چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National Geosciences Congress
www.geoconf.ir

مطالعه زمین‌باستان‌شناسی سرامیک‌های باستانی به منظور تعیین مواد سازنده و منشأیابی آنها (مطالعه موردی: سفالینه-های باستانی محوطه کهنک سربیشه، خراسان جنوبی)

مریم مرتضوی مهریزی[1]

[1]گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند mmortazavi@birjand.ac.ir

چکیده

زمین‌باستان‌شناسی به عنوان یکی از شاخه‌های باستان‌سنجی به کاربرد علوم زمین در حل مسائل مربوط به باستان‌شناسی می‌پردازد. یکی از کاربردهای علم رسوب‌شناسی در مطالعات باستان‌شناسی، بررسی پتروگرافی رسوبی مقاطع نازک سرامیک‌های باستانی است. محوطه باستانی کهنک، در فاصله ۵۰ متری روستای کهنک و جنوب شهرستان سربیشه (خراسان جنوبی) واقع شده است. در مطالعه پتروگرافی مقاطع نازک سفالینه‌های باستانی این محوطه (۷ نمونه سفالی) خمیره‌ی سفال‌ها به سه جزء ماتریکس رسی، انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی و حفره‌ها تفکیک شده است. به‌منظور تعیین منشأ مواد سازنده سفال‌های این محوطه، ترکیب پتروگرافی مواد افزودنی موجود در بدنه سفال با نمونه‌های قطعات گراولی پراکنده در اطراف محوطه، رسوبات و گراول‌های رودخانه‌ای مجاور محوطه و واحدهای زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه مقایسه شده است. تشابه ترکیب پتروگرافی انکلوزیون‌های آواری سفال های فوق با داده‌های ذکر شده، محلی یا بومی‌بودن این مصنوعات باستانی را اثبات می‌کند.

واژه‌های کلیدی: پتروگرافی رسوبی، اینکلوزیون، منشأیابی، سرامیک‌های باستانی، محوطه کهنک.

Geoarchaeological study of ancient ceramics in order to determine their building materials and their provenance (case study: ancient pottery of Kahnek ancient site of Sarbisheh, Southern Khorasan)

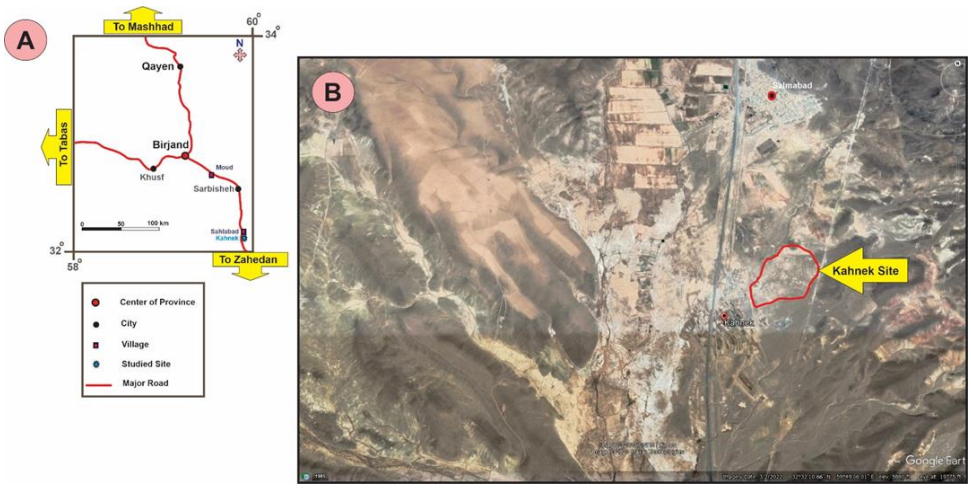
Abstract

As one of the branches of archaeometry, geoarchaeology deals with the application of earth sciences in solving problems related to archaeology. One of the applications of sedimentology in archeological studies is the investigation of sedimentary petrography of thin sections of ancient ceramics. The ancient site of Kahnek is located 50 meters away from Kahnek village and southern of Sarbisheh city (Southern Khorasan). In the petrographic study of the ancient pottery of this area the thin sections (7 pottery samples), the pottery paste has been separated into three components: clay matrix, inclusions or additives, and voids. In order to determine the origin of the materials that make up the pottery of this site, the petrographic combination of additives in the pottery body has been compared with gravel fragments scattered around the site, sediments and river gravels adjacent to the site and geological rock units. The similarity of the petrographic composition of the above pottery debris inclusions with the mentioned data proves that these ancient artefacts are local or indigenous.

Keywords: Sedimentary petrography, Inclusion, Provenance studies, Ancient ceramic, Kahnek Site.

۱. مقدمه

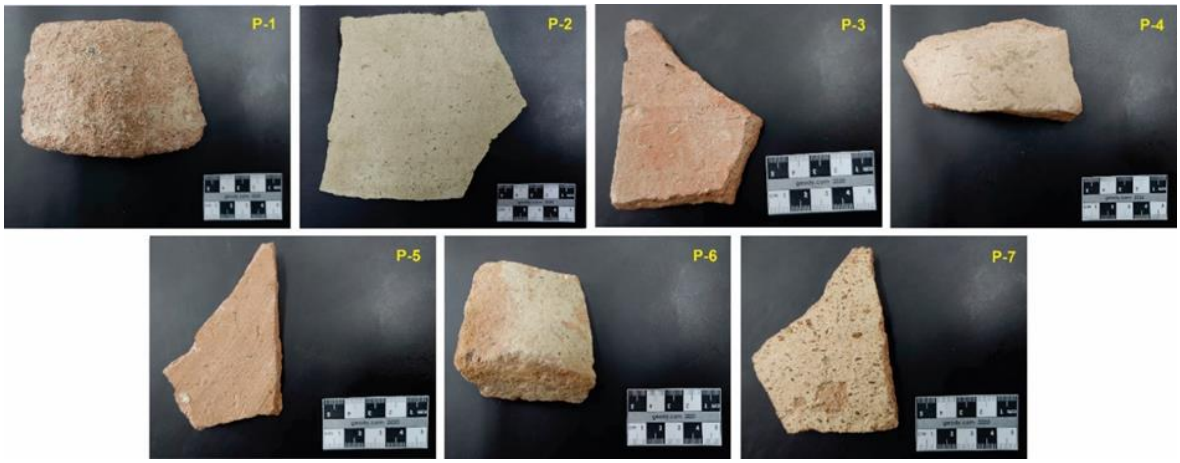
زمین‌باستان‌شناسی کاربرد علوم زمین در حل مسائل پژوهش‌های باستان‌شناسی است. ارتباط علوم زمین و باستان‌شناسی قدمتی دیرینه داشته و به اوایل قرن نوزدهم میلادی برمی‌گردد. از جمله شاخه‌های زمین‌شناسی که در مطالعات زمین‌باستان‌شناسی کاربرد دارند می‌توان به بررسی‌های رسوب‌شناسی اشاره کرد (گیلاردی، ۲۰۲۱). یکی از کاربردهای علم رسوب‌شناسی در مطالعات باستان‌شناسی، بررسی کانی‌شناسی و پتروگرافی مقاطع نازک سرامیک‌های باستانی است. سرامیک‌های باستانی، مصنوعات معدنی غنی از خاک رس هستند که توسط مردمان باستان تولید و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این مصنوعات سفال‌ها، مجسمه‌ها، آجرها، کاشی‌ها، اندودها، مهر و نشان‌ها، الواح کتیبه‌دار و طیفی از اشیای سفالی دیگر را شامل می‌شوند. مصرف گسترده اشیای سفالین در بسیاری از جوامع گذشته و تخریب نسبتاً آهسته این اشیاء در بسترهای باستان‌شناسی، آنها را به یکی از متداول‌ترین آثار باستانی در بسیاری از دوره‌ها و مناطق جغرافیایی مبدل ساخته است که منبع بسیار مهمی برای تفسیر فعالیت‌های انسان‌های باستان و بازسازی جنبه‌هایی از فرهنگ‌های آنها به‌شمار می‌رود. مطالعه دقیق مواد رسی که سفال‌های باستانی از آنها ساخته شده‌اند به نام "تجزیه ترکیبات سفال" شناخته می‌شود و به روش‌های ژئوشیمی و کانی‌شناسی (پتروگرافی) تقسیم می‌گردد. اطلاعات حاصل از آنالیزهای ترکیبی سرامیک‌های باستانی معمولاً در تفسیر مکان ساخت یا منشأ مورد استفاده قرار می‌گیرد و شواهدی در زمینه جابجایی سرامیک‌ها از طریق فرآیندهایی همچون تجارت و مبادله، توزیع و مهاجرت ارائه می‌دهند (سین‌کویین، ۲۰۱۳). محوطه باستانی کهنک از جمله محوطه‌های اسلامی مهم در استان خراسان جنوبی است که ضعف الگوهای زیست‌محیطی و محدودیت‌های اقلیمی در شرق ایران، خصوصاً کمبود منابع آبی، موجب عدم شکل‌گیری محوطه‌ها و سکونت‌گاه‌های پرجمعیت و وسیع در این منطقه شده است. به‌همین‌دلیل، این محوطه در مطالعات باستان‌شناسی شرق کشور و ارتباطات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بین مناطق شمالی (خراسان) و جنوبی (منطقه سیستان) که در مسیر راه ارتباطی مهمی قرار دارد، از اهمیت بسیار برخوردار است. محوطه کهنک با توجه به داده‌های سطحی و کاوش‌های صورت گرفته، متعلق به قرون سوم و چهارم هجری قمری تا دوره تیموری است و بیشترین داده‌های به دست آمده را سفال و سازه‌های معماری مربوط به قرون میانه اسلامی در بر می‌گیرند (فرجامی و محمودی‌نسب، ۱۳۹۹). روستای کهنک در فاصله ۷۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بیرجند و ۵ کیلومتری جنوب شهرستان سربیشه در استان خراسان جنوبی و در مجاورت روستای سلم‌آباد، در حاشیه جاده بیرجند به زاهدان واقع شده است. محوطه باستانی کهنک نیز با مساحتی در حدود ۱۴ هکتار، در فاصله ۵۰ متری شرق روستای کهنک و در ارتفاع ۱۷۸۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی این محوطه ″۲/۶۴۷ ′۴۹ °۵۹ طول شرقی و ″۱۲/۲۸۸۰ ′۳۲ °۳۲ عرض شمالی می‌باشد (شکل ۱). در پژوهش حاضر، پتروگرافی سفالینه‌های باستانی سطحی این محوطه مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از مطالعه، بررسی پتروگرافی و ماهیت ترکیب بدنه سفالینه‌های مورد نظر به منظور شناخت ترکیب اصلی و منشأ مواد خام افزوده‌شده به خاک رس اولیه و محل تولید آنهاست.



شکل ۱. A) موقعیت جغرافیایی محوطه باستانی کهنک و راه های دستیابی به آن (برگرفته از فایل نقشه راه های ایران، سازمان نقشه برداری کشور)، B) تصویر ماهواره ای از محوطه مورد مطالعه در مجاورت روستای کهنک (برگرفته از نرم افزار Google Earth).

۲. مواد و روش ها

به‌منظور دستیابی به اهداف مطالعه، علاوه بر برداشت سفالینه‌های پراکنده شده در سطح محوطه کهنک سربیشه، از خاک سطحی، قطعات گراولی پراکنده در محدوده مورد مطالعه، رسوبات دیواره کانال و قطعات گراولی رودخانه فصلی مجاور محوطه نمونه‌برداری صورت گرفته است. در تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی از نمونه‌های سفالی جمع‌آوری شده، مواردی انتخاب شده است که فاقد لعاب یا گل‌آبه بوده، بدون هرگونه تزئین و با بافت درشت (خشن) تا متوسط قابل مشاهده‌اند و بیشترین حجم سفال‌های سطح محوطه را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۲). براساس مطالعات قبلی صورت گرفته این قطعات سفالی دارای فرم کاسه، خمره و کوزه بوده و از خاک رس به رنگ‌های قرمز، نخودی و گاهی سبزرنگ و دودەزده ساخته شده‌اند (فرجامی و محمودی‌نسب، ۱۳۹۹). در این مطالعه از ۷ نمونه سفالی (شکل ۲) و ۲۰ قطعه گراولی (پراکنده در سطح و اطراف محوطه) مقطع نازک تهیه شده و توسط میکروسکوپ پلاریزان مدل Leitz Laborlux 11 Pol S در گروه زمین شناسی دانشگاه بیرجند مورد مطالعه قرار گرفته است. به‌منظور برآورد درصد فراوانی اجزاء تشکیل‌دهنده سفالینه‌های مورد مطالعه از چارت‌های مقایسه‌ای فلوگل (۲۰۱۰) استفاده شده است. اندازه‌گیری قطر انکلوزیون‌ها و فضاهای خالی نیز برمبنای طبقه‌بندی اودون-ونتورث صورت گرفته است.



شکل ۲. نمونه‌های سفالی منتخب جهت مطالعه پتروگرافی.

۳. نتایج مطالعه پتروگرافی نمونه‌های محوطه باستانی کهنک

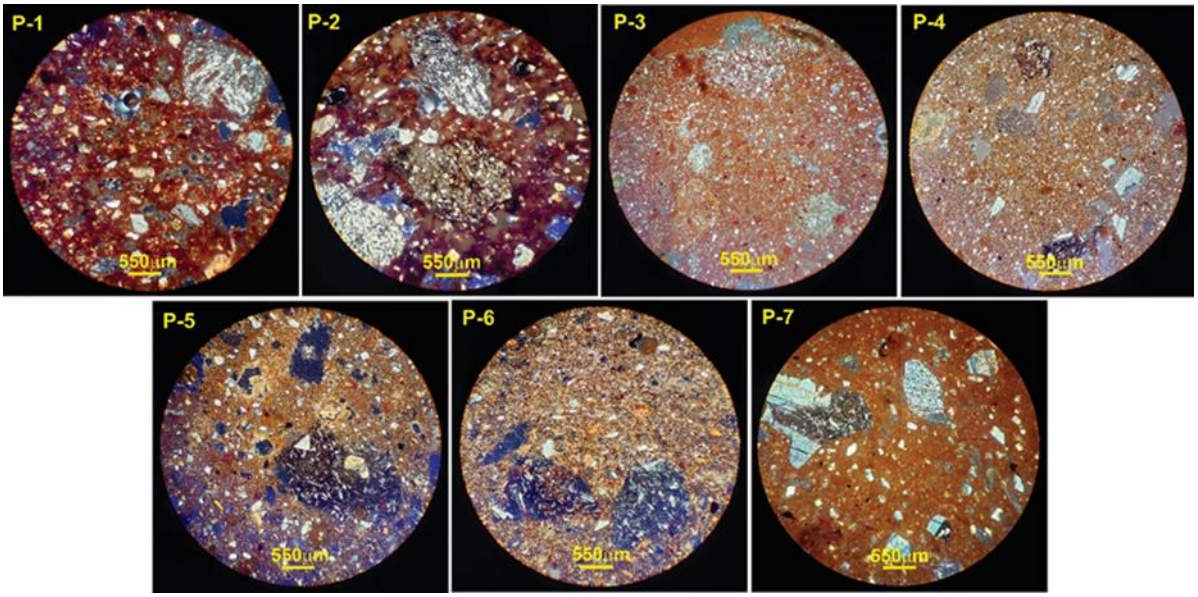
پتروگرافی مقاطع نازک سفال‌های باستانی با ماده‌ای که سفال از آن ساخته شده است، سر و کار دارد. در مطالعه پتروگرافی سفال اغلب بر شناخت ترکیب اصلی بدنه متمرکز شده و کمتر به ماهیت انواع گل‌آبه، لعاب و لایه‌های رنگ سطحی پرداخته می‌شود (سین‌کویین، ۲۰۱۳). بخش عمده خمیره یا فابریک سفالینه‌های باستانی محوطه کهنک در مقاطع نازک میکروسکوپی از سه جزء اصلی تشکیل شده است: ماتریکس رسی، انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی و حفره‌ها. ماتریکس رسی دربرگیرنده مواد غالب و به ظاهر بی‌نظم به رنگ‌های مختلف قرمز تا قهوه ای است و انکلوزیون‌ها به صورت ذرات و کانی‌های جدا شده از بدنه، درون ماتریکس هستند و حفره‌ها نیز منافذی می‌باشند که در آنها هیچ ماتریکس یا انکلوزیونی وجود ندارد. در جدول ۱ فراوانی انواع اجزاء تشکیل‌دهنده خمیره‌ی سفالینه‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

۳,۱. ماتریکس رسی

ترکیب اصلی خمیره‌ی سفالینه‌های باستانی مورد مطالعه، رس است. به‌دلیل کوچکی اندازه ماتریکس رسی، امکان مشاهده و مطالعه این ذرات در میکروسکوپ پلاریزان وجود ندارد. اندازه این ذرات کمتر از ۱۰ میکرون بوده و شامل ذرات ریز انکلوزیون، معمولا کوارتز، میکا، کلسیت و ذرات مات کانی‌های رسی (غیر قابل شناسایی) می‌باشند (شکل ۳). فراوانی ماتریکس رسی در نمونه‌های مورد مطالعه از ۱۶ تا ۴۸ درصد (به طور متوسط، ۳۵/۱ درصد) در تغییر است. در اکثر نمونه‌های سفالی محوطه کهنک، که جزء سرامیک‌های بدنه گلی طبقه

جدول ۱. اجزاء تشکیل‌دهنده خمیره‌ی سفالینه‌های محوطه کهنک و درصد فراوانی آنها.

Sample Number	Inclusions or Additive Minerals												Porosity	Matrix
	Q		F		RF			Heavy Minerals		Mica		Grog		
	Qm	Qp	K	P	VRF	SRF	MRF	Opaque	Transparent	Mus	Bio			
P-1	10	1	1	10	40	3	1	1	0	3	0	0	12	18
P-2	7	1	1	10	43	5	0	1	1	1	0	0	14	16
P-3	12	1	0	2	4	10	2	1	0	1	0	2	10	45
P-4	15	1	<1	2	27	0	0	1	0	3	0	0	8	42
P-5	7	1	0	5	20	0	0	1	0	1	0	0	17	48
P-6	10	1	0	2	35	4	0	3	1	2	2	0	10	30
P-7	12	1	<1	5	18	1	0	1	0	1	2	0	10	45



شکل ۳. تصاویر میکروسکوپی سفالینه‌های محوطه کهنک (نور XPL) که اجزاء تشکیل‌دهنده خمیره‌ی آنها، بویژه ماتریکس رسی در رنگ‌های مختلف قابل مشاهده است.

بندی می‌شوند و ماتریکس رسی انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی در اندازه‌های مختلف را به‌هم پیوند داده و مقدار حفره‌های داخل آن بیشتر است. رنگ ماتریکس در نمونه‌های فوق از قرمز نارنجی تا قرمز قهوه‌ای متغیر است.

۳،۲. انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی

انواع مختلف انکلوزیون‌های کانی که در سفالینه‌های باستانی محوطه کهنک یافت شده است شامل انواع کوارتز (کوارتز تک‌بلور و چند-بلور)، فلدسپات‌های پتاسیم‌دار (ارتوکلاز) و پلاژیوکلاز، خرده‌های سنگی شامل خرده‌سنگ‌های ولکانیکی (حدواسط و مافیک)، خرده-سنگ‌های رسوبی (ماسه‌سنگی، سیلتستونی و کربناته)، خرده‌سنگ‌های دگرگونی (فیلیتی)، میکاها (مسکویت و بیوتیت)، کانی‌های سنگین شفاف (زیرکان) و تیره (احتمالاً مگنتیت) و قطعات سفالی خرده شده یا گراگ[1] است. معمولاً بافت سفالینه‌های باستانی براساس اندازه و فراوانی انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی تعریف می‌شود. به‌همین‌منظور، از طبقه‌بندی اودون- ونتورث جهت طبقه‌بندی اندازه انکلوزیون‌های موجود در سفال‌های مورد مطالعه استفاده شده است. اندازه انکلوزیون‌ها در نمونه‌های سفالی کهنک بسیار متغیر بوده و از ۵۵ تا ۳۸۵۰ میکرون (به طور متوسط، ۱۷۰۱ میکرون) در تغییر است. به‌عبارتی، در اکثر نمونه‌های سفالی، ذرات انکلوزیون درشت‌تر در زمینه‌ای دانه‌ریز قرار گرفته و دارای جورشدگی ضعیف هستند (شکل ۳). از بین نمونه‌های مورد مطالعه، سفال‌های P-1، P-2، P-5 و P-

[1] Grog

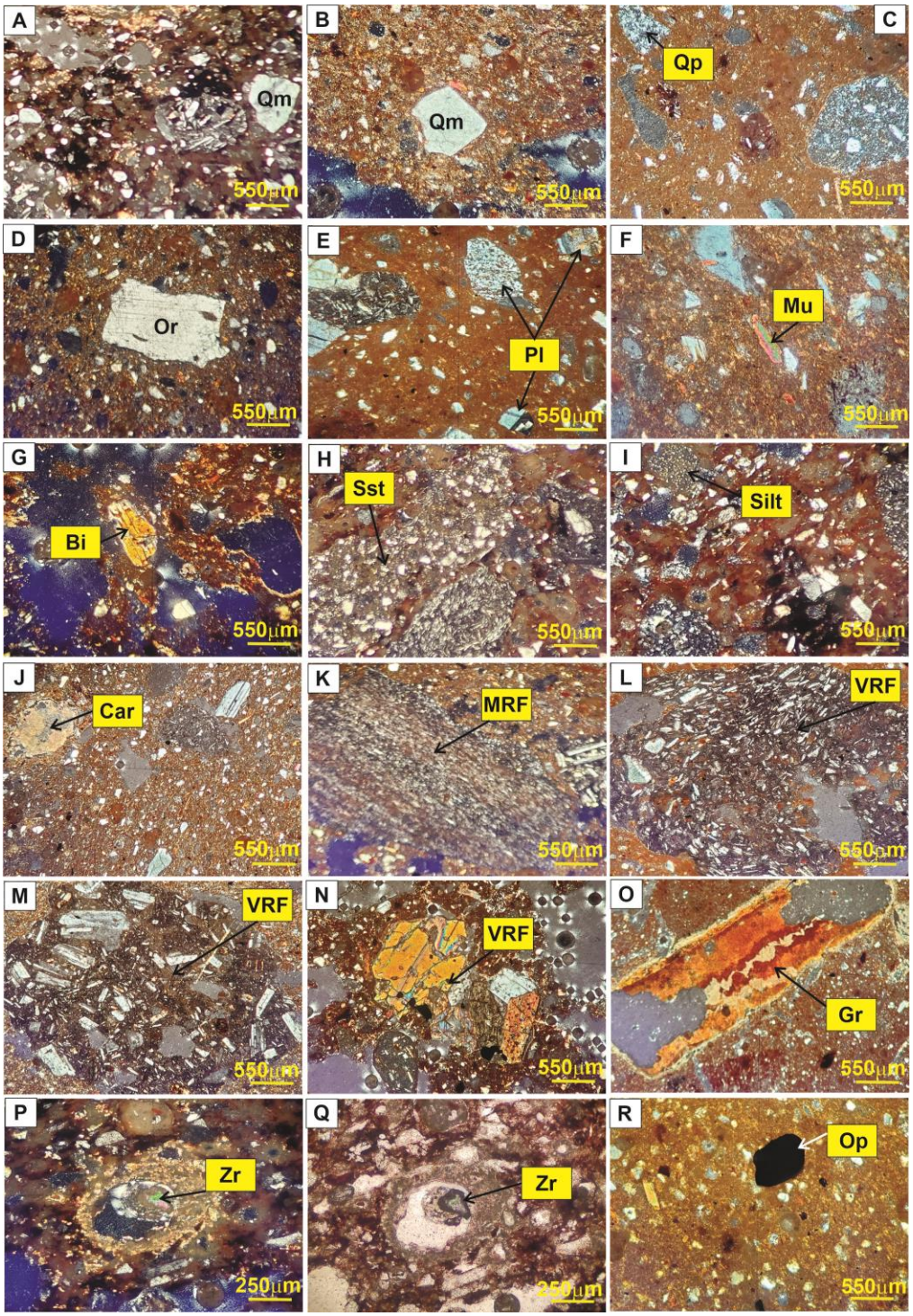
6 حاوی انکلوزیون‌های درشت در حد گرانول هستند و به‌همین‌دلیل در نمونه دستی نیز بافتی درشت‌دانه و خشن دارند، در حالیکه سفال‌های P-3 و P-4 حاوی انکلوزیون‌های در حد ماسه درشت می‌باشند که بافتی دانه‌ریزتر نسبت به گروه قبلی دارند. قطعات انکلوزیون از نظر شکل زاویه‌دار، نیمه‌زاویه‌دار تا نیمه‌گردشده هستند و انکلوزیون‌های درشت هر نمونه، کرویت پایین‌تری نسبت به انکلوزیون‌های ریزتر آن دارند. شاید علت این امر این باشد که مواد افزودنی درشت‌تر طی ساخت خمیره رسی اولیه سفال، به‌صورت رسوبی با بافت متفاوت و توسط سفالگر به آن اضافه شده‌اند. درصد فراوانی انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی در سفالینه‌های مورد بحث بین ۳۵ تا ۷۶ درصد (به طور میانگین، ۵۱ درصد) می‌باشد. کوارتز تک‌بلور (پلوتونیکی و ولکانیکی) با فراوانی ۷ تا ۱۵ درصد (با میانگین، ۱۰/۵ درصد)، کوارتز چندبلور (دگرگونی تبلور مجدد) با فراوانی حدود ۱ درصد، فلدسپات پتاسیم‌دار (ارتوکلاز) با فراوانی ۰ تا ۱ درصد (متوسط، ۰/۵ درصد)، پلاژیوکلاز با فراوانی ۲ تا ۱۰ درصد (میانگین ۵/۱ درصد)، خرده‌سنگ‌های آذرین ولکانیکی (حدواسط و مافیک) با فراوانی ۴ تا ۴۳ درصد (با میانگین ۲۶/۷ درصد)، خرده‌سنگ‌های رسوبی (ماسه‌سنگی، سیلتستونی و کربناته) با فراوانی ۰ تا ۱۰ درصد (به طور متوسط، ۳/۲ درصد)، خرده‌سنگ‌های دگرگونی (فیلیتی) با فراوانی ۰ تا ۲ درصد (متوسط ۰/۴ درصد)، کانی‌های سنگین تیره یا اپاک (مگنتیت) با فراوانی ۱ تا ۳ درصد (متوسط ۱/۲ درصد)، کانی‌های سنگین شفاف با فراوانی ۰ تا ۱ درصد (متوسط ۰/۲ درصد)، میکای مسکویت با فراوانی ۱ تا ۳ درصد (متوسط ۱/۷ درصد)، میکای بیوتیت با فراوانی ۰ تا ۲ درصد (با میانگین ۰/۵ درصد) و گراگ یا خرده-های سفال به مقدار ۲ درصد (تنها در نمونه P-3) قابل مشاهده است. تصاویر میکروسکوپی انکلوزیون‌های موجود در خمیره سفال‌های مورد مطالعه در شکل ۴ آورده شده است. در بررسی پتروگرافی نمونه های فوق، تنوع بالای خرده‌سنگ‌های آذرین ولکانیکی (حدواسط و مافیک) با فراوانی بیشتر نسبت به انواع دیگر انکلوزیون، در این نمونه‌ها قابل تأمل است. خرده‌سنگ‌های ولکانیکی یافت شده در نمونه‌های مورد مطالعه شامل قطعات سنگی حدواسط آندزیت و آندزیت بازالتی و انواع مافیک بازالتی است. در برخی نمونه‌های کانی‌های تشکیل-دهنده این سنگ‌های آذرین به صورت منفرد نظیر کانی‌های پلاژیوکلاز با بافت غربالی، پیروکسن، هورنبلند و بیوتیت‌های درشت بلور نیز یافت شده است.

۳،۳. حفره‌ها یا فضاهای خالی

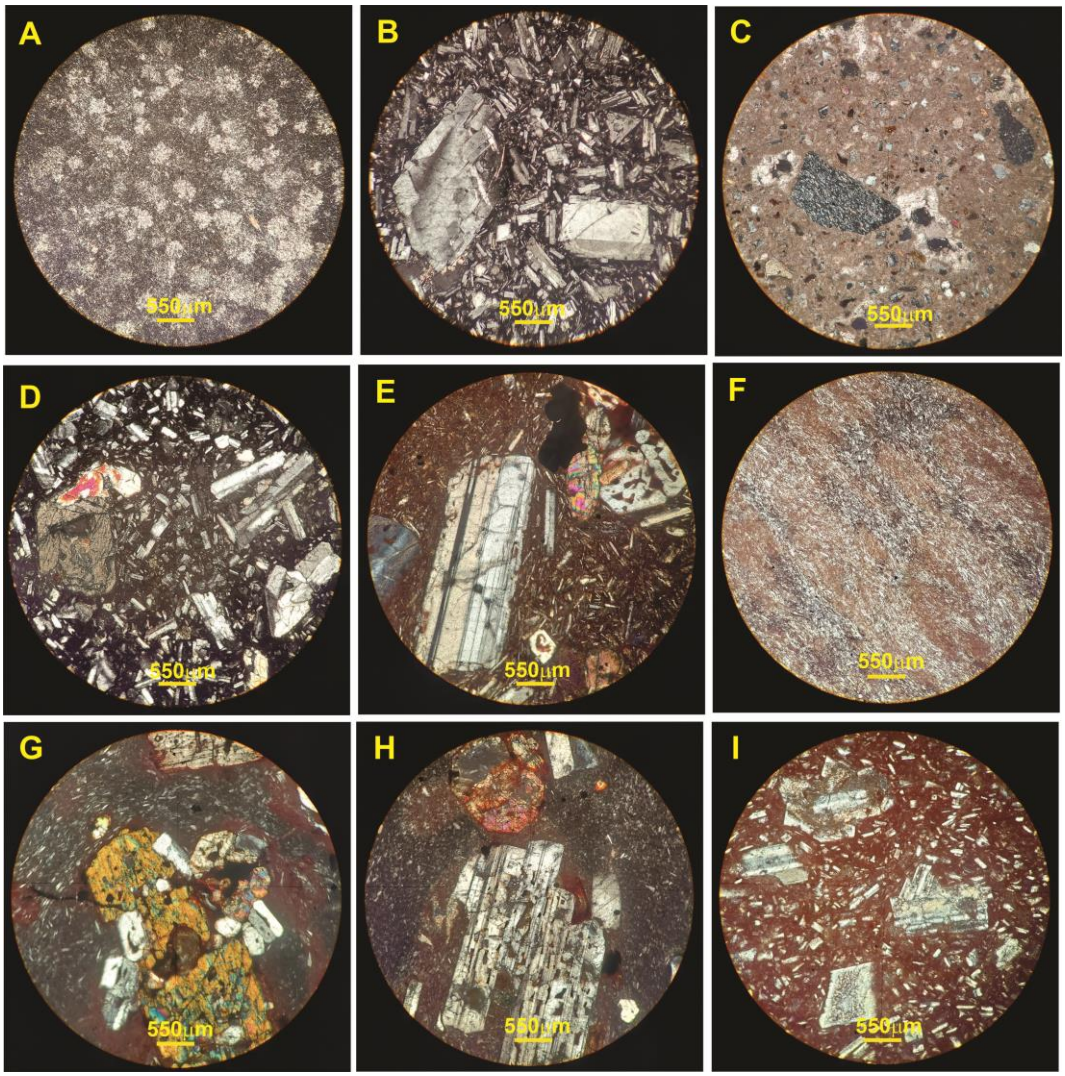
در مقاطع نازک مورد مطالعه منافذ از نظر شکل و اندازه و براساس معیارهای موجود توصیف شده‌اند. فراوانی فضاهای خالی در نمونه‌های سفالی منطقه مورد مطالعه از ۸ تا ۱۷ درصد (به‌طور میانگین ۱۱/۶ درصد) در تغییر است. اندازه فضاهای خالی در هر یک از نمونه‌های سفالی محوطه کهنک بسیار متفاوت است، به طوری که اندازه حفرات از محدوده متوسط تا درشت در تغییر بوده و در نمونه‌های فوق یکنواختی در اندازه حفرات مشاهده نشده است. البته در نمونه سفال P-5 یکنواختی در اندازه حفرات مشاهده شده و اغلب حفرات با اندازه ۰/۱۱۰ تا ۰/۱۶۵ میلی‌متر، در محدوده حفرات با اندازه متوسط قرار می‌گیرند. به طور کلی، اندازه حفرات در مقاطع نازک مورد مطالعه از ۰/۱۱۰ تا ۰/۸۲۵ میلی متر (به طور متوسط ۰/۳۴۵ میلی‌متر) در تغییر است و اکثر حفرات در محدوده حفرات متوسط تا درشت طبقه‌بندی می‌شوند. در سفالینه‌های محوطه کهنک اکثر حفرات از نظر شکل به صورت نامنتظم (یا روزن) هستند و هیچ گونه جهت‌یابی خاصی نسبت به لبه‌های قطعه سفال یا ماتریکس و انکلوزیون‌های موجود در آن نشان نمی‌دهند. در برخی حفرات و فضاهای خالی پرشدگی کامل توسط کلسیت و در برخی تنها در حاشیه دیواره حفره‌ها بلورهای کلسیت مشاهده شده است.

۴. نتایج مطالعه پتروگرافی قطعات گراولی و رسوبات رودخانه‌ای مجاور محوطه باستانی کهنک

به‌منظور بررسی نحوه ارتباط ترکیب اجزاء تشکیل‌دهنده سفالینه‌های محوطه کهنک با مناطق مجاور آن، ترکیب اجزاء این رسوبات در دو محدوده مجزا مطالعه شده است: ۱) قطعات گراولی پراکنده در سطح و محیط اطراف محوطه، ۲) قطعات گراولی و رسوبات ماسه‌ای دیواره کانال رودخانه مجاور محوطه (رودخانه سلم آباد در مجاورت محوطه کهنک). بررسی میکروسکوپی ۲۰ قطعه گراولی پراکنده در سطح و اطراف محوطه و قطعات گراولی رودخانه‌ای نیز نشان می‌دهد که این قطعات از سنگ‌های آذرین ولکانیکی با ترکیب حدواسط و مافیک (برخی نمونه‌ها دگرسان شده‌اند) نظیر آندزیت، پیروکسن آندزیت، آندزیت بازالتی با بافت گلومروپورفیری و پلاژیوکلازهای با بافت غربالی، بازالت و قطعات سنگی رسوبی مثل آهک ماسه‌ای تشکیل شده‌اند (شکل ۵) که از واحدهای زمین‌شناسی اطراف منطقه مورد مطالعه مشتق شده و توسط عوامل حمل و نقل به این مکان منتقل شده‌اند. از ۲۰ قطعه گراولی مطالعه شده حدود ۱۸ گراول، قطعات سنگ‌های ولکانیکی حدواسط و مافیک (۹۰ درصد قطعات) و تنها دو قطعه از سنگ‌های رسوبی (۱۰ درصد قطعات) هستند. مشاهدات میکروسکوپی ۱۰ نمونه رسوب رودخانه‌ای، که ابتدا غربال شده و بعد برای تهیه مقطع نازک آماده شده است، نشان می‌دهد که ذرات تشکیل‌دهنده این



شکل ۴. تصاویر میکروسکوپی از انواع انکلوزیون‌های تشکیل‌دهنده سفالینه‌های مورد مطالعه، A) کوارتز تک بلور پلوتونیکی (Qm)، B) کوارتز تک بلور ولکانیکی (Qm)، C) کوارتز چند بلور دگرگونی تبلور مجدد (Qp)، D) فلدسپات ارتوکلاز (Or)، E) فلدسپات پلاژیوکلاز (Pl)، F) میکای مسکویت (Mu) و G) میکای بیوتیت (Bi)، H) خرده‌سنگ رسوبی ماسه‌سنگی (Sst)، I) خرده‌سنگ رسوبی سیلتستونی (Silt)، J) خرده‌سنگ رسوبی کربناته (Car)، K) خرده‌سنگ دگرگونی فیلیتی (MRF)، L) خرده سنگ ولکانیکی (VRF)، M) خرده سنگ ولکانیکی (VRF)، N) خرده سنگ ولکانیکی (VRF)، O) گراگ یا خرده سفال (Gr). P) کانی سنگین زیرکان (Zr)، Q) همان تصویر در نور PPL و R) کانی سنگین تیره (Op). همه تصاویر به جز تصویر Q در نور XPL عکسبرداری شده است.

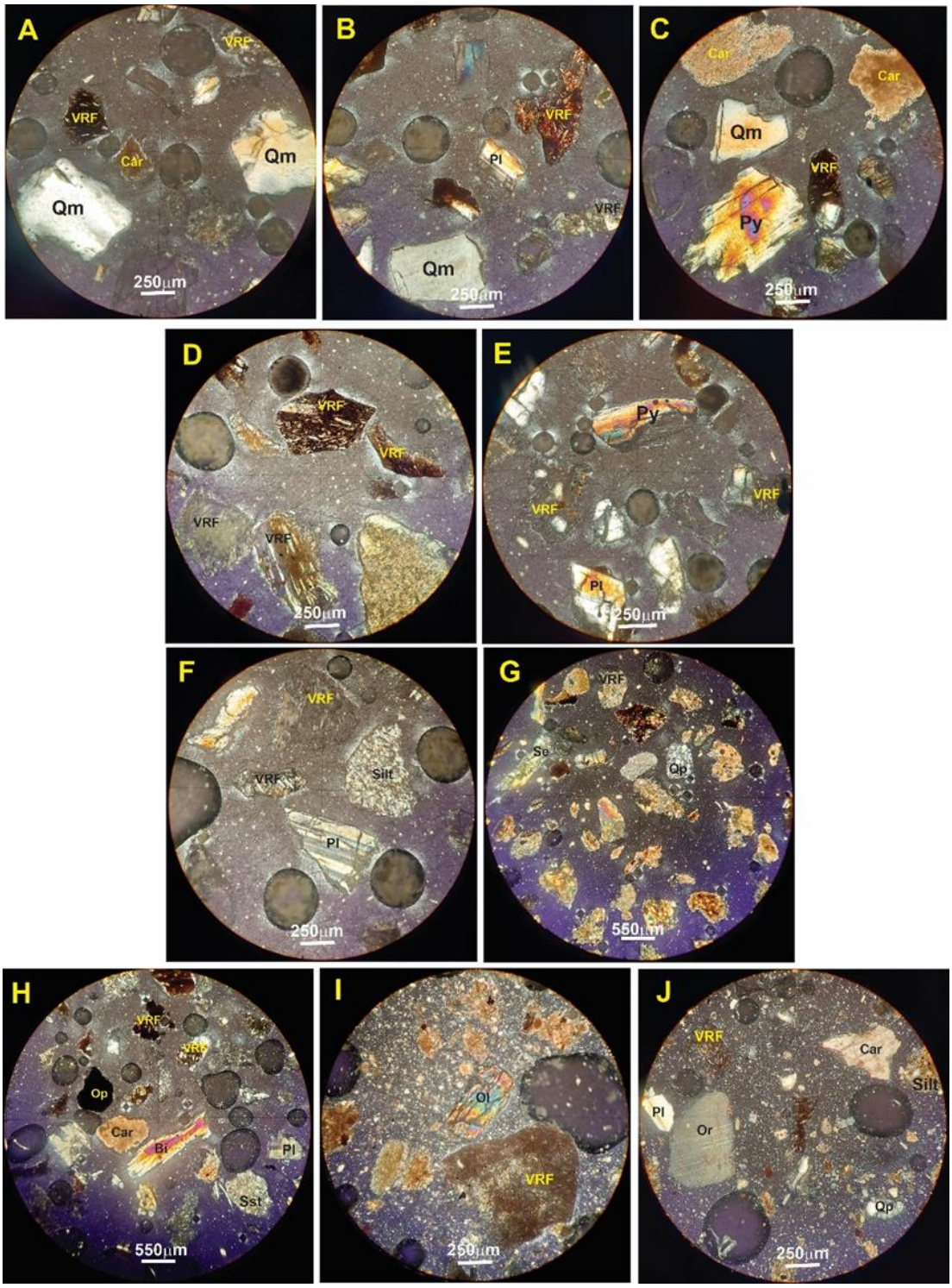


شکل ۵. تصاویر میکروسکوپی (XPL) قطعات گراولی پراکنده در اطراف محوطه و دیواره کانال رودخانه مجاور محوطه. A) سنگ ولکانیکی دگرسان شده (احتمالاً شیشه آتشفشانی) ، B) آندزیت، C) آهک ماسه‌ای همراه با خرده‌سنگ‌های ولکانیکی و دگرگونی، D) آندزیت، E) آندزیت بازالتی، F) بازالت، G) پیروکسن آندزیت با بافت گلومروپورفیری همراه با پلاژیوکلازهای با بافت غربالی، H) آندزیت با پلاژیوکلازهای با بافت غربالی، I) آندزیت.

رسوبات آواری نیز شامل کوارتز تک‌بلور ولکانیکی و پلوتونیکی، کوارتز چندبلور دگرگونی تبلور مجدد، فلدسپات پتاسیم‌دار ارتوکلاز، پلاژیوکلازهای بعضاً با بافت غربالی، خرده‌سنگ‌های آذرین ولکانیکی حدواسط و مافیک و قطعات کانی‌هایی مثل پیروکسن، الیوین و قطعات آذرین سرپانتینی‌شده، خرده‌سنگ‌های رسوبی کربناته، ماسه‌سنگی و سیلتستونی، میکاهای مسکویت و بیوتیت و کانی‌های سنگین تیره (احتمالاً مگنتیت) می‌باشند (شکل ۶). کوارتز تک‌بلور، خرده‌سنگ‌های آذرین حدواسط و ولکانیکی و فلدسپات پلاژیوکلاز در این نمونه‌ها از فراوانی بیشتری نسبت به ذرات دیگر برخوردار هستند.

۵. مقایسه پتروگرافی نمونه‌های سفالی و رسوبی محوطه مورد مطالعه با سنگ‌شناسی واحدهای زمین‌شناسی منطقه

از طریق تعیین منشأ آثار سرامیکی می‌توان به اطلاعات مهمی در زمینه آشنایی با این فرآیندهای تعاملی و پاسخ پرسش‌های عدیده در مورد جوامع گذشته، دست یافت. منشأ آثار سرامیکی را می‌توان از روی ویژگی‌های ماکروسکوپی (رهیافت‌های گونه‌شناسانه) وتحلیل‌های ترکیبی سرامیک‌ها (مطالعات پتروگرافی مقاطع نازک و ژئوشیمی کلی) تفسیر کرد. در تحلیل‌های ترکیبی سرامیک‌ها به موضوع منشأ از طریق بررسی رابطه بین خمیره سفال و محیط زمین‌شناختی پرداخته می‌شود (سین‌کویین، ۲۰۱۳). در مطالعه پتروگرافی سفالینه‌های

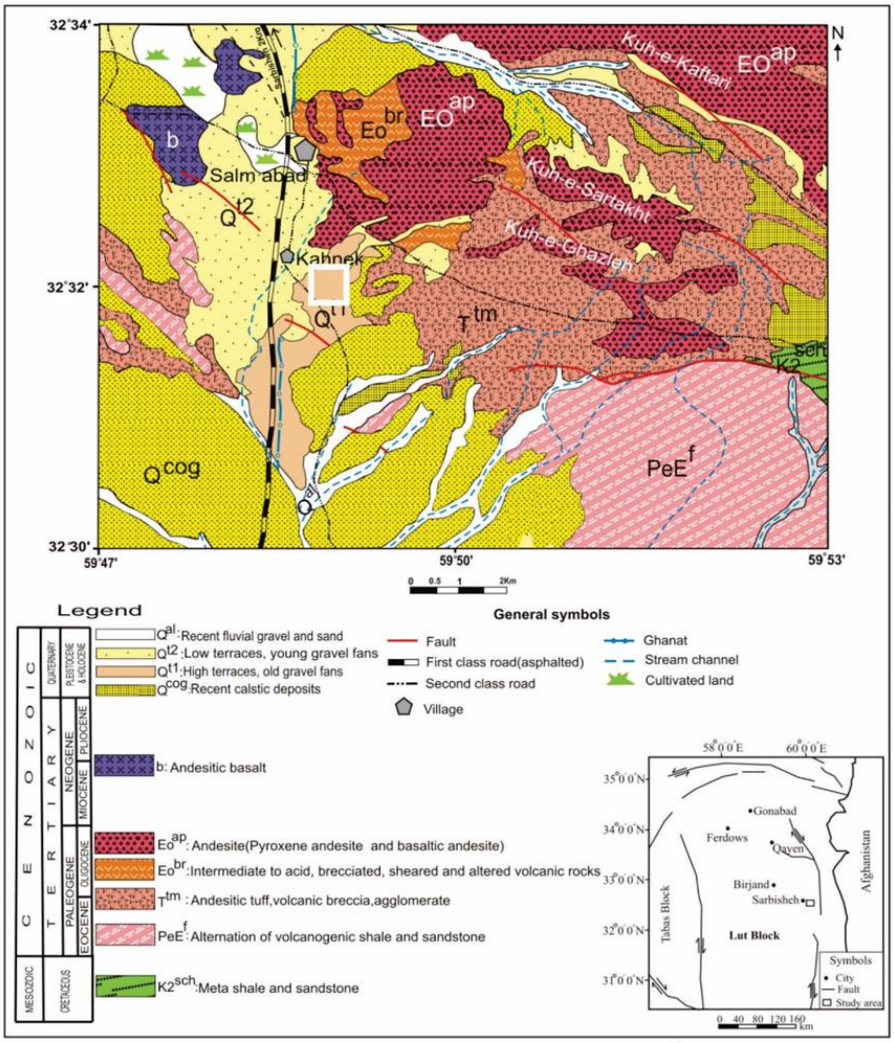


شکل ۶. تصاویر میکروسکوپی (XPL) از اجزاء تشکیل‌دهنده نمونه‌های رسوب رودخانه مجاور محوطه کهنک، این قطعات شامل کوارتز تک‌بلور (Qm)، کوارتز چندبلور (Qp)، پلاژیوکلاز (Pl)، ارتوکلاز (Or)، قطعات الیوین (Ol)، پیروکسن (Py)، خرده‌سنگ‌های ولکانیکی (VRF) و آذرین سرپانتینی شده (Se)، خرده‌سنگ‌های رسوبی ماسه‌سنگی (Sst)، سیلتستونی (Silt) و کربناته (Car)، بیوتیت (Bi) و کانی‌های سنگین تیره (Op).

محوطه باستانی کهنک نیز هدف تعیین ویژگی‌های زمین‌شناختی مصنوعات سرامیکی و ماهیت مواد خام به کار رفته در ساخت آنها است. از آنجایی که محتمل‌ترین اطلاعات مربوط به محل تولید در فابریک سرامیک‌های باستانی مورد مطالعه در کانی‌ها و انکلوزیون‌های سنگی آن نهفته است، تفسیر زمین شناسی منشأ مواد خام این سفال‌ها، از طریق شناسایی آنها صورت گرفته است. به کمک این اطلاعات می‌توان خمیره سفالینه‌های محوطه کهنک را به منابع طبیعی موجود در منطقه مورد مطالعه یا مناطق خارج از آن نسبت داد. بدین‌منظور، زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و بین ترکیب انکلوزیون‌ها و مواد افزودنی یافت شده در مقاطع میکروسکوپی مورد مطالعه و واحدهای زمین‌شناسی اطراف محوطه ارتباط برقرار شده است. از دیدگاه تقسیم‌بندی واحدهای رسوبی-ساختاری ایران، منطقه مورد مطالعه در جنوب شهرستان سربیشه، در حاشیه شرقی بلوک لوت (کریم‌پور و همکاران، ۲۰۱۲؛ ریچاردز و همکاران، ۲۰۱۲) و در حد فاصل زون زمین‌درز سیستان (کمپ و گریفیس، ۱۹۸۲؛ تیرول و همکاران، ۱۹۸۳؛ ساکانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ پانگ و همکاران، ۲۰۱۲) واقع شده است. در بخش‌های شرقی روستای سلم‌آباد، در جنوب سربیشه، رخنمون قابل‌توجهی از فعالیت‌های آتشفشانی ترشیری (ائوسن-الیگوسن تا پلیوسن) با ترکیب کلی حدواسط همراه با نهشته‌های آذرآواری مشاهده می‌شود (شکل ۷). محدوده مورد مطالعه در محدوده نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سربیشه (نظری و سلامتی، ۱۹۹۹) قرار دارد. بررسی پتروگرافی واحدهای فراوان و گسترده آتشفشانی در جنوب و جنوب‌شرق سربیشه نشان می‌دهد که این سنگ‌ها بیشتر شامل سنگ‌های آذرآواری و گدازه‌ای می‌باشند. واحدهای گدازه‌ای این مجموعه، دارای ترکیب کلی آندزیتی بوده و شامل آندزیت (پیروکسن‌آندزیت) و آندزیت‌بازالتی می‌باشند. آندزیت‌های بازالتی نسبت به آندزیت‌ها از پراکندگی کمتری در منطقه مورد مطالعه برخوردارند و بیشتر در قسمت‌های شمالی، مرکزی و غرب منطقه رخنمون دارند (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۳).

در بخش نتایج مطالعه پتروگرافی و تعیین ماهیت انکلوزیون‌های موجود در سفالینه‌های باستانی محوطه کهنک عنوان شد که این مواد افزودنی شامل کانی‌ها، قطعات سنگی و مواد مصنوعی متنوعی هستند که درصد فراوانی آنها در نمونه‌های مورد مطالعه بین ۳۵ تا ۷۶ درصد (به‌طور میانگین، ۵۱ درصد) در تغییر می‌باشد. از بین انواع انکلوزیون‌های یافت شده در مقیاس میکروسکوپی، خرده‌سنگ‌های آذرین ولکانیکی (با ترکیب حدواسط و مافیک) با میانگین فراوانی ۲۶/۷ درصد، کوارتز تک‌بلور (ولکانیکی و پلوتونیکی) با میانگین فراوانی ۱۰/۵ درصد، پلاژیوکلاز با میانگین فراوانی ۵/۱ درصد و خرده‌سنگ‌های رسوبی (بویژه ماسه‌سنگی و سیلتستونی) با فراوانی متوسط ۳/۲ درصد، فراوانترین انکلوزیون‌های شناسایی شده در سفالینه‌های باستانی مورد مطالعه هستند (شکل ۴). همانطورکه پیش‌ازاین ذکر شد، فراوانی و تنوع خرده‌سنگ‌های آذرین ولکانیکی حدواسط و مافیک در نمونه‌های سفالی فوق بالا بوده و طیفی از خرده‌سنگ‌های ولکانیکی حدواسط با ترکیب آندزیت و آندزیت بازالتی و قطعات سنگی ولکانیکی مافیک با ترکیب بازالتی به‌همراه کانی‌هایی چون الیوین، پیروکسن، هورنبلند، بیوتیت و بویژه پلاژیوکلازهای با بافت غربالی با اندازه درشت، در این نمونه‌ها قابل مشاهده است (شکل ۴). مقایسه‌ی پتروگرافی این اجزاء با سنگ‌شناسی واحدهای زمین‌شناسی اطراف محدوده مورد مطالعه تشابه انکلوزیون‌های فوق به واحدهای سنگی اطراف محوطه باستانی کهنک را اثبات می‌کند. فراوانی واحدهای سنگی آذرین آتشفشانی (بویژه با ترکیب حدواسط) به سن ترشیری در اطراف محدوده مورد مطالعه نسبت به واحدهای سنگی رسوبی و دگرگونی، با فراوانی انواع انکلوزیون‌های یافت شده در سفالینه‌های مورد بحث کاملا مطابقت دارد. ترکیب سنگ‌های آذرین آتشفشانی حدواسط اطراف منطقه مورد مطالعه برطبق مطالعات پتروگرافی این واحدها توسط گودرزی و همکاران (۱۳۹۳) آندزیتی (پیروکسن‌آندزیت) و آندزیت‌بازالتی است که با داشتن بافت پورفیری- میکرولیتی، میکرولیتی- شیشه‌ای و گاهی گلومروپورفیری مشخص شده و حاوی فنوکریست‌هایی چون پلاژیوکلاز (با بافت غربالی، منطقه‌بندی و خوردگی خلیجی)، پیروکسن اوژیت و الیوین می‌باشند (شکل ۸). فراوانی خرده‌سنگ‌های آذرین ولکانیکی آندزیتی، آندزیت‌بازالتی و بازالتی در انکلوزیون‌های موجود در قطعات سفالی مورد مطالعه به‌خوبی با ترکیب سنگ‌های آذرین فوق مطابقت دارد. علاوه‌براین، فراوانی کوارتزهای تک‌بلور بویژه کوارتز ولکانیکی، بلورهای پلاژیوکلاز بویژه پلاژیوکلازهای با بافت غربالی و حضور کانی‌هایی نظیر پیروکسن، الیوین، هورنبلند و بیوتیت اشتقاق این انکلوزیون‌ها را از هوازدگی و فرسایش سنگ‌های آذرین اطراف محدوده مورد مطالعه تقویت می‌کند. به‌علاوه، نوع خرده‌سنگ‌های رسوبی یافت شده (بویژه خرده‌سنگ‌های ماسه‌سنگی و سیلتستونی) نیز با واحدهای رسوبی اطراف منطقه تشابه دارد.

بررسی و مقایسه‌ی نتایج مطالعه پتروگرافی قطعات گراولی و رسوبات رودخانه‌ای مجاور محوطه باستانی کهنک با واحدهای زمین‌شناسی اطراف این محدوده (شکل‌های ۵ و ۶) نیز به‌وضوح تشابه و مشتق‌شدن اجزاء تشکیل‌دهنده خاک، رسوبات و قطعات گراولی فوق را از

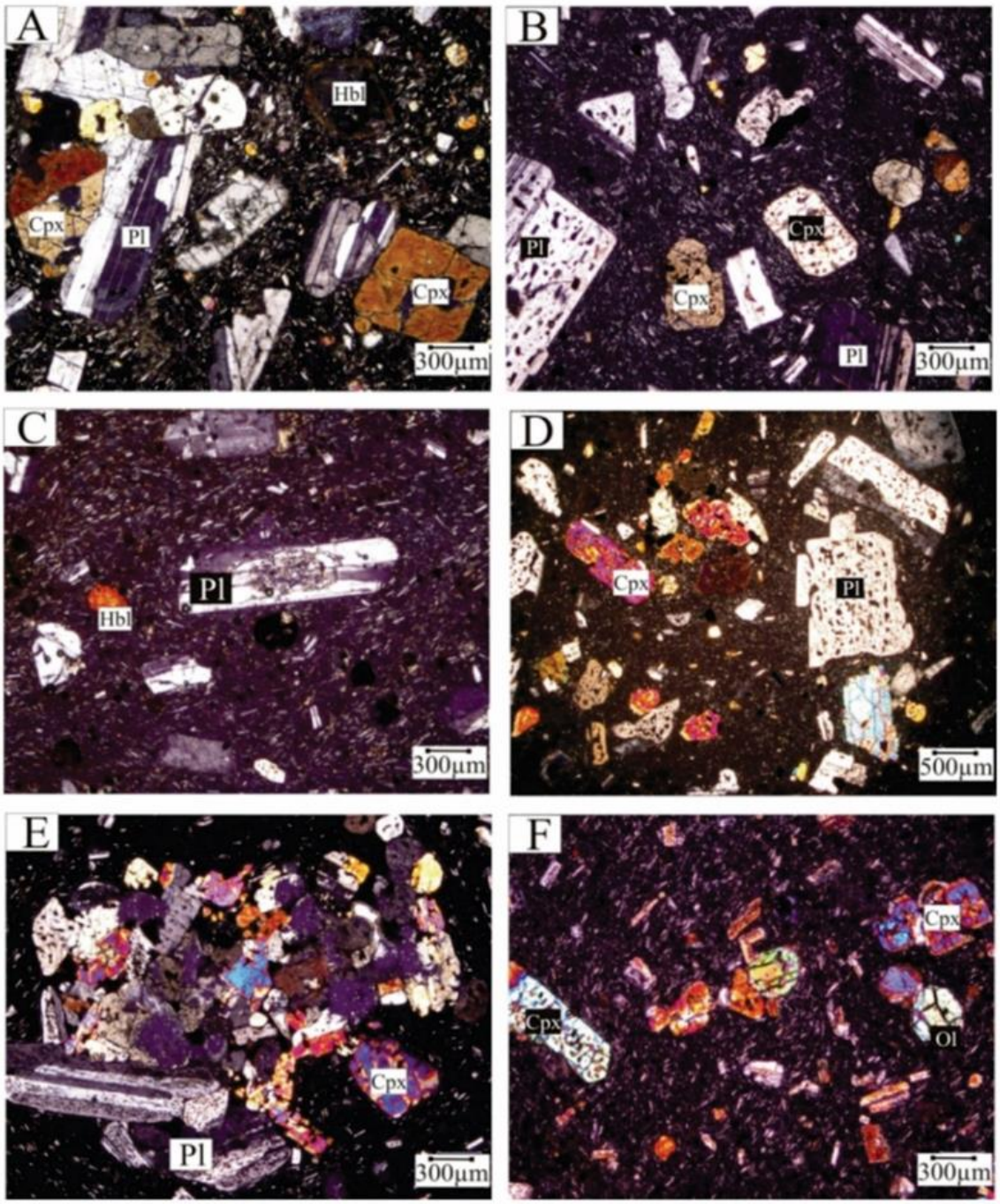


شکل ۷. نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه در جنوب سربیشه (برگرفته از گودرزی و همکاران، ۱۳۹۳). موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه ساده بلوک لوت با علامت مستطیل نشان داده شده است. موقعیت محوطه باستانی کهنک نیز با مربع سفیدرنگ مشخص شده است.

هوازدگی و فرسایش واحدهای سنگی اطراف محوطه نشان می‌دهد. علاوه‌براین، در مقیاس میکروسکوپی بین انواع قطعات و اجزاء رسوبی یافت شده، بویژه در نمونه‌های گراولی و رسوبات رودخانه‌ای مجاور محوطه و نیز نمونه‌های خاک سطح محوطه و انواع انکلوزیون‌های یافت شده در سفالینه‌های باستانی مورد مطالعه نیز تشابه ترکیب وجود دارد. بنابراین، اجزاء تشکیل‌دهنده خاک رس و مواد افزودنی مورد استفاده در ساخت سفالینه‌های محوطه باستانی کهنک، از هوازدگی و فرسایش واحدهای سنگی اطراف محوطه بوده است. باتوجه‌به نتایج منشأیابی پتروگرافی بنظر می‌رسد سفالینه‌های باستانی فوق در همین محل تولید شده و از جای دیگر به این مکان انتقال نیافته‌اند. به‌عبارتی، سفالینه‌های مورد بحث بومی و محلی بوده و توسط فرآیندهای فرهنگی چون تجارت، مبادله، مهاجرت و تغییر مکان به این محل منتقل نشده‌اند.

۶. نتیجه‌گیری

ارتباط علوم زمین‌شناسی و باستان‌شناسی (علم زمین‌باستان‌شناسی) قدمتی دیرینه داشته و به اوایل قرن نوزدهم میلادی بر می‌گردد. در پژوهش حاضر، از مطالعه پتروگرافی رسوبی جهت بررسی ماهیت مواد سازنده نمونه‌های سفالی باستانی محوطه کهنک و تعیین منشأ این



شکل ۸. تصاویر میکروسکوپی از آندزیت‌های منطقه مورد مطالعه (نور XPL). A) بافت پورفیری با زمینه میکرولیتی، B) بافت‌های غیرتعادلی نظیر بافت غربالی در پلاژیوکلازها و حضور کلینوپیروکسن‌های شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار، C) بافت پورفیری با زمینه میکرولیتی شیشه‌ای، هورنبلندهای نیمه‌شکل‌دار و دگرسانی بخش مرکزی پلاژیوکلاز به کربنات، D) بافت غربالی در پلاژیوکلاز و فراوانی پیروکسن در پیروکسن آندزیت‌ها، E) تجمعات پلاژیوکلاز و پیروکسن و تشکیل بافت گلومروپورفیری در پیروکسن آندزیت‌ها، F) الیوین ریزبلور به‌همراه کلینوپیروکسن در آندزیت‌های بازالتی (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۳).

قطعات بهره گرفته شده است. محوطه باستانی کهنک در فاصله ۵۰ متری روستای کهنک، ۷۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان بیرجند و ۵ کیلومتری جنوب شهرستان سربیشه در استان خراسان جنوبی واقع شده است. بخش عمده خمیره یا فابریک سفالینه‌های باستانی محوطه کهنک از سه جزء اصلی ماتریکس رسی، انکلوزیون‌ها یا مواد افزودنی و حفره‌ها تشکیل شده است. فراوانی ماتریکس رسی در نمونه‌های مورد مطالعه از ۱۶ تا ۴۸ درصد و رنگ آن از قرمز نارنجی تا قرمز قهوه‌ای در تغییر است. مواد افزودنی یا انکلوزیون‌های سفالینه‌های باستانی مورد مطالعه شامل انواع کوارتزهای تک‌بلور و چندبلور، فلدسپات‌های پلاژیوکلاز و ارتوکلاز، خرده‌های سنگی شامل قطعات آذرین ولکانیکی حدواسط و مافیک، خرده‌سنگ‌های رسوبی (ماسه‌سنگی، سیلتستونی و کربناته)، خرده‌سنگ‌های دگرگونی، میکا (مسکویت و بیوتیت)، کانی‌های سنگین (زیرکان) و تیره (احتمالاً مگنتیت) و قطعات سفالی خردشده یا گراگ است. فراوانی انکلوزیون‌ها در نمونه‌های فوق بین ۳۵ تا ۷۶ درصد و اندازه آنها بین ۵۵ تا ۳۸۵۰ میکرون در تغییر است. در مقاطع نازک مورد مطالعه منافذ با فراوانی ۸ تا ۱۷ درصد مشاهده شده و بر اساس معیارهای موجود از نظر شکل و اندازه طبقه‌بندی شده‌اند. مطالعه پتروگرافی و صحرایی واحدهای زمین شناسی اطراف محدوده مورد مطالعه مؤید فراوانی انواع سنگ‌های آذرین آتشفشانی و حدواسط (بویژه آندزیت و آندزیت-بازالتی) و سنگ‌های رسوبی (ماسه‌سنگی و شیلی) و به مقدار کمتر سنگ‌های دگرگونی در این منطقه است. بررسی ترکیب پتروگرافی این سنگ‌ها (بویژه سنگ‌های آذرین) و مقایسه ترکیب و اجزاء تشکیل‌دهنده آنها با انکلوزیون‌های سفالینه‌های محوطه کهنک، تشابه ماهیت مواد سازنده سفال با واحدهای زمین‌شناسی اطراف محوطه را اثبات می‌کند. علاوه‌براین، هماهنگی و تطابق ترکیب انکلوزیون‌های سفالی فوق با ترکیب قطعات گراولی و رسوبات رودخانه‌ای اطراف محوطه، که خود حاصل هوازدگی و فرسایش واحدهای زمین‌شناسی اطراف محدوده مورد مطالعه می‌باشند، اشتقاق این انکلوزیون‌ها از واحدهای سنگی همین منطقه را تأیید می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، سفالینه‌های مورد بحث در محل ساخته شده و توسط فرآیندهای فرهنگی نظیر تجارت، مهاجرت، مبادله و ... به این مکان انتقال نیافته‌اند.

۷. منابع

[1] محمد فرجامی، علی اصغر محمودی‌نسب، ۱۳۹۹. فصل دوم کاوش باستان‌شناختی محوطه گبری مود B سربیشه، بیرجند، آرشیو اداره کل میراث فرهنگی، صنایع-دستی و گردشگری استان خراسان‌جنوبی.

[2] معصومه گودرزی، سید سعید محمدی، محمد حسین زرین کوب، ۱۳۹۳. سنگ شناسی، ژئوشیمی و جایگاه زمین ساختی سنگهای آتشفشانی ترشیری سلم آباد (جنوب شرق سربیشه)، شرق ایران، مجله زمین شناسی اقتصادی، ۶ (۲)، ۲۱۷- ۲۳۴.

[3] Camp, V.E., Griffis, R, 1982. Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in the Sistan suture zone, eastern Iran. Lithos, 15(3), 221-239.

[4] Flugel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application. Springer-Verlag, Berlin, 976 p.

[5] Ghilardi, M., 2021. Geoarchaeology: Where Geosciences Meet the Humanities to Reconstruct Past Human–Environment Interactions. An Application to the Coastal Areas of the Largest Mediterranean Islands. Applied Sciences, 11, 4480.

[6] Karimpour, M.H., Malekzadeh Shafaroudi, A., Farmer, G.L. and Stern, C.R, 2012. Petrogenesis of granitoids, U-Pb Zircon geochronology, Sr-Nd isotopic characteristics and important occurrence of Tertiary mineralization within the Lut block, eastern Iran. Journal of Economic Geology, 4(1), 1-27. (In Persian).

[7] Nazari, H., Salamati, R., 1999. Geological map of Sarbisheh, scale1:100000. Geological survey of Iran.

[8] Pang, K.N., Chung, S.L., Zarrinkoub, M.H., Mohammadi, S.S., Yang, H.M., Chu, C.H., Lee, H.Y., Lo, C.H., 2012. Age, geochemical characteristics and petrogenesis of Late Cenozoic intraplate alkali basalts in the Lut–Sistan region, eastern Iran. Chemical Geology, 306-307, 40–53.

[9] Richards, J.P., Spell, T., Rameh, E., Razique, A., Fletcher T., 2012. High Sr/Y Magmas Reflect Arc Maturity,High Magmatic Water Content, and Porphyry Cu ± Mo ± Au Potential:Examples from the Tethyan Arcs of Central and Eastern Iran and Western Pakistan. Economic Geology, 107(2), 295–332.

[10] Saccani, E., Delavari, M., Beccaluva, L., Amini, S., 2010. Petrological and geochemical constraints on the origin of the Nehbandan ophiolitic complex (eastern Iran): Implication for the evolution of the Sistan Ocean. Lithos, 117(1-4), 209–228.

[11] Sean Quinn, P., 2013. Ceramic Petrography: The Interpretation of Archaeological Pottery and Related Artefacts in Thin Section. Archaeopress, Oxford, 260 p (translated into Persian by Razani, M. and Afshari Nezhad, H.).

[12] Tirrul, R., Bell, I.R., Griffis, R.J., Camp, V.E., 1983. The Sistan suture zone of eastern iran. Geological Society of America Bulletin, 94(1), 134-156.