



آنالیز عنصری مسکوکات وُلات عباسی تبرستان به شیوه پیکسی

مجید حاجی تبار^۱

دانش آموخته دکتری باستان‌شناسی / پژوهشگر آزاد

 <https://doi.org/10.22034/ciom.2025.2048890.1037>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۲

نوع مقاله: پژوهشی، صص ۶-۴۰

چکیده

با مرگ یزدگرد سوم (۶۳۲-۶۵۲م) سلسله ای مستقل به نام گاوباره گان دابویی در تبرستان شکل گرفت و فرخان (۷۱۲-۷۳۱م) پسر دابویه، سکه‌هایی ضرب کرد که جز در ابعاد و وزن، ویژگی سکه‌های عصر ساسانی را دارد. با مرگ خورشید (۷۴۸-۷۶۱م) آخرین پادشاه این سلسله، تبرستان پس از حدود یک قرن و نیم پایداری در برابر هجوم امویان و عباسیان، سرانجام در عهد خلافت منصور عباسی (۱۳۷-۱۵۸ ه.ق) گشوده شد و وُلات عباسی اداره امور را در دست گرفتند. ضرب سکه با همان شیوه و نقش و نشانه‌های دینی و کتیبه‌ها ادامه یافت و تنها تفاوت شاخص اضافه شدن نام امیر به خط کوفی بر روی چهره پادشاه است.

مجموعه آقای مجتبی زاده خراسانی متعلق به وُلات عباسی برای دستیابی به اطلاعاتی چون منشاء کانی، استحصال سنگ معدن، ذوب مجدد و ترکیبات و نوع فلزات در بخش واندوگراف سازمان انرژی اتمی به شیوه پیکسی مورد آزمایش قرار گرفت. پژوهشی که با استناد به متون تاریخی، منابع سکه‌شناسی، نتایج آزمایشگاهی و آنالیز عنصری مسکوکات سعی دارد شناخت نسبی از اوضاع اقتصادی و سیاسی، هویت و اصالت سکه‌های مورد بحث ارائه نماید. برآیند آنالیز نشان می‌دهد عیار

سکه‌ها تناسب جدا نشدنی با شرایط سیاسی و اقتصادی حاکم بر جامعه دارد و مقدار بالای نقره و در صد ناچیز طلا و بیسموت و حجم اندک مس می‌تواند نشانی از اصالت و قدمت سکه باشد.

واژگان کلیدی: ولات عباسی، مسکوکات تبرستان، شیوه پیکسی، آنالیز عنصری

مقدمه

مطالعات میان‌رشته‌ای چون دیرین‌متالورژی، گیاه‌باستان‌شناسی، جانورباستان‌شناختی، استخوان‌شناسی و شیمی در دانش باستان‌شناسی کاربرد گسترده‌ای یافت و هرکدام با ابزار و روش‌های خاص خود در خدمت پژوهش‌های باستان‌شناسی قرار گرفت. آرکئومتری^۱ یا باستان‌سنجی شاخه‌ای نوین در مطالعات باستان‌شناسی است که با شیوه‌های مختلف آزمایشگاهی به باستان‌شناس در اصالت‌سنجی، سالیابی، فن‌آوری ساخت و آنالیز مواد کمک می‌کند. فن‌آوری استخراج در گذشته چندان پیشرفته نبود و تفکیک عناصر موجود در سنگ معدن نقره تا حد صفر امکان نداشت و مقادیری نادر (زیر یک درصد) چون طلا، بیسموت، آهن، آلومینیوم و سرب در سنگ معدن نقره در میان عناصر باقی می‌ماند. آنالیز عنصری به شیوه پیکسی^۲ یکی از روش‌های آزمایشگاهی برای شناخت ترکیبات مواد فرهنگی از جمله سکه‌ها است. مطالعات آزمایشگاهی بر مسکوکات سنجش مکان‌های ضرب، شناسائی معادن (Hajivaliei et al, 2008:1578) و رونق اقتصادی، هرج و مرج حکومت‌ها (حاج وئی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۴۲) و تکنولوژی استخراج فلز (Khademi nadooshan, 2011: 101) و زمان ضرب سکه‌ها (Oliaiy, 1999:495) را ممکن می‌سازد. برای اندازه‌گیری کمی و کیفی سکه‌ها سودمند و در شناخت دوره ضرب سکه‌های مشکوک و تعیین تاریخ دقیق اهمیت دارد، وجود عنصر طلا و بیسموت امکان تشخیص سکه‌های جعلی و مشکوک را از مسکوکات اصلی فراهم می‌سازد (Sodaee et al, 2013: 162).

در این پژوهش ۲۲ سکه نقره نیم درهمی از ولات عباسی تبرستان در آزمایشگاه واندوگراف انرژی اتمی مورد آزمایش قرار گرفت که ۱۸ قطعه از موسسه فرهنگی موزه‌ها و ۴ نمونه از مجموعه آقای مجتبی‌زاده انتخاب شده است. سکه‌هایی که جز در ابعاد و وزن، ویژگی عصر ساسانی را دارد و با نقش و علائم و نشانه‌های دینی و کتیبه‌ها ادامه یافت و تنها تفاوت شاخص اضافه شدن نام امیر به خط کوفی بر روی چهره پادشاه است. از این مجموعه سکه‌ای متعلق به خالد بن برمک به تاریخ ۱۱۹، یک سکه از سال ۱۲۲ و دو سکه از سال ۱۲۴ متعلق به عمر بن العلاء، یک نمونه به سال متعلق به ۱۲۷ سعید بن دعلج، یک قطعه به سال ۱۳۷ و قطعه‌ای به تاریخ ۱۳۸ متعلق به هانی بن هانی،

1. Archaeometry

2. Proton Induced-X Ray Emission(Pixe)



سکه‌ای از سلیمان به تاریخ ۱۳۷، یک سکه به سال ۱۳۹ متعلق به مقاتل و یک نمونه به سال ۱۴۰ متعلق به عبدالله بن قحطبه است. از انواع سکه‌های بی‌نام با واژه افزوت ۱۲ قطعه به تاریخ‌های ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۵ (دو نمونه)، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۴۱ (دو نمونه) و ۱۴۳ انتخاب شده است. سال‌های ۱۲۹ و ۱۴۳ نمونه اولین و آخرین سال ضرب این گونه سکه‌ها است. در این بین سکه خالد از اعتبار ویژه‌ای برخوردار بوده و جزء اولین دسته از سکه‌های ولایت عباسی است.

پیشینه تحقیق

درباره سکه‌های ایران، کلی شیمیدان آمریکایی نخستین مطالعه را انجام داد و ۳۰۰ قطعه از سکه‌های اُرد دوم اشکانی (۴-۸م) را به روش آزمایشگاهی بررسی کرد. (Caley, 1955) هوکس و هال) نیز سکه‌های نقره ساسانی را آنالیز کرده و با آثار فلزی روم مقایسه نمودند (Hughes & Hall, 1979). کانتوس و همکاران سکه‌های چهار درهمی اسکندر (۳۲۳-۳۳۰ ق.م) را در ضرابخانه مقدونیه با دستگاه پیکسی آزمایش و ۱۲ عنصر کلر، تیتانیوم، کروم، منگنز، هن، نیکل، مس، روی، نقره، طلا، سرب، و بیسموت شناسائی کردند (Kallithrokas Kontos et al, 2000). در این رابطه تحقیقات زیادی توسط پژوهشگران ایرانی در چند سال اخیر انجام شده است که آزمایش پیکسی ۶۰ سکه دوره اشکانی تماشاگه (موزه) پول^۱ (لامعی و همکاران، ۱۳۸۴: 294-301 و 495-500: Oliaiy et al, 1999)، کاربرد روش پیکسی در بررسی سکه‌های باستانی نقره‌ای (لامعی رشتی و همکاران، ۱۳۸۴)، مطالعه و تحلیل ۳۰ سکه نقره‌ای دوره ساسانی موزه همدان با استفاده از روش پیکسی (حاج ولیی و همکاران، ۱۳۸۸)، مسکوکات پارتی سال‌های ۲۴۷ تا ۵۰ ق.م (سودائی، ۱۳۸۹)، سکه‌های عصر سلجوقی (مسجدی خاک، ۱۳۹۱)، سکه‌های اشکانی اُرد دوم و فرهاد در منطقه همدان (محقق ۱۳۹۲)، آنالیز سکه‌های نقره‌ای مکشوفه از مسجد جامع عتیق اردبیل به روش پیکسی (اسماعیل زاده کیوی و همکاران، ۱۳۹۲)، سکه‌های دوره الیمائی در بازه زمانی ۱۴۰ ق.م تا ۲۲۴ میلادی (حسینی سربیشه، ۱۳۹۳)، مطالعه آماری سکه‌های نقره هخامنشی، اشکانی و ساسانی با استفاده از آنالیز عنصری به روش پیکسی (اولیایی و همکاران، ۱۳۹۴)، بررسی اوضاع سیاسی اقتصادی حکومت اشکانیان در سال‌های ۵۷-۲ ق.م (دوران پادشاهی ارد دوم و فرهاد چهارم) براساس مطالعه ترکیبات شیمیایی سکه‌های نقره با روش آزمایشگاهی PIXE (خادمی ندوشن و همکاران، ۱۳۹۴)، تحلیل اوضاع اقتصادی سیاسی دوره اشکانی (۴۳ میلادی تا ۲۰۸ میلادی) براساس مطالعه مسکوکات نقره گودرز دوم و خسرو دوم ضرب ضرابخانه هگمتانه با استفاده از روش PIXE (صالحی گروس و همکاران، ۱۳۹۴)، تجزیه عنصری سکه‌های نقره ناصرالدین شاه قاجار ضرب شده در یزد به روش پیکسی (کوهستانی اندرزی و همکاران، ۱۳۹۸)، آنالیز عنصری سکه‌های الیمایی موزه شخصی محمد صفار به روش پیکسی (حسینی سربیشه و



آنالیز عنصری
مسکوکات ولایت
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی



همکاران، ۱۳۹۸)، تجزیه عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به روش پیکسی (PIXE)، مطالعه موردی؛ سکه‌های گنجینه پیروزگت کشف شده از روستای تیس چابهار (کیان زادگان و همکاران، ۱۳۹۸) و پژوهشی بر قدرت اقتصادی ایالت طبرستان در عصر ناصری به کمک تجزیه عنصری سکه‌های آن دوره به روش پیکسی (کوهستانی اندرزی و همکاران، ۱۳۹۹) از جمله آنها است. مسکوکات ولایت عباسی تبرستان برای نخستین بار به روش پیکسی آنالیز گردیده و نتایج حاصل از آن انتشار می‌یابد. برآیندی که ضمن ارائه اطلاعات از نوع و مقدار فلزات و اصالت سکه، اوضاع سیاسی و اقتصادی را بهتر روشن و آشکار می‌سازد.

سکه شناسی ولایت عباسی تبرستان

پس از مرگ یزدگرد سوم (۲۰ یزدگردی-۳۱ ه.ق-۶۵۲م) و سقوط پادشاهی ساسانی، سلسله محلی دابوئیان در تبرستان شکل گرفت و سکه‌هایی ضرب زدند که نوع خط، مضامین نقوش و نشانه‌های نمادین و طراحی کلی آن، تقلید کامل از سکه‌های شاهان اواخر ساسانی و به نوعی "عصر نوین ساسانی" است (اعظمی سنگسری ۱۳۵۲، ۱۷۱). بر یک روی سکه تصویر نیم‌رخ و نیم‌تنه پادشاه با تاجی از پره‌های بلند، نماد خدای پیروزی نقش شده (Malek, 2004:99) و بر اطراف نقش و حاشیه نام پادشاه و واژه‌هایی به خط پهلوی ساسانی و علائم نمادین آمده است. روی دیگر آتشدان و نگهبانان و علائم و نشانه‌های نمادین نقش شده است. نگهبانان اطراف آتشدان را سکه‌شناسان هیریدان (اعظمی سنگسری، ۱۳۵۲، ۷۲ و ترابی طباطبایی، ۱۳۷۳: ۳) و روحانی (سرفراز و آورزمانی، ۱۳۷۹: ۱۲۸) خوانده‌اند و شمشیر را برسم یاد کرده‌اند (سرفراز و آورزمانی، ۱۳۷۹: ۱۲۸). مبداء تاریخ جدید از یازده ژوئن ۶۵۲ میلادی برابر با ۳۱ هجری و روز مرگ یزدگرد سوم بر سکه‌ها استفاده شده است (Walker, 1941: 1xx). ویژگی یاد شده شکل استاندارد سکه‌های این دوره است. جنس سکه‌ها عمدتاً از نقره است و به تعداد معدودی سکه برنزی نیز در دست است (تصویر ۱).



■ تصویر ۱: طرح پشت و روی سکه تراز ساسانی (نگارنده)

وَلات عباسی تلاش کردند تا با تفوق سیاسی، استیلای فرهنگی نیز به دست آورند ولی در این امر کامیاب نبودند و سکه‌های این دوره با همان اسلوب پیشین تداوم یافت. روح بن حاتم (۱۴۶-۱۴۸ ه.ق) اولین امیرعباسیان تلاش کرد تراز سکه را با افکار و عقاید خود همسان سازد و علاوه بر سکه تراز اسلامی با اشعاردینی و آیات قرآن، سبک اسپهبدی متفاوتی عرضه نماید که نام و لقب امیر یا خلیفه به کوفی بر آن بیاید و تاریخ ضرب بر مبنای هجرت پیامبر تقریر گردد.

ضرب سکه‌های تراز ساسانی و استفاده کامل از خط پهلوی توسط خالد بن برمک (۱۴۹-۱۵۵ ه.ق)، نشان از پایداری مردم در برابر تغییرات مورد نظر روح بن حاتم دارد. عمر بن العلاء (۱۴۵-۱۵۵ و ۱۶۴ و ۱۶۶ ه.ق) علیرغم ضرب سکه‌های متنوع، روند اعتدال و مدارا را سرلوحه کار خود قرار داد. روندی که در بیشتر سکه‌های این دوره حفظ گردید و تنها سلیمان (۱۷۱-۱۷۳ ه.ق) با حذف چهره پادشاه شاید به دنبال ترویج روشی نوین در سکه زنی تبرستان بود که عدم استقبال از سوی امیران جانشین وی نشان از آن دارد که این تغییر نیز بی نتیجه ماند و شیوه و تراز گذشته کماکان ادامه پیدا کرد (تصویر ۲).



■ تصویر: تصاویر سکه‌های روح بن حاتم، خالد و سلیمان (نگارنده)

بیشتر سکه‌ها به دو خط پهلوی و کوفی نوشته شده و تنها نام خالد به خط پهلوی بر سکه آمده است و هیچ واژه کوفی دیگر بر سکه به چشم نمی‌خورد. مجموعه‌ای از مسکوکات عمر بن العلاء به تاریخ‌های ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶ و ۱۲۷ نیز با حروف پهلوی نام امیر نوشته شده است. غیر از سکه‌های مذکور، بقیه سکه‌ها به دو خط پهلوی و کوفی است. منابع تاریخی و شواهد سکه‌شناسی ۴۳ تن از والیان عرب یا ایرانی منتخب از سوی خلفای عباسی را معرفی کرده‌اند. از این تعداد، ۲۳ نفر در منابع مکتوب قید شده‌اند و ۱۵ نفر در منابع سکه‌شناسی و تاریخی آمده‌اند و ۵ امیر تنها با منابع سکه‌شناختی وارد عرصه تاریخ شده‌اند. از زمانی که ابوالخصیب (۱۴۱-۱۴۲ ه.ق) مأمور فتح تبرستان شد تا مثنی بن الحجاج (۱۷۹-۱۸۰ ه.ق) آخرین حاکم عرب در تبرستان به طور پیوسته از ۱۰۷ یا ۱۰۸ پسایزدگردی برابر با ۱۴۱ یا ۱۴۲ هجری تا ۱۴۳ تبری برابر با ۱۷۸ یا ۱۷۹ ه.ق مجموعاً ۳۶ یا ۳۷ سال بر این ناحیه حکومت کرده‌اند. البته با يك فاصله ۱۸ ساله، فضل بن سهل در سال ۱۶۱ پسایزدگردی برابر با ۱۹۷ ه.ق سکه‌ای به سبک پیشین ضرب کرده است.



آنالیز عنصری
مسکوکات ولات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

طیف سنجی با تابش اشعه (پیکسی)

روش تجزیه عنصری هسته ای داده های فرهنگی برای نخستین بار در سال ۱۹۵۳ میلادی به کار گرفته شد (Ambrosino&Pindrus, 1953:136-138) ولی استفاده از این شیوه در سال ۱۹۵۶ میلادی مورد توجه قرار گرفت (Harbottle, 1986:10) و لامعی و همکاران، (108: 1376). پیکسی در سال ۱۹۷۰ کشف شد (Johansson, 1970:141) و برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ در باستان شناسی مورد استفاده قرار گرفت (Gordan, 1972: 181). این فن آوری در ایران به سال ۱۹۷۷ برای نمونه های آب به کار گرفته شد (Sioshansi, 1977:257-258) و از سال ۱۳۷۰ به تدریج همکاری با باستان شناسان توسعه یافت (لامعی رشتی، ۹: ۱۳۸۲ و آذرنوش، ۱۳۸۱: ۷۶). در علمی چون بیولوژی، باستان شناسی، جرم شناسی و علم مواد کاربرد دارد (Verma, 2007: 76).

پیکسی، آنالیز دقیق عناصر کم مقدار بر مبنای تحریک نمونه با ذرات باردار پروتون برای شتاب گرفتن با دستگاه شتاب دهنده است (سودائی، ۱۳۸۹: ۱۴۲ و محمدی فر و عرب، ۱۳۹۲: ۶۷). از آنجا که بدون تخریب، میزان عناصر موجود در نمونه را مشخص می نماید، روشی مناسب برای تعیین عیار سکه های نقره است (لامعی و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۹۴) و در مقایسه با روش های دیگر که نیازمند تخریب اثر و استخراج مواد شیمیائی و آماده سازی قبل از آنالیز است مزیت بیشتری دارد (Roumie, 2003: 196). گسیل پرتوی ایکس با برانگیختگی و تابش پروتون (محقق، 1392: 4 و Johansson, 1970: 141) که به هنگام آنالیز اشیاء بالاترین حساسیت را برای دسته بندی عناصر ارائه می نماید (linke, 2004:173&Roumie, 2003:196) و اجازه اندازه گیری از نقاط مختلف نمونه را فراهم می سازد (Weber, 2000:725). تکنیک حساسی که در صد عناصر ریز و درشت نمونه را مشخص می کند (Verma, 2007: 7). بر اثر بمباران ترازهای اتمی توسط پروتون، اتم نمونه تحریک شده و پرتو ایکس مشخصه آن ساطع می شود (قیاسی، ۱۳۸۵: ۳۳). با تحریک نمونه توسط ذرات باردار پروتون با دستگاه شتاب دهنده شتاب گرفته (خادمی ندوشن و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۰) و به هنگام خروج یک الکترون از لایه های اتمی، حفره ای ایجاد شده که به وسیله الکترون های لایه اتمی خارجی پر شده و اختلاف انرژی میان دو لایه با گسیل یک پرتوی ایکس توسط الکترون جبران می شود (محقق، ۱۳۹۲: ۵۵). روش غیر مخربی^۱ که برای انجام انواع آنالیز کاربرد دارد (Weber, 2004: 725) و در تعیین عیار سکه های نقره نیز مناسب است (لامعی و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۹۴).

آنالیز اشیای باستانی ترجیحاً باید غیرمخرب، سریع، همگانی، همه کاره، حساس و بس عنصری باشد تا تمامیت شی حفظ شده و نمونه های بیشتر در زمان کم آنالیز گردد و اشیاء مختلف با اندازه های مختلف آزمایش گردد و بیشترین اطلاعات ممکن بدست آید (لامعی و همکاران، ۱۳۷۶: ۱۰۹ و



لامعی رشتی، ۱۳۸۲: ۹). ضعف روش غیرمخرب محدودیت آنالیز سطح شی به جای آنالیز توده شی است (Denker, 2004: 165). از مشکلات پیکسی آن است همه عناصر سبک نتیجه یکسان دارد و بهتر است از ذرات X ویون‌های سنگین با انرژی پائین تر استفاده شود (معینی، ۱۳۷۲: ۱۶۸-۱۷۱). وجود جرم بر نتیجه آنالیز کمی پیکسی اثر منفی دارد و به این علت اشعه‌ی پیکسی در عمق کمی از سکه نفوذ می‌کند و برای رفع این مشکل می‌توان از تابش انرژی بیشتر استفاده کرد تا نتیجه دقیق‌تر بدست آید (Milazoo, 2004: 648). با آنکه حساسیت پیکسی از روش XRF بالاتر است و بالاترین حساسیت را در دسته‌بندی عناصر ارائه می‌دهد (Linke, 2004: 173) ولی در محاسبه نهائی ۳ تا ۵ درصد خطا دارد که ناشی از عدم تمیزی سطح و عواملی از این دست است (حاج ولئی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۴۴).

انتخاب نمونه‌ها

مجموعه سکه‌های موسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد مستضعفان یکی از متنوع‌ترین مجموعه‌های موجود در کشور است و ۵۲ قطعه از سکه‌های تراز ساسانی تبرستان را در دو بخش موزه پول ایران و خزانه در اختیار دارد. با مطالعه این مجموعه، ۱۸ نمونه متعلق به ولات عباسی برای آزمایش پیکسی انتخاب و به سازمان انرژی اتمی انتقال داده شد. انتخاب براساس تاریخ ضرب، نام امیران و گونه‌ها انجام گرفته است. از آنجا که برخی از امیران، تاریخ‌ها و گونه‌ها در مجموعه انتخابی موزه‌های بنیاد وجود نداشت برای رفع کاستی‌ها و کسب اطلاعات دقیق‌تر ۴ سکه از مجموعه آقای مجتبی زاده خراسانی انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفت. مسکوکات انتخابی برای آنالیز بر مبنای نام، تاریخ ضرب، گونه و تعداد کل به تفکیک و شرح جداول زیر آمده است (جداول ۱ و ۲).

■ جدول ۱: سکه‌های انتخابی ولات عباسی

نام امیر	سال‌های ضرب	گونه سکه	تعداد
خالد بن برمک	۱۱۹	-----	۱
عمر بن العلاء	۱۲۴-۱۲۴-۱۲۲	دوم و سوم	۳
سعید بن دعلج	۱۲۷	اول	۱
سلیمان	۱۳۷	-----	۱
هانی بن هانی	۱۳۷-۱۳۸	-----	۲
مقاتل	۱۳۹	-----	۱
عبدالله بن قحطبه	۱۴۰	-----	۱
جمع کل سکه‌ها			۱۰



آنالیز عنصری
مسکوکات ولات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

نوع سکه	تاریخ ضرب	گونه سکه	تعداد
بی‌نام	۱۲۹	گونه اول	۱
بی‌نام	۱۳۰	گونه اول	۱
بی‌نام	۱۳۱	گونه دوم	۱
بی‌نام	۱۳۲	گونه اول	۱
بی‌نام	۱۳۵	گونه اول	۲
بی‌نام	۱۳۶	گونه اول	۲
بی‌نام	۱۳۷	گونه اول	۱
بی‌نام	۱۴۱	گونه اول	۲
بی‌نام	۱۴۳	گونه دوم	۱
جمع کل سکه‌ها			۱۲



فصلنامه بنیان هنر
شماره هشتم
پاییز ۱۴۰۴

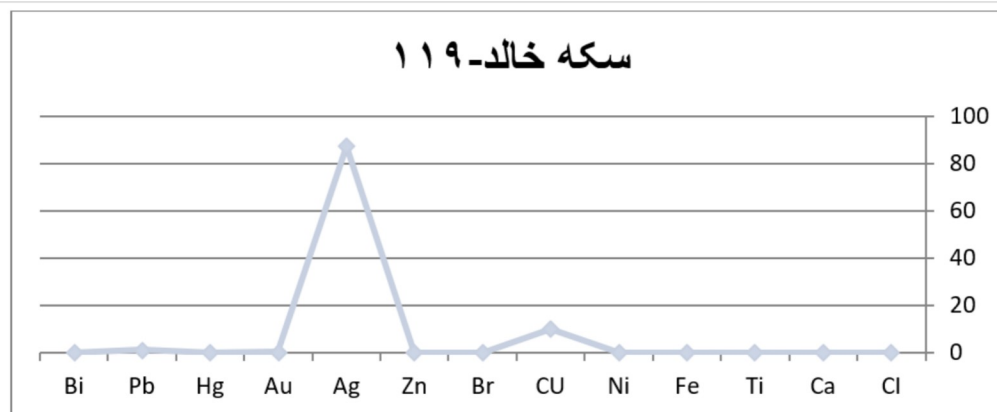
معرفی و تحلیل نمونه‌های آنالیز شده

در این پژوهش ۲۲ سکه نقره متعلق به امیران عرب تبرستان و سکه‌های بی‌نام با واژه پهلوی افزوت مورد آزمایش قرار گرفت. از سکه‌های انتخابی امرای عباسی نام خالد به خط پهلوی نوشته شده و بقیه با خط کوفی بر سکه‌ها آمده است. از سکه‌های متفاوت به لحاظ نقش اندازی، سکه سلیمان است که به جای نیم تنه، یک لوزی با واژه بخ جایگزین شده است. سکه‌ها به ترتیب و توالی تاریخی شرح داده شده است. تقدم و تأخر سکه‌ها بر اساس تاریخ ضرب و نام امیران انجام گرفته است. در تحلیل مسکوکات، نتایج آنالیز عنصری با نمودار نشان داده شده است تا بدین سان بیشترین و کمترین فلز موجود در سکه مشخص گردد. در مجموع عناصر بیسموت، سرب، جیوه، طلا، نقره، روی، مس، نیکل، آهن، تیتانیوم، کلسیم، کلر، آلومینیوم و سیلیسیوم در مسکوکات شناسایی شده است. نتایج طیف سنجی مسکوکات مجموعه‌های موسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد و آقای مجتبی زاده خراسانی در دو بخش ولات عباسی و بی‌نام با واژه افزوت به تفکیک و شرح زیر آمده است:



۱- درهم نقره به شماره شناسه ۳۸kt با وزن ۱/۸۰ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه آقای خراسانی، متعلق به خالد بن برمک و تاریخ ۱۱۹ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل کلر ۰,۲۵، کلسیم ۰,۲۲، آهن ۰,۰۲، نیکل ۰,۰۲، مس ۹,۹۸، نقره ۸۷,۵۲، طلا ۵۸,۵۸، جیوه ۰,۰۹ و سرب ۱,۳۲ (نمودار ۱).



■ نمودار ۱: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۱۹ خالد

میزان نقره سکه به نسبت متوسط است. منابع خالد را امیری نیک رفتار یاد کرده اند که با ونداد هرمز حاکم بخش کوهستانی تبرستان راه دوستی و مهربانی در پیش گرفت (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۲۰۰ و آملی، ۱۳۱۳: ۴۵ و گیلانی، ۱۳۵۲: ۶۲). بنابراین، دوره حکمرانی وی باید با آرامش و امنیت سیاسی همراه باشد. میزان مس (۹,۹۸) سکه تا اندازه‌ای بالا است. مس فلزی نادر در سنگ معدن نقره است و میزان بالای مس در سکه نشان از کاربرد عمدی آن دارد که یا برای استحکام و یا به دلیل شرایط اقتصادی و تنگناهای مالی اتفاق می‌افتد (Kantarelou, 2011). ابن اسفندیار نیز به عمران و آبادی ولایت تبرستان در این دوره اشاره دارد (۱۳۶۶: ۲۰۰). همچنین از معدود سکه‌هایی است که درصد ناچیزی نیکل دارد. طلا از دیگر عناصر ترکیبی تشکیل دهنده و نشان دهنده اصالت و قدمت سکه است. میزان بالای سرب حاکی از سنگ معدن سرب و روی دارد (uzonyi et al; 2000). سال ۱۱۹ یک سال قبل از پایان حکومت خالد است و مدارک سکه شناسی سال‌های حکمرانی وی را ۱۱۵ تا ۱۲۰ نشان می‌دهد، ولی منابع تاریخی مدت حکومت وی را چهار سال نوشته‌اند (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۱۸۸ و آملی، ۱۳۱۳: ۴۵ و گیلانی، ۱۳۵۲: ۶۲). این تناقض شاید از آن روست که مجموع مدت حکومت وی به چهار سال می‌رسید و با ماه‌های پایانی سال ۱۱۵ و آغازین ۱۲۰ همزمان بوده است.

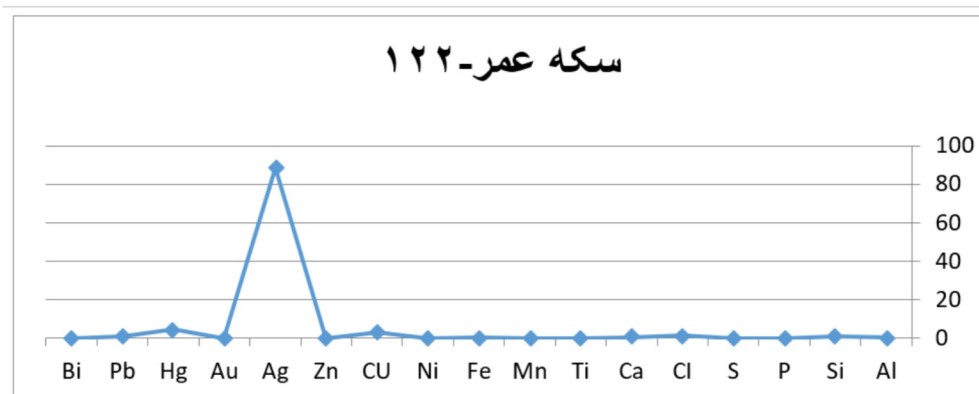


آنالیز عنصری
مسکوکات ولات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی



۲- درهم نقره به شماره شناسه ۵۶۲۳۵-م
با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مؤسسه
فرهنگی موزه‌های بنیاد، متعلق به عمرین‌العلاء از
نوع سوم و تاریخ ضرب ۱۲۲ پسایزدگردی.

بنا بر نتایج آنالیز درصد غلظت عناصر سکه شامل آلومینیوم ۰,۳۸، سیلیسیوم ۰,۷۱، کالر ۱,۲۴، کلسیم ۰,۵۷، تیتانیوم ۰,۰۳، آهن ۰,۱۳، نیکل ۰,۰۲، مس ۲,۹۷، نقره ۸۸,۷۴، جیوه ۴,۴۶ و سرب ۰,۷۵ (نمودار ۲).



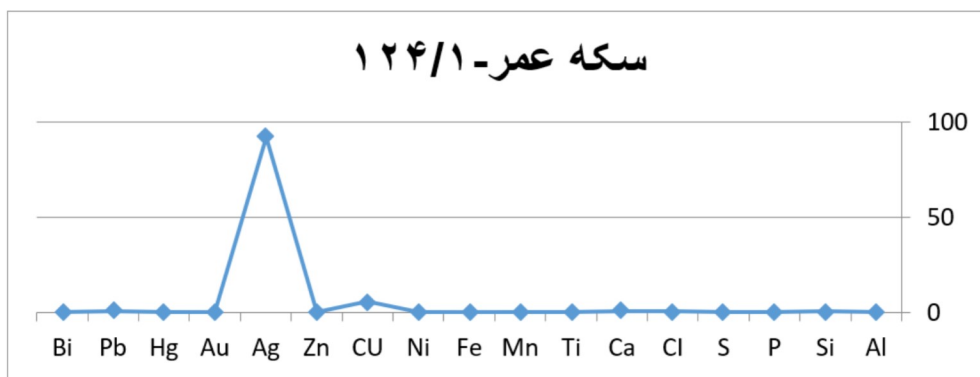
■ نمودار ۲: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۲۲ عمر بن العلاء

میزان نقره (۸۸,۷۴) سکه به نسبت متوسط است. این سکه مربوط به دوره اول حکومت عمر است که از سال ۱۲۰ تا ۱۲۵ پسایزدگردی تداوم داشت و در این دوره او اصفهبد شروین باوندی را مغلوب ساخت و شهرهای بخش کوهستانی را که خالد بن برمک ساخته بود، ویران کرد (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۲۰۰). بنابراین وی با مردم تبرستان سرناسازگاری داشت و با حاکمیت های محلی در گیر بوده است. به نظر می رسد این رفتار خصمانه بر ثبات و یکپارچگی قدرت حکومت وی و پیکره اقتصاد و نظام پولی تاثیر منفی داشته است. میزان نقره کمتر از ۹۰ درصد شاید متاثر از این اقدام و عمل خصمانه وی باشد. مقدار مس سکه (۲,۹۷) ناچیز است و به دلیل استفاده از سنگ معدن نقره است (Kantarelou; 2011). مقدار سرب (۰,۷۶) پائین و ناچیز نشان از استحصال خوب سنگ معدن دارد. مقدار جیوه (۴,۴۶) این سکه بسیار بالاتر از متوسط موجود در سکه ها است و چنانچه این عنصر بر سکه ای وجود داشته باشد مقدار کمتر از یک درصد است.



۳-درهم نقره به شماره شناسه ۵۳۲۱۴-م با وزن ۱/۸ گرم و قطر ۲۳ میلی متر از مؤسسه فرهنگی موزه های بنیاد، متعلق به عمر بن العلاء از نوع سوم و تاریخ ضرب ۲۴ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل سیلیسیوم ۰,۴۱، کالر ۰,۴، کلسیم ۰,۶۲، آهن ۰,۱۳، مس ۵,۷۵، نقره ۹۲، طلا ۰,۱۹ و سرب ۰,۵ (نمودار ۳).



■ نمودار ۳: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۲۴ عمر بن العلاء

میزان نقره (۹۲) سکه نسبت به سکه سال ۱۲۲ عمر و ۱۱۹ خالد بالاتر است و از عیار مناسبی برخوردار است. این وضعیت حاکی از استحصال خوب سنگ نقره دارد. شاید در این سال جنگ با باوندیان خاتمه یافته و برای عمر موفقیت های اقتصادی به دنبال داشت و نتایج حاصل از آن بر سکه نمود یافت و منتج به ضرب سکه با عیار بالا شده است. سکه هایی که حاکی از ثبات سیاسی و شرایط اقتصادی و مالی خوب است. از سوی دیگر میزان قابل قبول طلا (۰,۱۹) در میان عناصر ترکیبی به چشم می خورد که بیانگر اصالت و قدمت سکه است. مقدار مس (۵,۷۵) بالاتر از متوسط موجود در سنگ معدن نقره است و شاید برای استحکام بیشتر سکه به عمد اضافه شده باشد. مقدار سرب (۰,۵) ناچیز، نشان از استحصال خوب سنگ معدن و کانی مورد استفاده دارد. مقدار ناچیز آهن (۰,۱۳) در نتیجه آلودگی محیطی به وجود آمده است (Flament & Marchetti, 2004). وجود عناصر کلر، کلسیم و سیلیسیوم می تواند به دلیل دفن طولانی در زیر خاک باشد.

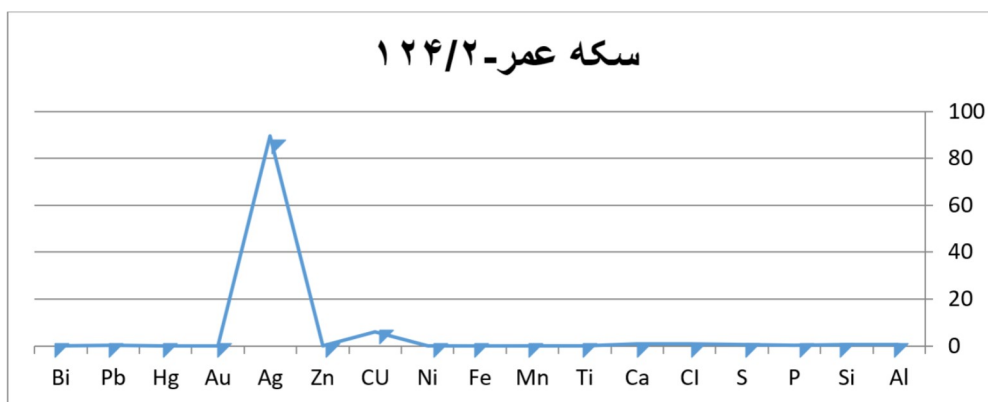


۴- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۴۲-م با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۴ میلی متر از مجموعه موسسه فرهنگی موزه های بنیاد، متعلق به عمر بن العلاء از نوع چهارم و تاریخ ۱۲۴ پسایزدگردی.



آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۴۹، سیلیسیوم ۰,۶۵، فسفر ۰,۱۹، گوگرد ۰,۷۵، کلر ۰,۹۷، کلسیم ۰,۸۱، آهن ۰,۱۱، مس ۰,۰۲، نقره ۸۹,۴۸، طلا ۰,۱۱، جیوه ۰,۰۶ و سرب ۰,۳۶ (نمودار ۴).



■ نمودار ۴: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۲۴ عمر بن العلاء

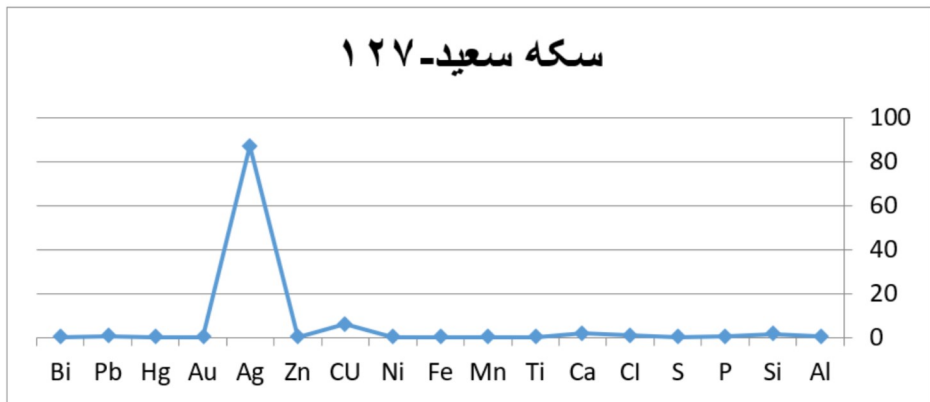
میزان نقره (۸۹,۴۸) نسبتاً خوب است ولی در مقایسه با نمونه دیگر این سال اندکی کاهش را نشان می‌دهد و در قیاس با سال ۱۲۲ عیار بهتری دارد. این وضعیت حاکی از استحصال خوب نقره و شرایط مناسب اقتصادی است. میزان قابل قبولی از طلا (۰,۱۱) در میان عناصر ترکیبی بیانگر اصالت و قدمت سکه است. مقدار مس (۶,۰۲) بالاتر از متوسط موجود در سنگ معدن است و احتمالاً برای استحکام بیشتر سکه استفاده شده است. مقدار سرب (۰,۳۶) پائین و نشان از استحصال خوب سنگ معدن و کانی مورد استفاده دارد. دیگر عناصر موجود در سکه به مقدار کم و ناچیز است.

عناصر موجود در سه سکه عمر بن العلاء شرایط یکسان را در ضرب سکه نشان نمی‌دهد. در سکه اول به سال ۱۲۲ میزان نقره کمتر از دو نمونه سال ۱۲۴ پسایزدگردی است. در سکه سال ۱۲۲ طلا وجود ندارد ولی سکه‌های سال ۱۲۴ درصد ناچیزی طلا دارد. همچنین بر سکه سال ۱۲۲ میزان مس در مقایسه با سال ۱۲۴ پسایزدگردی کمتر است. سایر عناصر و درصد‌های نشان از تفاوت زیاد میزان عناصر دارد. این وضعیت حاکی از آن است که معادن و کانی این دو سکه با یکدیگر تفاوت دارد. علاوه بر این با توجه به تغییر شرایط سیاسی و پیروزی عمر بر شورشیان کوهستان، اوضاع اقتصادی و پولی رشد کرد و سکه‌ها با کیفیت و عیار بالاتر ضرب گردید و به ارزش واقعی خود نزدیک شد.



۵- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۶۶۷-م با وزن ۱/۸ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، متعلق به سعید بن دعلج از نوع اول و تاریخ ۱۲۷ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۷۱، سیلیسیوم ۱,۶۶، فسفر ۰,۳۸، کلر ۰,۸۲، کلسیم ۲,۰۳، تیتانیوم ۰,۰۳، آهن ۰,۲۲، مس ۰,۱۷، نقره ۸۷,۱۸، جیوه ۰,۰۴ و سرب ۰,۷۶ (نمودار ۵).



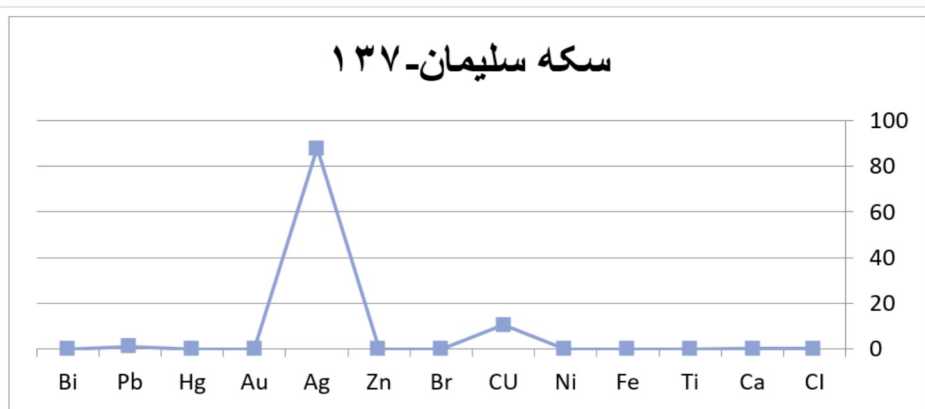
■ نمودار ۵: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۲۷ سعید بن دعلج

میزان نقره (۸۷, ۱۸) کاهش محسوسی را نسبت به سکه‌های عمر نشان می‌دهد و علاوه بر این فاقد عناصر طلا و بیسموت است. میزان به نسبت بالای مس (۶, ۱۷) و کاهش محسوس مقدار نقره احتمال تقلب را بیشتر می‌نماید. از طرفی آزمایش یک سکه نمی‌تواند پاسخگوی همه نیازهای مورد نظر باشد و آزمایش چند نمونه و مقایسه آنها می‌تواند به تجزیه و تحلیل بهتر شرایط اقتصادی و پولی این امیر کمک کند. ابن اسفندیار مدت حکمرانی وی را دو سال و سه ماه (۱۳۶۶: ۲۰۰) آورده و از وی سال‌های ۱۲۵ تا ۱۲۷ پس از یزدگردی سکه در دست است. نتایج آنالیز عنصری کیفیت بالایی را نشان نمی‌دهد، به رغم آنکه دوره حکمرانی وی در آرامش گذشت.



۵- درهم نقره به شماره شناسه k۲۴۰ با وزن ۱/۹۴ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه شخصی آقای خراسانی، متعلق به سلیمان و تاریخ ۱۳۷ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل کلر ۱۷, ۰, کلسیم ۰,۰۲, آهن ۰,۰۳, مس ۱۰,۷, نقره ۸۷,۹۴, طلا ۰,۰۵, جیوه ۰,۰۹, و سرب ۰,۹۱ (نمودار ۶).



■ نمودار ۶: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۷ سلیمان



آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

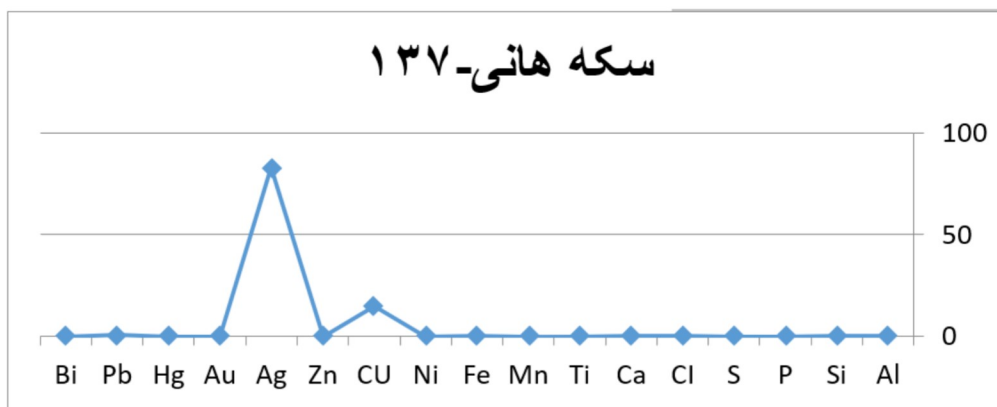


میزان نقره (۸۷,۹۴) از متوسط سکه‌های عمر پائین‌تر و مقدار مس (۱۰,۷) از دیگر سکه‌های مورد آزمایش بالاتر است. هیچ یک از سکه‌های مورد آزمایش تا این حجم مس نداشته است و این مقدار بیشترین اندازه مس بر سکه‌هایی بوده که تاکنون بررسی شده است. علاوه بر مس و نقره که بخش عمده ترکیبات فلز سکه را به خود اختصاص داده است درصد ناچیزی (۰,۰۵) از طلا در میان عناصر تجزیه شده به چشم می‌خورد که بیانگر قدمت و اصالت سکه است. مقدار پائین نقره و بالای مس نشان از وضعیت اقتصادی و پولی متوسط دارد و افزایش عمدی مقدار مس بیانگر اوضاع سیاسی و اقتصادی نامناسب است. سایر عناصر ترکیبی در این سکه بسیار ناچیز است. ابن اسفندیار مدت حکمرانی سلیمان را هشت ماه آورده است (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۱۸۹) در حالی که سکه‌هایی به سال‌های ۱۳۶ و ۱۳۷ پسایزدگردی از وی در دست است. حکمرانی وی هم‌زمان با جریر، مقاتل و هانی است. این هم‌زمانی با چندین حاکم، حکایت از تقسیم اراضی و یا زیر دست بودن برخی از این امیران دارد. به هر حال سکه آنالیز شده از سلیمان حاکی از وجود یک دوره متوسط مالی و اقتصادی است. ترکیبات و درصد عناصر سکه با سکه‌های دیگر امیران تفاوت دارد و این می‌تواند به دلیل نوع کانی و معدن متفاوت باشد.



۷- درهم نقره به شماره شناسه ۵۳۲۱۰-م با وزن؟ گرم و قطر؟ میلی‌متر از مجموعه موسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، متعلق به هانی بن هانی و تاریخ ۱۳۷ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۳۵، سیلیسیوم ۰,۳۹، کبر ۰,۳۹، کلسیم ۰,۴، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۰۵، مس ۱۴,۶۷، نقره ۸۲,۹۷ و سرب ۰,۷۶ (نمودار ۷).



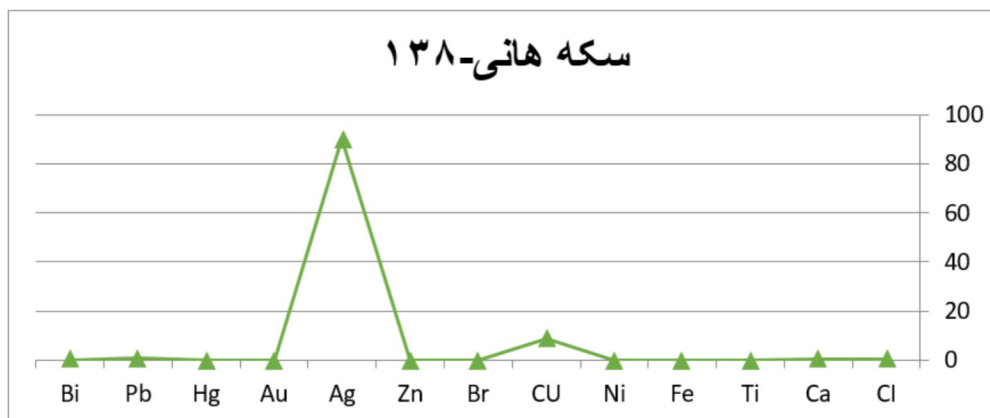
■ نمودار ۷: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۷ هانی بن هانی

میزان نقره (۸۲,۹۷) نسبت به غالب سکه‌های مورد آزمایش کاهش زیادی را نشان می‌دهد و بر مقدار مس (۱۴,۶۷) افزوده شده است، طوری که بیشترین مقدار را در بین سکه‌های آنالیز شده نشان می‌دهد. از طرفی عدم وجود عنصر طلا در سکه احتمال جعل و تقلب سکه را تقویت می‌کند. هانی در منابع تاریخی به عنوان جانشین سلیمان و مردی صالح معرفی شده است که با اصفهبدان صلح کرده است (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۵۱). دوره وی در آرامش و امنیت سپری شده و از همین رو نباید شرایط مالی و پولی نامساعد داشته باشد.



۸- درهم نقره به شماره شناسه $kt40$ با وزن $1/57$ گرم و قطر ۲۲ میلی‌متر از مجموعه شخصی آقای خراسانی، متعلق به هانی بن هانی و تاریخ ۱۳۸ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل کلر ۱۵، کلسیم ۱۹، آهن ۰,۰۵، مس ۸,۴۷، نقره ۹۰,۰۸، طلا ۰,۰۵، بیسموت ۰,۰۸ و سرب ۰,۶۶ (نمودار ۸).



■ نمودار ۸: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۸ هانی بن هانی



آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

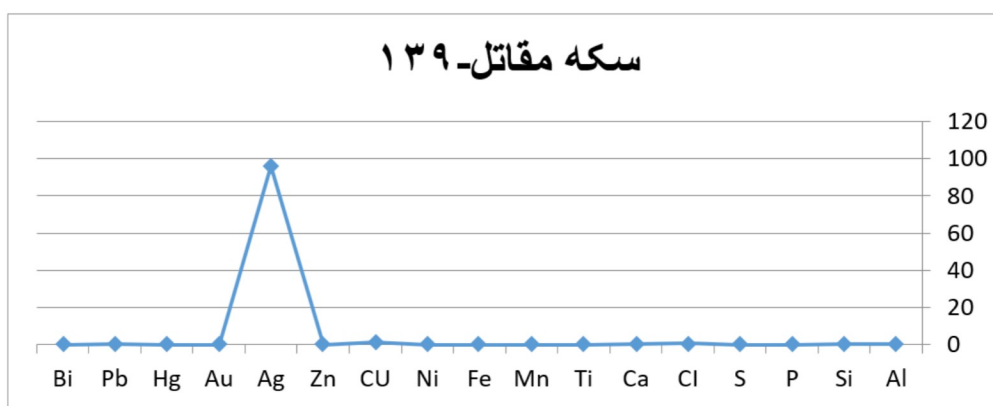
درصد نقره (۹۰,۰۸) نسبت به نمونه سال ۱۳۷ بالاتر است و حاکی از عیار درخور و شایسته است. این وضعیت نشان از استحصال بایسته نقره و وضعیت اقتصادی مساعد دارد. مقدار ناچیز طلا و بیسموت در میان عناصر، قدمت و اصالت سکه را تأیید می‌کند. میزان سرب کم نیز نشان از فرایند تصفیه خوب سنگ معدن دارد. وجود درصدی مشخص از کلر و کلسیم نشان از دفن این سکه در زیر خاک است. عیار نسبتاً مناسب سکه گویای شرایط ایده آل مالی و پولی است. این سکه نشان می‌دهد در زمان حکمرانی هانی اوضاع اقتصادی و مالی دارای ثبات بوده است.

مقایسه عناصر سکه‌های ۱۳۷ و ۱۳۸ هانی احتمال جعل سکه سال ۱۳۷ را تقویت می‌کند. عدم وجود طلا و بیسموت و میزان پائین نقره در این سکه می‌تواند از دلایل این شائبه باشد. وجود بیسموت و طلا و افزایش چشمگیر نقره نشانی از اصالت و قدمت سکه سال ۱۳۸ دارد.



۹-درهم نقره به شماره شناسه ۵۶۲۳۲-م با وزن ۱/۸ گرم و قطر ۲۳ میلی متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، متعلق به مقاتل و تاریخ ۱۳۹ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۲۷، سیلیسیوم ۰,۵۹، گوگرد ۰,۱۶، کلر ۰,۰۷، کلسیم ۰,۶۳، تیتانیوم ۰,۰۳، آهن ۰,۰۷، مس ۱,۳۲، نقره ۹۵,۹۶، طلا ۰,۰۳ و سرب ۰,۳۲ (نمودار ۹).



■ نمودار ۹: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۹ مقاتل

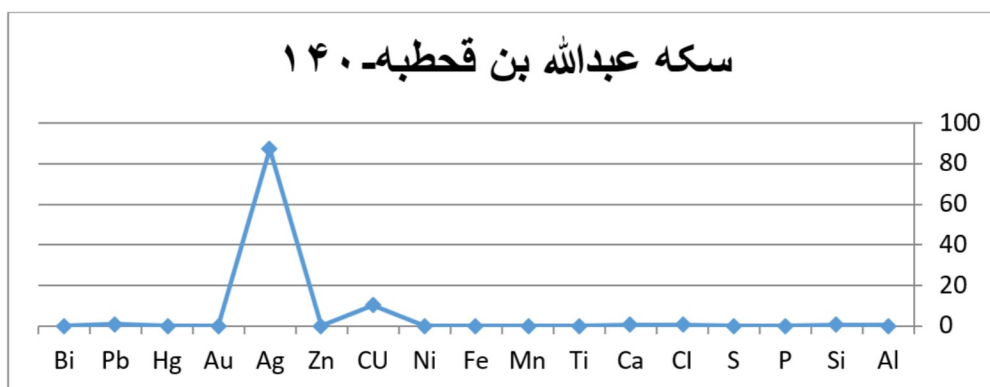
عناصر موجود نشان از عیار بسیار بالای سکه نسبت به بقیه سکه‌های مورد آزمایش ولات عباسی دارد. مقدار نقره (۹۵,۹۶) بسیار بالا است و این میزان نقره نشان از استحصال خوب نقره و وضعیت مناسب اقتصادی و بهره‌مندی از فن‌آوری بالای استخراج دارد (Tripathy et al, 2010). وجود در صدی کم از طلا (۰,۰۳) حاکی از اصالت و قدمت سکه است. درصد طلا به نقره نشان‌دهنده منشاء سنگ معدن نقره است (Kontos et al; 2000). میزان مشابه طلا در سکه‌ها نشان‌دهنده منشاء یکسان سنگ معدن مورد استفاده است (Meyers et al; 1976). سرب پائین (۰,۳۲) بیانگر فرایند تصفیه خوب سنگ معدن مورد استفاده است (Tripathy et al; 2010). میزان مس سکه (۱,۳۲) پائین است و رابطه معکوس بین میزان نقره و مس وجود دارد و اگر میزان نقره بیشتر باشد از مقدار مس کم می‌شود. کشف سکه‌هایی با تاریخ ۱۳۷ تا ۱۴۱ پس از یزدگردی حضور مقاتل را در تاریخ تبرستان آشکار می‌سازد. حکومت وی هم زمان با سلیمان، جریر، معد، هانی، عبدالله، قدید و ابراهیم است که برخی از آنها در منابع تاریخی یاد نشده‌اند. به نظر می‌رسد این امیران در تابعیت امیران بزرگتر بوده و از سوی آنها حق ضرب سکه به دست آورده‌اند. نتیجه آزمایش سکه مذکور نشان از اوضاع و احوال اقتصادی خوب و مناسب دوران حکمرانی مقاتل دارد.





۱۰- درهم نقره به شماره شناسه ۳۴۹۶۲-م با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، متعلق به عبدالله بن قحطبه و تاریخ ۱۴۰ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۲۹، سیلیسیوم ۰,۳۸، کلر ۰,۰۶، کلسیم ۰,۵۴، تیتانیوم ۰,۰۳، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۰۳، مس ۱۰,۰۳، نقره ۸۷,۰۶ و سرب ۰,۷۵ (نمودار ۱۰).



■ نمودار ۱۰: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۴۰ عبدالله بن قحطبه

سکه سال ۱۴۰ عبدالله بن قحطبه آخرین سکه به نام امیر عباسی است که مورد آزمایش قرار گرفت و میزان نقره (۸۷,۰۶) آن به مانند سکه سال ۱۱۹ خالد بن برمک، سال ۱۲۲ عمر بن العلاء، سال ۱۲۷ سعید، سال ۱۳۷ هانی و ۱۳۷ سلیمان زیر ۹۰ درصد است. میزان به نسبت متعادل که در بیشتر سکه‌های ولات عباسی دیده شده است. مقدار مس (۱۰,۰۳) سکه به مانند سکه‌های سال ۱۳۷ هانی و سلیمان بیشتر از ۱۰ درصد است. میزانی که به نسبت و در مقایسه با سایر سکه‌ها اندکی بالاست. کاهش مقدار نقره و افزایش میزان مس نشان از اوضاع اقتصادی و پولی متوسط را دارد. بیشترین عناصر تشکیل دهنده این سکه را نقره و مس تشکیل می دهند و سایر عناصر ترکیبی این سکه پایین و معمولی است. سکه‌های عبدالله بن قحطبه بین سال‌های ۱۳۹ تا ۱۴۱ پسایزدگردی ضرب شده است. عبدالله بن قحطبه پس از هانی به نیابت حکومت تبرستان فرستاده شد (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۱۸۹). عدم وجود طلا و بیسموت می تواند احتمال تقلب را تقویت نماید.

از ده سکه آنالیز شده به نام‌های خالد بن برمک، عمر بن العلاء، سعید بن دعلج، هانی بن هانی، سلیمان، مقاتل و عبدالله بن قحطبه از ولات عباسی، سه سکه سال ۱۲۴ عمر بن العلاء، سال ۱۳۸ هانی بن هانی و سال ۱۳۹ مقاتل بیشتر از ۹۰ درصد نقره دارند. در این بین سکه مقاتل بهترین عیار را با ۹۵/۹۶ درصد نقره و ۱/۳۲ درصد مس به نام خود ثبت کرده است. سکه‌ای که بالاترین درجه



آنالیز عنصری
مسکوکات ولات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

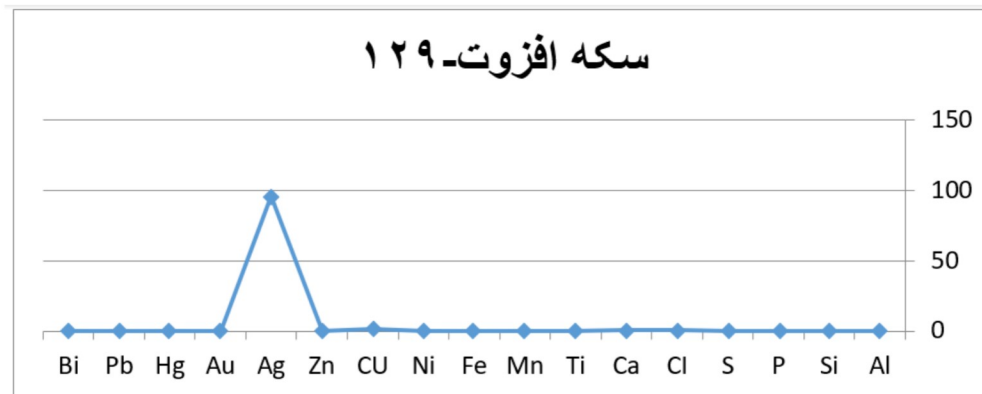
خلوص را دارد و به بهترین شکل ممکن استحصال شده است. میزان نقره بقیه سکه‌های آنالیز شده به نام ولات عباسی کمتر از ۹۰ درصد بوده است و از این مقدار می‌توان نتیجه گرفت ولات عباسی شرایط اقتصادی و پولی متوسطی داشته‌اند.

مسکوکات بی‌نام با واژه افزوت



۱۱- درهم نقره به شماره شناسه ۵۶۲۴۵-م با وزن ۱/۸۵ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی‌نام با واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۲۹ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۳۱، سیلیسیوم ۰,۳۴، فسفر ۰,۰۱، گوگرد ۰,۱۳، کلر ۰,۶۶، کلسیم ۰,۰۷، آهن ۰,۰۶، مس ۱,۲۶، نقره ۹۶، طلا ۰,۲۲ و سرب ۰,۲۲ (نمودار ۱۱).



■ نمودار ۱۱: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۲۹ بی‌نام با واژه افزوت

آنالیز عنصری سکه حکایت از بالاترین کیفیت ممکن دارد و میزان نقره (۹۶) سکه از بالاترین سکه آنالیز شده ولات عباسی به نام مقاتل (۹۵/۹۶) اندکی بیشتر است. مقدار مس (۱/۲۶) نیز کمترین مقدار را نشان می‌دهد و از سکه مقاتل (۱/۳۲) هم اندکی کمتر است. مقدار پائین سرب (۰,۲۲) حاکی از تصفیه خوب سنگ معدن و وجود مقداری طلا (۰,۲۲) علاوه بر اصالت سکه نشان دهنده منشأ سنگ معدن نقره است (Kontos et al; 2000). دیگر فلزات موجود در این سکه ناچیز است. بنا به شواهد و مدارک سکه شناسی و نظرات کارشناسان سکه، سال ۱۲۹ پسایزدگردی اولین سالی است که چنین سکه‌هایی ضرب شده است. سال ۱۲۹ مقارن آخرین سال حکمرانی عمر بن العلاء و اواسط حکومت یحیی است. گرچه منابع تاریخی اطلاعات چندانی از اوضاع سیاسی این دوره در اختیار

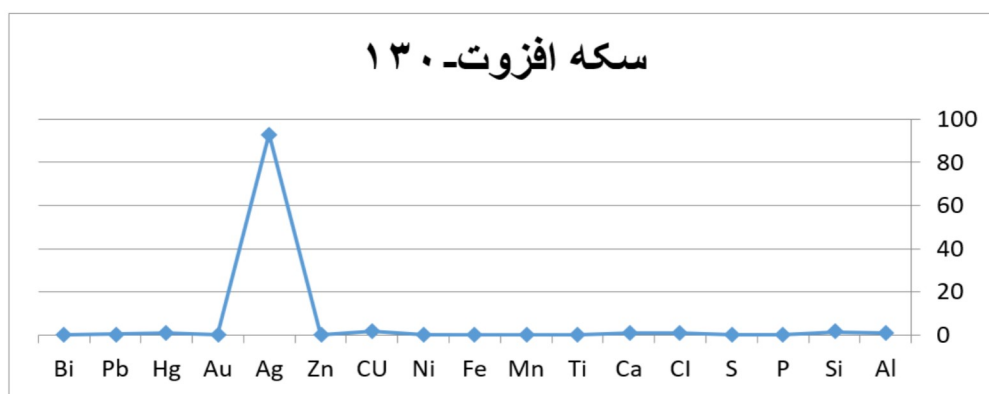


نمی گذارند اما به دریافت خراج بیشتر از مردم تبرستان به دلیل زلزله بغداد (ابن اسفندیار، ۱۳۶۶: ۱۸۲) اشاره شده که تقریباً مقارن همین سال است. برآیند آنالیز این سکه حکایت از ثبات اقتصادی و شرایط مالی و پولی آرمانی دارد.



۱۲- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۴۸-م
با وزن ۱/۷ گرم و قطر ۲۱/۵ تا ۲۲/۵ میلی متر از
مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه های بنیاد، بی نام با
واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۰ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۶۷، سیلیسیوم ۱,۴، کلر ۰,۷۶،
کلسیم، ۰,۹۴، تیتانیوم ۰,۰۳، آهن ۰,۲۲، مس ۱,۵۸، روی ۰,۰۱، نقره ۹۳,۰۴، بیسموت ۰,۰۷، جیوه
۰,۹۲ و سرب ۰,۳۴ (نمودار ۱۲).



■ نمودار ۱۲: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۰ بی نام با واژه افزوت

مقدار نقره (۹۳,۰۴) به مانند نمونه سال ۱۲۹ پسایزدگردی علیرغم کاهش محسوس همچنان نشانگر تدوام کیفیت خوب ضرب سکه است و عیار بالا و مقدار مناسب نقره از شرایط اقتصادی آرمانی حکایت دارد. مقدار مس (۱/۵۸) نیز کم و ناچیز است. دو عنصری که از عناصر اصلی سکه های نقره بوده و با هم رابطه معکوس دارند یعنی با افزایش مقدار نقره غالباً مقدار مس کم می شود مگر آنکه به عمد برای استحکام آلیاز بخواهند مقدار مس را بیشتر کنند. معمولاً میزان نقره بالا و مس کم نشان از استحصال خوب سنگ معدن دارد. همچنین سرب پائین و ناچیز نیز از فرایند خوب تصفیه سنگ معدن حکایت دارد. وجود مقدار کمی از بیسموت می تواند تأییدی بر قدمت و اصالت سکه باشد. ضرب سکه خوب و با کیفیت در سایه بهره مندی از فن آوری بالای استخراج و آرامش سیاسی حاصل شده است. سال ۱۳۰ پس از یزدگردی مقارن حکمرانی یحیی بن مخنک است و در این سال به نام یحیی نیز سکه ضرب شده است. منابع تاریخی از حوادث دوران یحیی و سال ۱۳۰ اطلاعات چندانی



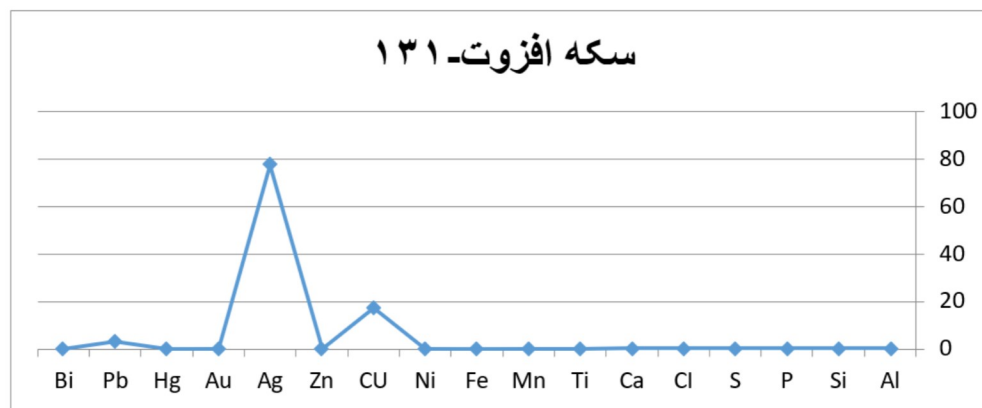
آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

ارائه نمی‌دهند ولی همین سکه و نتایج آنالیز آن نشان می‌دهد که تبرستان شرایط اقتصادی و به تبع سیاسی مناسبی داشته است.



۱۳- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۴۷-م با وزن ۱/۷۵ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی‌نام با واژه افزوت از گونه دوم و تاریخ ۱۳۱ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۲۳، سیلیسیوم ۰,۳۶، فسفر ۰,۲۹، گوگرد ۰,۳۲، کلر ۰,۳۴، کلسیم ۰,۴۷، آهن ۰,۰۳، مس ۱۷,۲۵، نقره ۷۷,۵۹، جیوه ۰,۰۸ و سرب ۳,۰۴ (نمودار ۱۳).



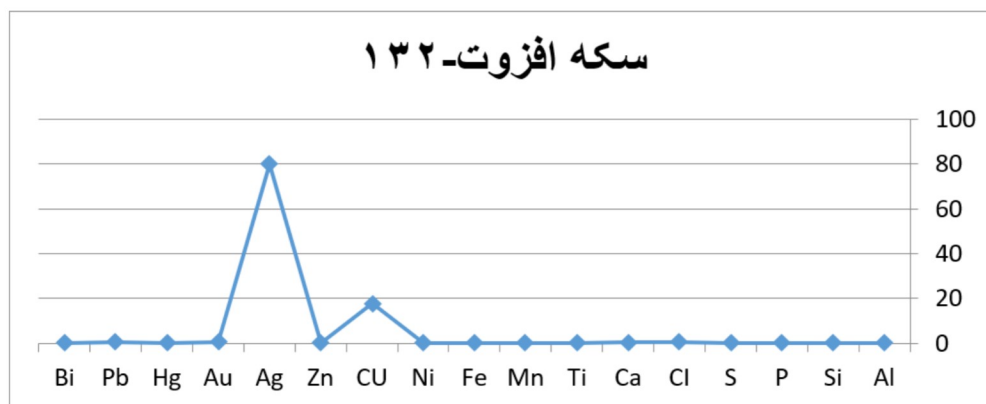
■ نمودار ۱۳: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۱ بی‌نام با واژه افزوت

مقدار نقره (۷۷,۵۹) کاهش آشکاری را نسبت به سکه سال پیش (۱۳۰) نشان می‌دهد. کاستی که با افزایش روشن و بی اندازه مس (۱۷/۲۵) جبران شده است. هیچ یک از نمونه‌های آنالیز شده از ولات عباسی تا این اندازه بی کیفیت نبوده و مقدار نقره و مس به این شدت افت نکرده است. از ده سکه ولات عباسی، نمونه سال ۱۳۷ هانی بن هانی با ۸۲/۹۷ درصد نقره و ۱۴/۶۷ درصد مس کمترین درجه خلوص را داشته است که آنهم در مقایسه با این نمونه وضعیت بهتری دارد. کاستی بیش از اندازه عیار سکه تنها به فاصله یک سال و عدم وجود طلا و بیسموت و سرب زیاد (۳/۰۴) در میان عناصر تجزیه شده احتمال جعل و تقلب سکه را تقویت می‌کند.



۱۴- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۵۷-م با وزن ۱/۸ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی‌نام با واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۲ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل سیلیسیوم ۰,۲۵، کلر ۰,۴۹، کلسیم ۰,۳۶، مس ۱۷,۶۹، نقره ۸۰,۰۶، طلا ۰,۴۷، بیسموت ۰,۲۷ و سرب ۳,۰۴ (نمودار ۱۴).



■ نمودار ۱۴: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۲ بی نام با واژه افزوت

مقدار نقره (۸۰/۰۶) نسبت به دو نمونه سال ۱۲۹ و ۱۳۰ کاهش محسوسی را نشان می‌دهد و به همان نسبت درصد مس (۱۷/۶۹) به مقدار بسیار زیاد بالا رفته است. مقدار سرب (۳/۰۴) چندین برابر سکه‌های سال ۱۲۹ و ۱۳۰ است و این نشان از فرایند نامناسب تصفیۀ سنگ معدن دارد. براین سکه مقداری طلا و بیسموت وجود دارد که وجود آنها می‌تواند نشانی از اصالت و قدمت سکه باشد. بنابراین می‌توان فقدان عیار مناسب را به دلیل شرایط سیاسی و اقتصادی نامساعد دانست. عناصر موجود در این سکه را می‌توان به دو دلیل ذیل دانست؛ اول آنکه سکه توسط امیری وابسته و تابع در شرایطی ضرب شده که امکانات و فن‌آوری لازم را برای استخراج در اختیار نداشت و دوم آنکه سکه مذکور توسط حاکمان بخش کوهستانی ضرب شده و شرایط اقتصادی آرمانی وجود نداشته است. این فرضیه‌ها نیازمند آزمایش تعداد بیشتری از مسکوکات است تا بتوان یک استدلال منطقی و متقن ارائه کرد. منابع تاریخی از این دوره و حوادث سیاسی آن اطلاعات چندانی عرضه نمی‌کنند تا بتوان با تطبیق و مقایسه نوشته مورخان و منابع سکه شناسی نظری قطعی ارائه کرد.



آنالیز عنصری
مسکوکات ولات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

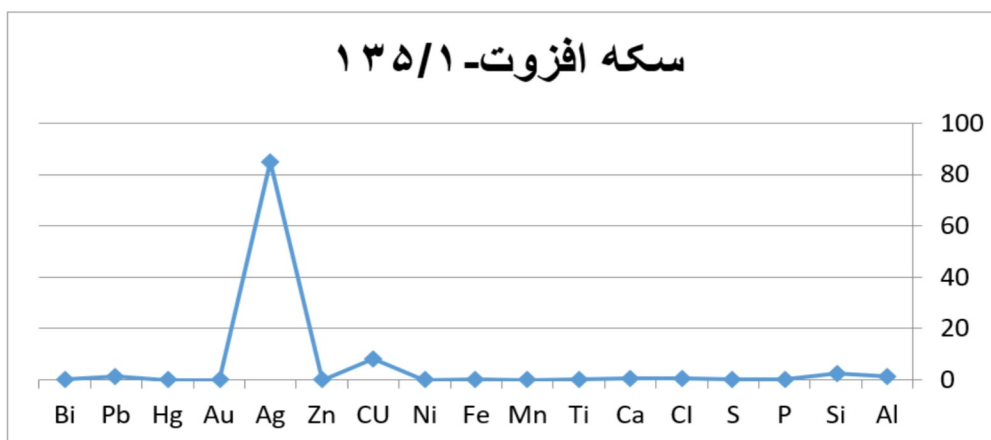


۱۵-درهم نقره به شماره شناسه ۵۳۲۱۳-م
با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه
مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی نام با واژه
افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۵ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۱,۱۹، سیلیسیوم ۲,۶۴، فسفر ۰,۲۱، گوگرد ۰,۲۲، کلر ۰,۴۸، کلسیم ۰,۴۶، تیتانیوم ۰,۰۴، آهن ۰,۲۴، مس ۸,۳۳، نقره ۸۴,۸۱، بیسموت ۰,۱۵ و سرب ۱,۲۳ (نمودار ۱۵).



سکه افزوت- ۱۳۵/۱



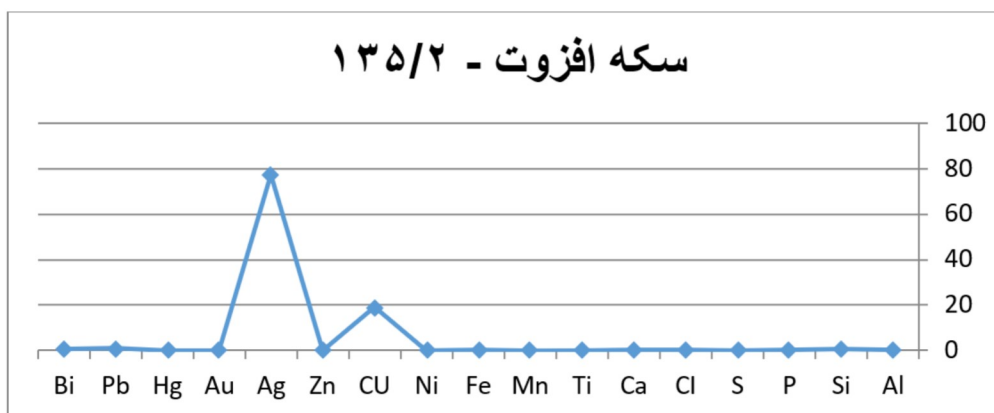
■ نمودار ۱۵: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۵ بی نام با واژه افزوت

مقدار نقره (۸۰/۰۶) نسبت به دو نمونه سال ۱۲۹ و ۱۳۰ کاهش محسوسی را نشان می دهد و به همان نسبت درصد مس (۱۷/۶۹) به مقدار بسیار زیاد بالا رفته است. مقدار سرب (۳/۰۴) چندین برابر سکه های سال ۱۲۹ و ۱۳۰ است و این نشان از فرایند نامناسب تصفیه سنگ معدن دارد. براین سکه مقداری طلا و بیسموت وجود دارد که وجود آنها می تواند نشانی از اصالت و قدمت سکه باشد. بنابراین می توان فقدان عیار مناسب را به دلیل شرایط سیاسی و اقتصادی نامساعد دانست. عناصر موجود در این سکه را می توان به دو دلیل ذیل دانست؛ اول آنکه سکه توسط امیری وابسته و تابع در شرایطی ضرب شده که امکانات و فن آوری لازم را برای استخراج در اختیار نداشت و دوم آنکه سکه مذکور توسط حاکمان بخش کوهستانی ضرب شده و شرایط اقتصادی آرمانی وجود نداشته است. این فرضیه ها نیازمند آزمایش تعداد بیشتری از مسکوکات است تا بتوان یک استدلال منطقی و متقن ارائه کرد. منابع تاریخی از این دوره و حوادث سیاسی آن اطلاعات چندانی عرضه نمی کنند تا بتوان با تطبیق و مقایسه نوشته مورخان و منابع سکه شناسی نظری قطعی ارائه کرد.



۱۶- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۵۴-م با وزن ۲/۰۴ گرم و قطر ۲۴ میلی متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه های بنیاد، بی نام با واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۵ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۲۸، سیلیسیوم ۰,۵۲، فسفر ۰,۱۱، کلر ۰,۳۹، کلسیم ۰,۳۹، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۱۲، مس ۱۹,۰۴، نقره ۷۷,۳۷، بیسموت ۰,۷۸ و سرب ۰,۹۸ (نمودار ۱۶).



■ نمودار ۱۶: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۵ بی نام با واژه افزوت

با توجه به میزان نقره موجود در این سکه باید آن را در ردیف یکی از کم بهاترین مسکوکات این دوره از نظر عیار و مرغوبیت جنس دانست. مقدار نقره (۷۷,۳۷) از تمام سکه‌های ولات عباسی و نمونه‌های بی نام کمتر و بر همین اساس میزان مس (۱۹,۰۴) از همه آنها بیشتر است. اتفاق جالب توجه آن است که عناصر کم مقدار آلومینیوم (۱/۱۹ و ۰/۵۲)، سیلیسیوم (۲/۶۴ و ۰/۲۸۰) و سرب (۱/۲۳ و ۰/۹۸) این سکه با نمونه دیگر همین سال فرق دارد و کاهش محسوس را نشان می‌دهد. مقدار بیسموت این دو سکه از سال ۱۳۵ به ترتیب ۰/۵۰ و ۰/۷۰ نشان از بهره‌برداری دوکانی متفاوت دارد. سکه‌ای که با عیار پایین حکایت از اوضاع نامساعد اقتصادی و پولی دارد.

با توجه به نتایج ناهمگون این دو سکه از تاریخ ۱۳۵، احتمالاً در دو شرایط متفاوت و دو بخش مختلف تبرستان ضرب شده‌اند. حقیقتاً دلیل عیار پایین سکه‌ها را نمی‌توان با جستجو در گزارش‌های منابع محلی جست. سال ۱۳۵ پسایزدگردی هم زمان با حکمرانی مهران و جریر است که در منابع یادی از آنها نشده است و تنها با مدارک سکه‌شناسی شناخته شده‌اند. بنابراین شاید این دو سکه توسط امیری تابع در ناحیه‌ای کوچک ضرب شده و به دلیل تنگنای اقتصادی عیار سکه را به عمد پایین نگهداشته است.



آنالیز عنصری
مسکوکات ولات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

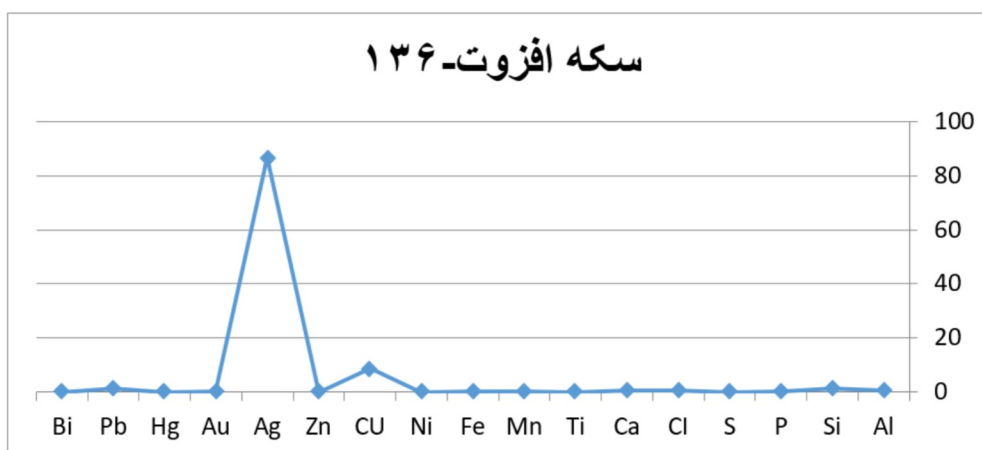


۱۷- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۵۰-م
با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه
مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی نام با واژه
افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۶ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۵۵، سیلیسیوم ۱,۱۲، فسفر ۰,۲۲، کلر ۰,۵۹، کلسیم ۰,۵۹، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۰۹، مس ۸,۶۷، نقره ۸۶,۹۸، طلا ۰,۰۵ و سرب ۱,۱۲ (نمودار ۱۷).



سکه افزوت- ۱۳۶



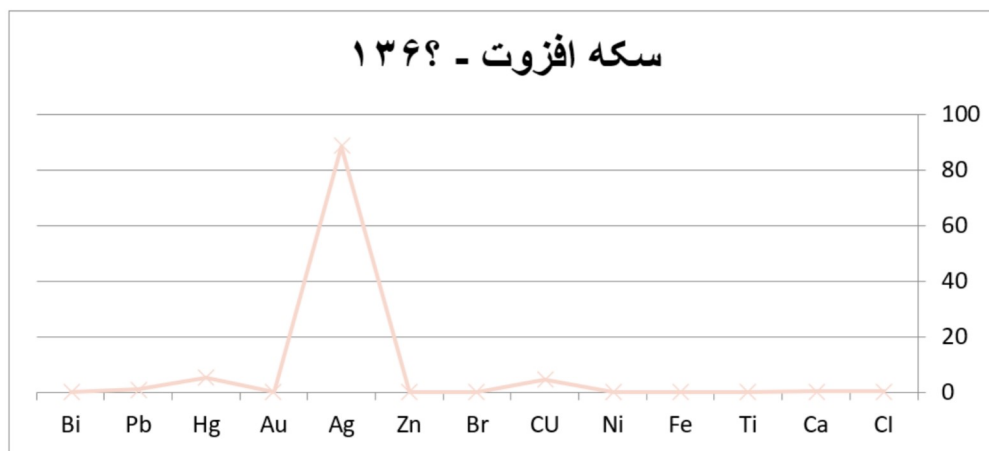
■ نمودار ۱۷: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۶ بی نام با واژه افزوت

مقدار نقره (۸۶,۹۸) و میزان مس (۸,۶۷) اندکی متعادل شده است. مقدار سرب (۱,۱۲) کمی بالاتر از متوسط بوده و این حاکی از استفاده از سنگ معدن سرب و روی در ضرب آن است (Uzonyi et al; ۲۰۰). میزان ناچیز طلا (۰,۰۵) قدمت و اصالت سکه را تأیید می کند. سایر فلزات چون آلومینیوم، فسفر، کبر، کلسیم، آهن و منیزیم در صد ناچیزی را به خود اختصاص داده اند. میزان سیلیسیوم (۱,۱۲) نسبت به بقیه فلزات اندکی بیشتر است که می تواند به دلیل دفن طولانی در زیر خاک باشد. عیار سکه حاکی از شرایط اقتصادی متوسط دارد. عناصر این سکه نسبت به دو سکه سال ۱۳۵ پسایزدگردی بالاتر است.



۱۸- درهم نقره به شماره شناسه kt۴۶ با وزن ۱/۵۷ گرم و قطر ۲۲ میلی متر از مجموعه آقای خراسانی، بی نام با واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۶؟ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل کبر ۰,۲۸، کلسیم ۰,۳۵، مس ۴,۵، نقره ۸۸,۵۵، جیوه ۵,۲۸ و سرب ۱,۰۴ (نمودار ۱۸).



■ نمودار ۱۸: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۶۲ بی نام با واژه افزوت

اگر میزان نقره دو سکه سال‌های ۱۲۹ (۹۶) و ۱۳۰ (۹۳/۴) را از بقیه سکه‌های آنالیز شده بی نام جدا سازیم، مقدار نقره این سکه (۸۸,۵۵) بیشترین اندازه را نشان می‌دهد. به همین میزان از حجم مس کاسته شده است. نکته عجیب و جالب این سکه مقدار جیوه (۵/۲۸) آن است که بسیار بالاتر از حد معمول سکه‌ها است. درصد مس (۴,۵) خیلی بالا نیست و به نسبت متعادل است. میزان سرب (۱/۰۴) نیز به نسبت بالا است. عناصر ترکیبی نامتوازن بوده و دو عنصر طلا و بیسموت در میان عناصر سکه وجود ندارد. از ۴ سکه مجموعه آقای خراسانی تنها این نمونه فاقد طلا و بیسموت است و درصدهای متعارف نیز در این سکه تغییر کرده است.



۱۹- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۶۶۸-م
با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه
مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی نام با واژه
افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۳۷ پسایزدگردی.

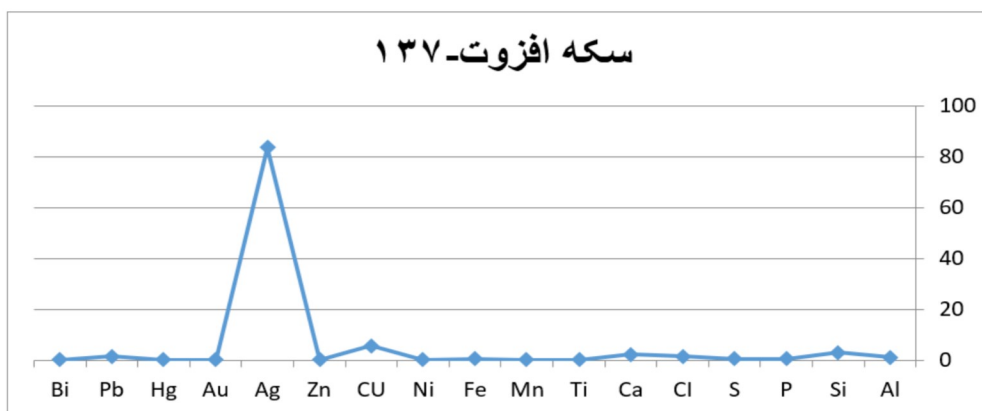
درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۱,۲۳، سیلیسیوم ۲,۸۵، فسفر ۰,۳۷،
گوگرد ۰,۳۳، کلر ۱,۵۷، کلسیم ۲,۳۱، تیتانیوم ۰,۰۴، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۳۴، مس ۵,۶۱،
نقره ۸۳,۵۴، طلا ۰,۰۹، جیوه ۰,۱۲ و سرب ۱,۵۸ (نمودار ۱۹).



آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی



سکه افزوت- ۱۳۷



■ نمودار ۱۹: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۳۷ بی نام با واژه افزوت

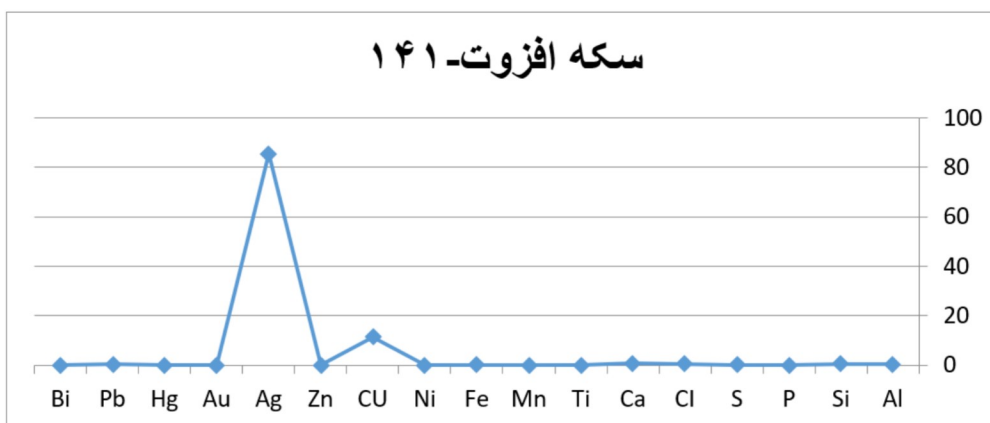
مقدار نقره (۸۳,۵۴) و میزان مس (۵,۶۱) که دو عنصر اصلی سکه را تشکیل می دهد به نسبت متعادل و متوسط است. با کاهش این دو عنصر، عناصر دیگری چون آلومینیوم (۱,۲۳)، سیلیسیوم (۲,۸۵)، کالر (۱,۵۷) و کلسیم (۲,۳۱) درصد بیشتری را به خود اختصاص داده اند که می تواند به خاطر دفن طولانی سکه در زیر خاک باشد. مقدار سرب (۱/۵۸) بالای سکه حکایت از استفاده از سنگ معدن روی و سرب دارد. درصد طالای (۰/۰۹) موجود در سکه علاوه بر تأیید اصالت و قدمت از نوع سنگ معدن مورد استفاده نیز خبر می دهد. نتایج آنالیز نشان دهنده شرایط اقتصادی و مالی نسبتاً متوسط است.



۲۰- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۶۶۸-م با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه های بنیاد، بی نام با واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۴۱ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۴۲، سیلیسیوم ۰,۵۷، گوگرد ۰,۱۶، کالر ۰,۵۴، کلسیم ۰,۶۳، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۱۳، مس ۱۱,۴۲، نقره ۸۵,۶۷ و سرب ۰,۴۴ (نمودار ۲۰).

سکه افزوت- ۱۴۱



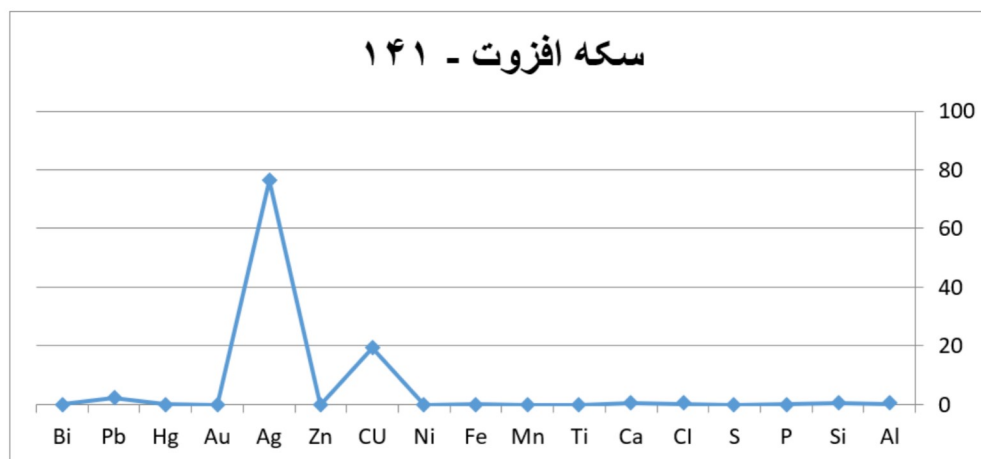
■ نمودار ۲۰: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۴۱ بی نام با واژه افزوت

میزان نقره (۸۵,۶۷) اندکی نسبت به سکه سال ۱۳۷ (۸۳/۵۴) افزایش یافته و به عکس روند معمول مقدار مس نیز افزایش زیادی را نشان می‌دهد. غالباً با افزایش یا کاهش نقره سکه مقدار مس کاهش یا افزایش می‌یابد ولی در این سکه این اتفاق وارونه شده است و با افزایش نقره مقدار مس نیز زیاد شده است. سایر عناصر چون سرب (۰,۴۴)، آلومینیوم (۰,۴۲)، سیلیسیوم (۰,۵۷) و کلسیم (۰,۶۳) نسبت به سکه قبلی کاهش دارد. نتایج آنالیز به مانند سکه سال ۱۳۷ یک ثبات اقتصادی متوسط را نشان می‌دهد.



۲۱- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۵۳-م با وزن ۲ گرم و قطر ۲۳ میلی‌متر از مجموعه مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی‌نام با واژه افزوت از گونه اول و تاریخ ۱۴۱ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۲۷، سیلیسیوم ۰,۳۴، فسفر ۰,۱۵، کلر ۰,۳۱، کلسیم ۰,۵۴، آهن ۰,۰۲، مس ۱۹,۳۷، نقره ۷۶,۵۲، جیوه ۰,۰۷، بیسموت ۰,۱۵ و سرب ۰,۴۴ (نمودار ۲۱).



■ نمودار ۲۰: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۴۱ بی‌نام با واژه افزوت

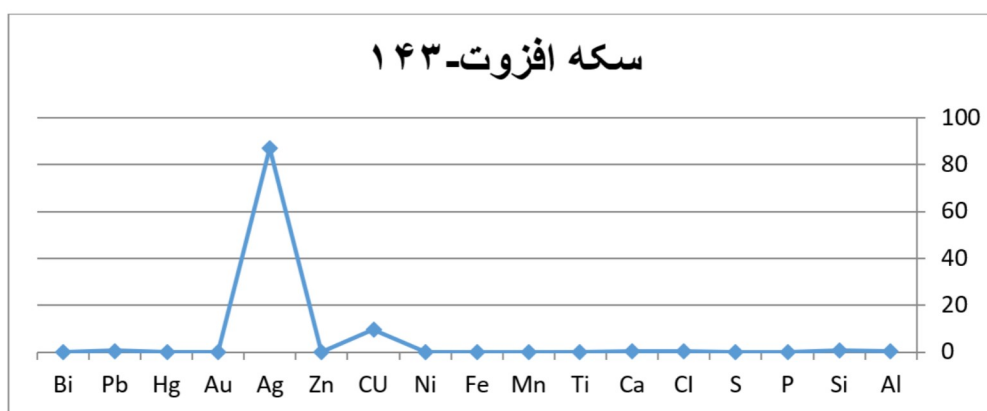


میزان نقره (۷۶/۵۲) نشان از اُفت شدید نسبت به نمونه دیگر (۸۵/۶۷) از همین سال دارد. مقدار مس (۱۹/۳۷) به شدت بالا رفته و مقدار نقره و مس این سکه با یکی از دو نمونه سال ۱۳۵ قابل قیاس است. سایر عناصر این سکه ناچیز و مجموع آنها حجم کمی از عناصر سکه را تشکیل می‌دهد. درصد ناچیزی فلز بیسموت (۰/۰۱۵) در این سکه می‌تواند نشان از اصالت و قدمت سکه باشد. برآیندی که می‌تواند بنا به ضرورت اقتصادی اتفاق افتاده باشد و با حفظ نظام پولی به عمد از ارزش واقعی آن را کاهش دادند.



۲۲- درهم نقره به شماره شناسه ۴۹۳۵۶-م
با وزن ۱/۹ گرم و قطر ۲۳ میلی متر از مجموعه
مؤسسه فرهنگی موزه‌های بنیاد، بی نام با واژه افزوت
از گونه دوم و تاریخ ۱۴۳ پسایزدگردی.

درصد غلظت عناصر سکه براساس نتایج آنالیز شامل آلومینیوم ۰,۴۱، سیلیسیوم ۰,۷۲، فسفر ۰,۱۶،
گوگرد ۰,۱۲، کلر ۰,۵۶، کلسیم ۰,۴۴، منیزیم ۰,۰۲، آهن ۰,۰۳، مس ۹,۶۶، نقره ۸۷,۱۵،
بیس‌موت ۰,۱۳ و سرب ۰,۰۶ (نمودار ۲۲).



■ نمودار ۲۲: درصد غلظت عناصر سکه سال ۱۴۳ بی نام با واژه افزوت

میزان نقره (۸۷/۱۵) از تمام سکه‌های بی نام آنالیز شده به غیر از دو سکه سال‌های ۱۲۹ و ۱۳۰ بیشتر و مقدار مس (۹,۶۶) نیز همچنان بیشتر از اندازه معمول است. میزان سرب (۰/۰۶) سکه بسیار پائین است و این امر حاکی از فرایند تصفیه خوب سنگ معدن مورد استفاده دارد (Tripathy et al; 2010). به مقدار کمی بیسموت (۰/۰۱۳) در میان عناصر ترکیبی موجود است و این می‌تواند نشانه‌ای از قدمت و اصالت سکه باشد. سایر عناصر سکه به مقدار معمول بوده و حجم اندکی از عناصر سکه را تشکیل می‌دهند. نتیجه آنالیز سکه روند ثابت و متوسط پولی و اقتصادی را نشان می‌دهد.

آنالیز عنصری سکه‌های پادشاهان مستقل و امیران عباسی در دو سده نخست هجری منتهی به درک و شناسایی نوع و حجم فلزات، نوع کانی و تجزیه و تحلیل اوضاع سیاسی و اقتصادی جامعه تبرستان شده است. پی‌آیندی که برتری شرایط اقتصادی و مالی پادشاهان مستقل تبرستان را نسبت به نمایندگان خلفای عباسی آشکار می‌سازد و نشان می‌دهد اسپهبدان دابویی به رغم حملات متعدد خلفای اموی و عباسی از ثبات سیاسی و اقتصادی بهتری برخوردار بوده‌اند.



فصلنامه بنیان هنر
شماره هشتم
پاییز ۱۴۰۴

نتیجه گیری

در گذشته فن آوری استخراج، امکان جدا سازی برخی عناصر موجود در سنگ معدن نقره را ممکن نمی ساخت و مقادیر کمی (زیر یک درصد) از عناصر دیگر چون طلا، مس و سرب در نقره خالص شده برای ضرب سکه باقی می ماند. درصد های موجود در نتایج آنالیز عنصری مسکوکات، برای شناخت منشاء معدن مفید است و مقدار و نوع فلزات سنگ نقره نشان از نوع کانی دارد. وجود عنصر طلا در سکه ها می تواند اصلت و قدمت سکه را نشان دهد. میزان وجود برخی عناصر چون سرب، بیانگر نوع سنگ معدن و فن آوری استخراج و استحصال مناسب یا نامناسب است. سکه هایی که بیشتر از حد معمول و طبیعی سنگ معدن نقره، طلا دارند به دلیل ذوب مجدد آن است و غلظت یکسان طلا در سکه ها نشان از منشاء یکسان سنگ معدن نقره دارد. سطح غلظت طلا نسبت به نقره به میزان موجود در سنگ معدن بستگی دارد و نشان از سنگ معدن مورد استفاده دارد. عنصر بیسموت و طلا از عناصری هستند که حداقل یک یا هر دوی آنها در سنگ معدن نقره وجود دارد. نسبت این عناصر در حقیقت متأثر از معادن مورد استفاده است. بنابراین ممکن است سکه دو دوره متفاوت به دلیل معادن یکسان، غلظت عناصر همسان داشته باشد.

ده سکه به نام های خالد بن برمک، عمر بن العلاء، سعید بن دعلج، هانی بن هانی، سلیمان، مقاتل و عبدالله بن قحطبه از نواب خلفای عباسی مورد آزمایش قرار گرفت و اطلاعات ارزشمندی از نوع و مقدار فلزات به دست آمد و براساس آنها تصویری از شرایط سیاسی و اقتصادی ترسیم شد. نتایج حاصل از تجزیه عنصری سکه خالد به تاریخ ۱۱۹ کاهش محسوس مقدار نقره (۸۷/۵۲) و افزایش میزان مس (۹/۹۸) را نشان می دهد. این سکه به مقدار معمول و طبیعی طلا (۰/۰۵۸) دارد که تأییدی بر اصلت آن است. سه سکه به تاریخ های ۱۲۲ و ۱۲۴ (دونمونه) از عمر بن العلاء آنالیز شد و میانگین نقره این سکه ها ۹۰,۰۷ درصد، مس ۴,۹۱ درصد، سرب ۰,۵۳ صدم درصد و طلا ۰,۱ صدم درصد است. سکه سال ۱۲۲ عمر فاقد طلا و بیسموت است ولی با این اوصاف میزان نقره (۸۸/۷۴) و مس (۲/۹۷) موجود در این سکه از استحصال مناسب سنگ نقره حکایت دارد. دو سکه دیگر عمر نیز عیار مطلوبی دارد و توازن مالی و اقتصادی قابل قبولی را در سایه ثبات سیاسی نشان می دهد. سکه ۱۲۷ سعید فاقد طلا و بیسموت بوده و مقدار نقره ۸۷,۱۸ و مس ۶,۱۷ آن در اندازه متوسط است. سکه های خالد و عمر و سعید در گروه امیران اولیه و دهه دوم عباسی تبرستان قرار می گیرند و نتایج حاصل از تجزیه عنصری سکه ها دوره ای با ثبات نسبی سیاسی و اقتصادی را نشان می دهد.

در دهه سوم امیرانی چون هانی بن هانی، سلیمان، مقاتل و عبدالله بن قحطبه حکمرانی داشتند که هریک برای مدتی کوتاه حاکمیت تبرستان را در اختیار داشته اند. دو سکه از هانی به سال ۱۳۷



آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی



و ۱۳۸، سکه‌ای از سلیمان به تاریخ ۱۳۷، سکه‌ای از مقاتل به سال ۱۳۹ و سکه‌ای سال ۱۴۰ عبدالله بن قحطبه نتایج زیر را نشان می‌دهد. سکه تاریخ ۱۳۷ هانی فاقد طلا و بیسموت بوده و نقره به میزان ۸۲,۹۷ و مقدار مس به ۱۴,۶۷ درصد رسیده و نسبت به سکه‌های دهه دوم اندکی نقصان عیار پیدا کرده است. سکه تاریخ ۱۳۸ هانی علاوه بر وجود طلا به مقدار ۰,۰۵ درصد و بیسموت به میزان ۰,۰۸ درصد، با افزایش مقدار نقره به ۹۰,۰۸ درصد نشان از تناسب خوب و عیار بالاتر دارد. مقدار مس نیز به ۸,۷۴ درصد و مقدار سرب ۰,۶۶ درصد تقلیل یافت و این نتیجه می‌تواند نشانی از ثبات نسبی نظام پولی داشته باشد. مقایسه نتایج حاصل از آنالیز دو سکه هانی، شائبه و احتمال جعل سکه سال ۱۳۷ را تقویت می‌کند.

آنالیز سکه سال ۱۳۷ سلیمان، نتایجی مشابه با عناصر موجود در سکه سال ۱۳۸ هانی دارد و میزان طلای دو سکه نیز یکسان است و این می‌تواند به دلیل بهره‌وری از یک معدن باشد. میزان نقره ۸۷,۹۴ و مس ۱۰,۷ درصد بوده و کاهش نقره با افزایش مقدار مس جبران شده است. میزان سرب ۰,۹۱ درصد و حاصل استحصال خوب سنگ معدن است. سکه سال ۱۳۹ مقاتل ۹۵,۹۶ نقره و ۱,۳۲ درصد مس دارد و با افزایش چشمگیر نقره، مقدار مس کاهش شدیدی یافته است. سرب سکه با ۰,۳۲ صدم درصد پائین و نشان از استحصال خوب سنگ معدن دارد. طلای سکه ۰,۰۳ درصد است و با سکه تاریخ ۱۰۷ خورشید برابر است و می‌تواند به دلیل بهره‌وری از یک کانی باشد. دیگر عناصر دو سکه ۱۰۷ خورشید و ۱۳۹ مقاتل نیز به هم نزدیک است و بهره‌مندی از یک کانی واحد را بیشتر تقویت می‌کند. سکه سال ۱۴۰ عبدالله بن قحطبه فاقد طلا و بیسموت است و میزان نقره ۸۷,۰۶ و مس ۱۰,۳ نشان از عیار نسبتاً پائین دارد و نتایج آنالیز به سکه سال ۱۳۷ سلیمان شباهت دارد.

میانگین عناصر نقره و مس به تناسب نشان از کاهش و افزایش محسوس نسبت به مسکوکات اسپهبدان دابویی تبرستان دارد. میانگین نقره سکه‌های ولات عباسی ۹۰,۴۹ و مس ۷,۰۸ درصد است و نشان از تغییر نسبی نظام پولی و وضعیت اقتصادی دارد. به نظر تغییرات و کاهش ارزش پول خیلی شدید نیست ولی همین مقدار اندک هم نشان از بی‌ثباتی گهگاه اوضاع سیاسی و اقتصادی تبرستان در این مقطع تاریخی دارد.

مسکوکات بی‌نام با واژه افزوت در طول سال‌های ۱۲۹ تا ۱۴۳ پسازدگردی به مدت ۱۵ سال در تبرستان ضرب شد و از این گونه ۱۲ قطعه به تاریخ‌های ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۵ (دو قطعه)، ۱۳۶ (دو قطعه)، ۱۳۷، ۱۴۱ (دو قطعه) و ۱۴۳ تجزیه عنصری شده است. از میان آنها سه سکه به تاریخ‌های ۱۳۱، ۱۳۶ و ۱۴۱/۱ فاقد عناصر بیسموت و طلا و میزان نقره نیز به نسبت پائین و مقدار مس بالا است. این وضعیت احتمال تقلبی بودن سکه‌ها را بیشتر می‌کند. بقیه سکه‌ها به تاریخ‌های ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۲، ۱۳۵ (دو عدد)، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۴۱/۲، ۱۴۳ به فاصله‌ای معقول نماینده تمام دوران

ضرب این گونه از سکه‌ها با میانگین نقره ۸۵,۰۵ درصد است که نسبت به سکه‌های امیران عباسی کاهش بیشتر از ۵ درصد را نشان می‌دهد. کاهش مقدار نقره با افزایش مس با میانگین ۱۰,۱۳ درصدی جبران شده و شکی باقی نمی‌گذارد این جابجایی‌ها برحسب ضرورت‌های اقتصادی بوده است. میزان طلا (۰,۰۹) و بیسموت (۰,۱۷) بر سکه‌ها این تلقی که میزان مس عمداً دستکاری شده را بیشتر پشتیبانی می‌کند. میزان سرب به طور میانگین ۰,۹۶ درصد است که مقدار پائینی را نشان می‌دهد. همه عناصر موجود در سکه حاکی از کاهش عمدی مقدار نقره و عیار سکه است.

سخن آخر آنکه آنالیز عنصری، نوع و مقدار فلزات سکه‌ها را مشخص کرده و نشان می‌دهد ترکیبات غالب آنها با هم تفاوت دارد. این بدان معنا است که از معادن و کانی‌های نواحی مختلف پراکنده در تبرستان استفاده شده است. از آنجا که تنها نام موجود بر سکه‌ها به عنوان ضربخانه، واژه عام تپورستان است که به کل ولایت اشاره دارد، جانمایی معادن و کانی‌های مورد استفاده امکان‌پذیر نیست مگر آنکه معادن سنگ نقره تاریخی، بررسی و ترکیبات موجود بر آنها آنالیز شود و با مقایسه نتایج حاصل از آن، منشاء کانی مورد استفاده شناسایی گردد. مهم‌ترین دستاورد حاصل از تجزیه عنصری مسکوکات، بازنمایی و بازتاب شرایط سیاسی، اقتصادی و نظام پولی جامعه تبرستان در این دوره است. سکه‌های نمایندگان خلفای عباسی به لحاظ کیفی و درجه خلوص به نسبت اسپهبدان دابویی در جایگاه پائین‌تر قرار دارند و این وضعیت شاید به دلیل تغییر و جابجایی سریع امراء، تداخل و همزمانی حکمرانی والیان و ناپایداری حاصل از آن به وجود آمده باشد. پائین‌ترین عیار حاصل از تجزیه عنصری متعلق به سکه‌های بی‌نام با واژه افزوت است به طوری که نقره آنها به ندرت به بالای ۹۰ درصد می‌رسد و در چند مورد نیز از ۸۰ درصد کمتر بوده است. نسبتی که می‌تواند گویای این حقیقت باشد که سکه‌ها از سوی زیر دستان و منسوبان به نمایندگان خلفاء عباسی در بخشی از ولایت تبرستان ضرب شده و به همین دلیل نظام پولی دچار کاستی و نقصان شده است. نکته جالب در این باره آن است که هرچه به تاریخ پایانی نزدیک می‌شویم میزان ناخالصی نیز بیشتر می‌شود. با توجه به تعداد اندک سکه‌های تجزیه شده نتیجه‌گیری قطعی و متقن را نمی‌توان ارائه کرد و آنچه در کلام واپسین باید گفت آزمایش‌های بیشتر در این مسیر راه‌گشا و کمک‌کننده خواهد بود. در تجزیه عنصری این مجموعه گاه داده‌های متناقض از یک تاریخ به دست آمد و این پیچیدگی، ارائه گزارش دقیق را به چالش می‌کشد. برای مثال دو سکه بی‌نام از تاریخ ۱۴۱ نتایج متفاوتی ارائه داده و نتیجه‌گیری مطمئن را سخت کرده است. براین اساس یک سکه ۸۵/۶۷ درصد و دیگری ۷۶/۵۲ درصد نقره و ۱۱/۴۲ و ۱۹/۳۷ درصد مس داشته‌اند، مقادیری ناهمگون که مسئله را بغرنج‌تر کرده است. سکه نخست فاقد بیسموت و طلا بوده و سکه دوم با نقره کمتر، بیسموت داشته است. آنچه گفته شد با استناد به نتایج آزمایش انجام شده بود و ممکن است در آینده با آزمایش تعداد بیشتری از سکه‌ها و مقایسه آنها نتایج دقیق‌تر و مطمئن‌تری به دست آید.



آنالیز عنصری
مسکوکات ولایت
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی

منابع

- ابن اسفندیار کاتب، بهاء الدین محمد بن حسن (۱۳۶۶) تاریخ طبرستان، تصحیح عباس اقبال آشتیانی، تهران، پدیده خاور
- آذرنوش، مسعود (۱۳۸۱) مجموعه مقالات نخستین همایش باستان سنجی در ایران، نقش علوم پایه در باستان‌شناسی، تهران، پژوهشکده باستان‌شناسی میراث فرهنگی کشور
- اعظمی سنگسری، چراغعلی (۱۳۵۲) «سکه‌های تبرستان، گاوبارگان و حکام خلفا»، بررسی‌های تاریخی، سال هشت، شماره‌های یک و دو، ۱۹۴-۱۵۵
- ترابی طباطبایی، سید جمال و وثیق، منصوره (۱۳۷۳) سکه‌های اسلامی ایران یا فرهنگ مصور سکه‌شناسی، تبریز، مهد آزادی
- حاج ولیئی، مهدی و یعقوب محمدی فر، کی آرش قیاسی و محمد لامعی رشتی و پروین اولیائی (۱۳۸۸) مطالعه و تحلیل ۳۰ سکه‌ی نقره‌ای دوره‌ی ساسانی موزه همدان با استفاده از روش PIXE، مطالعات ایرانی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه شهید باهنر کرمان، سال هشتم، شماره‌ی شانزدهم، ۱۴۱-۱۴۹
- حسینی سربیشه، بهزاد (۱۳۹۳) تحلیل باستانشناختی سکه‌های دوره الیمائی در بازه‌ی زمانی (۱۶۰/۱۴۰ ق.م - ۲۲۴ م) با رویکرد سیاسی و اقتصادی براساس آنالیز عنصری سکه‌ها؛ طیف سنجی به روش PIXE، پایان نامه برای دریافت کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، راهنما فرهنگ خادمی ندوشن، مشاور علی رضا هژبری نوبری
- سرفراز، علی اکبر و آور زمانی، فریدون (۱۳۷۹) سکه‌های ایران از آغاز تا دوران زندیه، تهران، سمت
- سودائی، بیتا (۱۳۸۹) تحلیل باستان‌شناختی تحولات تاریخی و اقتصادی پارت‌ها بر اساس مسکوکات در طی ۲۴۷-۵۰ ق.م، رساله دکتری باستان‌شناسی دوران تاریخی، دانشگاه تربیت مدرس، راهنمای اول دکتر فرهنگ خادمی ندوشن، راهنمای دوم دکتر غلامرضا آثار
- قیاسی، کی آرش (۱۳۸۵) مروری بر روش‌های فتوالکتریک و برهم کنش ذرات باردار به منظور آنالیز سکه‌های باستانی دوره ساسانی به روش XRF و PIXE، پایان نامه جهت درجه کارشناسی ارشد فیزیک
- گیلانی، ملاشیخعلی (۱۳۵۲) تاریخ مازندران، تصحیح و تحشیه، دکتر منوچهر ستوده، تهران، بنیاد فرهنگ ایران
- لامعی رشتی، محمد (۱۳۸۸) آنالیز با باریکه یونی: ۳۰ سال تجربه آزمایشگاه واندوگراف، کنفرانس بهار، تهران، پژوهشگاه دانشهای بنیادی
- لامعی رشتی، محمد (۱۳۸۲) نقش تحلیل عنصری در باستان سنجی: تجربه آزمایشگاه واندوگراف، فیزیک سال ۲۱، ۹-۱۴
- لامعی رشتی، محمد، اولیائی، پروین، جواد رحیقی و فرح شکوهی (۱۳۷۶) مروری بر فعالیت‌های باستان‌سنجی در آزمایشگاه واندوگراف، مجموعه مقالات دومین همایش سالانه‌ی حفاظت و مرمت اشیای تاریخی، فرهنگی و تزئینات وابسته به معماری، تهران، میراث فرهنگی کشور، ۱۰۸-۱۱۷
- لامعی رشتی، محمد، پروین اولیائی، فرح شکوهی، جواد رحیقی، پریسا اندامی، جلال دیلمقانی و میترا اعتضادی (۱۳۸۴) کاربرد روش PIXE در بررسی سکه‌های باستانی نقره، مجموعه مقالات سومین





و چهارمین همایش حفاظت و مرمت اشیای تاریخ، فرهنگی و تزئینات وابسته به معماری سازمان میراث فرهنگی، ۳۰۱-۲۹۴

• محقق، مریم (۱۳۹۲) تحلیل تعدد معادن تامین کننده فلز نقره برای ضرب سکه‌های دوره اشکانی (ارد دوم و فرهاد چهارم) در منطقه همدان، پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد تربیت مدرس، راهنما فرهنگ خادمی ندوشن، مشاور غلیرضا هژبری نوبری

• محمدی فر، یعقوب و احمد علی عرب (۱۳۹۲) مطالعه ترکیب سفال کلبینیکی دوره اشکانی منطقه همدان با استفاده از سه روش: xrf, pixe, xrd با هدف تعیین میزان تشابه و تمایز، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره ۴، دوره سوم، بهار و تابستان، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۷۶-۵۷

• مسجدی خاک، پرستو (۱۳۹۱) تجزیه ی عنصری سکه‌های نقره دوره سلجوقی به منظور پی بردن به وضعیت اقتصادی ایندوره، پایان نامه دکترای باستان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس

• معینی، رجبعلی (۱۳۷۲) بهینه سازی سیستم آنالیز پیکسی، پایان نامه دکترای دانشگاه تربیت مدرس

• آملی، اولیاءالله، ۱۳۱۳، تاریخ رویان، تصحیح عباس خلیلی، تهران، اقبال

• اسماعیل زاده کیوی، سینا، لامعی رشتی، محمد، رضایی اوچیلایغ، داریوش، یوسفی، حسن، ۱۳۹۲، آنالیز عنصری سکه‌های مکشوفه از مسجد جامع عتیق اردبیل به روش پیکسی، مقاله نامه کنفرانس فیزیک ایران، ۱۷۶۴-۱۷۶۱

• اولیایی، پروین، آفریده، حسین و آقاگل، داوود، ۱۳۹۴، تحلیل سکه‌های نقره هخامنشی و اشکانی از روش آنالیز پیکسی، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره هشتم، دوره پنجم، بهار و تابستان، ۵۲-۳۹
حسینی سربیشه، بهزاد، قبادی زاده، حمزه، سلحشور، علی اصغر، جاهد، مهدی، سبزی، موسی، ۱۳۹۸، آنالیز عنصری سکه‌های الیمایی موزه شخصی محمد صفار به روش پیکسی، مطالعات باستان‌شناسی، سال یازدهم، شماره ۱، پیاپی ۱۹، بهار و تابستان، ۱۱۱-۹۵

• خادمی تدوشن فرهنگ، محمد نایب پور و بیتا سودائی، ۱۳۹۰، شناسائی منابع فلزی استحصال نقره برای ضرب سکه‌های اشکانی در استان ماد بزرگ با روش pixe، مطالعات باستان‌شناسی، دوره ۳، شماره ۱، پیاپی ۳، بهار و تابستان، ۸۸-۷۹

• خادمی ندوشن، فرهنگ، محقق، مریم، هژبری نوبری، علیرضا، پرستو مسجدی خاک، ۱۳۹۴، بررسی اوضاع سیاسی و اقتصادی حکومت اشکانیان در سال‌های ۵۷-۲ ق.م (دوران پادشاهی ارد دوم و فرهاد چهارم) براساس مطالعه ترکیبات شیمیایی سکه‌های نقره با روش آزمایشگاهی PIXE، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره ۸، دوره پنجم، بهار و تابستان، ۶۶-۵۳

• صالحی گروس، مهناز، هژبری نوبری، علیرضا، حاجی ولیئی، ۱۳۹۴، تحلیل اوضاع اقتصادی و سیاسی دوره اشکانی (۴۳ میلادی تا ۲۰۸ میلادی) بر اساس مطالعه مسکوکات نقره گودرز دوم و خسرو دوم ضرب ضرابخانه هگمتانه با استفاده از روش PIXE، جامعه شناسی تاریخی، دوره ۷، شماره ۳، پاییز و زمستان، ۳۱۶-۳۰۱

• کوهستانی اندرزی، حسین، هاشمی زرج آباد، حسن، بزی، عاطفه، سعادت مهر، محمد امین و بختیاری، سپیده، ۱۳۹۹، پژوهش پر قدرت اقتصادی ایالت طبرستان در عصر ناصری به کمک تجزیه عنصری سکه‌های

آن دوره به روش پیکسی، مطالعات باستان‌شناسی پارسه، شماره ۱۱، سال چهارم، بهار، ۱۳۸۹-۲۰۳

● کیان زادگان، سوسن، رجایی، سید جلال، مسجدی خاک، پرستو، سعادت مهر، محمد امین، ۱۳۹۸، تجزیه عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به روش پیکسی (PIXE)، مطالعه موردی: سکه‌های گنجینه پیروزگت کشف شده از روستای تیس چابهار، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره ۲۲، دوره نهم، پاییز، ۱۳۸۱-۱۹۶



فصلنامه بنیان هنر
شماره هشتم
پاییز ۱۴۰۴

- Denker, J. coutureau, J. Grisser, M. Denk, R. Winter, H. (2004) (" Non - destructive analysis of coins using high-energy pixe" Nuclear instruments and methods in physics research B226,
- Gordan, B.M. and Kraner, H.W. (1972) Radio Anal. Chem. 12
- hajivalei, M. Mhammadifar, Y. Ghyasi, K. Jaleh, B. lamehi, m and Oliayi, P. (2008) Application of pixe to study anceint Iranian silver coins, Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms, Vol 266 Issue 8, 1578-1582
- Johansson, T.B. Akselsson, R. Johnsson, S.A.E (1970) Nucl. Inst. and Methods 84:141
- Khademi nadooshan Farhang. Khazaei mostafa (2011) Probable sources and refining technology of parthian and sasanian silver coins IANSA 11/2: 101-107
- Linke, R. Schereiner, Demortier (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 B226: 172-178
- Malek, hodge mehdi (2004) The Dabuyid ispahbas and early abbasid governors of taberistan: history and numismatics— Royal numismatic society special publication- no. 39 –dondo-
- Milazzo, M. (2004) Radiation applications in art and archaeometry X-Ray fluorescence application to archaeometry. possibility of obtaining non-destructive quantative analysis" Nuclear instruments and methods in physics research B, 213
- Oliai, P. Shokouhi, F. Lamehi rachti, M. Rahighi, J. Andami, P. Dilmaghani, J. Ehtezadi, M (1999) Application of pixe study anceint iranain silver coins -International journal of pixe , vol. 9 nos .3& 4 -495-500
- Roumie, M. etc, (2003) Use of pixe analysis technique for the study of beirut amphora production in the romen priod" Nuclear instrument and methods on physic research B 213: 196-202
- Sodaei, B. Hajivaliei. M. Khademi nadooshan. F. (2013) Possible sources for extraction of silver by comparison of parthian and sasanian coins in mede straps -Meditae-ranean archaeology and archaeometry, vol. 13, no 1, pp 161-170

- Verma,H.R.(2007) 'Atomic and nuclear analytical methods, xrf, massbauer, xrf,NAA and Ion - beam spectroscopic techniques, springer , verlag berlin Heidelberg
- Walker-johnM.A-A(1941) Gatalogue of the muhammadan coins in the British museum – agatalogue of the arab – sassanian coins (umaiyad Gorernors in the east arab – Ephthallites, Abbasid Gorernor sin tabaristan and bukhara) – the british museum – printed by order of the trustees –London-.
- Weber,Z. etc. (2004) Is the external beam pixe metod suitable for determining ancient silver artifact fineness?" Nuclear instrument and metods on physics research Sioshansi,P.Lodhi,A.S. and Peyrovan,H. (1977) Nuclear instrument and metods on physics research 142, 285-287
- Kallithrakas kontosN,etc. (2000) "trace element analysis of Alexander the greatos silver tetradrachms minted in macdonia" 342-349
- Ambrsino,G,&Pindrus,P,1953,Analyse Non Destructive d Objects metalliques aAn-ciens La Revue de Metallugie Available. Vol.50,No.2, 130-138
- Caley,E. 1955" Notes on the chemical composition of parthian coins with special reference to the drachms of orodes I" The ohio jurnal of science V 50 N 30 : 107-120
- Flament,CH.Marchetti,P.2004 Analysis of anceint silver coins, Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms 226,1-2, 179-184
- Harbottle,G. 1986" Twenty-five years of research in the analysis of archeological artifacts and works of art" Nucl.Inst. and methods B14: 10-15
- Hughes, M. J. & Hall, J. A., 1979. "X-Ray Fluorescence Analysis of Late Roman and Sassanian Silver Plate". Journal of Archaeological Science, Vol. 6, No. 4, Pp: 321-
- Kallithrakas kontos N,etc. 2000 "trace element analysis of Alexander the greatos silver tetradrachms minted in macdonia" 342-349
- Meyers,P.Vanzelst, L. Sayre,E.V. 1976 Interpretation of neutron activation analysis data of ancient silver , confence of archaeometry and archeological prospecting,Edinburgh, UK
- Tripathy, B.Tapash, B.Rautray,A.Candvijayan, 2010 Elemental analysis of silver coins by pixe technique, application radiation and isotopes, vol 68 issue 3, 454- 458
- Uzonyi,I. Bugoi,R.Sasianu,U.Kiss,A.Z. Constantinescu,B. 2000 Characterization of dyrrhachium silver coins by micro -pixe mehod, Nuclear instruments and methods in physics research section B, vol 161, 748-752



آنالیز عنصری
مسکوکات و لات
عباسی تبرستان به
شیوه پیکسی