

Gums and Resins in Glass Plate Negatives of Qajarid Period Held at the Golestan Palace Photo Archive

Sahar Noohi¹ | Zahra(Helen) Asadian²

Abstract:

Purpose: The use of resins and gums in historical art works has been considered for a long time. These materials were used for a variety of purposes in different arts such as painting, calligraphy, gilding, architectural decorations and even buildings. Resins and gums were also used photography. The present study carried out by examining the photographic glass plates of the album house of the Golestan Palace collection to identify the role of gums and resins in the production of Qajarid black-and-white glass plate negatives.

Method and Research Design: Data was collected using FTIR method for non-destructive chemical analysis. Also, historical technical literature was reviewed for additional data.

Findings and Conclusions: As expected, the use of different resins and gums such as Arabic gum and shellac in different parts of the glass plate negatives has been common. Some cases were identified to be different from those mentioned in the historical technical literature. These materials have been used as a varnish layer, pre-retouch, post-retouch coating, as well as adhesives.

Keywords: Gum; Glass Plates; Resin; Collodion; Gelatin.

Citation: Nohi, S., Asadian, H. (2021). Gums and Resins in Glass Plate Negatives of Qajarid Period Held at the Golestan Palace Photo Archive. *Ganjine-ye Asnad*, 31(3), 151-175. doi: 10.30484/ganj.2021.2722

**GANJINE-YE
ASNAD**
Historical Research &
Archival Studies Quarterly

Research paper

1. MA of Chemistry-Physics, Research Institute for the Protection and Restoration of Historical and Cultural Monuments, Tehran, I. R. Iran, (Corresponding Author) s.noohi@richt.ir

2. Master of Restoration of Historical and Cultural Objects, Golestan Palace, Tehran, I. R. Iran helenassadian@yahoo.com

Copyright © 2021, NLAI (National Library & Archives of I. R. Iran). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and adapt the material for any purpose.

Ganjine-Ye Asnad

«123»

Peer-reviewed Journal | National Library & Archives of I. R. Iran, Archival Research Institute

ISSN: 1023-3652 | E-ISSN: 2538-2268

Digital Object Identifier(DOI): 10.30484/ganj.2021.2722

Indexed by Google Scholar, Researchgate, ISC, SID & Iran Journal | <http://ganjineh.nlai.ir>

Vol. 31, No. 3, Autumn 2021 | pp: 160 - 180 (21) | Received: 11, Jan. 2021 | Accepted: 2, May. 2021

Archival research





صمغ‌ها و رزین‌ها در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای متعلق به دوره قاجار: مطالعه چند نمونه نگاتیو پایه‌شیشه‌ای تاریخی محفوظ در کاخ گلستان

سحر نوحی^۱ | زهرا (هلن) اسدیان^۲



فصلنامه تحقیقات تاریخی
و مطالعات آرشیوی

مقاله پژوهشی

چکیده: استفاده از صمغ‌ها و رزین‌ها در آثار هنری-تاریخی از دیرباز مرسوم بوده‌است. این مواد در انواع هنرهای نقاشی، خوش‌نویسی، تذهیب، تزیینات وابسته به معماری و حتی بناها، با اهداف گوناگون استفاده می‌شده‌اند. هنر عکاسی نیز از این مواد بی‌بهره نبوده‌است. پژوهش حاضر که با بررسی آثار عکاسی پایه‌شیشه‌ای آلبوم‌خانه مجموعه کاخ گلستان انجام شده‌است، مطالعه‌ای است بر روی نقش صمغ‌ها و رزین‌ها در تولید نگاتیوهای پایه‌شیشه‌ای در عکاسی سیاه و سفید.

هدف: هدف از این تحقیق، بررسی چند مورد از کاربرد صمغ‌ها و رزین‌ها در تولید نگاتیوهای پایه‌شیشه‌ای در عکاسی سیاه و سفید مربوط به دوره قاجار، براساس نتایج آزمایش‌های انجام‌شده با روش دستگاهی FTIR است.

روش و رویکرد پژوهش: تحقیق انجام‌شده از نوع تجربی-موردی است و براساس آنالیزهای شیمیایی غیرمخرب و با تکیه بر مطالعات کتاب‌خانه‌ای و رساله‌های قدیمی مرتبط انجام شده‌است.

یافته‌های پژوهش: همان‌طور که انتظار می‌رفت استفاده از رزین‌ها و صمغ‌هایی مانند شلاک، و صمغ عربی در بخش‌های مختلف انواع نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای رایج بوده‌است. البته در بین نمونه‌های بررسی‌شده مواردی متفاوت با موارد رایج اشاره‌شده در رساله‌های قدیمی نیز دیده شد. از صمغ‌ها و رزین‌ها به‌عنوان لایه ورنی، پیش‌رتوش، پوشش بعداز رتوش، و هم‌چنین چسب استفاده می‌شده‌است.

کلیدواژه‌ها: صمغ؛ آثار عکاسی پایه‌شیشه‌ای؛ رزین؛ کلودیون؛ ژلاتین.

استناد: نوحی، سحر، اسدیان، هلن. (۱۴۰۰). صمغ‌ها و رزین‌ها در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای متعلق به دوره قاجار: مطالعه چند نمونه نگاتیو پایه‌شیشه‌ای تاریخی محفوظ در کاخ گلستان. گنجینه اسناد، ۳۱(۳)، ۱۶۰-۱۸۰ | doi: ۱۰,۳۰۴۸۴/ganj.۲۰۲۱,۲۷۲۲

۱. کارشناس ارشد شیمی-فیزیک، کارشناس پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی، تهران، ایران
s.noohi@richt.ir
۲. کارشناس ارشد مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی، کاخ گلستان، تهران، ایران
helenassadian@yahoo.com



گنجینه اسناد

«۱۲۳»

فصلنامه علمی | سازمان اسناد و کتابخانه ملی ج.ا.ایران - پژوهشکده اسناد

شاپا(چاپی): ۱۰۲۳-۳۶۵۲ | شاپا(الکترونیکی): ۲۵۳۸-۲۲۶۸

شناسانه برنمود رقمی (DOI): ۱۰,۳۰۴۸۴/ganj.۲۰۲۱,۲۷۲۲

نمایه در Google Scholar, Researchgate, SID, ISC و ایران ژورنال | http://ganjineh.nlai.ir

سال ۳۱، دفتر ۳، پاییز ۱۴۰۰ | صص: ۱۶۰ - ۱۸۰ (۲۱)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۲۲ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱۲

تحقیقات آرشیوی

۱. مقدمه

استفاده از صمغ‌ها و رزین‌ها در آثار هنری-تاریخی از دیرباز مرسوم بوده است. چسبندگی و شفافیت، خاصیت شاخص و مشترک صمغ‌ها و رزین‌ها است. نوع طبیعی این مواد از ترشحات گیاهی محسوب می‌شوند. رزین‌های طبیعی از ترکیبات تریپنوییدی یا فنولی تشکیل شده‌اند و عمدتاً در آب نامحلول‌اند؛ ولی در الکل، اتر و کلروفرم به راحتی حل می‌شوند (جاکی و عبادی، ۱۳۹۶، ص ۱۲). صمغ‌ها گروهی بزرگ از ترکیبات پلی‌ساکاریدی‌اند که در ساختمان شیمیایی خود دارای مولکول‌های هیدروفیلیک‌اند و براین اساس به راحتی در آب حل می‌شوند. این مواد در حضور آب می‌توانند محلول‌های ویسکوز و یا ژل تشکیل دهند (جاکی و عبادی، ۱۳۹۶، ص ۱۱).

صمغ‌ها و رزین‌ها در عین برخورداری از خواص عمومی تقریباً مشترک، هریک به تنهایی نیز ویژگی‌هایی منحصر به فرد دارند. این مواد با توجه به ویژگی‌هایشان با اهدافی گوناگون در انواع آثار هنری-تاریخی مانند انواع نقاشی، خوش‌نویسی، تذهیب، تزیینات معماری و حتی بناها استفاده می‌شده‌اند. برای نمونه صمغ‌ها به عنوان بست در ساخت رنگ‌ها و مرکب‌ها کاربرد فراوان داشته‌اند (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۴، ص ۱۳۳). همچنین براساس مطالعات انجام شده توسط رامزیز و همکارانش، استفاده از صمغ عربی در مرکب‌های قدیمی، خوردگی و فرسایش سلولز را به تأخیر می‌انداخته است (Remazeilles et al., 2004, p130). ایجاد چسبندگی برای رنگ‌دانه‌ها و قوام‌دادن به مرکب، از کارکردهای صمغ‌ها بوده است (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۴، ص ۱۳۳).

هنر عکاسی نیز از این قاعده مستثنا نبوده و از صمغ‌ها و رزین‌ها بهره کافی برده است. به استناد متون فنی قدیمی و کتب جدید، رزین‌های طبیعی و سنتزی و هم‌چنین صمغ‌ها در موارد متعدد و در انواع آثار عکاسی کاربردی گسترده داشته‌اند. برای نمونه کلودیون که رزینی سنتزی است به عنوان ماده چسباننده در آثار پایه‌شیشه‌ای و پایه‌کاغذی استفاده می‌شده است و از صمغ عربی در روش‌های چاپی صمغی^۱ استفاده می‌شده است (Mirhar, 2015) و استفاده از صمغ‌ها و رزین‌ها به عنوان پوشش‌دهنده‌ها یا لایه ورنی بسیار رایج بوده است (رحیمی، ۱۳۹۱؛ ذکاء، ۱۳۷۶، ص ۴۰۰؛ McCabe, 2005, p112). هم‌چنین طبق مقاله «رتوش، مواد و فنون آن در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای کاخ گلستان» استفاده از صمغ‌ها و رزین‌ها در انواع تکنیک‌های افزودنی رتوش کاربرد فراوان داشته است (نوحی و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر این، به دلیل ماهیت شفاف این مواد از آن‌ها برای رنگ‌آمیزی عکس‌های مثبت روی شیشه نیز استفاده شده است (رحیمی، ۱۳۹۱، ص ۷۱۲).

۱. gum printing: در این روش محلول صمغ عربی با دی‌کرومات پتاسیم و یا آمونیوم مخلوط می‌شود و به عنوان لایه حاوی تصویر به کار می‌رود.



مواد رزینی ریخت‌شناسی مشخصی ندارند و برای تشخیص آن‌ها تنها باید از روش‌های بررسی ساختار شیمیایی استفاده کرد. به دلیل اینکه این مواد وارد واکنش‌های مختلف می‌شوند و همچنین به دلیل رفتار پیری ترکیبات سازنده این مواد در طول زمان، شناسایی آن‌ها بسیار دشوار است. به علاوه چون استفاده از این مواد در آثار هنری عموماً در ترکیب با مواد دیگر است، مکانیسم دگرگونی آن‌ها دستخوش تغییر قرار می‌گیرد و این دگرگونی در موارد بسیاری قابل پیش‌بینی نیست (نعمتی بابای‌لو و همکاران، ۱۳۹۵، ص ۶۸)؛ این مطالب تا حدود زیادی درباره صمغ‌ها نیز صادق است.

در مطالعات مختلف، روش FTIR یکی از مناسب‌ترین روش‌های شناسایی این مواد معرفی شده است (Granzotto et al., 2017; Mills & White, 1977; Prati et al., 2011; Bruni & Gugliemi, 2014).

در پژوهش حاضر چند نمونه‌ای که به استناد متون قدیمی استفاده از صمغ‌ها و رزین‌ها در آن‌ها محتمل بود و همچنین مواردی که حدس زده می‌شد این دسته از مواد در آن‌ها به کار رفته باشد، با استفاده از آنالیز دستگاهی FTIR شناسایی و مطالعه شد. روش FTIR چون یکی از بهترین روش‌ها برای شناسایی مواد آلی با مقدار ناچیز نمونه (در حد میلی گرم) است و قادر است به سادگی، با سرعت زیاد و هزینه کم اطلاعات مفیدی در زمینه شناسایی مواد به دست دهد برای این منظور انتخاب شد.

این امکان وجود دارد که بتوان تا حدودی براساس کتب و رساله‌های فنی مربوط به دوران قدیم، به آگاهی‌ای نسبی درباره مواد به کار رفته در این آثار دست یافت؛ ولی این موضوع روشن است که بدون انجام آزمایش‌ها و بررسی‌های علمی، شناسایی دقیق و مطمئن این مواد غیرممکن است. در واقع آگاهی از مطالب عنوان شده در متون فنی و رساله‌های باقی مانده از گذشته می‌تواند راه را برای انتخاب روشی مناسب برای انجام آنالیز، و رسیدن به جوابی قطعی و قابل استناد هموار کند. به کارگیری روش تحلیلی یکپارچه‌ای مبتنی بر استفاده از روش‌های غیرمخرب و غیرتهاجمی برای شناسایی مواد به کار رفته در عکس‌های قدیمی، گامی اساسی در راستای انتخاب مسیر درست برای حفاظت از آثار عکاسی و در صورت لزوم برنامه‌ریزی برای روش مرمتی مناسب است. بر این اساس شناخت دقیق مواد، متضمن رویکردی مناسب و آگاهانه در جهت حفاظت از این اشیاء هنری و تاریخی-فرهنگی است.

۲. پرسش‌های کلیدی

پرسش‌های کلیدی مطرح در پژوهش حاضر که پاسخگویی علمی و مستدل به آن‌ها می‌تواند کمکی شایان در حفاظت و مرمت آثار باشد به شرح زیر است:

موارد رایج استفاده از صمغ‌ها و رزین‌ها در نگاتیوهای شیشه‌ای کدام است؟
آزمایش‌ها و آنالیزهای علمی انجام شده، وجود صمغ‌ها و رزین‌ها را در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای با چه کاربردهایی تأیید می‌کند؟
آیا استفاده از صمغ‌ها و رزین‌های طبیعی در نگاتیوهای شیشه‌ای با آنچه که در متون فنی و رساله‌های قدیمی ذکر شده است و آنچه که به لحاظ منطقی انتظار می‌رود مطابقت دارد؟

آیا با بررسی ظاهری، و با تکیه بر متون فنی قدیمی، می‌توان نوع صمغ یا رزین استفاده شده در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای را حدس زد؟
آیا با روش آنالیز FTIR تشخیص دقیق نوع صمغ یا رزین استفاده شده در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای ممکن است؟

۳. ابزار و شیوه کار

در پژوهش حاضر از طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR) استفاده شد؛ چون روشی شناخته شده و مطمئن برای شناسایی مواد آلی است و در عین حال روشی میکروتخریبی محسوب می‌شود. با به کارگیری این روش شناسایی مواد به کاررفته در لایه ورنی، پیش‌رتوش، رتوش و بست‌رنگ‌های به کاررفته در رتوش - که مطمئناً از دسته مواد آلی هستند - به سادگی امکان پذیر شد.

آنالیزهای FTIR در پژوهشگاه میراث فرهنگی انجام شد. آماده‌سازی نمونه‌ها به روش تهیه قرص شفاف از مخلوط نمونه و پودر KBr - که به مدت ۵ دقیقه تحت پرس با فشار ۱۰ تن قرار گرفتند - انجام شد. طیف‌های مربوط، با دستگاه Nicolet 510P محصول آمریکا، در حالت عبوری و در محدوده 4000-450 cm^{-1} با تفکیک‌پذیری 4 cm^{-1} و پیمایش ۶۴ ثبت شد. تمام طیف‌های ارائه شده در این تحقیق با تصحیح خط زمینه و به صورت عبوری آماده است.

۴. نمونه‌برداری و نمونه‌های بررسی شده

تمام نمونه‌ها نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای متعلق به مخزن اسناد تصویری کاخ گلستان و مربوط به دوره قاجارند و تکنیک‌های به کاررفته در آن‌ها کلودیونی و یا ژلاتینی است.



انتخاب نمونه برای انجام آزمایش‌های بیشتر از نمونه‌های مطالعاتی^۱ و یا نمونه‌های اصلی انجام شد، چون مواد موردنیاز برای انجام آزمایش در آن‌ها در دسترس بود. تمام محدودیت‌ها و ملاحظات مربوط به آثار هنری-تاریخی در نمونه‌برداری لحاظ شد. برای مثال نمونه‌رنگ‌های رتوش موردآنالیز از نمونه‌های مطالعاتی و یا نمونه‌های اصلی‌ای که رنگ آن‌ها ریخته بود و یا آن‌هایی که تاندازه‌ای آسیب دیده بودند (از بخش آسیب‌دیده) نمونه‌برداری شد. درباره لایه ورنی نیز از قسمت‌های آسیب‌دیده و یا قسمت‌های خارج از تصویر نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از سوزن تنگستن و در برخی موارد تیغ اسکالپل شماره ۱۱ و ۲۳ انجام شد؛ به این صورت که با استفاده از این ابزار از منطقه‌ای که کمترین آسیب را به اثر وارد کند نمونه‌ای کوچک خراشیده شد و در حد کمتر از ۱ میلی‌گرم از مواد برداشته شد.

نمونه‌های بررسی شده عبارت‌اند از:

نمونه شماره ۱: نگاتیو پایه‌شیشه‌ای کلودیونی به شماره ثبت GP001650: به رنگ کرم-شیری، دارای رتوش رنگی مربوط به پس‌زمینه و بدون آسیب جدی. این نمونه به دلیل دارا بودن لایه ورنی در قسمت فاقد امولسیون، برای بررسی لایه ورنی، به رنگ زرد شفاف انتخاب شد. لایه ورنی در ظاهر سالم به نظر می‌رسید و از آنجاکه سایر نمونه‌های نگاتیو کلودیونی موجود در آرشیو مخزن اسناد تصویری کاخ گلستان از نظر ظاهری کاملاً مشابه آن بودند این نمونه به‌عنوان نماینده این دسته از آثار برای بررسی لایه ورنی انتخاب شد.



(نگارنده؛ آلبوم خانه کاخ گلستان: شیشه با شماره ثبت GP001650).

۱. نمونه‌های مطالعاتی: نمونه‌های شکسته و یا دارای آسیب زیاد هستند که به دلیل ملاحظات حفاظتی جدا از نمونه‌های دیگر نگهداری می‌شوند و با شماره ثبت جداگانه ثبت می‌شوند؛ این نمونه‌ها برای انجام کارهای مطالعاتی در اولویت‌اند.

تصویر ۱

نگاتیو کلودیونی برای
بررسی لایه ورنی

نمونه شماره ۲: نگاتیو پایه شیشه‌ای کلودیونی به شماره ثبت GP001652: به رنگ کرم-شیری، دارای رتوش رنگی مربوط به پس‌زمینه، در بعضی نواحی دارای آسیب ترک‌های شبکه‌ای و پوسته‌شدگی، هم‌چنین کمبود امولسیون در چهار گوشه.
این نمونه به دلیل دارا بودن لایه ورنی در قسمت فاقد امولسیون، برای بررسی لایه ورنی که با رنگ زرد شفاف ظاهر شده بود انتخاب شد.



تصویر ۲

لوايح شش‌گانه انقلاب شاه و مردم
(ساك، ۴۲، ۴۹-۲۹۷).

(نگارنده؛ آلبوم‌خانه کاخ گلستان: شیشه با شماره ثبت GP001652).
نمونه شماره ۳: نگاتیو پایه شیشه‌ای ژلاتینی به شماره ثبت GP002199: به رنگ مشکی، دارای پیش‌رتوش موضعی و رتوش گرافیتی در ناحیه صورت سوژه، و زردشدگی در قسمت بالای تصویر.
این نمونه به دلیل دارا بودن لایه پیش‌رتوش موضعی، برای بررسی پیش‌رتوش انتخاب شد.



ب

الف

(نگارنده؛ آلبوم‌خانه کاخ گلستان: شیشه با شماره ثبت GP002199)

تصویر ۳

لایه پیش‌رتوش در نگاتیو ژلاتینی برای
آماده‌سازی بستر برای انجام رتوش با مداد
گرافیت
الف: وجه حاوی امولسیون در نور
انعکاسی
ب: همان نگاتیو در نور عبوری

نمونه شماره ۴: نگاتیو پایه‌شیشه‌ای کلودیونی به شماره ثبت GPS001: به رنگ کرم، دارای رتوش رنگی به رنگ‌های زرد و قرمز.
این نمونه برای بررسی بست‌رنگ‌های متعلق به رتوش انتخاب شد.



تصویر ۴

استفاده از دو رنگ قرمز تیره و زرد در نگاتیو شیشه‌ای کلودیونی در وجه فاقد امولسیون

(نگارنده؛ آلبوم‌خانه کاخ گلستان؛ نمونه مطالعاتی به شماره GPS001).

نمونه شماره ۵: شیشه به شماره ثبت GP005555: ماده چسباننده کاغذ رتوش، مربوط به نگاتیو پایه‌شیشه‌ای کلودیونی.



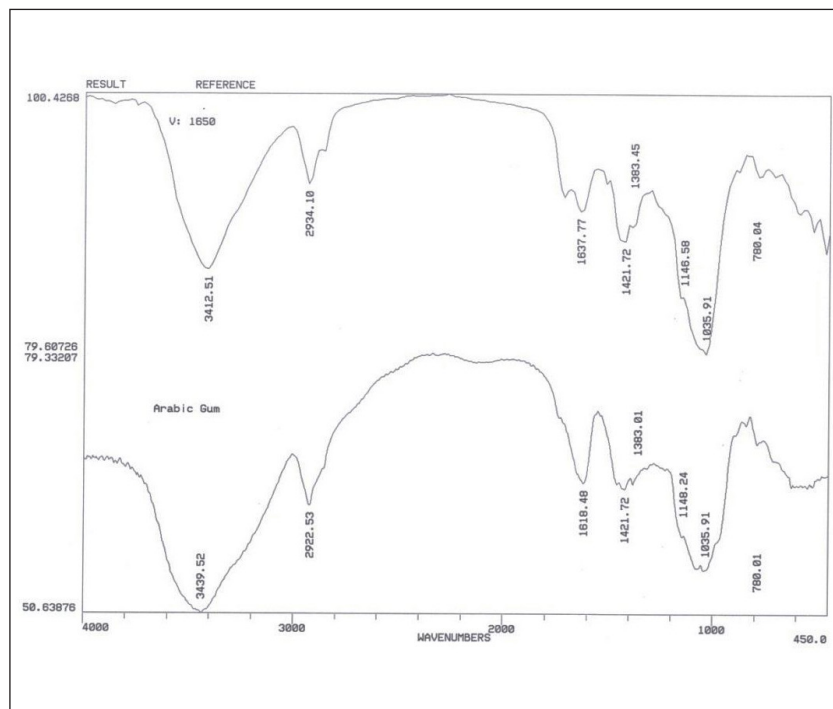
تصویر ۵

نگاتیو کلودیونی رتوش‌شده با کاغذ

(آلبوم‌خانه کاخ گلستان: شیشه به شماره ثبت GP005555).

۵. بررسی نتایج FTIR

بررسی طیف مربوط به نمونه شماره ۱: براساس طیف به دست آمده (تصویر ۶)، نمونه مورد آنالیز نوعی هیدرات کربن از نوع صمغ طبیعی و احتمالاً صمغ عربی است. پیک‌های حاضر در ناحیه 1-cm^{-1} ۳۶۰۰-۳۰۰۰ و همچنین 1-cm^{-1} ۲۸۰۰-۳۰۰۰ به ترتیب به مدهای کششی پیوندهای O-H و C-H تعلق دارند. پیک ظاهر شده در ناحیه 1-cm^{-1} ۳۴۱۲ در طیف تنها به پیوند O-H متعلق است. پیک‌های 1-cm^{-1} ۲۹۳۴ و 1-cm^{-1} ۲۸۵۸ به مدهای ارتعاشی گروه‌های C-H برمی‌گردد. پیک‌های موجود در نواحی 1-cm^{-1} ۱۶۳۷ و 1-cm^{-1} ۱۴۲۱ مربوط به گروه کربوکسیلیک (COOH) است که از ارتعاش متقارن گروه‌های کربوکسیلیک حاصل از بقایای اسیدهای اورونیک موجود در پلی ساکاریدهای صمغ حاصل می‌شود. پیک‌های موجود در نواحی 1-cm^{-1} ۱۲۰۰-۸۰۰ ناشی از حرکات ارتعاشی C-O، C-C و C-O-C و مدهای خمشی C-O-H و C-H در زنجیره اصلی پلیمرند. پیک در حدود ناحیه 1-cm^{-1} ۱۰۷۵ متعلق به کشش نامتقارن پیوند C-O-C گروه اتر در حلقه است. پیک حاضر در ناحیه 1-cm^{-1} ۷۸۰ احتمالاً مربوط به اتصال ۴-۱ گالاتوز و ۶-۱ مانوز است. (Brambilla et. al, 2011, p1833).



(نگاتیو شیشه‌ای کلودیونی با شماره ثبت GP۰۰۱۶۵۰).

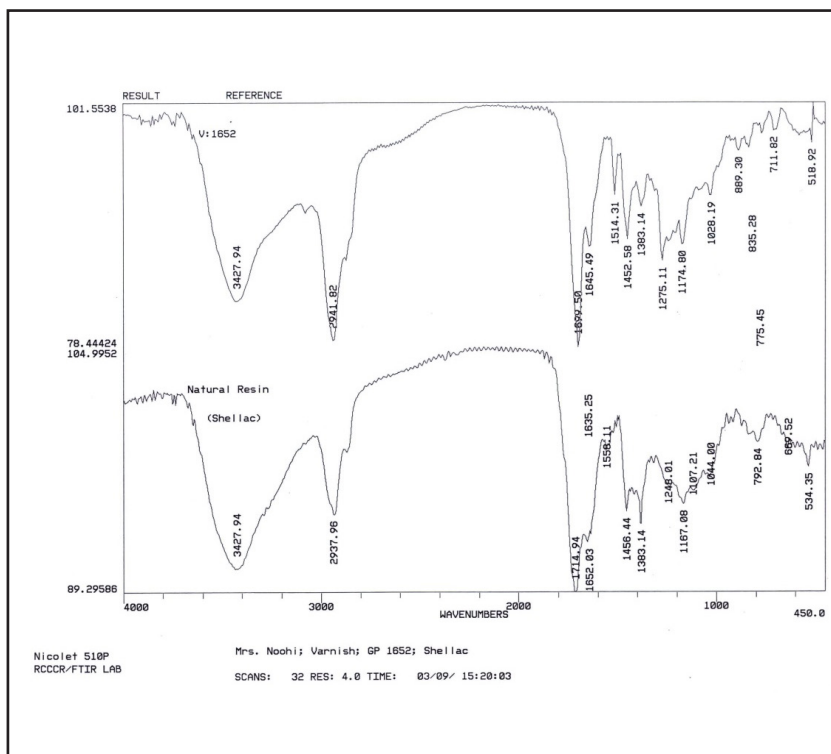
تصویر ۶

آنالیز FTIR لایه ورنی

صمغ عربی که نوعی هیدرات کربن پلی ساکارییدی است به راحتی در آب حل می شود و حتی حل مقادیر زیاد آن در آب ویسکوزیته زیادی ایجاد نمی کند. یکی از کاربردهای اصلی صمغ عربی، پوشش دهندگی خوب آن برای جلوگیری از اکسیداسیون اثر است. این ویژگی‌ها، در کنار قیمت مناسب این ماده، سبب شده است که یافتن جایگزین برای آن در آثار هنری کار آسانی نباشد (رحیمی، ۱۳۹۱؛ ۱۲ & ۱۱، Coppen, 1995, p1). با توجه به اینکه کلودیون (امولسیون به کار رفته در نمونه مورد بررسی) در آب نامحلول است، استفاده از صمغ عربی (ماده‌ای محلول در آب) به عنوان پوشش دهنده کاملاً منطقی است. چنانچه در رساله عکاسی ترجمه میرزامحمودخان آمده است در مواردی که در نظر بوده تا تعداد زیادی عکس مثبت از نگاتیو تولید نشود، صمغ عربی محلول در آب به عنوان لایه ورنی استفاده می شده است. آلبومین محلول در آب و یا محلول ضعیفی از دکسترین^۱ نیز جزء موادی هستند که در این رساله به عنوان لایه ورنی به آن‌ها اشاره شده است. استفاده از مقدار زیاد صمغ ممکن است سبب پوست پوست شدن تصویر در این محصولات شود؛ در چنین مواردی استفاده از روغن خشخاش به همراه ماده ورنی پیشنهاد شده است. استفاده از بنزین به همراه ورنی نقاشی و یا بنزین به همراه سقر سفید نیز از دیگر مواردی است که در این رساله به آن اشاره شده است (رحیمی، ۱۳۹۱، صص ۴۲۸-۴۲۹). بر همین اساس ظهور پیک در ناحیه حدودی 1730 cm^{-1} می تواند مربوط به حضور ورنی و یا سقر در ترکیب باشد.

بررسی طیف مربوط به نمونه شماره ۲: بر اساس طیف به دست آمده (تصویر ۷)، نمونه مورد آنالیز نوعی رزین طبیعی و احتمالاً شلاک است. شلاک را تنها رزینی می دانند که از حشرات به دست می آید. این ماده می تواند در طول زمان و در اثر افزایش دما و یا رطوبت، در اثر پلیمریزاسیون درون مولکولی دچار تغییراتی در خواص از جمله شکنندگی و انحلال پذیری کمتر شود. افزایش شدت پیک مربوط به ارتعاش کششی پیوند $\text{C}=\text{O}$ موجود در استر در ناحیه حدودی 1700 cm^{-1} و کاهش شدت پیک مربوط به ارتعاش کششی پیوند $\text{O}-\text{H}$ در ناحیه حدودی 3400 cm^{-1} نشان دهنده پلیمریزاسیون درون مولکولی است (Khair-uddin et al., 2016, p1). پیوند مربوط به تشکیل گروه‌های استری در ناحیه 1730 cm^{-1} ظاهر می شود؛ حال آنکه باند ناحیه 1715 cm^{-1} مربوط به گروه اسیدی است.

۱. دکسترین یا دیگسترین گردی است بی بو و بی رنگ یا مایل به رنگ زرد که در مخلوط با آب خمیری چسبناک تولید می کند که به عنوان چسب تمبر نیز به کار می رود (رحیمی، ۱۳۹۱، ص ۵۵۹).



تصویر ۷

آنالیز FTIR لایه ورنی

(نگاتیو شیشه‌ای کلودیونی با شماره ثبت ۰۰۱۶۵۲ GP).

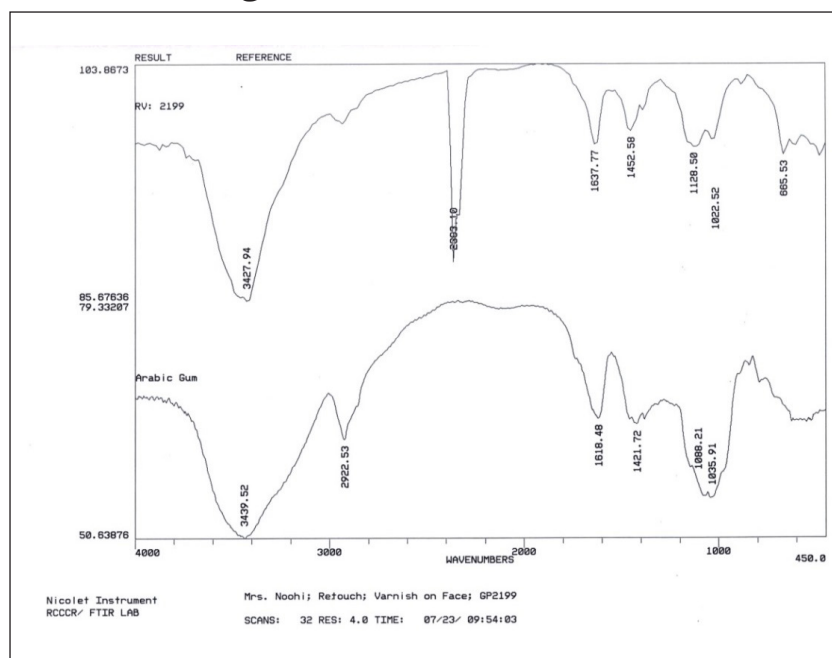
پیک‌های حاضر در ناحیه $3000-3600\text{cm}^{-1}$ و همچنین $2800-3000\text{cm}^{-1}$ به ترتیب به مدهای کششی پیوندهای O-H و C-H موجود در CH_3 و CH_2 تعلق دارند. پیک ظاهر شده در ناحیه 3427cm^{-1} در طیف، تنها به پیوند O-H متعلق است. پیک‌های 2941cm^{-1} و 2847cm^{-1} به مدهای ارتعاشی گروه‌های C-H برمی‌گردد. پیک موجود در ناحیه حدودی 1700cm^{-1} مربوط به گروه اسیدی است. پیوند اولفینیک حاصل از ارتعاش پیوند (C=C) سبب پیدایش باند در ناحیه 1652cm^{-1} شده است. پیک ناحیه 1652cm^{-1} متعلق به پیوند C=C است. پیک ناحیه 1275cm^{-1} مربوط به ارتعاش پیوند (C-O) است (Derry, 2012, p99).

باتوجه به اینکه شلاک ماده‌ای محلول در الکل است و کلودیون نیز در الکل حل می‌شود، بنابراین ابتدا استفاده از شلاک به عنوان لایه ورنی برای آثاری با امولسیون کلودیونی کمی عجیب به نظر می‌رسید؛ ولی با بررسی منابع مشخص شد که جنس لایه ورنی در این محصولات - که پس از خشک شدن نگاتیو از آن‌ها استفاده می‌شده است - بیشتر سندروس

و یا شلاک معرفی شده است (McCormick-Goodhart, 1989, p138). هم‌چنین در رساله عکاسی ترجمه میرزامحمودخان آمده است که استفاده از ورنی‌های نقاشی و ورنی‌های الکل‌دار رایج بوده است؛ چون زودخشک‌شونده‌اند و چسبناک هم نیستند (رحیمی، ۱۳۹۱، صص ۴۲۸-۴۲۹).

با رعایت برخی موارد، شلاک به لحاظ مقاومت خوبی که در برابر نور UV دارد و دیرتر رو به زردی می‌گذارد، می‌تواند انتخابی بهتر باشد. از جمله مواردی که باید در هنگام استفاده از این ماده به عنوان لایه ورنی به آن توجه کرد این است که از الکی با غلظت کمتر به عنوان حلال این ماده استفاده شود. دیگر اینکه شیشه پیش از استفاده از شلاک و بعد از استفاده از آن باید گرم شود. هم‌چنین ملاحظاتی در نحوه ریختن این محلول بر روی شیشه وجود دارد که از مشکلات می‌کاهد.

بررسی طیف مربوط به نمونه شماره ۳: نتیجه به دست آمده از آنالیز FTIR نمونه مربوط به لایه پیش‌رتوش در رتوش چهره - که در نگاتیوهای پایه شیشه‌ای ژلاتینی استفاده شده بود - طیفی مربوط به نوعی هتروپلی ساکارید از گروه صمغ‌های طبیعی را نشان داد (تصویر ۸). با توجه به تطابق طیف به دست آمده با طیف‌های استاندارد مربوط به صمغ عربی، می‌توان حدس زد که ماده استفاده شده به این منظور صمغ عربی بوده است.



تصویر ۸

آنالیز FTIR لایه ورنی
مربوط به پیش‌رتوش

(نگاتیو شیشه‌ای ژلاتینی با شماره ثبت GP002199)



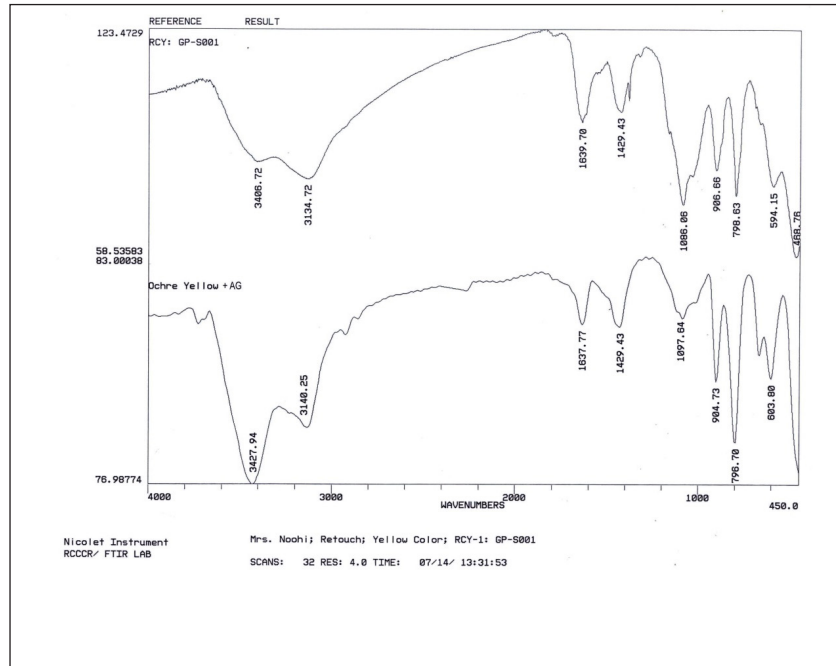
از آنجا که امکان نمونه برداری از این لایه به دلیل احتمال وارد شدن آسیب به آثار حاوی این لایه وجود نداشت، بنابراین شاید نتوان برای صدور قاعده‌ای کلی در این باره حرفی زد؛ ولی چیزی که مسلم است این است که با وجود اشاره اغلب رساله‌های ایرانی به استفاده از ماتولین^۱ به عنوان لایه پیش‌رتوش، از صمغ عربی نیز به این منظور استفاده می‌شده است. همان‌طور که در بررسی لایه‌های ورنی به کار رفته در سه نمونه فوق مشاهده شد، در طیف حاصل از آنالیز تمام نمونه‌ها مشابهت زیادی وجود دارد. تمام آن‌ها از گروه هیدروکربن‌ها هستند و چون به دسته صمغ‌ها و رزین‌های طبیعی تعلق دارند، طیف‌هایی مشابه ایجاد کرده‌اند. این مواد متشکل از زنجیره‌های بلند قندها هستند و از نظر پیوند شیمیایی دارای تعداد زیادی گروه O-H متصل به کربن هستند. باند قوی ناحیه^{-۱} 3300 cm^{-1} مربوط به پیوند O-H است. دو باند قوی در نواحی 1620 cm^{-1} و 1080 cm^{-1} به ترتیب مربوط به گروه کربوکسیلیک و پیوند C-O است.

این موضوع که مواد به کار رفته به عنوان لایه ورنی در نمونه‌های با امولسیون کلودیونی، از دسته‌موادی باشد که حلال آن‌ها آب است، تا حد زیادی قابل پیش‌بینی بود و در متون قدیمی نیز به آن‌ها اشاره شده است؛ ولی استفاده از این مواد در آثار با امولسیون ژلاتینی به لحاظ منطقی و با توجه به رساله‌های قدیمی عکاسی تا حدی دور از انتظار می‌نمود؛ چراکه ژلاتین به آب حساس است و لایه ژلاتینی در اثر تماس با آب متورم می‌شود. تنها موردی که می‌تواند موضوع را توجیه کند این است که حلالیت ژلاتین در اثر تابش نور کاهش می‌یابد، و احتمالاً در این میان حلالیت ژلاتین در مقایسه با موادی مانند صمغ عربی کمتر می‌شود (Gernsheim, 1962, p249). علاوه بر این ژلاتین مربوط به پستانداران از حلالیت نسبتاً کمتری برخوردار است (Teramoto et al., 2012, p2579).

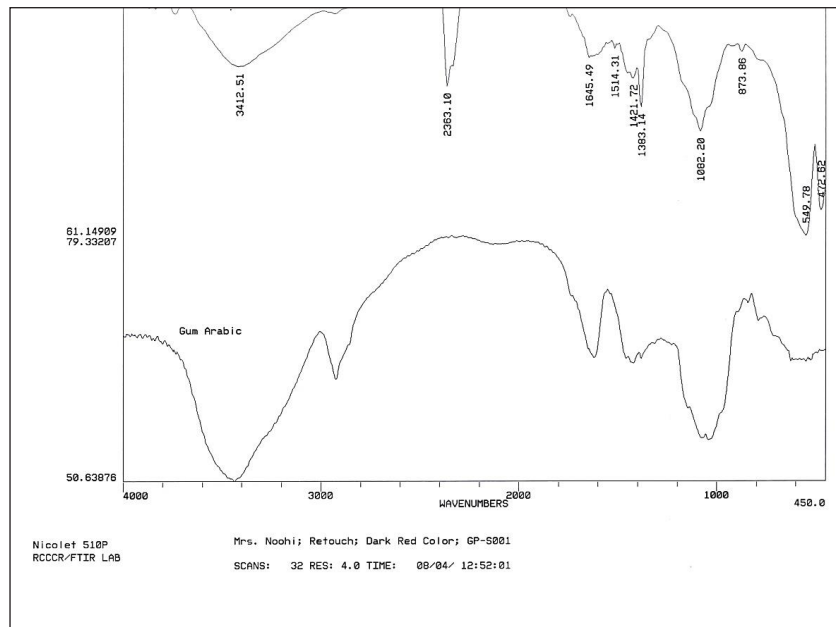
بررسی طیف مربوط به نمونه شماره ۴: درباره بست‌رنگ‌های به کار رفته در این نمونه، با توجه به آنالیز FTIR (تصویر ۹)، و شباهت نتایج با طیف استاندارد مربوط به صمغ عربی می‌توان نتیجه گرفت که بست‌رنگ‌ها مشابه و احتمالاً متعلق به صمغ عربی است.

۱. ماتولین براساس کتاب «علم عکاسی جدید» اثر گارنیک‌خان دالکیجیان، متشکل از الکل، سندروس، و روغن کرچک است (رحیمی، ۱۳۹۱، ص ۶۷۹)





الف



ب

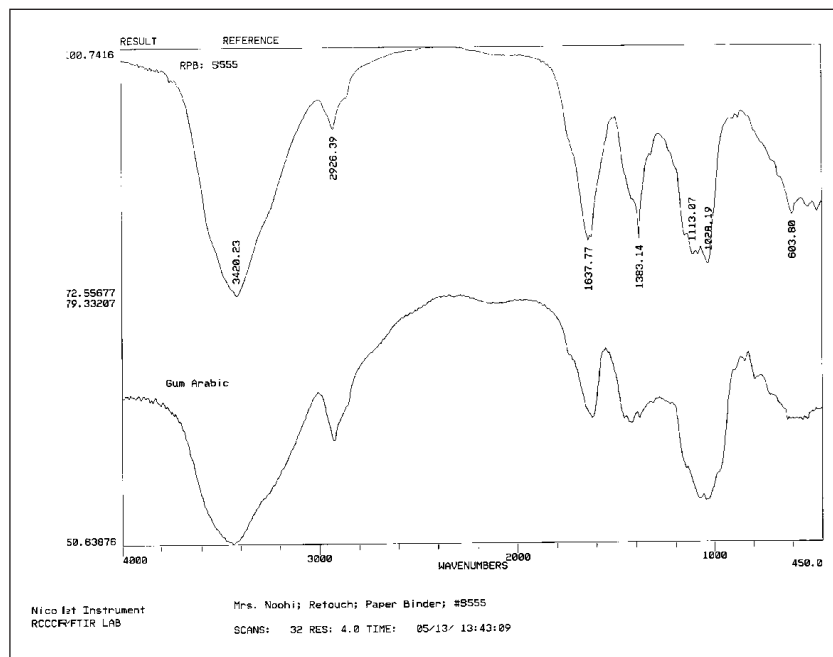
(نگاتیو شیشه‌ای کلودیونی با شماره ثبت ۰۱ GPS0).

تصویر ۹

آنالیز FTIR مربوط به رنگهای روش:
الف: قرمز؛ ب: زرد



بررسی طیف مربوط به نمونه شماره ۵: براساس طیف به دست آمده از آنالیز FTIR (تصویر ۱۰)، به نظر می‌رسد که این ماده نیز مشابه مورد قبل از دسته صمغ‌ها و رزین‌ها باشد و به دلیل تشابه بسیار زیاد آن با طیف استاندارد مربوط به صمغ عربی می‌توان آن را صمغ عربی دانست.



(نگاتیو شیشه‌ای کلودیونی با شماره ثبت GP۰۰۵۵۵۵)

تصویر ۱۰

آنالیز FTIR ماده چسباننده کاغذرتوش

۶. نتیجه

بر طبق متون قدیمی انتظار می‌رفت که در آثار عکاسی پایه‌شیشه‌ای از مواد رزینی و صمغ‌ها در لایه چسباننده، لایه ورنی و قسمت‌های مختلف لایه رتوش استفاده شده باشد. نتایج مطالعات انجام‌شده بر روی آثار عکاسی پایه‌شیشه‌ای متعلق به دوره قاجار به‌طور موثق نشان داد که در بسیاری از موارد یادشده مانند لایه ورنی، لایه پیش‌رتوش، بست‌رنگ‌های به‌کاررفته در رتوش، و مواد چسبی برای چسباندن کاغذهای رتوش به این آثار، از مواد صمغی و رزینی استفاده شده‌است.

باتوجه به اینکه گاهی مواد استفاده‌شده با مواد توصیه‌شده در رساله‌های عکاسی مربوط به آن دوران متفاوت بود، می‌توان دریافت باوجود آنکه رساله‌ها و متون تخصصی عکاسی می‌توانند راهنمای بسیار خوبی برای شناسایی مواد و فن‌شناسی آثار باشند، ولی



تنها راه دستیابی به نتایج واقعی و مطلق در مواقع ضروری انجام آزمایش‌های علمی است. همان‌طور که در مقاله حاضر اشاره شد، به دلیل نبود ریخت‌شناسی مشخص برای مواد رزینی و صمغی، و هم‌چنین تغییرات به وجود آمده به مرور زمان در ساختار شیمیایی و فیزیکی این مواد، بررسی‌های ظاهری به‌هیچ‌عنوان به‌تنهایی نمی‌تواند نتیجه دقیق را در این زمینه حاصل آورد.

هرچند روش FTIR یکی از بهترین روش‌های شناسایی مواد رزینی و صمغ‌هاست، ولی چون در آثار هنری-تاریخی مواد به‌طور خالص استفاده نمی‌شوند و یا به‌مرور زمان دچار فرسایش می‌شوند، در مواردی شناسایی صددرصدی و تشخیص دقیق نوع ماده به‌کاررفته ناممکن است و به استفاده از روش‌های مکمل مانند کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) نیاز است.

حال با آگاهی و اطمینان از استفاده از مواد رزینی و صمغی متعدد در موارد عنوان‌شده در آثار عکاسی پایه‌شیشه‌ای و باتوجه به ماهیت تخریب‌پذیر این مواد، می‌توان برای حفاظت و برقراری شرایط نگهداری مناسب برای هر یک از این آثار اقداماتی آگاهانه‌تر و مؤثرتر انجام داد و مرمت این آثار را به شیوه‌هایی مناسب‌تر انجام داد.

منبع

اسناد آرشیوی

آلبوم‌خانه کاخ گلستان، شماره ثبت: GP۰۰۱۶۵۰؛ GP۰۰۱۶۵۲؛ GP۰۰۲۱۹۹؛ GP۰۰۵۵۵۵.
آلبوم‌خانه کاخ گلستان، نمونه مطالعاتی با شماره ثبت GPS۰۰۱.

کتاب فارسی

ذکاء، یحیی. (۱۳۷۶). *تاریخ عکاسی و عکاسان پیشگام در ایران*. (چ ۱). تهران: شرکت افست.
رحیمی، عباس. (۱۳۹۱). *قاجاریه و آموزش عکاسی*. (چ ۱). تهران: فرزانه روز.

مقاله

جاکی، زیبا؛ عبادی، تقی. (۱۳۹۶). «آشنایی با صمغ‌های گیاهی». *مجله باغدار*، ۱۱۴، صص ۱۱-۱۸.
سلطانی، زهرا؛ فرهنگ بروجنی، حمید؛ عابد اصفهانی، عباس؛ احمدی، حسین. (۱۳۹۴). «نقش افزودنی‌ها بر کیفیت مرکب ایرانی: مطالعه موردی حنا و نمک». *فصل‌نامه گنجینه اسناد*، سال بیست و پنجم، دفتر سوم، صص ۱۲۸-۱۴۸.
نعمتی بابایی، علی؛ آزادی بویاغچی، مهرناز؛ نجفی، فرهود؛ محمدی آچاچلویی محسن. (۱۳۹۵). «مروری



بر شناسایی رزین‌های دی‌ترپنویید در ورنی آثار هنری به روش طیف‌سنجی مادون‌قرمز تبدیل فوریه». *مجله پژوهش باستان‌سنجی*، ۲(۱)، صص ۶۷-۸۰.

نوحی، سحر؛ اسدیان، زهرا؛ نیازی، فتح‌الله. (۱۳۹۸). «رتوش، مواد و فنون آن در نگاتیوهای عکاسی پایه‌شیشه‌ای کاخ گلستان». *گنجینه اسناد*، دوره ۲۹، شماره ۴، پیاپی ۱۱۶، (زمستان ۱۳۹۸)، صص ۱۸۶-۲۰۵.

منابع لاتین

کتاب

- Coppen, J. J. W. (1995). *Gums, resins and latexes of plant origin*. (1st ed). Rome: Food and agriculture organization of the united nations on Preservation and Access.
- Gernsheim, Helmut. (1962). *Creative Photography: Aesthetic Trends, 1839-1960*. Dover Publications, INC: New York.
- McCabe, Constance. (2005). *Coatings on photographs: materials, techniques, and conservation*. (1st ed). Washington D.C.: American Institute for Conservation.
- Mrhar, Peter. (2015). *Mastering Gum Print - Book 1: Monochrome Printing (Historical and Alternative Photography) (Volume 1)*. New York: CreateSpace Independent Publishing.

مقاله

- Brambilla, Laura; Riedo, Chiara; Baraldi, Cecilia; Nevin, Austin; Gamberini, Maria Cristina; D'Andrea, Cosimo; Chiantore, Oscar; Goidanich, Sara; Toniolo, Lucia. (2011). "Characterization of fresh and aged natural ingredients used in historical ointments by molecular spectroscopic techniques: IR, Raman and fluorescence". *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 401(6), pp 1827-1837. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5168-z>
- Bruni, Silvia; Guglielmi, Vittoria. (2014). "Identification of archaeological triterpenic resins by the non-separative techniques FTIR and 13C NMR: the case of Pistacia resin (mastic) in comparison with frankincense". *Spectrochimica acta. Part A: Molecular and biomolecular spectroscopy*, 121, pp 613-622. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.10.098>



- Granzotto, Clara; Arslanoglu, Julie; Rolando, Christian; Tokarski, Caroline. (2017). "Plant gum identification in historic artworks". *Scientific Reports*, 7, pp 1–15. <https://doi.org/10.1038/srep44538>
- Khairuddin; Pramono, Edi; Utomo, Suryadi Budi; Wulandari, Viki; AAn Zahrotul, W.; Clegg, Francis. (2016). "The effect of polyethylene glycol on shellac stability". IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 107 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/107/1/012066>
- McCormick-Goodhart, Mark H. (1989). "Research on Collodion Glass Plate Negatives: Coating Thickness and FTIR Identification of Varnishes". (edited by Siegel, Robin E.). *Topics in Photographic Preservation*, Volume 3, pp 135–150. Washington, DC: American Institute for Conservation.
- Mills, John S.; White, Raymond. (1977). "Natural Resins of Art and Archaeology Their Sources, Chemistry, and Identification". *Studies in Conservation*, 22(1), pp 12-31. <https://doi:10.2307/1505670>
- Prati, Silvia; Sciutto, Giorgia; Mazzeo, Rocco; Torri, Cristian; Fabbri, Daniele. (2011). "Application of ATR-far-infrared spectroscopy to the analysis of natural resins". *Analytical and bioanalytical chemistry*, 399(9), pp 3081–3091. <https://doi.org/10.1007/s00216-010-4388-y>
- Remazeilles, Celine; Veronique, Rouchon-Quillet; Bernard, J.; Calligaro, Thomas; Dran, Jean-Claude; Pichon, Laurent; Salomon, J.; Eveno, Myriam. (2005). "Influence of gum Arabic on iron-gall ink corrosion part II: Observation and elemental analysis of originals". *Restaurator*, 26(2), pp 118–133.
- Teramoto, Naozumi; Hayashi, Akihiko; Yamanaka, Kaori; Sakiyama, Asako; Nakano, Asuka; Shibata, Mitsuhiro. (2012). "Preparation and Mechanical Properties of Photo-Crosslinked Fish Gelatin/Imogolite Nanofiber Composite Hydrogel". *Materials*, 5(12), pp 2573–2585. <https://doi.org/10.3390/ma5122573>

پایان نامه

- Derry, Juliane. (2012). "Investigating Shellac: Documenting the Process, Defining the Product. A study on the processing methods of Shellac, and the analysis of se-



lected physical and chemical characteristics”. (Project-Based Master’s Thesis), The Institute of Archeology, Conservation and History Faculty of Humanities University of Oslo.

English translation of references

Archival documents

Books

- Coppen, J. J. W. (1995). *Gums, resins and latexes of plant origin* (1st ed.). Rome: Food and agriculture organization of the United Nations on Preservation and Access.
- Gernsheim, Helmut. (1962). *Creative photography: Aesthetic trends, 1839-1960*. Dover Publications, INC: New York.
- McCabe, Constance. (2005). *Coatings on photographs: Materials, techniques, and conservation* (1st ed.). Washington D.C.: American Institute for Conservation.
- Mrhar, Peter. (2015). *Mastering gum print - Book 1: Monochrome printing (Historical and alternative photography)* (Vol. 1). New York: CreateSpace Independent Publishing.
- Rahimi, Abbas. (1391/2012). “*Qājāriyehvaāmuzeš-e akkāsi*” (Qajar and photography education) (1st ed.). Tehran: FarzānRuz. [Persian]
- Zoka, Yahya. (1376/1997). “*Tārix-e akkāsi va akkāsan-e pišgāmdar Irān*” (The history of photography and pioneer photographers) (1st ed.). Tehran: Šerkat-e Ofset. [Persian]

Articles

- Brambilla, Laura; Riedo, Chiara; Baraldi, Cecilia; Nevin, Austin; Gamberini, Maria Cristina; D’Andrea, Cosimo; Chiantore, Oscar; Goidanich, Sara; & Toniolo, Lucia. (2011). “Characterization of fresh and aged natural ingredients used in historical ointments by molecular spectroscopic techniques: IR, Raman and fluorescence”. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 401(6), pp 1827–1837. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5168-z>.



- Bruni, Silvia; Guglielmi, Vittoria. (2014). "Identification of archaeological triterpenic resins by the non-separative techniques FTIR and ¹³C NMR: the case of Pistacia resin (mastic) in comparison with frankincense". *Spectrochimica acta. Part A: Molecular and biomolecular spectroscopy*, 121, pp 613–622. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.10.098>.
- Granzotto, Clara; Arslanoglu, Julie; Rolando, Christian; Tokarski, Caroline. (2017). "Plant gum identification in historic artworks". *Scientific Reports*, 7, pp 1–15. <https://doi.org/10.1038/srep44538>.
- Khairuddin; Pramono, Edi; Utomo, Suryadi Budi; Wulandari, Viki; AAnZahrotul, W; &Clegg, Francis. (2016). "The effect of polyethylene glycol on shellac stability". IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 107 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/107/1/012066>.
- Jaki, Ziba & Ebadi, Taghi. (1396/2015). "Āšnāyibāsamq-hā-ye giyāhi" (Review on plant gums: Gum Arabic, Gum Tragacanth, Gum Karaya). *Majalle-ye Bāqdār*, 114, pp. 11-18. [Persian]
- McCormick-Goodhart, Mark H. (1989). "Research on collodion glass plate negatives: Coating thickness and FTIR identification of varnishes". In, Robin E. Siegel (Ed.), *Topics in photographic preservation* (Vol. 3, pp. 135–150). Washington, DC: American Institute for Conservation.
- Mills, John S.; & White, Raymond. (1977). "Natural resins of art and archaeology: Their sources, chemistry, and identification". *Studies in Conservation*, 22(1), pp. 12-31. <https://doi:10.2307/1505670>.
- Nemati Babaylou, Ali; Azadi Bouyaghchi, Mehrnaz; Najafi, Farhoud; Mohammadi Achachlouyi, Mohsen. (1395/2016). "Moruri bar šenāsāyi-e razin-hā-ye diterpenēddarverni-ye āsār-e honari be raveš-e teyf-sanji-ye mādun-e qermez-e tabdil-e Fouriyeh" (Review on identification of diterpenoid resins in artworks varnishes by FTIR). *Majalle-ye Pažuhe-ye Bāstān-sanji* (Journal of Research on Archaeometry), 2(1), pp. 67-80. [Persian]
- Nouhi, Sahar; Asadian, Zahra; & Niazi, Fathollah. (1398/2019). "Rutuš, mavādvafonun-e āndarnagātiv-hā-yrakkāsi-ye pāye-šiš-e-ee-ye Kāx-e Golestān]" (Materials and

- techniques used for retouch of glass plate negatives held at the Golestan Palace). *Ganjine-ye Asnād*, 29(4), 116, (Winter of 1398/2019), pp. 186-205. [Persian]
- Prati, Silvia; Sciuotto, Giorgia; Mazzeo, Rocco; Torri, Cristian; & Fabbri, Daniele. (2011). "Application of ATR-far-infrared spectroscopy to the analysis of natural resins". *Analytical and bioanalytical chemistry*, 399 (9), pp 3081–3091. <https://doi.org/10.1007/s00216-010-4388-y>.
- Remazeilles, Celine; Veronique, Rouchon-Quillet; Bernard, J.; Calligaro, Thomas; Dran, Jean-Claude; Pichon, Laurent; Salomon, J.; & Eveno, Myriam. (2005). "Influence of gum Arabic on iron-gall ink corrosion part II: Observation and elemental analysis of originals". *Restaurator*, 26(2), pp 118–133.
- Soltani, Zahra; Farahmand Boroujeni, Hamid; Abed Esfahani, Abbas; & Ahmadi, Hossein. (1394/2015). "Naqš-e afzudani-hā bar keyfiyat-e morakkab-e Irāni: Motālē-ye moredi-ye hanāvanamak" (The effects of additives on Iranian ink: Henna and salt). *Fasl-nāme-ye Ganjine-ye Asnād*, 25 (3), pp. 128-148. [Persian]
- Teramoto, Naozumi; Hayashi, Akihiko; Yamanaka, Kaori; Sakiyama, Asako; Nakano, Asuka; & Shibata, Mitsuhiro. (2012). "Preparation and mechanical properties of photo-crosslinked fish gelatin/imogolite nanofiber composite hydrogel". *Materials*, 5 (12), pp. 2573–2585. <https://doi.org/10.3390/ma5122573>.

Dissertation

- Derry, Juliane. (2012). "*Investigating Shellac: Documenting the process, defining the product: A study on the processing methods of Shellac, and the analysis of selected physical and chemical characteristics*". (Project-Based Master's Thesis), The Institute of Archeology, Conservation and History Faculty of Humanities University of Oslo.

