

نتایج آزمایشات پتروگرافی نمونه‌های سفالی تپه گراتزیانی

جواد سلمانزاده*

دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته باستان‌شناسی، دانشگاه تهران

حسینعلی کاوش

استادیار گروه باستان‌شناسی و مرکز تحقیقات باستان‌شناسی دانشگاه زابل

حسن فاضلی نشلی

دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشگاه تهران

سید ایرج بهشتی

کارشناس ارشد زمین‌شناسی و کارشناس پژوهشکده حفاظت و مرمت

(از ص ۵۵ تا ۶۶)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش قطعی: ۹۳/۰۴/۰۶

چکیده

در این مقاله نتایج آزمایشات پتروگرافی بر روی سیزده قطعه سفال به‌دست‌آمده از اولین فصل حفاری تپه گراتزیانی در دشت سیستان ارائه شده است. آزمایش‌های صورت‌گرفته بر روی این قطعات با میکروسکوپ پلاریزان مدل *James Swift* در آزمایشگاه پتروگرافی پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، با هدف مشخص ساختن بومی یا وارداتی بودن این سفال‌ها انجام شد که بر اساس نتایج آزمایش‌ها و نیز بررسی نقشه زمین‌شناسی منطقه مشخص گردید که منشأ همه سفال‌ها تولید محلی بوده است. همچنین ساختارهای به‌جامانده از کوره‌های سفال‌پزی نیز بر بومی بودن سفال‌های گراتزیانی تأکید دارد. مقاطع سفال‌های مورد آزمایش قرار گرفته نیز نشان از فراتر نرفتن درجه پخت از ۸۰۰ درجه را دارد که این امر به دلیل وجود میکرات «کلسیت ریزبلور» با اندازه کمتر از ۴ میکرون و اسپارایت «کلسیت درشت‌بلور» می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دشت سیستان، تپه گراتزیانی، پتروگرافی، سفال

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله: salmanzade.javad@yahoo.com

مقدمه

این محوطه با مختصات ۸۴،۴ ۲۴ ۶۱ طول جغرافیایی و ۳۱ ۳۰ ۹۸،۲ عرض جغرافیایی؛ ارتفاع از سطح دریای آزاد ۴۷۴ متر، در حدود ۵۶/۶ کیلومتری شهر زابل و ۱۰ کیلومتری جنوب شرق شهر سوخته قرار گرفته است (نقشه ۱). این محوطه را برای نخستین بار گروهی ایتالیایی که در شهر سوخته کاوش می‌کردند شناسایی نمود. با توجه به شواهد امر، گروه ایتالیایی عملیات نقشه‌برداری برای برداشت نقشه توپوگرافی تپه مذکور را انجام دادند که امروزه همچنان در سطح تپه میخ‌های ترانسه‌های شبکه‌بندی آنها موجود است و به نظر می‌رسد که مقدمات حفاری در این تپه را فراهم نموده بودند، اما به دلیل پیروزی انقلاب اسلامی و خروج باستان‌شناسان خارجی از ایران، این کار نیز متوقف گردید. پس از آن، رسول موسوی حاجی و رضا مهرآفرین به منظور تهیه نقشه باستان‌شناسی دشت سیستان با شماره ۲۷۷ در حوزه قلعه رستم، این محوطه را به ثبت رساندند (موسوی و مهرآفرین، ۱۳۸۵: ۲۲۹۰) و برای اولین بار در سال ۱۳۸۹ توسط یکی از نگارندگان (حسینعلی کاوش) مورد مطالعه و گمانه‌زنی قرار گرفت و اطلاعات آن برای تدوین رساله دکترا مورد استفاده قرار گرفته است (کاوش، ۱۳۹۱: ۵۰). سفال‌های سطحی این محوطه شامل انواع قطعه سفال‌های ساده و منقوش است که از تراکم و تنوع بسیار بالایی خصوصاً در رنگ خمیره برخوردار است. علاوه بر آن، جوش کوره، سرباره‌های فلزی، قطعات کوچک فلز و ظروف و تیغه‌های سنگی از دیگر مواد فرهنگی پراکنده در سطح این محوطه است (موسوی و مهرآفرین، ۱۳۸۵: ۲۲۹۰). بر اساس مقایسه نقش‌مایه سفال‌های این محوطه، تاریخ نسبی آن اوایل هزاره سوم تا اوایل هزاره دوم قبل از میلاد را دربر می‌گیرد (سلمانزاده، ۱۳۹۲: ۹۸).



نقشه ۱. موقعیت تپه گراتزیانی در دشت سیستان (کاوش، ۱۳۸۹، ۳۵)

سفال فراوان‌ترین، ارزان‌ترین، شکننده‌ترین، و متنوع‌ترین، کالای مصنوعی بوده که انسان باستان از دوره نوسنگی به بعد در اختیار داشته است. از این جهت بهترین گونه فرهنگی در شناخت اقوام و جوامع به شمار می‌آید و برای مطالعه ارتباط میان واحدهای مختلف یک فرهنگ منطقه‌ای از یک سو و فرهنگ‌های منطقه‌ای از سوی دیگر، اهمیت بسیار دارد؛ اهمیتی که مشابه آن برای هیچ گونه فرهنگی دیگر در باستان‌شناسی، متصور نیست (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۴). درک این نکته که در ساخت سفال‌های پیش‌تاریخ از چه مواد و کانی‌هایی استفاده شده؟ و خواص فیزیکی و شیمیایی این مواد چیست؟، به شناخت جنبه‌های پیچیده‌تر و مفیدتر فرهنگ‌های پیش‌تاریخ می‌انجامد، برای پی بردن به این اطلاعات می‌توان از مقاطع نازک سفال‌ها در آزمایشات پتروگرافی استفاده نمود. پتروگرافی، علمی است که در آن مقاطع نازک سنگ‌ها و کانی‌ها، در زیر میکروسکوپ نوری مطالعه می‌شود. با استفاده از مقاطع نازک می‌توان سنگ‌ها را بهتر شناخت و به نوع، جنس، بافت، دانه‌بندی و خصایص دیگر آنها پی‌برد. این تکنیک، متداول‌ترین روش علمی در مطالعات زمین‌شناسی است. از پیشگامان علم پتروگرافی، فسیل‌شناس‌ها بوده‌اند و اولین بار شخصی به نام ویلیام نیکول (William Nichol) این روش را معرفی کرده است (زارع، ۱۳۸۳: ۹۷). این علم در باستان‌شناسی نیز رواج پیدا کرده به نحوی که برای تعیین منشأ سفال‌ها، بررسی کانی‌های موجود در هر سفال و تعیین درجه پخت آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیشینه مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک سفال، به کارهای پیشگام آنا شپیرد (۱۹۵۶) بازمی‌گردد و هدف از آن مطالعه ساختار میکروسکوپی نمونه‌های سفال با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان بر حسب چهار جزء: مواد رسی، مواد چسباننده (شامل قطعات کانی، اجزای سنگ و خرده‌های سفال)، مواد عالی و فضاهای خالی است. مطالعه بافت میکروسکوپی نمونه‌های سفال می‌تواند به: ۱- تعیین انواع زمین‌شناختی برای تأمین رس و تغییرات آنها در طول زمان؛ ۲- ماهیت مواد چسباننده افزودنی به سفال، بررسی تغییرات آن در مکان و زمان و ارتباط آن با فناوری استفاده‌شده برای تولید سفال؛ ۳- شناسایی سفال‌های محلی و وارداتی و همچنین شناسایی و منشأیابی سفال‌های بازیافتی افزوده شده به خمیره به عنوان مواد چسباننده؛ و ۴- بررسی الگوهای رفتاری (به عنوان مثال: آیا سفالگر از ویژگی‌های گرمایی و منحصره‌فرد یک نهشته رسی خاص، برای تولید یک سفال با کاربری خاص آگاهی داشته است؟) کمک نماید. با استفاده از مقاطع نازک- صیقلی و با بهره‌گیری از میکروسکوپ پلاریزان نور انعکاسی می‌توان کانی‌های فلزی مورد استفاده برای تولید لعاب در سفال‌ها را نیز شناسایی نمود (امینی و دیگران، ۱۳۹۲: ۱۰۰).

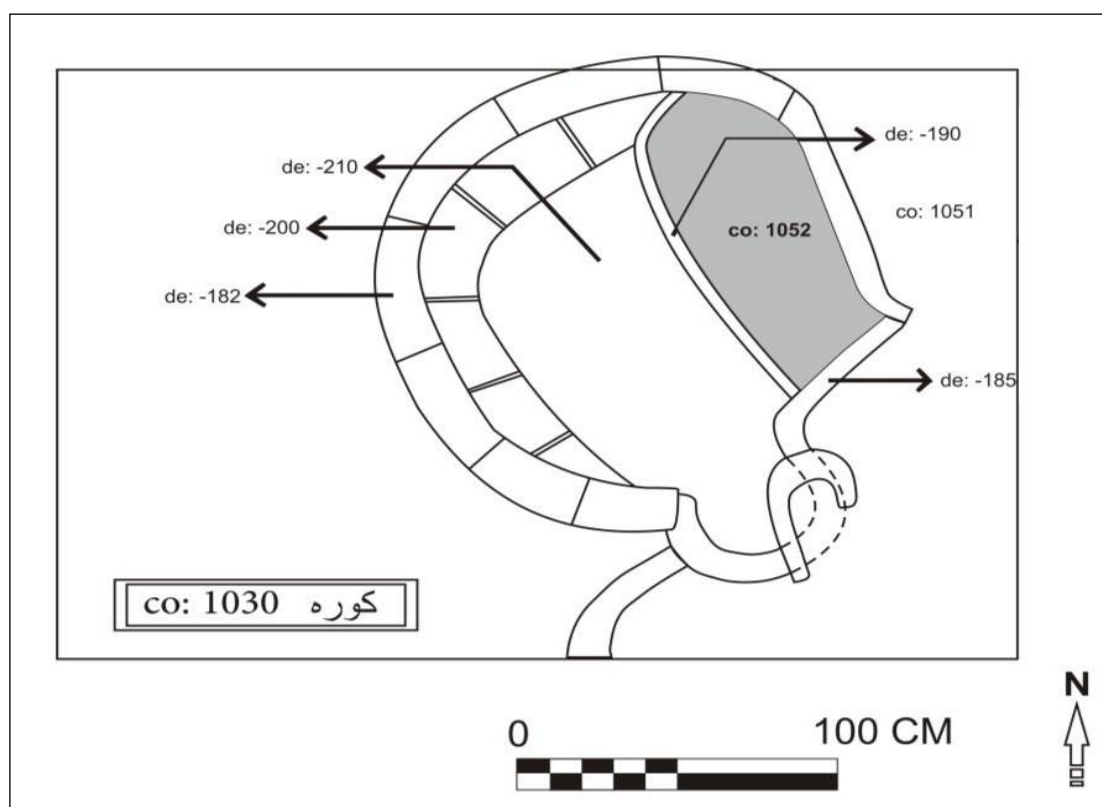


تصویر شماره ۱. تپه گراتزیانی دید از شمال (کاوش، ۱۳۸۹، ۳۵).

شواهد باستان‌شناختی تولید سفال در محوطه‌های اقماری دشت سیستان

دشت سیستان (یا حوزه رود هیرمند) در هزاره سوم ق.م، یکی از مراکز قدرتمند عصر مفرغ و یا شهرنشینی است. این مرکزیت که با محوریت شهر سوخته شناخته می‌شود به مدد راه‌های ارتباطی و شرایط اقلیمی مناسب به این جایگاه رسیده است.

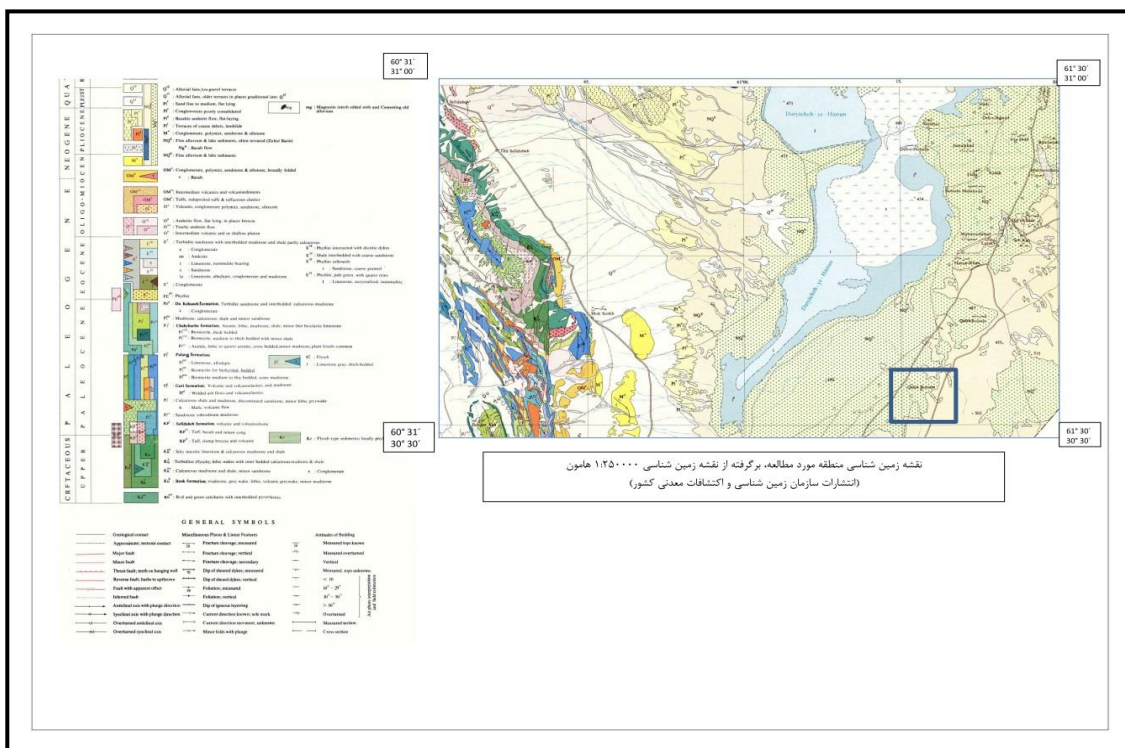
شهر سوخته به سبب جمعیت زیاد، به همراه گروه روستاهای اقماری خود، نیاز به تولید فراوان ظرف‌های سفالی داشته است و وجود میلیون‌ها قطعه سفال در روی سطح این تپه‌ها و نیز صدها کوره سفالگری در اطراف آن، نشان‌دهنده فعالیت بسیار زیاد سفالگران در این منطقه بوده است. وجود این انبوه سفال‌ها چه در سطح تپه‌های اصلی و چه در تپه‌های اطراف آن مؤید این نظر می‌باشد. بر اساس بررسی‌های انجام شده در این شهر و اطراف آن، به ویژه در زمین‌های پست شرق آن که تقریباً پوشیده از آثار و بقایای کوره‌های متعدد سفالگری است، مشخص شده که بیشتر سفال مصرفی این شهر، در خارج و به ویژه روستاهای آن چون تپه دشت و یا کوره‌های رود بیابان تولید می‌شده است (سید سجادی، ۱۳۸۸: ۱۹۱). «مرتضوی» چهار عامل اساسی را در عملکرد یک محوطه صنعتی همچون تپه دشت که به تولید سفال و یا پیکرک می‌پردازد ضروری می‌داند. این عوامل عبارتند از: خاک رس، آب، باد و سوخت. خاک رس و آب به عنوان مواد اولیه برای تولید سفال و پیکرک در این منطقه (در سرتاسر دشت جنوبی سیستان) در هزاره سوم پیش از میلاد به راحتی در دسترس بود. باد نیز برای افروخته نگاه داشتن آتش بسیار مؤثر است، باد بسیار قوی سیستان به عنوان باد صد و بیست روزه شناخته می‌شود. این بادها از ماه مه تا سپتامبر و از سمت شمال غرب می‌وزد^(۱) (Mortazavi 2010). همان‌گونه که اشاره شده تمامی سه فاکتور خاک رس، آب و باد در دشت سیستان مهیاست. با این حال، شواهدی دال بر وجود یک منبع کافی چوب برای سوخت مورد نیاز یک مرکز تولید سفال به وسعت ۱۳،۵ جریب یا ۵،۵ هکتار پیدا نشده است. در سایت‌های مجاور، مانند رود بیابان ۱ و ۲ و دیگر مراکز تولید سفال نیز منبع سوخت قابل اطمینانی شناسایی نشده است (Tosi 1970). کمبود چوب در این منطقه به احتمال زیاد به استفاده صنعتگران از کود حیوانی یعنی پهن گاو به عنوان سوخت اصلی کوره‌ها انجامیده است. استفاده از این نوع سوخت در تعدادی از روستاهای امروزی سیستان ایران نیز مشاهده می‌شود (Mortazavi 2010). در طی کاوش فصل اول تپه گراتزیانی، شواهدی از چند کوره سفالگری شناسایی شده است. یکی از این کوره‌ها در گمانه I، کانتکست ۱۰۳۰ و دیگری در قسمت شمالی تپه به شکل مربع با اضلاع تقریبی ۲ متر مربع شناسایی شده است و در مجاورت آن آثار جوش کوره وجود دارد. علاوه بر این در سطح محوطه و به صورت پراکنده آثار جوش کوره به روشنی قابل‌رویت است. سفال‌های دفرمه نیز از لایه‌های میانی ترانشه I و II و در قسمت‌های شمال غرب و جنوب محوطه به دست آمده است، که نشان‌دهنده تولید سفال در این محوطه است. همچنین در مرتفع‌ترین قسمت محوطه باستانی گراتزیانی، انباشت پهن حیوانی به ضخامت تقریباً یک متر در مساحتی در حدود ۸ متر مربع وجود دارد که به احتمال زیاد به منظور سوخت کوره مورد استفاده قرار می‌گرفته است (کاوش، ۱۳۸۹: ۳۶).



شکل ۱. طرح کوره شناسایی شده در تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۸۹: ۸۶)

بررسی زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

حوضه هیرمند از نقطه نظر جغرافیایی به دو منطقه تقسیم می‌شود. منطقه نخست، ریگستان است که منطقه وسیعی در جنوب شرق سیستان را دربر می‌گیرد و منطقه دیگر آن سیستان است که با صحاری سنگلاخی خود در شمال غرب این حوضه قرار گرفته است. این دو منطقه وسیع را جریان هیرمند، آشکارا، از یکدیگر جدا کرده است. تلهای ماسه‌ای صعب‌العبور و بی‌شمار منطقه، دارای ارتفاعی بین ۷۵۰ تا ۱۲۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد در منطقه ریگستان است. دریاچه‌های هامون از جریان آب رودخانه‌هایی تشکیل شده است که وارد سیستان می‌شود و این منطقه بیابانی نقطه پایانی جریان آنها را تشکیل می‌دهد (ژاکس و کارل کمف، ۱۳۸۵: ۲۸). از نظر زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه در قلمرو شرقی ایران (حوضه فلیشی) قرار دارد (آقابیاتی، ۱۳۸۳: ۶۰۸). با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زابل و ۱:۲۵۰۰۰۰ دریاچه هامون، منطقه مورد مطالعه در یک دشت مسطح قرار دارد که متشکل از رسوبات ریز آبرفتی و نهشته‌های حاصل از دریاچه هامون است (نقشه شماره ۲).



نقشه ۲. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

ارتفاعات منطقه در بخش باختری قرار دارد و در این مناطق انواع مختلف سنگ از جمله (ماسه سنگ^(۲))، سنگ آهک میکرایتی و فسیل دار، سنگ های سیلیسی کربتوکریستالین مانند چرت و فیلیت، ژاسپر، عقیق، شیل، سنگ های آذرین و آذرین- رسوبی، سیلت) را می توان یافت. شیب توپوگرافی منطقه^(۳) به صورتی است که جهت آبراهه ها به سمت دریاچه هامون قرار دارد و می توان این را استنباط نمود که در محل ورودی آبراهه، دریاچه و یا در رسوبات دریاچه ای^(۴) امکان مشاهده بقایای تمام سنگ های بالادست وجود دارد. این مواد رسوبی قابل حمل به طور مستقیم از سرچشمه و مناطق فرادست رودخانه ها جدا نمی شود، بلکه معمولاً در طول مسیر و از محل های فرسایش یافته و دشت های رسوبی جدا شده و سپس همراه با جریان آب رودخانه ها به حرکت درمی آید. به طور کلی، در تمام مقاطع سفال های مورد مطالعه، مخلوطی از خاک رس و بقایای سنگ های فوق مشاهده می شود.

بررسی پتروگرافی سفال های محوطه گراتزیانی

برای انجام این آزمایش، تعداد ۱۳ نمونه سفال لایه های فرهنگی عصر مفرغ محوطه گراتزیانی این محوطه برداشت شده است. نمونه سفال های مورد بررسی، مربوط به لایه های مختلف است که با کدهای C:1007 (سه نمونه) C:2039 (چهار نمونه)، C:3043 (شش نمونه) مشخص شده است. نمونه ها از نظر رنگ و اجزاء سازنده کاملاً متفاوت اند. سفال ها با رنگ های خاکستری تا قرمز و قهوه ای دیده می شوند. از نظر اجزاء سازنده، بعضی از نمونه ها کاملاً ریزبلور است و در برخی دیگر افزودنی های درشت بلور، کاملاً مشهود است. از نظر پتروفابریک،

همان‌طور که در جدول ۱۸ ارائه شده است، دو نوع فابریک سیلتی^(۵) - سیلتی ریزبلور و پورفیری^(۶) دیده می‌شود.

به منظور سهولت در دسترسی به مطالب و جلوگیری از تکرار، بررسی پتروگرافی سفال‌ها در یک جدول کلی ارائه شده است و بعد از آن راجع به پتروفابریک، کانی‌های موجود در نمونه‌ها و تفاوت‌های موجود در بین سفال‌ها توضیح داده خواهد شد.

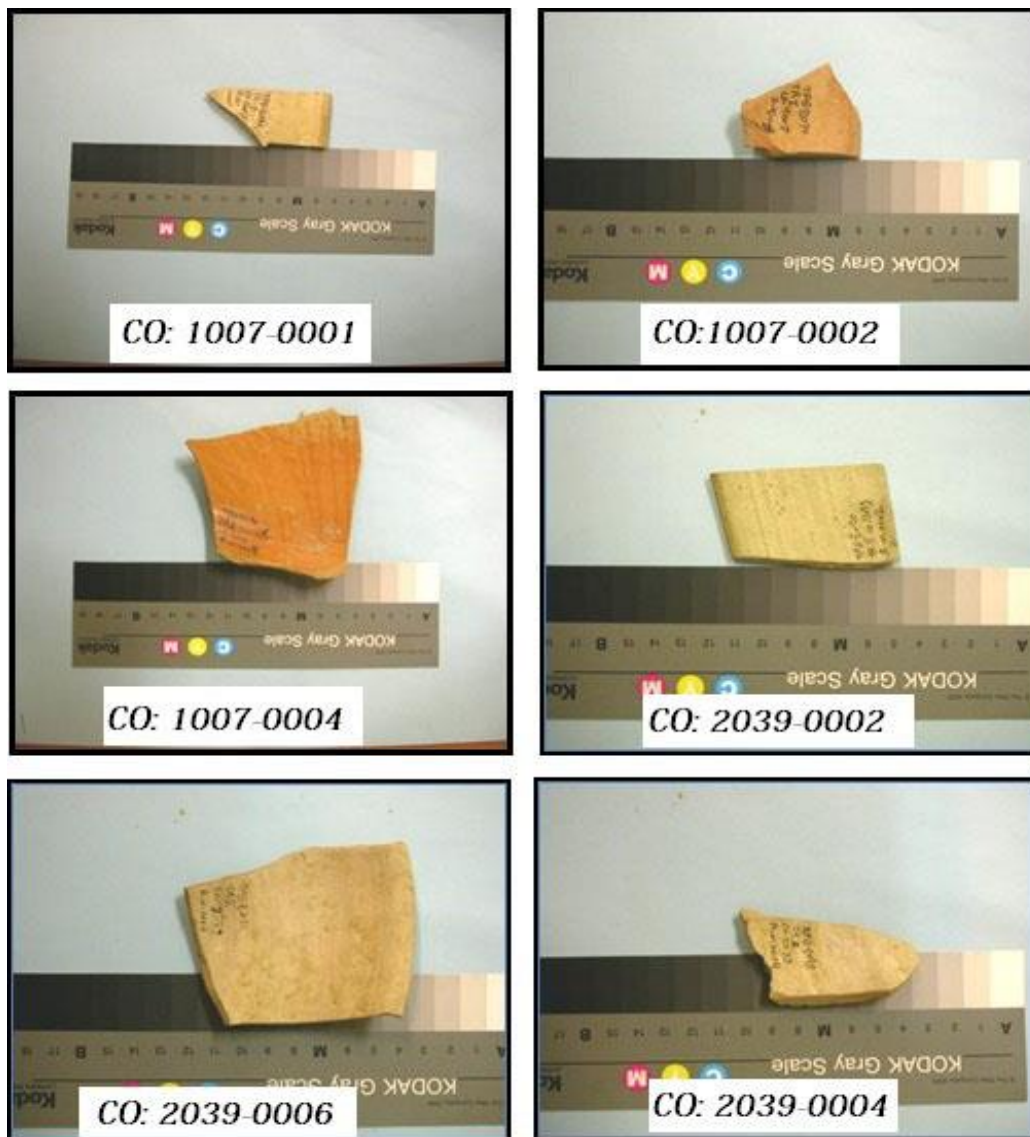
جدول ۱. بررسی پتروگرافی ترکیبات موجود در نمونه‌های سفالی

نام نمونه	سنگ چرت	سنگ آذرین	ماسه سنگ	کلسیت (میکریتی)	کلسیت اسپراتیتی	کوارتز	فنوکریست	کوارتز پلی کریستالین	آمفیبول	اکسید آهن	میکا	فلدسپار	باقی
CO:1007 0001	*	-	-	-	-	*	-	*	*			*	سیلتی ریز بلور
CO:1007 0002	*	-	-	-	-	*	-	*	*			*	سیلتی (پورفیری)
CO:1007 0004	*	-	-	*	*	*	-	-	*			*	سیلتی ریز بلور
CO:2039 0002	*	-	-	-	-	*	-	-	*			*	سیلتی ریز بلور
CO:2039 0004	-	-	-	-	-	*	-	TR	*			TR	سیلتی ریز بلور
CO:2039 0006	-	-	-	*	-	*	-	-	*			TR	سیلتی ریز بلور
CO:2039 0013	*	-	-	TR	-	*	-	-	*			*	سیلتی ریز بلور
CO:3043 0001	*	-	*	*	-	*	*	-	*		TR	-	سیلتی پورفیری
CO:3043 0002	-	-	-	*	-	*	-	-	*		TR	*	سیلتی ریز بلور
CO:3043 0004	*	TR	-	*	-	*	-	TR	*		-	TR	سیلتی ریز بلور
CO:3043 0007	*	-	-	-	-	*	-	TR	*		TR	TR	سیلتی ریز بلور
CO:3043 0009	*	-	-	*	-	*	-	-	*		-	-	پورفیری ریز بلور
CO:3043 0010	*	*	-	*	-	*	-	-	*		-	-	سیلتی ریز بلور

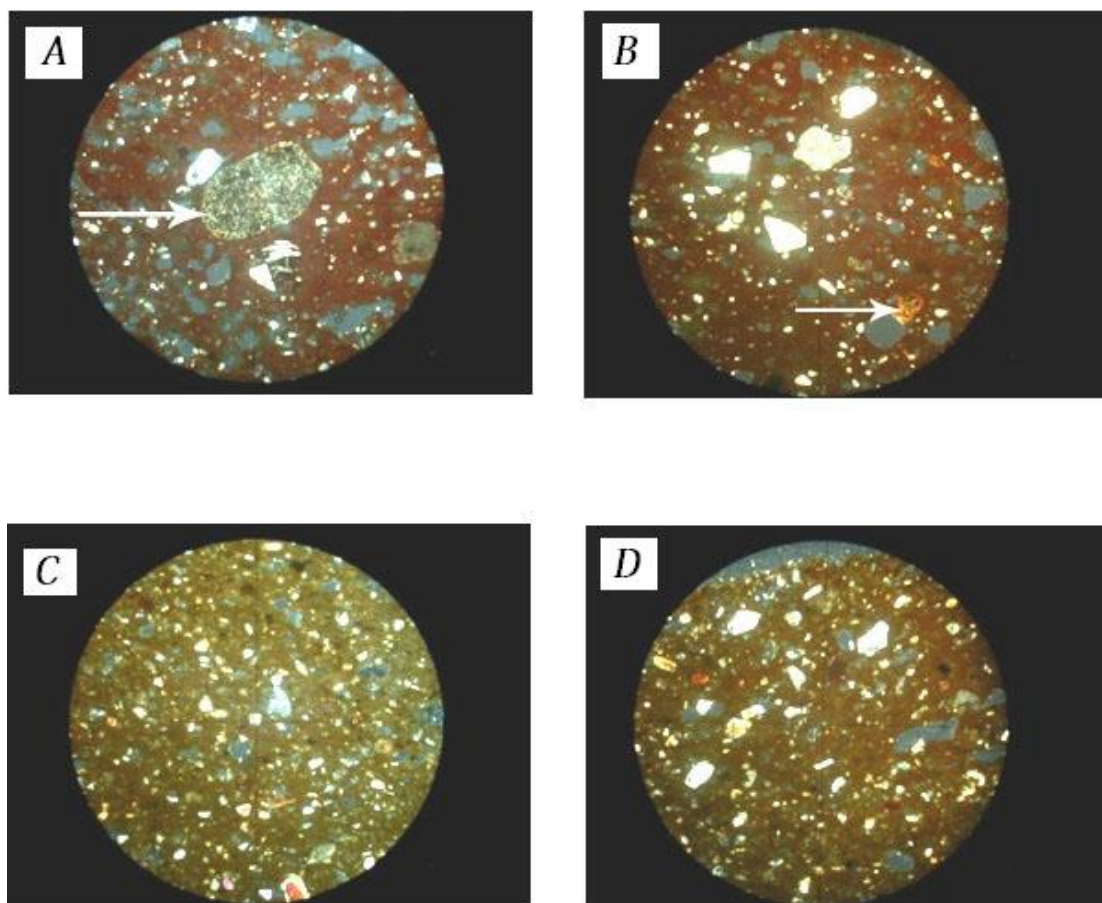
توصیف کار آزمایشگاهی

در کلیه نمونه‌ها کوارتز، به شکل فنوکریست و تک‌بلور، به‌طور فراوان با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده وجود دارد. حاشیه زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده، از جابه‌جایی کم اجزاء سازنده از منشأ اولیه و یا اضافه شدن این مواد، به صورت مواد کمکی حکایت دارد. این کانی به‌طور متوسط در حدود ۲۰-۳۰ درصد نمونه را تشکیل داده است.

به جز سه نمونه در سایر نمونه‌ها، بقایای سنگ چرت (کوارتز کریپتوکریستالین) به شکل پورفیری دیده می‌شود. این قطعات سنگی بین ۵-۱۰ درصد نمونه را تشکیل داده است. ترکیبات اکسید آهن نیز با رنگ قرمز در تمام نمونه‌ها دیده می‌شود که پراکندگی آن در حدود ۵-۱۰ درصد نمونه است. از دیگر اجزاء سازنده این سفال‌ها می‌توان به کانی‌های فلدسپار، آمفیبول، میکا و کلسیت درشت اسپارایتی اشاره نمود که در بعضی از سفال‌ها وجود دارد و در دیگر نمونه‌ها وجود ندارد (جدول شماره ۱). در بعضی از نمونه‌ها میزان آن خیلی کم است که آن را در حد Trace در نظر می‌گیرند. در پنج نمونه از سفال‌ها، کانی کلسیت دیده نشده است و در یک نمونه بقایایی از سنگ آذرین در سفال دیده می‌شود.



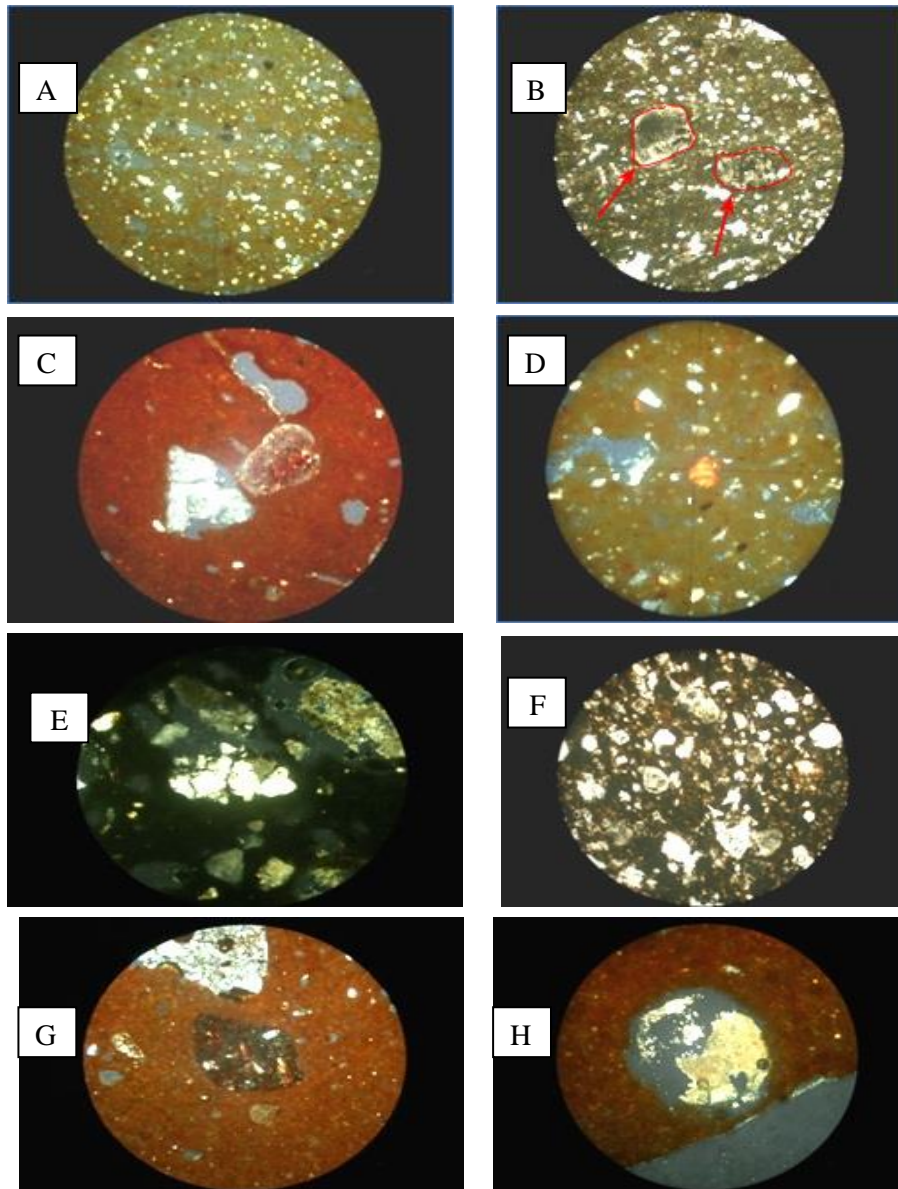
تصویر ۲. نمونه‌های سفالی برای آزمایش قبل از برش



تصویر ۳. نمونه‌های میکروسکوپی

تصویر شماره ۳-A: بافت پورفیری (قطعه سنگ چرت در مرکز تصویر). نور پلاریزه.
تصویر شماره ۳-B: بافت پورفیری، قطعات درشت کوارتز فنوکریست (رنگ روشن) و یک قطعه سنگ چرت، کانی آمفیبول با رنگ قرمز (انتهای فلش). نور پلاریزه.
تصویر شماره ۳-C: بافت سیلتی ریز بلور، کانی کوارتز با رنگ روشن همراه با اکسید آهن قرمز رنگ و فضای خالی با رنگ تیره در تصویر دیده می‌شود. نور پلاریزه.
تصویر شماره ۳-D: بافت سیلتی، نور پلاریزه.

تمام تصاویر با بزرگنمایی 4X (استفاده از عدسی دوربینی با بزرگنمایی تصاویر 40x است) و در نور (XPL) پلاریزه گرفته شده است. در این نور، فضای خالی با رنگ تیره و قطعات کوارتز با رنگ روشن مشخص می‌شود.



تصویر شماره ۴. نمونه‌های میکروسکوپی

- تصویر ۴-۱: بافت سیلتی ریزبلور، نور پلاریزه
- تصویر ۴-۲: بافت سیلتی، نور ساده یا PPL، قطعه سنگ چرت (درشت‌بلور) در زمینه رسی کاملاً مشخص است.
- تصویر ۴-۳: دو قطعه کوارتز فنوکریست و سنگ چرت در زمینه ریز بلور، نور پلاریزه
- تصویر ۴-۴: کانی آمفیبول با رنگ قرمز - نارنجی (مرکز تصویر)، نور پلاریزه
- تصویر ۴-۵: بقایای ماسه سنگ (انتهای فلش)، نور پلاریزه
- تصویر ۴-۶: بافت سیلتی، نور بدون آنالیزور، در این نور کانی کوارتز و فضای خالی به رنگ روشن در زمینه رسی تیره رنگ دیده می‌شود.
- تصویر ۴-۷: بقایای سنگ آذرین (مرکز تصویر)، بافت پورفیری، نور پلاریزه
- تصویر ۴-۸: کانی کلسیت (میکرایت)، مرکز تصویر، نور پلاریزه
- تمام تصاویر با بزرگنمایی 4X (عدسی دوربینی) با بزرگنمایی ۴ و عدسی چشمی ۱۰ که برابر با بزرگنمایی ۴۰ است تهیه شده است.

نتیجه

بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش‌های صورت گرفته، وجود میکرایت (کلسیت ریز بلور) و اسپارایت (کلسیت درشت بلور) در بعضی مقاطع نمونه‌های سفالی نشان می‌دهد که درجه حرارت پخت این سفال‌ها از ۸۰۰ درجه سانتیگراد فراتر نرفته است و سفال‌های بدون کلسیت، درجه حرارت بیش از ۸۰۰ درجه را تحمل کرده‌اند، که مقدار آنها بسیار اندک است. کلسیت، کانی اصلی سنگ آهک است. سنگ‌های رسوبی در حدود ۷۰٪ رخنمون سنگی سطح زمین را تشکیل می‌دهد و در این میان سنگ آهک، عمده‌ترین گروه از سنگ‌های رسوبی است. بنابراین، در هنگام فرسایش و هوازدگی و تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌های آهکی، کانی کلسیت آزاد و در محیط‌های مختلف رسوبی نهشته می‌شود. پس می‌توان انتظار داشت که کانی کلسیت در تمام رسوبات دیده شود. بر همین اساس در رسوبات مورد استفاده برای تهیه سفال نیز کانی کلسیت وجود دارد و نبود آن در زمینه یا شاموت سفال، به دلیل حرارت بالای پخت سفال است. همچنین کلسیت در زمینه سفال اولیه موجود است و هیچگونه شواهدی مبنی بر تشکیل یا جایگزینی آن در زمینه سفال‌های مورد مطالعه به طور ثانویه وجود ندارد. وجود خلل و فرج بزرگ و کشیده، دلیل دیگری بر پخت سفال در حرارت کمتر از ۸۰۰ درجه سانتیگراد است. از نظر پتروگرافی نیز می‌توان دو نوع پتروفابریک متفاوت در مقاطع سفال‌های مورد مطالعه تعیین نمود: ۱- (پورفیری ریز بلور) قطعات فنوکریست در حد ماسه ریز بلور (۱ میلی‌متر) بوده و به وفور در مقطع دیده می‌شود. ۲- (سیلتی ریز بلور) قطعات فنوکریست در حد سیلت بوده (کمتر از ۰/۳ میلی‌متر) و در زمینه شناور است. با توجه به مقاطع سفال‌های مطالعه شده و بررسی نقشه زمین‌شناسی منطقه، به نظر می‌رسد که منشأ همه سفال‌ها یکسان و مربوط به خود منطقه باشد. تقریباً در همه آنها بقایای سنگ چرت، کوارتز و اکسید آهن دیده می‌شود.

همان‌گونه که در بالا اشاره شد، شواهد باستان‌شناختی به دست آمده از محوطه‌های کلیدی دشت جنوبی سیستان، همچون آثار برج‌مانده از ساختار کوره‌های سفال‌پزی، پراکندگی جوش کوره در اطراف کوره‌ها و سطح محوطه، وجود سفال‌های دفرمه و نیز انباشت پهن حیوانات به عنوان سوخت، گویای تولید سفال در محوطه‌های پیش‌گفته به عنوان کارگاه‌های تولید سفال و یا سفال و پیکرک است و چه بسا با مطالعات گسترده‌تر بر روی محوطه‌های اقماری که تعداد آنها کم نیست، کارگاه‌های تولید سفال در این دشت افزایش یابد.

پی‌نوشت

۱. اوایل اردیبهشت تا پایان شهریور.
۲. نوعی سنگ رسوبی است و اجزاء تشکیل دهنده ماسه‌ها و ماسه‌سنگ‌ها، اکثراً خرده‌ها و قطعات کانی‌هاست (سحابی، ۱۳۸۸: ۴۰).
۳. در واقع زمین‌های ماسه‌ای سیستان به شیوه نامحسوسی دارای شیب ملایمی از شمال به طرف جنوب با ضخامت ۵۰۰ متر در محل دریاچه‌ها و در دامنه کوه‌های بلند منطقه است (ژاکس و کارل کempf، ۱۳۸۵: ۲۸).
۴. حجم رسوباتی که از طریق رودخانه‌ها وارد دریاچه‌های سه‌گانه سیستان می‌شود حدود $10 \text{ M.T} \times 17/8$ در سال (هیرمند: ۱۳/۴؛ خاش‌رود: ۸/ و هاروت‌رود ۶/). 10 M.T است (همان، ۴۸).
۵. فابریک سیلتی: اجزاء سازنده در حد سیلت (۰/۳ میلی‌متر و کوچکتر) است و در زمینه ریز بلور قرار دارد.
۶. فابریک پورفیری: وقتی اجزا درشت بلور (اندازه ۲-۵ میلی‌متر) در زمینه ریز بلور (رس) قرار می‌گیرد.

منابع

- امینی، صارم، امیر ساعد موچشی، نوید صالح وند، «باستان‌زمین‌شناسی: تعاریف، روش‌ها و کاربردهای آن در باستان‌شناسی ایران»، باستان‌شناسی ایران، شماره ۲، ۱۳۹۲. صص: ۹۴-۱۱۰.
- آقانباتی، سیدعلی، تهران (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- زارع، اعظم، «مطالعات پتروگرافی در تخت جمشید»، کارنامه بنیاد پژوهشی پارسه-پاسارگاد، سال اول، شماره اول، ۱۳۸۳. صص: ۹۷-۱۰۹، شیراز.
- ژاکس، اولریک، ایوژن، کارل. کمف، (۱۳۸۵) «زمین‌شناسی منطقه سیستان (جنوب غرب افغانستان)»، در: پیش از تاریخ سیستان، [تالیف م. توزی، ترجمه مهرآفرین]، چاپ اول، انتشارات پاژ مشهد.
- سحابی، فریدون، (۱۳۸۸) سنگ‌شناسی رسوبی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- سلمانزاده، جواد، (۱۳۹۲) گاهنگاری و مقایسه سفال‌های منقوش تپه گراتزیانی سیستان با مناطق همجوار به همراه مطالعات آزمایشگاهی (پتروگرافی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، منتشر نشده.
- سید سجادی، سید منصور، «نشانه سفالگران در شهر سوخته»، مجموعه مقالات شهر سوخته ۱، سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، تهران، ۱۳۸۸. صص: ۱۹۱-۲۳۰.
- کاوش، حسینعلی، (۱۳۹۱) دشت جنوبی سیستان در عصر مفرغ، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران، منتشر نشده.
- مجیدزاده، یوسف، «باستان‌شناسی و سفال»، مجله باستان‌شناسی و تاریخ، سال پنجم، شماره دوم، ۱۳۷۰. صص: ۴-۱۴.
- موریتزیو، توزی، «حفاری در شهر سوخته ۱۹۷۰-۱۹۶۹» [رضا مهرآفرین]، پیش از تاریخ سیستان، پاژ، مشهد، ۱۳۸۵: ۱۶۳-۳۱۲.
- مهرآفرین، رضا و سید رسول موسوی حاجی، (۱۳۸۵) بررسی روشمند باستان‌شناختی سیستان فاز (۲)، جلد ۱۵ (مطالعات میدانی) حوزه قلعه رستم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ هامون (۱۳۷۰) انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Mortazavi, M. 2010. Figurines of Bronze Age Iran: Tepe Dasht, *Newsletter of the Coroplastic Studies Interest Group 4: 11-12*.
- Tosi, M. 1970. Tepe Rud-i-Biyaan, *Iran 8: 189*.