Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

پژوهه باستان‌سنجی ۱۴۰۲؛ ۹(۲): ۲۰-۱

پژوهه باستان‌سنجی

DOI: 10.66224/jra.9.2.376

URL: http://jra-tabriziau.ir/

مقاله پژوهشی

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

بیتا سودایی *[۱]، داود آقاعلی‌گل [۲]، لیلا خسروی [۳]

۱. دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین پیشوا، ورامین، ایران

۲. پژوهشگر پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده فیزیک و شتابگرها، آزمایشگاه واندوگراف، تهران، ایران

۳. دانشیار پژوهشکده باستان‌شناسی میراث فرهنگی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

چکیده

محوطه‌های باستانی گنبد جهانگیر و تپه گوریه در استان ایلام بخشی از شبکه 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 عنصری 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 احتمال 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 ابتدا النگوهای شیشه‌ای گونه‌شناسی و سبک‌شناسی شدند و از بین آنها بر اساس نوع تزیین، 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 تابیده با مقطع دایره‌ای و النگوهای دارای تزئینات 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 عنصری النگوهای شیشه‌ای گنبد جهانگیر و تپه گوریه از نوع شیشه‌های سیلیکا- سودا- آهک هستند که منبع تأمین سودا در آنها خاکستر به دست آمده از گیاهان رشد یافته در خاک‌های شور بوده است.

واژگان کلیدی: النگوی شیشه‌ای، اوایل اسلامی، میکروپیکسی، گنبد جهانگیر، تپه گوریه، سیراف

* نویسندهٔ مسئول مکاتبات: bita.sodaei@iau.ac.ir

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

۱. مقدمه

گنبد جهانگیر و تپه گوریه با مختصات جغرافیایی 38s X:605380 و Y:3752210، 38s X: 606595 و Y: 3752695 در پنجاه کیلومتری شمال غرب استان ایلام، در شهرستان ایوان، در هشت‌صد متری روستای 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 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 گنبد 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 بررسی‌های سطحی، حدود ۶۰ قطعه شیشه به دست آمد که شامل عطردان، النگو و مهره شیشه‌ای است. بر اساس نتایج آزمایشات سال‌یابی به روش گرمالیان (ترمولومینساس) قدمت این محوطه‌ها به اواخر دوره ساسانی و قرون اولیه اسلامی برمی‌گردد (Agha-Aligol et al., 2019). شیشه‌های باستانی در زمره داده‌های فرهنگی به شمار می‌آیند که مطالعه آنها می‌تواند اطلاعات تاریخی ارزشمندی در زمینه تجارت و مبادلات بین‌منطقه‌ای برای پژوهشگران را فراهم آورد. در این پژوهش سعی شده است به گونه‌شناسی و ریخت‌شناسی النگوهای شیشه‌ای گنبد 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 محوطه 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 گنبد 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 گدازآور 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

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

آنالیز عنصری و تحلیل ترکیبات تشکیل دهنده شیشه‌های تاریخی ایران و رفع موانع پیش رو در آزمایشگاه واندوگراف 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 اکسیدپتاسیم 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 منشأ مواد اولیه مصنوعات شیشه‌ای دوره اشکانی در کاخ شاپور و آنالیز مهره‌ها و ظروف شیشه‌ای به دست آمده از محوطه صالح داود در شوش پرداخته‌اند (Agha-Aligol et al., 2018). بر اساس نتایج آنالیز این نمونه‌ها مشخص شده است که ظروف شیشه‌ای کاخ شاپور و صالح داود 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 صالح داود نشان 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، اکسیدپتاسیم، اکسیدمنیزیم و اکسیدکلسیم است. سیر و اسمیت بر اساس درصد وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم شیشه‌های سیلیکا- سودا- آهک را به دو گروه تقسیم می‌کنند که عبارت‌اند از:۱- شیشه‌های ناترونی ۲ - شیشه‌های تولید شده از خاکستر گیاه (Agha-Aligol et al., 2022; Sayre & Smith, 1961). مشخص شده است که در شیشه‌های ناترونی مقدار وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم 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 وه‌اردشیر در عراق امروزی را با آزمایش ICP-MS مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند که قدمت این نمونه‌ها به دوره اشکانی و ساسانی برمی‌گردند. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که غالب نمونه‌های دوره ساسانی به دست آمده از وه‌اردشیر از نوع سیلیکا- سودا- آهک هستند و در ساخت آنها از خاکستر گیاهان به عنوان مواد 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 گنبد جهانگیر و تپه گوریه

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

که اغلب آنها ظروف شیشه‌ای بودند، به اندازه‌گیری ترکیبات عنصری و منشأ تولید این اشیاء پرداخته است (Agha-Aligol et al., 2019). آرمان شیشه‌گر در مقاله‌ای تحت عنوان «تولید و تجارت در جهان اسلام: نجوای دلنشین 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.

٤. نتایج و بررسی گونه‌شناسی و ریخت‌شناسی النگوهای شیشه‌ای

ریخت‌شناسی النگوهای به دست آمده از محوطه گنبد 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 bracelet at Jahangir Dome)، ۳- النگوهای تابیده با مقطع دایره (Twisted monochrome bracelets)، ۴- النگوهای آجدار (Protuberances bracelets) و ۵- النگوهای دارای تزئینات هندسی تکرار شونده بر سطح بیرونی (Mosaic bracelet) که در ادامه به معرفی هر یک از این گروه‌های ذکر شده پرداخته می‌شود.

٤-۱. 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 سبز رنگ هستند و سطح بیرونی آنها کاملاً با پوشش صدفی سفید رنگ پوشیده شده است (جدول ۱). این‌گونه 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 آهنی برداشته و با کمک لوله آهنی 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 بریده و دو سر آن را به هم وصل می‌نمودند و به هم پیوستن دو سر مفتول شیشه‌ای گاهی بدون درز و برخی مواقع درزی ایجاد می‌شده که با گرم کردن سطح داخلی آنها را صاف می‌کردند و بدین‌وسیله درز آنها را از بین می‌بردند. 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).

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

٤-٢. النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره

دوازده نمونه از النگوهای مورد بررسی به صورت النگوهای تخت با مقطع نیم‌دایره هستند که بر اساس تزئینات 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

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

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

تصویر	شماره نمونه	شفافیت	نوع تزیین	رنگ	سطح مقطع	اندازه(میلی‌متر)
	B 4	مات	النگو ساده بدون شیار	سبز پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا: ۷۰ پهنا: ۵ قطر: ۳
	B5	مات	النگو با تزئینات عمودی	سبز پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا:۷۲ پهنا:۷ قطر:۵
	B6	مات	النگوی ساده بدون شیار	سبز- پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا:۵۰ پهنا:۳

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

	B7	مات	النگوی ساده بدون شیار	سبز– پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا: ۲۰ پهنا: ۴
	B8	مات	النگو با تزئینات عمودی	سبز – پوشش صدفی	نیم‌دایره	۷۰ بلندا: پهنا: ۷ قطر: ۵
	B9	مات	النگو ساده بدون شیار	سبز با پوشش صدفی	نیم‌دایره	۳۰ بلندا پهنا: ۲
	B10	مات	النگو با تزئینات عمودی	سبز با پوشش صدفی	نیم‌دایره	۷۰ بلندا: پهنا: ۷ قطر: ۵
	B11	مات	النگو با تزئینات عمودی	سبز تیره با پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا:۷۲ پهنا: ۷ قطر: ۵
	B12	مات	النگو با تزئینات عمودی	سبز با پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا: ۷۰ پهنا: ۷ قطر: ۵
	B13	مات	النگو با تزئینات عمودی	سبز با پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا:۷۰ پهنا: ۷ قطر: ۵
	B14	مات	النگوی ساده بدون شیار	سبز با پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا:۷۲ پهنا:۵
	B15	مات	النگوی ساده بدون شیار	سبز با پوشش صدفی	نیم‌دایره	بلندا: ۲۰ پهنا: ۲

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

٤-٣. النگوهای آجدار

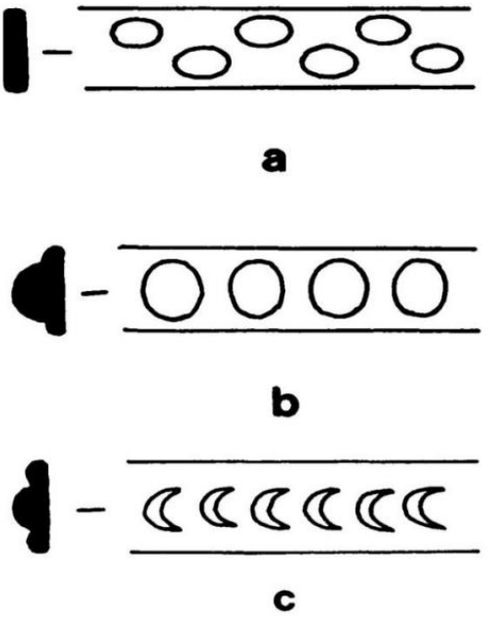
سومین گروه شامل النگوهای آجدار است که سه نمونه از آن به دست آمده است. این النگوها از نظر سبک و گونه‌شناسی به سه گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول در سطح آنان برآمدگی‌های گرد و برجسته‌ای مشاهده می‌شود که در قرن سوم و چهارم میلادی رواج داشته‌اند (شکل ۱a). گروه دوم برآمدگی‌هایی بزرگ تخم‌مرغی شکل در سطح النگوها 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). النگوهای شیشه‌ای به دست آمده در محوطه گنبد جهانگیر و تپه گوریه از نوع اول هستند (جدول ۳).

٤-٤. النگوهای تابیده 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 قدمتشان 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 تابیده تک رنگ مانند النگوهای ساده است با این تفاوت که در هنگام شکل‌دهی با کمک میله‌ای دیگر قسمت بیرونی النگو را فرم می‌دادند و در طول کار آن را می‌چرخاندند و حرارت می‌دادند تا قطر و پیچ مارپیچی مورد نظر را به دست آورد (Spare, 1998).

٤-٥. النگوهای تزئین شده با نقش‌های تکرار شونده (Mosaic bracelet)

یک قطعه النگوی موزائیکی تخت 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).

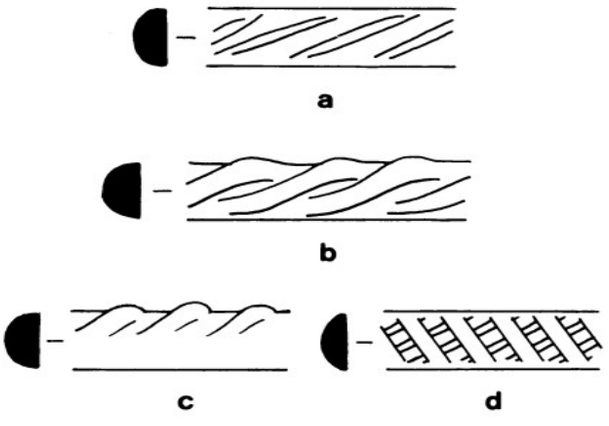


شکل ۱: طرح‌های مختلف النگوهای آجدار (Spare, 1998)

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

جدول ۳: دستبندهای آجدار از گنبد جهانگیر

تصویر	شماره نمونه	نوع تزئین	رنگ	شفافیت	مقطع	اندازه (میلی‌متر)
	B 16	النگوهای آجدار با تزئینات برجسته	سبز با پوشش صدفی	مات	نیم‌دایره	۷ بلندا :۶۰ پهنا:۲
	B 17&18	النگوهای آجدار با تزئینات برجسته	سبز با پوشش صدفی	مات	نیم‌دایره	بلندا :۲۰ پهنا: ۱.۵ بلندا:۲۵ پهنا: ۱.۵



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

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

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

جدول ۵ : قطعه‌ای از دستبند موزائیکی از گنبد جهانگیر

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

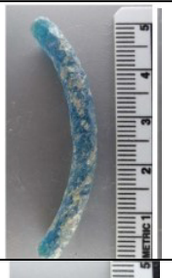
[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

۵. مطالعه تطبیقی و تحلیل داده‌های ریخت‌شناسی

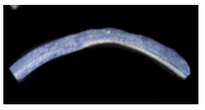
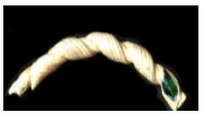
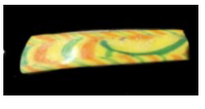
علاوه بر محوطه گنبد جهانگیر و تپه گوریه در غرب ایران، در محوطه سیراف النگوهای شیشه‌ای بسیار زیادی به دست آمده است که این النگوها در نظر اول از نظر ریخت‌شناسی شباهت زیادی به النگوهای گنبد جهانگیر دارند. بندر سیراف یکی از بنادر شرقی خلیج‌فارس است که قدمت آن به اواخر دوره ساسانی برمی‌گردد و تا اوایل قرن پنجم هجری، مهم‌ترین پایانه تجاری در خلیج‌فارس محسوب می‌شده است (Whitehouse, 1968). النگوهای شیشه‌ای به دست آمده از محوطه سیراف از نظر ریخت‌شناسی با نمونه‌های مورد بررسی از گنبد جهانگیر و تپه گوریه مطابقت و مقایسه شده است. این محوطه توسط یک گروه انگلیسی تحت نظارت دیوید وایت هاوس 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 وایت هاوس 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 فاقد 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 متشکل 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 معرفی 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)

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

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

	النگوی تخت	شفاف	آبی	نیم‌دایره
	النگوی تخت	شفاف	آبی	نیم‌دایره
	النگوی تخت	تیره	سیاه رنگ	نیم‌دایره
	النگوی آجدار	مات	سبز– زرد	نیم‌دایره
	النگوی آجدار	مات	سبز– قهوه‌ای– آبی	نیم‌دایره
	النگوی تابیده	مات	سبز –پوشش صدفی	دایره
	النگوی تابیده اسپیرال	مات	سبز با پوشش صدفی	دایره
	النگوی تابیده اسپیرال	مات	سیاه با پوشش صدفی	دایره
	النگو با تزئینات هندسی	مات	زرد، سبز و نارنجی	تخت
	النگو با تزئینات هندسی	مات	سبز با نقوش قرمز و زرد	تخت

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

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

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 خلیج‌فارس 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 خطهای موازی هستند. در کاوش‌های شائور در استان خوزستان نیز شش قطعه النگو شیشه‌ای ساده، تابیده و مرصع به دست آمده که در مخزن موزه شوش نگهداری می‌شود و آنها را به سده‌های سوم تا پنجم ه.ق نسبت داده‌اند. در منطقه چوبجی 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 تابیده تک رنگ یا چند رنگ (Spaer,1998) 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 میلادی معرفی کرده و آنها را در زمره النگوهای پیش از اسلام می‌داند. همچنین پنج قطعه النگوی شیشه‌ای در جزیزه 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 ه.ق) برمی‌گردد و از نظر ظاهری عبارت است از النگوی ساده دایره‌ای به رنگ آبی، النگوهای آجدار آبی رنگ، النگوی تابیده با رنگ لیمویی- سبز و النگویی مرصع با رنگ‌های سیاه، سفید و آبی است (Northedege et al., 1988; Grabar et al., 1978). 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 ه.ق 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.

٦. نتایج میکروپیکسی

آنالیز عنصری 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 ۲/۲MeV و با شدتی در حدود ۲۰-۵۰pA که توسط شتاب‌دهنده واندوگراف ۳MV آزمایشگاه واندوگراف پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای تولید می‌شود، استفاده شده است. قطر باریکه پروتون در این آزمایش‌ها کمتر از ۱۰ میکرومتر بوده است. با باریکه استفاده شده در این پژوهش می‌توان تا عمق حدود ۳۰ میکرومتر از نمونه‌های مورد بررسی را به دست آورد. برای آشکارسازی اشعه X از

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

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 برازش 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 گنبد جهانگیر و تپه گوریه نشان می‌دهد، ترکیبات عنصری این نمونه‌ها شامل اکسیدسدیم (Na_2O)، اکسیدمنیزیم (MgO)، اکسیدآلومینیوم (Al_2O_3)، اکسیدسیلیسیوم (SiO_2)، اکسیدفسفر (P_2O_5)، اکسیدگوگرد (SO_3)، کلر(Cl)، اکسیدپتاسیم (K_2O)، اکسیدکلسیم (CaO)، اکسیدتیتانیوم (TiO_2)، اکسیدآهن (Fe_2O_3)، اکسیدمنگنز (MnO) و اکسیدمس (Cu_2O) 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 گنبد جهانگیر و تپه گوریه از نوع شیشه‌های سیلیکا- سودا- آهک هستند و از آنجایی که در این نوع از شیشه‌ها مقدار وزنی اکسیدمنیزیم و اکسیدپتاسیم 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 گدازآور 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 گنبد جهانگیر و تپه گوریه

نمونه‌ها	محل کاوش	رنگ بدنه	اکسید سدیم Na_2O	اکسید منیزیم MgO	اکسید آلومینیم Al_2O_3	اکسید سیلیسیم SiO_2	اکسید فسفر P_2O_5	اکسید گوگرد SO_3	کلر Cl	اکسید پتاسیم K_2O	اکسید کلسیم CaO	اکسید تیتانیوم TiO_2	اکسید منگنز MnO	اکسید آهن Fe_2O_3	اکسید مس Cu_2O
B 1	گنبد 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	گنبد 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	گنبد 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	گنبد جهانگیر	سبز تیره	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	گنبد 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	گنبد جهانگیر	سبز تیره	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	گنبد 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	گنبد 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	گنبد 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
B16	گنبد 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	گنبد 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

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

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، اکسیدسدیم 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 ۱/۵ 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 ۲/۵ 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 عنصری النگوهای گنبد 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 آورد، شامل سدیم، پتاسیم، منیزیم، فسفر، بور، کلر و گوگرد است (Henderson et al., 2020).در (شکل ۳a)، تغییرات درصد وزنی اکسیدمنیزیم برحسب اکسیدپتاسیم برای النگوهای آنالیز شده از گنبد جهانگیر، تپه گوریه و سیراف رسم شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود درصد وزنی اکسیدمنیزیم در تمام النگوهای آنالیز شده از گنبد جهانگیر و تپه گوریه بیشتر از ۲/۵ درصد است و مقدار آن در بازه ۵/۱۲-۲/۹۹ درصد تغییر می‌کند. همچنین مقدار اکسیدپتاسیم در این النگوها بیشتر از ۲/۵ درصد است و مقدار آن در بازه ۴/۹۱-۲/۹۵ 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 گنبد 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 عنصری 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 ۵/۳ 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 ۳/۵ درصد است. همان‌طور که در شکل ۳a مشخص شده است، در النگوهای آنالیز شده از سیراف می‌توان حداقل سه گروه متمایز 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 ۲/۵-۱/۵ 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.

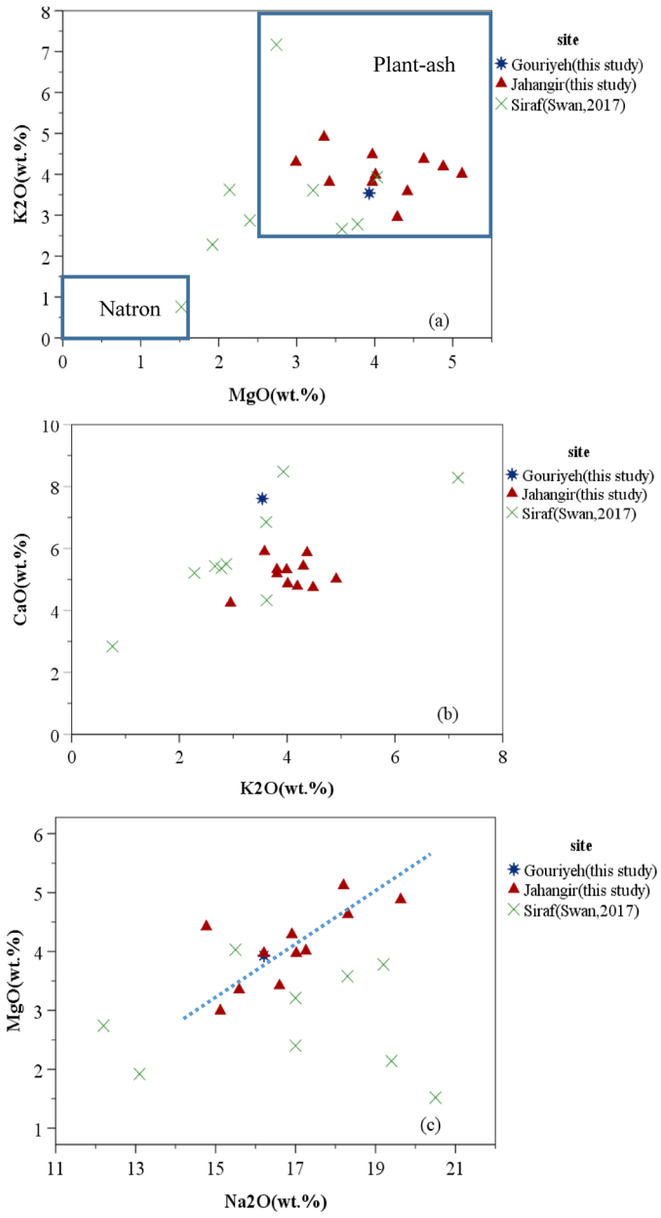
[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

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 گنبد 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 گسترده است و نشان دهنده استفاده از گدازآورهای متنوع در ساخت آنها است که در شکل ۳b نیز کاملاً مشخص است. در (شکل ۳c) بر اساس تغییرات درصد وزنی اکسیدسدیم برحسب اکسیدمنیزیم، تفاوت موجود در نمونه‌های گنبد جهانگیر و سیراف دوباره به‌طور واضح مشخص است. همچنین همبستگی خطی بین اکسیدسدیم و اکسیدمنیزیم در النگوهای گنبد جهانگیر و تپه گوریه که با خط‌چین آبی رنگ در شکل ۳c نشان داده شده است، نشان دهنده این موضوع است که در نمونه‌های گنبد 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 پتاسیم بین ۲/۵ تا ۶/۵ 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 اکسیدپتاسیم بین ۴ تا ۶ درصد است که نشان می‌دهد از یک ماده گدازآور استفاده شده است (Agha-Aligol et al., 2022). در انتها لازم است بیان شود که ترکیبات عنصری 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 برحسب مقدار ناخالصی‌هایی 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 برحسب اکسیدآهن و در (شکل ۴b) تغییرات درصد وزنی اکسیدآهن برحسب اکسیدآلومینیم نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۴a مشخص است، تغییرات مربوط به عناصر ناشی از ماده اولیه سیلیس در النگوهای گنبد جهانگیر و تپه گوریه بسیار محدود است. در نمونه‌های آنالیز شده گنبد جهانگیر و تپه گوریه میزان اکسیدسیلیسیم در بازه ۶۷-۵۸ درصد و اکسیدآلومینیم در بازه ۳-۲ درصد تغییر می‌کند. این در حالی است که در نمونه‌های سیراف میزان اکسیدسیلیسیم در بازه ۷۲-۵۲ درصد و اکسیدآلومینیم در بازه ۸-۱ درصد تغییر می‌کند. همچنین همان‌طور که در شکل ۴b مشاهده می‌شود میزان ناخالصی اکسیدآهن در النگوهای گنبد جهانگیر (به جز یک نمونه) در محدوده ۱/۲-۰/۵ درصد و در النگوهای سیراف بین ۲/۰- ۰/۳ درصد متغیر است. بر این اساس همان‌طور که در (شکل ۵) مشاهده می‌شود النگوهای گنبد جهانگیر از النگوهای سیراف جدا شده‌اند. البته در یکی از نمونه‌های گنبد 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

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

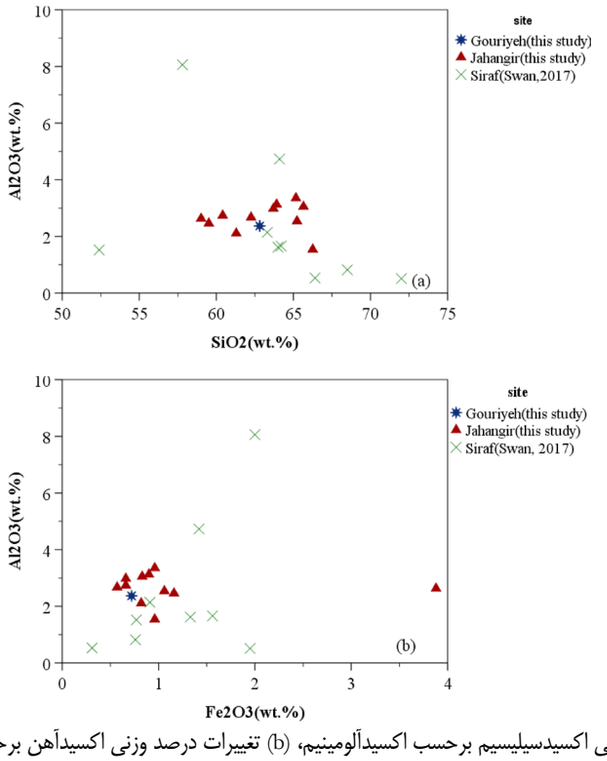
چنین نتیجه‌گیری کرد که در نمونه‌های گنبد جهانگیر از منابع سیلیس خالص‌تری نسبت به النگوهای سیراف استفاده شده است. همچنین می‌توان استنتاج کرد که در فرایند ساخت شیشه‌های مربوط به این محوطه‌ها از منابع شن یا ماسه به عنوان منبع تأمین کننده سیلیس استفاده شده است؛ زیرا در صورتی که منابع تأمین سیلیس در شیشه‌های قدیمی، ماده معدنی کوارتز بود، میزان ناخالصی اکسیدآلومینیم و اکسیدآهن باید بسیار کمتر از ۱ درصد باشد (Rehren & Freestone, 2015). البته همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، در تعدادی محدودی از نمونه‌های سیراف (سه نمونه) اکسیدآلومینیوم اندکی کمتر از یک درصد است که ممکن است با توجه به تنوع سیلیس استفاده شده در سیراف در این چند نمونه سیلیس خالص‌تری استفاده شده باشد.



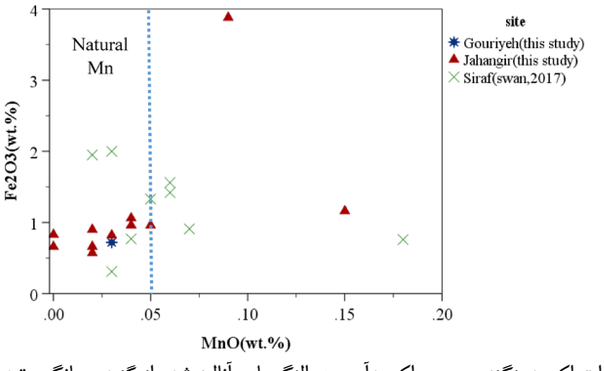
شکل ۳: (a) تغییرات درصد وزنی اکسیدمنیزیم برحسب اکسیدپتاسیم، (b)تغییرات درصد وزنی اکسیدپتاسیم برحسب اکسیدکلسیم، (c) تغییرات درصد وزنی اکسیدسدیم برحسب اکسیدمنیزیم در النگوهای آنالیز شده از گنبد جهانگیر، تپه گوریه و سیراف. همبستگی خطی بین ناخالصی‌های موجود در سودای استفاده شده در نمونه‌های گنبد جهانگیر با خطچین آبی رنگ در شکل نشان داده شده است.

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

اما برای بررسی عناصر رنگ‌بر و رنگ‌زا در النگوهای آنالیز شده از گنبد 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 اکسیدمس عناصری 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 عمدی یا غیرعمد 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 برحسب اکسیدآهن می‌تواند اطلاعات مفیدی 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 برحسب اکسیدآلومینیم، (b) تغییرات درصد وزنی اکسیدآهن برحسب اکسیدآلومینیم در النگوهای آنالیز شده از گنبد جهانگیر، تپه گوریه و سیراف



شکل ۵: تغییرات اکسیدمنگنز برحسب اکسیدآهن در النگوهای آنالیز شده از گنبد جهانگیر، تپه گوریه و سیراف

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

در شکل ۵ تغییرات اکسیدمنگنز برحسب اکسیدآهن برای تمام النگوهای آنالیز شده از گنبد جهانگیر، تپه گوریه و سیراف رسم شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، بر اساس تغییرات میزان اکسیدآهن برحسب اکسیدمنگنز، نمونه‌های آنالیز شده از این محوطه باز هم از یکدیگر قابل تفکیک هستند. در النگوهای گنبد 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/ درصد تغییر می‌کند. از طرفی در النگوهای سیراف میزان اکسیدمنگنز غالباً بیشتر از ۰/۰۵ درصد و میزان اکسیدآهن نیز تقریباً بین ۲/۰–۰/۵ 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 گنبد 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 بررسی‌های انجام شده در مورد ترکیبات عنصری به دست آمده از شیشه‌های سیراف مشخص شده که آنها در چهار 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 گنبد 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 آجدار، ۴- النگوهای تابیده با مقطع دایره‌های و ۵- النگو با تزئینات هندسی. از نظر ریخت‌شناسی این النگوها با النگوهای شیشه‌ای سیراف، قصر ابونصر، شائور، 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 اکسیدسدیم 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 گنبد 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 برعهده داشته است.

مشارکت نویسندگان

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.

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

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]

آقاعلی‌گل، داود، جعفری‌زاده، مسلم، مرادی، محمود. (۱۳۹۷). میکروپیکسی: روشی توانمند در بررسی و تعیین مواد اولیه مصنوعات شیشه‌ای دوره اشکانی کاخ شائور (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]

آقاعلی‌گل، 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): ۱۰.

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]

آقاعلی‌گل، داود، سودایی، بیتا، خسروی، لیلا، کریمی، مینا. (۱۳۹۸). بررسی و مطالعه مصنوعات شیشه‌ای دوره ساسانی، نمونه مطالعاتی: شیشه‌های محوطه گنبد حهانگیر و تپه کوریه در استان ایلام با استفاده از روش میکروپیکسی، پژوهه باستان‌سنجی، ۵ (۲): ۷۰-۴۷.

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]

آقاعلی‌گل، داود، امیدی، کاظم، رحیمی، طیبه، مرادی، محمود. (۱۴۰۱). 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]

آقاعلی‌گل، داود، اسماعیلی‌جلودار، محمداسماعیل، مرادی، محمود، عرب‌کرمانی، مرضیه. (۱۴۰۲). هنر شیشه‌گری در سیراف، اندازه‌گیری ترکیبات عنصری شیشه‌های اسلامی به دست آمده از سیراف، همایش ملی میراث فرهنگی و هنری سیراف در پهنه خلیج‌فارس.

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، آقاعلی‌گل، 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 analyes of early glasses, Volume3.

Brill, R.H. (2012). Coring 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.

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

Demortier, G. (2005). Ion beam techniques for the non-destructive analysis of archaelogical 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 2rd Millennium BC. Journal of Resear on Archaeometry: 3(1): 1-15 [in Persian]

امامی، محمدامین، پاک‌گوهر، سجاد. (۱۳۹۶). مفتول‌های شیشه‌ای چغازنبیل، اولین نشانه‌های شیشه‌گری ایران در هـزاره دوم پـیش از میلاد، مجله علمی پژوهشی پژوهه باستان‌سنجی، ۳ (۱): ۱–۱۵.

Gliozzo, E., Lepri, B., Saguì, 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 Raqqa, 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

Northedege, 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 شـیره‌جینـی، بهمـن. (۱۳۹۶). پژوهشـی پیرامـون لولـه‌های شیشـه‌ای درهای ال- اونتش – نپیریش آزمایش و مطالعه‌ی آن‌ها با روش فلورسانس پرتو مجهول، پژوهش‌هـای باستان‌شناسـی ایـران، 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.

[DOI: 10.66224/jra.9.2.376]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 9:45 +0330 on Saturday November 14th 2026

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 دلنشین النگوها در سفری تاریخی، فر فیـروز، جشـن‌نامه دکتـر فیروز باقر زاده: ۳۴۹-۴۱۴.

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.