

اصالت‌سنجی مسکوکات نقره‌ی منسوب به عصر هخامنشی بر مبنای مطالعات فلزکاری کهن (آرکئومتالورژی)

مسعود باقرزاده کثیری^I، زینب محتشم^{II}، رحیم ولایتی^{III}

شناسه‌ی دیجیتالی (DOI): 10.22084/nbsh.2019.16295.1742
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۹
 (از ص ۱۱۵ تا ۱۲۸)

چکیده

I. دانشیار گروه باستان‌سنجی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز (نویسنده‌ی مسئول)
 m.kasiri@tabriziau.ac.ir
 II. کارشناس ارشد باستان‌سنجی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
 III. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران

آن‌چه امروزه به‌عنوان يك وجه مخرب در تاریخ هنر و فرهنگ کشور محسوب می‌شود، جعل آثار باستانی به معنای معاصر آن است که سابقه‌ای حدود ۱۵۰-۱۰۰ سال دارد. این آثار با توقیف از سارقان و جاعلان وارد موزه‌ها شده‌اند که تا زمانی که به‌عنوان اثر جعلی شناسایی نشوند، اثر اصل محسوب می‌شوند که از این‌رو، شناسایی دقیق و تشخیص اصل از غیراصل این آثار با استفاده از مطالعات علمی و آزمایشگاهی و قبل از ورود به موزه‌ها، اهمیت بسیار دارد. در این پژوهش، تعداد ۱۰ سکه‌ی نقره‌ی منسوب به دوره‌ی هخامنشی، از يك مجموعه‌ی ۵۷ عددی که در موزه‌ی پارس شیراز نگهداری می‌شوند و از سارقان آثار فرهنگی در مرودشت فارس ضبط شده‌اند، انتخاب و جهت تعیین اصالت‌سنجی مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گرفته‌اند. هدف از اجرای تحقیق، پاسخ به این دو پرسش عمده بود: ۱- نمونه‌ی سکه‌های نقره‌ی مورد مطالعه بر مبنای فناوری و ریزساختارشناسی با مسکوکات نقره‌ی عصر هخامنشی مطابقت دارند؟ ۲- چگونه می‌توان از میزان تشابه ساختاری سکه‌ها به اصالت آن‌ها پی‌برد؟ جهت پاسخ به این پرسش‌ها و پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای، ابتدا سکه‌های مورد مطالعه توسط دستگاه PIXE مورد آنالیز عنصری قرار گرفته و میزان عناصر موجود در آن‌ها اندازه‌گیری گردید؛ سپس، نتایج به‌دست آمده با نتایج مطالعه‌ی صورت گرفته بر روی ۵۷ سکه‌ی اصل هخامنشی متعلق به موزه‌ی ملی ایران باستان، به‌عنوان نمونه‌های شاهد، مقایسه شدند. نتایج این مقایسه نشان داد که عناصر فلزی، مانند: نقره، سرب، طلا و مس و نحوه‌ی پراکنش آن‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه و در سکه‌های اصل هخامنشی، مقادیر مشابهی دارند که این موضوع می‌تواند اصالت نمونه‌ها را تأیید نماید. درنهایت، مطالعات تطبیقی نقوش و وزن نمونه‌ها، شباهت آن‌ها را با سکه‌های اصل نقره‌ی هخامنشی تأیید کرد.

کلیدواژگان: اصالت‌سنجی، پیکسی، سکه‌ی نقره، شیکل، هخامنشی.

مقدمه

از آنجا که امروزه اکثر موزه‌های کشور و حتی مجموعه‌داران آثار هنری با مشکل آثار جعلی و تقلبی روبه‌رو هستند، پرداختن به بحران جعل، تقلب و مضرات آن‌ها، جهت درک صحیح از وقایع گذشته بر مبنای آثار اصل، برای تاریخ هنر کشور بسیار حائز اهمیت است. موزه‌ها، مجموعه‌ها و مراکز نگهداری آثار در ایران، از آن جهت که اکثر آثار خود را در گذشته از طریق کاوش‌های باستان‌شناسی، آثار وقفی و امانی به دست می‌آوردند، دچار آسیب چندانی نشده بودند؛ اما آنچه امروزه به عنوان یک وجه مخرب در تاریخ هنر و فرهنگ کشور محسوب می‌شود، جعل آثار باستانی به معنای معاصر آن است که سابقه‌ای حدود ۱۵۰-۱۰۰ سال دارد. این آثار با توقیف از سارقان و جاعلان وارد موزه‌ها شده‌اند که ادامه‌ی این روند نگرانی‌هایی در رابطه با اصالت آثار موجود در موزه‌ها را در پی خواهد داشت. نکته‌ی قابل توجه در رابطه با کلیه‌ی این آثار آن است که تا زمانی که به عنوان اثر جعلی شناسایی نشوند، اثر اصل محسوب می‌شوند که از این رو، شناسایی دقیق و تشخیص اصل از غیراصل این آثار با استفاده از مطالعات علمی و آزمایشگاهی و قبل از ورود به موزه‌ها، اهمیت بسیار دارد (رازانی و نصیرزاده، ۱۳۹۱).

پرسش‌های پژوهش: ۱- آیا نمونه‌ی سکه‌های نقره‌ی مورد مطالعه بر مبنای فناوری و ریزساختارشناسی با مسکوکات نقره‌ی عصر هخامنشی مطابقت دارند؟ ۲- چگونه می‌توان از میزان تشابه ساختاری سکه‌ها به اصالت آن‌ها پی برد؟

روش پژوهش: این تحقیق با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. همچنین، با توجه به این‌که سکه‌های مورد مطالعه در موزه نگهداری می‌شوند و برای نمونه‌برداری و انجام آنالیزهای تخریبی با محدودیت مواجه‌اند، از روش آنالیز دستگاهی غیرتخریبی و سریع طیف‌سنجی نشر اشعه‌ی ایکس القائی پروتون (PIXE)، استفاده شد.

پیشینه‌ی پژوهش

تعیین اصالت سکه‌های باستانی و تشخیص نمونه‌های جعلی، همواره مورد توجه محققین و باستان‌شناسان بوده است. در ایران مطالعات باستان‌سنجی بر روی سکه‌ها به آنالیز عنصری سکه‌های اشکانی توسط Caley برمی‌گردد (Caley, 1955). اولین بار این شیمی‌دان آمریکایی، مجموعه‌ای شامل ۳۰۰ سکه‌ی «اُرد دوم» را مورد آزمایش و بررسی قرار داد. بررسی او جهت پی‌بردن به وضعیت اقتصادی شاهان اشکانی از طریق آزمایش عنصر مس، به عنوان آلیاژی که به سکه‌های نقره اضافه شده بود، انجام گرفت. این پژوهشگر با آزمایش تعدادی دیگر از مسکوکات نقره و مس اشکانی، میزان عناصر آن را با سکه‌های پادشاه هم‌زمانش در روم باستان مقایسه و به تحلیل آن‌ها پرداخت و نتیجه گرفت که احتمالاً در زمان اُرد به علت جنگ‌های ایران و روم و شرایط بد اقتصادی، سکه‌های برنزی پادشاهان گذشته ذوب و به منظور افزایش حجم فلز نقره در سکه‌های این دوره به کار رفته است (Caley, 1955). از میان پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه در داخل کشور،

می‌توان به مطالعات خادمی‌ندوشن اشاره کرد که با استفاده از روش دستگامی طیف‌سنجی فلورسانس اشعه‌ی ایکس (XRF) به مطالعه‌ی ترکیبات شیمیایی سکه‌های نقره‌ی دوره‌ی اشکانی و شناسایی معادن و کارگاه‌های مورد استفاده در ضرب سکه‌ها پرداخته و نتیجه گرفته است که نسبت طلا به نقره، معرف خوبی برای فناوری استخراج سنگ معدن نقره بوده و همچنین، این نسبت می‌تواند جهت شناسایی معادن نقره نیز به‌کار رود (خادمی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۰). علاوه بر آن، در پژوهشی که بر روی مسکوکات موزه‌های لرستان و مشکین‌شهر انجام شد، سودایی و همکارانش به معرفی جلیاتی که در مورد مسکوکات اشکانی صورت گرفته، پرداخته‌اند (Sodaei et al., 2013a). در تحقیق مشابهی، خادمی‌ندوشن و همکارانش نیز تعداد ۲۱ سکه‌ی یک درهمی از اُرد دوم و فرهاد چهارم را با دستگاه PIXE مورد بررسی قرار داده و به تحولات تاریخی دوره‌ی اشکانی براساس آنالیز سکه‌ها پرداخته‌اند (خادمی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین سودایی و همکارانش، در مورد آنالیز عنصری سکه‌های نقره‌ی ساسانی به روش XRF نیز تحقیقاتی انجام داده‌اند (Sodaei et al., 2013b). در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی در زمینه‌ی شناسایی عناصر سکه‌های باستانی در آزمایشگاه واندوگراف پژوهشگاه مواد و انرژی انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به آنالیز تعداد ۲۷ سکه‌ی نقره‌ی هخامنشی موزه ملی ایران باستان و ۶۲ سکه‌ی نقره‌ی اشکانی موزه ملی و موزه‌ی تماشاگه پول اشاره کرد که در طی آن غلظت عناصر با استفاده از روش آنالیز پیکسی اندازه‌گیری و نتیجه‌ی حاصل در مورد ترکیبات عنصری این دو دوره‌ی مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت (اولیایی و همکاران، ۱۳۹۴ الف و ۱۳۹۴ ب).

در ادامه به بررسی ترکیب شیمیایی و خصوصیات فیزیکی و نیز نقوش موجود بر روی سکه‌های دوره‌ی هخامنشی پرداخته می‌شود.

ویژگی‌های کلی سکه‌های هخامنشی

اولین نوع سکه‌های هخامنشی که به سکه‌های «شاهی» معروف است، احتمالاً در سال ۴۹۷ ق.م. از ضربخانه خارج گردید (ملک‌زاده بیانی، ۱۳۸۹: ۶۴). داریوش اول برای اولین بار در ایران سکه‌های طلای معروف به «دریک» و سکه‌های نقره‌ی معروف به «شِکِل» را ضرب کرد که در دنیای آن روز رواج کامل داشت (بابلون، ۱۳۸۸).

در شاهنشاهی هخامنشی سکه‌ی شاهنشاهی، سکه‌ی ساتراپ‌ها، سکه‌ی ایالتی با تصویر شاهنشاه و سکه‌های محلی، که مربوط به سرزمین‌های غیرایرانی زیر سلطه‌ی پارس‌ها بودند، ضرب می‌شدند.

سکه‌های شاهی شامل دریک و شِکِل بودند که دریک از طلای خالص و ۸/۴۱g وزن داشت. ضرب سکه‌ی طلا منحصر به شاهنشاه بوده و به علت این‌که این سکه فقط ۳٪ ناخالصی داشت در طی چندین قرن مهم‌ترین سکه‌ی رایج دنیای تجارت بود (داندامایوف، ۱۳۵۸: ۴۱). نوع دیگری از سکه‌های داریوش، سکه‌ی

نقره بود که بیشتر در ساتراپی‌های آسیای صغیر ضرب می‌شد و در منابع مختلف با نام «شِکِل» (Schekel)، «سِکِل»، «شاقِل»، «سِیکِل»، «سیگلو»، «سیگلوس»، «دریک نقره» و «درخم ایران» نام‌برده شده است (اومستد، ۱۳۸۳: ۲۵۱).

محققانی نظیر: بابلون، فرای، بریان و داندامایف، با توجه به استدلال منطقی و پذیرش نسبت وزنی -سه به دو- در سکه‌های طلا و نقره‌ی عهد هخامنشی و با مشخص بودن وزن دریک طلا، سکه‌ی نقره‌ی هخامنشی را با عنوان شِکِل یا سِیکِل به وزن $5/6$ g معرفی کرده‌اند (محمودآبادی و هراتیان، ۱۳۸۸: ۱۴۸). در کتاب تاریخ ایران دوره‌ی هخامنشی از مجموعه‌ی تاریخ کمبریج نیز، سکه‌ی نقره‌ی عهد هخامنشیان با عنوان سیگلوس به وزن $5/6$ g معرفی شده است.

ضرب بیشتر سکه‌های اصل باستانی براساس یک اندازه و وزن مشخص بود. تکنیک و روش ضربخانه‌های باستانی دقیق نبودند و نمونه‌ها همیشه کمی تفاوت داشتند، اما برای بیشتر سکه‌ها، استاندارد ویژه‌ای وجود داشت که باید برای آن نوع سکه‌ها رعایت می‌شد. سکه‌ای که وزن و اندازه‌ی آن خارج از استاندارد باشد، اصالتش بایستی بیشتر مورد بررسی قرار گیرد؛ مثال بارز در این مورد، سکه‌های شِکِل هخامنشی است که وزن آن‌ها معمولاً $5/5$ g و با اختلاف تقریبی $0/2$ g می‌باشند. یک شِکِل کمتر از $5/3$ g و یا بیشتر از $5/7$ g مشکوک می‌باشد؛ اگرچه از سکه‌های اصل، خارج از استاندارد محدوده گفته شده نیز دیده شده است، اما بسیاری از سکه‌های خارج از محدوده‌ی استاندارد جعلی می‌باشند. اگرچه برخورد با سکه‌های جعلی در این مجموعه به ندرت دیده شده، اما همیشه باید توجه داشت که صحیح بودن وزن سکه دلیل اصل بودن آن نیست (کوکوتایلو، ۱۳۹۰: ۲۳). همچنین، کم بودن وزن شِکِل از استاندارد بیان شده می‌تواند ناشی از تغییراتی باشد که در هنگام ضرب و منقوش کردن سکه به وجود آمده است (سبزعلی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۴۹).

سکه‌های شاهی هخامنشی شامل دریک و شِکِل، اولین سکه‌هایی هستند که در ایران ضرب گردیدند. سکه‌های شاهی هخامنشی، عموماً دارای طرح شبیه به هم می‌باشند و تنها تصویر هر شاهنشاه با دیگری تفاوت دارد که موجب شناختن آن‌ها از یکدیگر می‌شود. بر روی سکه، تصویر نیم‌تنه‌ی شاهنشاه، کمان به دست نقش بسته و یا تصویر شاهنشاه که به صورت کماندار پارسی، ترکش بر پشت، یک زانو به زمین زده و با یک دست زوبین را گرفته و با دست دیگر کمان را می‌کشد، دیده می‌شود و در نوع دیگر شاهنشاه کمان به دست و در حال دویدن است و با دست دیگر نیزه را که مایل به زمین است نگه داشته است (ملک‌زاده بیانی، ۱۳۸۹: ۶۵)؛ البته، چون طرح روی این سکه‌ها معمولاً تصویر تمام‌قد پادشاه هخامنشی است، این امر موجب کوچک شدن چهره‌ی پادشاه شده است که در کنار سبب سبب‌بندی اکثر سکه‌های به دست آمده، تشخیص و تمایز یک پادشاه از سایرین را غیرممکن و یا خیلی سخت نموده است. این سکه‌ها به شکل عدسی فلزی، ضخیم، بیضی‌شکل و روی آن دارای نقش حکاکی شده است و در پشت سکه از فرورفتگی‌های چهارگوش و گود که اثر سندان بوده و به منظور جلوگیری از لغزش به هنگام اصابت چکش در نظر گرفته شده بود، مشاهده می‌شود (افتخاری، ۱۳۹۳: ۶۴). در فرورفتگی‌های

مربع شکل گاهی اشکال و تصاویری نمایان است که «شارل لنورمان» اعتقاد دارد که تمام این تصاویر تخیل و تصویری بیش نیست (بابلون، ۱۳۸۸: ۲۳۹)؛ اما بعضی از سکه‌شناسان در تحقیقات خود اشاره بر نقوش حیوان خوابیده یا سر حیوان یا سر اسب یا پرند یا ماهی دارند (ملک‌زاده بیانی، ۱۳۸۹: ۷۲).

براساس تحقیقات «رابینسون» پس از کشف سکه‌های هخامنشی در ازمیر در سال ۱۹۵۱ م.، به نظر می‌رسد که سکه‌های اولیه‌ی هخامنشی دارای نقش نیم‌تنه‌ی شاه یا نقش شاه در حال کمان کشیدن و نوع دیگر که نیزه به دست دارد از دوره‌ی خشایارشا به بعد ضرب گردیده است (ملک‌زاده بیانی، ۱۳۸۹: ۷۳). در روی سکه‌های شاهی از جمله شکل، خط نگاشته نشده است؛ زیرا خط میخی مخصوص نوشته‌ها و کتیبه‌های سلطنتی بوده و بر روی سکه به کار نمی‌رفته است (ملک‌زاده بیانی، ۱۳۸۹: ۷۰).

مرور و بررسی تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که تاکنون تحقیق اساسی و مدونی در مورد تعیین اصالت سکه‌های منصوب به دوره‌ی هخامنشی انجام نشده است. در پژوهش حاضر تعداد ۱۰ عدد از سکه‌های نقره‌ی منسوب به دوره‌ی هخامنشی که در موزه‌ی پارس شیراز نگهداری می‌شود و در سال ۱۳۸۸ ه.ش. در شهر مرودشت فارس از سارقان آثار فرهنگی ضبط شده است، انتخاب شدند که جهت شناسایی اصالت آن‌ها، از رهیافت‌های باستان‌سنجی، شامل آنالیز عنصری با استفاده از روش غیرتخریبی و سریع PIXE و مقایسه‌ی نتایج به دست آمده با سکه‌های اصل هخامنشی موزه‌ی ملی ایران باستان استفاده شده است؛ همچنین خصوصیات فیزیکی سکه‌ها شامل نقوش و وزن آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

معرفی نمونه‌های مورد مطالعه و روش‌های مورد استفاده دستگاه‌های مورد استفاده

تجزیه‌ی عنصری فلزات، اطلاعات با ارزشی درباره‌ی ترکیبات آلیاژها و گاهی اوقات راه‌هایی برای شناسایی منشأ فلزات فراهم می‌سازد (حاجی‌ولیئی و سودایی، ۱۳۹۴). در پژوهش حاضر از روش سریع و غیرتخریبی PIXE که یک روش آنالیز عنصری دقیق است، استفاده شد (حاج‌ولیئی و همکاران، ۱۳۸۸). این آزمایش با استفاده از شتاب‌دهنده‌ی واندوگراف پژوهشکده‌ی فیزیک و شتابگرهای سازمان انرژی اتمی انجام گردید. دستگاه PIXE با گسیل پرتو ایکس بر اثر تابش پروتون، روشی بسیار توانمند برای آنالیز سکه‌ها می‌باشد؛ زیرا روشی غیرمخرب بوده و در مدت زمان بسیار کوتاه (۳ تا ۵ دقیقه) می‌توان میزان تمام عناصر جدول تناوبی سنگین‌تر از سدیم را در نمونه‌ی مورد آنالیز اندازه‌گیری کرد (Masjedi et al., 85: 2013). مشخصات کامل دستگاه مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

► جدول ۱. مشخصات دستگاه مورد استفاده برای آنالیز عنصری نمونه‌ها (نگارندگان، ۱۳۹۵).

نام روش	مدل دستگاه	کشور سازنده	محل انجام آزمایش
نشر اشعه‌ی ایکس القائی پروتون (PIXE)	شتاب‌دهنده واندوگراف KN3000	ایران ۱۹۷۰	آزمایشگاه واندوگراف سازمان انرژی اتمی ایران

نمونه‌های مورد مطالعه

تعداد ۱۰ عدد سکه‌ی منسوب به دوره‌ی هخامنشی به صورت دقیق وزن شده و سپس با در نظر گرفتن یک دایره‌ی محاطی بسته به شکل هر نمونه، طول و عرض، و در نهایت قطر متوسط آن‌ها اندازه‌گیری و محاسبه شده است. جدول ۲، تصاویر و ابعاد نمونه‌ها را به همراه توضیحی در مورد تصاویر حک شده بر روی آن‌ها نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که تمامی سکه‌ها از لحاظ ظاهری از نوع سکه‌های نقره‌ای هخامنشی (شکیل) می‌باشند.

جدول ۲. تصاویر و مشخصات سکه‌های مورد مطالعه (نگارندگان، ۱۳۹۵).

شماره	تصویر روی سکه	تصویر پشت سکه	وزن (g)	قطر (mm)	توضیحات تصاویر روی سکه‌ها
۱			۵/۵۷	۱۶	کمان‌دار پارسی با تاج کوتاه پنج دندانه، چشم‌های بزرگ و برجسته، دو صفحه فلزی بر هر بازو، پشت سکه دارای فرورفتگی مربعی شکل و علائم نامشخص
۲			۵/۴۱	۱۷	ضرب خشن، تاج پنج دندانه، بینی بزرگ، تیردان در پشت، دارای علائم نامشخص روی نقش، پشت سکه دارای فرورفتگی مربع شکل و علائم نامشخص
۳			۵/۶۴	۱۷	کمان‌دار پارسی با تاج کوتاه پنج دندانه، چشم‌های بزرگ و بینی بزرگ و لب‌های قله‌ای، تیردان در پشت، خنجر در دست راست و کمان در دست چپ، در پشت دارای فرورفتگی
۴			۵/۴۸	۱۶	کمان‌دار پارسی با تاج کوتاه پنج دندانه، دماغ بزرگ و لب‌های قله‌ای، تیردان در پشت، خنجر در دست راست و کمان در دست چپ، در پشت فرورفتگی مربع شکل و علائم نامشخص
۵			۵/۵۷	۱۸	کمان‌دار پارسی تصویر نامشخص، ضرب خشن، علائم بر روی سکه، تاج چهار دندانه، پشت سکه فرورفته
۶			۵/۴۷	۱۵	کمان‌دار پارسی، تاج کوتاه با دندانه‌ی نامشخص، در حال راه رفتن با زانوان خمیده، کمان در دست چپ، در پشت فرورفتگی مربع شکل با علائم نامشخص
۷			۵/۴۷	۱۶	کمان‌دار پارسی، تاج کوتاه پنج دندانه، نیزه در دست راست و کمان در دست چپ، زانوی راست بر زمین، فرورفتگی در پشت سکه با علامتی نامشخص
۸			۵/۴۸	۱۷	کمان‌دار پارسی، تاج کوتاه با دندانه نامشخص، در حال راه رفتن با زانوان خمیده، کمان در دست چپ، در پشت فرورفتگی مربع شکل با علائم نامشخص
۹			۵/۵۴	۱۷	کمان‌دار پارسی، تاج کوتاه با دندانه‌ی نامشخص، در حال راه رفتن با زانوان خمیده، کمان در دست چپ و نیزه در دست راست، در پشت فرورفتگی مربع شکل
۱۰			۵/۳۸	۱۵	کمان‌دار پارسی، تاج کوتاه با دندانه‌ی نامشخص، در حال راه رفتن با زانوان خمیده، نیزه در دست راست، در پشت سکه فرورفتگی مربع شکل

نتایج و بحث

برای تعیین اصالت سکه‌های مورد مطالعه از تعیین میزان عناصر موجود توسط روش آنالیز شیمیایی PIXE، و مطالعه‌ی نقوش موجود و وزن آن‌ها، و مقایسه‌ی نتایج حاصل با یافته‌های پژوهش انجام گرفته بر روی سکه‌های اصل هخامنشی موجود در موزه‌ی ملی ایران استفاده شده است.

آنالیز عنصری با روش PIXE

در اندازه‌گیری غلظت عناصر موجود در نمونه‌ها توسط دستگاه PIXE، اشعه‌های ایکس مشخصی با اتم‌های نمونه بر هم کنش دارد که به صورت مستقیم روی نمونه‌ها تابانده می‌شوند که در نتیجه، نیازی به آماده‌سازی نمونه‌ها با مواد خاصی نبوده و در این مرحله، تنها سکه‌های مورد مطالعه مورد تمیزکاری و پاکسازی قرار گرفتند. جدول ۳ نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان عناصر موجود در نمونه‌ها را با استفاده از این روش نشان می‌دهد. با توجه به این‌که سکه‌ها در مجاورت خاک قرار داشته‌اند، عناصر غیرفلزی موجود در آن‌ها از آلودگی سطحی و یا خوردگی آن‌ها ناشی می‌شود؛ بنابراین برای مقایسه‌ی نمونه‌ها با سکه‌های اصل هخامنشی، مقادیر غلظت ۴ عنصر اصلی فلزی مورد استناد قرار گرفت.

تنوع در عیار سکه‌های اندازه‌گیری شده‌ی اشکانی و پراکندگی آن‌ها با وجود ضرابخانه‌های متعدد در کشور در حدود ۵ قرن حکومت اشکانی کاملاً همخوانی و تطابق دارد (ملک‌زاده بیانی، ۱۳۸۹: ۱۳۱). در مقابل، میزان تغییر عیار سکه‌های دوره‌ی

► جدول ۳. میزان (%) عناصر موجود در نمونه‌ها براساس نتایج آنالیز PIXE (نگارندگان، ۱۳۹۵).

نوع عنصر				شماره‌ی نمونه
Pb	Au	Ag	Cu	
۰/۱۱	۰/۰۷	۹۸/۹۱	۰/۹۱	۱
۰/۷۷	۰/۰۸	۹۸/۰۹	۱/۰۶	۲
۰/۲۹	۰/۰۸	۹۸/۶۷	۰/۹۶	۳
۰/۱۱	۰/۰۵	۹۸/۸۸	۰/۹۶	۴
۰/۱۳	۰/۱۰	۹۹/۲۹	۰/۴۸	۵
۰/۱۰	۰/۱۵	۹۹/۵۴	۰/۲۱	۶
۰/۲۴	۰/۰۸	۹۸/۹۱	۰/۷۷	۷
۰/۲۱	۰/۱۰	۹۹/۱۰	۰/۵۹	۸
۰/۵۴	۰/۱۰	۹۸/۷۰	۰/۶۶	۹
۰/۱۸	۰/۱۵	۹۸/۷۴	۰/۹۳	۱۰

هخامنشی بسیار کم است که این تغییرات اندک با قوانین متمرکز و یکپارچه‌ای که در دوره‌ی هخامنشی بر کشور و سیستم ضرب سکه حاکم بوده و سازماندهی صحیح و منظمی که بر اقتصاد کل کشور وجود داشته است، همخوانی و تطابق دارد. در نتایج ارائه شده در جدول ۳ نیز عیار بالا و تقریباً یکسان نقره (۹۸-۹۹٪) در سکه‌های مورد مطالعه مشهود بود که در نتیجه می‌توان گفت که احتمالاً سکه‌های مورد مطالعه از سکه‌های دوره‌ی هخامنشی بوده و غالباً در یک ضربخانه ضرب شده‌اند. در بین عناصری که معمولاً در آنالیز نقره گزارش می‌شوند تنها طلا در تشخیص ویژگی و منشأ نقره موثر است، زیرا طلا تنها عنصری است که میزان غلظت ثابتی نسبت به نقره داشته و در فرآیند قالب‌گذاری، اکسید نمی‌شود و در نقره باقی می‌ماند؛ بنابراین، می‌تواند در شناسایی معادن و تشخیص اصالت سکه هر چند به مقدار کم سودمند باشد (Meyers, 2003: 273). بر همین اساس، در ادامه به بررسی میزان و نوع پراکندگی نقره و طلا در دو گروه از سکه‌ها پرداخته می‌شود.

بررسی میزان نقره و طلا در دو گروه از سکه‌ها بر اساس نتایج آنالیز عنصری
همان‌گونه که در جدول ۳ دیده می‌شود میزان غلظت عنصر نقره در آنالیز PIXE بین مقادیر ۹۸/۰۹ و ۹۹/۵۴ درصد گزارش شده که میانگین مقادیر عدد ۹۸/۸۸ محاسبه شده است (جدول ۴). میزان متوسط عنصر نقره در سکه‌های اصل هخامنشی نیز به میزان ۹۵/۰۱ درصد اندازه‌گیری شده است (اولیائی و همکاران، ۱۳۹۴ الف: ۴۵).

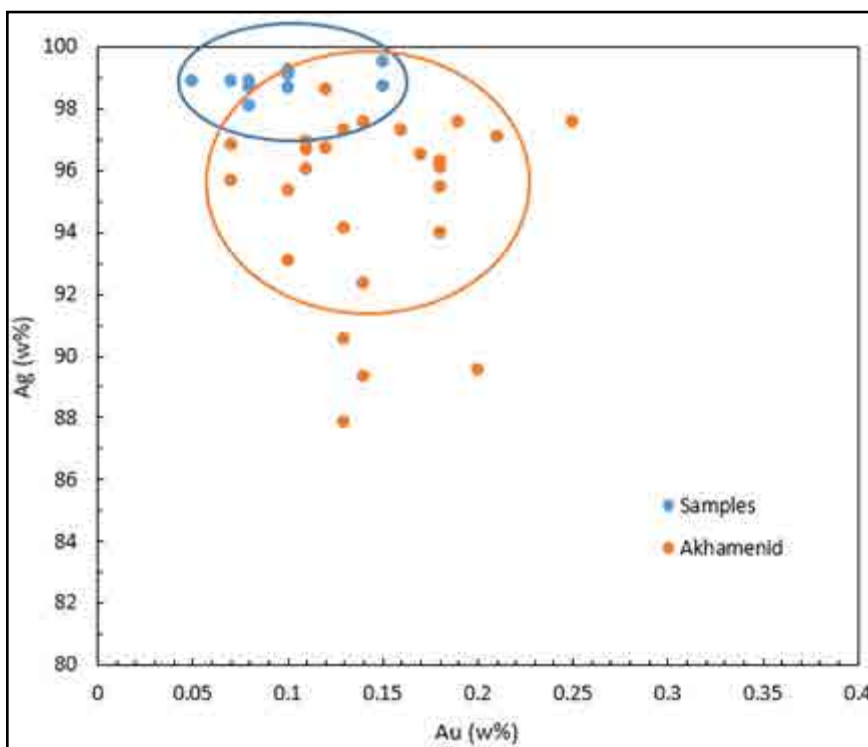
نوع عنصر				نوع آنالیز	نمونه
Pb	Au	Ag	Cu		
۰/۲۶	۰/۰۹	۹۸/۸۸	۰/۷۵	PIXE	سکه‌های مورد مطالعه
۰/۵۸	۰/۱۵	۹۵/۰۱	۲/۱۴	PIXE	اصل هخامنشی

جدول ۴. میزان متوسط (%) عناصر فلزی موجود در سکه‌های مورد مطالعه و سکه‌های اصل هخامنشی (نگارندگان، ۱۳۹۵).

درصد طلا بر نقره، معرف فناوری استخراج سنگ معدن نقره است و اختلاف درصد آن معرف این است که از معادن نقره‌ی مختلف جهت ضرب سکه استفاده شده است. از نتایج آنالیز عنصری می‌توان چنین نتیجه گرفت که میزان نسبت طلا در نمونه‌ها تقریباً نزدیک به هم بوده که این خود نشان‌دهنده‌ی منابع یکسان استخراج سنگ معدن این نمونه‌ها است. چنانچه نحوه‌ی پراکندگی طلا در فلز نقره یکسان باشد، سنگ معدن به‌کار رفته از یک معدن می‌باشد، اما اگر این مقدار متفاوت باشد می‌تواند نشانگر منشأ مختلف جغرافیایی باشد (خادمی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۷).

با مقایسه‌ی غلظت متوسط نقره در نمونه‌ها با سکه‌های اصل هخامنشی دیده می‌شود که میانگین عیار نقره‌ی سکه‌ها در حدود ۳/۸۷ درصد بیش از میزان آن در سکه‌های اصل می‌باشد. از طرف دیگر، نمودار پراکندگی عناصر نقره و طلا در هر دو دسته از سکه‌ها وضعیت مشابه و تقریباً یکسانی نشان می‌دهد (شکل ۱) که

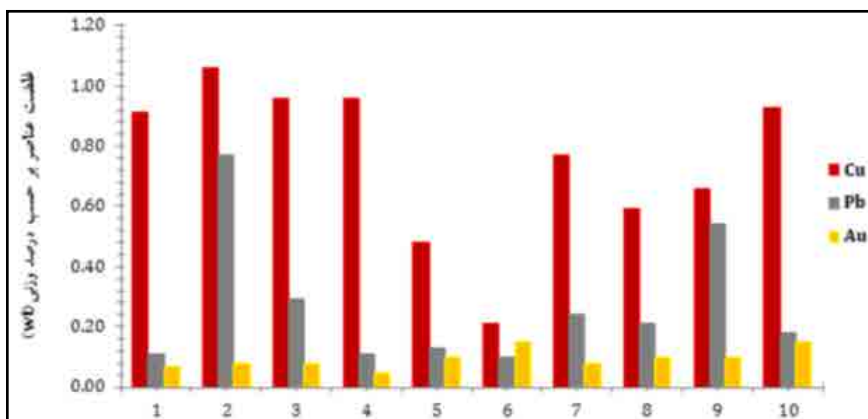
این الگوی مشابه پراکندگی به همراه میزان بالای نقره در سکه‌های مورد مطالعه می‌تواند نشان از شرایط سیاسی و اقتصادی مساعد و وجود یک استاندارد در میزان نقره‌ی سکه‌ها در زمان ضرب باشد. در نتیجه می‌توان گفت که سکه‌های مورد مطالعه با این میزان بالای نقره از نظر سنگ معدن اولیه و شرایط ضرب در شرایط یکسانی قرار دارند.



► شکل ۱. نمودار پراکندگی میزان عناصر نقره و طلا در نمونه‌های مورد مطالعه و سکه‌های اصل هخامنشی (نگارندگان، ۱۳۹۵).

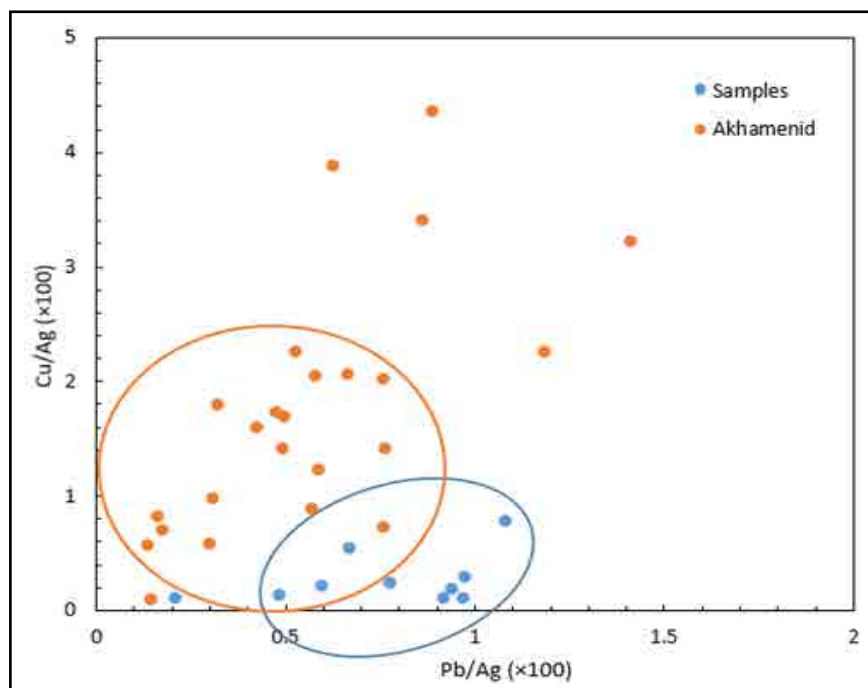
بررسی پراکندگی عناصر فرعی سکه‌ها براساس نتایج آنالیز عنصری

الگوی پراکندگی عناصر فرعی موجود در نمونه‌ی سکه‌ها نیز می‌تواند نمایانگر منبع یکسان سنگ معدن به‌کاررفته برای تهیه و ضرب آن‌ها بوده و نشان از اصالت سکه‌های مورد نظر باشد. شکل ۲ میزان غلظت این عناصر را در نمونه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.



► شکل ۲. نمودار غلظت عناصر مس، طلا و سرب در نمونه‌های مورد مطالعه (نگارندگان، ۱۳۹۵).

از بین نمودارهای پراکندگی عناصر فرعی موجود در سکه‌های نقره، نمودار پراکندگی مس و سرب در شکل ۳ آورده شده است. همان طوری که در شکل دیده می‌شود، پراکندگی عناصر سرب و مس در سکه‌های نقره‌ای مورد مطالعه هم پوشانی خوبی با پراکندگی این عناصر در سکه‌های اصل هخامنشی دارد که می‌تواند نشان دهنده‌ی سنگ معدن یکسان به کار رفته در تهیه و ضرب این سکه‌ها باشد. براساس یافته‌های نظافتی و پرنیشکا (Nezafati & Pernicka, 2012) معادن متعددی در ایران باستان برای استحصال نقره‌ی مورد استفاده قرار می‌گرفتند که از آن میان می‌توان به معدن سرب دونا (میزان نقره ۵۰۰-۲۰۰ ppm)، معدن سرب نخلک (میزان نقره ۲۴۷-۲۵ ppm)، و معدن سرب و نقره شاکین اشاره نمود. با توجه به این که محتوای نقره در معادن مختلف متفاوت می‌باشد، می‌توان به منشأیابی سنگ معدن مورد استفاده در تهیه این سکه‌ها نیز اقدام نمود.



شکل ۳. نمودار پراکندگی میزان عناصر مس و سرب در نمونه‌های مورد مطالعه و نمونه‌های اصل هخامنشی (نگارندگان، ۱۳۹۵).

لازم به ذکر است که درصد بالای عنصر نقره باعث کاهش عنصر مس می‌شود؛ زیرا در استخراج نقره عنصر مس کمتر از ۰/۰۱ درصد باقی می‌ماند و افزایش بالاتر از این مقدار در این سکه‌ها نشان می‌دهد که مس به عنوان عنصر شیمیایی اضافه شده و به احتمال فراوان با هدف سخت‌تر نمودن آلیاژ به کار رفته است (Kohler, 2010).

نمونه‌هایی که کمتر از ۰/۰۱٪ مس دارند به نظر نمی‌رسد که عمده‌اً مس به آن‌ها اضافه شده باشد و احتمالاً به عنوان نقره‌ی خالص به ضرابخانه‌ها ارائه می‌شدند. نمونه‌هایی با مس بیش از ۲٪ به احتمال قوی نمایانگر تضعیف عمدی نقره با اضافه کردن مقدار کمی مس می‌باشد که ممکن است به علت عدم به دست آوردن نقره‌ی خالص در مراحل تصفیه بوده، یا این که در نتیجه‌ی ذوب کردن خورده‌ی

نقره با کیفیت‌های متفاوت و مخلوط نمودن آن‌ها با ترکیب اصلی باشد. همچنین، ناخالصی طلا نیز ناشی از سنگ معدن مورد استفاده برای استحصال نقره می‌باشد که وجود این عنصر هرچند به مقدار ناچیز در نمونه‌ها، می‌تواند نشان اصالت آن‌ها باشد (خادمی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۷). با توجه به این‌که تغییرات عیار در دوره‌ی هخامنشی کم می‌باشد (اولیائی و همکاران، ۱۳۹۴ الف: ۵۰) می‌توان نتیجه گرفت که به احتمال زیاد سکه‌های مورد بررسی از سنگ معدن یک مکان خاص استخراج شده است.

بررسی نقوش سکه‌های مورد مطالعه

در این بخش به بررسی نقوش نمونه‌های مورد مطالعه به صورت مقایسه با سکه‌های شکل هخامنشی پرداخته شده است. همان‌طوری‌که در مقدمه نیز ذکر شد، سکه‌های شاهی هخامنشی، عموماً دارای طرح شبیه به هم می‌باشند و تنها تصویر هر شاهنشاه با دیگری تفاوت دارد که موجب شناختن آن‌ها از یکدیگر می‌شود. بر روی سکه تصویر نیم‌تنه‌ی شاهنشاه، کمان به دست نقش بسته و یا تصویر شاهنشاه که به صورت کماندار پارسی، ترکش بر پشت، یک زانو به زمین زده و با یک دست زوبین را گرفته و با دست دیگر کمان را می‌کشد، دیده می‌شود و در نوع دیگر شاهنشاه کمان به دست و در حال دویدن است و با دست دیگر نیزه را که مایل به زمین است نگه داشته است.

در بررسی سکه‌های مورد مطالعه نیز نقوش مشابهی دیده می‌شوند. سکه‌ی شماره‌ی ۱ بسیار شبیه سکه‌های شکل بوده و حاوی نقش اُردشیر دوم با تاج کوتاه پنج‌دندانه به سر، ریش دو شاخه، چشم‌های بسیار بزرگ و برجسته می‌باشد و تنه‌ی شاه طوری نقش شده که گویی کمر ندارد. در این سکه دو صفحه‌ی فلزی بر هر بازو، زانوی راست بر زمین، خنجر در دست راست و کمانی در دست چپ نیز قابل مشاهده است.

نقوش سکه‌های شماره‌ی ۲، ۴ و ۵ تقریباً نامشخص است، اما با توجه به تاج چهار دندانه و عدم ظرافت و زیبایی در ضرب که به خاطر دوره‌ی کوتاه پادشاهی می‌باشد و با عجله و بی‌دقتی همراه بوده است، نمونه‌ها به سکه‌های دوران ارشک شباهت دارد. ارشک با سر بسیار بزرگ، لب‌های قله‌ای، بینی بزرگ و کمی برآمده، سه تیر بر تیردان در پشت، در حال راه رفتن با زانوان خمیده، خنجر نیلوفری شکل در دست راست و کمان در دست چپ دیده می‌شود که نمونه‌ی ۳ نیز تقریباً حاوی این مشخصات می‌باشد.

نقوش سکه‌های شماره‌ی ۶، ۸، ۹ و ۱۰ احتمالاً داریوش سوم، با تاج کوتاه که دندانه‌های آن ناپیداست ریش و موی متوسط، تیردان با سه تیر، در حال راه رفتن با زانوی خمیده، نیزه در دست راست و کمان در دست چپ، می‌باشد. نقش سکه‌ی شماره‌ی ۷ نیز احتمالاً خشایارشا، به وضع کماندار پارسی که یک زانو بر زمین زده و دارای تاج کوتاه پنج‌دندانه و کوتاه‌تر از تاج داریوش، گونه‌ی برآمده، ریش بلند و باریک می‌باشد.

اگرچه با توجه به تعداد کم سکه‌ها، نمی‌توان الگوی مطالعاتی دقیقی در مورد نقوش به‌کار رفته در سکه‌ها ارائه داد، اما در بررسی نقوش سکه‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با نقوش سکه‌های نقره‌ی هخامنشی اصل می‌توان شباهت معنی‌داری در نقوش هر دو گروه از نمونه‌ها مشاهده کرد. همچنین، با اندازه‌گیری وزن نمونه‌های مورد مطالعه که مقادیر همگی آن‌ها در بازه‌ی $5/5 \pm 0/2$ g تعیین شده‌اند، می‌توان به استاندارد بودن وزن آن‌ها و در نتیجه، اصالت سکه‌ها پی برد.

نتیجه‌گیری

از نتایج آنالیز عنصری PIXE صورت گرفته بر روی سکه‌های مورد مطالعه و مقایسه‌ی نتایج حاصل با نتایج مربوط به سکه‌های اصل هخامنشی موزه‌ی ملی ایران باستان می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سکه‌های مورد مطالعه با سکه‌های هخامنشی موزه شباهت زیادی دارند؛ به طوری که، مقدار نقره به‌عنوان معیاری از اصالت سکه‌ها به اندازه‌ی کافی بالا بوده و نمودار پراکندگی عناصر فرعی، شامل طلا، مس و سرب موجود در نمونه‌ها، که می‌تواند به‌عنوان نشانه‌ای از یکسان بودن سنگ معدن به‌کار رفته برای تهیه‌ی سکه‌ها باشد نیز همپوشانی قابل توجهی دارد. نمودار پراکندگی عناصر نقره و طلا نیز در هر دو دسته از سکه‌ها وضعیت مشابه و تقریباً یکسانی نشان می‌دهد؛ این الگوی مشابه پراکندگی نشانگر آن است که نمونه‌ها از نظر سنگ معدن اولیه و شرایط ضرب در شرایط یکسانی قرار دارند. علاوه بر آن، در بررسی نتایج آنالیز عنصری نمونه‌ها و مقایسه‌ی آن با نتایج ۲۷ نمونه‌ی اصلی هیچ تغییری در میزان عناصر اصلی یا فرعی که دال بر ساخت سکه‌ها در دوران متأخر باشد، دیده نشده است. در بررسی نقوش سکه‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با نقوش سکه‌های نقره‌ی هخامنشی اصل نیز می‌توان شباهت معنی‌داری در نقوش هر دو گروه از نمونه‌ها مشاهده کرد؛ به طوری که در هر دو گروه، نقوش شامل تصویر نیم‌تنه‌ی شاهنشاه که کمان به‌دست دارد و یا تصویر شاهنشاه که به‌صورت کماندار پارسی، ترکش بر پشت، یک زانو به زمین زده و با یک دست زوبین را گرفته و با دست دیگر کمان را می‌کشد، دیده می‌شود. همچنین، با اندازه‌گیری وزن نمونه‌های مورد مطالعه که مقادیر همگی آن‌ها در بازه‌ی $5/5 \pm 0/2$ g تعیین شدند، می‌توان به استاندارد بودن وزن آن‌ها و در نتیجه، اصالت سکه‌ها پی برد.

سپاسگزاری

نویسندگان لازم می‌دانند که از مسئولین دانشگاه هنر اسلامی تبریز به‌خاطر تمامی حمایت‌های مادی و معنوی صورت گرفته قدردانی نمایند. همچنین، از مسئولین مجموعه‌ی میراث فرهنگی استان فارس به‌دلیل در اختیار گذاشتن نمونه‌های مورد مطالعه قدردانی می‌گردد.

کتابنامه

- افتخاری، یوسف، ۱۳۹۳، سکه‌شناسی شاهان هخامنشی، چاپ اول، تهران: پازینه.
- اولیایی، پروین؛ آفریده، حسین؛ و آقاعلی‌گل، داوود، ۱۳۹۴ الف، «تحلیل عنصری سکه‌های نقره‌ی هخامنشی و اشکانی با استفاده از روش آنالیز PIXE»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره‌ی ۸، دوره‌ی پنجم، صص: ۳۹-۵۲.
- اولیایی، پروین؛ آفریده، حسین؛ و آقاعلی‌گل، داوود، ۱۳۹۴ ب، «مطالعه‌ی آماری سکه‌های نقره‌ی هخامنشی، اشکانی و ساسانی با استفاده از آنالیز عنصری به روش پیکسی»، مطالعات باستان‌شناسی، دوره‌ی ۷، شماره‌ی ۱، صص: ۱۷-۲۸.
- اومستد، ا. ت.، ۱۳۸۳، تاریخ شاهنشاهی هخامنشی، ترجمه‌ی محمد مقدم. تهران: انتشارات علمی فرهنگی.
- بابلون، ارنست، ۱۳۸۸، سکه‌های ایران در دوران هخامنشی، ترجمه‌ی ملک‌زاده بیانی و خانبایا بیانی، چاپ اول، تهران: پازینه.
- حاج‌ولیئی، مهدی؛ محمدی‌فر، یعقوب؛ قیاسی، کی‌آرش؛ لامعی‌رشتی، محمد؛ و اولیایی، پروین، ۱۳۸۸، «مطالعه و تحلیل ۳۰ سکه‌ی نقره‌ای دوره‌ی ساسانی موزه‌ی همدان با استفاده از روش PIXE»، مطالعات ایرانی، شماره‌ی ۱۶، صص: ۱۴۱-۱۵۰.
- حاجی‌ولیئی، مهدی؛ و سودایی، بیتا، ۱۳۹۴، «به‌کارگیری روش طیف‌سنجی فلورسانس اشعه‌ی ایکس (WDXRF) در مطالعه‌ی سکه‌های نقره‌ای ساسانیان»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره‌ی ۹، دوره‌ی ۵، صص: ۱۶۳-۱۷۴.
- خادمی‌ندوشن، فرهنگ؛ نایب‌پور، محمد؛ و سودایی، بیتا، ۱۳۹۰، «شناسایی منابع فلزی استحصال نقره برای ضرب سکه‌های اشکانی در استان ماد بزرگ با روش PIXE»، مطالعات باستان‌شناسی، دوره‌ی ۳، شماره‌ی ۱، صص: ۷۹-۸۸.
- خادمی‌ندوشن، فرهنگ؛ محقق، مریم؛ هژبری‌نوبری، علیرضا؛ و مسجدی‌خاک، پرستو، ۱۳۹۴، «بررسی اوضاع سیاسی-اقتصادی حکومت اشکانیان در سال‌های ۲-۵۷ ق.م. (دوران پادشاهی اُرد دوم و فرهاد چهارم) براساس مطالعه‌ی ترکیبات شیمیایی سکه‌های نقره با روش آزمایشگاهی PIXE»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، دوره‌ی پنجم، شماره‌ی ۸، صص: ۵۳-۶۶.
- داندامایوف، م. ا.، ۱۳۵۸. تاریخ سیاسی و اقتصادی هخامنشیان، ترجمه‌ی میرکمال نبی‌پور، تهران: نشر گستره.
- رازانی، مهدی؛ و نصیرزاده، بهناز، ۱۳۹۱، جعل و تقلب در آثار باستانی و هنرهای تجسمی (مفاهیم، گونه‌شناسی، سرنوشت قانونی و روش‌های بررسی)، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- سبزعلی، مهدی؛ گودرزی، علیرضا؛ خزایی‌کوهپیر، مصطفی؛ و فرهنگ‌خادمی، ندوشن، ۱۳۸۹، «مطالعه‌ی وضعیت اقتصادی اشکانیان در دوران مهرداد اول و دوم، براساس آزمایش سکه‌های نقره (یک درهمی) به‌وسیله‌ی دستگاه XPS»، پیام‌باستان‌شناس، سال هفتم، شماره‌ی ۱۳، صص: ۹۱-۲۰۰.

- کوکوتایلو، رابرت، ۱۳۹۰، ضرب جدید سکه‌های باستانی و روش شناخت سکه‌های اصل و جعلی، چاپ اول، تهران: پازینه.
- محمودآبادی، سید اصغر؛ و هراتیان، احمد، ۱۳۸۸، «شکل یا سیکل (نظریه‌ای جدید درباره‌ی وزن سکه‌ی نقره‌ی دوران هخامنشی)»، تاریخ اسلام و ایران، سال ۱۹، شماره‌ی ۳، صص: ۱۵۹-۱۴۵.
- ملك زاده بیانی، ملكه، ۱۳۸۹، تاریخ سکه از قدیمی‌ترین ازمه تا دوران ساسانیان، چاپ هشتم، تهران: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

- Caley, E., 1955, "Chemical composition of Parthian coins, numismatic notes and monographs". *American Numismatic Society* 129: 1-49, Cambridge.

- Kohler, B., 2010, *The Seventh century Islamic Gold standard Economic viewpoints*. Oxford, Blackwell.

- Masjedi, P.; Khazaiekouhpar, M.; Hajivaliei, M. & Khadmi Nadooshan, F., 2013, "Elemental analysis of Ilkhanid period coins by PIXE, A case study on king Ghaxan silver coins". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 13(2): 88-83.

- Meyers, P., 2003, "Production of silver in antiquity: ore type identified based upon elemental composition of ancient silver artifacts". In: *Patterns and process: a festschrift in honor of Dr. Edward V. Sayre*. (Lamdertue vanzelset) Ed. 271-288. Smithsonian Center for Materials Research and Education, Washington, D.C.

- Nezafati, N. & Pernicka, E., 2012, "Early silver production in Iran". *Iranian Archaeology* 3, 38-45.

- Sodaei, B.; Hajivaliei, M. & Khademi Nadooshan, F., 2013a, "Possible sources for extraction of silver by comparison of Parthian and Sasanian coins in Mede Satraps". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 13(1): 161-170.

- Sodaei, B.; Masjedi Khak, P. & Khazaie, M., 2013b, "A study of Sasanian silver coins employing the XRF technique". *Interdisciplinaria archaeologica Natural Sciences in Archaeology* 4(2): 211-215.