پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران
شماره ۲۲، دوره نهم، پاییز ۱۳۹۸
P. ISSN: 2345-5225 & E. ISSN: 2345-5500

تجزیه‌ی عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به‌روش پیکسی (PIXE)، مطالعه‌ی موردی: سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت کشف‌شده از روستای تیسِ چابهار

سوسن کیان‌زادگان[I]، سیدجلال رجائی[II]، پرستو مسجدی‌خاک[III]، محمدامین سعادت‌مهر[IV]

شناسه‌ی دیجیتال (DOI): 10.22084/nbsh.2019.17155.1798
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۹
(از ص ۱۸۱ تا ۱۹۶)

چکیده

دوره‌ی حکومت پیروز ساسانی را باید یکی از پرتنش‌ترین دوره‌های تاریخ دانست؛ خشک‌سالی، جنگ‌های پی‌درپی و طولانی، تصرف ایران از دو جناح مختلف، و درنهایت خراج‌گذاری ایرانیان به هپتالیان را باید عوامل این تنش‌های سیاسی-اقتصادی دانست. به‌طورکلی سکه‌های پیروز ساسانی در چهار گونه‌ی مختلف در چهار بازه‌ی متفاوت زمانی از حکومت وی، در ضرابخانه‌های مختلف به ضرب رسیده‌اند؛ بنابراین، تجزیه‌ی عنصری فلزات این سکه‌ها اطلاعات با ارزشی در مورد شرایط اقتصادی-سیاسی، نوع معادن و طریقه‌ی آماده‌سازی سکه را در اختیار قرار می‌دهد. در پژوهش حاضر، جهت تجزیه‌ی عنصری این سکه‌ها از روش آزمایش غیرمخرب پیکسی استفاده شده است. پرسش‌های پژوهش عبارتنداز: حال قدرت اقتصادی ایران در چهار بازه‌ی زمانی حکومت پیروز ساسانی با شاخصه‌ی عیار سکه‌ها چگونه است؟ با توجه به تجزیه عنصری این سکه‌ها، می‌توان نوع معادن، نحوه‌ی استحصال فلز از سنگ معدن، و عیارکردن سکه‌ها را مشخص نمود و شرحی از آن ارائه داد؟ داده‌های این مقاله را ۴۱ سکه‌ی غیرتکراری از ۱۸۳ سکه‌ی گنجینه‌ی پیروزگت که در سال ۱۳۸۰ در تیسِ چابهار کشف شده را تشکیل می‌دهد. اما برخلاف این تصور که عیار سکه‌ها به‌علت تنش‌های سیاسی این دوره، باید پایین می‌آمد؛ چنین نشده و با آزمایش پیکسی ثابت گردید که عیار این سکه‌ها به‌طور میانگین همیشه بالاتر از ۹۶ درصد بوده است. مقدار طلای موجود در این سکه‌ها همواره به‌طور میانگین ۱ درصد بوده است و چون این مقدار میان ۰٫۲ تا ۱٫۵ درصد بوده، نشانگر استفاده از معادن سروسایت در آن دوره است که وجود سرب در برخی از سکه‌ها نیز این نظر را تأیید می‌کند؛ فقط یک سکه (GOM,120) مقدار پایینی از طلا به‌اندازه‌ی ۰٫۱۵ درصد داشته است که می‌تواند علتی بر استفاده از معادن گالنا در بازه‌ی چهارم حکومت پیروز باشد. اما مقدار پایین مس، به‌علت آلیاژ نشدن در این سکه‌ها و همچنین وجود مقدار سرب و تنوع عنصری، به‌خصوص در دوره‌ی دوم و سوم، می‌تواند نشانگر تعجیل در ضرب سکه‌ها و عدم دقت کافی در استحصال نقره باشد.

کلیدواژگان: باستان‌سنجی، پیکسی، سکه‌شناسی، پیروز ساسانی، پیروزگت.

I. دانش‌آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد تاریخ دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده‌ی مسئول).
kian.1991@yahoo.com
II. استادیار گروه تاریخ دانشگاه فردوسی مشهد.
III. استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه نیشابور.
IV. دانشجوی دکتری باستان‌شناسی دانشگاه مازندران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

دوره‌ی حکومت پیروز ساسانی را باید یکی از پرتنش‌ترین دوره‌های تاریخ دانست؛ زیرا خشک‌سالی، جنگ‌های پی‌درپی و طولانی، تصرف ایران از دو جناح مختلف، و درنهایت خراج‌گذاری ایرانیان به‌هپتالیان را در دل خود جای داده بود. بدین‌خاطر، اطلاعات تاریخی فراوانی از آن عصر در دسترس نبود و هرآنچه هست مطالبی کوتاه، گاه پراکنده و فاقد نقطه‌ی عطف است.

از آنجایی‌که در هر دوره‌ای پیروز میدان نبرد تاریخ را می‌نگارد، ساده‌اندیشی است که مکتوبات تاریخی، به‌خصوص این نگاشته‌ها را امین بدانیم؛ پس باید از داده‌های باستان‌شناختی نیز در کنار متون استفاده گردد تا مُهر تأیید یا بطلانی بر آن‌ها باشد. در اینجا سکه‌ها را می‌توان سندی ارزشمند و بهترین داده‌ی باستان‌شناختی در این باب دانست، زیرا به همان زمان تعلق داشته و مثل سایر کتاب‌ها، با هدف خوانشِ مجدد ایجاد نشده‌اند؛ ازاین‌رو تجزیه‌ی عنصری سکه‌های این دوره، پایه‌ی اصلی این پژوهش قرار گرفت.

پرسش‌های پژوهش: پرسش‌های این پژوهش عبارتنداز: قدرت اقتصادی ایران در چهار بازه‌ی زمانی حکومت پیروز ساسانی با شاخصه‌ی عیار سکه‌ها چگونه است؟ با توجه به تجزیه عنصری این سکه‌ها، می‌توان نوع معادن، نحوه‌ی استحصال فلز از سنگ معدن، و عیارکردن سکه‌ها را مشخص نمود و شرحی از آن ارائه داد؟

روش پژوهش: در نتیجه‌ی رواج مطالعات باستان‌سنجی، از روش‌های مختلف، مانند «ایکس آر اف» (XRF)، «ایکس آر دی» (XRD)، «پیکسی»، «روش فعال‌سازی نوترونی»، و «روش جذب اتمی» در مطالعات داده‌های باستانی و ترکیبات عنصری آن‌ها استفاده می‌شود. در این مطالعه از میان تکنیک‌های آنالیز، از روش پیکسی به‌دلیل سرعت، دقت بالا و غیرمخرب بودن آن (Linke et al., 2004: 173) برای مطالعه‌ی سکه‌ها استفاده شده است.

آزمایش پیکسی شیوه‌های گوناگونی برای مطالعات باستان‌سنجی، نظیر: «پیکسی متعارف»، «میکروپیکسی»، «پیکسی با باریکه‌ی خارجی»، و «فلورسانس پرتوی ایکس تک انرژی» دارد (لامعی‌رشتی، ۱۳۸۱). آزمایش اساس در این پژوهش، بر پیکسی متعارف قرار گرفت و این روش، روشی معمول برای تجزیه‌ی عنصری نمونه‌های همگن است. در نمونه‌های همگن، اجزای آن به‌صورت یکنواخت پراکنده شده‌اند و در صورت غیرهمگن بودن نمونه‌ها می‌توان از روش‌های دیگر، مانند میکروپیکسی و... استفاده نمود (اسماعیل‌زاده‌کیوی، ۱۳۹۲: ۲۸)؛ البته سکه‌ها نمونه‌هایی همگن محسوب می‌شوند.

داده‌های این مقاله را سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت تشکیل می‌دهد. این گنجینه دارای ۱۸۳ قطعه سکه از پیروز ساسانی (۴۵۹-۴۸۴ م.) است که در سال ۱۳۸۰ هـ.ش. در نزدیکی محوطه‌ی باستانی پیروزگت (قلعه‌ی پیروز) واقع در روستای تیس از توابع شهرستان چابهار، طی مراحل جاده‌سازی توسط کارگران یافت شد و اکنون این سکه‌ها در موزه‌ی بزرگ جنوب‌شرق (موزه‌ی زاهدان) و موزه‌ی محلی چابهار نگهداری می‌شوند.

www.SID.ir

به‌طورکلی، سکه‌های پیروز ساسانی در چهار گونه‌ی مختلف و در چهار بازه‌ی متفاوت زمانی از حکومت وی، در ضرابخانه‌های مختلف به ضرب رسیده‌اند و سکه‌های این گنجینه نیز از این دایره خارج نیستند. تعداد ۴۱ قطعه سکه‌ی غیرتکراری از این مجموعه (با رویکردی از هرگونه سکه‌ها و از هر ضرابخانه‌ی آن گونه یک نمونه) انتخاب شده‌اند.

تجزیه‌ی عناصر موجود در این سکه‌ها می‌تواند اطلاعات ذی‌قیمتی درباب شرایط سیاسی-اقتصادی در اختیار قرار بدهد، تا تحلیل بهتری از شرایط آن دوره به‌دست بیاید (Beck et al., 2008). در این نوشتار سعی برآن است که با آزمایش پیکسی به‌بررسی چهار گونه‌ی سکه‌های پیروز ساسانی که در چهار بازه‌ی متفاوت زمانی به‌ضرب رسیده‌اند، پرداخته شود و تحلیلی از قدرت اقتصادی ایران در اعصار مختلف حکومت این پادشاه ارائه شود و علاوه‌بر آن به‌بررسی نوع معادن و آماده‌سازی فلز سکه (Guerra, 2004) پرداخته شود.

پیشینه‌ی پژوهش

درباره‌ی پیشینه‌ی پژوهش بر مطالعات آزمایشگاهی سکه‌های ایرانی باید گفت که برای اولین‌بار «کلی»، شیمی‌دان امریکایی به آزمایش ۳۰۰ سکه از ارد دوم (۵۵-۳۷ ق.م.)، پرداخت و تحلیلی از قدرت اقتصادی ایران در آن دوره ارائه داد (Caley, 1950). در ادامه، او به بررسی تعدادی از مسکوکات نقره و بزنز پادشاهان اشکانی و مقایسه‌ی آنان با سکه‌های رُمی معاصرشان پرداخت و آن‌ها را مورد آزمایش و تحلیل قرار داد (Caley, 1955). سکه‌های عصر ساسانی نیز به‌علت مقایسه از نظر عیار، نوع ناخالصی‌ها، قدرت اقتصادی و... با سکه‌های رُمی همیشه مورد توجه محققین بوده است (Bacharach & Gordus, 1972: 280).

آنچه در باب سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت تاکنون انجام شده است، در دو پایان‌نامه تحت‌عنوان‌های «مطالعه‌ی سکه‌های ساسانی موزه‌ی زاهدان با تأکید بر سکه‌های مکشوف از تیس چابهار» (حکمتی‌زاده، ۱۳۹۴)؛ و «تحلیل قدرت اقتصادی در دوره‌ی پیروز ساسانی به کمک آزمایش PIXE: مطالعه‌ی موردی سکه‌های مکشوف از پیروزگت (چابهار، بلوچستانِ ایران)» (کیان‌زادگان، ۱۳۹۷) که پژوهش حاضر با تجدید نظر نهایی برگرفته از آن است، خلاصه می‌شود.

سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت

در سال ۱۳۸۰ هـ.ش. تعداد ۱۸۳ قطعه سکه در طی مراحل جاده‌سازی در نزدیکی روستای تیس از توابع شهرستان چابهار توسط کارگران یافت شد که پس از مدتی این گنجینه به‌همت نیروی انتظامی و با همکاری اداره میراث‌فرهنگی کشف و ضبط گردید. پس از انتقال اولیه‌ی سکه‌ها به‌موزه‌ی بزرگ جنوب‌شرق (زاهدان)، تعداد ۹ قطعه از آن به‌موزه‌ی محلی چابهار منتقل شد و تعداد ۱۷ قطعه سکه در معرض نمایش عمومی در بخش مسکوکات موزه‌ی زاهدان قرار گرفت؛ مابقی (۱۵۷ قطعه سکه) نیز به‌بخش مخزن همان موزه سپرده شد. پس از آن، مطالعات بیشتری که

www.SID.ir

Archive of SID

بر روی سکه‌های این گنجینه انجام شد، معلوم گردید که این سکه‌ها، سکه‌های ساسانی و متعلق به دوره‌ی حکومت هفدهمین پادشاه ساسانی، «پیروز» بوده است.

سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت در گونه‌ی سکه‌های رایج پیروز قرار می‌گیرد. گونه‌شناسی سکه‌های پیروز تاکنون به‌صورت علمی و دقیق انجام نشده و تنها گونه‌شناسی که از این مسکوکات وجود دارد، گونه‌شناسی پاکزادیان است که دارای برخی ابهامات بوده؛ پس گونه‌شناسی سکه‌های حاضر با توجه بر مسکوکات این گنجینه و با رویکردی توصیفی، متکی بر طرح و نوشتار سکه‌ها صورت پذیرفته است. پاکزادیان در کتاب خود سکه‌های پیروز را به سه گونه‌ی مختلف تقسیم کرده است (پاکزادیان، ۱۳۸۴: ۱۴۸)؛ اما به‌طور کلی با بررسی سکه‌های رایج و متداول پیروز می‌توان آن‌ها را براساس سلسله تحول تاریخی به‌چهار گونه تقسیم نمود.

گونه‌ی اول: در روی سکه‌های گونه‌ی اول می‌توان تصویر نیمرخ (به سمت راست) پیروز را با تاج ابتدایی خود مشاهده نمود که در روبه‌روی صورتش عبارت «مزدیسن کدی پیروجی» به‌معنای «مزداپرست شاه پیروز» به خط پهلوی نگاشته شده است. پشت این سکه‌ها نیز تصویری از آتشدان با دو ملازم در اطرافش را نشان می‌دهد که در سمت راست ملازمان نام ضرابخانه و در سمت چپ آن‌ها تاریخ ضرب سکه به خط پهلوی نقش بسته است.

گونه‌ی دوم: روی سکه‌های گونه‌ی دوم با سکه‌های گونه‌ی اول تفاوتی ندارد و تنها تفاوتی که در این سکه‌ها دیده می‌شود، مربوط به پشت آن‌ها است. در پشت این سکه‌ها در سمت چپ ملازم آتشدان به جای تاریخ حرف «P» به خط پهلوی که حرف اول نام «پیروز» است، نگاشته شده است.

گونه‌ی سوم: پشت سکه‌های گونه‌ی سوم با سکه‌های گونه‌ی دوم تفاوتی ندارد و تنها تفاوتی که در این سکه‌ها دیده می‌شود، مربوط به روی آن‌ها می‌باشد. در روی سکه‌های گونه‌ی سوم می‌توان تصویر نیمرخ (به‌سمت راست) پیروز را با تاج دوم خود که مزین به دو بال شاهین است، مشاهده نمود. در این سکه‌ها روبه‌روی صورت پیروز عبارت «مزدیسن کدی پیروجی» به‌معنای «مزداپرست شاه پیروز» به خط پهلوی نگاشته شده است.

گونه‌ی چهارم: روی سکه‌های گونه‌ی چهارم با سکه‌های گونه‌ی سوم تفاوتی ندارد و تنها تفاوتی که در این سکه‌ها دیده می‌شود، مربوط به پشت آن‌ها می‌باشد. در پشت این سکه‌ها در سمت چپ ملازم آتشدان به‌جای حرف «P»، کلمه‌ی «پیروجی» به معنای «پیروز» به خط پهلوی نگاشته شده است (ر. ک. به: شکل ۱).

مختصری از تاریخ پادشاهی پیروز ساسانی

حکومت ساسانیان، آخرین سلسله‌ی قدرتمند ایران باستان در سال ۲۲۴ م. با شکست سپاه اشکانی توسط اردشیر بابکان (۲۲۴-۲۴۱ م.) در دشت هرمزگان، تأسیس شد و در سال (۶۵۱ م.) با کشته‌شدن و شکست یزدگرد سوم (۶۳۲-۶۵۱ م.) از لشکر اسلام پایان یافت و پس از آن، ایران وارد عرصه‌ی جدیدی از تاریخ خود شد (Frye, 2005: 461). با توجه به‌موضوع تحقیق به مختصری از تاریخ سیاسی دوره‌ی حکومت پیروز پرداخته می‌شود.

www.SID.ir

◄ شکل ۱. چهار گونه‌ی متفاوت از سکه‌های گنجینه‌ی پیروزگت (نگارندگان، ۱۳۹۷).

دو پسر یزدگرد دوم (۴۳۸-۴۵۷ م.)، یعنی هرمزد سوم (۴۵۷-۴۵۹ م.) و پیروز پس از یکدیگر به‌سلطنت رسیدند؛ گرچه دومی در کشمکش بر سر جانشینی، اولی را برکنار کرد. هنگام بر تخت‌نشستن هرمزد سوم، پیروز به‌خراسان در شرق گریخت و با یاری سپاهی احتمالاً از کیداریان یا هیاطله (هون‌ها) توانست تاج و تخت را به‌دست آورد. در این میان تا جایی‌که اطلاع هست، هنگام پادشاهی کوتاه هرمزد سوم، مادرش «دینگ» فرمانروای پایتخت یا بخشی از آن بود (دریایی، ۱۳۹۲: ۴۰). طی این اوضاع آشفته، آلبانیا مستقل شد و مرزهای خاوری شاهنشاهی در برابر حمله‌ی هیاطله بی‌مدافع ماند. هنگامی که پیروز به‌سلطنت رسید، شورش آلبانیا را آرام نمود و به‌آن‌ها در امر دین اجازه داد مسیحی بمانند، سپس با امپراتوری رُم شرقی برای همکاری در دفاع از گذرگاه‌های قفقاز به‌توافق رسید (اینوسترانتسف، ۱۳۴۸: ۵۲). ساسانیان در خراسان به‌مقابله با هیاطله شتافتند، اما در سال ۴۶۹م. پیروز با حرمسرا و همراهان خود اسیر «خوشنواز» پادشاه هیاطله شد؛ این فاجعه در سومین نبرد بزرگ اتفاق افتاد. لازم به‌ذکر است که قسمتی از هزینه‌ی دو نبرد اول نیز با کمک رُمیان تأمین شده بود (Wright, 1968: 8-9). این اوج ضعف سلسله‌ی ساسانی در آن زمان بود، زیرا آنان در واقع خراج‌گذار هیاطله شدند و ناچار بودند سرزمین‌هایی را به‌آن‌ها واگذارند تا شاه و اطرافیان او را پس بگیرند. با این‌حال هیاطله، موبد موبدان، قباد یکم (دوره‌ی اول حکومت ۴۸۸-۴۹۷ م.، دوره‌ی دوم حکومت ۴۹۹-۵۳۱ م.)، پسر پیروز و نیز دختر پیروز را به‌عنوان گروگان نگاه داشتند (دریایی، ۲۰۰۲: ۱۴۵-۱۴۷). یگانه دلیلی که رُمیان در آن زمان به ایران حمله نکردند، این بود که امپراتور زنون درگیر مشکلات داخلی بود و نمی‌توانست به شرق امپراتوری توجه کند (Wright, 1968: 9-10). لازم به‌ذکر است که در این

www.SID.ir

Archive of SID

زمان آزار مذهبی، به‌خصوص علیه یهودیان وجود داشت، قحطی و گرسنگی سراسر امپراتوری ساسانی را فرا گرفته بود؛ اما پیروز وظیفه‌ی خود می‌دانست که انتقام شکست خود را در شرق بگیرد. این‌بار در سال ۴۸۴ م. اقدام او به‌بهای از دست‌دادن جان خودش، هفت تن از پسرانش و نابودی کامل سپاهش تمام شد (Procopius, 1992: I-IV)؛ لازم به‌ذکر است که در باب کشته‌شدن پیروز در این نبرد افسانه‌های بسیاری وجود دارد.

داده‌ها، آزمایش و نتایج

همان‌طورکه گفته شد، سکه‌های مورد مطالعه در این پژوهش از گنجینه‌ی پیروزگت انتخاب شده است. از میان ۱۸۳ قطعه سکه‌ی گنجینه‌ی تیس (۱۵۷ قطعه‌ی مورد مطالعه)، تعداد ۴۱ سکه برای آنالیز به‌آزمایشگاه فرستاده شد؛ اما این سؤال پیش‌می‌آید که معیار انتخاب این سکه‌ها چه بوده است؟ همان‌طور که در قسمت قبل ذکر شد، سکه‌های پیروز در چهار گونه‌ی سکه‌شناختی قرار گرفته و در پانزده شهر متفاوت به‌ضرب رسیده‌اند؛ در این‌میان از هرگونه به‌تعداد ضرابخانه‌هایی که داشت، سالم‌ترین نمونه برای آزمایش انتخاب شد. مشخصات کامل سکه‌های انتخابی به‌ترتیب گونه‌ها، در جداول ۱-۴ آمده است.

علائم اختصاری در جدول: AI ایرانشهرشاپور؛ AO اهورمزداردشیر؛ AS اسپانور؛ BBA بلخ/ دربار؛ DA دارابگرد؛ GD جی؛ GN گندی‌شاپور/ گواشیر؛ GO گرگان؛ GOM قومس/ قم؛ KR کرمان؛ MI میشان/ میبد؛ NI نیریز(؟)؛ RD ری؛ ST اصطخر؛ VH وه‌اردشیر/ وه‌اندیوشاپور؛ ND بدون تاریخ؛ AR علامت فلز نقره در سکه‌شناسی.

همان‌طور که گفته شد، در این پژوهش از شیوه‌ی متعارف پیکسی استفاده شده است؛ پس با این رویکرد سکه‌های مورد مطالعه به‌آزمایشگاه واندوگراف منتقل شد و مورد تجزیه‌ی عنصری قرار گرفت.

عملکرد این آزمایش بدین‌گونه است که باریکه‌ای از پروتون‌ها (ذرات باردار) از داخل اتاقک واکنش عبور می‌کنند. گاهی اوقات شدت باریکه‌ی ورودی توسط یک ورق پخش‌کننده و موازی‌ساز در صورت نیاز یکنواخت می‌شود. نمونه‌ای که باید آنالیز شود، باید به‌صورت مستقیم یا آماده شده (به‌صورت قرص یا محلول‌های شیمیایی) در مقابل باریکه قرار بگیرد. باریکه پس از برخورد به‌هدف (در صورتی که نمونه نازک باشد) از آن عبور می‌کند و داخل فنجان فارادی متوقف می‌شود که به جمع‌کننده‌ی بار متصل است. پرتوی ایکس گسیلی از نمونه توسط آشکارساز Si (Li) آشکار می‌شود. پالس‌هایی که از آشکارساز خارج می‌شوند، پس از تقویت به‌یک آنالیزور چند کاناله وارد می‌شوند و طیف اشعه‌ی ایکس مشخصه‌ی نمونه‌هایی که بمباران شده‌اند، نشان داده می‌شود (اسماعیل‌زاده‌کیوی، ۱۳۹۲: ۲۸).

آماده‌کردن نمونه، یکی از مشکلات اساسی در آزمایش پیکسی است. برای آنالیز بهتر و دقیق‌تر نمونه‌ها، در بسیاری از موارد ترجیح دارد از نمونه‌های نازک که از نمونه‌های ضخیم به‌دست می‌آید، استفاده شود. اگر زمانی به‌دست‌آوردن یک

www.SID.ir

◄ جدول ۱. جامع مشخصات سکه‌های مورد آزمایش گونه‌ی اول سکه‌های پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرابخانه	تاریخ	جنس	وزن	قطر	توضیحات	شماره‌اموال
1	AI	ND	AR	4.00g	2.70cm	تاریخ بر اثر فشار قالب ناخوانا	4880
5	AO	ND	AR	4.20g	2.80cm	تاریخ بر اثر فشار قالب ناخوانا	4917
6	BBA	ND	AR	4.10g	3.00cm	تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	5040
7	DA	ND	AR	3.50g	2.50cm	سکه شکسته و ناقص تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	5052
8	KR	ND	AR	4.20g	2.80cm	تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	4890
9	MI	ND	AR	3.50g	2.70cm	تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	5018
10	NI	ND	AR	3.60g	2.90cm	تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	5014
11	ST	ND	AR	4.20g	3.20cm	تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	4955
12	VH	ND	AR	4.00g	2.70cm	تاریخ بر اثر سولفات ناخوانا	5002

◄ جدول ۲. جامع مشخصات سکه‌های مورد آزمایش گونه‌ی دوم سکه‌های پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرابخانه	تاریخ	جنس	وزن	قطر	توضیحات	شماره‌اموال
20	AI	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	5024
22	AO	ND	AR	4.20g	2.70cm	سکه سالم	4925
28	AS	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه سالم	4908
33	BBA	ND	AR	3.60g	2.60cm	سکه سالم	5010
37	DA	ND	AR	4.10g	2.60cm	سکه سالم	5016
39	GD	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	5023
40	GN	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه سالم	4888
42	GO	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه سالم	5031
43	MI	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه سالم	4900
44	RD	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	4952
49	ST	ND	AR	4.20g	2.60cm	سکه سالم	4921
56	VH	ND	AR	4.10g	2.80cm	سکه سالم	5028

◄ جدول ۳. جامع مشخصات سکه‌های مورد آزمایش گونه‌ی سوم سکه‌های پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرابخانه	تاریخ	جنس	وزن	قطر	توضیحات	شماره‌اموال
79	AI	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه‌ی سالم	5017
80	AO	ND	AR	3.70g	2.70cm	سکه‌ی سالم	4895
84	AS	ND	AR	4.10g	2.80cm	سکه‌ی سالم	4879
85	BBA	ND	AR	3.70g	2.60cm	سکه‌ی سالم	4971
86	DA	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه‌ی شکسته و ناقص	5050
87	GD	ND	AR	4.00g	2.60cm	سکه‌ی سالم	4959
88	GOM	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه‌ی سالم	4887
90	KR	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه‌ی سالم	5036
92	ST	ND	AR	3.70g	2.70cm	سکه‌ی سالم	4927
94	VH	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه‌ی سالم	4896

◄ جدول ۴. جامع مشخصات سکه‌های مورد آزمایش گونه‌ی چهارم سکه‌های پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرابخانه	تاریخ	جنس	وزن	قطر	توضیحات	شماره‌اموال
97	AI	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	4912
98	AO	ND	AR	3.70g	2.70cm	سکه سالم	4869
103	AS	ND	AR	3.70g	2.60cm	سکه سالم	4924
108	DA	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه سالم	4903
119	GN	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	4960
120	GOM	ND	AR	4.00g	2.80cm	سکه سالم	4878
123	KR	ND	AR	4.10g	2.70cm	سکه سالم	4963
125	NI	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	5001
126	ST	ND	AR	4.10g	2.80cm	سکه سالم	4883
136	VH	ND	AR	4.00g	2.70cm	سکه سالم	4913

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ی نازک از نمونه‌ی ضخیم مشکل و عملاً غیرممکن باشد، نمونه‌ی ضخیم خود، مستقیم تحت تابش پروتون قرار می‌گیرد (Seven & Thomas, 1976)؛ خوشبختانه سکه‌ها، نمونه‌های نازک درنظر گرفته می‌شوند.

وقتی آنالیز روی مقادیر مطلق عناصر انجام می‌گیرد، روشن است که باید به‌آلودگی نمونه‌ها توجه شود. با توجه به این‌که مقادیر برخی از عناصر بسیار کوچک هستند، اگر توجه زیادی در گذاشت و برداشت نمونه اعمال نشود، آلودگی‌هایی در همان حد ممکن است به‌سادگی به‌هدف برسند؛ بنابراین باید در جابه‌جایی نمونه‌ها دقت داشت و آن‌را به‌حداقل رساند و حتی می‌توان نمونه‌ها را قبل از قرار دادن در محفظه، در صورت امکان با مواد تمیزکننده، از قبیل الکل و... تمیز کرد (اسماعیل‌زاده‌کیوی، ۱۳۹۲: ۲۸-۲۹).

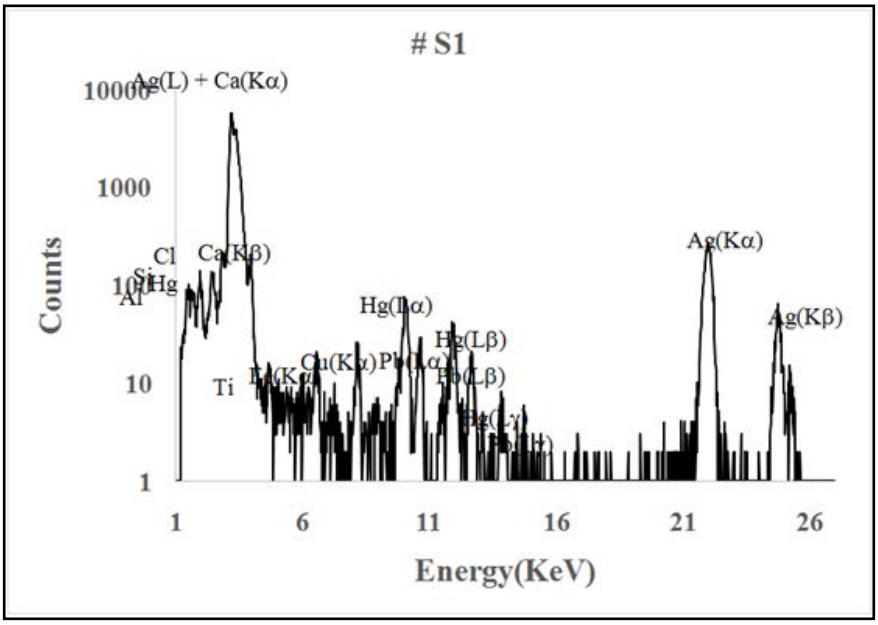
نمونه‌های این آزمایش تا حد امکان تمیز شده و عاری از هرگونه آلودگی به‌مرحله‌ی آزمایش گذاشته شدند، اما باید گفت که چون سکه‌ها شیئی باستانی به‌حساب می‌آیند و مدتی زیر خاک مدفون بوده‌اند، مقادیری کم از آلودگی به‌آن‌ها چسبیده و جداسازی آن مستلزم یک پروژه‌ی مرمتی می‌باشد؛ اما چون نتیجه‌ی این مقاله بر فلز نقره و چند فلز شاخص دیگر استوار است، این آلودگی‌ها تأثیری چندانی بر نتیجه ندارند.

بعد از قرار گرفتن نمونه‌ها، برای جلوگیری از افت انرژی پروتون و تضعیف پرتوی ایکس گسیلی از نمونه‌ها، هوای اتاقک آزمایش را با استفاده از پمپ چرخشی و پمپ دیفیوژن تا فشار 2×10^{-5} torr تخلیه می‌کنند. برای اندازه‌گیری غلظت عنصری نمونه‌ها از باریکه‌ی پروتون با انرژی 2 MeV و جریان حدود ۲-۳ نانوآمپر استفاده می‌شود. باریکه‌ی پروتون مورد نیاز توسط شتاب‌دهنده‌ی Si (Li) اندازه‌گیری می‌شوند که در زاویه‌ی ۱۳۵ درجه نسبت به‌باریکه‌ی فرودی قرار گرفته و سیستم چند کانالی، طیف به‌دست‌آمده را نمایش می‌دهد. قدرت تفکیک آشکارساز Si (Li)، ۱۷۰ الکترون ولت برای Fe (Ka) باید باشد (Gaschen, 2008).

در اینجا نیز هنگامی که پرتوی پروتون به‌سکه می‌خورد، باعث یونیزاسیون اتم‌ها در سکه و گسیل اشعه‌ی ایکس مشخصه‌ی عنصر مورد نظر می‌شود. اشعه‌های ایکس گسیل شده در آشکارساز جمع‌آوری شده و سیگنال‌هایی با شدت‌های مختلف را اثر می‌دهند که نتیجه‌ی آن طیف‌های به‌دست آمده است (شکل ۲).

آنالیز طیف با استفاده از نرم‌افزار گوپیکس (GUPIX) انجام می‌شود که یک روش پارامتری برای آنالیز کمی به ما ارائه می‌دهد و در همه‌جا به‌طور متداول برای آنالیز طیف‌های پیکسی استفاده می‌شود. برای آنالیز، ابتدا باید ماتریکس هدف را مشخص شود؛ منظور از ماتریکس این است که بیشترین درصد مربوط به‌کدام عنصر است. در این مقاله بیشترین عنصر نقره می‌باشد. در مقدار درصد نهایی ممکن است مقدار کمی خطا راه یابد، این خطا ناشی از پارامترهای اساسی کالیبراسیون و آلودگی سطح سکه است. نتیجه‌ی آزمایش به‌شرح جداول ۵ تا ۸ می‌باشد.

www.SID.ir



◄شکل ۲. نمونه‌ی طیف‌های آزمایشگاهی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

◄جدول ۵. نتایج آزمایش پیکسی برای گونه‌ی اول (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرب	Pb	Hg	Au	Ag	Br	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	Ti	Ca	Cl	S	Si	Al
۱	AI			۰,۸۸	۹۶,۲۳			۲,۴۹		۰,۴۰							
۵	AO			۱,۰۱	۹۶,۴۰			۲,۳۱		۰,۲۸							
۶	BBA			۱,۳۵	۹۶,۹۷			۰,۸۸		۰,۳۳				۰,۲۳			
۷	DA			۱,۵۳	۹۵,۷۷			۱,۰۸		۱,۱۵			۰,۳۵	۰,۱۲			
۸	KR			۱,۴۱	۹۶,۴۷			۰,۴۸		۰,۸۷			۰,۴۰	۰,۳۷			
۹	MI			۱,۵۱	۹۷,۰۰			۰,۵۷		۰,۹۲							
۱۰	NI			۱,۱۱	۹۶,۵۷			۰,۵۱		۱,۸۱							
۱۱	ST			۱,۰۲	۹۶,۰۱			۱,۱۰		۱,۳۱			۰,۳۰	۰,۲۶			
۱۲	VH			۰۶۲	۹۶,۵۱			۱۶۶		۱,۲۱							

◄جدول ۶. نتایج آزمایش پیکسی برای گونه‌ی دوم (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرب	Pb	Hg	Au	Ag	Br	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	Ti	Ca	Cl	S	Si	Al
۲۰	AI			۰,۵۳	۹۶,۴۴			۱,۵۱		۱,۰۲		۰,۰۵	۰,۲۰	۰,۱۵			۰,۱۰
۲۲	AO	۰,۸۰	۰,۱۶	۰,۲۳	۹۶,۵۲			۰,۳۱	۰,۱۲	۱,۲۸					۰,۳۲	۰,۲۶	
۲۸	AS			۰,۳۴	۹۶,۸۶			۱,۲۴		۰,۹۹	۰,۱۷		۰,۲۶	۰,۱۴			
۳۳	BBA			۰,۴۲	۹۶,۳۳		۰,۱۹	۰,۷۸		۰,۸۳			۰,۳۲	۰,۴۸	۰,۱۰	۰,۴۴	۰,۱۱
۳۷	DA		۰,۲۱	۱,۱۰	۹۶,۰۴	۰,۳۳		۱,۱۳		۱,۰۱		۰,۱۸					
۳۹	GD	۰,۷۸		۱,۲۲	۹۶,۰۲			۰,۸۲	۰,۱۸	۰,۹۸							
۴۰	GN			۰,۸۱	۹۶,۷۷			۰,۷۷		۱,۴۴			۰,۱۰	۰,۱۱			
۴۲	GO			۱,۴۶	۹۶,۵۳			۱,۲۱		۰,۷۵		۰,۰۵					
۴۳	MI			۰۶۲	۹۶,۲۲			۱,۰۵	۰,۵۹	۱,۳۲	۰,۲۰						
۴۴	RD			۰,۷۰	۹۶,۱۳			۱,۰۱		۰,۸۴			۰,۲۱	۰,۱۲	۰,۳۴	۰,۵۲	۰,۱۳
۴۹	ST			۰,۴۲	۹۶,۵۱			۱,۰۹		۱,۱۴			۰,۳۹	۰,۴۵			
۵۶	VH			۱,۱۲	۹۶,۹۷			۱,۰۱		۰,۹۰							

◄جدول ۷. نتایج آزمایش پیکسی برای گونه‌ی سوم (نگارندگان، ۱۳۹۷).

شماره	ضرب	Pb	Hg	Au	Ag	Br	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	Ti	Ca	Cl	S	Si	Al
۷۹	AI		۰,۱۷	۰۶۷	۹۶,۰۰			۰,۹۴	۰,۲۳	۰,۸۹		۰,۰۹	۰,۵۲	۰,۳۸	۰,۱۱		
۸۰	AO	۰,۵۰		۰,۹۷	۹۵,۸۳	۰,۱۴		۰,۶۶	۰,۳۴	۰,۲۲	۰,۱۵		۰,۳۱	۰,۲۸	۰,۱۶	۰,۳۲	۰,۱۲
۸۴	AS			۰,۸۹	۰۷.۹۶		۰,۱۷	۱,۲۲		۱,۱۳			۰,۲۹	۰,۲۳			
۸۵	BBA	۰,۸۵		۰,۴۳	۹۶,۳۲			۰,۸۴		۱,۳۹	۰,۱۷						
۸۶	DA			۰,۵۵	۹۶,۱۲			۱,۰۳		۱,۵۰	۰,۱۶		۰,۴۳	۰,۲۱			
۸۷	GD			۱,۰۲	۹۶,۷۹			۰,۸۸		۱,۲۲							۰,۰۹
۸۸	GOM	۰,۷۳		۰۶۹	۹۶,۲۸	۰,۱۸		۱,۱۳		۰,۹۹							
۹۰	KR		۰,۱۴	۰,۹۷	۹۶,۳۶			۱,۰۹		۱,۴۴							
۹۲	ST			۱,۲۰	۹۶,۰۸			۰,۷۳		۱,۱۱		۰,۰۷	۰,۳۷	۰,۴۴			
۹۴	VH			۰,۷۲	۹۶,۱۴			۱,۴۰		۱,۱۷			۰,۲۷	۰,۳۰			

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸. نتایج آزمایش پیکسی برای گونه‌ی چهارم (نگارندگان، ۱۳۹۷). ◄

شماره	ضرب	Pb	Hg	Au	Ag	Br	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	Ti	Ca	Cl	S	Si	Al
۹۷	AI			۰,۷۷	۹۶,۴۵			۱,۵۲		۱,۲۶							
۹۸	AO	۰,۲۰		۱,۲۷	۹۶,۵۵			۰,۶۵		۰,۷۳			۰,۳۴	۰,۲۶			
۱۰۳	AS			۰,۵۲	۹۶,۳۳			۱,۷۴		۱,۴۱							
۱۰۸	DA		۰,۳۰	۱,۳۱	۹۶,۳۰			۰,۷۱	۰,۱۴	۱,۲۴							
۱۱۹	GN			۰,۹۵	۹۶,۶۳			۱,۰۸		۰,۹۳			۰,۲۱	۰,۲۰			
۱۲۰	GOM			۰,۱۵	۹۶,۱۹		۰,۱۹	۱,۶۹		۱,۷۸							
۱۲۳	KR			۰,۸۴	۹۶,۹۱			۱,۱۶		۱,۰۹							
۱۲۵	NI			۱,۶۸	۹۶,۳۱			۱,۲۵		۰,۸۰							۰,۰۶
۱۲۶	ST			۱,۰۹	۹۶,۲۵			۱,۰۰		۱,۰۷			۰,۴۱	۰,۱۸			
۱۳۶	VH	۰,۷۶		۰,۷۲	۹۶,۱۷			۱,۳۱		۱,۰۴							

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

برای این‌که تحلیل‌های این قسمت بهتر درک شود، باید توضیح مختصری در باب نوع معادن نقره، عناصر ردیاب، و آلیاژکردن سکه‌ها ارائه شود.

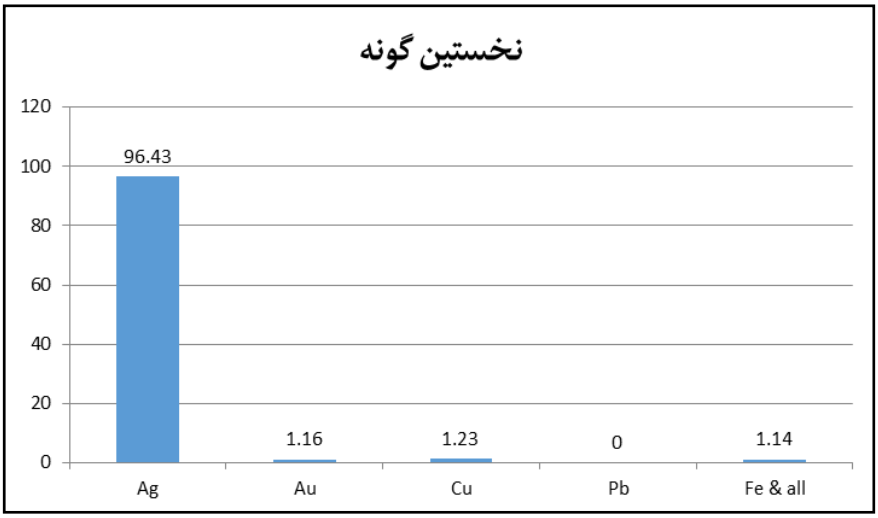
در حال حاضر حدود نصف نقره‌ی موجود در جهان از معادن سرب استخراج می‌شود (Hughes et al., 1979: 321)، براساس پژوهش می‌یر، اگر نقره‌ی استفاده شده در سکه‌ها از معادن سروسایت (Cerussite) استخراج شده باشد، مقدار طلای موجود در آن باید به‌طور تقریب بین ۰٫۲ تا ۱٫۵ درصد تغییر یابد و اما اگر از معادن گالنا (Galena) استفاده شده باشد، مقدار طلای موجود در آن کمتر از ۰٫۲ درصد می‌باشد (Meyers, 2003: 271).

حضور طلا نیز علاوه بر این، معیاری برای شناسایی معدن مورد استفاده می‌باشد، به‌شرط آن‌که آمیختگی اختیاری اتفاق نیفتاده باشد. حضور عنصر مس نیز در حالت معمول می‌تواند به‌عنوان شاخص برای شناسایی معدن به‌کار آید، اما در بیشتر مواقع، مقادیر بیش از یک درصد مس، برای افزایش سختی سکه اضافه می‌شده است، و یا در زمان شرایط بد اقتصادی، با اضافه کردن این عنصر به بیشتر شدن حجم نقره کمک می‌کردند؛ پس به‌طور کلی اگر مقدار مس در سکه‌ها بیشتر از یک درصد باشد، نمی‌توان از آن در جایگاه عنصری ردیاب استفاده نمود (Hughes et al., 1979: 321).

از آنجایی‌که بیشتر نقره‌ی مصرفی از معادن سرب تهیه می‌شده، ممکن است فلز سرب نیز با مقادیر کمی (یک درصد و کمتر از آن) در سکه‌های نقره مشاهده شود، که نشان‌دهنده‌ی تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال فلز نقره می‌باشد. در کنار عناصر موجود که به‌عنوان شاخص در این پژوهش استفاده شده، عنصر کلسیم نیز وجود دارد که در نمودار عناصر شاخص آورده نشده است؛ حضور این عنصر در کنار نقره، به‌واسطه‌ی عدم امکان حذف آن در فرآیند متالوژی آن عصر بوده است. همچنین تغییرات در عنصر آهن، به‌واسطه‌ی آلودگی سطح که ناشی از محیط دفن‌شدن سکه‌ها می‌باشد، دیده شده است (Flament et al., 2004: 179).

نخستین گونه از سکه‌های پیروز مقدار قابل‌توجه و بالایی از فلز نقره دارد (شکل ۳). از میان سکه‌های این‌گونه به‌غیر از سکه‌ی ۷ (DA)، عیاری بسیار بالا با میانگین ۹۶٫۴۳ درصد دارند؛ حتی سکه‌ی ۹ (MI) عیاری ۹۷ درصدی دارد. درباره‌ی سکه‌ی ۷ (DA) نیز باید گفت که این سکه شکسته و بسیار فرسوده بوده، شاید به‌خاطر سولفاته بودن است که عیاری ۹۵٫۷۷ درصدی دارد. مقدار طلای موجود در این

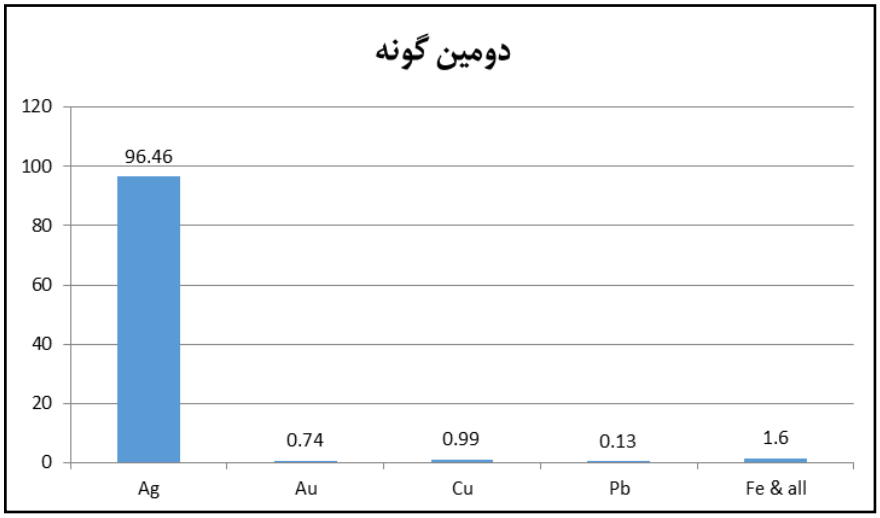
www.SID.ir



◄ شکل ۳. نمودار میانگین درصد عناصر موجود در سکه‌های گونه‌ی اول پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

سکه‌ها بین ۰٫۶۲ (VH,12) تا ۱٫۵۳ (DA,7) درصد است و به‌طور میانگین دارای ۱٫۱۶ درصد عنصر طلا می‌باشد؛ پس چون این مقدار طلا بالاتر از ۰٫۲ درصد است، می‌توان نتیجه گرفت که برای تهیه‌ی نقره‌ی این مسکوکات از معادن سروسایت استفاده شده است. مقدار مس موجود در این سکه‌ها نیز بین ۰٫۴۸ (KR,8) تا ۲٫۴۹ (AI,1) درصد است و به‌طور میانگین دارای ۱٫۲۳ درصد عنصر مس می‌باشد؛ تعداد چهار قطعه از این مسکوکات مقدار کمتر از یک درصد مس دارند، پس می‌توان نتیجه گرفت بر بعضی از سکه‌ها برای محکم‌تر شدن فلز، مس آلیاژ شده و بر برخی دیگر انجام نشده است و این موضوع را می‌توان برحسب مقطع زمان و محدوده‌ی ضرابخانه‌ای غیرعمومی دانست.

دومین گونه از سکه‌های پیروز نیز مقدار بالایی از خلوص نقره را با میانگین ۹۶٫۴۶ درصد، دارا است (شکل ۴). مقدار طلای موجود در این سکه‌ها بین ۰٫۲۳ (AO,22) تا ۱٫۴۶ (GO,42) با میانگین ۰٫۷۴ درصد می‌باشد؛ با احتساب این‌که این مقدار طلا بالاتر از ۰٫۲ درصد است، می‌توان نتیجه گرفت در این دوره نیز برای



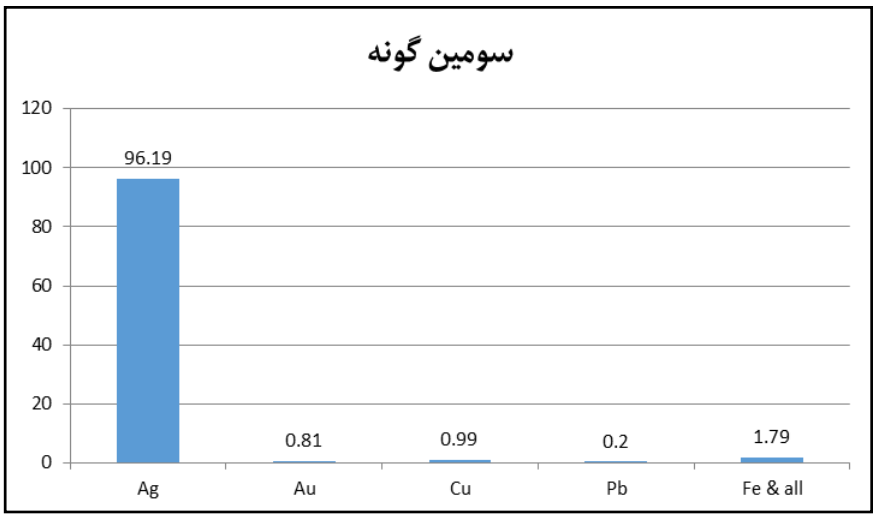
◄ شکل ۴. نمودار میانگین درصد عناصر موجود در سکه‌های گونه‌ی دوم پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه‌ی نقره‌ی این سکه‌ها از معادن سروسایت استفاده شده است. مقدار مس موجود در این سکه‌ها نیز بین ۰٫۳۱ (AO,22) تا ۱٫۵۱ (AI,20) با میانگین ۰٫۹۹ درصد می‌باشد، پس می‌توان نتیجه گرفت در این دوره نیز آلیاژ کردن سکه‌ها برای استحکام بیشتر، سلیقه‌ای و غیرعمومی بوده است. وجود عنصر سرب در دو سکه از سکه‌های این گونه به مقادیر ۰٫۷۸ (GD,39) و ۰٫۸ (AO,22) درصد، علاوه‌بر این‌که نشان‌دهنده‌ی استفاده از معادن سرب است، می‌تواند نشان‌دهنده‌ی تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال فلز نقره نیز باشد؛ شاهد دیگر این مدعا تنوع عنصری در این سکه‌ها می‌باشد، به‌گونه‌ای که هر سکه از چهار تا ده عنصر متفاوت با تنوع شانزده عنصر مختلف تشکیل‌شده است. همان‌طور که گفته شد، قسمتی از هزینه‌های دو نبرد اول پیروز با هپتالیان را دولت رُم پرداخت کرده است (Wright, 1968: 9-10)؛ شاید این تنوع و این آلیاژ از فلز، حاصل کمک رُمیان به ایرانیان باشد.

سومین گونه از سکه‌های پیروز نیز مقدار بالایی از نقره با میانگین ۹۶٫۱۹ درصد دارد و فقط یک سکه (AO,80) به‌مقدار ۹۵٫۸۳ درصد عیار دارد که در باب آن بیشتر توضیح داده می‌شود. مقدار طلای موجود در این سکه‌ها بین ۰٫۴۳ (BBA.85) تا ۱٫۱۲ (ST,92) با میانگین ۰٫۸۱ درصد می‌باشد؛ در نتیجه چون مقادیر طلا در این سکه‌ها بالاتر از ۰٫۲ درصد می‌باشد، معلوم می‌گردد از معادن سروسایت به‌مانند گذشته استفاده می‌شده است (شکل ۵). مقدار مس موجود در این سکه‌ها نیز بین ۰٫۶۶ (AO,80) تا ۱٫۴ (VH,96) با میانگین ۰٫۹۹ درصد می‌باشد، در این دوره نیز آلیاژ کردن سکه‌ها برای استحکام بیشتر، امری سلیقه‌ای و غیرعمومی بوده است. در اینجا نیز سه سکه داری عنصر سرب به‌مقادیر ۰٫۵ (AO,80)، ۰٫۷۳ (GOM, 88)، و ۰٫۸۵ (BBA,85) درصد می‌باشند که این نیز می‌تواند نشان‌دهنده‌ی سرعت بالا و پایینی کیفیت استحصال نقره باشد. تنوع عنصر در این گونه نیز به‌مانند گونه‌ی دوم، بسیار زیاد و متنوع است. سکه‌ی ۸۰ که در ضرابخانه‌ی AO به‌ضرب رسیده، عیار کمتری به‌مقدار ۹۵٫۸۳ درصد، نسبت به‌سایر سکه‌ها دارد؛ علاوه‌بر آن تنوع

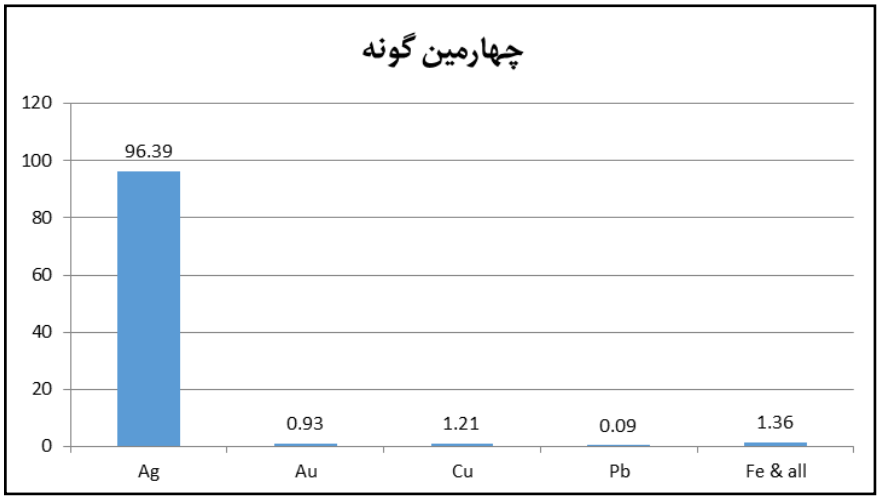


شکل ۵. نمودار میانگین درصد عناصر موجود در سکه‌های گونه‌ی سوم پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷). ◄

www.SID.ir

عنصری بسیار بالایی برخوردار است، پس می‌توان گفت اوضاع این شهر در آن دوره به‌سان دیگر شهرها نبوده است.

چهارمین گونه و آخرین گونه از سکه‌های پیروز به‌سان گونه‌ها گذشته، مقادیر بالایی از نقره را با میانگین خلوص ۹۶٫۳۹ درصد دارا است (شکل ۶). مقدار طلای موجود در این سکه‌ها بین ۰٫۱۵ (GOM,120) تا ۱٫۶۸ (NI,125) درصد با میانگین ۰٫۹۳ درصد می‌باشد. فقط سکه‌ی ۱۲۰(GOM) با مقدار ۰٫۱۵ درصد، مقدار طلایی پایین‌تر از ۰٫۲ درصد دارد، پس می‌توان نتیجه یافت، فلز نقره‌ی این سکه از معادن گالنا استخراج شده است و باقی سکه‌های این دوره حاصل معادن سروسایت می‌باشند؛ نکته‌ی مهم است این‌که نام ضرابخانه‌ی GOM فقط بر سکه‌های پیروز مشاهده گردیده است (Mochiri, 1977: 58). مقدار مس موجود در این سکه‌ها نیز بین ۰٫۶۵ (AO,98) تا ۱٫۷۴ (AS,103) با میانگین ۱٫۲۱ درصد می‌باشد؛ در اینجا بازهم استفاده از آلیاژ مس، سلیقه‌ای اعمال شده، اما می‌توان نتیجه گرفت آلیاژکردن در این دوره رواج بیشتری یافته و وقت بیشتری برای تهیه‌ی مسکوکات صرف‌شده که می‌تواند نشانه‌ای بر ثبات سیاسی باشد. دو سکه نیز دارای عنصر سرب به‌مقادیر ۰٫۲ (AO,98) و ۰٫۷۶ (VH,136) درصد می‌باشد که می‌تواند به‌مانند گونه‌های دوم و سوم، نتیجه‌ی کیفیت پایین استحصال نقره باشد. تنوع عنصری نیز در این گونه دیده می‌شود، اما به‌مانند دو گونه‌ی دوم و سوم شدید نیست که می‌تواند پیامد ثبات سیاسی و اقتصادی باشد.



◄ شکل ۶. نمودار میانگین درصد عناصر موجود در سکه‌های گونه‌ی چهارم پیروز ساسانی (نگارندگان، ۱۳۹۷).

نتیجه‌گیری

دوره‌ی حکومت پیروز ساسانی را باید یکی از پرتنش‌ترین دوره‌های تاریخ دانست؛ خشک‌سالی، جنگ‌های پی‌درپی و طولانی، تصرف ایران از دو جناح مختلف، و درنهایت خراج‌گذاری ایرانیان به‌هپتالیان را باید عوامل این تنش‌های سیاسی و اقتصادی دانست. اما برخلاف این تصور که عیار سکه‌ها در این دوره باید پایین می‌آمد، چنین نشده و با آزمایش پیکسی ثابت شد عیار این سکه‌ها به‌طور میانگین همیشه بالاتر از ۹۶ درصد بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار طلای موجود در این سکه‌ها همواره به‌طور میانگین ۱ درصد بوده است و چون این مقدار میان ۰٫۲ تا ۱٫۵ درصد بوده، نشانگر استفاده از معادن سروسایت در آن دوره بوده است؛ فقط یک سکه (GOM,120) مقدار پایینی از طلا به‌اندازه‌ی ۰٫۱۵ درصد داشته که می‌تواند علتی بر استفاده از معادن گالنا در بازه‌ی چهارم حکومت پیروز باشد.

مقدار مس موجود در سکه‌های گونه‌ی اول و چهارم پیروز به‌طور میانگین بالاتر از ۱٫۲ درصد است، اما در گونه‌های دوم و سوم میانگین مقدار مس کمتر از ۱ درصد می‌باشد؛ با توجه به‌مقدار وجود بیش از ۱ درصد مس در هر سکه که نشانگر آلیاژکردن سکه به‌جهت استحکام است، می‌توان نتیجه گرفت که در بازه‌های اول و چهارم حکومت پیروز به‌کیفیت ضرب سکه‌ها اهمیت بیشتری داده می‌شده تا بازه‌های دوم و سوم، که این شاید ماحصل تنش‌های سیاسی و اقتصادی بوده است. البته به‌طور کلی آلیاژ کردن سکه‌ها با مس جهت استحکام بیشتر، در آن دوره تابع شرایط مکانی و زمانی بوده است و در هر بازه‌ای میانگین انجام می‌شده است.

در تعداد کمی از سکه‌های گونه‌ی دوم تا چهارم، مقادیر کمتر از ۱ درصد سرب دیده شده که علاوه‌بر این‌که استفاده از معادن سرب را برای استخراج نقره تأیید می‌کند، به‌نوعی نیز نشانگر تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال نقره می‌باشد.

تنوع عنصری در گونه‌های دوم و سوم بسیار زیاد است که این می‌تواند به‌علت استفاده از معادن مختلف، تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال نقره باشد و یا این‌که این فلزات حاصل کمک دولت رُم به ایران می‌باشد؛ هرچند تنوع عنصری بر سکه‌های گونه‌ی چهارم نیز دیده می‌شود، اما به‌شدت گونه‌های دوم و سوم نیست. شاید علت آن بهبود نسبی شرایط سیاسی و اقتصادی در بازه‌ی چهارم حکومت پیروز باشد.

سپاسگزاری

در پایان نیز نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از سرکار خانم اکرم حسینی (عضو هیأت علمی گروه زبان و ادبیات انگلیسی دانشگاه امام رضا علیه‌السلام مشهد)، و جناب آقای سیدعلی سیدموسوی (دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه باستان‌شناسی دانشگاه نیشابور) جهت کمک‌های فراوانشان، تشکر نمایند.

کتابنامه

- اسماعیل‌زاده‌کیوی، سینا، ۱۳۹۲، «مطالعه‌ی اشیای مکشوف از بافت تاریخی اردبیل و محوطه‌ی تاریخی مجموعه‌ی شیخ صفی‌الدین اردبیلی با روش گسیل پرتو ایکس با تابش پروتون (PIXE)». پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، اردبیل: دانشکده‌ی علوم دانشگاه محقق‌اردبیلی.

- اینوسترانتسف، کریش، ۱۳۴۸. مطالعاتی درباره‌ی ساسانیان. تهران: بنگاه نشر و ترجمه ایران.

www.SID.ir

- پاکزادیان، حسن، ۱۳۸۴، تاریخ و گاهشماری در سکه‌های ساسانی. تهران: مؤلف.
- حکمتی‌زاده، فرحناز، ۱۳۹۴، «مطالعه‌ی سکه‌های ساسانی موزه‌ی زاهدان با تأکید بر سکه‌های مکشوف از تیس چابهار». پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، زاهدان: دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی دانشگاه سیستان و بلوچستان (منتشر نشده).
- دریایی، تورج، ۲۰۰۲، «اردشیر موبد موبدان: یک تصحیح در متن بندهشن». مجموعه مقالات ایرانشناسی، (بیجا)، صص: ۱۴۵-۱۴۷.
- دریایی، تورج، ۱۳۹۲، شاهنشاهی ساسانی. ترجمه‌ی مرتضی ثاقب‌فر، چاپ ششم، تهران: ققنوس.
- کیان‌زادگان، سوسن، ۱۳۹۷، «تحلیل قدرت اقتصادی در دوره‌ی پیروز ساسانی به کمک آزمایش PIXE: مطالعه‌ی موردی سکه‌های مکشوف از پیروزگت (چابهار، بلوچستانِ ایران)». پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، مشهد: دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد (منتشر نشده).
- لامعی‌رشتی، محمد، ۱۳۸۱، «نقش تحلیل عنصری در باستان‌سنجی: تجزیه‌ی آزمایشگاه واندوگراف». در: مجموعه مقالات نخستین همایش باستان‌سنجی در ایران: نقش علوم‌پایه در باستان‌شناسی. تهران: بی‌جا، صص: ۷۵-۹۲.

- Beck, L.; Bosonnet, S; Reveillon, S; Eliot, D.; & Pilon, F., 2004, "Silver Surface Enrichment of Silver–Copper Alloys: A Limitation for the Analysis of Ancient Silver Coins by Surface Techniques". In: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms,* vol. 226(1-2): pp. 153-162.

- Caley, E. R., 1950, "Notes on the Chemical Composition of Parthian Coins with Special Reference to the Drachms of Orodes I". *Ohio Journal of Science* (Ohio Academy of Science), v. 50(3): pp. 107-120.

- Caley, E. R., 1955, *Chemical composition of Parthian coins (Numismatic notes and monographs)*. New York: American Numismatic Society.

- Flament. C. & Marchetti, P., 2004, "Analysis of ancient silver coins". In: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms,* vol. 226(1-2): pp. 179-184.

- Frye, R. N., 2005, "The Sasanians" In: *The Cambridge History of Iran,* v. 3, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 461-480.

- Gashen, A. A-M.; Dobeli, M.; & Markwitz, A., 2008, "Restriction on Fluorine Dept Profiling for Exposure Age Dating in Archaeological Bones", In: *Journal of Archaeological Science.* vol. 35(3): pp. 535-552.

- Guerra, M. F., 2004, "The Circulation of South American Precious Metals in Brazil at the End of the 17th Century". *Journal of Archaeological Science,* v. 31(9): pp. 1225-1236.

www.SID.ir

Archive of SID

- Hughes, M. J. & Hall, J. A., 1979. "X-ray Fluorescence Analysis of Late Roman and Sassanian Silver Plate". *Journal of Archaeological Science,* vol. 6(4): pp. 321-344.

- Linke, R.; Schreiner, M.; & Demortier. G., 2004, "The Application of Photo, Electron and Proton Induced X-Ray Analysis for the Identification and Characterization of Medieval Silver Coins". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms,*vol. 226(1): pp. 172-178.

- Meyers, P., 2003, "Production, Distribution, and Control of Silver: Information Provided by Elemental Composition of Ancient Silver Objects", In: *Patterns and Process: a Festschrift in Honor of Dr. Edward V. Sayre. Suitland: Smithsonian Center for Materials Research and Education*, pp. 271–288.

- Mochiri, M. I., 1972, *Etudes de numismatique iranienne sous les Sassanides*. Tehran: Bank Melli.

- Procopius, 1992, *History of the Wars*. tr H. B. Dewing, [L.et.n.].

- Sven, A. E. J. & Thomas, B. J., 1976, "Analytical Application of Particle Induced X-Ray Emission". In: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms,* vol. 137(3): pp. 473-516.

- Wright, W., 1968, *The Chronicle of Joshua the Stylite*. Amsterdam: Philo Press.

www.SID.ir