Journal of Islamic Archaeology studies

Issue 3. Spring and Summer 2021. Pages 7 to 25.

Research Paper

Silver Finesse of Coinage of 2nd AH, from the collection of National Museum of Iran, Using XRF Method

Hossein Sabri*[1], Gholamreza Avani[2], Farah Madani[3]

[1] Independent researcher
[2] Emeritus, Iranian Philosophical Society
[3] Expert, cultural heritage research center

10.22080/JIAR.2021.21262.1001

Received:
March 30, 2021
Accepted:
September 1, 2021
Available online:
September 22, 2021

Keywords:
analysis, PXRF, Madinat al-Salam, alloy, silver finesse assessment

Abstract

Investigating coins reveals firsthand and immediate information to understand "past". Enjoying technology and providing an interdisciplinary context can extract physical and chemical data, which potentially gain double relevant value-inaccessible in the absence of the technology. The data that achieved by such nondestructive analyzing methods result most valuable information which necessarily is absent in historical written sources or numismatics naturally lacks it, because of unknown archaeological provenance, comparing to in situ material culture. XRF portable device used to measure silver finesse of some Abbasid coins of 2nd AH century. The authors statistically studied the results that achieved quantitative-qualitatively. The consequent finesse, as weight percentage, indicates that finesse of capital city of Madinat al-Salam is distinguished and higher than silver finesse of coins from the other mints. Furthermore, the former has lower characteristic metal impurities, copper and lead, compering to the coins of mints other than capital city. One can suggest copper impurity as intentional addition to manipulate alloy finesse, whereas lead impurity as technical negligence and with no effect on finesse.

*Corresponding Author: Hossein Sabri
Address: Iranian Society of Wisdom and Philosophy
Email: hosein_sabri@hotmail.com
Tel: 09121141102

مطالعات باستان شناسی دوران اسلامی
Journal of Islamic Archaeology studies
شماره ۳. بهار و تابستان ۱۴۰۰. صفحات ۷ تا ۲۵.

علمی

سنجش عیار نقره سکه‌های درهم عباسی قرن دوم هجری، متعلق به موزه‌ی ملی ایران، با استفاده از آزمایشXRF

حسین صبری[۱*]، غلامرضا اعوانی[۲]، فرح السادات مدنی[۳]

[۱] پژوهشگر پسادکتری انجمن حکمت و فلسفه ایران
[۲] دکترای تخصصی، استاد انجمن حکمت و فلسفه ایران
[۳] کارشناسی ارشد، کارشناس پژوهشکده مرمت پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی

10.22080/JIAR.2021.21262.1001

تاریخ دریافت:
۱۰ فروردین ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش:
۱۰ شهریور ۱۴۰۰
تاریخ انتشار:
۳۱ شهریور ۱۴۰۰

چکیده

پژوهش سکه‌ها اطلاعاتی بی‌واسطه و دست اول برای فهم گذشته به دست می‌دهد. استفاده از فناوری و ایجاد یک بستر میان رشته‌ای در استخراج داده‌های فیزیکی و شیمیایی سکه‌ها می‌تواند ارزش مضاعفی در این زمینه به دست دهد و اطلاعاتی ایجاد نماید که شاید بدون این علوم و ادوات ، دستیابی به آنها ممکن نباشد. داده‌های به دست آمده از آنالیز سکه‌ها به روش غیرمخرب ،منجر به تولید اطلاعات ارزشمندی منجر می‌شود که الزاما در متون تاریخی وجود ندارد؛ و یا در حوزۀ حوزه‌ی سکه‌شناسی چون معمولا بستر پیدایی آنها نامشخص است، نسبت به مواد فرهنگی بر جا دچار نقصان هستند و نمی‌توان در این زمینه نظری ارائه داد. برای سنجش خلوص نقرۀ نقره‌ی تعدادی از سکه‌های قرن دوم هجری خلافت عباسی که از گنجینۀ گنجینه‌ی موزۀ موزه‌ی ملی ایران انتخاب شدند، از دستگاه XRFپرتابل استفاده شد. نتایج حاصله که به روش کمّی- کیفی به دست آمد مورد بررسی و مطالعۀ مطالعه‌ی آماری قرار گرفت. از بین نتایج حاصل، به غیر از نقره که در سکه‌های درهم محور بوده و فرض اصلی مقاله است، به دو فلز مس و سرب در سکه‌ها نیز توجه شد، زیرا ارتباطی تنگاتنگ با نقره دارند و در مسائل مختلفی از جمله؛ عیار نقره و مسائل فنی تعیین کننده هستند. ضمن ترسیم جداول و نمودارها، عیار نقره بر اساس درصد وزنی به دست آمد که تفسیر آنها گویای این است که عیار سکه‌های مرکز خلافت، مدینه‌السلام، مقداری بیشتر و متمایز از سکه‌های ضراب خانه‌های دیگر است. ضمن این که برخی ناخالصی‌های شاخص، مس و سرب، در سکه‌های مدینه‌السلام کمتر از گروه سکه‌های دیگر است. می‌توان ناخالصی‌های مربوط به مس را

کلیدواژه ها:
آنالیز عنصری سکه،XRF قابل حمل، مدینه‌السلام، آلیاژ سکه، سنجش عیار نقره

* **نویسنده مسئول:** حسین صبری
آدرس: انجمن حکمت و فلسفه ایران
ایمیل: hosein_sabri@hotmail.com
تلفن: ۰۹۱۲۱۱۴۱۱۰۲

موثر در عیار دانست به این نحو که احتمالا آگاهانه به ترکیب فلزی اضافه می‌شد و ناخالصی‌های مربوط به سرب را به دلیل عدم تأثیرگذاری در عیار، اهمال‌کاری فنی تلقی کرد.

۱ مقدمه

هرودوت می‌گوید؛ داریوش برای ضرب سکه‌های خود به تغلیظ محتوای فلزی سکه‌های پیشین پرداخت و نیز آریاند که حاکم مصر بود برای سکه‌های نقره چنین کرد (هرودوت ۱۳۸۴ ج۴ :۲۱۴؛ شهابادی، ۱۳۹۳: ۱۹۱-۲۰۵). در زمان هرودوت سکه‌های نقره‌ی آریاند خالص‌ترین سکه‌های نقره بوده است. در سکه‌های اشکانی نیز دخالت در تغییر در عیار با افزودن یا کاستن از فلزات آلیاژی ادامه داشت،برخی فلزات مانند سرب نیز در فرایند تغلیظ تا حدی باقی می‌مانند (خادمی ندوشن و دیگران۱۳۹۰: ۸۸-۷۹) و می‌توان عیار بالای نقره در سکه‌های این دوره را نیز نشان داد (علی‌نژاد و دیگران ۱۳۹۸: ۲۰۰-۱۸۵). در دوره‌ی بعدی یعنی دوره‌ی ساسانی نیز نشانه‌هایی از چنین تلاشی وجود دارد ، زیرا طی این دوره نیز همیشه درصدهای بالایی از نقره در سکه‌ها وجود داشته است (Bacharach & Gordus, 1972).[۱] سکه‌های اسلامی یکی از مباحث مهم در رویارویی با فرهنگ مادی این دوره است و در مورد سکه‌های این دوره، به ویژه سکه‌های قرون آغازین اسلامی، نحوه‌ی رویارویی حاکمان دوره‌ی اسلامی با سکه‌های دوره‌ی ساسانی و آزمون و خطا کردن آن تا حصول تراز اسلامی سکه را نمی‌توان امری دانست که شکل‌گیری آن بر مبنای ناآگاهی یا تجربه‌ای الزاما ناآگاهانه باشد. فارغ از جنبه‌های بصری این روند، به نظر می‌آید حاکمان قرون اولیه‌ی اسلامی از نظر محتوا و کیفیت سکه‌ها نیز به خلوص و عیار درهم و دینار در دوره‌ی اموی و عباسی نیز توجهی داشته‌اند. البته آن گونه که پیش‌تر بیان شد، توجه به محتوای فلزی سکه و تعیین نسبت آن پیشینه‌ای کهن دارد.

از طرفی، مروری بر کتب متنوع دوره‌های مختلف اسلامی و غیراسلامی سکه‌شناسان نشان می‌دهد بررسی محتوا و کیفیت آلیاژی سکه‌ها بیشتر بر مبنای تجربه‌ی شخصی سکه‌شناسان در ممارست با مجموعه‌ها و بیشتر از روی ظاهر سکه و بر مبنای ظاهر، وزن، قیاس آنها با متون تاریخی و جنبه‌های هنری سکه‌ها بوده است.[۲] به طور سنتی، آنها به ندرت در پی روش‌های آزمایشگاهی هستند. خلوص دراهم و دنانیر در ادوار تاریخی همیشه محل مناقشه و نشانه‌ی قدرت حاکمیت سیاسی و اقتصادی و از طرفی نفوذ بر مناطق تحت کنترل حکومت مرکزی است. دلیلی وجود ندارد که در دوره‌ی اسلامی چنین امری مدنظر حاکمان نباشد. آنها «آگاهانه» و «عامدانه» در محتوای فلزی سکه‌ها دخل و تصرف می‌کردند تا با ایجاد خلوص هر چه بیشتر عیار نقره، شکلی از برتری سیاسی پایتخت را القا کنند.

مقاله‌ی حاضر تلاش دارد با رویکردی متفاوت و نیز تعداد سکه‌های بیشتر از تجربه‌های پیشین، عیار

[۱] از جمله تحقیقات ایرانی در زمینه‌ی سکه‌های ساسانی می‌توان به مقاله‌ی مطالعه و تحلیل ۳۰ سکه‌ی نقره‌ای دوره‌ی ساسانی موزه‌ی همدان با استفاده از روش پیکسی (حاج ولیئی و دیگران، ۱۳۸۸) و به کارگیری روش طیف‌سنجی فلورسانس اشعه‌ی ایکس (WDXRF) در مطالعه‌ی سکه‌های نقره‌ای ساسانیان (حاج ولیئی و سودایی، ۱۳۹۴) و تجزیه‌ی عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به روش پیکسی (کیان‌زادگان و همکاران ۱۳۹۸) نام برد.

[۲] برای مثال Shams Eshragh, ۲۰۱۰. همچنین برای تحقیقی مفصل در مورد برخی سکه‌های قرون اولیه‌ی اسلامی و انطباق آنها با متون متنوع تاریخی رجوع کنید به سلیمانی، سعید. ۱۳۹۶. *تاریخ سکه در دودمان‌های محلی ایران (قرون سوم و چهارم هجری قمری)*. انتشارات برگ نگار.

نقره‌ی سکه‌های چند دهه‌ی ابتدایی (تا پایان قرن دوم) مدینه‌السلام، پایتخت عباسی، را بسنجد. سپس نتایج حاصل از آن را با عیار نقره‌ی سکه‌های دیگری از ضراب خانه‌های دیگر و مربوط به دوره‌ی زمانی مشابه مقایسه نماید. نویسندگان مقدار سرب و مس همان سکه‌ها را بررسی خواهند کرد که به نظر می‌رسد در نحوه‌ی کنترل عیار سکه‌ها و نیز متمایز ساختن پایتخت اهمیت داشته باشد. در نهایت، مقاله‌ی حاضر می‌تواند برخی بررسی‌ها و آزمایش‌های پیشین را که در پیشینه‌ی پژوهش ذکر شده‌اند اصلاح کرده یا توسعه بخشد. که آزمایش بر روی برخی سکه‌های مجموعه‌ی موزه‌ی ملی ایران و در محل همان مجموعه صورت گرفت.

۲ پیشینه‌ی پژوهش

در زمینه‌ی عیارسنجی سکه‌های دوره‌ی اسلامی و به طور خاص قرون اولیه آزمایش‌ها و تحقیقات متعددی انجام شده است که می‌توان آزمایش گوردوس (۱۹۵۷) بر درهم‌های اموی را یکی از اولین آنها دانست که طبق نظر وی خلوص سکه‌ها بیش از نود درصد تعیین شده است. السعد (۱۹۹۹) خلوص میانگین نقره‌ی سکه‌های اموی را ۹۴/۷۱٪ و نیز تلاشی برای حصول خلوص بیشتر نقره در این مقطع زمانی را پیشنهاد کرده است. در آزمایش دیگری توسط الکفاهی (۱۹۹۷) بر روی سکه‌های عباسی ضرب واسط بین سال‌های ۲۱۸-۱۵۸[1] خلوص نقره‌ی سکه‌ها را بسیار متغیر و بین ۸۴-۴۱٪ دانسته است. البته خاطر نشان می‌کنیم که این مقدار نوسان در خلوص نقره در نتایج حاصل از پژوهش الکفاهی در پژوهش حاضر مشاهده نشد (به ادامه توجه کنید)، زیرا آنها فقط پنج سکه را مورد آزمایش قرار دادند!در پژوهشی دیگر خلوص سکه‌های اموی بیش از ۹۶٪ و سکه‌های عباسی بیش از حدود ۹۰٪ پیشنهاد شده است (Abdelouaheda et al., 2009). از معدود پژوهش‌های ایرانی می‌توان به پژوهش زهره جوزی و همکاران (۲۰۱۹) اشاره کرد که با تحقیق روی ۴۲ سکه از نیمه دوم خلافت اموی عیار نقره‌ی آنها را بین ۸۶٪ تا قریب ۹۱٪ اعلام کرده‌اند. البته باید یادآور شویم که تعداد نمونه‌های آزمایش در پژوهش‌های فوق‌الذکر بسیار کمتر از تعداد سکه‌ها در پژوهش حاضر است.

آزمایش فوق توسط دستگاه پرتابلXRFپژوهشکده‌ی مرمت پژوهشگاه میراث فرهنگی صورت پذیرفت که عیار و خلوص بالای نقره‌ی سکه‌های این دوره‌ی زمانی را نشان داد. قابل حمل بودن دستگاه امکان بررسی سکه‌های موزه‌ی ملی را فراهم ساخت، زیرا خروج اشیا متعلق به موزه‌ی ملی برای هرگونه بررسی و آزمایش منع قانونی دارد و هرگونه بررسی و آزمایش باید در محل موزه، زیر نظر کارشناس محترم موزه و تحت شرایط معین انجام شود. از جمله مزایای دیگر دستگاه، عدم نیاز به آماده‌سازی مواد مورد بررسی است. موزه‌ی ملی ایران هرگونه تمیزکاری سکه‌ها برای آزمایش‌های تجزیه‌ی عنصری را با منع قانونی مواجه ساخته است. از این رو، دستگاه پرتابل پیشرفته‌ای که از فناوری‌های روزآمد نیز بهره می‌برد و با دقت بالایی در چنین شرایطی کارکرد دارد، مورد استفاده‌ی ما قرار گرفت.

آزمایش XRF یا فلورسانس پرتو ایکس، از جمله آزمایش‌های تجزیه‌ی عنصری است که کاربرد فراوانی در پژوهش و صنعت دارد. این آزمایش ترکیب عناصر موجود در مواد مختلف (در اینجا اشیا باستانی) را از نظر کیفی و کمّی شناسایی می‌کند. این روش در پایش فرسایش ابنیه‌ی باستانی، تحقیقات میدانی باستان‌شناسی و تجزیه‌ی عنصری هرگونه شی موزه‌ای کاربرد فراوانی دارد، زیرا بیشتر اینها، از جمله سکه‌های مورد بررسی در این مقاله،به دلایل قانونی یا هر دلیل دیگری قابل جابه جایی از محل اصلی خود نیستند. این شناسایی بر پایه‌ی تابش اشعه‌ی ایکس از یک منبع برانگیخته به یک

[1] تقریبا همان دوره‌ای که در پژوهش ما مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شی و اندازه‌گیری انرژی و شدت انعکاس این پرتو ایکس (پرتو ایکس ثانویه) یا به اصطلاح فلورسانس اتم است که در حقیقت انرژی‌های شاخص اتم‌هاست. مقادیر متنوع و متفاوت انرژی نشان‌دهنده‌ی عناصر مختلف و شدت آن شاخص میزان غلظت یک عنصر است. از مزایای استفاده از این روش برای تجزیه‌ی عنصری می‌توان سهولت آماده‌سازی (یا عدم نیاز به آماده‌سازی) نمونه را نام برد که برای اشیا باستانی که باید کمترین دخل و تصرف (تخریب) در آنها صورت گیرد مزیت محسوب می‌شود و می‌توان اشیاء را به طور مستقیم در معرض آن قرار داد. از مزیت‌های دیگر آن می‌توان به هزینه‌ی حداقلی استفاده از دستگاه و کاربری آسان آن، و آنچه که پیش‌تر نیز توضیح داده شد، اشاره کرد(Thompson, 2009). البته فناوری‌های جدید این دستگاه امکان استفاده از نتایج در کوتاهترین زمان را نیز فراهم می‌سازد.

۳ روش تحقیق

تجزیه‌ی عنصری سکه‌ها توسط دستگاه XRF قابل حمل Niton XL 3t GOLDD+ 950 ساخت شرکت Thermo Scientific انجام شد. ۴۱ سکه توسط این دستگاه مورد سنجش قرار گرفتکه عناصر مختلفی را در آلیاژ سکه مشخص کرد. تنظیمات دستگاه روی «فلزات عمومی»[۱] تنظیم شده بود، اما در این تحقیق فقط در مورد فلزات نقره، مس و سرب بحث خواهد شد.. در ادامه‌ی بحث، به نوسان این سه فلز خواهیم پرداخت که به فراوانی در سکه‌های مورد بحث نیز وجود دارند؛ حتی در برخی ازآنها مقادیر قابل اعتنایی از دو فلز مس و سرب دیده می‌شود که به غیر از نقره که فلز اصلی سکه‌های درهم است، ،عناصری هستند که معمولا در معادن نقره و طلا همراه با این فلزات گرانبها وجود دارند و به اصطلاح «همایند»[۲]هستند، هرچند هر کدام از دو فلز مذکور بنا بر دلایل فنی (سرب)، اقتصادی، سیاسی (مس) و غیره به آلیاژ سکه‌ها اضافه می‌شوند.

درصد نقره‌ی سکه‌ها طبق جدول ۱ گزارش شده است.تعداد ۲۴ عدد از این سکه‌ها مربوط به پایتخت خلافت، مدینه‌السلام،و ۱۷سکه دیگر به ضرابخانه‌های دیگر متعلق هستند. جداول ۲ و ۳ جداول کمکی هستند که دو گروه سکه‌های ضرب پایتخت، مدینه‌السلام، (جدول ۲) و ضراب خانه‌های دیگر (جدول۳) را به تفکیک و برای سهولت بررسی نشان می‌دهند. همان طورکه شاهد هستیم سکه‌های مدینه‌السلام(جدول۲) دارای خلوص بالای نقره با میانگین ۹۶/۱۴ %هستند که طبق همان جدول، کمترین آنها ۸۹/۵۷ % مربوط به سکه‌ی شماره‌ی ۳۲۷ /۵۳۸ و بیشترین آنها ۹۷/۳۶٪ مربوط به سکه۴۹۸/۳۲۷ است. جدول (۳) همچنین کلیه‌ی داده‌های مربوط به سکه‌های ضرب شده در خارج از مرکز (مدینه‌السلام) را نشان می‌دهد که میانگین عیار نقره‌ی آنها ۹۲/۹۲ % است. این در حالی است که کمترین عیار نقره در این گروه ۸۶/۹۷ % و مربوط به سکه‌ی ۴۵۳/۱۱۴۴ است و بیشترین آن ۹۶/۵۱٪ متعلق به سکه‌ی ۱۹۸/۱۱۴۴ است.از برابری درصد خلوص نقره‌ی این دو گروه سکه می‌توان درصد بالای عیار و قرابت نزدیک بین آنها را شاهد بود، هر چند، میانگین عیار نقره‌ی سکه‌های مرکز خلافت به وضوح از مراکز دیگر بیشتر است. احتمالا نمی‌توان از منظر تاریخی نتیجه‌گیری خاصی داشت و این تفاوت را به دلیل واقعه یا وقایع معینی دانست، اما می‌توان با در نظر داشتن ناخالصی‌های عمده‌ی مس و سرب در سکه‌ها برخی پیشنهادها ارائه داد و استنباط کرد.

جدول امشخصات کلی سکه ها و عناصر مورد بررسی[۳]

[۱]فلزات عمومی شامل سیلیسیم، فسفر، تیتانیم، وانادیم، کروم، آهن، مس، روی، قلع، تنگستن، طلا، سرب و بیسموت هستند.
[۲]Paragenesis
[۳]تصاویر، اطلاعات و شماره مرجع تمامی سکه‌های مورد بحث در مقاله که در جدول ۱ مشخصات آن آمده است در انتهای این پژوهش و در جدول شماره ۴ قابل مشاهده است.

ردیف	شماره سکه	وزن/ گرم	درصد نقره	درصد مس	درصد سرب	محل ضرب	تاریخ ضرب
۱	۱۲۲/۳۰۲	۱/۸۴	۸۶/۹۷	۸/۸۶	۱/۲۴	تپورستان	۱۳۷
۲	۱۹۴/۱۱۴۴	۲/۷۴	۹۴/۱	۱/۴۴	۱/۸۶	محمدیه	۱۴۷
۳	۵۴۴/۳۲۷	۲/۸۷	۹۵/۸۷	۰/۴۳۳	۰/۴۸۴	مدینه السلام	۱۴۸
۴	۴۷۶/۳۲۷	۲/۸۳	۹/۵۵	۰/۳۸۹	۰/۴۳	مدینه السلام	۱۴۹
۵	۴۹۹/۳۲۷	۲/۸۹	۹۶/۳۳	۰/۳۹۹	۰/۲۳۲	مدینه السلام	۱۵۰
۶	۴۹۸/۳۲۷	۲/۶۴	۹۷/۳۶	۰/۳۲۹	۰/۰۹	مدینه السلام	۱۵۱
۷	۵۲۴/۳۲۷	۲/۹	۹۵/۶۵	۰/۳۹۶	۰/۱۸	مدینه السلام	۱۵۱
۸	۴۷۱/۳۲۷	۲/۹۳	۹۵/۹	۰/۴۴۲	۰/۳۵۹	مدینه السلام	۱۵۱
۹	۴۹۷/۳۲۷	۲/۸۸	۹۶/۴۸	۰/۴۱۴	۰/۱۸۱	مدینه السلام	۱۵۲
۱۰	۴۴۰/۱۱۴۴	۲/۹	۹۴/۶۵	۱/۶۹	۰/۲۸۵	مدینه السلام	۱۵۴
۱۱	۳۹۴/۱۱۴۴	۲/۸۶	۹۶/۹۷	۰/۴۹۹	۰/۱۴۷	مدینه السلام	۱۵۵
۱۲	۴۶۵/۳۲۷	۲/۷۶	۹۷/۰۹	۰/۳۸۷	۰/۱۴۲	مدینه السلام	۱۵۵
۱۳	۵۰۷/۳۲۷	۲/۷۸	۹۶/۶۱	۰/۴۳۱	۰/۲۳۳	مدینه السلام	۱۵۶
۱۴	۵۳۶/۳۲۷	۲/۹	۹۶/۵۹	۰/۴۱۱	۰/۲۱۴	مدینه السلام	۱۵۶
۱۵	۵۳/۳۲۷	۲/۴۲	۸۹/۵۷	۶/۷۹	۰/۷۸۷	مدینه السلام	۱۵۷
۱۶	۵۱۶/۳۲۷	۲/۸۵	۹۶/۳۲	۰/۴۴۹	۰/۲۳۵	مدینه السلام	۱۵۷
۱۷	۱۹۶/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۷/۳۹	۰/۳۵۲	۰/۱	مدینه السلام	۱۶۱
۱۸	۲۲۴/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۴/۶۵	۰/۳۹۴	۰/۳۱۵	مدینه السلام	۱۶۱
۱۹	۲۰۳/۱۱۴۴	۲/۹۲	۹۴/۹۹	۰/۷۷۸	۲/۰۲	یمامه	۱۶۶
۲۰	۳۴۱/۱۱۴۴	۲/۹	۹۳/۵۸	۰/۶۳۳	۲/۳۶	سجستان	۱۷۲
۲۱	۱۹۹/۱۱۴۴	۲/۸۶	۹۶/۴۶	۰/۳۸	۰/۲۰۵	مدینه السلام	۱۷۰
۲۲	۲۰۷/۱۱۴۴	۲/۹۲	۹۵/۶	۰/۴۶۸	۱/۸۵	محمدیه	۱۷۲
۲۳	۲۰۸/۱۱۴۴	۲/۹۱	۹۶/۵۶	۰/۵۳۴	۰/۳۲	مدینه السلام	۱۷۲
۲۴	۱۹۸/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۶/۵۱	۰/۹۴۵	۰/۳۶۱	مدینه بلخ	۱۷۴
۲۵	۲۰۰/۱۱۴۴	۲/۵۵	۹۲/۵۳	۳/۴	۱/۹۵	محمدیه	۱۷۴
۲۶	۴۵۳/۱۱۴۴	۲/۸۳	۸۶/۹۷	۸/۱۴	۲/۵۳	آفریقیه	۱۷۵
۲۷	۱۹۵/۱۱۴۴	۲/۹	۹۵/۷۵	۰/۵۳۳	۱/۲۷	مدینه اصبهان	۱۷۶

ردیف	شماره سکه	وزن/ گرم	درصد نقره	درصد مس	درصد سرب	محل ضرب	تاریخ ضرب
۲۸	۴۶۴/۳۲۷	۲/۸۶	۹۶/۶۲	۰/۳۶	۰/۴۵۸	مدینه السلام	۱۷۷
۲۹	۲۱۳/۱۱۴۴	۲/۷۸	۹۶/۹۷	۰/۴۴	۰/۶۰۳	مدینه السلام	۱۷۷
۲۹	۱۹۲/۱۱۴۴	۲/۹۱	۹۶/۴۶	۰/۴۷۷	/۳۳۳ ۰	مدینه السلام	۱۸۰
۳۰	۱۹۷/۱۱۴۴	۲/۹۸	۹۶/۹	۰/۴۶۹	۰/۳۱۲	مدینه السلام	۱۸۰
۳۱	۲۱۰/۱۱۴۴	۲/۸۸	۹۳/۵۸	۰/۴۴۴	۰/۵۶۴	مدینه السلام	۱۸۲
۳۲	۱۹۳/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۵/۹۴	۰/۷۱۱	۱/۳۱	مدینه السلام	۱۸۳
۳۳	۲۱۶/۱۱۴۴	۲/۹۳	۹۲/۰۹	۶/۷۱	۱/۲۹	مدینه اران	۱۸۶
۳۴	۳۸۲/۱۱۴۴	۲/۷۵	۹۲/۱۶	۴/۲۱	۱/۰۱	بلخ	۱۸۷
۳۵	۴۰۷/۱۱۴۴	۲/۹۱	۹۲/۰۹	۴/۷۴	۰/۷۹۶	بلخ	۱۸۷
۳۶	۴۲۳/۱۱۴۴	۲/۵۷	۹۵/۵	۰/۵۰۶	۰/۶۱۸	کرمان	۱۸۷
۳۷	۲۱۷/۱۱۴۴	۲/۵۶	۹۵/۵	۱/۲	۱/۲۴	معدن الشاش	۱۹۰
۳۸	۲۱۲/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۲/۱۶	۰/۸۷۶	۱/۳۲	مدینه بخارا	۱۹۴
۳۹	۲۰۴/۱۱۴۴	۲/۹۲	۹۱/۷۹	۳/۱۴	۲/۶۹	معدن باجنیس	۱۹۵
۴۰	۲۰۶/۱۱۴۴	۲/۸۷	۹۳/۴۹	۲/۹۷	۱/۰۸	محمدیه	۲۰۲

جدول ۲مشخصات کلی سکه ها و عناصر مورد بررسی در سکه¬های مدینه¬السلام

ردیف	شماره سکه	وزن/ گرم	درصد نقره	درصد مس	درصد سرب	محل ضرب	تاریخ ضرب
۱	۵۴۴/۳۲۷	۲/۸۷	۹۵/۸۷	۰/۴۳۳	۰/۴۸۴	مدینه السلام	۱۴۸
۲	۴۷۶/۳۲۷	۲/۸۳	۹۵/۵۵	۰/۳۸۹	۰/۴۳	مدینه السلام	۱۴۹
۳	۴۹۹/۳۲۷	۲/۸۹	۹۶/۳۳	۰/۳۹۹	۰/۲۳۲	مدینه السلام	۱۵۰
۴	۴۹۸/۳۲۷	۲/۶۴	۹۷/۳۶	۰/۳۲۹	۰/۰۹	مدینه السلام	۱۵۱
۵	۵۲۴/۳۲۷	۲/۹	۹۵/۶۵	۰/۳۹۶	۰/۱۸	مدینه السلام	۱۵۱
۶	۴۷۱/۳۲۷	۲/۹۳	۹۵/۹	۰/۴۴۲	۰/۳۵۹	مدینه السلام	۱۵۱

ردیف	شماره سکه	وزن/ گرم	درصد نقره	درصد مس	درصد سرب	محل ضرب	تاریخ ضرب
۷	۴۹۷/۳۲۷	۲/۸۸	۹۶/۴۸	۰/۴۱۴	۰/۱۸۱	مدینه السلام	۱۵۲
۸	۴۴۰/۱۱۴۴	۲/۹	۹۴/۶۵	۱/۶۹	۰/۲۸۵	مدینه السلام	۱۵۴
۹	۳۹۴/۱۱۴۴	۲/۸۶	۹۶/۹۷	۰/۴۹۹	۰/۱۴۷	مدینه السلام	۱۵۵
۱۰	۴۶۵/۳۲۷	۲/۷۶	۹۷/۰۹	۰/۳۸۷	۰/۱۴۲	مدینه السلام	۱۵۵
۱۱	۵۰۷/۳۲۷	۲/۷۸	۹۶/۶۱	۰/۴۳۱	۰/۲۳۳	مدینه السلام	۱۵۶
۱۲	۵۳۶/۳۲۷	۲/۹	۹۶/۵۹	۰/۴۱۱	۰/۲۱۴	مدینه السلام	۱۵۶
۱۳	۵۱۶/۳۲۷	۲/۸۵	۹۶/۳۲	۰/۴۴۹	۰/۲۳۵	مدینه السلام	۱۵۷
۱۴	۵۳۸/۳۲۷	۲/۴۲	۸۹/۵۷	۶/۷۹	۰/۷۸۷	مدینه السلام	۱۵۷
۱۵	۱۹۶/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۷/۳۹	۰/۳۵۲	۰/۱	مدینه السلام	۱۶۱
۱۶	۲۲۴/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۴/۶۵	۰/۳۹۴	۰/۳۱۵	مدینه لسلام	۱۶۱
۱۷	۱۹۹/۱۱۴۴	۲/۸۶	۹۶/۴۶	۰/۳۸	۰/۲۰۵	مدینه السلام	۱۷۰
۱۸	۲۰۸/۱۱۴۴	۲/۹۱	۹۶/۵۶	۰/۵۳۴	۰/۳۲	مدینه السلام	۱۷۲
۱۹	۴۶۴/۳۲۷	۲/۸۶	۹۶/۶۲	۰/۳۶	۰/۴۵۸	مدینه السلام	۱۷۷
۲۰	۲۱۳/۱۱۴۴	۲/۷۸	۹۶/۷۱	۰/۴۴	۰/۶۰۳	مدینه السلام	۱۷۷
۲۱	۱۹۲/۱۱۴۴	۲/۹۱	۹۶/۴۶	۰/۴۷۷	۰/۳۳۳	مدینه السلام	۱۸۰
۲۲	۱۹۷/۱۱۴۴	۲/۹۸	۹۶/۹	۰/۴۶۹	۰/۳۱۲	مدینه السلام	۱۸۰

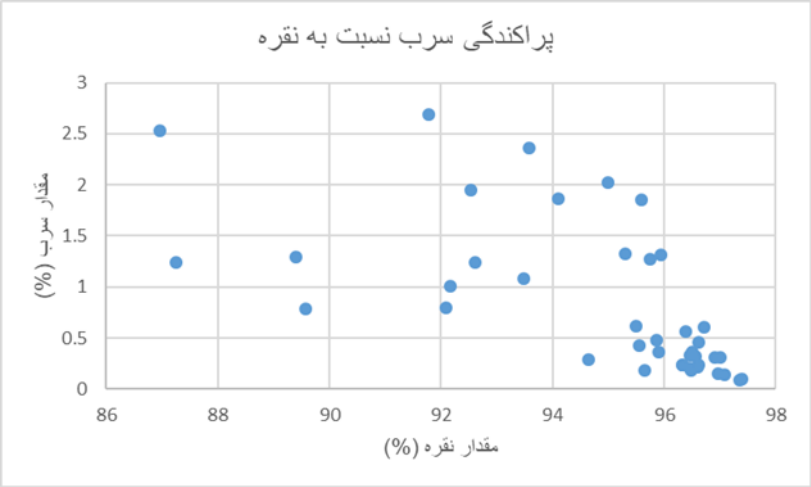
ردیف	شماره سکه	وزن/ گرم	درصد نقره	درصد مس	درصد سرب	محل ضرب	تاریخ ضرب
۲۳	۲۱۰/۱۱۴۴	۲/۸۸	۹۶/۳۹	۰/۴۴۴	۰/۵۶۴	مدینه السلام	۱۸۲
۲۴	۱۹۳/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۵/۹۴	۰/۷۱۱	۱/۳۱	مدینه السلام	۱۸۳

جدول ۳مشخصات کلی و عناصر مورد بررسی در سکه‌های ضرابخانه‌های خارج از مرکز

ردیف	شماره سکه	وزن/ گرم	درصد نقره	درصد مس	درصد سرب	محل ضرب	تاریخ ضرب
۱	۳۰۲/۱۲۲	۱/۸۴	۸۷/۲۶	۸/۸۶	۱/۲۴	تپورستان	۱۳۷
۲	۱۹۴/۱۱۴۴	۲/۷۴	۹۴/۱	۱/۴۴	۱/۸۶	محمدیه	۱۴۷
۳	۲۰۳/۱۱۴۴	۲/۹۲	۹۴/۹۹	۰/۷۷۸	۲/۰۲	یمامه	۱۶۶
۴	۳۴۱/۱۱۴۴	۲/۹	۹۳/۵۸	۰/۶۳۳	۲/۳۶	سجستان	۱۷۲
۵	۲۰۷/۱۱۴۴	۲/۹۲	۹۵/۶	۰/۴۶۸	۱/۸۵	محمدیه	۱۷۲
۶	۱۹۸/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۶/۵۱	۰/۹۴۵	۰/۳۶۱	مدینه بلخ	۱۷۴
۷	۲۰۰/۱۱۴۴	۲/۵۵	۹۲/۵۳	۳/۴	۱/۹۵	محمدیه	۱۷۴
۸	۴۵۳/۱۱۴۴	۲/۸۳	۸۶/۹۷	۸/۱۴	۲/۵۳	آفریقیه	۱۷۵
۹	۱۹۵/۱۱۴۴	۲/۹	۹۵/۷۵	۰/۵۳۳	۱/۲۷	مدینه اصبهان	۱۷۶
۱۰	۳۸۲/۱۱۴۴	۲/۷۵	۹۲/۱۶	۴/۲۱	۱/۰۱	مدینه بلخ	۱۸۷
۱۱	۴۰۷/۱۱۴۴	۲/۹۱	۹۲/۰۹	۴/۷۴	۰/۷۹۶	مدینه بلخ	۱۸۷
۱۲	۴۲۳/۱۱۴۴	۲/۵۷	۹۵/۵	۰/۵۰۶	۰/۶۱۸	کرمان	۱۸۷
۱۳	۲۰۴/۱۱۴۴	۲/۹۲	۹۱/۷۹	۳/۱۴	۲/۶۹	معدن باجنیس	۱۹۵
۱۴	۲۰۶/۱۱۴۴	۲/۸۷	۹۳/۴۹	۲/۹۷	۱/۰۸	محمدیه	۲۰۲
۱۵	۲۱۲/۱۱۴۴	۲/۹۴	۹۵/۳۱	۰/۸۷۶	۱/۳۲	مدینه بخارا	۱۹۴
۱۶	۲۱۶/۱۱۴۴	۲/۹۳	۸۹/۴۱	۶/۷۱	۱/۲۹	مدینه اران	۱۸۶
۱۷	۲۱۷/۱۱۴۴	۲/۵۶	۹۲/۶۲	۱/۲	۱/۲۴	معدن الشاش	۱۹۰

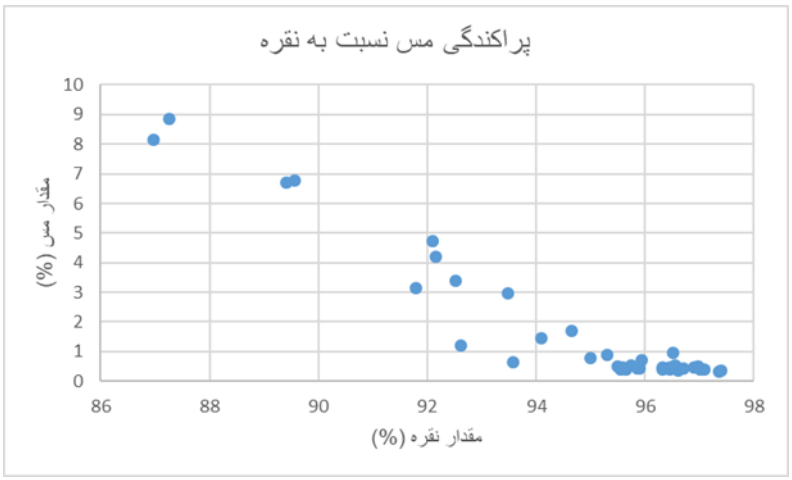
با توجه به نتایجی که در این جداول ارائه شده است می توان نتیجه گیری کرد که مقدار قابل توجه سرب (نمودار ۱) در همه‌ی سکه‌ها دیده می‌شود، به این ترتیب که کمترین میزان سرب (<۰/۵) در سکه‌ای دیده می‌شود که بیشترین مقادیر نقره (<۹۴) را دارد. در این نمودار نمی‌توان برای غلظت سرب در سکه‌ها روند منظمی را شناسایی کرد و به نظر می رسد عیار نقره‌ی سکه ها نسبت مشخصی با درصد سرب موجود در آنها ندارد. در نتیجه، نمی توان با مقایسه دو گروه به نتیجه‌ی خاصی در این مورد دست یافت.

نمودار ۱

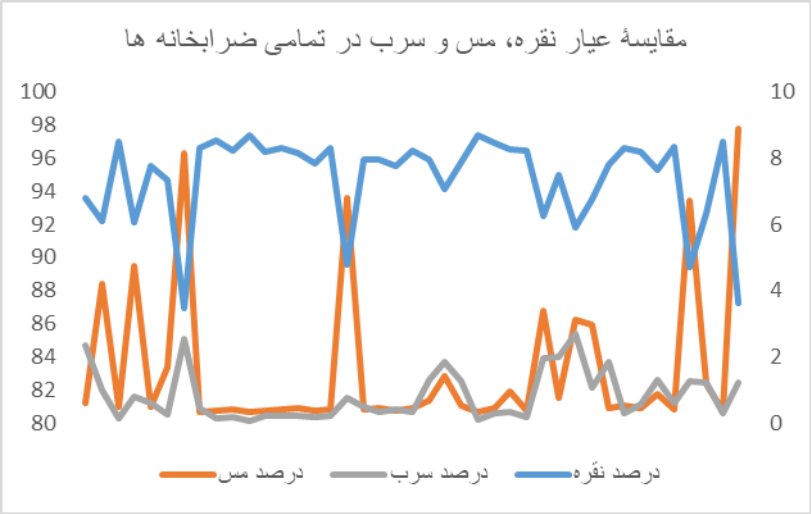


اما در مورد مس،به نحوی که نوسان آن در نمودار ۲ آمده است گویای روندی معین و قابل تعریف است که با افزایش هر چه بیشتر آن، درصد نقره روندی کاهشی را نشان می‌دهد. به این ترتیب که بیشترین مقادیر نقره (>۹۵)مصادف با کمترین مقادیر مس (<۱) در سکه‌ها هستند و هر چه از عیار نقره کاسته شود (<۸۶) بر مقدار مس افزوده می‌شود (<۱۰)؛ روندی که می‌توان توضیحی منطقی برای آن ارائه داد. نمودار ۳ نسبت تغییرات این سه فلز را در ارتباط با یکدیگر به صورت خطی نشان می‌دهد که شاهد روند یکنواختی در تغییرات مس و سرب هستیم، هر چند تغییرات سرب نوسان کمتری به خود می‌بینند و به نظر نمی‌آید بتوان ازدیاد آن را در عیار نقره تأثیرگذار دانست. این در حالی است که طبق همان نمودار ۳ نزدیکی بیشتری بین تغییرات مس و نقره شاهدیم و نوسان عیار نقره با نوسان شدیدتری از مقدار مس همراه است و به وضوح نسبت معکوس با هم دارند، تا جایی که طبق نمودار، مقادیر حداکثری مس با مقادیر حداقلی عیار نقره همراه است و ازدیاد نقره کاهش مس‌را نشان می‌دهد. حال وضعیت فلزات نقره، سرب و مس را در دو گروه «ضراب خانه‌ی مدینه‌السلام» و «ضراب خانه‌های خارج از مرکز» به طور مجزا بررسی می‌کنیم.

نمودار ۲



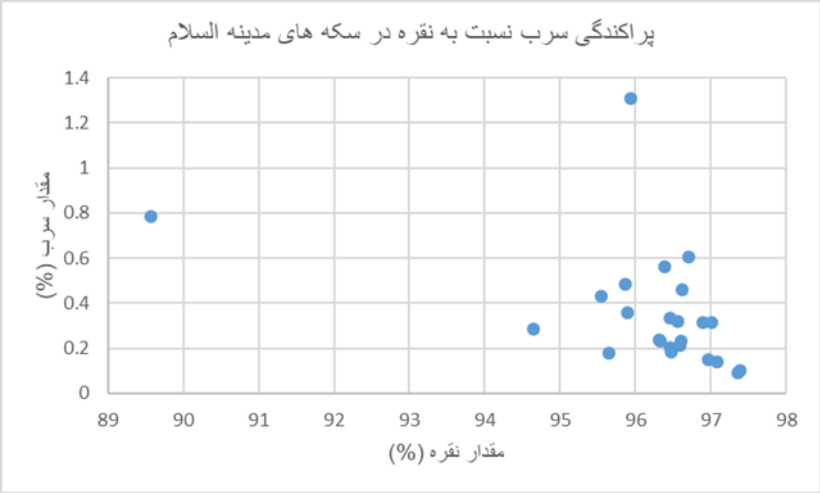
نمودار ۳



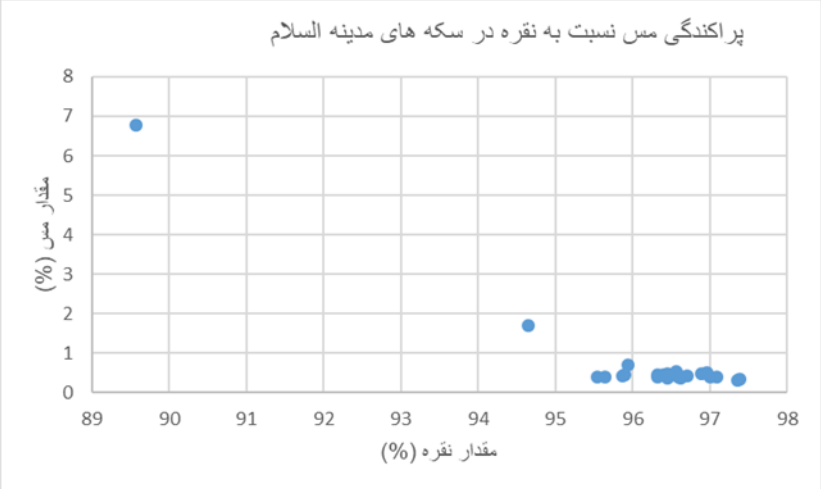
طبق جدول ۲ میانگین عیار نقره‌ی سکه‌های ضرب مدینه‌السلام ۹۶/۱۴۰٪ است که بالاترین عیار آن ۹۷/۳۹ % مربوط به سکه‌ی ۱۹۶/۱۱۴۴ است و کمترین آن ۸۹/۵۷ % مربوط به سکهٔ۵۳۸/۳۲۷ است. با ارجاع به جدول ۲ و نمودار ۴، ضمن انباشت نقره بین ۹۴٪ و ۹۸٪ شاهد مقدار سرب (در اکثر موارد) زیر ۰/۶٪ هستیم. این در حالیست که مقدار مس در اکثر سکه‌های مدینه‌السلام (طبق جدول ۲ و نمودار ۵) زیر ۱٪ و در دو مورد زیر ۲٪ است و فقط یک مورد بیش از ۶٪ مس دارد. طبق نمودار ۶ تغییرات سرب و مس در سکه‌های مدینه‌السلام یکنواخت بوده و کمتر دستخوش تغییرات تند هستند. به نظر نمی‌رسد نوسان حداقلی سرب (در اغلب نقاط) بر نوسان و تغییر نقره تأثیرگذار بوده باشد، اما هر جا مقدار مس تغییر یافته، تقریبا با نوسانی مشابه در نمودار تغییر عیار نقره تأثیر گذاشته و باعث کم و زیاد آن شده است. از منظر زمانی، مس محتوای سکه‌ها کاملا تصادفی تغییر کرده است و ناخالصی مس بیشتر بین سال‌های ۱۴۵ تا ۱۶۵ هجری مشاهده می‌شود. به عنوان توجیهی در این مورد شاید ارتباطی با سال‌های آغازین مدینه‌السلام بی‌مورد نباشد. به نظر می‌رسد

سناریوی محتمل «قبض و بسط» پایتخت[1] در سال‌های اولیه شکل‌گیری آن و نیز برخی انقلاب‌ها در دهه‌های ابتدایی خلافت عباسی را در این زمینه بی‌تأثیر نباشد. بحث باستان‌شناختی بیشتر برای تشکیک‌در چرایی مقدار مس مجال دیگری می‌طلبد.

نمودار ۴

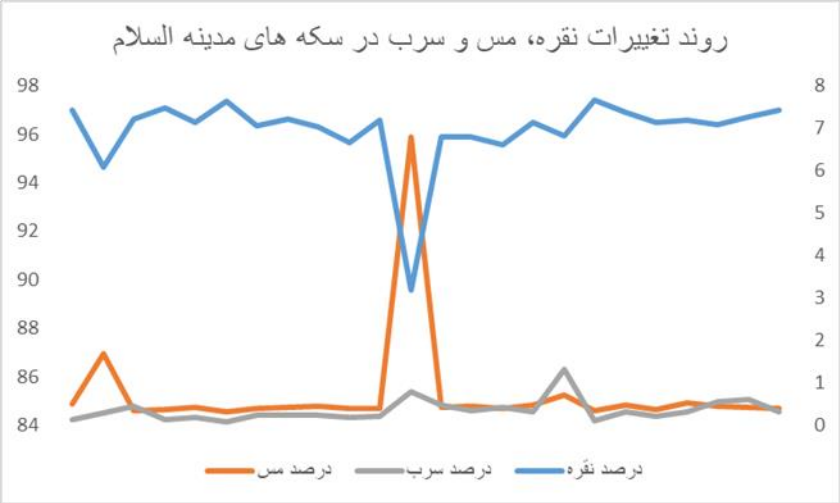


نمودار ۵



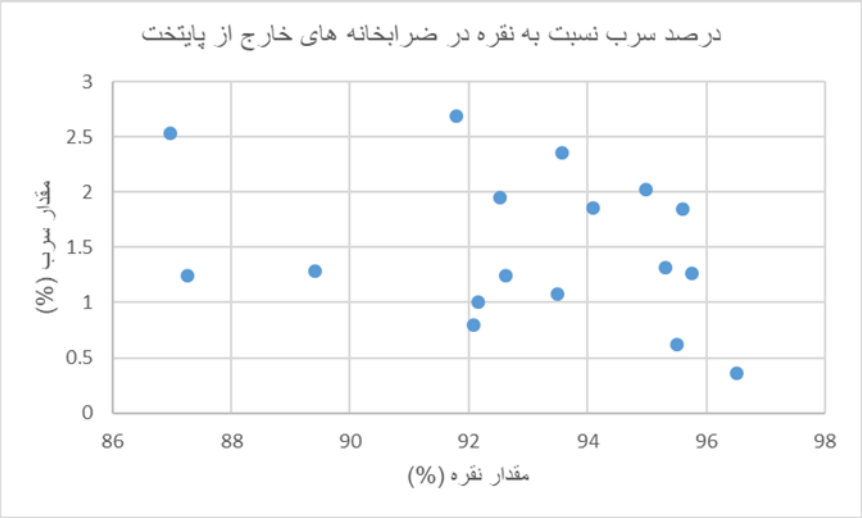
نمودار ۶

[1] بلافاصله پس از احداث بغداد بازار را از داخل شهر به بیرون منتقل کردند و نیز برای عریض کردن راه‌های داخل شهر خانه‌هایی را تخریب کردند (طبری، ۱۳۹۴ ج۱۱: ۴۹۱۸، ۴۹۱۹).

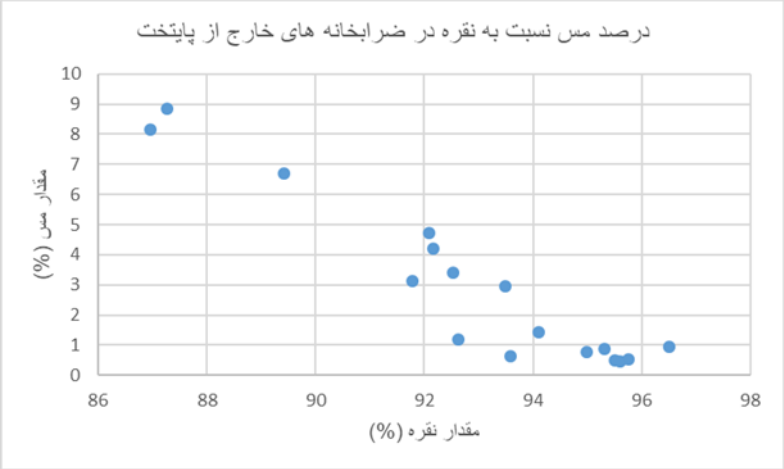


شلختگی و بی‌نظمی (بدون روند) که پیش‌تر در پراکندگی سرب در نمودار ۱ دیده شد شاید بیشتر مربوط به سکه‌های خارج از مدینه‌السلام باشد، به نحوی که به شکلی اختصاصی در نمودار ۷ شاهد هستیم. کمترین و بیشترین مقادیر سرب در تمامی سکه‌های با بیش از ۹۰٪ نقره وجود دارند و به نظر نمی‌آید تأثیر مستقیم یا معکوسی روی مقدار نقره‌ی این سکه‌ها داشته باشد، مضاف بر این که در اغلب آنها حجم آن بیش از ۱٪ است. زیرا پراکندگی بیشتری روی نمودار دارند. در مورد مس (نمودار ۸) که به نظر می‌آید عاملی تأثیرگذار بر عیار نقره باشد، انباشتی همانند سکه‌های مدینه‌السلام در محدوده‌ای ثابت (نمودار ۵) وجود ندارد، اما روندی قابل تعریف را نشان می‌دهد به این معنا که افزایش عیار نقره به بیش از ۹۶٪ مقدار مس را به کمترین مقادیر سوق می‌دهد و برعکس با افزایش مقدار مس، عیار نقره هر چه بیشتر کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است پایین‌ترین عیار نقره (۸۷/۲۶ %) در این سکه‌ها (سکه‌ی ۳۰۲/۱۲۲) و البته بالاترین مقدار مس (۸/۸۶ %)، کمترین مقدار نقره‌ی حاضر در نمونه‌هاست که در حد معمول سکه‌های ساسانی و بیش از ۸۵٪ (Bacharach & Gordus, 1972) قرار دارد. یعنی به هر شکل، تلاش بوده است عیار سکه‌های این دوره در کمترین حالت، عیار سکه‌های ساسانی را داشته باشد.

نمودار ۷



نمودار ۸

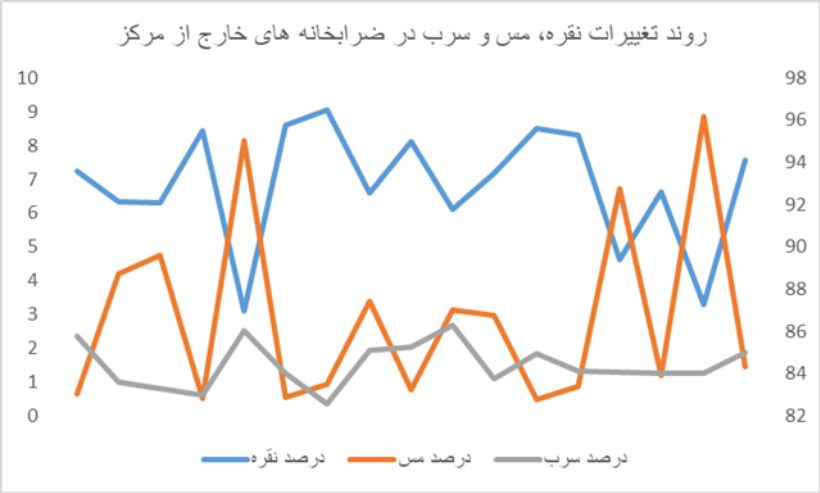


طبق نمودار ۹ نوسان بیشتری را در تغییرات هر سه فلز شاهد هستیم که بهترین توجیه شاید همان فراوری آلیاژ سکه در محل ضراب خانه و ضرب سکه با استفاده از منابع فنی و فلزی محلی[1] باشد که تنوع آن با فراوانی ضراب خانه‌های متعدد همخوانی دارد. شاید در نمودار ۹ کمترین مشابهت کلی با نمودارهای ۳ و ۶ دیده شود، اما روند تغییرات هر یک از عناصر به تنهایی، شباهت‌هایی را با همان عناصر در نمودارهای فوق‌الذکر تداعی می‌کند. برای مثال در نمودار ۹ سرب کمترین نوسان را نسبت به دو فلز دیگر دارد که همانند دو نمودار ۳ و ۶ است. در مورد مس نیز اگر نگوییم تغییرات آن قرینه‌ی تغییرات نقره است، می‌توان گفت که نوسانی مشابه و در

[1] این منابع شاید الزاما معدنی نباشند و شکل‌های مختلفی از ذخیره های فلزی هر منطقه را نیز باید در نظر داشت.

جهت عکس دارد به این معنا که افزایش یکی باعث کاهش دیگری می‌شود و برعکس.

نمودار ۹



حال پس از بررسی کلی و مجزای سکه‌های هر یک از دو گروه به مقایسه‌ی آنها می‌پردازیم. به نظر می‌رسد بتوان این گونه تلقی کرد که سکه‌های مدینه‌السلام به عمد غلظت مس پایین‌تری دارند، که احتمال آن بیشتر است[1]، اما مقدار بالاتر مس در سکه‌های خارج از مدینه‌السلام (به غیر از دو نمونه‌ی سکه‌ی ۵۳۸/۳۲۷ [سکه‌ی فوق لایه‌ای رسوب داشت و این مقدار بالای مس شاید به خاطر رسوب‌های انباشته روی سکه باشد و اینکه از نظر قوانین موزه‌ی ملی ایران امکان پاک سازی سکه‌ها وجود نداشت] و سکه‌ی ۴۴۰/۱۱۴۴)،احتمالا بتواند روندی را طبق نمودار ۲ به ذهن متبادر سازد؛ روندی یکنواخت که افزایش مس را همزمان با کاهش میزان خلوص نقره نشان می‌دهد. به این معنا که هر چه میزان درصد مس در سکه‌های مورد بررسی بالا می‌رود مقدار نقره‌ی آن کاهش می‌یابد و برعکس.البته نگارندگان اشاره‌ی مستقیمی در منابع تاریخی در این مورد نیافتند، اما به نظر می‌رسد اشاره‌ی برخی متون مبنی بر ترکیب فلزات مختلف با نقره در ضرب برخی سکه‌ها بی‌ارتباط نباشد.[2]به این معنا که این مقدار «بیشتر» مس را بتوان به دلیل کمبود نقره (پانویس ۶) یا شکلی از صحه‌گذاری بر برتری مرکز خلافت دانست و به هر ترتیب افزایش مس را «آگاهانه و عامدانه» پیشنهاد کرد. البته باید

[1] نگاهی به پیشینه‌ی پژوهش و نوسان در خلوص نقره در آزمایش‌های آن، عدم قطعیتی را در این زمینه در آزمایش‌های پیشین نشان می‌دهد هر چند همگان به این نتیجه رسیده‌اند که در اکثر نمونه‌ها خلوص نقره بالاست. در پژوهش حاضر که تعداد نمونه‌های مورد بررسی بیشتر از آزمایش‌های فوق‌الذکر است با اطمینان بیشتری می‌توان بر عیار بالای نقره در سکه‌های عباسی تأکید داشت و نظر پژوهشگرانی که در این پژوهش به آنها اشاره شده است را بسط و توسعه داد.

[2] در کتاب دارالضرب‌های ایران در دوره‌ی اسلامی (ص ۱۰۹)در مورد ترکیب سکه‌های بخارا درنیمه‌ی دوم قرن دوم هجری به نقل از تاریخ بخارا به برخی فلزات ترکیبی با نقره اشاره شده و اینکه فلزات متعددی در سکه‌ها وارد شده است (عقیلی، ۱۳۷۷)؛ همچنین رک نرشخی(۵۱: ۱۳۶۲).

اشاره کرد که اضافه بودن مس تا ۱۰٪ ظاهرا تفاوتی در رنگ و درخشش سکه‌ی نقره ایجاد نمی‌کند (al Saad, 1999). احتمالا به همین دلیل است که عدم تفاوت ظاهری، نظر سکه‌شناسان و مجموعه‌داران را به این تفاوت جلب نکرده است و متوجه این نکته نشده‌اند.

می‌توان دلیل بالا بودن سرب در برخی از نمونه‌ها را فناورانه دانست و اینکه تأکید بر زدودن حداکثری سرب در نمونه‌های ضراب خانه‌های خارج از مرکز نبوده است. البته ضعف فنی در مورد استحصال نقره و تغلیظ آن در ضرابخانه‌های خارج از مرکز و استفاده از فناوری پیشرفته‌تر در مدینه‌السلام نیز پیشنهاد شده است (al-Kofahi et al., 1997) که به نظر توجیهی منطقی نیست، زیرا بر همین مبنا فناوری تغلیظ در مدینه‌السلام وجود داشته است و در صورت نیاز حتما قابل انتقال به مناطق دیگر بود. البته برخی دیگر (کوهستانی و همکاران ۱۳۹۹) حضور سرب و عدم زدایش حداکثری آن را دلیل بر «تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال فلز نقره» برای سکه‌ها پیشنهاد کرده‌اند. همراهی مس و سرب با فلزاتی مانند نقره و طلا شکلی از همایندی است و همراهی آنها تا حدی با یکدیگر طبیعی است. به این معنی که در زمان شکل‌گیری کانسار طلا، نقره و عناصر گروه پلاتین،کانی‌های دیگری حاوی مس و سرب نیز پدید می‌آیند (مهرابی و طالع فاضل ۱۳۹۵). در عین حال همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره و بررسی شد همراهی طبیعی عناصر فوق در برخی سکه‌هایی که در این پژوهش سنجیده شدند طبیعی نبوده و افزودنی است.

چیزی که از منظر باستان‌شناسی در سکه‌های مورد بررسی اهمیت دارد «تغلیظ و استحصال» نقره است که به نظر می‌آید به شکلی «آگاهانه» در سکه‌های مدینه‌السلام و ضراب خانه‌های دیگر متفاوت است. به نحوی که در نمودارهای۴ و۵ مشهود است مقدار بالای نقره معمولا، و در اغلب نمونه‌ها، با کاهش همزمان مس و سرب همراه است. چنین وضعیتی در کل سکه‌ها وجود دارد و می‌توان نتیجه گرفت که تلاشی سراسری برای تغلیظ آلیاژ مورد استفاده در سکه وجود داشته است فارغ از آنکه سکه به مرکز خلافت مربوط باشد یا غیر آن[1]؛ هر چند می‌توان قصد و نیتی را در تفاوت اندک بین این دو گروه مشاهده کرد. همان طور که پیش‌تر اشاره شد احتمالا شکلی از شاخص کردن و برتر نشان دادن سکه‌های پایتخت خلافت مدنظر بوده است.

بر مبنای همین دو نمودار، مقدار بالای سرب فراوان‌تر از مقادیر بالای مس است که با در نظر داشتن روش استحصال و تغلیظ نقره‌ی عهد باستان که حتی در حال حاضر هم در کارگاه‌های طلاسازی ادامه دارد (قالکاری یا قالگذاری) و طی آن اکسید سرب به ماده‌ی اولیه اضافه می‌کنند، احتمال زیادی داشته است که در گذشته در پایان فرایند جداسازی حداکثر سرب ممکن نباشد[2] یا در آن اهمال می‌شده است، هر چند سرب به طور طبیعی همایند نقره است و در معادن با آن همراهی دارد ،اما پاسخ باستان‌شناختی برای بیشتر بودن مقدار سرب در سکه‌هایی غیر از مدینه‌السلام مجال دیگری می‌طلبد.نکته‌ی قابل توجه و مشهود در پژوهش حاضر این است که مقدار بالای سرب در سکه‌ها ظاهرا تأثیری بر مقدار خلوص نقره ندارد و فقط افزایش (به احتمال زیاد آگاهانه) مس بوده که باعث کاهش عیار نقره می‌شده است.

۴ نتیجه‌گیری

تجزیه‌ی عنصری XRF یکی از معمول‌ترین روش‌های تجزیه‌ی عنصری است که در پژوهش حاضر از آن

[1] چنین چیزی برای دوره‌ی اموی نیز پیشنهاد شده است. برای توضیح بیشتر رک به al-Saad, ۱۹۹۹.

[2] البته برخی معتقدند که مقدار بالای سرب در برخی سکه‌های عباسی به دلیل ضعف فنی و عدم آگاهی از نحوه‌ی خلوص حداکثری نقره است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه رجوع کنید به (al-Kofahi et al., ۱۹۹۷). البته السعد (۱۹۹۹) فقط به عدم کنترل کامل روند قالکاری اشاره کرده است بدون اینکه دلیلی برای آن ذکر کند.

بهره گرفته شد. در بررسی عیار نقره‌ی ۴۱ سکه‌ی قرن دوم هجری که ۲۴ عدد مربوط به مدینه‌السلام و۱۷ عدد از ضراب خانه‌های دیگر است به این نتیجه رسیدیم که برخلاف شباهت ظاهری بیشتر سکه‌ها و عیار بالای تمامی آنها، سکه‌های مدینه‌السلام عیار نقره‌ی بالاتری دارند و میانگین عیار نقره‌ی ضراب خانه‌های دیگر کمتر از میانگین عیار سکه‌های مدینه‌السلام است. دو فلز مس و سرب در کل سکه‌ها نیز سنجیده شدند که تفاوتی بین مقادیر این دو فلز در دو گروه سکه‌ها مشاهده شد. مقدار مس در سکه‌های ضراب خانه‌ی مدینه‌السلام کمتر از سکه‌های ضراب خانه‌های دیگر است و مس را می‌توان عاملی برای دخل و تصرف در عیار نقره‌ی سکه‌ها دانست. امری آگاهانه که به جهت کاهش عیار نقره‌ی سکه‌های ضراب خانه‌های خارج از مرکز انجام می‌شده است. سرب در سکه‌های خارج از مدینه‌السلام بیش از سکه‌های پایتخت خلافت است. از آنجایی که به نظر نمی‌آید مقدار سرب در میزان عیار نقره تأثیرگذار باشد میزان آن را می‌توان بنا به دلایل فنی دانست. به این ترتیب که روند استحصال و تغلیظ نقره در ضراب خانه‌های خارج از مرکز چندان تحت کنترل نبوده است و یا ضعف فنی در این مورد وجود داشته است. ضمن این که نوسان سرب در استحصال نقره‌ی مورد استفاده در هر ضراب خانه را می‌توان دلیلی بر فراوری محلی آلیاژ مورد استفاده برای هر یک از ضراب خانه‌ها دانست.

۵ تشکر و قدردانی

مقاله‌ی فوق به عنوان بخشی از پژوهش سال دوم دوره‌ی پسادکتری در انجمن حکمت و فلسفه‌ی ایران و با حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان انجام شد. بدین وسیله از دست‌اندرکاران بنیاد ملی نخبگان، ریاست محترم موزه‌ی ملی ایران جناب آقای دکتر جبرئیل نوکنده، جناب آقای حسن‌زاده معاونت محترم پژوهش و سرکار خانم ذکائی تشکر و قدردانی می‌نماییم. سپاس فراوان از جناب آقای دکتر نورعلی که سخاوتمندانه اطلاعات معدنی در اختیار ما گذاشت و در نهایت سپاس فراوان از آقایان سید محمد موسوی و دکتر افشین براتی، خبرگان سکه‌شناسی، که مشورت‌های ارزنده‌ای ارائه دادند.

منابع

منابع.فارسی

ابن اسفندیار، محمد بن حسن. (۱۳۸۹). *تاریخ طبرستان*، تصحیح عباس اقبال آشتیانی،تهران: انتشارات اساطیر.

حاج ولیئی، مهدی، سودایی، بیتا. (۱۳۹۴). به کارگیری روش طیف‌سنجی فلورسانس اشعه ایکس (WDXRF) در مطالعه‌ی سکه‌های نقره‌ای ساسانیان.*پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران*. شماره‌ی۹. صص ۱۷۴-۱۶۳.

حاج ولیئی، مهدی، محمدی‌فر، یعقوب، قیاسی، کیارش، لامعی رشتی، محمد، اولیایی، پروین. (۱۳۸۸). مطالعه و تحلیل ۳۰ سکه‌ی نقره‌ای دوره‌ی ساسانی موزه‌ی همدان با استفاده از روش پیکسی،*ادبیات و زبان‌ها: مطالعات ایرانی*. شماره‌ی ۱۶. صص ۱۵۰-۱۴۱.

خادمی ندوشن، فرهنگ، نایب پور، محمد،سودایی، بیتا. (بهار و تابستان ۱۳۹۰). شناسایی منابع فلزی استحصال نقره برای ضرب سکّه‌های اشکانی در استان ماد بزرگ با روش PIXE. *مطالعات باستان‌شناسی*. دوره‌ی ۳، شماره‌ی ۱، صفحه ۸۸-۷۹.

سلیمانی، سعید. (۱۳۹۶). *تاریخ سکه در دودمان‌های محلی ایران (قرون سوم و چهارم هجری)*.انتشارات برگ نگار. تهران.

شهابادی، علی‌اکبر. (۱۳۹۳). سکه و سکه زنی در ایران عهد هخامنشی، *تاریخ پژوهی* شماره ۵۸. صص ۲۰۵-۱۹۱.

عقیلی، عبدالله. (۱۳۷۷). *دارالضرب‌های ایران در دوره‌ی اسلامی*، بنیاد موقوفات دکتر محمود افشار، تهران.

علی‌نژاد، زهرا، ده‌پهلوان، مصطفی، هوتن، آرتور، لامعی رشتی، محمد. (۱۳۹۸ بهار و تابستان). بررسی و بازنگری ضراب خانه ناشناس ۶۵ سلوکی، *مطالعات باستان‌شناسی*،دوره‌ی ۱۱، شماره‌ی ۱، صفحه ۲۰۰-۱۸۵.

طبری، محمد بن جریر. (۱۳۹۴). *تاریخ طبری (جلد یازدهم)*، ترجمه‌ی ابوالقاسم پاینده، انتشارات اساطیر، تهران.

کوهستانی اندرزی، حسن، هاشمی زرج آباد، حسن، بزی، عاطفه، سعادت مهر، محمد امین، بختیاری سپیده. (بهار ۱۳۹۹). *پژوهشی بر قدرت اقتصادی ایالت طبرستان در عصر ناصری به کمک تجزیه عنصری سکه‌های آن دوره به روش پیکسی*. نشریه‌ی مطالعات باستان شناسی پارسه. شماره‌ی ۱۱. صص. ۲۰۳-۱۸۹.

کیان‌زادگان، سوسن، رجایی، سید جلال، مسجدی خاک، پرستو، سعادت مهر، محمد امین. (پاییز ۱۳۹۸). *تجزیه‌ی عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به‌روش پیکسی (PIXE)، مطالعه‌ی موردی: سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت کشف شده از روستای تیس چابهار*. نشریه پژوهش‌های *باستان‌شناسی ایران*، شماره ۲۲. صص ۱۹۶-۱۸۱.

مرعشی، سید ظهیرالدین. (۱۳۹۵). *تاریخ طبرستان و رویان و مازندران*، تصحیح عباس شایان، انتشارات اساطیر، تهران.

مهرابی، بهزاد، طالع فاضل، ابراهیم. (زمستان ۱۳۹۵). کانی‌شناسی و پاراژنز و کانسنگ Cu-Au-Bi منطقه‌ی پی‌جویی کوه‌دم (شمال‌شرق اردستان)، مجموعه‌ی فلززایی انارک،*مجلهٔ بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران*، سال بیست و چهارم، شمارهٔ چهارم، صص ۶۴۶-۶۳۵.

نرشخی، ابوبکر بن جعفر. (۱۳۶۲). *تاریخ بخارا*، ترجمه‌ی القبادی، ابونصر احمد بن محمد بن نصر، تصحیح و تحشیه‌ی مدرس رضوی، مطبعهٔ دولتی، تهران.

هرودوت. (۱۳۸۴). *تاریخ هرودوت*. جلد ۴. ترجمی دکتر هادی هدایتی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

منابع.لاتین

Abdelouaheda, H. Ben. Gharbia, F. Roumiéb, M. Baccouchea, S. Romdhanec, K. Ben Nsoulib, B. Trabelsia A. (2010). “PIXE analysis of medieval silver coins”,*Materials Characterization*. Vol. 61(1): 59-64.

al-kofahi, M. M. al-Tarawneh, K. F. and Shobaki. J. M. (1997). “Analysis of Abbasid Dirhams Using XRF Techniques”, *X-Ray Spectrometry*, vol. 26 (1):10-14.

al-Saad, Ziad. (1999). “chemical analysis of some Umayyad dirhams minted at Wasit”, *Journal of economic and social history of the orient* 42 (3): 351-363.

Bacharach Jere L. & Gordus Adon A. (1972). “The Purity of Sasanian Silver Coins: An Introduction”,*Journal of*

SCIENCES IN ARCHAEOLOGY, Vol. X. Issue 1. Pp. 65-75.

Shams Eshragh, A.,*Silver Coinage of The caliphs*, 2010, 2nd ed., Spink & Son Ltd.

Thompson, Michael. (2009). "Portable X-ray fluorescence analysis",AMCTB,Analytical Methods Committee, Royal society of chemistry, no. 41.

Smith, P. (1998). Learning to cite using APA Style. Journal of College Writing, 6, 60513

the American Oriental Society 92 (2): 280-283.

Gordus, Adon A. (1954). "Neutron Activation Analysis of Coins and Coin-Streaks", Department of Chemistry, The University of Michigan.

Jozi, Zohrh, Masjedi Khak, PArasto, Nosrati Alireza. (2019). *Elemental Analysis of Silver Coins during the Umayyads through the PIXE Method.* INTERDISCIPLINARIA ARCHAEOLOGICA NATURAL