

پژوهشی در فناوری‌های هنری ساخت زیورآلات نقره‌ای زنان در سیستان و بلوچستان

فرح‌انگیز صبحی‌ثانی^{۱*}، یاسین صدقی^۲، مهدی رازانی^۳

چکیده

زیورآلات فلزی سنتی و بومی بانوان در سیستان و بلوچستان از آثار زینتی مهم بوده که تا چند دهه پیش استفاده می‌شده است. این آثار که در طرح‌ها و مدل‌های گوناگون ساخته می‌شده از شاخص‌ترین دست‌ساخته‌های هنری جنوب شرق است که امروزه رو به فراموشی رفته و به مطالعه و تحقیق در این زمینه نیاز دارد. به همین منظور، در این مقاله سعی شده است با مطالعه زیورآلات سنتی بانوان بلوچ به بررسی روش‌های ساخت، ساختار و چستی مواد مورد استفاده آن‌ها پرداخته شود. از این‌رو، در مطالعه حاضر ۹ نمونه از زیورآلات مرسوم زنان بلوچی مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته‌اند و روی آن‌ها آزمایش‌هایی همچون متالوگرافی (OM)، رادیوگرافی، سی‌تی‌اسکن (CT-Scan)، آنالیز پراش پرتوی ایکس (XRD) و آنالیز فلورسانس اشعه ایکس (XRF) انجام گرفته است. بررسی‌ها و آزمایش‌های ساختارشناسی زیورآلات فلزی نشان داد پایه فلزی اصلی آثار تماماً از آلیاژ نقره-مس است و با ساختار یوتکتیک و با روش‌های ریخته‌گری ساخته شده‌اند. به طوری که آزمایش‌های عنصری و ترکیبی دو عنصر نقره و مس را به ترتیب با بیشترین میزان در ترکیب نوع آلیاژ شناسایی کرده است. همچنین، نوع اتصالات، لحیم‌کاری و مغز فلزی زیورآلات توسط بررسی‌های رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن بررسی شده است.

کلیدواژگان

رادیوگرافی، زیورآلات نقره‌ای، ساختارشناسی، سی‌تی‌اسکن، متالوگرافی، XRF، XRD.

۱. کارشناس ارشد حفاظت و مرمت اشیای فرهنگی، گروه مرمت، دانشگاه هنر اصفهان

farahangiz.sabohi@gmail.com

۲. کارشناس ارشد باستان‌سنجی، گروه باستان‌سنجی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز sedghi.yassin@yahoo.com

m.razani@tabriziau.ac.ir

۳. استادیار، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۴

مقدمه

سابقه استفاده از زیورآلات از سوی بانوان در سیستان و بلوچستان به هزاره سوم پیش از میلاد می‌رسد؛ به نحوی که می‌توان در محوطه‌هایی همچون شهر سوخته، بمپور و اسپیدژ انواع این زیورآلات را مشاهده کرد [۳، ص ۲۴۵؛ ۵، ص ۱۸-۵؛ ۶، ص ۱۱۳-۷۴]. دو قوم سیستانی و بلوچ از مردمان اصیل این منطقه‌اند که هریک از آن‌ها هنرهای سنتی و بومی مخصوص به خودشان را دارند که این هنرها برگرفته از باورها، سنت‌ها و اعتقادهای آنان است. هنرهایی همچون قالی‌بافی، سوزن‌دوزی، پارچه‌بافی، حصیربافی، زیورآلات و نیز ظروف نقره‌ای و مسی. سرزمین سیستان و بلوچستان نیز به علت داشتن معادن گوناگون و پیشینه فرهنگی غنی، از گذشته محل تهیه و ساخت زیورآلات و جواهرات سنتی و بومی بوده است؛ به طوری که استفاده از زیورآلات در این منطقه هم بیانگر حشمت و آبرو و هم زینده اندام و جامه بود. این زیورآلات همواره نمایانگر جایگاه و منزلت اجتماعی، اقتصادی، مذهبی و شغلی افراد بوده است و از سوی دیگر برداشتی کلی را از روحیه پوشندگان آن‌ها القا می‌کرده است [۸، ص ۲۵]. فرآورده‌های این صنعت دیرین، گردنبندها، انگوها، گوشواره‌ها، بازوبندها، نظرقربانی‌ها و طلسم‌های گوناگون است. زیورآلات این نواحی همیشه به سفارش ساخته می‌شده و به دلایل اقتصادی آن‌ها را کمتر در روستاها به صورت آماده می‌توان یافت. در ساخته‌های روستایی، نقره بیشتر به کار می‌رود؛ حال آنکه در شهرها طلا متداول‌تر است و وسیله بهتری برای پس‌انداز سرمایه به شمار می‌آید. گذشته از طلا و نقره، آلیاژهای فلزی و مهره‌های پلاستیکی به رنگ‌های طلایی، فیروزه‌ای و غیره نیز اغلب به کار می‌رود. یاقوت‌های مصنوعی هم به رنگ‌های صورتی روشن تا سیر خواستاران بسیار دارد. همچنین مرواریدهای مصنوعی و سنگ‌های سفید در مکان‌هایی که مروارید در دسترس نباشد معمول است. جواهرات و زیورآلات اغلب برای خودآرایی بوده است، ولی گاهی ریشه‌های مذهبی نیز دارند؛ همچون بازوبندها و نظرقربانی‌هایی که گاه به صورت زیورهای فیروزه‌ای یا آبی به کلاه یا شانه کودک می‌آویختند. از سوی دیگر، برخی از آن‌ها ارزش مصرفی داشته‌اند مانند سنجاق‌ها یا مشکدان، موچین‌ها، خلال دندان‌ها و گوش‌پاک‌کن‌ها که هر سه به آویزهایی پیوسته است و بلوچ‌ها آن را تاینوک می‌نامند.

تاریخچه بیشتر نگاره‌ها، نقش‌ها و روش‌های تزئینی به دوران باستان برمی‌گردد. مضامین هنری لرستان و نیز دوره هخامنشی به آفرینش کیهان و اخترشناسی و آیین‌های مذهبی آمیخته با نمادهای جانوری مربوط می‌شود. هر چند سرچشمه اصلی این مضامین اغلب از یادها می‌رود یا دگرگون می‌شود، لیکن نگاره‌های اصلی به صورت سنتی زنده و پایدار می‌مانند؛ همچون پادینگ‌ها و انگوهای ته‌باز که نماد سرهای جانوران یا مارها هستند. چنین زیورهایی را به صورت پادینگ یعنی پاورنجمن و چوری یا النگو در بلوچستان و سیستان نیز می‌توان یافت [۴، ص ۱۶۹]. زیورآلات نقره‌ای، با توجه به ارزان بودن این فلز نسبت به طلا، همواره مورد توجه

هنرمندان این ناحیه (سیستان و بلوچستان) بوده است. این آثار از صنایعی است که اکنون جزء میراث این منطقه محسوب می‌شود که دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. حال آنکه برای بازآفرینی ارزش‌های هنری و تاریخی آثار منطقه سیستان و بلوچستان باید آن‌ها را از دیدگاه‌های علمی بررسی کرد. در همین زمینه، تعداد نه قطعه از زیورآلات نقره‌ای بلوچستان متعلق به یک مجموعه شخصی در شهرستان سراوان بلوچستان، که تاکنون هیچ‌گونه مطالعه علمی (اعم از مطالعات باستان‌شناختی به جهت معرفی آن‌ها و مطالعات باستان‌سنجی برای به‌دست‌آوردن نحوه ساخت و پرداخت آن‌ها) روی آن‌ها صورت نگرفته است، انتخاب و براساس مطالعات آزمایشگاهی (باستان‌سنجی)، به جهت شناخت و دستیابی به تکنولوژی و تکنیک ساخت مورد بحث و تحلیل قرار گرفتند که در ادامه به تشریح و توضیح آن‌ها پرداخته می‌شود.

ضرورت و اهداف پژوهش

صنایع و هنرهای سنتی جوامع کوچک و روستایی نقاط مختلف ایران، به‌ویژه در روستاهای سیستان و بلوچستان، با توجه به پیشرفت و ماشینی‌شدن صنایع از رونق اقتصادی افتاده است؛ به‌طوری‌که بسیاری از این مشاغل و تولیدهای هنری آن رو به افول و فراموشی رفته است. هدف از مطالعه حاضر شناختی درست و صحیح از روش‌های ساخت و تولید محصولات زینتی و جواهرات به‌کاررفته از سوی بانوان بلوچ است. از همین‌رو، اهمیت این پژوهش در این موضوع است که سعی می‌کند تا هنرها و صنایع سنتی را که دیگر کاربرد نداشته و فراموش شده‌اند بازآفرینی کند و گامی مثبت در راستای زنده نگه داشتن صنعت جواهرسازی بومی بلوچستان بردارد.

پرسش و فرضیات پژوهش

در این پژوهش سعی شده است با استفاده از بهترین و مفیدترین روش‌ها به دو پرسش مهم در زمینه تولید زیورآلات سنتی بومی بلوچستان پاسخ داده شود. اولین پرسش مطرح‌شده چگونگی روش‌های ساخت و تولید زیورآلات ذکرشده است. همچنین دومین پرسش مطرح‌شده در این پژوهش، شناخت جنس و نوع فلزات و آلیاژهای به‌کاررفته در ساخت زیورآلات بومی زنان بلوچستان بوده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به‌روش تحلیلی-تجربی و بر مبنای مطالعات و بررسی‌های آزمایشگاهی و کتابخانه‌ای صورت گرفته است. در بخش مطالعات آزمایشگاهی و دستگاهی با استفاده از

مطالعات متالوگرافی و استفاده از میکروسکوپ نوری^۱، سی تی اسکن و رادیوگرافی، پراش سنجی پرتو ایکس^۲، فلورسانس پرتو ایکس^۳ نمونه‌های مطالعه شده بررسی و آزمایش شدند که در نهایت به دلیل بحث و تحلیل در آزمایش‌های ذکر شده از منابع کتابخانه‌ای استفاده و به تشریح در رابطه با موضوع مورد بحث پرداخته شده است. همچنین به دلیل شناخت نوع و گونه زیورآلات در زبان بلوچی به بررسی‌های میدانی و پرسش و پاسخ با مردم بومی بلوچ پرداخته شده است. نمونه‌های بررسی شده تعداد ۹ قطعه از زیورآلاتی هستند که بنا به درخواست صاحب آثار برای مرمت در اختیار نگارندگان قرار گرفته است. از این رو در ادامه روند فعالیت‌های مرمتی، مطالعات علمی- ساختارشناسی مدنظر قرار گرفته است. انتخاب این نمونه‌ها به دلیل گستردگی و فراوانی استفاده نوع این گونه آثار در میان بانوان منطقه سیستان و بلوچستان است که سعی شده با بررسی هریک از نمونه‌ها تقریباً همه مدل‌های رایج گزینش شوند.

زیورآلات نقره‌ای در بلوچستان

زیورآلات نقره‌ای ساخته شده در بلوچستان و نیز زیورآلات مورد استفاده از سوی بانوان بلوچ طرح‌ها و مدل‌های گوناگون و مختلفی دارد. در منطقه جنوب شرق ایران استفاده و ساخت این زیورآلات به مراتب بیشتر از دیگر مناطق بوده است. این زیورآلات را به زیورآلات سر، زیورآلات آرایش مو، زیورآلات گوش، زیورآلات بینی، زیورآلات گردن، زیورآلات دست و نیز زیورآلات پا می‌توان تقسیم‌بندی کرد. در ساخت این وسایل آرایشی و تزئینی از طلا و نقره استفاده می‌کرده‌اند. اکنون زرگری و نقره‌سازی به‌عنوان هنرهای دستی رواج دارد. ولی امروزه از طلا بیشتر استفاده می‌کنند و می‌توان گفت که نقره‌سازی جای خود را به طلاسازی داده است. زرگرهای بلوچ علاوه بر جواهرسازی، انواع زیورآلات زنان بلوچ را با مهارت تهیه می‌کنند و زیورهای طلا و نقره سمبولیک یا نمادین را بیشتر زرگرهای محلی ماهر می‌سازند [۷، ص ۹۶؛ ۱۱، ص ۶۸۳؛ ۱۵]. البته ساخت این گونه زیورآلات هم‌اکنون منسوخ شده است و بیشتر جواهرسازان و زرگران به ساخت زیورآلات از جنس طلا در بلوچستان می‌پردازند. از جمله این زیورهای سنتی در بلوچستان، گپلو، کید، دَر، والی، نالوک، چلمب، مندریگ یا پنجه، کُپکو، پادیک، پوللوک، نالوک، مودیک، ردوی، باهوبند، گب، چوله یا چلا، سرجیگی، سربند، گمبودو، کنگه، مَهرک، مودی، سنگه و غیره است که سعی شده در تصویر ۱ برخی از انواع آن‌ها نشان داده شود که برای تشخیص برخی از آن‌ها از یکدیگر و نوع محلی آن‌ها سعی شده از مردم محلی این منطقه پرسش شود (تصویر ۱). همچنین در تصویر ۲ نوع پوشش یک بانوی بلوچ با زیورآلات نقره‌ای ذکر شده و لباس سنتی بلوچی با دوخت سنتی و نیز لباس سوزن‌دوزی شده با دوخت مدرن و زیورآلات طلای مدرن یک بانوی بلوچ را می‌توان مشاهده

1. OM
2. XRD
3. XRF

کرد (تصویر ۲). در هر دو مدل، از طرح‌ها و نقوش سنتی استفاده شده است اما نوع دوخت و مدل لباس و طرح‌اندازی نقوش سوزن‌دوزی به کلی تغییر کرده و نیز زیورآلات نقره‌ای جای خود را به زیورآلات طلا داده است.



تصویر ۱. تصویر برخی از زیورآلات بانوان در سیستان و بلوچستان، ۱. کید، ۲. پتی یا سربند، ۳. مودیک (مودی)، ۴. چلمپ یا چومکه، ۵. ذر، ۶. چملکی، ۷. تعویذدان، ۸. دندان‌پاچ، ۹. زبادان، ۱۰. سینهریز، ۱۱. چابه یا من‌دریک، ۱۲. باهوئند یا موزیبری، ۱۳. سنگه، ۱۴. گب، ۱۵. چوری، ۱۶. پادیک، ۱۸.

[۱۰۳-۸۹]

۱. Kaied: نواری است برای نگه داشتن موی سر.
۲. Pati: گردنبندی با مدال‌های گرد و مثلث‌ها و لوزی‌هایی در اطراف آن است.
۳. Sarband: همان پتی
۴. Mudik (Mudi): شیئی استوانه‌ای است که به انتهای موهای بافته شده وصل می‌شود.
۵. Colomp: این زیور از کید آویخته و در کنار گونه قرار می‌گیرد.
۶. Comakah: همان چلمپ
۷. Dor: نوعی گوشواره که از قسمت نرمه گوش آویخته می‌شود.
۸. Camlaki: آویزه‌ای که به لباس آویخته می‌شود.
۹. Taavizdân: وسیله‌ای دارای فضای خالی برای قراردادن دعا و اشیای متبرکه و از گردن آویخته یا به بازو وصل می‌شود.
۱۰. Dandânpač: وسیله‌ای شبیه به خلال دندان که علاوه بر تزئین برای تمیز کردن دندان‌ها استفاده می‌شده است.
۱۱. Zabâddân: زیوری با حجمی توخالی که درون آن مشک و مواد خوشبوکننده می‌گذاشتند و از لباس آویزان می‌شده است.
۱۲. Čâbe: نوعی انگشتر که برای همه انگشتان دست ساخته می‌شود.
۱۳. Manderik: همان چابه.
۱۴. Muzibri: نوعی بازوبند است.
۱۵. Sangeh: نوعی دست‌بند توخالی است که درون فضای داخلی آن سنگ‌ریزه قرار می‌دهند تا در هنگام حرکت دست‌ها به صدا درآید.
۱۶. Gab: نوعی النگو است که سطح صاف دارد.
۱۷. Gab: نوعی دست‌بند است که تمام سطح مچ دست را می‌پوشاند و به وسیله پیچی عمودی قفل می‌شود.
۱۸. Pâdig: زیوری است که به دور مچ پا وصل می‌شود.



تصویر ۲. سمت چپ: تصویر یک بانوی بلوچ با زیورآلات نقره‌ای سنتی و لباس سوزن‌دوزی بلوچی با طرح و دوخت سنتی (آرشیو میراث فرهنگی سیستان و بلوچستان)، سمت راست: لباس سوزن‌دوزی شده و زیورآلات طلای مدرن یک بانوی بلوچ (نگارندگان)

نشانه‌شناسی زیورآلات

شکل، فرم و نقش‌های استفاده‌شده در زیورآلات موجود در سیستان و بلوچستان ریشه‌های بسیار کهنی دارد؛ به‌گونه‌ای که می‌توان نمونه‌های مشابه آن را در دوره‌های پیش از میلاد، هخامنشیان و دوره‌های اسلامی تا معاصر مشاهده کرد. حتی بسیاری از این زیورآلات نزد دیگر اقوام ایرانی (همانند سیستانی‌ها، ترکمن‌ها و کردها) با کاربری‌های یکسان و نمونه‌هایی مشابه وجود دارد. اما نقوش استفاده‌شده در زیورآلات نقره‌ای زنان در بلوچستان را می‌توان در دیگر آثار و هنرهای دستی و سنتی بانوان این منطقه مشاهده کرد. آثاری همچون سوزن‌دوزی بلوچ، سکه‌دوزی، قالی‌بافی و سفال‌گری (همانند سفال کلپورگان، کوهمیتگ و هولنچکان) و دیگر هنرها با زیورآلات نقره‌ای این منطقه دارای وجوه مشترک معنایی در نقش و نگاره‌هایشان هستند. در تصویر ۳، برخی از نقش‌های تزئینی حک‌شده روی زیورآلات زنان بلوچ نشان داده شده است (تصویر ۳). این طرح‌ها شامل نقش‌های گیاهی، جانوری و هندسی‌اند که به‌گونه‌ای نمادهای سنتی و خاص هنرهای سنتی این منطقه هستند که این طرح‌ها را در دیگر آثاری که در تصویر ۴ آمده است می‌توان مشاهده کرد (تصویر ۴).



تصویر ۳. برخی از نقش‌های استفاده‌شده روی زیورآلات نقره‌ای بلوچستان [ص ۱۰۵-۱۰۸]



تصویر ۴. هنرهای سنتی بلوچستان، ردیف اول هنر سوزن‌دوزی، ردیف دوم هنر قالی‌بافی و ردیف سوم هنر سفالگری کلپورگان (نگارندگان)

مواد و روش‌های آزمایشگاهی


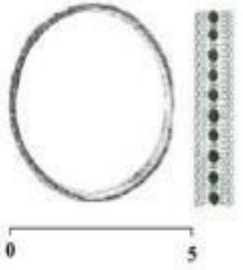

معرفی آثار مطالعه‌شده

آثار مطالعه‌شده متعلق به یک مجموعه خصوصی آثار تاریخی-فرهنگی واقع در شهرستان سراوان استان سیستان و بلوچستان هستند و هم‌اکنون در این مجموعه شخصی نگهداری می‌شوند. این مجموعه شامل اشیای مختلفی است که از این میان تعداد نه قطعه از زیورآلات نقره‌ای جهت این پژوهش انتخاب شدند که این آثار وضعیتی به شرح جدول ۱ طبق مشاهدات عینی نگارندگان دارند.

جدول ۱. مشخصات زیورآلات مطالعه‌شده و استفاده‌شده از سوی زنان سیستان و بلوچستان
(نگارندگان)

مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستندنگاری نمونه
<p>نام: دست‌بند تزئین: دارد آسیب: دارد شماره ۱ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراوان)</p>		
<p>توضیحات: دست‌بندی به طول ۶۲٫۱ میلی‌متر است که فرم آن به صورت لوله‌ای شکل و منحنی بوده و بر سطح آن شیارهایی نیز دیده می‌شود. قسمت‌های دو لبه انتهایی آن با سر حیوان تزئین شده است. سه ناحیه شکستگی در نگین‌های قرمز رنگ شیء، که احتمالاً سنگ یاقوت است، وجود دارد. همچنین لایه‌ای از رسوبات سطح اثر و اطراف نگین‌ها را پوشانده است.</p>		
<p>نام: دست‌بند تزئین: دارد آسیب: دارد شماره ۲ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراوان)</p>		
<p>توضیحات: دست‌بندی به طول ۵۲٫۶ میلی‌متر است که دو لبه آن با سر حیوان تزئین شده است. میزان اندکی لایه چرکی سطح شیء را پوشانده است. همچنین ترک و ریزترک در قسمت داخلی دست‌بند به چشم می‌خورد که احتمالاً بر اثر فشارهای مکانیکی به وجود آمده است.</p>		
<p>نام: مودیگ تزئین: دارد آسیب: دارد شماره ۳ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراوان)</p>		

مستندنگاری نمونه	تصویر نمونه	مشخصات نمونه
<p>توضیحات: این شیء مورد استفاده برای زینت موی بانوان بوده که دارای نام محلی مودیگ است. طول آن ۷۲/۸ میلی‌متر، شکل ظاهری مودیگ دو مخروط تو خالی که از قسمت قاعده به هم متصل شده و دو رأس مخروط باز است. این اثر در قسمت قاعده شکستگی دارد و رسوبات سطحی سیاه‌رنگ شده است.</p>		<p>نام: مودیگ تزئین: دارد آسیب: دارد شماره ۴ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراروان)</p>
	<p>توضیحات: مودیگ به طول ۵۹/۴ میلی‌متر است که فرم این شیء مطابق با نمونه قبل به صورت مخروطی است. سطح آن با نقش‌های سنتی تزئین شده است. همچنین دو لبه بیرونی آن با نوارهای بسیار نازکی پیچیده شده است.</p>	<p>نام: دندان پاچ (آویز) تزئین: دارد آسیب: دارد شماره ۵ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراروان)</p>
		<p>توضیحات: نوعی آویز (دندان پاچ) است که فرم ظاهری آن به صورت سه‌گوش است که به هر ضلع آن حلقه‌هایی آویز است. همچنین وسایلی همچون موجین و خلال دندان به آن متصل بوده است که در حال حاضر فقط دو عدد از آویزهای آن باقی‌مانده است. برای تزئین این اثر از نقش‌های سنتی و سنگ فیروزه استفاده شده است.</p>
		<p>نام: النگو / پایند (?) تزئین: دارد آسیب: دارد شماره ۶ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراروان)</p>

مستندنگاری نمونه	تصویر نمونه	مشخصات نمونه
		<p>نام: دست‌بند / گب تزئین: دارد آسیب: دارد شماره: ۷ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراوان)</p>
<p>توضیحات: این اثر نوعی دست‌بند با قطری برابر با ۶۸٫۲ میلی‌متر است. برای تزئین این اثر از برجستگی‌های دایره‌ای در مرکز و نقش‌های هندسی ساده در اطراف آن استفاده شده است.</p>		
		<p>نام: دست‌بند / گب تزئین: دارد آسیب: دارد شماره: ۷ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراوان)</p>
<p>توضیحات: نوعی گب یا دست‌بند که نقش‌های هندسی روی سطح آن حکو به وسیله برجستگی‌های دایره‌ای شکلی تزئین شده است. این اثر قطری برابر با ۶۹٫۹ میلی‌متر دارد و به صورت لایه‌ای نازک و مسطح ساخته شده است.</p>		
		<p>نام: دست‌بند / گب تزئین: دارد آسیب: دارد شماره: ۹ محل نگهداری: مجموعه شخصی (شهر سراوان)</p>
<p>توضیحات: نوعی گب یا دست‌بند بوده که در قسمت اتصال حلقه به وسیله بست‌ها و حلقه‌هایی به یکدیگر متصل شده است و قابلیت باز و بسته شدن دارد. سطح این اثر هم‌نیز همانند دست‌بندهای یادشده برجستگی‌های دایره‌ای هم‌شکل و نقش‌های تزئینی حک شده دارد. همچنین قطر این دست‌بند ۵۷٫۲ میلی‌متر نیز است.</p>		

روش‌های آزمایشگاهی

در تجزیه و تحلیل نمونه‌های مطالعه‌شده از روش متالوگرافی با میکروسکوپ نوری جهت مطالعه ریزساختارشناسی نمونه‌ها و فرایند تولید، رادیوگرافی^۱ و سی‌تی‌اسکن^۲ برای بررسی وجود مغز فلزی، عمق خوردگی و مشاهده نواحی آسیب‌دیده و نواحی اتصالات، پراش‌سنجی پرتو ایکس برای شناسایی اجزا و فازهای ریزساختاری و بررسی جنس شیء، آنالیز فلورسانس پرتو ایکس برای شناسایی ترکیب عنصری نمونه‌ها استفاده شده است (جدول ۲).

جدول ۲. مشخصات کلی آنالیزها و آزمایش‌های صورت‌گرفته در تحقیق

آنالیز	اهداف آنالیز	تجهیزات و مدل	کشور	آزمایشگاه
متالوگرافی	بررسی توالی لایه‌های خوردگی و روش ساخت (مطالعه ریزساختاری)	میکروسکوپ نوری (OM) مدل Olympus	ژاپن	آزمایشگاه آثار فلزی گروه مرمت آثار در دانشکده هنر، دانشگاه زابل
رادیوگرافی (X-Radiography)	بررسی میزان و عمق خوردگی و محل اتصالات	rad 100 Indico	امریکا	آزمایشگاه رادیولوژی بیمارستان امام علی، زاهدان
سی تی اسکن (CT-Scan)	بررسی محل اتصالات، میزان و عمق خوردگی، مشاهده نواحی آسیب‌دیده	شرکت Toshiba مدل Aquilion	ژاپن	آزمایشگاه سی‌تی‌اسکن بیمارستان امام علی، زاهدان
پراش پرتو ایکس (XRD)	بررسی جنس (مطالعه ساختارشناسی)	شرکت Philips مدل Analytical	هلند	آمتیس شرق، مشهد
فلورسانس پرتو ایکس (XRF)	شناسایی ترکیب عنصری نمونه‌ها	شرکت Philips مدل Analytical	هلند	آمتیس شرق، مشهد

نتایج و تحلیل مطالعات آزمایشگاهی

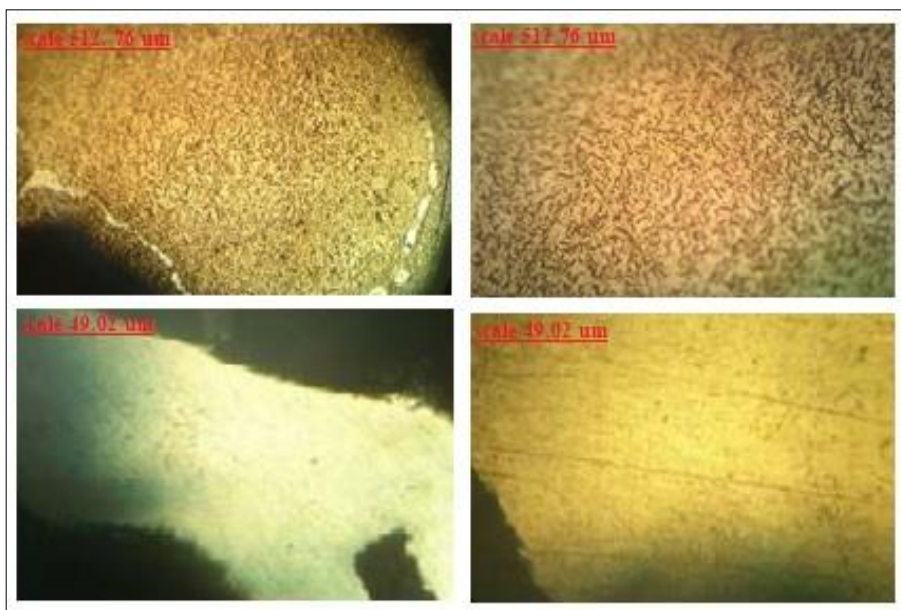
آنالیز متالوگرافی

متالوگرافی عبارت است از به‌کارگیری شیوه‌های میکروسکوپی برای بررسی و مطالعه مقاطع صیقلی فلزها، به‌دست‌آوردن اطلاعاتی در زمینه فرایند تولید ریزساختار، میزان خوردگی، روش ساخت، مطالعه رفتار حرارتی- مکانیکی فلزها و آلیاژهای فلزی که برای اولین بار در دهه اول قرن بیست روی مواد باستانی صورت پذیرفت. همچنین متالوگرافی یکی از ابزارهای مفید در

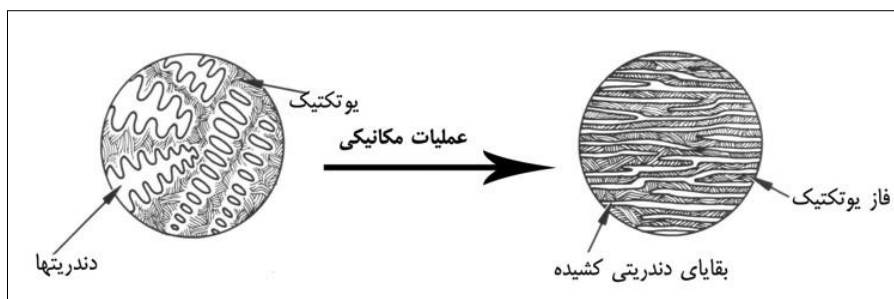
1. X-Radiography
2. Computerized Tomography Scan (CT-Scan)

در اصل به معنای تصویرگیری از برش‌های قطع‌شده به صورت کامپیوتری است.

مطالعه متالورژی باستان است که به وسیله آن می‌توان اطلاعات زیادی در مورد آلیاژسازی، پیشرفت‌های تکنولوژی، استخراج‌های سنگ معادن فلزی، میزان تخصص و دانش فلزگران و در یک محدوده گسترده‌تر مقایسه فناوری فلزگری جوامع باستان به دست آورد [۱۹]. متالوگرافی دانشی است که به وسیله میکروسکوپ ویژگی و ماهیت ریزساختاری فلزات را آشکار می‌کند و به‌طور خاص هدف اساسی آن درک و شناسایی عملیات صورت گرفته روی فلزها و آلیاژهای آن است [۱۸، ص ۷۱]. برای بررسی‌های متالوگرافی و میکروسکوپی نمونه‌برداری از بخشی انجام شد که آن بخش از شیء قابل مطالعه باشد. در این روش، پس از آماده‌سازی نمونه‌ها در رزین اپوکسی مانده شده، با سمباده ۲۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ و در انتها با خمیر الماس ۶، ۳ و ۱ میکرون پولیش می‌شود. در نتیجه برای پیداشدن ریزساختار سطح نمونه با یک محلول خورنده اچ شده و بعد از آن با میکروسکوپ نوری انعکاسی مورد بررسی قرار گرفته، همچنین اچ نمونه طبق ترکیب آلیاژی توسط استانداردهای ASTM انجام می‌شود [۲۱، ص ۷۵-۵۷]. آماده‌سازی نمونه‌ها طبق دستورالعمل گفته شده انجام شد. بعد از آن، نمونه‌ها قبل و بعد از اچ مطالعه شدند. همچنین همه نمونه‌ها با محلول کلرید آهن (III) اچ شدند [۱، ص ۱۱۱] (تصویر ۵).



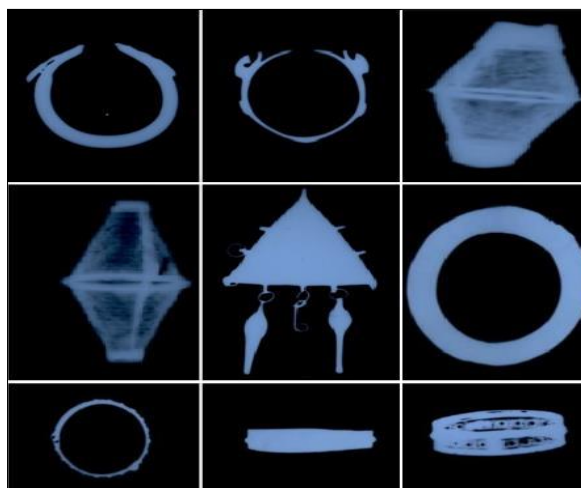
تصویر ۵. تصویر میکروسکوپی نمونه ۶ بعد از اچ با بزرگ‌نمایی (X 250)، تصویر میکروسکوپی نمونه ۹ بعد از اچ با بزرگ‌نمایی (X 250)، تصویر میکروسکوپی نمونه ۶، با بزرگ‌نمایی (X 125)، تصویر میکروسکوپی نمونه ۹، با بزرگ‌نمایی (X 125)



تصویر ۶. طرح شماتیک ریزساختار آلیاژهای دوفازی (مانند نقره-مس)، سمت چپ ریزساختار پس از ریخته‌گری و سمت راست پس از عملیات مکانیکی را نمایش می‌دهد [۱۰]

آنالیز رادیوگرافی

رادیوگرافی یکی از آزمایش‌های غیرتخریبی در مطالعات آثار تاریخی به‌شمار می‌رود. در این آزمایش می‌توان به شناخت بهتر شیء از نظر جنس و استحکام، وجود تزئینات در زیر رسوبات خوردگی، تعیین ضخامت نسبی نواحی مختلف، حفره‌ها، ترک‌ها و غیره پی برد [۱۲]. این آزمایش برای همهٔ زیورآلات مطالعه‌شده انجام شده است. این آزمایش برای شناخت و بررسی لایه‌ها، اتصالات و مغز فلزی این اشیا انجام شد. بررسی‌ها و عکس‌های تهیه‌شده ساختار یک‌دست زیورآلات را نشان داد. از طرفی همچنین همهٔ آن‌ها مغز فلزی سالمی دارند (تصویر ۷).



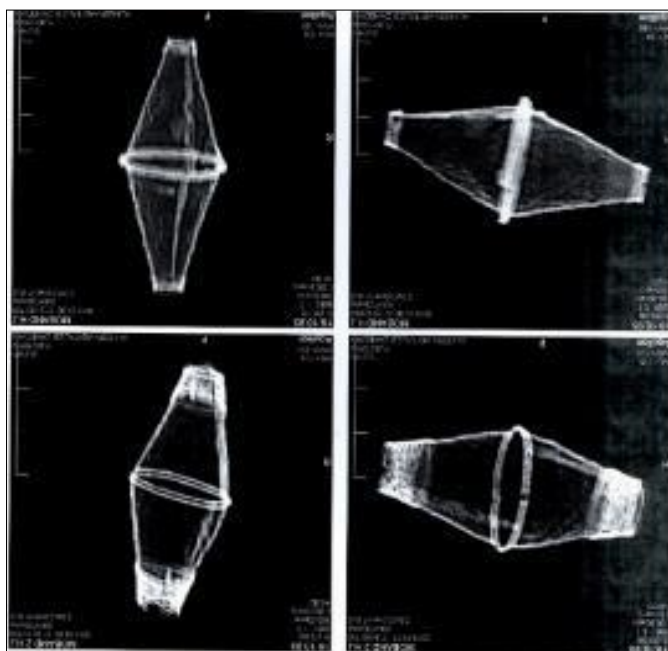
تصویر ۷. تصاویر رادیوگرافی زیورآلات مطالعه‌شده (نگارندگان)

آنالیز سی تی اسکن (CT-Scan)

سی تی اسکن یک شیوه تصویربرداری است که درحقیقت به معنای تصویربرداری مقطعی و عرضی از اعضای بدن به صورت کامپیوتری است. اما از این روش می‌توان در روش‌های غیرپزشکی استفاده کرد؛ به طوری که در تحقیقات باستان‌شناسی، به ویژه مطالعه مومیایی‌های کشف شده، کاربردی ویژه دارد. ماهیت کار دستگاه سی تی اسکن همانند رادیولوژی با اشعه ایکس است. اشعه ایکس، با توجه به قدرت نفوذپذیری که در بافت یا اجسام دارد، پس از آنکه شیء در معرض تابش اشعه ایکس قرار گرفت، پرتوهای ایکس عبوری با توجه به اختلاف جذبی که ایجاد می‌کنند حاوی اطلاعات شیء مورد تابش‌اند که در رادیولوژی این اطلاعات روی فیلم رادیولوژی ثبت شده و کلیشه رادیوگرافی را تشکیل می‌دهند [۲، ص ۱۹]. در این روش، از همه نمونه‌های مطالعه شده تصویر و عکس برداری سی تی اسکن تهیه شد که تصویر نمونه‌های ۳ و ۴ و ۶ را می‌توان در ادامه مشاهده کرد. تصاویر نمونه‌های زیورآلات نشان‌دهنده بخش‌های تیره و روشن است که بخش‌های روشن محل اتصال لبه‌ها، بخش‌های لحیم‌کاری شده، اتصالات و نوارهای تزئینی موجود روی اشیا هستند. بخش‌های توخالی آثار به رنگ تیره نشان داده شده است (تصویر ۸ و ۹).



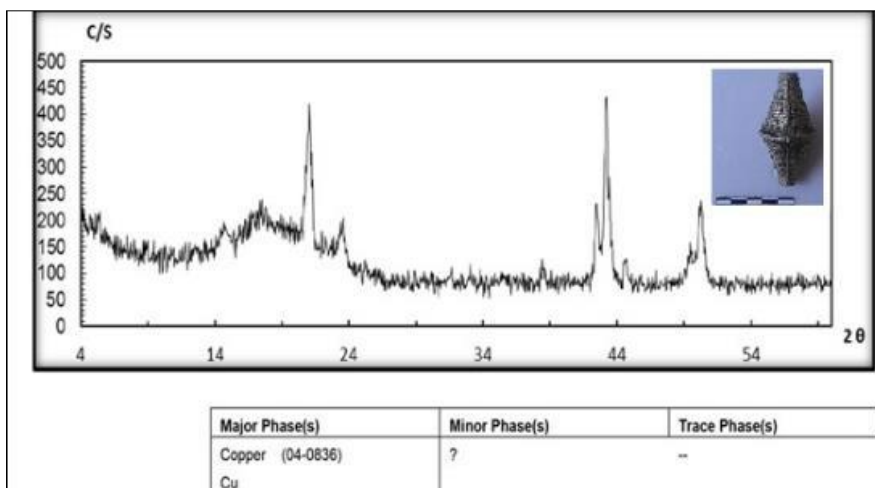
تصویر ۸. تصویر سی تی اسکن شیء شماره ۳ و ۴ (نگارندگان)



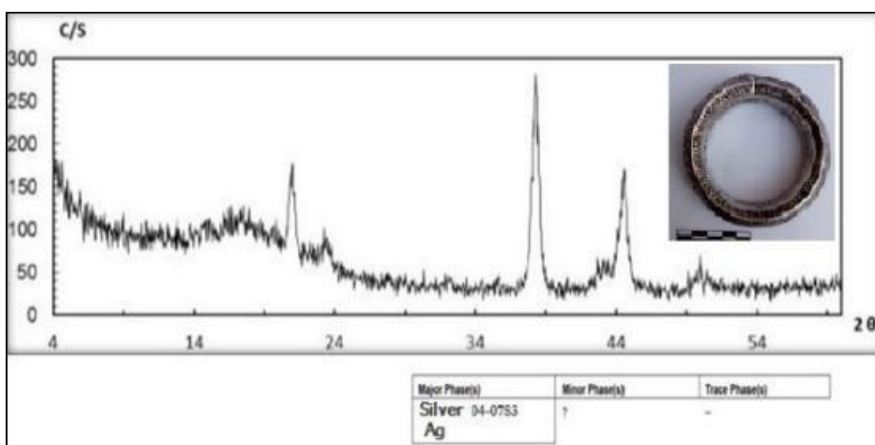
تصویر ۹. تصویر سی تی اسکن شیء شماره ۶ (نگارندگان)

آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD)

آنالیز پراش پرتوی ایکس به دلیل اینکه روش مستقیمی برای تعیین نوع فازها و ساختار بلورین مواد است از اهمیت بسیار بالایی در مطالعه و بررسی مواد فرهنگی- تاریخی محسوب می‌شود که با استفاده از آن می‌توان ساختار یک ترکیب را مشخص کرد. این تکنیک برای تجزیه و تحلیل محصولات خوردگی، رسوب‌های نمک‌ها، رنگدانه‌ها و نمونه‌های خاک مناسب است [۱۶، ص ۶۶]. در این آزمایش، به دلیل محدودیت نمونه‌برداری از سایر نمونه‌ها فقط از دو نمونه از زیورآلات شماره ۳ و ۶ به دلیل شناخت نوع ترکیب آن‌ها آزمایش XRD تهیه شده است. با توجه به این آزمایش فازهای اصلی نقره و مس موجود در آلیاژهای زیورآلات شناسایی و ترکیب آلیاژی نقره- مس آن، که در آزمایش‌های دیگر همچون متالوگرافی نیز مورد آزمایش قرار گرفت، مورد تصدیق و اثبات واقع شد. نقره فلزی نرم و گران‌قیمت است و در طول تاریخ مس به‌طور آگاهانه به نقره افزوده می‌شده تا هم آلیاژی سخت‌تر از نقره خالص تولید شود و هم میزان نقره استفاده‌شده تاحدی کاهش یابد [۲۱، ص ۱۲] (تصویر ۱۰ و ۱۱).



تصویر ۱۰. دیاگرام فازی نمونه ۳، فاز شاخص شناسایی شده در این اثر مس است.



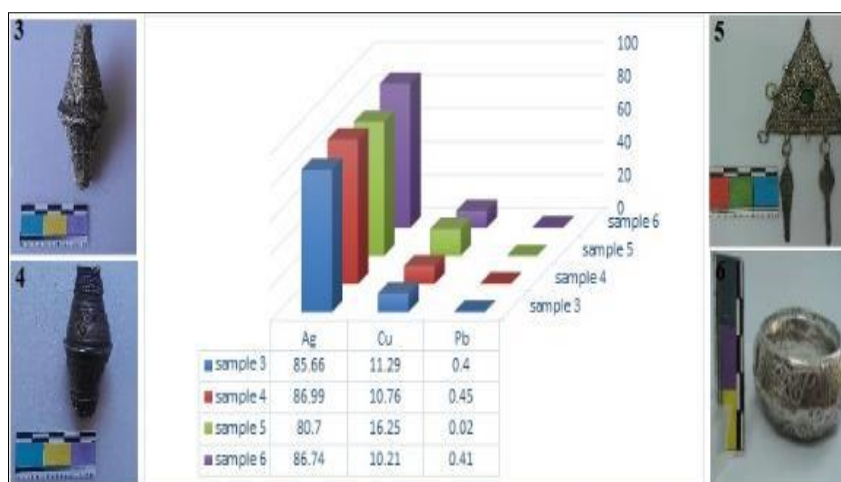
تصویر ۱۱. دیاگرام فازی نمونه ۶، فاز شاخص شناسایی شده در این اثر نقره است.

آنالیز فلورسانس اشعه ایکس (XRF)

آنالیز فلورسانس اشعه ایکس یا طیف‌سنجی پرتوی ایکس یکی از روش‌های آنالیز عنصری و شیمیایی است که کاربرد گسترده‌ای در آنالیز شیمیایی مواد دارد و برای شناسایی همه عناصر، به جز دو عنصر اول جدول تناوبی (H, He) به کار می‌رود. شناسایی و اندازه‌گیری بسیاری از

عناصر سبک مشکل است و باید برای اندازه‌گیری آن‌ها از تجهیزات پیشرفته استفاده شود و اغلب برای شناسایی عناصری با عدد اتمی بالاتر از ۱۱ (سدیم) مناسب است [۲۰]. در این روش، پرتوی ایکس به نمونه مجهول می‌تابد و بر اثر برانگیختن اتم‌ها باعث پدید آمدن پرتوی ایکس ثانویه می‌شود. سپس با تعیین طول موج یا انرژی پرتوی ایکس ثانویه، عنصرهای مورد نظر را می‌توان شناسایی کرد. پرتوی خروجی از لوله پدیدآورنده پرتوی ایکس به نمونه می‌تابد و بر اثر بمباران، الکترون‌های موجود در مدارهای داخلی اتم خارج می‌شود و جایگزینی این الکترون‌ها از مدارهای بالایی، سبب پدید آمدن پرتوی ایکس (پرتو مشخصه) خواهد شد. اساس این پدیده مانند حالتی است که نمونه توسط الکترون بمباران می‌شود [۱۳، ص ۹۳]. تجزیه شیمیایی یکی از روش‌های مطمئن برای شناخت عناصر و میزان آن‌ها در مواد باستان‌شناختی همانند سفال، شیشه، اشیای فلزی و غیره است. از این رو، با شناخت ترکیبات شیمیایی و عنصری بسیاری از مواد فرهنگی و باستانی می‌توان به سؤالاتی از قبیل منشأیابی، نوع ترکیب شیمیایی مواد برای بررسی فناوری‌های ساخت و تکنولوژی، میزان مواد افزودنی و وارده از محیط به شیء، تحلیل تبادلات مصنوعات باستانی و غیره پاسخ داد.

از همین رو، از نمونه‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ آنالیز عنصری صورت گرفت. این آزمایش به دلیل محدودیت‌های لازم به دلیل عدم امکان نمونه‌برداری از دیگر نمونه‌ها و همچنین به دلیل عدم امکان جابه‌جایی اشیاء به آزمایشگاه فقط از چهار نمونه صورت پذیرفت. نقره با بیشترین درصد وزنی و نیز مس در رتبه دوم بیشترین عناصری هستند که در ترکیب اثر شناسایی شده‌اند. میزان تفاوت عناصر شناسایی شده در نمودار ستونی مقایسه‌ای در تصویر ۱۲ نشان داده شده است (تصویر ۱۲).



تصویر ۱۲. نمودار ستونی از مقایسه عناصر شناسایی شده در چهار نمونه

بحث در یافته‌ها

نتایج آنالیزهای شیمیایی نمونه‌های زیورآلات نقره‌ای نشان داد که این اشیا و آثار تاریخی از آلیاژ نقره و مس ساخته شده‌اند. میزان عناصر نقره شناسایی شده در نمونه‌ها تقریباً در حدود ۸۰ تا ۸۶ درصد در زیورآلات مطالعه شده متغیر بوده است. از سوی دیگر، میزان عناصر مس شناسایی شده در حدود ۱۰ تا ۱۶ درصد است. این دو عنصر عمده‌ترین عناصر شناسایی شده در آنالیز شیمیایی بوده است؛ به طوری که در حدود ۹۸-۹۹ درصد عناصر تشکیل دهنده نمونه‌های مورد مطالعه را دارا بوده‌اند. افزودن مس به نقره جهت ساختن آلیاژی مقاوم‌تر، سخت‌تر و از طرفی کاستن از خلوص نقره به جهت کاربرد کمتر از آن در گذشته مرسوم بوده است، زیرا نقره ماده‌ای کمیاب و گران‌بها بوده است [۲۱، ص ۱۲]. بسیاری از اشیای نقره‌ای از آلیاژ نقره کم‌عیار شده با آلیاژ نقره-مس ساخته می‌شدند [۱۷، ۲۲، ص ۱۳-۲۵]. از طرفی، آنالیزهای پراش‌سنجی پرتو ایکس گرفته شده از زیورآلات، فازهای مس و نقره را شناسایی کرد و به درستی ساختار آلیاژ مس-نقره زیورآلات را تأیید کرد. البته با توجه به شواهد عینی موجود استفاده از مس را برای کم کردن عیار نقره در بلوچستان در بسیاری از موارد می‌توان دید، زیرا توان اقتصادی زرگران و تولیدکنندگان در تهیه و به کارگیری نقره با خلوص بالا آن قدر زیاد نبوده است و این نوع محصولات هنرهای سنتی و دستی محلی بوده‌اند و نیز با گران تمام شدن هزینه‌های تولید به مراتب قیمت فروش و عرضه آن‌ها بالاتر می‌رفته است. با توجه به پایین بودن توان مالی و اقتصادی مردم محلی این منطقه در روزگاران گذشته، به مراتب تولیدکنندگان از مس برای پایین آوردن عیار نقره‌های استفاده شده در تولید این گونه زیورآلات سنتی استفاده می‌کرده‌اند. با توجه به مطالعات ریزساختارشناسی متالوگرافی ساختار یوتکتیک در سیستم دوجزئی نقره-مس قابل مشاهده است. مس و نقره در حالت مذاب به طور کامل در یکدیگر مخلوط می‌شوند، در حالی که در حالت جامد، سه فاز متفاوت بر حسب ترکیب می‌تواند ایجاد شود: محلول غنی از مس (α)، محلول غنی از نقره (β)، فاز یوتکتیک حاوی α و β . مس و نقره تاحدی باهم قابل ترکیب‌اند و بخش عمده‌ای از آلیاژهای مس و نقره ریزساختاری دوفازی دارند که معمولاً شامل فاز غنی از نقره (β) یا فاز غنی از مس (α) همراه فاز یوتکتیک $\alpha + \beta$ است [۹] (تصویرهای ۶ و ۷). شکل ۷ طرحی شماتیک از آلیاژهای نقره-مس و تأثیر عملیات مکانیکی بر ریزساختار آن‌ها را نمایش داده است. در آلیاژهای نقره-مس حاوی میزان قابل توجه مس، در فرایند ریخته‌گری و سرد شدن آلیاژ، دندریته‌های غنی از نقره تشکیل می‌شوند که با فاز یوتکتیک ($\alpha + \beta$) احاطه شده‌اند. میزان فاز یوتکتیک تشکیل شده به شدت به ترکیب آلیاژ بستگی دارد. هرچه میزان مس به نقطه یوتکتیک آلیاژهای نقره-مس (حدود ۷۲ درصد نقره) نزدیک‌تر باشد، میزان فاز یوتکتیک در ترکیب بیشتر است [۱۰]. اما با توجه به تصویر ۶، که نشان داده است که بر اثر کار مکانیکی باعث به وجود آمدن دندریته‌های کشیده شده

می‌شود، نمونه‌های میکروسکوپی در نمونه‌های مطالعه شده تقریباً همچنین ساختاری را نشان نمی‌دهد و فازهای دندریته‌های تشکیل شده در همان روش ریخته‌گری را نشان می‌دهند. از طرفی، عکس‌های تهیه شده به روش‌های رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن ساختارهای داخلی نمونه‌های زیورآلات را نشان می‌دهد. نتایج آنالیزها در این آزمایش‌ها نشان‌دهنده این است که این اشیا به صورت یکپارچه ساخته شده‌اند و با توجه به تصاویر، همه آثار دارای مغز فلزی بوده و روشن بودن تصاویر و نداشتن تیرگی در آن‌ها به دلیل خوردگی بسیار کم در آثار مطالعه شده است. همچنین، اتصالات در این نمونه‌ها قابل مشاهده است. تصویر حاصل از پرتونگاری اشعه ایکس شامل نقاط تیره و روشن است که اختلاف میزان عبور اشعه ایکس از نقاط متفاوت این اشیا را نشان می‌دهد. اختلاف دانسیته، که به ایجاد نواحی روشن و تیره منجر می‌شود، در این اشیا کم است که دلیل آن ضخامت یکسان در بیشتر این اشیاست و فقط در نمونه‌های ۳، ۴ و ۷ این اختلاف بیشتر به چشم می‌خورد که دلیل آن نفوذ خوردگی است. در نهایت، بخش‌هایی که به رنگ روشن دیده می‌شوند نشان‌دهنده چگالی زیاد فلز در این نقاط است که جذب پرتوی ایکس بیشتری داشته و در بخش‌های تیره‌رنگ برعکس است. با توجه به تصاویر به دست آمده از آزمایش سی‌تی‌اسکن نیز نقاط اتصال و فرورفتگی‌ها با جزئیات کامل مشخص شد که در تصاویر رادیوگرافی ثبت نشده‌اند. همچنین نقاط آسیب‌دیده با سهولت بیشتری قابل مشاهده است. همان‌طور که در تصاویر مشخص است، به راحتی می‌توان نقاط لحیم‌کاری شده و نقاط اتصال بدنه اشیا به هم را مشاهده کرد (تصویر ۱۳).



بخش لحیم‌شده در پشت نمونه



محل اتصال لبه‌ها و تابکاری



ابزار کار ساخت زیورآلات [۱۴]، ص ۱۱۵



بخش لحیم‌شده ظریف روی نمونه



تزیینات سنتی قلم‌زنی شده



استفاده از سنگ‌های نیمه‌قیمتی

تصویر ۱۳. مراحل نهایی ساخت زیورآلات سنتی (نگارندگان)

نتیجه‌گیری

شناخت درست و صحیح شیوه‌ها و روش‌های ساخت سنتی و باستانی آثار تاریخی و فرهنگی و همچنین صنایع دستی بانوان که دیگر فراموش شده‌اند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ به‌طوری‌که با پژوهش و مطالعه در این زمینه‌ها می‌توان از فراموشی و نابودی کامل آن‌ها جلوگیری کرد. از همین‌رو، در این پژوهش سعی شده به بررسی فنون ساخت زیورآلات نقره‌ای مورد استفاده بانوان بلوچ در استان سیستان و بلوچستان پرداخته شود. همان‌طور که در آزمایش‌های صورت‌گرفته روی برخی از این آثار، که از سوی بانوان استفاده می‌شده، نشان داده شد، فلز ساخته‌شده در آثار آلیاژ نقره-مس است. افزودن مس به آثار سنتی و بومی ساخته‌شده در این مناطق باعث صرفه اقتصادی و کاهش استفاده از نقره از سوی زرگران و سازندگان این آثار بوده است؛ به‌طوری‌که در همه آثار می‌توان درصد بالای حضور مس را شناسایی کرد. این عمل در جوامع روستایی به دور از انتظار نبوده است؛ به‌طوری‌که برای هنرمندان و سازندگان این‌گونه زیورآلات بهترین شیوه برای ساخت آثار ذکر شده بوده است. اما در ادامه بررسی‌های آزمایشگاهی مشخص شد که این‌گونه آثار با استفاده از روش‌های ریخته‌گری و با تکنیک لحیم‌کاری ساخته شده‌اند. اشیای مطالعه‌شده، که در ابتدا از ورق‌های نازک و تخت نقره تشکیل شده است، به وسیله حرارت تاب داده شده‌اند و سپس با استفاده از لحیم دو سر ورق نقره را به هم چسبانده‌اند. همچنین، برای تزئین این آثار از روش‌های قلم‌زنی به‌وسیله چکش و قلم آهنی استفاده شده است و با استفاده از طرح‌ها و نقش‌های سنتی و بومی که گاه نقش‌های آن را می‌توان در سوزن‌دوزی و لباس بانوان بلوچ و سیستانی دید و همچنین از سنگ‌های نیمه‌قیمتی یافت‌شده در منطقه برای افزایش زیبایی و هزینه استفاده شده است. بانوان بلوچ این‌گونه زیورآلات را در مراسم‌های خاص همچون حنابندان، عروسی و دیگر جشن‌های مختلف به تن می‌کرده‌اند، زیرا این زیورآلات نشان‌دهنده زیبایی زنانه بوده است و براساس نوع و آلیاژ آن‌ها جایگاه اجتماعی و اقتصادی بانوان تعیین می‌شده است، همچنین، استفاده از آن‌ها تاحدودی نشان از تجملات بوده است و شخص استفاده‌کننده از آن‌ها به نوعی جایگاه و شأن خود را به دیگران نشان می‌داده است که البته این موضوع نیز همچنین بسیار به نوع لباس‌های استفاده‌شده از سوی بانوان بلوچ وابسته است، زیرا با توجه به میزان فاخر بودن و ارزش لباس تهیه‌شده، به‌مراتب از زیورآلاتی با ارزش‌های بالاتر استفاده می‌شده است. لباس‌های سوزن‌دوزی‌شده سنتی براساس نوع پارچه، نوع نخ‌ها و همچنین طرح‌ها و مقدار سوزن‌دوزی ارزش‌گذاری می‌شوند. از طرفی، با توجه به تغییرات ایجادشده در فرهنگ‌های امروزی و فاصله‌ای که با سنت گرفته، هنرهای سنتی کاربری‌شان را در زندگی‌های روزمره از دست داده است و به تبع آن با رشد رسانه‌ها و فرهنگ مدرن معیارهای زیبایی اندام، زیبایی آراستگی و ظاهری و نیز در پی آن زیبایی‌های تزئینی و زیبایی مبتنی بر استفاده از آرایه‌ها و زیورآلات

تغییر کرده است. امروزه، بانوان پوشش‌های مدرن تزئین‌شده با هنرهای سنتی را به پوشش‌های سنتی برگرفته از زیورآلات و لباس‌های محلی ترجیح می‌دهند.

سپاس‌گزاری

نگارندگان پژوهش حاضر از آقای محمد صالحی برای در اختیار قرار دادن اشیای ذکرشده به نویسندگان جهت مطالعه و بررسی و نیز از دانشگاه زابل (گروه مرمت آثار تاریخی) تشکر و قدردانی می‌کنند. همچنین از خانم حلیمه آذین‌فر بابت در اختیار گذاشتن برخی اطلاعات و آقای حسین جهانتیغ، رادیولوژیست بیمارستان امام علی (ع) زاهدان، بابت همکاری‌های لازم تشکر می‌شود. در نهایت، باید از همه عزیزانی که نگارندگان را در طول این پژوهش یاری کرده‌اند مراتب قدردانی و سپاس‌گزاری به عمل آید.

منابع

- [۱] اسکات، دیوید (۱۳۹۵). *متالورژی و ریزساختار در فلزات باستانی و تاریخی*، ترجمه امید عودباشی و عاطفه شکفته، اصفهان: نشر جهاد دانشگاهی، دانشگاه اصفهان.
- [۲] ایزدی، جعفر (۱۳۹۱). *مبانی و تکنیک‌های سی‌تی‌اسکن-اسپیرال و مولتی‌اسلایس*، تهران: علمی و فرهنگی.
- [۳] بهشتی، ایرج؛ صدقی، یاسین؛ سیدسجادی، سید منصور (۱۳۹۸). «مطالعه‌ای نو در باب باستان‌شناسی و باستان‌سنجی مهره‌های سنگی نیمه‌بهدار شهر سوخته»، کتاب مجموعه مقالات شهرسوخته ۲، به کوشش: سید منصور سیدسجادی و انریکو اسکالونه، نشر مدید، پیشین پژوه.
- [۴] جی‌گلاک، هیراموتو گلاک سومی (۱۳۵۵). *سیری در صنایع دستی ایران*، ترجمه حمید عنایت، تهران: بانک ملی ایران.
- [۵] سیدسجادی، سید منصور (۱۳۸۲). *جواهرسازی در شهر سوخته*، معاونت پژوهشی سازمان میراث فرهنگی کشور.
- [۶] _____ (۱۳۹۸). «گزیده‌ای از پژوهش‌های میدانی سال ۱۳۹۳ در شهر سوخته»، کتاب مجموعه مقالات شهر سوخته ۲، به کوشش: سید منصور سیدسجادی و انریکو اسکالونه، نشر مدید، پیشین پژوه.
- [۷] شهشهانی، سهیلا (۱۳۸۸). «بلوچستان»، فرهنگ و انسان، ش ۲، ص ۸۲-۹۷.
- [۸] صالح، الهه (۱۳۹۴). «بررسی زیورآلات وابسته به پوشاک مردان در عهد قاجار»، فصل‌نامه پیکره، س ۴، ش ۸، ص ۲۴-۳۵.
- [۹] عودباشی، امید (۱۳۹۴). «ریزساختار اشیای نقره‌ای باستانی: تأثیر میزان مس در شکل‌گیری ریزساختارهای متفاوت در آلیاژهای نقره-مس»، چهارمین همایش بین‌المللی، نهمین همایش مشترک، نوزدهمین کنگره سالانه متالورژی، بیست و هفتمین سمینار سالانه ریخته‌گری، ۱۹ و

۲۰ آبان دانشگاه علم و صنعت ایران.

- [۱۰] عودباشی، امید (۱۳۹۷). «مطالعه آزمایشگاهی و شناسایی روش ساخت یک ظرف نقره‌ای ساسانی متعلق به موزه آرامگاه بوعلی سینا همدان»، نشریه ریخته‌گری، س ۳۷، ش ۱۱۸، ص ۲۲-۲۷.
- [۱۱] غیبی، مهرآسا (۱۳۹۳). ۳۵۰۰ سال تاریخ زیورآلات اقوام ایرانی، چ ۲، تهران: هیرمند.
- [۱۲] گراوند، مهدیه؛ بخشنده‌فرد، حمیدرضا؛ سجادی، علی (۱۳۹۸). «مقایسه ریزساختار و تکنیک ساخت چهار شیء برنزی به دست آمده از حفاری‌های دو محوطه تپه فرودگاه و سنگتراشان خرم‌آباد»، مطالعات باستان‌شناسی، س ۱۱، ش ۲، ص ۲۴۵-۲۶۰.
- [۱۳] گلستانی‌فرد، فرهاد؛ صلاحی، اسماعیل؛ بهره‌ور، محمدعلی (۱۳۸۳). روش‌های شناسایی و آنالیز مواد، تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.
- [۱۴] یعقوبی، حمیده (۱۳۸۲). مستندسازی هنرهای سنتی سراوان، زاهدان: گزارش پژوهشی، سازمان میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری استان سیستان و بلوچستان (منتشر نشده).
- [۱۵] یعقوبی، حمیده (۱۳۹۶). «زیورآلات سنتی زن بلوچ»، فصل‌نامه فرهنگ مردم ایران، س ۱۳، ش ۴۸ و ۴۹، ص ۸۵-۱۱۱.
- [16] Bavlley, Justine; Dungworth, David and Sarah Paynter (2001). *Archaeometallurgy, Guidelines for Best Practice*, Historic England.
- [17] Northover S. M. and Northover J. P (2014). "Microstructures of ancient and modern cast silver-copper alloys", *Materials Characterization*, 90: PP 173-184.
- [18] Piccardo, P (2000). "Setting up an Investigation Method for the study of corrosion of AncientBurial Bronze Objects": *Microscopy and Analysis*. 63, PP 13-15.
- [19] Pinasco, M. R., Ienco, M. G., Piccard, P., Pellati, G., Stagno, E (2001). *Metallographic Approach to the Investigation of Metallic Archaeological Objects*. Italy: Dept. of Chemistry and Industrial Chemistry (DCCI), University of Genoa. 30, PP 113-116.
- [20] Schreiner, M. Fruhmann, D. Jembrih-Simburger, and R. Linke (2004). *X-rays in Art and Archaeology- an overview*. International Centre for Diffraction Data 2004, Advances in X-ray Analysis, Volume 47.
- [21] Scott, D. A (1991). *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*, Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- [22] Taylor S. L (2013). *an Investigation of the Mechanical and Physical Properties of Copper-Silver Alloys and the Use of These Alloys in Pre-Columbian America*, Bachelor Project, Massachusetts Institute of Technology (MIT).