

**Identification of Perfumery Residues Contained in Glass Objects from Parthian to Early Islamic Period with Gas-Chromatography Coupled with Mass Spectroscopy****Nafiseh Hoseinian Yeganeh¹ & Arman Shishegar² & Mohammad Amin Emami³ & Samad Nejad Ebrahimi⁴**

(23-40)

It has been a long time since aromatic plants and aromatic materials have been used in perfumery. Therefore, production of perfume flask had become noticeable among craftsmen and artists. The use of plants and other aromatic substances in perfumery has been possible by obtaining their essential oils. The production of perfumes are mainly derived from plants such as roses, cloves and saffron, incense and sandalwood and plant gums. Amber, musk and Azfar were also taken from some animals such as Gazelle and Amber fish. Perfume flasks are little containers made by a variety of different materials that have been shaped or embellished by standard technology and ornaments of their historical period. Glass has been one of the most favorite materials to make a perfume flask through the time. This research gives a brief overview of the history of perfumery, from the Achaemenid era to the first centuries of the Islamic era. Then it analyzes remained materials inside the five glass containers, which are considered to be perfume bottles, from the Parthian period to the first centuries of the Islamic era. These glass perfume bottles are kept in the Glassware and Ceramic Museum of Iran currently.

This analysis has been done by Coupled gas chromatography with mass spectrometer in the gas chromatography laboratory of Research Institute of Medicinal Plants and Drugs, Shahid Beheshti University. The main composition which has been detected and identified are waxes, cholesterol, and natural fatty acids. Due to its sensitivity, speed, versatility, and ability to identify traces of compounds in a mixture, the GC-MS technique's application is a brilliant method for archaeological organic chemistry and can be applied to analyse any substance containing volatile organic compounds expected. In two samples of our collection, residual perfumes were extracted. For this test, the containers were first washed with n-hexane solvent and the solution was transferred into the sampling dishes for transfer to the laboratory. On the day of sampling, the objects were selected from the samples which were photographed. Then, through a Pasteur pipette, about 2 ml of n-hexane was placed in the dishes and the material was washed by rotating and the extract transferred into the pipette and prepared for the analysis by evaporating of hexane. It should be noted that n-hexane solvent has no destructive effect on the objects and because of its high volatility, immediately it will be disappeared completely and there is no trace of it in the container. Gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) is a powerful tool for separation and identification of natural and chemical materials. In this method, after the initial preparation, the components of a mixture are injected into the device through a special syringe in the amount of half a microliter of the tested solution. The materials are separated based on the difference between the boiling point and interaction with the chromatographic column, will be entered into the Ionization Mass Spectrometry source, because of generating powerful electric and magnetic fields, the mixture's components will be identified quantitatively and qualitatively based on their electrical charge to mass ratio (m/z). For this analysis, 1 to 3 mg of the sample was taken and 1 ml of KOH hydroalcoholic solution (potash alcohol) was added and then subjected to alkaline hydrolysis at 60 ° C for 3 hours. After

doi
10.22059/jarcs.2020.289501.142653
Print ISSN: 2676-4288 - Online ISSN: 2251-9297
<https://jarcs.ut.ac.ir>

Received: 12, December, 2018; Accepted: 10 June, 2021

1. Corresponding Author Email: N.hosseinian.y@gmail.com.

Ph.D. Graduated in Archeology, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Archeology, Archaeological Research Institute, Tehran, Iran.

3. Associate Professor, Department of Archeology, Faculty of Restoration, Isfahan University of Arts, Isfahan, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Phytochemistry, Research Institute of Medicinal Plants and Primary Materials, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

hydrolysis, the neutral organic components were extracted with n-hexane. Then, according to the internal standard, injection of the solution was analyzed in GC-MS. It was then interpreted based on comparisons of components and reference materials with library items and mass spectrum. In order to identify the type of fatty acid compositions, GC-MS equipped with a DB-5 column with a length of 30 m and an inner diameter of 0.25 mm and a thin layer thickness of 0.25 μm was used. The oven temperature was increased from 60 °C to 250 °C at velocity of 5 °C/min and was kept at 250 °C for 10 minutes. Helium carrier gas with a flow rate of 1.1 ml/min was used and 70-eV electrons was used for ionization and a mass range was from 43 to 456 amu. In order to analyze the essential oil using gas chromatography coupled with mass spectrometry, the components were identified. The components and compounds were identified by the use of various parameters such as retention time (RT) and retention index (RI), study of mass spectrum and comparing the spectrum with standard compounds and basic data in the GC-MS database by Xcalibur Software. The relative percentage of each components of the essential oil was obtained according to the area under the curve in the GC. Based on the chromatogram table, the following results were obtained: Sample 1 (Table 1, Figure 1), the perfume flasks from the Arsacid era: the most important compounds identified in container No. 1 including the paraffin compounds, cholesterol (animal-based oils), vegetable oils, and fatty acids and waxes. Also, an important substance in the solution obtained from washing was flavonoid. It is a polyphenolic substance which is found in the extract obtained from the petals and pollen of plants. Sample 2 (Table 2, Figure 2), a semi-thin blue glass container, probably from the Arsacid era: the most important components identified include an essential oil, wax and fatty acid. Sample 3 (Table 3, Figure 3), a thin glass container probably from the Sassanid era: the most important compounds identified include fatty acids such as palmitic acid, stearic acid and linoleic acid. Such materials indicate that this container has been in contact with vegetable-base oils and 80% of the substances identified in this container are fatty acids. Sample 4 (Table 4, Figure 4), a semi-thin glass container from the first centuries of the Islamic period: there are only paraffin materials such as wax and beeswax and do not contain any fatty acids. The most important substance in this sample is natural linalool, which is classified as a perfume. Example 5 (Table 5, Figure 5), the perfume flask with base from the first centuries of the Islamic period: the most important compounds identified are plant-based fatty acids, paraffin compounds or waxes, and phthalate compounds. According to the tests performed in two case studies (samples No. 2 and 4), aromatic substances and essential oils are present in the identified compounds. It shows that natural perfumes and essential oils can actually stay in the glass and the adsorption of glass is very high for keep of such materials. Except for sample No. 4, other samples contain a variety of fatty acids and proved that such glasses were used as preservative objects. Wax can be seen in all samples. Fats have been identified in various forms such as cholesterol (animal base oil), palmitic acids (plant base fats) and paraffinic substances.

Keywords: GC-MS, material analysis, perfume bottle, Parthian period, Sassanid period, first centuries of Islamic period

شناسایی مواد باقیمانده در عطردان‌های شیشه‌ای از دوره اشکانی تا سده‌های نخست دوره اسلامی به روش کروماتوگرافی گازی کوپل شده با طیف‌سنج جرمی (GC-MS)

نقیسه حسینیان یگانه^۱

دانش‌آموخته دکتری باستان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

آرمان شیشه‌گر

استادیار گروه باستان‌شناسی، پژوهشکده باستان‌شناسی، تهران، ایران.

محمدامین امامی

دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

صمد نژاد ابراهیمی

استادیار گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۰

چکیده

از دیرباز گیاهان و سایر مواد معطر در عطرسازی کاربرد داشته‌اند و در نتیجه تولید عطردان نیز مورد توجه صنعتگران و هنرمندان بوده است. کاربرد گیاهان و سایر مواد معطر در عطرسازی با گرفتن روغن‌های عطرمایه آنها، مقدور بوده است. مواد به کار رفته در تولید مواد عطری، بیشتر از گیاهانی نظیر گل‌سرخ، میخک و زعفران، عود و صندل و صمغ‌های گیاهی و همچنین از برخی جانورانی چون آهو و ماهی‌عنبر، عنبر و مُشک و اظفار گرفته می‌شده است. عطردان‌هایی که برای نگهداری این محصولات به کار می‌رفته‌اند، ظروف کوچکی از جنس‌های گوناگون بوده‌اند که بنا بر فناوری ساخت و تزئینات رایج در هر دوره اشکال و تزئینات متفاوت و متنوعی به خود گرفته‌اند. همواره شیشه یکی از مواد مورد علاقه برای تولید چنین عطردان‌هایی بوده است. در این نوشتار پس از شرحی اجمالی درباره پیشینه عطرسازی و کاربرد عطردان از دوره هخامنشی تا سده‌های نخست دوران اسلامی، به تحلیل مواد باقیمانده درون پنج ظرف شیشه‌ای که از نظر ظاهری عطردان محسوب می‌شوند، از دوره‌های اشکانی تا سده‌های نخست دوران اسلامی موجود در مخزن موزه آبگینه‌ها و سفالینه‌های ایران پرداخته شده است. بدین منظور این پنج عطردان، با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی کوپل شده با طیف‌سنج جرمی (GC-MS) در آزمایشگاه کروماتوگرافی گازی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. آثار مواد طبیعی باقی‌مانده در این اشیا عمدتاً ترکیبات حاوی اسیدهای چرب، کلسترول و وکس شناسایی شده‌اند. همچنین در دو نمونه مشخصاً بقایای مواد عطری نیز شناسایی گردید.

واژه‌های کلیدی: GC-MS تحلیل مواد، عطردان، دوره اشکانی، دوره ساسانی، سده‌های نخست دوره اسلامی

۱. مقدمه

از دوران باستان تاکنون بشر راه‌های گوناگونی را برای استفاده از بوی خوش گیاهان و سایر مواد معطر تجربه کرده و این مواد خوشبو را به اشکال گوناگون چون عطر و روغن خوشبو تهیه کرده و برای خوشبویی خود و در مراسم آئینی به شکل عطرافشانی و بخورسوزی به کار برده است. کاربرد گیاهان و سایر مواد معطر در عطرسازی با گرفتن روغن‌های عطرمایه آنها، مقدور بوده است. مواد به کار رفته در تولید مواد عطری، بیشتر از گیاهانی نظیر گل‌سرخ، میخک و زعفران، عود و صندل و صمغ‌های گیاهی و همچنین از برخی جانورانی چون آهو و ماهی‌عنبر، عنبر و مُشک و اظفار گرفته می‌شده است (شیشه‌گر، ۱۳۹۱: ۲۷۱، ۲۸۳-۲۸۲، ۲۸۵).

متون و مدارک مکتوب و باستان‌شناسی بسیاری از کاربردهای مواد معطر، از دیرباز تاکنون در میان مردم و اقوام مختلف را برمی‌شمرد. در این میان مدارکی از سرزمین ایران نیز قابل توجه است که در اینجا به شرح کوتاهی پیرامون پیشینه عطرسازی از دوران هخامنشی تا سده‌های نخست دوره اسلامی پرداخته شده است.

مدارک مکتوب درباره استفاده از روغن‌ها و مواد عطری و آرایشی، در دوران هخامنشی محدود به نوشته‌های نویسندگان یونانی است. از جمله پلینی در سده ۱ م، از عطر یا گلاب گل سرخ به عنوان عطری ایرانی که سازندگان آن فقط ایرانیان بوده‌اند سخن گفته و ابراز می‌دارد که ایرانیان خود را با این عطر خیس می‌کنند تا بوی چرک بدن با آن دفع شود. پلینی معتقد بود که یونانیان عطر را نمی‌شناخته‌اند و تنها پس از فتح ایران به دست اسکندر مقدونی با آن آشنا شده‌اند. از میان آثار ارزشمند شیشه‌ای می‌توان از یک صندوق عطر در میان دارایی داریوش سوم که در اردوگاه او به تملک یونانیان متجاوز در آمد، نام برد (شیشه‌گر، ۱۳۹۱: ۲۷۶، ۲۸۳-۲۸۴؛ Forbes, 1965, vol.3, 27). گزنفون، ۳۵۵ - ۴۳۰ پ. م، در دربار کورش صغیر، از بزرگانی سخن می‌گوید که آرایشگران ویژه‌ای داشته‌اند که به آنها روغن می‌زده‌اند و می‌افزاید «ملکه‌های ایرانی در گرفتن خراج به صورت روغن‌های آرایشی از شهرهای مغلوب، زیاده‌روی می‌کنند». آنتئوس در وصف دربار داریوش سوم ابراز می‌دارد که وی چهل نفر «مرهم‌پز» یا «عطرساز» در میان افراد خود داشت و دستورالعمل «روغن سلطنتی» که در آن موقع از ایران به یونان و سایر مناطق می‌رسید، بسیار رواج داشت (شیشه‌گر، ۱۳۹۱: ۲۸۴؛ Forbes, 1965, vol.3, 27; ویسپوفر، ۱۳۸۰: ۶۰). ملکه و زنان درباری هخامنشی، قبل از این که به دیدار شاه بروند، از لوازم آرایش و عطر استفاده می‌کردند. پادشاهان و نجیب زادگان ایرانی به انواع عطریات و عطرمایه‌های معطر، علاقه و توجه فراوان داشته و پادشاهان و ملکه‌هایشان و نیز درباریان آنان و همسرانشان از عطرها و روغن‌های معطر گوناگون برای خوشبو و براق کردن موی سر استفاده می‌کردند (Sanders, 1991: 144). چنان‌که در شرح احوال استر (Esther) یکی از همسران خشایارشا آمده است، وی پیش از آنکه به عنوان ملکه انتخاب شود، به مدت چند ماه با روغن مرمکی و با مواد خوشبوکننده‌ی دیگر تدهین شد (Megillat Esther, Chapter II: 12). شواهد تاریخی نشان می‌دهد که عطر نه تنها امروز بلکه در اعصار گذشته نیز بهایی گزاف داشته و تنها قشر خاصی از ایرانیان توان استفاده از آن را داشته‌اند (Fox, 2010: 39). دینون (Deinon) تاریخ‌نگار یونانی از عطری فوق‌العاده گران‌بها به نام لبی زوس (Labyzos) یاد می‌کند که برای آرایش موهای خشایارشا (۴۶۵ ق.م) به کار می‌رفت (Lenfant, 2009: 335-341). از مدارک باستان‌شناسی متعدد، همچنین می‌توان به کاربرد عطر در گستره جغرافیایی دولت هخامنشی پی برد. برای مثال در تخت جمشید نه تنها ظروف سنگی ویژه عطر به دست آمده است، بلکه در نقوش برجسته نیز مستخدمینی حجاری شده‌اند که عطردان‌هایی به دست دارند که احتمالاً ممکن است با گلاب پر شده باشند (اشمیت، ۱۳۴۲، ج ۱، الواح ۱۴۹، ۱۴۸). (Schmidt, 1957, vol.2, pl.65, nos.1, 12). بازگشایی جاده معروف ابریشم و تأسیس راه‌های تازه بازرگانی، از جمله راه دریایی به هندوستان در این دوره، نشان از تجارت گسترده میان شرق و غرب دارد (دوبواز، ۱۳۴۲: ۱۸۴ - ۱۸۱). از این راه‌ها، عطر و سایر کالاهای مهم در آن دوران در سراسر جهان درگذر بود (شیشه‌گر، ۱۳۹۱: ۲۸۴). از بسیاری از کاوشگاه‌های دوران اشکانی در گستره جغرافیایی این دولت، ظروف کوچکی از جنس‌های گوناگون چون سفال و شیشه، به دست آمده‌اند که بهترین شاهد استفاده از عطر و روغن‌های معطر و آرایشی هستند. کوچکی، شکل و تزئینات برخی از آن‌ها، مناسب بودن این ظروف را برای

مواد عطری نشان می‌دهند. برای مثال از آرامگاه‌های زیرزمینی گورستان صالح داود مربوط به دوره‌ی اشکانی/الیمانی در خوزستان، تعداد معدودی ظرف از سفال لعاب‌دار پیدا شده‌اند که ارتفاع آنها از ۱۲ سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند و تنگ‌های کوچک با دو دسته هستند و عطردان پنداشته شده‌اند (رهبر، ۱۳۹۱: ۳۱۱-۳۱۰، تصویر ۲۸). قطعه‌ای از یک عطردان از جنس شیشه مات نیز در یکی از استودان‌های مکشوفه از این گورستان گزارش شده است (رهبر، ۱۳۹۱: ۳۰۴).

راه کاروان‌رو قدیمی که از سواحل سوریه تا جنوب عربستان و حضرموت امتداد داشت و «راه عطریات» نامیده می‌شد، در دوره ساسانی مورد منازعه دو دولت ایران و روم بود. مدارک باستان‌شناسی از ارتباط تجاری دولت ساسانی با شمال هندوستان حکایت دارند. در بگرام تولیدات شیشه‌ای ساخت حلب در سوریه پیدا شده‌اند که روابط تجاری شرق و غرب را نشان می‌دهد (پیگولوسکایا، ۱۳۶۷: ۳۵۵ - ۳۵۴). از دوران ساسانی، شواهدی از کاربرد مواد آرایشی و عطر نیز باقی است. در این دوره نیز چون روزگار اشکانیان تجارت مواد آرایشی و گیاهان خوشبو از ایران و یا از طریق ایران با چین وجود داشته است. از هدایای دربار ایران به چین در سال ۴۵۵ م ضمن سفر یک هیأت ایرانی، مواد خوشبو و عطری بوده است (یارشاطر، ۱۳۷۳، ج ۳: ۹۱؛ واتسن، ۱۳۷۳، ج ۳: ۶۶۳)، عطرهاى ایرانی از گل‌های خوشبو تهیه می‌شد. در متن پهلوی داستانی درباره خسرو پرویز و غلامش آمده است، علاقه خسرو پرویز به عطر تا حدی بود، که حتی برای نوشتن نامه کاغذهای آغشته به بوی گلاب و زعفران را بر پوست ترجیح می‌داد. در میان خزاین یزدگرد سوم در ایوان کسری که به دست اعراب افتاد، «سبدهای مَهر شده» پر از «عطریات لطیف» همراه با ظروف زرین و سیمین و اشیاء گران‌بها رها شده بود (شیشه‌گر، ۱۳۹۱: ۲۸۵-۲۸۴؛ کریستن سن، ۱۳۷۲: ۶۵۶ - ۶۵۵، ۶۲۲-۶۱۹). گذشته از متون پهلوی چون بندهش که در آن از مواد خوشبو در ضمن آفرینش جهان یاد شده است، منابع دوران اسلامی به‌ویژه اشعار فردوسی در شاهنامه برای شناخت انواع عطریات دوره ساسانی، بسیار مفید است (شیشه‌گر، ۱۳۹۱: ۲۸۵). یافته‌های باستان‌شناسی کاربرد عطر در گستره جغرافیایی دولت ساسانی را نشان می‌دهند. برای مثال کاوش‌های تل ماحوز در شمال میان‌رودان در غرب کرکوک، تعداد نسبتاً زیادی ظروف کوچک شیشه‌ای از آغاز دوره ساسانی را در میان گورنهاده‌های گورستان این محوطه ارائه کرده است که بسیاری از آن‌ها با توجه به تزئینات تراش که به ظرافت و زیبایی آن‌ها افزوده‌اند، احتمالاً حاوی مواد عطری بوده‌اند (Negro-Ponzi, 1968-69:293).

338-347, figs. 155-156, nos.38-53)

گلاب ایران در دوران اسلامی نیز معروفیت داشته و فیروزآباد در جنوب شیراز یکی از مراکز اصلی تهیه آن بوده است (لسترنج، ۱۳۳۷، ۳۱۴). در سده‌های اولیه اسلامی سیراف مرکز تجارت جنوب ایران بود و انواع عطر و ادویه و مواد معطر به آنجا وارد می‌شد و از طریق این بندر به سایر مناطق جهان فرستاده می‌شد. همچنین کالاهای مشابهی که در داخل ایران تولید می‌شد نیز از طریق همین بندر صادر می‌شده است. در این باره، اکثر متون دوران اسلامی سخن گفته‌اند. استفاده از عطردان‌های سفالی و شیشه‌ای در دوره اسلامی بسیار عمومیت داشته است. یکی از کاوشگاه‌های مهم در سده‌های نخست دوران اسلامی، نیشابور است که ظروف متعدد شیشه‌ای در آن به دست آمده‌اند که بسیاری از آن‌ها ممکن است کاربرد عطردان داشته‌اند (Kroger,

1995: 61-72, nos.54-57, 60-88)

با وجود پیشینه غنی از عطرسازی و کاربرد عطردان‌ها و ظروفی که به عنوان ظروف ویژه آرایشی محسوب شده‌اند، متأسفانه تاکنون پژوهش جامعی برای اثبات وجود مواد معطر درون این ظروف صورت نگرفته است. جهت بررسی سوابق مرتبط با موضوع به صورت کتابخانه‌ای تألیفاتی مورد توجه قرار گرفت. از آن جمله در مقاله‌ای در سال ۲۰۰۸ بقایای آلی درون یک بطری شیشه‌ای مکشوفه از محوطه باستانی پمپئی (ناپل، ایتالیا) با استفاده از روش FT-IR ، DE-MS (طیف‌سنجی جرم مستقیم) و فن‌های GC-MS بررسی شد و با نتایج آماری از روش‌های نام‌برده آشکار شد که مواد ارگانیک نقش مؤثری در تولید مواد آرایشی و بهداشتی داشته است (Ribechini et al, 2008: 556).

در سال ۲۰۰۹ ماریا پرلا و همکارش از دانشگاه پیزای ایتالیا در کتاب «طیف‌سنجی جرمی مواد آلی در هنر و باستان‌شناسی» یک مرور کلی بر استفاده از فن‌های مبتنی بر طیف‌سنجی جرمی را برای تجزیه و تحلیل مواد آلی در هنر و مواد باستان‌شناسی ارائه می‌دهند و اصول اساسی همراه با فن‌های طیف‌سنجی جرمی را نشان می‌دهند. در این کتاب با مطالعات موردی و نمونه‌گیری نشان می‌دهد که چگونه این فن‌ها می‌توانند برای نشان دادن منشأ و نحوه تولید مواد مورد استفاده قرار گیرند. مسئله کلیدی جستجو برای اثر انگشت مواد آلی است که ممکن است فن‌ها و فن‌آوری‌های مورد استفاده در گذشته را آشکار کند. یکی دیگر از روش‌های مطالعه، فرایندهای تجزیه مواد تشکیل‌دهنده آثار فرهنگی است که برای حفاظت از آنها بسیار مهم است. کاربردهای اولیه روش‌های شیمیایی و تحلیلی در تحقیقات بر روی مواد هنری و فرهنگی نشان می‌دهد که تحقیقات علمی یک ابزار ضروری برای کسب اطلاعات در مورد مواد که یک اثر هنری را تشکیل می‌دهند است و از جمله کاربردهای این روش‌ها شناخت اجزای ثانویه، از جمله مواد ارگانیک باقیمانده‌ای است که در ظروف سرامیکی و شیشه یافت می‌شود (Colombini & Modugno, 2009: xi-xii). در سال ۱۳۷۰ لیلی نیاکان تعدادی از ظروف کوچک موجود در موزه ملی ایران مربوط به دوران اسلامی را در پژوهشکده شرکت نفت با آزمایش «اشعه ایکس» مورد آزمایش قرار داده و مشخص کرد که همه این‌گونه ظروف کوچک شیشه‌ای عطردان نیستند بلکه شیشه‌های کوچکی در ارتباط با مواد آزمایشگاهی و دارویی و آرایشی هستند (نیاکان، ۱۳۷۶، ۱۹۶). در این پژوهش با نمونه‌برداری از مواد باقیمانده درون چند ظرف کوچک شیشه‌ای که احتمال داده می‌شد حاوی مواد معطر یا آرایشی باشند، با استفاده از روش تشخیصی GC-MS به روش کروماتوگرافی گازی کوپل شده با طیف‌سنج جرمی جهت آزمایش مواد باقیمانده داخل این ظروف شیشه‌ای انتخاب گردیدند و مورد بررسی قرار گرفتند.

۲. روش بررسی

در بخش مطالعات کتابخانه‌ای بر اساس اندک مدارک موجود روش کروماتوگرافی گازی به عنوان روش بررسی انتخاب گردید. برای مطالعات آزمایشگاهی، بهترین نمونه‌هایی که امکان دسترسی به آن‌ها وجود داشت، در موزه آبگینه و سفالینه‌های ایران یافت شدند و آزمایشگاه کروماتوگرافی گازی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه داروئی دانشگاه شهید بهشتی نیز برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شد. برای انتخاب ظروف با مطالعه تطبیقی تعداد ۵ ظرف که به اصطلاح عطردان نامیده می‌شد از میان نمونه‌های مطالعاتی موزه آبگینه برگزیده شد. ظروف انتخابی مربوط به دوره‌های اشکانی، ساسانی و سده‌های نخست دوره اسلامی بودند. بر اساس تحقیقات به عمل آمده و مشورت با متخصصین آزمایشگاه، بهترین روش برای نمونه‌گیری مواد باقیمانده در

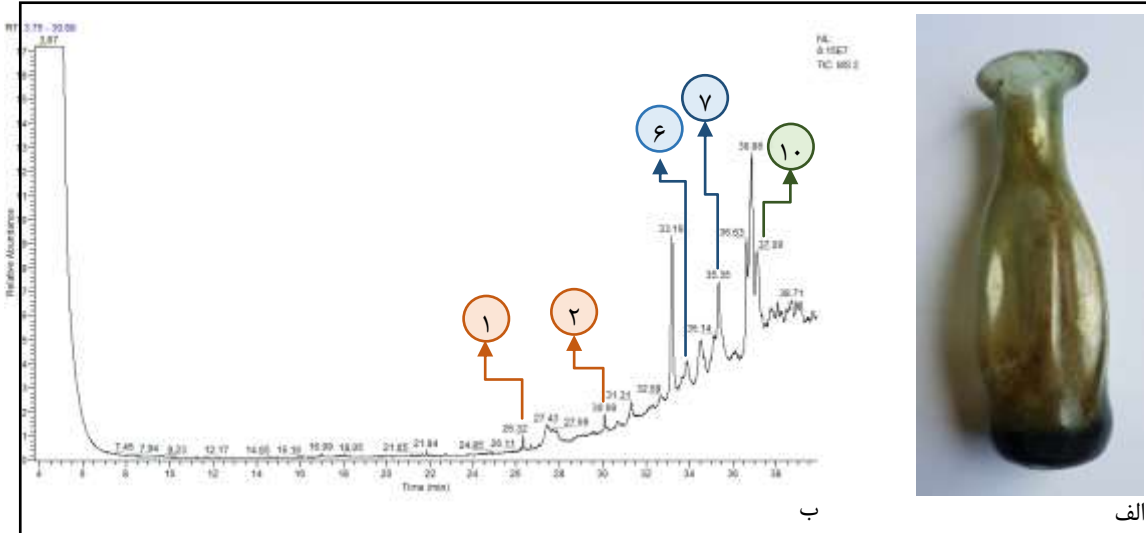
ظروف، شستشوی داخل ظروف با حلال ان-هگزان و انتقال محلول به داخل ظروف نمونه‌برداری جهت انتقال به آزمایشگاه تشخیص داده شد. برای نمونه‌گیری ابتدا مقداری محلول ان-هگزان توسط آزمایشگاه در اختیار قرار گرفت. در روز نمونه‌گیری ابتدا اشیا از بین آثار مطالعاتی انتخاب و عکاسی شدند. سپس به‌وسیله پیپت پاستور مقداری (حدود ۲ سی‌سی) از محلول ان-هگزان داخل ظروف قرار می‌گرفت و با حرکت دورانی مواد داخل ظروف را شستشو داده و دوباره به‌وسیله پیپت پاستور به داخل سمپلرها ریخته شد تا برای آزمایش به آزمایشگاه منتقل شود. لازم به ذکر است محلول ان-هگزان هیچ‌گونه اثر تخریبی بر روی آثار ندارد و به دلیل فراریت بالا بلافاصله کاملاً از بین رفته و کوچک‌ترین اثری از آن در ظرف باقی نمی‌ماند. دستگاه کروماتوگرافی گازی یا GC-MS یک ابزار پر قدرت در جداسازی و شناسایی مواد طبیعی و شیمیایی است. در این روش، اجزای یک مخلوط پس از آماده‌سازی اولیه مقدار نیم میکرولیتر از محلول مورد آزمایش با سرنگ مخصوص به دستگاه تزریق می‌گردد. مواد بر اساس اختلاف نقطه‌جوش و بر همکنش با ستون مخصوص کروماتوگرافی جداسازی می‌گردد و به شدت وارد منبع یونیزاسیون دستگاه طیف‌سنج جرمی می‌گردد و سپس به‌واسطه تولید میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی پر قدرت، اقدام به شناسایی کمی و کیفی اجزای مخلوط بر اساس نسبت بار الکتریکی به جرم (M/Z) آنها می‌گردد. در این راستا مقدار ۱ تا ۳ mg نمونه برداشته و با اضافه کردن ۱ میلی‌لیتر محلول هیدروالکلی (الکل پتاس) KOH، در ۶۰ درجه سانتی‌پایه برای مدت ۳ ساعت تحت هیدرولیز قلیایی قرار گرفت. پس از هیدرولیز، اجزای آلی که خنثی بودند با ان-هگزان استخراج شدند. سپس طبق استاندارد داخلی تزریق محلول در دستگاه GC-MS مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت؛ و سپس بر اساس مقایسه ترکیبات و مواد مرجع، با موارد کتابخانه‌ای و طیف جرمی به تفسیر پرداخته شد. برای شناسایی نوع ترکیبات اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگرافی کوپل شده با طیف‌سنج جرمی مجهز به ستون DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای آون از ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت و به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشته شد. از گاز حامل هلیوم با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت و ناحیه جرمی از ۴۳ تا ۴۵۶ استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل عطرهای با استفاده از روش کوپل شده کروماتوگرافی گازی با طیف‌سنجی جرمی، ترکیبات تشکیل‌دهنده مورد شناسایی قرار گرفتند. شناسایی ترکیبات با استفاده از پارامترهای مختلف از قبیل زمان بازداری (RT) و شاخص بازداری (RI)، مطالعه طیف‌های جرمی و مقایسه این طیف‌ها با ترکیب‌های استاندارد و اطلاعات پایه موجود در بانک اطلاعاتی GC-MS توسط نرم‌افزار Xcalibur صورت گرفت. درصد نسبی هرکدام از ترکیبات تشکیل‌دهنده عطرهای با توجه به سطح زیر منحنی آن در کروماتوگرام GC به دست آمد.

۳- بحث و تحلیل داده‌ها

۳-۱- نمونه شماره ۱:

این ظرف (شکل ۱) عطردان گردن قیفی به رنگ سبز، با قطر ۲٫۹ و ارتفاع ۷٫۸ سانتی‌متر است که به روش دمیده آزاد ساخته شده است. از ویژگی‌های ظاهری آن می‌توان به فرورفتگی کف ظرف که نشان از جای

واگیره دارد اشاره نمود. همچنین بدنه آن دارای هفت فرورفتگی و برآمدگی فشاری عمیق عمودی است. این اثر متعلق به دوران اشکانی است.



شکل ۱ الف: عطردان، موزه آبیگینه، (عکس از نگارندگان) ب: کروماتوگرام GC-MS حاصل از آلیزمحلول حاصل از رسوب ظرف شماره ۱

Figure 1A: The perfume bottle, Glassware & Ceramic Museum of Iran (Photo by the authors)

1B: The chromatogram of solution resulted from sediments in the glass container no.1 analysed by GC-MS

بر اساس جدول به دست آمده از کروماتوگرام نمونه ۱ (جدول ۱)، مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده در ظرف شماره یک شامل ترکیبات پارافینی، مواد کلسترولی (روغنی با پایه‌های حیوانی)، روغن‌های گیاهی و اسید چرب و وکس هستند. همچنین یکی از مواد مهم موجود در محلول حاصل از شستشوی این ظرف که مورد شناسایی قرار گرفت ترکیب فلاونوئیدی (Flavonoid) است این ماده پلی‌فنلی در عصاره حاصل از گلبرگ و گرده گیاهان یافت می‌شود. از بین این ترکیبات مهم‌ترین آنها مربوط هست به ساختارهای شیمیایی ذیل:

پیک شماره ۱: پالمیتیک اسید یا هگزادکانوئیک با فرمول شیمیایی $C_{18}H_{34}O_2$ نوعی اسید چرب است، این ماده متعلق به دسته مواد آلی و اسید چرب است. این ماده از نظر وجود در طبیعت یکی از مواد تشکیل‌دهنده روغن‌های پایه گیاهی است و از این اسید چرب ۰.۸۶٪ در این محلول یافت شده است.

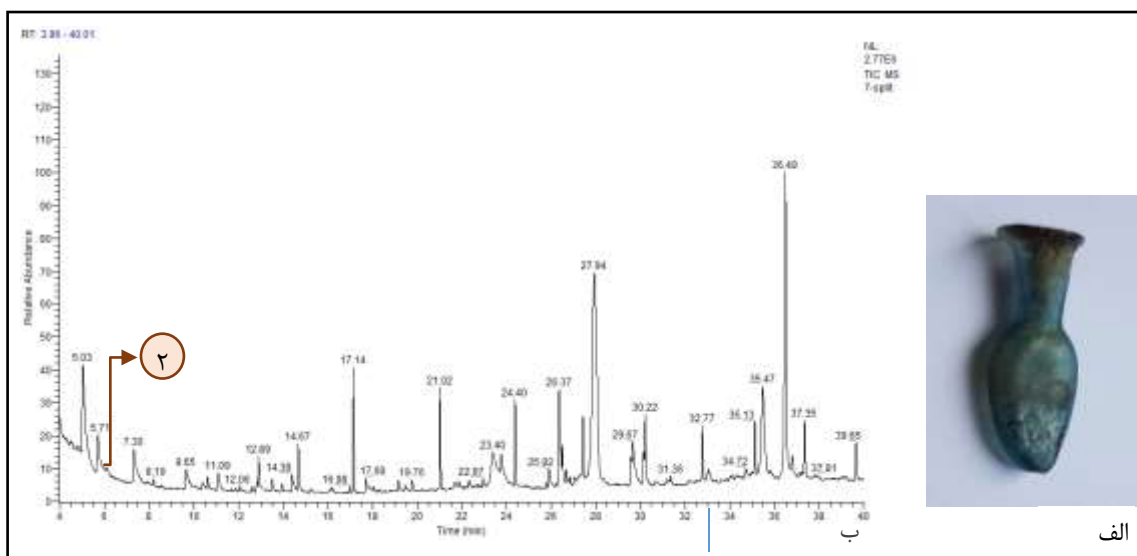
جدول ۱ ترکیبات شناسایی شده در نهشته‌های نمونه شماره ۱

Table 1: The chemical composition of solution extracted from sediment of the glass container no.1

| No | Components | Retention time | Retention index | Composition (%) |
|----|--|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | hexadecanoic acid 14-methyl mettyl ester | 26.32 | 1918 | 0.86 |
| 2 | octadecenoic acid methyl ester | 30.08 | 2119 | 0.89 |
| 3 | - (unknown component) | 31.3 | 2185 | 1.37 |
| 4 | peseudo phytol | 33.19 | 2295 | 22.99 |
| 5 | ethanol 2-(octadecycloxy) | 33.86 | 2357 | 2.96 |
| 6 | 4,6-Cholesstadien-3-ol | 34.46 | 2406 | 5.74 |
| 7 | Cholestrol, myristate | 35.33 | 2447 | 9 |
| 8 | pentacosane | 36.62 | 2513 | 12.26 |
| 9 | 2methyl-pentacosane | 36.86 | 2534 | 33.6 |
| 10 | 7,3',4'-trimethoxy-Quercetin | 37.09 | 2554 | 10.32 |

پیک شماره ۲: اسید اولئیک اسید چربی با فرمول شیمیایی $C_{19}H_{38}O_2$ است؛ شکل ظاهری این ترکیب، مایع روغنی زرد کم‌رنگ یا مایل به قهوه‌ای است. این اسید چرب با یک پیوند غیراشباع در بسیاری از جانوران و روغن‌های گیاهی یافت می‌شود اولئیک از نام زیتون مشتق شده است؛ و یکی از مواد اصلی تشکیل‌دهنده روغن زیتون می‌باشد از این اسید چرب ۰,۸۹٪ در این محلول یافت شده است.

پیک شماره ۶: 4,6-Cholestadien-3-ol با فرمول شیمیایی $C_{27}H_{44}O$ از مشتقات کلستان (cholestane) ها هستند دارای چهار حلقه و دو پیوند اولفینی می‌باشند. اگر دو پیوند دوگانه وجود داشته باشد، مولکول به عنوان «کلستادین» شناخته می‌شود. این کلسترول (روغن پایه حیوانی) ۵,۷۴٪ در این محلول یافت شده است. پیک شماره ۷: کلسترول با فرمول شیمیایی $C_{41}H_{72}O_2$ یکی از مولکول‌های زیستی و از دسته چربی‌ها (لیپیدها) است. کلسترول نوعی چربی و از مواد مهم غشا است و در خون هم وجود دارد. از این ماده ۰,۹٪ در این محلول یافت شده است.



شکل ۲ الف: عطردان، موزه آگینه، (عکس از نگارندگان) ب: کروماتوگرام GC-MS حاصل از آنالیز محلول حاصل از رسوب ظرف شماره ۲

Figure 2A: The perfume bottle, Glassware & Ceramic Museum of Iran (Photo by the authors)

2B: The chromatogram of solution resulted from sediments in the glass container no.2 analysed by GC-MS

پیک شماره ۱۰: مشتق‌کوئرتستین با فرمول شیمیایی $C_{15}H_{10}O_7$ فلاونوئیدی حاصل از بافت‌های گیاهی است که در بیشتر میوه‌ها، سبزیجات، برگ‌ها، گلبرگ‌ها و دانه‌ها یافت می‌شود. در مکمل‌های غذایی، شراب‌ها یا غذاها هم می‌شود از آن استفاده گردد. از این ترکیب ۱۰,۳۲٪ در این محلول یافت شده است.

۲-۳- نمونه شماره ۲: ظرفی (شکل ۲) از شیشه نیمه نازک، شفاف به رنگ آبی، صدفی شده با بدنه‌ای بادامی به شکل p کتابی و گردن باریک و دهانه‌ای پهن که ایستایی ندارد و ته ظرف جای یک تراش مشاهده می‌شود. قطر بدنه ۱,۳ ارتفاع ۳,۱ و قطر دهانه ۱,۱ است. این ظرف به روش دمیده آزاد ساخته شده و محل پیدایش آن ایران ذکر شده و قدمت آن احتمالاً به دوره اشکانی می‌رسد. بر اساس جدول به دست آمده از

کروماتوگرام نمونه ۲ (جدول ۲)، مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده یک ترکیب عطرمایه، وکس و اسید چرب است. از بین این ترکیبات مهم‌ترین ترکیب مربوط است به ساختار شیمیایی ذیل:

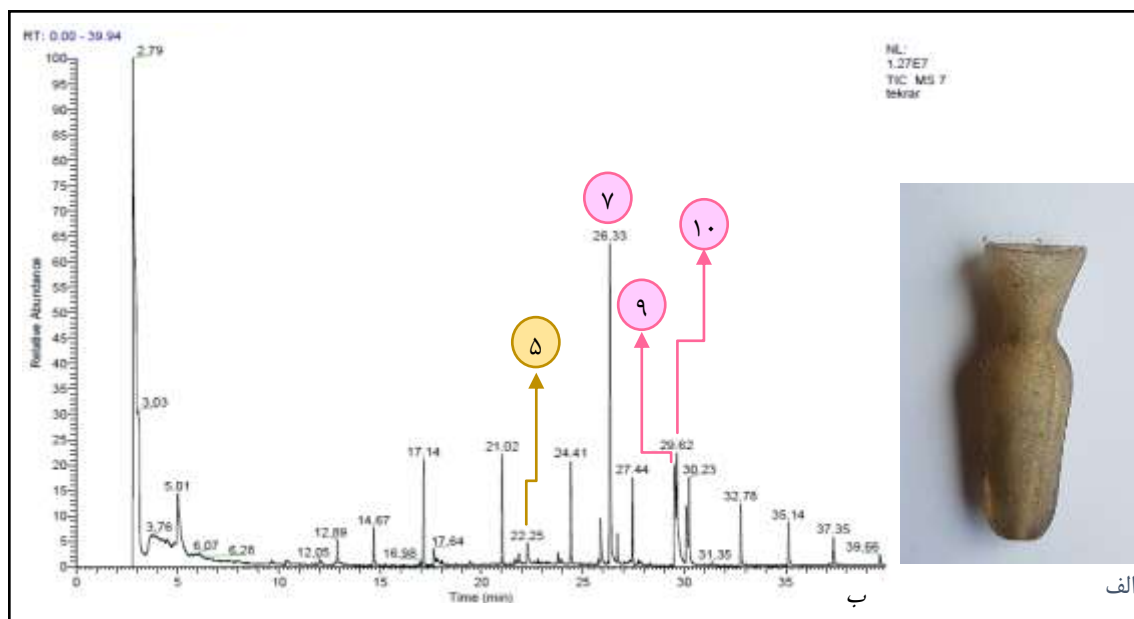
جدول ۲ ترکیبات شناسایی شده در نهشته‌های نمونه شماره ۲

Table 2: The chemical composition of solution extracted from sediment of the glass container no.2

| No | Components | Retention time | Retention index | Composition (%) |
|----|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | decane | 5.01 | 1000 | 40.89 |
| 2 | delta-3-carene | 6.28 | 1015 | 2.45 |
| 3 | undecane | 7.16 | 1098 | 3.09 |
| 4 | dodecane | 9.6 | 1199 | 4.62 |
| 5 | 2-methyl-dodecane | 11.62 | 1245 | 2.52 |
| 6 | tridecane | 12.17 | 1301 | 2.15 |
| 7 | 2,3,5,8-tetramethyl-decane | 12.79 | 1335 | 1.51 |
| 8 | tetradecane | 14.65 | 1400 | 1.39 |
| 9 | 4,6-dimethyl dodecane | 16.16 | 1459 | 1.84 |
| 10 | - (unknown component) | 16.84 | 1487 | 3.72 |
| 11 | 2,6-11-trimethyl-dodecane | 16.97 | 1492 | 9.85 |
| 12 | 2,6,10,15-tetramethyl-hexadecane | 17.06 | 1497 | 1.91 |
| 13 | 2,6,11,15-tetramethyl-hexadecane | 18.03 | 1538 | 5.16 |
| 14 | - (unknown component) | 19.4 | 1592 | 1.85 |
| 15 | phytane | 20.19 | 1631 | 1.41 |
| 16 | - (unknown component) | 21.64 | 1697 | 3.95 |
| 17 | - (unknown component) | 21.76 | 1702 | 1.12 |
| 18 | 2,6,10,15-tetramethyl-heptadecane | 21.84 | 1706 | 7.07 |
| 19 | 2,6,11,15-tetramethyl-heptadecane | 22.77 | 1752 | 1.8 |
| 20 | 2,6,11,14-tetramethyl-heptadecane | 26.23 | 1922 | 1.72 |

پیک شماره ۲: دلتاکارن با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{16}$ است. دلتاکارن در اکثر عطرمایه‌های طبیعی یافت می‌شود. ترکیب کارن یک عطر و طعم دهنده طبیعی است. Carene یا Δ -3-carene یک مونوترپن دو حلقه‌ای است. Carene دارای بوی شیرین و تند است. این ماده محلول در آب نیست، اما با چربی‌ها و روغن‌ها می‌تواند مخلوط شود. از این ماده ۰.۸٪ در این محلول یافت شده است. در بیشتر عطرمایه‌ها از این ماده دیده می‌شود و بویی شبیه به میوه کاج دارد.

۳-۳- نمونه شماره ۳: ظرفی (شکل ۳) از شیشه نازک، شفاف بی‌رنگ به قطر بدنه ۱، ارتفاع ۲،۷ و قطر دهانه ۱،۱ سانتی‌متر با بدنه‌ای استوانه‌ای شکل دهانه قیفی که جای خط قالب در دو طرف ظرف مشاهده می‌شود. این ظرف به روش دمیده در قالب ساخته شده است. محل پیدایش آن ایران و قدمت آن احتمالاً به دوره ساسانی می‌رسد.



شکل ۳ الف: عطردان، موزه آبگینه، (عکس از نگارندگان) ب: کروماتوگرام GC-MS حاصل از آنالیز محلول حاصل از رسوب ظرف شماره ۳

Figure 3A: The perfume bottle, Glassware & Ceramic Museum of Iran (Photo by the authors)

3B: The chromatogram of solution resulted from sediments in the glass container no.3 analysed by GC-MS

بر اساس جدول به دست آمده از کروماتوگرام نمونه ۳ (جدول ۳)، مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده اسیدهای چرب نظیر پالمیتیک اسید، استئاریک اسید و لینولئیک اسید می‌باشند. این مواد کاملاً نشان‌دهنده این هست که این ظرف در تماس با روغن‌های پایه گیاهی بوده است و مقدار ۸۰ درصد مواد شناسایی شده در محلول حاصل از این ظرف اسیدهای چرب است. از بین این ترکیبات بیشترین درصد مربوط هست به ساختارهای شیمیایی ذیل:

پیک شماره ۵: methyl myristate با فرمول شیمیایی $C_{15}H_{30}O_2$ یک عطر، طعم‌دهنده و اسید چرب است. از این اسید چرب ۲,۴۶٪ در این محلول یافت شده است.

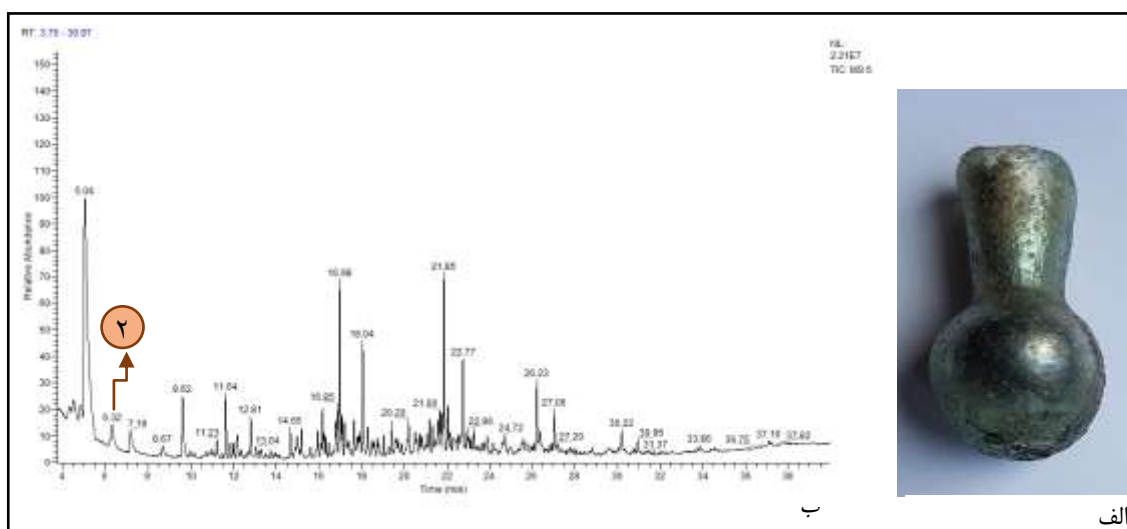
پیک شماره ۶ و ۷: هر دو مشتقاتی از پالمیتیک اسید هستند که در نمونه شماره یک هم وجود داشت و اسیدهای گرفته‌شده از گیاهان هستند. در این محلول ۳۴,۶۰٪ پالمیتیک اسید و ۵,۱۰٪ سون هگزا دکانیک یافت شده است.

پیک شماره ۹: لینولئات با فرمول شیمیایی $C_{19}H_{34}O_2$ است. مینول لینولئات در گیاهان یافت می‌شود. به عنوان عنصر طعم‌دهنده استفاده می‌شود. مینول لینولئات متعلق به خانواده اسید لینولیک و مشتقات آن است. از این اسید چرب ۱۱,۵۰٪ در این محلول یافت شده است.

پیک شماره ۱۰: اولئیک اسید با فرمول شیمیایی $C_{18}H_{33}O_2$ یک اسید چرب است. از این اسید ۱۷,۴۱٪ در این محلول یافت شده است.

پیک شماره ۱۱: استتاریک اسید با فرمول شیمیایی $C_{18}H_{36}O_2$ است. متیل استارات در گل میخک، کاکائو و تخم‌کدو یافت می‌شود. عامل ضد عفونی‌کننده و مواد مغذی و مؤثر در فرایند تخمیر است. از این اسید چرب ۷,۲۱٪ در این محلول یافت شده است.

| No | Components | Retention time | Retention index | Composition (%) |
|----|--|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | decane | 5.01 | 1001 | 12.92 |
| 2 | tetradecane | 14.67 | 1395 | 3.66 |
| 3 | 2,4-di-tert-buthyl-phenol | 17.64 | 1521 | 1.96 |
| 4 | heptadecane | 21.84 | 1706 | 0.71 |
| 5 | methyl myristate | 22.25 | 1726 | 2.46 |
| 6 | 7-hexadecanoic acid methyl ester | 25.87 | 1907 | 5.10 |
| 7 | methyl palmitate | 26.33 | 1927 | 34.60 |
| 8 | Methyl 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate | 26.69 | 1960 | 2.47 |
| 9 | linoleic acid methyl ester | 29.52 | 2070 | 11.50 |
| 10 | methyl oleate | 29.62 | 2077 | 17.41 |
| 11 | Stearic acid methyl ester | 30.11 | 2095 | 7.21 |



شکل ۴ الف: عطردان، موزه آبگینه، (عکس از نگارندگان) ب: کروماتوگرام GC-MS حاصل از آنالیز محلول حاصل از رسوب ظرف شماره ۴

Figure 4A: The perfume bottle, Glassware & Ceramic Museum of Iran (Photo by the authors)

4B: The chromatogram of solution resulted from sediments in the glass container no.4 analysed by GC-MS

۴-۳- نمونه شماره ۴: این ظرف (شکل ۴) از شیشه نیمه نازک، شفاف به رنگ سبز کم‌رنگ و با ابعاد قطر بدنه ۲,۲ ارتفاع ۳,۹ و قطر دهانه ۱۰,۵ سانتی‌متر ساخته شده است. از ویژگی‌های ظاهری آن می‌توان به صدفی شدن اثر اشاره نمود. از نظر شکلی عطردان دارای بدنه‌ای کروی با گردن بلند و باریک که در قسمت دهانه‌ای گشاد می‌شود و در کف آن جای واگیره مشاهده می‌شود. این ظرف به روش دمیده آزاد ساخته شده و محل پیدایش اثر ایران است و قدمت آن به سده‌های نخست دوره اسلامی می‌رسد.

بر اساس جدول به دست آمده از کروماتوگرام نمونه ۴ (جدول ۴)، در این نمونه فقط مواد پارافینی مثل وکس موم زنبور عسل به دست آمده و فاقد هرگونه اسید چرب است. از جمله مواد مهم به دست آمده در این نمونه ترکیب طبیعی لینالول است که جزء مواد عطری دسته‌بندی می‌شود.

جدول ۳ ترکیبات شناسایی شده در نهشته‌های نمونه شماره ۴

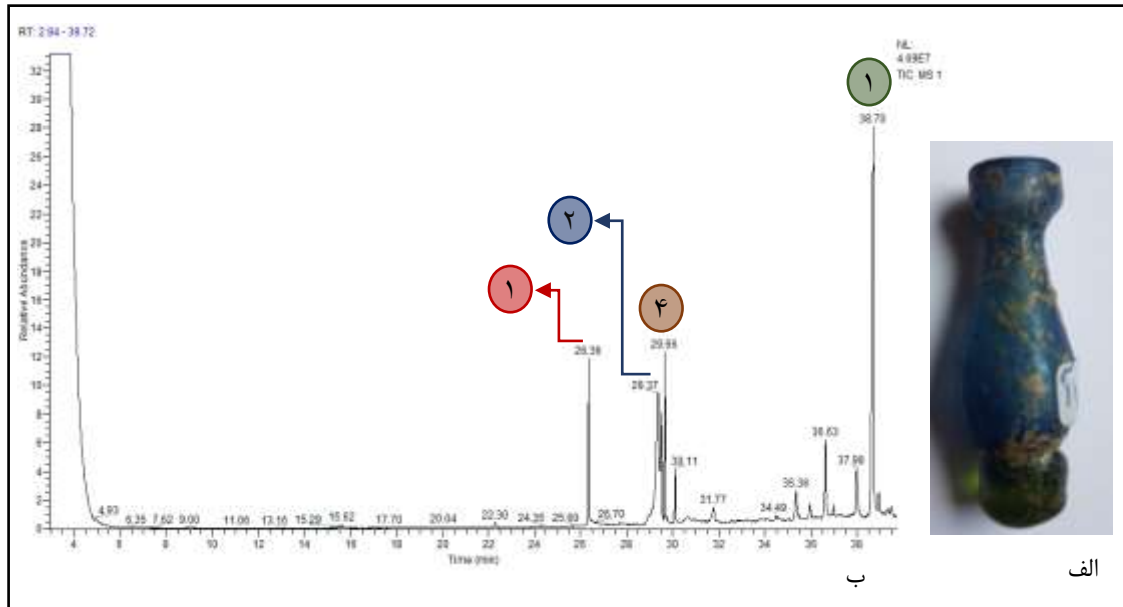
Table 4: The chemical composition of solution extracted from sediment of the glass container no.4

| No | Components | Retention time | Retention index | Composition (%) |
|----|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | decane | 5.04 | 1000 | 39.18 |
| 2 | linalool | 6.32 | 1081 | 8.61 |
| 3 | undecane | 7.19 | 1101 | 6.58 |
| 4 | dodecane | 9.62 | 1202 | 3.4 |
| 5 | tridecane | 11.64 | 1209 | 2.81 |
| 6 | 2,3,5,8-tetramethyl-decane | 12.81 | 1320 | 3.68 |
| 7 | pentacosane | 16.98 | 1498 | 9.34 |
| 8 | 2,6,11-trimethyldodecane | 18.04 | 1538 | 5.79 |
| 9 | phytane | 21.85 | 1706 | 9.39 |
| 10 | eicosane | 22.77 | 1790 | 3.76 |
| 11 | docosane | 26.23 | 1895 | 3.26 |
| 12 | 2,6-11,15-tetramethyl-hexacosane | 27.06 | 1970 | 4.18 |

پیک شماره ۲: لینالول با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{18}O$ یک ترکیب شیمیایی است که در بیشتر میوه‌ها، سبزیجات، برگ‌ها و دانه‌ها یافت می‌شود لینالول یک ماده طبیعی از دسته مونوترپن‌ها است که در بسیاری از گل‌ها و گیاهان ادویه‌ای یافت می‌شود، اکثر آنها داری عطر و طعم دلپذیر هستند. از این ماده ۸,۶۱٪ در محلول حاصل یافت شده است. بیش از ۲۰۰ گونه از گیاهان دارای لینالول هستند که به طور عمده گیاهانی از جمله اسطوخودوس، آویشن و تخم گیشنیز، دارچین، گل رز و مرکبات همچنین درختانی همچون توس و قارچ‌ها دارای مقادیری لینالول هستند. به عنوان یک ماده معطر در ۶۰ تا ۸۰ درصد از محصولات آرایشی و بهداشتی، عطر و مواد پاک‌کننده مانند صابون، مواد شوینده، شامپو و لوسیون استفاده می‌شود.

۳-۵- نمونه شماره ۵: عطردان پایه‌دار (شکل ۵)، شیشه نازک، شفاف به رنگ آبی و پایه سبز و حلقه خمیر شیشه‌ای به رنگ آبی فیروزه‌ای که دورگردن ظرف اضافه شده است. قطر بدنه ۱,۸، ارتفاع ۵ و قطر دهانه ظرف ۱,۴ است. این ظرف به روش دمیده آزاد ساخته شده و دارای بدنه‌ای خمره‌ای که نزدیک دهانه کمی جمع شده و دهانه به فرم پیاله ساخته شده است. پایه ظرف به صورت زائده شیشه‌ای از ظرف دیگر به انتهای

این ظرف وصل شده است. تاریخ ساخت آن به سده‌های نخست دوره اسلامی و محل پیدایش آن به ایران نسبت داده شده است.



شکل ۵ الف: عطردان، موزه آبگینه، (عکس از نگارندگان) ب: کروماتوگرام GC-MS حاصل از آنالیزمحللول حاصل از رسوب ظرف شماره ۵

Figure 5A: The perfume bottle, Glassware & Ceramic Museum of Iran (Photo by the authors)

5B: The chromatogram of solution resulted from sediments in the glass container no.5 analysed by GC-MS

| No | Components | Retention time | Retention index | Composition (%) |
|----|--|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | methyl palmitate | 26.36 | 1920 | 6.84 |
| 2 | Diocetyl phthalate | 29.37 | 2074 | 17.48 |
| 3 | mono (2-ethylhexyl) phthalate | 29.51 | 2088 | 6.53 |
| 4 | 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester | 29.66 | 2096 | 7.25 |
| 5 | octadecanoic acid methyl ester | 30.11 | 2121 | 2.24 |
| 6 | docosane | 31.77 | 2212 | 1.49 |
| 7 | - (unknown component) | 34.49 | 2408 | 0.34 |
| 8 | - (unknown component) | 35.36 | 2449 | 2.73 |
| 9 | silicat anion tetramer | 35.96 | 2476 | 1.06 |
| 10 | Bis(2-ethylhexyl) phthalate | 36.63 | 2514 | 5.74 |
| 11 | isooctyl phthalate | 36.97 | 2544 | 0.48 |
| 12 | hexacosane | 37.98 | 2621 | 4.18 |
| 13 | squalen | 38.7 | 2661 | 41.11 |
| 14 | diisooctyl ester phthalic acid | 38.94 | 2674 | 1.17 |
| 15 | - (unknown component) | 39.34 | 2697 | 0.53 |
| 16 | 2-Monostearin trimethylsilyl ether | 39.49 | 2705 | 0.81 |

بر اساس جدول به دست آمده از کروماتوگرام نمونه ۵ (جدول ۵)، مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده در نمونه شماره ۵ مربوط به اسیدهای چرب با پایه گیاهی، ترکیبات پارافینی یا وکس‌ها و ترکیبات فتالیتی هستند. از بین این ترکیبات مهم‌ترین ترکیبات مربوط هست به ساختارهای شیمیایی ذیل است:

پیک شماره ۱: پالمیتیک اسید در نمونه شماره یک نیز موجود بود و معرفی گردید. این اسید چرب معمولاً در روغن‌ها یافت می‌شود. از این اسید چرب ۶,۸۴٪ در این محلول یافت شده است.

پیک شماره ۲: Di-n-octylphthalate با فرمول شیمیایی $C_{24}H_{38}O_4$ یک مایع روغن بی‌بو است که به راحتی تبخیر نمی‌شود؛ که از آن در لوازم آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. از این ماده ۴۸,۱۷٪ در این محلول یافت شده است.

پیک شماره ۴: اولئیک اسید که در نمونه شماره یک نیز موجود بود. از این ماده ۷,۲۵٪ در این محلول یافت شده است.

پیک شماره ۱۳: اسکوالین با فرمول شیمیایی $C_{30}H_{50}$ یک ترکیب طبیعی ۳۰ کربنه است که در صمغ گیاهان به‌طور طبیعی یافت می‌شود. اسکوالین، یک روغن هیدروژنه مشتق از اسکوالین با ترکیب ارگانیک که از روغن زیتون گرفته می‌شود. سلول‌های پوست انسان به‌طور طبیعی آن را تولید می‌کنند و این یکی از راه‌های بسیاری است که بدن خود را از داخل چرب و مرطوب نگه می‌دارد. هنگامی که اسکوالین هیدروژنه است، در برابر اکسیداسیون بسیار مقاوم است و در نتیجه در جلوگیری از تغییر رنگ پوست و لکه‌های سن (روش بدن برای اکسید کردن) مفید است. در گذشته، متداول‌ترین روش به دست آوردن آن، از کبد کوسه بوده است. در حال حاضر این ماده، اغلب از منابع گیاهی مانند زیتون استخراج می‌شود. از این ماده ۴۱,۱۱٪ در این محلول یافت شده است.

۴. نتیجه

با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده در دو مورد مطالعاتی (نمونه شماره ۲ و ۴) مواد عطری و عطرمایه معطر در ترکیبات شناسایی شده موجود است. این نشان می‌دهد که به‌واقع مواد عطری و عطرمایه‌های طبیعی می‌توانند در درون شیشه باقی بمانند و خصلت جذب شیشه در نگهداری چنین موادی بسیار بالا است. به‌جز نمونه شماره ۴ سایر نمونه‌ها حاوی انواع اسیدهای چرب هستند و کاربری این شیشه‌ها را به‌عنوان اجسام نگهدارنده اثبات می‌نمایند. در کلیه نمونه‌ها آثار وجود وکس دیده می‌شود. چربی‌ها به شکل‌های مختلف مانند کلسترول (روغن پایه حیوانی) پالمیتیک اسیدها (چربی‌های پایه گیاهی) و مواد پارافینی در ترکیبات ما شناسایی شده‌اند. روش به‌کار رفته در این پژوهش که یکی از بهترین راهکارهای استحصال و شناسایی بقایای مواد موجود در ظروف باستانی است و برای اولین بار در شناسایی کاربرد ظروف باستانی در ایران به‌کار رفته است. مهم‌ترین و حساس‌ترین مرحله جهت نمونه‌برداری بقایای مانده حلالیت آنان در ان-هگزان است که باید با فن و دقت کامل انجام گیرد. نظر به نتایج مطلوبی که از آزمایش‌های این پژوهش به دست آمد و با

توجه به عدم قطعیت یا نامشخص بودن کاربرد بسیاری از ظروف موجود در موزه‌های کشور می‌توان نتیجه گرفت روش کروماتوگرافی گازی کوپل شده با طیف‌سنج جرمی (GC-MS) روش مناسبی برای انجام تحقیقات بیشتر و همچنین تعیین کاربرد ظروف باستانی در جهت سنجش رژیم غذایی به کمک آثار باقیمانده از بقایای مواد داخل ظروف است. این روش بر اساس شناسایی ترکیبات بسیار گوناگون در یک مخلوط متشکل از بقایای آلی بقایای بجای مانده حتی در مقادیر کمی بسیار ناچیز می‌تواند اطلاعات گران‌بهایی را در ارتباط با چگونگی استفاده از شیشه و حتی کاربردهای آن داشته باشند. روش کروماتوگرافی گازی کوپل شده با طیف‌سنجی جرمی به واسطه غیر مخرب بودن آن و استفاده آن بر روی اشیاء بدون نمونه‌برداری از خود شیء در مطالعه بر روی بقایای بجای مانده در شیشه‌های باستانی و به‌طور کلی باستان‌شناسی بسیار روش سودمندی است. این روش می‌تواند افق جدیدی در علم باستان‌شناسی بر پایه روش‌های آزمایشگاهی باز نموده و کمک کند تا تئوری‌ها و حدسیات مبتنی بر تجربه تبدیل به نتایج قطعی مبتنی بر شواهد علمی گردد. امید که نگارندگان توانسته باشند با این پژوهش گامی هرچند کوچک در راه پیشرفت علم و هنر باستان‌شناسی بردارند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از تحقیقات صورت گرفته در پایان‌نامه دکترای باستان‌شناسی نفیسه حسینیان یگانه با عنوان «کاربردهای آثار شیشه‌ای مرتبط با خودآرایی در ایران دوران تاریخی» به راهنمایی آرمان شیشه‌گر و مشاوره بهمن فیروزمندی و محمدمامین امامی در دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز است. در این راستا از اداره کل موزه‌های سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری و مسئولین محترم موزه آبگینه بخصوص امین اموال محترم موزه آبگینه و سفالینه سرکار خانم زهره محمدیان مغایر برای همکاری صمیمانه و در اختیار قرار دادن نمونه‌های مورد تحقیق و پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی برای انجام آزمایش‌ها و بررسی شیمیایی نتایج قدردانی می‌گردد.

منابع

- اشمیت، اریک، فریدریش، (۱۳۴۲)، تخت جمشید، بناها، نقش‌ها، نبشته‌ها، ترجمه عبدالله فریار، ج ۱، تهران، فرانکلین و امیرکبیر.
- پیگولوسکایا، نینا ویکتورینا، (۱۳۶۷)، شهرهای ایران در روزگار پارتیان و ساسانیان، ترجمه عنایت‌الله رضا، تهران، علمی فرهنگی.
- دوبوواژ، نیلسون، (۱۳۴۲)، تاریخ سیاسی پارت، ترجمه علی‌اصغر حکمت، تهران، ابن‌سینا.
- رهر، مهدی، (۱۳۹۱)، «آرامگاه زیرزمینی الیمایی در صالح داوود»، نامورنامه، مقاله‌هایی در پاسداشت یاد مسعود آذرنوش، به کوشش حمید فهیمی و کریم علیزاده، تهران: ایران نگار، صص ۳۱۴-۲۸۹.
- شیشه‌گر، آرمان، (۱۳۹۱)، «نگاهی به پیشینه تولید مواد بخور و رابطه آن با تولید مواد عطری، آرایشی، دارویی و ادویه غذایی در ایران باستان»، نامورنامه مقاله‌هایی در پاسداشت یاد مسعود آذرنوش، به کوشش حمید فهیمی و کریم علیزاده، تهران: ایران نگار، صص ۲۸۸-۲۷۱.
- کریستن‌سن، آرتور، (۱۳۷۲)، ایران در زمان ساسانیان، ترجمه رشید یاسمی، تهران، دنیای کتاب
- لسترنج، گی، (۱۳۳۷)، جغرافیای تاریخی سرزمینهای خلافت شرقی، ترجمه محمود عرفانی، تهران، بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- نیاکان، لیلی، (۱۳۷۶)، «تجزیه و تحلیل رسوبات موجود در درون شیشه‌های کوچک (عطردان‌های) دوران اسلامی در موزه ملی ایران»، خلاصه مقالات دومین گردهمایی باستان‌شناسی ایران، ۱۳۷۶، صص ۱۹۶-۱۹۵.
- ویسهوفر، یوزف، (۱۳۸۰)، ایران باستان از ۵۵۰ پیش از میلاد تا ۶۵۰ پس از میلاد، مرتضی ثاقب فر، تهران، ققنوس

یارشاطر، احسان (گردآورنده)، (۱۳۷۳)، *تاریخ ایران از سلوکیان تا فروپاشی ساسانیان*، (جلد سوم - قسمت اول) ترجمه حسن انوشه، تهران، امیرکبیر.

- Christensen. A. 1993. *L'iran sous les sassanides*. Translation: Rashid Yasami. Tehran: donyaye ketab. 8th ed. [in Persian]
- Colombini. M.P. and Modugno. F. eds. 2009. *Organic mass spectrometry in art and archaeology*. John Wiley & Sons.
- Debevoise. N. C. 1938. *A political history of Parthia* (pp. 121-47). Chicago: University of Chicago Press.
- Debevoise. N. C. 1963. *A political history of Parthia*. Translation: Ali Asghar Hekmat. Tehran: Ebn-e-sina [in Persian]
- Fisher. W. B. Boyle, J. A., Boyle, J. A., Gershevitch, I., Yarshater, E., Frye, R. N., ... & Jackson, P. (Eds.). 1968. *The Cambridge History of Iran* (Vol. 5). Cambridge University Press.
- Forbes. R. J. (1965. *Studies in Ancient Technology*. Leiden: E. J.Brill, Vol. III.
- Fox. M. V. 2010. *Character and Ideology in the Book of Esther: with a New Postscript on a Decade of Esther Scholarship*. Wipf and Stock Publishers.
- Kroger. J. 1995. *Nishapur: glass at the early Islamic period*, New York: The Metropolitan Museum of Art.
- Le Strange. G. 1905. *The lands of the Eastern caliphate: Mesopotamia, Persia, and central Asia, from the Moslem conquest to the time of Timur*. University Press.
- Le Strange. G. 1958. *The lands of the Eastern caliphate: Mesopotamia, Persia, and central Asia, from the Moslem conquest to the time of Timur*. Translation: Mahmood Erfani. Tehran: bongah-e-tarjomeh va nashr-e-ketab. [in Persian]
- Lenfant. Dominique (ed., trans. comm.). 2009. *Les histoires perses de Dinon et d'Héraclide* (Paris: De Boccard,) (Persika, 13).
- Negro-Ponzi. M. 1968-69. *Sasanian Glassware from Tell Mahuz (north Mesopotamia, Mesopotamia, III-IV*, Torino: G. Giappichelli, 293-385.
- Nyakan. I. 1997. *Analysis of sediments inside small perfume glasses of the Islamic era in the National Museum of Iran*, Abstracts of the Second Symposium on Iranian Archaeology, p 195-196. [in Persian]
- Pigolovskaya. N. 1988. *Iranian cities in Parthian and Sassanid times* Translation: Enayatollah Reza. Tehran: Elmifarhangi. [in Persian]
- Rahbar M. 2012. An Underground Elimaean Tomb at Saaleh Davood; in NĀMVARNĀMEH; PAPERS IN HONOUR OF MASSOUD AZARNOUSH. Fahimi H. alizadeh k.(eds.) Tehran: IranNegar 351-379. [in Persian]
- Ribechini. E. Modugno, F., Baraldi, C., Baraldi, P., & Colombini, M. P. 2008. *An integrated analytical approach for characterizing an organic residue from an archaeological glass bottle recovered in Pompeii, (Naples, Italy)*. Talanta, 74(4), 555-561.
- Sanders. C. R. 1991. *Memorial Decoration: Women, Tattooing, and the Meanings of Body Alteration*. Michigan quarterly review. 30(1), 146-157.
- Schmidt. E. F. 1957. *Persepolis I. Structures, reliefs, inscriptions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Schmidt. E. F. 1963. *Persepolis I. Structures, reliefs, inscriptions*. Translation: Abdollah Faryar. Vol 1. Tehran: Franklin va Amirkabir. [in Persian]
- Schmidt. E.F. Van Loon, M.N., & Curvers, H.H. 1989. *The Holmes Expeditions to Luristan*, Chicago: 2 vol.
- Shishegar A. 2012. *History of the Production of Incense Materials in Relation to Perfume, Cosmetic, Medical and Food Spices in Ancient in NĀMVARNĀMEH; PAPERS IN*

HONOUR OF MASSOUD AZARNOUSH. Fahimi H. alizadeh k.(eds.) -Tehran: IranNegar. 377-394. [in Persian]

Wiesehöfer. J. *Ancient Persia: From 550 BC to 650 AD*. Translation: Morteza Saghebfar. Tehran: Ghoghnoos. 4th ed. [in Persian]

Yarshater. E. (ed). 1994. *The Seleucid, Parthian and Sasanid Periods*. (vol.3- 1st part) Translation: Hasan Anoosheh. Tehran: Amirkabir. [in Persian]