

تحلیلی بر سکه‌های ناصرالدین‌شاه قاجار ضرب شده در هرات با استفاده از تجزیه عنصری پیکسی

حسین کوهستانی‌اندرزی^۱

زهره جوزی^۲

زهره نصراللهی^۳

محمدامین سعادت‌مهر^۴

مریم یاغی‌زهی^۵

هانیه حسین‌نیا امیرکلایی^۶

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

شماره صفحه: ۱۱۵-۱۴۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۶

چکیده

پس از مرگ ناگهانی یارمحمدخان ظهیرالدوله (۱۲۵۸-۱۲۶۷ق.)، به سال ۱۲۶۷ق.، هرج و مرج فراوانی در هرات پدید آمد. در دل این آشفتگی‌ها، افراد زیادی تحت امر دولت ایران و خارج آن، به قدرت رسیدند و در نهایت دوست‌محمدخان بارکزیایی (۱۲۵۸-۱۲۸۰ق.) به سال ۱۲۷۹ق.، هرات را برای همیشه از ایران جدا ساخت. در خلال آشفتگی‌های هرات (۱۲۶۷-۱۲۸۰ق.)، سکه‌هایی نیز به نام ناصرالدین‌شاه (۱۲۶۴-۱۳۱۳ق.) در تاریخ‌های ۱۲۶۹ و ۱۲۷۳-۱۲۷۹ق. در این شهر به ضرب رسید. توجه بیشتر بدین سکه‌ها دو مسأله را به همراه دارد، یکی آن‌که نظام پولی

1. استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه بیرجند

2. استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

3. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه باستان‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

4. دانشجوی دکتری گروه باستان‌شناسی دانشگاه مازندران، نویسنده مسؤول

5. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه باستان‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

6. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه باستان‌شناسی دانشگاه مازندران

hkoolestani@birjand.ac.ir

zj332244@gmail.com

z.nasrolahi93@gmail.com

ma.saadatmehr@gmail.com

maryamyaghezahi1397@gmail.com

hanieamiri7@gmail.com

عصر ناصری از ساختار خاصی پیروی نمی‌کرد و سکه‌های هر محل با عیارهای متفاوت به ضرب می‌رسید و دیگری آن‌که معمولاً در دوران‌های پرتنش، قدرت اقتصادی هر شهر تضعیف می‌گشت و عیار سکه نیز بدان واسطه بسیار پایین می‌آمد. بنابراین تجزیه عنصری سکه‌های این دوره با استفاده از شیوه پیکسی به دلیل سرعت، دقت بالا و غیرمخرب بودن آن، می‌تواند تحلیل خوبی از این اوضاع ارائه دهد. از این‌رو، برای مطالعه در این امر تعداد ۲۱ سکه در نه تاریخ متفاوت، مورد تجزیه عنصری قرار گرفت. در نتیجه مشخص شد که عیار نقره این سکه‌ها بالاتر از ۹۰٪ بوده که در مقایسه ضرابخانه‌های اصلی، یعنی مشهد (۸۴٪)، تبریز (۸۲٪)، طهران (۹۰٪)، اصفهان (۸۴٪)، و شیراز (۹۰٪)، در جایگاه بالایی قرار می‌گرفته و این نشان دهنده تابعیت ضرابخانه هرات از نظام اصلی ضرب سکه، یعنی نظام تهران بوده که حتی در اوج تنش‌ها هم، از عیار این سکه‌ها کسر نگردیده است. در پایان نیز اطلاعات ارزشمندی از نحوه عیار زدن فلز سکه‌ها با فلزات مس و آهن و نوع معادن نقره مورد استفاده، یعنی معادن سروریت به دست آمد.

واژگان کلیدی: هرات، سکه‌شناسی، ناصرالدین‌شاه قاجار، آزمایش پیکسی، باستان‌سنجی

مقدمه

با کشته‌شدن نادرشاه افشار (۱۱۴۸-۱۱۶۰ ق.) و به واسطه عدم ثبات سیاسی در عصر جانشینان او، افغان‌های درآنی بر هرات مسلط شدند. (جوان لاجی، لعل شاطری و سرافرازی، ۱۳۹۶: ۸۴). پس از سپری شدن دوران حکومت کامران‌میرزا درآنی (۱۲۴۵-۱۲۵۸ ق.) به سال ۱۲۵۸ ق. یارمحمدخان رسماً به حکومت هرات رسید و در سال ۱۲۶۵ ق. به اطاعت ناصرالدین‌شاه قاجار درآمد و از او لقب ظهیرالدوله گرفت. مرگ ناگهانی یارمحمدخان در سال ۱۲۶۷ ق. ضربه بزرگی بر امنیت هرات وارد نمود. پس از او، پسرش صیدمحمدخان (۱۲۶۷-۱۲۷۲ ق.)، محمدیوسفخان (۱۲۷۱-۱۲۷۳ ق.)، حسام‌السلطنه والی خراسان (۱۲۷۳ ق.) و سلطان احمدخان (۱۲۷۳-۱۲۷۹ ق.) تحت امر دولت ایران به قدرت رسیدند و در نهایت با غلبه دوست‌محمدخان بارکزیایی در سال ۱۲۷۹ ق. حاکمیت سیاسی ایران بر هرات، برای همیشه پایان یافت.

هرات در بستر تاریخی ایران، پیوسته یکی از نقاط دارای اهمیت از ابعاد گوناگون سیاسی، نظامی، فرهنگی و بویژه اقتصادی محسوب می‌گردید و از دوران اشکانی، سکه‌های فراوانی با نام این شهر تابع نظام پولی حکومت به ضرب رسیده است (عقیلی، ۱۳۷۷: ۳۶۳-۳۶۴). در گذشته حاکمیت‌ها در جهت تضمین ارزش پول، براساس محتوای فلزی قوانین وضع کرده و کارگزاری برای آنها تعیین می‌کردند. نظام پولی در دوره قاجار نیز بر پایه قوانین عصر صفوی بنا شد، اما این نظام در عصر ناصری بسیار آشفته شد، تا آنجا که سکه‌ها گونه‌ای محلی به حساب می‌آمدند. در هر شهر قران‌های نقره با عیارهای متفاوت به ضرب می‌رسید و نرخ تبدیل آنان با تومان‌های طلا بسیار متفاوت بود. در واقع، پول‌های رایج در یک شهر با همان ارزش در شهرهای دیگر پذیرفته نمی‌شد و فقط در صورت کسر مبلغی با عنوان نرخ تسعیر، قابل پذیرش و تبدیل بود (مته، فلور و کلاوسون، ۱۳۹۶: ۲۸۱-۲۸۲). شهر هرات نیز از این دایره خارج نبوده و قران‌های نقره فراوانی، بین سال‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳-۱۲۷۹ ق. به ضرب رسانده بود.

در اینجا سکه‌ها را می‌توان سندی ارزشمند و بهترین داده‌های باستان‌شناختی دانست، زیرا مانند متون تاریخی با هدف خوانش آیندگان پدید نیامده است (کیان‌زادگان و دیگران، ۱۳۹۸: ۱۸۲). از این‌رو، تجزیه عنصری سکه‌های این دوره، بویژه با استفاده از تجزیه عنصری پیکسی^۱ می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره شرایط سیاسی-اقتصادی در اختیار گذارد، تا تحلیل بهتری از شرایط دوران مورد پژوهش به دست آید (Beck, et al., 2004: 153-154). سکه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، متعلق به مجموعه شخصی سیدحسن سادات‌رضوی (حیدرآباد هند) بوده که به رسم امانت در اختیار نگارندگان قرار گرفته است. سکه‌های ناصرالدین‌شاه ضرب هرات در تاریخ‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳-۱۲۷۹ ق. (به انضمام سکه‌ای با تاریخ اشتباه ۱۲۸۷ ق.) به ضرب رسیده‌اند که در مجموع نه سکه متفاوت از منظر تاریخ ضرب را در بر می‌گیرد. از این‌رو، از هر تاریخ ضرب، دو سکه و از تاریخ‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳ و ۱۲۷۹ ق. سه سکه برای آزمایش در

نظر گرفته شد که در مجموع تعداد ۲۱ سکه در مؤسسه فیزیک بوبانسور^۱ (ایالت اوریسا، هند) مورد آزمایش پیکسی قرار گرفت.

از آنجا که نظام پولی عصر ناصری از ساختار خاصی پیروی نمی‌کرد و سکه‌های هر محل با عیارهای متفاوت به ضرب می‌رسید، دو پرسش مطرح می‌شود:

۱- مقدار خلوص نقره سکه‌های ضرب شده در هرات چگونه بوده و سیر تغییرات آن چگونه رقم خورده است؟

۲- سکه‌های شهر هرات از نظر میزان خلوص نقره، در جایگاه شهری پرتنش، در برابر شهرهای اصلی ایران، نظیر مشهد، تبریز، تهران، اصفهان، و شیراز چگونه بوده است؟

در این نوشتار، سعی بر آن بوده که علاوه بر تلفیق نگاه‌های تاریخی و اطلاعات سکه‌شناسی، به تجزیه عنصری پیکسی سکه‌های ناصرالدین‌شاه ضرب هرات در تمامی تاریخ‌های ضرب پرداخته شود، تا تحلیلی از نحوه عملکرد و تعهد این ضرابخانه به نظام مرکزی ضرب مسکوکات ارائه گردد و قدرت اقتصادی آن در قیاس با سایر شهرهای پراهمیت سنجیده شود.

روش پژوهش

در پژوهش داده‌های باستانی و ترکیبات عنصری آنها، روش‌های متفاوتی نظیر پراش پرتو ایکس^۲، فلورسانس پرتو ایکس^۳، انتشار اشعه ایکس ناشی از ذرات^۴، طیف‌سنجی جذب اتمی^۵، تجزیه فعال‌سازی نوترونی^۶ و غیره استفاده می‌شود (خادمیندوشن و دیگران، ۱۳۹۴: ۵۴). در این پژوهش از میان سایر شیوه‌های تجزیه عنصری، از شیوه پیکسی به دلیل سرعت، دقت بالا و از همه مهم‌تر غیرمخرب بودن آن (Linke, Schreiner & Demortier, 2004: 173)، برای مطالعه سکه‌ها استفاده شده است. این شیوه انواع گوناگونی نظیر پیکسی متعارف، پیکسی با

1. Institute of Physics, Bhubaneswar (IOPB)
2. X-Ray Diffraction (XRD)
3. X-Ray Fluorescence (XRF)
4. Particle-Induced X-Ray Emission (PIXE)
5. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)
6. Neutron Activation Analysis (NAA)

باریکه خارجی^۱، میکروپیکسی^۲، و فلورسانس پرتوی ایکس ناشی از پروتون^۳ را برای مطالعات باستان‌سنجی ارائه می‌دهد (لامعی‌رشتی، ۱۳۸۲: ۷۵-۹۲). بنابراین پایه این پژوهش بر پیکسی متعارف قرار گرفت و این شیوه، روشی معمول برای تجزیه عنصری نمونه‌های همگن، مانند سکه‌ها محسوب می‌شود. در نمونه‌های همگن، اجزای آن به صورت یکنواخت پراکنده شده‌اند و در صورت غیرهمگن بودن نمونه‌ها، می‌توان از روش‌های دیگر، مانند میکروپیکسی و غیره استفاده نمود (اسماعیل‌زاده‌کیوی، ۱۳۹۲: ۲۸).

پیشینه پژوهش

با تأسیس بانک شاهنشاهی ایران و معلوم نبودن ارزش دقیق سکه‌های نقره ضرابخانه‌های محلی، رابینو (Rabino, 1892: 1-56) رئیس وقت بانک شاهنشاهی، شخصی به نام پیکن^۴ را مأمور به تجزیه عنصری قران‌های نقره عصر ناصری نمود، تا فهرستی از ارزش واقعی سکه‌های نقره نسبت به فرانک فرانسه تهیه کند. پیکن از بیشتر ضرابخانه‌های محلی، سکه‌ای تهیه نموده، آنها را با روش‌های سنتی مورد تجزیه قرار داد و رابینو نیز نتایج آن را در مقاله‌ای با عنوان "بانکداری در ایران"^۵ در سال ۱۸۹۲ میلادی (۱۳۰۹ق.) به چاپ رسانید. از این‌رو، تاکنون در مورد تجزیه عنصری سکه‌های عصر ناصری با روش پیکسی پژوهشی صورت نگرفته است، اما از منظر رویکردی این مقاله، مقاله‌ای مشابه با عنوان "تجزیه عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به روش پیکسی، مطالعه موردی: سکه‌های گنجینه پیروزگت کشف‌شده از روستای تیس چابهار"، به چاپ رسیده (کیان‌زادگان و دیگران، ۱۳۹۸: ۱۸۱-۱۹۶) که تحلیل‌های آن به مانند این مقاله بر عناصر نقره، مس، و آهن استوار بوده و اشاره‌ای نیز به عناصر سرب و طلا در تعیین نوع

1. External PIXE
2. MicroPIXE
3. Proton-Induced X-Ray Fluorescence (PIXRF)
4. Pecan
5. Banking in Persia

معادن سروزیت^۱ و گالنا^۲ داشته است.

هرات در عصر ناصری

با به سلطنت نشستن ناصرالدین شاه قاجار در سال ۱۲۶۴ق. و با آگاهی یافتن یارمحمدخان سدوزایی از این جلوس، میرزا بزرگ قرایی را به منظور ابراز اطاعت روانه تهران کرد. به دستور ناصرالدین شاه در سال ۱۲۶۵ق. مرادمیرزا ملقب به حسام السلطنه به حکومت خراسان و یارمحمدخان با لقب ظهیرالدوله به حکومت هرات منصوب گشتند (شمیم، ۱۳۸۴: ۱۵۴). اما مرگ ناگهانی یارمحمدخان در سال ۱۲۶۷ق. در حالی که از مأموریت موفقیت آمیز خود از سیستان به هرات بر می گشت، ضربه بزرگی بر این سیاست وارد آورد (متولی حقیقی، ۱۳۸۳: ۲۴۲؛ هوشنگ مهدوی، ۱۳۶۹: ۲۷۲؛ آدمیت، ۱۳۴۸: ۶۱۶-۶۱۷؛ نصر، ۱۳۶۳: ۲۵۲).

پس از او فرزندش صیدمحمدخان جانشین وی شد و نسبت به پادشاه ایران، اظهار اطاعت نمود. دولت انگلیس که از روابط نزدیک صیدمحمدخان با دولت ایران ناراضی بود، درصدد برانداختن امیر هرات برآمد و مدعیانی برای او درست کرد. در شورش که در اوایل سال ۱۲۷۲ق. رخ داد، صیدمحمدخان کشته شد و نیروی دوست محمدخان بارکزیایی به حوالی آن شهر رسید. ناصرالدین شاه درصدد برآمد قبل از آن که هرات به دست دوست محمدخان بیفتد، آن شهر را نجات دهد. بنابراین به حسام السلطنه (مرادمیرزا) والی خراسان دستور حمله به هرات را صادر کرد (هوشنگ مهدوی، ۱۳۶۹: ۲۷۲).

عضدقاجار (۱۳۷۶: ۱۹۴) در مورد صیدمحمدخان، نظر دیگری دارد و می گوید: «پس از مرگ یارمحمدخان در سال ۱۲۶۷ق.، فرزندش صیدمحمدخان بر جای وی نشست. اما چون مردی بی رحم و ستمکار بود، اهالی هرات در سال ۱۲۷۲ق. هنگامی که وی در هرات نبود، محمدیوسف میرزا را که در مشهد اقامت داشت و در واقع یک ایرانی بود، به آنجا طلبیدند و وی را به عنوان حاکم هرات به امارت منصوب کردند. او نیز بعد از به دست گرفتن قدرت در هرات، اعلام اطاعت از دربار ایران

1. Cerussite
2. Galena

کرد». شیبانی (۱۳۶۶: ۱۱) نیز در منتخب‌التواریخ همین نظر را تأیید می‌کند.

اما محمدیوسف میرزا بعدها سر از اطاعت ایران پیچید و هنگامی که خبر خیانت او به حسام‌السلطنه رسید، وی شخصاً به سوی هرات حرکت کرد و شهر را محاصره کرد. هرات از رمضان تا صفر ۱۲۷۳ق. در محاصره سپاه ایران بود. حسام‌السلطنه با وجود تهدیدهای انگلستان، به محاصره شهر ادامه داد، تا این‌که توانست شهر هرات را فتح کند (عضدقاجار، ۱۳۷۶: ۱۹۵). حسام‌السلطنه در ربیع‌الاول همان سال در هرات به نام ناصرالدین‌شاه خطبه خواند و فرمان شاه را مبنی بر الحاق مجدد هرات به حکومت مرکزی ایران اعلام نمود (شمیم، ۱۳۸۴: ۱۷۱-۱۷۲).

سپاه حسام‌السلطنه پس از فتح هرات، چون به‌عنوان فاتح وارد هرات شده بودند، رفتار غرورآمیزی نسبت به اهالی شهر داشتند. در پی این فتح، انگلیس که منافع خود را در خطر می‌دید، به دولت ایران اعلان جنگ داد. ناوگان انگلیسی مرکب از هشت کشتی جنگی وارد خلیج فارس شده، جزیره خارک را تصرف گردید، سپس از طریق بوشهر وارد خاک ایران شد و بعد از آن نیز به خوزستان حمله نمود. ناصرالدین‌شاه که دید توان مقابله با انگلیسی‌ها را ندارد، صلح نمود و دستور تخلیه هرات را داد (هوشنگ‌مهدوی، ۱۳۶۹: ۲۷۳-۲۷۵).

حسام‌السلطنه مصمم به حفظ هرات بود، حاضر به تخلیه آن نشد و با دسیسه‌های میرزا آقاخان نوری روبه‌رو شد. میرزا آقاخان صدراعظم که تصمیم گرفته بود، هرات را به دولت انگلیس واگذار کند، در جواب حسام‌السلطنه می‌نویسد: «معلوم می‌شود شما را خیال سلطنت و پادشاهی به‌سر افتاده که به هرات مانده، جواب تعلیقه دولت را این‌طور داده‌اید، اگر خود را جزء دولت ایران و خیرخواه پادشاه می‌دانید، بزودی هرات را تخلیه نموده، به مشهد برگردید» (محمود، ۱۳۵۳، ج ۲: ۷۱۷).

این فتح در صورتی انجام گرفت که در سال ۱۲۶۹ق. میرزا آقاخان با انگلستان معاهده‌ای را به امضا رسانیده بود که طی آن، دولت ایران پذیرفته که از هر نوع دخالتی در امور داخلی هرات دوری کند و از ادعای حاکمیت بر آن دست بردارد (متولی حقیقی، ۱۳۸۳: ۲۵۲؛ آدمیت، ۱۳۴۸: ۶۳۷-۶۳۶)، یعنی میرزا آقاخان، این قرارداد را در سلب حاکمیت ایران بر هرات و ابطال تمام حقوق ایران را مهر کرد (آدمیت، ۱۳۴۸: ۶۴۱).

در پی فتح هرات توسط حسام‌السلطنه در سال ۱۲۷۳ق. معاهده‌ای بین ایران و انگلیس با وساطت فرانسه در پاریس، در پانزده فصل به امضای نمایندگان طرفین رسید که به معاهده پاریس مشهور شده است. در این معاهده، به موجب فصول پنجم، ششم و هفتم، دولت ایران تعهد کرد که هرات و تمام خاک افغانستان را از قشون خود خالی کند و هیچ ادعایی نسبت به هرات و تمامی خاک افغانستان نداشته باشد و هیچ‌گونه علامت اطاعت از قبیل سکه و خواندن خطبه به نام شاه مطالبه ننماید و هرات را مستقل بشناسد. عهدنامه پاریس ضربه شدیدی دیگری بود که بر پیکر استقلال سیاسی و اقتصادی ایران وارد آمد. چنان‌که به موجب این عهدنامه، هرات به کلی از ایران مجزا گردید و افغانستان هم به اسم استقلال، از تحت حاکمیت ایران بیرون رفت (شمیم، ۱۳۸۴: ۲۲۳؛ متولی-حقیقی، ۱۳۸۳: ۲۶۳؛ محمود، ۱۳۵۳، ج ۲: ۶۹۷؛ راعی‌گلوجه، ۱۳۸۰: ۳۵۸).

پس از عهدنامه پاریس، سردار سلطان احمدخان در رمضان ۱۲۷۳ق.، وارد هرات شد و همین که حکومت را در دست گرفت، خطبه و سکه را به نام ناصرالدین‌شاه بازگرداند و یک نفر ایرانی به نام سید ابوالحسن‌شاه را به وزارت خود برگزید. انگلیسی‌ها با فرستادن هیأتی، سعی در مطیع ساختن او را داشتند، اما احمدخان چون از انگلیسی‌ها متنفر بود، از برقراری هرگونه رابطه با آنها خودداری کرده و هیأت مزبور را برگرداند (متولی‌حقیقی، ۱۳۸۳: ۶۴).

سلطان احمدخان در سال ۱۲۷۷ق.، فراه را به تصرف خود درآورد و درصدد اشغال قندهار بود و قصد داشت تا سلطنت افغانستان را از تصرف دوست‌محمدخان خارج کند و جزو دولت ایران کند. با توجه به این اهداف احمدخان، انگلیسی‌ها مصمم شدند تا با تحریک و تشویق دوست‌محمدخان، جلو توسعه‌طلبی‌های او را بگیرند. دوست‌محمدخان نیز با حمایت انگلیسی‌ها نخست در سال ۱۲۷۹ق.، فراه را متصرف شد. احمدخان از ناصرالدین‌شاه تقاضای مساعدت کرد، اما انگلیسی‌ها متذکر شدند که براساس معاهده پاریس، دولت ایران حق مداخله ندارند و مانع کمک ایران به سلطان احمدخان شدند (همان: ۲۶۵).

بنابراین، تا روزی که سردار سلطان احمدخان زنده بود، مانع دستیابی دوست‌محمدخان به هرات بود و تنها بعد از درگیری‌های فراوان، مجبور به پرداخت مالیات به کابل شد. اما با مرگ وی در سال ۱۲۷۹ق. و جانشینی شهنوازخان (۱۲۷۹ق.) بر جای پدر، زمینه برای تصرف هرات

به وسیله دوست‌محمدخان فراهم شد و توانست در سال ۱۲۸۰ ق. هرات را فتح کرده و جدایی کامل هرات از ایران را رقم زند (همان: ۲۶۶). این فتح به‌طور کل، هرات و افغانستان را برای همیشه از خاک ایران جدا نمود.

مشکلات و موانع نظام پولی عصر ناصری

بر اساس تفکر جدید، نظام پولی میانه دوره قاجار، یعنی عصر ناصری، در ایران با داشتن پول‌ها و واحدهای پولی که از مکانی به مکان دیگر و از زمانی به زمان دیگر راه نداشت و از نظر نرخ تبدیل تفاوت‌های فراوانی داشت، بسیار عجیب و غیرمنطقی می‌آید، تا جایی که راهکار ایرانیان برای سازگاری با این وضعیت، دائماً به محاسبه و تبدیل انواع نقود و اقلام با انواع نرخ‌های محلی و استاندارد می‌پرداختند (مته، فلور و کلاسون، ۱۳۹۶: ۲۸۱).

ابوت (Abbott, 1983: 82) مشاهده کرد که بسیاری از شهرها، معیارهای پول رایج خود را دارند، گرچه خاطر نشان می‌کند که معیار معمول در تجارت، پول رایج رسمی بود. برای مثال با توجه به نوشته وی، یزد در سال‌های ۱۸۴۹-۱۸۵۰ میلادی (۱۲۶۵-۱۲۶۶ ق.) پول رایج خود را داشت که «از جاهای دیگر متفاوت بود، ۲۵ شاهی، صاحب قران حساب می‌شد و ۱۲/۵ قران رایج در آنجا، برابر با یک تومان بود (درحالی‌که هر ۱۰ قران، باید یک تومان باشد). این پول رایج در معاملات کوچک مورد قبول است، اما در تجارت، قران ۲۰ شاهی ملاک است» (ibid.: 85). به گفته او در کرمان «پول محل قران، ۲۸ شاهی و ۳/۵ پنابادی است و ۲ شاهی کرمان، یک سکه قران معیار است» (ibid.: 104). یا در مورد پول رایج اصفهان «۲۳ شاهی در صاحب قران بود، اما در معاملات تجاری پول رایج متداول ایران مورد قبول است» (ibid.: 117).

دست کم تا زمان راه‌اندازی ضرابخانه نوین در سال ۱۲۹۴ ق.، بخشی از دلیل این تغییرات آن بود که ضرابخانه‌های محلی به سادگی با معیارهای رسمی در زمینه وزن و عیار کنار نمی‌آمدند. پیکن در همان عصر نمونه‌ای از سکه‌های ضرابخانه‌های محلی را بررسی نموده (جدول ۱) و رابینو (Rabino, 1892: 37) خلاصه این بررسی را این‌گونه آورده است: «این

شکل‌ها نشان‌دهنده نبود، ترتیبی خاص در پول رایج ایرانی است. میان قران‌های همدان و تهران بیش از ۱۷٪ اختلاف ارزش وجود دارد. میان قران‌های دیگر شهرها و پایتخت از نظر پولی، تفاوت بسیار قابل توجهی است، گرچه کمتر از آن چیزی است که به‌طور افراطی نقل می‌شود».

جدول ۱) نمونه وزن و عیار قران‌های نقره در ضرابخانه‌های چند منطقه

ضرابخانه	تاریخ ضرب	وزن	عیار در هزار	ارزش به فرانک
همدان	۱۲۹۳ق./ ۱۸۷۷م.	۴/۹۵گرم	۷۶۰	۰/۸۳۶
تبریز	۱۲۹۰ق./ ۱۸۷۴م.	۴/۹۰گرم	۸۲۰	۰/۸۹۳
کاشان	۱۲۸۲ق./ ۱۸۶۶م.	۵/۰۳گرم	۸۲۰	۰/۹۱۷
اصفهان	۱۲۹۳ق./ ۱۸۷۷م.	۵/۰۲گرم	۸۴۰	۰/۹۳۷
کرمان	۱۲۹۳ق./ ۱۸۷۷م.	۴/۹۰گرم	۸۴۰	۰/۹۱۵
مازندران (طبرستان)	۱۲۹۲ق./ ۱۸۷۶م.	۴/۹۷گرم	۸۴۰	۰/۹۲۸
مشهد	۱۲۹۳ق./ ۱۸۷۷م.	۴/۹۰گرم	۸۴۰	۰/۹۱۰
کرمانشاه	۱۲۸۲ق./ ۱۸۶۶م.	۴/۹۷گرم	۸۸۰	۰/۹۷۲
رشت	۱۲۸۰ق./ ۱۸۶۴م.	۴/۸۰گرم	۸۹۰	۰/۹۴۹
تهران	۱۲۹۲ق./ ۱۸۷۶م.	۵/۰۲گرم	۹۰۰	۱/۰۰۴
شیراز	۱۲۹۱ق./ ۱۸۷۵م.	۴/۹۰گرم	۹۰۰	۰/۹۸۰
یزد	۱۲۷۸ق./ ۱۸۶۲م.	۴/۹۷گرم	۹۰۰	۰/۹۹۴
هرات	۱۲۷۷ق./ ۱۸۶۱م.	۴/۹۰گرم	۹۰۰	۰/۹۸۰

منبع: (Rabino, 1892: 37)

حتی زمانی که ضرابخانه نوین آغاز به ضرب سکه‌هایی با وزن و عیار یکسان کرد، نظام پولی منطقه‌ای به‌کار خود ادامه می‌داد. لندور (Landor, 1902: 131) که در سال ۱۹۰۱ میلادی (۱۳۱۹ق.) در ایران مسافرت می‌کرد، دریافت که «هرگز نمی‌دانم که ارزش یک قران دقیقاً چقدر است و در هر ایالتی در مقابل قران‌هایم، شاه‌های متفاوتی دریافت کردم».

بردلی برت (Bradley-Birt, 1909: 52-53) نیز در سال ۱۹۱۰ میلادی (۱۳۲۸ق.) گلابه داشت که

«ناپایداری نرخ بانکی ایران بی‌شک برای هرکسی به جز یک بانکدار، هم‌چون یک راز است. همه آنچه که می‌توانستم در این باره کشف کنم، این بود که هرچه در ایران پیش‌تر می‌رفتم، به‌طور پیوسته پایین می‌آمد. درحالی‌که من در بوشهر برای هر ۱۵ روپیه یا سلطنتی انگلیسی، ۵۱ قران دریافت کردم. وقتی به تهران رسیدم، تنها ۴۷ قران گرفتم، درحالی‌که کمی پیش‌تر در آنجا به من گفته شد که نرخ روی مبلغ بالای ۶۰ قران، ایستاده است.»

کلیاتی درباره قران‌های ضرب دستی عصر ناصری (۱۲۶۴-۱۲۹۶ق.)

سکه‌ها در دوره قاجار به صورت دستی ضرب می‌گشتند. بنابراین بر طبق نیاز اقتصادی، در هر شهر و ایالت ضربخانه‌های دایر بود که بر حسب توان مالی، میزان تولید سکه‌ها رقم می‌خورد. به همین علت ضربخانه‌های عصر ناصری را می‌توان در سه گروه جای داد:

- فعال‌ترین ضربخانه‌ها: مشهد، تبریز، تهران، اصفهان و شیراز
- ضربخانه‌های فعال: همدان، قزوین، استرآباد، طبرستان، کرمان، کاشان، رشت، هرات، یزد، کرمانشاهان و خوی

- ضربخانه‌های تشریفاتی: سرخس، سیستان (Michael, 2015: 794-795; Album, 2011: 291-296)
- (804، شوشتر و رکاب (نوبین فرح‌بخش، ۱۳۸۵: ۱۰۹).

این ضربخانه‌ها بر اساس موقعیت سکه‌هایی از جنس طلا، نقره و مس با واحدهای پولی و وزنی متفاوت به ضرب می‌رساندند، اما چون اساس این پژوهش، قران‌های نقره بوده، در ادامه فقط به ذکر واحدهای پولی و وزنی سکه‌های نقره پرداخته می‌شود.

در اوایل دوران سلطنت محمدشاه (۱۲۵۰-۱۲۶۴ق.)، یعنی در سال ۱۲۵۴ق. اوزان قران‌های نقره از تومانی (ده‌هزار دینار) ۳۰۰ نخود (۵۷/۶گرم)، به تومانی ۲۸۰ نخودی (۵۳/۵۶گرم) کاهش یافت و این نظام وزنی تا سال ۱۲۷۴ق.، یعنی اوایل سلطنت ناصرالدین‌شاه نیز ادامه یافت. در سال ۱۲۷۱ق. تصمیم بر آن شد تا دوباره از وزن سکه‌های نقره کاسته شود. بنابراین، اوزان این سکه‌ها از تومانی ۲۸۰ نخود، به تومانی ۲۶۰ نخودی (۴۹/۹۲گرم) بدل گشت (جدول ۲) (Album,

جدول ۲) واحدهای پولی و اوزان سکه‌های ضرب دستی نقره عصر ناصری

واحد‌های پولی	گردش مالی	تومان ۲۸۰ نخودی	تومان ۲۶۰ نخودی	توضیحات
۲/۵ شاهی / ۱۲۵ دینار	رایج	۰/۶۷ گرم	۰/۶۲ گرم	ضرب مناسبتی و برخی یک‌رو
۵ شاهی / ۲۵۰ دینار	رایج	۱/۳۴ گرم	۱/۲۴ گرم	
۱۰ شاهی / ۵۰۰ دینار	رایج	۲/۶۸ گرم	۲/۴۹ گرم	
۱ قران / ۱۰۰۰ دینار	رایج	۵/۳۷ گرم	۴/۹۹ گرم	
۲ قران / ۲۰۰۰ دینار	غیر رایج	---	۹/۹۸ گرم	فقط تبریز، ۱۲۹۴ ق.
۵ قران / ۵۰۰۰ دینار	غیر رایج	۲۶/۸۸ گرم	---	فقط تهران، ۱۲۶۷ ق.

منبع: (Album, 2011: 291-296; Michael, 2015: 794-804; Heritage Auctions, 6-7 Jan 2013: Lot 21933-21934)

سرانجام در سال ۱۲۹۴ ق. ضرب سکه به صورت ماشینی درآمد و ضرب سکه دستی متوقف گشت. اما بنابر اعتراضات، ضرب دستی سکه با شرایطی در برخی از ضربخانه‌ها ادامه یافت که نهایت در سال ۱۲۹۶ ق. به طور کامل برچیده شد (مته، فلور و کلاوسون، ۱۳۹۶: ۲۷۳-۲۷۲).

کلیاتی درباره سکه‌های ضرب هرات (۱۲۵۸-۱۲۸۰ ق.)

پس از سپری شدن دوران حکومت کامران میرزا درآنی (۱۲۴۵-۱۲۵۸ ق.) به سال ۱۲۵۸ ق.، یارمحمدخان (۱۲۵۸-۱۲۶۷ ق.) رسماً به حکومت هرات رسید. از این‌رو، کلیاتی درباره سکه‌های این دوره کوتاه، اما مهم تاریخی آورده می‌شود. پس از یارمحمدخان، صیدمحمدخان (برای اولین بار، ۱۲۶۷ ق.)، ناصرالدین شاه قاجار (برای اولین بار، ۱۲۶۹ ق.)، صیدمحمدخان (برای دومین بار، ۱۲۶۹-۱۲۷۰ ق.)، محمدیوسف خان (۱۲۷۱-۱۲۷۲ ق.)، صیدمحمدخان (برای سومین بار، ۱۲۷۲ ق.)، ناصرالدین شاه قاجار (برای دومین بار، ۱۲۷۳-۱۲۷۹ ق.) و در نهایت امیر شیرعلی بارکزایی (۱۲۸۰-۱۲۹۵ ق.) در هرات به ضرب سکه پرداختند (Album, 2011: 291-296; Michael, 2015: 33-34, 796). پس آشفته‌گی این دوران را نیز سکه‌ها نشان می‌دهند (جدول ۳).

جدول ۳) فهرست سکه‌های ضرب شده در هرات بین سال‌های ۱۲۵۸-۱۲۸۰ق.

نام صاحب سکه	تاریخ ضرب	واحد پولی و جنس فلز	وزن قانونی سکه
یارمحمدخان	۱۲۶۰-۱۲۵۸ق.	جندک (۱/۶ روپیه)، نقره	۱/۵۳ گرم
یارمحمدخان	۱۲۶۷-۱۲۶۱ق.	قران، نقره	۵/۳۷ گرم
صیدمحمدخان (۱)	۱۲۶۷ق.	نیم‌روپیه، نقره	۴/۶۰ گرم
ناصرالدین‌شاه (۱)	۱۲۶۹ق.	قران، نقره	۵/۳۷ گرم
صیدمحمدخان (۲)	۱۲۷۰-۱۲۶۹ق.	قران، نقره	۵/۳۷ گرم
صیدمحمدخان (۲)	با دو تاریخ ۱۲۶۹/۱۲۷۰ق.	قران، نقره	۵/۳۷ گرم
محمدیوسف‌خان	۱۲۷۱ق.	قران، نقره	۵/۳۷ گرم
محمدیوسف‌خان	۱۲۷۲ق.	طلا، طلا	۳/۰۷ گرم
صیدمحمدخان (۳)	۱۲۷۲ق.	نیم‌روپیه، نقره	۴/۶۰ گرم
ناصرالدین‌شاه (۲)	۱۲۷۹-۱۲۷۳ق.	قران، نقره	۵/۳۷ گرم و برخی ۴/۹۹ گرم
ناصرالدین‌شاه (۲)	۱۲۷۶ق.	نیم‌تومان، طلا	۱/۷۲ گرم
امیر شیرعلی بارکزایی	۱۲۹۵-۱۲۸۰ق.	قران، نقره	۴/۹۹ گرم

منبع: (Album, 2011: 291-296; Michael, 2015: 33-34, 796, 798)

طرح سکه‌های ناصرالدین‌شاه ضرب شده در هرات، درست مانند سایر سکه‌های عهد ناصری ضرب در شهرهای دیگر است. بر روی این سکه‌ها عبارت «السلطان بن السلطان ناصرالدین‌شاه قاجار» نگاشته شده است. اما نگاشته‌های پشت این سکه‌ها در دو گونه دیده شده است: گونه اول که فقط سکه‌هایی با تاریخ ۱۲۶۹ق. و برخی از سکه‌های سال ۱۲۷۳ق. را در بر می‌گیرد، عبارت «ضرب دارالسلطنه هرات [به انضمام تاریخ ضرب]» بر آنها نقر گردیده و بر گونه دوم که سکه‌هایی بین سال‌های ۱۲۷۳-۱۲۷۹ق. را در بر می‌گیرد، عبارت «ضرب دارالنصره هرات [به انضمام تاریخ ضرب]» نگاشته شده است (شکل ۱ و ۲) (نویسن فرح‌بخش، ۱۳۸۵: ۱۰۸-۱۰۹).



شکل (۱) نمونه‌ای از سکه‌های ناصرالدین‌شاه قاجار ضرب شده در هرات به سال ۱۲۷۳ق.
(Heritage Auctions, 6-7 Jan 2013: Lot 21960)

داده‌ها، آزمایش، نتایج و تحلیل

سکه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، از مجموعه شخصی سیدحسن سادات‌رضوی به امانت برده و مورد آزمایش قرار گرفته است. اما این سؤال پیش می‌آید که معیار انتخاب این سکه‌ها چه بوده است؟ سکه‌های ناصرالدین‌شاه در هرات در تاریخ‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳-۱۲۷۹ و ۱۲۸۷ق. (خطای حکاک سرسکه، در اصل تاریخ ۱۲۷۸ق. بوده) دیده شده است (Michael, 2015: 796) که در مجموع نه سکه متفاوت را در بر می‌گیرد. بنابراین از هر تاریخ ضرب، دو سکه برای آزمایش در نظر گرفته شد. اما با توجه به این که نگارندگان، سال‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳ و ۱۲۷۹ق. را به علت آشفتگی‌های شهر هرات مهم‌تر دانسته، پس از این تاریخ ضرب‌ها، سه سکه برای تجزیه عنصری انتخاب گردید که در مجموع، تعداد ۲۱ سکه مورد آزمایش پیکسی قرار گرفت. مشخصات کامل سکه‌های انتخابی به ترتیب تاریخ‌های ضرب، در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴) جامع مشخصات سکه‌های مورد آزمایش

شماره نمونه	تاریخ ضرب	وزن سکه	شماره نمونه	تاریخ ضرب	وزن سکه
۱	۱۲۶۹ق.	۵/۱۰گرم	۲	۱۲۶۹ق.	۵/۱۷گرم
۳	۱۲۶۹ق.	۵/۲۳گرم	۴	۱۲۷۳ق.	۵/۳۲گرم
۵	۱۲۷۳ق.	۵/۲۵گرم	۶	۱۲۷۳ق.	۵/۱۶گرم
۷	۱۲۷۴ق.	۵/۲۰گرم	۸	۱۲۷۴ق.	۵/۲۹گرم
۹	۱۲۷۵ق.	۴/۸۶گرم	۱۰	۱۲۷۵ق.	۴/۹۰گرم
۱۱	۱۲۷۶ق.	۴/۹۳گرم	۱۲	۱۲۷۶ق.	۴/۸۷گرم
۱۳	۱۲۷۷ق.	۴/۸۹گرم	۱۴	۱۲۷۷ق.	۴/۹۹گرم
۱۵	۱۲۷۸ق.	۴/۹۱گرم	۱۶	۱۲۷۸ق.	۴/۸۶گرم
۱۷	۱۲۸۷ق.؟	۴/۸۸گرم	۱۸	۱۲۸۷ق.؟	۴/۹۵گرم
۱۹	۱۲۷۹ق.	۴/۹۷گرم	۲۰	۱۲۷۹ق.	۴/۸۳گرم
۲۱	۱۲۷۹ق.	۴/۹۲گرم	***	***	***

منبع: نگارندگان

همان‌طور که گفته شد، در این پژوهش از شیوه متعارف پیکسی استفاده شده است. پس با این رویکرد، سکه‌های مورد مطالعه به مؤسسه فیزیک بوبانسور منتقل شد و با شتابدهنده متناوب پلترون^۱، مورد تجزیه عنصری پیکسی قرار گرفت.



شکل ۲) برخی از سکه‌های آزمایش شده روی نمونه‌های ۱۳، ۱۶، ۱۸ و ۲۱ (نگارندگان)

عملکرد این آزمایش بدین گونه است که باریکه‌ای از پروتون‌ها (ذرات باردار) از داخل اتاقک واکنش عبور می‌کنند. گاهی اوقات شدت باریکه ورودی توسط یک ورق پخشکننده و موازی‌ساز در صورت نیاز یکنواخت می‌شود. نمونه‌ای که باید تجزیه شود، باید به صورت مستقیم یا آماده شده (به صورت قرص یا محلول‌های شیمیایی) در مقابل باریکه قرار بگیرد. باریکه پس از برخورد به هدف (در صورتی که نمونه نازک باشد) از آن عبور می‌کند و داخل فنجان فارادی^۱ متوقف می‌شود که به جمعکننده بار متصل است. پرتوی ایکس گسیلی از نمونه توسط آشکارساز Si(Li) آشکار می‌شود. پالس‌هایی که از آشکارساز خارج می‌شوند، پس از تقویت به یک تحلیل‌گر چندکاناله وارد می‌شوند و طیف پرتوی ایکس مشخصه نمونه‌هایی که بمباران شده‌اند، نشان داده می‌شود (اولیایی، آفریده و آقاعلی‌گل، ۱۳۹۴: ۲۱).

آماده کردن نمونه‌ها، یکی از مشکلات اساسی در آزمایش پیکسی است. برای تجزیه عنصری بهتر و دقیق‌تر نمونه‌ها، در بسیاری از موارد ترجیح داده می‌شود از نمونه‌های نازک که بعضاً از نمونه‌های ضخیم به دست می‌آید، استفاده شود. اگر زمانی به دست آوردن یک نمونه نازک از نمونه ضخیم مشکل و در عمل غیرممکن باشد، نمونه ضخیم خود، مستقیم تحت تابش پروتون قرار می‌گیرد (Johansson & Johansson, 1976: 494-495). خوشبختانه سکه‌ها، نمونه‌های نازک در نظر گرفته می‌شوند.

وقتی تجزیه عنصری روی مقادیر مطلق عناصر انجام می‌گیرد، روشن است که باید به آلودگی نمونه‌ها توجه شود. با توجه به این که مقادیر برخی از عناصر بسیار ناچیز هستند، اگر توجه زیادی در گذاشت و برداشت نمونه اعمال نشود، آلودگی‌هایی در همان حد ممکن است به سادگی به هدف برسند. بنابراین، باید در انتقال نمونه‌ها دقت داشت و آن را به حداقل رساند و حتی می‌توان نمونه‌ها را قبل از قراردادن در محفظه، در صورت امکان با مواد تمیزکننده، از قبیل الکل و غیره تمیز کرد (کیان‌زادگان، ۱۳۹۷: ۵).

نمونه‌های این آزمایش تا حد امکان تمیز شده و عاری از هرگونه آلودگی، به مرحله

آزمایش گذاشته شد. اما باید گفت که چون سکه‌ها، داده‌ای باستانی حساب شده و ممکن است مدتی زیر خاک مدفون بوده، مقادیری کم از آلودگی به آنها چسبیده و جداسازی آن نیاز به یک پروژه مرمتی باشد، اما سکه‌های مورد مطالعه این پژوهش، از قدمت بالایی برخوردار نیست، آلودگی چندانی نداشته و اگر موردی باشد، به راحتی قابل رفع بوده و از آنجا که نتیجه این مقاله نیز بر مقدار فلز نقره استوار است، وجود آلودگی‌ها، تأثیری چندانی بر آزمایش ندارد.

بعد از قرار گرفتن نمونه‌ها، برای جلوگیری از افت انرژی پروتون و تضعیف پرتوی ایکس گسیلی از نمونه‌ها، هوای اتاقک آزمایش را با استفاده از پمپ چرخشی و پمپ دیفیوژن^۱ تا فشار 2×10^{-5} Torr^۲ تخلیه می‌کنند. برای اندازه‌گیری غلظت عنصری نمونه‌ها از باریکه پروتون با انرژی 2 MeV^3 و جریان حدود $2-3 \text{ nA}$ استفاده

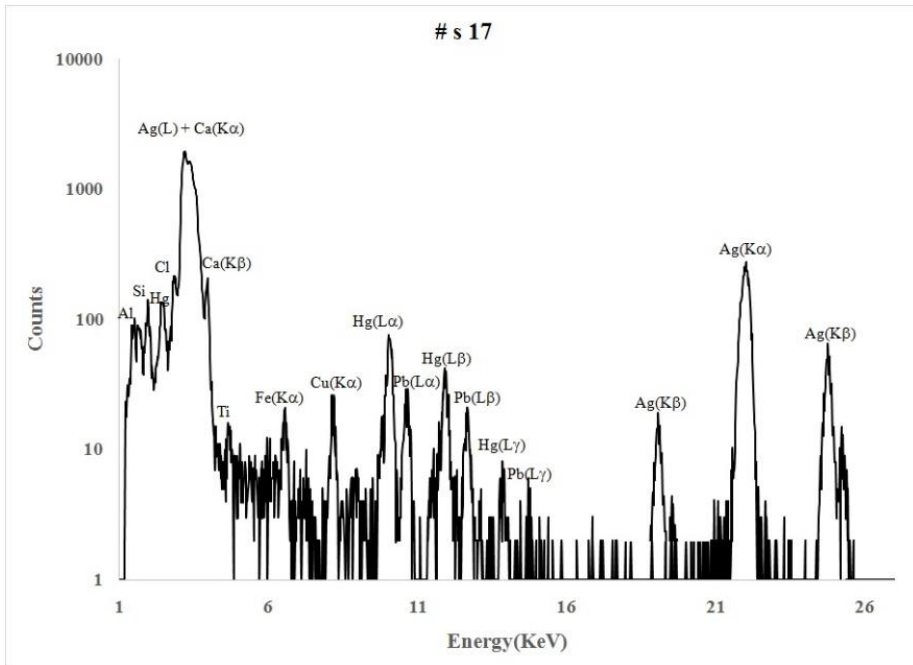
می‌شود. باریکه پروتون مورد نیاز توسط آشکارساز Si(Li) اندازه‌گیری می‌شوند که در زاویه 135° درجه نسبت به باریکه فرودی قرار گرفته و سیستم چند کانالی، طیف به دست آمده را نمایش می‌دهد. قدرت تفکیک آشکارساز Si(Li)، 170 eV^4 برای Fe(Ka) باید باشد (Gaschen, et al., 2008: 539). در اینجا نیز هنگامی که پرتوی پروتون به سکه می‌خورد، باعث یونیزاسیون اتم‌ها در سکه و گسیل پرتوی ایکس مشخصه عنصر مورد نظر می‌شود. پرتوهای ایکس گسیل شده در آشکارساز جمع‌آوری شده و سیگنال‌هایی با شدت‌های مختلف را اثر می‌دهند که نتیجه، آن طیف‌های به دست آمده است (شکل ۳).

1. Diffusion Pump

۲. تور یکی از یکاهای غیر SI برای اندازه‌گیری فشار است و یک اتمسفر استاندارد برابر 760 تور است. این یکا به گونه‌ای گزینش شده است که با تقریب خوبی برابر فشار حاصل از یک میلی‌متر جیوه باشد. بنابراین فشار یک تور تقریباً برابر با فشار حاصل از یک میلی‌متر جیوه است. این یکا به یاد اوانجلیستا توریچلی (Evangelista Torricelli)، فیزیک‌دان و ریاضی‌دان ایتالیایی که اصول عملکرد فشارسنج را در 1644 میلادی کشف کرد، نام‌گذاری شده است.

3. Mega Electron Volt

4. Electron Volt



شکل ۳) نمونه طیف‌های آزمایشگاهی روی نمونه شماره ۱۷ (نگارندگان)

تحلیل طیف با استفاده از نرم‌افزار گوپیکس^۱ انجام می‌شود که یک روش پارامتری برای تحلیل کمی به ما ارائه می‌دهد و در همه جا، به‌طور متداول برای تحلیل طیف‌های پیکسی استفاده می‌شود. برای تحلیل ابتدا باید ماتریس هدف را مشخص کرد. منظور از ماتریس این است که بیشترین درصد مربوط به کدام عنصر بوده (Hajivaliei, et al., 1999: 647) و در این پژوهش، بیشترین عنصر نقره است. در مقدار درصد نهایی، ممکن است مقدار کمی خطا راه یابد. این خطا ناشی از پارامترهای اساسی کالیبراسیون و آلودگی سطح سکه است. نتیجه آزمایش در جدول ۵ آمده است.

1. GUPIX

جدول ۵) نتایج تجزیه عنصری سکه‌های مورد مطالعه به روش پیکسی

شماره	تاریخ	Al	Si	S	Cl	Ca	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Ag	Au	Hg	Pb
۱	۱۲۶۹	۰/۰۸			۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۰۵		۲/۱۵		۵/۹۸			۹۰/۱۳	۰/۴۳		۰/۸۳
۲	۱۲۶۹		۰/۱۶	۰/۲۲					۲/۴۳		۵/۸۷			۹۰/۱۰	۰/۲۷		۰/۹۵
۳	۱۲۶۹				۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۹		۲/۵۴		۵/۶۶			۹۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۷۴
۴	۱۲۷۳						۰/۰۸		۲/۲۲		۵/۹۶		۰/۳۳	۹۰/۲۲	۰/۳۱		۰/۸۸
۵	۱۲۷۳								۲/۶۰		۵/۹۳	۰/۱۹		۹۰/۱۱	۰/۲۶		۰/۹۱
۶	۱۲۷۳		۰/۱۷	۰/۲۱					۲/۳۹		۵/۹۴	۰/۲۱		۹۰/۰۸	۰/۳۳		۰/۷۷
۷	۱۲۷۴						۰/۰۹	۰/۱۷	۲/۶۸		۵/۸۸			۹۰/۱۴	۰/۲۱		۰/۸۳
۸	۱۲۷۴						۰/۱۰		۲/۴۴	۰/۲۰	۵/۵۳	۰/۱۴		۹۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۱۹	۰/۹۹
۹	۱۲۷۵		۰/۰۹	۰/۱۴					۲/۵۱		۶/۱۱			۹۰/۱۸	۰/۲۲		۰/۷۵
۱۰	۱۲۷۵								۲/۱۱	۰/۱۶	۶/۱۷			۹۰/۳۳	۰/۳۹		۰/۸۴
۱۱	۱۲۷۶	۰/۱۲							۲/۳۴		۶/۰۴			۹۰/۲۰	۰/۴۱		۰/۸۹
۱۲	۱۲۷۶						۰/۱۰		۲/۲۵		۶/۱۴		۰/۲۵	۹۰/۰۵	۰/۲۸		۰/۹۳
۱۳	۱۲۷۷	۰/۰۸						۰/۱۸	۲/۶۹		۶/۰۹			۹۰/۱۷	۰/۳۳		۰/۷۴
۱۴	۱۲۷۷								۲/۵۱		۶/۱۲			۹۰/۱۳	۰/۲۵		۰/۸۱
۱۵	۱۲۷۸				۰/۱۸	۰/۲۲			۲/۲۶		۶/۰۳			۹۰/۱۲	۰/۲۷		۰/۹۲
۱۶	۱۲۷۸				۰/۱۶	۰/۱۹			۲/۳۲		۶/۱۰			۹۰/۲۱	۰/۲۴		۰/۷۸
۱۷	۱۲۸۷				۰/۱۴	۰/۲۶			۲/۲۴		۶/۰۹			۹۰/۰۴	۰/۲۶		۰/۹۷
۱۸	۱۲۸۷				۰/۱۸	۰/۲۱			۲/۳۰		۶/۰۶			۹۰/۰۳	۰/۲۷		۰/۹۵
۱۹	۱۲۷۹						۰/۰۸		۲/۴۵		۶/۰۸			۹۰/۱۵	۰/۳۱		۰/۹۱
۲۰	۱۲۷۹								۲/۵۱		۶/۰۳	۰/۱۹		۹۰/۰۳	۰/۴۱		۰/۷۳
۲۱	۱۲۷۹								۲/۴۳		۶/۱۱	۰/۱۰		۹۰/۰۹	۰/۳۸		۰/۸۹

منبع: نگارندگان

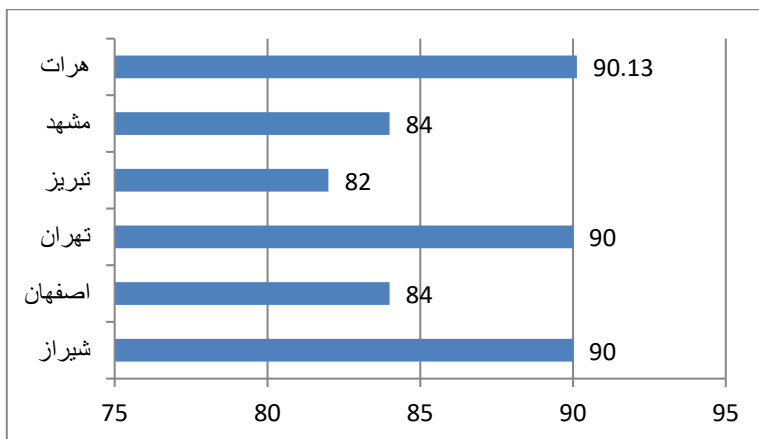
همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار عنصری را پس از نقره (Ag)، عناصر مس (Cu)، آهن (Fe)، سرب (Pb) و طلا (Au) دارند و جزئی از تمامی سکه‌ها بوده‌اند. بنابراین این عناصر پرتکرار را عناصر اصلی تشکیل دهنده فلز سکه‌ها باید دانست. اما هر کدام از این عناصر، چگونه تحلیل می‌شود؟ ابتدا برای پاسخ به این سؤال، باید پایین‌ترین و بالاترین حد مقدار هر عنصر مشخص گردد (جدول ۶).

جدول ۶) میزان حد پایین‌ترین و بالاترین مقدار عناصر اصلی فلز سکه‌های مورد مطالعه

نقره	مس	آهن	سرب	طلا	*
۹۰٪/۰۳	۵٪/۵۳	۲٪/۱۱	۰٪/۷۴	۰٪/۲۱	پایین‌ترین
۹۰٪/۳۳	۶٪/۱۷	۲٪/۶۹	۰٪/۹۹	۰٪/۴۳	بالاترین

منبع: (نگارندگان)

مقدار میانگین خلوص نقره این سکه‌ها ۹۰/۱۳٪ بوده است که این مقدار خلوص، با توجه به جدول ۱ و شکل ۴ در مقابل ضرابخانه‌های اصلی، یعنی مشهد (۸۴٪)، تبریز (۸۲٪)، تهران (۹۰٪)، اصفهان (۸۴٪) و شیراز (۹۰٪)، بسیار بالا بوده است و این نشان دهنده تابعیت از نظام اصلی ضرب سکه، یعنی نظام تهران بوده که حتی در اوج تنش‌ها هم از عیار این سکه‌ها کسر نگردیده است.



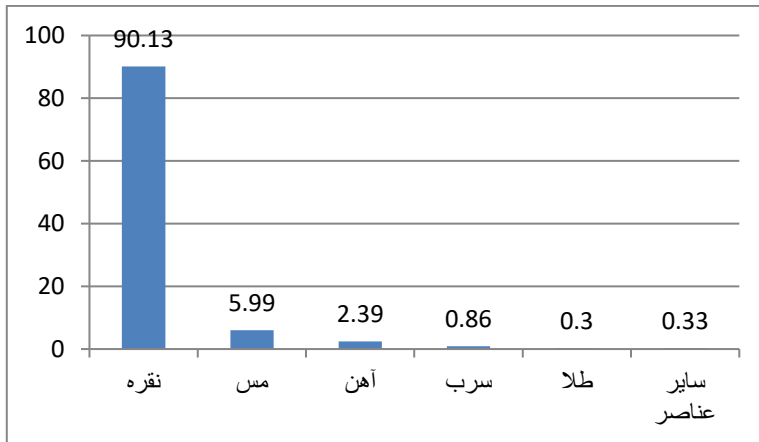
شکل ۴) نمودار میزان خلوص نقره سکه‌های ضرابخانه‌های اصلی عصر ناصری در مقابل ضرابخانه هرات (نگارندگان)

معمولاً فلز مس به صورت طبیعی با مقادیری کمتر از ۰/۲٪ در فلز سکه‌ها وجود دارد، اما اگر این مقدار از بیشتر از این باشد، نمی‌توان آن را طبیعی قلمداد کرد و حتماً آمیختگی اختیاری صورت پذیرفته است (Hughes & Hall, 1979: 331). سکه‌های این پژوهش دارای مقدار میانگین ۵/۹۹٪ مس بوده است (شکل ۵) که آمیختگی جهت عیار کردن فلز سکه را نشان می‌دهد.

هم‌چنین وجود عنصر آهن به گونه معمول، به واسطه آلودگی سطح که ناشی از محیط دفن شدن سکه‌ها بوده است (Flament & Marchetti, 2004: 180)، اما سکه‌های این پژوهش، سکه‌های پیداشده از دل خاک نبوده و مقدار بیشتری از آهن را در خود جای داده‌اند. این سکه‌ها از مقدار میانگین ۲/۳۹٪ آهن برخوردارند (شکل ۵) که این می‌تواند نشانه‌ای از عیار زدن آن برای تنظیم عیار فلز سکه‌ها باشد.

در حال حاضر حدود نصف نقره موجود در جهان از معادن سرب استخراج می‌شود (Hughes & Hall, 1979: 330). بنابراین، اگر سرب نیز با مقادیر کمی (۰/۱٪ و کمتر از آن) در سکه‌های نقره مشاهده شود، جای شگفتی نیست؛ اما این مقدار سرب معمولاً در فرایند استحصال نقره جدا می‌شود و اگر چنین نباشد، می‌تواند نشان‌دهنده تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال فلز نقره باشد (Flament & Marchetti, 2004: 183). سکه‌های مورد پژوهش نیز مقدار میانگین ۰/۸۶٪ سرب را در خود جای داده (شکل ۵) که استفاده از معادن سرب و تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال نقره را نشان دهد.

معادن سربی که از آنها نقره نیز استخراج می‌شود، در دو گروه سرروزیت و گالنا قرار می‌گیرند. بنابراین، اگر نقره استفاده شده در سکه‌ها از معادن سرروزیت به دست آمده باشد، مقدار طلای موجود در آن باید به طور تقریبی بین ۰/۲ تا ۱/۵٪ متغیر است و اما اگر از معادن گالنا استخراج شده باشد، مقدار طلای موجود در آن کمتر از ۰/۲٪ است (Meyers, 2003: 271). پس سکه‌های مورد پژوهش مقدار میانگین ۰/۳۰٪ طلا در ساختار آنها دیده می‌شود (شکل ۵) که می‌تواند نشان‌دهنده استفاده از معادن سرروزیت باشد.



شکل ۵) مقدار میانگین عناصر تشکیل دهنده سکه‌های عصر ناصری ضرب شده در هرات (نگارندگان)

نتیجه

هرات همیشه از مهمترین شهرهای ایران در طول تاریخ بوده است، اما با پایان یافتن سلطنت نادرشاه افشار، به واسطه هرج و مرج‌های سیاسی و جنگ داخلی، هرات در اختیار سلسله جدید درآنی درآمد. با سپری شدن حکومت آخرین شاه درآنی، یعنی کامران میرزا درآنی، یارمحمدخان در سال ۱۲۵۸ ق. به حکومت هرات رسید و در سال ۱۲۶۵ ق. تحت امر ناصرالدین‌شاه قاجار درآمد. مرگ ناگهانی یارمحمدخان در سال ۱۲۶۷ ق. ضربه بزرگی بر ثبات سیاسی هرات وارد نمود. پس از او، پسرش صیدمحمدخان به قدرت رسید که با شورش‌هایی مواجه شد و حاکمیتش از دست رفت؛ حسام‌السلطنه، با لشکرکشی به هرات توانست دوباره حکومت صیدمحمدخان را برگرداند. پس از آن صیدمحمدخان با غائله محمدیوسف‌خان مواجه گردید و هرج و مرج گسترده‌ای هرات را دربرگرفت؛ با مرگ صیدمحمدخان هرات به محمدیوسف‌خان واگذاشته شد و دوباره حسام-السلطنه به هرات لشکر کشیده و هرات از دست محمدیوسف‌خان درآورد. در نهایت نیز سلطان احمدخان تحت امر دولت ایران به قدرت رسید، تا این‌که دوست‌محمدخان بارکزیایی در سال ۱۲۷۹ ق.، هرات را گشود و بر حاکمیت سیاسی ایران بر آن شهر، برای همیشه پایان داد. در میان این تنش‌ها، سکه‌هایی نیز به نام ناصرالدین‌شاه در هرات به ضرب رسید. نظام پولی

عصر ناصری بسیار از هم گسیخته بود، تا آنجا که سکه‌ها، پول محلی به حساب می‌آمدند و در هر شهر سکه‌هایی با عیارهای متفاوت به ضرب می‌رسید و نرخ تبدیل آنان با سکه‌های تومان (طلا) بسیار متفاوت بود. حال هرات شهری مرزی و دور از پایتخت بود و علاوه بر آن نیز در اوج تنش‌ها به سر می‌برد. به همین علت در دوران‌های پرتنش، معمولاً قدرت اقتصادی هر شهر ضعیف‌تر می‌شود و عیار سکه‌ها نیز پایین می‌آید. بنابراین، تجزیه عنصری که عیارسنجی بخشی از آن است، توانست تحلیلی از تعهد به نظام مرکزی ضرب مسکوکات و قدرت اقتصادی هرات در شرایط بحرانی و انتقالی حاکمیت ارائه کند.

مطالعات باستان‌سنجی کمک خوبی در این راستا است. پس برای تجزیه عنصری سکه‌های این دوره با استفاده از روش پیکسی به دلیل سرعت، دقت بالا و غیرمخرب بودن آن، استفاده گردید. سکه‌های ناصرالدین‌شاه در هرات به تاریخ‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳-۱۲۷۹ و ۱۲۸۷ق. (خطای حکاک سرسکه) به ضرب رسیده‌اند که در مجموع نه سکه متفاوت را در بر می‌گیرد. بنابراین از هر تاریخ ضرب، دو سکه برای آزمایش در نظر گرفته شد. اما با توجه به این که نگارندگان، سال‌های ۱۲۶۹، ۱۲۷۳ و ۱۲۷۹ق. را به علت آشفتگی‌های شهر هرات مهم‌تر دانسته، پس از این تاریخ ضرب‌ها، سه سکه برای تجزیه عنصری انتخاب گردید که در مجموع، تعداد ۲۱ سکه مورد آزمایش پیکسی قرار گرفت.

در پاسخ به مسأله اصلی این پژوهش، یعنی چگونگی تعهد به نظام مرکزی ضرب مسکوکات و قدرت اقتصادی هرات در شرایط بحرانی و انتقالی حاکمیت، باید گفت نتیجه دقیقاً مغایر با آنچه پنداشته می‌شود است، یعنی مقدار عیار نقره، نه تنها پایین نیامده، بلکه همیشه بین ۹۰/۰۳-۹۰/۳۳، با مقدار میانگین ۹۰/۱۳٪ بوده است که این مقدار خلوص در مقابل ضربخانه‌های اصلی، یعنی مشهد (۸۴٪)، تبریز (۸۲٪)، تهران (۹۰٪)، اصفهان (۸۴٪) و شیراز (۹۰٪)، بسیار بالا بوده است و این نشان‌دهنده تابعیت از نظام اصلی ضرب سکه، یعنی نظام تهران بوده که حتی در اوج تنش‌ها هم از عیار این سکه‌ها، کاسته نشده است.

معمولاً فلز مس به صورت طبیعی با مقادیری کمتر از ۲٪ در فلز سکه‌ها وجود داشته، اما اگر

این مقدار بیشتر از این باشد، نمی‌توان آن را طبیعی قلمداد کرد و حتماً آمیختگی اختیاری صورت پذیرفته است. سکه‌های این پژوهش، دارای مقدار میانگین $5/99\%$ مس بوده که آمیختگی جهت عیارکردن فلز سکه را نشان می‌دهد. وجود عنصر آهن نیز معمولاً به واسطه آلودگی سطح است که ناشی از محیط دفن شدن سکه‌ها می‌باشد، اما سکه‌های این پژوهش، سکه‌های پیداشده از دل خاک نبوده و مقدار بیشتری از آهن را در خود جای داده است. این سکه‌ها از مقدار میانگین $2/39\%$ آهن برخوردارند که نیز نشانه‌ای از عیار زدن آن برای تنظیم عیار فلز سکه‌ها است.

علاوه بر آن، به دلیل وجود عنصر سرب با مقدار میانگین $0/86\%$ نشانگر استفاده از معادن سرب برای فلز نقره و تعجیل و عدم دقت کافی در استحصال آن بوده است. هم‌چنین معادن سرب به دو گونه سرروزیت و گالنا تقسیم می‌شود که معادن سرروزیت بین $0/2-1/5\%$ و معادن گالنا کمتر از $0/2\%$ عنصر طلا را در خود جای داده است. پس در این سکه‌ها، مقدار میانگین $0/30\%$ طلا در ساختار آنها وجود دارد که این نیز می‌تواند نشان دهنده استفاده از معادن سرروزیت باشد.

منابع

- آدمیت، فریدون (۱۳۴۸). *امیرکبیر و ایران*. تهران: خوارزمی.
- اسماعیل‌زاده کیوی، سینا (۱۳۹۲). "مطالعه اشیای مکشوفه از بافت تاریخی اردبیل و محوطه تاریخی مجموعه شیخ‌صفی‌الدین اردبیلی با روش گسیل پرتو ایکس با تابش پروتون (PIXE)". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد فیزیک هسته‌ای، دانشکده علوم پایه، دانشگاه محقق اردبیلی.
- اولیایی، پروین؛ آفریده، حسین؛ آقاعلی‌گل، داوود (۱۳۹۴). "مطالعه آماری سکه‌های نقره هخامنشی، اشکانی و ساسانی با استفاده از آنالیز عنصری به روش پیکسی". *مطالعات باستان‌شناسی*، دوره ۷، ش ۱ (بهار و تابستان): ۱۷-۲۸.
- جوان‌لاجی، رحیم؛ لعل‌شاطری، مصطفی؛ سرافرازی، عباس (۱۳۹۶). "تأثیر جدایی هرات بر حیات اقتصادی خراسان (۱۲۷۳-۱۳۱۳ ق)". *خراسان بزرگ*، دوره ۷، ش ۲۷ (تابستان): ۸۳-۹۳.
- خادمی‌ندوشن، فرهنگ، و دیگران (۱۳۹۴). "بررسی اوضاع سیاسی-اقتصادی حکومت اشکانیان در سال‌های ۲-۵۷ ق.م. (دوران پادشاهی ارد دوم و فرهاد چهارم) بر اساس ترکیبات شیمیایی سکه‌های نقره با روش آزمایشگاهی PIXE". *پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران*، دوره ۵، ش ۸ (بهار و تابستان): ۵۳-۶۶.
- راعی‌گلوجه، سجاد (۱۳۸۰). *قاجاریه و انگلستان و قراردادهای استعماری*. تهران: مرکز اسناد انقلاب اسلامی.
- شمیم، علی‌اصغر (۱۳۸۴). *ایران در دوره سلطنت قاجار*. تهران: مدبر.
- شیبانی، میرزاابراهیم (۱۳۶۶). *منتخب‌التواریخ*. تهران: محمدعلی علمی.
- عضدقاجار، ابونصر (۱۳۷۶). *بازنگری در تاریخ قاجاریه و روزگار آنان*. تهران: دنیای کتاب.
- عقیلی، عبدالله (۱۳۷۷). *دارالضرب‌های ایران در دوره اسلامی*. تهران: بنیاد موقوفات دکتر محمود افشار.
- کیان‌زادگان، سوسن (۱۳۹۷). "تحلیل قدرت اقتصادی در دوره پیروز ساسانی به کمک آزمایش PIXE (مطالعه موردی: سکه‌های مکشوفه از پیروزگت چابهار، بلوچستان ایران)". پایان‌نامه

- کارشناسی ارشد تاریخ ایران باستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- کیانزادگان، سوسن، و دیگران (۱۳۹۸). "تجزیه عنصری سکه‌های پیروز ساسانی به روش پیکسی (PIXE)، (مطالعه موردی: سکه‌های گنجینه پیروزگت کشف‌شده از روستای تیس چابهار)". *پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران*، دوره ۹، ش ۲۲ (پاییز): ۱۸۱-۱۹۶.
- لامعی‌رشتی، محمد (۱۳۸۲). "نقش تحلیل عنصری در باستان‌سنجی: تجزیه آزمایشگاه واندوگراف". در: *مجموعه مقالات نخستین همایش باستان‌سنجی در ایران: نقش علوم پایه در باستان‌شناسی*. به کوشش مسعود آذرنوش. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، پژوهشکده باستان‌شناسی: ۷۵-۹۲.
- متولی حقیقی، یوسف (۱۳۸۳). *افغانستان و ایران: پژوهشی پیرامون روابط سیاسی و چالش‌های مرزی از احمد شاه درانی تا احمد شاه قاجار*. مشهد: آستان قدس رضوی، بنیاد پژوهش‌های اسلامی.
- مته، رودی؛ فلور، ویلم؛ کلاوسون، پاتریک (۱۳۹۶). *تاریخ پولی ایران از صفویه تا قاجاریه*. ترجمه جواد عباسی. تهران: نامک.
- محمود، محمود (۱۳۵۳). *تاریخ روابط سیاسی ایران و انگلیس در قرن نوزدهم میلادی*، ج ۲. تهران: اقبال.
- نصر، سیدتقی (۱۳۶۳). *ایران در برخورد با استعمارگران*. تهران: مؤلفان و مترجمان ایران.
- نوین فرح‌بخش، هوشنگ (۱۳۸۵). *راهنمای سکه‌های ضربی (چکشی) ایران*. تهران: فرح‌بخش.
- هوشنگ‌مهدوی، عبدالرضا (۱۳۶۹). *تاریخ روابط خارجی ایران*. تهران: امیرکبیر.
- Abbott, K. E. (1983). *Cities & trade: consul abbott on the economy and society of Iran 1847-1866*. Ed. A. Amanat. London: Ithaca.
- Album, S. (2011). *Checklist of islamic coins*. Santa rosa: stephen album rare coins.
- Beck, L., et al. (2004). "Silver surface enrichment of silver-copper alloys: A limitation for the analysis of ancient silver coins by surface techniques". *Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms*, Vol. 226, No. 1-2: 153-162.
- Bradley-Birt, E. B. (1909). *Persia - through persia from the gulf to the caspian*.

New York: E. P. Dutton & Co.

- Flament, C.; Marchetti, P. (2004). "Analysis of ancient silver coins". *Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms*, Vol. 226, No. 1-2: 179-184.
- Gaschen, A. A-M., et al. (2008). "Restrictions on fluorine depth profiling for exposure age dating in archaeological bones". *Journal of archaeological science*, Vol. 35, No. 3: 535-552.
- Hajivaliei, M., et al. (1999). "PIXE analysis of ancient indian coins". *Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms*, Vol. 150, No. 1-4: 645-650.
- Heritage Auctions (2013). *Ancient & world coins signature action*. Dallas: Heritage Auctions.
- 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: 321-344.
- Johansson, S. A. E.; Johansson, T. B. (1976). "Analytical application of particle induced X-Ray emission". *Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms*, Vol. 137, No. 3: 473-516.
- Landor, A. H. S. (1902). *Across coveted lands*. London: Charles Scribners Son.
- Linke, R.; Schreiner, M.; Demortier, G. (2004). "The application of photo, electron and proton induced X-Ray analysis for the identification and characterization of medieval silver coins". *Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms*, Vol. 226, No. 1: 172-178.
- Meyers, P. (2003). "Production, distribution, and control of silver: Information provided by elemental composition of ancient silver objects". In *patterns and process: A festschrift in honor. Edward V. sayre*. suitland: smithsonian center for materials research and education: 271-288.
- Michael, T. (2015). *Standard catalog of world coins 1801-1900*. Iola: Krause Publications.
- Rabino, J. (1892). "Banking in persia". *Journal of the institute of bankers*. No. 13: 10-56.