



مطالعه سفال‌های هزاره چهارم پ.م. محوطه تل ابلیس بر مبنای مطالعات باستان‌سنجی

سید محمد امین امامی

استاد گروه مرمت آثار تاریخی و باستان‌سنجی / دانشکده مرمت دانشگاه هنر اصفهان

یاسین صدقی (نویسنده مسئول)^۱

دانشجوی دکتری مرمت اشیاء تاریخی / پژوهشگر آزاد

 <https://doi.org/10.22034/ciom.2024.709311>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۱، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۸

نوع مقاله: پژوهشی، صص: ۲۹۲-۲۷۳

چکیده

تل ابلیس یکی از برجسته‌ترین محوطه‌های دوران پیش از تاریخ در جنوب شرق ایران است که نخستین بار از سوی کالدول مورد حفاری قرار گرفت. در حفاری‌های سال ۱۹۶۴ م. بر روی این محوطه سفال‌های بسیار شاخصی همچون سفال‌های منسوب به فرهنگ علی‌آباد به دست آمد که سال‌ها بدون هیچ‌گونه مطالعه و بررسی در مخازن موزه ایران باستان نگهداری می‌شد. لذا در این پژوهش نگارندگان کوشیده‌اند با استفاده از روش‌های مطالعاتی مرسوم در باستان‌سنجی سفال‌های تاریخی به بررسی این سفال‌ها بپردازند. از این رو تعداد ۱۰ قطعه از سفال‌های علی‌آباد (دوره مس سنگ) انتخاب و با استفاده از روش‌های پتروگرافی، XRPD و XRF مورد آنالیز قرار گرفتند. داده‌های به دست آمده براساس آنالیزهای آزمایشگاهی نشان‌دهنده روش‌های ساخت متفاوت با منشأ یکسان است. خاک مورد استفاده براساس تطبیق با رخنمون زمین‌شناسی منطقه مطابقت داشته و برداشت و بکارگیری

1. sedghi.yassin@gmail.com

از معادن خاک و نهشته‌های اطراف تل ابلیس را نشان می‌دهد. همچنین سفال‌های مورد بررسی در سیستم $\text{CaO}+\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ سیلیس بالا تا سفال آهکی بالا طبقه‌بندی می‌شوند.

واژگان کلیدی: تل ابلیس، فرهنگ علی آباد، باستان‌سنجی سفال، آنالیز مواد.

مقدمه

از منظرگاه مطالعات باستان‌سنجی، هرگونه ماده فرهنگی به‌ویژه سفالینه‌ها که از سایت‌های مختلف دوران باستان به‌دست می‌آیند، بسیار حائز اهمیت بوده، چرا که براساس مطالعات باستان‌سنجی، سفال‌ها می‌توانند نتایج بسیار ویژه‌ای را در بازسازی سبک زندگی مردمان باستان و بکارگیری فنون و سطح دانش آنها را برای دانشمندان و باستان‌شناسان آشکار نمایند. سطح و مرز مطالعات باستان‌سنجی بسیار گسترده بوده و تنها به مطالعات آنالیز مواد در مواد فرهنگی دوران باستان خلاصه نمی‌شود؛ اما مطالعه مواد و مصالح استفاده شده در ساخت اشیای دوران باستان با استفاده از این دانش، بسیار مهم بوده و نتایج بسیار شگفت‌انگیزی را به همراه داشته است. امروزه ظهور و بکارگیری انواع مختلف و به روز روش‌های علم مواد در مطالعات باستان‌سنجی مواد فرهنگی بویژه سفال بسیار چشمگیر بوده است (Emami et al., 2020). در بررسی فنی سفال‌ها تحت هدایت مطالعات باستان‌سنجی به بافت^۱، ترکیب شیمیایی^۲ و ساختار^۳ بدنه پخته شده پرداخته می‌شود که این امر باعث رسیدن به اطلاعات ارزشمندی در زمینه فناوری فرآیند تولید، ویژگی‌های فیزیکی سفال‌های پخته شده و منشأ آن می‌گردد (Orton and Hughes, 2013: 151). مطالعات باستان‌سنجی سفال‌های باستانی نیازمند پرسش‌های هدفمند و نیز مبانی فکری صحیح از پیش طراحی شده‌ای است که به بهترین پاسخ برای نیل به اهداف کلان باستان‌شناسی و یا نگاهداشت منجر شود. عدم توجه به این نکته صرفاً باعث رسیدن به نتایجی می‌شود که هیچ‌گونه هدف و پاسخی به پرسش‌های دنیای باستان نمی‌دهد؛ همان‌طور که اکنون شاهد انتشار و چاپ انواع بی‌شمار این‌گونه مقالات باستان‌سنجی سفال در ایران هستیم. وجود تحقیقات تحلیلی که روش‌ها و تکنیک‌های مختلف و متنوع را با یکدیگر ادغام می‌کند در باستان‌سنجی سفال کاملاً معمول شده است. هم‌سنجی و اجرای چندین روش شواهد قوی‌تر و اطلاعات بیشتری در مورد بافت و خمیره سفال فراهم می‌کند و به پژوهشگر امکان می‌دهد بر محدودیت‌های موجود در استفاده از یک روش غلبه کند؛ به‌عنوان مثال، می‌توان گروه‌های مختلف سفالی را که با استفاده از آنالیز شیمیایی همچون XRF ایجاد شده‌اند، با گروه‌های شناسایی شده از طریق مطالعات پتروگرافی مقایسه کرد. هم‌سنجی و ترکیب



مطالعه سفال‌های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس



هر دو تکنیک این امکان را فراهم می‌کند تا گروه‌بندی‌های شیمیایی تأیید شود و تفاوت‌هایی را که بین این گروه‌ها از نظر نوری وجود دارد، مدنظر قرار گیرد. علاوه بر این، استفاده مکمل از چندین روش و تکنیک تحلیلی موجب می‌شود که پژوهشگر به مسائل مختلف از منظرگاه‌ها و مقیاس‌های تفسیری مختلف بپردازد و اطلاعات به‌دست آمده را از زوایای گوناگون تحلیل کند (Santacreu, 2014: 11). از این‌رو نگارندگان کوشیده‌اند با استفاده از روش‌های مختلف آنالیز علم مواد که هر کدام نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند، سفال‌های مدنظر را بررسی و تحلیل کنند. در این پژوهش از روش پتروگرافی مقطع نازک برای بدست آوردن اطلاعات کانی‌شناختی، از پراش پرتوی ایکس به روش پودری (XRPD) برای بدست آوردن فازهای کریستالین و ثانویه و از روش فلورسانس پرتوی ایکس (XRF) برای مشخص کردن ترکیب شیمیایی سفال‌های مورد نظر استفاده شده است.

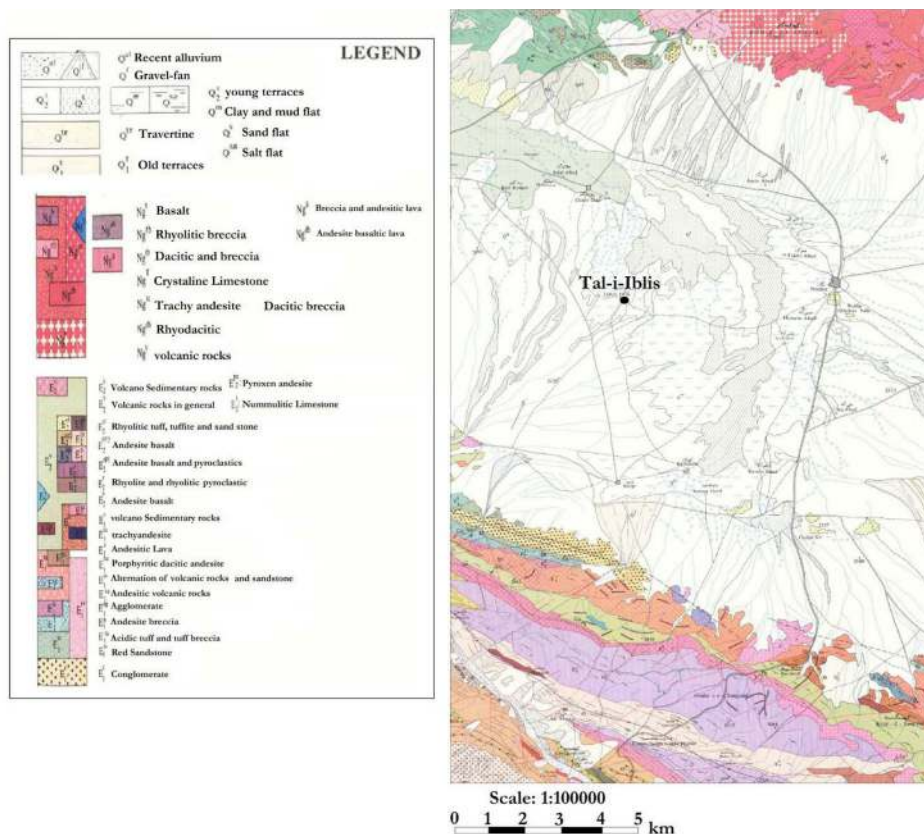
ویژگی‌های زمین‌شناختی و باستان‌شناختی محوطه تل ابلیس

سرزمین مورد بررسی که با طول‌های جغرافیایی $56^{\circ}30'$ و $57^{\circ}00'$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $30^{\circ}30'$ و $30^{\circ}00'$ شمالی محدود می‌گردد در جنوب باختری کرمان واقع شده است. شهر بردسیر در شمال باختری این چهارگوشه قرار می‌گیرد. محدوده، دارای دو رشته کوه است که یکی از آن‌ها با محور شمال باختری-جنوب خاوری در شمال قرار دارد و دیگری با همان محور، نیمه جنوبی را فرا گرفته است. فاصله دو رشته کوه را دشت گسترده نگار بردسیر تشکیل می‌دهد. رشته کوه شمالی با نام «کله‌گاو» قله‌ای به ارتفاع ۲۶۴۰ متر دارد. رشته کوه جنوبی، خود شامل سه رشته است که عبارت‌اند از آهورک (جنوب خاوری چهارگوشه)، کوه بیدخوان در جنوب باختری آن و نیز بخشی از رشته کوه چهل‌تن که در بخش جنوب باختری چهارگوشه قرار می‌گیرد. براساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه بردسیر می‌توان نهشته‌های این منطقه را به دو بخش کرتاسه و ائوسن تقسیم‌بندی نمود. نهشته‌های ائوسن بیشتر رسوبات آتش‌فشانی-رسوبی هستند که بخش زیادی از کوه آهورک و چهل‌تن را می‌سازند که واحدهای کنگلومرا، ماسه سنگ و نهشته‌های آتش‌فشانی و آتش‌فشانی-رسوبی^۱ را دربرمی‌گیرد. نهشته‌های آتش‌فشانی و آتش-فشانی-رسوبی شامل تناوبی از گدازه و سنگ‌های آذرآواری است که در آن‌ها گدازه‌های آندزیتی دارند (بنگرید به: شکل ۱). بر این اساس می‌توان برای منطقه مورد نظر ترکیب سنگ‌شناسی گرانیست، گرانودیوریت تا کوارتز مرتبط دانست. اما خود محوطه تل ابلیس در پادگانه‌های آبرفتی جوان^۲ و پهنه گلی ورستی^۳ قرار گرفته است که اطراف آن را سازندهای زمین‌شناسی آتش‌فشانی دربرگرفته است.

1 . Volcano- Sedimentary

2 . Young Terraces

3 . Clay And Mud Flat



شکل ۱
موقعیت محوطه تل ابلیس بر روی نقشه زمین شناسی بردسیر (مأخذ: سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۱).

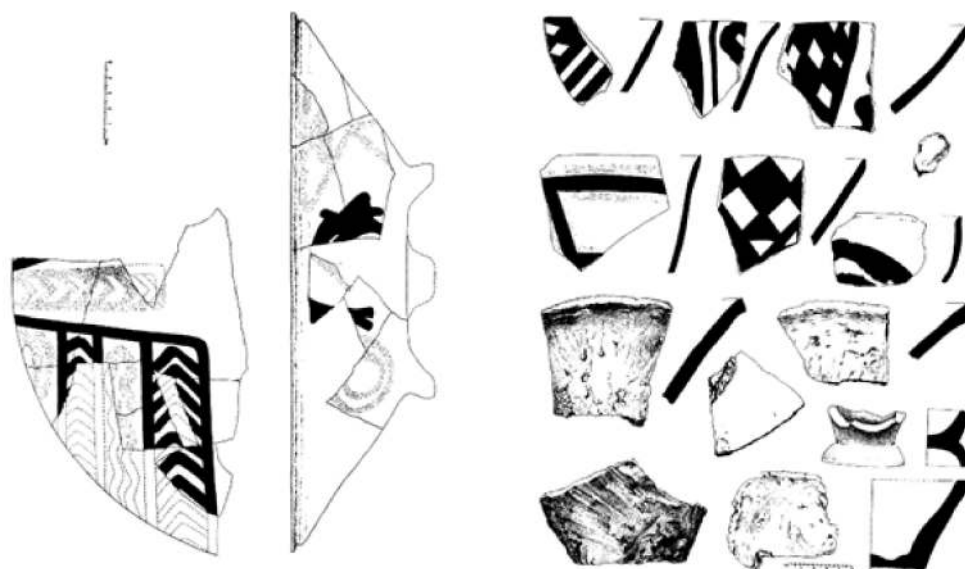
تل ابلیس در سه کیلومتری جنوب روستای کنونی حیدرآباد و در ۱۸ کیلومتری جنوب شرق شهرستان مشیز^۱ در دره بردسیر، که ادامه طبیعی دره انار در جنوب غرب شهر کرمان است، واقع شده است. در سال ۱۹۳۲ م. اشتاین محوطه تل ابلیس را شناسایی و نقشه‌ای از آن ترسیم کرد، او ارتفاع تپه را حدود ۱۱ متر از سطح زمین‌های اطراف و قطر پایه آن را حدود ۱۰۰ متر تخمین زده بود؛ در آن تاریخ قطعات سفال‌های پراکنده را تا حدود ۱۲۰۰ متری شعاع شمالی-جنوبی و حدود ۸۰۰ متری شعاع شرقی-غربی گزارش کرده بود (Stein, 1937). سپس در سال ۱۹۶۴ م.، کالدول در این محوطه حفاری‌های گسترده‌ای انجام داد. تل ابلیس (دوره VI)، از جمله محوطه‌هایی است که شواهد و اطلاعات مؤثقی از فرهنگ‌های هزاره چهارم پ.م. جنوب شرق را در اختیار ما قرار می‌دهد. دوره ابلیس VI یا فرهنگ علی‌آباد معرف فرهنگ هزاره چهارم پ.م. در تل ابلیس است. اطلاعات لایه‌نگاری و گاه‌نگاری به‌دست آمده از تل ابلیس نشان داده است که به‌طور نسبی می‌توان دوره‌های I تا VI را در چارچوب دوره مس‌سنگی مورد توجه و مطالعه قرار داد. در تل ابلیس، سفال‌ها را ابتدا براساس لایه‌نگاری از قدیم به



مطالعه سفال‌های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس



جدید طبقه‌بندی و سپس سفال‌های هر لایه را با نام ویژه‌ای، که برگرفته از محل‌های باستانی شناسایی شده در بررسی اطراف تل ابلیس است، نام‌گذاری کرده‌اند (شکل ۲). به این ترتیب سفال‌های تل ابلیس عبارتند از: ابلیس ۰: سفال لاله‌زار خشن؛ ابلیس ۱: سفال بردسیر؛ ابلیس ۱۱: سفال ابلیس؛ ابلیس ۱۱۱: سفال دشکر؛ ابلیس ۱۶: سفال علی‌آباد؛ ابلیس ۷: سفال مشیز؛ ابلیس ۱۷: سفال نجف‌آباد و ابلیس ۱۱۷: سفال حیدرآباد (Caldwell, 1964).



■ شکل ۲

سفال‌های فرهنگ علی‌آباد که توسط کالدول از محوطه تل ابلیس به‌دست آمده است (مأخذ: Caldwell, 1967: 143-144).

گروه کالدول در سال ۱۹۶۴ م. نمونه‌هایی از سفالینه و زغال چوب را از مقطع عرضی قسمتی از بقایای این تل گرد آورده بود اما شمارشان اندک بود. به این دلیل قرار شد کاوشی کامل برای چینه‌نگاری انجام پذیرد. از آنجا که روش‌های کاوش باهم متفاوت بودند، داده‌های به‌دست آمده در سال ۱۹۶۶ م. کاملاً همانند داده‌های حاصل در سال ۱۹۶۴ م. نیستند. بخش چشم‌گیری از کار جدید در سطوحی دلخواه انجام گرفت که با توجه به ظاهر مقاطع عرضی، به‌درستی آن سطوحی را که همانند مناطق مسکونی به‌نظر می‌رسیدند، از سطوح میانی آنها که همانند پرشدگی‌هایی اتفاقی بودند، جدا نمی‌کرد. بازتاب نتیجه کار در تعداد سفالینه‌ها دیده می‌شود. این تعداد، تغییر تدریجی نسبت‌های انواع سفالینه‌ها را در آغاز و پایان هر چینه‌نشان می‌دهد. طبیعتاً انتظار می‌رفت تغییرات فرهنگ مادی به تدریج صورت گرفته باشد، اما انواع سفالینه‌ها الزاماً شاهی برای این تغییرات تدریجی نیستند؛ زیرا تغییر آهسته نسبت‌های انواع سفالینه‌ها می‌تواند از ویژگی‌های کاوش سطوح دلخواه نیز باشد. این روش غالباً پاره سفال‌های کهن‌تر و متأخر را در یک کیسه قرار می‌دهد و شواهد مربوط به وقفه‌های صورت گرفته در سیر تاریخی تل را در پرده ابهام فرومی‌برد. با آنکه هر دو روش سال‌های ۱۹۶۴ م. و ۱۹۶۶ م. اساساً

بر چینه‌نگاری مشابهی دلالت می‌کردند، ویژگی کاوش سال ۱۹۶۶ م. فراهم کردن نمونه‌های فراوانی از انواع سفالینه‌ها و ویژگی کار سال ۱۹۶۴ م. گردآوری نمونه‌هایی تقریباً خالص، با تمایز نسبی انواع کهن‌تر و متأخرتر بود (Caldwell, 1967).

سفالینه‌های فرهنگ علی آباد

دشت بردسیر در استان کرمان از مهم‌ترین مناطق شناخته‌شده باستان‌شناختی است و شناخته‌شده‌ترین محوطه این دشت، تل ابلیس است که گاه‌نگاری این دشت براساس توالی سفال‌های این محوطه مشخص می‌شود. اولین بررسی انجام شده در این دشت، همزمان با پروژه حفاری تل ابلیس به سرپرستی کالدول، انجام و منتشر شد (Caldwell, 1967; Chase et al., 1967, Eskandari, 2019) اما جامع‌ترین بررسی این دشت را سیدسجادی انجام داده است (Seyyed Sajjadi, 1987). در سال‌های اخیر، این دشت دوباره از سوی خسروزاده بررسی و نتایج آن در چندین مقاله و گزارش منتشر شده است (خسروزاده، ۱۳۸۳؛ ۱۳۸۳-۸۴؛ خسروزاده و عالی، ۱۳۸۴). از جمله آثار مهمی که از محوطه تل ابلیس در طی حفاری‌های کالدول به‌دست آمد، سفالینه‌های فرهنگ علی آباد بود. سفالینه‌های فرهنگ علی آباد برای نخستین بار از محوطه علی آباد کرمان که در ۴ کیلومتری محوطه تل ابلیس است به‌دست آمدند که به‌دلیل شباهت سبک کار سفال‌های مس‌سنگی تل ابلیس با سفال‌های محوطه علی آباد به این اسم نام‌گذاری شدند (Caldwell, 1968).

از نتایج تمامی مطالعات صورت گرفته در این زمینه (Majidzadeh, 2008; Petri, 2012; Vidale and Desset, 2013; Mutin, 2013 Voigt and Dyson, 1992: 146) آنچنان که برمی‌آید فرهنگ غالب دوره مس‌سنگی جدید یا هزاره چهارم پ.م. جنوب شرق ایران، فرهنگ علی آباد بوده است. این فرهنگ سرتاسر منطقه کرمان و بلوچستان را دربرمی‌گیرد، همچنین سفال‌های مشابه آن از پاکستان در محوطه «شاهی ثُمب» به‌دست آمده است (Mutin, 2013). سفال‌های فرهنگ علی آباد (ابلیس IV) نخستین بار از لایه‌های فوقانی فرهنگ دشکر محوطه علی آباد در دشت بردسیر شناسایی شد (Chase et al, 1967: 75-79) که دارای پنج گونه سفالی است (Caldwell, 1968). ویت و دایسون باتوجه‌به یافت شدن سفال‌های مشابه دوره بانس قدیم مانند کاسه‌های لبه‌وار یخته، فرهنگ علی آباد را همزمان با بانس قدیم (۳۲۵۰-۳۴۰۰ پ.م.) دانسته‌اند (Voigt and Dyson, 1992: 146). همچنین کمرون پتری دوره علی آباد را همزمان با دوره بانس قدیم و میانی (۲۹۵۰-۳۲۵۰ پ.م.) دانسته است (Petri, 2012). اما کاوش‌های اخیر در محوطه محطوط آباد جیرفت و تپه دهنو شهداد (اسکندری، ۱۳۹۵) و بررسی محوطه‌هایی چون مختارآباد (Eskandari, 2021) و کشیت (Eskandari et al., 2014) تاریخ مطلق ۳۲۵۰-۳۷۵۰ پ.م. را برای این فرهنگ در نظر گرفته است.

کالدول براساس دیدگاه‌های باستان‌شناسانه و نقوش روی سفالینه‌ها، سفال‌های علی آباد را به پنج





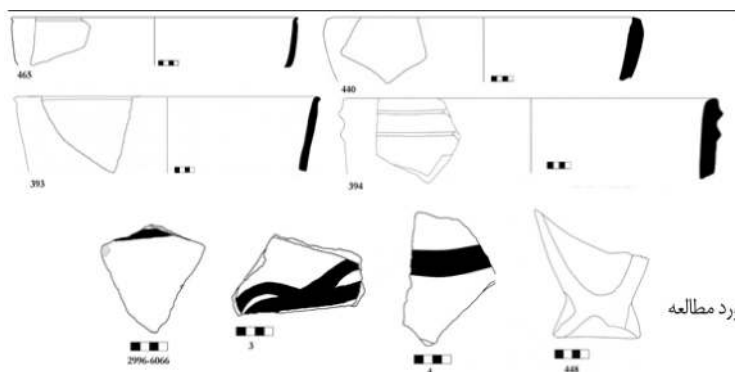
دسته کلی تقسیم کرد که شامل گروه علی آباد ساده، علی آباد منقوش (نقوش با رنگ های قرمز، قهوه ای و سیاه)، علی آباد دو رنگ (برای نقاشی این نوع سفال ها از ترکیب دو رنگ قرمز و سیاه، قهوه ای و سبز و یا سیاه و سبز استفاده شده است)، علی آباد شسته و علی آباد دارای نوار برجسته می شوند (Caldwell, 1967: 182-88). همچنین به گفته این پژوهشگر، سفال های مذکور نیز دست ساز و خمیره سفال ها دارای شاموت گیاهی و به رنگ قهوه ای متمایل به صورتی یا آجری است. بعضی نمونه ها نیز دارای شاموت شنی هستند و سطح سفال ها را با لعاب گلی غلیظی به رنگ نخودی پوشش داده اند. سفال های علی آباد ظریف تر از انواع دیگر هستند و ضخامت بدنه بین شش تا ده میلی متر است.

ظروف به شکل کاسه هایی با دهانه باز، دارای زیننه ای روی لبه و به صورت کاسه هایی با بدنه کروی و کاسه های دارای پایه های حلقوی ساخته می شدند. سفال های دارای نوار برجسته در کف دارای علامت نخبری هستند که احتمالاً برای ساختن ظروف از نوعی چرخ ساده سفالگری استفاده شده است. سفال های اولیه علی آباد نشان از تغییر تدریجی از ابلیس III به ابلیس IV دارند و تحت عنوان علی آباد قدیم نامیده شده اند و آزمایش کربن ۱۴ ربع دوم هزاره چهارم پ.م. را برای آنها نشان می دهد، تاریخ پیشنهادی کالدرول برای دوره ابلیس IV از ربع دوم تا اواخر هزاره چهارم پ.م. را دربرمی گیرد (Caldwell, 1967).

مواد و روش ها

نمونه سفال های مورد آزمایش

نمونه های مورد بررسی مربوط به محوطه تل ابلیس (فرهنگ هزاره چهارم پ.م.) و شامل ۱۰ قطعه از سفالینه های حفاری شده در سال ۱۹۶۴ م. توسط کالدرول است. سفال های مورد بررسی مربوط به سطح C چینه شناسی لایه ها هستند که دربرگیرنده مواد فرهنگی هزاره چهارم پ.م. این منطقه است. سفال ها دارای رنگ نخودی تا صورتی روشن با لایه گلی غلیظ بر روی سطح آنها هستند. سفال های دارای طیف نخودی تخیل بیشتر و سفال های صورتی رنگ تخیل کمتری دارند اما دارای استحکام بیشتری نسبت به سفال های نخودی هستند (جدول ۱ - شکل ۳).



■ شکل ۳. طراحی فنی نمونه سفال های مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان).

جدول ۱. مشخصات نمونه سفال‌های منتخب در این پژوهش (مأخذ: نگارندگان).

کد نمونه	پشن نویسی سفال	قطعه	نقش	رنگ	محوطه
۴۶۵	NMI-PD/95/01	لبه	فاقد نقش/اداری نوار فرورفته در لبه	آجری روشن	تل ابلیس
۲۳۹	NMI-PD/95/02	بدنه (شکم)	فاقد هرگونه نقش و تزیینات	آجری روشن	تل ابلیس
۳	NMI-PD/95/03	بدنه	نقوش (نوار) به رنگ قهوه‌ای تیره	نخودی	تل ابلیس
۴	NMI-PD/95/04	بدنه (شکم)	نقوش (نوار) به رنگ قهوه‌ای تیره	نخودی/صورتی	تل ابلیس
۴۴۰	NMI-PD/95/05	لبه	فاقد هرگونه نقش و تزیینات	نخودی	تل ابلیس
۳۹۳	NMI-PD/95/06	لبه	فاقد نقش/اداری نوار برجسته در لبه	نخودی	تل ابلیس
۴۴۸	NMI-PD/95/07	پایه	فاقد هرگونه نقش و تزیینات	نخودی/صورتی	تل ابلیس
۳۹۴	NMI-PD/95/08	لبه	نقش برجسته (نوع مضرس علی آباد)	آجری	تل ابلیس
۴۲	NMI-PD/95/09	بدنه (شکم)	فاقد هرگونه نقش و تزیینات	نخودی	تل ابلیس
۲۹۶۲-۶۰۶۶	NMI-PD/95/010	بدنه	نقوش سیاه (باند کوچک)	نخودی	تل ابلیس

روش‌ها

۱- به منظور مطالعه کانی‌شناختی و بررسی میکروسکوپی نمونه‌ها و تعیین ویژگی‌های فنی سفال‌ها از تمامی آنها مقاطع نازک ($\mu 30$) ساخته شد (تهیه شده در شرکت زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی آماده‌سازی مقاطع و مینرالوژی اصفهان) تا با استفاده از دستگاه میکروسکوپ پلاریزان نوری مدل Camera Dp71 Olympusbx60 ساخت کشور ژاپن (آزمایشگاه گروه مرمت آثار در دانشگاه هنر اصفهان) به این امر پرداخته شود.

۲- برای شناسایی و تشخیص فازهای کریستالین موجود در نمونه‌ها و همچنین تعیین وجود یا فقدان فازهایی که در مقاطع نازک قابل مشاهده نیستند، از آنالیز پراش پرتو ایکس به روش پودری استفاده گردید. از همین رو از سفال‌های مورد نظر به مقدار ۰/۵ گرم نمونه برداری شد. نمونه‌ها به وسیله دستگاه دیفرانگومتر مدل PHILIPS PW1730، ساخت کشور هلند مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایش XRPD بر روی نمونه‌ها از زاویه ۱۰ تا ۶۰ درجه ($2\theta = 10-60$) انجام شده است. همچنین برای تفسیر آنالیزهای XRPD از نرم افزار X'Pert HighScore Plus ورژن ۲۰۰۸ (۲.۲ c) استفاده شده است. آزمایش مورد نظر در در کارگاه آنالیز مواد در آزمایشگاه بیم گستر تابان (تهران) انجام شده است.

۳- به منظور شناسایی ترکیب شیمیایی سفالینه‌ها از روش آنالیز فلورسانس اشعه ایکس (XRF) با استفاده از دستگاه مدل PHILIPS PW1410 ساخت کشور هلند استفاده شده و همچنین این آنالیز همانند آنالیز XRPD در کارگاه آنالیز مواد در آزمایشگاه بیم گستر تابان انجام گرفته است.



مطالعه سفال‌های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس

تحلیل نتایج و بحث در یافته‌ها

پتروگرافی مقاطع نازک

سفال‌های مورد مطالعه را از دیدگاه بافت یا فابریک^۱ به دو دسته اصلی می‌توان تقسیم‌بندی کرد. نمونه‌هایی که دارای بافت سیلتی^۲ یا ریزدانه هستند و نمونه‌هایی که دارای بافت درشت یا پورفیری^۳ اند. ماتریکس تمام سفال‌ها رسی و دارای رنگ‌های سبز و یا قرمز است که نشان از حرارت بالای متحمل شده بافت سفال‌ها دارد. در نمونه‌های دارای بافت سیلتی اندازه اجزای سازنده کمتر از ۰/۵ میلی‌متر است و قطعات سازنده به صورت ریزبلور در زمینه سفال وجود دارند. گروهی از سفال‌ها دارای بافت سیلتی ناهمگن^۴ هستند. در زمینه این گونه از سفال‌ها قطعات مختلف با اندازه‌های متفاوت در کنار هم قرار دارند و نوعی به هم ریختگی در اندازه قطعات موجود در سفال دیده می‌شود. از نظر ترکیب، تمام سفال‌های موجود دارای ترکیب یکسان بوده و تفاوت آن‌ها در میزان درصد قطعات موجود در زمینه سفال و اندازه آن‌ها است.

فراوان‌ترین جزو سازنده سفال‌ها کانی کوارتز است که در تمام نمونه‌ها وجود دارد. این کانی به دو فرم تک‌بلور و پلی‌کریستالین وجود دارد که نوع تک‌بلور آن فراوانی بیشتری دارد. میزان فراوانی این کانی بین ۳ تا ۱۰ درصد متفاوت است. این کانی دارای حاشیه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده است که همین موضوع نشان می‌دهد قطعات کوارتز به صورت ثانویه به منشأ اولیه اضافه شده است. قطعات کوارتز پلی‌کریستالین مشاهده شده در بافت، نشان از منشأ گرانیته‌ای و متامورف آن‌ها دارد که این نکته بیان‌گر استفاده از خاک‌هایی با منشأ منطقه مورد مطالعه است. در نمونه‌های مطالعه شده، تعدادی از آن‌ها دارای بافت درشت‌دانه هستند. در این نمونه‌ها از قطعات مختلف سنگ آذرین، کانی کوارتز، پلاژیوکلاز، سانیدین، مسکویت، بیوتیت، آمفیبول، پیروکسن و قطعات سنگ چرت و آذرین به عنوان پرکننده یا تمپر استفاده شده است. تجمع آهن‌های کلوئیدی را می‌توان در نمونه‌ها مشاهده کرد، همچنین در بعضی از نمونه‌ها شرایط اکسیداسیون بالایی صورت پذیرفته است که تمرکز آهن در سطح بعضی از خرده سنگ‌ها دیده می‌شود. در نمونه‌ها فضاهای خالی و حفرات کاملاً دایره‌ای وجود دارد که نشان‌دهنده خروج حباب هوا از بافت سفال است، که در این فضاها هیچ گونه شواهدی از حضور کلسیت ثانویه نیست و این امر نشان‌دهنده مقدار ناچیز حضور رطوبت و یا دی‌اکسیدکربن در محیط دفن است (Sheikhi et al., 2023). در ساخت این سفال دانه‌های گراگ یا شاموت را می‌توان مشاهده کرد. در بعضی از نمونه‌ها دانه‌های سانیدین^۵ به وضوح مشاهده می‌شود که عیناً از

مشخصات کانی شناختی و تیپیک منطقه کرمان پیروی می کند. پلاژیوکلازها در بعضی از نمونه ها در اثر فرآیند سریسیتیزاسیون^۱ در حال تخریب و رس سازی هستند. سزیم از جمله مواردی است که در نمونه ۰۸ وجود دارد که این حالت بر اثر تأثیر مواد رادیواکتیو برروی پلاژیوکلازها است و پلاژیوکلازها را به صورت رادیال های خاموش و روشن ظاهر می کند. در دو نمونه آلکالی فلدسپات ها نیز مشخص هستند. حضور دانه های آپاتیت به مقدار بسیار ریز و اندک قابل مشاهده است.

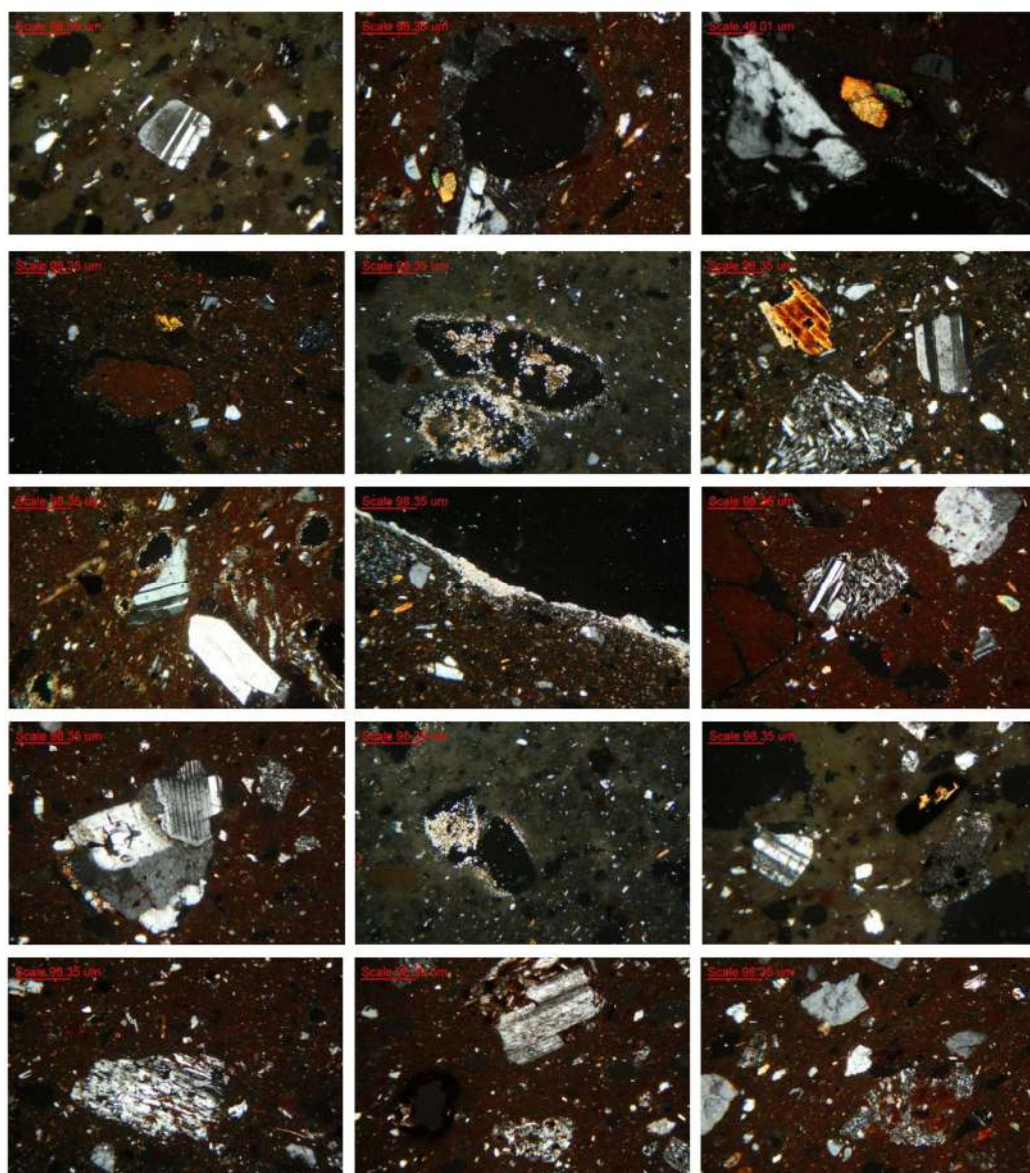
در بیشتر این سفال ها کانی های کلسیت دیده نمی شود و در نمونه سفال های دارای کلسیت مقدار کمی از آن باقی مانده است. در مطالعه مقاطع نازک سفال، کانی کلسیت اهمیت فراوانی دارد. کانی کلسیت در پخت سفال به صورت یک ترمومتر عمل می کند. این کانی در دمای حدود ۸۰۰ درجه سانتی گراد و بالاتر تجزیه می شود پس می توان نتیجه گیری کرد که در سفال های دارای کلسیت، درجه حرارت پخت سفال کمتر از ۸۵۰ درجه سانتی گراد است. آهک از جمله مواردی است که در بافت سفال ها وجود داشته و خود را به صورت ترکیبات ثانویه نشان می دهد و هیچ کدام از آن ها حالت کلیستی ندارند و این موضوع بیان گر دمایی بالاتر از ۸۵۰ درجه سانتی گراد است. کانی های گروه میکای (مسکویت و بیوتیت) موجود در بافت سفال ها در بعضی موارد خواص نوری خود را از دست داده اند. این خاصیت در این کانی ها را می توان به عنوان یک شاخصه حرارتی در نظر گرفت زیرا در دمایی بین ۹۵۰-۱۰۰۰ C خاصیت نوری کانی شناختی خود را از دست داده و از رنگ نارنجی به زرد سوق می یابد (جدول ۲- شکل ۴).

جدول ۲. نتایج مطالعات میکروسکوپی براساس مطالعات پتروگرافی (مأخذ: نگارندگان).

N Sample	Quartz	Amphibole	Plagioclase	Pyroxene	Fe-oxid	Calcite	Mica	V.R	Alkali-Feldspar	Gehlenite	chert	grog	Color Texture	Texture
01	++	+	++	+	+	++	++	++	-	++	-	+	Red	Coarse
02	++	++	++	+	+	+	++	++	++	+	++	-	Green	Immature
03	++	+	++	+	++	-	++	++	-	-	++	-	Green	Immature
04	++	+	++	+	+	++	++	++	+	-	+	-	Red	Coarse
05	++	+	++	+	+	+	+	++	-	-	-	-	Green	Fine
06	++	+	+	+	+	++	+	+	-	-	-	+	Green	Fine
07	++	+	++	+	+	+	+	++	+	-	+	-	Red	Coarse
08	++	+	++	+	+	-	+	+	-	-	+	++	Red	Immature
09	++	+	++	+	+	+	+	+	-	-	-	-	Green	Immature
10	++	+	++	+	+	+	+	+	-	+	-	-	Red	Coarse



مطالعه سفال های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس



■ شکل ۴. تصاویر میکروسکوپی از نمونه سفال‌های مورد مطالعه در زیر میکروسکوپ پلاریزان نوری (مأخذ: نگارندگان).

آنالیز پراش پرتو ایکس به روش پودری (XRPD)

فاز کوارتز به عنوان یک فاز غالب و شاخص در طیف های تمامی سفال های تل ابلیس مشاهده می شود. نسبت فاز کریستالین کوارتز شناسایی شده به فازهای کربناته مشهود و دربرگیرنده تمام سفال ها است که بیانگر بافت غنی سیلیس آن ها است. همانطور که در بررسی های میکروسکوپی مشخص شد، دانه های سیلیسی کوارتز در زیر میکروسکوپ به عنوان پرکننده در پتروفابریک سفال ها استفاده شده بودند (امامی و همکاران، ۱۳۹۹).

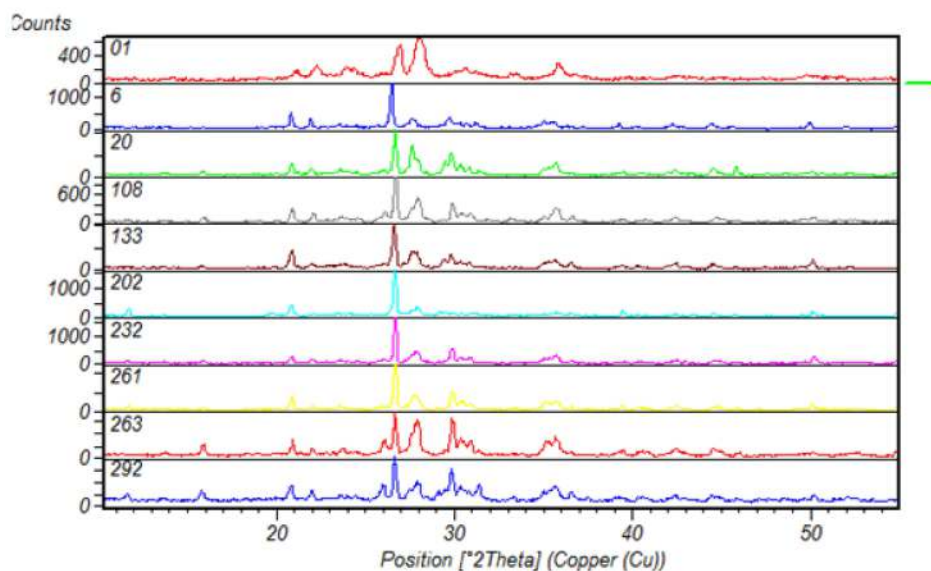
فلدسپات ها از فازهای معمول شناسایی شده در بافت سفال ها هستند که از جمله مینرال های آن به اورتوکلاز، میکروکلین، آلبیت، آنورتیت، پلاژیوکلاز، سانیدین، آنورتوکلاز و لابرادوریت می توان اشاره کرد. هرکدام از این فازها را در بافت سفال ها می توان به عنوان فازهای درجه حرارت یا ترمومتر شناخت و تاحدودی دمای پخت سفال ها را تخمین زد. علاوه براین، فازهای فوق می توانند فاکتورهای مهمی برای شناخت منشأ تولید سفال ها باشند که با توجه به حضور کانی های پلاژیوکلاز وجود این فازها امری طبیعی است. سانیدین جزو خانواده فلدسپات های سدیک-پتاسیک است که در حرارت های بالا در سیستم مونوکلینیک متبلور می شود و به عنوان فاز حرارت بالا در سنگ های آتشفشانی پدید می آید. آنورتیت در ۹۳۰ درجه سانتی گراد به بالا پایدار است؛ پس درجه پخت سفال های دارای این فاز بدون شک به این محدوده رسیده است. اما وجود اینگونه فازها در دیگرام های XRPD با توجه به مطالعات میکروسکوپی پتروگرافی به علت مواد پرکننده و ساختار تشکیل دهنده کانی های موجود در بافت سفال ها است (امامی، ۱۴۰۰: ۲۷۶).

هماتیت (اکسید آهن ۳ ظرفیتی) در دو حالت در بافت سفال دیده می شود. این کانی یا بصورت یک کانی ثانویه تولید شده در درجه حرارت بالا در محیط اکسیداسیون در کوره که از آزادسازی آهن موجود در موسکویت در درجه حرارت بالاتر از ۹۵۰ درجه تولید می شود، بوجود آمده یا به صورت یک فاز اکسیدی در درجه حرارت پایین که بیشتر محصول فرآیند اکسیداسیون در شرایط دفن است (Maggetti & Schwab 1982). پیروکسن، یک کانی ثانویه درجه حرارت بالا محسوب می شود. از آنجایی که این فاز معمولاً در دمای ۹۰۰ درجه به بالاتر به وجود می آید، می توان به این نتیجه رسید که سفال ها، حرارت تقریباً بالایی را متحمل شده اند اما در هزاره چهارم پ.م. صنعت سفال گری به آن درجه از پیشرفت نرسیده بوده که بتوانند دمای پخت و حرارت کوره های سفال پزی را آنچنان کنترل نمایند که سفال هایی با پخت مناسب ایجاد کنند، پس می توان آن را بیشتر غیرآگاهانه و از روی درجه پیشرفت شان دانست. اوزیت و انستاتیت از فازهای گروه پیروکسن هستند. گلنیت نیز از فازهای درجه حرارت بالایی محسوب می شود که در تعدادی از سفال ها شناسایی شده است (Emami et al., 2021; Eramo 2020). نمودار مقایسه ای داده های XRPD سفال های تل ابلیس نشان می دهد که فازهای

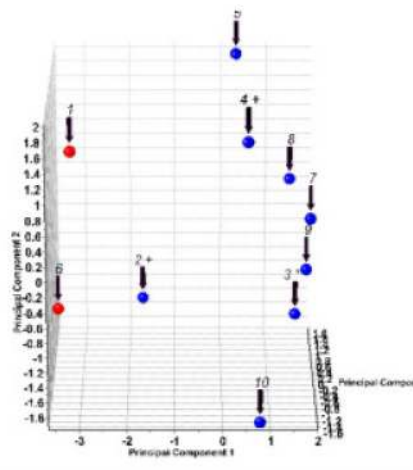


مطالعه سفال های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس

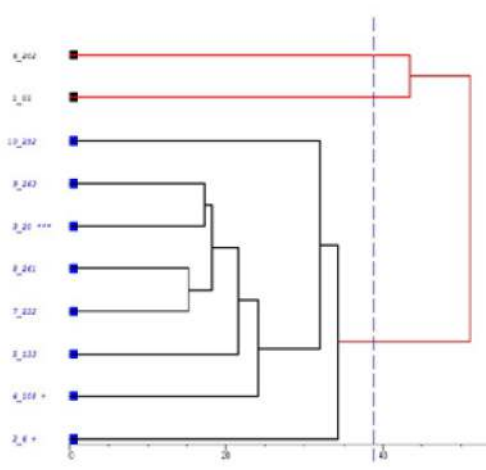
تشکیل دهنده این دسته سفال‌ها تقریباً در یک محدوده قرار دارند و شباهت‌های ساختاری همسانی بین آن‌ها هستند (اشکال ۴، ۵، ۶).



■ شکل ۴. دیاگرام مقایسه‌ای براساس داده‌های فازی (مأخذ: نگارندگان).



■ شکل ۵. دندوگرام‌های خوشه‌ای شباهت در سفال‌های تل ابلیس (مأخذ: نگارندگان).



■ شکل ۶. دندوگرام‌های خوشه‌ای شباهت در سفال‌های تل ابلیس (مأخذ: نگارندگان).



آنالیز فلورسانس پرتو ایکس (XRF)

نتایج تجزیه و تحلیل XRF بر حسب عناصر اصلی و عناصر کمیاب در جدول ۳ و ۴ نشان داده شده است. نتایج آنالیز XRF نشان می‌دهد که نمونه‌ها حاوی مقدار بالایی از اکسید سیلیسیم (SiO_2)، اکسید آلومینیوم (Al_2O_3)، اکسید آهن (Fe_2O_3) و اکسید کلسیم (CaO) است. اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی از جمله اکسید سدیم (Na_2O)، اکسید پتاسیم (K_2O) و اکسید منیزیم (MgO) نیز در تمامی سفال‌ها مشاهده می‌شود. این ترکیبات بر روی خصوصیات و ویژگی‌های خاک رس و در نهایت در ساختار سفال‌های پخته شده تأثیرگذار هستند. علاوه بر این، این عناصر می‌توانند نقش گدازآور را در سفال ایفا کنند. با افزایش مقدار SiO_2 و کاهش Al_2O_3 چسبندگی گل سفال بیشتر می‌شود و در صورتی که سفال پخت کاملی داشته باشد، هرچه میزان این عناصر بیشتر باشد سختی و استحکام بدنه سفال بیشتر می‌شود (De Rosa et al, 2001). وجود کربنات در سفال‌ها ممکن است به یکی از این دو دلیل باشد: اول اینکه ناشی از سنگ‌های کربنات دار باشد که در خاک سفال (درصد بالای اکسید کلسیم در بافت سفال‌ها نشانه استفاده از گل آهکی یا خاک حاوی آهک به عنوان منبع اصلی تهیه خمیره و گل سفال در نمونه‌های تل ابلیس است) وجود داشته‌اند و دوم اینکه اکسید کلسیم ممکن است به عنوان محصول ثانویه در طول حرارت دیدن و در نتیجه ناخالصی در ماتریکس سفالی (Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+}) به وجود آمده باشد. شاید به دلیل پیدایش کلسیم اولیه و ثانویه در نتیجه حرارت کوره و یا کلسیم غنی شده موجود در ترکیبات پلاژیوکلازها مانند بیوتیت باشد (Cultrone et al, 2012).

باتوجه به جدول ۳ و ۴ می‌توان یک همبستگی مناسب برای سفال‌ها در نظر گرفت؛ بطوری که پراکندگی ترکیبات اکسید سیلیس، اکسید کلسیم، اکسید آلومینیوم و عناصر کم‌مقدار روییدوم، استرانسیوم و غیره در محدوده مشخص و هم‌مقداری قرار دارند. به همین سبب نمودار پراکندگی داده‌های عناصر روییدوم نسبت به استرانسیوم و اکسید کلسیم در برابر اکسید سیلیس برای نشان دادن تشابهات و تمایز سفال‌ها ارائه شده است (اشکال ۷ و ۸). این دیاگرام‌ها نشان می‌دهد که سفال‌ها دارای همبستگی یکسان هستند و می‌توان آن‌ها را در یک گروه قرار داد. در واقع این سفال‌ها در سیستم $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ سیلیس بالا تا سفال آهکی بالا طبقه‌بندی می‌شوند (امامی، ۱۴۰۰: ۲۹۴) (شکل ۹). نسبت بین سیلیس و آلومینا مقدار ۳,۹-۴,۴ درصد وزنی (٪w) را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده همان منابع رسی است. مقادیر MgO به عنوان یک مقدار واقعی حدود ۳,۹-۴,۵ درصد وزنی برای استفاده از کربنات دولومیت یا کلسیت با منیزیم بالا به عنوان سنگ‌های آهک دار درگیر شده است. درصد مواد فرّار یا (LOI) مقیاس کاربرد مقدار آهک در داخل سفال است و ارزش زیادی ندارند؛ بنابراین می‌توان فرض کرد که محتوای آهک درون ماتریکس‌های



مطالعه سفال‌های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس

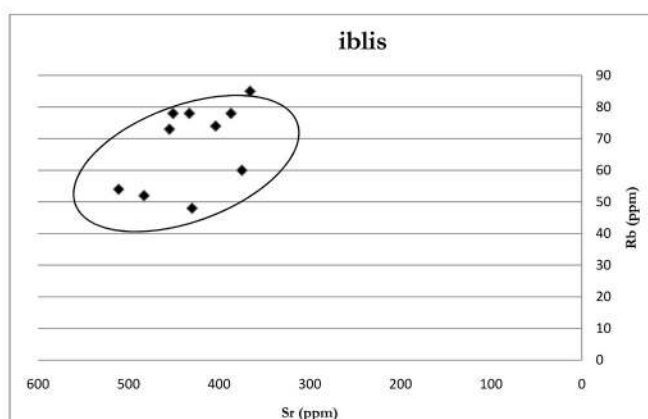
این گونه سفال‌ها چندان زیاد نبوده است (Emami et al. 2010; Emami et al. 2016). در مورد ترکیب شیمیایی عمده نیز می‌توان گفت که سفال‌های تل ابلیس شباهت بسیار بالایی دارند. این شباهت‌ها به ویژه از طریق مواد خام مورد استفاده، پردازش ماتریس، فرآیندهای تولید و دمای پخت بوده است.

جدول ۳: عناصر اصلی نمونه‌های تل ابلیس (%W) (مأخذ: آزمایشگاه بیم گستر تابان).

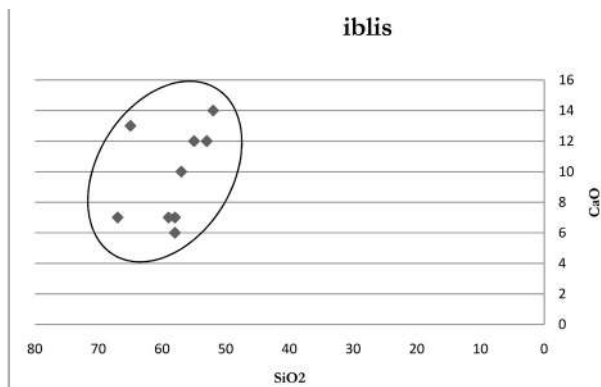
Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	LOI	LOI	LOI	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	LOI	LOI	LOI	LOI
1	57.534	15.545	6.889	6.073	2.979	4.569	2.432	0.691	0.134	0.191	2.79
2	55.657	12.459	5.538	12.537	2.741	5.432	1.729	0.591	0.103	0.175	2.1
3	56.75	12.942	6.011	10.358	3.34	4.127	2.089	0.618	0.138	0.202	2.82
4	58.256	14.816	6.727	6.651	2.557	4.451	2.546	0.696	0.133	0.162	2.65
5	55.146	12.898	5.775	12.394	2.304	5.199	2.062	0.648	0.1	0.193	2.45
6	52.078	12.792	5.505	13.768	2.957	4.679	2.215	0.562	0.187	0.189	4.1
7	56.593	15.318	6.814	7.467	2.095	4.795	2.983	0.75	0.135	0.307	2.2
8	57.596	15.205	6.662	6.785	2.763	4.274	2.412	0.668	0.122	0.163	2.75
9	53.305	13.33	5.783	12.058	2.427	3.874	2.947	0.697	0.079	0.463	4.3
10	59.367	14.441	7.124	6.72	2.978	3.943	2.456	0.74	0.123	0.152	1.6

جدول ۴: عناصر کم مقدار نمونه‌های تل ابلیس (ppm) (مأخذ: آزمایشگاه بیم گستر تابان).

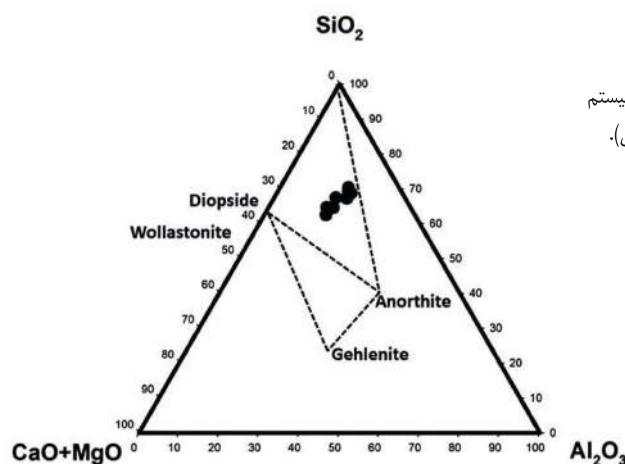
Sample	As	Ba	Cl	Co	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	S	Sr	V	Y	Zr	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	48	375	2019	25	60	330	28	9	57	165	78	345	387	81	38	133	284
2	29	348	485	14	63	110	30	5	49	116	52	N	483	71	25	146	140
3	18	388	2150	20	64	106	29	3	46	98	54	858	511	72	29	143	131
4	24	541	297	23	46	125	27	5	45	112	78	38	451	85	36	143	132
5	18	299	1177	14	67	74	30	7	42	93	60	902	375	73	27	125	102
6	0	340	4251	16	66	51	29	8	65	88	48	1490	430	67	29	133	93
7	15	397	2594	24	69	143	29	3	59	98	85	47	366	83	39	141	142
8	36	388	2029	23	55	116	29	9	48	103	74	1089	404	77	30	130	139
9	13	324	3180	17	58	117	28	5	51	95	78	464	433	82	38	156	126
10	35	393	315	23	68	142	28	5	42	99	73	N	455	85	29	146	130



■ شکل ۷: نمودار پراکندگی عنصر استرانسیم در برابر عنصر روبیدیم (مأخذ: نگارندگان).



■ شکل ۸: نمودار پراکندگی ترکیب اکسید سیلیسیم نسبت به عنصر اکسید کلسیم (مأخذ: نگارندگان).



■ شکل ۹: ترکیب شیمیایی سفال‌های مورد نظر در سیستم $\text{CaO}+\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (مأخذ: نگارندگان).

نتیجه‌گیری

کالدول در گزارشات خود از محوطه‌ای در محدوده منطقه علی‌آباد که تقریباً در حدود دو کیلومتری شرق رود لاله‌زار کنونی و چهار کیلومتری شمال تل‌ابلیس بود، گزارش می‌دهد که نام علی‌آباد را برای این محوطه انتخاب می‌کند. مجموعه‌ای که وی از این محوطه گردآوری کرد، شامل ۵۰ قطعه سفال و یک تکه از ظرفی از جنس مرمر سفید بود. به کمک اطلاعاتی که بعدها از محوطه تل‌ابلیس به دست آمد، متوجه تمایز این سفال‌ها با دیگر سفالینه‌ها (موسوم به سفالینه‌های علی‌آباد) شدند. سبک کار این سفالینه‌ها مشابه سبک دوره چهارم تل‌ابلیس است. با توجه به شناخت کم و محدودی که در زمینه سفال‌های علی‌آباد جنوب شرق فلات ایران وجود داشت، سعی در پاسخ‌گویی به برخی از پرسش‌های موجود از جمله تکنولوژی ساخت و منشأ آنها در این زمینه شده است. به-همین جهت آزمایش‌هایی آنالیز مقطع نازک پتروگرافی، XRPD و XRF برای دستیابی به اطلاعات فنی (تکنیک ساخت، مواد افزودنی، شرایط پخت و کوره)، شناخت منشأ (محلی یا وارداتی بودن و یکسان بودن یا چندگانگی



مطالعه سفال‌های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل‌ابلیس

منشأ) صورت گرفته است.

در آنالیز پتروگرافی، قطعات کوارتز مشاهده شده دارای لبه‌های گوشه‌دار و تیز هستند که این مسئله دلیلی بر منشأ معدن کاوی و آسیاب نمودن مواد افزودنی به خمیره سفال است. بیشتر کوارتزها منشأ متامورف یا گرانیته دارند. از دیگر کانی‌های مشاهده شده پلاژیوکلازها، فلدسپات‌ها، مسکویت، بیوتیت و خرده‌سنگ‌ها هستند که باتوجه به رخنمون‌های زمین‌شناسی منطقه می‌توان آنها را مربوط به کانی‌شناسی منطقه دانست و منشأ یکسان و محلی بودن را تاحدودی برای آنها در نظر گرفت.

باتوجه به مطالعه بر روی پتروفابریک سفال‌ها که دارای زمینه رسی قرمز و سبز هستند می‌توان چنین ادعا کرد که سفال‌ها حرارت تقریباً بالایی را متحمل شده‌اند و این موضوع نشان می‌دهد سفال‌گران هزاره چهارم توانسته‌اند دمای کوره پخت را تا حد نسبتاً زیادی بالا ببرند؛ اما باید این نکته را هم متذکر شد که صنعتگران آن دوره هنوز به آن چنان درجه‌ای از پیشرفت نرسیده بودند تا بتوانند دما و شرایط کنترل پخت کوره را تنظیم نمایند. میزان تداخل سفال‌ها تقریباً بالاست که می‌توان آنها را ناشی از دمای پخت بالا و تجزیه مواد موجود (آلی) و یا تغییرات پلی‌مورفیکی دانست. بررسی اندازه دانه‌ها و مواد پرکننده موجود در بافت سفال‌ها نشان می‌دهد که در بعضی سفال‌ها ورز خمیره به خوبی صورت گرفته و در بعضی از آنها تقریباً ورز مناسبی دیده نمی‌شود؛ این مسئله نشان می‌دهد که فرد سازنده سفال‌ها در ورز گل سفال‌ها سردرگم بوده است زیرا گاه ورز، کم و گاه زیاد است. این موضوع نشان می‌دهد که سفال‌گران در هزاره چهارم پ.م. تقریباً در ساخت و پرداخت سفال‌ها به آگاهی نسبی دست یافته بوده‌اند؛ البته این موضوع می‌تواند بیانگر سفالگران متفاوت در ساخت اینگونه سفال‌ها باشد. در برخی سفال‌ها دانه‌ها و فازهای حرارت بالا مشاهده می‌شود که باتوجه به فازهای شناسایی شده می‌توان دمای تقریبی متحمل شده سفال‌ها را حدس زد اما در نهایت میانگین دمایی که می‌توان پیشنهاد کرد، محدوده دمایی بین ۱۰۰۰-۸۵۰ درجه سانتی‌گراد است. سفال‌هایی با فازهای حرارت بالا، در محدوده ۱۰۰۰-۹۰۰ درجه که دمای آنها فراتر از ۱۰۰۰ درجه نرفته، و سفال‌هایی با فازهای اولیه حرارت پایین نظیر کلسیت، در محدوده ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده‌اند. در نهایت باید گفت خاک مورد استفاده در ساخت خمیره سفال‌ها از یک منبع یکسان برداشت شده است و تفاوت سفال‌ها تنها در تکنیک ساخت‌شان است که دندوگرام‌های شباهت و PCA نیز این امر را به اثبات می‌رسانند^۱.



۱. نگارش و نشر این مقاله بی‌شک نتیجه زحمات و کمک‌های اشخاص بسیاری است که باید از تک تک تمامی این افراد قدرانی شود؛ چرا که مسلماً بدون کمک‌های خالصانه آنها این پژوهش به پایان نمی‌رسید و امروز در دسترس متخصصان حوزه باستان‌سنجی و باستان‌شناسی جنوب شرق ایران قرار نمی‌گرفت. همچنین از آقایان دکتر نصیر اسکندری (گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران) و دکتر اکبر عابدی (گروه باستان‌شناسی و باستان‌سنجی دانشگاه هنر اسلامی تبریز) بابت همیاری‌های صمیمانه و بی‌دریغ‌شان تشکر و قدرانی می‌شود.

منابع

- اسکندری، نصیر؛ حکمت الله ملاصالحی؛ حسن، فاضلی. (۱۳۹۵). استقرارهای پیش از تاریخ دشت لوت، جنوب شرق ایران، مجله مطالعات باستان شناسی ایران، شماره ۸، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تهران. ص ۱-۱۵.
- امامی، سید محمدمبین. (۱۴۰۰). علم مواد در باستان شناسی و باستان سنجی (با تکیه بر مواد معدنی و فلزی)، اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- امامی، سید محمدمبین؛ صدقی، یاسین؛ عابدی، اکبر؛ اسکندری، نصیر. (۱۳۹۹). سفال باستانی و باستان سنجی؛ شناخت تکنولوژی ساخت سفال های فرهنگ علی آباد در تپه دهنو شهداد، جنوب شرق ایران (۳۷۵۰-۳۲۵۰ پ.م)، فصلنامه علمی پژوهشی علم و مهندسی مواد، دوره ۹، شماره ۳، صص ۳۷-۵۷.
- خسروزاده، علیرضا. (۱۳۸۳-۱۳۸۴). الگوهای استقرار دشت بردسیر از پیش از تاریخ تا دوران اسلامی. مجله باستان شناسی و تاریخ، شماره پیاپی ۳۷ و ۳۸.
- خسروزاده، علیرضا. (۱۳۸۳). گزارش توصیفی، مقدماتی فصل اول بررسی و شناسایی شهرستان بردسیر. گزارش های باستان شناسی (۳)، سازمان میراث فرهنگی کشور، پژوهشکده باستان شناسی.
- خسروزاده، علیرضا. عالی، ابوالفضل. (۱۳۸۴). گزارش توصیفی فصل دوم بررسی و شناسایی شهرستان بردسیر. گزارش های باستان شناسی (۴)، سازمان میراث فرهنگی کشور، پژوهشکده باستان شناسی.
- سازمان زمین شناسی کشور. (۱۳۷۱). نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی بردسیر. چاپ تهران نقشه.

منابع لاتین

- Caldwell, Joseph.R. (1967). Investigations at Tal-I-Iblis. Springfield: Illinois State Museum Society, Preliminary Reports.
- Caldwell, J. R. (1968). Tal-i-Iblis and the Beginning of Copper Metallurgy at the Fifth Millenium. Baluchistan, 1445-150.
- Chase, D. W., Fehervari G., Caldwell J. R. (1967). Reconnaissance in the Bard Sir Valley, In J. R. Caldwell (ed.), Investigations at Tal-i Iblis. Illinois State Museum Preliminary Reports 9 (Springfield), pp. 73-107.
- Cultrone, G. Rodriguez-Navarro, C. Sebastian, E. Cazalia, O. and De La Torre Maria Jose. (2001). Carbonate and Silicate phase reactions during ceramic firing. Eur. J. Mineral, 13: 621-634.
- De Rosa, B. Giuseppe, C. and Marco Rendeli. (2012). Archaeometric reconstruction of Nuragic ceramics from Sant'Imbenia (Sardinia, Italy). Technological evolution of production precess. Perodico di Mineralogia, 81(3): 313-332.
- Emami, M. Sakali, Y. Pritzel, C. Trettin, R., (2016). Deep Inside the Ceramic Texture: A Microscopic-chemical Approach to the Phase Transition via Partial-sintering Processes in Ancient Ceramic Matrices, Journal of Microscopy and Ul-



مطالعه سفال های
هزاره چهارم پ.م
محوطه تل ابلیس



trastructure 4(1): 11–19. doi: 10.1016/j.jmau.2015.08.003.

- Emami, M., Chapoulie, R., & Abdi, K. (2022). Cathodoluminescence microscopy for interpreting the fabric and heating process of ancient pottery: Preliminary study on the technological features of pottery from the Kur River basin. *Archaeometry*, 64(2), 337-356.
- Emami, M., Rozatian, A. S. H., Vallcorba, O., Anghelone, M., Hadian Dehkordi, M., Pritzel, C., & Trettin, R. (2020). Synchrotron micro-XRD study, the way toward a deeper characterizing the early prehistoric Iranian glass cylinders from Late Bronze Age (1280 BC). *The European Physical Journal Plus*, 135, 1-14.
- Emami, S. M., & Trettin, R. (2010). Phase generating processes in ancient pottery matrices through microstructure investigation with high resolution microscopy methods. *Journal of Advanced Microscopy Research*, 5(3), 181–189.
- Eramo, G. (2020). Pottery technology: How to recognize clay processing. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(8), 1–24.
- Eskandari, N. (2019). Regional Patterns of Early Bronze Age Urbanization in the Southeastern Iran. *New Discoveries on the Western Fringe of Dasht-e Lut*. In: J.-W. Meyer, E. Vila, M. Mashkour, M. Casanova and R. Vallet (eds.). *The Iranian Plateau during the Bronze Age. Development of Urbanisation, Production and Trade*, *Maison de l'Orient et de la Méditerranée*, Jean Pouilloux, Lyon, 201-216.
- Eskandari, N; M. Shafiee; A. Abedi & M. Javadi. (2014). Keshit: an Early Bronze Age Urban Center on the Western Edge of the Lut Desert, South-Eastern Iran, *Journal of Antiquity*, Vol. 341, Project gallery.
- Eskandari, Nasir. (2021). Mokhtarabad: a Solitaire Large Late Chalcolithic-Early Bronze Age Site in the Dasht-e Lut and its Implication for Understanding the Communication Networks. *Iranian Journal of Archaeological Studies*, Vol. 11, No. 1. DOI: 10.22111/IJAS.2021.6862
- Madjidzade Y., (2008). Excavations at Konar Sandal in the region of the Jiroft in Halil Basin: First preliminary report (2002-2008), *IRAN*, Vol. 46, pp. 69-103.
- Maggetti, M & Galetti, G. (1982). Die Referenzgruppe(n) Lousana – mineralogische und chemische Untersuchungen der kermischen Produktion der Topferwerkstatte Berna. *Jahresbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- Und Frühgeschichte*, 65; 109
- Mutin. Benjamin. (2013). Ceramic traditions and interactions on the south-eastern Iranian Plateau during the fourth millennium BC, In C. Petrie (ed) *Ancient Iran and Its*

Neighbours: Local Developments and Long-range Interactions in the 4th Millennium BC. The British Institute of Persian Studies, Archaeological Monographs Series III, pp 253-276

- Orton, C., & Hughes, M. (2013). Pottery in archaeology. Cambridge University Press.

- Petrie, C. A., (2012). The Chalcolithic of south Iran, in: Potts, D.T. (ed.), Oxford Handbook of Iranian Archaeology, OUP, Oxford, pp. 120–158, 2012.

- Santacreu, D. A. (2014). Materiality, techniques and society in pottery production: the technological study of archaeological ceramics through paste analysis. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

- Sedghi, Y., Sabouhi Sani, F., Eskandari, N., & Emami, M. (2021). Beyond a Decoration; Mineralogical and Micro-structural Study of the Early Bronze Age “Life Cycle Jar” from Keshik Cemetery, Sistan and Balouchistan, Iran. *Interdisciplinaria Archaeologica, Natural Sciences in Archaeology*, Volume XIII, Issue 1, Online First.

- Seyyed Sajjadi, S.M. (1987). Prehistoric Settlements in the Bardsir Plain, South-Eastern Iran, *East and West* 37: 11-129.

- Sheikhi, M., Sedghi, Y., Eskandari, N., Emami, M., Heidari, M. (2023). Archaeometric Investigation on Grey Ware from Baluchistan, Iran: Intraregional Interactions in the Indo-Iranian Borderlands during Late 4th/Early 3rd Millennium BCE. *Iranian Journal of Archaeological Studies*, Volume 13, Issue 1.

- Stien, S.M.A., (1937). Archaeological Reconnaissances in North-Western India and South-Eastern Iran. London: Macmillan.

- Vidale, M and F. Desset. (2013), Mahtoutabad (KSS, Jiroft). Preliminary Evidence of Occupation of a Halil Rud Site in the early 4th Millennium BC, In C. Petrie (ed) *Ancient Iran and Its Neighbours: Local Developments and Long-range Interactions in the 4th Millennium BC*. The British Institute of Persian Studies, Archaeological Monographs Series III, pp 233-252.

- Voigt, M., and R. H. Dyson. (1992). The Chronology of Iran, ca. 8000-2000 B.C. in: R. W. Ehrich (ed.), *Chronologies in old world archaeology* (3rd ed). Chicago: University of Chicago Press, Pp. 122-178.



مطالعهٔ سفال‌های
هزارهٔ چهارم پ.م
محوطهٔ تل ابلیس