

## مطالعه و بررسی منشأ و ساختار سفال‌های اشکانی (کلینکی) در منطقه‌ی زاگرس مرکزی براساس شیوه‌های آزمایشگاهی (XRF, EDX, XRD, FT-IR)

حسام‌الدین شهیدی همدانی

دانشجوی دکتری باستان‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

علی اصغر میرفتاح\*

عضو هیأت علمی مرکز آموزش عالی میراث فرهنگی

ali.mirfattah@yahoo.com

بابک ژاله

استاد گروه فیزیک دانشگاه بوعلی سینا

شناسه‌ی دیجیتال (DOI): 10.22084/nbsh.2018.11975.1519  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۱۰  
(از ص ۱۲۵ تا ۱۴۰)

### چکیده

سفال کلینکی نوعی خلاقیت و نوآوری بومی و محلی اشکانیان در منطقه‌ی غرب ایران است که در دوران میانه (از حدود ۱۵۰ ق.م. تا پایان سده‌ی اول ق.م.) ظهور کرد و به مرور زمان به مناطق دیگر گسترش یافت. در این مقاله به کمک پژوهش‌های میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای و همچنین بررسی برخی از مخازن میراث فرهنگی استان‌های کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، کردستان و زنجان با مطالعه‌ی بیش از دویست تکه سفال کلینکی به دست آمده از سی‌وشش محوطه‌ی اشکانی، سی‌وشش تکه سفال که دارای شرایط مطلوب جهت آزمایش‌های مورد نظر با حوزه‌ی پراکنش مناسب در حوزه‌ی فرهنگی زاگرس مرکزی بود، انتخاب گردید. نیاز به پژوهشی جامع در این بخش و استفاده از جامعه‌ی آماری گسترده، از داشته‌های موجود، جهت جمع‌بندی و بسط موضوع مورد بحث و همچنین جواب به سؤالات و فرضیات باستان‌شناسی از قبیل این‌که آیا سفال‌های کلینکی دارای منشأ یکسانی از جهت جنس و پردازش‌اند؟ و آیا تکنولوژی تولید (فن‌شناسی) این‌گونه سفال، در همه‌ی مناطق یافت‌شده به یک صورت است؟ لازم و ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو، سعی گردیده در این تحقیق با انجام بررسی‌های، آزمایشگاهی و تجزیه‌عنصری این سفال‌ها به شیوه‌های آزمایشگاهی (FT-IR, XRF, XRD, EDX) برای استخراج اطلاعات جدید و مدارک قابل تفسیر، استفاده گردد. از تمامی آزمایش‌های صورت‌گرفته به این نتیجه می‌رسیم که تکنولوژی تولید سفال کلینکی در منطقه یکسان بوده و اختلاف جزئی مربوط به شرایط کوره و مواد خام تولیدی است. دمای پخت سفال‌ها مناسب بوده و پیش‌بینی می‌شود که در حدود ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد به بالا و در محیط احیاء صورت گرفته باشد. خاک مورد استفاده در ساخت سفال، مرغوب بوده و با توجه به فراوانی سنگ‌های آذرین نفوذی و دگرگونی در گستره‌ی جغرافیایی مورد مطالعه، و بررسی کانی‌های رُسی، قسمت عمده‌ی منشأ خاک استفاده شده در سفال‌های کلینکی از زون سندنج-سیرجان تشخیص داده شد.

**کلیدواژگان:** سفال کلینکی، زاگرس مرکزی، XRF, XRD, EDX, FT-IR.

## مقدمه

یکی از دوره‌های مهم در باستان‌شناسی دوران تاریخی ایران، دوره‌ی اشکانی (پارتی) است. این دوره را به علت کمبود مدارک، یکی از تاریک‌ترین دوران از نظر مطالعات باستان‌شناسی قلمداد می‌کنند. هم‌چنان‌که می‌دانیم تا اواسط قرن بیستم، بخش اعظم تاریخ، هنر و تمدن اشکانی برای جهانیان ناشناخته بود (بیوار، ۱۳۶۸: ۱۲۳).

مورخان و جغرافی‌دانان عهد قدیم، نام پارتی‌ها را مأخوذ از اسم قبیله‌ی پارنی (پرنی) که تیره‌ای از قوم سکایی داهه بودند، ذکر می‌کنند (دیاکونف، ۱۳۴۴: ۳۹). شاهنشاهی اشکانی (۲۴۷ ق.م. تا ۲۲۴ م.) که با نام امپراتوری پارت‌ها نیز شناخته می‌شود، یکی از قدرت‌های سیاسی و فرهنگی ایرانی در ایران زمین بود، که ۴۷۱ سال بر قسمت اعظم غرب آسیا حکومت کرد (Waters: 1974, p424). پرنی‌ها احتمالاً در آغاز سده‌ی سوم قبل از میلاد به سرزمین پارت مهاجرت کردند و در اواسط همان سده به رهبری ارشک، حاکمیت آن سرزمین را به دست آوردند (محمدی‌فر، ۱۳۸۷: ۱۹).

ژوزف ولسکی تاریخ پارت را به سه دوره تقسیم می‌کند: مرحله‌ی اول، که بنیان‌گذاری دولت پارت را شامل می‌شود (۲۳۸-۱۷۱ ق.م.). مرحله‌ی دوم، که به علت نبود منابع تاریخی چندان درست شناخته نشده و در عین حال شکوفاترین دوران پارت‌ها بوده (۱۷۱ ق.م. حدود ۵۱ م.)؛ و مرحله‌ی سوم، یعنی مرحله‌ی متأخر پارت (۲۷۷-۵۱ م.) که در مجموع این دوران را دوره‌ی زوال سلسله‌ی اشکانی می‌دانند. در اواخر دوره‌ی اشکانی با وجود هرج و مرج داخلی و تهدید شدید روم از خارج، یک بار دیگر، برای تاج و تخت دو مدعی پیدا شد؛ بلاش پنجم (حدود ۲۰۷-۲۲۷) و اردوان پنجم (۲۲۶-۲۲۴ تا ۲۱۳) و هر دو به ضرب سکه پرداختند. تا این‌که سرانجام در سال ۲۲۲ اردوان به تنهایی قدرت را به چنگ آورد؛ اما دیگر خیلی دیر شده بود. در طول مبارزه‌ی ارشک‌ها با یکدیگر، اردشیر شاهزاده‌ی ساسانی به پادشاهی پارس رسیده و پیوسته قدرت خود را افزایش داده و به حدی رسانده بود که توانست با سرور خود مبارزه کند و او را سرنگون سازد (هرمان، ۱۳۸۷: ۸۴).

با مطالعه‌ی سفال می‌توان جوامع گذشته را از جنبه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و هنری مورد بررسی قرار داد. سفال به جهت تولید فراوان و مداوم، همیشه با دگرگونی‌ها و نوآوری‌ها در شکل و نقش همراه بوده است؛ دگرگونی‌هایی که بخشی از آن بر اثر تطور و رشد درونی فرهنگ در طول زمان به وجود می‌آید و بخش دیگر به علت پیوندهای فرهنگی و اقتصادی با جوامع دور و نزدیک پدیدار می‌شود. از سوی دیگر، سفال به دلایل گوناگون از جمله تولیدی و وارداتی بودن و کاربرد آن در حمل و نقل کالاهای تجاری، بهترین محمل فرهنگی در شناخت اقوام و جوامع به شمار می‌آید و برای مطالعه‌ی میان واحدهای مختلف یک فرهنگ منطقه‌ای از یک سو و فرهنگ‌های منطقه‌ای دیگر، اهمیت بسیار زیادی دارد؛ اهمیتی که مشابه آن برای هیچ‌گونه‌ی فرهنگی دیگر متصور نیست.

پهناوری شاهنشاهی اشکانی و گوناگونی سنت‌های مردم آن، که در شیوه‌ها و سنت‌های محلی سفالگری تبلور یافته است، سبب شکل‌گیری سبک‌های خاصی در مناطق تحت حکومت اشکانی شده است. چنان‌که محققانی از جمله ارنی هرینگ، باتوجه به سفال‌های این دوره، سرزمین ایران را به نُه منطقه تقسیم کرده‌اند. سفال کلینکی از

شاخصه‌های منطقه دو است، که موضوع این پژوهش می‌باشد. سفال کلینکی (Clinky Ware / Cinnamon Ware) برای اولین بار توسط کایلریانگ (Young, 1966: pp232-233) و دیوید استروناخ (Stronach, 1969: p19) شناسایی و نام‌گذاری شد. سفال‌های کلینکی در دوره‌ی اشکانی میانی در جنوب غرب ایران متداول و جانشین سفال منقوش اشکانی گردیده است (هرینگ، ۱۳۷۶: ۵۰). دوران اشکانی در غرب ایران نیز با ظهور سفال کلینکی مشخص شده است (نیکنای و همکاران، ۱۳۸۵). به نظر می‌رسد که سفال‌های کلینکی نوعی خلایقیت و نوآوری بومی و محلی منطقه‌ی غرب ایران بوده و به مرور زمان به مناطق دیگر گسترش یافته، که از سال ۱۵۰-۱۷۰ ق.م. تا اواخر قرن دوم میلادی (۲۵۰ م.) کاربری و رواج داشته است. وجه تسمیه‌ی این نوع سفال، آن است که وقتی قطعات آن را به هم می‌زنند جلنگ جلنگ صدای می‌کند (هرمان، ۱۳۸۷: ۶۰).

برای استخراج اطلاعات جدید و مدارک قابل تفسیر باید از شیوه‌های نوین و روش‌های علمی استفاده نمود. از آنجا که داده‌ها، فقط حاوی اطلاعاتی درباره‌ی اثر است و نمی‌توان آن‌ها را به خودی خود مدارک باستان‌شناختی تمام‌شمار قلمداد کرد؛ بنابراین هر داده زمانی به مدرک بدل می‌شود که در چهارچوبی مشخص بررسی شود. این مدارک تابع متغیرهایی چند، از جمله شرایط اقلیمی می‌باشند.

با توجه به توضیحات بالا، سفال کلینکی به عنوان سفال شاخص غرب و جنوب غربی ایران، انتخاب گردید تا با انجام بررسی‌های مختلف میدانی و آزمایشگاهی، از جمله تجزیه‌ی شیمیایی و عنصری که یکی از روش‌های مطمئن به منظور شناخت عناصر و میزان آن در مواد باستان‌شناختی همانند: سفال، شیشه، اشیاء فلزی و غیره است، صورت گیرد (Ramli, 2011: 25). در این تحقیق از آنالیز دستگاهی پراش اشعه‌ی ایکس (XRD)، فلورسینس اشعه‌ی ایکس (XRF)، طیف سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDX) و بیناب‌نمایی (FT-IR) استفاده شد و از تجزیه و تحلیل داده‌ها، جهت شناسایی کمی و کیفی عناصر تشکیل دهنده و مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر، و ادغام آن با دیدگاه‌های نظری در حوزه‌ی تحقیقات باستان‌شناسی، سعی گردید به سؤالات و فرضیات این دوره، درباره‌ی منشاء، ساختار و حوزه‌ی پراکنش این نوع سفال در زاگرس مرکزی پاسخ‌هایی علمی داده شود.

### پیشینه‌ی تحقیق

در بحث مطالعات نظری و میدانی جهت شناسایی سفال‌های کلینکی حوزه‌ی زاگرس مرکزی تحقیقاتی چند صورت گرفته، اکثر بررسی‌های انجام شده فاقد مطالعات آزمایشگاهی بوده و از آنجا که این‌گونه سفال یکی از شاخص‌های دوران میانی حکومت اشکانی است، سمت و سوی این تحقیقات بیشتر جنبه‌ی تطبیقی و مقایسه‌ای دارد. در این مجال به طور مثال، چند نمونه از بررسی‌های باستان‌شناختی در محوطه‌های آن‌ها به وجود سفال کلینکی اشاره شده است، ارائه می‌گردد. فصل اول بررسی و شناسایی و مستندسازی شهرستان کوه‌دشت (علی‌سجادی، ۱۳۸۳) در محوطه‌های سُرخ‌دم لری، تپه گمیر مالمیر، چیا بل چم‌کبود، تپه بردگلو، چقاپور، چیاخندق؛ بررسی و شناسایی و

مستندسازی شهرستان خرم‌آباد بخش پاپی (مهدور، ۱۳۸۵) در محوطه‌های گورستان پیش‌آلی، تپه پزکو، تپه کنگرینه، تپه حق‌سور، پرک، دول زینل‌مرده، بونگلان بالایی، تپه سرچک، محوطه گاره، گردکو؛ بررسی و مستندسازی آثار باستانی شهرستان الشتر (داوودی، ۱۳۸۵) در محوطه تپه گل‌زرد، تپه قبرستان کردآباد سفلی، تپه چیاچی‌جو، تپه قبرستان پیری‌جد، تپه گون‌کاور، تپه رووا، تپه اولادعلی، تپه قبرستان قاسم، تپه چال، محوطه دره‌ماران، تپه پاچیاتبلیه، تپه پرچین‌کاو، ژیرری، تپه سیل‌حق‌علی، محوطه کلوشل، تپه سرقرستان هرباخ، تپه چیاقرعلی، تپه ماهور، محوطه قلبی، تپه کلک‌واژون‌در، تپه پاچیا ربی‌آباد؛ فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان دهلران (مترجم و محمدی‌فر، ۱۳۸۲) در محوطه‌های تپه نزدیک تپه‌رمان، و تپه‌رمان؛ فصل دوم بررسی و شناسایی شهرستان آبدانان (مظاهری، ۱۳۸۵ الف) در محوطه‌های گرزنگر، شهرورکمره، تپه سیاه‌گاو، تپه سبزه‌حمام، تپه طاق‌مغوی؛ بررسی و شناسایی باستان‌شناسی دره‌ی سیمره (مظاهری، ۱۳۸۵ ب) در محوطه‌های تپه یارآباد، تپه نقاره، تپه مالگه، انبار قدیم، هومان، چهارطاقی چمن‌مشت، چوبینه، تپه آق‌احسن؛ در بررسی و شناسایی باستان‌شناسی آثار تاریخی و فرهنگی شهرستان ایلام حوزه‌ی چوار (محمودیان، ۱۳۸۹) در محوطه‌های بان‌سول، محوطه‌ی سیدعیسی، محوطه‌ی آوه‌زا، وروادگاه، مجموعه‌ی مورت، محوطه‌ی چگا؛ در بررسی و شناسایی شهرستان قروه (بهنیا، ۱۳۸۸) محوطه‌های تپه امامزاده، ده‌کهنه سیلاب، هوارنشین، چال قشلاق، تپه قلعه‌چزنی، کانی‌زرزره، محوطه‌ی مری‌ویس، تپه قت، تپه حسین‌آباد؛ بررسی و شناسایی و مستندسازی آثار باستانی شهرستان کامیاران بخش مرکزی (نوری، ۱۳۸۹) در محوطه‌های تپه دست‌نثار، تپه حصیل‌رش، تپه پشت‌آوایی، تپه کوناچاله‌که، تپه برآوایی؛ در بررسی و شناسایی و مستندسازی آثار باستانی بخش نمشیر شهرستان بانه (نصرالهی، ۱۳۸۷) در محوطه‌های تپه گردی‌کاولان، تپه قلعه یعقوب‌آباد، ده‌کهنه، تپه گردی‌سیاحومه کهنه، محوطه دشتی‌گلی، محوطه آینان، کانی‌دروی، تپه گردی‌میرزال، نمشیر کهنه، توه‌رشی؛ فصل اول باستان‌شناسی شهرستان طارم علیا (نجفی، ۱۳۸۵) در محوطه‌های گورقلعه، بالا کول‌سر، بیوک‌یال؛ بررسی و شناسایی باستان‌شناختی خدابنده (زارعی و سیدیزدی، ۱۳۸۷) در محوطه‌های تپه قره‌قاتلوخ، آدی‌غیبی، کلوک‌تپه، اسران‌لی تپه، ملا یعقوب، تپه قربان؛ فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی حوزه‌ی آبریز ابهررود (عالی، ۱۳۸۳) محوطه‌های کافرقلعه، مزار دره‌سی، آق‌بولاغ، اردوبازار؛ فصل دوم بررسی و شناسایی باستان‌شناسی حوزه‌ی آبریز ابهررود (عالی، ۱۳۸۵) در محوطه‌های کوه سنگر، گوللر تپه‌سی، نصیرآباد، کت تپه‌سی، تپه علی‌آباد، غریب‌علی تپه، قلا، کت‌یری، نورتپه، محمدقلی کریز، دوز‌داشه، فرخ‌چنار؛ فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان خدابنده (مافی، ۱۳۸۷) در محوطه‌های قلعه‌یری، کول‌یری، بانو کرده‌سی، تپه امام کهریز، تپه نمک‌بولاغی؛ فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان ایچرد (میرفتاح، ۱۳۸۷) در محوطه‌های نخوز، تاس تپه ۱ و ۲، کاروانسرا، تپه تات‌باغی، تپه کچل‌مورجالیخ، تپه سها، هاچا، قره‌لان، جمجمه، آرایال، چولرخی، گلابر، کومز، سروان، قنبرلک، گزل؛ بررسی و شناسایی باستان‌شناختی فاز ۳ شهرستان زنجان (علیزاده، ۱۳۸۷) در محوطه‌های جنگ‌یری، مرتضی‌یری، خرابه چورلانقوش، چاناخ‌بولاغ؛ بررسی باستان‌شناختی دهستان درود

فرمان شهرستان کرمانشاه (رضایی‌نیا، ۱۳۸۸) در محوطه‌های تپه سلیمانیه، سواخان، کل‌وس، ده‌کبود، زاغه، حاجی‌آباد، قبرستان شاه‌ملکی، رحیم‌آباد ۳، چیمان، قلعه کهنه، هفت چشمه، مرنگ‌پینه، کلگه، کلک، میرزاکوسه، گیج‌آب، دره‌حاجی، جاباغ، تپه بان قورستان، قبرستان قمشه، خزینه، زل‌کو؛ همچنین در بررسی‌های باستان‌شناسی صورت گرفته می‌توان به مقاله‌های «ساختارشناسی سفال جلینگی براساس مطالعات آرکتومتری (نوغانی و امامی، ۱۳۹۰) و «مطالعه ترکیب سفال کلینکی دوره‌ی اشکانی منطقه‌ی همدان با استفاده از سه روش PIXE, XRF, XRD با هدف میزان تشابه و تمایز» (محمدی‌فرو و عرب، ۱۳۹۲) نیز اشاره کرد که به صورت تخصصی و به کمک آزمایشات دستگاهی انجام گرفته‌اند. با توجه به انتخاب حوزه‌ی پراکنش گسترده‌تر در مقاله‌ی پیش‌رو، بررسی انجام شده می‌تواند مکمل تحقیقات پیشین و پاسخ‌گوی برخی سؤالات باستان‌شناختی در حوزه‌ی زاگرس مرکزی باشد.

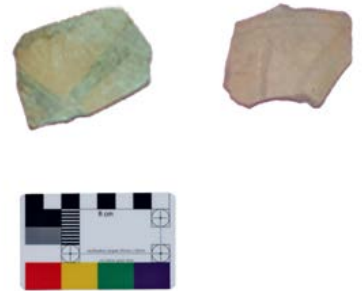
### سفال کلینکی

کاوش‌ها در نوشیجان، همدان، کنگاور، بیستون، قلعه‌یزدگرد، تخت سلیمان و خورهه، اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی سفال این دوره‌ی اشکانی در اختیار ما قرار می‌دهند (Haer-inck & Boucharlat, 1991: 304).

هرینگ در تقسیم‌بندی خود از سفال اشکانی به پنج گونه‌ی سفال ظریف در این دوره اشاره می‌کند که عبارتند از: سفال کلینکی، سفال منقوش، سفال سبک اردبیل، سفال مثلثی و سفال لکه‌دار (Adachi, 2005: 27-30). سفال کلینکی در گذشته «دارچینی» نامیده می‌شد؛ پس از آن، اولین بار واژه‌ی «کلینکی» را «کایلریانگ» و پس از آن «دیوید استروناخ» شناسایی و به کار بردند. شاموت آن‌ها به دلیل پخت خوب معمولاً قابل شناسایی نیست، اما اغلب ذرات مواد معدنی و گاه خرده‌های آهک ریز را می‌توان تشخیص داد. بافت سفال محکم و محل شکستگی تکه‌ی سفال‌ها صاف و هموار و دارای خط‌های مستقیم است. مغز خمیره به رنگ خاکستری و خاکستری تیره است که به طرف سطح رنگ آن به نارنجی، خاکستری قهوه‌ای یا قهوه‌ای تغییر می‌یابد و بدنه حالت ساندویچی پیدا می‌کند. در برخی ظروف ظریف، رنگ بدنه یکنواخت است. رنگ بدنه به رنگ‌های مختلف نارنجی تا قهوه‌ای خاکستری یا قهوه‌ای است. به‌طور کلی لبه‌ها دارای اثر چرخش یا اثر صیقل با چوب می‌باشند که شیارهای آن قابل مشاهده است. در این بررسی علاوه بر سفال کلینکی با تزئینات نقش‌کنده، سفال کلینکی داغ‌دار نیز مشاهده شد (شکل ۱).

دو گونه‌ی سفال شاخص دوره‌ی اشکانی که مختص سده‌ی دوم قبل از میلاد به بعد می‌باشد، در غرب ایران رایج می‌گردد که اولین آن عبارت است از سفال کلینکی؛ به گفته‌ی هرینگ سفال جلینگی شاخص دوره‌ی اشکانی در غرب ایران است. این سفال در گستره‌ای وسیع از سلوکیه (غربی‌ترین نقطه) تا قومس (شرقی‌ترین مکان) رواج داشته است. شکلی از سفال جلینگی وجود دارد که در بررسی‌های نواحی کوهستانی جنوب خرم‌آباد در بسیاری از محوطه‌های اشکانی به دست آمده است؛ سفال مذکور کاسه‌ای کم‌عمق با لبه‌ی انحنادار (خمیده به درون) است که یک شکل شاخص سفال جلینگی است. این شکل نیز یادآور شکل‌هایی است که در سایر بخش‌هایی که نفوذ فرهنگی

ایران نیز دیده می‌شود به کرات یافت شده است (Wogel & Sang, 1985: 164). سفال کلینکی، احتمالاً در سده‌ی سوم میلادی از رواج افتاده است. محدوده‌ی گسترش سفال کلینکی از غرب روی مسیر قصرشیرین (تپه عظیم، قلعه یزدگرد)، مراغه (قلعه گوجر)؛ در سمت جنوب در شاه‌آباد تا دره‌ی هلیلان و منطقه‌ی بروجرد (قلعه نو و باغ‌نور) و الیگودرز (تپه ازنا)؛ از شرق تا حدود خورده و از سمت شمال تا حدود میانه (قلعه ضحاک) و تا زنجان قرار گرفته است (هرینگ، ۱۳۷۶: ۱۱۵)، (نقشه ۱). از جمله فرم‌ها و اشکال این‌گونه سفال می‌توان به پیاله‌ها و کاسه با لبه‌های ضخیم برگشته به طرف خارج، ظروف با بدنه‌ی کشتی، ظروف پخت (دیزی، کوزه، خمره، آبخوری، قمقمه‌ی خارج، مسافرتی) اشاره کرد (هرینگ، ۱۳۷۶: ۱۱۷)، (شکل ۲). با توجه به کاوش‌های قلعه یزدگرد می‌توان گفت که در دوره‌ی متأخر هم در غرب ایران سفال کلینکی رواج داشته است (همان: ۱۲۱). معیار شناسایی بررسی‌های یانگ، گاف، لوین، سوئینی، پدر مورتسن، کلایس و هاول در منطقه‌ی غرب، سفال کلینکی بوده است. احتمالاً شروع ساخت سفال کلینکی و سفال لعاب‌دار از حدود اواخر دوره‌ی اولیه‌ی اشکانی در این منطقه بوده است (همان: ۱۱۱).

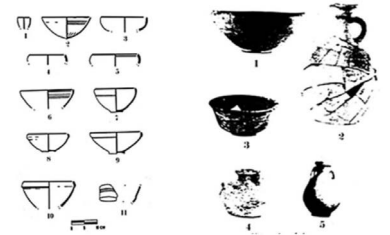


▲ شکل ۱. سفال‌های مورد مطالعه (نگارندگان، ۱۳۹۳).

### منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه، دقیقاً منطبق با زون زمین‌شناسی سنندج-سیرجان و زون زاگرس رورانده و مناطق بین این دو زون است.

**زون سنندج-سیرجان:** در جنوب و جنوب غربی ایران مرکزی و شمال و شمال شرقی زون زاگرس واقع شده است و درست هم روند با آن می‌باشد. از ویژگی‌های اصلی این زون، وجود حجم بالایی از سنگ‌های ماگمایی و دگرگونی -چه دگرگونی ناحیه‌ای و چه دگرگونی مجاورتی- است.



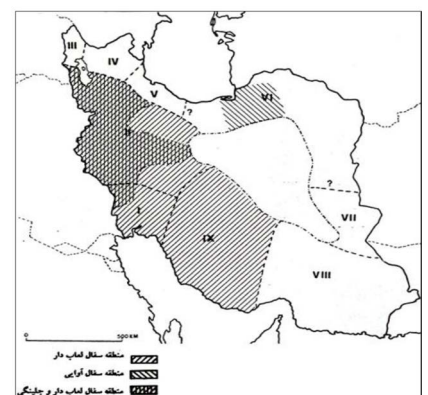
▲ شکل ۲. سفال کلینکی دوره‌ی میانه و متأخر غرب ایران (هرینگ، ۱۳۷۶: ۱۱۸).

ناحیه‌ی سنندج-سیرجان به‌عنوان پرتکاپوترین پهنه‌ی ساختاری در ایران بخشی از کوه‌زاد زاگرس و سامانه‌ی کوه‌زاد آلپ-همیالیاست که در اثر همگرایی میان بخش شمالی گندوانا با بلوک‌های سیمرین و جنوب اوراسیا شکل گرفته است (Berberian & King, 1981; Sengor, 1990; Alavi, 1996; Brunet et al., 2009).

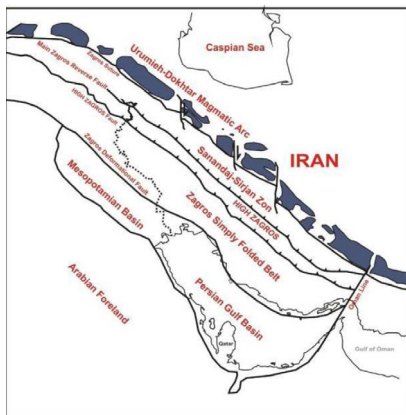
از سنگ‌های دگرگونی این منطقه می‌توان به آمفیبولیت، گنیس، کیانیت و شیست اشاره کرد. از مهم‌ترین فعالیت‌های ماگماتیسم این منطقه می‌توان به توده‌های نفوذی اسیدی بروجرد، همدان، سامن اشاره کرد که سنگ‌های آذرین آن سرشار از فلدسپات‌های سدیک (آلبیت) است (Sheikholeslami, 2002: 15).

**زون زاگرس:** همان‌طور که در نقشه ۲ مشاهده می‌شود، زون زاگرس درست از جنوب غرب زون سنندج-سیرجان رد شده و هم‌روند با هم می‌باشند. این دو زون در کنار هم و بسیار نزدیک به هم هستند. زون زاگرس خود به سه قسمت، دشت خوزستان، زاگرس چین‌خورده و زاگرس رورانده تقسیم می‌شود.

نوار چین‌خورده‌ی زاگرس، به تدریج در سمت شمال شرق به یک منطقه‌ی رورانده منتهی می‌شود و در نتیجه زونی به شدت خرد شده و گسل خوره پدید می‌آید که به صورت نوار باریک و کم‌عرضی (۱۰ تا ۷۰ کیلومتر)، بین زون سنندج-سیرجان و زاگرس چین‌خورده



▲ نقشه ۱. گسترش سفال لعاب‌دار و کلینکی (هرینگ، ۱۳۷۶: ۲۶۱).



▲ نقشه ۲. ایالت‌های ژئوتکتونیکی مهم پلیت غربی (راست) و زون‌های مختلف ساختاری-رسوبی حوزه‌ی زاگرس (شلف غربی)، (Alavi, 2004; Bahroudi & Talbot, 2003).

قرار دارد و چون مرتفع‌ترین کوه‌های زاگرس را نیز شامل می‌شود، به نام «زاگرس مرتفع» خوانده شده است، ولی به دلیل خردشدگی و رورانندگی شدید، به نام «زون خرد شده»، «زون رورانده»، منطقه نیز نامیده می‌شود. افیولیت‌های غرب ایران نیز در امتداد همین زون قابل تعقیب‌اند.

زون مزبور، عمیق‌ترین قسمت فرورفتگی زاگرس را طی دوران مزوزوئیک و اوایل ترشیاری تشکیل می‌دهد (Stöcklin, 1968)، و در لایه‌های کرتاسه‌ی بالای آن، افیولیت و در رسوبات پلیوسن آن، رسوبات تخریبی از نوع فلیش به چشم می‌خورد. وجود افیولیت و سنگ‌های تخریبی مذکور، نشانه‌ی حرکات مهمی در کرتاسه‌ی بالا-پلیوسن است که در منطقه‌ی رورانده رخ داده و سبب بالا آمدن زمین، چین خوردگی و تخریب شده است (James & Wynd, 1965).

فرانک هول؛ جغرافیایار تعیین‌کننده‌ی محیط طبیعی محوطه‌های باستانی غرب ایران می‌داند و آن را به چهار بخش تقسیم می‌کند. دشت‌های پست، منطقه‌ی آذربایجان، دره‌های زاگرس مرکزی و دشت‌های میان‌کوهی جنوب زاگرس در فارس. منطقه‌ی سوم تقسیم‌بندی هول، در واقع منطقه‌ی مورد بحث در این مقاله است. هول در رابطه با گستره‌ی منطقه‌ی سوم اظهار می‌دارد: منطقه‌ی زاگرس مرکزی در برگیرنده‌ی ناحیه‌ای در طول جاده‌ی خراسان یا شاهراه بزرگ است که مسیر طبیعی بغداد به همدان به شمار می‌آید (هول، ۱۳۸۱: ۵۱). در یک جمع‌بندی کلی می‌توان مناطق شرقی و مرکزی استان کرمانشاه (از طاق‌گرا تا کنگاور)، استان ایلام (سواى بخش پست نواحی غربی و جنوبی آن که به دهلران و شمال غرب خوزستان می‌پیوندد)، استان لرستان، شرقی‌ترین بخش استان مرکزی، بخش اعظم استان همدان (سواى بخش کوچک شمال شرقی آن) و نیمه‌ی جنوبی استان کردستان را در محدوده‌ی زاگرس مرکزی قرار داد (نقشه ۳).

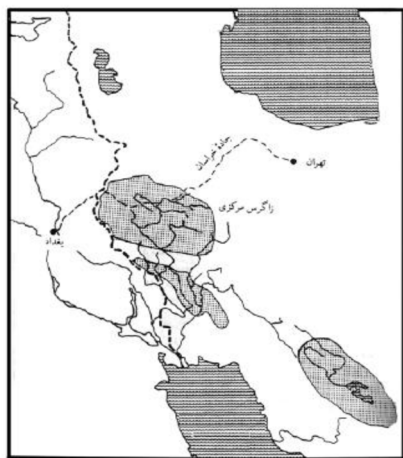
تعداد سی‌وشش محوطه طبق جدول (شماره‌ی ۱) برای این تحقیق انتخاب گردید که در انتخاب محوطه‌های ذیل، جهت انجام آزمایشات مورد نظر، مناسب بودن داده و حوزه‌ی پراکنش مناسب در اولویت پژوهش قرار داشت (نقشه ۴).

## آزمایشات صورت گرفته

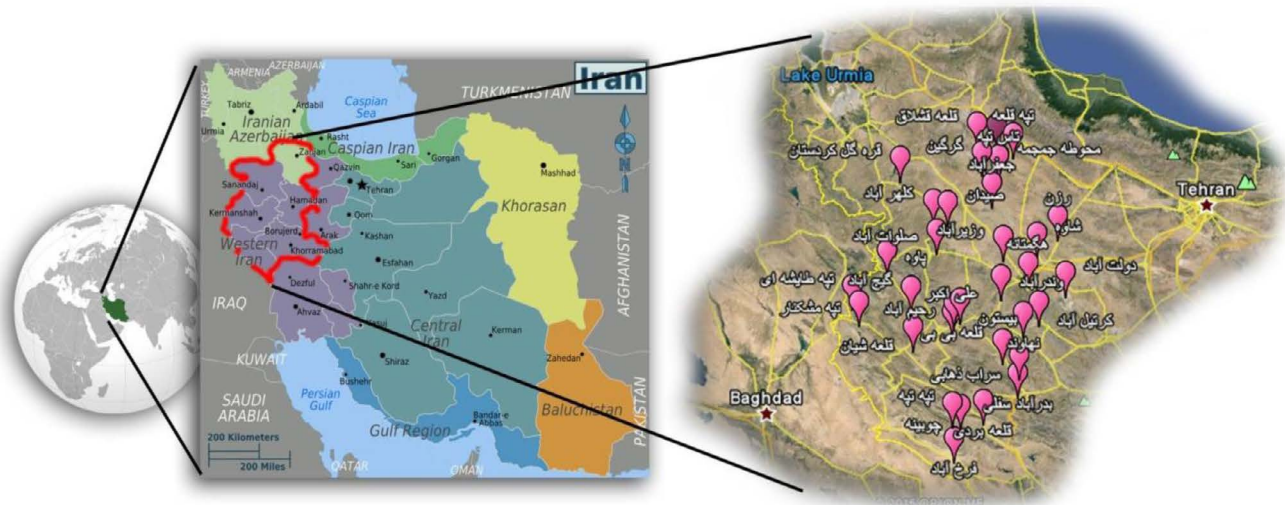
### آنالیز XRD

دستگاه استفاده شده در این تحقیق ساخت شرکت SEifert آلمان مدل Single Crystal 3003 SC واقع در دانشگاه علوم تحقیقات تهران بوده است. این دستگاه به بلور گرافیت مجهز است؛ طول موج پرتو ایکس، ۱/۵۴۲ انگستروم است.

هم‌چنین در این آنالیز برای شناسایی کانی‌های رُسی داده‌های موجود، ابتدا نمونه‌ها جهت حذف کانی‌های کربناته به ظرف حاوی اسید رقیق وارد شدند. اسید مورد استفاده، اسید استیک رقیق به جای اسید کلریدریک می‌باشد؛ چراکه اسید کلریدریک هرچند ضعیف می‌تواند به ساختار رُس‌ها آسیب وارد نماید. برای این کار یک قسمت اسید استیک با چهار قسمت آب مقطر مخلوط شده و به مدت یک شبانه‌روز نمونه‌ها در آن قرار داده شد. سپس نمونه‌ها از داخل ظرف اسید، با سانتریفیوژ جدا شدند. از آنجا که آزمایشات FT-IR مشخص کرد که نمونه‌ها حاوی مواد ارگانیک است، لازم گردید که با مقداری آب اکسیژنه



▲ نقشه ۳. محدوده‌ی زاگرس مرکزی بر روی نقشه (نگارنده، ۱۳۹۴).



▲ نقشه ۴. محدوده‌ی جغرافیایی مورد بررسی (نگارندگان، ۱۳۹۴).

سه درصد، تمام این مواد از نمونه‌ها جدا گردند. پس از شستشوی کامل، نمونه‌ها وارد ظرفی شده و به آن‌ها آب مقطر اضافه گردید تا سطح مواد را کامل بپوشاند. ظرف حاوی رُس را به خوبی هم‌زده و حدود بیست ثانیه در دستگاه التراسنیک قرار گرفت. معمولاً رُس‌ها به دلیل وجود بار الکتریکی به یکدیگر چسبیده و خیلی زود ته‌نشین می‌شوند. لازم است قبل از هم‌زدن مقداری معلق‌کننده مانند هگزامتاسفات سدیم به نمونه اضافه گردد تا این اثر خنثی شود (این میزان نبایستی بیش از نیم درصد وزن مخلوط رُس و آب باشد). مطابق با قانون رسوب‌گذاری استوکس در دمای آب بیست درجه، پس از طی زمان چهار ساعت و شش دقیقه، مواد پنج سانتی‌متر بالای ظرف را که پیش‌تر علامت‌زده شده بود، توسط یک سرنگ جدا گردید؛ این قسمت حاوی رُس می‌باشد. رُس‌های جدا شده به دو قسمت تقسیم و در داخل دو بشر ریخته شد. به یکی از ظرف‌ها کلرید منیزیم یک نرمال و به ظرف دیگر کلرید پتاسیم یک نرمال اضافه شد. پس از گذشت دوازده ساعت، نمونه‌ها با آب مقطر و سانتریفیوژ به خوبی شسته شده و هر یک بر روی یک لام قرار گرفت تا خشک شوند. لام اشباع شده با کلرید منیزیم به عنوان پلاک نرمال و لام دیگر به عنوان پلاک اشباع با پتاسیم نام‌گذاری شد. پس از خشک شدن نمونه‌ها وارد دستگاه XRD شده و طیف‌گیری صورت گرفت. الگوی پراش نمونه‌ها در محدوده  $2\theta$  از  $3^\circ$  تا  $6^\circ$  و با سرعت پیمایش  $2^\circ/\text{min}$  ثبت شده است. لام اشباع شده با منیزیم در داخل دسیکاتور که حاوی اتیلن‌گلیکول است در دمای حدود شصت درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از طی زمان چهارالی پنج ساعت طیف‌گیری سوم انجام شد. لام اشباع شده با پتاسیم نیز به مدت دو ساعت در دمای پانصد و سی درجه‌ی سانتی‌گراد در داخل کوره قرار گرفت، و پس از سرد شدن طیف چهارم نیز تهیه گردید.

در جدول (شماره‌ی ۲) به‌طور نمونه، آنالیز XRD از سفال شماره‌ی KE-014-BI که توسط نرم‌افزار دستگاه تحلیل گشته، ارائه گردید. همان‌طور که مشاهده می‌شود الگوی پراش نمونه در کنار جدول ارائه شده است.

از بررسی‌های کمی و کیفی به‌شیوه‌ی XRD بر روی سی‌وشش تکه‌ی سفال کانی‌های رُسی که شامل کوارتز  $\text{SiO}_2$ ، آلبیت  $(\text{Na, Ca})(\text{Si, Al})_4\text{O}_8$ ، ژلنیت  $\text{Ca}_2\text{A}_{12}\text{SiO}_7$ ، موسکوویت  $\text{KA}_{12}\text{Si}_3\text{A}_1\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ، تالک  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  و الباقی مواد، که به‌صورت



جدول ۱. مشخصات داده‌ها و محوطه‌های مورد بررسی (نگارنده، ۱۳۹۴).

ردیف	کد قطعه	استان	شهرستان-بخش	نام محوطه	GPS
1	Ha-001-KA	همدان	ملایر-سامن	کرتیل آباد-تپه زغالی	"lat=34.3104937742, lon=48.6469772278"
2	Ha-002-KA	همدان	همدان	هگمتانه	"lat=34.8054528573, lon=48.5175150978"
3	Ha-003-NA	همدان	نهادوند	نهادوند	"lat=34.1888034808, lon=48.3776887852"
4	Ha-004-VE	همدان	اسدآباد	وندراآباد	"lat=34.6605297061, lon=48.0843917495"
5	Ha-005-RA	همدان	رزن	رزن	"lat=35.3765923567, lon=49.0188886759"
6	Ha-006-DO	همدان	کبودرآهنگ	شاوه	"lat=35.1717529108, lon=48.6770042451"
7	Ha-007-DO	همدان	همدان	دولت آباد	"lat=34.660299, lon=49.084558"
8	KE-008-TA	کرمانشاه	سرپل ذهاب	تپه تایشه ای	"lat=34.6120220092, lon=45.7822598582"
9	KE-009-MA	کرمانشاه	سرپل ذهاب	تپه مشکنار	"lat=34.4049790796, lon=45.8770190254"
10	KE-010-RA	کرمانشاه	بیستون	رحیم آباد	"lat=34.3438535922, lon=47.3357242469"
11	KE-011-GH	کرمانشاه	کرمانشاه	قره سو	"lat=34.2367953152, lon=47.3070120243"
12	KE-012-Pa	کرمانشاه	پاوه	پاوه	"lat=35.040106111, lon=46.3373192847"
13	KE-013-GI	کرمانشاه	کرمانشاه	تپه گیج آب	"lat=34.5689277087, lon=46.689529343"
14	KE-014-BI	کرمانشاه	بیستون	بیستون	"lat=34.3919480014, lon=47.4373687419"
15	KE-015-GI	کرمانشاه	اسلام آباد غرب	قلعه شیان	"lat=34.066836, lon=46.697642"
16	LO-016-PO	لرستان	پل دختر	تپه قلعه بردی	"lat=33.1002279801, lon=47.7236514969"
17	LO-017-AL	لرستان	الشتر	تپه قلابی بی	"lat=33.8548997367, lon=48.0581251325"
18	LO-018-BA	لرستان	خرم آباد	بدرآباد سفلی	"lat=33.423928438, lon=48.2664925359"
19	LO-019-RO	لرستان	خرم آباد	تپه ریاط ذهابی	"lat=33.6470052667, lon=48.3014262823"
20	LO-015-PO	لرستان	پل دختر	تپه قلعه بردی	"lat=33.1002279801, lon=47.7236514969"
21	Ko-21-SA	کردستان	بیجار	تپه سراب	"lat=36.2333657006, lon=47.8832061318"
22	Ko-22-VA	کردستان	قروه	وزیرآباد	"lat=35.1519144015, lon=48.1486055194"
23	Ko-23-KA	کردستان	دیواندره	کلهرآباد	lat=35.6542907016, lon=47.0854406104
24	Ko-24-SE	کردستان	سنندج	صیدان	"lat=35.6241638128, lon=47.3089757668"
25	Ko-25-GH	کردستان	سقز	قره گل	"lat=36.1239.15, lon=46.35*26.39"
26	Ko-19-PO	کردستان	بیجار	روستای جعفرآباد-پشت قلعه	"lat=35.8354509225, lon=48.0149508367"
27	Ko-20-KA	کردستان	سنندج	صلوات آباد	"lat=35.2755010544, lon=47.1203354683"
28	ZA-28-GA	زنجان	ماه نشان	قلعه قشلاق	"lat=36.6025980607, lon=47.831144746"
29	ZA-29-GA	زنجان	ایچرود	گلبر	"lat=36.1756643865, lon=48.1453249291"
30	ZA-61-IN	زنجان	خدابنده	تپه قلعه	"lat=36.4436775596, lon=48.3918636141"
31	ZA-23-IN	زنجان	خدابنده	تپه قلعه	"lat=36.4436775596, lon=48.3918636141"
32	ZA-24-BO	زنجان	زنجان	بوغداکندی	"lat=36.5754285063, lon=48.1456606956"
33	EL-25-SE	ایلام	دره شهر	چوبینه	"lat=33.0512, lon=47.37165"
34	EL-24-SE	ایلام	دره شهر	اتپه تپه	lat=33.08985, lon=47.24935
35	EL-27-SE	ایلام	دهلران	فرخ آباد	"lat=32.6380368442, lon=47.2551357891"
36	EL-26-SE	ایلام	دره شهر	اتپه تپه	lat=33.08985, lon=47.24935

آمورف بود، شناسایی شد (شکل ۶). هم‌چنین از تخریب و دگرسانی موسکویت کانی رُسی ایلیت به وجود می‌آید، که در این آزمایش مشاهده شد. اکثر کانی‌های مشاهده شده، مانند ژلینیت و تالک منشأ دگرگونی مجاورتی دارند. ترکیب کانی‌شناسی سفال‌ها نشان داد که ژلینیت ( $Ca_2A_{12}SiO_7$ ) از کانی‌های جدید تشکیل یافته است. الگوی پراش اشعه‌ی ایکس نشان داد که بعد از فرایند عملیات حرارتی به مدت دوازده ساعت در دمای ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد فاز ژلینیت حاصل می‌گردد.

### آنالیز EDX

EDX روشی برای مشخص کردن ترکیب عنصری یک نمونه یا بخشی از یک نمونه است. EDX به تنهایی به کار نمی رود، بلکه سیستمی است که به همراه میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM بوده و در حقیقت بخشی از این میکروسکوپ به شمار می رود. دستگاه استفاده شده در این تحقیق ساخت کمپانی TSCAN کشور چک واقع در دانشگاه کردستان می باشد.

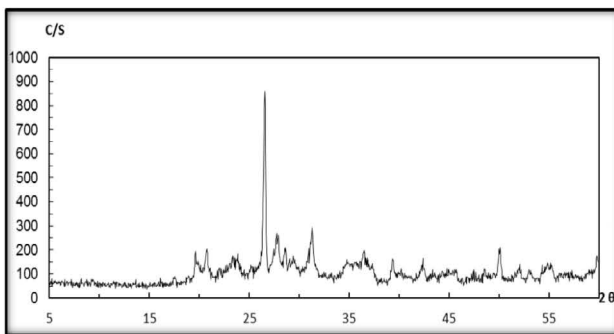
از آزمایشات صورت گرفته مشخص گردید که عناصر سیلیس و اکسیژن و آلومینیوم بیشترین حجم از مواد تشکیل دهنده‌ی نمونه‌ها است. وجود عنصر اکسیژن به صورت ترکیب با عناصر موجود قابل تفسیر است. عناصر کربن، کلسیم و آهن نیز در آزمایش‌های صورت گرفته قابل مشاهده است (شکل ۷). در شکل ۶ نتایج حاصل بر روی دوازده نمونه‌ی سفال آورده شده است.

با توجه به آزمایشات EDX بر روی نمونه‌ها و مشاهده‌ی تغییرات ناچیز در عناصر، مشخص گردید که ترکیب به کار رفته در خاک این گونه‌ی سفال یک دست بوده و وضعیت ظاهری این گونه سفال تحت تأثیر تکنیک پخت آن است.

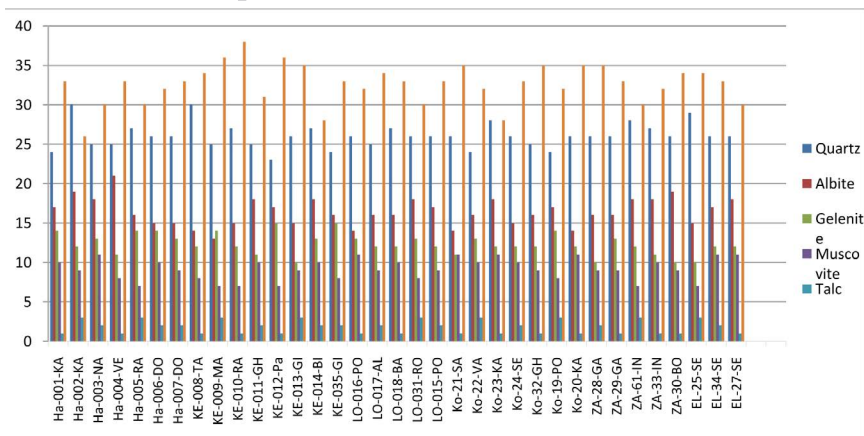
### آنالیز XRF

طیف سنجی فلورسانس اشعه‌ی ایکس (XRF) روش نیمه کمی است که به طور گسترده‌ای برای اندازه‌گیری ترکیب عنصری مواد به کار می رود (Milazzo, 1998: 351). دستگاه XRF کاربرد وسیعی در بسیاری از علوم دارد و امروزه به علت پیشرفت‌های شگرف در این زمینه

جدول ۲. خلاصه‌ی کمی عناصر تشکیل دهنده در سفال شماره‌ی KE-014-BI به همراه الگوی پراش آن (صورت گرفته در آزمایشگاه کانساران بینالود به سفارش نگارندگان، ۱۳۹۴). ▼



Phase(s)	Phase(s)
Quartz (33-1161) = 27 % SiO2	Amorphouse = 28 %
Albite (09-0457) = 18 % (Na,Ca)(Si,Al)4O8	Talc (19-0770) = 2 % Mg3Si4O10(OH)2
Gehlenite (35-0755) = 13 % Ca2Al2SiO7	
Muscovite - illite (26-0911) = 10 % KAl2Si3AlO10(OH)2	



شکل ۶. نتیجه‌ی آنالیز XRD برای شناسایی کانی‌های رُسی از ۳۶ نمونه (صورت گرفته در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران به سفارش نگارندگان، ۱۳۹۴). ◀

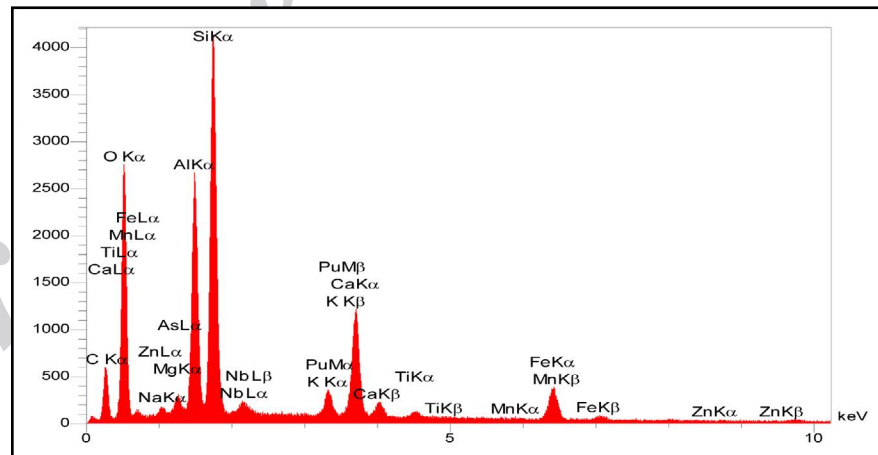
به صورت یکی از وسایل ضروری در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی درآمده است. دستگاه به کار گرفته شده در این آزمایش، ساخت کمپانی PHILIPS مدل PW1480 واقع در شرکت کانساران بینالود مشهود می‌باشد. با سرعت عمل بسیار زیاد قادر است عناصر بسیاری را به صورت کیفی و کمی مورد آنالیز قرار دهد. از آنجا که عموماً نمونه برداری از آثار بدون آسیب رساندن به جلوه‌های بصری اثر مقدور نیست، این تکنیک تنها روش غیر تخریبی آنالیز است (Papadopoulou, 2007: 745).

بر اساس مطالعات آنالیز XRF، ترکیبات  $\text{SiO}_2$ ،  $\text{CaO}$ ،  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ،  $\text{MgO}$  به ترتیب فراوان ترین اجزای تشکیل دهنده‌ی داده‌های موجوداند (جدول ۳). مقادیر این اکسیدها با ترکیب کانی شناسی به دست آمده سازگاری نشان می‌دهد؛ به عنوان مثال مقدار  $\text{MgO}$  با حضور تالک بین کانی‌های فرعی سازگاری دارد. هم‌چنین مقدار  $\text{Al}_2\text{O}_3$  و  $\text{K}_2\text{O}$  را می‌توان به وجود کانی‌هایی مانند ارتوکلاز، موسکویت و ایلیت در داده‌ها ربط داد. مقدار  $\text{CaO}$  و  $\text{MgO}$  حضور کربنات‌ها را اثبات می‌کند. وجود  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  علاوه بر نقش گداز آور بودن در ایجاد رنگ قرمز لایه‌ی سطحی سفال نیز مؤثر است. با وجود این  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  تنها عامل مؤثر برای رنگ سفال‌ها نیست، بلکه اجزای دیگری از قبیل  $\text{CaO}$ ،  $\text{TiO}_2$ ،  $\text{MnO}$ ،  $\text{MgO}$  می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای رنگ سفال پخته شده را تغییر دهد.

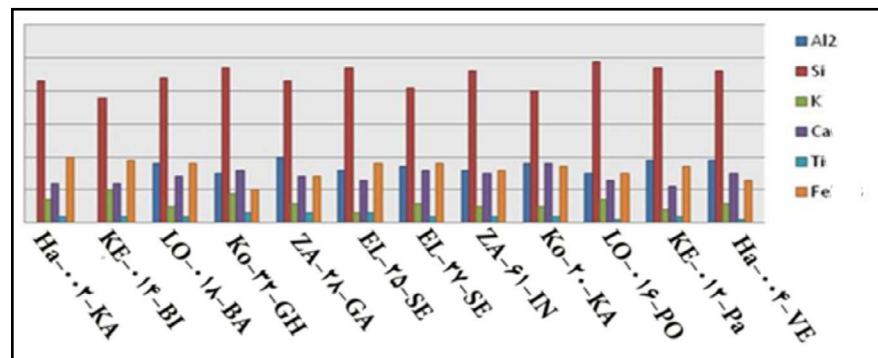
## آنالیز FT-IR

دستگاه به کار گرفته شده در این آزمایش واقع در آزمایشگاه دانشکده شیمی دانشگاه

► شکل ۷. طیف EDAX نمونه‌ی Ha-002-KA (صورت گرفته در آزمایشگاه دانشگاه سنندج به سفارش نگارندگان، ۱۳۹۴).



► شکل ۸. نتیجه‌ی آنالیز EDAX بر روی ۱۲ نمونه (صورت گرفته در آزمایشگاه دانشگاه سنندج به سفارش نگارندگان، ۱۳۹۴).



جدول ۳. آنالیز عناصر تشکیل دهنده سفال‌های مورد بررسی به شیوهی XRF در ۱۲ نمونه (صورت گرفته در آزمایشگاه کانساران بینالود به سفارش نگارندگان، ۱۳۹۴).

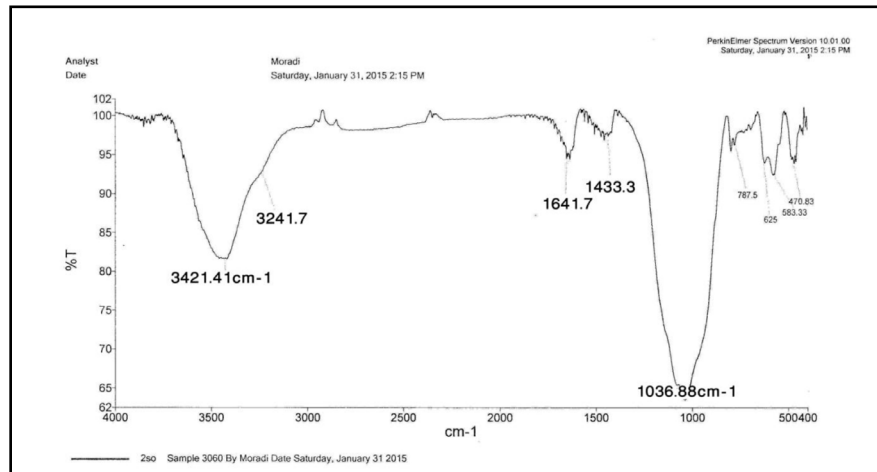
Fe2O3	TiO2	CaO	K2O	SiO2	Al2O3	نمونه
20.43	2.2	12.1	7.8	43.84	16.54	Ha-002-KA
19.654	2.57	12.8	10.8	38.89	19.76	KE-014-BI
18.88	2.8	14.34	5.57	44.2	18.58	LO-018-BA
10.1	3.86	16.5	9.45	47.67	15.56	Ko-32-GH
14.789	3.54	14.2	6.6	43.67	20.3	ZA-28-GA
18.67	3.344	13.5	3.21	47.12	16.9	EL-25-SE
18.67	2.89	16.53	6.78	41.5	17.88	EL-27-SE
16.56	2.9	15.24	5.54	46.45	16.78	ZA-61-IN
17.56	2.76	18.57	5.12	40.567	18.56	Ko-20-KA
15.65	1.8	13.23	7.7	49.23	15.34	LO-016-PO
17.123	2.68	11.23	4.34	47.2	19.5	KE-012-Pa
13.3	1.92	15.12	6.57	46.23	19.4	Ha-004-VE

بوعلی سینا مدل TENSOR 27 ساخت کشور آلمان، کمپانی (Bruker) می باشد. اساس کار دستگاه FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) در روش مادون قرمز ارتعاش پیوندها بررسی می شود که در اثر تغییر طول پیوند و یا زاویه ی پیوند در مولکول ها صورت می گیرد. ارتعاش مولکول هایی با ممان دو قطبی دائمی ایجاد میدان الکتریکی متغیر بر حسب زمان کرده و موجب تأثیر متقابل آن با تابش می شود؛ بنابراین نیاز به این است که ممان دو قطبی آن در حین ارتعاش تغییر کند، لذا اکثر مواد به جز مواد غیر قطبی نظیر C<sub>12</sub> در این ناحیه جذب دارند و در نهایت از نسبت درصد عبور بر حسب عدد موجی طیف IR حاصل می شود. نتیجه ی طیف گیری از داده های موجود به شیوه ی FT-IR در شکل شماره ی ۶ ارائه شده است (Jeffrey, 2012: 75).

از طیف گیری مربوط به ۶ تکه ی سفال، انتخاب شده از ۶ استان (Ha-007-DO, KE-) در این آزمایش بودند، نتایج پیش رو حاصل شد: مشاهده ی یک پیک قوی در ۱۶۴۱۱-۱ cm که مربوط به پیوند C=O می باشد. پیک ۱۶۴۱۱-۱ cm مشاهده می شود که مربوط به پیوند C=C می باشد. علاوه بر این، می توان به پیکی در حوالی ۳۴۲۱۱-۱ cm اشاره کرد که پیوند C=N است و این پیوند یکی از پیوندهای شناخته شده و پُرکاربرد در ترکیبات آلی است (شکل ۹).

از آنجا که وجود مواد آلی در نمونه ها مشخص گردید، وجود هسته ی خاکستری سفال های کلینکی این گونه قابل تفسیر است که، سوختن این مواد بین سیصد و ششصد درجه ی سلسیوس اتفاق می افتد و اگر مقدار اکسیژن برای ایجاد واکنش کافی باشد به طور کامل تخریب می شوند. اساساً هنگامی که مقدار مواد آلی بیشتر از مقدار معین و نفوذ پذیری بدنه سرامیک پایین باشد، به علت کمبود اکسیژن، کامل نمی سوزد و کربن در مرکز بدنه تا دماهای بالاتر باقی می ماند. اندازه ی هسته ی سیاه به عوامل مختلفی از قبیل دما و چرخه ی پخت، تخلخل بدنه ی سرامیکی و اتمسفر کوره بستگی دارد (Elias, 1980: 380). برخی ترکیبات نیز در تشکیل هسته ی خاکستری مؤثر است. در دمای هفتصد تا نهصد درجه ی سلسیوس، کلسیت تجزیه شده و دی اکسید کربن آزاد می شود که در تغییرات اتمسفر اکسید کننده ی درون سفال و کمک به ایجاد اتمسفر احیا کننده نقش دارد و موجب تشکیل هسته ی خاکستری می شود. مقدار زیاد تولید گاز SO<sub>3</sub> در دمای خاصی و در مرحله ای که

► شکل ۹. طیف FT-IR مربوط به نمونه Ha-002-KA (صورت‌گرفته در آزمایشگاه دانشگاه بوعلی‌سینا به سفارش نگارندگان، ۱۳۹۴).



سطح بیرونی سفال شیشه‌ای شده باشد، باعث می‌شود محیطی احیاکننده به وجود آید و هسته خاکستری شود (Prentice, 1990: 97-110). هم‌چنین بالا بودن اکسیدهای قلیایی به تشکیل هسته‌ی احیایی کمک می‌کند (Veisoh, 1994: 47). وجود اکسیدهای قلیایی و هم‌چنین کربنات کلسیم در ترکیب سفال‌های مورد آزمایش در ایجاد محیط احیاکننده و نهایتاً تشکیل هسته‌ی خاکستری در تمامی داده‌ها مؤثر بوده است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به حوزه‌ی پراکنش مناسب داده‌های موجود و وسعت تحقیق از نتایج حاصل از آزمایش‌های XRF, EDX, XRD تشابه یکسانی از نظر ترکیبات و عناصر تشکیل‌دهنده مشاهده گردید. از تعداد آزمایش‌های صورت‌گرفته و مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر و مشاهده‌ی نتایج مشابه، آزمایشات مختلف یکدیگر را تأیید کردند.

باتوجه به آزمایش‌های کانی‌شناسی، می‌توان نتیجه گرفت، منشأ خاک استفاده شده در ساخت سفال‌های مورد مطالعه، از هوازدگی و فرسایش سنگ‌های آذرین و دگرگون منطقه‌ی سنندج-سیرجان می‌باشد که در دو پهنه‌ی شمالی و جنوبی آن گسترش یافته است. فراوانی کانی موسکویت در شیست‌ها و سنگ‌های گرانیتی و هم‌چنین تشکیل کانی‌های اصلی کوارتز و ایلیت از منشأ آذرین و ماگماتیسم فعال این منطقه است؛ هم‌چنین وجود ماگماتیسم فعال در زاگرس رورانده (ایلام و کرمانشاه) که در مرز بین زون زاگرس و سنندج-سیرجان واقع شده و فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی در دوران مزوزوئیک همراه با مجموعه‌های افیولیتی نیریز و کرمانشاه را شامل می‌شود، نشان‌دهنده‌ی فعالیت شدید ماگمایی و دگرگونی‌ای است که پتانسیل تشکیل کانی‌هایی همانند آنچه از این آنالیزها به دست آمده را دارا می‌باشد. از این رو خاک این منطقه مشابه خاکی است که در زون سنندج-سیرجان قابل مشاهده است. در این میان وجود کانی تالک هم می‌تواند از همبندی مجاورتی توده‌های نفوذی آذرین با دولومیت‌های موجود در زاگرس و هم از دگرگونی مجاورتی سنگ‌های آذرین نفوذی در زاگرس و سنندج-سیرجان حاصل شود. در حال باتوجه به فراوانی سنگ‌های آذرین نفوذی و دگرگونی در گستره‌ی جغرافیایی مورد مطالعه، و بررسی کانی‌های رُسی، قسمت عمده‌ی منشأ خاک استفاده شده در سفال‌های کلینکی از زون سنندج-سیرجان تشخیص داده شد.

از تمامی آزمایش‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل می‌شود که تکنولوژی تولید سفال کلینکی در منطقه یکسان بوده و اختلاف جزئی مربوط به شرایط کوره و مواد خام تولیدی است. بین لایه‌ی خاکستری و سطح سفال اختلاف فازی وجود ندارد که دلالت بر یک دست بودن خمیر مورد استفاده در سفال را دارد. دمای پخت سفال‌ها مناسب بوده و حدود ۹۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به بالا در محیط احیا پیش‌بینی می‌شود. خاک مورد استفاده در ساخت سفال مرغوب بوده و ترکیبی از ژس کائولینیتی با ناخالصی آهن همراه با سایر انکلوژین‌های خاک شامل میکا و کلسیت است. آنچه از مجموع این دیگرام‌ها برمی‌آید، نشانگر بافت غنی از سیلیس سفال کلینکی همراه با مقادیری کربنات است که این گونه‌ی سفال را در رده‌ی سفال‌های سلیسی طبقه‌بندی می‌کند.

### سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از جناب آقای دکتر شعبانی (مدیر گروه محترم رشته‌ی باستان‌شناسی و تاریخ دانشگاه علوم و تحقیقات تهران)، سرکار خانم دکتر حمیده چوبک (رئیس وقت پژوهشکده باستان‌شناسی) و جناب آقای دکتر یعقوب محمدی فر (رئیس دانشگاه بوعلی سینا) و هم‌چنین مسئولین باستان‌شناسی اداره‌ی کل میراث فرهنگی در استان‌های همدان، کردستان، ایلام، زنجان، کرمانشاه و سنج و جناب آقای مهندس شهرام یزدان دوست (از اداره آب و خاک تهران) و دکتر مظاهری لقب و تمامی کسانی که در انجام این پروژه با ما، همکاری لازم را انجام دادند، تشکر و قدردانی نمایند.

### کتابنامه

- بیوار، ه.ا، ۱۳۶۸، *تاریخ ایران از سلوکیه تا فروپاشی دولت ساسانی*، ترجمه‌ی حسن انوشه، جلد سوم، قسمت اول، تهران: انتشارات امیرکبیر
- بهنیا، علی، ۱۳۸۸، «بررسی و شناسایی شهرستان قروه»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- داوودی، داوود، ۱۳۸۵، «بررسی و مستندسازی آثار باستانی شهرستان الشتر»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- رضایی نیا، عباس، ۱۳۸۸، بررسی باستان‌شناسی دهستان درود فرامان شهرستان کرمانشاه، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- زارعی، محمدابراهیم؛ و سید یزدی، سید محمد، ۱۳۸۷، «بررسی و شناسایی باستان‌شناسی خدابنده»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- سجادی، علی، ۱۳۸۳، «فصل اول بررسی و شناسایی و مستندسازی شهرستان کوه‌دشت»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- عالی ابوالفضل، ۱۳۸۵، «فصل دوم بررسی و شناسایی باستان‌شناسی حوضه‌ی آبریز ابهررود»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- عالی، ابوالفضل، ۱۳۸۳، «فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی حوضه‌ی آبریز ابهررود»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- علیزاده، حسین، ۱۳۸۷، «بررسی و شناسایی باستان‌شناسی فاز ۳ شهرستان زنجان»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).

- مافی، فرزاد، ۱۳۸۷، «فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان خدابنده»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- مترجم، عباس؛ محمدی فر، یعقوب، ۱۳۸۲، «فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان دهلران، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- محمدی فر، یعقوب؛ عرب، احمدعلی، ۱۳۹۲، «مطالعه ترکیب سفال کلینکی دوره‌ی اشکانی منطقه‌ی همدان با استفاده از سه روش PIXE, XRF, XRD با هدف میزان تشابه و تمایز»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، دوره‌ی ۳، شماره‌ی ۴، صص: ۵۷-۷۶.
- محمدی فر، یعقوب، ۱۳۸۷، *باستان‌شناسی و هنر/اشکانی*، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، تهران.
- محمودیان، حبیب‌الله، ۱۳۸۹، «بررسی و شناسایی باستان‌شناسی آثار تاریخی و فرهنگی شهرستان ایلام حوزه‌ی چوار آرشیو، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- مظاهری، خداکرم، ۱۳۸۵ الف، فصل دوم بررسی و شناسایی شهرستان آبدانان، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- مظاهری، خداکرم، ۱۳۸۵ ب، فصل دوم بررسی و شناسایی دره‌ی سیمره، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- مهدور مجتبی، ۱۳۸۵، «بررسی و شناسایی و مستندسازی شهرستان خرم‌آباد بخش پاپی»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- میرفتاح، علی اصغر، ۱۳۸۷، «فصل اول بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان ایجرود، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- نجفی، ارض اله، ۱۳۸۵، «فصل اول باستان‌شناسی شهرستان طارم علیا»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- نصر الهی، صلاح، ۱۳۸۷، «شناسایی و مستندسازی آثار باستانی بخش نمشیر شهرستان بانه»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- نوری، نادر، ۱۳۸۹، «بررسی و شناسایی و مستندسازی آثار باستانی شهرستان کامیاران بخش مرکزی»، آرشیو پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- نوغانی، سمیه؛ امامی، محمدامین، ۱۳۹۰ «ساختار شناسی سفال جلینگی براساس مطالعات ارکتومتری»، مطالعات باستان‌شناسی دوره‌ی ۳، شماره‌ی ۲، پاییز زمستان، صص: ۱۵-۳۴.
- نیکنامی، کمال‌الدین؛ محمدی فر، یعقوب؛ و صراف، محمدرحیم، ۱۳۸۵، «تحلیل باستان‌شناختی استقرارهای اشکانی در زاگرس مرکزی»، *مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران*، دوره‌ی ۵۷، شماره‌ی ۲، صص: ۱۸۰.
- هرمان، جورجینا، ۱۳۷۴، *تجدید حیات هنر و تمدن در ایران باستان*، ترجمه‌ی مهرداد وحدتی، تهران: انتشارات نشر دانشگاهی.
- هرینگ، ارنی، ۱۳۷۶، *سفال ایران در دوره اشکانی*، ترجمه‌ی حمیده چوبک، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- هول، فرانک، ۱۳۸۱، «فرهنگ‌های تاریخی اولیه، باستان‌شناسی غرب ایران»، ترجمه‌ی زهرا باستی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- یوسفوند، نسیم، ۱۳۹۰، «بررسی و تحلیل پراکنش استقرارهای دوره مس‌وسنگ دشت ملایر»، پایان‌نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته باستان‌شناسی

گرایش پیش از تاریخ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

- Adachi, T., 2005, *Considerikg The Regiokal Differences Ik The Parthian Fine Pottery*, Al-Rafidak, Vol Xxvi.
- Alavi, M., 1996, "Tectonostratigraphic synthesis and structural style of the Alborz Mountain System in Iran", *Journal of Geodynamics*, 21(1), 1-33
- Berberian, M. & King, G., 1981, "Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran", *Canadian Journal of Earth Science*, 18, 210-265.
- Haerinck, E., 1983, "La céramique en Iran pendant la période parthe (ca. 250 av. J. C. à ca. 225 après J. C.). Typologie, chronologie et distribution", *Iranica Antiqua Supplément 2*, Ghent, (bibliography up to 1983).
- Elias, X., 1980, "The formation and formation and consequences of black core in ceramica ware", *Interceram 3*, p.380
- James, G. A. & Wynd J.G., 1965, "Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 49, no. 12, p. 2182-2245.
- Gaffney, J. S., Marley, N. A. & Jones, D. E., 2012, "Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy", In: *Characterization of Materials*, E. N. Kaufmann (Ed.). doi:10.1002/0471266965.com107.pub2.
- Prentice, J. E., 1990, "Geology of Contraction Materials by Chapman and Hall of Topics in the Earth Sciences", *Springer Science & Business Media*. Volume 4: 97-101, - Papadopoulou, D., Sakalis, A., Merousis, N., & Tsirliganis, N. C., 2007, "Study of decorated archeological ceramics by micro x-ray fluores-cence spectroscopy" *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 580 (1), 743-746.
- Ramli, Z., Rahman, N. H. A., Jusol, A., & Sauman, Y., 2011-b, "X-Ray Diffraction and X-ray Fluorescent Analyses of Prehistoric Pottery Shards from Ulu Kelantan", *American journal of Applied sciences*, 8(12),1337.
- Boucharlat, R., 1987, "Les niveaux post-achéménides à Suse, secteur nord. Fouilles de l'Apadana-Est et de la Ville Royale-Ouest (1973-1978)," *CDAFI 15*, pp. 145-311.
- Sheikholeslami, M. R., 2002, *Evolution structurale et métamorphique de la marge sud de la microplaque de l'Iran central: les complexes métamorphiques de la région de Neyriz (zone de Sanandaj-Sirjan)*, Thèse, université de Brest, 194p
- Stöcklin, J., 1968, "Structural history and tectonics of Iran: a review", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 52, no. 7, p. 1229-1258.
- Veiseh, S., 1994, "Clay bricks properties and production in farsi", *Bulding and Housing Research Center*, Publ. No 206, 47-60.
- Waters, Kenneth H., 1974, "The Reign of Trajan, part VII: Trajanic Wars and Frontiers. The Danube and the East", in" *Temporini, Hildegard, Aufstieg und Niedergang der römischen Welt*, Principat. II.2, Berlin: Walter de Gruyter, pp. 415-427.