبیعی) تهیه شده با آب مقطر، وایت اسپریت، مخلوط آب گرم و صابون و مقدار بسیار ناچیز آمونیاک، مخلوط EDTA+ CMC، نیز استفاده می‌شود (بصیری ۱۳۸۷، ۱۹۰؛ پلندرلیت و ورنر ۱۳۸۲، ۳۸۵-۳۸۴؛ ر. ک. به رازانی و همکاران ۱۳۹۱).

10. Paraldehyde- C₆H₁₂O₃

۱۱. لکه‌های ناشی از جوهر بر روی مرمرها را می‌توان با مخلوطی از پراکسید هیدروژن به همراه چند قطره آمونیاک نیز تمیز نمود (پلندرلیت و ورنر ۱۳۸۲، ۳۸۸).

۱۲. استحکام‌بخش‌ها در سنگ به گروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند که امروزه بسیاری از آن‌ها کاربرد خود را از دست داده و اثر مخرب آن‌ها با گذر زمان بر آثار ثابت شده است. انواع مواد استحکام‌بخش عبارت‌اند از: موم و پلی اتیلن، موم پارافین مذاب با نقطه ذوب ۴۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد، رزین‌های اکریلیک (پارالوئید و مونومرهای اکریلیک)، گرمانرم‌های سنتزی (نایلون محلول)، پلیمرهای مشتق شده از سلولز (استات سلولز و نیترات سلولز)، پلیمرهای اتصال عرضی (سیلان‌ها، پلی استر و اپوکسی) و مواد استحکام‌بخش سیلیسی (سیلیکات‌های قلیایی، سیلیکوفلوئوریدها و هیدروکسیدهای قلیایی خاکی)، شیره آهک خالص یا مخلوطی از محلول آبی ۱۰٪ کازئین و شیره آهک، ملاتی از محلول ۱۰٪ نیترو سلولز و حجم‌های مساوی از استن و استات آمیل (ر. ک. به شیروانی و عابد اصفهانی ۱۳۸۷، ۱۸۱؛ پلندرلیت و ورنر ۱۳۸۲، ۳۹۰، ۴۰۰؛ رازانی و همکاران ۱۳۹۱).

۱۳. پارالوئید (جزو دسته رزین‌های اکریلیکی) ابتدا در سال ۱۹۵۰ برای روکش کردن نقره و برای استحکام‌بخشی پارچه مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد پیشنهادی این پلیمر چسب گرمانرم برای کاغذ، ماده استحکام‌بخش برای رنگ‌دانه‌های مات و اشیای لاک‌ی وغیره است. با این که ظاهراً پارالوئید B72 نفوذ قابل توجهی ندارد اما از آن به شکل یک ماده استحکام‌بخش برای

حفظ و مرمت سه ظرف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی هلیل رود

استحکام بخشی سنگ استفاده شده است. از آن رزین به عنوان ماده استحکام بخش و عایق در مرمت سنگ های تخت جمشید استفاده شده که تا کنون نتیجه خوبی از خود بر جای گذاشته است. (شیروانی و عابد ۱۳۸۷، ۱۸۱)

۱۴. رزین پلی استر و بتونه پلی استر (مخلوطی از رزین پلی استر و اوروزیل) در امر بازسازی آثار سنگی و مرمری مورد استفاده قرار می گیرند؛ در تجربه ای که نگارندگان در طرح حفاظت و مرمت حوض مرمری خانه صدقیانی تبریز داشته اند، استفاده از آن برای بازسازی بخش های مفقوده را موفق و سودمند یافتند. رزین پلی استر به دلیل سختی، پایداری، مقاومت در برابر مواد شیمیایی و عوامل محیطی و توانایی ایجاد رنگ های مختلف، ماده مناسبی برای اقدامات مرمتی است (ر. ک. به رازانی و همکاران ۱۳۹۱؛ Ashby and Johnson 2002, 204- 205).

منابع

- افشاری، حکیمه. (۱۳۹۱). فن شناسی، آسیب شناسی و حفاظت و مرمت دو نمونه ظرف کلریتی متعلق به موزه جیرفت، پایان نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی و فرهنگی، دانشکده مرمت و باستان سنجی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. به راهنمایی: مهدی رازانی (منتشر نشده)
- اسکالونه، انریکو. (۱۳۸۷). تمدن جیرفت در شوش. در مجموعه مقالات نخستین همایش بین المللی تمدن حوزه هلیل: جیرفت (۱۳۸۳)، به کوشش یوسف مجیدزاده، ۳۷۴-۳۵۹. تهران: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان کرمان.
- حاکمی، علی. (۱۳۸۵). گزارش هشت فصل بررسی و کاوش در شهداد (دشت لوت) ۱۳۴۷-۱۳۵۴ ش. به کوشش محمود موسوی. تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری، معاونت پژوهشی، پژوهشکده باستان شناسی.
- درخشان، محمد، (۱۳۹۳) حفاظت و مرمت سه نمونه ظرف سنگی مرمری (متعلق به محوطه باستانی شهر سوخته)، پایان نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی و فرهنگی، گروه مرمت آثار تاریخی، دانشگاه زابل، به راهنمایی: مهدی رازانی (منتشر نشده)
- رازانی، مهدی، (۱۳۸۸-الف)، بررسی های آرکئومتریک سنگ های سیاه تمدن جیرفت». پایان نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی _ تاریخی، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان به راهنمایی: یوسف مجید زاده و محمد امین امامی (منتشر نشده)
- رازانی، سید محمد امین امامی، عباس عابد اصفهانی، یوسف مجیدزاده؛ (۱۳۸۸-ب)، نگاهی به نو یافته های باستان شناختی جیرفت»، دو فصلنامه تخصصی دانش مرمت و میراث فرهنگی، سال ۵، ش. ۴
- رازانی، مهدی، داریوش کوشکی، سعید میرزایی، و رامین محمدی سفیدخانی. (۱۳۹۱). طرح حفاظت و مرمت حوض مرمری خانه صدقیانی تبریز، طرح پژوهشی اتمام یافته در دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- رحیمی فر، مهناز. (۱۳۸۵). بررسی صنایع سنگ تپه یحیی. در مجموعه مقالات سومین کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران (جلد چهارم). به کوشش دکتر باقر آیت الله زاده شیرازی، تهران: رسانه پرداز، ۴۶۳-۴۸۵.
- رفعتی، حسن. (۱۳۸۶). جیرفت در آینه تاریخ. کرمان: مرکز کرمان شناسی.
- سرحدی دادیان، حسین، و حسین مرادی. (۱۳۸۷). بررسی باستان شناسی شهرستان سرباز (بخش های مرکزی و پیشین). اداره کل سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری سیستان و بلوچستان. منتشر نشده.

سیدسجادی، سید منصور (۱۳۷۸). منابع تأمین سنگ لاجورد جیرفت با توجه به آخرین یافته‌های باستان‌شناسی در شهر سوخته»، مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هلیل: جیرفت (۱۳۸۳)، به کوشش: دکتر یوسف مجیدزاده، تهران: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان کرمان، صص ۳۴۰-۳۱۵.

سیدسجادی، سید منصور (۱۳۷۴). باستان‌شناسی و تاریخ بلوچستان. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور. بصیری، سمیه (۱۳۸۷). مجسمه داوود، اثر میکل آنژ «بررسی روند حفاظت، مرمت و انجام آزمایشات». دو فصلنامه تخصصی مرمت اشیاء فرهنگی و بناهای تاریخی، سال دوم، شماره چهارم، بهار و تابستان. شادجو، سمیه (۱۳۸۶). تمدن آرتا. فصلنامه هنر، ش. ۷۲: ۱۷۱-۱۹۰.

عباس‌نژاد، رحمت (۱۳۷۳). جنبه‌هایی از هنر و صنعت فلزکاری از آغاز تا پایان هزاره سوم ق.م. در محوطه‌های باستانی جنوب شرق ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌شناسی پیش از تاریخ. دانشگاه تربیت مدرس: دانشکده ادبیات و علوم انسانی.

کازانوا، میشل (۱۳۸۷). اشیای منزلی از سنگ ظریف و نرم در خاورمیانه باستان: تولید، کاربرد، توزیع، ارزش. در مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هلیل: جیرفت (۱۳۸۳)، به کوشش یوسف مجیدزاده، ۳۹۷-۳۷۵. تهران: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان کرمان.

کمیته علمی بین‌المللی سنگ ایکوموس. سر ویراستار ورونیک ورگس بلمین (۱۳۹۰). فرهنگ مصور الگوهای تخریب سنگ. ترجمه غلامرضا وطنخواه، مهدی رازانی. تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.

لمبرگ کارلوسکی، سی.سی.، و توماس بیل وایت (۱۹۳۷). آغاز و شکوفایی فرهنگ و تمدن جنوب شرقی ایران (جلد اول: حوزه دره صوغان - کرمان فرهنگ یحیی: دوره آغازین). ترجمه غلامعلی شاملو. ۱۳۸۸. به کوشش محمدرضا میری. تهران: اداره کل روابط عمومی، امور فرهنگی و اجتماعی - اداره برنامه ریزی نشر. ملک شه‌میرزادی، صادق (۱۳۷۸). ایران در پیش از تاریخ (باستان‌شناسی ایران از آغاز تا سپیده دم شهرنشینی). چاپ اول. تهران: معاونت پژوهشی سازمان میراث فرهنگی کشور.

محمدی سفیدخانی، رامین (۱۳۹۱)، حفاظت و مرمت سه شی مرمری از کاوش‌های باستان‌شناسی جیرفت گورستان قلعه کوچک، پایان‌نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی و فرهنگی، دانشکده مرمت و باستان‌سنجی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. به راهنمایی: مهدی رازانی (منتشر نشده).

محمدی سفیدخانی، رامین (۱۳۹۳). گونه‌شناسی فرمی و تکنیکی مصنوعات مرمری در محوطه‌های شاخص پیش از تاریخی (عصر مفرغ) جنوب شرق ایران. دوفصلنامه تخصصی دانش مرمت و میراث فرهنگی. س.۲، ش. ۴. صص ۲۷-۴۸.

محمدی سفیدخانی، رامین (۱۳۹۳ الف). روش‌های بازسازی میراث سنگی با تأکید بر کاربرد رزین پلی‌استر. مجموعه مقالات یازدهمین همایش حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی فرهنگی و تزئینات وابسته به معماری. تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

شیروانی، مریم، و عباس عابد اصفهانی (۱۳۸۷). آسیب‌شناسی سنگ‌های سیاه مجموعه پاسارگاد و پیشنهاد راه حل حفاظتی. دو فصلنامه تخصصی مرمت اشیاء فرهنگی و بناهای تاریخی، سال دوم، شماره چهارم، بهار و تابستان.

- هادیان دهکردی، منیژه. (۱۳۸۶). کاربری پژوهش‌های آزمایشگاهی در حفاظت و مرمت بناهای تاریخی (مواد و مصالح). تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران- پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی- فرهنگی.
- پلندرلیت، هارولد. ج.، و ا. ی. ا. ورنر. (۱۳۸۲). حفاظت، نگاهداری و مرمت آثار تاریخی و هنری: درمان، مرمت و بازسازی. ترجمه دکتر رسول وطن دوست، تهران: دانشگاه هنر.
- یاوری، فاطمه، (۱۳۹۰). حفاظت و نگهداری از سه عدد شی کلریتی متعلق به تمدن جیرفت». پایان نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی و فرهنگی، گروه مرمت آثار تاریخی، دانشگاه زابل. به راهنمایی: مهدی رازانی (منتشر نشده).
- Ashby, Mike, and Kara Johnson. (2002). *Materials and Design (the art and science of material selection in product design)*, An imprint of Elsevier Science.
- Bevan, Andrew. (2007). *Stone vassels and values in the bronze age Mediterranean*. London: Cambridge university press.
- De Cardi, Beatrice, (1970), *Exavations at bampur, a third millennium settlement in Persian Baluchistan, 1966*, Newyork: anthropological papers of the American museum of natural history, Volume 51: part 3.
- E. F. Schmidt, (1933), *Tape Hissar excavations 1931*, Philadelphia: the museum journal, volume XXIII – number 4.
- Potts, D. T., Lamberg-Karlovsky, C. C., Pittman, H., & Kohl, P. L. (2001). *Excavations at Tepe Yahya, Iran, 1967-1975: the third millennium (Vol. 2)*. Peabody Museum of Archaeology.
- Radi Abdel Kader, Rabea, & Sayed Mohamed, Shaimaa, (2013), *The Restoration and Conservation o Egyptian Alabaster Vessels from the Early Era In Atfiyahmuseum Store – Helwan – Egypt*, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W2, XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France.
- Rapp, George, (2009), *Archaeomineralogy (Natural Science in Archaeology)*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- R. Caldwell, Joseph, (1967), *Investigations at Tal- I- eblis*, American: Illinois state Museum preliminary reports No. 9
- Tucci, Giuseppe, (1970), *East and West (A Tomb from Damin and the Problem of the Bampur Sequence in the Third Millennium B.C.)*, ISMEO, New Series, Vol.20 – Nos.1 – 2.
- Madjidzadeh, Youssef, 2008, *Excavations at Konar Sandal in the Region of Jiroft in the Halil Basin: First Preliminary Report (2002-2008)*, With a contribution on glyptic art by Holly Pittman: IRAN: journal of Persian studies , British institute, London. P.P 69-105
- <http://www.mindat.org/min-307.html> (تارنمای مین دات- تاریخ دسترسی ۹۴/۶/۳)
- (تارنمای اطلس تاریخی ایران پیش از اسلام- تاریخ دسترسی ۹۲/۳/۱۰)
- <http://www.iranatlas.info/main/persia.html>