فصلنامهٔ علمی مطالعات باستان‌شناسی پارسه
|| شمارهٔ ۱۵ || سال پنجم || بهار ۱۴۰۰ ||
P. ISSN: 2645-5048 & E. ISSN: 2645-5706

مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های عصرمفرغ قدیم (کورا-ارس) و مفرغ میانی تپه‌کلارِ کلاردشت

پرستو مسجدی خاک[I]
مصطفی خزایی[II]
علی اعراب[III]
سید ایرج بهشتی[IV]

نوع مقاله: پژوهشی؛ صص: ۹۳ - ۷۳
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۹
شناسهٔ دیجیتال (DOI): 10.30699/PJAS.5.15.73

چکیده

در آغاز هزارهٔ سوم پیش‌ازمیلاد، شواهدی از گسترش فرهنگی جدید در ایران پدیدار گشت که ریشهٔ آن به منطقهٔ قفقاز بازمی‌گردد. رایج‌ترین نام این فرهنگ «کورا-ارس» است که اشاره به منطقهٔ اولیهٔ شکل‌گیری این فرهنگ دارد. شواهد این فرهنگ از شمال فلات ایران و سواحل جنوبی دریای مازندران تا سواحل شرقی دریای مدیترانه ثبت و گزارش شده‌اند. برخی برای توجیه این شواهد همگون به تبیین عللی همچون تجارت و تقلید آثار متوسل شده‌اند. کلاردشت یکی از شرقی‌ترین مناطق حوزهٔ گسترش این فرهنگ است که شواهد آن از تپه‌کلار و در یک کاوش باستان‌شناسی به‌دست آمد. نمونه‌های سفالی به‌دست‌آمده از تپه‌کلار که در دورترین نقطه از مبدأ این فرهنگ قرار دارد، فرصتی برای پاسخ به برخی پرسش‌ها را فراهم کرد. پرسش‌های این پژوهش عبارتنداز: ۱- باتوجه به کانی‌های موجود در سفال‌های فرهنگ کورا-ارس و مفرغ میانی، چه میزان شباهت یا تفاوت بین آن‌ها وجود دارد؟ ۲- براساس مطالعهٔ پتروگرافی نمونه سفال‌های تپه‌کلار می‌توان کدام‌یک از نظرات پیرامون نحوهٔ گسترش فرهنگ کورا-ارس را برای ظهور این فرهنگ در تپه‌کلار منطقی‌تر دانست؟ در این پژوهش ۱۵ نمونه قطعه سفال از داده‌های کاوش انتخاب شد؛ ۱۰ نمونه متعلق به فرهنگ کورا-ارس (مفرغ قدیم) و ۵ نمونه از مفرغ میانی. نتایج پتروگرافی و داده‌های نقشهٔ زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهند که سفال‌های کورا-ارس (مفرغ قدیم) و سفال‌های مفرغ میانی با ساختار منطقهٔ البرز مرکزی همخوانی دارد، و وجود کانی کمیاب نفلین (Na,K) AlSiO4 (کانی تحت اشباع از سیلیس) و هم‌چنین دانه‌های یاقوت در بافت برخی سفال‌ها و ساختار زمین‌شناسی منطقه موجب تقویت این عقیده شد که سفال‌های کورا-ارس و مفرغ میانی تپه‌کلار، تولید محلی و منطقه‌ای هستند (وارداتی از قفقاز یا نواحی دوردست نیست)؛ اگرچه در کیفیت سفال به‌لحاظ بافت سفال تفاوت وجود دارد. نتایج این پژوهش ثابت کرد که سفال‌های کورا-ارس به‌علل دیگری به‌غیر از تجارت به محوطهٔ کلار وارد شده‌اند.

کلیدواژگان: کورا-ارس، مفرغ میانی، تپه‌کلار، پتروگرافی.

I. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، خراسان رضوی، ایران (نویسندهٔ مسئول).
parastomasjedi@yahoo.com
II. دکترای باستان‌شناسی، پژوهشگر آزاد، ایران.
III. دانشجوی دکترای باستان‌شناسی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
IV. کارشناس‌ارشد زمین‌شناسی، پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت‌سازمان میراث‌فرهنگی، تهران، ایران.

مقدمه

فرهنگ کورا-ارس[۱] در هزارهٔ چهارم پیش‌ازمیلاد، در منطقهٔ قفقاز امروزی، مابین دو رود کورا و ارس شکل گرفت و مشخصه‌های آن در یافته‌های باستان‌شناسی قابل ردیابی است، که مهم‌ترینِ آن یک سنت سفالی است که به‌لحاظ رنگ، فرم و تزئینات منحصربه‌فرد هستند. با ورود به هزارهٔ سوم پیش‌ازمیلاد، این سنت سفالی در منطقهٔ وسیعی از شمال فلات ایران تا منطقهٔ لوانت و از شمال قفقاز و منطقهٔ داغستان و چچن تا منطقهٔ هرسین کرمانشاه گسترده شد. نخستین باستان‌شناس ایرانی که به این سفال‌ها توجه نمود، «سیف‌الله کامبخش‌فرد» بود، اما این مسأله از سوی باستان‌شناسان دیگر ایرانی چندان مورد توجه قرار نگرفت (علیزاده، ۱۳۸۹)؛ اگرچه این فرهنگ در ایران با نام فرهنگ «یانیک» نیز شناخته می‌شود، اما این تپه نخستین محوطه‌ای نبود که مورد کاوش قرار گرفت و اطلاعاتی دربارهٔ آن منتشر شد. درواقع فعالیت‌های ابتدایی دربارهٔ این سفال توسط «برتون براون» در طی کاوش‌های او در گوی‌تپه صورت گرفته بود (طلایی، ۱۳۸۵: ۷۹)؛ اما به‌علت مطالعات گستردهٔ برنی در یانیک‌تپه و وجود تسلسل مناسب از دوره‌های مفرغ قدیم و میانی و هم‌چنین انتشار نتایج، فرهنگ مذکور در ایران به‌نام «فرهنگ یانیک» شناخته شد. با وجود آن‌که شواهد این فرهنگ در حوزهٔ جغرافیایی گسترده‌ای یافت شده، اما بسیار مشابه هستند؛ گویی به یک گروه قومی تعلق دارند. «کیگورادزه» و «ساگونا» ویژگی‌های این فرهنگ را از بدین‌شکل معرفی کرده‌اند: معماری با دیوار مستقیم، نیمه‌مستقیم و مدورِ ساخته‌شده از خشت یا نی و جگن اندود کرده، اجاق‌های ثابت و هم‌چنین قابل‌حمل که اغلب به فرم انسان یا حیوان هستند، انواع متنوعی از سفال‌های داغ‌دار دست‌ساز با رنگ‌های متضاد سیاه، خاکستری، قهوه‌ای، و قرمز که گاه دارای تزئینات است، ابزارهای ساخته‌شدهٔ استخوانی، پیکرک حیوانات شاخ‌دار و اشیاء سادهٔ فلزی (Kiguradze & Sagona, 2003). این فرهنگ با نام‌های گوناگون همچون: «ماوراءقفقاز»، «کورا-ارس»، «یانیک»، «کاراز»، «خربت‌کراک» و «شنگاویت» نیز شناخته می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۹). این فرهنگ در طی دورهٔ دوم (ماوراءقفقاز قدیم II) به مناطق مجاور گسترش یافت (برنی و لانگ، ۱۳۸۶؛ آجرلو، ۱۳۸۳). چندین رویکرد نظری در رابطه با چگونگی توسعه و گسترش فرهنگ ماوراءقفقاز قدیم بیان شده است که برخی از مهم‌ترین‌های آن عبارتنداز: مهاجرت اقوام، تجارت و به‌دنبال آن انتشار دست‌ابزارها و سپس تقلید به‌وسیلهٔ سازندگان محلی (Batiuk, 2005).

رویکرد «امواج یک جریان»[۲] که توسط «روثمن» در ارتباط با چگونگی وجود شباهت بین محوطه‌های مفرغ قدیم بخش شمالی خاورنزدیک (فرهنگ ماوراءقفقاز قدیم) مطرح شد، بیانگر آن است که گروه‌های بزرگ مهاجر به گروه‌های کوچک‌تر و مجزا تقسیم شده‌اند؛ این گروه‌های کوچک‌تر که از یک گروه جمعیتی بزرگ‌تر جدا شده بودند، هنوز شباهت‌های فرهنگی آن گروه بزرگ‌تر را حفظ کرده بودند. برخی از محققان شواهد کورا-ارس در ایران، به‌ویژه در منطقهٔ زاگرس را از نمونه‌های شاخص مهاجرت در پیش‌ازتاریخ می‌دانند (Rothman, 2003; Kohl, 2009). احتمال دیگری که وجود دارد این است که بسیاری از دست‌ابزارهای این فرهنگ که در ایران یا مناطق دیگر یافت شده، در خاستگاه اصلی این فرهنگ (قفقاز) ساخته و سپس به مناطق دیگر فرستاده شدند؛ اما ابداعات هم می‌توانسته به‌وجودآورندهٔ این تغییرات باشد (Abay, 2005). تا پیش از دههٔ ۶۰ م.، زمانی که هنوز این فرهنگ و ابعاد گسترش آن چندان شناخته‌شده نبود، «رایت» این نوع سفال را غیربومی و نتیجهٔ تجارت می‌دانست، اما «امیران» این نظر را رد کرد؛ زیرا تا آن زمان هنوز وضعیت تجارت و مبادله در جهان باستان، به‌ویژه دوران پیش‌ازتاریخ چندان شناخته‌شده نبود. از دههٔ ۶۰ م.، مطالعات دربارهٔ ابسیدین و قیرهای یافت‌شده از محوطه‌های باستانی نشان داد که نظام مبادله در خاورنزدیک از دوران نوسنگی در سطحی وسیع و تا مناطق دوردست وجود داشته است و بعد از این زمان بود که نظریهٔ عامل تجارت در پراکندگی و گسترش سفال‌های کورا-ارس دوباره مطرح شد (Batiuk, 2005: 18). برخی از پژوهشگران، فرم‌های خاصی از سفال ماوراءقفقاز را نشان‌دهندهٔ تجارت اجناس خاصی که درون این

ظروف حمل می‌شد، می‌دانند (Batiuk, 2013)؛ اگرچه تجارت درون‌منطقه‌ای این سفال‌ها پیش از این تأیید شده بود (Esse, 1991).

پرسش‌ها و فرضیات پژوهش: این پژوهش بر دو پرسش استوار است؛ پرسش نخست این پژوهش عبارت‌ست از این‌که، باتوجه به کانی‌های موجود در سفال‌های فرهنگ کورا-ارس و مفرغ میانی، چه‌میزان شباهت یا تفاوت بین آن‌ها وجود دارد؟ و دومین پرسش نیز شامل این گزاره است که براساس مطالعهٔ پتروگرافی نمونه سفال‌های تپه‌کلار می‌توان کدام‌یک از نظرات دربارهٔ نحوهٔ گسترش فرهنگ کورا-ارس را برای ظهور این فرهنگ در تپه‌کلار منطقی‌تر دانست؟ براساس شواهد بصری و مواد فرهنگی که در گذار از دورهٔ مس‌وسنگ جدید به مفرغ قدیم تغییرات عمده ای را نشان می‌دهد، می‌توان انتظار داشت که در حوزهٔ ساخت و پخت سفال نیز تغییرات عمده‌ای رخ داده باشد.

روش پژوهش: روش انجام مطالعهٔ نمونه‌برداری از سفال‌های لایه‌های پایانی مس‌وسنگ جدید و لایه‌های آغازین ظهور سفال‌های کورا-ارس در تپه کلار و سپس مطالعهٔ آنان با مطالعهٔ مقطع نازک سفال‌ها و مقایسهٔ نتایج با بافت زمین‌شناسی منطقه و هم‌چنین مقایسهٔ آن با داده‌های مطالعات برروی سفال‌های مناطق دیگر است.

ضرورت پژوهش: مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های کورا-ارس باوجود رواج و استقبال از آنان در خارج از ایران، چندان طرف توجه باستان‌شناسان ایرانی قرار نداشت. نخستین مطالعهٔ پتروگرافی سفال کورا-ارس ایران نیز توسط باستان‌شناسان و محققان غربی انجام شد. مطالعهٔ سفال‌های کورا-ارس در مناطق دور از ناحیهٔ ظهور این فرهنگ در ایران نیاز به داده‌های محوطه‌هایی دارد که پیوستگی لایه‌نگار-زمانی داشت که تا زمان کاوش در تپه کلار مهیا نشده بود.

به‌لحاظ محل قرارگیری محوطه‌هایی که پیش از پژوهش فعلی به‌روش پتروگرافی مطالعه شدند، دو طبقه‌بندی کلی می‌توان پیشنهاد داد؛ نخست، محوطه‌هایی که در محدودهٔ جغرافیایی شکل‌گیری فرهنگ کورا-ارس قرار داشته‌اند؛ و دوم، محوطه‌هایی که در دوردست و خارج از منطقهٔ منشأ قرار دارند و تنها در مرحلهٔ دوم گسترش فرهنگ کورا-ارس صاحب این فرهنگ شدند. این تقسیم‌بندی می‌تواند در کنار مقایسهٔ کانی‌های سفال‌های تپه‌کلار با سنگ‌شناسی منطقهٔ کلاردشت در تحلیل وجود ارتباطات فرامنطقه‌ای با منطقهٔ قفقاز یا شمال‌غرب ایران مفید واقع گردد. در این پژوهش نگارندگان به مطالعهٔ سفال‌های کورا-ارس به‌دست‌آمده از کاوش‌های محوطهٔ تپه‌کلار کلاردشت براساس روش پتروگرافی پرداخته‌اند.

پیشینهٔ پژوهش

پژوهش برروی سفال‌های کورا-ارس براساس مطالعات میان‌رشته‌ای در ایران، محدود به مطالعه‌ای است که روی سفال‌های گودین‌تپهٔ کرمانشاه صورت گرفته بود (Mason & Cooper, 1999). «خزایی‌کوهپر» و همکارانش سفال‌های آغاز کورا-ارس (پروتو کورا-ارس) کول‌تپهٔ جلفا را با روش پتروگرافی مطالعه کرده و نتایج تحقیق آنان نشان داد که کانی‌های موجود در سفال‌های هزارهٔ چهارم پیش‌ازمیلاد، کول‌تپه تولید خود منطقه است (Khazaie Kouhpar et al., 2015). «هژبری‌نوبری» و همکارانش سفال‌های ماوراءقفقاز (کورا-ارس) به‌دست‌آمده از کاوش‌های تپه‌گوراب ملایر را مطالعه کردند. این مطالعه به‌روش پتروگرافی انجام شد و سپس با گزارش‌های زمین‌شناسی اطراف محوطه مقایسه شد و نتایج نشان داد که این سفال‌ها تولید محلی هستند (Hojabri Nobari et al., 2016). «نورزهی» و همکارانش با روش پتروگرافی و پراش اشعهٔ ایکس و FT-IR به مطالعهٔ سفال‌های کورا-ارس و مفرغ پایانی که از سطح محوطهٔ کول‌تپهٔ عجب‌شیر جمع‌آوری شده بود، پرداختند؛ نتایج مطالعهٔ آنان نشان داد که سفال‌های مورد مطالعهٔ آنان تولید محلی بودند (نورزهی و همکاران، ۱۳۹۵). در خارج از ایران نیز پژوهش‌های پتروگرافی متعددی برروی سفال‌های کورا-ارس انجام شده است که می‌توان به

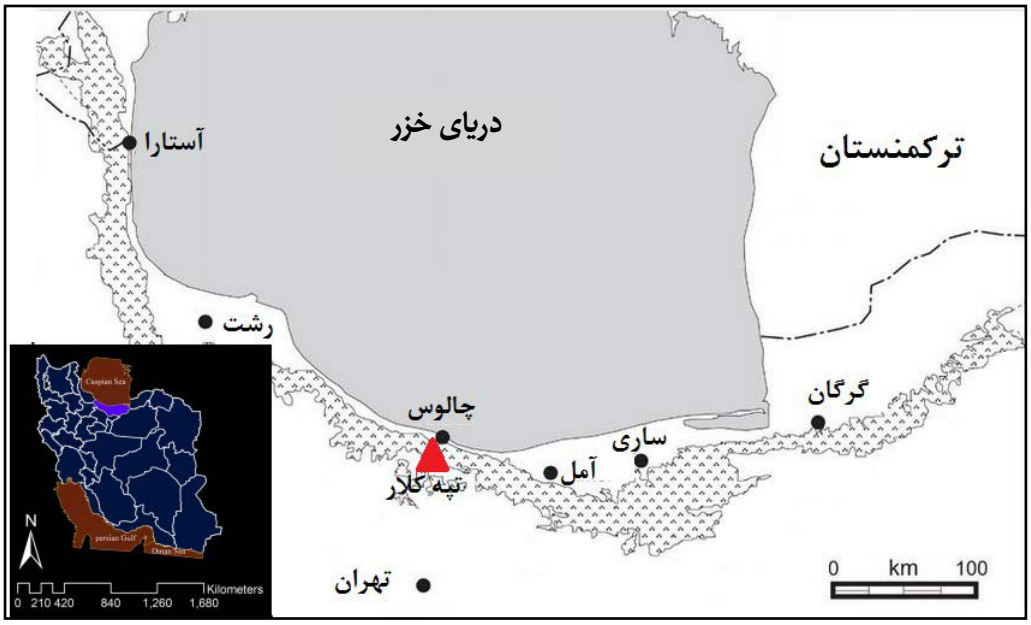
مطالعهٔ «ایسرلیس» و همکارانش برروی سفال‌های محوطهٔ تساقکاسار[۳] اشاره کرد که در آن چند گروه سفال محلی این فرهنگ را شناسایی کردند (Iserlis et al., 2015). محوطهٔ اودابنو I و دیدی‌گورا در گرجستان توسط «کیباراوغلو» و همکارانش مطالعه شد؛ آنان ۲۰ نمونه سفال و ۳۱ نمونه خاک را مطالعه کردند و نتایج مطالعهٔ آن‌ها محلی بودن نمونه‌ها را آشکار کرد (Kibaroglu et al., 2009). در مطالعه‌ای دیگر، نمونه‌های محوطهٔ ارسلان‌تپه در ملاطیهٔ ترکیه توسط «آنجل» و همکارانش بررسی شد؛ کانی‌های شناخته‌شده در نمونه‌ها با زمین‌شناسی منطقه همخوانی دارد (Angle et al., 2002).

موقعیت تپه‌کلار کلاردشت

تپه‌کلار در غرب استان مازندران در منطقهٔ کلاردشت از توابع شهرستان چالوس قرار دارد. این محوطه در ۳ کیلومتری شمال‌شرق شهر کلاردشت واقع شده است (تصاویر ۱ و ۲). فاصلهٔ این تپه تا ساحل دریا به خط مستقیم حدود ۲۰ کیلومتر ثبت شده است (موسوی‌کوهپر و عباس‌نژاد، ۱۳۸۶).

مساحت تپه ۶ هکتار به‌شکل بیضی و کشیدگی آن شرقی-غربی، و ارتفاع آن از سطح زمین‌های اطراف بین ۷ تا ۱۲ متر است. مختصات جغرافیایی تپه‌کلار عبارت‌ست از: عرض جغرافیایی: ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه و ۶۹ ثانیهٔ شمالی، طول جغرافیایی: ۵۱ درجه و ۱۱ دقیقه و ۲۸ ثانیهٔ شرقی، ارتفاع از سطح آب‌های آزاد ۱۱۰۰ متر (همان).

در سال ۱۳۷۶ ه.ش.، این محوطه توسط «حسن کریمیان» برای تعیین عرصه و حریم کاوش گردید (کریمیان، ۱۳۷۶). نخستین فصل کاوش باستان‌شناسی برروی محوطهٔ تپه‌کلار که به‌منظور درک تسلسل ادوار باستانی محوطه صورت گرفت، کاوش‌های «موسوی‌کوهپر» و «عباس‌نژاد» در سال ۱۳۸۵ ه.ش. است (موسوی‌کوهپر و عباس‌نژاد، ۱۳۸۶). فصل دوم کاوش‌های باستان‌شناسی برروی محوطه توسط «موسوی‌کوهپر» در سال ۱۳۸۷ ه.ش. انجام گردید (موسوی‌کوهپر، ۱۳۸۷). براساس دو فصل کاوش و تاریخ‌گذاری در تپه‌کلار ۸ دورهٔ فرهنگی از دوران مس‌وسنگ، مفرغ قدیم، مفرغ میانی، عصرآهن، ساسانی/اشکانی، ساسانی/اوایل اسلامی، سده‌های میانهٔ اسلامی و سده‌های متأخر اسلامی در تپه‌کلار شناسایی شد (موسوی‌کوهپر، ۱۳۸۷؛ موسوی‌کوهپر و عباس‌نژاد، ۱۳۸۶؛ حیدریان، ۱۳۹۰).



تصویر ۱. موقعیت استان مازندارن و تپه‌کلار برروی نقشه (نگارندگان، ۱۳۹۹).

تصویر ۲. نمای عمومی از تپه‌کلار (حیدریان، ۱۳۹۰: شکل ۵-۱).

جدول ۱. جدول گاه‌نگاری تپه‌کلار (حیدریان، ۱۳۹۰).

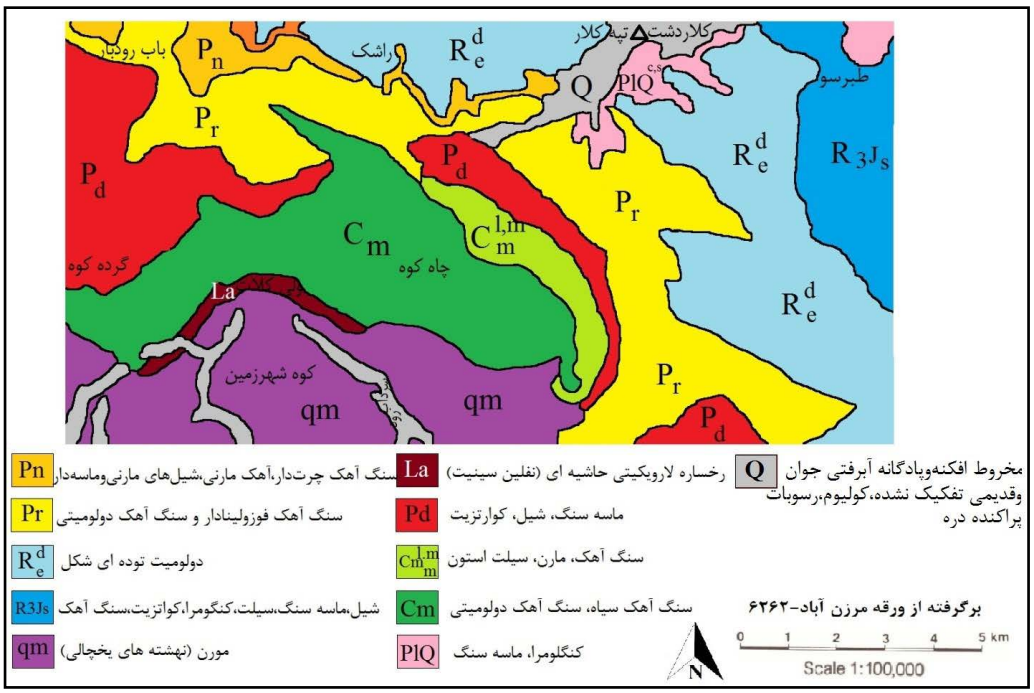
دوره	تاریخ‌گذاری مطلق
سده‌های متأخر اسلامی	
سده‌های میانهٔ اسلامی	
ساسانی/صدراسلامی	
اشکانی/ساسانی	
عصرآهن	
مفرغ میانی	OxA-18240 (3785±30 BP) 95.4% probability) 2299 B.C.
مفرغ قدیم	OxA-18256 (4116±32 BP) 95.4% probability) 2830 B.C. OxA-18241 (4169±30 BP) 95.4% probability) 2880 B.C.
مس‌وسنگ	OxA-18213 (4872±33 BP) 95.4% probability) 3540 B.C. OxA-23065 (5043±31 BP) 95.4% probability)3766 B.C.

زمین‌شناسی منطقه

انواع سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی در منطقه رخنمون دارند. همهٔ ردیف‌های چینه‌شناسی از سازند کهر (قدیمی‌ترین) تا انباشته‌های کواترنر، به‌جز چند وقفهٔ رسوب‌گذاری، شناخته شده‌اند. انباشته‌های کم‌گسترهٔ کواترنر، بیشتر در پیرامون مرزن‌آباد و دشت نظیر قابل مشاهده‌اند. به‌دلیل تفاوت در مقاومت دربرابر فرسایش در منطقه، اشکالی بسیار متنوع پدید آمده است. نهشته‌های به‌نسبت نرم‌تر سازند شمشک و نیز رسوبات مارنی-آهکی کرتاسه بالا، پستی و بلندی‌ها و دامنه‌هایی کم‌ارتفاع‌تر را ساخته‌اند.

سنگ‌های منطقهٔ مورد بررسی دارای ترکیبی متنوع از انواع مختلف سنگ‌های آذرین (سنگ‌های آذرین درونی، مانند: کوارتز مونزونیت، مونزوسینیت و مونزونیت و سنگ‌های آذرین بیرونی، مانند: بازالت و آندریت)، سنگ‌های آذرآوری و سنگ‌های فلدسپاتوئیددار (نفلین سینیت)، انواع مختلف سنگ رسوبی، مانند: سنگ آهک، دولومیت، سنگ آهک زغال‌دار، ماسه‌سنگ، سیلت استون، شیل، کوارتزیت و شیل همراه با رسوبات عهدحاضر در اطراف رودخانه‌ها و آبراهه‌ها وجود دارد (سازمان

زمین‌شناسی کشور، نقشهٔ مرزن‌آباد مقیاس ۱/۱۰۰،۰۰۰)، (تصویر ۳). در کلاردشت در تودهٔ گرانیتوئیدی (اکاپل در جنوب‌غرب کلاردشت) کانی‌های پلاژیوکلاز، آمفیبول، فلدسپار وجود دارد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۶). در جنوب ناحیه در ساختارهای گرانیتوئیدی علم‌کوه نیز کانی‌های پیروکسن، گارنت، آمفیبول، اسفن، سریسیت و کلریت گزارش شده است (وحدتی، ۱۳۵۵؛ حاج‌علیلو و همکاران، ۱۳۹۱).



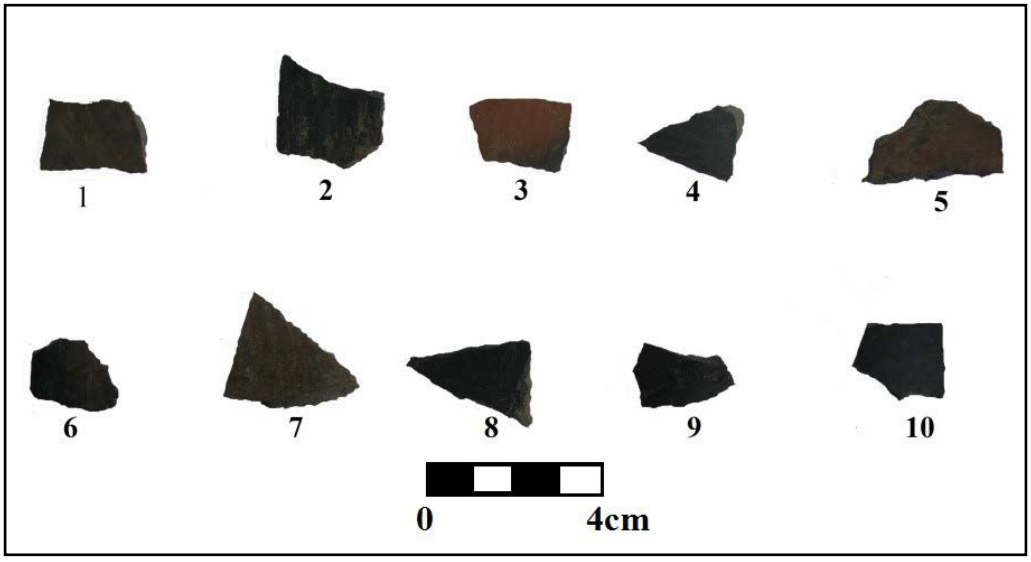
تصویر ۳. نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه (کلاردشت)، برگرفته از نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰ ۰۰۰ مرزن‌آباد (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

پتروگرافی سفال‌ها

در این پژوهش ۱۵ نمونه قطعه سفال حاصل از کاوش‌های تپه‌کلار انتخاب شدند. نمونه‌ها از کانتکست‌های عصرمفرغ قدیم (کورا-ارس) و مفرغ میانی محوطه انتخاب شدند. از این‌میان، ۱۰ نمونه متعلق به مفرغ قدیم و ۵ نمونه متعلق به مفرغ میانی بودند. علاوه‌بر این در انتخاب نمونه‌ها تلاش شد قطعات شاخص همچون نمونه‌هایی که فرم آن‌ها مشخص باشد و اندازه و ضخامت آن‌ها نیز مناسب باشد، انتخاب شود. نمونه‌های مناسب باید ۳ سانتی‌متر یا بیشتر طول و ۵ گرم وزن داشته باشند. نمونهٔ مناسب جهت مطالعهٔ پتروگرافی باید به‌لحاظ ساخت، خشن یا زیاد ظریف و کم‌ضخامت نباشد تا بتواند میزان بیشتری از کانی‌ها را نشان دهد (Sean Quinn, 2013: 21). این مطالعه شامل بررسی بافت و ساختار سنگ، اجزاء سازنده و ارتباط این اجزاء با یکدیگر است. از این روش برای مطالعهٔ بافت (پتروفابریک) و شناسایی اجزاء سازندهٔ نمونه سفال‌ها استفاده شده است. در این روش هر قطعه سفال به صفحه‌ای شیشه‌ای (لام) چسبانده شده و برای عبور نور از نمونه جهت شناسایی و تشخیص کانی‌های موجود در سفال، اندازهٔ دانه‌ها و مدور یا زاویه‌دار بودن آنان ضخامت سفال به ۳۰ میکرومتر رسید (Shepard, 1956: 139-140; Sean Quinn, 2013: 23-33؛ پترسون، ۱۳۹۵). میکروسکوپ مورد استفاده از نوع دو چشمی پلاریزان، شرکت جیمز سویفت (James Swift) کشور انگلستان است که در پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت، پژوهشگاه میراث‌فرهنگی قرار دارد.

پتروگرافی سفال‌های تپه‌کلار

۱- سفال‌های کورا-ارس: ۱۰ نمونهٔ مورد مطالعه عصرمفرغ قدیم جهت مطالعه انتخاب شد (تصویر ۴). نمونه‌ها براساس بافت به دو دستهٔ اصلی قابل تقسیم است؛ نمونه‌هایی که دارای بافت پورفیری (درشت‌دانه) هستند و نمونه‌هایی که دارای بافت سیلتی (ریزدانه) هستند (جدول ۲). ۹ نمونه دارای بافت پورفیری و درشت‌دانه هستند و تنها نمونهٔ شمارهٔ ۴ دارای بافت سیلتی است.



تصویر ۴. سفال‌های مورد مطالعه به‌روش پتروگرافی از تپه‌کلار (نگارندگان، ۱۳۹۹).

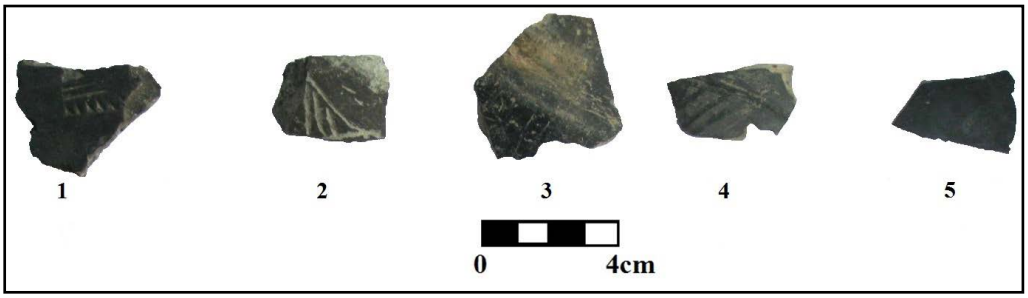
جدول ۲. نتایج مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های مفرغ قدیم تپه‌کلار ۴ (نگارندگان، ۱۳۹۹).

N. Sample	Qz (Clean)	Qz (Cloudy)	Plg	Am & Py	Fe-oxid	Mic	Cc(Mic)	Cc(Sp)	P.Rock V.Rock	Silt Shale	*chalcedony*	Nepheline	Texture
No. 1	*	*	tr	*	*	-	-	-	*	-	-	-	پورفیری
No. 2	*	*	tr	-	*	❁	-	*	*	-	❁	-	پورفیری
No. 3	*	*	tr	*	*	-	-	*	*	-	-	-	پورفیری
No. 4	*	❁	tr	*	*	-	-	-	-	-	-	-	سیلتی
No. 5	*	*	tr	*	*	*	-	*	*	-	❁	-	پورفیری
No. 6	*	*	tr	*	*	-	-	*	*	-	*	❁	پورفیری
No. 7	*	*	tr	-	*	-	-	-	*	-	❁	❁	پورفیری
No. 8	*	*	tr	*	*	-	Tr	-	*	-	-	-	پورفیری
No. 9	*	*	*	*	*	-	-	-	-	tr	-	-	پورفیری
No. 10	*	*	tr	-	*	-	*	*	*	-	-	-	پورفیری

۲- سفال‌های مفرغ میانی: در این بخش برای مطالعه، ۵ نمونه سفال انتخاب شد (تصویر ۵). نمونه‌ها دارای زمینهٔ تیره و رنگ تیره هستند. دو نوع بافت سیلتی (نمونه‌های ۲، ۴ و ۵) و پورفیری در نمونه‌ها دیده می‌شود (جدول ۳).

کانی‌های شناسایی‌شده در نمونه‌ها عبارتنداز: کوارتز (شفاف و ابری)، پلاژیوکلاز، آمفیبول و پیروکسن، اکسیدآهن، میکا، سنگ‌های آتشفشانی درونی و بیرونی، سیلت و شیل، کلسدونی، عقیق و نفلین.

کوارتز کانی غنی از سیلیکا و رایج‌ترین کانی برروی خشکی‌های سطح زمین است و عمده‌ترین تشکیل‌دهندهٔ خاک، ماسه و سنگ‌های تشکیل‌شده نزدیک به سطح است و در گرانیت‌ها به‌فراوانی یافت می‌شود (Velde & Druc, 1999: 20; Stoltman, 2015: 39). کوارتزهای پلی‌کریستالین بیشتر



تصویر ۵. سفال‌های مفرغ میانی تپه‌کلار (نگارندگان، ۱۳۹۹).

جدول ۳. کانی‌های موجود در سفال‌های مفرغ میانی تپه‌کلار (نگارندگان، ۱۳۹۹).

N. Sample	Qz (Clean)	Qz (Cloudy)	Plg	Am & Py	Fe-oxid	Mic	Cc(Mic)	Cc(Sp)	P.Rock V.Rock	Silt Shale	*chalcedony*	Texture
No. 1	*	*	*	*	*	*	-	-	*	-	-	پورفیری ناهمگن
No. 2	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	سیلتی ناهمگن
No. 3	*	*	*	*	*	-	*	-	*	-	*	پورفیری ناهمگن
No. 4	*	*	*	*	-	-	*	-	-	-	-	سیلتی
No. 5	*	*	*	*	-	-	*	-	-	-	-	سیلتی ناهمگن

در سنگ‌های دگرگونی[۵]، و هنگامی‌که با پلاژیوکلاز و فلدسپار همراه است، در متاگرانیت دیده شد (Stoltman, 2015: 51 & 120).

پلاژیوکلاز از خانوادهٔ فلدسپارها است (Velde & Druce, 1999: 21). این کانی در انواع مختلف سنگ‌های آذرین و سنگ‌های دگرگونی و تا حد کمی در برخی از سنگ‌های رسوبی وجود دارد (Braekmans & Degryse, 2017: Tab. 15.1). پلاژیوکلازهای سدیمی اغلب در گرانیت‌ها و سنگ‌های دگرگونی وجود دارد و پلاژیوکلازهای کلسیکی در لاواها و سنگ‌های بازی وجود دارد (Velde & Druce, 1999: 22).

پیروکسین‌ها و آمفیبول‌ها دو گروه از کانی‌های هستند که به‌لحاظ ساختار و ترکیب بسیار مرتبط با هم هستند. آمفیبول‌ها در فرآیند حرارت‌دهی سفال به‌سرعت تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند، اکسید می‌شوند و رنگ آن‌ها به قرمز مایل به قهوه‌ای تغییر می‌کند. اما پیروکسین‌ها تقریباً تحت‌تأثیر قرار نمی‌گیرند و رنگ آن‌ها تقریباً سبز باقی می‌ماند. آمفیبول اغلب در سنگ‌های دگرگونی بازی و سنگ‌های دگرگونی مشتق‌شده از سنگ‌های آذرین بازی قدیمی وجود دارد. پیروکسین‌ها در سنگ‌های ماگمایی و به‌میزان کمتر سنگ‌های دگرگونی یافت می‌شود. این کانی‌ها در سنگ‌های رسوبی کمیاب هستند (Velde & Druc, 1999: 22-23).

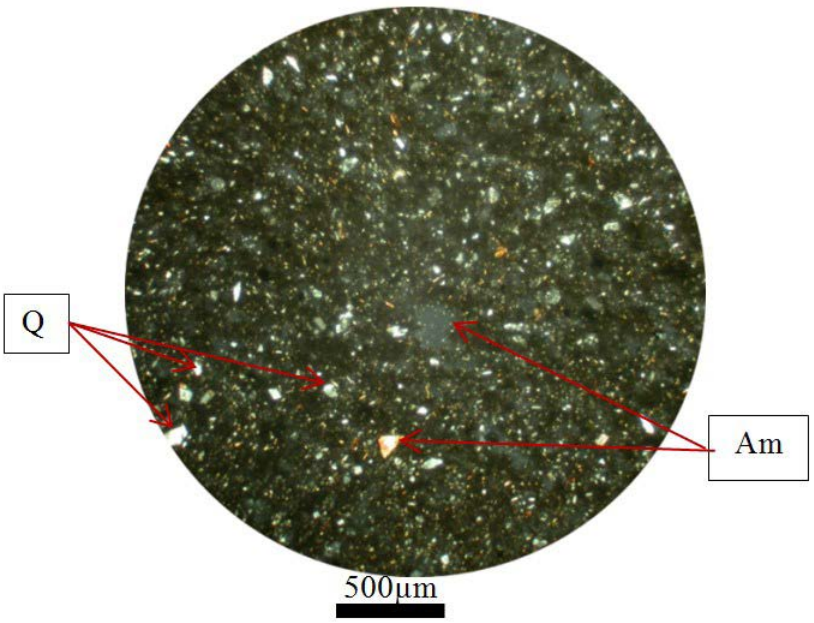
میکا همچون آمفیبول درمقابل حرارت کوره در فرآیند پخت سفال ناپایدار است. میکاها تقریباً همیشه پتاسیک هستند. میکاها فراوان و اغلب بخش بزرگی از سنگ‌های دگرگونی را تشکیل می‌دهند و به‌میزان کمتری در سنگ‌های آذرین درونی وجود دارند (Velde & Druc, 1999: 24). قطعات شن با فشار به ماسه‌سنگ و خاک رُس به شیل تبدیل می‌شود؛ درواقع شیل همان خاک رس رسوب‌شده و سخت‌شده است.

کلسیت‌ها از خانوادهٔ کربنات‌ها و در ساختارهای رسوبی وجود دارند. کلسیت‌ها در زمرهٔ سنگ‌های آهکی[۶] هستند. چگونگی توزیع، پراکندگی، اندازه و شکل دانه‌های کربناته می‌تواند معرف افزودن آگاهانه یا غیرآگاهانهٔ آن به خمیرهٔ سفال باشد.

کلسیت به دو دلیل در سفال وجود دارد. کلسیت در خاک‌های رُس کربنیک وجود دارد و به‌صورت طبیعی وارد بدنهٔ سفال می‌شود. در این شرایط دو مورد متفاوت وجود دارد که می‌توان تشخیص داد که وابسته به تاریخچهٔ زمین‌شناسی مادهٔ خام است؛ نخست اندازه، که در برخی موارد اندازهٔ دانهٔ کلسیت کوچک و نزدیک به ذرات خاک بسیار ظریف رُس است؛ و دیگر، گرانول‌های کلسیت که بسیار بزرگ‌تر از دانه‌های خاک رُس هستند و علت آن شرایط انباشت است. گرانول‌های کلسیت مورد دوم، لبه‌های گردتر دارد. نمونه‌های کلسیت که به‌صورت طبیعی در خاک وجود دارد، میکراتیک یا اورگانوژنیک هستند. در مواردی نیز ممکن است سفالگر کلسیت را به خاک رُس اضافه کند که این کلسیت شامل ماسهٔ کربناته طبیعی است و یا نتیجهٔ شکستن و خُرد کردن سنگ‌ها یا رگه‌های کربناته. گرانول‌های اضافه‌شده دارای اندازه‌ای بزرگ‌تر از حد متوسط هستند و دانه‌های طبیعی ماسهٔ کربناته دارای شکل گرد هستند؛ درحالی‌که قطعات خُردشده دارای لبه‌های زاویه‌دار و تیز است (Fabbri et al., 2014). عقیق، سنگی است که ترکیب اصلی آن شامل کلسدونی و کوارتز است. این سنگ عمدتاً در ساختارهای آتشفشانی و دگرگونی شکل می‌گیرد (Wang & Enrique, 1990). نفلین نیز در سنگ‌های آذرین غنی از قلیا و سیلیکا وجود دارد و ممکن است در برخی از سنگ‌های دگرگونی نیز یافت گردد (Nesse, 2000: 225).

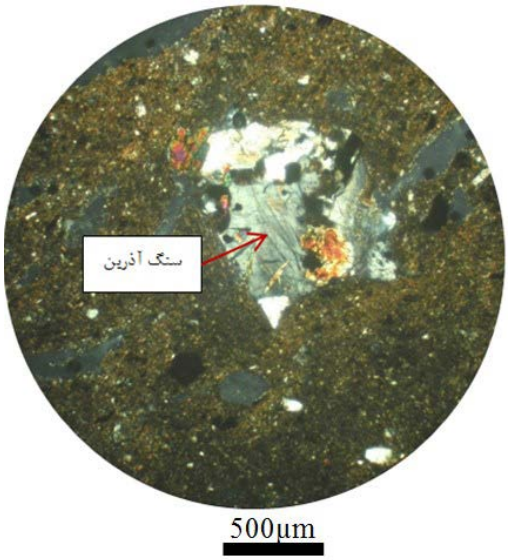
تحلیل نتایج سفال‌های کورا-ارس تپه‌کلار

همان‌طورکه در جدول نتایج پتروگرافی دیده می‌شود، سفال نمونهٔ ۴ ازنظر بافت با دیگر نمونه‌ها تفاوت دارد. این نمونه دارای بافتی ریزدانه بوده و اندازهٔ اجزاء سازندهٔ آن کمتر از ۰/۵ میلی‌متر است و به‌طور متوسط اندازهٔ بین ۲۰-۳۰ میکرون دارد (تصویر ۶)؛ درحالی‌که ۹ نمونهٔ دیگر بافت پورفیری یا همان درشت‌دانه دارند.

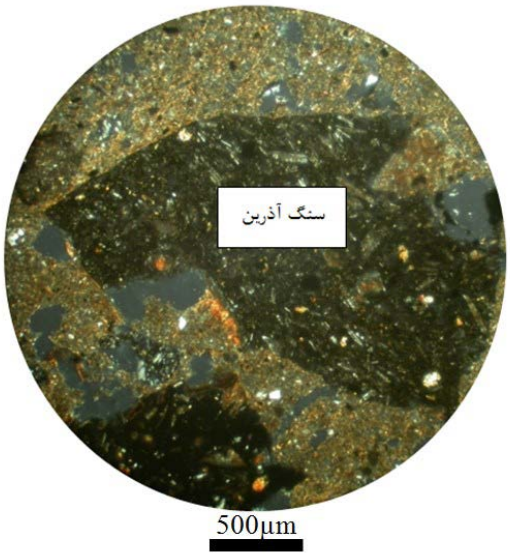


تصویر ۶. تصویر میکروسکوپی، نمونهٔ شمارهٔ ۴ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، قطعات ریز و فراوان کانی کوارتز که به‌رنگ روشن دیده می‌شوند. زمینهٔ سفال ریزبلور و تیره‌رنگ است (نگارندگان، ۱۳۹۹).

برخلاف نمونه‌های دیگر، سازندهٔ اصلی موجود در نمونهٔ شمارهٔ ۴ کانی کوارتز است که اغلب به‌صورت فنوکریست (تک بلور) دیده می‌شود. در این نمونه کوارتز نوع پلی‌کریستالین (چندبلوری) فراوانی کمتری دارد. این کانی درحدود ۲۰٪ حجم کل نمونه را تشکیل می‌دهد. علاوه‌بر کوارتز، کانی‌های دیگر، مانند آمفیبول و میکا (بیوتیت و مسکویت) نیز در نمونه و به‌صورت ریزبلور همراه با زمینهٔ رُسی دیده می‌شود. این نمونه فاقد قطعات سنگ‌های آتشفشانی و کلسیت است. در نمونه‌های دیگر قطعات سنگ آذرین به‌صورت درشت بلور وجود دارد؛ به‌عنوان مثال، در نمونهٔ شمارهٔ ۱ قطعاتی از سنگ‌های آذرین درونی در زمینهٔ سفال دیده می‌شود (تصویر ۷) و یا در نمونهٔ شمارهٔ ۷ که از قطعات سنگ آذرین بیرونی به‌عنوان پُرکننده استفاده شده است (تصویر ۸).

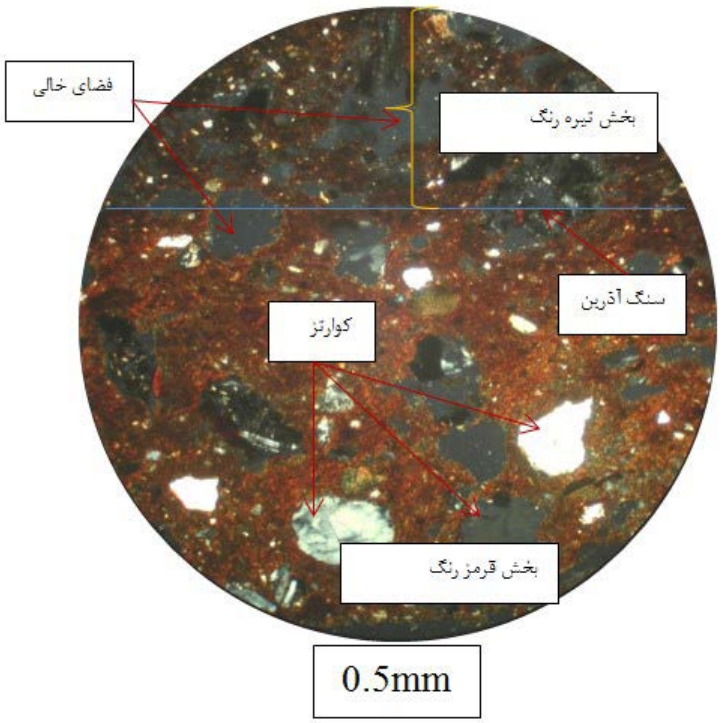


تصویر ۷. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۱ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm قطعهٔ بزرگ سنگ آذرین درونی که به‌عنوان پُرکننده در زمینهٔ سفال دیده می‌شود (نگارندگان، ۱۳۹۹).



تصویر ۸. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۷ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت پورفیری، انواع مختلف قطعات درشت سنگ‌های آذرین بیرونی در زمینهٔ سفال (نگارندگان، ۱۳۹۹).

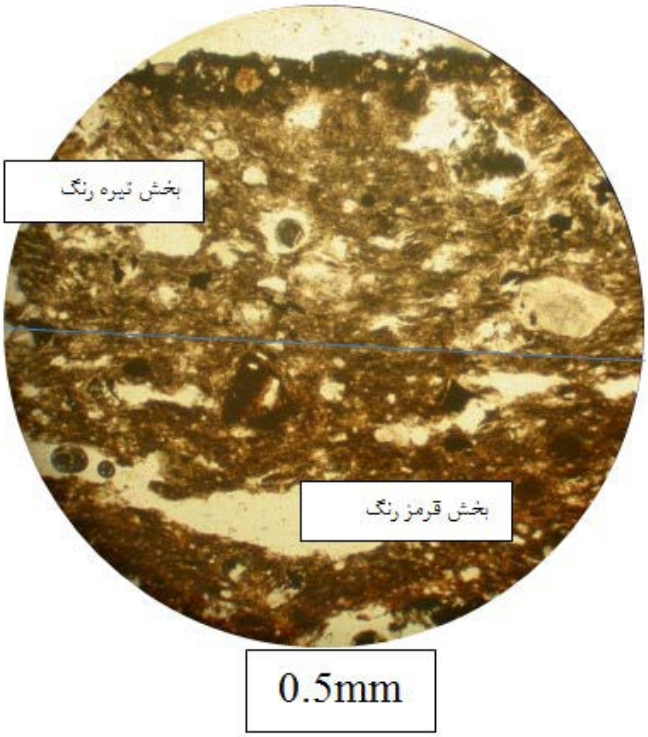
از دیگر اختلاف‌های موجود در سفال‌ها می‌توان به نمونهٔ شمارهٔ ۳ اشاره کرد. این سفال خمیرهٔ دورنگ دارد؛ در یک‌طرف رنگ قرمز، و در طرف دیگر دارای رنگ خاکستری است. این وضعیت در سفال به‌علت اکسیداسیون آهن دوظرفیتی در فرآیند پخت سفال و گاه احیاء رخ می‌دهد (Basso et al., 2008). این نمونه دارای بافت پورفیری بوده و قطعات سنگ آذرین به‌همراه کوارتز و کلسیت به‌صورت پُرکننده (شاموت) در خمیرهٔ سفال دیده می‌شوند (تصویر ۹). علاوه‌بر سازنده‌های فوق، کانی‌هایی مانند: پیروکسن، پلاژیوکلاز و اکسیدآهن نیز در نمونه وجود دارد. لازم به ذکر است که بیشتر قطعات درشت‌بلور این نمونه سفال در قسمت قرمزرنگ قرار دارد. زمینه دارای ترکیب تا حدودی همگن است، درحالی‌که در قسمت تیره‌رنگ نوعی بافت جریانی مشاهده می‌شود که به احتمال زیاد حرارت بالا منجر به ایجاد این حالت شده است (تصویر ۱۰). بافت جریانی یا فاز جریانی (Fluid Phase) یکی از دو حالت تغییر در بافت سفال در زمان حرارت بالاست که به‌کمک میکروسکوپ‌های نوری قابل شناسایی است. حالت دیگر که در حین حرارت‌دهی بالا در سفال رخ می‌دهد، ذوب‌شدگی جزئی افزوده‌ها و خمیرهٔ سفال است (Ionescu & Hoeck, 2011 & 2017).



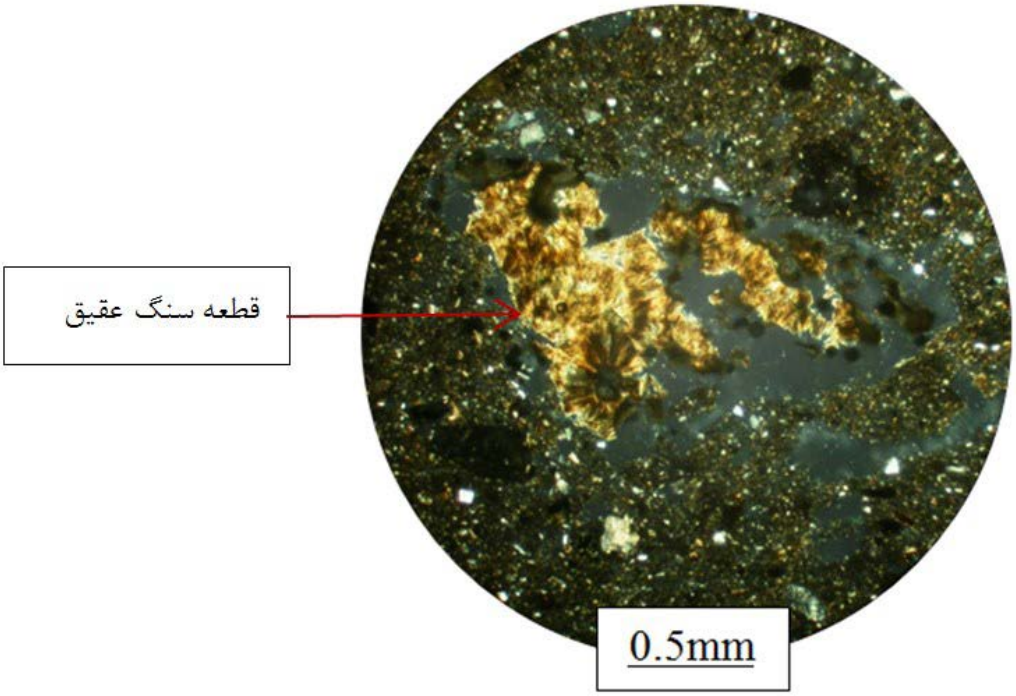
تصویر ۹. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۳ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت پورفیری، انواع مختلف قطعات درشت کوارتز، سنگ آذرین در زمینهٔ سفال؛ در این تصویر، دو قسمت تیره‌رنگ و قرمزرنگ سفال کاملاً از یکدیگر مجزا و مشخص هستند (نگارندگان، ۱۳۹۹).

علاوه‌بر قطعات سنگ آذرین و کوارتز که به‌عنوان پُرکننده و آمیزه (شاموت) در بیشتر نمونه‌ها استفاده شده، در نمونه‌های شمارهٔ ۵، ۶، ۷ و ۲ از قطعات سنگ کلسدونی (عقیق) به‌عنوان پُرکننده استفاده شده است (تصویر ۱۱).

نکتهٔ بسیار جالب‌توجه درمورد دو نمونهٔ شمارهٔ ۶ و شمارهٔ ۷، وجود کانی‌ای به‌نام «نفلین» در این نمونه‌هاست که آن‌ها را از دیگر نمونه‌ها متمایز کرده است و می‌توان با جست‌وجوی منبع آن در منطقه، بومی بودن یا نبودن سفال‌ها را به‌کمک آن ارزیابی نمود.

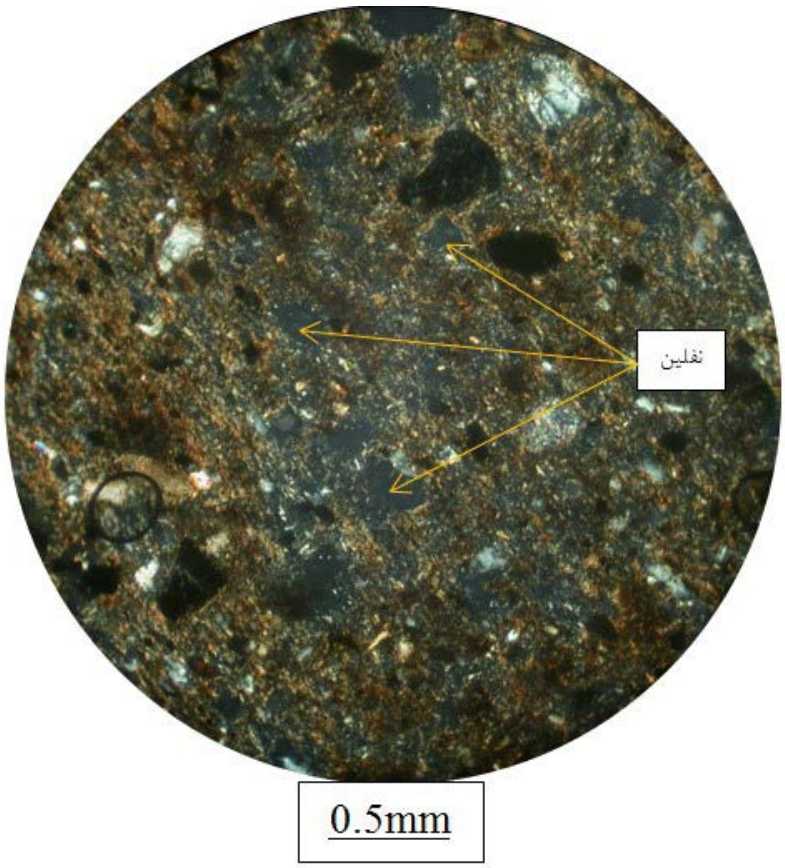


تصویر ۱۰. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۳ کورا-ارس، نور PPL، طول میدان دید 2.7mm، در بخش تیره‌رنگ تصویر نوعی حالت جریانی در سفال دیده می‌شود که علت آن احتمالاً میزان حرارت بالای فرآیند پخت است که موجب شکل‌گیری این حالت شده است (نگارندگان، ۱۳۹۹).



تصویر ۱۱. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۷ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت پورفیری، قطعهٔ درشت از کلسدونی (عقیق) موجود در سفال (مرکز تصویر)، (نگارندگان، ۱۳۹۹).

نفلین یک کانی فلدسپاتوئید است. این کانی در زمان تشکیل درصورت کمبود سیلیس در ماگما تشکیل می‌شود (فردوسی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Edgar, 1984؛ Jantzen. 2003). کانی نفلین دارای فرمول (Na,K) AlSiO4 است و در نور پلاریزه بی‌رنگ و در نور XPL تیره دیده می‌شود. این کانی به‌همراه بقایای سنگ‌های آذرین در دو نمونهٔ ۶ و ۷ دیده می‌شود (تصویر ۱۲).

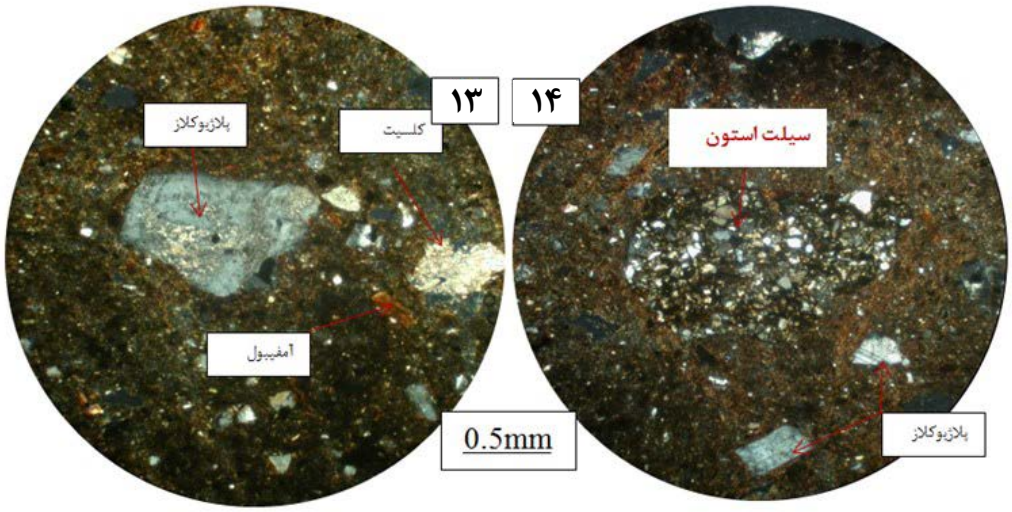


تصویر ۱۲. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۶ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بقایایی از کانی نفلین در زمینهٔ سفال (نگارندگان، ۱۳۹۹).

در مورد نمونهٔ شمارهٔ ۹ نیز باید عنوان نمود که این نمونه ازنظر ترکیب با بقیه تفاوت دارد. در این نمونه از قطعات مختلف سنگ آذرین خبری نیست و به‌جای آن، قطعات درشت بلور کانی پلاژیوکلاز (سنگ آذرین درونی) دیده می‌شود که در بقیهٔ نمونه‌ها به‌مقدار جزئی وجود داشت (تصویر ۱۳). هم‌چنین قطعات درشت کوارتز پلی‌کریستالین به‌همراه یک قطعه سنگ سیلت استون از دیگر اجزاء سازندهٔ نمونه است (تصویر ۱۴).

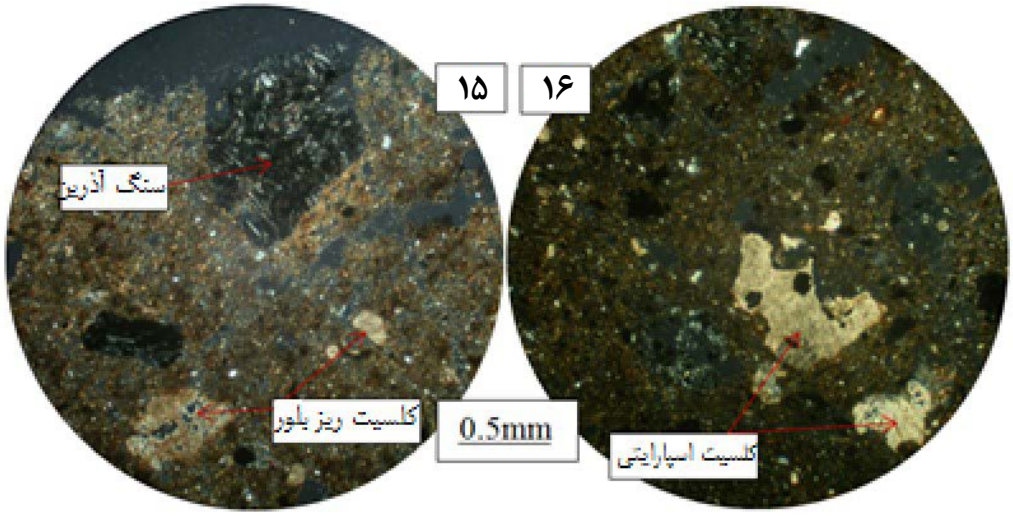
کلسیت در مطالعهٔ میکروسکوپی سفال به‌عنوان شاخص حرارتی درنظر گرفته می‌شود. وجود کانی کلسیت و یا کانی‌هایی با بنیان کربناته در خمیرهٔ سفال نشان‌دهندهٔ پخت سفال در دمایی کمتر از ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد است (Montana, 2017: 88; Middleton, 1997; Tite, 1969).

نمونه‌های ۱، ۴ و ۷ فاقد کلسیت هستند و در دیگر نمونه‌ها کلسیت وجود دارد. اما نکتهٔ جالب‌توجه این است که کلسیت موجود به‌صورت درشت بلور (کلسیت اسپارایتی) در نمونه‌ها دیده می‌شود و نوع ریزبلور (میکرایت) آن تنها در نمونهٔ ۸ و ۱۰ وجود دارد.



تصویر ۱۳. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۹ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، کانی درشت بلور پلاژیوکلاز الترە شده در مرکز تصویر همراه با کلسیت و آمفیبول در زمینهٔ سفال (نگارندگان، ۱۳۹۹).

تصویر ۱۴. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۹ کورا-ارس، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، قطعه‌ای از سنگ سیلت‌استون در مرکز تصویر. در کنار آن کانی پلاژیوکلاز دیده می‌شود (نگارندگان، ۱۳۹۹).



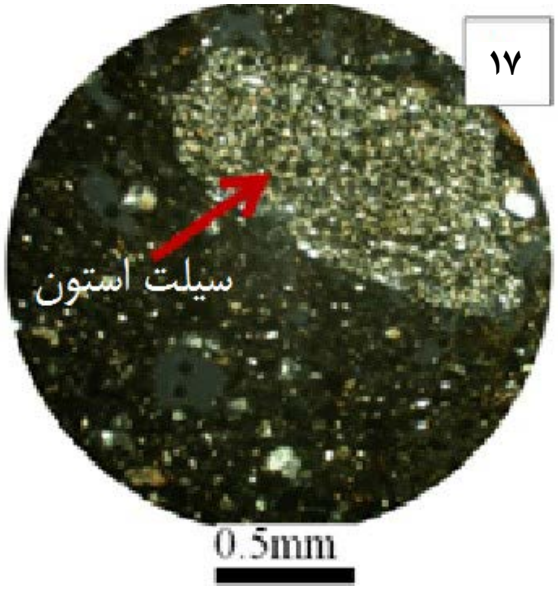
تصویر ۱۵. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۱۰، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت پورفیری-بقایایی از کلسیت ریزبلور و قطعات سنگ آذرین در زمینهٔ سفال (نگارندگان، ۱۳۹۹).

تصویر ۱۶. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۵، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، قطعه‌ای از کلسیت درشت‌بلور (اسپارایتی) در زمینهٔ سفال. این نوع کلسیت در سنگ‌های آهکی متبلور منطقه وجود دارد (نگارندگان، ۱۳۹۹).

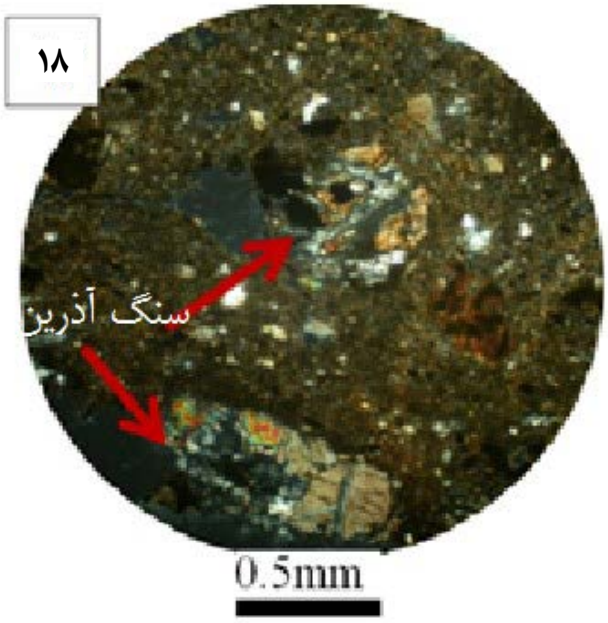
نتایج نمونه‌های مفرغ میانی تپه‌کلار

در نمونهٔ ۳ عقیق وجود دارد؛ اگرچه نسبت به میزان نمونه‌های مفرغ قدیم، نمونه‌های دارای عقیق کاهش نشان می‌دهد، ولی در عین‌حال گواهی است بر این واقعیت که هم‌چنان از همان منبع خاک برای تولید بخشی از سفال‌ها استفاده می‌شده است.

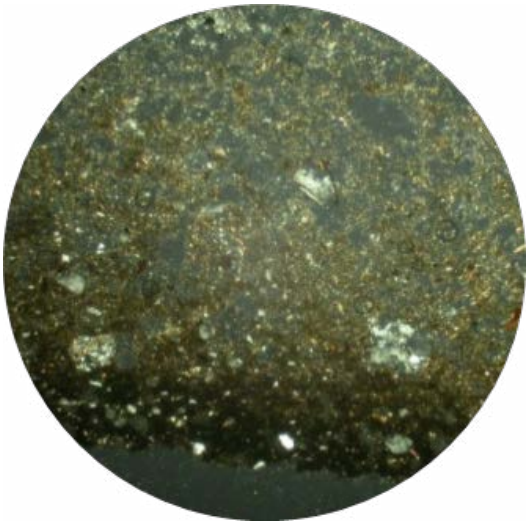
نمونهٔ شمارهٔ ۳ دارای قطعاتی از سنگ آذرین درونی بازیک (دیوریت یا گابرو) است (تصویر ۱۷). حاشیهٔ کربناتی در نمونهٔ شمارهٔ ۲ ثبت شده و از قطعات سنگ سیلت‌استون یا اسلیت به‌عنوان پُرکننده استفاده شده است. نمونهٔ شمارهٔ ۲ دارای حاشیهٔ کربناتی است و از قطعات سنگ سیلت‌استون یا اسلیت به‌عنوان پُرکننده استفاده شده است (تصویر ۱۸). نمونهٔ شمارهٔ ۵ دارای حاشیهٔ تیره نسبت به مرکز است که می‌تواند به‌علت حرارت بالا در طی فرآیند پخت باشد (تصویر ۱۹).



تصویر ۱۷. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۲ مقرغ میانی، بزرگ‌نمایی 4X، نور XPL، قطعه سنگ سیلت‌استون (نگارندگان، ۱۳۹۹).



تصویر ۱۸. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۳، بزرگ‌نمایی 4X، نور XPL، بافت پورفیری، قطعات سنگ آذرین درونی بازیک (نگارندگان، ۱۳۹۹).



تصویر ۱۹. تصویر میکروسکوپی نمونهٔ شمارهٔ ۵، بزرگ‌نمایی 4X، نور XPL، بافت سیلتی و تفاوت در رنگ حاشیه (نگارندگان، ۱۳۹۹).

تحلیل داده‌ها

کانی‌های موجود در نمونه‌ها نشان می‌دهد که خاک مورد استفاده، منشأ آتشفشانی دارد؛ اگرچه وجود برخی کانی‌های با ساختار رسوبی نیز به‌صورت طبیعی در نمونه‌ها وجود دارد. نمونه‌های کلسیت نشان می‌دهند که در طی گذر از مفرغ قدیم (کورا-ارس) به مفرغ میانی، فناوری ساخت کوره به‌لحاظ افزایش دمای کوره چندان تغییر محسوسی نداشته است. این کلسیت‌ها در نمونه‌های مفرغ میانی نشان از پخته شدن سفال‌ها در حرارت کمتر از ۸۰۰ درجه است (جدول ۳). افزون بر این، وجود کلسیت‌های میکرایتک در ۲ نمونهٔ مفرغ قدیم و ۳ نمونهٔ مفرغ میانی نشان می‌دهد که این کلسیت به‌صورت طبیعی در خاک وجود داشته است. کلسیت اسپاریت با لبه‌های تیز در ۵ نمونهٔ مفرغ قدیم و ۱ نمونه مفرغ میانی، نشان از افزودن تعمدی آن توسط سفالگر است.

در نمونه‌های مورد مطالعه، برخی کانی‌ها جالب‌توجه هستند. کانی نفلین در ایران نایاب است. در ایران برای تهیهٔ آلومینا و دیگر مواردی که در آن‌ها به نفلین نیاز بود، به‌علت نایابی این کانی را به اجبار از کشورهای دیگر وارد می‌کردند. از دههٔ ۶۰ ه.ش.، به‌بعد چند منبع نفلین در شمال‌غرب، هم‌چون: کلیبر، رزگاه و بزقوش و آذرشهر گزارش شد (نجف‌زاده، ۱۳۷۱: ۴ و ۵؛ ارزانی و همکاران، ۱۳۸۷). دو منطقهٔ دیگر، یعنی شمال شاهرود و منطقهٔ البرز مرکزی نیز دارای این کانی است. در شمال و شمال‌شرق شهرستان شاهرود در محدودهٔ سلطان‌میدان نیز وجود کانی نفلین گزارش شده است (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۸). اما با توجه به این امر که حوزهٔ گسترش فرهنگ کورا-ارس تا شهرستان شاهرود نبوده است، وجود کانی نفلین شاهرود نقشی در موضوع این مقاله ندارد. منطقهٔ سوم که البرز مرکزی است، از ۲ جهت اهمیت دارد؛ نخست، این کانی در آن گزارش شده؛ و دوم این‌که، محوطهٔ تپه‌کلار نیز در همین منطقه قرار دارد. هم‌چنان‌که اشاره شد، در نقشهٔ زمین‌شناسی ورقهٔ مرزن‌آباد به وجود کانی نفلین اشاره شده است؛ علاوه‌بر این، نفلین مذکور در حاشیهٔ سردآبرود که از نزدیک محوطهٔ تپه‌کلار عبور می‌کند، یافت شده است (وهاب‌زاده‌کبریا و همکاران، ۱۳۹۳) و احتمالاً حاصل رسوب‌گذاری نفلین مشخص‌شده در نقشهٔ زمین‌شناسی مرزن‌آباد است. در مجاورت ورقهٔ مرزن‌آباد در شرق منطقهٔ کلاردشت در زون بلده نیز نفلین گزارش شده است (دوروزی و مسعودی، ۱۳۹۱).

اگرچه در نقشهٔ زمین‌شناسی منطقه و مطالعهٔ «اسماعیلی» و همکارانش در جنوب‌غرب کلاردشت به وجود کلسدونی یا همان عقیق اشاره نشده است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۶)؛ اما در منطقهٔ مجاور در

زون بلده‌نور در مطالعات صورت‌گرفته به وجود عقیق اشاره شده است (علائی‌بخش و همکاران، ۱۳۹۲؛ علائی‌بخش و شمعانیان، ۱۳۹۴). هم‌چنین در مطالعه‌ای در منطقهٔ نیکویهٔ قزوین نیز در البرز مرکزی به وجود کلسدونی در ساختار زمین‌شناسی آن اشاره شده است (آقاجانی‌میرسا و همکاران، ۱۳۹۵).

برای درک بهتر این امر که آیا سفال‌های کورا-ارس یافت‌شده از کلار، تولید محلی بوده یا وارداتی بوده‌اند، باید به مطالعات پتروگرافی انجام‌شده برروی سفال‌های کورا-ارس مناطق دیگر نیز نگاهی بیندازیم. در مطالعهٔ صورت‌گرفته برروی سفال‌های کول‌تپهٔ عجب‌شیر، در بافت سفال، گراگ و ابسیدین یافت شد (نورزهی و همکاران، ۱۳۹۵). در سفال‌های تساقکاسارا ارمنستان که خود در منطقهٔ ظهور فرهنگ کورا-ارس قرار دارد، به‌وجود: توف، آندزیت، بازالت، ابسیدین، هورنبلند، بیوتیت و خاکستر آتشفشانی اشاره شد (Iserlis et al., 2015). در نمونه‌های ملاطیهٔ ترکیه نیز بیوتیت، مسکویت و هورنبلند گزارش شده است (Angle et al., 2002). در نمونه‌های مطالعه‌شدهٔ کول‌تپهٔ جلفا و گوراب و هم‌چنین مطالعات اشاره‌شده در بالا، عقیق و نفلین گزارش نشده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه و هم‌چنین مطالعات انجام‌گرفته در نقاط دیگر نشان می‌دهند که هر منطقه دارای تنوع منطقه‌ای است که خودش نشان‌دهندهٔ تولید محلی سفال‌های کورا-ارس است. با این احتمال که سفال‌های کورا-ارس تولید یک یا چند کارگاه در منطقهٔ اولیه ظهور این فرهنگ بوده و سپس به مناطق دیگر ارسال می‌شده، نباید این سفال‌ها تا این حد متفاوت و ناهمگن باشند. اما با این‌وجود باید دو نکته را مدنظر قرار داد؛ نخست این‌که، ممکن است محوطهٔ مطالعه‌شده (تپه‌کلار) نخستین محوطه و قدیمی‌ترین محوطهٔ کورا-ارس زاگرس یا البرز نبوده باشد. علاوه‌بر این باید به نظریهٔ موج‌ها نیز توجه داشت. تفاوت زمانی بین منطقهٔ مبداء ظهور فرهنگ و مناطق دوردست بیش از چند ۱۰۰ سال طول کشیده است. در این نظریه، گسترش فرهنگ کورا-ارس به‌صورت تدریجی و در چند موج و مرحله صورت گرفته است؛ از این‌رو طبیعی است که این گسترش حتی اگر ناشی از کوچ یا مهاجرت از قفقاز باشد، به‌لحاظ ساختار کانی‌شناسی در سفال متفاوت از منطقهٔ قفقاز باشد و این مطالعه نشان می‌دهد مبادلهٔ دوردست و مستقیم در گسترش فرهنگ کورا-ارس به محوطهٔ کلار تأیید نمی‌شود.

برای نتیجه‌گیری بهتر نیاز به کسب اطلاعات بیشتر به‌ویژه مطالعه در محوطه‌هایی است که گذار از مس‌وسنگ جدید به مفرغ قدیم بدون گسست باشد و هم‌چنین انجام مطالعات ژنتیکی برروی بقایای انسانی چنین محوطه‌هایی است تا تغییرات ژنتیکی در ساکنین محوطه‌ها در گذار از مس‌وسنگ به مفرغ قدیم را ارزیابی کرد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از جناب آقای دکتر سید مهدی موسوی‌کوهپر به‌دلیل در اختیار گذاشتن داده و گزارش مرتبط با کاوش و همکاری بی‌دریغ با نگارندگان در مراحل نگارش و چاپ مقاله قدردانی می‌شود و نیز آقایان محمدولی سلطانی و مهندس محمد غفوری به‌جهت تهیهٔ مقطع نازک و فراهم آوردن برخی منابع قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت

1. Kura-Araxes
2. Ripples in a śtream
3. Tsaghkasar

۴. Qz (Clean)= کوارتز شفاف و فنوکریست. Qz (Cloudy) = کوارتز ابری و پلی کریستالین. Plg = پلاژیوکلاز و فلدسپات. Am & Py= آمفیبول و پیروکسن. Fe-oxid= اکسید آهن. Mic = میکا. Cc (Mic) = کلسیت ریزبلور (میکرایت). P-Rock= سنگ آذرین

(پلوتونیک). V-Rock = سنگ آذرین (ولکانیک). Silt & Shale = قطعات سیلتی و شیل اضافه‌شده به سفال، Chalcedony = قطعات سیلیس شیشه‌ای و عقیق موجود در سفال.

5. Metamorphic

۶. کربنات‌ها به ۲ گروه سنگ‌های آهکی با غلبهٔ کلسیت‌ها و گروه دولومیت‌ها با غلبهٔ دولومیت‌ها تقسیم می‌شود؛ لازم به ذکر است پژوهش مذکور برروی همهٔ کانی‌های منطقه نبود.

کتابنامه

- آجرلو، بهرام، (۱۳۸۳). «بررسی هنر کورا ارس». پیام باستان‌شناس. سال اول، شمارهٔ ۲، صص: ۶۰-۴۳.

- ارزانی، کاوه؛ سرپولکی، حسین؛ و قهرمانی، داوود، (۱۳۸۷). «تغییرات فازی و رفتاری نفلین سینیت کلیبر در مقایسه با فلدسپات هندی در ترکیب انگوب کاشی مونوکوتورا». مجلهٔ بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال ۱۶، شمارهٔ ۱، صص: ۷۸-۶۷.

- اسماعیلی، داریوش؛ خلج، مرضیه؛ و ولی‌زاده، محمدولی، (۱۳۸۶). «شواهد شیمی کانی و ژئوشیمی سنگ کل در آلودگی، دگرنهادی و اختلاط ماگمایی تودهٔ گرانیتوئیدی اکاپل (جنوب‌غرب کلاردشت، البرز مرکزی)». مجلهٔ بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، شمارهٔ ۱، صص: ۱۹۲-۱۶۹.

- آقاجانی‌مرسا، سهیلا؛ امامی، محمدهاشم؛ لطفی، محمد؛ قلی‌زاده، کاظم؛ و قاسمی‌سیانی، مجید، (۱۳۹۵). «منشأ رگه‌های پلی‌متال اپی‌ترمال در منطقهٔ نیکوییه (باختر قزوین) براساس مطالعات کانی‌شناسی، دگرسانی و میانبار سیال». مجلهٔ علوم‌زمین، سال ۲۵، شمارهٔ ۹۹، صص: ۱۶۸-۱۵۷.

- برنی، چارلز؛ و لانگ، مارشال، (۱۳۸۶). تاریخ اقوام کوه‌نشین شمال‌غرب ایران. ترجمهٔ هوشنگ صادقی، تهران: انتشارت نگاه.

- پترسون، سارا، (۱۳۹۵). «پتروگرافی مقطع نازک مواد سرامیکی». ترجمهٔ مهدی رازانی و حکیمه افشاری‌نژاد، دوفصلنامهٔ تخصصی دانش مرمت و میراث‌فرهنگی، سال ۴، شمارهٔ ۷، صص: ۷۳-۵۷.

- جعفریان، عبدالرضا؛ امامی، محمدهاشم؛ و وثوقی‌عابدینی، منصور، (۱۳۸۸). «پترولوژی و ژئوشیمی عناصر اصلی مجموعهٔ بازالتی سلطان‌میدان». فصلنامهٔ زمین‌شناسی کاربردی، سال ۵، شمارهٔ ۴، صص: ۲۸۴-۲۶۶.

- حاج‌علیلو، بهزاد؛ وثوق، بهرام؛ رضوی‌زاده، نورالله؛ و مؤید، محسن، (۱۳۹۱). «بررسی کانی‌سازی اسکارن علم‌کوه در منطقهٔ کلاردشت (شمال ایران) با تأکید بر بررسی‌های میانبارهای شاری». مجلهٔ بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال ۲۰، شمارهٔ ۴، صص: ۶۳۳-۶۲۶.

- حیدریان، محمود، (۱۳۹۰). «چگونگی سیر تحول فرهنگ‌های پیش‌ازتاریخ غرب مازندران براساس کاوش‌های باستان‌شناسی تپه‌کلار و پناهگاه صخره‌ای راشک کلاردشت». رسالهٔ دکترای باستان‌شناسی دانشگاه تربیت‌مدرس (منتشرنشده).

- دوروزی، رقیه؛ و مسعودی، فریبرز، (۱۳۹۱). «زمین‌شیمی پتروژنز و محیط تکتونیکی تودهٔ گابرویی ترالیتی و تشنیتی کمربن (البرز مرکزی)». مجلهٔ پترولوژی، سال ۳، شمارهٔ ۱۲، صص: ۱۰۲-۸۹.

- سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشهٔ مرزن‌آباد ورقهٔ ۶۲۶۲، مقیاس ۱/۱۰۰،۰۰۰.

- طلایی، حسن، (۱۳۸۵). عصرمفرغ ایران. تهران: انتشارات سمت.

- علائی‌بخش، ناهید؛ و شمعانیان، غلامحسین، (۱۳۹۴). «کانی‌شناسی، ژئوشیمی و زایش رگه‌های مس‌دار سازند نسن، جنوب‌غرب آمل، پهنه البرز مرکزی». مجلهٔ ژئوشیمی، دورهٔ ۴، شمارهٔ ۲، صص: ۱۰۳-۹۹.

- علائی‌بخش، ناهید؛ شمعانیان، غلامحسین؛ شفیعی، بهنام؛ و مسعودی، سیدمسعود، (۱۳۹۲). «کانی‌شناسی و ژئوشیمی رگه‌های مس‌دار نسن، البرز مرکزی». پنجمین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، صص: ۳۱-۲۶.

- علیزاده، کریم، (۱۳۸۹). «فرهنگ کورا-اراس، ماوراءقفقاز قدیم یا فرهنگ یانیق». مجلهٔ باستان‌شناسی، شمارهٔ ۱، صص: ۸۵-۶۹.
- فردوسی، رسول؛ مؤید، محسن؛ و کمالی، امین‌الله، (۱۳۹۴). «بررسی سنگ‌نگاری و سنگ‌شناسی تودهٔ نفلین سینیتی استان آذربایجان شرقی». مجلهٔ علوم‌زمین، سال ۲۴، شمارهٔ ۴، صص: ۴۰-۲۹.
- کریمیان، حسن، (۱۳۷۶). «گزارش گمانه‌زنی و تعیین حریم تپه‌کلار کلاردشت». ساری: مرکز اسناد سازمان میراث‌فرهنگی مازندران (منتشرنشده).
- موسوی‌کوهپر، سیدمهدی، (۱۳۸۷). «گزارش کاوش‌های باستان‌شناختی در تپه‌کلار کلاردشت: فصل دوم». تهران: مرکز اسناد سازمان میراث‌فرهنگی، پژوهشکدهٔ باستان‌شناسی (منتشرنشده).
- موسوی‌کوهپر، سیدمهدی؛ و عباس‌نژاد، رحمت، (۱۳۸۶). «گزارش کاوش‌های باستان‌شناختی در تپه‌کلار کلاردشت: فصل اول. ۱۳۸۵». تهران: مرکز اسناد سازمان میراث‌فرهنگی، پژوهشکدهٔ باستان‌شناسی (منتشرنشده).
- نجف‌زاده، علیرضا، (۱۳۷۱). «زمین‌شناسی اقتصادی کانسارهای نفلین سینیت رزگاه و کلیبر آذربایجان‌شرقی و بررسی امکان تولید آلومینا از این ذخائر». پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی اقتصادی دانشگاه شهیدبهشتی (منتشرنشده).
- نورزهی، زینب؛ آجورلو، بهرام؛ باقرزاده‌کثیری، مسعود؛ و ابراهیمی، قادر، (۱۳۹۵). «باستان‌کانی‌شناسی سفالینه‌های عصرمفرغ کول‌تپه عجب‌شیر، شرق دریاچهٔ ارومیه». نشریهٔ پژوهه باستان‌سنجی، سال ۲، شمارهٔ ۲، صص: ۱۷-۱.
- وحدتی، ف.، (۱۳۵۵). نقشهٔ زمین‌شناسی قزوین-رشت با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. تهران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- وهاب‌زاده کبریا، قربان؛ برسان، یزدان؛ و مسعودی، سیدمسعود، (۱۳۹۳). «بررسی اثر واحدهای زمین‌شناسی بر توزیع فلزات سنگین در رسوبات رودخانهٔ حوزهٔ سردآبرود». مجلهٔ پژوهشنامهٔ مدیریت حوزهٔ آبخیز، سال ۵، شمارهٔ ۹، صص: ۱۱۸-۱۰۷.

- Abay, E., (2005). "The Expansion of Early Transcaucasian Culture: cultural interaction or migration?". *Altoriental*, Forsch, No. 32, Pp: 115-131.
- Angle, M.; Morbidelu, P. & Palmieri, A. M., (2002). "Pottery from arslantepe (Malatya, Turkey): Petrographic features and archaeological data". *Periodico di Mineralogia,* No. 71, Pp: 43-71.
- Basso, E.; Capelli, C.; Pia Riccardi, M. & Cabella, R., (2008). "A particular temper: mineralogical and petrographic characterisation of ceramic fabrics with glauconitic inclusions". *ArcheoSciences Revue d'archéométrie*, No. 32, Pp: 93-97.
- Batiuk, S., (2005). "Migration Theory and the Distribution of the Early Transcaucasian Culture". Ph.D. Dissertation. University of Toronto.
- Batiuk, S., (2013). "The fruits of migration: Understanding the 'longue duree' and the socio-economic relations of the Early Transcaucasian Culture". *Journal of Anthropological Archaeology,* No. 32, Pp: 449–477.
- Edgar, D, A., (1984). "Chemistry, Occurrence and Paragenesis of Feldspathoids: A Review". *ASIC*, Vol. 137, Pp: 501-532.
- Esse, D., (1991). *Subsistence, trade and social change in Early Bronze Age Palestine.* SAOC, No. 50. Chicago: University of Chicago Press.

- Fabbri, B.; Gualtieri, S. & Shoval, S., (2014). "The presence of calcite in archeological ceramics". *Journal of the European Ceramic Society,* No. 34(7), Pp: 1899–1911.

- Hojabri Nobari, A.; Khazaie Kouhpar, M. & Motarjem, A., (2016). "Petrographic analysis of early Transcaucasian potteries from Tepe Gourab, Western Iran". *International Journal of Humanities.*

- Ionescu, C. & Hoeck, V., (2011). "Firing-induced transformations in Copper Ageceramics from NE Romania". *European Journal of Mineralogy*, No. 23 (6), Pp: 937-958.

- Ionescu, C. & Hoeck, V., (2017). "Electron microprobe analysis (EMPA)". In: *The Oxford Handbook for Archeological Ceramic Analysis* (Hunt, A.M.V., editor), Oxford University Press. Pp: 288–304.

- Braekmans, D. & Degryse, P., (2017). "Petrography Optical Microscopy. chapter 15". In: *The Oxford Handbook for Archeological Ceramic Analysis* (Hunt, A.M.V., editor), Oxford University Press, Pp: 233-265.

- Iserlis, M.; Goren, Y.; Hovsepyan, I. & Greenberg, R., (2015). "Early Kura-Araxes Ceramic Technology in the Fourth Millennium BCE Site of Tsaghkasar, Armenia". *Paléorient,* No. 41(1), Pp: 9–23.

- Jantzen, C. M., (2003). "Characterization and performance of fluidized bed steam reforming (FBSR) product as a final waste form. Environmental Issues and Waste Management Technologies in the Ceramic and nuclear industries IX". Edited by John D. Vienna and Dane R. Spearing. *Proceedings of the science and technology in addressing environmental issues in the ceramic industry and ceramic science and technology for the nuclear industry symposia at the American ceramic society 105th annual meeting & exposition held april 27-30 in Nashville Tennessee*. Published by the American ceramic society, Pp: 319-330.

- Khazaie Kouhpar, M.; Aarab, A.; Masjedi Khak, P.; Panahi, A. & Kohansal Vajargah, H., (2015). "Petrography analysis of Fourth Millenniuμ B.C. potteries at Kul Tepe (NW Iran)". (Greece) *Mediterranean Archaeology & Archaeometry.* Vol. 15, No 3, Pp: 277-288

- Kibaroglu, M.; Satir, M. & Kastl, G., (2009). "Petrographic and Geochemical analysis on the provenance of the middle Bronze and Late Bronze/Early Iron Age ceramics from Didi Gora and Udabno I, Eastern Georgia". *Journal of Archaeological Science*, No. 36, Pp: 2463-2474.

- Kiguradze, T. & Sagona, A., (2003). "On the origins of Kura-Araxes cultural complex". In: *Archaeology in the Borderlands: Investigations in Caucasia and Beyond,* edited by A. T. Smith & K. Rubinson, Pp: 95-110. Los Angeles: The Cotsen Institute of Archaeology at UCLA.

- Kohl, P., (2009). "Origins, homelands and migrations: situating the Kura-Araxes Early Transcaucasian Culture within the history of Eurasia". *Tel Aviv,* No. 36, Pp: 241-265.

- Mason, R. B. & Cooper, L., (1999). "Grog, petrology, and early transcaucasians at Godin Tepe". *IRAN*, Vol. 37, Pp: 25-31.

- Middleton, A., (1997). "CERAMIC PETROGRAPHY". Rev. do Museu de *Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, Suplemento 2, Pp: 73-79.

- Montana, G., (2017). "Ceramic raw materials". In: *The Oxford Handbook of Archaeological ceramic analysis*, Pp: 87-100, Edited by: Alice, M. Hunt, W., Oxford university Press.

- Nesse, W. D., (2000). *Introduction to Mineralogy.* Oxford University Press, London.

- Rothman, M. S., (2003). "Ripples in the Stream: Transcaucasia-Anatolian Interaction in the Murat/Euphrates Basin at the Beginning of the Third Millennium B.C.". In: *Archaeology in the Borderlands: Investigations in Caucasia and Beyond,* A. Smith & K. Rubinson, eds., Pp: 94-109, Los Angeles: Cotsen: Institute of Archaeology, UCLA.

- Sean Quinn, P., (2013). *Ceramic Petrography: The Interpretation of Archaeological Pottery and Related Artefacts in Thin Section.* Archaeopress, Oxford.

- Shepard, A. O., (1956). *Ceramics for the archaeologist.* Carnegie Institution of Washington.

- Stoltman, J. B., (2015). *Ceramic petrography and Hopewell interaction*. University of Alabama Press.

- Tite, M., (1969). "Determination of the firing temperature of ancient ceramics by the measurement of thermal expan-sion: a reassessment". *Archaeometry*, No. 11, Pp: 131-143.

- Velde, B. & Druc, I., (1999). *Archaeological Ceramic Materials*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Wang, Y. & Enrique, M., (1990). "Self-organizational origin of agates: Banding, fiber twisting, composition, and dynamic crystallization model". *Geochimica et Cosmochimica Acta,* No. 54 (6), Pp: 1627–1638.