



Tabriz Islamic Art University
1999

DOI: 10.29252/jra.3.2.61

URL: <http://jra-tabriziau.ir/>

Journal of Research on

Archaeometry



Original Paper

Technical Characterization and Reading of Coin Line Drawing on Copper Alloy Coins Excavated from the Historic Site of Faizabad Kashan



Hamidreza Bakhshandehfard*¹, Mohsen Javeri²

¹Assistant Professor, Faculty of Conservation, Art University of Isfahan, Isfahan, IRAN

²Assistant Professor, Faculty of Art and Architectural, Kashan University, IRAN

Received: 21/09/2017

Accepted: 16/12/2017

Abstract

The coin is the best material for date detection and understanding the historical and cultural period and recognition of characteristic features of historical periods. In 2014, the archaeological excavations carried out under the supervision of Noori and Javeri in Faizabad historical site. In this excavation, they discovered historical architectural texture of historic village. In addition, they found 50 coins in depth of 2.5 meters. These coins are the most important data in this excavation. The aim on this paper is the technical investigation and readings of the coin line drawing and chemical composition diagnostics, type of an alloy and comparative history. For this purpose, analytical techniques such as SEM-EDS and metallographic and X-ray techniques carried out, then line drawing and pattern recognition were done. The results obtained in the light microscopy studies. Coin levels are covered with crude and rough patina, and in some coins the main surface of the coins was completely destroyed and there was no possibility of retrieval of the designs. Fortunately, in some coins, it was possible to restore relative motifs by means of clearing or reading lines and the motifs of coins with other methods (radiography). The results of metallographic studies in the samples show a mechanical twin structure and etch microstructure indicating a recrystallization and along with the deformation resulting from the coinage process, as well as twinned lines, some of which are slip lines and appearance changes in the microstructure by radiographic studies and the detection of motifs by the methods of restoration on coins, it was possible to read relative lines and motifs. According to visual microscopic and macroscopic examinations as well as radiographs performed from coins 1 to 6, coins 1, 2 and 3, the motifs were found underneath the layers. In coin 1, a little background from the word "al-Hamdullah" can be seen. Coin number 2 was only seen as a marginal role. In coin number 3, its line is more similar to the Ilkhan coins, and the term Muhammad's Prophet Muhammad is seen on it. During the reign of Sultan Muhammad, Allah, the servant who converted to the Shiite Shīhātātīn, Ali Valiallah and the name of the twelve Imams on coins. Unfortunately in coins 7 to 12, the motifs and the line have been lost due to corrosion. In coins 13 to 18, the lines containing the note are seen but not fully readable. From coins 19 to 26, it is only in the coin that the 26 words "Allah" appear on one side of the coin and a Religious claim on another coin. In coins 27 to 40, it is only seen in the coin of the 38th word "la ilaha illa 'llah (there is no god but God), and "Muhammad rasul Allah" (Muhammad is the messenger of God). In coins 41 to 50, the motifs and the lines are unclear. The results of the scanning electron microscopy studies showed that the average of the elements in these 30 points was 11.86% oxygen, 1.28% silica, 0.75% sulfur, 30.5% chlorine, 0.33% iron, 29.2% copper, 33.3%

* Corresponding author: hr.bakhshan@aui.ac.ir

tin and 29.07% lead. Therefore, due to the scanning electron microscopy images as well as the elemental analysis (EDS), the linear analysis show that alloy consist of copper, lead, and tin. From the point of view of pathology, it should be noted that the level of all coins covered with corrosion products was dark green and sometimes with red corrosion, and at the surface of some coins, in addition to the corrosion products covered by the layer Sedimentary and soil.

Keywords: Corrosion, Copper Coins, Historic Site of Faizabad Kashan, SEM- EDS, Twining, Ilkhanid.





شناسایی فنی و خوانش خطوط سکه‌های مسی حفاری شده از محوطه تاریخی فیض‌آباد کاشان

حمیدرضا بخشنده‌فرد^{۱*}، محسن جاوری^۲

۱. استادیار گروه حفاظت و مرمت آثار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۳۰

چکیده

سکه بهترین ماده برای تشخیص دوره‌های تاریخی و فرهنگی و شناسایی ویژگی‌های دقیق دوره‌هاست. در سال ۱۳۹۳ کاوش‌هایی توسط هیئت باستان‌شناسی به سرپرستی نوری و جاوری در محوطه تاریخی فیض‌آباد کاشان انجام شد که علاوه بر به‌دست آمدن بخش‌هایی از بافت این روستا، روی کف یکی از آن‌ها پنجاه عدد سکه مسی در عمق دو و نیم متری به‌صورت یک‌جا در مساحت حدود یک مترمربع به‌دست آمد. این سکه‌ها مهم‌ترین داده‌های تاریخ‌دار به‌دست‌آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی از این منطقه است. هدف این پژوهش خوانش خط، شناخت شیوه ساخت و ضرب این سکه‌ها، شناسایی ترکیب شیمیایی و نوع آلیاژ آن‌ها است که در این راستا از روش‌های متالوگرافی، میکروسکوپ روبشی (SEM) مجهز به سیستم میکرو آنالیز شیمیایی EDS و رادیوگرافی استفاده گردید. تصاویر میکروسکوپ SEM و همچنین نتایج آنالیز عنصری (EDS) نشان می‌دهند که سکه‌های مکشوفه آلیاژی از مس، سرب و قلع دارای ریزساختار دوقلویی مکانیکی هستند. ریزساختار حکاکی شده سکه‌ها علائمی از تبلور مجدد و همراه با خطوط لغزش باقیمانده از مراحل ضرب سکه را نشان می‌دهند؛ همچنین خوانش نسبی خط و نقش موجود بر روی برخی از سکه‌ها و شباهت و تطبیق این سکه‌ها با سکه‌های ایلخانی بیان‌گر آن است که این سکه‌ها احتمالاً متعلق به دوره ایلخانیان در ایران است.

واژه‌های کلیدی: خوردگی، سکه‌های مسی، محوطه تاریخی فیض‌آباد کاشان، SEM-EDS، ساختار دوقلویی، دوره ایلخانی.

* مسئول مکاتبات: اصفهان، خیابان حکیم نظامی، چهارراه خاقانی، دانشگاه هنر اصفهان، صندوق پستی ۱۷۴۴.

پست الکترونیکی: hr.bakhshan@aui.ac.ir

© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک بگذارد منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

۱. مقدمه

در لغت نامه دهخدا راجع به واژه «پاره» اولین وسیله‌ای که در دادوستد به کار می‌رفته چنین ذکر شده است: پاره یادآور نخستین مرحله سکه‌زنی است و پیش از آنکه فلزات را به صورت سکه دریاورند و آن‌ها را به نقش یا خطی بیاریند، پاره فلزات برای دادوستد به کار می‌رفت [1]. جنگ‌های پی‌درپی و متعددی در طول تاریخ رخ داده که منجر به از بین رفتن بسیاری از آثار ارزشمند دوران کهن شده است و از دیرباز بسیاری از آثاری که می‌توانستند بازگوکننده تاریخ و اعصار گذشته باشند، از بین رفته‌اند. اما برخلاف سایر آثار باستانی، سکه‌ها کمتر در طول زمان از بین رفته‌اند و تا حدودی می‌توان گفت که نسل بشری تمایل چندانی به از بین بردن آن‌ها نداشته و در جهت حفظ و حراست آن کوشیده است. هرچند متأسفانه برخی از سکه‌های پربها نیز به کوره ذوب زرگران سپرده شده یا به‌صورتی از مرزهای جغرافیایی کشور خارج شده‌اند؛ اما در مجموع می‌توان گفت آنچه باقی مانده به نسبت سایر آثار باستانی از تعدد بیشتری برخوردار است و نمونه‌های بسیاری از آن‌ها از دل خاک و از گوشه و کنار به دست آمده تا از گذشته‌های دور و از واقعیت‌های مهم گذشته با ما سخن بگویند؛ به همین دلیل سکه به‌عنوان معتبرترین و زنده‌ترین سند از تاریخ گذشته‌ی ملت‌ها و کشورها مورد توجه قرار گرفته است. سکه آن‌چنان اهمیتی دارد که بسیاری از پژوهشگران علوم باستان‌شناسی همچنان به‌طور مستمر به تحقیق و آموختن و تکمیل دانش و علم سکه‌شناسی می‌پردازند.

بعد از پیدایش اسلام سکه‌های کشورهای اسلامی که اسلام را پذیرفتند به‌روشنی دستخوش دگرگونی شده و همچنین سکه‌های ابتدای دوره اسلامی در ایران نیز تحت تأثیر تمدن و فرهنگ اسلام قرار گرفت. البته سکه‌های ساسانی تا سال‌های بعد یعنی سال ۱۸۰ هجری نیز در طبرستان به کار می‌رفت. با ضرب سکه‌های اسلامی، در ایران نیز ضرابخانه‌ها سکه‌ها را به شیوه اسلامی و با همان مشخصات سکه‌های دیگر سرزمین‌های اسلامی ضرب می‌کردند. بدیهی است در حکومت‌های مختلف بنا بر مقتضای سیاست و سلیقه فرمانروایان، تغییراتی جزئی و کلی در نوشته و دیگر خصیصه‌های سکه پدید می‌آمد [2].

بعد از یزدگرد سوم، اولین فرمانروایان عرب زیر پرچم اسلام به سرزمین ایران استیلا یافتند و نمونه‌هایی از همان سکه‌های ساسانی را ضرب کردند با این تفاوت که در حاشیه این نوع سکه‌ها یکی از واژه‌ها یا جمله‌های زیر را به خط کوفی افزودند:

جید- بسم الله- بسم الله ربی- بسم الله لا اله الا الله- بسم الله لا اله الا الله وحده محمد رسول الله- بسم الله ولی الامر- الله العزه لله - الله الحمد- لاحکم الا الله- بسم الله. لا احکم اله الله- الله العزیز- بسم الله الملک- (الله؟)- محمد- محمدولی الله

منابع تاریخی این دوره از جمله آثار مکتوبی هستند که بعضاً از بهترین نمونه‌های تاریخ‌نگاری ایران محسوب می‌شوند. چنین به نظر می‌رسد که دسترسی به این منابع باعث شده‌اند تا منابع درجه دوم تاریخ‌نگاری مانند سکه‌ها، کمتر مورد توجه قرار گیرند؛ به‌طوری‌که امروزه در یک یا دو کتاب سکه‌شناسی، کمتر از چند صفحه درباره‌ی سکه‌های دوره مغول می‌توان مطلب یافت. این در حالی است که سکه‌های این دوره می‌توانند اطلاعات جالب و بی‌طرفی درباره‌ی تأثیر حملات مغول‌ها به مراکز تجاری مهم آن زمان ارائه نمایند که در هیچ کتاب تاریخی این دوره یافت نمی‌شود. یکی از دلایل کاهش وجود سکه در دوره مغول، استفاده‌ی گسترده از پدیده‌ی برات یا حواله‌ی مالی بوده که در این دوره بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. این پدیده باعث شد تا سیستم مبادله مالی در دوره‌ی مغول تغییر کند [3].

در این پژوهش، به کمک روش‌های متالوگرافی، میکروسکوپ روبشی (SEM) مجهز به سیستم میکرو آنالیز شیمیایی EDS و رادیوگرافی، ۵۰ سکه به دست آمده از کاوش‌های محوطه تاریخی فیض‌آباد کاشان، از نظر روش ساخت، ترکیب مواد متشکله، نوع خط و ضرب و یا تاریخ احتمالی ضرب شده آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت.

۲. پیشینه پژوهش

در زمینه سکه‌های تاریخی حکومت‌های گوناگون و مشخصاً سکه‌های دوره اسلامی، پژوهش‌ها و بررسی‌های متعدد و گسترده‌ای در جهان به‌عمل آمده و کتاب‌ها و

ایدئولوژی تقدیرگرایی مغول‌ها را تبلیغ می‌کرد[4].
۲. در دوره دوم، آثار فرهنگ مغولی بر روی سکه‌ها بیشتر نمود پیدا می‌کند. در این دوره، هرچند تعدادی از ایلخانیان مسلمان شده بودند، اما نام خود را به زبان رسمی مغولان یعنی زبان اویغوری می‌نگاشتند شامل: آباق‌خان، احمد نگویدار، ارغون خان، گیختو، بایدو و غازان خان محمود. این دوره همان‌گونه که اشاره شد، دوره بازگشت فرهنگی بود. مغولان به‌اشتباه می‌پنداشتند که برتری نظامی آن‌ها در جهان آن روز، موجب برتری فرهنگی نیز خواهد شد، لذا استفاده از خط اویغوری برای ثبت نام‌های ایلخانیان اولین قدم در این راه بود[4].

۳. در دوره سوم که از زمان الجایتو آغاز شد، نام و القاب سلطان با حروف فارسی نوشته می‌شد. در این دوره روی سکه‌ها، به‌تناسب مذهب ایلخان، شهادتین و نام دوازده امام یا شهادتین و نام خلفای راشدین ضرب می‌شد. در دوره سوم که دوره پیروزی فرهنگی ایرانیان بود، کسانی چون الجایتو محمد خدابنده، ابوسعید، ارباگون، موسی، طغاتی‌مور حکومت داشتند[4]. در این دوره حتی شخص ایلخان، تحت تأثیر فرهنگ ایرانی و اسلامی از بسیاری از نمادها و شاخص‌های فرهنگی مغولی خود جدا شد. صرف نظر از مسائل فرهنگی و وجود دیوان‌سالاران ایرانی، مهم‌ترین عاملی که باعث رواج ضرب سکه به شیوهی اسلامی و ایرانی در این دوره گردید، وجود اختلافات فراوان بین سرداران مغول بود. ایلخانیان در برابر سردارانی که خواهان بازگشت به نظام صحرانوردی و یاسای‌چنگیزی بودند، چاره‌ای جز پیوستن به ایرانیان نداشتند و مهم‌ترین مشخصه‌ی فرهنگی ایرانیان هم در آن دوره دین اسلام بود[5].

متن سکه‌های ایلخانی در هر دوره با متن دوره‌های دیگر متفاوت است و در هر یک از سه دوره، نوع نگرش فرهنگی ایلخانیان را مشخص می‌کند. به‌طور کلی با توجه به فاصله فرهنگی بسیار زیادی بین ایلخانیان در ابتدای دوره حکومتشان و مردم سرزمین‌های فتح‌شده به‌ویژه در ایران، از نقش‌های اسلامی فرهنگ ایرانی بر روی سکه‌های خود استفاده می‌کردند. در دوره‌ای دیگر، که می‌توان آن را دوره‌ی بازگشت تلقی کرد، برخی از ایلخانیان تلاش کردند با ضرب سکه‌ها به خط اویغوری،

نشریه‌های بسیاری در این زمینه به زبان‌های زنده جهان چاپ و منتشر شده است. در زمینه بررسی سکه‌های تاریخی چند نشریه وابسته به موزه آذربایجان توسط ترابی طباطبایی در معرفی برخی سکه‌های زمان مغول و بعد از آن و همچنین دو کتاب توسط رابینو و فرحبخش درباره سکه‌های دوره صفویه به بعد منتشر شده که به‌طور مستقیم به موضوع تحقیق حاضر مرتبط نیست[4]. اشیاء به‌دست‌آمده از این سایت اخیراً از حفاری‌های علمی کشف شده‌اند؛ ولی سابقه و پیشینه کاملاً مرتبط با این منطقه به دست نیامده است. بررسی‌های اولیه نشان می‌دهند که این سکه‌ها منسوب به دوره ایلخانی است که در این زمینه می‌توان به مطالعات انجام گرفته توسط سرفراز و آوزمانی بر روی سکه‌های ایلخانی اشاره نمود[4]. همچنین یاراحمدی ضمن مطالعه در مورد سکه‌های دوره مغول بیان می‌دارد: در دوره ایلخانیان، ضربخانه‌ها درباره انتخاب و درج متن روی سکه، آزادی عمل زیادی داشتند[3]. اما انتظار از ضربخانه‌های متفاوت آن دوران این بود که به‌نظام ایلخانی و سیاست‌های کلی مذهبی آن وفادار بمانند. این آزادی عمل باعث می‌شد تا نماینده سلطان یا حاکم هر شهری به سلیقه‌ی خود تغییراتی بر روی سکه‌ها بدهند. مثلاً در آمل که طرفداران شیعه در آن بسیار بودند، حتی در دوره‌ی طغاتی‌مور سکه با نام دوازده امام ضرب می‌شد[4].

به‌طور کلی ضرب سکه‌ها در زمان مغول‌ها را می‌توان به سه دوره متمایز تقسیم کرد:

۱. در دوره اول، ایلخانیان تحت تأثیر فرهنگ غنی اسلامی، همانند دوره‌های قبلی، از عبارات اسلامی برای ضرب سکه‌های خود استفاده می‌کردند. مثلاً هلاکوخان روی سکه‌های خود دستور ضرب آیه «قل اللهم مالک الملک توتی الملک من تشاء و تنزع الملک ممن تشاء و تعز من تشاء...»[2]، قسمتی از آیه‌ی ۲۶ سوره‌ی آل‌عمران را داده است. این قبیل آیه‌ها و جمله‌های به‌کاررفته بر روی سکه‌های دوره‌ی هلاکو، بیانگر این موضوع است: مغولان که فاقد مشروعیت دینی برای حکومت بر سرزمین‌های اسلامی بودند، تلاش می‌کردند بدین‌وسیله به حکومت رسیدن خود را به تقدیر الهی منسوب کنند. این سکه‌ها دست‌به‌دست در میان مردم عادی می‌گشت و

اندک‌اندک به‌سوی ارزش‌های فرهنگی مغولی خود حرکت کنند؛ اما این جنبش شکست خورد، زیرا الجایتو مسلمان شد و با جدیت به توسعه‌ی فرهنگ اسلامی و ایرانی روی آورد؛ بنابراین فرهنگ مغولی که توانایی عرضه‌ی خصوصیات فرهنگی لازم را نداشت کم‌کم به حاشیه رانده شد. از آن‌پس فقط پاره‌ای از ناراضیان سیاسی از روش دوم در ضرب سکه‌ها استفاده می‌کردند [4].

سکه‌های بسیار نفیس در این دوره ضرب شد که مانند دوره‌های قبلی از دو دایره‌ی تودرتو تشکیل شده و دایره دوم محیط سکه است. این شیوه از زمان ساسانیان در ایران معمول بود. نوشتن متن در درون دایره‌ی اول در دوره‌ی خلفای راشدین و نوشتن متن در درون دایره‌ی بیرونی در زمان خلفای اموی رسم شد. تفاوت مهم دوره‌ی ایلخانی در پیدایش شکل شش‌ضلعی روی سکه است که به‌ویژه در مورد سکه‌های شیعیان به‌وفور دیده می‌شود. این شش‌ضلعی جایگزین دایره‌ی داخلی شده است [5].

سرافراز مطالعاتی را بر اساس گرایش‌های سیاسی و مذهبی ایلخانیان بر اساس مسکوکات ایلخانی مربوط به سال‌های ۶۵۱-۷۵۶ هجری انجام داده است او در مقاله خود ابراز می‌دارد که با روی کار آمدن ایلخانیان در ایران، ایرانیان و دستگاه دیوان‌سالاری آنان اقدام به بازسازی سنت‌ها و روش‌های گذشته خود نمودند [4]. سکه‌های دوره ایلخانی نشان‌دهنده تحولات سیاسی، اجتماعی و مذهبی است که با بررسی آن‌ها می‌توان به برخی از تحولات آن دوره پی برد. این سکه‌ها از سوی ایلخانیان چون غازان‌خان، اولجایتو و ابوسعید در فاصله بین سال‌های ۶۹۶ و ۷۳۷ ضرب شده‌اند. برخی از آن‌ها شاهکارهایی از خطوط هستند که پیام سکه اسلامی دارند. مغولان دارای تسامح و تساهل مذهبی بودند و این امر در مورد سکه‌های آنان نیز آشکار است. سکه‌های اولین حاکمان مغول ضمن داشتن مذهبی دیگر، دارای نقوش اسلامی بودند. از زمان تشکیل حکومت ایلخانیان، باینکه برخی از آنان اسلام آوردند و پیام‌های اسلامی در سکه‌ها وارد شد، اما نام و القاب ایغوری نیز بر سکه‌ها نقش می‌بست. از زمان سلطان محمد خدابنده (اولجایتو) به خاطر تغییر مذهب وی از تسنن به تشیع، روی سکه‌ها

عناوین و عبارات شیعی به‌خصوص علی ولی‌الله و نام دوازده امام نقش بست. این اسامی و عبارات از سال ۷۱۰ هجری در سکه‌ها رسمیت یافت و در نهایت در دوره همین ایلخان نام‌های خلفای راشدین برای اولین بار در سکه‌های مغولان نمایان شد. اطلاعات استخراج‌شده از روی سکه‌ها نشان می‌دهند که در ابتدا ایلخانیان تعصب خاصی نداشتند و برخی علامت‌های مربوط به مسیحیان، یهودیان و اوغورها نیز در سکه‌های آنان وجود داشت. همچنین از خطوط فارسی، عربی و اوغوری استفاده می‌کردند؛ اما در اواخر حکومت ایلخانیان گرایش‌های سیاسی و مذهبی باعث ظهور بعضی از عبارات و شعارهای مذهبی و حذف برخی دیگر شد [4].

۳. معرفی محوطه تاریخی فیض‌آباد

محوطه تاریخی فیض‌آباد در موقعیت $35^{\circ}10'N$ ، $51^{\circ}10'E$ شرقی در شمال غربی شهر آران و بیدگل و ۱۰ کیلومتری شمال شهر نوش‌آباد در استان اصفهان قرار گرفته است. این محوطه که در گذشته به‌صورت روستایی بین‌راهی بوده، اکنون متروکه شده و با گسترش منطقه نوش‌آباد به‌صورت یکی از توابع این شهر درآمده است. هم‌اکنون در تقسیمات کشوری به همراه نوش‌آباد جزو شهرستان آران و بیدگل در شمال شهرستان کاشان قرار دارد (شکل ۱-1 Fig).

وضع طبیعی محوطه نامبرده به‌صورت جلگه و دشت همواری است که عوارض طبیعی در آن به چشم نمی‌خورد. جمعیت آن در حال حاضر بیش از ۱۲ هزار نفر است. از نوش‌آباد به سمت شمال یک منطقه وسیع کویری قرار دارد. کویر نوش‌آباد از طرف شمال غرب تا نزدیکی آبادی‌های مشکان و آب شیرین و از سمت شمال تا بند ریگ، و از طرف شمال شرق تا دریاچه نمک امتداد دارد. از مناطق ارزشمند کویر نوش‌آباد می‌توان به زیارتگاه و محوطه تاریخی فیض‌آباد، تپه‌های باستانی همانند تپه کهریز و مرزن‌آباد، مجموعه‌های باشکوه تاریخی همانند فخرآباد، قلعه‌های باشکوه مانند قلعه وزیر، هاشم‌آباد، شجاع‌آباد، جلال‌آباد، شمس‌آباد، کدیش، قوام زنگه و قلعه مستحکم سیجان و غیره اشاره نمود.



شکل ۱: موقعیت نوش‌آباد نسبت به شهر کاشان
 (مأخذ: نقشه گوگل) تاریخ دسترسی ۹۵/۰۹/۰۵
 Fig: 1: Location of Noushabad to Kashan
 City
 (https://www.google.com/maps/2016/6/30)



شکل ۲: محوطه تاریخی فیض‌آباد کاشان
 (مأخذ: صداوسیما اصفهان)
 Fig: 2: Historical site of Feyz Abad, Kashan
 (http://isfahan.irib.ir)

روی کف یکی از فضاها پنجاه عدد سکه مسی در عمق ۲/۵m به صورت توده‌ای در مساحتی به اندازه ۱m² به دست آمد. این سکه‌ها با توجه به داده‌های موجود روی آن‌ها از قبیل محل و تاریخ ضرب و اسم حاکم وقت حائز اهمیت خاصی برای کاشان و منطقه اطراف آن دارد، به‌خصوص که این سکه‌ها مهم‌ترین داده‌های تاریخ‌دار به‌دست‌آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی در این محدوده نیز هستند. قطر آن‌ها حدوداً ۲/۲cm و وزن آن‌ها به تناسب خوردگی روی آن‌ها متفاوت، سطح تمامی این سکه‌ها پوشیده از محصولات خوردگی به رنگ سبز تیره و روشن و برخی همراه با خوردگی‌هایی به رنگ قرمز بوده و در سطح برخی از سکه‌ها علاوه بر محصولات خوردگی ذکر شده با لایه‌های رسوبی و خاک پوشیده شده است (جدول ۱-1 Table).

۵. مواد و روش پژوهش

بررسی‌های اولیه سکه‌ها پس از شماره‌گذاری انجام



















محوطه تاریخی فیض‌آباد طی تفاهم‌نامه‌ای با پژوهشکده باستان‌شناسی کشور در بهار سال ۱۳۹۲ جهت انجام کاوش گروه باستان‌شناسی در نظر گرفته شد (شکل ۲-2 Fig). بر همین اساس این محوطه در اولین فصل کاوش در این سال به سرپرستی مشترک محسن جاوری و رضا نوری مورد حفاری قرار گرفت که حاصل آن به دست آمدن یک واحد مسکونی تاریخی بود. در بهار همین سال دومین فصل کاوش به سرپرستی رضا نوری و محمدرضا نعمتی و دانشجویان گروه باستان‌شناسی به انجام رسید و در خرداد و تیر ۱۳۹۳ سومین فصل کاوش در محوطه فیض‌آباد به سرپرستی رضا نوری و محسن جاوری به اجرا درآمد [6].

۴. آثار به‌دست‌آمده از کاوش‌های منطقه

تاریخی فیض‌آباد

در حفاری‌های انجام‌شده علاوه بر به دست آمدن بخش‌هایی از بافت این روستای ناشناخته دوره ایلخانی

جدول ۱: طرفین سکه‌های مورد مطالعه
Table 1: The sides of the sample

			
نمونه ۲ پشت سکه No. 2, recto	نمونه ۲ روی سکه No. 2, verso	نمونه ۱ پشت سکه No. 1, recto	نمونه ۱ روی سکه No. 1, verso
			
نمونه ۴ پشت سکه No. 4, recto	نمونه ۴ روی سکه No. 4, verso	نمونه ۳ پشت سکه No. 3, recto	نمونه ۳ روی سکه No. 3, verso
			
نمونه ۶ پشت سکه No. 6, recto	نمونه ۶ روی سکه No. 6, verso	نمونه ۵ پشت سکه No. 5, recto	نمونه ۵ روی سکه No. 5, verso
			
نمونه ۸ پشت سکه No. 8, recto	نمونه ۸ روی سکه No. 8, verso	نمونه ۷ پشت سکه No. 7, recto	نمونه ۷ روی سکه No. 7, verso
			
نمونه ۱۰ پشت سکه No. 10, recto	نمونه ۱۰ روی سکه No. 10, verso	نمونه ۹ پشت سکه No. 9, recto	نمونه ۹ روی سکه No. 9, verso



نمونه ۱۲ پشت سکه
No. 12, recto



نمونه ۱۲ روی سکه
No. 12, verso



نمونه ۱۱ پشت سکه
No. 11, recto



نمونه ۱۱ روی سکه
No. 11, verso



نمونه ۱۴ پشت سکه
No. 14, recto



نمونه ۱۴ روی سکه
No. 14, verso



نمونه ۱۳ پشت سکه
No. 13, recto



نمونه ۱۳ روی سکه
No. 13, verso



نمونه ۱۶ پشت سکه
No. 16, recto



نمونه ۱۶ روی سکه
No. 16, verso



نمونه ۱۵ پشت سکه
No. 15, recto



نمونه ۱۵ روی سکه
No. 15, verso



نمونه ۱۸ پشت سکه
No. 18, recto



نمونه ۱۸ روی سکه
No. 18, verso



نمونه ۱۷ پشت سکه
No. 17, recto



نمونه ۱۷ روی سکه
No. 17, verso



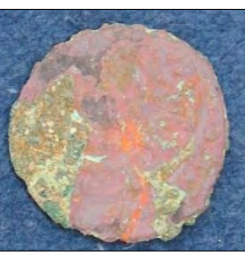
نمونه ۲۰ پشت سکه
No. 20, recto



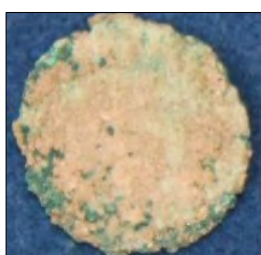
نمونه ۲۰ روی سکه
No. 20, verso



نمونه ۱۹ پشت سکه
No. 19, recto



نمونه ۱۹ روی سکه
No. 19, verso



نمونه ۲۲ پشت سکه
No. 22, recto



نمونه ۲۲ روی سکه
No. 22, verso



نمونه ۲۱ پشت سکه
No. 21, recto



نمونه ۲۱ روی سکه
No. 21, verso



نمونه ۲۴ پشت سکه
No. 24, recto



نمونه ۲۴ روی سکه
No. 24, verso



نمونه ۲۳ پشت سکه
No. 23, recto



نمونه ۲۳ روی سکه
No. 23, verso



نمونه ۲۶ پشت سکه
No. 26, recto



نمونه ۲۶ روی سکه
No. 26, verso



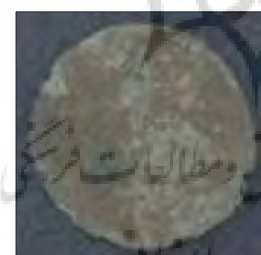
نمونه ۲۵ پشت سکه
No. 25, recto



نمونه ۲۵ روی سکه
No. 25, verso



نمونه ۲۸ پشت سکه
No. 28, recto



نمونه ۲۸ روی سکه
No. 28, verso



نمونه ۲۷ پشت سکه
No. 27, recto



نمونه ۲۷ روی سکه
No. 27, verso



نمونه ۳۰ پشت سکه
No. 30, recto



نمونه ۳۰ روی سکه
No. 30, verso



نمونه ۲۹ پشت سکه
No. 29, recto



نمونه ۲۹ روی سکه
No. 29, verso



نمونه ۳۲ پشت سکه
No. 32, recto



نمونه ۳۲ روی سکه
No. 32, verso



نمونه ۳۱ پشت سکه
No. 31, recto



نمونه ۳۱ روی سکه
No. 31, verso



نمونه ۳۴ پشت سکه
No. 34, recto



نمونه ۳۴ روی سکه
No. 34, verso



نمونه ۳۳ پشت سکه
No. 33, recto



نمونه ۳۳ روی سکه
No. 33, verso



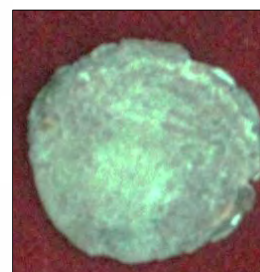
نمونه ۳۶ پشت سکه
No. 36, recto



نمونه ۳۶ روی سکه
No. 36, verso



نمونه ۳۵ پشت سکه
No. 35, recto



نمونه ۳۵ روی سکه
No. 35, verso



نمونه ۳۸ پشت سکه
No. 38, recto



نمونه ۳۸ روی سکه
No. 38, verso



نمونه ۳۷ پشت سکه
No. 37, recto



نمونه ۳۷ روی سکه
No. 37, verso



نمونه ۴۰ پشت سکه
No. 40, recto



نمونه ۴۰ روی سکه
No. 40, verso



نمونه ۳۹ پشت سکه
No. 39, recto



نمونه ۳۹ روی سکه
No. 39, verso



نمونه ۴۲ پشت سکه
No. 42, recto



نمونه ۴۲ روی سکه
No. 42, verso



نمونه ۴۱ پشت سکه
No. 41, recto



نمونه ۴۱ روی سکه
No. 41, verso



نمونه ۴۴ پشت سکه
No. 44, recto



نمونه ۴۴ روی سکه
No. 44, verso



نمونه ۴۳ پشت سکه
No. 43, recto



نمونه ۴۳ روی سکه
No. 43, verso



نمونه ۴۶ پشت سکه
No. 46, recta



نمونه ۴۶ روی سکه
No. 46, verso



نمونه ۴۵ پشت سکه
No. 45, recta



نمونه ۴۵ روی سکه
No. 45, verso



نمونه ۴۸ پشت سکه
No. 48, recta



نمونه ۴۸ روی سکه
No. 48, verso



نمونه ۴۷ پشت سکه
No. 47, recta



نمونه ۴۷ روی سکه
No. 47, verso



نمونه ۵۰ پشت سکه
No. 50, recta



نمونه ۵۰ روی سکه
No. 50, versa



نمونه ۴۹ پشت سکه
No. 49, recta



نمونه ۴۹ روی سکه
No. 49, verso

۱۲۰۰-۱۵۰۰-۲۰۰۰-۳۰۰۰ بود. بعد از انجام عملیات سمباده‌کاری تا شماره ۳۰۰۰، نمونه برای ایجاد یک سطح تخت و تا حد قابل قبولی عاری از خراش و با قابلیت انعکاس بالا، صیقلی می‌شود. صیقل‌کاری توسط مواد ساینده خمیر الماس به ترتیب در اندازه‌های ۶-۳-۱-۱/۴ میکرون انجام شد. پس از هر بار صیقل‌کاری با خمیر الماس نمونه را با الکل تمیز و سپس از خمیر الماس بعدی استفاده شد. به این ترتیب نمونه آماده‌شده با محلول ۱۰ ml آب مقطر + ۳۰ ml اسید کلریدریک + ۱۰ g کلرید آهن (III) به مدت ۲ ثانیه، اچ شد.

به منظور دستیابی به عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آلیاژ، نحوه‌ی توزیع عناصر، مطالعه فازهای موجود در ریزساختار سکه‌ها که ما را به سمت فرایند تولید و آسیب‌شناسی این آثار رهنمون می‌کنند، از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل MIRA3، ساخت شرکت TESCAN جمهوری چک مجهز به سیستم آنالیز عنصری (EDS) مدل RONTEC ساخت آلمان و نرم‌افزار QUANTAX مدل QX2 استفاده شد. همچنین به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی از ۳۰ نقطه به صورت استاتیکی در امتداد یک اسکن خطی (line scan) میکرو آنالیز عنصری EDS به عمل آمد. زاویه دتکتور یا (TOA) در این بررسی ۴۰ درجه، نوع شیشه Moxtek AP1.3 بود. برای این منظور از همان نمونه‌های متالوگرافی آماده‌شده برای مطالعات میکروسکوپ نوری استفاده شد.

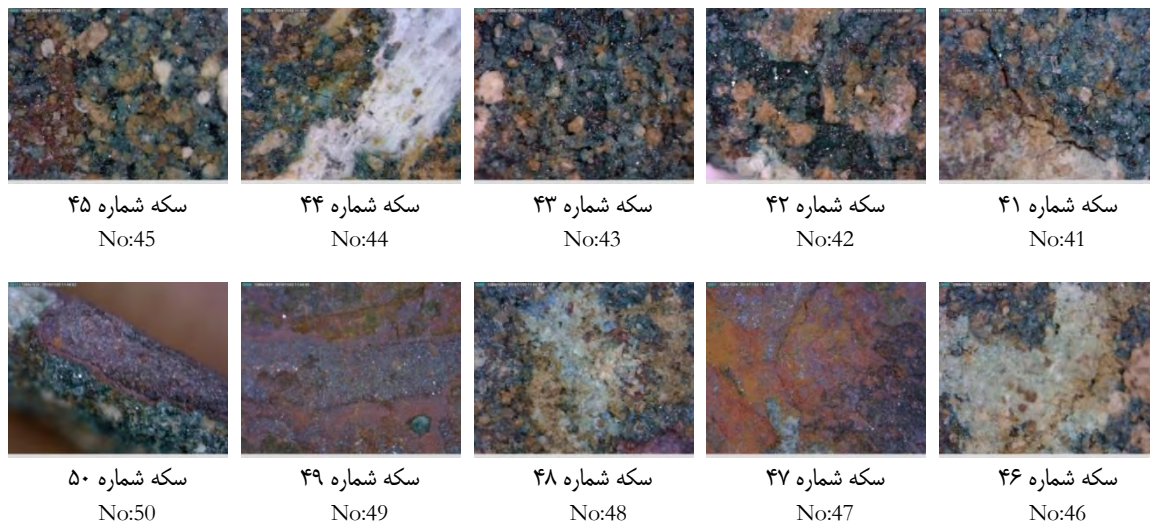
۶. نتایج و یافته‌ها

۶-۱. ارزیابی بصری سطح سکه‌ها

تصاویر میکروسکوپ نوری لوپ از سطوح سکه‌ها در زیر ارائه گردیده که با پاتین‌های زمخت و ناهمواری پوشیده شده است به طوری که در برخی از سکه‌ها سطح اصلی سکه به طور کامل از بین رفته است و امکان بازیابی نقوش آن‌ها وجود ندارد (شکل ۳-۳ Fig). اما خوشبختانه در برخی از سکه‌ها امکان بازیابی نسبی نقوش به کمک روش‌های پاکسازی و یا خوانش خط و نقش سکه‌ها به کمک سایر روش‌ها (راديوگرافی) وجود دارد.

گردید. نتایج مطالعه اولیه حاکی از آن بود که سکه‌ها منسوب به دوره ایلخانی است. در ادامه برای اثبات موضوع و همچنین شناخت بهتر این آثار، بررسی‌های دقیق فلزشناسی و مطالعات فنی و خوانش سکه‌ها از طریق ریزساختارنگاری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به طیف‌سنج پرتوایکس و میکروسکوپ نوری و راديوگرافی انجام گرفت. برای این منظور از میکروسکوپ لوپ دوچشمی با نشان تجاری کارکت (Correct) ساخت کشور ژاپن برای مطالعه‌ی آثار خوردگی‌ها و ماهیت آن‌ها استفاده شد. همچنین بررسی دقیق تر و تشخیص و شناسایی خط و نقش سکه‌ها به دلیل پوشیده بودن سطح آن‌ها با محصولات خوردگی و رسوبات سطحی، تحت بررسی‌های راديوگرافی قرار گرفتند. این بررسی‌ها با استفاده از دستگاه راديوگرافی جیلاردونی (Gilardoni) ساخت کشور ایتالیا با شدت‌جریان ۴/۵ A، ولتاژ ۹۰ Kv با مدت‌زمان پرتودهی سه دقیقه و در فاصله‌ی ۵m انجام گرفت.

به منظور شناسایی فرایند ساخت سکه‌ها نمونه‌هایی از آن‌ها تحت متالوگرافی و بررسی‌های ریزساختار شناسی قرار گرفتند. با توجه به اینکه متالوگرافی روشی تخریبی است و نمی‌توان آن را بر روی تمامی نمونه‌های به دست آمده از کاوش‌های انجام داد، بنابراین صرفاً سکه‌هایی مورد مطالعه متالوگرافی و ریزساختارشناسی قرار گرفتند که امکان برش و تهیه نمونه متالوگرافی از آن‌ها میسر بود. به این منظور سکه‌های شماره ۳۰-۲۴-۴۴ که در اثر فرایندهای خوردگی و صدمات فیزیکی خرد شده و به قطعات کوچکی تبدیل شده بودند، انتخاب و پس از انجام کلیه‌ی مراحل مانت‌کاری، سنباده‌زنی، پولیش‌کاری و حکاکی، با استفاده از میکروسکوپ نوری بازتابشی پلاریزان مدل BK-POL/BK-POLR (مجهز به دوربین کانن EOS KISS X4 CCD) مورد مشاهده و بررسی ریزساختار قرار گرفتند. ابتدا نمونه با اره‌مویی بریده شد. سپس با رزین در قالب ثابت شد و با اپوکسی رزین و اپوکسی هاردنر به ترتیب با نسبت ۱:۲ مانت شد. برای آنکه نمونه مانت شده به یک سطح صاف و صیقلی برسد با سمباده ساییده شد. سمباده‌های مورداستفاده از زیر به نرم به ترتیب برابر با ۱۸۰-۳۲۰-۴۰۰-۶۰۰-۸۰۰-



شکل ۳: تصاویر میکروسکوپی با بزرگنمایی ۴۰ برابر از سطح سکه‌های ۴۱ تا ۵۰ که پوشیده از محصولات خوردگی است.

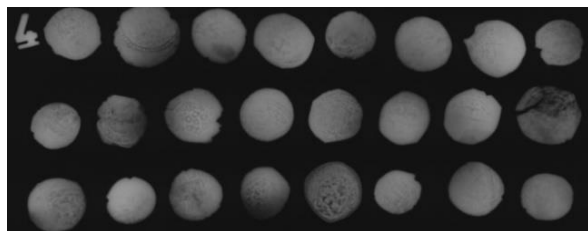
Fig. 3: Surface micrographs of Nos. 41-50 covered in corrosion products, 40X

ایلخانی شباهت دارد و عبارت محمد رسول الله بر روی آن دیده می‌شود که در زمان فرمانروایی سلطان محمد خدابنده که پس از گرویدن به مذهب شیعه نقش شهادتین، علی ولی الله و نام دوازده امام بر سکه‌ها دیده می‌شود. در سکه‌های ۷ تا ۱۲ نقوش و خطوط روی سکه‌ها در اثر خوردگی از بین رفته‌اند. در سکه‌های ۱۳ تا ۱۸ خطوطی حاوی ذکرها دیده می‌شوند، اما به‌طور کامل قابل خواندن نیستند. در بین سکه‌های ۱۹ تا ۲۶ صرفاً در سکه ۲۶ واژه «الله» در یک سمت سکه و نقشی پپچشی در روی دیگر سکه نمایان است. از بین سکه‌های ۲۷ تا ۴۰ مطابق شکل ۹ فقط در سکه ۳۸ واژه «لا اله الا الله محمد رسول الله» دیده می‌شود؛ بر روی سکه‌های ۴۱ تا ۵۰ هیچ نقش و خط مشخصی به چشم نمی‌خورد.

از بین سکه‌های مورد مطالعه خط و نقش سطح برخی از سکه‌ها به کلی از بین رفته و امکان بازیابی آن وجود ندارد و آثاری از ترک خوردگی و تجمع رسوبات و محصولات خوردگی دیده می‌شد.

۲-۶. رادیوگرافی سکه‌ها

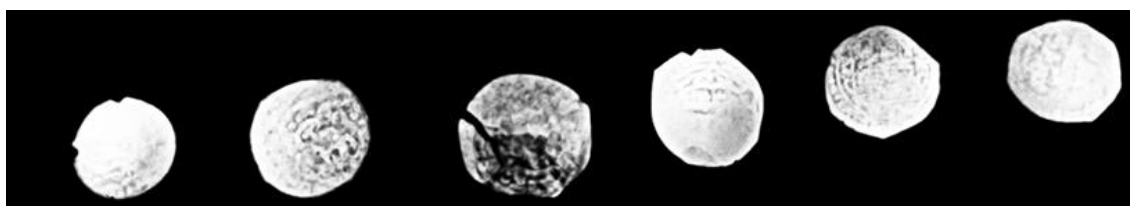
در این بررسی تمامی سکه‌ها تحت مطالعات رادیوگرافی قرار گرفتند اما در معدودی از آن‌ها امکان خوانش نسبی خط و نقش میسر شد. با توجه به بررسی‌های بصری، میکروسکوپی و ماکروسکوپی و همچنین رادیوگرافی انجام شده در بین سکه‌های ۱ تا ۶ سکه‌ها شماره ۱، ۲ و ۳ دارای نقش بودند. در سکه ۱ هاله‌ای از واژه «الحمد لله» و سکه شماره ۲ تنها یک نقش حاشیه مانند مشاهده می‌شود. خط نوشته سکه شماره ۳ به سکه‌های دوره



شکل ۵: رادیوگرافی از یک طرف سکه‌های ۲۵ تا ۵۰ از چپ به راست
Fig. 5: Radiography on one side of Nos. 24-50, from left to right



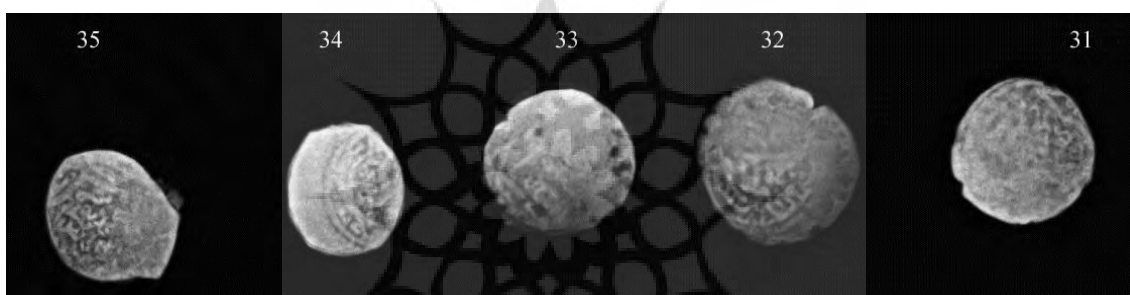
شکل ۴: رادیوگرافی از یک طرف سکه‌های ۱ تا ۲۴ از چپ به راست
Fig. 4: Radiography on one side of Nos. 1-24, from left to right



شکل ۶: رادیوگرافی از یک طرف سکه های ۱۹ تا ۲۴ از چپ به راست
Fig; 6: Radiography on one side of Nos 19-24, from left to right



شکل ۷: رادیوگرافی از یک طرف سکه های ۲۵ تا ۳۰ از چپ به راست
Fig; 7: Radiography on one side of Nos. 25-30, from left to right



شکل ۸: رادیوگرافی از یک طرف سکه های ۳۱ تا ۳۵
Fig; 8: Radiography on one side of Nos 31-35



شکل ۹: رادیوگرافی از یک طرف سکه های ۳۶ تا ۴۰
Fig; 9: Radiography on one side of Nos. 36-40

می‌شود در شکل‌ها پدیده آنیلینگ قابل‌رؤیت است. در شکل ۱۱ که ناشی از کار گرم انجام‌شده بر روی اثر است و تا حدودی کشیدگی دانه‌ها هم قابل‌مشاهده است. مناطق خاکستری روشن و همچنین تیره خوردگی‌های میان دانه‌ای و مرزدانه‌ای را در نمونه نشان می‌دهند.

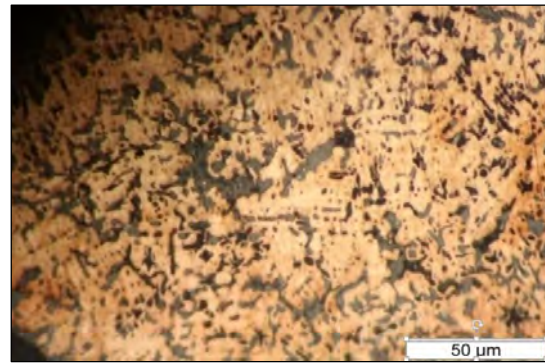
۳-۶. ریزساختارشناسی سکه‌ها

ریزساختار میکروسکوپ نوری سکه شماره ۳۰ از مناطق خاکستری تیره و روشن بر روی یک فاز زمینه طلایی‌رنگ تشکیل شده است (اشکال ۱۰ و ۱۱ - Figs 10,11) که نقاط خاکستری تیره و روشن در تمامی زمینه ریزساختار پراکنده‌اند. در ریزساختار سکه‌ها به‌وضوح دیده



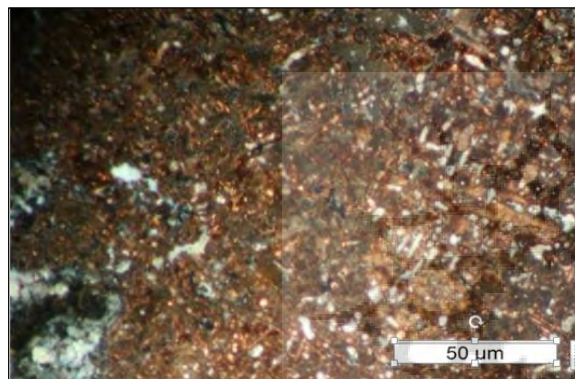
شکل ۱۱: ریزساختار میکروسکوپ نوری سکه شماره ۳۰ از دانه‌هایی با اندازه متفاوت دیده می‌شود بزرگنمایی ۴۰۰ برابر

Fig. 11: Optical microscopy micrograph of No. 30, 400 X



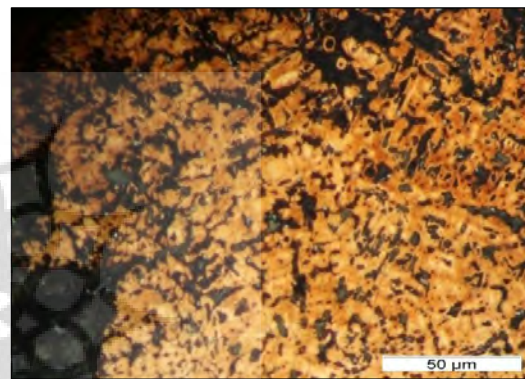
شکل ۱۰: پراکندگی مناطق خاکستری روشن و تیره در زمینه طلایی در ریزساختار سکه شماره ۳۰ بزرگنمایی ۲۰۰ برابر

Fig.10: Dispersion of bright gray areas in the matrix of No. 30, 200 X



شکل ۱۳: تصویر زمینه تاریک از مناطق فعال خوردگی سکه شماره ۲۴

Fig.13: Dark field image from the active corrosion zone of No. 24



شکل ۱۲: خوردگی کلریدی (با توجه به نتایج آزمایش SEM) در نواحی خاکستری روشن سکه شماره ۲۴

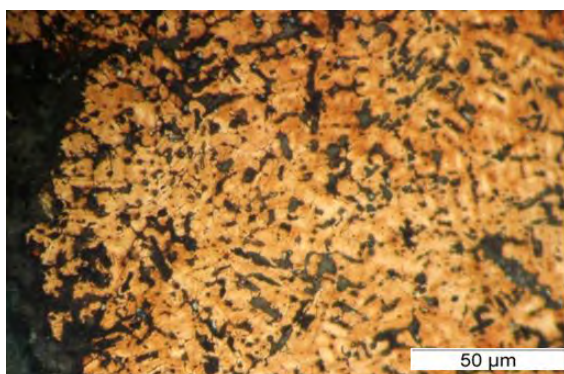
Fig.12 Chloride Corrosion (SEM results) in clear gray areas of No. 24.

۱۵ تبلور مجدد ریزساختار مشاهده می‌شود. ریزساختار اچ شده حاکی از یک نوع تبلور مجدد، همراه با تغییر شکل ناشی از مراحل ضرب سکه است.

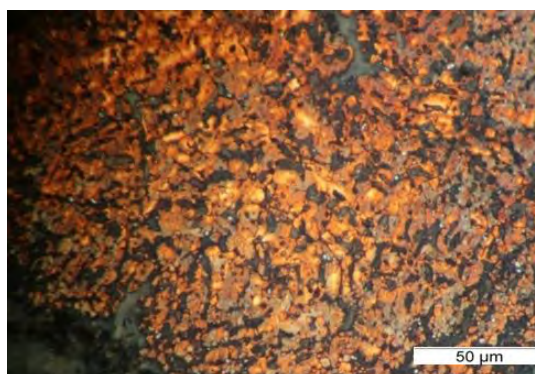
۴-۶. میکروسکوپ الکترونی روبشی

در شکل ۱۶ و ۱۷ تصاویر ریزساختاری SEM سکه شماره ۳۰ به ترتیب در مد الکترون ثانویه (SE) و الکترون برگشتی (BSE) نشان داده شده است. مطابق شکل ۱۷ تصویر با مد BSE کنتراست خوبی را بین فازهای ریزساختاری (نقاط A و B) نشان داده است و این نشانگر آن است که عدد اتمی عناصر تشکیل دهنده مناطق A و B اختلاف زیادی باهم دارند. در تصاویر ریزساختار BSE عناصر با توجه به وزن اتمی خود به رنگ‌های سفید تا

با توجه به شکل مناطق خاکستری در ریز ساختارشناسی می‌توان گفت فازهای سربی هستند؛ که نتایج به دست آمده در SEM-EDS (جدول ۲-۲ Table). نیز مؤید این موضوع است. شکل ۱۱ ریزساختار سکه شماره ۳۰ را نشان می‌دهد که از دانه‌هایی با اندازه‌های متفاوت و نسبتاً درشت تشکیل شده است. این نوع تنوع در اندازه دانه‌بندی ریزساختار یک فلز یا آلیاژ می‌تواند ناشی از کار مکانیکی نمونه باشد [7]. وقتی که این دانه‌ها توسط عملیات چکش کاری تغییر شکل می‌یابند، تخت و شکننده شده تا جایی که دیگر امکان ادامه‌ی کار بر روی آن‌ها میسر نمی‌شود. بنابراین شکل دادن توسط چکش کاری بر روی فلز سرد منجر به پدیده‌ای می‌شود که از آن به‌عنوان کار سخت یاد می‌شود. در شکل ۱۴ و



شکل ۱۵: ریزساختار میکروسکوپ نوری سکه شماره ۴۶
Fig.15: Optical microscopy micrograph of No. 46

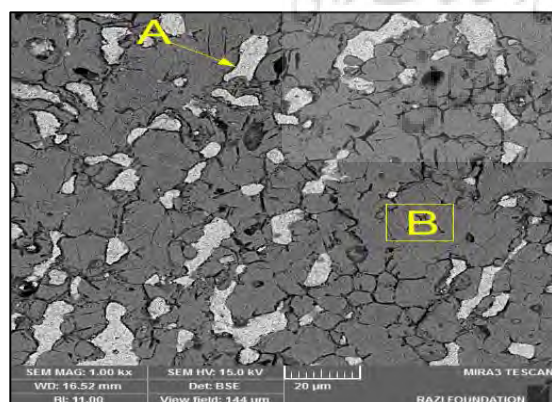


شکل ۱۴: ریزساختار میکروسکوپ نوری سکه شماره ۴۶
Fig.14: Optical microscopy micrograph of No. 46

روشن در ریزساختار ظاهر شود (شکل ۱۷-۱۷-17). عناصر اصلی این دو ناحیه A و B که به‌نوعی گویای ترکیب شیمیایی سکه شماره ۳۰ است به ترتیب عبارت‌اند از مس، سرب و قلع (جدول ۲-2 Table). در ترکیب شیمیایی ناحیه A حدود ۱۵ درصد وزنی کلر نیز مشاهده می‌شود که مربوط به خوردگی این ناحیه است. درصد بالای سرب در ناحیه A مؤید وجود گویچه‌های سربی در ریزساختار سکه شماره ۳۰ است. سرب در مس غیرقابل امتزاج است و در هنگام انجماد به‌صورت گویچه‌های مجزای سرب از مس جدا می‌شود [9]. سرب که دارای نقطه ذوب پایین‌تری نسبت به مس است به خاطر عدم انحلال آن در مس در حالت جامد، حین انجماد به سمت مذاب باقیمانده پس زده شده و در خاتمه انجماد به‌صورت

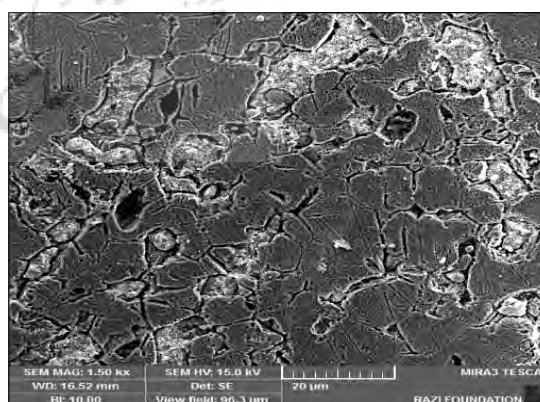
خاکستری ظاهر شده و به‌صورت کیفی از یکدیگر متمایز می‌شوند [8]. نتایج میکرو آنالیز شیمیایی انجام‌گرفته روی فازهای ریزساختاری با روش EDS در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول مشاهده می‌شود که ناحیه خاکستری روشن A دارای مقدار قابل‌ملاحظه‌ای (حدود ۸۰ درصد وزنی) سرب است درحالی‌که ناحیه خاکستری تیره B عاری از سرب و شامل حدود ۹۱ درصد وزنی مس است.

در BSE نیز دیده می‌شود که تفاوت قابل‌ملاحظه چگالی بین نواحی A و B باعث شده است که ناحیه B (فاز زمینه اصلی) با چگالی کمتر (دارای عدد اتمی کمتر) کاملاً به رنگ خاکستری تیره و ناحیه A (فاز سربی) با چگالی بیشتر (دارای عدد اتمی بیشتر) کاملاً به رنگ خاکستری



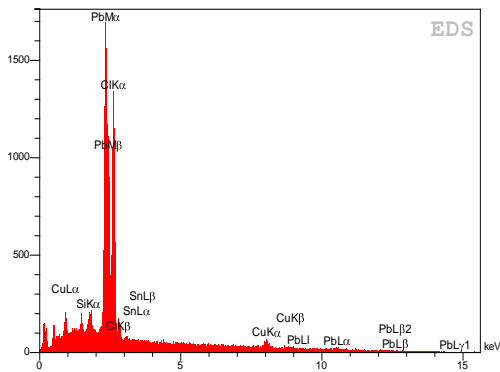
شکل ۱۷: ریزساختار SEM مقطع عرضی سکه شماره ۳۰ در مد الکترون برگشتی

Fig.17: SEM micrograph of cross-section of No. 30 in BSE mode



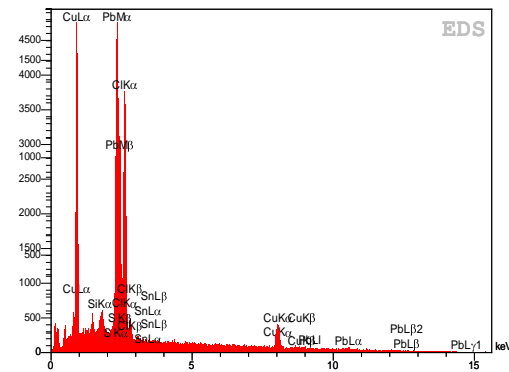
شکل ۱۶: ریزساختار SEM مقطع عرضی سکه شماره ۳۰ در مد الکترون ثانویه

Fig.16: SEM micrograph of cross-section of No. 30 in SE mode



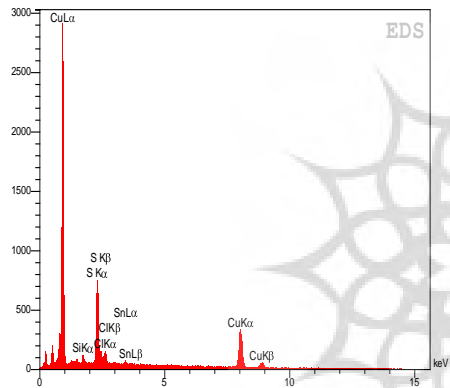
شکل ۱۹: طیف میکرو آنالیز عنصری EDS از فاز زمینه B در ریزساختار سکه شماره ۳۰ شکل ۱۷

Fig.19 : EDS analysis of region B in microstructure of No. 30 in Fig. 17



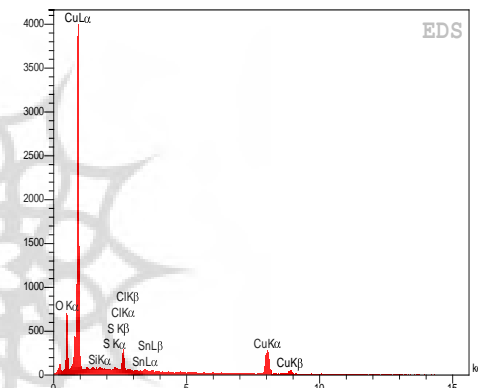
شکل ۱۸: طیف میکرو آنالیز عنصری EDS از فاز A در ریزساختار سکه شماره ۳۰ شکل ۱۷

Fig.18: EDS analysis of region A in microstructure of No. 30 in Fig. 17



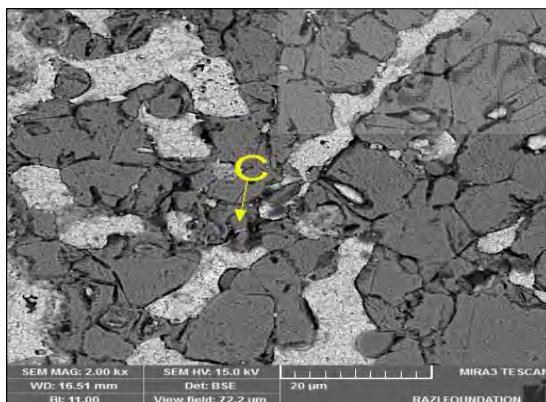
شکل ۲۱: طیف میکرو آنالیز عنصری EDS از نقطه D در ریزساختار سکه شماره ۳۰

Fig.21 : EDS analysis of region D in microstructure of No. 30 in Fig. 22



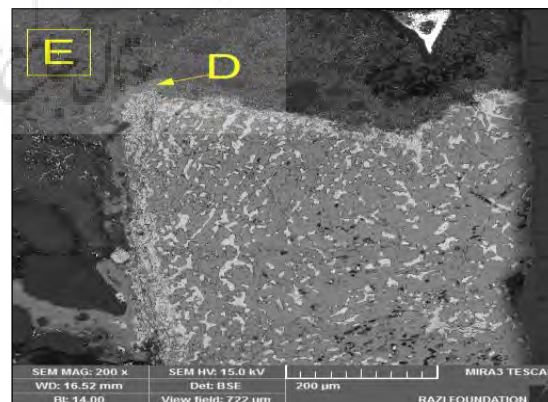
شکل ۲۰: طیف میکرو آنالیز عنصری EDS از نقطه C در ریزساختار سکه شماره ۳۰

Fig.20 : EDS analysis of region C in microstructure of No. 30 in Fig. 23



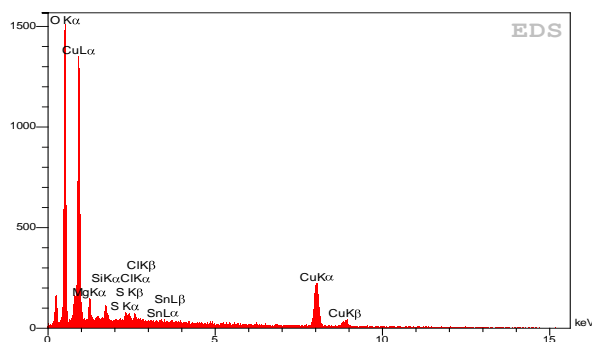
شکل ۲۳: ریزساختار SEM مقطع عرضی سکه شماره ۳۰ در مد الکترون برگشتی

Fig.23: SEM micrograph of cross-section of No. 30 in BSE mode



شکل ۲۲: ریزساختار SEM مقطع عرضی سکه شماره ۳۰ در مد الکترون برگشتی

Fig.22 : SEM micrograph of cross-section of No. 30 in BSE mode



شکل ۲۴: طیف میکروآنالیز عنصری EDS از ناحیه E در ریزساختار سکه شماره

۳۰ در شکل ۲۲

Fig. 24: EDS analysis of region E in microstructure of No. 30 in Fig. 22

بر روی فازهای مختلف دیده می‌شود، میزان عنصر مس کاهش یافته و مقدار اکسیژن در این ناحیه افزایش یافته است که با توجه به وجود مقادیر زیادی کلر و اکسیژن و همچنین کم شدن میزان مس در این ناحیه و با توجه به رنگ تیره‌ی این نقطه، به نظر می‌رسد که جزو محصولات اکسیدی / خوردگی کلریدی باشد که در داخل نمونه به واسطه نفوذ اکسیژن / کلر از طریق ترک‌های سطحی و یا مرزدانه‌ها به داخل نمونه تشکیل شده است.

شکل ۲۴ طیف میکرو آنالیز عنصری EDS از ناحیه E در ریزساختار سکه شماره ۳۰ در شکل ۲۲ را نشان می‌دهد. درصد وزنی بالای اکسیژن (۴۶/۲۶ درصد) و مقداری Mg (حدود ۲ درصد) را نشان می‌دهد و درصد مس آن نیز نسبت به سایر نقاط آنالیز شده به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کمتر است. لذا به نظر می‌رسد که ناحیه E یک ترکیب اکسیدی و یا کربناتی مس و منیزیم است که با گذشت زمان در ریزساختار سکه شماره ۳۰ تشکیل شده است (جدول ۲-۲ Table 2).

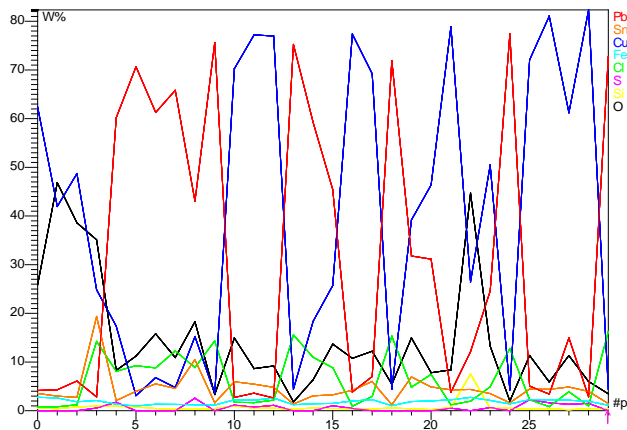
گویچه‌های سربی خالص در مرز دانه‌های مس رسوب می‌کند [10]. با توجه به ترکیب شیمیایی نواحی A و B در جدول ۱ ملاحظه می‌شود که سکه شماره ۳۰ در ترکیب شیمیایی خود غیر از مس و سرب، دارای مقداری حدود ۴/۵ درصد وزنی قلع نیز است و لذا به نظر می‌رسد که از آلیاژ سه‌گانه مس - قلع - سرب در ساخت سکه شماره ۳۰ استفاده شده است. در ترکیب شیمیایی ناحیه B مقداری حدود ۲/۹۳ درصد وزنی گوگرد نیز دیده می‌شود که شاید مربوط به فرایند استحصال مس باشد.

حضور مس گوگرد و قلع به ترتیب با ۷۸/۹۲ و ۱۵/۲۹ و ۱/۹۶ درصد وزنی را نشان می‌دهد که بیانگر آن است که از کانی‌های سولفید مس برای استحصال مس مورداستفاده در ترکیب سکه‌ها استفاده شده است [11]. همان‌طور که در بعضی منابع نیز اشاره شده است که ذوب سنگ‌های معدنی سولفیدی مس برای استخراج فلز مس در فلزکاری باستانی معمول بوده است [12]. در نقطه‌ی D همان‌طور که در جدول ۱ نتایج آنالیز عنصری SEM-EDS

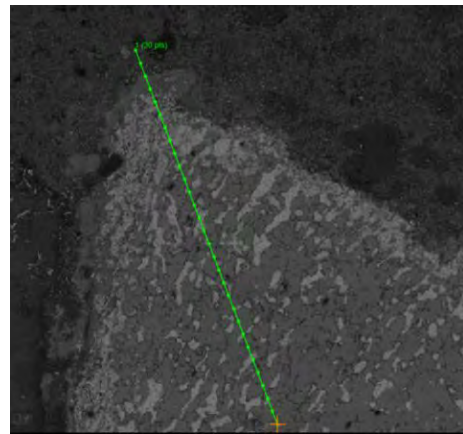
جدول ۲: نتایج میکرو آنالیز عنصری SEM-EDS بر روی عناصر در ریزساختار سکه شماره ۳۰ بر حسب درصد وزنی (W%)

Table 2: EDS micro analysis of microstructural phases of No. 30 by weight percentage (W%)

Element	Cu	Sn	S	Pb	O	Mg	Cl	Si
A	3.39	0.31	-	79.69	-	-	15.68	0.93
B	91.14	4.46	2.93	-	-	-	1.46	-
C	78.92	1.96	15.29	-	-	-	2.95	0.88
D	62.60	3.54	0.73	-	27.75	-	4.76	0.62
E	48.25	0.64	0.96	-	46.26	2.09	0.71	1.07



شکل ۲۶: طیف میکرو آنالیز خطی از سکه شماره ۳۰
Fig. 26 : EDS analysis line scan of No.30



شکل ۲۵: اسکن خطی استاتیکی از سکه شماره ۳۰
Fig. 25 : Linear static scan from 30 points on No.30

جدول ۳: نتایج آنالیز EDS به روش اسکن خطی استاتیکی از سکه شماره ۳۰
Table 3: Results of EDS analysis via linear static scan method from No.30.

عنصر Element	درصد وزنی Weight percent (W%)	درصد اتمی Atomic percent (At%)	ZAF
O	11.85	18.21	0.0882
Si	1.28	1.22	0.1198
S	0.75	1.24	0.1063
Cl	5.30	13.21	0.0376
Fe	0.53	0.38	0.0602
Cu	29.12	22.78	0.1033
Sn	3.33	0.95	0.0227
Pb	29.07	12.29	0.0872

۷. نتیجه‌گیری

بر اساس آنچه که در متن مقاله آمده است، آثار فلزی به‌دست آمده از محوطه تاریخی فیض‌آباد به‌منظور خوانش خط، شناخت شیوه ساخت و ضرب این سکه‌ها، شناسایی ترکیب شیمیایی، نوع آلیاژ، آن‌ها از روش‌های متالوگرافی (SEM-EDS) و رادیوگرافی استفاده شد که نتایج به‌دست‌آمده نشان دادند سطوح سکه‌های موردبررسی با پاتین‌های زمخت و ناهمواری پوشیده شده، طوری که در برخی از سکه‌ها سطح اصلی کاملاً از بین رفته و امکان بازیابی نقوش وجود نداشت. علی‌رغم آن در برخی از سکه‌ها امکان بازیابی نسبی نقوش به‌واسطه پاکسازی و به کمک رادیوگرافی خوانش خط و نقش میسر شد. ریزساختار سکه‌های موردبررسی علائمی از آنیلینگ و تبلور مجدد همراه با تغییر شکل و خطوط لغزش را نشان

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، به‌منظور بررسی هر چه بهتر و دقیق‌تر ترکیب شیمیایی سکه‌ها یکی از آن‌ها انتخاب شده (سکه شماره ۳۰) و به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی از ۳۰ نقطه به‌صورت استاتیکی در امتداد یک اسکن خطی (line scan) مطابق شکل ۲۵ میکرو آنالیز عنصری EDS به عمل آمد.

جدول ۳ میانگین نتایج آنالیز اسکن استاتیکی خطی انجام‌یافته روی ۳۰ نقطه واقع بر روی خط اسکن شده روی سکه شماره ۳۰ را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه سطح نمونه‌ها به‌دقت پولیش شده و رسوبات سطحی و محصولات خوردگی از سطح سکه به‌طور کامل زدوده شد بود و مطابقت قابل قبول این نتایج با نتایج آنالیز مقطع سکه‌های موردبررسی به جرأت می‌توان گفت که آلیاژی از مس، سرب و قلع هستند.

سکه‌های ۲۷ تا ۴۰ فقط در سکه ۳۸ واژه «لاله الله محمد رسول الله» دیده می‌شود. در سکه‌های ۴۱ تا ۵۰ نیز هیچ نقش و خطی قابل شناسایی نیست. بر اساس نتایج آنالیز نقطه‌ای از ریزساختار تعدادی از سکه‌ها و نیز اسکن خطی استاتیکی ۳۰ نقطه‌ای انجام شده روی سکه شماره ۳۰ نشان می‌دهند که این سکه آلیاژی از مس، سرب و قلع بوده و ناخالصی‌هایی از سیلیسیم، آهن و گوگرد در ترکیب آن‌ها وجود دارد. از نظر آسیب‌شناسی، سطح تمامی سکه‌های مورد مطالعه پوشیده از محصولات خوردگی ملاکیت به رنگ سبز تیره و روشن و بعضاً همراه با محصولات خوردگی کوپریت قرمز رنگ هستند و در سطح برخی از سکه‌ها علاوه بر محصولات خوردگی ذکر شده لایه‌های رسوبی و خاک نیز مشاهده می‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از همه کسانی که در به ثمر رسیدن این کار تحقیقی ما را یاری نموده‌اند، کمال تشکر را دارند.

References

- [1] Dekhoda AA. Dekhoda dictionary. Tehran: University Press and Publishing; 1993. [in Persian]
- [2] Shams Ishraq AR. The first coins of the Islamic empire. Esfahan: 1990. [in Persian]
- [3] Yara-Ahmadi M. Mongolian period coins. Roshd Amozesh J Date 2010;40:39-42. [in Persian]
- [4] Sarfaraz, Ali Akbar Avaramani F. Coins of Iran from the beginning to the time of zandieh. Tehran: SAMT; 2000. [in Persian]
- [5] Sarafrazi A. Religious political beliefs of the Ilkhanas based on the Ilkhani Cossacks 756-651 AH. Hist Reaserch 2010;2:47-66. [in Persian]

دادند که بیانگر تغییر شکل گرم سکه‌ها است. با توجه به نتایج بررسی‌های بصری، میکروسکوپی و ماکروسکوپی و همچنین رادیوگرافی در بین سکه‌های ۱ تا ۶ سکه‌ها شماره ۱، ۲ و ۳ دارای نقش هستند. در سکه ۱ هاله‌ای از واژه «الحمدالله» دیده می‌شود در سکه شماره ۲ تنها یک نقش حاشیه مانند مشاهده می‌شود و خط سکه شماره ۳ با سکه‌های دوره ایلخانی شباهت بیشتری دارد و عبارت محمد رسول الله بر روی آن دیده می‌شود که به نظر می‌رسد، در زمان فرمانروایی سلطان محمد خدابنده و پس از گرویدن او به مذهب شیعه به نقر شهادتین، علی ولی الله و نام دوازده امام و به دستور وی بر روی سکه‌ها ضرب شده است. در سکه‌های ۷ تا ۱۲ تمامی نقوش و خطوط در اثر خوردگی از بین رفته و در سکه‌های ۱۳ تا ۱۸ نیز خطوطی حاوی اذکار دیده می‌شوند اما به‌طور کامل قابل خواندن نیست. در بین سکه‌های ۱۹ تا ۲۶ فقط در سکه شماره ۲۶ واژه «الله» در یک سمت سکه و نقشی پیچکی در روی دیگر سکه نمایان است و در بین

- [6] Sarafrazi E. عباس. گرایش‌های سیاسی مذهبی ایلخانان براساس مسکوکات ایلخانی، ۷۵۶-۶۵۱ ق. مجله: پژوهش‌های تاریخی ۱۳۸۹؛ ۲: ۴۷-۶۶.
- [7] Javari M, Nouri R, Sadraei A. Preliminary Report of the First Chapter Explore Archeology of the Feyzabad Area in the Spring of 1391. Kashan J 2013;11:32-47. [in Persian]
- [8] جاورى محسن، نوری رضا، صدرایی علی. گزارش مقدماتی فصل اول کاوش باستان‌شناسی محوطه فیض‌آباد در بهار ۱۳۹۱، پژوهش‌نامه کاشان ۱۳۹۲؛ ۱۱: ۳۲-۴۷.
- [9] Gilardoni A. X-rays in art= I raggi X nell'arte. Gilardoni; 1994.
- [10] Lloyd GE. Atomic number and crystallographic contrast images with the SEM: a review of backscattered electron techniques. Mineral Mag 1987;51:3-19. doi: https://doi.org/10.1180/minmag.1987.051.359.02
- [11] Scott DA. Metallography and microstructure in ancient and historic metals. Getty publications; 1992.
- [12] Wang Q, Huang H, Shearman F. Bronzes from the Sacred Animal Necropolis at Saqqara, Egypt: a study of the metals and corrosion. Br Museum Tech Res Bull 2009;3:73-82.
- [13] Figueiredo E, Silva RJC, Araújo MF, Senna-

Martinez JC. Identification of ancient gilding technology and Late Bronze Age metallurgy by EDXRF, Micro-EDXRF, SEM-EDS and metallographic techniques. *Microchim Acta* 2010;168:283–91. doi: <https://doi.org/>

10.1007/s00604-009-0284-6
[12] Coghlan HH. Notes on the prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World 1975.

