

## The Methodology of Lzurite (Lājvard)

### Making in Ancient Persian Scientific Texts

**Samaneh Zarkhord, Ali Nemati-Babaylou , Alireza Koochakzai**

M.Sc in Archaeometry, Department of Conservation and Archaeometry, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University. E-mail: samaneh1991z@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0009-7539-6955>)

Associate Professor, Department of Conservation and Archaeometry, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University. E-mail: a.n.babaylou@tabriziau.ac.ir (<https://orcid.org/0000-0002-6919-2579>)

Associate Professor, Department of Conservation and Archaeometry, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University. E-mail: a.koochakzai@tabriziau.ac.ir (<https://orcid.org/0000-0002-3376-6905>)

#### Article Info

##### Article type:

Research Article

##### Article history:

Received 11 April 2024

Revised 9 May 2024

Accepted 1 June 2024

Published online 1 September 2024

##### Keywords:

Ancient Scientific Texts, Lazurite, lājvardi, Traditional Recipes, Ultramarine.

#### ABSTRACT

Lapis lazuli and lazurite ( $\text{Na}_6\text{Ca}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}[(\text{SO}_4)_2\text{S};\text{Cl};(\text{OH})_2]$ ) are one of the most important and oldest precious stones and pigments known in the history of art. In addition to being used for making ornamental and ritual objects in Iran, Mesopotamia, Egypt, and China, this stone was also used for coloring and painting, producing a color called “lājvardi.” The high quality of the color has made it one of the most popular pigments in the world. However, due to the impurity of lapis lazuli stone, various methods were used to wash and purify it. There are also different ways to obtain the “lājvardi” color from other materials. This research investigates the importance of this color in Iranian art, and explores the instructions for washing and producing ultramarine and “lājvardi.” In this article, the descriptive-analytical research method based on documentary data has been utilized. The results indicate that before the 14<sup>th</sup> century, in addition to natural ultramarine, azurite and cobalt oxide were also considered types of “lājvardi,” and their sources were reported as sources of “lājvardi.” The method of washing ultramarine differs in the sources of mineralogy and glazing, medicine and pharmacology, colorant making, and art. The treatises on paints have provided instructions for another type of “lājvardi,” using indigo and a white filler, known as practical “lājvardi.” Furthermore, the treatises on gemology and glazing discuss making “lājvardi” using cobalt oxide.

**Cite this article:** Zarkhord, S, Nemati-Babaylou, and Koochakzai, A. (2024). The Methodology of Lzurite (Lājvard) Making in Ancient Persian Scientific Texts. *Journal for the History of Science*, 21 (2), 87-114. DOI: <http://doi.org/10.22059/jihs.2024.374980.371787>

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press



## روش شناسی ساخت لاجورد در متون علمی کهن ایرانی<sup>۱</sup>

سمانه ذر خورد، علی نعمتی بابای لو<sup>✉</sup>، علیرضا کوچکزایی

کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، گروه مرمت و باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز  
 E-mail: samaneh1991z@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0009-7539-6955>)  
 دانشیار، گروه مرمت و باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز  
 E-mail: a.n.babaylou@tabriziau.ac.ir (<https://orcid.org/0000-0002-6919-2579>)  
 دانشیار، گروه مرمت و باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز  
 E-mail: a.koochakzaei@tabriziau.ac.ir (<https://orcid.org/0000-0002-3376-6905>)

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۳</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۱۱</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b>            اولترامارین، دستورالعمل‌های سنتی، لاجورد، لاجوردی، متون علمی کهن.</p>	<p>لاجورد و لازوریت <math>(\text{Na}_6\text{Ca}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}[(\text{SO}_4)_2\text{S};\text{Cl};(\text{OH})_2])</math> از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین سنگ‌های قیمتی و رنگ دانه‌های شناخته شده در تاریخ هنر است. از این سنگ علاوه بر ساخت اشیاء زینتی و آیینی در ایران، بین‌النهرین، مصر و چین، برای رنگ آمیزی و نقاشی در سطوح مختلف استفاده می‌شود. کیفیت خوب فام رنگی، آن را به یکی از رنگ‌های محبوب در جهان مبدل کرده است. از سویی باتوجه به ناخالصی سنگ لاجورد روش‌های گوناگونی برای شستشو و خالص سازی آن به کار می‌رفت. همچنین شیوه‌های گوناگونی برای حصول فام لاجورد از مواد دیگر وجود داشته است. در این پژوهش با توجه به اهمیت این رنگ در هنر ایرانی، به بررسی دستورالعمل‌های شستشو و ساخت لاجورد پرداخته شده است و بدین منظور از روش تحقیق توصیفی - تحلیلی مبتنی بر داده‌های اسنادی استفاده شده است. نتایج نشان داد که تا پیش از قرن هشتم قمری غیر از لاجورد طبیعی، آزوریت و اکسید کبالت را نیز به عنوان نوعی لاجورد محسوب داشته و منابع آنها را به عنوان منابع لاجورد گزارش کرده‌اند. روش شستشوی لاجورد در منابع کانی‌شناسی و لعاب، طب یا داروشناسی و رنگ‌سازی و هنر متفاوت بوده و رساله‌های رنگ‌سازی دستورالعمل گونه دیگری از فام لاجوردی را با استفاده از نیل و یک پرکننده سفید ارائه داده‌اند که به نام لاجورد عملی شناخته می‌شود. همچنین در رساله‌های جواهرشناسی و لعاب، در باره شیوه ساخت فام لاجورد با استفاده از اکسید کبالت سخن گفته شده است.</p>
<p><b>استناد:</b> ذر خورد، سمانه، نعمتی بابای لو، علی، کوچکزایی، علیرضا. (۱۴۰۲). روش شناسی ساخت لاجورد در متون علمی کهن ایرانی. <i>تاریخ علم</i>، ۲۱ (۲)، ۸۷-۱۱۴            DOI: <a href="http://doi.org/10.22059/JIHS.2024.374980.371787">http://doi.org/10.22059/JIHS.2024.374980.371787</a></p>	
<p>ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.</p>	



۱. این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول با راهنمایی دو نویسنده دیگر در رشته باستان‌سنجی است که با عنوان «مطالعه شاخصه‌های شناسایی رنگ لاجورد بر اساس دستورالعمل‌های ساخت رنگ در متون کهن ایرانی» در دانشگاه هنر اسلامی تبریز به پایان رسیده است.

### مقدمه

رنگ آبی از جمله رنگ‌هایی است که در نقش‌ها و یادگارهای گذشتگان دیده می‌شود و در مناطق مختلف، هر کدام بر اساس فرهنگ و موادی که در دسترس آن‌ها بوده است رنگ آبی را ساخته‌اند و به کار رفته گرفته‌اند. احتمالاً لاجورد، از نخستین رنگدانه‌های معدنی آبی است که به دلیل راحتی دسترسی و پایداری (Berke, 2002) از دوران باستان مورد توجه بوده است. این رنگدانه در نواحی گوناگونی از دنیا از جمله بدخشان افغانستان، کوه‌های پامیر در تاجیکستان و تپه‌های چاگای پاکستان و نیز برخی نواحی چین و شیلی استخراج و سپس به نواحی مختلف دنیا تجارت می‌شد. در منابع قدیمی کرج، دزمار آذربایجان، کرمان و مازندران را نیز منشا این سنگ دانسته‌اند. هرچند اثبات شده است که از هیچ یک از این مناطق لاجورد به دست نیامده است. به نظر می‌رسد هیچ نوع معدن لاجوردی در پهنه فرهنگی ایران، در خارج از بدخشان وجود ندارد و معدن سنگ‌های تیره در نزدیکی کاشان، کانی‌هایی هستند که برای تهیه لعاب لاجوردی رنگ استفاده شده و در واقع با پختن این سنگ‌های تیره، به رنگ آبی لاجوردی دست می‌یافته‌اند (پورتر، ۱۳۸۹، ۱۳-۱۱۲). با این حال احتمال استخراج محدود لاجورد از معادن کوه‌های پامیر تاجیکستان و تپه‌های چاگای پاکستان نیز در دوره باستان مطرح است (Koochakzai, Hamzavi, and Mousavi, 2022).

لاجورد به دلیل پایداری و ظاهر درخشانش در دوران باستان ارزشمند شناخته می‌شد. گرچه از این سنگ برای مقاصد تزئینی در آسیای مرکزی، بین رود آمودریا و سیردریا، خاور دور و نزدیک استفاده می‌شد، اما فناوری لازم برای استخراج رنگدانه لازوریت یا همان لاجورد، تا قبل از قرن ششم میلادی وجود نداشت (Siddall, 2018). معادن لاجورد در سرزمین‌های سُغد در مسیر جاده ابریشم واقع شده بود. قدیمی‌ترین موارد مصرف سنگ لاجورد به عنوان رنگدانه در قرون ۶ و ۷ میلادی در نقاشی‌های بامیان افغانستان بوده است (Gettens, 1938). همچنین نقاشی دیواری کشف شده در محوطه افراسیاب در نزدیک سمرقند در ازبکستان، با رنگدانه‌ی لازوریت آبی تیره، صحنه‌ای از بزرگان را نشان می‌دهد (Azarpay, 2014). استفاده از رنگدانه آبی لازوریت در قرون ۸ و ۹ میلادی / ۲ و ۳ قمری در مسجد جامع فهرج در استان یزد، گزارش شده است (Holakooei and Karimy, 2015). علاوه بر این، پودر لاجورد به عنوان دارو در تمدن‌های مصری و بین‌النهرین، قرون ۵ و ۶ میلادی در بیزانس و اواخر قرن ۱۳ میلادی / ۷ قمری در سرزمین‌های اسلامی کاربرد داشته است (Frison and Brun, 2016).

۱. نام جایی است در آذربایجان که سرب و لاجورد در آن جا بوده و لاجورد را به آن نسبت داده‌اند و به آن لاجورد دزمار نیز گفته‌اند.

(Berke, 2007). هرچند هنرمندان این رنگدانه را از قرون ۱۰ و ۱۱ میلادی / ۴ و ۵ قمری در اروپا به کار می‌گرفتند (Siddall, 2018)، اما رنگدانه‌ای گران قیمت بود و استفاده از آن در نقاشی‌های دیواری قرون ۱۴ و ۱۵ میلادی / ۸ و ۹ قمری، تنها برای به تصویر کشیدن مسیح و مریم مقدس مجاز بود (González-Cabrera et al., 2020b). کانی و رنگدانه اصیل لاجورد که کالایی ارزشمند شناخته می‌شد، همواره در دسترس نبود. بر همین اساس علاوه بر شیوه ساخت لاجورد، استفاده از فنون و مواد گوناگون برای حصول فام رنگی آبی و لاجوردی در طول تاریخ مورد توجه بوده است. از جمله می‌توان به تولید دو رنگدانه مصنوعی آبی مصری و آبی چینی (آبی هان) اشاره کرد. آبی مصری از جمله مهم‌ترین رنگدانه‌هایی است که در شمال آفریقا، اروپا و خاورمیانه در محوطه و بافت‌های باستانی به دست آمده و ترکیبی پیچیده دارد (Siddall, 2018). در ساختار آن کوپرازیوت با فرمول شیمیایی  $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$  عامل رنگ آبی است (Oudbashi and Hessari, 2021) که البته هیچ‌گاه به صورت خالص به عنوان یک رنگدانه مستقل استفاده نشده است (Siddall, 2018). در چین باستان از آزوریت با فرمول شیمیایی  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  به عنوان رنگدانه آبی و از اکسید کبالت برای ساخت لعاب آبی استفاده می‌شد. ناپایداری آزوریت باعث شد چینی‌ها اقدام به سنتز و تولید رنگدانه آبی دیگری به نام «آبی هان»<sup>۱</sup> کنند. آبی هان، دارای ساختار سیلیکات‌های مس-باریم با فرمول شیمیایی  $\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$  بوده و شباهت بسیاری به آبی مصری دارد، اگرچه تولید و توسعه هر یک به صورت مستقل صورت گرفته است (FitzHugh and Zycherman, 1983; Wiedemann and Bayer, 1997). در ایران و برخی کشورهای دیگر نیز روش‌های دیگری برای حصول رنگ آبی با فام لاجوردی وجود داشته است. اختلاف روش در ساخت رنگ می‌تواند نتایج متفاوتی از ساختار رنگ را ارائه دهد و بقایای مواد به کار رفته طی فرایند ساخت ممکن است در شناسایی رنگ کمک شایانی کند. از این روش‌های ساخت رنگ در شناسایی تاریخ ساخت آثار می‌تواند کمک کند، چرا که برخی روش‌ها ممکن است از دوره‌ای به بعد مرسوم و منتشر شده باشد و قبل از آن وجود نداشته باشد. بر این اساس هدف این مقاله بررسی و طبقه‌بندی روش‌های دستیابی به فام لاجوردی در ایران بوده و به این منظور، شیوه‌های استحصال و ساخت فام رنگی لاجورد در متون علمی قدیم ایران، بررسی شده است.

### پیشینه

به دلیل ارزش زیباشناختی سنگ لاجورد در بین النهرین، سابقه تجارت آن در فلات ایران و بین النهرین

به هزاره پنجم پیش از میلاد می‌رسد (Shuqi et al., 2021; Majidzadeh, 1982; Herrmann, 1968; Winter, 1999). این سنگ قیمتی میان افغانستان و مصر نیز از طرق مختلف تجارت می‌شد (Huang 2018). نمونه‌های متعددی از این سنگ در اشیاء شهر سوخته و جیرفت از عصر مس کشف شده است (صدقی، بهشتی و سیدسجادی، ۱۴۰۱؛ سیدسجادی، ۱۳۸۷). از سویی از هزاره سوم پیش از میلاد در مصر و بین النهرین، رنگ آبی مصری به کار می‌رفت. به همین دلیل علاوه بر شناسایی و طبقه‌بندی نمونه‌های متعدد لاجورد در معادن و آثار تاریخی (Re et al., 2011; Schmidt, Walton, and Trentelman, 2009; Clark, Curri, and Laganara, 2004; Grassi et al., 2004; Bacci et al., 2009; 1997)، تمایز لاجورد از آبی مصری از جمله دغدغه‌های پژوهشگران در این حوزه بوده است (داداش زاده، عبدالله خان گرجی، و وحیدزاده ۱۳۹۵؛ Calligaro et al., 2014). تفکیک نمونه‌های افغانستان به عنوان نمونه‌های مرغوب از سایر رسوبات لاجورد در جهان از دیگر مطالعات پژوهشگران این حوزه بوده است (Lo Giudice et al., 2009; Saleh et al., 2020; Favaro et al., 2012a).

لاجورد در آثار هنری ایران نیز بررسی شده است. نعمتی (۱۳۹۹) مروری بر لاجورد و تاریخچه استفاده از آن ارائه داده و مبشر مقصود و کوچکزایی (۱۴۰۱ب) در مروری بر رنگدانه‌های سنتی، به لاجورد و شناسایی آن پرداخته‌اند. شواهدی از استفاده از سنگ لاجورد در لعاب لاجوردینه‌های ایران توسط Colomban (2003) ارائه شده است، هرچند که برای ساخت لعاب لاجورد عموماً از اکسید کبالت استفاده می‌شد (Holakoei et al., 2014; Colomban and Simsek Franci, 2023). پورتر ضمن تشریح لاجورد در رساله‌های قدیمی، شیوه‌های شستن لاجورد را در این متون بررسی کرده و به رنگدانه‌ای بنام لاجورد بدلی اشاره می‌کند که به نظر می‌رسد همان اکسید کبالت است (پورتر، ۱۳۸۹، ۱۱۳). با این حال لاجورد در بسیاری از آثار هنری و تاریخی ایران شناسایی شده است (باقرزاده کثیری، ۱۳۹۴؛ باتر و نظری برون، ۱۴۰۰). از جمله این آثار می‌توان به دیوارنگاره‌های قاجاری در تبریز (کوچکزایی، نعمتی بابای لو، و دانشپور، ۱۳۹۴؛ کوچکزایی، حمزوی، و شجاعی فر، ۱۴۰۰)، دیوارنگاره‌های صفوی در عالی قاپو اصفهان (Koochakzaei, Hamzavi, and Mousavi 2022)، قلمدان‌های پایه ماشه قاجاری (کوچکزایی و معرفت ایزدی، ۱۴۰۳)، نسخ خطی تاریخی (Koochakzaei, Mobasher Maghsoud, and Jelodarian Bidgoli, 2023) و نقاشی‌های روی چوب مربوط به دوره قاجار (Koochakzaei, Jelodarian Bidgoli, and Naserahari, 2024) اشاره کرد. تمایز رنگدانه لاجورد از رنگ‌های با فام مشابه امر دشواری است، به

همین دلیل برخی پژوهشگران به بررسی آبی لاجورد در تذهیب و نگارگری ایرانی پرداخته و موفق شده‌اند علاوه بر لاجورد طبیعی، لاجورد مصنوعی یا اولترامارین، لاجورد فرنگی که از اکسید کبالت به دست می‌آید، نیل و آزوریت را در این آثار شناسایی کنند (حسینی صومعه، بخشنده فر، و اصلانی، ۱۳۹۷؛ بهادری و بحرالعلمی، ۱۳۹۶؛ Koochakzaei, Alizadeh Gharetapeh, and Jelodarian, Bidgoli 2022). علی‌رغم تنوع و گستره مطالعات انجام شده با هدف شناسایی لاجورد، تاکنون شیوه‌های ساخت لاجورد در متون کهن ایرانی به صورت جامع بررسی نشده و چنان‌که اشاره شد تنها پورتر این شیوه‌ها را، در حین بررسی رنگ در کتاب آرای ایرانی، مطالعه کرده است، اما به بسیاری از وجوهات این موضوع نپرداخته است. بنا بر این باتوجه به اهمیت تاریخی و هنری لاجورد در فرهنگ و هنر ایرانی، ضرورت دارد ضمن شناخت لاجورد، شیوه‌های استحصال آن در رساله‌های علمی کهن و نیز شیوه‌های ساخت فام رنگی لاجورد مورد مطالعه قرار گیرد.

### روش تحقیق

این پژوهش، مبتنی بر روش توصیفی - تحلیلی است. داده‌ها به روش اسنادی جمع‌آوری شده و پس از بررسی، روش‌های گوناگون تهیه و ساخت لاجورد طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل شده است.

### ساختار لاجورد

لاجورد یا لاژورد کلمه‌ای فارسی است و به عقیده برخی پژوهشگران زبان‌های باستان، شکل سانسکریت آن (راجورتا؛ راجورتمن<sup>۱</sup>)، از طریق فارسی وارد این زبان شده است. لاپیس لازولی<sup>۲</sup> معادل رایج لاتینی لاجورد، از طریق معرب این کلمه (لازورد) وارد زبان‌های لاتینی شده است (حسن دوست، ۱۳۹۳، ۹-۲۴۹۸). در واقع عبارت ترکیبی از زبان لاتین قرون وسطا برای اشاره به سنگ لاپیس دارد و لازولی هم برگرفته از لغت لازولوم<sup>۳</sup> در زبان لاتینی قرون وسطا است. لازولی وام‌گرفته شده از لاجورد در زبان فارسی و لاژورد در یونانی میانه است. لاجورد و آزورم اولترامارین کلمه‌هایی از قرون وسطا هستند اما کلمه لاژوریت اصطلاحی علمی است و از نسخه ششم کتاب کانی شناسی سیستم دانا<sup>۴</sup> در سال ۱۸۹۲ م. / ۱۳۰۹ ق.

1. Rajāvartā/ Rajāvartmān

2. Lapis Lazuli

3. lazulum

۴. اواسط قرن نوزدهم میلادی، زمین‌شناس، کانی‌شناس و جانورشناس آمریکایی، جیمز دوایت دانا (James Dwight Dana)، سیستم طبقه‌بندی را برای کانی شناسی ایجاد کرد که امروزه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و به نام سیستم کانی‌شناسی دانا معروف است. سیستم دانا به طور سیستماتیک ۳۵۲ گونه معدنی را که در آن زمان شناخته شده بودند، ابتدا از نظر شیمی (عناصر، هالیدها، سولفیدها،

بیرون آمده است (Frison and Brun, 2016). سنگ‌های متاسوماتیک، غنی از کانی‌های گروه‌های سودالیت هستند و به سودالیت‌های حاوی گوگرد سولفیدی، لازوریت گفته می‌شود (Chukanov et al., 2020). این سودالیت‌ها شامل:  $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ ، نوزآن  $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{SO}_4$  و هائوئین  $(\text{Ca}, \text{Na})_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}[\text{SO}_4, \text{S}]_{1-2}$  است (Favaro et al., 2012b; González-Cabrera et al., 2020b). در ساختار لاپیس لازولی علاوه بر لازوریت به عنوان بخش آبی، کانی‌های دیگر همچون کلسیت، پیریت، دیوپسید، فورستریت و ولاستونیت نیز حضور دارند (Hochleitner et al., 2003). آبی لاجورد، رنگدانه‌ای است که با خرد شدن و پودر شدن سنگ لاجورد که غنی از لازوریت است به دست می‌آید. سنگ لاجورد غنی از رنگ آبی تیره در سنگ‌های دگرگون شده حاوی مرمر کلسیت-دولومیت‌دار، به وجود می‌آید (Siddall, 2018; Zhang et al., 2015; Aleksandrov and Senin, 2006) که حاوی گوگرد و با فرمول شیمیایی  $\text{Na}_6\text{Ca}_2[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}][\text{SO}_4, \text{S}, \text{S}_2, \text{S}_3, \text{Cl}, \text{OH}]_2$  است. خود لازوریت متشکل از کانی‌هایی همچون سودالیت، نوزآن و هائوئین است. سودالیت تشکیل شده از سیلیکا و آلومینای تتراهدرال است اما تنوع رنگ آبی حاصل از لازوریت به دلیل تنوع نوع گوگرد در ساختار آن است. هر چه میزان گوگرد در ساختار لازوریت بیشتر باشد رنگ آبی که به دست می‌آید، پر رنگ و عمیق‌تر است (Wyart, Bariand, and Filippi, 1981). با این حال یون‌های مختلف گوگرد، رنگ‌های گوناگونی را ایجاد می‌کنند.  $\text{S}_3^-$  رنگ آبی را می‌سازد اما  $\text{S}_2^-$  و  $\text{S}_4^-$  به ترتیب رنگ زرد و قرمز ایجاد می‌کنند (Ganio et al., 2018; Grassi et al., 2004).

در سال ۱۸۲۸ م/ ۱۲۴۳ ق لاجورد مصنوعی یا اولترامارین به کمک فرایند شیمیایی کلسیت‌شدگی و اکسیداسیون ساخته شد. فرمول شیمیایی اولترامارین  $\text{Na}_{6-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$  است اما به دلیل ارزان تر بودن و دسترسی آسان و شباهت به نوع طبیعی خود، به سرعت در سراسر اروپا در قرن ۱۹ م/ ۱۳ ق جایگزین لاجورد شد. تمایز این دو رنگدانه در آثار هنری اغلب مسأله‌ای پیچیده است. عمده تفاوت اولترامارین و لاجورد وجود عناصر کلسیم و منیزیم یا کلسیت، دیوپسید و ولاستونیت است (González-Cabrera et al., 2020a). تفاوت دقیقی که بتوان بین لاجورد طبیعی و اولترامارین قائل شد، وجود چشمگیر ذرات لازوریت با اندازه و خلوص رنگ متنوع آن است. ذرات پودری اولترامارین مصنوعی زیر

میکروسکوپ نور پلاریزه به ابعاد ۵ الی ۱۰ میکرومتر دیده می‌شوند. در صورتی که ذرات پودری لاجورد دارای ابعاد بزرگتری هستند (Osticioli et al., 2009).

### منابع شناخته شده لاجورد

سنگ لاجورد که از معدن استخراج شده، محصولی نسبتاً کمیاب و نیمه قیمتی است و به علت رنگ آبی درخشانش در صنعت جواهرسازی و زیورآلات مورد توجه است (باقرزاده کثیری، ۱۳۹۴). به طور کلی یازده رسوب از لاجورد در سراسر دنیا شناسایی شده است که مهم‌ترین آنها در افغانستان، سیبری، شیلی و آمریکای شمالی قرار دارند. معدن‌های دارای اهمیت کمتر نیز شامل ایتالیا، میانمار و پاکستان است. لاجورد حاصل از هر یک از این معادن، دارای فرمول شیمیایی منحصر به فرد است. در میان آنها، معدن بدخشان افغانستان به علت خلوص بیشتر، دارای مرغوب‌ترین نوع لاجورد است (Favaro et al., 2012b). این لاجورد دارای میزان جزئی پیریت و کلسیت است. لاجورد شیلی، کم ارزش‌ترین نوع این سنگ بوده و دارای میزان فراوانی کلسیت به همراه رگه‌های سبز رنگ است. لاجورد روسی یا سیبریایی نیز حاوی پیریت با کیفیت بالایی است. علاوه بر عناصر اصلی سازنده لازوریت و مقدار آنها، میزان کلر در لاجورد کانادایی، میزان پتاسیم در لاجورد افغانستان و میزان کلسیم در لاجورد شیلی بیشتر از عناصر دیگر است (Saleh et al., 2020). این ناخالصی‌ها امکان شناسایی منشأ لاجورد و تمایز آن از اولترامارین را با استفاده از روش‌های طیف سنجی فراهم می‌کنند. به ویژه پیوند هیدروژن و یون سولفات ( $HS_3^-$ ) در لاجورد افغانستان موجب تمایز آن از لاجورد مناطق دیگر در روش‌های طیف‌سنجی است (Saleh et al., 2009; Bacci et al., 2020; نعمتی، ۱۳۹۹).

### انواع لاجورد و ویژگی‌های آنها در متون علمی کهن ایرانی

لاجورد در متون کهن در حوزه‌های مختلفی از علوم تشریح شده است. با توجه به کاربرد لاجورد به عنوان گوهر، رنگدانه و دارو در طول تاریخ، عمدتاً در منابع گوهرشناسی، رساله‌های رنگ و طب به آن پرداخته شده است. ابوریحان بیرونی (۱۳۷۴، ۱۱-۱۱۰) و جوهری نیشابوری (۱۳۸۳، ۲۱۶) لاجورد را همان ارمیناقون یا سنگ ارمنی دانسته‌اند. جوهری منشأ اصلی لاجورد را منطقه جرجر و ارمنیه دانسته و سپس همانند ابوریحان که به لاجورد بدخشان اشاره کرده، معدن کوه‌های پنجه‌پیر را نیز یادآوری نموده و تأکید دارد که از آن، رنگ زیبایی برای نقاشی و دیوارنگاری حاصل می‌شود. همچنین آن را در دو فام رنگی توصیف کرده است. یکی سیاه که پس از شستشو، لاجوردی رنگ می‌شود و دیگری آن که دارای رگه‌های طلایی و سپید است که در علوم غربیه آن را «معتبر» می‌دانند. کاشانی (۱۳۸۶، ۱۳۷) و محمد بن منصور (۱۳۳۵، ۲۵۰) لاجورد را چهارگونه شامل بدخشانی، کرمانی، کرجی و دزماری دانسته‌اند و بهترین نوع آن



را بدخشانی می‌دانند که دارای ذرات طلایی رنگ است. خواجه نصیر الدین طوسی (۱۳۴۸، ۱۷-۱۱۶) تنها بدخشان را به عنوان منشأ لاجورد معرفی کرده و به ذرات طلایی و سپید در داخل آن اشاره کرده است. جواهرنامه سلطانی (محمد بن منصور) تفاوت رنگ دود لاجورد و سنگ ارمنی را عامل شناسایی این دو از هم معرفی کرده است (محمد بن منصور، ۱۳۳۵، ۲۵۱). می‌توان منشأ دزمار در متن کاشانی و محمد بن منصور را با منشأ جرجر و ارمنیه در متن جوهری نیشابوری مطابق یا نزدیک به هم دانست. جرجر احتمالاً معرب شهر تاریخی گرگر است که در جنوب رود ارس، در نزدیکی شهر جلفا و جمهوری ارمنستان قرار دارد. این شهر امروزه با شهر علمدار ادغام شده و به نام هادی‌شهر شناخته می‌شود. حمدالله مستوفی (۱۳۳۶، ۲-۱۰۱) دزمار و کرکر را در زمهره بلاد آذربایجان آورده است. دزمار به منطقه‌ای کوهستانی و جنگلی در محدوده بین شهرهای کنونی ورزقان، جلفا، هادی‌شهر و خداآفرین در استان آذربایجان شرقی گفته می‌شود که با کشورهای جمهوری آذربایجان، جمهوری ارمنستان و منطقه خودمختار نخجوان همسایه است. دزمار از نواحی غنی از کانی‌های مختلف از جمله مس بوده و امروزه معدن بزرگ مس سونگون در حوالی شهرستان ورزقان فعال است. از این روی آنچه در این دو متن تاریخی به نام لاجورد ارمنی معرفی شده است، احتمالاً یکی از رنگ‌های آبی پایه مس است. دو رنگدانه مشهور آبی از مس شناخته شده است؛ یکی آزوریت و دیگری سولفات مس آبدار که بنام Posnjakite شناخته می‌شود. استفاده از این دو رنگ در آثار تاریخی ایرانی اثبات شده است (محمدی پور، ۱۴۰۲، ۳۱؛ حسینی صومعه، بخشنده فر، و اصلانی، ۱۳۹۷)

### دستورالعمل‌های مختلف در باره ساخت رنگ لاجورد

لاجورد به دلیل رنگ زیبا و درخشانش مورد توجه هنرمندان بوده است، اما این سنگ همواره در دسترس هنرمندان نبوده است. به همین دلیل طی زمان دستورالعمل‌های مختلفی برای ساخت فام رنگی لاجورد توسط هنرمندان ارائه شده است. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته در متون کهن، دستورالعمل‌های متعددی برای ساخت رنگ لاجورد یا لاجوردی (فام رنگ لاجوردی از مواد دیگر) وجود دارد. در جدول ۱ این دستورالعمل‌ها بر اساس متن برخی از رساله‌ها و منابع علمی کهن گزارش شده است.

جدول ۱. متن منابع کهن درباره لاجورد و روش‌های ارائه شده در آنها. ذیل هر منبع، ابتدا متن اصلی نویسنده کتاب یا رساله آمده و سپس روش‌های ارائه شده توسط نویسنده، به تفکیک به زبان امروزی نوشته شده است.

<b>جواهر نامه نظامی (۵۹۲ هجری)</b>	
متن اصلی	<p>طریق شستن آن چنان باشد که کندر خائیدنی را بگیرند و بگدازند و لاجورد سوده را که بی ریگ باشد به آن معجون کنند تا جمله مخمر شود. پس آن را می شویند و به دست می مالند و آن آب را در اناهایی که درو رنگ کرده باشند به رنگی که معهود سفال است که در نیشابور «سپاهانی» گویند می کنند تا اندک مایه رنگ لاجورد به زیر آب می شود و پس آب صافی را از سر آن بر می گیرد و می ریزد و بعد از آن آنچه ترسب کرده باشد آن را در سایه خشک کنند، رنگی باشد به غایت خوب.</p> <p>براده برنج محرق به گوگرد هشت جز، مغنسیا شش جز، نحاس محرق دو جز، مرقشیتا چهار جز، زنجفر دو جز، زرنیخ سرخ یک جز، توتیا یک جز و نیم، فضه محرق هفت جز. جمله را به سرکه مصول کنند و به کار می برند رنگ لاجورد خوب حاصل شود.</p> <p>لاجورد و توتیا هفت جز، مغنسیا چهار جز، نحاس محرق یک جز، لاجورد دو جز، مرقشیتا و زنجفر سه جز، زرنیخ سرخ یک جز بگیرند دهنج یک جز، شب یمانی نیم جز، فضه محرق به کبریت هشت جز. جمله را به سرکه مصول کنند و استعمال می کنند نیکو آید (جوهری نیشابوری، ۱۳۸۳، ۱۷-۲۱۶)</p>
شستن لاجورد	<p>ابتدا بایستی مقداری رزین گیاهی کندر را حرارت داده سپس لاجورد ساییده شده را که اجزای درشت آن جدا شده، با آن مخلوط کرد تا خمیر شود. سپس آن را درون ظروف لعابدار ورز و شستشو می دهند تا لاجورد در آب رسوب کند. آب روی آن را بیرون ریخته و آنچه رسوب کرده است را بر می دارند.</p>
ساختن لاجورد (۱)	<p>۸ پیمانه ذرات فلز برنج که با گوگرد مشتعل شده، ۶ پیمانه دی اکسید منگنز (مغنسیا)، ۲ پیمانه مس مشتعل شده (نحاس محرق)، ۴ پیمانه پیریت (مرقشیتا)، ۲ پیمانه شنگرف، ۱ پیمانه زرنیخ سرخ، ۱/۵ پیمانه اکسید روی (توتیا)، ۷ پیمانه نقره مشتعل شده (فضه محرق) را با هم مخلوط کرده و سرکه به آن میزنیم تا رنگ لاجورد با کیفیت از آن بگیریم.</p>
ساختن لاجورد (۲)	<p>۷ پیمانه لاجورد و اکسید روی (توتیا)، ۴ پیمانه دی اکسید منگنز (مغنسیا)، ۱ پیمانه مس مشتعل شده (نحاس محرق)، دو پیمانه لاجورد، ۳ پیمانه پیریت (مرقشیتا) و شنگرف، ۱ پیمانه زرنیخ سرخ، ۱ پیمانه مالاکیت (دهنج)، نصف پیمانه زاج سفید یا سولفات آلومینیم (شب یمانی)، ۸ پیمانه نقره مشتعل شده با گوگرد (فضه محرق به کبریت) را با سرکه مخلوط می کنیم. سپس رنگ زیبایی از آن به دست می آید.</p>
<b>بیان الصناعات (قرن ششم هجری)</b>	
متن اصلی	<p>لاجوردی را بساید بر سنگ. پس سرکه و آب صمغ عربی صافی با وی بیامیزد چنان که سطر گردد و بکار دارد و شستن لاجورد همچون شستن شنگرف باشد. نحوه ی شستشوی شنگرف و سایرین: شنگرف را چون سرمه بساید. پس از آن بشویدش و شستن او چنان بود که در کاسه ی رنگین کند و کاسه را پر آب کند و به چیزی بجنباند و ساعتی بنهد تا آب صافی گردد. پس آب را بریزد و آب دیگر در کند و هم چنین دو سه باری وی را بشوید. چون شسته باشد از گرد و غبارش نگاه دارد و چون</p>

خشک گشت دیگر باره وی را نیک بساید و آب صمغ عربی در وی کند تا سطر شود (تفلیسی، ۱۳۳۶، ۳۴۶).	
لاجورد را در یک کاسه رنگی (لعابدار) بریزید و ظرف را با آب پر کرده و با وسیله‌ای آن را هم زنید. سپس یک ساعت آن را رها کنید تا ته نشین شود. آنگاه آب آن را دور بریزید و این مراحل را تا سه بار تکرار کنید. پس از خشک شدن آماده استفاده است.	شستن لاجورد
لاجورد حاصل را روی سنگ با سرکه و صمغ عربی خوب بسایید تا جایی ادامه بدهید که غلیظ شود.	ساخت رنگ
<b>عرایس الجواهر و نفایس الاطایب (۷۰۰ هجری)</b>	
شکر سنگ سفید مسحوق یک من، ملح شخار صد درم، سلیمانی نیکو چهل درم، همه با یکدیگر مدقوق مسحوق منخول بر صلایه به غایت نرم کند. در ظرف‌های سفالین بطانه داده کند و در داشت کاشی گران نهد تا نیک پخته شود. برون آورد و با سنا مطحون کند رنگی به غایت باشد (کاشانی، ۱۳۸۶، ۱۳۷).	متن اصلی
سه کیلوگرم سنگ سیلیکاتی سفید رنگ (احتمالاً پرلیت) (شکر سنگ مسحوق) ساییده شده را با ۱۷۷ گرم شخار (خاکستر گیاه اشنان) به همراه ۷۰ گرم اکسید کبالت (سلیمانی) را کوبیده، ساییده و الک می‌کنیم تا مخلوطی نرم به دست آید. سپس این مخلوط را در ظرف سفالی که دیواره‌هایش با آهک پوشیده شده (بطانه)، چسبانده و آن را روی حرارت قرار می‌دهیم تا پخته شود. در مرحله بعدی آن را به همراه گیاه سنا آسیاب کرده تا رنگ لاجورد به دست بدهد.	ساخت (لعاب) لاجورد
<b>گوهرنامه سلطانی (قبل از ۸۸۳ ه.ق.)</b>	
غسل لاجورد بدخشی بچند طریق توان کرد، یکی آنکه دو جزو مساوی از زفت رومی سیاه و سفید در روغن بذر بجوشانند تا با یکدیگر آمیخته گردد و با قدری آب پاک بکریاس بیالیند و بآب گرم از زفت ها بشویند و مانند حلوا می‌مد می‌کشند تا سفید شود. پس لاجورد مدقوق مسحوق بآن خمیر کنند و مدت یکماه گاه گاه می‌مالند بعد از آن بآب گرم در ظرف چینی بشویند تا بتدریج سه آب از او فرود آید: آب اول احسن و آب میانه میانه، و آب آخر ادون بود. و طریقی دیگر آنست که یک جزو مصطکی و نیم جزو روغن زیت با آتشی نرم بقوام آرند و نشانه قوام وی آنست که چون قطره آب سرد چکانند متلاشی نشود و مانند قطعه بروی آب به بندد. پس لاجورد مدقوق مسحوق بآن معجون خمیر کنند و بشویند تا بتدریج سه آب از او فرود آید آب اول اعلی و آب اوسط اوسط و آب آخر انزل باشد. و طریقی دیگر آنست که دو جزو مساوی از رابقج و کندر در ظرفی روئین سفید کرده بآتش نرم گرم کنند چندانکه گداخته شود. بعد از آن لاجورد سوده بآب بسرشند و در آن ریزند و چندان بجنانند که لاجورد با ایشان امتزاج تام بیابد، بعد از آن قدری آب سرد در آن ریزند تا منجمد گردد و باز بگذارند و بجنانند، اگر لاجورد بیرون آید فهو المراد، و اگر بیرون نیاید قدری روغن زیت بآن بیامیزند و در ظرف چینی ریزند و چندان بگذارند که سنگ و خاک که بلاجورد مخلوط باشد رسوب کند. و لاجورد طفو بماند پس لاجورد از روی آن بگیرند و در این اعمال موازی ثلث لاجورد نقصان پذیرد.	متن اصلی

<p>و طریق غسل لاجورد غیر بدخشی آنست که لاجورد مدقوق مسحوق منخول بزده تخم مرغ خمیر کنند و سخت بمالند و اندک اندک آب گرم بر آن میریزند تا مانند شوربا حل شود. بعد از آن ساعتی بگذارند تا لاجورد رسوب کند و آبرای او در ظرفی دیگر کنند، و باز آب گرم را بر آن ریزند و بدست میمالند، تا سه چهار نوبت بدین دستور عمل کنند تا لاجوردی که در او باشد رسوب کند بعد از آن لاجورد رسوب کرده فرا گیرند و سه نوبت عمل مذکور را اعاده کنند، بعد از آن آب از سر آن پرینند که لاجورد مرسوب مغسول بود (محمد بن منصور، ۱۳۳۵، ۱-۲۵۰)</p>	
<p>دو قسمت رزین طبیعی (دی ترپنویدهایی همچون کلوفان و ترپانتین ونیزی) (زفت رومی) را در روغن بزرک جوشانده، آن را با آب ترکیب کرده و آنچه در آب وارد می شود را با یک پارچه کرباس جمع می کنند و با آب گرم آن را می شویند. سپس لاجورد خرد شده و پودر شده را با آن ترکیب کرده و خمیر می سازند. به مدت یکماه آن را ورز داده و سپس با آب گرم در ظرف چینی می شویند. سه مرحله آب آن را بر می دارند اولی عالی دومی توسط و سومی کم کیفیت است.</p>	<p>شستن لاجورد (۱)</p>
<p>یک قسمت رزین تری ترپنویدی ماستیک (مصطکی) و نیم جزو روغن گیاهی (زیت) با حرارت ملایم قوام دهند. نشانه قوام یافتن، آن است که اگر قطره ای از آن را در آب سرد بچکانند متلاشی نشده و روی آب مثل یک قطره غلیظ ببندد. سپس لاجورد خرد و ساییده شده را با آن مخلوط کرده و خمیر کنند. سپس آن را سه بار شستشو دهند. اولین محصول شستشو عالی، دومی متوسط و آخری نازل است.</p>	<p>شستن لاجورد (۲)</p>
<p>دو قسمت مساوی از کلوفان (رابقح) و کندر را در یک ظرف فلزی سفید (مس قلع اندود) با حرارت ملایم بگذارند. سپس لاجورد ساییده شده را با آب مخلوط کرده و در آن می ریزند. آن را آنقدر هم می زنند تا کاملاً مخلوط شوند. سپس آب سرد به آن می آمیزند تا منجمد شود. سپس آن را مجدداً در آب گرم قرار داده و هم می زنند اگر لاجورد از او خارج شد که به هدف رسیده است اگر نه، کمی روغن گیاهی (زیت) با آن مخلوط کرده و در ظرفی چینی ریخته و بگذارند تا سنگ و خاک مخلوط با لاجورد رسوب کند و لاجورد روی آب بماند. آن را جمع کرده و استفاده می کنند. در این روش یک سوم لاجورد هدر می رود.</p>	<p>شستن لاجورد (۳)</p>
<p>روش شستن لاجورد غیر بدخشانی آن است که لاجورد خرد، پودر و الک شده را با زده تخم مرغ خمیر می کنند و ورز می دهند. سپس کم کم آب گرم در آن می ریزند تا مثل آش شود. سپس آن را رها می کنند تا لاجورد آن رسوب کند. آن را با آب در ظرف دیگری ریخته و مجدداً با دست ورز می دهند. چندبار این کار را ادامه می دهند. در نهایت لاجورد رسوب شده و شسته شده عالی خواهد بود.</p>	<p>شستن لاجورد (۴)</p>
<b>جواهرنامه (دوره شاهرخ تیموری)</b>	
<p>و طریق لاجورد شستن آن است که آنرا نرم و صلابه کنند و بعد از آن بحریر ببینند و روغن سندروس خمیر محکم سازند و بسیار آن خمیر را ببزند و کف دست در آن بمالند و بعد از آن در ظرف پاک که در آن آب گرم توان کرد بر بالای آتش نهند و آب در آن ریزند تا گرم شود و بگذارند که بجوش آید. بعد از آن خمیر در ظرف اندازند و آب گرم مقدار صد درم یا بیشتر یا کمتر بر خمیر ریزند و بیک دست</p>	<p>متن اصلی</p>

خمیر را بمالند تا لاجورد بیرون می‌آید و آب کبود میشود و آب کبود در کاسه دیگر از کرباس بگذرانند و وصله دیگر بعد از دوسه آب که ستانده باشند می‌اندازند و آب می‌ریزند و می‌مالند و آب کبود را در کیسه‌ای از کرباس می‌پالیند تا آن زمان که دانه که روغن سندروس سفید بماند و دیگر لاجورد بیرون نیاید بعد از آن معلوم شود که در آب بوده بیرون آمده و غش را جذب کرده و نگذاشته که ذره‌ای با لاجورد بیرون رود و بعد از آن یک شبانه روز آب در روی لاجورد شسته باید ریخت و لاجورد را خشک کرده از حریر گذرانیده در کیسه کند، لاجورد شسته عبارت از آنست (بی‌نا، ۱۳۴۳)	
لاجورد را ساییده و با پارچه ابریشمی (حریر) الک می‌کنند و با روغن کمان <sup>۱</sup> آن را خمیر کرده و ورز می‌دهند. آن را در یک ظرف تمیز داخل آب جوشیده می‌ریزند. سپس با دست ورز می‌دهند تا کم کم لاجورد از آن خارج شده و آب کبود رنگ شود. آن را در کاسه دیگری از پارچه پنبه‌ای عبور می‌دهند. این اعمال را آنقدر انجام می‌دهند تا خمیر سفیدرنگ شود و دیگر لاجورد از آن بیرون نیاید. سپس بایستی یک شبانه روز روی لاجورد آب ریخته و آن را از پارچه پنبه‌ای عبور دهند و سپس آن را خشک کرده و در کیسه بریزند.	شستن لاجورد
<b>رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل (قرن نهم هـ.ق.)<sup>۲</sup></b>	
لاجورد از کوه بدخشان حاصل شود و آن را صلایه کنند و بشویند و سر آب آنرا بگیرند و آن را شمط خوانند و آنچه بماند به غایت رنگین و شکفته باشد. پس چون خواهد که بکار برد باید که اول آن را به آب صمغ خمیر کند و بسیار در تک کاسه بمالد بعد از آن، آن را به آب صمغ رقیق، آن خمیر را به مرتبه رساند که لایق و موافق کتابت باشد بکار برد. لاجورد عملی ترکیب آن از نیل خام سرابی و اسفیداج و آب صمغ باشد که نیل بروی سنگ به آب بساید و اسفیداج را بشوید و نرم آن را به نیل بیامیزد و تا آنگاه که به قوام آید به آب صمغ صلایه کند و به کار برد و کتابت بسیار پایدار باشد (بی‌نا، ۱۳۷۲ ج)	متن اصلی
لاجورد مرغوب از کوه بدخشان افغانستان به دست می‌آید. بایستی ابتدا آن را ساییده، شسته و چیزی که روی آب می‌ماند را بردارند که به آن شمط می‌گویند. آنچه ته نشین می‌شود رنگین و درخشان باشد.	شستن لاجورد
بعد از شستن لاجورد، آن را با آب و صمغ به خمیر تبدیل کرده و در یک کاسه بایستی بخوبی ورز داد. بعد سپس مقداری آب صمغ به آن می‌افزیند تا رقیق شده و مناسب رنگ آمیزی و کتابت شود.	ساخت لاجورد
لاجورد را می‌توان از ترکیب کردن گیاه نیل، سفیداب و صمغ تهیه کرد. در این روش بایستی ابتدا نیل	ساخت لاجورد

۱. روغن کمان که از پوشش‌های مشهور ایرانی روی آثار هنری مثل چوب، جلد و قلمدان روغنی است از ترکیب رزین گیاهی سندروس و روغن بزرک در دمای حدود ۳۷۵ درجه سلسیوس حاصل می‌شود (نعمتی بابای‌لو و همکاران، ۱۴۰۱)

۲. این رساله را قلیچ‌خانی (۱۳۹۸، ۳۶-۳۱۳) به عنوان بخشی از رساله جوهریه سیمی نیشابوری آورده است اما با توجه به توضیحات وی در گزارش کار کتاب (ص. ۱۰-۹) و نیز شرح استاد نجیب مایل هروی (۱۳۷۲، چهل و شش) و استناد وی به نسخه منتشر شده توسط احمد گلچین معانی، به نظر می‌رسد رساله جداگانه‌ای است.

<p>را روی سنگ با آب سایید سپس سفیداب را شسته و به آن را با نیل مخلوط نمود تا وقتی که قوام پیدا کند. سپس همراه با صمغ صلابه کرده و در کتابت و نقاشی استفاده شود.</p>	عملی
<b>گلزار صفا (۹۵۰ هـ.ق.)</b>	
<p>ای ز سنگ ستم باز پسین / لاجوردی رخ عشاق حزین - رویم از دست غمت گشته کبود / خون برو آمده از دیده فرود  لاجوردی شده لعلی انگیز / کز پی رنگ کند رنگ آمیز - از پی حسن خط ای طرفه نگار / لاجورد آوری ار زانکه بکار  آن سه قسم است چو مغسول بود / لیک یک قسمش مقبول بود - وان سراپست و میان آب و شمط / اولین قابل و باقی است غلط  لاجوردی که سراپست بیار / آب صمغش چو خمیر آر بکار - بگن آن در قرح و نیک بمال / تا بگردد بسی از حال به حال  زاب صمغی که دقیقی است دگر / گاه گاهی بکن آن جوهر تر - چون به سر حد کتابت برسد / کار خامه به اجابت برسد  قلم موی بیاور در دم / با قلم رنگ نما نوک قلم - پس کتابت کن و خوشدل می باش / حسن خط بنگر و مایل می باش  لاجورد عملی هم دارو است / که مدارش بود و بس نیکوست - نیل پاکیزه بگیر اول بار / که سراپی بود او ای دلدار -  زاب صمغش بنما سحق بسی / پاک دارش تو ز هر خار و خسی - پس سفیداج لطیف مغسول / ده به آن نیل که گردد مقبول  این عمل راست مدار بسیار / دست باز از عمل نیک مدار - نوع دیگر بود ای سرو روان / قشر بیض است مکلس شده آن  ز سفیداج کند قطع نظر / قشر را آورد ارباب هنر - و آن بشوید بسی و صاف کند / تا همان روشن و شفاف کند  کوزه ای از گل حکمت سازد / قشر در وی کند و بگدازد - از پی زیب عمارت نیکوست / زانکه بس روشن خوب دلجوست  طلق مخلوب همین کار کند / عمل چند هم اظهار کند (صیرفی، ۱۳۷۲)</p>	متن اصلی
<p>ترکیب لاجورد و صمغ: سنگ لاجورد را خوب در آب خوب بسایید، به سه قسمت تقسیم می شود: سر آب، میان آب و شمط. قسمتی که روی آب قرار می گیرد مقبول است. آن را برداشته، به آن صمغ حل شده در آب اضافه کنید تا خمیر شده و به خوبی بسایید. سپس قطره قطره به آن صمغ اضافه نمایید تا به حد استفاده در کتابت برسد.</p>	ساخت لاجورد
<p>ابتدا نیل را در صمغ حل شده در آب خوب ساییده و سپس سفیداب (سفیداج) شسته و خوب ساییده شده را به آن اضافه کنید.</p>	ساخت لاجورد عملی (۱)

ساخت لاجورد عملی (۲)	همانند روش دوم است اما بجای سفیدآب از پوست تخم مرغی که خوب شسته شده (قشر بیض مگس شده)، در ظرفی سفالی پخته شده و ساییده شده استفاده می‌شود.
ساخت لاجورد عملی (۳)	همانند روش دوم است اما بجای سفیدآب از، میکا (طلق) که به روش خاص خود در آب ساییده (محلوب کردن) و خشک شده استفاده شود.
<b>خط و مرکب (۹۷۷ هجری)</b>	
متن اصلی	بدان که لاجورد سه قسم است: سراب و میان آب و شمط. بهتر سراب است، آن را با صمغ حل کنند و در پیاله کرده بسیار به انگشت بمالند و بعد از آن هر دو انگشت را به آب صمغ غلیظ زده بر آن بمالند، چندان که به سر حد کتابت رسد بعد از آن بکار برند. لاجورد عملی بدین طریق است که نیل را بگیرند و سراب آن را با صمغ حل کنند، اندک سفیداج شسته پاکیزه در آن داخل کنند و بکار برند. و نوعی دیگر قشر بیض است که به عوض سفیداج بکار می‌برند و این به جهت عمارت خوب است. و طلق محلوب هم بدین طریق است (عقیلی رستمداری، ۱۳۷۲)
شستن و ساخت لاجورد	لاجورد دارای سه بخش است: قسمتی که در بالای ظرف قرار دارد، مایعی که در میانه ظرف است و موادی که در ته ظرف هستند. مایعی که بالای ظرف جمع می‌شود، دارای کیفیت بهتری است. می‌توان آن را با صمغ ترکیب کرد و از آن رنگ تهیه کرد.
ساخت لاجورد عملی	نیل را در آب ریخته و آنچه روی آب می‌ماند، با صمغ و سفیداب ترکیب گردد. به جای سفیداب می‌توان از پوسته تخم مرغ یا میکای ساییده شده در آب استفاده کرد.
<b>گلستان هنر (حدود ۱۰۰۰ هجری)</b>	
متن اصلی	در صفت مالیدن لاجورد: میباید لاجورد را در ظرفی ریزی و قطره دویی صمغ برو ریخته خمیر باید کرد، بعد از آن قطره قطره آب بر وی باید ریخت و مالید و ملاحظه کرد، اگر غلیظ است قطره ای چند آب می‌باید ریخت، و اگر رنگ میریزد قطره ای دویی صمغ می‌باید اضافه کرد، و بعد از آن گفته اند که صمغ در رنگ ها خطاست و خوب نیست، الا سرخی که درو زیاده میباید. در صفت لاجورد شستن: بدان که بهترین سنگ ها لاجورد سحق باشد، و بعد او برتیه و دیگر بار جسم و بعد اینها دیولامی و نیکو ترین سنگها آنست که سنگ خوشرنگ باشد و درفشان و کیفیت صلاحیه کردن آن است که سنگ را ریزه ریزه سازند و خوشرنگ را از کم رنگ جدا سازند، و هر یک ازین قسمها را در هاون جداگانه نرم سازند، و بعد از آن از آردبیز بگذرانند و بعد از آن اول از صابون عراقی بشویند، طریق شستن با آب صابون آنست که پاره ای آب صافی در ظرفی کنند و صابون مذکور را کف زنند، چندان که تیزاب تند شود و سنگ بیخته را در آب ریزند و بر هم زنند و ساعتی صبر کنند چندان که آب از حرکت به سکون آید، بعد از آن آب را به قدح دیگر ریزند، هر چه ته نشسته باشد و درشت باشد آنرا جمع کرده بار دیگر صلاحیه کنند و به تیزاب بشویند و در ظرف نقل کنند، آنچه ته نشین شده باشد آنرا جمع کنند و بشویند و بمالند با آب صابون مذکور و با آب شیر گرم نیز می‌توان شست مکرر چندان که لاجورد به تمامی مستخلص از آن بیرون آید، بعد از آن آنرا خشک کرده در

<p>کاغذ کنند.</p> <p>رنگ لاجورد: لاجورد را بساید بسنگ و بسرکه و آب صمغ عربی با وی بیامیزد تا سطر شود و شستن وی چون شنگرف بود.</p> <p>شنگرف را چون سرمه بساید پس از آن بشوید و شستن وی چنان بود که او را در کاسه ی رنگین کند و آب در وی کند و بجنابند و ساعتی رها کند تا آب صافی شود بعد از آن آب را بریزد و دیگر صلایه کند و دو نوبت دیگر چنین کند، البته سه کرت باید شستن و چون شسته باشد از خاک و غبارش نگاه دارد و دیگر باره بساید و آب صمغ عربی در وی کند تا سطر شود (منشی قمی، ۱۳۸۳، ۶۷-۱۶۵)</p>	
<p>لاجورد ساییده، لاجورد بهتری است. بعد از آن نوع شیشه‌ای و ورقه‌ای آن، سپس خود سنگ لاجورد است. مرغوب‌ترین سنگ آن است که دارای رنگ درخشانی باشد. ابتدا سنگ را خرد کرده، خوش رنگ را از سایر قطعات جدا کنید. سپس هر یک را به طور جداگانه در هاون بکوبید. سپس پودر را از الک عبور داده و بعد با صابون عراقی (صابون گیاهی) بشوید. صابون عراقی را در ظرفی پر از آب بزنید تا بخوبی کف کند. بعد پودر سنگی که از الک عبور داده شده را به آن اضافه کنید. مواد را بخوبی مخلوط کرده و یک ساعت به آن استراحت دهید. سپس آب روی آن را دور ریخته، و مواد درشت و ته نشین شده را به ظرف دیگری انتقال داده و مجدداً صلایه می کنند. سپس با تیزاب آن را شسته و به ظرف دیگری منتقل می کنند. در نهایت مواد ته نشین شده را جمع آوری کرده با آب و صابون یا آب و شیر گرم می شویند. لاجورد خالص حاصل می شود.</p>	شستن لاجورد
<p>لاجورد روی سنگ با سرکه، آب و صمغ عربی صلایه شود تا غلیظ و خمیری شود. شستن آن چنین است که آن را در یک ظرف رنگین (لعابدار) ریخته مقداری آب روی آن ریخته، خوب هم زده شود. سپس رها شود تا ته نشین شود آب آن را خالی کرده و سه بار این کار تکرار شود. سپس آن را ساییده و با صمغ عربی مخلوط و استفاده شود. لاجورد را در ظرفی ریخته، دو قطره صمغ روی آن ریخته تا خمیری شود. سپس به صورت تدریجی آب به آن اضافه کرده و مواد به خوبی ورز داده شود. اگر مواد غلیظ شد، مقداری آب به آن افزوده شود. اگر هم مواد رقیق شد دوباره به آن صمغ اضافه شود.</p>	ساخت رنگ لاجورد
<b>تحفه حکیم مومن (۱۰۸۰ هجری)</b>	
<p>باید سنگ لاجورد را سائیده و تسقیه با آب مازو نموده جوشانیده و اندک روغن زیتون اضافه کرده و به دستور احجار غسل داده و مکرر اعاده طبخ و غسل کنند تا مثل غبار گردد و با ادویه ی دیگر نیز می شویند (حکیم مومن، ۱۳۸۷، ۳۳۶)</p>	متن اصلی
<p>ابتدا بایستی لاجورد را خرد کرده، سپس آن را با آب فراوان و تانن حاصل از درخت بلوط (مازو) جوشاند. در مرحله بعدی مقداری روغن زیتون به آن افزود. سپس چندین مرتبه آن را بجوشانید که آب آن گرفته شود و دوباره آب به آن اضافه کنید. تا جایی این کار را ادامه دهید که لاجورد تبدیل به غبار و پودر شود</p>	شستن لاجورد
<b>مخزن الادویه (۱۱۸۳ هـ ق)</b>	
<p>لاجورد را نیکو بسایند و تسقیه به آب تازه نموده بجوشانند و اندک روغن زیتون در آن ریزند و به دستور</p>	متن اصلی



<p>احجار غسل دهند و مکرر اعاده طبخ و غسل کنند تا مانند غبار گردد (عقیلی خراسانی، ۱۳۸۷، ۵۷)</p>	
<p>ابتدا بایستی لاجورد را ساییده، آن را با آب فراوان بایستی جوشانند. سپس مقداری روغن زیتون به آن افزوده. چندین مرتبه آن را جوشانده و شستشو داد تا جایی که لاجورد تبدیل به غبار و پودر شود.</p>	<p>شستن لاجورد</p>
<p><b>رساله در بیان طریقه ساختن مرکب الوان و کاغذهای الوان (قرون ۱۱ تا ۱۳ هجری)</b></p>	
<p>لاجورد از کوه بدخشان حاصل شود، از آن خوب صلایه کند و بشوید و سراب آن را بگیرد و آن را سمت خوانند، آنچه بماند بغایت شکفته و رنگین باشد. پس چون خواهند که بکار برند باید که اول او را به آب صمغ خمیر کنند که در ته کاسه بماند، بعد از آن، آن خمیر را به آب صمغ رقیق به مرتبه‌ای رسانند که لایق و موافق کتابت باشد (مایل هروی، ۱۳۷۲ ب)</p>	<p>متن اصلی</p>
<p>همانند دستورالعمل رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل</p>	<p>شستن و ساخت لاجورد</p>
<p><b>رساله طلا و نقره و حل کردن آن (قرون ۱۲ و ۱۳ هجری)</b></p>	
<p>حل لاجورد: از کوه بدخشان حاصل شود. آن را خوب صلایه کند و سراب آن را بگیرند و آن را ثمت خوانند و آنچه مانده باشد رنگین و شکفته باشد. و چون بخواهد که بکار برد باید که اول آن را به آب صمغ خمیر کند و در یک کاسه بمالد، بعد از آن، آن را به آب صمغ رقیق [خمیر کند و] آن خمیر را به مرتبه‌ای رساند که موافق و لایق کتابت باشد (مایل هروی، ۱۳۷۲ د)</p>	<p>متن اصلی</p>
<p>همانند دستورالعمل رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل</p>	<p>شستن و ساخت لاجورد</p>
<p><b>رساله در بیان خط و مرکب و کاغذ و ساختن رنگها (قرون ۱۲ و ۱۳ هجری)</b></p>	
<p>حل ساختن لاجورد: می‌باید که لاجورد را در ظرفی ریخته و قطره دویی صمغ بر او ریخته، خمیر باید کرد. و بعد از آن قطره قطره آب بر می‌باید ریخت و مالید و ملاحظه کرد که اگر غلیظ است قطره‌ای چند آب می‌باید ریخت، و اگر رنگ می‌ریزد قطره دویی صمغ می‌باید اضافه کرد. و بعد از آن گفته‌اند که صمغ در رنگ‌ها خطا است و خوب نیست الا سرخی که درو زیانه می‌باید.</p> <p>در شناختن و شستن سنگ لاجورد: بهترین سنگهای لاجورد بهق باشد و بعد او برتیه و دیگر بار جستم و بعد اینها دیولامی. و نیکوترین سنگها آن است که خوشرنگ باشد و درفشان. و کیفیت صلایه کردن آن است که سنگ را ریزه ریزه سازند و خوشرنگ را از کمرنگ جدا سازند و هریک از این قسمتها را در هاون جداگانه نرم سازند و بعد از آن از آرد بیز بگذرانند و بعد از آن اول از صابون عراقی بشویند. طریقه شستن با آب صابون آن است که پاره ای آب صافی در ظرفی کنند و صابون مذکور را کف زنند چندان که تیزاب تند شود و سنگ پخته را در آب ریزند و برهم زنند و ساعتی صبر کنند چندان که آب در حرکت به سکون آید. بعد از آن آب را به قح دیگر ریزندهرچه ته نشسته باشد و درشت باشد آن را جمع کرده بار دیگر صلایه کنند و به تیزاب بشویند و در ظرف دیگر نقل کنند، آنچه ته نشین شده باشد آن را جمع کنند و بشویند و بمالند و به آب صابون مذکور و به آب شیر گرم نیز میتوان شست مکرر، چندان که لاجورد متجافی مستخلص از او بیرون آید. بعد از آن آن را خشک</p>	<p>متن اصلی</p>

کرده و در کاغذ کنند. در شستن لاجورد: لاجورد را بساید به سنگ و به سرکه، و آب صمغ عربی با وی پیامیزد تا سبز <sup>۱</sup> شود و شستن وی چون شستن شنگرف بود. همه رنگ‌های شسته بهتر بود. در شستن شنگرف: شنگرف را چون سرمه بسایند پس آن را بشویند. شستن وی چنان بود که او را در کاسه‌ای رنگین کنند و آب در وی کنند و بجنبانند و ساعتی رها کنند تا آب صاف شود. بعد از آن آب را بریزند و دیگر صلایه کنند و دو نوبت دیگر چنین کنند، البته سه کرت باید شستن و چون شسته باشند از خاک و غبارش نگاه دارند و دیگر باره بسایند و آب صمغ عربی در وی کنند تا سبز <sup>۱</sup> شود (مایل هروی، ۱۳۷۲ الف)	
شستن لاجورد	همانند دستورالعمل بیان الصناعات و گلستان هنر
ساخت رنگ لاجورد	همانند دستورالعمل بیان الصناعات و گلستان هنر

### تحلیل دستورالعمل‌های سنتی

دستورالعمل‌های مختلف ارائه شده در متون علمی تاریخی شامل شستن و ساختن رنگ لاجورد از سنگ لاجورد، ساخت عملی رنگ لاجورد یا به عبارتی ساخت فام رنگی لاجورد از مواد دیگر و ساخت لعاب یا فریت لاجورد است که به تشریح هر کدام از آنها پرداخته می‌شود. دستورالعمل شستن لاجورد در منابع گوناگون علمی اعم از رساله‌های رنگ‌سازی و هنر، جواهرنامه‌ها و منابع طب دیده می‌شود اما ساخت رنگ از لاجورد و مواد دیگر تنها در رساله‌های رنگ‌سازی و هنر وجود داشته و ساخت لعاب لاجورد تنها در عرایس الجواهر کاشانی به‌عنوان مهم‌ترین منبع کهن لعاب‌سازی دیده می‌شود. همچنین دو دستورالعمل از جوهری نیشابوری برای ساخت لاجورد دیده می‌شود که در هیچ یک از منابع دیگر نیامده است و احتمالاً دستورالعملی برای ساخت سنگ مصنوعی به رنگ لاجورد است که نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

### روش‌های شستن لاجورد

روش‌های شستن لاجورد در متون کهن را می‌توان به‌طور کلی به سه دسته، شامل روش جواهرنامه‌ها، روش رساله‌های رنگ‌سازی و روش متون طبی تقسیم کرد. اساس شستن لاجورد در جواهرنامه ساخت خمیر از پودر لاجورد در یک رزین ترپنوییدی (رزین طبیعی انواع کاج‌ها) حرارت دیده و ذوب شده با یا بدون روغن است. قدیمی‌ترین روش توسط جوهری نیشابوری (۵۹۲ ه.ق. / ۱۱۹۵ م.) ارائه شده است. این روش در جواهرنامه‌های قرن نهم هجری قمری بهینه شده و روش ارائه شده توسط چنینو چنینی در ۱۴۳۷

۱. احتمالاً کلمه ستبر بوده و در استنساخ به اشتباه سبز ثبت شده است.

م / ۸۴۰ ق در ایتالیا (Cennini, 1913, 49-51) - که امروز نیز در برخی کارگاه‌های سنتی اروپا رایج است - با روش جواهرنامه‌ها و به ویژه دو جواهرنامه قرن نهم هجری مطابقت دارد. فرایندهای شستشو در رساله‌های رنگ‌سازی عموماً مبتنی بر شستشوی پودر لاجورد در آب یا همراه با صمغ است. در تمام روش‌ها غیر از روش‌های گلزار صفا و رساله خط و مرکب، ماده ته نشین شده طی فرایند شستشو را به عنوان رنگدانه لاجورد معرفی کرده‌اند. این روش در متون قدیمی‌تر از جمله جواهرنامه نظامی و رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل دیده می‌شود و دو رساله از سه رساله پراکنده که در قرون ۱۱ تا ۱۳ هجری نگاشته شده‌اند، روش شستن و ساختن رنگ لاجورد را از روی متن رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل تکرار کرده‌اند. روش‌های ارائه شده در رساله دیگر - بیان خط و مرکب و کاغذ و ساختن رنگ‌ها - تکرار روش‌های بیان الصناعات و گلستان هنر است. بنا بر این با توجه به قدمت روش رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل و کثرت منابعی که روش ارائه شده در آن را گزارش کرده‌اند، می‌توان روش‌های منتهی به ماده ته‌نشین شده را صحیح دانست. البته در دو متن گلزار صفا و خط و مرکب، به فرایند حصول لاجورد از سنگ اشاره نشده است، بلکه به نظر می‌رسد مبنای دستورالعمل استفاده از لاجورد پودر شده و آماده شده برای ساخت رنگ است. بنا بر این منظور نگارندگان آنها احتمالاً استفاده از دانه‌های ریزتری است که روی آب می‌مانند و در فرایند تهیه رنگ، مناسب‌تر هستند. از طرفی مطابق متن جواهرنامه‌ها، ساخت خمیر از ترکیب پودر لاجورد با رزین طبیعی و ورز دادن آن در آب موجب خروج لازوریت (رنگدانه آبی لاجورد) در آب و سپس ته‌نشین شدن آن طی چندین ساعت می‌شود. در این صورت علاوه بر اینکه کلسیت و پیریت به عنوان ناخالصی لاجورد در خمیر مذکور باقی مانده و در آب آزاد نمی‌شود، دانه‌های درشت‌تر لازوریت که سنگین‌تر هستند نیز سریع‌تر رسوب کرده و دانه‌های ریزتر بر روی آب باقی خواهد ماند. استفاده از سر آب در این شرایط به معنی استفاده از رنگدانه‌های ریزتر خواهد بود. هر دو رساله گلزار صفا و خط و مرکب در قرن دهم هجری قمری و با اختلاف ۲۷ سال نسبت به هم نوشته شده‌اند و احتمال دارد دستورالعمل رساله خط و مرکب از گلزار صفا اخذ شده باشد. در جواهرنامه سلطانی برای آماده سازی لاجورد غیر بدخشانی (که باتوجه به منابع گزارش شده در آن احتمالاً منظورش آزریت بوده است) روش مجزایی مبتنی بر ساخت خمیر از پودر رنگدانه و زرده تخم مرغ ارائه شده است. در روش متون طب، جوشاندن مکرر همراه با روغن زیتون برای پودر شدن و شستشو توصیه شده است. روش‌های شستن لاجورد در منابع کهن به تفکیک نوع منبع در جدول شماره ۲ خلاصه شده‌اند.

جدول ۱. روش‌های شستن لاجورد در منابع کهن

حوزه علمی	شیوه	مراحل	منابع	توضیح
جواهرنامه‌ها	مخلوط کردن با	ساخت خمیر از مخلوط لاجورد ساییده شده و	- جواهرنامه	

	<p>نظامی</p> <p>- جواهرنامه</p> <p>سلطانی</p> <p>- جواهرنامه‌ای از دوره شاهرخ</p>	<p>رزین طبیعی با یا بدون روغن در حرارت؛ ورز دادن مخلوط در آب گرم؛ دور ریز کردن سرآب و برداشت و استفاده ماده ته نشین</p>	<p>رزین طبیعی و شستن آن در آب و برداشتن ماده ته‌نشین</p>	
	<p>- بیان الصناعات</p> <p>- رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل</p> <p>- رساله در بیان طریقه ساختن مرکب الوان و کاغذهای الوان</p>	<p>ساییدن لاجورد؛ ریختن آن در آب و هم زدن؛ دور ریز کردن آب سطح؛ برداشت و استفاده ماده ته‌نشین شده</p>	<p>شستن در آب و برداشتن ماده ته‌نشین شده</p>	<p>رساله‌های رنگ‌سازی و هنر</p>
-	<p>- گلزار صفا</p> <p>- مرکب و خط</p>	<p>ساییدن سنگ لاجورد در آب؛ اجازه ته‌نشین شدن؛ برداشت و استفاده از آنچه روی آب قرار می‌گیرد (سرآب)</p>	<p>شستن در آب و برداشت سر آب</p>	
-	<p>- گلستان هنر</p> <p>- رساله در بیان خط و مرکب و کاغذ و ساختن رنگ‌ها</p>	<p>خرد کردن سنگ؛ جدا کردن قطعات خوشرنگ؛ کوبیدن هر کدام از اجزاء جدا شده در هاونی مجزا؛ الک کردن؛ شستن با صابون عراقی؛ دور ریز کردن سرآب؛ تکرار مراحل قبل برای مواد ته‌نشین شده؛ شستن با تیزاب؛ شستن مواد باقی مانده با صابون عراقی یا شیرگرم</p>	<p>شستن با صابون عراقی</p>	
<p>در مخزن / لادویه مازو نیامده و تنها به جوشاندن در آب اشاره کرده است.</p>	<p>- تحفه حکیم مومن</p> <p>- مخزن / لادویه</p>	<p>خرد کرد سنگ؛ جوشاندن در مازو و آب؛ اضافه کردن روغن زیتون؛ جوشاندن مکرر و افزودن آب در چند مرحله تا پودر شدن لاجورد</p>	<p>شستن در روغن زیتون</p>	<p>متون طب</p>

## روش‌های ساختن رنگ لاجورد

ساختن رنگ لاجورد تنها در رساله‌های رنگ‌سازی دیده می‌شود و هیچ یک از متون گوه‌شناسی و طب به این مساله نپرداخته‌اند. برای ساختن رنگ لاجورد از پودر حاصل از شستشوی سنگ لاجورد دو روش بیان شده است.

۱- در روش اول (بیان الصناعات، رساله در بیان خط و مرکب و کاغذ و ساختن رنگ‌ها و گلستان هنر) از فرایند اسیدشویی برای صلایه کردن<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. چنانچه پودر لاجورد همراه با سرکه (اسید استیک رقیق) و صمغ عربی بر روی سنگ صلایه، ساییده می‌شود. سپس آن را در یک ظرف پرآب ریخته و شستشو می‌دهند. ته نشست ماده برداشته شده، با صمغ عربی مخلوط شده و برای کتابت و نگارگری استفاده می‌شود.

۲- در روش دوم (رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل، گلزار صفا، خط و مرکب، رساله در بیان طریقه ساختن مرکب الوان و کاغذهای الوان و رساله طلا و نقره و حل کردن آن) از فرایند سایش ساده پودر همراه با صمغ استفاده می‌شود. پس از صلایه کردن با صمغ عربی، آن را شسته به مقدار کافی به آن صمغ عربی اضافه نموده استفاده می‌کنند.

در هر دو روش ابتدا از صمغ برای غلظت دادن به رنگ در فرایند صلایه کردن استفاده شده است و پس از شستشو، مقدار کافی از صمغ به عنوان بست به آن اضافه شده است.

## روش‌های ساختن رنگ لاجورد عملی

لاجورد عملی در واقع روش ساختن فام رنگی لاجورد از مواد دیگر است. جواهرنامه سلطانی لاجورد عملی را مطابق با فریت لعاب لاجورد معرفی کرده است اما اساس ساخت لاجورد عملی در رساله‌های رنگ‌سازی، اضافه کردن رنگینه آلی نیل به یک رنگدانه یا پرکننده سفیدرنگ است که در سه رساله در بیان کاغذ، مرکب الوان و خط اوهل، گلزار صفا و خط و مرکب ارائه شده است. در تمام این رساله‌ها، از نیل حل شده در آب که همراه با صمغ صلایه شده، به عنوان رنگ آبی استفاده شده است. سپس به آن سفیدآب، پوسته تخم مرغ ساییده شده یا میکای ساییده شده اضافه می‌شود تا رنگ لاجوردی حاصل شود. منظور از سفیدآب در این متون سفید سرب یا روی بوده است چرا که در روش‌های ساخت سفیدآب در رساله‌های قدیمی به سفید سرب (افشار، ۱۳۷۲، ۳۵۲) و سفیدآب قلعی (تقلیسی، ۱۳۳۶، ۳۰۳) اشاره شده است. اما با توجه به پژوهش‌های انجام شده، استفاده از سفیدآب سرب رواج بیشتری داشته است (کریمی و نصیری مبارکه،

۱. صلایه کردن به معنی ساییدن رنگدانه در یک سطح یا میز سنگی است تا بحد کافی و مورد نیاز هنر نقاشی یا کتابت ریزدانه شود.

۱۳۸۶). همچنین بررسی‌های اخیر نشان داده است که باتوجه به تنوع روش‌های استحصال سفیدآب سرب، چند نوع رنگدانه سفید پایه سرب با ساختارهای متفاوت حاصل می‌شد ( Niknejad and Karimy, 2019; مبشر مقصود و کوچکزایی، ۱۴۰۱ الف). پوسته تخم مرغ حاوی کربنات کلسیم است که یکی از رنگدانه‌های کهن شناخته شده سفید است. میکا یا همان طلق نیز یک آلومینوسیلیکات آبدار همراه با پتاسیم، منیزیم، سدیم یا عناصر دیگر است که به صورت ورقه‌ای در طبیعت حاصل می‌شود. میکا که دارای مزیت درخشندگی است، براحتی کوبیده و پودر نمی‌شود بلکه طبق رساله‌های کهن (صیرفی، ۱۳۷۲؛ عقیلی رستم‌داری، ۱۳۷۲) آن را با برش دادن ورق‌ها، کوچک کرده، قطعات کوچک را همراه با تعدادی سنگ‌ریزه داخل یک پارچه ریخته و درون آب آن را تکان داده یا می‌کوبیدند تا ذرات آن وارد آب شده و ته نشین شود. نمونه‌ای از این نوع از لاجوردهای عملی، در بررسی رنگدانه‌های یک نسخه خطی مربوط به اوایل دوره قاجار گزارش شده است که در آن، نیل به همراه سفید سرب و کلسیت، برای ایجاد قام لاجوردی مخلوط شده بودند ( Koochakzaei, Alizadeh Gharetapeh, and Jelodarian Bidgoli, 2022).

غیر از روش‌های فوق، دو روش نیز توسط جوهری نیشابوری ارائه شده است که نویسنده هدف از ساخت این نوع لاجورد را بیان نکرده است. اما این روش‌ها در هیچ یک از منابع دیگر دیده نمی‌شود. بنابراین با توجه به ماهیت گوهرشناسی کتاب وی، احتمالاً این روش‌ها برای ساختن گوهر یا سنگ مصنوعی لاجوردی رنگ است.

### لعاب لاجورد

در کتاب عرایس الجواهر و نفایس الاطایب عبدالله کاشانی روشی برای ساخت لاجورد ارائه شده است که متناسب با ساخت لعاب لاجورد است. کاشانی استفاده از یک ساختار سیلیکاتی (شبکه ساز)، یک گداز آور (شخار که شامل اکسیدهای سدیم، پتاسیم و منیزیم است (Tite et al., 2006)) و یک اکسید فلزی (اکسید کبالت) را در یک محیط قلیایی (آهک) برای ساخت لاجورد شرح داده است. هرچند پودر این ترکیب پس از پخت یک رنگدانه لاجورد را نشان می‌دهد اما این روش عمدتاً در تمدن اسلامی برای ساخت لعاب لاجورد بکار می‌رفت ( Holakooei et al., 2014; Colomban and Simsek Franci, 2023) که در متن جواهرنامه سلطانی هم به آن اشاره شده است (محمد بن منصور، ۱۳۳۵، ۲۵۱). این مساله زمانی قوت می‌گیرد که این روش در هیچ رساله رنگ‌سازی ارائه نشده و از سویی عرایس الجواهر به عنوان یکی از منابع مهم گوهرشناسی و ساخت لعاب در تمدن اسلامی شناخته می‌شود. استفاده از ترکیب شبکه ساز سیلیکاتی، گداز آور قلیایی و اکسید فلزی آبی برای ساخت رنگدانه آبی سابقه‌ای طولانی

دارد. در مصر و بین‌النهرین از ترکیب سیلیس، کلسیم و اکسیدهای مس، رنگ آبی مصری یا همان آبی خرده شیشه حاصل می‌شد (جتتنز و استات، ۱۳۷۹، ۴۵). آبی کبالت از تکلیس اکسید کبالت و هیدرات آلومینیم حاصل می‌شود اما تاکنون گزارش موثقی برای استفاده از این ترکیب به‌عنوان رنگدانه در آثار نقاشی گزارش نشده است (Coentro et al., 2012; Cunningham, 2019).

### نتیجه

منشاء شناسی، فرآیند استحصال، فرآوری و ساخت رنگدانه و رنگ لاجورد در متون تاریخی متعددی در حوزه‌های رنگ‌سازی و هنر، کانی‌شناسی، سفالگری و لعاب‌سازی و طب مورد اشاره و بحث قرار گرفته است. در اکثر این منابع و به‌ویژه منابع کانی‌شناسی، به منشأ لاجورد طبیعی اشاره شده است که عموماً بدخشان را مرکز اصلی استخراج آن ذکر کرده‌اند، هرچند منابع دیگری نیز مورد اشاره قرار گرفته است. با وجود این در برخی از این منابع، علاوه بر لاجورد طبیعی، آزوریت و اکسید کبالت نیز گاهی به‌عنوان لاجورد مورد اشاره قرار گرفته است. منابع طبی تنها به روش استخراج پودر لاجورد از سنگ لاجورد پرداخته که روش فرآوری در آنها از سایر منابع متفاوت است. این تفاوت را کاربرد طبی لاجورد در درمان برخی بیماری‌ها می‌تواند توجیه کند. همچنین ساخت لعاب لاجورد و نیز روش‌هایی برای ساخت لاجورد مصنوعی در منابع کانی‌شناسی و لعاب‌سازی ارائه شده است. روش حصول فام لاجورد از مواد دیگر که به آن لاجورد عملی می‌گویند، تنها در رساله‌های هنری و رنگ‌سازی ارائه شده است که مبتنی بر افزودن نیل به یک پرکننده معدنی سفیدرنگ شامل سفیدآب، پوسته تخم مرغ یا میکا است. بطور کلی ساخت رنگ لاجورد از سنگ لاجورد و ساخت لاجورد عملی تنها در رساله‌های رنگ‌سازی و هنر دیده می‌شود و سایر منابع اهدافی غیر از ساختن رنگ داشته‌اند و در حوزه رنگ‌سازی چندان قابل اعتماد نیستند.

## منابع

- افشار، صادقی بیگ. (۱۳۷۲). قانون الصور. در کتاب *آرایی در تمدن اسلامی*. مشهد: بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی. صص. ۳۴۵-۵۵.
- باتر، مسعود، و افسر نظری برون. (۱۴۰۰). مطالعه ساختاری و بررسی آزمایشگاهی آرایه های مسجد کبودانی خواف. *پژوهه باستان سنجی* ۱۷(۱): ۱۶۷-۸۶. <https://doi.org/10.52547/jra.7.1.167>.
- باقرزاده کثیری، مسعود. (۱۳۹۴). شناسایی رنگدانه لاجورد در نگاره های ایرانی با استفاده از روش های نشر پرتو ایکس القائی پروتون (PIXE) و میکروسکوپی نیروی اتمی (AFM). *علوم و فناوری رنگ* ۹(۳): ۲۵۱-۲۵۱.
- بهادری، رویا، و فرانک بحرالعلومی. (۱۳۹۶). شناسایی رنگینه ها و رنگدانه های به کار رفته در تزیینات و مرکب نسخ خطی قرآنی دوره صفوی. *گنجینه اسناد*. ۲۷(۱۰۵): ۱۰۴-۲۵.
- بیرونی، ابوریحان محمد بن احمد. (۱۳۷۴). *الجماهر فی الجواهر*. تصحیح یوسف هادی. تهران: مرکز پژوهشی میراث مکتوب، پورتر. ابو. (۱۳۸۹). *آداب و فنون کتاب آرایی*. ترجمه زینب رجبی. تهران: فرهنگستان هنر و موسسه متن.
- تقلیسی، حبیب بن ابراهیم بن محمد. (۱۳۳۶). بیان الصناعات. تصحیح ایرج افشار. در فرهنگ ایران زمین. (۵): ۴۵۸-۲۷۸.
- جنتنر، رادفورد، و جورج استات. (۱۳۷۹). *فرهنگ فشرده رنگدانه های هنری*. ترجمه حمید فرهمند بروجنی. اصفهان: مترجم، جواهرنامه. (۱۳۴۳). تصحیح تقی بینش. در *فرهنگ ایران زمین* (۱۲): ۹۷-۲۷۳. تهران.
- جوهری نیشابوری، محمدبن ابی البرکات. (۱۳۸۳). *جواهرنامه*. تصحیح ایرج افشار. تهران: مرکز پژوهشی میراث مکتوب، حسن دوسن، محمد. (۱۳۹۳). فرهنگ ریشه شناختی زبان فارسی. جلد چهارم. تهران: فرهنگستان زبان و ادب فارسی.
- حسینی صومعه، محدثه، حمیدرضا بخشنده فر، و حسام اصلانی. (۱۳۹۷). شناسایی و تمایز رنگدانه های آبی موسوم به لاجورد در تذهیب دوره صفویه. *علوم و فناوری رنگ* ۱۲(۴): ۳۰۴-۲۹۳.
- حکیم مومن، محمد مومن بن محمدزمان. (۱۳۸۷). *تحفه المومنین*. تصحیح محمدرضا شمس اردکانی. روجا رحیمی و فاطمه فرجامند. تهران. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران.
- داداش زاده، مارال، مهناز عبدالله خان گرجی، و رضا وحیدزاده. (۱۳۹۵). خمیر لاجورد یا آبی مصری؟ بررسی ساختاری و هویت بخشی مجموعه ای از اشیاء منسوب به خمیر لاجورد در موزه ملی ایران. *پژوهه باستان سنجی*؛ ۲(۲): ۴۸-۳۵. <https://doi.org/10.29252/jra.2.2.35>.
- رساله در بیان خط و مرکب و کاغذ. (۱۳۷۲ الف). در کتاب *آرایی در تمدن اسلامی*. تصحیح نجیب مایل هروی. ۴۳-۵۳۳ و مشهد: بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی.
- رساله در بیان طریقه ساختن مرکب الوان. (۱۳۷۲ ب). در کتاب *آرایی در تمدن اسلامی*. تصحیح نجیب مایل هروی. ۱۳-۵۰۷. مشهد: بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی.
- رساله در بیان کاغذ، مرکب و حل الوان. (۱۳۷۲ ج). در کتاب *آرایی در تمدن اسلامی*. تصحیح نجیب مایل هروی. ۶۹-۵۷. مشهد: بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی.
- رساله طلا، نقره و حل کردن آنها. (۱۳۷۲ د). در کتاب *آرایی در تمدن اسلامی*. تصحیح نجیب مایل هروی. ۳۱-۵۲۹. مشهد: بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی.
- سیدسجادی، سید منصور. (۱۳۸۷). «منابع تأمین سنگ لاجورد جیرفت با توجه به آخرین یافته های باستانشناسی در شهر سوخته».



- در مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هلیپود. جیرفت. به کوشش یوسف مجیدزاده. جیرفت: میراث فرهنگی کرمان.
- صدقی. یاسین، سید ایرج بهشتی، و سید منصور سیدسجادی. (۱۴۰۱). ساختارشناسی سنگ‌ها و مهره‌های لاجورد شهر سوخته سیستان. مطالعات باستان‌شناسی پارسه ۱۴۰۱؛ ۶ (۲۰): ۵۹-۸۴.
- صیرفی. (۱۳۷۲). گلزار صفا در کتاب آرایه در تمدن اسلامی. تصحیح نجیب مایل هروی. ۵۷-۲۳۹. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.
- طوسی. خواجه نصیرالدین. (۱۳۴۸). *تسوخ نامه ایلخانی*. تصحیح سید محمدتقی مدرس رضوی. تهران: موسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی.
- عقیلی خراسانی. سید محمد حسین. (۱۳۸۷). *مخزن الادویه*. تصحیح محمدرضا شمس اردکانی. روجا رحیمی و فاطمه فرجامند. تهران: نشر شهر تهران (وابسته به سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران). دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. مرکز تحقیقات طب سنتی و مفردات پزشکی.
- عقیلی رستم‌داری. حسین. (۱۳۷۲). خط و مرکب. در کتاب آرایه در تمدن اسلامی. ۴۳-۳۲۳. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.
- قلیچ‌خانی. حمیدرضا. (۱۳۹۸). *رسالاتی در خوشنویسی و هنرهای وابسته*. تهران: روزنه.
- کاشانی. عبدالله بن علی. (۱۳۸۶). *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب*. تصحیح ایرج افشار. تهران: المعی.
- کریمی. امیرحسین، و مهدی نصیری مبارکه. (۱۳۸۶). بررسی رنگدانه‌ی سفیدآب شیخ و انتساب آن به شیخ بهایی. مرمت و پژوهش. ۳: ۷۳-۸۴.
- کوچکزایی. علیرضا، یاسر حمزوی. و فائزه شجاعی فر. (۱۴۰۰). شناسایی رنگدانه‌های قرمز. آبی و طلایی دیوارنگاره قاجاری مربوط به شومینه خانه گوهریون تبریز. *علوم و فناوری رنگ* ۱۵ (۴): ۹۹-۲۸۷.
- کوچکزایی. علیرضا، علی نعمتی بابای لو، و لیلا دانشپور. ۱۳۹۴. شناسایی رنگدانه‌های مورد استفاده در تزئین کتیبه کاغذی خانه انصارین تبریز *علوم و فناوری رنگ* ۹ (۴): ۲۹۷-۳۰۶.
- کوچکزایی. علیرضا، و پریزاد معرفت ایزدی. ۱۴۰۳. کاربرد طیف سنجی رامان در شناسایی رنگدانه‌های مورد استفاده در دو قلمدان پاییه ماشه قاجاری *علوم و فناوری رنگ* ۱۸ (۱): ۵۷-۶۶.
- مایل هروی. نجیب. (۱۳۷۲). کتاب آرایه در تمدن اسلامی. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.
- مبشر مقصود. المیرا، و علیرضا کوچکزایی. (۱۴۰۱ الف). مروری بر رنگدانه‌های سنتی (بخش اول): سفیدسرب و قرمزسرب. *مطالعات در دنیای رنگ* ۱۲ (۳): ۲۲-۲۰۹.
- مبشر مقصود. المیرا، و علیرضا کوچکزایی. (۱۴۰۱ ب). مروری بر رنگدانه‌های سنتی (بخش دوم): آبی اولترامارین و سبز زمردی. *مطالعات در دنیای رنگ* ۱۲ (۴): ۸۵-۳۶۹.
- محمد بن منصور. (۱۳۳۵). *گوهرنامه*. در فرهنگ ایران زمین. تصحیح منوچهر ستوده. ۴: ۳۰۲-۱۸۵. تهران.
- محمدی پور. سپیده. (۱۴۰۲). شناسایی ساختار رنگ در آرایه‌های سه‌بنای تاریخی خراسان رضوی: مقبره‌ی ارسلان جاذب مسجد جامع رشت‌خوار. آرامگاه خواجه ربیع. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌سنجی (منتشر نشده). تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

- مستوفی، حمدالله. (۱۳۳۶). *نزهة القلوب*. تصحیح محمد دبیرسیاقی. تهران: کتابخانه طهوری.
- منشی قمی، قاضی میر احمد. (۱۳۸۳). *گلستان هنر*. تصحیح احمد سهیلی خوانساری. تهران: منوچهری.
- نعمتی بابایلو، علی، مهرناز آزادی بویاغچی، فرهود نجفی، و محسن محمدی آچاچلوئی. (۱۴۰۱). مطالعه دمای ساخت و فرآیندهای تشکیل پوشش روغنی-رزینی ایرانی «روغن کمان». *علوم و فناوری رنگ* ۱۶ (۱): ۱-۱۶.
- نعمتی، آندیا. (۱۳۹۹). تاریخچه ی سنگ لاجورد و نقش علم شیمی در کشف حقایق آن. *تاریخ علم* ۱۸ (۱): ۷۹-۲۵۹.
- Aleksandrov, S. M., and V. G. Senin. 2006. "Genesis and Composition of Lazurite in Magnesian Skarns." *Geochemistry International* 44 (10): 976-88. <https://doi.org/10.1134/S001670290610003X>.
- Azarpay, Guitty. 2014. "The Afrasiab Murals: A Pictorial Narrative Reconsidered." *Silk Road* 12: 49-56.
- Bacci, Mauro, Costanza Cucci, Eleonora Del Federico, Andrea Ienco, Alexej Jerschow, Jacob M. Newman, and Marcello Picollo. 2009. "An Integrated Spectroscopic Approach for the Identification of What Distinguishes Afghan Lapis Lazuli from Others." *Vibrational Spectroscopy* 49 (1): 80-83. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2008.05.002>.
- Berke, Heinz. 2002. "Chemistry in Ancient Times: The Development of Blue and Purple Pigments." *Angewandte Chemie International Edition* 41 (14): 2483-87. [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20020715\)41:14<2483:AID-ANIE2483>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20020715)41:14<2483:AID-ANIE2483>3.0.CO;2-U).
- Berke, Heinz. 2007. "The Invention of Blue and Purple Pigments in Ancient Times." *Chemical Society Reviews* 36 (1): 15-30.
- Calligaro, T., Y. Coquinot, L. Pichon, G. Pierrat-Bonnefois, P. de Campos, A. Re, and D. Angelici. 2014. "Characterization of the Lapis Lazuli from the Egyptian Treasure of Tôd and Its Alteration Using External  $\mu$ -PIXE and  $\mu$ -IBIL." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, the 13th International Conference on Particle Induced X-ray Emission (PIXE 2013), 318 (January): 139-44. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2013.06.063>.
- Cennini, Cennino. 1913. *Il Libro Dell'arte*. Lanciano: R. Carabba.
- Chukanov, Nikita V, Anatoly N Sapozhnikov, Roman Yu Shendrik, Marina F Viganina, and Ralf Steudel. 2020. "Spectroscopic and Crystal-Chemical Features of Sodalite-Group Minerals from Gem Lazurite Deposits." *Minerals* 10 (11): 1042.
- Clark, Robin J. H., M. Lucia Curri, and Caterina Laganara. 1997. "Raman Microscopy: The Identification of Lapis Lazuli on Medieval Pottery Fragments from the South of Italy." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 53 (4): 597-603. [https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(96\)01768-4](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(96)01768-4).
- Coentro, Susana, João M Mimoso, Augusta M Lima, António S Silva, Alexandre N

- Pais, and Vânia SF Muralha. 2012. "Multi-Analytical Identification of Pigments and Pigment Mixtures Used in 17th Century Portuguese Azulejos." *Journal of the European Ceramic Society* 32 (1): 37–48.
- Colomban, Philippe. 2003. "Lapis Lazuli as Unexpected Blue Pigment in Iranian Lâjvardina Ceramics." *Journal of Raman Spectroscopy* 34 (6): 420–23.
- Colomban, Philippe, and Gulsu Simsek Franci. 2023. "Timurid, Ottoman, Safavid and Qajar Ceramics: Raman and Composition Classification of the Different Types of Glaze and Pigments." *Minerals* 13 (7): 977.
- Cunningham, Krystal Marie. 2019. *Reconstructing Ancient "Cobalt Blue" Technology from an Experimental and Theoretical Approach*. University of California, Los Angeles.
- Favaro, M., A. Guastoni, F. Marini, S. Bianchin, and A. Gambirasi. 2012a. "Characterization of Lapis Lazuli and Corresponding Purified Pigments for a Provenance Study of Ultramarine Pigments Used in Works of Art." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402 (6): 2195–2208. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5645-4>.
- . 2012b. "Characterization of Lapis Lazuli and Corresponding Purified Pigments for a Provenance Study of Ultramarine Pigments Used in Works of Art." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402 (6): 2195–2208. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5645-4>.
- FitzHugh, Elisabeth West, and Lynda A. Zycherman. 1983. "An Early Man-Made Blue Pigment from China—Barium Copper Silicate." *Studies in Conservation* 28 (1): 15–23. <https://doi.org/10.1179/sic.1983.28.1.15>.
- Frison, Guido, and Giulia Brun. 2016. "Lapis Lazuli, Lazurite, Ultramarine 'Blue', and the Colour Term 'Azure' up to the 13th Century." *Journal of the International Colour Association* 16: 41–55.
- Ganio, Monica, Emeline S. Pouyet, Samuel M. Webb, Catherine M. Schmidt Patterson, and Marc S. Walton. 2018. "From Lapis Lazuli to Ultramarine Blue: Investigating Cennino Cennini's Recipe Using Sulfur K-Edge XANES." *Pure and Applied Chemistry* 90 (3): 463–75. <https://doi.org/10.1515/pac-2017-0502>.
- Gettens, Rutherford J. 1938. "The Materials in the Wall Paintings of Bamiyan, Afghanistan." *Technical Studies in the Field of the Fine Arts* 6 (3): 186–93.
- González-Cabrera, M., P. Arjonilla, A. Domínguez-Vidal, and M. J. Ayora-Cañada. 2020a. "Natural or Synthetic? Simultaneous Raman/Luminescence Hyperspectral Microimaging for the Fast Distinction of Ultramarine Pigments." *Dyes and Pigments* 178: 108349.
- González-Cabrera, M., P. Arjonilla, A. Domínguez-Vidal, and M. J. Ayora-Cañada. 2020b. "Natural or Synthetic? Simultaneous Raman/Luminescence Hyperspectral Microimaging for the Fast Distinction of Ultramarine Pigments." *Dyes and Pigments* 178 (July): 108349.

- <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2020.108349>.
- Grassi, N., A. Migliori, P. A. Mandò, and H. Calvo del Castillo. 2004. "Identification of Lapis-Lazuli Pigments in Paint Layers by PIGE Measurements." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, Proceedings of the Sixteenth International Conference on Ion Beam Analysis, 219–220 (June): 48–52. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2004.01.026>.
- Herrmann, Georgina. 1968. "Lapis Lazuli: The Early Phases of Its Trade." *IRAQ* 30 (1): 21–57. <https://doi.org/10.2307/4199836>.
- Hochleitner, B., V. Desnica, M. Mantler, and M. Schreiner. 2003. "Historical Pigments: A Collection Analyzed with X-Ray Diffraction Analysis and X-Ray Fluorescence Analysis in Order to Create a Database." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 16th International Conference on X-ray Optics and Microanalysis, 58 (4): 641–49. [https://doi.org/10.1016/S0584-8547\(02\)00280-X](https://doi.org/10.1016/S0584-8547(02)00280-X).
- Holakooei, Parviz, and Amir-Hossein Karimy. 2015. "Early Islamic Pigments Used at the Masjid-i Jame of Fahraj, Iran: A Possible Use of Black Plattnerite." *Journal of Archaeological Science* 54: 217–27.
- Holakooei, Parviz, Flavia Tisato, Carmela Vaccaro, and Ferruccio Carlo Petrucci. 2014. "Haft Rang or Cuerda Seca? Spectroscopic Approaches to the Study of Overglaze Polychrome Tiles from Seventeenth Century Persia." *Journal of Archaeological Science* 41: 447–60.
- Huang, He. 2018. "The Route of Lapis Lazuli: Lapis Lazuli Trade from Afghanistan to Egypt During Mid-Late Bronze Age." In, 391–99. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/mess-18.2018.73>.
- Koochakzai, Alireza, Samane Alizadeh Gharetapeh, and Behrooz Jelodarian Bidgoli. 2022. "Identification of Pigments Used in a Qajar Manuscript from Iran by Using Atomic and Molecular Spectroscopy and Technical Photography Methods." *Heritage Science* 10 (1): 30.
- Koochakzai, Alireza, Yaser Hamzavi, and Munir al-Sadat Sultanzadeh Mousavi. 2022. "Characterization of the Mural Blue Paintings in Ornamental Motif of Ali Qapu Palace in Isfahan, Iran, Using Spectroscopic and Microscopic Methods (a Case Study)." *Journal of Archaeological Science: Reports* 45: 103632.
- Koochakzai, Alireza, Behrooz Jelodarian Bidgoli, and Mohaddesehsadat Naserahari. 2024. "A Multi-Analytical Approach to Identify Colorants in the Qajar Painted Wooden Decorative False Ceilings, From Northwest Iran." *Microscopy and Microanalysis*, ozae029.
- Koochakzai, Alireza, Elmira Mobasher Maghsoud, and Behrooz Jelodarian Bidgoli. 2023. "Non-Invasive Imaging and Spectroscopy Techniques for Identifying Historical Pigments: A Case Study of Iranian Manuscripts from the Qajar Era." *Heritage Science* 11 (1): 157. <https://doi.org/10.1186/s40494-023->

- 01011-5.
- Lo Giudice, Alessandro, Alessandro Re, Silvia Calusi, Lorenzo Giuntini, Mirko Massi, Paolo Olivero, Giovanni Pratesi, Maria Albonico, and Elisa Conz. 2009. "Multitechnique Characterization of Lapis Lazuli for Provenance Study." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 395 (7): 2211–17. <https://doi.org/10.1007/s00216-009-3039-7>.
- Majidzadeh, Yousef. 1982. "Lapis Lazuli and the Great Khorasan Road." *Paléorient*, 59–69.
- Niknejad, Maryam, and Amir-Hossein Karimy. 2019. "Lead White or Lead Whites? Reconsideration of Methods of Sefidāb-i-Sorb Production in Iran." *Studies in Conservation* 64 (1): 1–9.
- Osticioli, I., N. F. C. Mendes, A. Nevin, Francisco P. S. C. Gil, M. Becucci, and E. Castellucci. 2009. "Analysis of Natural and Artificial Ultramarine Blue Pigments Using Laser Induced Breakdown and Pulsed Raman Spectroscopy, Statistical Analysis and Light Microscopy." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Raman Spectroscopy Applied to the Earth Sciences - Sensu Latu*, 73 (3): 525–31. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2008.11.028>.
- Oudbashi, Omid, and Morteza Hessari. 2021. "A 'Western' Imported Technology: An Analytical Study of the Achaemenid Egyptian Blue Objects." *Journal of Cultural Heritage* 47: 246–56.
- Re, Alessandro, Alessandro Lo Giudice, Debora Angelici, Silvia Calusi, Lorenzo Giuntini, Mirko Massi, and Giovanni Pratesi. 2011. "Lapis Lazuli Provenance Study by Means of Micro-PIXE." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 269 (20): 2373–77.
- Saleh, Miriam, Letizia Bonizzoni, Jacopo Orsilli, Sabrina Samela, Marco Gargano, Salvatore Gallo, and Anna Galli. 2020. "Application of Statistical Analyses for Lapis Lazuli Stone Provenance Determination by XRL and XRF." *Microchemical Journal* 154: 104655.
- Schmidt, Catherine M., Marc S. Walton, and Karen Trentelman. 2009. "Characterization of Lapis Lazuli Pigments Using a Multitechnique Analytical Approach: Implications for Identification and Geological Provenancing." *Analytical Chemistry* 81 (20): 8513–18. <https://doi.org/10.1021/ac901436g>.
- Shuqi, LAI, QIU Zhili, YANG Jiong, LUO Han, ZHENG Xinyu, and YE Xu. 2021. "Mining and Trading of Ancient Lapis Lazuli: The Exploration for a Combination of Twofold Evidence Based on Historical Documents and Archaeology Discovery." *Journal of Gems & Gemmology* 23 (4): 1–11.
- Siddall, Ruth. 2018. "Mineral Pigments in Archaeology: Their Analysis and the Range of Available Materials." *Minerals* 8 (5): 201.
- Tite, Michael S, Andrew Shortland, Yannis Maniatis, D Kavoussanaki, and SA

- Harris. 2006. "The Composition of the Soda-Rich and Mixed Alkali Plant Ashes Used in the Production of Glass." *Journal of Archaeological Science* 33 (9): 1284–92.
- Wiedemann, Hans G., and Gerhard Bayer. 1997. "Formation and Stability of Chinese Barium Copper-Silicate Pigments." In *Conservation of Ancient Sites on the Silk Road: Proceedings of an International Conference on the Conservation of Grotto Sites..., Dunhuang, the People's Republic of China, 3-8 October 1993*, 379–87.
- Winter, Irene J. 1999. "The Aesthetic Value of Lapis Lazuli in Mesopotamia." *Cornaline et Pierres Précieuses. La Méditerranée de l'Antiquité à l'Islam*, 43–58.
- Wyart, Jean, Pierre Bariand, and Jean Filippi. 1981. "Lapis-Lazuli from Sar-e-Sang, Badakhshan, Afghanistan." *Gems Gemol* 17: 184–90.
- Zhang, Yidong, Julin Wang, Hongli Liu, Xudong Wang, and Sheng Zhang. 2015. "Integrated Analysis of Pigments on Murals and Sculptures in Mogao Grottoes." *Analytical Letters* 48 (15): 2400–2413. <https://doi.org/10.1080/00032719.2015.1038557>.