

تحلیل پتروگرافی و XRF سفال های دوره جمدت نصر دشت مهران، جنوب غربی ایران

چکیده: منطقه جنوب غرب ایران در مطالعات باستان شناسی ایران در ادوار مختلف و به ویژه دوران های آغاز تاریخی و شهرنشینی اهمیت بسیار ویژه ای دارد. دشت مهران در استان ایلام از جمله مناطقی است که دارای مواد فرهنگی هم افق و مشابه نمونه های جمدت نصر است. براساس یافته های زیستگاهی، می توان دشت مهران را در این دوره، تابعی از تغییرات زیستگاهی بین النهرین به حساب آورد. برای درک دوره آغاز شهرنشینی که سرآغاز بزرگترین و پیچیده ترین تغییرات سیاسی- اقتصادی و اجتماعی است و در جنوب غربی ایران همچنان ناشناخته باقی مانده، تعداد ۱۴ قطعه سفال دوره جمدت نصر محوطه های دشت مهران را که طی کاوش و بررسی های میدانی جمع آوری شده و مورد مطالعه قرار گرفته است جهت انجام آزمایشات انتخاب شدند. این پژوهش با هدف آگاهی یافتن و فرض این مساله که سفال نوع جمدت نصر دشت مهران به صورت محلی تولید می شده، یا اینکه توسط متخصصین بین-النهرینی تولید می شده و یک محصول وارداتی بوده است، انجام شده است. شواهد تولید سفال در چغآهوان و چغابویچگ به ویژه تولید محلی سفال های دشت مهران را تایید می کند. در تمام نمونه های مورد مطالعه دشت مهران، کانی کلسیت به صورت ریز بلور (میکزایت) و درشت بلور (اسپارایت) وجود دارد. نتایج آنالیز XRF نیز با یافته های پتروگرافی مطابقت دارد. در این نمونه ها، کلسیت در اثر حرارت از میان رفته و تنها هاله ای از آن باقی مانده است، وجود کلسیت در باقی نمونه ها نشان می دهد که درجه پخت سفال ها کمتر از ۸۰۰ درجه سانتیگراد بوده است. در نهایت براساس مطالعات و بررسی های زمین شناسی دشت مهران و نتایج آنالیز آزمایشگاهی صورت گرفته، می توان بیان کرد که سفال ها تولید داخلی و محلی داشته اند و مربوط به خود دشت هستند، هرچند سبک و فرم و تکنیک تولید مشترک با گونه های همزمان بین النهرینی خود است، هرچند اثبات این فرض نیاز به مطالعات و آزمایشات تکمیلی تأسیسات تولید سفال و همچنین سفال های دست نخورده و برجا دارد.

کلید واژگان: دوره جمدت نصر، دشت مهران، پتروگرافی، XRF، جنوب غربی ایران

مقدمه

منطقه جنوب غرب ایران در مطالعات باستان شناسی ایران در ادوار مختلف و به ویژه دوران های آغاز تاریخی و شهرنشینی اهمیت بسیار ویژه ای دارد. به رغم فعالیت های باستان شناسی نسبتاً فراوان که از حدود ۱۵۰ سال پیش در این منطقه انجام پذیرفته، درباره ی دوره جمدت نصر تصویر روشنی در دست نیست، زیرا بیشتر کاوش ها مربوط به این دوره در بین النهرین و در محدوده ی معابد بوده است (مجیدزاده، ۱۳۸۸: ۶۲). این دوره زمانی که اواخر هزاره چهارم و اوایل هزاره سوم پیش از میلاد (حدود ۲۹۰۰-۳۲۰۰) را در برمی گیرد، در منطقه جنوب غربی ایران معرف فرهنگ آغاز ایلامی، در بخشی از غرب ایران و بین النهرین، جمدت نصر و در ارتفاعات زاگرس و بخشی از مرکز فلات ایران با فرهنگ کورا- ارس یا ماوراء قفقاز شناخته می شود. در این دوره برای اولین بار در تاریخ شهر تأسیس می شود و همه ویژگی های آن که چایلد و دیگران به خوبی به آن پرداخته اند، به وجود می آید، تخصص های مختلف شکل می گیرند و نشانه هایی قوی از خط و کتابت و ثبت و ضبط نیز به دست آمده است (مجیدزاده ۱۳۶۸؛ جوانمردزاده، ۱۳۹۴: ۲۶۲). دوره آغاز ایلامی تقریباً از حدود ۳۲۰۰ تا ۳۱۰۰ ق.م آغاز می شود. آثار شاخص این دوره عبارت است از نوعی سفال لبه واریخته، لوحه های گلی با خط آغاز ایلامی، مهرهای استوانه ای؛ این دوره همزمان است با دوران جدید اوروک تا دوران سلسله های قدیم I و II در بین-النهرین و مناطق غربی در مجاورت دشت خوزستان (بختیاری، ۱۳۹۵: ۹۳-۱۰۵). دشت مهران در استان ایلام از جمله مناطقی است که

دارای مواد فرهنگی هم افق و مشابه نمونه‌های جمدت نصر است. براساس یافته‌های زیستگاهی، می‌توان دشت مهران را در این دوره تابعی از تغییرات زیستگاهی بین النهرین به حساب آورد. مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته در دشت مهران طی سال‌های اخیر، در مورد نمونه‌های سفالی نیز شباهت بالایی را با بین‌النهرین نشان می‌دهد. در مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته تنها نمونه‌های دوره جمدت نصر در دشت مهران شناسایی و گونه شناسی شده‌اند، با اینکه آثار به دست آمده از چغآهوان و چغابویچگ شواهد قوی‌ای از تولید محلی را نشان می‌دهند (جوانمردزاده، ۱۳۹۶: ۹۹-۱۱۶)؛ اما تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای در خصوص منشأیابی و ساختار شیمیایی و کانی‌شناسی بر روی نمونه‌های این دشت صورت نگرفته و تنها راه به قطعیت رسیدن در مورد منشأ سفال‌ها آنالیز شیمیایی و مطالعه ساختاری نمونه‌های به دست آمده است. هدف از انجام این پژوهش، آگاهی یافتن از منشأ این سفال‌ها و همچنین شناخت درجه حرارت پخت سفال‌ها می‌باشد. برای این منظور، در این پژوهش روش پتروگرافی (مطالعه مقاطع نازک) با استفاده از میکروسکوپ دو چشمی پلاریزان مدل James Swift با بزرگنمایی چهاربرابر، به منظور شناخت کانی‌های تشکیل‌دهنده و مواد افزودنی به خمیره سفال، اندازه ذرات و پراکندگی آنها در آزمایشگاه پتروگرافی پژوهشکده حفاظت و مرمت پژوهشگاه میراث فرهنگی تهران، و آنالیز فلورسانس پرتو ایکس (XRF) به جهت شناسایی ترکیب شیمیایی نمونه‌های سفالی با دستگاه طیف‌سنجی فلورسانس پرتو ایکس مدل SPECTRO XEPOS، ساخت کمپانی AMETEK در آزمایشگاه کاوشگران علوم و فنون برنا انجام گرفت که از نرم افزار Xlab pro برای آنالیز نمونه‌های مجهول استفاده شد.

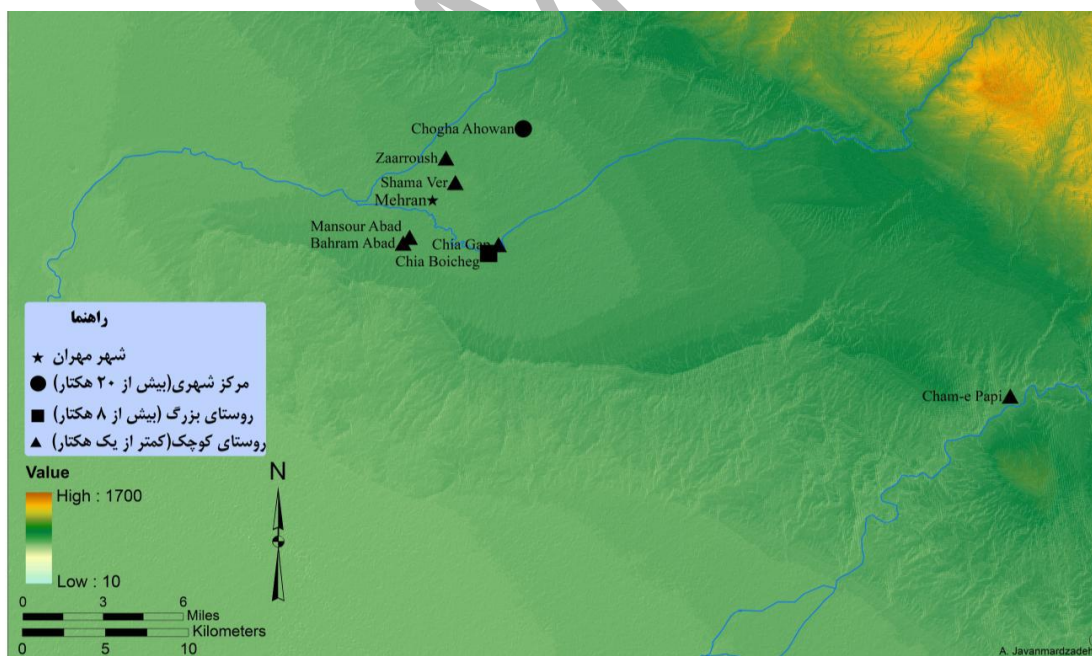
سفال‌های دوره شهرنشینی دشت مهران

در مجموع سفال‌های دوره شهرنشینی قدیم مهران شباهت کاملی را با آنچه که از بین‌النهرین معرفی شده نشان می‌دهند. این سفال‌ها را می‌توان به دو گروه خشن و ظریف تقسیم کرد؛ ظروف خشن، به رنگ قهوه‌ای روشن و یا نخودی، با ماده چسباننده گیاهی دست‌ساز و بدون هیچ‌گونه تزیینی هستند؛ این سفال‌ها عمدتاً به شکل خمیره‌های بدون دسته و بدنه‌ای ناصاف مشاهده می‌شوند. در این رابطه تعداد زیادی خراشنده سفالی از کاوش‌های چغآهوان و نیز بررسی سطحی دیگر محوطه‌ها به دست آمده است که شاهدی مستقیم بر نحوه تولید این نوع سفال است. از نظر فرم، می‌توان این نوع سفال‌ها را در دو دسته خمیره‌ها و کاسه‌ها طبقه‌بندی کرد. خمیره‌ها عمدتاً بدون لوله و دارای عمق متوسط حدود نیم متر و در طیفی از پخت متوسط با مغز خمیره خاکستری روشن تا کاملاً پخته دیده می‌شوند. بیشترین درصد این گونه سفال را در طیفی از رنگ قرمز روشن مایل به نخودی تا قهوه‌ای می‌توان مشاهده کرد. کاسه‌هایی با خمیره و رنگ مشابه که از لحاظ شیوه تولید می‌توان آنها را ادامه سنت تولید کاسه‌های لبه واریخته دوره اوروک طبقه‌بندی کرد، نیز به مقدار قابل توجهی به چشم می‌خورند. این کاسه‌ها در ابعاد مینیاتوری، کوچک و متوسط و با کف تخت و حلقه‌ای به دست آمده‌اند. سفال‌های ظریف نیز عمدتاً با همان فرم‌های خشن و با خمیره خوب ورز داده شده، ماده چسباننده و با نقوش تک رنگ، دو رنگ و چند رنگ هندسی دیده می‌شوند. این گونه سفالی را تنها در طیف رنگ نخودی و بیشتر کوزه‌های کوچک دسته سببی و لوله‌دار و خمیره‌های بزرگ و متوسط دیده می‌شوند. در کوزه‌ها نقوش تک‌رنگ و عمدتاً در طیف رنگ مشکی از روشن تا تیره و به صورت کاملاً ناشیانه تزیین شده‌اند. اما در خمیره‌ها برعکس این کوزه‌ها، نقوش در دو یا چند رنگ عمدتاً طیفی از قرمز و سیاه و گاهی نیز بیش از دو رنگ به چشم می‌خورند. به نظر می‌رسد که نحوه تزیین، خمیره فرم و نیز تناسب بین فرم، فضا و نوع کارکرد این ظروف کاملاً هماهنگ و معنادار بوده است. در این نوع سفال‌ها نقش به دقت بالا و در یک دوم تا یک سوم بالای ظرف ایجاد شده‌اند. هرچند در کوزه‌های کوچک تمام سطح بیرون ظرف با یک‌رنگ و به صورت ساده رنگ شده است. در مواردی دیگر از تزیین، نقوش تزیینی طنابی با فشار انگشت در چند طرح مختلف نیز به چشم می‌خورد. در مورد نقش مایه‌ها و گرامر نقشی نقوش این سفال‌ها و مشابه همزمان شان باید گفت که به نظر می‌رسد که این شباهت در کلیت شبیه نمونه‌های بین‌النهرینی دوران خود هستند هرچند نمی‌توان مشابه دقیقی را برایشان پیشنهاد نمود. به نظر می‌رسد که این شباهت در کلیات و تفاوت در جزئیات نقشی را بتوان به ویژگی‌های محلی تولیدشان نسبت داد، به ویژه اینکه در بخش غربی چغآهوان و چغابویچگ شواهد قوی‌ای از تولید محلی این سفال‌ها به دست آمده است (جوانمردزاده، ۱۳۹۶: ۹۹-۱۱۶).

منطقه مورد مطالعه

دشت مهران با کمی انحراف به سمت جنوب غرب، در جنوب غرب استان ایلام و مجاورت دشت‌های مهران و دهلران در شرق، بین -النهرین در غرب و جنوب غرب و مندلی در شمال غربی قرار گرفته است (نقشه ۱). این دشت از شمال به کوه‌های پشمن^۱، از جنوب به جبال حمرین^۲، از غرب به کشور عراق و از شرق به بلوک آناران و کریدور طبیعی منتهی به دشت دهلران محدود شده است؛ با این وجود، از نقطه نظر فرهنگی و مطالعات باستان‌شناسی منتهی‌الیه شمال غربی خوزستان فرهنگی (ملک شه‌میرزادی، ۱۳۷۸: ۵۱۸-۴۹۹) یا همان سوزیان (Kouchoukos 1998: 80; Moghaddam 2012: 1-3) بزرگ به شمار می‌رود. گستره دشت مهران حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع و به صورت مستطیل شکل در جهت شرقی- غربی می‌باشد که دارای ارتفاع متغییر از ۱۰۰ متر در منتهی‌الیه غربی و حدود ۴۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد در منتهی‌الیه شرقی است. رودخانه‌های اصلی دشت دائمی بوده و نقشی کلیدی را در برپایی زیست گاه‌های دشت ایفا کرده‌اند به ترتیب عبارتند از: رودکنجان‌چم^۳، گاوی^۴ و چنگوله^۵ (جوانمردزاده و دارابی، ۱۳۹۱: ۹۶-۸۱). از نقطه نظر زمین‌ریخت‌شناسی، دشت مهران بخشی از دشت‌های پست جنوب غربی ایران (دهلران و خوزستان) است که با بخش‌های شرقی بین‌النهرین شباهت دارد (نقشه شماره ۲). این دشت مهران از جمله سرزمین‌های پستی است که از نظر زمین‌شناسی جزء پهنه‌ی خوزستان به حساب می‌آید که قسمتی از صفحه‌ی عربستان را تشکیل داده و سطح آن توسط آبرفت‌های دوران چهارم کاملاً پوشیده شده است (همان ۱۳۹۱: ۸۱-۹۶).

در قسمت‌های شمالی و کوهپایه‌ای دشت مخروط افکنه‌هایی دیده می‌شود که ناشی از رسوبات رودخانه‌ها می‌باشند؛ در کوهپایه‌های مناطق کوهستانی جریان تند آب رودخانه‌هایی که مقدار زیادی ذرات ریز و درشت را از کنار بستر خود شسته و در نواحی کوهپایه‌ای و دشت‌های بین ارتفاعات انباشته می‌کنند؛ رسوبات نرم و حاصلخیزی به وجود می‌آید که به آن رسوبات آبرفتی (مخروط افکنه) می‌گویند و نقش مهمی را در ایجاد هسته‌های فعال انسانی در داخل فلات ایران دارند. مخروط افکنه‌ها به دلیل نرمی و نفوذپذیری رسوبات‌شان، آب‌های جاری را در خود نفوذ داده و در لایه‌های غیر قابل نفوذ زیرین خود ذخیره می‌نمایند (جوانمردزاده، ۱۳۹۳).



نقشه شماره ۱. موقعیت دشت مهران در ایران و محوطه‌های دوران شهرنشینی که مشخص شده است (جوانمردزاده، ۱۳۹۳: ۲۰).

محوطه‌های مورد مطالعه

در دشت مهران به طور کلی ۸ محوطه شواهد مرتبط با این بازه زمانی را دارا هستند؛ این محوطه‌ها عبارتند از: چغا‌آهوان^۶، چغابویچگ^۷، چیاگپ^۸، بهرام‌آباد^۹، منصورآباد^{۱۰}، زَرّوش^{۱۱}، شمه ور^{۱۲}، رمرمه^{۱۳} و چم‌پایی^{۱۴}، از این تعداد ۳ محوطه از دوره‌های پیش و ۵

محوطه برای اولین بار تاسیس شده‌اند. این محوطه‌ها همگی در حاشیه دشت و در جاهایی که هیچ زیستگاهی از دوره‌های پیش به چشم نمی‌خورد، ایجاد شده‌اند (جوانمردزاده، ۱۳۹۳: ۲۱۱). در این پژوهش چهار محوطه‌ی چغاآهوان، چغابویچگ، زروش و بهرام آباد جهت مطالعه و نمونه‌برداری انتخاب شدند.

محوطه چغاآهوان در این دوره به عنوان شهری بزرگ با وسعت بیش از ۲۰ هکتار بر تمام دشت سیطره داشته و براساس مدارک بدون شک دارای ارتباطات فرامنطقه‌ای بوده است. شاید بتوان یکی از دلایل بزرگ شدن و توسعه زیاد چغاآهوان را کارکرد فرامنطقه‌ای آن در ارتباط با دیگر جوامع همجوار از جمله دشت‌های دهلران و بین‌النهرین دانست (جوانمردزاده، ۱۳۹۶: ۹۹-۱۱۶). با بررسی در سطح محوطه بقایای معماری‌های خشتی و سنگی و نیز کوره به همراه جوش کوره نمایان شد، کوره‌ها و جوش‌های کوره در بخش جنوب‌غربی تمرکز یافته و معماری‌ها نیز در بخش مرکزی تمرکز بیشتری داشتند. طی بررسی مشخص شد که سفال‌های نخودی ساده، ارغوانی ساده و منقوش در تمام محوطه از تراکم بالایی برخوردارند؛ این در حالی است که سفال‌های نخودی منقوش اغلب در بخش مرکزی و جنوب‌غرب تمرکز یافته و در مقایسه با دیگر سفال‌های محوطه نسبت بسیار پایین‌تری دارند. تراکم ظروف لوله‌دار در نیمه جنوبی هم به مراتب بیشتر بوده و این در حالی است سفال‌هایی چون کاسه‌های لبه وارخته از نسبت بسیار کمی برخوردارند. با این وجود همین نسبت کم، کاسه‌های لبه وارخته، تراکم آنها بیشتر در بخش شمالی تپه مشهودتر است (جوانمردزاده، ۱۳۹۳: ۲۱۲).

جدول شماره ۱. مشخصات محوطه‌های مورد مطالعه (جوانمردزاده، ۱۳۹۳: ۲۵۷).

ردیف	کد بررسی	نام محوطه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر از دریا)	ابعاد (متر)	ارتفاع از سطح اطراف (متر)	پدیدار جغرافیایی نزدیک (جهت و فاصله)
۱	MS 022	زروش (Zarroush)	۶۰۹۳۲۱	۳۶۶۷۹۰۹	۱۶۴	۱۰۰ × ۹۰	۱	رودکنجان چم - ۶۰۰ متری شمال غرب
۲	MS 027	چغاآهوان (Choghā Ahowān)	۶۱۳۷۵۳	۳۶۷۰۰۷۶	۲۱۵	۵۵۰ × ۵۰۰	۱۰/۵	رودکنجان چم - ۳۲۰۰ متری غرب
۳	MS 029	چغابویچگ (Chia Boicheg)	۶۱۳۳۴۶	۳۶۶۲۳۴۸	۱۷۲	۳۵۰ × ۳۰۰	۱۲/۵	چسبیده به جنوب رود گاوی
۴	MS 032	بهرام آباد (Bahrām Abad)	۶۰۷۲۱۰	۳۶۶۲۵۱۶	۱۴۹	۱۰۰ × ۸۰	۲/۵	نهر بدوله - ۱۰۰۰ متری شمال

طی بررسی سطح محوطه چغابویچگ، سفال‌های نخودی منقوش و ساده، ارغوانی منقوش و ساده، سفال‌های سوخته، قسمت‌هایی از خمره‌های گچی، پاشنه سنگی در، سنگ‌ساب و داس سفالی شناسایی شد. تراکم سفال‌های نخودی منقوش در بخش مرتفع (شمالی) تپه بیشتر بوده و این در حالی است که سفال‌های ارغوانی رنگ در تمام محوطه، به‌ویژه در بخش جنوب‌شرقی، تمرکز بیشتری را نشان می‌دهند. همچنین این بخش حاوی لایه‌های خاکستر بیشتری در مقایسه با دیگر بخش‌هاست. در دامنه شمالی تپه آثار سوختگی و نیز دیوارهای حرارت دیده‌ی خشتی در سطح مشهود است؛ این در حالی است که در بخش جنوبی بقایای معماری خشتی مشخص است. بر اساس مطالعه سفال‌های سطحی، می‌توان بازه زمانی ۵۳۰۰-۲۹۰۰ پیش از میلاد را برای این محوطه پیشنهاد داد که معادل با دوران روستانشینی قدیم، میانه و جدید تا آغاز شهرنشینی و شهرنشینی است (جوانمردزاده، ۱۳۹۳: ۲۱۳).

در سطح محوطه زروش جوش کوره‌های آجرپزی به همراه قطعات آجر به وفور پراکنده شده است. اما یافته‌های پیش از تاریخی محوطه مشتمل بر قطعات سفال‌های نخودی منقوش و ساده و ارغوانی رنگ ساده به همراه مصنوعات سنگی است. ابزارهای سنگی محوطه را عمدتاً تیغه و ریزتیغه تشکیل داده که از سنگ چخماق خاکستری تیره تولید شده‌اند. بر اساس مطالعه سفال‌های سطحی، می‌توان بازه زمانی ۳۲۰۰-۲۹۰۰ پیش از میلاد را برای این محوطه پیشنهاد داد که معادل با دوران شهرنشینی است. طی بررسی محوطه بهرام‌آباد سفال‌های ارغوانی ساده، نخودی ساده، داس سفالی، ظروف سنگی، سنگ ساب و پاشنه سنگی در به همراه مصنوعات سنگی شناسایی شد. بر اساس مطالعه سفال‌های سطحی، می‌توان بازه زمانی ۳۱۰۰-۲۹۰۰ پیش از میلاد را برای این محوطه پیشنهاد داد که معادل با دوران شهرنشینی است (جوانمردزاده، ۱۳۹۳: ۱۵-۲۱۴).

مطالعه پتروگرافی

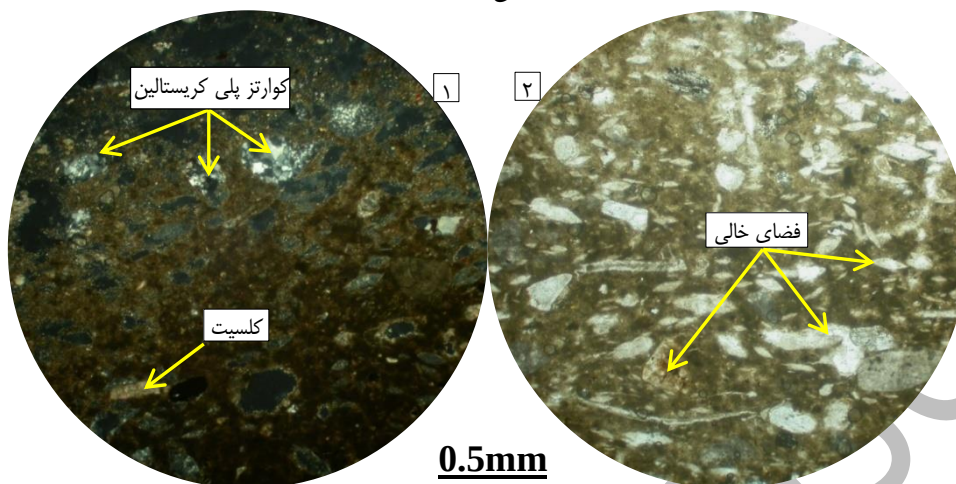
منشایی سفال‌های باستانی، با مطالعه پتروگرافی مقاطع نازک و بررسی انکلوژیون‌های^{۱۵} (مانند ماده چسباننده) آنها صورت می‌گیرد که براساس اصول ویژه‌ای به بررسی منشا خاک رس و ماده چسباننده مورد استفاده با توجه به موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های زمین‌شناسی می‌پردازد (نوغانی و امامی ۱۳۹۱). هدف اصلی پتروگرافی مقطع نازک، شناخت خصوصیات مواد ساخته‌شده از خاک رس از طریق بررسی مقطع نازک است. این کار در درجه اول با کمک میکروسکوپ پلاریزان صورت می‌گیرد. با استفاده از این میکروسکوپ و با انتقال نور پلاریزه از میان مقاطع نازک دو جزء اصلی ماتریکس رس و اجزاء غیر پلاستیکی شناسایی می‌شوند. به علاوه می‌توان منافذ و حفره‌ها، همچنین جزییات قابل مشاهده در رابطه با عملیات تکمیلی و پردازش سطح بررسی کرد. ویژگی‌های فنی ظاهری محصول نهایی با نوع، فراوانی و مشخصاتی از این قبیل شناسایی می‌گردد و دیگر مشاهدات از طریق مقطع نازک می‌تواند بافت و اطلاعاتی در رابطه با تکنولوژی ساخت و منشاء سفال باشد (Peterson 2009). مطالعه پتروگرافی بر روی مقاطع نازک صورت می‌گیرد. برای ساخت مقاطع نازک میکروسکوپی ابتدا قطعه کوچکی از نمونه‌های سفالی، توسط دستگاه برش جدا شده، سپس برای از بین بردن خراش‌ها و اثرات تیغه موجود بر روی نمونه سابیده (پولیش داده می‌شود) و در نهایت توسط چسب آپوکسی^{۱۶} به لام شیشه‌ای^{۱۷} چسبانده می‌شود (Quinn 2013:21). در این بررسی تعداد ۱۴ نمونه سفالی از ۴ محوطه ی چغاآهوان، چغاویچگ، زروش و بهرام آباد برای مطالعه پتروگرافی انتخاب شد.



تصویر ۲-سفال‌های گردآوری شده از محوطه‌های دشت مهران برای مطالعه پتروگرافی و XRF (منبع: نگارندگان).

بافت نمونه ۱ بهرام آباد سیلتی ناهمگن و اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، سنگ چرت، اکسید آهن و قطعات سنگ دگرگونی می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. کانی کوارتز بیشترین فراوانی را دارد. این کانی با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می‌شود و در حدود ۵ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. کلسیت موجود عموماً به صورت پراکنده و درشت دانه با فراوانی حدود ۳ درصد در خمیره سفال دیده می‌شود. قطعات سنگ چرت فراوانی ۳ درصد دارد و بصورت درشت دانه و پرکننده در خمیره دیده می‌شود. سنگ دگرگونی به مقدار جزئی دیده می‌شود. فضای خالی فراوان و به شکل کشیده دیده می‌شود. خمیره سفال ترکیب کربناتی-رسی دارد. در زمینه سفال حالت جهت‌دار بودن در اجزا سازنده سفال دیده می‌شود که احتمالاً به علت چرخ‌ساز بودن نمونه است.

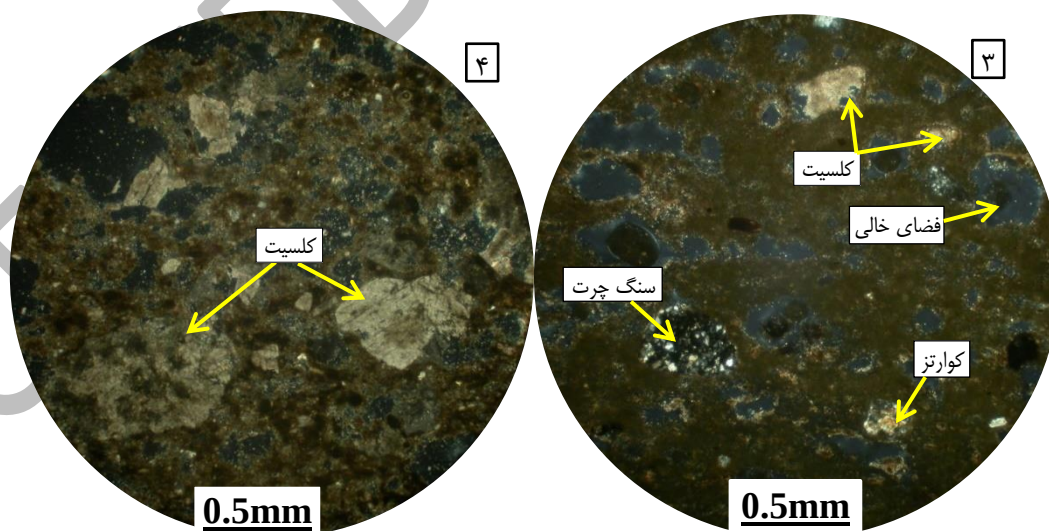
تصویر ۱. فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی ناهمگن، کانی کوارتز پلی کریستالین همراه با کلسیت. تصویر ۲- فتومیکروگراف، نور PPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی ناهمگن. فضای خالی فراوان در خمیره سفال، به حالت شکل دار فضای خالی و جهت دار بودن آنها توجه شود. جهت دار بودن قطعات سازنده و فضای خالی موجود به دلیل چرخ ساز بودن سفال است.



بافت نمونه ۲ بهرام آباد سیلتی همگن، اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، سنگ چرت، اکسید آهن می باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر از ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت، فراوانی ۳ درصد دارد و بصورت درشت دانه و پرکننده در خمیره دیده می شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می شود و در حدود ۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می دهد. کلسیت موجود به دو صورت ترکیب با خمیره و قطعات درشت سفال دیده می شود. خمیره سفال ترکیب کربناتی-رسی و همگن دارد.

تصویر ۳- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی همگن، کانی کوارتز، سنگ چرت و کلسیت در زمینه سفال دیده می شود. در این نمونه فضای خالی نسبتاً فراوان است.

تصویر ۴- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت پورفیری، قطعات درشت و فراوان کلسیت در زمینه سفال دیده می شود.



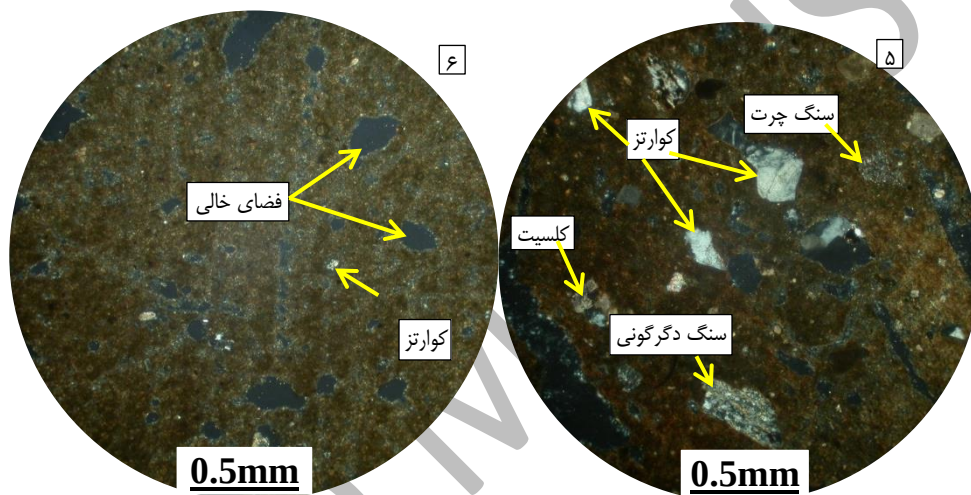
نمونه ۳ بهرام آباد دارای بافت پورفیری با خمیره ناهمگن، اجزا سازنده آن کلسیت، کوارتز و اکسید آهن می باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده از ۱ میلیمتر تا ابعاد در حد چند میکرون است. کلسیت بیشترین فراوانی را دارد و به دو شکل درشت دانه و ترکیب با زمینه دیده می شود. این کانی به صورت کلسیت اسپارایتی (درشت بلور) در خمیره سفال دیده می شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار

تا نیمه گرد شده و به فرم فنوکریست (تک بلور) دیده می شود و در حدود ۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می دهد. نمونه فاقد سنگ چرت می باشد. خمیره سفال ترکیب کربناتی رسی و همگن دارد.

بافت نمونه ۱ **زَرَوَش**، سیلتی با خمیره همگن، اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، سنگ چرت، اکسید آهن، سنگ دگرگونی و آذرین می باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت فراوانی ۲ درصد دارد و بصورت درشت دانه و پرکننده در خمیره دیده می شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می شود و در حدود ۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می دهد. کلسیت موجود به دو صورت ترکیب با خمیره و قطعات درشت سفال دیده می شود. خمیره سفال ترکیب کربناتی رسی و همگن دارد.

تصویر ۵- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، قطعات کوارتز، سنگ دگرگونی، چرت و کلسیت در زمینه سفال دیده می شود. زمینه سفال همگن و ترکیب رس کربنات دارد.

تصویر ۶- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، خمیره کاملاً همگن و پراکندگی محدود کانی کلسیت و کوارتز در خمیره، فضای خالی موجود به رنگ تیره دیده می شود.

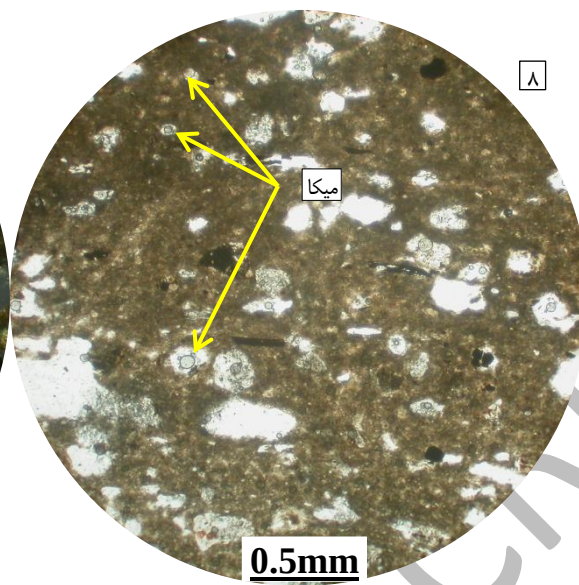
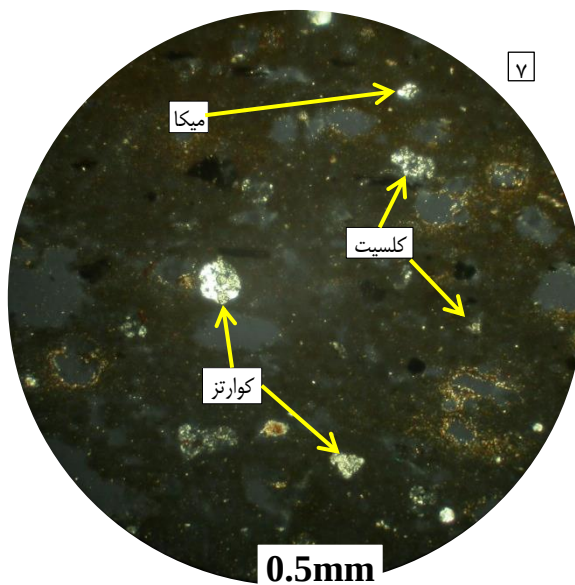


نمونه ۲ **زَرَوَش** دارای بافت سیلتی با خمیره همگن، اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، سنگ چرت، اکسید آهن است. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۲۰ میکرون است و قطعات موجود در خمیره ریز دانه و بصورت ترکیب با خمیره دیده می شوند. فراوانی کلسیت ۲ درصد، کوارتز ۱ درصد و سنگ چرت فراوانی کمتر از ۱ درصد دارد. ترکیب زمینه کربناتی و همگن است.

بافت نمونه ۳ **زَرَوَش** سیلتی با خمیره همگن، اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، کانی میکا، اکسید آهن، سنگ دگرگونی و آذرین است. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می شود و در حدود ۵ درصد حجم نمونه را تشکیل می دهد. کلسیت موجود در اثر حرارت از بین رفته است و هاله ای از آن باقی مانده است. کانی میکا سیاه (بیوتیت) در اثر حرارت زمان پخت به رنگ تیره دیده می شود. نمونه فاقد سنگ چرت می باشد و خمیره کاملاً همگن و غیر کربناتی دارد.

تصویر ۷- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، خمیره کاملاً همگن و غیر کربناتی، کانی کوارتز به همراه بقایای کانی کلسیت و میکای سوخته شده در زمینه سفال دیده می شود. فضای خالی موجود به رنگ تیره دیده می شود.

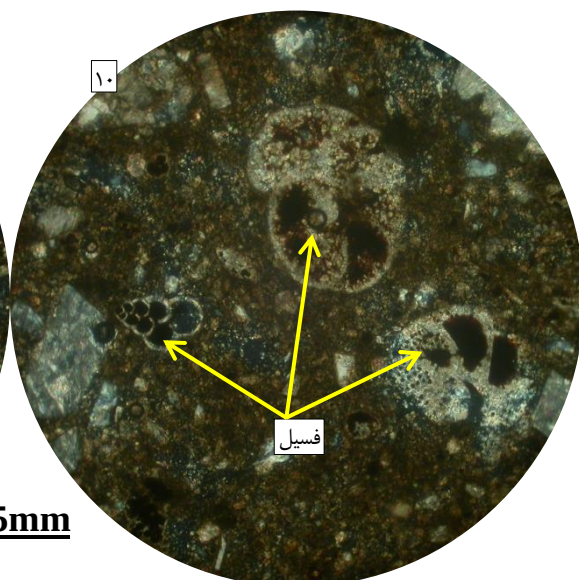
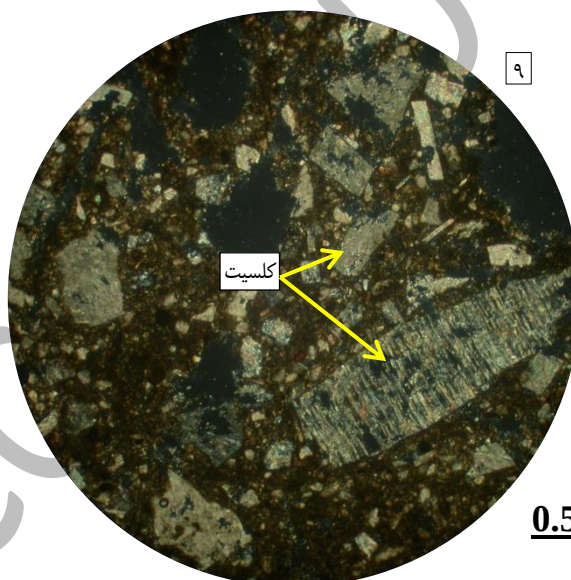
تصویر ۸- فتومیکروگراف، نور PPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، همان تصویر ۷ در نور پلاریزه است. در این نور فضای خالی به رنگ روشن است.



نمونه ۱ چغابویجگ دارای بافت پورفیری با خمیره ناهمگن و کربناتی، اجزا سازنده آن کلسیت، کوارتز، اکسید آهن می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده از ۱ میلیمتر تا ابعاد در حد چند میکرون است. کلسیت بیشترین فراوانی را دارد و به دو شکل درشت دانه و ترکیب با زمینه دیده می‌شود. این کانی به صورت کلسیت اسپارایتی (درشت بلور) و کلسیت ریز بلور (میکرایت) در خمیره سفال دیده می‌شود و در حدود ۲۰ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. علاوه بر کلسیت، قطعات فسیل در خمیره مشاهده می‌شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به فرم فنوکریست (تک بلور) دیده می‌شود و در حدود ۱-۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. نمونه فاقد سنگ چرت است و خمیره سفال ترکیب کربناتی ناهمگن دارد. این نمونه شبیه سفال بهرام آباد ۳ است.

تصویر ۹- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت پورفیری، قطعات فراوان و بزرگ کلسیت در زمینه سفال.

تصویر ۱۰- فتومیکروگراف، نور PPL، طول میدان دید 2.7mm، نمونه‌ای از فسیل‌های موجود در زمینه سفال.



بافت نمونه ۲ چغابویجگ سیلتی با خمیره همگن، اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، سنگ چرت، اکسید آهن می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت فراوانی ۱ درصد دارد و بصورت پراکنده در خمیره دیده می‌شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می‌شود و در حدود ۲ درصد حجم

نمونه را تشکیل می‌دهد. کلسیت موجود به صورت درشت‌دانه و ترکیب با زمینه است. خمیره سفال ترکیب کربناتی-رسی و همگن دارد.

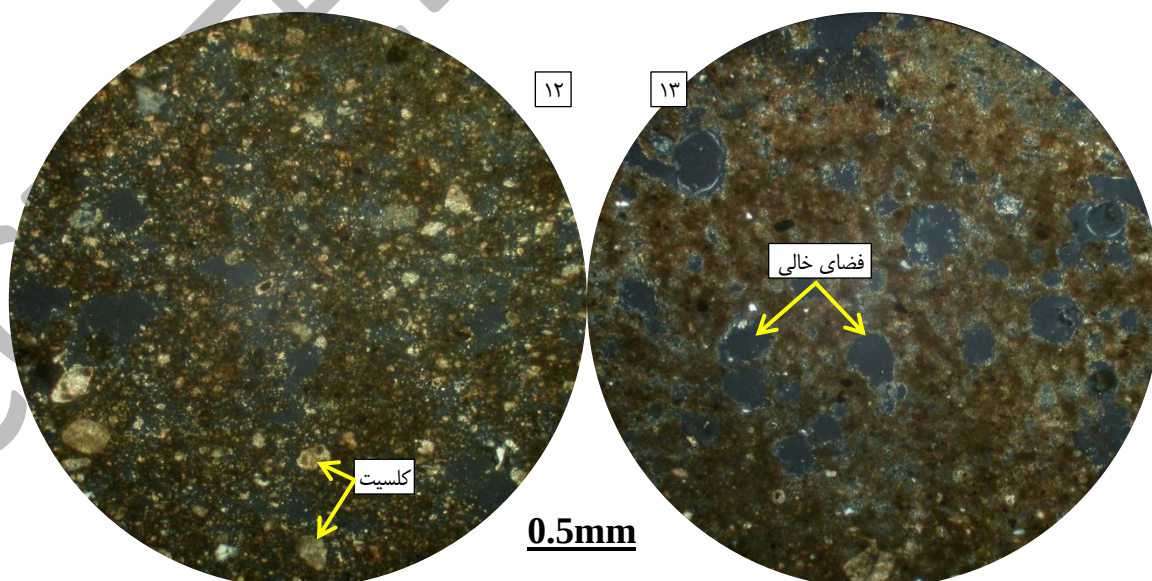
تصویر ۱۱- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، قطعات سنگ چرت، کلسیت و اکسید آهن در زمینه سفال دیده می‌شود. بخش کربناتی و غیر کربناتی زمینه کاملاً مشخص است.



نمونه ۳ چغابویچگ دارای بافت سیلتی با خمیره ناهمگن، اجزا سازنده آن کلسیت، کوارتز، اکسید آهن می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات فراوان کلسیت در این زمینه به وفور دیده می‌شود. فراوانی این کانی در حدود ۱۵ درصد حجم نمونه است. کوارتز موجود به صورت تک بلور و پراکنده در زمینه سفال وجود دارد. نکته جالب اینکه هر چقدر به سمت حاشیه نمونه می‌رویم بافت نمونه سیلتی و فاقد انکلوژیون‌های کلسیت است.

تصویر ۱۲- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، قطعات فراوان کلسیت در زمینه سفال.

تصویر ۱۳- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، حاشیه نمونه که فاقد از ادخال‌های کلسیت می‌باشد و زمینه همگن و یکدستی دارد. قسمت‌های تیره‌رنگ، فضای خالی موجود در زمینه است.

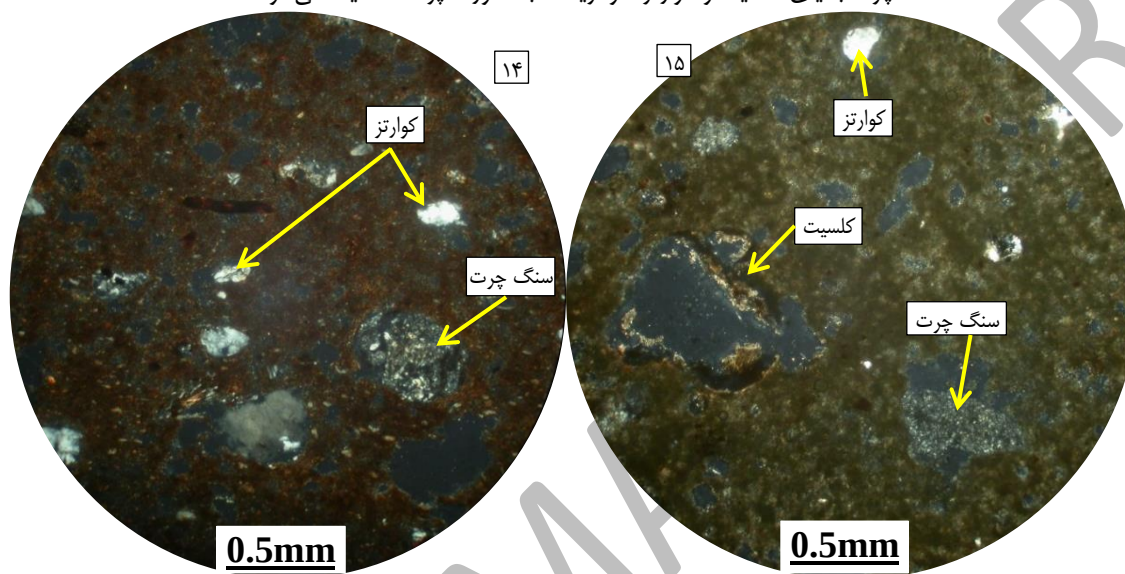


بافت نمونه ۴ چغابویچگ سیلتی با خمیره همگن و غیر کربناتی، اجزا سازنده آن کوارتز، کلسیت، سنگ چرت، سنگ دگرگونی و پلاژیوکلاز می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت فراوانی ۲ درصد دارد و بصورت

پراکنده در خمیره دیده می‌شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می‌شود و در حدود ۴ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. کلسیت موجود به صورت درشت‌دانه است و ۱ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. در این نمونه قطعات سنگ دگرگونی و پلاژیوکلاز به مقدار جزئی در زمینه سفال وجود دارد. خمیره سفال ترکیب غیر کربناتی به رنگ قرمز و همگن دارد.

تصویر ۱۴- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، قطعات پراکنده سنگ چرت، کوارتز و اکسید آهن در زمینه سفال دیده می‌شود. درصد فراوانی این قطعات در نمونه کم است و زمینه به رنگ قرمز و ترکیب غیر کربناتی دارد.

تصویر ۱۵- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، زمینه سفال ترکیب کربناتی-رسی دارد و بسیار همگن می‌باشد. قطعات سنگ چرت بقایای کلسیت و کوارتز فنوکریست به صورت پراکنده دیده می‌شود.

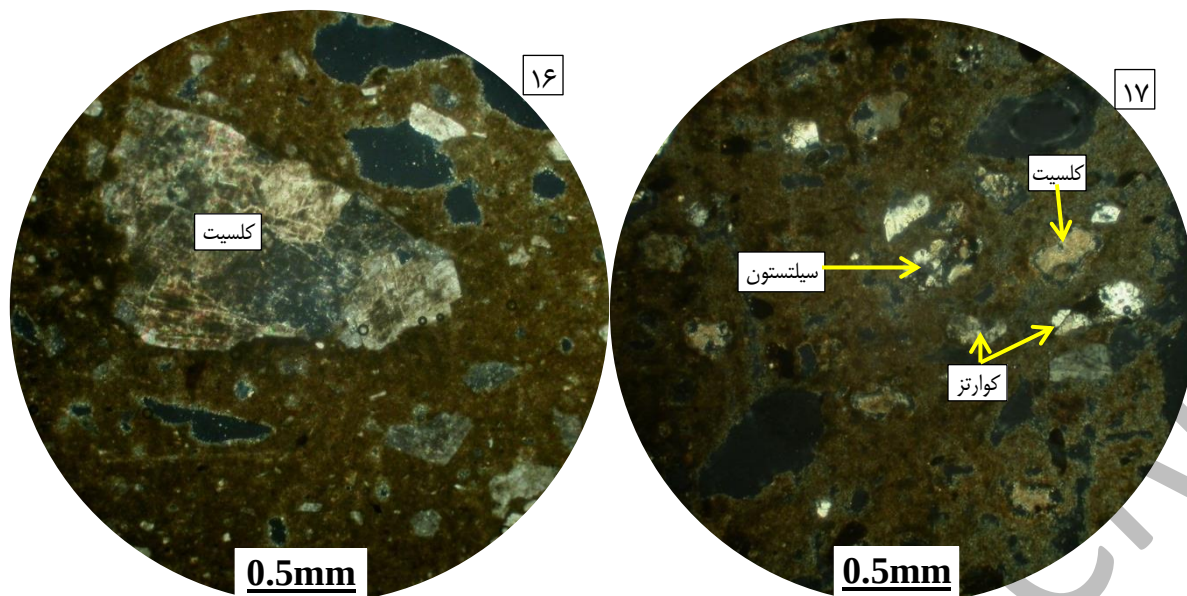


نمونه ۱ چغآهوان دارای بافت سیلتی با خمیره همگن، اجزا سازنده آن کوارتز، سنگ چرت، کلسیت، سیلستون می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت فراوانی ۳ درصد دارد و بصورت پراکنده در خمیره دیده می‌شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می‌شود و در حدود ۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. کلسیت موجود در اثر حرارت از بین رفته و تنها هاله‌ای از آن باقی مانده است. در این نمونه قطعه سنگ رسوبی به مقدار جزئی در زمینه سفال وجود دارد. خمیره سفال ترکیب کربناتی-رسی دارد.

نمونه ۲ چغآهوان دارای بافت سیلتی با خمیره همگن و اجزا سازنده آن کوارتز، سنگ چرت، کلسیت، سیلستون می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت فراوانی ۳ درصد دارد و بصورت پراکنده در خمیره دیده می‌شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می‌شود و در حدود ۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. کلسیت موجود در اثر حرارت از بین رفته و تنها هاله‌ای از آن باقی مانده است. در این نمونه قطعه سنگ رسوبی به مقدار جزئی در زمینه سفال وجود دارد. خمیره سفال ترکیب کربناتی-رسی دارد. این نمونه کاملاً شبیه به نمونه شماره ۱ چغآهوان است.

تصویر ۱۶- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، زمینه سفال ترکیب کربناتی-رسی دارد و بسیار همگن می‌باشد. قطعات سیلستون (یک سنگ رسوبی)، بقایای کلسیت و کوارتز فنوکریست به صورت پراکنده دیده می‌شود.

تصویر ۱۷- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، قطعات درشت و فروان کلسیت در زمینه سفال به وفور یافت می‌شود. فضای خالی موجود به رنگ تیره است.

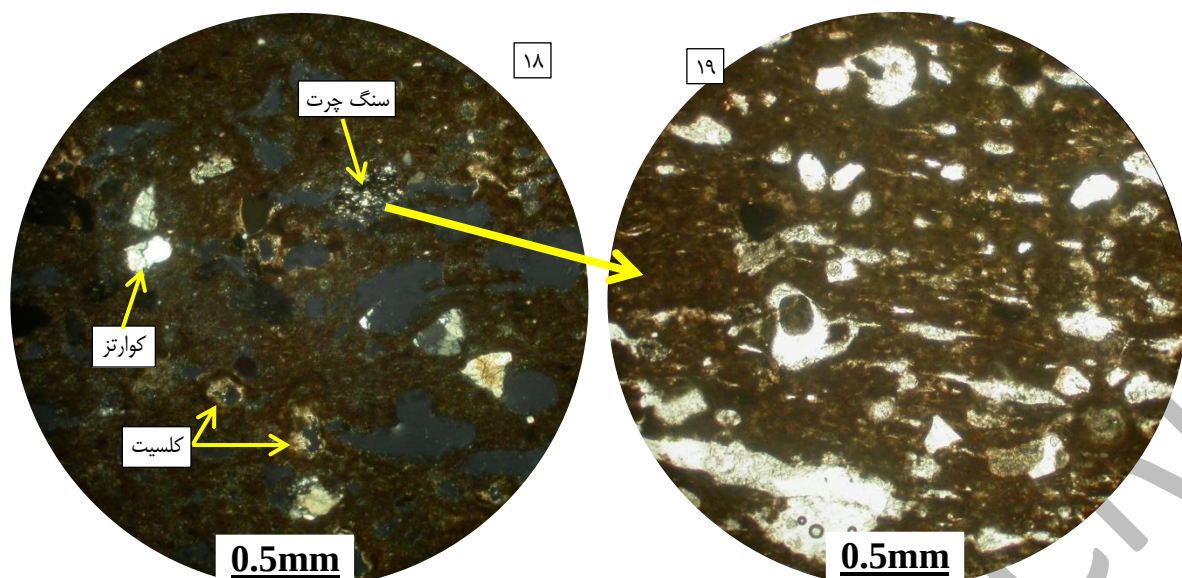


نمونه ۳ چغآهوان دارای بافت پورفیری با خمیره همگن، اجزا سازنده آن کلسیت، کوارتز، اکسید آهن می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده از ۱ میلیمتر تا ابعاد در حد چند میکرون است. کلسیت بیشترین فراوانی را دارد و به دو شکل درشت دانه و ترکیب با زمینه دیده می‌شود. این کانی به صورت کلسیت اسپارایتی (درشت بلور) و کلسیت ریز بلور (میکرایت) در خمیره سفال دیده می‌شود و در حدود ۱۰ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. کانی کوارتز با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده و به فرم فنوکریست (تک بلور) دیده می‌شود و در حدود ۱-۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. نمونه فاقد سنگ چرت می‌باشد و خمیره سفال ترکیب کربناتی ناهمگن دارد. نکته اینکه نمونه شبیه نمونه شماره ۳ بهرام آباد و نمونه شماره ۱ چغابویچگ است.

نمونه ۴ چغآهوان دارای بافت سیلتی با خمیره همگن و اجزا سازنده آن کوارتز، سنگ چرت، کلسیت می‌باشد. در این نمونه اندازه اجزا سازنده کمتر ۰/۵ میلیمتر است. قطعات سنگ چرت فراوانی ۳ درصد دارد و بصورت پراکنده در خمیره دیده می‌شود. کانی کوارتز با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده و به دو فرم فنوکریست (تک بلور) و پلی کریستالین دیده می‌شود و در حدود ۲ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. کلسیت موجود در اثر حرارت از بین رفته و تنها هاله‌ای از آن باقی مانده است. در زمینه سفال حالت جهت یافتگی در قطعات و فضای خالی دیده می‌شود که علت آن چرخ ساز بودن نمونه است. خمیره سفال ترکیب کربناتی رسی دارد.

تصویر ۱۸- فتومیکروگراف، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، قطعات پراکنده کوارتز، سنگ چرت و کلسیت در زمینه سفال.

تصویر ۱۹- فتومیکروگراف، نور PPL، طول میدان دید 2.7mm، حالت جهت دار بودن اجزا سازنده زمینه و فضای خالی موجود. علت آن چرخ ساز بودن نمونه است.



از مطالعه سه نمونه سفال تپه بهرام آباد، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که نمونه‌های ۱ و ۲ از نظر اجزا سازنده و خمیره و ترکیب زمینه شبیه به یکدیگرند و تفاوت آنها در میزان فراوانی هر یک از اجزا سازنده است. اما نمونه شماره ۳ از نظر ترکیب کاملاً با دو نمونه دیگر تفاوت دارد. در این نمونه از قطعات کلسیت اسپاریتی به صورت پرکننده استفاده شده است و بافت خشن (پورفیری) دارد، در حالی که در دو نمونه دیگر از قطعات سنگ چرت استفاده کرده‌اند و بافت دو نمونه سیلتی (ریز دانه) است.

سه نمونه سفال تپه زروش کاملاً با هم تفاوت دارند، نمونه‌های ۱ و ۲ ترکیب کربنات‌رس دارند. در نمونه ۱ قطعات مختلفی از کانی کواتز، کلسیت، سنگ چرت دیده می‌شود در حالی که نمونه شماره ۲ تقریباً فاقد هرگونه اذخال بوده و بافت کاملاً همگن دارد. نمونه شماره ۳ زروش ترکیب خمیره غیر کربناتی است و کلسیت موجود در اثر حرارت از بین رفته و همچنین کانی بیوتیت (میکا) به علت حرارت ایجاد شده در هنگام پخت سفال به رنگ قهوه‌ای سوخته دیده می‌شود.

در نمونه‌های تپه چغابوچیگ، نمونه‌های ۱ و ۳ از نظر ترکیب با هم مشابه هستند، در این دو نمونه قطعات فراوان کلسیت وجود دارد. لازم به توضیح است که اندازه قطعات سازنده نمونه ۱ بسیار بزرگتر از ترکیبات موجود در خمیره سفال ۳ است. نمونه ۲ خمیره کربناتی‌رسی دارد که با نمونه‌های ۱، ۳ و ۴ کاملاً تفاوت دارد؛ نمونه ۴ ترکیب غیر کربناتی دارد و در آن به مقدار جزئی سنگ دگرگونی و کانی پلاژیوکلاز وجود دارد که در ۳ نمونه مطالعه شده دیده نشده است. به نظر می‌رسد نمونه ۱۶ منشاء کاملاً متفاوتی نسبت به دیگر نمونه‌های مطالعه شده تپه چغابوچیگ دارد. سه نمونه تپه چغاهوان از نظر ترکیب با هم مشابه هستند، تفاوت اصلی آنها در میزان درصد فراوانی اجزا سازنده است. نمونه ۲ تپه چغاهوان با دیگر نمونه‌ها تفاوت دارد. این نمونه فاقد سنگ چرت است و در آن از قطعات مختلف کلسیت به صورت پرکننده استفاده شده است؛ این نمونه مشابه با نمونه‌های شماره ۱ تپه چغابوچیگ و نمونه شماره ۳ بهرام‌آباد است.

جهت سهولت در دستیابی به نتایج پتروگرافی، نتایج بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. این جدول بر اساس مطالعات پتروگرافی سفال‌ها پایه‌ریزی شده است. در ردیف اول جدول، اجزا سازنده سفال آورده شده است و در ستون اول نام و شماره هر سفال به تفکیک ارائه شده است. هر یک از اجزا سازنده هستند اگر کانی مورد مطالعه در نمونه وجود داشته باشد، با علامت * و اگر هر یک از سازنده‌ها وجود نداشته باشد با علامت - مشخص شده است. در صورتی که فراوانی آن به مقدار کم یا جزئی باشد با علامت (tr) مشخص شده است.

جدول ۲- نتایج مطالعه پتروگرافی سفال‌های تپه بهرام آباد، زروش، چغابوچیگ و چغاهوان

Qz=(Clean) = کوارتز شفاف و فنوکریست. Qz=(Cloudy) = کوارتز ابری و پلی کریستالین. Plg = پلاژیوکلاز و فلدسپات. Fe-oxid = اکسید آهن. Mica = میکا. Cc = کلسیت. P-Rock = سنگ آذرین (پلوتونیک). V-Rock = سنگ آذرین (ولکانیک). M-Rock = سنگ دگرگونی. S.R = سنگ رسوبی. Chert = سنگ چرت.

No. of Sample	Qz (Clean)	Qz (Cloudy)	Plg	Fe-oxid	Cc	Mica	Chert	P.Rock V.Rock	M.Rock	S.R	Texture
بهرام آباد-۱	*	*	-	*	*	-	*	-	Tr	-	سیلتی ناهمگن
بهرام آباد-۲	*	*	-	*	*	-	*	-	-	-	سیلتی
بهرام آباد-۳	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	پورفیری
زروش	*	-	-	*	*	-	*	tr	Tr	-	سیلتی
زروش	*	-	-	*	*	-	*	-	-	-	سیلتی
زروش	*	-	-	*	*	*	-	-	Tr	-	سیلتی
چنابوپیچگ	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	پورفیری
چنابوپیچگ	*	*	-	*	*	-	*	-	-	-	سیلتی
چنابوپیچگ	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	سیلتی
چنابوپیچگ	*	*	tr	*	*	-	*	-	Tr	-	سیلتی
چنآهوان	*	*	-	*	*	-	*	-	-	Tr	سیلتی
چنآهوان	*	*	tr	*	*	-	*	-	-	Tr	سیلتی
چنآهوان	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	پورفیری
چنآهوان	*	*	-	*	*	-	*	-	-	-	سیلتی

در جدول فوق دو بافت شاخص وجود دارد (ستون آخر)، بافت پورفیری (درشت دانه) که در خمیره سفال‌ها از قطعات درشت سنگ چرت، کلسیت، کوارتز و سنگ دگرگونی به صورت پرکننده و ماده چسباننده استفاده شده است و بافت سیلتی که در این بافت اجزا سازنده ریز دانه بوده و زمینه سفال به صورت همگن و ظریف دیده می‌شود.

آنالیز فلورسانس اشعه ایکس^{۱۸} (XRF) نمونه‌های دشت مهران

تجزیه شیمیایی یکی از روش‌های مطمئن برای شناخت عناصر و میزان آنها در مواد باستان‌شناختی همانند سفال، شیشه، اشیاء فلزی و غیره است (سرحدی دادیان و دیگران، ۱۳۹۴؛ Marghussian et al, 1976; Bieber et al). در این روش پرتو X به نمونه‌های مجهول تابیده و در اثر برانگیختن اتم‌ها باعث پدید آمدن X ثانویه می‌شود. سپس با تعیین طول موج یا انرژی پرتو X ثانویه، عنصرهای مورد نظر را می‌توان شناسایی کرد. پرتو خروجی از لوله پدیدآورنده پرتو X به نمونه می‌تابد و در اثر بمباران، الکترون‌های موجود در مدارهای داخلی اتم خارج شده و جایگزینی این الکترون‌ها از مدارهای بالایی، سبب پدید آمدن پرتو ایکس (پرتو مشخصه) خواهد شد. اساس این پدیده مانند حالتی است که نمونه، توسط الکترون بمباران می‌شود (گلستانی فرد و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۳).

برای آنالیز فلورسانس پرتو ایکس از هریک از نمونه‌های سفالی به مقدار ۵ گرم جداسازی و مورد آنالیز و مطالعه قرار گرفت. نتایج آنالیز به صورت نیمه کمی در جدول ۳ ارائه شده است.

Sample No.	Chogh.B18	Zarvash1	Chogh.B9	Zarvash4	Bahram abad23	Bahram abad24
Na2O	1.015	1.011	1.184	1.013	1.299	1.352
MgO	0.380	0.772	0.429	0.633	0.711	0.688
Al2O3	3.504	3.202	3.381	3.854	4.270	4.025
SiO2	19.745	18.431	19.343	21.852	25.657	22.843
P2O5	0.955	0.932	0.974	0.820	1.006	1.172
SO3	1.439	2.146	2.336	0.890	0.486	0.877
Cl	0.042	0.124	0.069	0.101	0.328	0.243
K2O	2.463	1.785	2.005	2.090	3.008	1.676
CaO	47.272	46.962	47.509	44.795	38.743	43.963
TiO2	1.277	1.062	1.236	1.277	1.455	1.321
V2O5	0.036	0.037	0.037	0.046	0.045	0.051
Cr2O3	0.052	0.042	0.038	0.046	0.107	0.066
MnO	0.128	0.175	0.130	0.177	0.220	0.213
Fe2O3	9.653	10.266	9.573	11.282	14.907	13.333
CoO	<dl	<dl	<dl	<dl	0.008	0.013
NiO	0.028	0.042	0.030	0.047	0.078	0.064
CuO	0.007	0.013	0.007	0.009	0.021	0.168
ZnO	0.041	0.041	0.042	0.041	0.045	0.042
Ga	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003
Ge	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
As2O3	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003
Se	0.000	0.000	0.000	<dl	<dl	0.000
Br	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002
Rb2O	0.012	0.011	0.011	0.009	0.011	0.006
SrO	0.550	0.479	0.521	0.496	0.384	0.472
Y	0.006	0.007	0.006	0.007	0.008	0.007
ZrO2	0.035	0.037	0.037	0.040	0.051	0.041
Nb2O5	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Mo	<dl	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Ag	<dl	<dl	0.001	0.002	0.001	0.005
Cd	0.003	<dl	<dl	<dl	0.000	0.003
SnO2	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.009
Sb2O5	0.005	0.003	0.004	0.003	0.003	0.008
Te	0.003	<dl	<dl	<dl	0.000	0.006
I	0.008	0.004	0.005	0.001	0.005	0.007
Cs	<dl	0.007	<dl	<dl	<dl	<dl
Ba	0.082	0.115	0.100	0.096	0.088	0.051
La	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Ce	0.031	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Pr	0.012	0.003	0.005	0.006	0.003	0.005
Nd	0.025	0.013	0.014	0.016	0.016	0.011
Er	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Yb	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Hf	<dl	<dl	<dl	<dl	0.000	<dl
Ta2O5	0.028	0.027	0.029	0.027	0.028	0.033
WO3	0.032	0.009	0.034	0.021	0.046	0.048
Hg	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Tl	0.000	<dl	0.000	0.000	0.000	0.000
PbO	0.004	0.006	0.007	0.003	0.005	0.004
Bi	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
Th	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
U	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
I.o.i	11.105	12.216	10.883	10.278	6.936	7.149

جدول مشاهده
عناصر موجود
یا مقدار جزئی

همانطور که در
می شود بیشتر
در حد trace

هستند. میزان درصد سیلیس SiO_2 در نمونه بهرام آباد شماره ۱ و ۲ بیشترین فراوانی را دارد که در مطالعات پتروگرافی وجود قطعات فراوان سنگ چرت این را تایید می کند. همچنین میزان اکسید آهن نیز در این نمونه ها بیشترین فراوانی را دارد. در این نمونه ها مقدار فراوانی اکسید آلومینیوم در همه نمونه ها برابر است که علت آن به ترکیب رس مورد استفاده در ساخت سفال ها ارتباط دارد. فراوانی کلسیم در نمونه های مربوط به چغابویچگ ۱ و زروش شماره ۱ و چغابویچگ ۳ بالاتر از بقیه نمونه ها است. اگر به پتروگرافی این نمونه ها دقت شود، وجود فراوان قطعات کانی کلسیت و زمینه کربناتی رسی علت این امر می باشد.

برآیند

سده های پایانی هزاره چهارم پیش از میلاد سرآغاز شکل گیری حکومت های فراگیر و آغاز نگارش در بین النهرین جنوبی و مرکزی و بخش هایی از جنوب غرب ایران بود این دوره در حدود ۳۲۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد با عنوان دوران شهرنشینی یا جمعدت نصر شناخته

می‌شود. با اینکه مراحل رشد یکجانشینی در بین‌النهرین از دوره‌های پیشتر آغاز شده بود، اما دگرگونی وضعیت یکجانشینی و رشد و گسترش شهرها در بخش‌های مرکزی و جنوب بین‌النهرین را در دوره جمدت‌نصر شاهد هستیم.

همزمان با این دوره در بین‌النهرین فرهنگ متمایزی در جنوب‌غربی و فلات ایران (حدود ۳۱۰۰ پ.م) شکل گرفت که به نام آغاز ایلامی شناخته می‌شود، در جنوب‌غربی ایران، وحدت فرهنگی با جنوب بین‌النهرین، آشکارا با ظروف سفالی و اثر مهرها تایید می‌شود (Matthews 1992:201). سفال‌های شناسایی شده دوره جمدت‌نصر دشت مهران مشابه نمونه‌های بین‌النهرینی هستند. این سفال‌ها را می‌توان به دو گروه خشن و ظریف تقسیم کرد. ظروف به رنگ قهوه‌ای روشن و یا نخودی، بدون هیچ گونه تزیینی هستند؛ این سفال‌ها عمدتاً به شکل خمره‌های بدون دسته و بدنه‌ای ناصاف مشاهده می‌شوند.

در منطقه مورد مطالعه، انواع مختلف سنگ آهک، ماسه سنگ، مارن، ژئیس و کانی‌های تبخیری، شیل و قطعات مختلف سنگ چرت و کلسدوئن در رسوبات و رخنمون‌های سنگی منطقه یافت می‌شود. ریخت‌شناسی و شرایط آب و هوایی منطقه طوری است که می‌توان سنگ‌هایی با منشأ بسیار فاصله دار را در محوطه‌ها و حاشیه رودخانه‌ها یافت. مانند وجود قطعات سنگ دگرگونی و آذرین در خمیره بعضی از نمونه سفال‌ها. خمیره سفال‌های منطقه، خشن (پورفیری) و یا ظریف (ریز دانه، سیلتی) است. کانی کوارتز به دو فرم فنوکریست و پلی کریستالین همراه با کلسیت سازنده اصلی این نمونه‌ها است. کلسیت به صورت ترکیب با خمیره نیز وجود دارد. در بعضی از سفال‌ها بقایای فسیل دیده می‌شود. به نظر می‌رسد فضای خالی موجود در بسیاری از سفال‌های مطالعاتی در دشت مهران که به صورت شکل‌دار هستند حاصل جدایش فسیل‌ها از خمیره سفال است. در نمونه‌های این دشت از قطعات سنگ چرت و کلسیت (دو مترال) فراوان دشت به صورت ماده چسباننده (پرکننده) استفاده کرده‌اند. همچنین قطعات سنگ دگرگونی، آذرین، رسوبی و پلاژیوکلاز به مقدار جزئی در سفال‌های دشت وجود دارد.

در بیشتر نمونه‌های مورد مطالعه دشت مهران کانی کلسیت به صورت ریز بلور (میکرایت) و درشت بلور (اسپارایت) وجود دارد. بدلیل اینکه کانی کلسیت در حرارت ۸۰۰ درجه سانتیگراد از بین می‌رود در مطالعه سفال به عنوان شاخص حرارتی در نظر گرفته می‌شود. به جز نمونه‌های ۱،۲ و ۴ چغآهوان و نمونه شماره ۳ زروش که در آنها کلسیت در اثر حرارت از میان رفته و تنها هاله‌ای از آن باقی مانده است، وجود کلسیت در باقی نمونه‌ها نشان می‌دهد که درجه پخت سفال‌ها کمتر از ۸۰۰ درجه سانتیگراد بوده است.

ساختار تعدادی از نمونه‌ها حالت جریان‌ی نشان می‌دهد که به احتمال زیاد به دلیل چرخ ساز بودن آنها است. تغییر رنگ در بدنه سفال‌ها و یا رنگ مختلف سفال‌ها ارتباطی با ترکیب آنها ندارد و این حالت در اثر شرایط اکسیداسیون و احیا و میزان اکسیژن در زمان پخت سفال است. در تعدادی از سفال‌ها، کانی کلسیت به صورت پُرکننده و ماده چسباننده استفاده شده است. این نمونه‌ها مشابه با یکدیگرند و از نظر ترکیب با بقیه نمونه‌ها تفاوت دارند. نمونه‌های مورد بررسی از نظر ترکیب زمینه به دو دسته: نمونه‌های دارای خمیره غیر کربنات و نمونه‌های دارای خمیره کربناتی تقسیم می‌شوند؛ مانند نمونه چغابویچگ شماره ۴ و شماره ۳ زروش که دارای خمیره غیر کربناتی هستند. این نمونه‌ها از نظر منشأ با نمونه‌های دارای خمیره کربناتی تفاوت دارند.

در نهایت براساس مطالعات و بررسی‌های زمین‌شناسی دشت مهران و نتایج آنالیز آزمایشگاهی صورت گرفته بر روی نمونه‌های گردآوری شده از ۴ محوطه این دشت و شواهد قوی از تولید محلی این سفال‌ها در بخش غربی چغآهوان و چغابویچگ می‌توان بیان کرد که بیشتر این نمونه‌ها دارای منشأ محلی بوده‌اند. تفاوت‌های جزئی موجود میان نمونه‌های جنوب‌غربی ایران با نمونه‌های بین‌النهرینی، به سبب تولید محلی این سفال‌هاست.

پی نوشت :

۱- Pashmin

۲- Jebal-e Hamrin

- ۳- Konjān Cham
- ۴- Gāvi
- ۵- Changouleh
- ۶- Choghā Ahowān
- ۷- Choghā Boicheg
- ۸ - Chia Gap
- ۹ - Bahrām Ābād
- ۱۰- Mansour Ābād
- ۱۱- Zarroush
- ۱۲- Shama Ver
- ۱۳- Rem Remah
- ۱۴- Cham-e Pāpi

۱۵- اذخال قطعه ای از یک سنگ در داخل سنگی دیگر

۱۶- چسب سنگ آپوکسی یک چسب دوجزبی برپایه رزین آپوکسی می باشد که جهت چسباندن کلیه قطعات سنگی در صنایع، منازل، ساختمان سازی و نمakاری مورد استفاده قرار می گیرد.

۱۷- تیغه شیشه ای، یک صفحه ی شیشه ای به شکل مستطیل

۱۸-X-ray Fluorescence

کتابنامه

- فارسی

- جوانمردزاده، اردشیر ۱۳۹۶، "دشت مهران در دوران شهرنشینی قدیم"، دوره ۷، شماره ۱۲، بهار ۱۳۹۶، صفحه ۹۹-۱۱۶
- جوانمردزاده، اردشیر ۱۳۹۳، *تحلیل الگوهای استقرار و برهمکنش های منطقه ای دشت مهران از هزاره ششم تا اوایل هزاره سوم پیش از میلاد*، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، رساله دکتری (منتشر نشده).
- جوانمرد زاده، اردشیر، ۱۳۹۴. "برهمکنش های آغاز تاریخی جنوب غربی ایران و بین النهرین: شواهد و ویژگی ها" در: *مجموعه مقالات پنجمین همایش بین المللی باستان شناسی باستان شناسان جوان*، تهران، انتشارات بنیاد ایران شناسی و دانشگاه تهران.
- جوانمردزاده، اردشیر؛ و دارابی، حجت ۱۳۹۱. "پروژه باستان شناسی دشت مهران: زیستگاه های دوره آغاز شهرنشینی و شهرنشینی"، *پژوهش های باستان شناسی ایران*، شماره ۳، دوره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۱، صص ۸۱-۹۶.
- سرحدی دادیان، حسین؛ پورزرقان، وحید؛ مرادی، حسین؛ و مهدی رازانی ۱۳۹۴. "تحلیل مقدماتی از ردپای بومی بودن سفال نخودی شهر سوخته با استفاده از روش آنالیز نیمه کمی عنصری XRF"، *نشریه پژوهش باستان سنجی*، سال اول، شماره اول، صص ۴۷-۵۴.

- غیرفارسی

- Bieber, A.M., Brooks, D. W., Harbottle. G., & Sayre, E.V. 1976. Application of multivariate techniques to analytical data on Aegean ceramics. *Archaeometry*, 18(1), 59-74.
- Peterson, S.E. Betancourt, P, P,2009, *Thin Section Petrography of Ceramic Materials*. Instap Archaeological Excavation Manual 2. Instap Academic Press Philadelphia. Pennsylvania.
- Quinn, P.S.2013.*Ceramic Petrography: The Interpretation of Archaeological Pottery &Related Artefacts in Thin Section*. Oxford; Aechnaeopress.

The Petrographic Analysis of the Jemdat Nasr Period Potteries of the Mehran Plain, Southwestern Iran

Abstract: Southwestern Iran has great importance in the Iranian Archaeological research, especially Proto-Literate and urbanism Period. The Mehran plain of the Ilam province is of the regions includes Mesopotamian Jemdat Nasr material culture. On the basis of the settlement finds, the Mehran plain can be studied as a follower of the settlement fluctuation of Mesopotamia. Having more prehensive understand of the proto-urbanism as a starting point of the great socio-economic and political changes in human life and still roughly remained unclear, there 14 sherds from the Jemdat Nasr period of the Mehran plain have collected from the excavation and surface of the various sites and in terms of fabric and elements have analyzed. This research is aiming to inform about that the Jemdat Nasr potteries of the Mehran Plain were produced locally or by the Mesopotamian potters as an importing goods. On the basis of petrographic analysis along with geological studies of the Mehran Plain it can be said that the Jemdat Nasr pottery of the Plain was produced locally, although they have some variation in terms of production technique and form comparing to the Mesopotamian one. The production documents attested on the surface of Choghā Ahowān and Chiā Boicheg have proved this hypothesis as well. Over the whole analyzed samples, the Calcite mineral as micro/macro crystal has proved. The result of XRF analysis is proving the Petrographic analysis as well. Over the given samples, because of the high temperature of pottery kiln, calcite has disappeared as a shadow has remained only; the existence of calcite showing that the temperature of making pottery was over 800 C. On the basis of petrographic analysis along with geological studies of the Mehran Plain it can be said that the Jemdat Nasr pottery of the Plain was produced locally, although they have some variation in terms of production technique and form comparing to the Mesopotamian one.

Keywords: Jemdat Nasr Period, Mehran Plain, Petrography, XRF, Southwestern Iran