



Characterization of the Marble Stone Bowles of Jiroft Plain and Compare with Marble Stones Scattered in the Distributaries of Halil and Shour Rivers in Southeast Iran

Mehdi Razani^{*1}, Ramin Mohamadi Sefidkhani², Bahram Ajourloo³, Ahmad Jahangiri⁴
(225-243)

Abstract

Archaeologically, Southeastern Iran has been hypothesized as one of the most important centers for the production and export of marble artifacts during the Bronze Age Near East. The characterization of the marbles from this region is necessary for identifying and rethinking the source of craft products and trade in the prehistoric societies of the cultural areas of Sindh and Mesopotamia. On the other hand, accurate knowledge of the type of stone with the recorded scientific words to introduce them is an important step in investigating the relationship between marble artifacts and geological tectonics and also the origin, in order to study morphology and preparation process of raw material and production of marble containers in Jiroft Plain, field and morphological studies using petrography, XRPD and SEM-EDX methods have been conducted to study samples of South Konar Sandal Hill and confiscated works. The question of this article is about the structure of raw materials for the production of marble artifacts in Jiroft Plain and its relation with the tectonic domain of the field. In this regard, seven ancient samples, two samples of Galoumaran Marble Mine and Qom Limestone Formation, and twelve samples of scattered rough rocks along the Halil River and Shur River near the mentioned ancient hills have been studied. After examining the results of petrography and the similarity of ancient samples, studied examples obtained from the cultural layers of South Konar Sandal Hill for further study using the XRPD analysis and the confiscated samples - regarding the different characteristics of the other ancient samples in this paper - were selected for further study using the SEM-EDX analysis. The result of this research is the classification of marble species being commonly referred to archaeological studies and the introduction of the aragonite structure of marble containers in the southeast of Iran - extracted from sedimentary formations of springs. Moreover, due to the agreement between the results of this research and the geological map of Jiroft Plain and the presence of homogeneous rocks that can be generalized to ancient samples, localization of the preparation process of raw material is suggested.

Keywords: "Southeast-Iran", "Marble Artifacts", "Jiroft", "South-Konar-Sandal", "Characterization", "Provenance".

1. Corresponding Author Email: m.razani@tabriziau.ac.ir

Assistant Professor, Faculty of cultural materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

2. M.A. Graduated Faculty of cultural materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

3. Associate Professor Faculty of cultural materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

4. Professor Faculty of Natural Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

1. Introduction

The Types of marble artifacts in prehistoric cultures of Indus valley and Mesopotamia often have comparable shapes and technical similarities that can be the result of commercial exchanges or cultural relationships and interactions. In the meantime, southeast of Iran and especially the Jiroft plain, which is located in the middle of Indus valley to Mesopotamian civilizations, due to the discovery of valuable and sometimes unique industries such as stone, metal, clay, and clay tablets, has a role more than the bridge between those cultures and according to the results of archaeological studies of that region can be one of the most important production centers; including marble (Chubak 2004; Madjidzadeh, 2008)

Few studies have been conducted to investigate the marble works of southeastern Iran, including structural identification of samples of marble containers resulting from the discovery of archaeological excavations at Konrsandal B in Jiroft (Mohamadi, Razani 2015 b, Derakhshan 2014). Moreover, the marble artifacts are recorded from Shahr-e Sokhteh (Akbarifars,2017; Bikmadah 2016) as well as the structural comparison of marble containers in Jiroft and Shahr-e-Sokhteh (Emami,2015). It is noted that all the above studies have pointed to the calcium carbonate structure of artifacts. But what are clear is the place of further studies and the introduction of structural and petrography of marble artifacts as important prehistoric objects of Iran.

Laboratory analyses including preparation and petrographic tests of the thin cross-section were performed for 7 ancient samples related to hill surface data, 2 samples of international base (Jiroft), and 5 samples from the south side of the sandal area. In addition, 12 samples of natural raw rocks from the surface of the tepe and around the adjacent rivers of Konarsandal hill were examined for word study (Table.1, Photo. 1). According to the similarity of the results of the study of petrography sections of ancient samples, the samples were selected from the scientific excavations of the south hillside (sample No. 7) to investigate the XRD device, and the sample seized from the site (sample No. 3) were selected for study by SEM-EDX because of being located in a plethora of specific bowls in the region (in terms of large dimensions and type of erosion). XRD (diffract meters pw18000 XRD (40kV-20mA), PHILIPS Netherland, $2\theta = 5-65$ software: Expert high score plus and SEM- EDX -VEGA\TESCAN-LMU.

Petrographic analyses of archaeological data indicate the combination of aragonite with needle shape and layer with limited empty space, which is sometimes filled with organic materials in the collision section of the layers. Sections of 12 samples of natural rocks scattered on the surface of the south coast area and adjacent river indicate aragonite marbles and metamorphic marbles with secondary minerals of calcite, quartz, and iron oxide. Aragonite samples are similar to ancient ones. The sample of thin sections of Glomaran mine and Qom Formation (the closest active and well-known mine to Konarsandal) is a fossilized limestone rock with bioparticles and biomicrite that is completely different from the samples examined from the Konarsandal area. (Table2). The archaeological sample no. 7 in complementary studies with XRPD indicates that the dominant mineral of calcite (CaCO_3 calcium carbonate) with high purity (Diagram. 1). Sample number 3 of ancient data is also specified in images and elemental decomposition presented by SEM-EDX multidimensional structure of aragonite marble column and dominant calcite mineral. According to the results of this study and other similar studies in order to scientifically introduce carbonate artifacts in the southeast of Iran, calcite species with aragonite structure can be suggested.

The analysis of surface natural rocks in the area next to Konarsandal and its waterways revealed the existence of sedimentary marbles matching ancient data and metamorphic marbles around the archaeological site next to Konarsandal. It shows that there are sedimentary marbles such as aragonite in the surrounding mountains and Halil branches and it can be considered as the origin of raw material in the local Jiroft basin by considering the adaptation of surface rocks with ancient data. In figure 7, based on the geological map of 1:100,000 Jiroft plain, limestone source limestones are seen from quaternary sediments and distribution of calcium carbonate rocks

(yellow) and their distances with the archaeological site next to the Konarsandals (in red). In this map, the Qom formation and its outcrops composed of fossilized calcium carbonate, due to the lack of discovery of fossilized limestone rocks in the construction of marble containers, have been avoided.

ساختارشناسی ظروف مرمری دشت جیرفت و تطبیق با سنگ‌های مرمری پراکنده در شاخه‌های

هلیل و شور، در جنوب شرق ایران

مهدی رازانی^۱

استادیار، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

رامین محمدی سفید خانی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

بهرام آجورلو

دانشیار، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

احمد جهانگیری

استاد دانشکده علوم زمین، دانشگاه تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰

چکیده

جنوب شرق ایران در پیش‌از تاریخ از مهم‌ترین مراکز تولید و صادرات مصنوعات مرمری در جنوب غرب آسیا محسوب می‌شود. ساختارشناسی مرمینه‌های این منطقه برای شناسایی و بازاریابی صنعت و تجارت در جوامع پیش‌ازتاریخی حوزه‌های فرهنگی سند تا بین‌النهرین ضرورت دارد. از طرفی شناخت دقیق نوع سنگ با واژگان علمی ثبت‌شده برای معرفی آن‌ها گامی مهم در بررسی رابطه مصنوعات مرمری با حوزه‌های زمین‌ساختی و منشأیابی است اما معرفی مصنوعات مرمری در حوزه باستان‌شناسی مشخص‌کننده ساختار ماده تولیدی نبوده و با توجه به ویژگی‌های ظاهری بیان می‌شوند و در سنگ‌شناسی مصنوعات ایجاد سردرگمی می‌کنند که در این مقاله به آن نیز پرداخته می‌شود. پرسش این مقاله حول محور سنگ‌شناسی ظروف مرمری دشت جیرفت و رابطه احتمالی آن با حوزه زمین‌ساخت منطقه است. در همین راستا به منظور ساختارشناسی و بررسی فرآیند تهیه ماده خام تولید ظروف مرمری حوزه هلیل و دشت جیرفت در استان کرمان، پس از بررسی‌های میدانی و جمع‌آوری نمونه‌ها شامل هفت نمونه قطعات ظروف پیش‌ازتاریخی، به علاوه دو نمونه از معدن مرمیت گلوماران و سازند آهکی قم و دوازده نمونه سنگ‌های خام پراکنده در امتداد رودخانه‌های هلیل و شور اطراف تپه کنارصندل، روش‌های آزمایشگاهی پتروگرافی، XRPD و SEM-EDX مورد استفاده قرار گرفتند. پس از بررسی نتایج پتروگرافی و تشخیص تشابه و همسانی در نمونه قطعات ظروف مرمری، نمونه مطالعاتی حاصل از لایه‌های فرهنگی کنارصندل جنوبی برای مطالعه تکمیلی با آنالیز دستگاهی XRPD و نیز نمونه توقیفی- با توجه به ویژگی‌های متفاوت با دیگر نمونه‌های باستانی این تحقیق- به منظور بررسی با دستگاه آنالیز SEM-EDX انتخاب شدند. نتیجه این پژوهش، دسته‌بندی صحیحی برای گونه سنگ‌های مصطلح شده به مرم در مطالعات باستان‌شناسی و معرفی ساختار آراگونیتی برای ظروف مرمری جنوب شرق ایران، حاصل از سازندهای رسوبی چشمه‌هاست. هم‌چنین با توجه به تطبیق نتایج پژوهش با نقشه زمین‌شناسی دشت جیرفت و وجود سنگ‌های هم‌جنس قابل‌تعمیم به نمونه‌های باستانی، بوم آورد بودن فرآیند تهیه ماده خام تولیدی برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: جنوب شرق ایران، ظروف مرمری، جیرفت، کنارصندل جنوبی، ساختارشناسی، منشأ یابی

۱. مقدمه

مصنوعات مرمری از اشیای تجاری مهم فرهنگ‌های پیش‌ازتاریخی حوزه‌های فرهنگی سند تا بین‌النهرین محسوب می‌شوند. اکثر دست‌ساخته‌ها، انواع ظروف با تشابهات شکلی و فنی در گستره منطقه‌ای هستند که می‌تواند گویای تبادلات تجاری یا ارتباط و تأثیرپذیری فرهنگی باشد. جنوب شرق ایران با کشف و بررسی منطقه جیرفت و تپه کنارصندل در جنوب استان کرمان (Madjidzadeh, 2008؛ مجید زاده، ۱۳۸۷؛ چوبک، ۱۳۸۳) توجهی نو و دوباره به خود را ضروری گردانید و امروزه می‌توان گفت یکی از مهم‌ترین مراکز تولید

دست‌ساخته‌های سنگی و به‌ویژه مرمری در پیش از تاریخ بوده است. با توجه به کشف محوطه‌های پیش‌ازتاریخی و صنایع ارزنده و گاهی منحصر به فرد (سنگی، سفالی، فلزی) به همراه چند لوحه آجری در منطقه جیرفت، می‌توان گفت پیش‌ازتاریخ جنوب‌شرق ایران نقشی بیشتر از پلی ارتباطی میان فرهنگ‌های سند با بین‌النهرین را داشته است.

در این پژوهش در مبحث ساختارشناسی، علاوه بر شناخت سنگ مورد استفاده در ساخت ظروف مرمری حوزه دشت جیرفت، موضوع جهان‌شمولی در راستای ساختارشناسی کلی مصنوعات مرمری بر اساس دسته‌بندی و واژه‌گزینی صحیح مورد بحث و بررسی قرار گرفته است؛ تا این‌گونه مصنوعات با واژگان بهتر که گویای سنگ‌شناسی دقیق‌تری است، معرفی گردند. در مورد انتساب مصنوعات به زیست‌بوم منطقه یا تهیه مواد خام مورد نیاز تولید از طریق واردات نیز، به مقایسه و تطبیق جنس قطعات ظروف با حوزه‌های زمین‌ساختی منطقه پرداخته شده است. البته کشف سنگ‌های خام در حفاری تپه کنارصندل و برخی مته‌ها دلیل بر وجود تولیدات محلی مصنوعات سنگی است؛ اما در کل به رابطه مواد اولیه تولید با حوزه زمین‌ساختی دشت جیرفت پرداخته نشده است. به عبارتی، منطقی است که تهیه ماده خام تولیدی از نزدیک‌ترین و راحت‌ترین محل تأمین گردد؛ در نتیجه همسانی در جنس ظروف سنگی با زمین‌ساخت‌های حوزه دشت جیرفت و اطراف محوطه‌های باستانی می‌تواند حاکی از رابطه مستقیم منشأ بومی سنگ‌های تولیدی در جنوب‌شرق ایران و تبادلات منطقه‌ای تمدن هلیل رود و آشکار شدن جنبه‌ای از نقش این منطقه در پیش از تاریخ اهمیت خواهد داشت.

۲- پیشینه تحقیق

در مورد بررسی آثار مرمری در جنوب‌شرق ایران محمدی و رازانی به شناسایی ساختاری آثار مرمر کلسیتی از کنارصندل ب در شهرستان جیرفت به روش پتروگرافی و پراش پرتو اشعه ایکس (XRD)، پرداخته‌اند (محمدی و رازانی، ۱۳۹۴ ب). همچنین درخشان و رازانی، روی نمونه‌های شهر سوخته تحقیقات ساختارشناسی را انجام داده‌اند (درخشان، ۱۳۹۲). بررسی‌هایی مشابه نیز توسط اکبری فرد و باتر روی ۹ نمونه از مصنوعات مرمری شهر سوخته انجام پذیرفته است (اکبری فرد، ۱۳۸۶). 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 (امامی و دیگران، ۱۳۹۴). مطالعه‌ای دیگر توسط بیک مداح و همکاران، روی ساختارشناسی مصنوعات مرمری شهر سوخته انجام شده است (بیک مداح، ۱۳۹۵). در تمام موارد مذکور، به ساختار کربنات کلسیتی مصنوعات اشاره شده است. در مطالعه‌ای نیز انریکو اسکالونه نمونه آثار با ساختار کربناته مکشوفه از شوش را به حوزه فرهنگی دشت جیرفت نسبت می‌دهد (اسکالونه، ۱۳۸۷). میشل کازانوا دسته‌بندی‌ای از ظروف مرمری جنوب‌غرب آسیا و مصر انجام داده و به‌صورت کلی به تفاوت ساختاری در جنس ظروف مرمری اشاره می‌کند که با واژگان مصطلح معرفی می‌شوند و به‌طور واضح گویای جنس سنگ مربوطه نیستند. ایشان به سنگ‌آهک، مرمر، کلسیت، سنگ گچ و آلابستر در مجموع تولید ظروف مرمری اشاره می‌کنند اما تقسیم‌بندی ساختاری و تفاوت آن‌ها را شرح نمی‌دهند و حتی به اشتباه از واژه آلابستر برای مرمر نیمه شفاف و مرمر (Marble) برای

مرمر شفاف استفاده می‌کنند؛ در صورتی که این دو سنگ به لحاظ ساختاری و زمین‌ساختی باهم متفاوت هستند و هردو بسته به نحوه تشکیل و ناخالصی‌ها می‌توانند شفاف و نیمه شفاف باشند (کازانوا، ۱۳۸۷). دسته‌بندی‌های محدودتری در جنوب شرق ایران، برای ظروف مرمری گورستان شهر سوخته توسط شیرازی (شیرازی، ۱۳۸۵) و محوطه شهداد توسط مرحوم حاکمی (Hakemi, 1997) نیز ارائه شده است. از نظر ابزارشناسی، بررسی‌هایی برای ابزارشناسی ساخت ظروف مرمری شهر سوخته توسط بوچوتی و همکاران صورت گرفته است (S. Boccuti et al, 2015). هم‌چنین، جلال‌الدین رفیع‌فر مته‌های سنگی کنارصندل شهرستان جیرفت و سید سجادی روی ریز مته‌کاری جواهرآلات شهر سوخته بررسی‌هایی داشته‌اند (سید سجادی، ۱۳۸۲؛ رفیع فر، ۱۳۸۷؛ رفیع فر، میکلی و ویداله، ۱۳۸۷). بررسی‌هایی تطبیقی‌ای نیز روی فناوری مصنوعات سنگی حوزه مدیترانه با تکیه بر دیوارنگاره‌های مصری و مشاهدات میکروسکوپی در راستای شناخت روش‌های ساخت انجام گرفته (Baven, 2007) که می‌تواند قابل‌تعمیم به دیگر حوزه‌های تمدنی چون جنوب شرق ایران باشد. در زمینه مطالعات فناوری ساخت و منشأ مصنوعات سنگی، بررسی‌هایی توسط فیلیپ کوهل و دیگران بر اساس داده‌های تپه یحیی روی سنگ‌های کلریتی صورت پذیرفته است (Kohl, 1975; Kohl et al, 1979). از جمله متأخرترین بررسی‌ها درباره فناوری ساخت مصنوعات سنگی و مطالعات منشأ یابی سنگ‌های کلریتی حوزه جیرفت، پژوهش‌های رازانی، امامی و مجیدزاده است که نتایج به دست آمده نشان‌دهنده بوم‌آورد بودن مواد اولیه بر پایه معدن‌کاوی و ساختار سنگ‌های کلریتی (نه استیتایت یا سنگ صابون) است (Emami et al, 2017). مطالعات دیگر به بررسی روابط فرهنگی-تجاری حوزه فرهنگی جیرفت در جنوب غرب آسیا پرداخته‌اند؛ در مقاله‌ای با بررسی نقش و جایگاه ادوات سنگی، به ارتباطات جیرفت با مناطق میان‌رودان (معبد خفاجه و تل عقرب)، شمال عربستان کنونی (محوطه تاروت)، پاکستان و افغانستان (موندیگاگ)، هند (موهنجودارو)، استان سیستان و بلوچستان (شهر سوخته)، استان کرمان (تپه‌های شهداد و یحیی)، فلات مرکزی ایران (تپه حصار دامغان)، آذربایجان در شمال غرب ایران و آلتین تپه در آسیای میانه و مناطق همجوارش اشاره می‌کند (رفیع‌فر، ۱۳۹۳). در مقاله‌ای ارتباطات جیرفت از شرق با محوطه‌های هاراپایی و باکتریانا (بلخی- مروی) و از غرب با انشان و بین‌النهرین (دوره اور) با استناد بر نقوش برجسته مهرها، ظروف، پیکرک و متون نوشتاری بررسی شده است (استنکر، ۱۳۹۳). در مقاله‌ای نیز با مطرح کردن دوره زمانی جیرفت بین ۲۸۰۰ تا ۲۲۰۰ پ. م. به ارتباط فرهنگی و مسیرهای ارتباطی جیرفت از عمان در دوره ام‌النار تا سیستان و بلوچستان، افغانستان و سند و موهنجودارو بر اساس داده‌های سفالی اشاره شده است (پ. رایت، ۱۳۹۳). بررسی‌های فوق نمونه بررسی‌هایی بودند که روی مصنوعات سنگی و ردپای ارتباطات جیرفت با مناطق پیرامون صورت گرفته است؛ اما آنچه پیداست خلأ فاحشی در مطالعه و معرفی ساختاری و سنگ‌شناسی مصنوعات مرمری به‌عنوان اشیای منزلتی مهم پیش از تاریخی وجود دارد که بررسی باستان‌سنجی آن‌ها با توجه به زیست‌بوم منطقه می‌تواند در شناخت بخشی از نظام مبادلاتی جیرفت با جوامع هم‌جوار نیز مؤثر باشد.

۳- مواد و روش‌های آزمایشگاهی

مطالعات آزمایشگاهی شامل آزمون‌های تهیه و مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی، آنالیز پراش اشعه ایکس (XRPD) به همراه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM-EDX) با هدف ساختارشناسی مصنوعات مرمری

جنوب‌شرق ایران با تأکید بر دشت جیرفت بوده است. در همین راستا در ابتدا نمونه‌برداری و سپس اقدام به آنالیز نمونه‌ها گردید که شرح آن در ادامه آمده است.

۳-۱. نمونه‌برداری

برای پتروگرافی ابتدا هفت قطعه نمونه باستانی؛ یک نمونه از آثار توقیفی پایگاه بین‌المللی مطالعات باستان‌شناسی جنوب‌شرق ایران (جیرفت) و پنج نمونه از محوطه کنارصندل جنوبی انتخاب گردید که به‌غیر از یک نمونه به‌دست‌آمده از کاوش‌های باستان‌شناختی یوسف مجیدزاده،^(۱) باقی مربوط به داده‌های سطحی تپه هستند. با توجه به تشابه نتایج مطالعه مقاطع پتروگرافی نمونه‌های باستانی، به‌منظور مطالعات تکمیلی، نمونه مکشوفه از کاوش‌های علمی تپه کنارصندل جنوبی (نمونه شماره ۷) برای بررسی با دستگاه XRD و نمونه توقیفی پایگاه مذکور (نمونه شماره ۳) به دلیل قرارگیری در مجموعه‌ای از کاسه‌های خاص منطقه (به لحاظ ابعاد بزرگ و نوعی فرسایش) برای مطالعه با دستگاه SEM-EDX انتخاب شدند. سوای آن‌ها ۱۲ نمونه سنگ خام طبیعی از سطح تپه و اطراف رودخانه‌های مجاور تپه کنارصندل برداشت گردید (جدول ۱؛ تصویر ۱). همچنین از سازند آهکی قم و معدن مرمریت گلوماران که در نزدیکی منطقه بود نمونه‌برداری شد؛ تا مقاطع پتروگرافی داده‌های باستانی با نمونه‌های طبیعی پراکنده در منطقه، مورد بررسی و تطبیق قرار گیرند.

جدول ۱: نمونه‌های برداشت‌شده این پژوهش

Tab:1 the selected samples from the different sources of this case study

شماره نمونه‌ها	نمونه‌ها
۱ - ۷	نمونه‌های باستانی
۸ - ۱۶	نمونه‌های طبیعی سطح محوطه کنارصندل
۱۷ - ۱۹	رودخانه شور
۲۰	معدن گلوماران
۲۱	سازند قم



تصویر شماره ۱: نمونه سنگ‌های خام برداشت‌شده از حوضه جیرفت

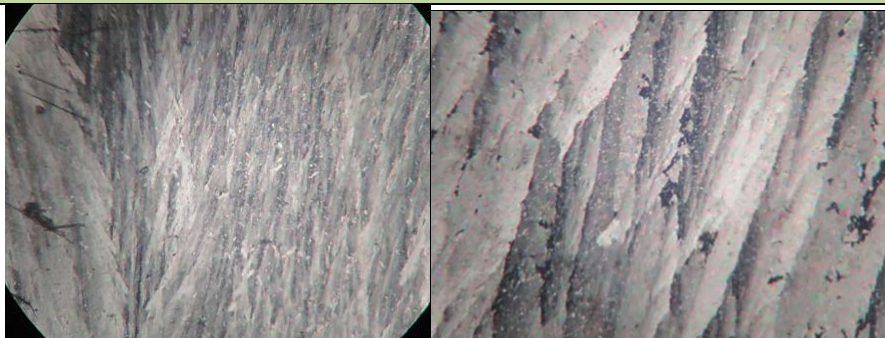
Fig 1. The selected raw material samples taken from the Jiroft plain.

۳-۲. معرفی روش‌های آزمایشگاهی

در این تحقیق با هدف ریزساختارشناسی اشیاء مرمرین جیرفت به همراه دیگر نمونه‌های مورد مطالعه بر اساس مطالعات آزمایشگاهی از روش‌های پتروگرافی مقطع نازک، پراش اشعه ایکس به روش پودری (XPRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM-EDX) استفاده گردید. در همین راستا برای شناسایی و تشخیص فازهای بلوری موجود از آنالیز پراش پرتوایکس به روش پودری روی نمونه‌ی مکشوفه از کاوش‌های علمی تپه کنارصندل جنوبی (نمونه شماره ۷)، به وسیله دستگاه دیفراکتومتر مدل PW1800 ساخت شرکت PHILIPS هلند (لامپ پرتوایکس از جنس مس با حداکثر اختلاف پتانسیل ۴۰ kV و حداکثر شدت جریان ۲۵ mA، نمونه ثابت و آشکارساز سوزن) تحت زاویه 2θ و زاویه تابش ۵-۶۵ درجه در آزمایشگاه پراش پرتو ایکس شرکت کانساران بینالود انجام شده و با استفاده از نرم‌افزار Xpert high score plus تفسیر گردید. برای شناسایی و تعیین نیمه کمی ترکیبات شیمیایی و عناصر موجود نمونه سنگ از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM-EDX) (نمونه شماره ۳) استفاده گردید. این آزمایش توسط دستگاه مدل VEGA\TESCAN-LMU ساخت سال ۲۰۱۰ جمهوری چک در مرکز پژوهش متالورژی رازی (تهران) انجام شد. همچنین برای شناسایی ماهیت سنگ و ساختار میکروسکوپی آن از پتروگرافی مقاطع نازک استفاده شد؛ فرایند ساخت مقاطع ۲۳ نمونه به صورت تک‌مرحله‌ای با انجام مراحل برش و سایش تا ضخامت استاندارد ۲۵ تا ۳۰ μm بر اساس استاندارد (ASTM, 2009) انجام شد. در ادامه نیز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان المپیوس BX51 ساخت کشور ژاپن در دانشگاه هنر اسلامی تبریز مورد مطالعه و تصویربرداری قرار گرفت.

۴- نتایج و بیان داده‌ها

در بررسی‌های پتروگرافی، مقاطع نازک ۷ قطعه مطالعاتی (باستانی) به دست آمده از تپه کنارصندل جنوبی، همگی حاکی از ترکیب آراگونیتی با شکل سوزنی و لایه‌ای با فضای خالی محدود است که گاهی با مواد آلی در بخش برخورد لایه‌ها پر شده‌اند (ت. ۲). آراگونیت دارای سیستم بلوری ارتورومبیک با اشکال چندوجهی سوزنی، ستونی، منشوری، گلبولی شکل، سختی ۴-۳٫۵، موس، رنگ خاکه سفید، جرم مخصوص ۲/۹۵ گرم و فلورسانس صورتی کم‌رنگ است (تارنمای پژوهشی مین دات، تاریخ دسترسی: ۲۳ / ۱۰ / ۹۷). مقاطع دوازده نمونه سنگ‌های طبیعی پراکنده در سطح محوطه کنارصندل جنوبی و رودخانه مجاور حاکی از مرمرهای آراگونیتی و مرمرهای دگرگونی است. مرمرهای دگرگونی شامل دو دسته درشت بلور و ریزبلورند که رگه‌های آن با کلسیت ثانویه و گاهی کوارتز پر شده است. همچنین در برخی نمونه‌ها کانی ثانویه کوارتز یا اکسید آهن مشاهده گردید. فضای خالی محدود نمونه‌ها با کلسیت ثانویه، اکسید آهن و کوارتز ریزبلور پر شده است. نمونه‌های آراگونیتی نیز مشابه نمونه‌های باستانی بوده و دارای استیلولیت (تجمع مضرس) اکسید آهن و مقداری مواد آلی هستند (ت. ۳).

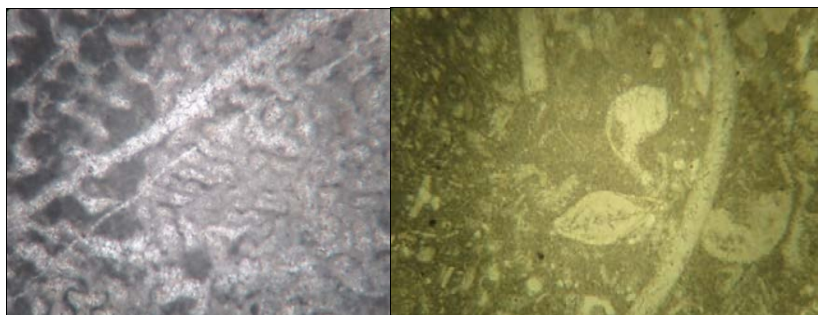


تصویر شماره ۲: راست) مقطع نازک نمونه شماره ۱ و چپ) نمونه شماره ۴ از نمونه‌های باستانی با بزرگنمایی ۴۰ برابر تحت نور XPL،
Fig.2, Right) Thin section of sample No. 1 and left) Thin section of Sample No. 4 of ancient specimens with 40x magnification under XPL light



تصویر شماره ۳: نمایی از مقاطع نازک نمونه‌های طبیعی پراکنده در اطراف تپه کنارصندل جنوبی با بزرگنمایی ۴۰ برابر تحت نور XPL،
مرمرهای دگرگونی (راست) شماره ۱۸ و وسط شماره ۱۹ و چپ) مرمر آراگونیتی (نمونه شماره ۹) مشابه با نمونه‌های باستانی.
Fig.3, View of the thin sections of natural specimens around the Konar-Sandal Tepe with 40x magnification under XPL light. Right) sample No-18 and middle) sample No-19 Metamorphic marbles, Left) Aragonite marble (sample No: 9) similar to ancient specimens.

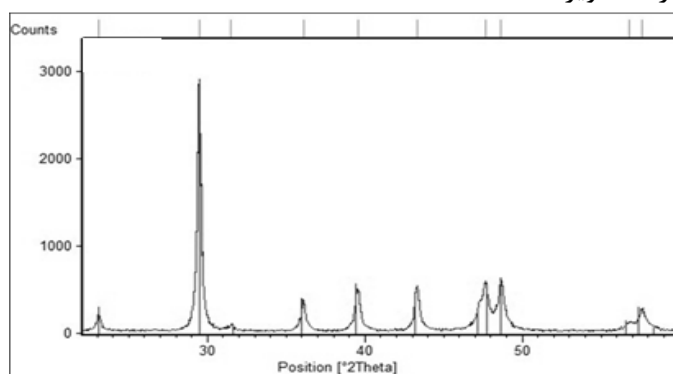
نمونه مقطع نازک مورد بررسی از معدن گلوماران (نزدیک‌ترین معدن فعال و شناخته‌شده به کنارصندل)، جزء سنگ‌های آهکی ریزبلور فسیل‌دار بایو اسپارایتی است که کاملاً با نمونه‌های مورد بررسی از منطقه کنارصندل متفاوت است. بررسی مقطع نازک نمونه از سازند قم نیز حاکی از وجود سنگ‌آهک فسیل‌دار بایومیکرایتی است که با نمونه معدن گلوماران مشابه است (تصویر. ۴).



تصویر شماره ۴: راست، نمایی از مقطع نازک نمونه شماره ۲۱ از معدن گلوماران با بزرگنمایی ۴۰ برابر تحت نور XPL، نشان‌دهنده آهک فسیل‌دار؛ چپ، نمایی از مقطع نازک نمونه شماره ۲۰ از سازند قم با بزرگنمایی ۴۰ برابر تحت نور PPL، نشان‌دهنده آهک فسیل‌دار.

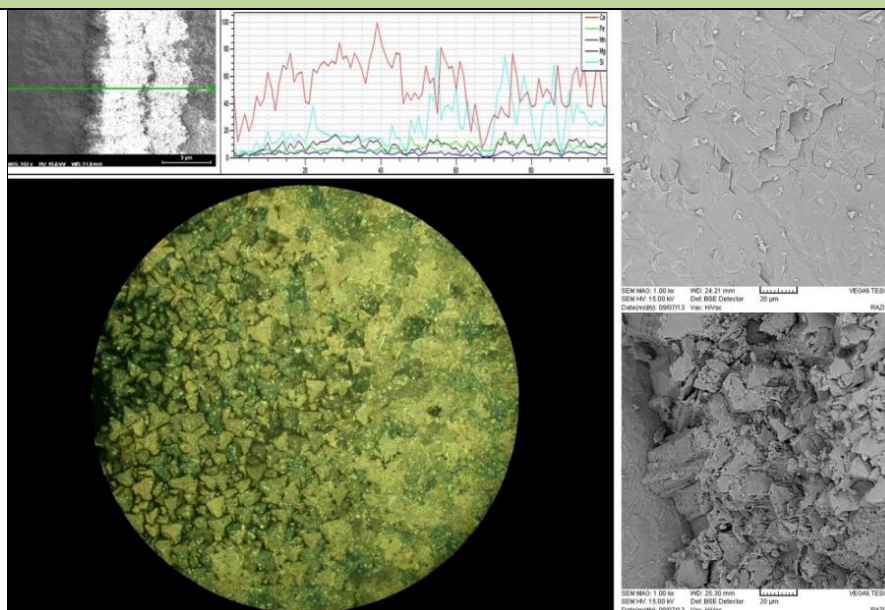
Fig 4. Right) View of the thin section of sample No. 21 of the Glomaran mine with 40x magnification under XPL light, indicating fossilized lime; left) View of the thin section of sample No. 20 of the Qom Formation with 40x magnification under PPL light, indicating fossilized lime;

نمونه باستانی به‌دست‌آمده از کاوش‌های علمی تپه کنارصندل که در مقطع نازک مرمر آراگونیتی تشخیص داده‌شده، برای بررسی‌های تکمیلی با پراش پرتوایکس به روش پودری (XRPD) انتخاب گردید؛ و نتیجه حاکی از کانی غالب کلسیت (کربنات کلسیم CaCO_3) با درجه خلوص بالاست (نمودار. ۱). مجموع نتایج بررسی‌های پتروگرافی و آنالیز XRPD این نمونه نشان‌دهنده مرمر کربناتی با ساختار آراگونیتی است. نمونه شماره ۳ از داده‌های باستانی، جزئی از مجموعه ظروف توقیفی در پایگاه بین‌المللی مطالعات باستان‌شناسی جنوب‌شرق ایران؛ جیرفت است که در تصاویر و تجزیه عنصری ارائه‌شده توسط SEM- EDX ساختار چندوجهی ستونی مرمر آراگونیتی و کانی غالب کلسیت مشخص است. نتایج مذکور با نتیجه آنالیز XRPD انجام‌شده در این پژوهش (نمونه شماره ۷) مطابقت دارد. همچنین در مطالعه پتروگرافی مقطع نمونه (به‌صورت عرضی)، کانی آراگونیت مشاهده گردید که با تصاویر SEM نمونه و تصاویر پتروگرافی سایر نمونه‌های باستانی مطابقت دارد (تصویر. ۵).



نمودار. ۱: طیف XRD نمونه مکشوفه از حفاری‌های تپه کنارصندل، بلندترین پیک، شاخص کانی کلسیت در سنگ مرمر است

Diagram 1.. X-ray diffraction analysis diagram from a sample discovered from scientific Excavations from Konar Sandsal Tepe, the highest peak is the calcite mineral in marble stone



تصویر شماره ۵: بالا) نتایج آنالیز عنصری روبش خطی و راست) تصاویر SEM-EDX و چپ) تصویر مقطع نازک پتروگرافی نمونه
fig. 5: Above) results of the Linear scan and elemental, right) Micro scan of Sample No.3 and left) Petrographic thin section image of the sample No:3

۵. نتایج و بحث

برای نام‌گذاری برخی سنگ‌های مطرح در سه عرصه تخصصی باستان‌شناسی، زمین‌شناسی و تجارت سنگ، استفاده از اصطلاح‌های یکسان در معرفی سنگ‌های مختلف باعث سردرگمی بسیار در مطالعات علمی شده است. یکی از آن موارد واژه مرمر و آلابستر در مورد تعدادی از سنگ‌های کربناته و سولفات‌ها بوده که ساختار ظروف سنگی این مقاله را شامل می‌شوند. به‌طور کلی، در باستان‌شناسی برای گروهی از سنگ‌های کربناتی و سنگ گچ از آن واژه‌ها استفاده می‌شود؛ در تجارت سنگ، به هر سنگ کربناته که قابل جلا و صیقل دهی باشد عنوان مرمر قابل‌استفاده است؛ و در زمین‌شناسی، آلابستر برای انواع متراکم و دانه‌ریز گچ کاربرد دارد. مرمر و مرمر اونیکس برای گروهی از سنگ‌های کربناته (کلسیتی، دولومیتی و آراگونیتی) و سنگ چینی برای سنگ‌های کربناته دگرگون شده گفته می‌شود؛ مرمریت برای سنگ‌های آهکی (متراکم قابل برش) چشمه‌های درون غارها؛ و تروارتن نیز برای سنگ‌های آهکی چشمه‌های آب گرم استفاده می‌گردد (محمدی و رازانی Price, 2012؛ ۱۳۹۴). از طرفی، مرمر از دیدگاه زمین‌شناختی، از دگرگونی سنگ‌های کربناته که متشکل از کربنات کلسیم (کلسیت) یا کربنات منیریم (دولومیت) است، توسط تبلور مجدد در شرایط دگرگونی ناحیه‌ای و یا مجاورتی ایجاد می‌شود (پورمعافی، ۱۳۸۳: ۱۵۵-۱۳۵)، اما آنچه بین زمین‌شناسان مصطلح گردیده، نام‌گذاری گونه‌های دگرگون شده به‌عنوان سنگ چینی و برخی از گونه‌های رسوبی به‌عنوان مرمر است. مطالب مذکور حاکی از وجود پیچیدگی و سردرگمی در میان حوزه‌های تخصصی متفاوت در مطالعات مشابه است. در بررسی‌های باستان‌شناختی که از سایر علوم در پیشبرد اهداف خود بهره‌مند است، بازشناخت اصطلاحات و استفاده از مطالب و واژگان صحیح در راستای معرفی مصنوعات، زیست‌بوم منطقه و عوامل درون‌زا یا برون‌زایی تولیدات باستانی و منشأ یابی اهمیت بسزایی دارد. در مطالعات باستان‌شناسی، سنگ‌های

مذکور به دلیل ظاهری (تقریباً) همسان، در لفای دو واژه عام و مصطلح شده مرمر یا آلابستر معرفی می‌شوند و مانعی جدی برای مطالعات علمی هستند. مسئله اساسی در عدم تمایز ساختاری نسبی میان واژه مرمر و آلابستر است تا دست‌کم تفاوتی در حد معرفی پایه کربناتی (برای مرمرها) یا سولفاتی (برای آلابستر) مصنوع مرمری از آن حاصل آید. درواقع معلوم نیست که واژه مرمر یا آلابستر گویای چه نوع ساختار اولیه است. اهمیت دسته‌بندی مذکور در تفاوت ساختاری مواد متشکله و نحوه تشکیل است که در بازشناخت رابطه جامعه با زیست‌بوم و تبادلات فرهنگی در منطقه و فرا منطقه، فن‌شناسی و منشأ یابی حائز اهمیت قرار می‌گیرد. البته گاهی برخی نویسندگان با کلماتی تلفیقی مانند آلابستر کلسیتی، آلابستر شرقی (تراورتن) و آلابستر گچی سعی در معرفی بهتر مصنوع سنگی دارند (Goffe & Winefordner, (Edt.s) 2007) ولی در کل علی‌رغم کلی‌نگری، آن نام‌گذاری‌ها صحیح نیست و با افزایش گستره نام‌های یک سنگ، ایجاد سردرگمی بیشتر می‌کند.

به‌طور کلی می‌توان گفت، سنگ مورد استفاده در ساخت انواع مصنوعات مرمری یا آلابستری، دسته‌ای از گونه‌های مختلف سنگ‌های رسوبی نرم چون کلسیت، آراگونیت، دولومیت، تراورتن، مرمریت، مرمر (گونه دگرگونی سنگ‌های کربناته رسوبی)، سنگ گچ و آلابستر (سنگ متراکم و ریزبلور گچی) هستند (Bevan, 2007: 42; Rapp, 2009: 128-135; Kazanov, 1387: 377; T. Price, 2012; Radi Abdel Kader & Sayed, 2013: 502). تاکنون آزمایش و بررسی ۵۲ نمونه از قطعات ظروف مرمری شهر سوخته و جیرفت (به‌صورت پراکنده در مطالعات مختلف) نشان‌دهنده گروه سنگ‌های کربنات کلسیم است که از آن میان آراگونیتی بودن نوزده نمونه از قطعات ظروف مرمری مشخص است و در مورد دیگر نمونه‌ها به دلیل کامل نبودن روند گزارشی و آزمایش‌ها تنها قرار گرفتن در گروه کلسیتی قابل تأیید است (اکبری فرد، ۱۳۸۶؛ محمدی سفیدخانی و رازانی، ۱۳۹۴؛ امامی و دیگران، ۱۳۹۴؛ درخشان ۱۳۹۲؛ محمدی سفیدخانی ۱۳۹۴؛ بیک مداح و همکاران ۱۳۹۵؛ S. Boccuti et al 2015) خانم کازانوا که در حوزه جنوب‌غرب آسیا تا مصر روی مصنوعات مرمری بررسی‌هایی داشته است معدود نمونه‌هایی را مرمر دگرگون مشاهده کرده و در کل آثار را به‌عنوان کلسیت (شامل سنگ‌های کربناتی و سولفاتی) معرفی می‌کند که در حوزه سازندهای رسوبی قرار می‌گیرند. هم‌چنین ۸۰٪ آثار کلسیتی را کربنات کلسیم و بیست درصد آن را سولفات کلسیم معرفی می‌کند (کازانوا، ۱۳۸۷) که می‌تواند همسو با مطالعات پراکنده در جنوب‌شرق ایران باشد.

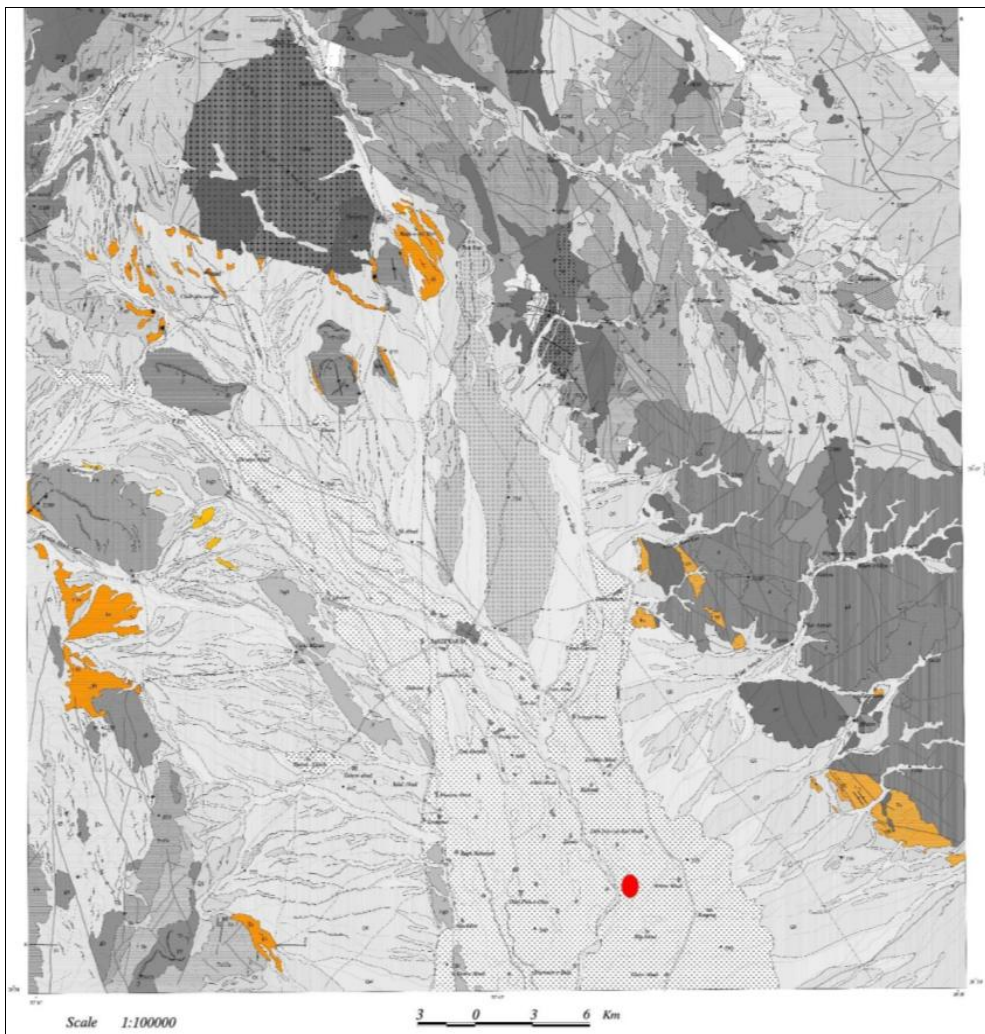
در مطالعه‌ای نیز انریکو اسکالونه اظهار می‌کند که نمونه مصنوعات سنگی با ساختار گچی مربوط به حوزه جنوب‌غرب ایران و نمونه مصنوعات با ساختار کربناته می‌تواند مربوط به حوزه جنوب‌شرق ایران باشد و نمونه آثار با ساختار کربناته مکشوفه از شوش را مربوط به حوزه فرهنگی دشت جیرفت نسبت می‌دهد (اسکالونه، ۱۳۸۷). هم‌چنین با توجه به وجود سازندهای آهکی بسیار در جنوب‌شرق و نبود سازند مشخص گچی در حوزه زمین‌ساختی آن - به‌مانند سازند گچساران که غرب و شمال ایران را شامل می‌شود - فرض آقای اسکالونه منطقی به نظر می‌رسد. از طرفی نیز نتایج پتروگرافی این تحقیق و سایر مطالعات مشابه، کربناتی بودن مصنوعات مرمری جنوب‌شرق ایران را بارز می‌کند. در نتیجه می‌توان با توجه به فرض معقول بوم آورد بودن مواد اولیه، کربناتی بودن مصنوعات مرمری را مطرح نمود و احتمال وجود گونه‌های آلابستری را کم‌رنگ دانست. هم‌چنین با توجه به نتایج پتروگرافی، XRPD و SEM-EDX در این پژوهش و بررسی دیگر مطالعات

مشابه، می‌توان به‌منظور معرفی علمی مصنوعات کربناتی جنوب‌شرق ایران، گونه کلسیتی با ساختار آراگونیتی را پیشنهاد نمود.

با توجه به نتایج این تحقیق و پیشینه مطالعات منطقه، باید در ساختار زمین‌شناسی دشت جیرفت به دنبال زمین‌ساخت‌های مشابه با مصنوعات باستانی گشت؛ اگر مناطقی در دسترس محوطه‌های باستانی وجود داشته باشد که ساختار سنگ‌های کربناتی آن با مصنوعات باستانی همسان باشد، فرض بوم آورد بودن مواد خام تولیدی قوی‌تر می‌گردد. بررسی سنگ‌های طبیعی سطحی در محوطه کنارصندل و آبراه‌های آن وجود مرمرهای رسوبی قابل تطبیق با داده‌های باستانی و مرمرهای دگرگونی را در حول محوطه باستانی کنارصندل مشخص نمود. آن مهم نشان می‌دهد که در کوه‌های اطراف و شاخه‌های هلیل وجود انواع مرمرهای رسوبی چون آراگونیت وجود دارد و می‌توان با در نظر گرفتن تطابق سنگ‌های سطحی با داده‌های باستانی منشأ ماده خام را در حوزه جیرفت محلی دانست. بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰، حوزه جیرفت و آنچه از بررسی سه گسل بزرگ دلفارد، سبزواران و چاه مزرعه برمی‌آید می‌توان گفت در شمال سبزواران (جیرفت) به هم متصل و در مسیر رودخانه هلیل به‌طرف جنوب ادامه می‌یابند. در چهارگوش سبزواران قدیمی‌ترین واحدهای سنگی از زمان پالئوزوئیک (قبل از پرمین) در جنوب‌غربی نقشه گسترش دارند که روی آن‌ها گدازه‌های بازالتی، شیل‌ها، ماسه‌سنگ و آهک‌های ژوراسیک و کرتاسه قرار گرفته‌اند. سنگ‌های آتش‌فشانی ائوسن و واحدهای آهکی سازند قم در قسمت شرق و غرب رودخانه هلیل گسترش یافته‌اند. در جنوب‌غربی نقشه سنگ‌های الترابازیک و آهک‌های میکرایتی پلاژیک مربوط به افیولیت‌ها دارای برونزدهایی هستند. هم‌چنین آهک‌های چشمه‌های آهک‌ساز از رسوبات مربوط به کواترنری در منطقه می‌باشند. تصویر ۷ نقشه پراکنش سنگ‌های کربنات کلسیم (با رنگ زرد) و فواصل آن‌ها با محوطه باستانی کنارصندل (به رنگ قرمز) روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه را نشان می‌دهد (ت. ۷). در این نقشه از نشان دادن سازند قم و رخنمون‌های آن که از کربنات کلسیم فسیل دار تشکیل شده- با توجه به عدم کشف سنگ‌های آهکی فسیل دار در ساخت ظروف مرمری- اجتناب گردید. طبق نقشه مذکور محوطه‌های قابل استفاده به‌منظور برداشت مواد خام موردنیاز تولید مصنوعات مرمری پیشنهاد گردیده است. با توجه به نقشه و دسترسی به مواد اولیه در جوار محوطه‌های باستانی فرض بوم آورد بودن مواد خام تولیدی معقول و بارز است.

در جیرفت کثرت مصنوعات سنگی توقیفی (حدود چهار هزار اثر) و ابعاد بزرگ‌تر مصنوعات نسبت به محوطه‌های همجوار چنین نشان می‌دهد که دسترسی به مواد اولیه تولید ساده و زیاد بوده است. در نتیجه و با توجه به کثرت آثار توقیفی، حوزه جیرفت گویای یک مرکز مهم تولید مصنوعات سنگی است؛ معقولانه به نظر می‌رسد که چنین توان تولیدی در پیش‌ازتاریخ، باید دارای یک نظام تولیدی بالفعل و گسترده با دسترسی سهل و بسیار به مواد اولیه باشد و آن نمی‌تواند با محدودیت‌های مبادلات تجاری در واردات مواد اولیه همخوانی ایجاد کند. این نتایج و دیگر نتایج این تحقیق که مورد بحث قرار گرفت، همگی حاکی از بوم آورد بودن مواد اولیه تولید با منشأ محلی رسوبات کربناتی در یک نظام تولیدی مستقل است. مسئله مهم دیگر در چرایی انتخاب نوع ماده خام اولیه است. مطالعات در جنوب‌شرق روی مصنوعات مرمری حاکی از کربنات‌های رسوبی است و با وجود معادن مرمری دگرگون، از آن در ساخت محصولات استفاده نشده است؛ علت آن باید

در آگاهی صنعت کاران باستانی نسبت به رفتار سنگ‌ها در مراحل ساخت باشد؛ انتخاب سنگ بر اساس سه پارامتر اصلی انسجام و مقاومت سنگ در برابر فشارهای مداوم، سختی و دوام مواد معدنی تشکیل‌دهنده و تمایل بافت سنگ نسبت به جهت‌گیری سایش و شکستگی انجام می‌پذیرد (Bevan, 2007: 40- 53). بافت مرم‌های دگرگونی (به‌مانند کانی فلدسپار) می‌تواند مستعد شکافت و شکست در جهت‌های متفاوت باشد که کار کردن روی آن را سخت‌تر می‌سازد و تمایل کمتر صنعت کاران باستانی برای استفاده از آن را توجیه می‌کند. به نظر می‌رسد ساختارهای رسوبی کربنات کلسیم رفتار مساعدتری نسبت به گونه‌های دگرگونی خود در مراحل مختلف ساخت مصنوعات مرمری داشته باشند.



تصویر شماره ۷: تصویر بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دشت جیرفت رنگ قرمز محوطه کنارصندل. رنگ زرد: محوطه‌های پیشنهادی ساختارهای رسوبی آراگونیتی

fig 7: The image of a part of the 1: 100000 geological map of Jiroft plain, red-color Konar-Sandal pre-historical site Yellow color: Proposed areas of aragonite sedimentary structures

۶. نتیجه

پژوهش حاضر تلاشی برای دسته‌بندی صحیح ساختاری مصنوعات مرمری در راستای منشأ یابی و معرفی ساختاری مصنوعات مرمری حوزه دشت جیرفت است؛ و مرم‌ر آراگونیتی را برای شناخت مصنوعات مرمری

دشت جیرفت و جنوب‌شرق پیشنهاد می‌دهد که سازندی رسوبی حاصل فعالیت چشمه‌هاست. پیش از این پژوهش، معرفی مصنوعات مورد بحث با واژه مرمر یا آلابستر همراه بود که شناختی غلط از آن‌ها را ارائه می‌نمود؛ انتساب ظروف مرمری جنوب‌شرق به گونه آراگونیتی، خود نوعی منشاسناسی ظروف و تطبیق آن با زمین‌ساخت‌های آراگونیت‌ساز دشت جیرفت قدمی مهم برای منشأ یابی است. هم‌چنین بررسی‌هایی مقدماتی در راستای استدلال بوم آورد بودن صنعت ساخت مصنوعات مرمری در حوضه دشت جیرفت صورت پذیرفت که منشأ محلی بودن مواد اولیه را پیشنهاد می‌کند. حاصل این پژوهش می‌تواند راهگشای کشف معادن باستانی و بررسی نظام تولیدی محصولات در سیستم صنعت جامعه و بالطبع آن سیستم‌های تجاری در منطقه باشد؛ و نیز ساختارشناسی و دسته‌بندی ساختاری مصنوعات مرمری پیش‌ازتاریخی را مورد بازبینی قرار دهد. در این پژوهش با توجه به نتایج پتروگرافی نمونه‌های باستانی که همگی مشابه هم بودند، در ادامه مطالعات تکمیلی، یک نمونه (به دلیل کشف از لایه‌های فرهنگی) برای آنالیز دستگاهی XRD و نمونه‌ای دیگر برای بررسی با دستگاه آنالیزی SEM-EDX در نظر گرفته شد و نتایج حاصل با توجه به نتایج پتروگرافی مشابه می‌تواند قابل‌تعمیم به دیگر نمونه‌های باستانی این پژوهش باشد. فرض مذکور زمانی مهم و منطقی گردید که نتایج کلی این پژوهش همخوانی معناداری با دیگر مطالعات مشابه در جنوب‌شرق ایران داشت که در بخش نتایج و بحث مقاله آورده شده است. به عبارتی نتایج این پژوهش با آنالیزهای ساختارشناسی (آنالیزهای عنصری، ترکیبی و پتروگرافی) دیگر پژوهش‌های منطقه در شناخت ساختار آهکی حاصل از سازند رسوبی مصنوعات مرمری جنوب‌شرق ایران همخوانی دارد. در نتیجه نقص عدم تکرار آزمون‌های تکمیلی (XRD و SEM-EDX) در این پژوهش با توجه به همخوانی آن با سایر مطالعات منطقه‌ای می‌تواند قابل‌اطمینان و چشم‌پوشی باشد.

سپاسگزاری

این مقاله بر گرفته از رساله کارشناسی ارشد جناب آقای رامین محمدی گلسفیدی است که در گروه باستان‌سنجی دانشگاه هنر اسلامی تبریز به انجام رسیده است. از این رو از گروه مرمت و باستان‌سنجی این دانشکده برای در اختیار نهادن امکانات سپاسگزاری می‌شود؛ افزون بر این از جناب آقای دکتر نادر علی‌دادی سلیمانی از میراث فرهنگی استان کرمان برای همکاری در جهت انجام این مطالعه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

استنکدر، پیوتر، (۱۳۹۳)، مرهشی و فراسوی آن: دورنمای تاریخی تمدن جیرفت، در مجموعه مقالات دومین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هلیل: جیرفت (۱۳۹۲)، به کوشش: یوسف مجیدزاده، تهران، سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان کرمان، ص ۳۴-۹.

اسکالونه، انریکو، (۱۳۸۷)، تمدن جیرفت در شوش، در مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هلیل: جیرفت (۱۳۸۳)، به کوشش یوسف مجیدزاده، تهران: سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان کرمان، ص ۳۷۴-۳۵۹.

آقانباتی، علی، (۱۳۸۳)، زمین‌شناسی ایران، تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- اکبری فرد، مریم، (۱۳۸۶)، آسیب‌شناسی و حفاظت و مرمت تعدادی از ظروف مرمري شهر سوخته زابل، پایان‌نامه کارشناسی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه زابل، به راهنمایی مسعود باتر (منتشر نشده).
- امامی، محمدمین، سلیمانی، پروین، اکبری فرد، مریم، (۱۳۹۴)، مقایسه و بررسی ساختار ظروف سنگ مرمري منطقه جيرفت و شهر سوخته بر اساس مطالعات آزمایشگاهی XRD-XRF و پتروگرافی، مطالعات باستان‌شناسی پاییز و زمستان ۱۳۹۴، سال هفتم، ش ۲، ص ۱-۱۲.
- بيک مداح، حسین، (۱۳۹۵)، باستان‌سنگی ادوار دوم و سوم شهر سوخته، پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌سنگی، دانشکده مرمت و باستان‌سنگی دانشگاه هنر اسلامی تبریز (منتشر نشده).
- پ. رایت. ریثا، (۱۳۹۳)، جيرفت در متن: فلات ايران، بلوچستان و سند، دومین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هليل: جيرفت (۱۳۹۲)، به کوشش: يوسف مجيد زاده، تهران: سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري استان کرمان، ۶۵-۸۰.
- پور معافی، محمد، (۱۳۸۳)، پتروگرافی و پترولوژی دگرگونی، تهران، پیکان
- چوبک، حمیده، (۱۳۸۳)، تسلسل فرهنگي جازموریان- شهر قديم جيرفت در دوره اسلامي، رساله دکترای باستان‌شناسی دوره اسلامی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی. (منتشر نشده).
- حصاری، مرتضی، پیران، صدیقه، (۱۳۸۴)، فرهنگ حاشیه هليل رود و جيرفت کاتالوگ نمایشگاه گزیده‌ای از اشیاء استرادی ۱۳۸۴، تهران: موزه ملی ايران.
- درخشان، محمد، (۱۳۹۳)، حفاظت و مرمت سه نمونه ظرف سنگي مرمري (متعلق به محوطه باستانی شهر سوخته)، پایان‌نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی و فرهنگي، گروه مرمت آثار تاریخی دانشگاه زابل. (منتشر نشده).
- رفیع‌فر، جلال‌الدین، (۱۳۸۷)، صنایع سنگ تراشیده در کنارصندل جنوبی؛ جيرفت، (گزارش مقدماتی)، در مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هليل: جيرفت (۱۳۸۳)، به کوشش يوسف مجيدزاده، تهران، سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري استان کرمان، ص ۱۱۳-۱۲۶.
- رفیع‌فر، جلال‌الدین، (۱۳۹۳)، نقش و جایگاه ادوات سنگي در تمدن هليل رود، دومین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هليل: جيرفت (۱۳۹۲)، به کوشش: يوسف مجيد زاده، تهران: سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري استان کرمان، ۹۰-۸۱.
- رفیع‌فر، جلال‌الدین، میکلی، روبرتو، ویداله، ماسیمو، (۱۳۸۷)، جنبه‌هایی از فناوری مته‌کاری در کنارصندل جنوبی، در مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هليل: جيرفت (۱۳۸۳)، به کوشش يوسف مجيدزاده، تهران، سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري استان کرمان، ص ۱۲۷-۱۴۵.
- سیدسجادی، سید منصور، (۱۳۸۲)، جواهرسازی در شهر سوخته، تهران، معاونت پژوهشی سازمان ميراث فرهنگي کشور.
- شیرازی، روح‌الله، (۱۳۸۵)، گزارش‌های شهر سوخته ۱ (کاوش در گورستان، ۱۳۷۹-۱۳۷۶)، پدیدآورنده سید منصور سیدسجادی، تهران، سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري.
- فاریابی، علی، میثمی، علی، (۱۳۷۲)، مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند قم در مناطق ساردوئیه و سبزواران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم تهران، دانشکده علوم زمین (منتشر نشده).
- کازانوا، میشله، (۱۳۸۷)، اشیای منزلی از سنگ ظریف و نرم در خاورمیانه باستان: تولید، کاربرد، توزیع، ارزش، در مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هليل: جيرفت (۱۳۸۳)، به کوشش: يوسف مجيدزاده، تهران، سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري استان کرمان، ص ۳۹۷-۳۷۵.
- مجيدزاده، يوسف، (۱۳۸۷)، پروژه باستان‌شناسی حوزه هليل: کشفی افسانه‌ای، در مجموع، مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هليل: جيرفت (۱۳۸۳)، به کوشش يوسف مجيدزاده، تهران: سازمان ميراث فرهنگي، صنايع دستي و گردشگري استان کرمان، ص ۲۹-۵۲.
- محمدی سفیدخانی، رامین، (۱۳۹۴-ب)، منشأیابی مصنوعات مرمري حوزه فرهنگي هليل رود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌سنگی، گروه مرمت و باستان‌سنگی دانشکده هنرهای کاربردی دانشگاه هنر اسلامی تبریز (منتشر نشده).

محمدی سفیدخانی، رامین، رازانی، مهدی، (۱۳۹۴- الف). تحلیل آسیب‌شناختی آثار مرمری مکشوفه از حوزه تمدنی جیرفت (با تمرکز بر آسیب سولفات‌ها شدن در شرایط مدفون). دوازدهمین همایش دو سالانه حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی- فرهنگی و تزئینات وابسته به معماری، تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور.

محمدی سفیدخانی، رامین، رازانی، مهدی، (۱۳۹۴- ب). حفظ و مرمت سه ظرف مرمری مکشوفه از حوزه فرهنگی جیرفت در حوزه تمدنی هلیل‌رود، دو فصلنامه تخصصی دانش مرمت و میراث فرهنگی. سال سوم، ش ۵، ص ۸۱-۹۸.

Reference

- Akbari-Fard, Maryam, 2007, Pathology and protection and restoration of a number of marble vessels of the burnt city of Zabol, bachelor's thesis, Faculty of Art and Architecture, Zabol University, under the guidance of Masood Butter (unpublished). [In Persian].
- BekMadah, Hossein, 2016, Archeology of the second and third periods of Shahr-e Sokhteh, Master Thesis in Archeology, Faculty of Restoration and Archeology, Tabriz University of Islamic Arts (unpublished). [In Persian].
- Bevan, A. 2007. *Stone vessels and values in the Bronze Age Mediterranean*. Cambridge University Press.
- Boccuti, S. Squitieri, A. Angelini, G. Lazzari, A. Di Luzio, E. and Albano, M. 2015. Preliminary surface analyses by ESEM-EDS of calcite bowls from Shahr-i Sokhta (Sistan, Iran, ca. 3200-1800 BCE): Results and possible interpretations. *Journal of Archaeological Science*, 61, pp.244-259.
- Casanova, Michele, 2008, Precious objects of fine and soft stone in the ancient Middle East: production, application, distribution, value, in the Proceedings of the First International Conference on Civilization of Halilroad: Jiroft (2004), by: Yousef Majidzadeh, Tehran : Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Kerman Province: 397-375.[In Persian].
- Chubak, Hamideh, 2004, Jazmourian Cultural Sequence - The Old City of Jiroft in the Islamic Period, PhD Thesis in Archeology of the Islamic Period, Tarbiat Modares University, Faculty of Humanities. (Unpublished). [In Persian].
- Derakhshan, Mohammad, 2014, Preservation and restoration of three samples of marble stone vessels (belonging to the ancient site of the burnt city), bachelor's thesis on the restoration of historical and cultural monuments, Department of Restoration of Historical Monuments, Zabol University. (Unpublished). [In Persian].
- Emami, M. Razani, M. Soleimani, N.A. and Madjidzadeh, Y. 2017. New insights into the characterization and provenance of chlorite objects from the Jiroft civilization in Iran. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 16, pp.194-204.
- Emami, Mohammad Amin, Soleimani, Parvin, Akbari-Fard, Maryam, 2015, Comparison and study of the structure of marble vessels in Jiroft and Shahr-e-Sokhteh based on XRD-XRF and petrographic laboratory studies, autumn and winter 2015 archaeological studies, Seventh Year, pp. 2: 1-12. [In Persian].
- Faryabi, Ali, Meysamy, Ali, 1993, Stratigraphy and Fossil Study of Qom Formation in Sardoyeh and Sabzevaran Areas, M.Sc. Thesis, Tehran Teacher Training University, Faculty of Earth Sciences (unpublished).[In Persian].
- Goffer, Z. Winefordner, J.D. Goffer, Z. 2007. *Archaeological chemistry*, nd Edition (Vo2. 170). John Wiley & Sons.
- Hakemi, A. 1997. Shahdad; Archaeological Excavations of a Bronze Age Center in Iran. (Translated and Edited by S.M.Sajjadi), Rome. pp. 700.

- Hessari, Morteza, Piran, Sedigheh, 2005, The Culture of Halilrood and Jiroft Marginalized Catalog Exhibition of Selected Objects Returned 2005, Tehran: National Museum of Iran. [In Persian].
<https://www.mindat.org/min-307.html>
- Kader, R.R.A. and Mohamed, S.S. 2013. The restoration and conservation of Egyptian alabaster vessels from the early era in Atfiyah Museum Store– Helwan– Egypt. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XL-5 W, 2, pp. 501-504.
- Kohl, P.L. 1975. Carved chlorite vessels: a trade in finished commodities in the mid-third millennium. *Expedition*, 18(1), p.18.
- Kohl, P.L. Harbottle, G. and Sayre, E.V. 1979. Physical and chemical analyses of soft stone vessels from Southwest Asia. *Archaeometry*, 21(2), pp. 131-159.
- Madjidzadeh, Y. and Pittman, H. 2008. Excavations at Konar Sandal in the region of Jiroft in the Halil Basin: first preliminary report (2002–2008). *Iran*, 46(1), pp. 69-103.
- Majidzadeh, Yousef, 2008, Archaeological Project of Halilrood: A Legendary Discovery. In the Proceedings of the First International Conference on Civilization of Halilrood: Jiroft (2004), by Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Kerman Province: 29-52. [In Persian].
- Mohammadi Sefidkhani, Ramin, 2015, the origin of Marble Artifacts of Halilrood Cultural Center, Master Thesis in Archeology, Department of Restoration and Archeology, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University (unpublished). [In Persian].
- Mohammadi Sefidkhani, Ramin, Razani, Mehdi, 2015_a. Pathological analysis of marble artifacts discovered from the Jiroft civilization (focusing on the damage of sulfation in buried conditions). Twelfth Biennial Conference on the Protection and Restoration of Historical-Cultural Objects and Decorations Related to Architecture, Tehran: Cultural Heritage Research Institute. [In Persian].
- Mohammadi Sefidkhani, Ramin, Razing, Mehdi, 2015_b. Preservation and restoration of three marble vessels discovered from Jiroft cultural field in Halilrood civilization area, bi-monthly specialized journal of restoration and cultural heritage knowledge. Third Year, pp. 5: 81-98.[In Persian].
- P. write. Rita, 2014, Jiroft in the text: Plateau of Iran, Baluchistan and Indus, the Second International Conference on Civilization of the Halilrood: Jiroft (2013), by: Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Kerman Province: 65- 80. [In Persian].
- Poor Maafi, Mohammad, 2004, Petrography and Petrology of Transformation, Tehran: Peykan. [In Persian].
- Rafiefar, Jalaluddin, 2008, Carved Stone Industries next to South Sandal; Jiroft, (Preliminary Report), in the Proceedings of the First International Conference on Civilization of Halil Basin: Jiroft (2004), by Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Kerman Province: 113-126. [In Persian].
- Rafiefar, Jalaluddin, 2014, The role and place of stone tools in the civilization of Halilrood, the second international conference of civilization of Halilrood: Jiroft (2013), by: Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage Organization, Handicrafts and tourism of Kerman province: 90- 81. [In Persian].
- Rafiefar, Jalaluddin, Mikli, Roberto, Vidal, Massimo, 2008, Aspects of Drilling Technology Next to the South Sandal, Proceedings of the First International Conference on Halil Rood Jiroft. Basin Civilization, First Edition, Kerman, Kerman Province Cultural Heritage, Crafts and Tourism Organization Publication, 2008 Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Kerman Province: 127-145. [In Persian].
- Rapp, G., 2009. Archaeomineralogy (Natural Science in Archaeology). Springer- Verlag Berlin Heidelberg.

- Scalone, Enrico, 2008, Jiroft Civilization in Susa, in the Proceedings of the First International Conference on Civilization of Halil Basin: Jiroft (2004), by Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Kerman Province: 374- 359.
- Aghanbati, Ali, 2004, Geology of Iran, Tehran: Organization of Geology and Mineral Exploration. [In Persian].
- Seyed Sajjadi, Seyed Mansour, 2003, Jewelry in Sokhteh, Tehran: Research Deputy of Cultural Heritage Organization. [In Persian].
- Shirazi, Ruhollah, 2006, Shahr-e Sokhteh 1 reports (excavation in the cemetery, 2000-2007), Author: Seyed Mansour Seyed Sajjadi, Tehran: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization.[In Persian].
- Stankler, Piotr, 2014, Marashi and Beyond: The Historical Perspective of Jiroft Civilization, in the Proceedings of the Second International Conference on Halil Civilization: Jiroft (2013), by Yousef Majidzadeh, Tehran: Cultural Heritage Organization, Handicrafts and tourism of Kerman province: 9-34. [In Persian].
- T. Price, Monica. 2012. More about Alabaster and Travertine. Oxford University Museum of Natural History.
- تارنمای پژوهشی مین دات، تاریخ دسترسی ۱۰/۲۳/۹۷: :
Main Dot Research Website, Accessed 10/23/97:

