



Original Paper

Characterization of a Leather Quran Housed at the Tabriz Quran and Scribing Museum



Leila Zarei¹, Masoud B. Kasiri^{*2}, Mohsen Mohammadi Achachlouei³,
Vali Javadiazar Khiavi⁴

¹ M. Sc. in Archaeometry, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

² Associate Professor, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

³ Assistant Professor, Faculty of Conservation, Art University of Isfahan, Isfahan, IRAN

⁴ Lecturer, Islamic Crafts Faculty, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

Received: 01/03/2018

Accepted: 21/06/2018

Abstract

Frist Quran manuscripts remained from early centuries of Islam, have been written on skin in Quran script, and are considered as the most important works of that times. Due to the very small amount of organic matter left over the past years, the study of these works has been very limited, so the information about these works is based only on library studies, including the information contained in the old books and comparative-historical studies. One of these works is a folio of a Quran manuscript with the size of 14.5 × 9.5 cm (Property no.: 1315) which is preserved in the Quran and Redaction Museum of Tabriz. According to the materials contained in the birth certificate, this manuscript has been transferred from Golestan Palace of Tehran to this museum during the past years. Experts have identified the material and information on this skin according to the type of textbook and eventually, its adaptation to similar works. Despite its historical and cultural values, it has not been yet investigated scientifically, neither from historical nor artistic point of view. Structural study not only can be useful in assessing the authenticity of the manuscript, but also provides a detailed account of the treatment of skin in the early stages of Islamic era. It should be noted that the results of the processing method can be cited if the authenticity of the manuscript could be proved. During this research, the processing technique and constituent elements, including bedding, type of bedding, and black and red inks on it were identified and studied. The objectives of this study include examining the authenticity of the work and, in the case of authenticity, obtaining documented results in the basin of the method of dermatology in the early years of Islam. Due to the historical, cultural and religious importance and, ultimately, the sampling constraints, non-destructive methods that require less sample were used. The strategies of this research are based on ancient metamorphic and laboratory studies, including spot tests as well as instrumental techniques. In this research, this artifact has been studied using UV photography to evaluate the authenticity, FTIR investigation to recognize the support material and make distinguish between the paper and skin, electron microscopy studies to identify the type of the animal whose skin has been used, SEM imaging to explore the morphology of cross section of the skin sample, and finally, SEM-EDX analysis to study the ink which has been used to write the manuscript. The spectra of the Fourier transform infrared spectrometry indicate the proteinaceous structure of the artwork, so the support of this manuscript is of skin and not paper, thus it can be called “skin” or “parchment”. The results obtained indicate that the support material of this folio is the skin of a type of sheep. The results of the analysis of the images obtained from the SEM are such that in some places there are microcircuits and gaps in the surface of the fiber that can

* Corresponding author: m.kasiri@tabriziau.ac.ir

be caused by the pressures introduced in the production process as well as by the effects of different factors over the time (such as atmospheric and environmental factors). It is worth noting, however, that these cracks and cracks do not have a serious effect on appearance, and the skin just has somewhat lost its softness. Regarding the dark ink, the result is not certain due to the presence of too many elements, however, according to the presence of copper, Motavvas (peacock) ink is suggested. Regarding the red ink, cinnabar is suggested as mercury and sulfur elements were identified. Authenticity investigation confirms that there is no evidence of erased or added line in this folio and it can be concluded that there is no evidence of forgery in the text and signature.

Keywords: Leather Manuscript, Archaeometry, Ink Identification, SEM-EDX, FT-IR, UV Photography.



بررسی‌های ساختار یک برگ قرآن پوست‌نوشت متعلق به موزه قرآن و کتابت تبریز

لیلا زارعی^۱، مسعود باقرزاده کثیری^{۲*}، محسن محمدی آچاچلویی^۳، ولی جوادی آذر خیاوی^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

۲. دانشیار، عضو هیئت‌علمی دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

۳. استادیار گروه باستان‌سنجی و مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۴. مربی، عضو هیئت‌علمی دانشکده هنرهای صناعی اسلامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۰

چکیده

قرآن‌های سده‌های اولیه اسلام که به خط کوفی و اکثراً بر روی پوست نگاشته شده‌اند از برجسته‌ترین آثار باقیمانده از آن دوران می‌باشند که در میان ملل مسلمان و حتی غیرمسلمان از اهمیت و ارزش والایی برخوردار بوده و هستند که همین حرمت و تبرک، گاه باعث حفظ و نگهداری و گاهی نیز، در نتیجه‌ی استفاده‌ی فراوان، باعث از بین رفتن آن‌ها شده است. اثر مورد مطالعه در این پژوهش نیز، یک صفحه قرآن در موزه‌ی قرآن و کتابت شهر تبریز است که با وجود ارزش‌های تاریخی آن، تاکنون هیچ‌گونه مطالعه و بررسی آزمایشگاهی در مورد ویژگی‌های آن از جمله، شناسایی قدمت و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن صورت نگرفته است. در طی این پژوهش، جهت بررسی اصالت اثر از روش بررسی سطحی به روش بازتاب‌نگاری فرابنفش، برای تشخیص نوع و جنس سند، از روش طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR)، برای تعیین گونه‌ی جانوری مورد استفاده از مشاهدات میکروسکوپی به‌وسیله لوپ دیجیتال و همچنین، مطالعه مقطع عرضی پوست با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و در نهایت، جهت شناسایی مرکب‌های به کار رفته، از طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس (SEM-EDX) بهره گرفته شده است. نتایج حاصل نشان دادند که بستر این اثر از جنس پوست بوده و پوست مورد استفاده از گونه‌ی پوست گوسفند است. در مورد مرکب سیاه، با توجه به وجود مس با درصد بالا در ترکیب، استفاده از مرکب مطوَس مطرح می‌شود. همچنین در مورد مرکب قرمز نیز با توجه به میزان جیوه و سولفور، احتمالاً از رنگ شنگرف در این مرکب استفاده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی اصالت اثر نیز حاکی از آن است که هیچ‌گونه خطوط پاک‌شده و یا افزوده‌شده‌ای در این اثر مشاهده نمی‌شود که در نتیجه، می‌توان ادعا کرد که اثر عاری از هرگونه جعل در متن و امضا است.

واژگان کلیدی: قرآن پوست‌نوشت، باستان‌سنجی، شناسایی مرکب، SEM-EDX، FT-IR، عکاسی ماورای بنفش.

* مسئول مکاتبات: تبریز، بلوار آزادی، میدان حکیم نظامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده هنرهای کاربردی، کد پستی: ۵۱۶۴۷۳۶۹۳۱

پست الکترونیکی: m.kasiri@tabriziau.ac.ir

© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک بگذارد منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

۱. مقدمه

یکی از منابع مهم در مطالعه‌ی تاریخ حفظ و انتقال قرآن، نسخ قرآنی کهن هستند. اولین مروج کتابت در آغاز اسلام شخص رسول اکرم (ص) بودند زیرا حفظ قرآن در حافظه‌ها نمی‌توانست اطمینان خاطر در مورد صیانت از قرآن را فراهم کند، بنابراین، از سده‌های اولیه اسلام نمونه‌های بسیار ارزشمند از قرآن‌های خطی برجای مانده که اکنون زینت بخش موزه‌ها و کتابخانه‌های بزرگ است. مطالعه و بررسی آثار قرآنی به دلیل احترام و قداستی که در میان مسلمانان دارد از اهمیت فراوانی برخوردار است. ارزش تاریخی و فرهنگی، و به‌ویژه مذهبی این گونه آثار در میان مسلمانان، اهمیت حفاظت و نگهداری آن‌ها را دوچندان می‌کند. از این‌رو استفاده از روش‌های علوم طبیعی یا به عبارتی علم باستان‌سنجی در مطالعه‌ی این گونه آثار تاریخی، مذهبی می‌تواند راهگشای افق‌های نوینی در پژوهش‌های علمی، فرهنگی و مذهبی باشد. امروزه روش‌های آزمایشگاهی و دستگاهی متعددی برای مطالعه‌ی و بررسی نسخ خطی به‌کاربرده می‌شود که اطلاعات ارزشمندی شامل ارزیابی اصالت، سالیابی، تعیین نوع مرکب، پوست و کاغذ را در اختیار نسخه‌شناسان و کارشناسان این حوزه قرار می‌دهد.

نکته‌ی حیاتی در حفاظت از نسخ خطی، انتخاب شرایط بهینه‌ی نگهداری است که این مهم نیز تنها با شناخت مواد تشکیل‌دهنده‌ی اثر میسر خواهد بود. بنابراین باستان‌سنجی این آثار و استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و دستگاهی در شناخت دقیق ساختار، مواد اولیه و فنون ساخت نسخ خطی، اهمیت به‌سزایی داشته و در حفاظت و صیانت از آن‌ها کمک شایانی می‌کند [1]. اثر مورد مطالعه یک صفحه از قرآن پوست‌نوشته با طرح افقی به خط کوفی، در موزه‌ی قرآن و کتابت شهر تبریز به شماره ثبت ۱۳۱۵ مورد حفاظت و در معرض دید بازدیدکنندگان قرار دارد. طبق مطالب مندرج در شناسنامه، این اثر از کاخ گلستان تهران طی سال‌های گذشته به موزه انتقال داده شده است. کارشناسان، مطالب و اطلاعات مربوط به این پوست‌نوشته را با توجه به نوع خط و بستر نوشتار و در نهایت تطبیق آن با آثار مشابه استخراج کرده‌اند.

در رابطه با روش‌های به‌کار رفته در تحقیقات مشابه

و نتایج به‌دست‌آمده، مریم سلطانی و همکارانش در مقاله‌ای با عنوان فن‌شناسی و آسیب‌شناسی صفحات قرآن نفیس به خط کوفی بر روی پوست، قرآنی را که به حضرت علی (ع) منسوب است مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند [2]. در این پژوهش قدمت اثر و بستر آن با استفاده از دستگاه FTIR و مرکب‌های آن با دستگاه SEM-EDX مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در تحقیقی دیگر، عباس عابد اصفهانی و همکارانش [3] طی مقاله‌ای با عنوان بررسی ساختاری یک نمونه طومار چرمی متعلق به موزه هگمتانه همدان به بررسی اثر نام‌برده، به‌وسیله‌ی آزمایش‌های شیمی‌تر، آنالیزهای کروماتوگرافی (TLC) جهت شناسایی اسیدآمینه‌های موجود، و مطالعات SEM-EDX پرداخته‌اند. همچنین، رویا بهادری و فرانک بحرالعلومی [4] نیز در مقاله‌ای با عنوان بررسی‌های آزمایشگاهی بر روی قطعات قرآن پوست‌نوشته (از مجموعه‌ی شخصی محمدرضا ابوئی مهریزی)، برای شناسایی نوع جنس بستر پوست‌نوشته از روش طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه و برای بررسی مرکب‌های به‌کاررفته در اثر از SEM-EDX استفاده کرده‌اند. علیرضا کوچکاری و همکارانش [5] نیز در مقاله‌ای با عنوان فن‌شناسی مشک چرمی منسوب به دوره‌ی سلجوقی و مکشوفه از قله کوه قاین بر اساس مطالعات آزمایشگاهی، به شناسایی و مطالعه‌ی ساختاری اثر پرداخته‌اند. به منظور شناسایی نوع پوست، آرایش فولیکول‌های مو و مقطع عرضی چرم از تصاویر SEM کمک گرفته‌شده، درحالی‌که، ترکیبات معدنی چرم با آنالیز SEM-EDS بررسی شده است. از آزمون‌های شیمی‌تر برای ارزیابی حضور تانن‌های گیاهی، سولفات و کاتیون آلومینیوم و آهن، و از ATR-FTIR برای بررسی ویژگی‌های لایه گرین، کوریوم و تانن‌های استخراجی چرم و نیز چربی آزاد موجود در ساختار و مواد متداول در روغن‌دهی بهره گرفته شده است.

در طی این پژوهش، اصالت و فن ساخت و عناصر تشکیل‌دهنده اعم از بستر نگارش و مرکب‌های سیاه و قرمز روی یک صفحه قرآن با خط کوفی به ابعاد ۹/۵ cm × ۱۴/۵ و به شماره ثبت ۱۳۱۵ در موزه‌ی قرآن و کتابت شهر تبریز مورد شناسایی و بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که منظور از اصالت اثر در این پژوهش عدم

به‌طور دقیق آیات پایانی سوره‌ی یاسین (صفحه‌ی اول، آیه‌ی ۵۶ از کلمه‌ی ضلال تا نصف آیه‌ی ۷۱ و بقیه‌ی آیات تا آخر سوره در صفحه‌ی دوم) نوشته شده است. اثر بدون هرگونه تذهیب، حاشیه و تزئینات است. متن با مرکب سیاه (به احتمال زیاد با مرور زمان مرکب سیاه دچار آسیب رنگ‌پریدگی شده و به رنگ قهوه‌ای درآمده است) نوشته شده و نقطه‌هایی با مرکب قرمز علامت‌گذاری شده است. پشت اثر، در انتهای آیات قسمت پایین سمت چپ، نوشته‌ای به رنگ قرمز به‌صورت ناخوانا دیده می‌شود و احتمال دارد که نام نگارنده‌ی اثر باشد که در این پژوهش از آن به‌عنوان امضای اثر یاد شده است (شکل ۲). طبق مطالب درج‌شده در شناسنامه‌ی موجود در موزه، این پوست نوشت متعلق به سده‌های اولیه اسلام است.

۲-۲. روش نمونه‌برداری و دستگاه‌های مورد استفاده

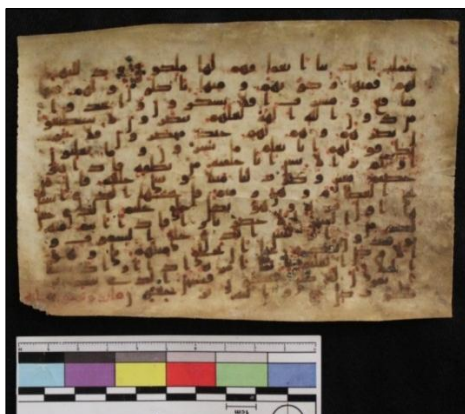
نکته‌ی حائز اهمیت در این پژوهش مقدار بسیار کم نمونه است که در نتیجه، روش منتخب باید با حداقل نمونه و در صورت امکان حتی بدون نمونه‌گیری انجام می‌شد و همچنین روش استفاده‌شده نباید در کوتاه‌مدت و بلندمدت آسیب جدی به اثر وارد می‌کرد [4]. در راستای اهداف تعریف‌شده در این پژوهش، برای شناسایی نوع بستر اثر از طیف‌سنجی FT-IR و برای تعیین گونه‌ی جانوری ابتدا به مشاهده‌ی میکروسکوپی با لوپ دیجیتال اکتفا و سپس برای حصول اطمینان از نتایج حاصله از تصاویر SEM

دخل و تصرف بعدی در نوشته‌های روی اثر است به‌نحوی که بتوان نگارش آیه‌ها را به زمان خلق اثر نسبت داد. بررسی اصالت اثر، یکی از مهم‌ترین جنبه‌های نوآوری در این پژوهش است که در مطالعات پیشین معمولاً با مطالعات تجربی و از روی مشاهدات دقیق اثر صورت می‌گرفت. درحالی که در صورت تأیید اصالت اثر توسط روش مورد استفاده، نتایج مستندی در حوزه‌ی شیوه فرآوری پوست در اوایل اسلام حاصل خواهد آمد. در مطالعه‌ی اثر فوق به دلیل اهمیت تاریخی، فرهنگی و مذهبی و در نهایت محدودیت نمونه‌برداری، از روش‌هایی که به نمونه‌ی کمتری نیاز دارند و تقریباً غیر تخریبی هستند استفاده شده است. راهبردهای این تحقیق بر اساس تحلیل‌های باستان‌سنجی و مطالعات آزمایشگاهی شامل آزمایش‌های دستگاهی مبتنی بر علوم پایه به‌ویژه شیمی تجزیه است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. معرفی نمونه مورد بررسی

نمونه مورد مطالعه یک صفحه قرآن با خط کوفی بر روی پوست به شماره ثبت ۱۳۱۵ واقع در موزه‌ی قرآن و کتابت شهر تبریز است (اشکال ۱ و ۲). این اثر با طرح افقی و به ابعاد $95/50 \times 144/06$ mm، ضخامت $0/12$ mm و وزن $2/055$ g است. ورق پوست به رنگ نباتی نسبتاً تیره است که دارای ۱۶ سطر در قسمت رو و ۱۶ سطر در قسمت پشت است که در هر دو روی آن با آیات کلام‌الله مجید،



شکل ۲: نمای پشت اثر

Fig. 2: Back image of the work



شکل ۱: نمای روبروی اثر

Fig. 1: Front image of the work

جدول ۱: مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش
Table 1: Characteristics of the analytical instruments used

محل انجام آنالیز Analysis institute	مدل دستگاه Instrument model	آنالیز Analysis type
دانشگاه هنر اسلامی تبریز Tabriz Islamic Art University	FT/IR-680 Jasco 2002 Japan Made in	طیف‌سنج مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)
موزه قرآن و کتابت Redaction and Quran Museum	Dino- lite digital microscope AM2011T	لوپ دیجیتال (Digital loop)
دانشگاه تبریز Tabriz University	Tescan MIRA3FEG-SEM Made in Czech	میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM-EDX)
موزه قرآن و کتابت Redaction and Quran Museum	PHILIPS TUV F17T8 Made in Holland	لامپ فرابنفش (UV lamp)

استفاده شد. شناسایی نوع مرکب‌های سیاه و قرمز با استفاده از آنالیز SEM- EDX صورت گرفته است. در زمینه ارزیابی اصالت اثر نیز از روش بررسی سطحی به روش عکاسی فرابنفش استفاده شد. جدول ۱ مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

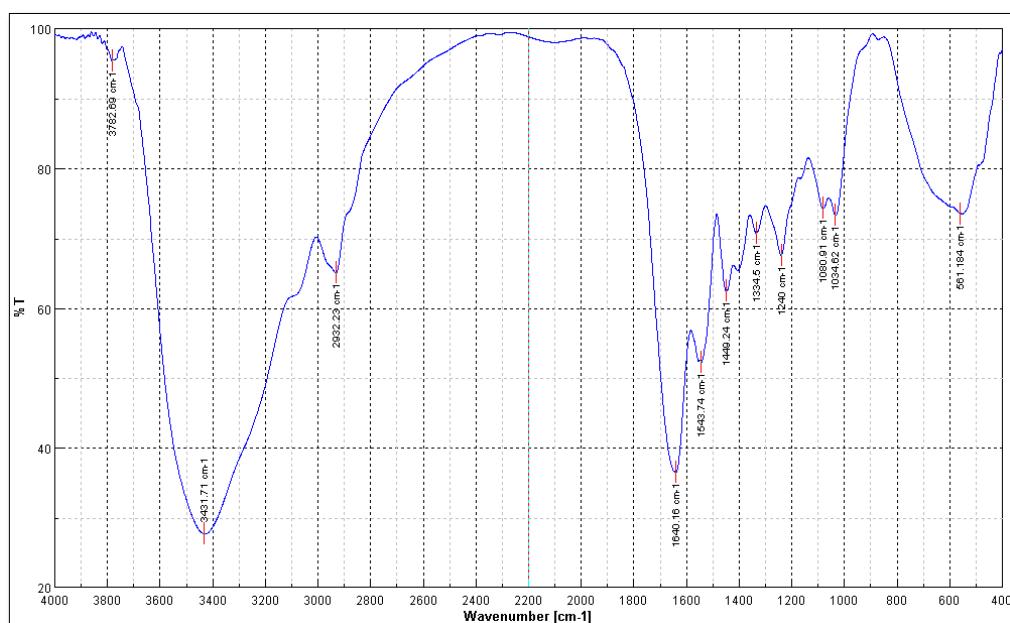
۳. نتایج و بحث

در چند دهه‌ی اخیر با پیشرفت دستگاه‌های مشاهده و تجزیه‌ی عنصری و ترکیبی و ابداع روش‌هایی که نیاز به مقدار کمی نمونه داشته و یا بدون نیاز به نمونه‌برداری امکان انجام آزمایش‌ها را بر روی آثار فراهم می‌کنند، می‌توان در سطحی گسترده به بررسی علمی اسناد و نسخه‌های بالارزش پرداخت. در ادامه به شرح و تفسیر نتایج آنالیزهای دستگاهی صورت گرفته در این پژوهش پرداخته شده است.

۳-۱. تحلیل نتایج آنالیز طیف‌سنج مادون قرمز -

تبدیل فوریه (FT-IR) برای شناسایی نوع بستر
تقریباً تمامی ترکیباتی که پیوند کوالانسی دارند اعم از آلی یا معدنی، فرکانس‌های متفاوتی از اشعه‌ی الکترومغناطیس را در ناحیه‌ی مادون قرمز طیف جذب می‌کنند [6]. پروتئین‌ها پلیمرهایی خطی از اسیدهای آمینه هستند که توسط پیوندهای پپتیدی به یکدیگر اتصال یافته و زنجیر طولی را ایجاد می‌کنند. هر اسید آمینه، از یک کربن نامتقارن به نام کربن آلفا تشکیل یافته است

که با چهار گروه مختلف کربوکسیل (COOH -)، اتم هیدروژن (H -)، گروه آمینی بازی (NH_2 -) و یک زنجیره جانبی (R -) پیوند برقرار می‌کند [7]. با توجه به مطالب فوق، روش طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)، با توجه به توانایی آن در شناسایی نوع پیوندهای موجود در ترکیبات شیمیایی، می‌تواند حضور اسیدهای آمینه و در نتیجه، ساختار پروتئینی بستر مورد مطالعه را به خوبی تأیید نماید. به همین دلیل، ابتدا به بررسی پیک‌ها و باندهای مربوط به گروه‌های عاملی موجود در ساختار شیمیایی پروتئین و یا به عبارتی دیگر به شناسایی پیک حاصل از گروه N-H پرداخته شد. گروه عاملی N-H کششی، نوار جذبی در ناحیه‌ی $3300\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ طیف نشان می‌دهد در حالی که N-H خمشی در آمین‌های نوع اول به صورت نوار پهنی در $1560\text{--}1640\text{ cm}^{-1}$ ظاهر شده و آمین‌های نوع دوم نیز در نزدیکی 1500 cm^{-1} جذب می‌دهند [8]. با مشاهده‌ی شکل ۳، وجود نوار جذبی در ناحیه $3331/71$ و $1640/16$ و $1543/74\text{ cm}^{-1}$ را می‌توان دلیل بر وجود گروه‌های N-H و C=O دانست. نوار جذبی C-N کششی نیز در ناحیه‌ی $1000\text{--}1350\text{ cm}^{-1}$ ظاهر می‌گردد که این ارتعاش کششی در ناحیه‌ی $1334/5\text{ cm}^{-1}$ شکل ۳ به صورت نوار جذبی قابل مشاهده است. نوارهای جذبی نام‌برده در طیف، نشان‌دهنده‌ی ساختار پروتئینی هستند [9]. بنابراین بستر این اثر از پوست بوده و کاغذی نیست که در نتیجه، می‌توان آن را با قطعیت پوست نوشت یا پارشمن نامید.



شکل ۳: طیف FT-IR بستر نمونه

Fig. 3: FT-IR spectra of the sample context

حاصل با الگوی پیاز موهای شاهد (شکل ۵) تطابق داده شد که در نتیجه، به نظر می‌رسد پوست مورد استفاده از گونه‌ی پوست گوسفند است (شکل ۵، اولی از سمت چپ). پوست گوسفند و بز بین ۱ mm تا ۲ ضخامت داشته و دسته‌ی الیاف کوریوم نسبتاً ظریفی دارند که لایه‌ی گرین می‌تواند نیم یا کل ضخامت آن را اشغال کند [10].

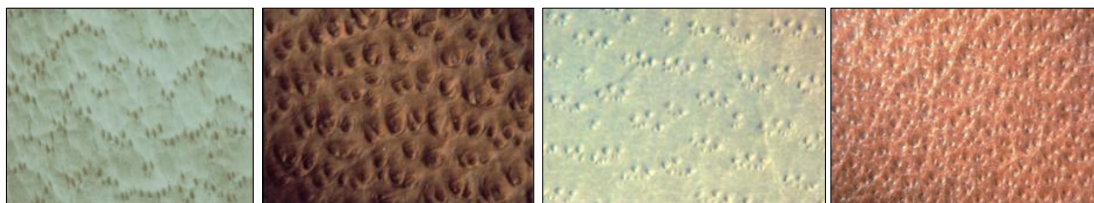
۲-۳. تحلیل تصاویر حاصل از لوپ دیجیتال برای شناسایی نوع گونه‌ی حیوانی

در مطالعه‌ی میکروسکوپی سطح اثر با لوپ دیجیتال با بزرگنمایی $\times 100$ ، ابتدا سطح نمونه با قلموی نرم تا حد ممکن از آلودگی‌های محیطی از جمله گردوغبار زدوده شد. سپس از نقاط موردنظر عکس تهیه شده (شکل ۴) و شکل



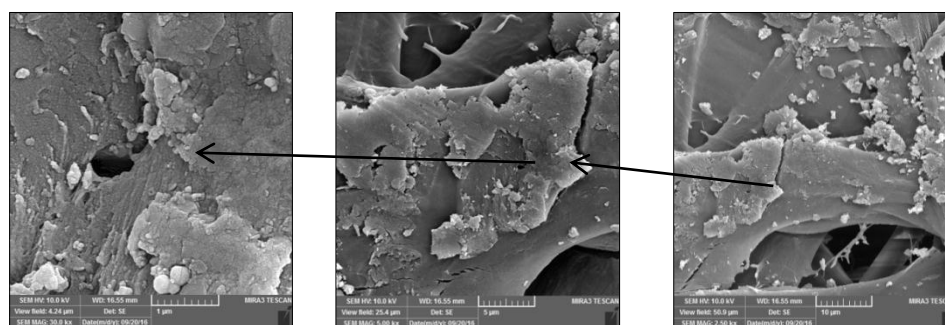
شکل ۴: تصویر میکروسکوپی سطح اثر با لوپ دیجیتال با بزرگنمایی $\times 100$

Fig. 4: Microscopic image of the surface by digital loop (100x)



شکل ۵: طرح قرارگیری پیاز مو، به ترتیب از سمت راست: گوساله، بز، گاو، گوسفند [11]

Fig. 5: Pattern of the hair follicles of, respectively from the right: cattle, goat, cow, sheep



شکل ۶: حفره‌ی پیاز مو به ترتیب از سمت راست با بزرگنمایی $30000\times$ و $5000\times$ و $2500\times$
Fig. 6: The hair follicles with a resolution of, respectively from the right, 30000x, 5000x, and 2500x

لایه‌ی گرین نیست که به احتمال بسیار زیاد در اثر عملیات آماده‌سازی پوست برای تبدیل آن به ورق پوست هر چه نازک‌تر، این لایه از بین رفته و قابل تشخیص نیست. این تصاویر نشان می‌دهند که بستر مورد استفاده برای تولید این اثر هنری به‌طور قطع پوست است.

۳-۴. تحلیل داده‌های حاصل از آنالیز عنصری با SEM-EDX برای شناسایی نوع مرکب‌های

سیاه و قرمز

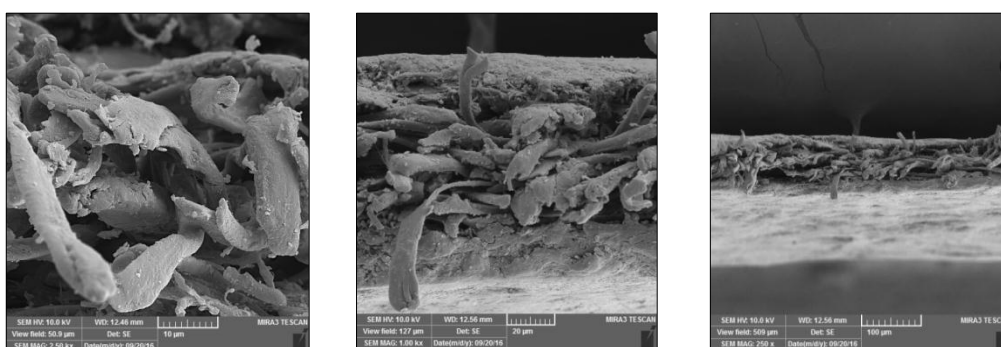
۳-۴-۱. شناسایی مرکب سیاه

نتایج آنالیز عنصری مرکب سیاه توسط روش EDX در جدول ۲ آورده شده است. در مورد مرکب سیاه نمی‌توان به‌طور قطعی نظر داد زیرا همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در نمونه مرکب سیاه عناصر مختلفی وجود دارد که به نظر می‌رسد هنرمند ترکیبات مختلفی در رنگ سیاه اضافه کرده است. این امر با حضور جیوه، آنتیموان (سیاه آنتیموان، Sb_2S_3) و منگنز (اکسید منگنز یا

۳-۳. تحلیل و بررسی تصاویر حاصل از SEM برای مطالعه‌ی مقطع عرضی (لایه‌ی گرین)، پیاز مو و شناسایی گونه‌ی حیوانی

برای حصول اطمینان از نتایج به‌دست‌آمده از تفسیر تصاویر لوپ دیجیتال، به تحلیل و بررسی تصاویر حاصل از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی نیز پرداخته شد. تصاویر میکروسکوپی به‌دست‌آمده توسط SEM، حاکی از آن است که سطح نمونه به‌خوبی مهره شده است تا سطح صاف موردنیاز جهت نگارش ایجاد شود. با این حال، حفره‌ی مربوط به ریشه‌ی مو نیز در شکل ۶ دیده می‌شود ولی به دلیل کوچک بودن نمونه (3×3 mm) تصویر حاوی حفرات متعدد مو در کنار هم قابل ثبت نیست.

در تصاویر مقطع عرضی (شکل ۷)، الیاف کلاژن به‌صورت جداشده به‌خوبی قابل مشاهده است که احتمالاً این امر مربوط به فرآیند جداسازی نمونه جهت آزمایش‌هاست زیرا در سطح نمونه اثری از جدایش الیاف نیست. همچنین، در تصاویر مقطع عرضی هیچ اثری از



شکل ۷: تصاویر مقطع عرضی بستر، به ترتیب از سمت راست با بزرگنمایی: $250\times$ ، $1000\times$ و $2500\times$
Fig. 7: Cross section images of the context with a resolution of, respectively from the right: 250x, 1000x, and 2500x

جدول ۲: نتایج حاصل از آزمون SEM-EDX مرکب سیاه (درصد وزنی)

Table 2: Results of SEM-EDX analysis of black ink (%W)

Pb	Hg	Sb	Cu	Fe	Mn	V	Ca	Cl	S	P	Si	Al	Mg
0.00	4.55	9.44	12.98	4.96	5.07	3.57	0.00	28.85	9.38	2.84	7.25	4.90	6.20

نکته، تجزیه‌ی عنصری EDX مرکب قرمز نیز انجام گرفت که جدول ۳ نتایج حاصل را نشان می‌دهد. با توجه به میزان جیوه (۱۲/۸۷ W%) و همچنین حضور قابل توجه سولفور (۷/۹۱ W%) احتمالاً از رنگ شنگرف (HgS) در نواحی قرمز رنگ استفاده شده است. شنگرف، سولفید جیوه قرمز است و ماده‌ی معدنی طبیعی آن موسوم به سینابار، کانی اصلی فلز جیوه به شمار می‌رود. تولید مستقیم شنگرف با خرد و آسیا کردن سینابار از دیرباز رایج بوده ولی از همان زمان بشر روش تولید این رنگدانه‌ی هنری را، با ترکیب جیوه و سولفور و سایر مواد، فرا گرفته است. رومیان و یونانیان شنگرف معدنی می‌ساختند. بعدها پلینی (Pliny) آن را Minium نامید و این عنوان مختص رنگدانه‌ی معدنی سرنج (قرمز سرب) گردید. در دیوارنگاره‌های رومی و به خصوص در پمپئی از شنگرف زیاد استفاده شده است [14].

از آنجایی که رنگدانه‌ها توسط هنرمند به صورت خالص استفاده نمی‌شدند احتمالاً سایر عناصر موجود در نتایج آنالیز به دلیل ناخالصی موجود در مرکب حضور دارند و یا از طریق اختلاط کم در ظرف هنرمند، در نتایج ظاهر شده‌اند. نتایج به دست آمده در آنالیز مرکب قرمز این اثر مشابه نتایجی است که در مطالعه‌ی کتیبه‌ی کاغذی بنای شاهزاده حسین قزوین توسط قجر به دست آمده است [12]. کردوانی و همکارانش نیز در کار پژوهشی خود به حضور مقادیر بالایی از عنصر جیوه در نتایج آنالیزهای صورت گرفته بر روی مرکب قرمز پوست نوشته‌ی قرآنی متعلق به سده‌های سوم و چهارم ه.ق. اشاره کرده‌اند [13]. سیلیسیم و کلسیم موجود در نتایج آنالیز به دلیل رسوبات سطحی بوده که در طی سالیان متمادی در بافت

سیاه مگنز، MnO_3 ، MnO به خوبی مشهود است. همچنین با وجود وانادیوم ممکن است ماده‌ای با پایه‌ی نفتی (مانند قیر معدنی) را نیز به ترکیب اضافه کرده و یا از سوزاندن آن در ساخت مرکب استفاده کرده است. این مسئله در تحقیقات پیشین توسط سایر محققین [12] نیز مشاهده شده است. همچنین وجود مس با درصد وزنی بالا (۱۲/۹۸٪) در ترکیب، استفاده از مرکب مطوَس^۱ را نیز مطرح می‌کند. زیرا در ساخت مرکب مطوَس از زنگار استفاده می‌شود. از سویی دیگر، با توجه به اینکه بخش اعظمی از ترکیبات موجود در مرکب سیاه رنگ مطوَس مواد آلی هستند، تابش نور در طی مدت زمان طولانی می‌تواند باعث اکسیداسیون این ترکیبات و زایل شدن رنگ تیره مرکب گردد که در نتیجه، نوشتار موجود بر روی پوست به رنگ قهوه‌ای درآمده است [12].

درصد بالای کلر به دلیل وجود رسوبات سطحی از نوع نمک‌های حاوی کلر است که با توجه به نمونه بسیار اندکی که از اثر برداشته شد و مورد آزمایش قرار گرفت امکان زدودن این رسوبات سطحی فراهم نشد. کردوانی و همکارانش نیز در کار پژوهشی مشابهی که برای حفظ و مرمت پوست نوشته‌ای قرآنی متعلق به سده‌های سوم و چهارم ه.ق. انجام داده‌اند، به وجود کلر در نتایج آنالیز صورت گرفته از نمونه‌های مرکب سیاه به کاررفته در خلق این اثر اشاره کرده‌اند [13].

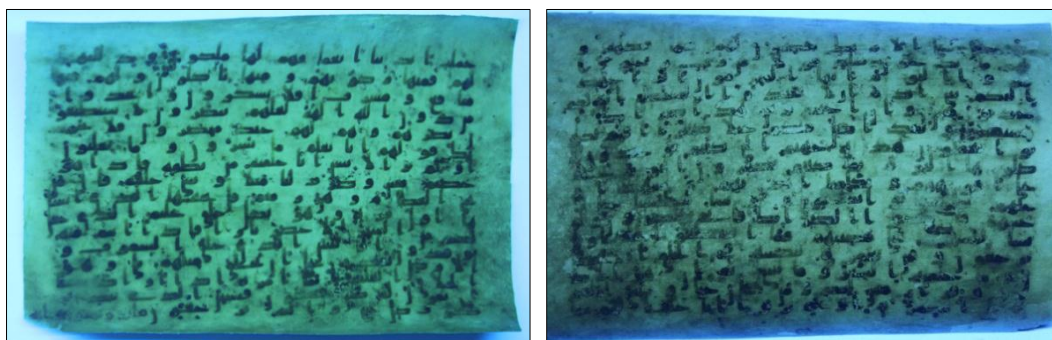
۳-۴-۲. شناسایی مرکب قرمز

در بیشتر منابع، ترکیب همه‌ی مرکب‌های قرمز مورد استفاده در قرون ابتدایی اسلام را شنگرف (Vermillion) بیان کرده‌اند. از این رو و برای اثبات این

جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون SEM-EDX مرکب قرمز (درصد وزنی)

Table 3: Results of SEM-EDX analysis of red ink (%W)

Pb	Hg	Sb	Ag	Cu	Fe	Mn	V	Ca	S	P	Si	Al	Mg
0.00	12.87	0.00	0.87	4.21	6.40	1.02	0.75	11.60	7.91	0.00	39.30	14.66	0.41



شکل ۸: روی پوست نوشت (راست)، و پشت پوست نوشت (چپ) در زیر نور فرابنفش
Fig. 8: Front side (right) and back side (left) of the parchment under UV light

گفت که هیچ‌گونه مداخله‌ای در متن اثر صورت نگرفته و اثر به‌احتمال بسیار زیاد اصیل است.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه و گویای این مطلب است که بستر این اثر از پوست بوده که در نتیجه، می‌توان آن را پوست نوشت یا پارشمن نامید. از تحلیل تصاویر حاصل از لوپ دیجیتال و مقایسه‌ی آن با الگوی شاهد پیاز موها، این نتیجه حاصل گردید که پوست مورد استفاده از گونه‌ی پوست گوسفند است. در تصاویر SEM مقطع عرضی هیچ اثری از لایه‌ی گرین نیست که به‌احتمال بسیار زیاد در اثر عملیات آماده‌سازی پوست برای تبدیل آن به ورق پوست، این لایه از بین رفته و قابل تشخیص نیست. همچنین، مطالعه ترکیبات مرکب و رنگدانه‌های موجود با استفاده از آنالیز EDX نشانگر این است که مرکب سیاه، به دلیل وجود عناصر مختلف، به‌طور دقیق قابل شناسایی نیست با این حال به نظر می‌رسد هنرمند ترکیبات مختلفی در رنگ سیاه اضافه کرده، که به‌احتمال زیاد، مرکب سیاه‌رنگ مطوَس نیز جزو این ترکیبات است. در مرکب قرمز رنگ نیز با توجه به میزان بالای حضور جیوه و سولفور، احتمالاً از رنگ شنگرف در این مرکب استفاده شده است. در مورد اصالت‌سنجی اثر، که یکی از مهم‌ترین جنبه‌های نوآوری این پژوهش است با توجه به مطالعه‌ی دست‌نوشته در زیر نور فرابنفش، می‌توان گفت که هیچ‌گونه مداخله‌ای در متن اثر صورت نگرفته و اثر به‌احتمال بسیار زیاد اصیل است.

بستر اثر نفوذ کرده است و به دلیل حساسیت و ارزش بالای اثر امکان پاک نمودن آن‌ها میسر نشد. از طرف دیگر به نظر می‌رسد که هنرمند از افزودن ترکیبات سفید رنگ حاوی سیلیسیم و کلسیم برای روشن‌تر نمودن رنگ قرمز نیز استفاده کرده است. سولفات آلومینیوم (زاج) نیز از جمله موادی است که از قدیم برای دباغی پوست از آن استفاده می‌شده است.

۳-۵. بررسی سطحی و اصالت‌سنجی به روش عکاسی فرابنفش

بسیاری از مواد آلی و معدنی تحت تأثیر نور فرابنفش تحریک شده و نورافشانی می‌کنند (نوعی خاصیت فلورسانس) که در بررسی اشیاء تاریخی از این خاصیت استفاده می‌شود؛ به‌طوری‌که پرتوهای فلورسانس ساطع شده از مواد بر اثر دست‌کاری شیء، تغییر می‌کنند و در نتیجه می‌توان اصالت اثر و یا به‌بیان دیگر، هرگونه دست‌کاری در نسخ خطی، الحاقات یا مرمت‌های انجام‌شده بر روی اشیاء را تشخیص داد [15]. برای این کار ابتدا بایستی تمامی منابع نوری مزاحم در محل عکاسی، کاملاً حذف شوند به‌صورتی که هیچ نوری به داخل اتاق نفوذ نکند. سپس نور فرابنفش به اثر تابانده شده و تصاویر موردنظر با دوربین دیجیتال ثبت می‌گردند (شکل ۸).

در مطالعه‌ی عکس‌های گرفته‌شده در زیر نور فرابنفش، ریختگی شدید مرکب در یک طرف اثر و همچنین نبودن خطوط محوشده، شسته شده، افزوده‌شده و در نهایت عدم مداخله در آیات و در امضاء اثر قابل مشاهده است. پس به استناد این تصاویر می‌توان

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌سنجی است که در دانشگاه هنر اسلامی تبریز به سرانجام رسیده است. در همین راستا، نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از تمامی حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه قدردانی نمایند.

پی‌نوشت

۱. در متون و نگارش‌های سده‌های میانه از مرکبی یاد می‌شود که به‌مانند پر طاووس رنگارنگ می‌نموده و به‌اصطلاح امروزی شب‌تاب هم بوده (= مطوَس). بر اساس دستورالعمل‌های آورده شده در متون تاریخی ترکیب مرکب مطوَس شامل دوده، صمغ عربی، نیل، زنگار، نبات، زعفران و صبر است. همچنین گلاب و آب نیز حسب مورد به آن اضافه می‌کردند [16].

References

- [1] Bohluli S. Conservation and softening of leather. Ganjine-Ye Asnad 1993;4:46–51. [in Persian]
- [2] Soltani M, Abede Isfahani A, Malekian H, Majidi F. Technology recognition and pathology of the exquisite Kuran sheets in Kofi handwriting on leather. Restoration & Research 2006;1:59–75. [in Persian]
- [3] Abed Esfahani A, Hojjati B, Farahmand Borujeni H. Structural investigation of a leathery petition belongs to Heghmataneh museum of Hamadan. Restoration & Research 2010;4. [in Persian]
- [4] Bahadori R, Bahrololumi F. Exoperimental investigation of leathery Kuran pieces. Name-Ye Baharestan 2008; 13:401–14. [in Persian]
- [5] Koochakzaei A, Ahmadi H, Mohammadi Achachluei M. A laboratory analysis on a Seljuk leather bottle found from Qhalee Kooh-i Qaen excavation. J of Archaeol Stud 2014;5(2):129–43. [in Persian]
- [6] Pavia DL, Lampman GM, Kriz GS, Vyvyan JA. Introduction to spectroscopy. Cengage Learning; 2014.
- [7] Malardi M, Karghar Behbahani F. Chemistry and technology of leather, including discussion about hide structure and its constituents. Tehran: Mobtakeran; 2008. [in Persian]
- [8] Brown KL, Clark RJH. Analysis of pigmentary materials on the Vinland Map and Tartar relation by Raman microprobe spectroscopy. Anal Chem 2002;74:3658–61. doi:https://doi.org/10.1021/ac025610r.
- [9] Stuart BH. Analytical techniques in materials conservation. Translated by B.Kasiri Masood. Tabriz Islamic Art University, 2014 (Original work published 2007). [in Persian]
- [10] Haines BM. The fibre structure of leather. Conserv. leather Relat. Mater., Routledge; 2006, p. 33–43.
- [11] Kite M, Thomson R. Conservation of leather and related materials. Routledge; 2006. doi:https://doi.org/10.4324/9780080454665.
- [12] Ghajar B. Pathology of ink in a piece of cloth inscription collection of Imamzadeh Hossein shrine of Gazvin related to Safavid period [Unpublished M.A thesis]. Art University of Isfahan, 2016. [in Persian]
- [13] [کچک‌زایی علیرضا، احمدی حسین، محمدی محسن. فن‌شناسی مشک چرمی منسوب به دوره‌ی سلجوقی و مکشوفه از قله کوه قاین بر اساس مطالعات آزمایشگاهی. مطالعات باستان‌شناسی ۱۳۹۲؛ ۵(۲): ۱۲۹–۱۴۳]
- [14] [ملاردی محمدرضا، کارگر بهبهانی فرحناز. شیمی و تکنولوژی چرم: شامل مباحث ساختار پوست و مواد سازنده‌ی پوست. تهران: مبتکران؛ ۱۳۸۷]
- [15] [استوارت باربارا. روش‌های تجزیه مواد در مرمت و حفاظت آثار تاریخی. ترجمه باقرزاده کثیری مسعود. تبریز: انتشارات دانشگاه هنر اسلامی تبریز؛ ۱۳۹۳ (تاریخ انتشار نسخه اصلی ۲۰۰۷)]
- [16] [کچک‌زایی علیرضا، احمدی حسین، محمدی محسن. فن‌شناسی مشک چرمی منسوب به دوره‌ی سلجوقی و مکشوفه از قله کوه قاین بر اساس مطالعات باستان‌شناسی ۱۳۹۲؛ ۵(۲): ۱۲۹–۱۴۳]

- [۱۳۷۸].
- کارشناسی ارشد مرمت اشیاء تاریخی. دانشکده حفاظت و مرمت دانشگاه هنر اصفهان [۱۳۹۵]
- [13] Kordovani L, Bahadori R, Bahrololumi F. Restoration and conservation of leathery Kuran belongs to 3rd and 4th AH centuries. Maremat Memari-e Iran 2014;17-27. [in Persian]
- [کردوانی لیلی، بهادری رویا، بحرالعلومی فرانک. حفظ و مرمت پوست نوشته‌ی قرآنی متعلق به سده‌های سوم و چهارم ه.ق. مرمت و معماری ایران ۱۳۹۳؛ ۷: ۱۷-۲۷.]
- [14] Gettens R, Stout G. Painting materials: A short encyclopedia. Translated by B.Farahmand H. 1999. [in Persian]
- [جتنز آر. جی، استات جی. آل. فرهنگ فشرده رنگدانه‌های هنری. (ترجمه فرمند بروجنی حمید)؛ ۱۳۷۲].
- [15] Bahrololumi F. Authentication of documents and manuscripts by scientific and experimental methods. Name-Ye Baharestan 2002;521-6. [in Persian]
- [بحرالعلومی فرانک. تعیین اصالت اسناد و نسخه‌های خطی با استفاده از روش‌های علمی و آزمایشگاهی. نامه بهارستان ۱۳۸۱؛ ۶: ۵۲۱-۵۲۶.]
- [16] Mayel Heravi N. Collection of Farsi handwriting treatises. Mashhad: Islamic Research Foundation of Astane Quds Razavi; 1993. [in Persian]
- [مایل هروی نجیب. مجموعه رسائل خطی فارسی. مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی؛ ۱۳۷۲].