

گونه‌شناسی، سبک‌شناسی و آنالیز عنصری النگوهای شیشه‌ای اوایل اسلامی گنبد جهانگیر و تپه گوریه در استان ایلام

پیتا سوداپی^۱، داود آقاعلی^۲، لیلا خسروی^۳

۱. دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامین پیشوای رامین، ایران
 ۲. پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده فیزیک و شتابگرهای آزمایشگاه واندوگراف، تهران، ایران
 ۳. دانشیار پژوهشکده باستان‌شناسی میراث فرهنگی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰

حکیمہ

محوطه‌های باستانی گنبد جهانگیر و تپه گوریه در استان ایلام بخشی از شیکه راه‌های ارتباطی با بین‌النهرین محسوب می‌شوند. از این رو در مطالعات باستان‌شناسی دوران ساسانی و اوایل اسلامی از اهمیت بسیاری برخوردارند. در این پژوهش، ۲۰ النگوی شیشه‌ای به دست آمده از این محوطه‌ها با قدمت اوایل دوره اسلامی برای مطالعه و اندازه‌گیری ترکیبات عصری انتخاب شدند. هدف از این پژوهش گونه‌شناسی و سبک‌شناسی النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از محوطه‌های مورد مطالعه و مقایسه تطبیقی آنها با النگوهای شیشه‌ای محوطه سیراف و النگوهای شیشه‌ای موزه اورشلیم در فلسطین اشغالی به منظور بررسی اختلال تجارت این اشیاء از طریق راه‌های تجاری بین مناطق جنوب و غرب ایران است. این پژوهش بر اساس مطالعات میدانی، اسنادی با رویکرد توصیفی و با روش آنالیز آزمایشگاهی میکروپیکسی انجام شده است. بدین ترتیب در ابتدای نگوهای شیشه‌ای گونه‌شناسی و سبک‌شناسی شدند و از بین آنها بر اساس نوع تریین، رنگ و شکل، دوازده نمونه برای آنالیز عنصری انتخاب و با استفاده از روش میکروپیکسی آنالیز شدند. نتایج گونه‌شناسی النگوهای شیشه‌ای نشان می‌دهد النگوهای شیشه‌ای این محوطه‌ها بر اساس شکل ظاهری به پنج گروه مختلف تقسیم می‌شوند که عبارت از النگوهای ساده با مقطع دایره‌ای، النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره، النگوهای آجدار، النگوهای تاییده با مقطع دایره‌ای و النگوهای دارای ترئینات هندسی تکرار شونده هستند. مطالعات تطبیقی نیز نشان می‌دهد که این نمونه‌ها از نظر ظاهری شباهت بسیاری با النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از محوطه باستانی سیراف و فلسطین دارند. همچنین نتایج آزمایشات میکروپیکسی نشان می‌دهد ترکیبات عصری النگوهای شیشه‌ای گنبد جهانگیر و تپه گوریه از نوع شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک هستند که منبع تأثیرنگاری سودا در آنها خاکستر به دست آمده از گیاهان رشد یافته در خاک‌های شور بوده است.

واژگان کلیدی: النگوی شیشه‌ای، اوایل اسلامی، میکروپیکسی، گیند جهانگر، تیه گوریه، سیپا اف

bita.sodaei@iau.ac.ir, مکاتبات: نوهسته مسئوی

۱. مقدمه

گند جهانگیر و تپه گوریه با مختصات جغرافیایی X:605380 Y:3752210 X:606595 Y:3752695 و X:38s 38s در پنجاه کیلومتری شمال غرب استان ایلام، در شهرستان ایوان، در هشتاد و سه متری روتای سرتنگ، در دو سوی رودخانه کنگیر و رو به روی یکدیگر واقع شده‌اند. این منطقه باستانی در زاگرس میانی قرار دارد و بخشی از شبکه راه‌های ارتباطی با بین‌النهرین به شمار می‌آیند. مساحت این منطقه تقریباً یکصد و هفتاد هزار هکتار مترمربع است و کاوش‌های باستان‌شناسی طی سه فصل بین سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ توسط لیلا خسروی انجام شده است. در آخرین فصل کاوش‌ها در سال ۱۳۹۶، در ساختمان E.X11 در گند جهانگیر و از اتاق‌های شماره ۳ و ۴ و در تپه گوریه، از زیر آوارهای ساختمانی و لایه‌های مربوط به اواخر دوره ساسانی در فضاهای مختلف از جمله کنار ستون‌های گچی، ستون‌های چسبیده به دیوارها و در زیر کف گچی و برخی از برسی‌های سطحی، حدود ۶۰ قطعه شیشه به دست آمد که شامل عطردان، النگو و مهره شیشه‌ای است. بر اساس نتایج آزمایشات سال‌بایی به روش گرمالیان (ترمولومینسنس) قدمت این محوطه‌ها به اواخر دوره ساسانی و قرون اولیه اسلامی برمی‌گردد (Agha-Aligol et al., 2019). شیشه‌های باستانی در زمرة داده‌های فرهنگی به شمار می‌آیند که مطالعه آنها می‌تواند اطلاعات تاریخی ارزشمندی در زمینه تجارت و مبادرات بین‌منطقه‌ای برای پژوهشگران را فراهم آورد. در این پژوهش سعی شده است به گونه‌شناسی و ریخت‌شناسی النگوهای شیشه‌ای گند جهانگیر و تپه گوریه و مقایسه آن با النگوهای شیشه‌ای سیراف و النگوهای شیشه‌ای موزه اورشلیم در فلسطین اشغالی پرداخته شود؛ بنابراین در این پژوهش ۲۰ قطعه النگوی شیشه‌ای از نظر ریخت‌شناسی و تزئینات سطحی مورد مطالعه قرار گرفته و بر اساس فرم ظاهری طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین بر اساس فراهم شدن امکانات آزمایشگاهی تعدادی از این نمونه‌ها با روش میکروپیکسی مورد آنالیز عنصری قرار گرفته‌اند و نتایج آنها در ادامه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. در بررسی‌های اولیه بر اساس مطالعات ریخت‌شناسی و فرم‌شناسی شباهت بسیاری بین النگوهای این دو محوطه با النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از مطالعه باستانی سیراف مشاهده شده است (Swan et al., 2017). بر این اساس، پرسش‌های اصلی این پژوهش عبارت‌اند از: ۱- النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از گند جهانگیر و تپه گوریه از نظر ریخت‌شناسی و شیوه تزئینات به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ ۲- با توجه به آثار مورد مطالعه از این محوطه‌ها و مقایسه آنان با منطقه سیراف و موزه اورشلیم در فلسطین اشغالی آیا می‌توان ادعا کرد که یک ارتباط فرامنطقه‌ای بین این محوطه‌های تاریخی وجود داشته است؟ ۳- بر اساس آنالیز عنصری آیا ماده اولیه یکسانی در ساخت این النگوها استفاده شده است؟

۲. پیشینه پژوهش

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد، بریل و همکارانش در موزه شیشه کورنینگ با استفاده از آنالیز دستگاهی، نخستین بار از شیشه‌های ایران که شیشه‌های قدیمی شهر نیشابور و متعلق به اوایل دوران اسلامی بودند را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که شیشه‌های تاریخی نیشابور بر اساس اینکه رنگی یا بی‌رنگ (سفید) باشند، از نظر ترکیبات عنصری کاملاً متفاوت هستند و احتمالاً محل تولیدشان نیز متفاوت بوده است (Brill, 1999; Brill, 2012). پژوهش دیگری که بر روی شیشه‌های ایرانی با هدف تعیین منشأ و پراکنش شیشه‌های اوایل دوران اسلامی انجام شده است، مجموعه‌ای متشکل از یکصد و شصت و نه نمونه شیشه از پنج شهر همدان، ری، قم، گرگان و نیشابور با استفاده از روش ICP-MS مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد شیشه‌های آنالیز شده به شش گروه تقسیم می‌شوند و همگی از نوع شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک به شمار می‌آیند و ماده گذاز آور آنها خاکستر گیاهی است. از این میان سه گروه از این شیشه‌ها منشأ بین‌النهرینی دارند و سه گروه دیگر احتمالاً با مواد اولیه تولید شده در ایران ساخته شده‌اند (Henderson, 2013). پژوهش‌های داخلی نیز از سال ۱۳۹۶ با هدف مشخص شدن چالش‌های موجود در زمینه آنالیز

عنصری و تحلیل ترکیبات تشکیل دهنده شیشه‌های تاریخی ایران و رفع موانع پیش رو در آزمایشگاه و انوکراف پژوهشکده فیزیک و شتاب‌گرها در پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای آغاز شده است. نتایج به دست آمده از مطالعات آزمایشگاهی شیشه‌های تاریخی نشان می‌دهد که غالب شیشه‌های مطالعه شده از ایران از نوع شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک هستند که در ساخت آنها از خاکستر گیاهان به عنوان ماده گدازآور استفاده شده است. مقایسه ترکیبات عنصری شیشه‌های آنالیز شده از مناطق مختلف ایران با مناطق دیگر جهان نشان می‌دهد که درصد وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپاتاسیم در شیشه‌های ایرانی نسبت به نمونه‌های حوزه شرق مدیترانه مانند سوریه، فلسطین و لبنان بیشتر است (Bahadori & Agha Ali Gol, 2018). همچنین، آقاعلی‌گل و همکاران به بررسی و تعیین منشاً مواد اولیه مصنوعات شیشه‌ای دوره اشکانی در کاخ شائز و آنالیز این نمونه‌ها مشخص شده است که ظروف شیشه‌ای کاخ شائز و صالح داده همگی از نوع شیشه‌های سیلیکا - سودا-آهک هستند که در آنها از خاکستر گیاهان به عنوان گدازآور استفاده شده است و احتمالاً این شیشه‌ها تولید بومی هستند. از طرف دیگر، آنالیز مهره‌های شیشه‌ای می‌دهد که در ساخت مهره‌های شیشه‌ای این محوطه از ماده معدنی ناترون به عنوان ماده گدازآور استفاده شده که می‌تواند شاهدی بر واردات این مهره‌ها از حوزه مدیترانه باشد (Agha-Aligol et al., 2018). علاوه بر این مطالعات، آقاعلی‌گل و همکاران با مطالعه و آنالیز النگوهای شیشه‌ای محوطه بندر کنگ قدیم و شمد دیده‌بان در دوره اسلامی، بر اساس ماده گدازآور این نتیجه را بیان می‌کنند که النگوهای این دو محوطه با یکدیگر تفاوت دارند و از منابع متفاوتی تأمین شده‌اند (Agha-Aligol et al., 2022). عناصری که از طریق ماده گدازآور وارد ترکیبات شیشه می‌شوند، عبارت از اکسیدسدیم، اکسیدپاتاسیم، اکسیدمنیزیم و اکسیدکلسیم است. سیر و اسمیت بر اساس درصد وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپاتاسیم شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک را به دو گروه تقسیم می‌کنند که عبارت‌اند از: ۱- شیشه‌های ناترونی ۲- شیشه‌های تولید شده از خاکستر گیاه (Sayre & Smith, 1961). مخصوص شده است که در شیشه‌های ناترونی مقدار وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپاتاسیم کمتر از ۱/۵ درصد است و در شیشه‌های سیلیکا-سودا - آهک ساخته شده از خاکستر، مقدار وزنی این دو اکسید بیشتر از ۲/۵ درصد است (Sayre & Smith, 1961). همچنین شالوت نش برای پایان‌نامه دکتری خود نود و دو قطعه از النگوهای شیشه‌ای سیراف را با روش LA-ICP-MS آنالیز و تجزیه و تحلیل کرده است. نتایج اولیه این پژوهش نشان می‌دهد شیشه‌های سیراف متعلق به چهار منطقه مختلف است که به نوعی تأیید کننده جایگاه سیراف در تجارت منطقه‌ای و فرا منطقه‌ای است (Nash, 2021). از دیگر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه می‌توان به مقاله امامی و همکاران اشاره کرد که با هدف تعیین ترکیب شیمیایی شیشه‌های چغازنبیل و فن‌آوری ساخت آنها انجام شده است (Emami & Pakgohar, 2017). صالح وند و همکاران نیز پژوهشی پیرامون لوله‌های شیشه‌ای درهای چغازنبیل با روش XRF با هدف آشنایی با هنر شیشه‌گری در دوره ایلام میانه انجام داده‌اند (Salehvand et al., 2017). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که پژوهش‌های مرتبط با شیشه‌های دوره ساسانی محدود است و مطالعات بسیار کمی بر روی تعدادی از نمونه‌های دوره ساسانی انجام شده است. اولین آنالیزهایی که از شیشه‌های دوره ساسانی گزارش شده مربوط به تحقیقات بریل است که در آن تعدادی از نمونه‌های به دست آمده از چند محوطه باستانی مانند تیسفون در عراق گزارش شده است (Brill, 2012). همچنین میرتی و همکارانش ۸۹ نمونه از قطعات شیشه‌ای به دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی محوطه واردشیر در عراق امروزی را با آزمایش ICP-MS مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند که قدمت این نمونه‌ها به دوره اشکانی و ساسانی برمی‌گردد. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که غالب نمونه‌های دوره ساسانی به دست آمده از واردشیر از نوع سیلیکا-سودا-آهک هستند و در ساخت آنها از خاکستر گیاهان به عنوان ماده گدازآور استفاده شده است (Mirti et al., 2008). همچنین سیمپسون بر اساس فرم‌شناسی ظروف شیشه‌ای در مقاله‌ای به طور مبسوط به تولید و گردش شیشه در دوره ساسانی پرداخته است (Simpson, 2015). آقاعلی‌گل و همکاران نیز با استفاده از روش میکروپیکسی بر روی تعدادی از مصنوعات شیشه‌ای دوره ساسانی از محوطه گند جهانگیر و تپه گوریه

که اغلب آنها ظروف شیشه‌ای بودند، به اندازه‌گیری ترکیبات عنصری و منشأ تولید این اشیاء پرداخته است (Agha-*et al.*, 2019). آمان شیشه‌گر در مقاله‌ای تحت عنوان «تولید و تجارت در جهان اسلام: نجوای دلنشیں النگوها در سفر تاریخی»، به معرفی النگوهای شیشه‌ای به دست آمده در کشورهای اسلامی بر اساس شباهت‌های ظاهری به منظور بررسی تجارت در شرق و غرب جهان اسلام پرداخته است (Shishegar, 2018). علاوه بر این، از نقطه نظر مطالعات ریخت‌شناسی النگوهای شیشه‌ای، اسپار در مقاله‌ای تحت عنوان النگوهای شیشه‌ای قبل از اسلام در فلسطین، به معرفی و گونه‌شناسی النگوهای شیشه‌ای قبل از اسلام در موزه اورشلیم پرداخته است (Spaer, 1998). در این پژوهش النگوهای شیشه‌ای اوایل اسلامی از نظر ریخت‌شناسی بررسی شده و مورد آنالیز عنصری قرار گرفته‌اند و با محوطه‌های داخل و خارج از ایران مقایسه شده‌اند.

۳. مواد و روش پژوهش

این پژوهش با روش توصیفی- تحلیلی با رویکرد مطالعات تطبیقی بر اساس مطالعات میدانی و اسنادی انجام شده است. در این مرحله بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و منابع موجود، نمونه‌های مورد بررسی با نمونه‌های محوطه‌های سیراف و شیشه‌های موزه اورشلیم مقایسه شده است. در مرحله بعدی با استفاده از روش آنالیز میکروپیکسی نمونه‌های منتخب برای اندازه‌گیری عناصر تشکیل دهنده و شناسایی مواد اولیه به کار رفته در النگوهای شیشه‌ای جهت منشأ‌یابی آنالیز و تحلیل شده‌اند.

۴. نتایج و بررسی گونه‌شناسی و ریخت‌شناسی النگوهای شیشه‌ای

ریخت‌شناسی النگوهای به دست آمده از محوطه گند جهانگیر و تپه گوریه بر اساس تقسیم‌بندی اسپار (Spear) انجام شده است. بدین ترتیب می‌توان آنها را به ۵ گروه مختلف تقسیم کرد که عبارت‌اند از: ۱- النگوهای ساده با مقطع دایره‌ای (Circular bracelets with a circular cross-section)، ۲- النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره (The flat)، ۳- النگوهای تابیده با مقطع دایره (Twisted monochrome bracelets)، ۴- النگوهای آجر (Protuberances bracelets) و ۵- النگوهای هندسی تکرار شونده بر سطح بیرونی (Mosaic bracelet) که در ادامه به معرفی هر یک از این گروه‌های ذکر شده پرداخته می‌شود.

۱- النگوهای ساده با مقطع دایره

سه نمونه از النگوهای مورد مطالعه دارای سطح مقطع دایره‌ای و فاقد هرگونه تزئینات سطحی و شکل‌دهی هستند. بر اساس نمونه‌برداری انجام شده، این النگوها تک رنگ و هر سه نمونه سیز رنگ هستند و سطح بیرونی آنها کاملاً با پوشش صدفی سفید رنگ پوشیده شده است (جدول ۱). این گونه از النگوها از اوایل قرن سوم میلادی تولید شده‌اند و تا دوران اسلامی نیز تولید آنها ادامه داشته است و از پراکنش و فراوانی بالایی برخوردارند (Spear, 1998). برای ساخت النگوهای شیشه‌ای مقدار کمی از مذاب شیشه را با یک لوله آهنه برداشت و با کمک لوله آهنه دیگری از دو سو آن را می‌کشیدند، می‌چرخاندند و حرارت می‌دادند تا یک مفتول دایره‌ای شکل به وجود آید (Meyer, 1992). سپس آن را به اندازه حلقه النگو بربده و دو سر آن را به هم وصل می‌نمودند و به هم پیوستن دو سر مفتول شیشه‌ای گاهی بدون درز و برخی موقع درزی ایجاد می‌شده که با گرم کردن سطح داخلی آنها را صاف می‌کردند و بدین‌وسیله درز آنها را از بین می‌برند. از آنجایی که همه النگوهای شیشه‌ای حلقه‌ای شکل هستند. تفاوت آنها را می‌توان بر اساس مقطع به چهار گونه تقسیم کرد که عبارت از مقطع دایره‌ای، نیم‌دایره، تخت و نوک تیز هستند. در بین النگوهای پیش از اسلام دو نوع اول بسیار رایج است و نوع سوم به ندرت یافت می‌شود (Spear, 1998).

۴-۴. النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره

دوازده نمونه از النگوهای مورد بررسی به صورت النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره هستند که بر اساس ترئینات به دو گروه تقسیم می‌شوند؛ که عبارت‌اند از: النگوهای تخت بدون شیار و النگوهای تخت با شیارهای موازی (جدول ۲). این گروه از النگوها تک رنگ هستند و از نظر زمانی به قرن سوم و چهارم میلادی برمی‌گردند (Spare, 1998).

جدول ۱: النگوهای ساده با مقطع دایره‌ای شکل به دست آمده از گنبد جهانگیر

اندازه(میلی‌متر)	سطح مقطع	نوع تزئین	رنگ	شفافیت	شماره نمونه	تصویر	
بلند: ۷۰ قطر: ۷	دایره	النگوی ساده و بدون تزئین سطحی	سبز- پوشیده شده با پوشش صدفی	سفید رنگ	مات	B1	
بلند: ۲۵ قطر: ۲	دایره	النگوی ساده و بدون تزئین سطحی	سبز- پوشیده شده با پوشش صدفی	سفید رنگ	مات	B2	
بلند: ۷۵ قطر: ۷	دایره	النگوی ساده و بدون تزئین سطحی	سبز- پوشیده شده با پوشش صدفی	سفید رنگ	مات	B3	

جدول ۲: النگوهای تخت به دست آمده از محوطه گنبد جهانگیر

اندازه(میلی‌متر)	سطح مقطع	رنگ	نوع تزئین	شفافیت	شماره نمونه	تصویر
بلند: ۷۰ پهنا: ۵ قطر: ۳	نیم‌دایره	سبز پوشش صدفی	النگو ساده بدون شیار	مات	B 4	
بلند: ۷۲ پهنا: ۷ قطر: ۵	نیم‌دایره	سبز پوشش صدفی	النگو با تزئینات عمودی	مات	B 5	
بلند: ۵۰ پهنا: ۳	نیم‌دایره	- سبز پوشش صدفی	النگوی ساده بدون شیار	مات	B 6	

٢٠ بلندی: ٤ پهنای: ٤	نیم‌دایره 	سبز - پوشش صدفی	النگوی ساده بدون شیار	مات	B7	
٧٠ بلندی: ٧ پهنای: ٥ قطر: ٥	نیم‌دایره 	سبز - پوشش صدفی	النگو با تزئینات عمودی	مات	B8	
٣٠ بلندی: ٢ پهنای: ٢	نیم‌دایره 	سبز با پوشش صدفی	النگو ساده بدون شیار	مات	B9	
٧٠ بلندی: ٧ پهنای: ٥ قطر: ٥	نیم‌دایره 	سبز با پوشش صدفی	النگو با تزئینات عمودی	مات	B10	
٧٢ بلندی: ٧ پهنای: ٥	نیم‌دایره 	سبز تیره با پوشش صدفی	النگو با تزئینات عمودی	مات	B11	
٧٠ بلندی: ٧ پهنای: ٥ قطر: ٥	نیم‌دایره 	سبز با پوشش صدفی	النگو با تزئینات عمودی	مات	B12	
٧٠ بلندی: ٧ پهنای: ٥ قطر: ٥	نیم‌دایره 	سبز با پوشش صدفی	النگو با تزئینات عمودی	مات	B13	
٧٢ بلندی: ٥ پهنای: ٥	نیم‌دایره 	سبز با پوشش صدفی	النگوی ساده بدون شیار	مات	B14	
٢٠ بلندی: ٢	نیم‌دایره 	سبز با پوشش صدفی	النگوی ساده بدون شیار	مات	B15	

۳-۴. النگوهای آجر

سومین گروه شامل النگوهای آجر است که سه نمونه از آن به دست آمده است. این النگوها از نظر سبک و گونه‌شناسی به سه گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول در سطح آنان برآمدگی‌های گرد و برجسته‌ای مشاهده می‌شود که در قرن سوم و چهارم میلادی رواج داشته‌اند (شکل ۱a). گروه دوم برآمدگی‌هایی بزرگ تخم مرغی شکل در سطح النگوها مشاهده می‌شود که بیشتر در قرن چهارم و پنجم میلادی رواج داشته‌اند (شکل ۱b). گروه سوم شامل برآمدگی شبیه هلال ماه است و تاریخ آن به قرن‌های سوم و چهارم میلادی برمی‌گردد (شکل ۱c) (Spare, 1998).

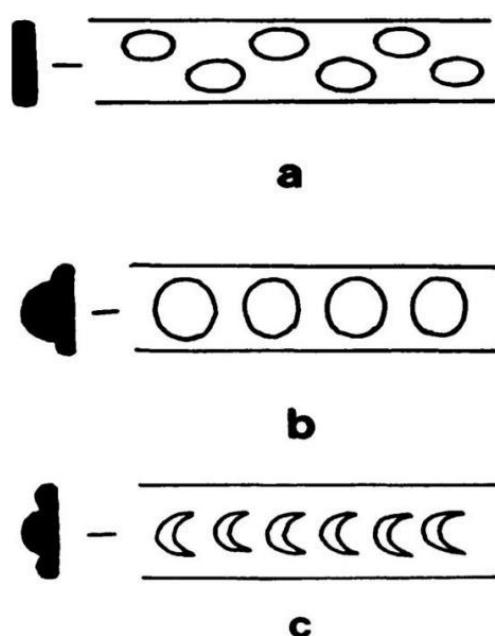
در محوطه گنبد جهانگیر و تپه گوریه از نوع اول هستند (جدول ۳).

۴-۴. النگوهای تاییده با مقطع دایره (Twisted monochrome bracelets)

این النگوها بر اساس نوع پیچ به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- النگوهایی با پیچ‌های با فاصله و تراکم کم، ۲- النگوهایی با پیچ‌های متراکم و ۳- النگو با پیچ کمی برجسته که مقطع آنها دایره‌ای است و قدمشان به قرن ششم و هفتم میلادی برمی‌گردد (شکل ۲) (Spare, 1998). النگوی به دست آمده در تپه گوریه از نوع النگوهایی با پیچ‌های متراکم است (جدول ۴). ساخت النگوهای تاییده تک رنگ مانند النگوهای ساده است با این تفاوت که در هنگام شکل دهی با کمک میله‌ای دیگر قسمت بیرونی النگو را فرم می‌دادند و در طول کار آن را می‌چرخانند و حرارت می‌دادند تا قطر و پیچ مارپیچی مورد نظر را به دست آورد (Spare, 1998).

۵-۴. النگوهای تزئین شده با نقش‌های تکرار شونده (Mosaic bracelet)

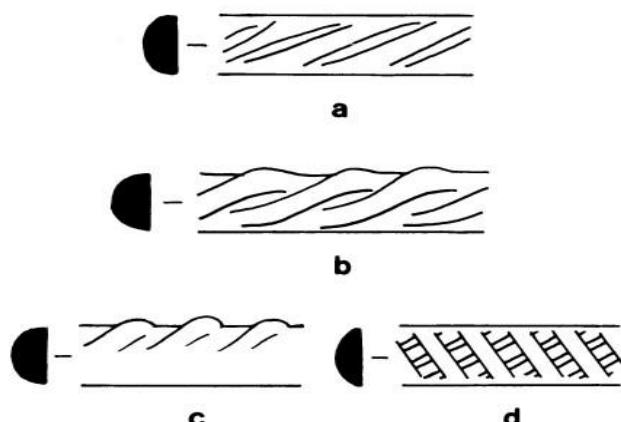
یک قطعه النگوی موزائیکی تحت که سطح آن با نقش هندسی سبز و یک قطعه فیروزه مات تزئین شده است در کاوش‌های گنبد جهانگیر به دست آمده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد این نوع النگوهای موزائیکی در دوره اسلامی رواج داشته‌اند و بیشتر در مناطق مصر به دست آمده‌اند و در دوره مملوکان رایج بوده است (جدول ۵) (Spear, 1992).



شکل ۱: طرح‌های مختلف النگوهای آجر (Spare, 1998)

جدول ۳: دستبندهای آجدار از گند جهانگیر

اندازه (میلی‌متر)	قطع	شفافیت	رنگ	نوع تزئین	شماره نمونه	تصویر
۷ بلندا: ۶۰، پهنا: ۲	نیم‌دایره 	مات	سبز با پوشش صفی	النگوهای آجدار با تزئینات برجسته	B 16	
۱،۵ پهنا: بلندا: ۲۵، پهنا: ۱،۵	نیم‌دایره 	مات	سبز با پوشش صفی	النگوهای آجدار با تزئینات برجسته	B 17&18	



شکل ۲: طرح‌های النگوهای تابیده با مقطع دایره اسپیرال (Spare, 1998)

جدول ۴: النگو تابیده با مقطع دایره اسپیرال از تپه گوریه

اندازه (میلی‌متر)	قطع	شفافیت	رنگ	تزئینات	شماره نمونه	تصویر
پهنا: ۳۰، قطر: ۳	دایره 	مات	سبز با پوشش صفی	النگو با پیچ‌های متراکم	B19	

جدول ۵: قطعه‌ای از دستبند موزائیکی از گند جهانگیر

اندازه (میلی‌متر)	قطع	رنگ	شفافیت	تزئینات	شماره نمونه	تصویر
بلندا: ۳۰، پهنا: ۲	تحت 	زرد، قهوه‌ای، سبز، آبی و سیاه	مات	دستبند موزائیکی با طرح هندسی و یک قطعه فیروزه مات	B20	

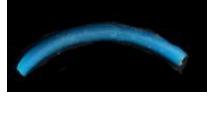
۵. مطالعه تطبیقی و تحلیل داده‌های ریخت‌شناسی

علاوه بر محوطه گند جهانگیر و تپه گوریه در غرب ایران، در محوطه سیراف النگوهای شیشه‌ای بسیار زیادی به دست آمده است که این النگوها در نظر اول از نظر ریخت‌شناسی شباهت زیادی به النگوهای گند جهانگیر دارند. بندر سیراف یکی از بنادر شرقی خلیج فارس است که قدمت آن به اوخر دوره ساسانی بر می‌گردد و تا اوایل قرن پنجم هجری، مهم‌ترین پایانه تجاری در خلیج فارس محسوب می‌شده است (Whitehouse, 1968). النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از محوطه سیراف از نظر ریخت‌شناسی با نمونه‌های مورد بررسی از گند جهانگیر و تپه گوریه مطابقت و مقایسه شده است. این محوطه توسط یک گروه انگلیسی تحت نظارت دیوید وايت هاووس در هفت فصل از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۳ کاوش شده است (Whitehouse, 1968). مصنوعات شیشه‌ای و سایر یافته‌های کشف شده در سیراف که قدمت آنها به دوره ساسانی (قرن هشتم) و اوایل اسلامی می‌رسد، اکنون در موزه بریتانیا نگهداری می‌شوند (Swan et al., 2017). همان‌طور که اشاره شد در کاوش‌های باستان‌شناسی انجام شده در سیراف، قطعات شیشه‌ای بسیاری به دست آمده است که وايت هاووس آنها را بر اساس شکل ظاهری به سه گروه شیشه‌های از نوع پارسی شرقی، شیشه‌های محلی و شیشه‌های مصری تقسیم کرده است. شیشه‌های پارسی شرقی شامل شیشه‌های بی‌رنگ و یا سفید مات یا شفاف هستند که قادر تزئینات هستند و نمونه آنها در دوره هخامنشی نیز به دست آمده است. شیشه‌های محلی شامل ظروف شیشه‌ای آبی و سبز است که شامل کاسه‌ها، ظروف، فنجان‌ها و بطری‌ها هستند و تزئینات به شکل کندو و یا خطوط هندسی مشاهده می‌شوند. شیشه‌های نوع مصری شامل ظروف با قالب دمیده و حکاکی شده است (Swan et al., 2017). علاوه بر این شیشه‌ها، النگوهای شیشه‌ای فراوانی نیز در سیراف به دست آمده که برخی ساده و برخی نیز مشکل از رشته‌های رنگی شیشه‌ای به رنگ‌های آبی، سبز، قرمز، زرد و سیاه هستند (Swan et al., 2017). در ادامه جهت مقایسه و مطالعات تطبیقی به معنی و گونه‌شناسی النگوهای شیشه‌ای سیراف در موزه بریتانیا پرداخته شده است.

النگوهای شیشه‌ای بندر سیراف در موزه بریتانیا را می‌توان از نظر ظاهری به پنج گروه تقسیم کرد که عبارت‌اند از: ۱- النگوهای ساده دایره‌ای، ۲- النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره ۳- النگوهای آجدار، ۴- النگوهای تابیده با مقطع دایره‌ای و ۵- النگو با تزئینات هندسی (Nash, 2021) (جدول ۶).

جدول ۶ گونه‌شناسی النگوهای شیشه‌ای سیراف (Nash, 2012b; Swan et al., 2017)

مقطع	رنگ	شفافیت	تزئین	تصویر
دایره	آبی	شفاف	النگوی ساده دایره‌ای	
دایره	سبز	شفاف	النگوی ساده دایره‌ای	

نیم‌دایره 	آبی	شفاف	النگوی تخت	
نیم‌دایره 	آبی	شفاف	النگوی تخت	
نیم‌دایره 	سیاه رنگ	تیره	النگوی تخت	
نیم‌دایره 	سبز-زرد	مات	النگوی آجرار	
نیم‌دایره 	سبز-قهوه‌ای-آبی	مات	النگوی آجرار	
دایره 	سبز-پوشش صدفی	مات	النگوی تاییده	
دایره 	سبز با پوشش صدفی	مات	النگوی تاییده اسپiral	
دایره 	سیاه با پوشش صدفی	مات	النگوی تاییده اسپiral	
تخت 	زرد، سبز و نارنجی	مات	النگو با تزئینات هندسی	
تخت 	سبز با نقوش قرمز و زرد	مات	النگو با تزئینات هندسی	

با بررسی تطبیقی بین النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از محوطه گنبد جهانگیر و تپه گوریه با النگوهای شیشه‌های سیراف می‌توان گفت این النگوها از نظر سبک و شکل شبیه به هم هستند ولی تنوع النگوهای شیشه‌ای در سیراف بیشتر است. از جمله می‌توان به النگوهای سیاه رنگ ساده و النگوهایی با پیچ‌های با فاصله و تراکم کم اشاره کرد که متعلق به دوران

اسلامی هستند (Agha-Aligol et al., 2023). ولی این نوع از النگوها در گنبد جهانگیر و تپه گوریه به دست نیامده است. همچنین النگوهای سیاه رنگ ساده در محوطه بندر کنگ و شمد دیده‌بان در کرانه خلیج فارس به دست آمده که متعلق به دوران میانه اسلامی است و نتایج آنالیزهای انجام شده نشان می‌دهد مواد اولیه استفاده شده در تولید النگوها متفاوت است و احتمالاً محل تولید متفاوتی داشته‌اند (Agha-Aligol et al., 2022). همچنین النگوهای شیشه‌ای در کاوش‌های جلگه مرودشت در نزدیکی قصر ابونصر در شیراز نیز به دست آمده است که شامل سه قطعه النگو به رنگ‌های قهوه‌ای روشن، سفید و شیری است و دارای تزئینات مارپیچ و خطاهای موازی هستند. در کاوش‌های شائر در استان خوزستان نیز شش قطعه النگو شیشه‌ای ساده، تاییده و مرصع به دست آمده که در مخزن موزه شوش نگهداری می‌شود و آنها را به سده‌های سوم تا پنجم هـق نسبت داده‌اند. در منطقه چوبی رامهرمز نیز النگوی تک رنگ آبی و دارای لکه قرمز رنگ به دست آمده است که متعلق به دوران پیش از اسلام است (Shishegar, 2018). در ادامه برای بررسی تجارت فرامنطقه‌ای به بررسی النگوهای شیشه‌ای موجود در موزه اورشلیم پرداخته شده است. این النگوها توسط اسپار معرفی و گونه‌شناسی شده‌اند (Spare, 1998). اسپار، النگوهای شیشه‌ای پیش از اسلام به دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی در موزه اورشلیم را بر اساس ریخت و تزئینات سطحی طبقه‌بندی کرده و آنها را به چهار گروه عمده تقسیم نموده است؛ که شامل: ۱- النگوهای ساده بدون تزئینات سطحی، ۲- النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره، ۳- النگوهای تک رنگ یا چند رنگ و ۴- النگوهای اسلامی که هر کدام بر اساس ریخت و تزئینات سطحی به گروه‌های فرعی مختلفی تقسیم می‌شوند (Spaer, 1992). اسپار النگوهای گروه یک تا سه را متعلق به قرن سوم تا هفتم هـق می‌بندد و آنها را در زمرة النگوهای پیش از اسلام می‌داند. همچنین پنج قطعه النگوی شیشه‌ای در جزیه قلعه در منطقه عنه در عراق امروزی و در مرز سوریه توسط مایکل رف گزارش شده است که به قرون اولیه و میانه اسلامی (قرن دوم تا هشتم هـق) برمی‌گردد و از نظر ظاهری عبارت است از النگوی ساده دایره‌ای به رنگ آبی، النگوهای آجدار آبی رنگ، النگوی تاییده با رنگ لیمویی- سبز و النگویی مرصع با رنگ‌های سیاه، سفید و آبی است (Grabar et al., 1978; Northedge et al., 1988). آرمان شیشه‌گر در مورد این النگوها معتقد است به جز یک نمونه بقیه النگوها قابل طبقه‌بندی نیستند و از سویی آنها را قابل مقایسه با النگوهای شیشه‌ای سیراف می‌داند (Shishegar, 2018). از منطقه تل زجاج در شمال شرقی رقه در سوریه النگوهای شیشه‌ای گزارش شده است که قدمت آن به قرن دوم و سوم هـق برمی‌گردد ولی تصویری از آن ارائه نشده است (Shishegar, 2018). النگوهای به دست آمده از خربه المینیه که توسط اسپار گونه‌شناسی شده‌اند متعلق به دوران اسلامی هستند (Spare, 1992)؛ و از این نوع از النگوها به جز یک نمونه در گنبد جهانگیر و تپه گوریه به دست نیامده است.

۶. نتایج میکروپیکسی

آنالیز عصری به روش میکروپیکسی به دلیل غیرمخرب بودن یکی از روش‌های متداول در آنالیز عنصری نمونه‌های باستانی است. آنالیز با میکرو پیکسی یا «گسیل پرتو X» در اثر برانگیختگی با باریکه میکرونی پروتون» در اثر برخورد ذرات پرانرژی مانند پروتون با اتم‌های عناصر تشکیل دهنده نمونه مورد بررسی، پرتوهای X مشخصه‌ای گسیل می‌شود که انرژی این پرتوهای X، نوع عناصر موجود در نمونه و تعداد پرتوهای X با انرژی معین، غلظت (درصد وزنی) عناصر تشکیل دهنده نمونه را مشخص می‌کند (Van Wersch et al., 2016; Demortier, 2005). در این پژوهش با توجه به مطالعاتی بودن نمونه‌های مورد بررسی، نمونه‌هایی با ابعاد چند میلی‌متر از النگوهای شیشه‌ای تهیه شده و آنالیز میکروپیکسی از سطح مقطع آنها انجام گرفته است. همچنین، برای انجام آنالیز میکروپیکسی از باریکه پروتون با انرژی $2/2\text{MeV}$ و با شدتی در حدود $20-50\text{ pA}$ که توسط شتاب‌دهنده واندوگراف 3MV آزمایشگاه واندوگراف پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای تولید می‌شود، استفاده شده است. قطر باریکه پروتون در این آزمایش‌ها کمتر از $10\text{ }\mu\text{m}$ بوده است. با باریکه استفاده شده در این پژوهش می‌توان تا عمق حدود $30\text{ }\mu\text{m}$ میکرومتر از نمونه‌های مورد بررسی را به دست آورد. برای آشکارسازی اشعه X از

آشکارساز Si(Li) که در زاویه ۱۳۵ درجه نسبت به باریکه پروتون فرودی قرار گرفته و دارای قدرت تفکیک ۱۵۰eV است، استفاده شده است. همچنین در این آزمایش‌ها از سیستم میکرو باریکه و جمع‌آوری داده که توسط شرکت اکسفورد ساخته شده، استفاده شده است (Mirti et al., 2008; Oliaiy et al., 2009). برای محاسبه درصد وزنی عناصر تشکیل دهنده نمونه‌ها بر اساس طیف‌های به دست آمده در آزمایش میکروپیکسی، از نرم‌افزار گوپیکس تحت ویندوز (GUPIXWIN) استفاده شده است (Abe et al., 2018).

این نرم‌افزار با برآش غیرخطی، از طیف به دست آمده از آزمایش میکروپیکسی که با استفاده از پارامترهای فیزیکی معین در آزمایش به دست آمده است، میزان درصد وزنی عناصر تشکیل دهنده نمونه را محاسبه می‌کند. بدین ترتیب، نتایج آنالیز میکروپیکسی دوازده نمونه از النگوهای مورد بررسی از دو محوطه گند جهانگیر و تپه گوریه نشان می‌دهد، ترکیبات عنصری این نمونه‌ها شامل اکسیدسدیم (Na₂O)، اکسیدمنزیم (MgO)، اکسیدآلومینیوم (Al₂O₃)، اکسیدسیلیسیوم (SiO₂)، اکسیدفسفر (P₂O₅)، اکسیدگوگرد (SO₃)، کلر(Cl)، اکسیدپاتاسیم (K₂O)، اکسیدکلسیم (CaO)، اکسیدتیتانیوم (TiO₂)، اکسیدآهن (Fe₂O₃)، اکسیدمنگنز (MnO) و اکسیدمس (Cu₂O) است که در (جدول ۷) ارائه شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود ترکیبات اصلی تشکیل دهنده النگوهای آنالیز شده شامل اکسیدسیلیسیم، اکسیدسدیم و اکسیدکلسیم است. این سه عنصر بیشترین سهم را در عناصر تشکیل دهنده این نمونه‌ها دارند؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که النگوهای شیشه‌ای آنالیز شده از گند جهانگیر و تپه گوریه از نوع شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک هستند و از آنجایی که در این نوع از شیشه‌ها مقدار وزنی اکسیدمنزیم و اکسیدپاتاسیم بیشتر از ۲/۵ درصد است و در جدول نیز مشاهده می‌شود؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که منبع تأمین اکسیدسدیم مورد استفاده در این النگوها که نقش گذازور را در آنها ایفا می‌کند، خاکستر حاصل از گیاهان رشد یافته در خاک‌های شور بوده است (Sayrea & Esmith, 1961).

جدول ۷: نتایج آنالیز عنصری النگوهای شیشه‌ای گند جهانگیر و تپه گوریه

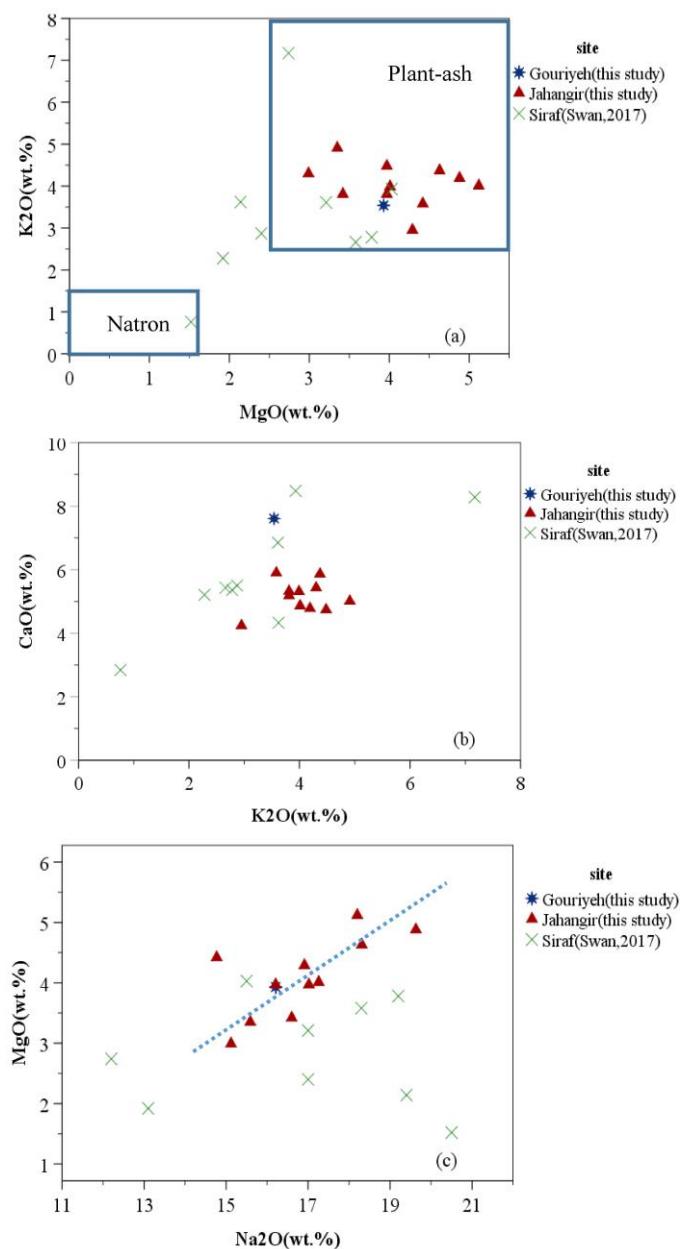
نمونه‌ها	محل کاوش	رنگ بنده	اکسید سدیم Na ₂ O	اکسید منزیم MgO	اکسید آلومینیم Al ₂ O ₃	اکسید سیلیسیم SiO ₂	اکسید فسفر P ₂ O ₅	اکسید گوگرد SO ₃	کلر Cl	اکسید پاتاسیم K ₂ O	اکسید کلسیم CaO	اکسید تیتانیوم TiO ₂	اکسید منگنز MnO	اکسید آهن Fe ₂ O ₃	اکسید مس Cu ₂ O
B 1	گند جهانگیر	سبز	16.21	3.97	3.13	63.91	1.11	0.53	0.58	3.81	5.18	0.10	0.02	0.90	nd
B 8	گند جهانگیر	سبز	18.20	5.12	2.67	62.25	1.14	0.62	0.47	4.01	4.86	0.06	0.02	0.57	nd
B 9	گند جهانگیر	سبز	17.26	4.01	2.98	63.70	0.89	0.44	0.55	3.99	5.31	0.11	nd	0.66	nd
B 10	گند جهانگیر	سبز تبره	15.12	2.99	2.46	59.51	1.29	0.75	0.66	4.30	5.43	0.06	0.15	1.16	0.70
B 11	گند جهانگیر	سبز	18.31	4.63	2.11	61.29	0.85	0.68	0.54	4.37	5.86	0.09	0.03	0.82	0.04
B 12	گند جهانگیر	سبز تبره	14.77	4.42	2.54	65.23	1.32	0.27	0.54	3.58	5.90	0.16	0.04	1.06	nd
B 13	گند جهانگیر	سبز	16.91	4.29	3.35	65.16	0.93	0.19	0.72	2.95	4.24	0.09	0.05	0.96	nd
B 14	گند جهانگیر	سبز	19.63	4.88	2.74	60.41	1.08	0.48	0.66	4.19	4.78	0.11	0.02	0.66	0.03
B 15	گند جهانگیر	سبز	15.59	3.35	1.54	66.25	nd	nd	0.54	4.91	5.01	0.14	0.04	0.96	0.23
B 16	گند جهانگیر	سبز	16.60	3.42	3.05	65.65	nd	nd	0.81	3.81	5.32	0.08	nd	0.83	nd
B 19	تپه گوریه	سبز	16.21	3.93	2.37	62.81	1.05	0.68	0.94	3.54	7.61	0.08	0.03	0.72	nd
B 20	گند جهانگیر	قرمز	17.02	3.97	2.63	59.01	0.60	0.72	0.53	4.48	4.74	0.11	0.09	3.88	1.53

لازم است اشاره شود که مواد اولیه استفاده شده در شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک شامل مواد شبکه‌ساز، مواد گدازآور، مواد استحکام‌بخش و مواد رنگزا و رنگبر هستند. معمولاً در این شیشه‌ها ماده اولیه سیلیس که از شن و ماسه یا رگه‌های خالص کوارتز تهیه می‌شود، به عنوان شبکه‌ساز استفاده می‌شود (Henderson, 2013). همچنین مهمترین ماده گدازآوری که به منظور کاهش نقطه ذوب سیلیس در شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک استفاده می‌شده است، اکسیدسیم بوده است که این ماده در گذشته از دو منبع مواد معدنی (مانند ناترون) و یا خاکستر گیاهان تأمین می‌شده است. بر اساس منبع تأمین ماده گدازآور، شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک به دو گروه عمده طبقه‌بندی می‌شوند (Sayre & Smith, 1961). شیشه‌های ناترونی (natron glasses) گونه‌ای از شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک هستند که در آنها از ماده معدنی ناترون به عنوان گدازآور استفاده شده است و درصد وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم در آنها کمتر از $1/5$ درصد وزنی است. در مقابل شیشه‌های ساخته شده از خاکستر گیاهان (plant-ash) گونه‌ای از شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک هستند که در آنها از خاکستر گیاهان به عنوان منبع تأمین گدازآور استفاده شده است و در آنها درصد وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم بیشتر از $2/5$ درصد وزنی است. علاوه بر این، اکسیدکلسیم در شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک، نقش ماده استحکام‌بخش را داشته است که خاکستر تهیه شده از گیاهان منبع تأمین این ماده بوده است. همچنین عناصری مانند آهن، مس و کبالت مهمترین عناصر رنگزا و منگنز و آنتیمون نیز مهمترین عناصر رنگبر در صنعت شیشه‌گری بوده‌اند (Campbell et al., 2010). برای بررسی وجود تنوع در هر یک از مواد اولیه استفاده شده در این النگوها از نمودارهایی که در آنها تغییرات درصد وزنی عناصر مرتبط با هر یک از این مواد اولیه رسم شده است، کمک می‌گیریم. همچنین در نمودارهای رسم شده، ترکیبات عصری النگوهای گند جهانگیر و تپه گوریه با تعدادی از النگوهای به دست آمده از سیراف مقایسه شده است. برخی از مهمترین عناصری که از ماده گدازآور وارد ترکیبات شیشه می‌شوند و بر اساس آنها می‌توان اطلاعات ارزشمندی در مورد نوع و تنوع ماده گدازآور به کار رفته در شیشه‌های تاریخی به دست آورده، شامل سدیم، منیزیم، پتاسیم، فسفر، بور، کلر و گوگرد است (Henderson et al., 2020). در (شکل ۳a)، تغییرات درصد وزنی اکسیدمنیزیم بر حسب اکسیدپتاسیم برای النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر، تپه گوریه و سیراف رسم شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود درصد وزنی اکسیدمنیزیم در تمام النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر و تپه گوریه بیشتر از $2/5$ درصد است و مقدار آن در بازه $2/99-5/12$ درصد تغییر می‌کند. همچنین مقدار اکسیدپتاسیم در این النگوها بیشتر از $2/5$ درصد است و مقدار آن در بازه $2/95-4/91$ درصد تغییر می‌کند؛ بنابراین، بر اساس درصد وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم موجود در این نمونه‌ها همان‌طور که در شکل ۳a مشخص شده است، تمام النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر و تپه گوریه، در گروه شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک ساخته شده با استفاده از خاکستر گیاهان قرار می‌گیرند و در این نمونه‌های آنالیز شده، شیشه‌های ناترونی مشاهده نمی‌شود (Schibille, 2022). پژوهشگران بر اساس مطالعات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری ترکیبات عصری که تاکنون بر روی شیشه‌های دوره ساسانی انجام داده‌اند به این نتیجه رسیده‌اند، یکی از مهمترین مشخصه‌های شیشه‌های دوره ساسانی بالا بودن درصد وزنی اکسیدمنیزیم آنها است. نتایج به دست آمده در این پژوهش نیز نشان می‌دهد میزان اکسیدمنیزیم در این النگوها به جزء سه نمونه، بیشتر از $5/3$ درصد است. همچنین مشخص است که درصد وزنی اکسیدمنیزیم در این نمونه‌ها غالباً از درصد وزنی اکسیدپتاسیم بیشتر است که یکی دیگر از شاخص‌های شیشه‌های ساسانی است (Demortier, 2005 ; Oliaiy et al., 2009). از طرف دیگر، همان‌طور که در شکل ۳a مشخص است، بازه تغییرات درصد وزنی اکسیدمنیزیم در النگوهای آنالیز شده از سیراف بیشتر است؛ ولی مقدار اکسیدمنیزیم در نمونه‌های سیراف غالباً کمتر از $3/5$ درصد است. همان‌طور که در شکل ۳a مشخص شده است، در النگوهای آنالیز شده از سیراف می‌توان حداقل سه گروه تمایز شناسایی کرد. در این نمونه‌ها یک نمونه از النگوها در گروه شیشه‌های ناترونی قرار دارند. سه نمونه از النگوها که بازه تغییرات اکسیدمنیزیم در آنها بین $1/5-2/5$ درصد است، جزء نمونه‌هایی هستند که در ساخت آنها ترکیبی از ماده معدنی ناترون و خاکستر به عنوان گدازآور استفاده شده است. پنج نمونه نیز جزء شیشه‌های تولید شده با خاکستر گیاهان هستند. همچنین تغییرات درصد وزنی اکسیدپتاسیم و اکسیدکلسیم در (شکل ۳b) نشان داده شده است.

اکسیدکلسیم در شیشه‌های تولید شده با استفاده از خاکستر گیاهان نقش استحکام‌بخشی در شیشه را ایفا می‌کند و منبع تأمین آن همان خاکستری است که به عنوان ماده گدازآور استفاده شده است. همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است تغییرات این دو اکسید در النگوهای گند جهانگیر و تپه گوریه محدود است که نشان دهنده استفاده از یک نوع ماده گدازآور در این نمونه‌ها است. این در حالی است که در نمونه‌های سیراف تغییرات این دو اکسید بسیار گستردۀ است و نشان دهنده استفاده از گدازآورهای متنوع در ساخت آنها است که در شکل ۳a ۳b نیز کاملاً مشخص است. در (شکل ۳c) بر اساس تغییرات درصد وزنی اکسیدسدیم بر حسب اکسیدمنیزیم، تفاوت موجود در نمونه‌های گند جهانگیر و سیراف دوباره به‌طور واضح مشخص است. همچنین همبستگی خطی بین اکسیدسدیم و اکسیدمنیزیم در النگوهای گند جهانگیر و تپه گوریه که با خطچین آبی رنگ در شکل ۳c نشان داده شده است، نشان دهنده این موضوع است که در نمونه‌های گند جهانگیر از یک نوع گدازآور استفاده شده است. در حالی که در النگوهای سیراف از مواد گدازآور متفاوتی استفاده شده است. همان‌گونه که در بالا شرح داده شد، النگوهای آنالیز شده از محوطه کرانه کنگ و شمد دیده‌بان سیاه رنگ هستند و مشابه آن در محوطه‌های مورد بررسی به دست نیامده است. نتایج آنالیز النگوهای شمد دیده‌بان و بندر کنگ نشان می‌دهد درصد وزنی اکسیدمنیزیم در نمونه‌های آنالیز شده از این دو محوطه تقریباً بیشتر از ۲/۵ درصد است و مقدار آن بین ۴/۹۴-۲/۴۰ درصد تغییر می‌کند. درصد وزنی اکسیدسدیم در النگوهای محوطه کنگ بین ۱۴ تا ۲۱ درصد است و مقدار پتانسیم بین ۶/۵ تا ۲/۵ درصد تغییر می‌کند. این تغییرات زیاد، نشان دهنده‌ی این است که برای ساخت النگوهای این محوطه از ماده گدازآور ناخالص استفاده شده است ولی در النگوهای شمد دیده‌بان مقدار اکسیدسدیم ۱۶/۵ تا ۱۸/۵ درصد و اکسیدپتانسیم بین ۴ تا ۶ درصد است که نشان می‌دهد از یک ماده گدازآور استفاده شده است (Agha-Aligol et al., 2022). در انتهای لازم است بیان شود که ترکیبات مختلف گدازآورها به نوع گیاه استفاده شده در تهیه خاکستر و همچنین خاکی که گیاه در آن رشد کرده بستگی دارد. همچنین می‌تواند نشان از وارداتی بودن النگوها نیز باشد (Schibille, 2017).

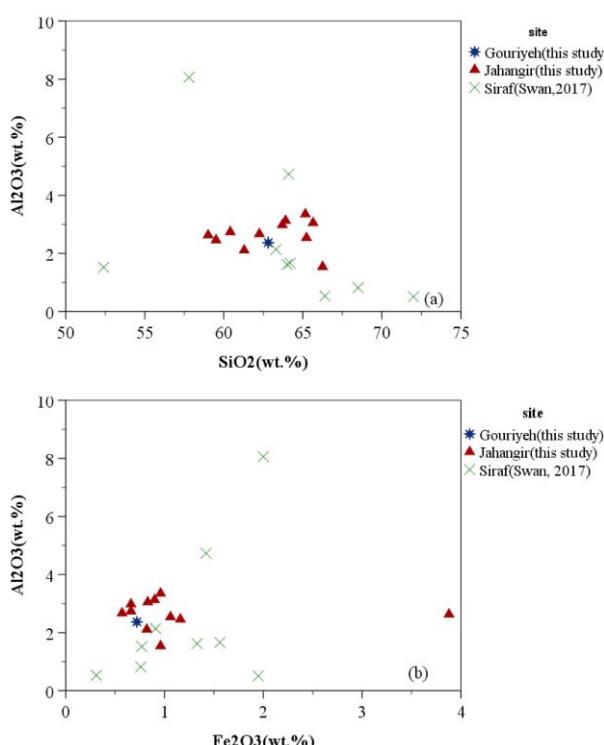
برای بررسی تفاوت‌های موجود در مواد اولیه سیلیس در مصنوعات شیشه‌ای، یکی از بهترین معیارهایی که تاکنون پیشنهاد شده و مورد استفاده قرار گرفته است، بررسی تغییرات درصد وزنی اکسیدسیلیسیم بر حسب مقدار ناخالص‌هایی مانند اکسیدآلومینیم، اکسیدتیتانیم و یا اکسیدآهن موجود در شیشه‌ها است (Oikonomou & Triantafyllidis, 2018; Lin et al., 2019). معمولاً در شیشه‌های سیلیکا-سودا-آهک برای تهیه ماده اولیه سیلیس از شن و ماسه یا رگه‌های خالص کوارتز استفاده می‌شده است. در (شکل ۴a) تغییرات درصد وزنی اکسیدسیلیسیم بر حسب اکسیدآهن و در (شکل ۴b) تغییرات درصد وزنی اکسیدآهن بر حسب اکسیدآلومینیم نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۴a ۴b مشخص است، تغییرات مربوط به عناصر ناشی از ماده اولیه سیلیس در النگوهای گند جهانگیر و تپه گوریه بسیار محدود است. در نمونه‌های آنالیز شده گند جهانگیر و تپه گوریه میزان اکسیدسیلیسیم در بازه ۵۸-۶۷ درصد و اکسیدآلومینیم در بازه ۵۲-۷۲ درصد تغییر می‌کند. این در حالی است که در نمونه‌های سیراف میزان اکسیدسیلیسیم در بازه ۵۲-۵۲ درصد و اکسیدآلومینیم در بازه ۱-۸ درصد تغییر می‌کند. همچنین همان‌طور که در شکل ۴b مشاهده می‌شود میزان ناخالصی اکسیدآهن در النگوهای گند جهانگیر (به جز یک نمونه) در محدوده ۱/۲-۵/۱ درصد و در النگوهای سیراف بین ۲۰-۳۰ درصد متغیر است. بر این اساس همان‌طور که در (شکل ۵) مشاهده می‌شود النگوهای گند جهانگیر از النگوهای سیراف جدا شده‌اند. البته در یکی از نمونه‌های گند جهانگیر که شامل نمونه‌ای با بدنه قرمز رنگ است (جدول ۵)، میزان اکسیدآهن حدود ۴ درصد است که در این نمونه اکسیدآهن به عنوان رنگ‌دانه به این نمونه اضافه شده است و این میزان اکسیدآهن از ناخالصی سیلیس وارد ترکیبات شیشه نشده است و باعث شده که این نمونه از بقیه نمونه‌ها جدا شود (Vataj et al., 2017); بنابراین کاملاً مشخص است در نمونه‌های آنالیز شده از این محوطه‌ها از منابع سیلیس تقریباً یکسانی استفاده شده است. علاوه بر این، بر اساس میزان تغییرات سیلیس و ناخالصی‌های موجود در آن می‌توان

چنین نتیجه‌گیری کرد که در نمونه‌های گند جهانگیر از منابع سیلیس خالص‌تری نسبت به النگوهاي سيراف استفاده شده است. همچنین می‌توان استنتاج کرد که در فرایند ساخت شيشه‌هاي مربوط به اين محظوظها از منابع شن يا ماسه به عنوان منبع تأمین کننده سیلیس استفاده شده است؛ زيرا در صورتی که منابع تأمین سیلیس در شيشه‌هاي قدیمي، ماده معدني کوارتز بود، ميزان ناخالصي اكسيدآلومینيم و اكسيدآهن باید بسیار کمتر از ۱ درصد باشد (Rehren & Freestone, 2015). البته همان طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، در تعدادی محدودی از نمونه‌های سيراف (سه نمونه) اكسيدآلومینيوم اندکی کمتر از یک درصد است که ممکن است با توجه به تنوع سیلیس استفاده شده در سيراف در اين چند نمونه سیلیس خالص‌تری استفاده شده باشد.

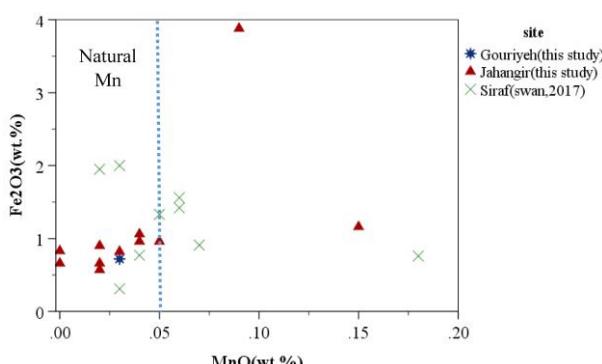


شکل ۳: (a) تغییرات درصد وزنی اکسیدمنیزیم بر حسب اکسیدپتاسیم، (b) تغییرات درصد وزنی اکسیدپتاسیم بر حسب اکسیدکلسیم، (c) تغییرات درصد وزنی اکسیدسدیم بر حسب اکسیدمنیزیم در النگوهاي آنالیز شده از گند جهانگير، تپه گوريه و سيراف. همبستگي خطی بين ناخالصي هاي موجود در سوداى استفاده شده در نمونه‌های گند جهانگير با خطچين آبي رنگ در شکل نشان داده شده است.

اما برای بررسی عناصر رنگبر و رنگزا در النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر و تپه گوریه، همان‌طور که در شکل ۵ مشخص شده است، غالب النگوها دارای رنگ سبز دو نمونه سبز تیره و یک نمونه قرمز هستند. با توجه به جدول ترکیبات عنصری نمونه‌های آنالیز شده، مشخص است که اکسیدآهن و اکسیدمنگنز عنصری هستند که می‌توانند بیشترین نقش را به عنوان مواد رنگزا و عامل ایجاد رنگ سبز و سبز تیره در این نمونه‌ها ایفا کنند. همچنین اکسیدمنگنز نیز تنها عنصری است که در این النگوها می‌تواند نقش بی‌رنگ کننده و رنگبر را داشته باشد (Henderson et al., 2004); اما اکسیدآهن و اکسیدمنگنز در زمان تهیه شیشه ممکن است به صورت عمده یا غیرعمده وارد ترکیبات شیشه شود. در صورت غیرعمدی بودن، این دو اکسید می‌توانند از ناخالصی موجود در ماده اولیه سیلیس وارد فرایند ساخت شوند. بر این اساس نحوه تغییرات و میزان درصد وزنی اکسیدمنگنز بر حسب اکسیدآلمینیم در مورد آگاهانه (عمدی) یا ناآگاهانه (غیرعمدی) افزوده شدن مواد رنگزا و رنگبر در فرایند ساخت فراهم کند.



شکل ۴: (a) تغییرات درصد وزنی اکسیدسیلیسیم بر حسب اکسیدآلومینیم، (b) تغییرات درصد وزنی اکسیدآهن بر حسب اکسیدآلومینیم در النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر، تپه گوریه و سیراف



شکل ۵: تغییرات اکسیدمنگنز بر حسب اکسیدآهن در النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر، تپه گوریه و سیراف

در شکل ۵ تغییرات اکسیدمنگنز بر حسب اکسیدآهن برای تمام النگوهای آنالیز شده از گند جهانگیر، تپه گوریه و سیراف رسم شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، بر اساس تغییرات میزان اکسیدآهن بر حسب اکسیدمنگنز، نمونه‌های آنالیز شده از این محوطه باز هم از یکدیگر قابل تفکیک هستند. در النگوهای گند جهانگیر و تپه گوریه مقدار اکسیدمنگنز (به جز یک نمونه) کمتر از ۰/۰۵ درصد و اکسیدآهن (به جز یک نمونه) نیز حدود ۱/۲-۵/۰ درصد تغییر می‌کند. از طرفی در النگوهای سیراف میزان اکسیدمنگنز غالباً بیشتر از ۰/۰۵ درصد و میزان اکسیدآهن نیز تقریباً بین ۰/۰-۵/۰ درصد تغییر می‌کند. معمولاً در صورتی که اکسیدمنگنز از ناخالصی موجود در سیلیس و غیرعمدی وارد فرایند ساخت شیشه شده باشد، مقدار این اکسید در نمونه‌ها باید کمتر از حدود ۰/۱۰ درصد باشد (Gliozzo et al., 2017). بنابراین با توجه به شکل ۵ مشخص است که در النگوهای هر سه محوطه فرایند افزوده شدن مواد بی‌رنگ کننده به صورت کاملاً غیرعمدی انجام شده است و این مقدار از اکسیدمنگنز از ناخالصی موجود در سیلیس ناشی می‌شود. همچنین اکسیدآهن که به عنوان عامل رنگ‌زا عمل می‌کند، با توجه به مقدار آن در النگوهای گند جهانگیر (به جز نمونه قرمز رنگ) از ناخالصی موجود در سیلیس ناشی می‌شود و مقدار آن نیز خارج از کنترل بوده است؛ اما در النگوهای سیراف اکسیدآهن هم به صورت غیرعمدی و هم به صورت عمدی و آگاهانه در فرایند ساخت وارد شده‌اند. البته در منطقه تولید شده‌اند؛ که عبارت‌اند از: ۱- تولیدات محلی، ۲- شیشه‌های با غلظت منیزیم بالا که مشابه شیشه‌های دوره ساسانی و اوایل اسلامی در عراق است، ۳- شیشه‌های شبیه به شیشه‌های مصر، سوریه و فلسطین در دوره اسلامی و ۴- النگوها و ظروف شیشه‌ای کم منگنز که متعلق به دوره‌ای است که سیراف اهمیت خود را به عنوان یک مرکز اقتصادی از دست داده است (Swan et al., 2017).

۷. نتیجه‌گیری

با بررسی النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از محوطه گند جهانگیر و تپه گوریه می‌توان آنها را از نظر ظاهری به پنج گروه تقسیم کرد؛ که عبارت‌اند از: ۱- النگوهای ساده دایره‌ای، ۲- النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره، ۳- النگوهای آجردار، ۴- النگوهای تابیده با مقطع دایره‌های و ۵- النگو با تزئینات هندسی. از نظر ریخت‌شناسی این النگوها با النگوهای شیشه‌ای سیراف، قصر ابونصر، شائزور، رقه و النگوهای شیشه‌ای موزه اورشلیم مشابهت دارد. با بررسی و مقایسه ترکیبات عنصری النگوهای شیشه‌ای این محوطه می‌توان نتیجه گرفت که شیشه‌های این محوطه‌ها اگرچه از نظر اکسیدسیدیم غنی هستند و منبع اصلی ماده گدازآور در آنها خاکستر حاصل از گیاهان رشد یافته در خاک شور است؛ اما از مواد گدازآور و سیلیس تقریباً یکسانی تولید شده‌اند. بر اساس مقدار اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم بالا در النگوهای گند جهانگیر و تپه گوریه می‌توان گفت این النگوها کاملاً مشخصات شیشه‌های بین‌النهرین را دارا هستند و جزء تولیدات محلی قرار می‌گیرند؛ اما النگوهای شیشه‌ای با تزئینات سطحی سیراف که در برخی از آنها میزان اکسیدآلومینیم نیز بسیار بالا و در حدود ۸ درصد است که نشان می‌دهد در این منطقه علاوه بر تولیدات شیشه‌ای محلی، شیشه‌های نیز از شرق، جنوب شرق آسیا و یا آسیای میانه وارد منطقه شده است و این منطقه نقش مهمی را به عنوان یکی از مراکز تجاری بین ایران و کشورهای آسیای جنوب شرقی را در دوره اوایل اسلامی بر عهده داشته است.

مشارکت نویسنده‌گان

بیتا سودایی: تحقیق و بررسی، روش‌شناسی، پیش‌نویس مقاله و ویرایش؛ داود آقاعلی‌گل: روش‌شناسی، بررسی و ویرایش، تحلیل داده‌ها و بررسی نهایی؛ لیلا خسروی: تهیه نمونه.

References

- Abe, Y., Shikaku, R., & Nakai, I. (2018). Ancient glassware travelled the Silk Road: Nondestructive X-ray fluorescence analysis of tiny glass fragments believed to be sampled from glassware excavated from Niizawa Senzuka Tumulus No. 126, Japan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 17, 212-219.
- Agha-Aligol, D., Jafarizadeh, M., & Moradi, M. (2018). Micro-PIXE: A Powerful Technique in Measurement and Determination of Raw Materials of Glass artifacts of Parthian Period from Fhaur (Susa), *Jurnal of Research on Archaeometry*, 4(1): 47-65 [in Persian]
- آقابلی گل، داود، جعفری‌زاده، مسلم، مرادی، محمود. (۱۳۹۷). میکروپیکسی: روشی توانمند در بررسی و تعیین مواد اولیه مصنوعات شیشه‌ای دوره اشکانی کاخ شاور (شوش)، پژوهه باستان‌سنجی، ۴ (۱): ۴۷-۶۵.
- Agha-Aligol, D., Jafariezadeh, M., Rahbar, M., & Moradi, M. (2019). Application of micro-PIXE method for elemental analysis of discovered glass beads from Saleh Davood tombs of Khuzestan: Evidence of trade of glass artifacts in the Parthian period. *Jurnal of Research on Archaeometry*, 5(1). [in Persian]
- آقابلی گل، داود، جعفری‌زاده، مسلم، رهبر، مهدی، مرادی، محمود. (۱۳۹۸). کاربرد روش میکروپیکسی جهت آنالیز عنصری مهره‌های شیشه‌ای مکشوفه از آرامگاه‌های صالح داود خوزستان: شواهدی از تجارت مصنوعات در دوره اشکانی، پژوهه باستان‌سنجی، ۵ (۱): ۱-۵.
- Agha-Aligol, D., Sodaei, B., Khosravi, L., & Karimi, M. (2019). Investigation and Study of Glass artifacts of the Sassanid period; Case Study: Jahangir Dome and Gouriyeh glasses in Ilam province using Micro-PIXE technique, *Journal of Research on Archaeometry*: 5(2). [in Persian]
- آقابلی گل، داود، سودایی، بیتا، خسروی، لیلا، کریمی، مینا. (۱۳۹۸). بررسی و مطالعه مصنوعات شیشه‌ای دوره ساسانی، نمونه مطالعاتی: شیشه‌های محوطه گنبد جهانگیر و تپه کوریه در استان ایلام با استفاده از روش میکروپیکسی، پژوهه باستان‌سنجی، ۵ (۲): ۴۷-۶۰.
- Agha-Aligol, D., Omidi, K., Rahimi, T., & Moradi, M. (2022). Elemental composition of black glass bracelets of the northern coasts and the western part of the Persian Gulf by micro- PIXE technique, case study: the shore Area of the old Bandar Kong and the back shore of Shamad-e- Dideban., *Journal of Research on Archaeometry*, 8(2): 165-191.DOI: 10.52547/jra.8.2. 165. [in Persian]
- آقابلی گل، داود، امیدی، کاظم، رحیمی، طبیه، مرادی، محمود. (۱۴۰۰). شناسایی ترکیبات شیمیایی النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از کرانه‌ای بندر کنگ قدیم و پسکرانه ای شمد دیده‌بان، پژوهه باستان‌سنجی، ۸ (۲): ۱۶۵-۱۹۱.
- Agha-Aligol, D., Esmaili jelodar, M. E., Moradi, M., & Arab Kermani, M. (2023). The Art of Glass in Siraf, Measuring the Elemental Compositions of Islamic Glass Obtained from Siraf, The National Conference of the Cultural and Artistic Heritage of Siraf in the Persian Gulf Region. [in Persian]
- آقابلی گل، داود، اسماعیلی‌جلودار، محمداسماعیل، مرادی، محمود، عرب‌کرمانی، مرضیه. (۱۴۰۱). هنر شیشه‌گری در سیراف، اندازه‌گیری ترکیبات عنصری شیشه‌های اسلامی به دست آمده از سیراف، همایش ملی میراث فرهنگی و هنری سیراف در پهنه خلیج فارس.
- Bahadori, R., & Agha-Aligol, D. (2018). Laboratory studies of a number of blue and green Beads used in perhistoric ornaments of the National Museum of Iran, *Archaeological Research of Iran*, 8 (18), 45-62 [in Persian]
- بهادری، رویا، آقابلی گل، داود. (۱۳۹۷). مطالعات آزمایشگاهی تعدادی از مهره‌های آبی و سبز به کار رفته در زیورآلات پیش از تاریخ موزه ملی ایران، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران ۸ (۱۸): ۴۵-۶۲.
- Brill, H.R. (1999). Chemical analyses of early glasses, Volume3.
- Brill, R.H. (2012). Corning Museum of glass, Corning, N.Y.
- Campbell, J. L., Boyd, N. I., Grassi, N., Bonnick, P., & Maxwell, J. A. (2010). The Guelph PIXE software package IV. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 268(20), 3356-3363.

- Demortier, G. (2005). Ion beam techniques for the non-destructive analysis of archaeological materials. X-rays for Archaeology, 67-100.
- Emami, M., & Pakgohar, S. (2017). Glass Wires from Chogha Zabnbil Preliminary Glass Making Evidence in Iran in the Early 2nd Millennium BC. Journal of Resear on Archaeometry: 3(1): 1-15 [in Persian]
- امامی، محمدامین، پاک‌گوهر، سجاد. (۱۳۹۶). مقتول‌های شیشه‌ای چغازنبیل، اولین نشانه‌های شیشه‌گری ایران در هزاره دوم پیش از میلاد، مجله علمی پژوهشی پژوهش باستان‌سنجی، ۳ (۱): ۱-۱۵.
- Gliozzo, E., Lepri, B., Sagù, L., & Turbanti Memmi, I. (2017). Colourless glass from the Palatine and Esquiline hills in Rome (Italy). New data on antimony-and manganese-decoloured glass in the Roman period. Archaeological and Anthropological Sciences, 9, 165-180.
- Grabar, O., Holod, R., Knustad, J., & Trousdale, W. (1978). City in the desert, Qaṣr al-Hayr East.
- Henderson, J. (2013). Ancient glass: an interdisciplinary exploration. Cambridge University Press.
- Henderson, J., Ma, H., & Evans, J. (2020). Glass production for the Silk Road? Provenance and trade of Islamic glasses using isotopic and chemical analyses in a geological context. Journal of Archaeological Science, 119, 105164.
- Henderson, J., McLoughlin, S. D., & McPhail, D. S. (2004). Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqā, Syria. Archaeometry, 46(3), 439-468.
- Lin, Y., Liu, T., Toumazou, M. K., Counts, D. B., & Kakoulli, I. (2019). Chemical analyses and production technology of archaeological glass from Athienou-Malloura, Cyprus. Journal of Archaeological Science: Reports, 23, 700-713.
- Mirti, P., Pace, M., Negro Ponzi, M. M., & Aceto, M. (2008). ICP–MS Analysis of Glass Fragments of Parthian and Sasanian Epoch from Seleucia and Veh Ardaš? R (Central Iraq). Archaeometry, 50(3), 429-450.
- Meyer, C. (1992). Glass from Quseir al-Qadim and the Indian Ocean trade (Vol. 5300). The Oriental Institute of the University of Chicago.
- Nash, C. (2021a). Glass bangles of Siraf in the Gulf Region: An archaeological and scientific investigation – Chartered Institute for Archaeologists, In conference presentation - 'Innovative Approaches' section.
- Nash, C. (2021b). Islamic glass bangles: a journey across the Indian Ocean trade network., 30-31
- Northedge, A., Bamber, A., & Roaf, M. (1988). Excavations at Ana, Warminster, England, Arts& Phillips Ltd.
- Oikonomou, A., & Triantafyllidis, P. (2018). An archaeometric study of Archaic glass from Rhodes, Greece: Technological and provenance issues. Journal of Archaeological Science: Reports, 22, 493-505.
- Oliaiy, P., Agha-Aligol, D. Shokouhi, F. Lamehi-Rachti, M. (2009). Analysis of Iranian postage stamps belonging to the Qajar dynasty (18th–20th century's) by Micro-PIXE, X-Ray Spectrometry., 38., 479-486.
- Rehren, T., & Freestone, I. C. (2015). Ancient glass: from kaleidoscope to crystal ball. Journal of Archaeological Science, 56, 233-241.
- Salehvand, N., Shishegar, A., Jafarizadeh, M., & Firozmandi, B. (2017). Resarch on glass Tubes of L-Oventish-Nppirish Experimental and studing by the unknown beam fluorescence method, Jurnal Archaeological Research of Iran., Vol 87. pp 87-104 [in Persian]
- صالحوند، نوید، شیشه‌گر، آرمان، جعفری‌زاده، مسلم، فیروزمندی شیره‌جینی، بهمن. (۱۳۹۶). پژوهشی پیرامون لوله‌های شیشه‌ای درهای ال- اونتش - نیبریش آزمایش و مطالعه‌ی آن‌ها با روش فلورسانس برتو بجهول، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۸۷: ۸۷-۱۰۴.
- Sayre, E. V., & Smith, R. W. (1961). Compositional categories of ancient glass. Science, 133(3467), 1824-1826.
- Schibille, N., Sterrett-Krause, A., & Freestone, I. C. (2017). Glass groups, glass supply and recycling in late Roman Carthage. Archaeological and Anthropological Sciences, 9, 1223-1241.
- Schibille, N. (2022). Islamic glass in the making: chronological and geographical dimensions (p. 270). Leuven University Press.

- Simpson, S. J. (2015). Sasanian glassware from Mesopotamia, Gilan, and the Caucasus. *Journal of Glass Studies*, 77-96.
- Shishegar, A. (2018). Production and trade of glass in the Islamic world, the whisper of bangles in a historical journey, Far Firouz, Dr. Firouz Baqerzadeh's celebratory, pp. 349-414[in Persian]
- شیشه‌گر، آرمان. (۱۳۹۸). تولید و تجارت شیشه در جهان اسلام نجوای دلنشیں النگوها در سفری تاریخی، فر فیروز، جشن‌نامه دکتر فیروز باقرزاده: ۴۱۴-۳۴۹.
- Spaer, M. (1992). The Islamic glass bracelets of Palestine: preliminary findings. *Journal of Glass Studies*, 44-62.
- Spaer, M. (1988). The Pre-Islamic Glass Bracelets of Palastine. *Journal of Glass Studies*, 30, 51-61.
- Swan, C. M., Rehren, T., Lankton, J., Gratuze, B., & Brill, R. H. (2017). Compositional observations for Islamic glass from Sīrāf, Iran, in the Corning Museum of Glass collection. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 16, 102-116.
- Van Wersch, L., Loisel, C., Mathis, F., Strivay, D., & Bully, S. (2016). Analyses of early medieval stained window glass from the monastery of Baume-Les-Messieurs (Jura, France). *Archaeometry*, 58(6), 930-946.
- Vataj, E., Hobdari, E., Röhrs, S., Vandenabele, P., & Civici, N. (2017). Analytical characterization of glass tesserae from mosaics of early Christian basilicas in Albania. *Applied Physics A*, 123, 1-15.
- Whitehouse, D. (1968). Excavations at Sīrāf: First interim report. *Iran*, 6(1), 1-22.