

Light Fastness of Yellow Tonality Safflower Used in Manuscripts Restoration

Sedigheh Roohi ¹ | Koros Samanian ² | Maryam Afsharpour ³
Fatemeh Ghodrati Berenjabadi ⁴

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

Abstract:

Purpose: To examine the effect of yellow color tonality of safflower based on old Iranian dye making instructions. Color resistance and stability of colored papers against light was tested to identify advantages and disadvantages of the dyeing method.

Methodology and Research Design: Instructions for making yellow tonality with safflower were extracted from old Iranian texts. Three samples of the same colored restored paper were colored with safflower and dried. The samples and the control sample were exposed to light in xenon chamber at 45°C temperature and 25% relative humidity, then changes of color were measured with colorimeter and compared with the samples before exposure. Degradation of cellulose in exposure to light with photochemical reactions, the cellulose degradation rate was studied with pH Meter, FTIR. Tensile strength was measured.

Findings and Conclusion: Wattman paper showed more stability than the other two samples due to the lack of additives. Also, samples colored in accordance with conventional instructions showed more color change than those colored with old instructions with regard to calorimetric parameters. Destruction of samples colored according to both instructions was negligible. Therefore, the coloring with safflower does not cause serious damages to cellulose fibers.

Keywords:

Safflower, plant colorant, light fastness, manuscript, restoration, historical treatises, dyeing.

1. PhD Student, Restoration of Historical Artifacts, Tehran University of Art, Tehran, I.R. Iran
sedighe.roohi@yahoo.com
 2. Assistant Professor, Restoration of Historical Artifacts, Tehran University of Art, Tehran, I.R. Iran
(Corresponding Author)
samanian_k@yahoo.com
 3. Associate Professor, Mineral Chemistry, Iranian Institute for Chemistry & Chemical Engineering, Tehran, I.R. Iran
afsharpour@ccerci.ac.ir
 4. PhD Student, Restoration of Historical Artifacts, Tehran University of Art, Tehran, I.R. Iran
fa_ghodrati@yahoo.com
- Copyright © 2017-2018, 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

«110»

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

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

Digital Object Identifier(DOI): 10.22034/ganj.2018.2291

Indexed by ISC, SID & Iran Journal | Vol. 28, No. 2, Summer 2018 | pp:146-174(29)

Received: 21, Mar. 2018 | Accepted: 22, Jul. 2018

Archival studies



www.SID.ir



فصلنامه تحقیقات تاریخی
و مطالعات آرشئویی

بررسی تأثیر نور بر ثبات رنگی مُعَصَفَر (فام زرد) استفاده شده در مرمت نسخ خطی (براساس دستورالعمل‌های رنگرزی کاغذ در متون تاریخی)

صدیقه روحی^۱ | کوروس سامانیان^۲ | مریم افشارپور^۳ | فاطمه قدرتی برنج‌آبادی^۴

چکیده:

هدف: هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر نور بر ثبات رنگی فام زرد گرفته شده از رنگینه گیاهی مُعَصَفَر (گلرنگ) براساس دستورالعمل‌های ساخت رنگ در متون تاریخی ایرانی و شناسایی معایب و مزایای احتمالی استفاده از این رنگینه در رنگرزی کاغذهای مورد استفاده در مرمت نسخ خطی است. روش/ رویکرد پژوهش: شیوه این پژوهش کمی، و تلفیقی از روش میدانی و تحلیلی است و برای جمع‌آوری اطلاعات از منابع کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. رنگ زرد براساس دستورالعمل‌های موجود در متون تاریخی کهن ساخته شد. کاغذ مرمتی و واتمن منتخب با معصفر رنگرزی و خشک شدند. پیرسازی براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۰۲۸۳ در محفظه زنون انجام شد. بعد از پیرسازی، شدت رنگ با دستگاه رنگ‌سنج، و میزان تخریب سلولز با دستگاه‌های FTIR، pH متر و سنجش مقاومت کششی، اندازه‌گیری و با مقدار قبل از پیرسازی مقایسه شد.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری: آزمایش‌های انجام شده نشان داد که کاغذ واتمن به دلیل نداشتن افزودنی، پایداری بیشتری از دو نوع کاغذ دیگر دارد. همچنین نمونه کاغذهای رنگ شده با دستورالعمل قراردادی از نمونه کاغذهای رنگ شده با دستورالعمل تاریخی تغییرات بیشتری در پارامترهای رنگی داشتند. نمونه کاغذهای رنگ شده با هر دو دستورالعمل تخریب شدند، ولی میزان تخریب بسیار ناچیز بود و می‌توان از آن صرف نظر کرد.

کلیدواژه‌ها:

مُعَصَفَر؛ گلرنگ؛ رنگینه گیاهی؛ ثبات رنگی در برابر نور؛ نسخ خطی؛ مرمت؛ متون تاریخی؛ رنگرزی.

۱. دانشجوی دکتری مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران
sedighe.roohi@yahoo.com

۲. استادیار گروه مطالعات موزه و مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)
samanian_k@yahoo.com

۳. دانشیار شیمی معدنی پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران، تهران، ایران
afsharpour@ccerci.ac.ir

۴. دانشجوی دکتری مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران
fa_ghodraty@yahoo.com



گنجینه اسناد

«۱۱۰»

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

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

شناسانه برنمود رقمی (DOI): 10.22034/ganj.2018.2291

نمایه در ISC، SID و ایران ژورنال | <http://ganjineh.nlai.ir>

سال ۲۸، دفتر ۲، تابستان ۱۳۹۷ | صص: ۱۴۶-۱۷۴ (۲۹)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱ | تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۳۱

مطالعات آرشئویی

مقدمه

در فارسی به معصفر «گلرنگ» و به تخم آن «تخم کافشه»، «خسک دانه» و در گیلان به تخم آن «تخم کاجیره» و «تخم کازیره» می گویند. معصفر را در کتب طب سنتی با نام های عربی آن «قُرْطُم» و «احریض» و تخم آن را «حب العصفر» و «بذرا الاحریض» نام می برند (صمصام شریعت، ۱۳۸۴). معصفر از خانواده کاسنی *compositae* یا *Astraceae* و تیره فرعی *tubuliflorae* است و با نام علمی *Carthamustinctoriuss* شناخته می شود. منشأ اولیه این گیاه در عربستان بوده و از آنجا تدریجاً به نواحی دیگر دنیا برده شده است (صمصام شریعت، ۱۳۸۲). معصفر از دیرباز در مناطق نیمه خشک ایران، هندوستان و افغانستان کشت می شده است (خان احمدی و همکاران، ۱۳۹۲، ص ۷). منشأ گیاه گلرنگ، ترکیه و شمال هند بوده؛ همچنین در شرق مدیترانه به ویژه در مصر نیز کشت می شده است (Singh et al., 2014, p79). عصاره معصفر از روزگار باستان به عنوان رنگ استفاده می شده است؛ شناسایی گلرنگ در کفن مومیایی های مصر باستان مبین این موضوع است (Singh et al., 2014, p79).

استفاده از معصفر به دلیل ماهیت ناپایدار آن، قبل از ظهور رنگ های سنتزی منسوخ شده بود؛ ولی هنوز هم در هند برای رنگ کردن پارچه های مراسم تشریفاتی از این رنگ استفاده می شود (Singh et al., 2014, p79).



تصویر ۱

کاربرد رنگ زرد در پارچه عثمانی به شماره ۱۲۰۱۴ در موزه هنرهای اسلامی قاهره، مصر. در آنالیز رنگینه ها با استفاده از طیف سنجی فرورسرخ، استفاده از گلرنگ در رنگ زرد و مخلوط زردچوبه و نیل در رنگ سبز تأیید شده است (Bechtold et al., 2009, p35).

تنالیتة رنگ گلرنگ از زرد تا زیتونی و قرمز و حاوی دو ترکیب رنگ است؛ یکی زرد و محلول در آب و دیگری قرمز و نامحلول در آب. در ایران، هند و چین از رنگ زرد گلرنگ یا به شکل خالص آن استفاده می شده است و از آن رنگ کاهی و زرد به دست

۱. معصفر در ایران بیشتر در خراسان، تبریز و تفرش کشت می شود (صمصام شریعت، ۱۳۸۲، ص ۳۷).



می آورده‌اند یا به‌عنوان رنگ پایه برای ترکیب با سایر رنگ‌ها و ایجاد سایه‌های مختلف استفاده می‌شده است (Barkeshli, 2016).

دقت نکردن در استفاده از مواد مناسب در مرمت می‌تواند سبب زوال زود هنگام آثار تاریخی شود. نور یکی از عوامل بسیار مؤثر در تخریب ساختار مواد اشیای موزه‌ای، کتابخانه‌ای و آرشیوی و تغییر رنگ آن‌هاست که در این پژوهش به آن توجه شده‌است. نور منتشرشده از منابع نوری طبیعی یا مصنوعی موجود در فضای نگهداری آثار (مخازن یا ویتترین‌های نمایش موزه‌ها)، می‌تواند آسیب‌های مختلفی را در آثار مکتوب از جمله بی‌رنگ‌شدن رنگینه‌ها، رنگ‌دانه‌ها و جوهرها به‌دنبال داشته باشد.

برخی از این آثار در طول زمان به‌دلیل شرایط متفاوت نظیر ضعف ساختاری (مواد موجود در ساختار اثر) و یا تأثیر عوامل بیرونی (به‌ویژه نور)، دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند و به مرمت نیاز پیدا می‌کنند. معمولاً مرمتگران نسخ خطی برای تناسب بصری و همخوانی قسمت‌های کمبود یا آسیب‌دیده با بقیه اثر تاریخی، از کاغذهای مرمتی ژاپنی رنگ‌شده با رنگینه‌های گیاهی استفاده می‌کنند؛ بنابراین احیاء روش‌های سنتی رنگرزی براساس دستورالعمل‌های تاریخی موجود در نسخ خطی با استفاده از گونه‌های گیاهی موجود در ایران می‌تواند کمک مؤثری به مرمتگران این حوزه باشد.

طبق اسناد و متون تاریخی به‌جامانده از دوره تیموریان و صفویان تا دوره قاجار، اغلب کاغذهای استفاده‌شده در مکتوبات رنگرزی شده‌اند (مایل هروی، ۱۳۷۲). رساله‌های تاریخی نشان می‌دهد که در ایران مواد متنوعی برای رنگ‌کردن کاغذ در کتاب‌آرایی و نسخه‌پردازی استفاده می‌شده‌است و در بیشتر این رساله‌ها براساس فام رنگ دستورالعمل‌هایی از گیاهان مختلف ارائه شده‌است. در این بین کاتبان رساله‌هایی نظیر «در بیان کاغذ، مرکب و حلّ ألوان» (مایل هروی، ۱۳۷۲)، «بیاض خوشبویی» (برکشلی، ۱۳۷۸؛ نوشاهی، ۱۳۸۰)، «گلزار صفا» (صیرفی، قرن ۱۰؛ مایل هروی، ۱۳۷۲؛ قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳)، «ریاض‌الابرار» (عقیلی رستم‌داری، قرن ۱۰؛ مایل هروی، ۱۳۷۲)، و «جوهریه» (سیمی نیشابوری، ۱۲۷۱ق؛ مایل هروی، ۱۳۷۲؛ قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳) به مقوله رنگ‌سازی از گلرنگ پرداخته‌اند.

رضوانی کاشانی در تحقیقات انجام‌شده، پوست انار، بلوط، روناس و گلرنگ را بررسی کرده و میزان تأثیر رنگینه‌های آن‌ها را بر روی مقاومت مکانیکی کاغذ صافی آزمایشگاهی با دو روش پیرسازی نوری و پیرسازی دما-رطوبت آزمایش کرده‌است (رضوانی کاشانی، ۱۳۹۳). از سوی دیگر یامازاکی^۱ کاربردهای رنگ گلرنگ را در تاریخ ژاپن بررسی کرده‌است (Yamazaki, 2011) و ایباید^۲ استفاده از رنگ‌های طبیعی زردرنگ در

1. Yamazaki

2. Ebeid



آستر بدرقه نسخه‌های خطی مصری و دستورالعمل‌های موجود در متون تاریخی^۱ را بررسی کرده‌است. او دریافت که بیشترین منابع رنگ زرد استفاده شده در طول قرون میانه اسلامی، اسپرک، زردچوبه، گلرنگ و زعفران بوده‌است؛ بنابراین خاصیت ضد میکروبی مواد مذکور را علیه سه نوع باکتری رایج در موزه‌های مصری بررسی کرده‌است (Ebeid et al., 2013). هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر نور بر ثبات رنگ زرد گرفته شده از رنگینه گیاهی معصفر (گلرنگ) بر اساس دستورالعمل‌های ساخت رنگ در متون تاریخی ایرانی و شناسایی معایب و مزایای احتمالی استفاده از این رنگینه در رنگرزی کاغذهای مورد استفاده در مرمت نسخ خطی است.

مطابق نظر کربی (Kirby et al., 2014) و کروهن (Krohn, 1980) عوامل متعددی در هنگام ساخت رنگ بر کیفیت آن مؤثرند؛ همچنین ثبات و درخشش رنگ در اکثر آثار تاریخی، نشان دهنده به کارگیری فنون خاص در تهیه رنگ است؛ بنابراین شاید به کارگیری روش‌های سنتی و تاریخی در مراکز مرمتی آثار مکتوب، بتواند به تهیه رنگ‌هایی با دوام بیشتر در برابر عوامل آسیب‌رسان منجر شود.

پرسش‌های مقاله عبارت‌اند از:

۱. ثبات رنگی کاغذهای رنگ شده^۲ با معصفر، در برابر نور چگونه است؟
۲. رنگ کردن کاغذهای مرمتی با معصفر تا چه اندازه بر میزان مقاومت مکانیکی کاغذ تأثیر می‌گذارد؟
۳. تغییرات شیمیایی در کاغذهای رنگ شده با معصفر به چه صورتی است؟

روش تحقیق

در این تحقیق ۳۲ رساله درباره فن کتاب‌آرایی بررسی شد. ۲۳ رساله از رساله‌های مذکور به رنگ آمیزی کاغذ و معرفی گیاهان برای به دست آوردن انواع رنگ‌های روحی^۳ پرداخته‌اند و فقط در ۹ رساله دستورالعمل‌های رنگ زرد با استفاده از معصفر موجود است. در این رساله‌ها علاوه بر دستورالعمل‌های مربوط به واژه «زرد»، دستورالعمل‌های «زرد زرین»، «زرد لیمویی»، «لیمویی»، «کاهی» و «نخودی» هم آمده‌است. استخراج دستورالعمل رنگ‌های «کاهی» و «نخودی» به این دلیل بود که در رساله «بیاض خوشبویی» برای رنگ «زرد زرین» دو دستورالعمل ارائه شده‌است؛ در دستورالعمل دوم به استفاده از «زراب معصفر» یا همان «زردآب گل معصفر» اشاره شده‌است. این دستورالعمل، مشابه دستورالعمل‌های رنگ کاهی و نخودی موجود در «بیاض خوشبویی» و سایر نسخه‌های خطی است؛ از این رو علاوه بر دستورالعمل رنگ‌های فوق، دستورالعمل‌های رنگ «کاهی» هم به علت مشابهت

۱. نسخه خطی موجود در کتابخانه و آرشیو ملی مصر با عنوان «Hbar Wghytha الصفتی (۱۸۵۱ AD)، با پانزده دستورالعمل تاریخی، بررسی شده‌است (Ebeid et al., 2013, p61).

۲. در ادوار قدیم به رنگ کردن کاغذ، گونه کردن گفته می‌شد (گلچین معانی، ۱۳۴۱، ص ۲۹۲).

۳. رنگ‌های شفاف و خالصی که جرم و وزن خاصی به کار نمی‌دهند. در نسخ خطی رنگ‌ها به «جسمی» (نور از آن‌ها عبور نمی‌کند)، «روحی» (نور از آن‌ها عبور می‌کند) و «سریشمی» (رنگ‌های طبیعی مخلوط با بست‌هایی نظیر شیرۀ انگور، عسل و صمغ عربی) تقسیم‌بندی می‌شوند (برکشلی، ۱۳۹۵).

با دستورالعمل «زرد زرین» در «بیاض خوشبویی»، مدنظر قرار گرفته است (روحی، ۱۳۹۶، ص ۵۷).

نکته دیگر این است که در دو رساله «در معرفت کاغذ الوان» و «جوهریه» دستورالعملی با عنوان «زرد لعلی» وجود دارد که برخلاف نامش، رنگش «سرخ» است و برکشلی این رنگ را در فام سرخ دسته‌بندی کرده است (Barkeshli, 2016, p58); به همین جهت دستورالعمل ساخت این رنگ جزء دستورالعمل‌های بررسی شده قرار نگرفت.

استخراج رنگ از گیاهان با چهار روش آبی، قلیایی، اسیدی، و الکلی انجام می‌شود (singh et al., 2014, p9). در دستورالعمل‌های موجود در رساله‌های تاریخی از مواد دیگری به جز معصفر و آب استفاده نشده است؛ بنابراین روش عصاره‌گیری از گیاه معصفر، روش آبی است.

ردیف	نام نسخه	ویژگی گیاه	مواد / مقادیر / روش رنگرزی	نام رنگ	نوع رنگرزی	شماره دستورالعمل
۱	گلزار صفا (صیرفی، قرن ۱۰، ص ۶۳؛ قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۶۳)	بی‌غش	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: تا قرمز شدن پنبه خشک کردن: در آفتاب	کلهی	مستقیم	۱
۲	«رساله در بیان رنگ کردن کاغذ» ^۲ (دانش‌پژوه، ۱۳۵۶، ص ۳۳؛ مایل هروی، ۱۳۷۲، ص ۵۱۷)	خوش‌رنگ و تازه	مواد: معصفر + آب مقادیر: ۵ آسار ^۲ + نامشخص زمان: تا قرمز شدن پنبه خشک کردن: -----	کلهی	مستقیم	۱
۳	«رساله در بیان کاغذ و مرکب و حل‌الوان» (مایل هروی، ۱۳۷۲، ص ۵۹)	-----	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: ----- خشک کردن: در آفتاب	کلهی	مستقیم	۱
۴	«رساله در طریقه ساختن مرکب و کاغذهای الوان» ^۴ (مایل هروی، ۱۳۷۲، ص ۵۱۰)	-----	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: ----- خشک کردن: در آفتاب	کلهی	مستقیم	۱

۱. نسخه‌ای از این رساله با شماره p.1656 در پاریس موجود است که فیلم آن با شماره ۳۴۳۷/۳ در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران قابل‌دسترسی است (مایل هروی، ۱۳۷۲، شصت‌وسه: قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۱۷).

۲. قلیچ‌خانی این نسخه را با عنوان «رساله‌ای در رنگ‌آمیزی کاغذ» در کتاب رسالاتی در خوشنویسی آورده است (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۲۰). نسخه‌ای خطی از این کتاب با شماره ۳۰۴/۸ در کتابخانه خانقاه نوریخس (مایل هروی به شماره ۳۰۴ در خانقاه نعمت‌اللہی اشاره دارد) موجود است (دانش‌پژوه، ۱۳۵۶، ص ۳۰؛ مایل هروی، ۱۳۷۲، هفتادونه).

۳. آستار یا ایستار معادل ۴/۵ مثقال و هر مثقال برابر ۴/۴۶ گرم است (Barkeshli, 2016, p55؛ هینس، ۱۳۸۱، ص ۳۲۹ و ۳۳۵).

۴. این نسخه به شماره ۲۸۷۰ در مرکز اسناد، کتابخانه و موزه ملی ملک موجود است (مایل هروی، ۱۳۷۲، هفتادوهشت).

جدول ۱

دستورالعمل تهیه رنگ زرد از معصفر (روحی، ۱۳۹۶، ص ۷۹).



ادامه تصویر ۱

دستورالعمل تهیه رنگ زرد از معصفر (روحي، ۱۳۹۶، ص ۷۹).

ردیف	نام نسخه	ویژگی گیاه	مواد / مقادیر / روش رنگرزی	نام رنگ	نوع رنگرزی	شماره دستورالعمل
۵	«رساله در معرفت کاغذ الوان» (دانش پژوه، ۱۳۵۶، ص ۳۵؛ مایل هروی، ۱۳۷۲، ص ۵۲۴)	—	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: ----- خشک کردن: در آفتاب	کوهی / کاهی	مستقیم	۱
۶	جوهریه (قلیچ خانی)، (۱۳۷۳، ص ۲۸۲).	—	مواد: معصفر + آب مقادیر: ۰/۵ من تبریز + ۳ تا ۴ مشربه زمان: تا قرمز شدن پنبه خشک کردن: در آفتاب	کاهی	مستقیم	۱
۷	«ریاض الابرار» (عقیلی رستم‌داری، قرن ۱۰؛ مایل هروی، ۱۳۷۳، ص ۳۳۸)	بی‌غش	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: ----- خشک کردن: در آفتاب	کاهی	مستقیم	۱
۸	«بیاض خوشبویی» (نوشاهی، ۱۳۸۰، ص ۸۳)	—	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: ----- خشک کردن: در آفتاب	زرد زرین	مستقیم	۱
۹	«بیاض خوشبویی» (نوشاهی، ۱۳۸۰، ص ۸۲)	—	مواد: معصفر + آب مقادیر: ----- زمان: ----- خشک کردن: در آفتاب	نخودی	مستقیم	۱

۱. همان رساله «در باره رنگ آمیزی کاغذ و حل‌کاری» است. از این رساله نسخه‌ای خطی به شماره ۵۳۴۴ در کتابخانه مدرسه غرب همدان موجود است که بسیاری از مطالب آن در نسخه‌های پیشین آمده است (دانش پژوه، ۱۳۵۶، ص ۳۴؛ مایل هروی، ۱۳۷۲، هفتادونه؛ قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۲۰).
۲. از این رساله نسخه‌ای خطی به شماره ۵۲۶/۸ (۱۳۷۱ ق) در مرکز اسناد، کتابخانه و موزه ملی ملک موجود است که البته بخش «رنگ‌های کاغذ» در این نسخه موجود نیست. همچنین نسخه‌ای خطی از این رساله به شماره ۳۳۶۴/۸ (قرن ۱۱) در مرکز اسناد و کتابخانه مجلس شورای اسلامی موجود است و نسخه‌ای هم در کتابخانه بودلیان به نشانی Add69/32 (۱۲۰۰ ق) موجود است که میکروفیلم آن با شماره ۱۳۳۴ در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران نگهداری می‌شود (مایل هروی، ۱۳۷۲، چهل‌وسه؛ قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۱۴).
۳. نسخه‌ای خطی از این رساله به شماره ۲۰۳۳ در کتابخانه آستان قدس رضوی موجود است و نسخه دیگری از آن در کتابخانه موزه بریتانیا با شماره ۵۳۴۴۸ نگهداری می‌شود که میکروفیلم آن به شماره ۴۰۲۱ در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران موجود است؛ نسخه آستان قدس به زمان تألیف نسخه اصلی نزدیک‌تر و معتبرتر است (مایل هروی، ۱۳۷۲، هفتادودو).
۴. این نسخه در کتابخانه دیوان هند به شماره ۸۲۸ موجود است (دانش پژوه، ۱۳۵۶، ص ۳۵؛ نوشاهی، ۱۳۸۰، ص ۷۹).
۵. من تبریز ۲/۹۶ کیلوگرم است؛ ولی برای سهولت کار و مطابق با ماده ۱ قانون اوزان و مقیاس‌ها مصوب ۱۸ دی ۱۳۱۱ شمسی میزان آن ۳ کیلوگرم دنظر گرفته شده است (حدادی و همکاران، ۱۳۹۵، صص ۹۹ و ۱۰۰).

مشخصات مواد و تجهیزات استفاده شده

در نسخ خطی جوهریه و «رساله‌ای در معرفت کاغذ الوان» (Barkeshli, 2016, p59) بیان شده است: «بستاند به وزن تبریز نیم من^۵ گل کاجره اصفهان» (دانش پژوه، ۱۳۵۶، ص ۳۵؛ قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۲۸۰)؛ بنابراین برای تهیه گلرنگ، گلرنگ خشک شده بومی استان اصفهان از یکی از عطاری‌های سنتی این استان خریداری شد. در این پژوهش از دو نوع کاغذ مرمتی پر کاربرد در مرمت اسناد و نسخ خطی در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ج.ا.ا. و یک نوع کاغذ واتمن با مشخصات جدول ۲ استفاده شد. لازم به ذکر است که شرکت



سازنده کاغذهای مرمتی اطلاعات بیشتری درباره نوع آهار و مواد افزودنی مؤثر در روند تخریب سلولز ارائه نکرده بود.

ردیف	نام کاغذ	شرکت سازنده	شماره کاغذ	نوع الیاف	pH	گرمای (g/m ²)
I	Kinugawa elfenbein	Japico	J632161	80% Tahi Kozo, 20% Pulp	7	22
II	Usumino B6	Japico	J632191	100% Japan Kozo	1/7	28
III	Whatman 1	----	1001	----	----	----
*	اسیدیته اعلام شده توسط شرکت سازنده					

جدول ۲

مشخصات کاغذهای استفاده شده

در پیرسازی نوری تسریع شده، کاغذهای شاهد و رنگریزی شده با دستورالعمل‌های مختلف معصفر، در معرض نور زنون قرار گرفتند که شدت تابش آن بیشتر از وضعیت معمول در محیط نگهداری آثار کاغذی است. این نور در وضعیت کنترل شده‌ای از نظر دما و رطوبت در مدت زمان معینی به نمونه‌ها تابانده می‌شود. با توجه به محدودیت‌های تحقیق درباره عدم تطابق تجهیزات دستگاه‌های پیرسازی نوری موجود با هدف آزمایش، فقط پیرسازی نوری نمونه‌های مورد آزمایش تحت شرایط معین و بررسی تغییرات فتوشیمیایی آن‌ها، از محفظه پیرسازی زنون شرکت REESANJ ساخت ایران مربوط به شرکت آزمایشگاهی بهساز از آزمایشگاه‌های همکار سازمان ملی استاندارد استفاده شد. این دستگاه دارای لامپ زنون WDC 1000، با شدت روشنایی ۵۵۰۰ لوکس، دمای منبع نور ۶۵۰۰ کلوین و طول موج‌های نور سفید ۵۰۰-۵۵۰ نانومتر است. به دلیل قرار گرفتن شیشه در اطراف قوس زنون، نور فرابنفش تا حد زیادی فیلتر می‌شود.

دما و رطوبت این چمبر بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۰۸۴: آزمون‌های ثبات رنگ (ISIRI 4084) روی دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۵ درصد تنظیم شد. چون مشخصات لامپ زنون فوق با سایر استانداردهای پیرسازی مطابقت نداشت، پیرسازی به مدت ۳ ساعت، در شرایط موجود در استاندارد کاغذهای حساس به حرارت (ISIRI 20283) انجام شد.

نمونه کاغذها، بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۵۹۳۶ و دستگاه رنگ‌سنج Drick متعلق به شرکت آزمایشگاهی بهساز رنگ‌سنجی شدند. همچنین نمونه کاغذهای رنگ شده



با معصفر، قبل و بعداز پیرسازی با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه Bruker (FT-IR) مدل Tensor 27 مجهز به سیستم ATR ساخت کشور آلمان در آزمایشگاه دانشگاه هنر تهران آنالیز شدند. برای مشاهده تغییرات مورفولوژی الیاف، نمونه‌کاغذهای رنگ‌شده و شاهد، با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل VEGA\\Tescan-LMU ساخت کشور چک در شرکت آریا الکترون اپتیک تصویربرداری شدند.

میزان اسیدیته نمونه‌ها براساس استاندارد TAPPI T529 om-04 و با استفاده از دستگاه pH متر پرتابل metrohm مدل ۸۲۶ اندازه‌گیری شد. همچنین میزان تغییرات مقاومت کششی نمونه‌ها قبل و بعداز پیرسازی با استفاده از دستگاه مقاومت کششی Tinus Olsen مدل HI10ks براساس استاندارد ملی به شماره ۲-۸۲۷۳ در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری تست کشش، نمونه‌ها با ابعاد $14 \times 1/5$ سانتی‌متر برش خوردند و تست کشش در دو جهت طولی و عرضی بر روی آن‌ها انجام شد.

آماده‌سازی نمونه‌ها

رنگ کردن به‌طور کلی به ۳ روش دسته‌بندی می‌شود: رنگ کردن مستقیم نظیر حنا، که رنگ‌ها با سطح الیاف پیوند برقرار می‌کنند؛ رنگ کردن خمراهی نظیر نیل؛ رنگ کردن با دندانه^۱ مانند بقم^۲ (Barkeshli, 2016). نوع رنگریزی در دستورالعمل‌های جدول ۱ رنگریزی مستقیم^۳ است؛ زیرا در تمام دستورالعمل‌های این جدول برای تهیه رنگ از آب و گیاه استفاده شده‌است. در اکثر دستورالعمل‌های بررسی شده، مقدار آب به‌صورت دقیق مشخص نشده‌است و در تمام آن‌ها، زردآب معصفر از شستشوی گل به‌دست می‌آید؛ این شست‌وشو باید تاحدی انجام شود که وقتی پنبه به آب شست‌وشوی گل آغشته شود، رنگ سرخ رؤیت شود.^۴

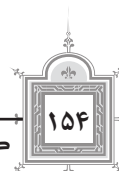
در رنگریزی، عواملی مانند مدت‌زمان حمام رنگریزی، درجه‌حرارت حمام و مواد شیمیایی اضافه‌شده در حمام، در نوع رنگ مؤثر است (افتخار، ۱۳۷۸، ص ۲۷)؛ به همین سبب برای یکسان‌سازی فرایند رنگریزی، حجم حمام رنگ تهیه‌شده در تمام دستورالعمل‌ها ۲۵۰ میلی‌لیتر و دمای آن ۲۵ درجه سانتی‌گراد (دمای محیط) در نظر گرفته شده‌است. در ضمن هر سه نمونه‌کاغذ به ابعاد A5 به‌طور هم‌زمان به مدت ۱۰ دقیقه در حمام رنگ قرار گرفتند و پس‌از آن در سایه و به‌صورت آویزان در مجاورت هوا خشک شدند.

۱. رنگ‌رزان قدیمی معتقد بودند که به‌دلیل یکنواختی سطح الیاف، رنگ به تنهایی بر روی آن قرار نمی‌گیرد و به این دلیل، از املاح فلزی برای ثبات رنگ استفاده می‌کردند که در اصطلاح به آن «دندانه» می‌گفتند. دندانه با لیف اتصال برقرار می‌کند و پلی می‌شود تا رنگ مدنظر به آن متصل شود. درواقع نحوه اتصال رنگ به الیاف، به‌وسیله دندانه انجام می‌شود. البته این موضوع در رنگ‌هایی مصداق دارد که قدرت جذب و نفوذ به داخل الیاف را ندارند (حیاتی، ۱۳۸۴، ص ۴۴).

۲. در فرهنگ معین: درختی بلند و تناور با گل‌های ریز و برگ‌هایی مانند برگ بادام، دارای میوه‌ای گرد و سرخ‌رنگ. از پوست این درخت ماده رنگینی به نام همانین یا همانوکسیلین می‌گیرند که برای ساخت رنگ‌های بنفش، آبی، سرخ، خاکستری و سیاه استفاده می‌شود و در رنگریزی پارچه‌های ابریشمی و پشمی به‌کار می‌رود (واژه‌یاب، ۱۳۹۷)؛ در انگلیسی به آن brazilwood گفته می‌شود.

۳. در انواع روش‌های رنگ‌کردن، برخی از مواد به دندانه‌زدن نیاز ندارند و می‌توانند به‌طور مستقیم رنگ شوند (singh et al., 2014, p31).

۴. در رساله جوهریه برای رنگ کاهی چنین آمده‌است: «قدری از آن زردآب، که از گل معصفر گرفته باشند، نیک صافی سازند؛ و کاغذ بدان رنگ کنند؛ و در آفتاب خشک گردانند». در همین رساله برای تهیه زردآب گل معصفر در رنگ «زرد لعلی» چنین آمده‌است: «بستانند به وزن تریز نیم‌من گل کاجره اصفهان، و نرم بکوبند، و پیروز و در کیسه کرباس محکم کنند، و سرش [سر کیسه را] ببندند، و کیسه را با گل در میان تغار نهند، و سه مشربه یا چهار مشربه آب بریزند، و سر دست چندان مهالند که آب زرد شود، و به سرخی ریزد، و آب [ی] که در تغار باشد، زعفرانی شود» (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳، ص ۲۸۲).



دستورالعمل تاریخی شماره ۱ (MW1)

در این دستورالعمل ۱۰۰/۳۵ گرم (۵ آسار) معصفر توزین و با هاون ساییده شد. سپس در پارچه‌ای تمیز ریخته شد و کار شستشو تا حصول رنگ قرمز ادامه یافت؛ برای این کار حدود ۲۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مصرف شد؛ سپس محلول با کاغذ واتمن گرید ۱ صاف شد. ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و کاغذها در محلول مذکور به مدت ۱۰ دقیقه رنگرزی و در مجاورت هوا خشک شدند. لازم به ذکر است که در اکثر دستورالعمل‌های موجود در رساله‌های تاریخی، میزان آب به صورت دقیق مشخص نشده؛ فقط، در رساله جوهریه، میزان آب ۳ تا ۴ مشربه^۱ بیان شده است. از آنجاکه مشربه در زمان‌های مختلف اشکال و حجم‌های گوناگونی داشته است؛ بنابراین نمی‌توان میزان آب را به‌طور دقیق محاسبه کرد.



تصویر ۲

کاغذهای رنگ‌شده با دستورالعمل شماره ۱ معصفر (منبع: نگارنده)

دستورالعمل قراردادی (MW4)

در بیشتر دستورالعمل‌های رنگرزی موجود در جدول ۱ مقدار معصفر نامشخص است؛ بنابراین برای مقایسه میزان تأثیر مقادیر مختلف این گیاه بر روی کاغذ، دستورالعمل دیگری به صورت قراردادی در نظر گرفته شد. در این دستورالعمل ۵ گرم معصفر توزین و با هاون ساییده شد. سپس در پارچه‌ای تمیز ریخته شد و کار شستشو تا حصول رنگ قرمز ادامه یافت؛ برای این کار حدود ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مصرف شد. محلول فوق با استفاده از کاغذ واتمن گرید ۱ صاف شد. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر

۱. به مشربه در انگلیسی "ewer"، در عربی «ابریق» و در فارسی آبریز، آفتابه، و کوزه گفته می‌شود (عیسی، ۱۳۷۷، ص ۹۵). مشربه در فرهنگ دهخدا، به معنی ظرفی است که بدان آب آشامند؛ شرابدان؛ جای آب؛ ظرفی بزرگ و غالباً مسین برای حمل آب و غیره. مشربه در فرهنگ معین به معنی آبجور، و جای آب خوردن است و در فرهنگ عمید به معنی ظرف معمولاً بزرگ آب خوری، و پیاله شراب است (واژه‌یاب، ۱۳۹۶).

رسانده شد. کاغذها در محلول مذکور به مدت ۱۰ دقیقه رنگریزی و در مجاورت هوا خشک شدند.



تصویر ۳

کاغذهای رنگ شده با دستورالعمل شماره ۴ معصفر (منبع: نگارنده)

نتایج آزمون‌ها

رنگ‌سنجی نمونه‌ها قبل و بعد از پیرسازی

اندازه‌گیری تغییر پارامترهای رنگی نمونه‌های رنگ شده با معصفر در سیستم $CIE-L^*a^*b^*$ مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۹۳۶ انجام و نتایج آن در جدول ۲ درج شد. سه پارامتر موجود در این مدل برای توصیف کامل رنگ‌های یک شیء لازم است و بیان‌کننده موارد زیر است: L^* میزان لومینانس (شدت روشنایی) رنگ را بیان می‌کند. $L^*=0$ به منزله سیاه (نبود روشنایی) و $L^*=100$ سفید (روشنایی کامل) را توصیف می‌کنند. هرچه این مقدار کمتر باشد نشان می‌دهد که نمونه رنگی از نمونه شاهد تیره‌تر شده است. a^* موقعیت آن بین سبز و قرمز متغیر است؛ مقادیر منفی توصیف‌کننده رنگ سبز و مقادیر مثبت توصیف‌کننده رنگ قرمز است. b^* موقعیت آن بین آبی و زرد متغیر است؛ مقادیر منفی نشان‌دهنده رنگ آبی و مقادیر مثبت نشان‌دهنده رنگ زرد است (مشکی و ابدالی، ۱۳۸۹).



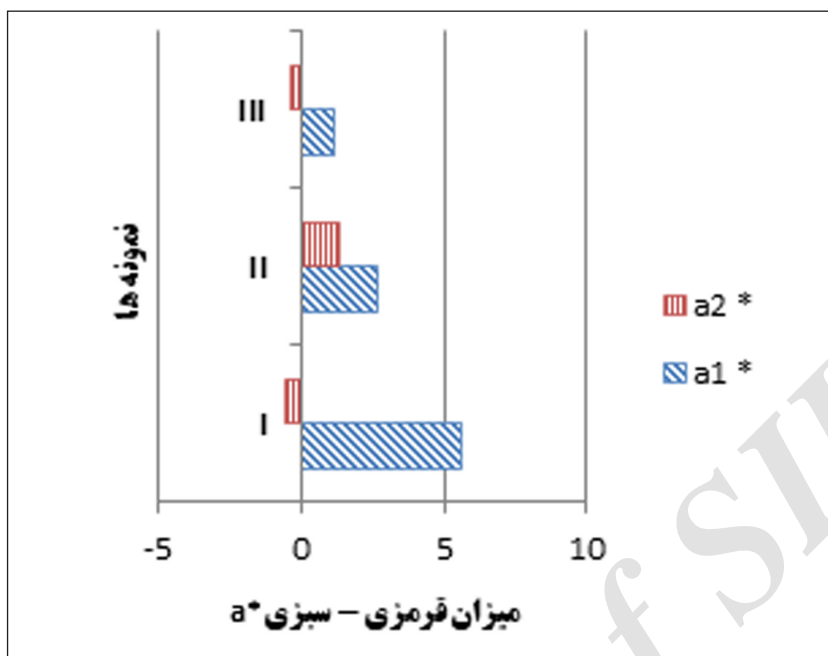
کد نمونه	پس از پیرسازی			قبل از پیرسازی			مقدار تغییرات پارامترهای رنگی		
	L_2^*	a_2^*	b_2^*	L_1^*	a_1^*	b_1^*	ΔL	Δa	Δb
I	86.60	-0.58	4.56	85.36	5.60	14.18	1.24	6.18	-9.62
II	83.44	1.2	15.28	90.62	2.70	-3.05	-7.18	-1.41	18.33
III	90.24	-0.39	2.72	93.45	1.18	-1.46	-3.21	-1.57	4.18
IMW1	80.55	0.21	35.20	83.04	0.60	44.03	-2.49	-0.39	-8.83
IIMW1	82.71	-2.16	32.46	86.18	-3.11	40.40	-3.47	0.95	-7.94
IIIMW1	86.18	-2.55	32.92	87.91	-3.19	43.99	-1.73	0.64	-11.07
IMW4	81.56	2.49	26.25	84.09	0.48	35.02	-2.53	2.01	-8.77
IIMW4	84.80	0.09	21.70	87.21	-1.56	28.50	-2.41	1.65	-6.8
IIIMW4	87.60	-2.22	22.85	89.21	-2.82	32.95	-1.61	0.6	-10.1

جدول ۳

تغییرات پارامترهای رنگی در
نمونه کاغذهای رنگ شده قبل و پس از
پیرسازی

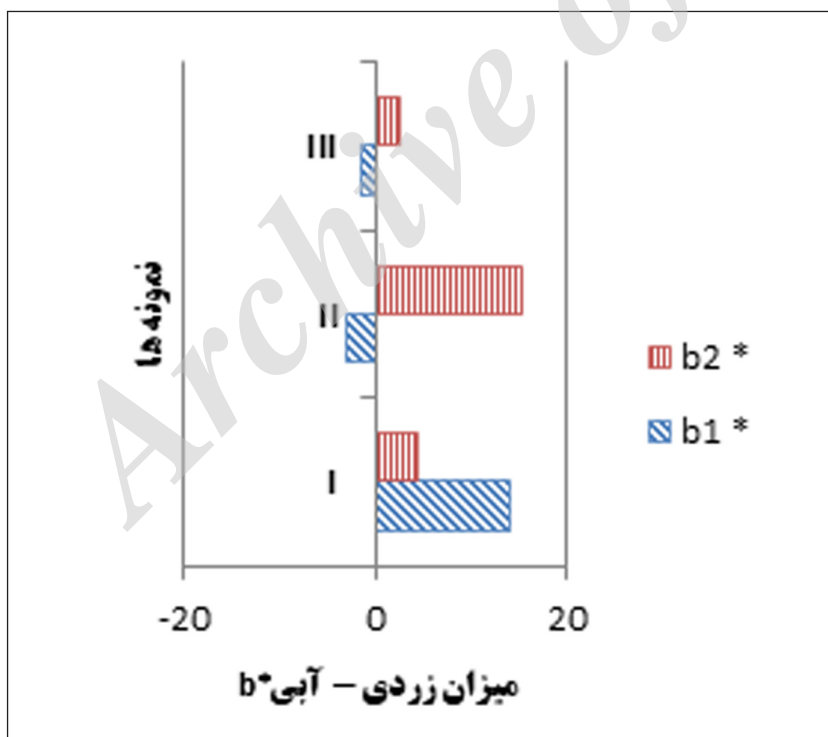
برطبق نمودارهای ۱ تا ۳، رنگ اولیه نمونه کاغذ I زردتر است؛ ولی بعد از پیرسازی زردی و قرمزی آن به شدت کاهش و روشنایی آن افزایش یافته است؛ بنابراین تخریب فتوشیمیایی در آن شدید بوده است. زردی کاغذ II بعد از پیرسازی افزایش و قرمزی آن مقدار کمی کاهش داشته است؛ این موضوع نشان دهنده زردشدن کاغذ پس از پیرسازی است. قرمزی کاغذ III پس از پیرسازی کمی کاهش و زردی آن کمی افزایش داشته است. در بین سه نمونه کاغذ شاهد، کاغذ III (واتمن) به دلیل نداشتن افزودنی، پایداری بیشتری از دو نوع کاغذ دیگر دارد؛ زیرا کاغذ I و II دچار تخریب فتوشیمیایی شده اند. لازم به ذکر است که در کاغذ II با افزایش زردی و در کاغذ I با کاهش زردی مواجه ایم؛ یعنی دو فرایند فتوشیمیایی متفاوت در این دو کاغذ اتفاق می افتد که به بررسی های بیشتری نیاز دارد.





نمودار ۱

مقایسه مقدار a^* کاغذهای شاهد
 (قبل و بعد از پیرسازی)

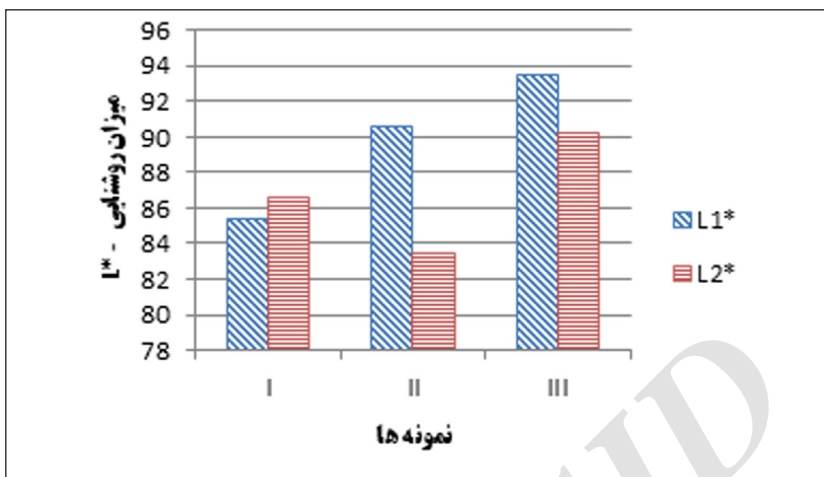


نمودار ۲

مقایسه مقدار b^* کاغذهای شاهد
 (قبل و بعد از پیرسازی)

نمودار ۳

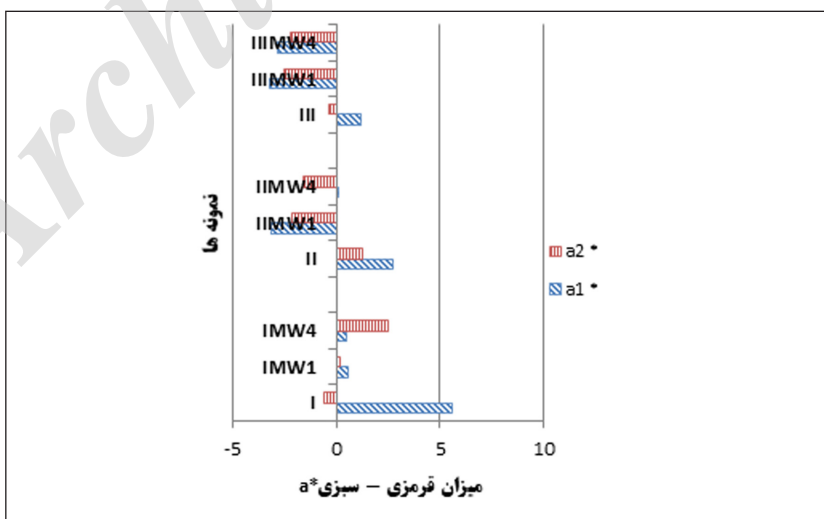
مقایسه مقدار L^* (روشنایی) کاغذهای
شاهد (قبل و بعد از پیرسازی)

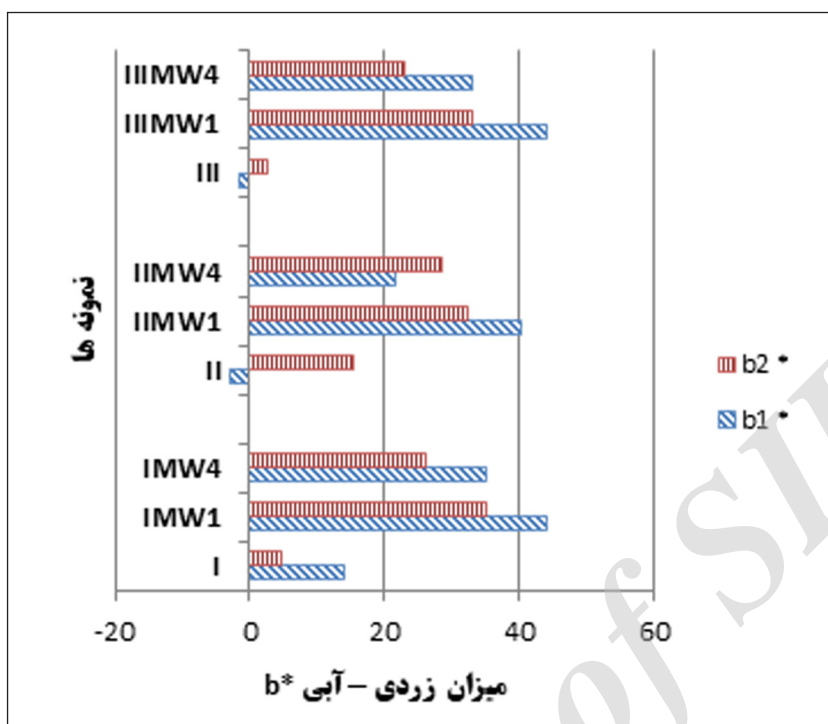


بر طبق نمودارهای ۴ تا ۶، در رنگرزی نمونه‌ها با دستورالعمل تاریخی MW1 و دستورالعمل قراردادی MW4، کاغذ I افزایش زردی و کاهش قرمزی را نشان می‌دهد. پس از پیرسازی در دستورالعمل MW1 کاهش زردی و قرمزی مشاهده گردید، اما در دستورالعمل MW4 علاوه بر کاهش زردی، افزایش قرمزی مشاهده می‌شود. در حقیقت در دستورالعمل MW4 تغییرات، اندکی بیشتر از دستورالعمل MW1 است. کاغذ II و III نسبت به کاغذ I قرمزی و زردی کمتری دارند و روشنایی آنها بیشتر شده است. پس از پیرسازی نمونه کاغذ II و III کاهش زردی و کاهش قرمزی که در کاغذ III تغییرات شدیدتر بوده است.

نمودار ۴

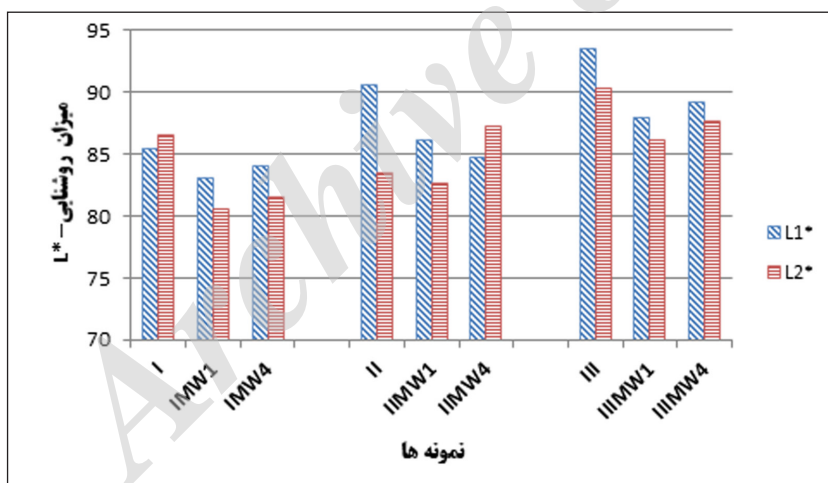
مقایسه مقدار a^* کاغذهای شاهد و
رنگ‌شده با دستورالعمل‌های معصفر (قبل
و بعد از پیرسازی)





نمودار ۵

مقایسه مقدار b* کاغذهای شاهد و رنگ شده با دستورالعمل های معصفر (قبل و بعد از پیرسازی)



نمودار ۶

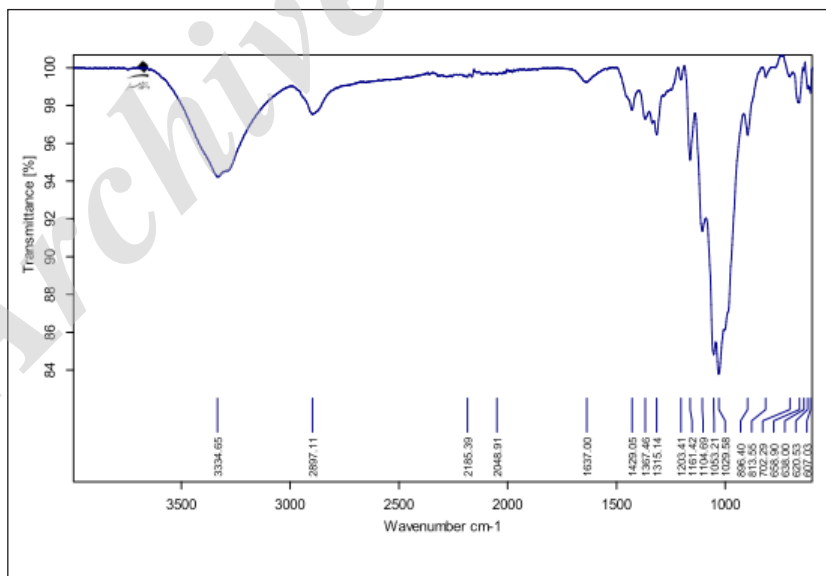
مقایسه مقدار L* (روشنایی) کاغذهای شاهد و رنگ شده با معصفر (قبل و بعد از پیرسازی)

بررسی طیف سنجی فروسرخ

نمونه کاغذهای واتمن رنگ شده با معصفر، قبل و بعد از پیرسازی با استفاده از دستگاه طیف سنجی فروسرخ تبدیل فوریه BRUKER (FT-IR) مدل Tensor 27 مجهز به سیستم ATR ساخت کشور آلمان در آزمایشگاه دانشگاه هنر تهران آنالیز شدند. این دستگاه در

محدوده عدد موجی ۳۷۰ تا ۸۰۰۰ بر سانتی متر قابلیت اندازه گیری طیف جذبی و طیف عبوری را داراست. با استفاده از سیستم ATR این دستگاه، آنالیز کیفی ترکیبات دارای باند جذب پرتوهای فروسرخ به سادگی امکان پذیر است. در مواردی که پهنای باند مذکور در ناحیه ۶۰۰ تا ۴۰۰۰ قرار بگیرد، بدون نیاز به قرص سازی از نمونه، عملیات طیف نگاری انجام می شود.

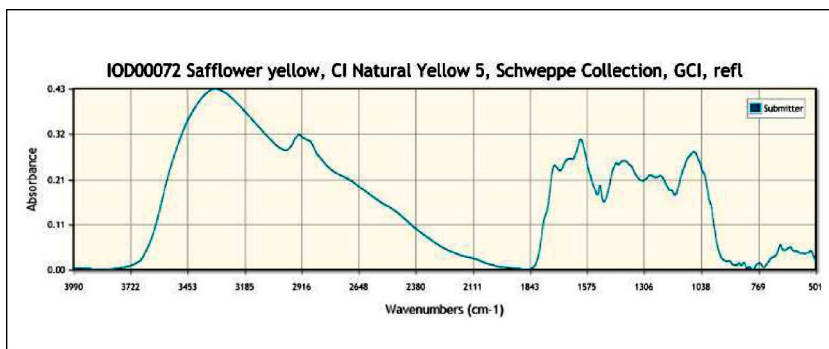
تغییرات کاغذ III پس از پیرسازی، کمتر از تغییرات کاغذهای I و II پس از پیرسازی بوده است؛ به همین دلیل کاغذ III برای بررسی میزان اکسیداسیون ناشی از رنگ ها انتخاب شد. در طیف FTIR، پیک های شاخص سلولز را می توان در ناحیه $1500-850 \text{ cm}^{-1}$ (معروف به ناحیه اثر انگشت) مشاهده کرد (پاویا و همکاران، ۱۳۷۰). نوار جذبی موجود در ناحیه 3334 cm^{-1} ، مربوط به ارتعاش کششی OH است که می تواند اطلاعات صحیحی در رابطه با باندهای هیدروژنی فراهم آورد. جذب مربوط به ارتعاش کششی گروه CH سلولز در ناحیه 2897 cm^{-1} مشاهده می شود. باندهای 1367 cm^{-1} نشان دهنده CH کششی نامتقارن و 1029 cm^{-1} مربوط به ارتعاش خمشی CH₂ متقارن است. در بازه $1200-900 \text{ cm}^{-1}$ باندهای مربوط به ارتعاش کششی پیوند اتری C-O مشاهده می شود (عبدالعلی زاده و همکاران، ۱۳۹۶). نوار جذبی 896 cm^{-1} مربوط به C-O-C کششی است که به عنوان پیک شاخص ساختار آمورف سلولز شناخته می شود.



تصویر ۴

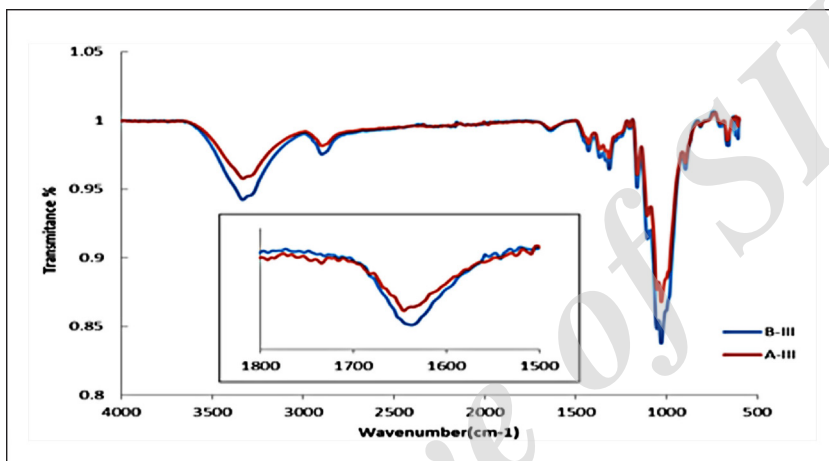
طیف IR کاغذ واکن (III) قبل از پیرسازی





تصویر ۵

طیف جذبی FTIR گلرنگ
 (منبع: <http://www.IRUG.org>)



تصویر ۶

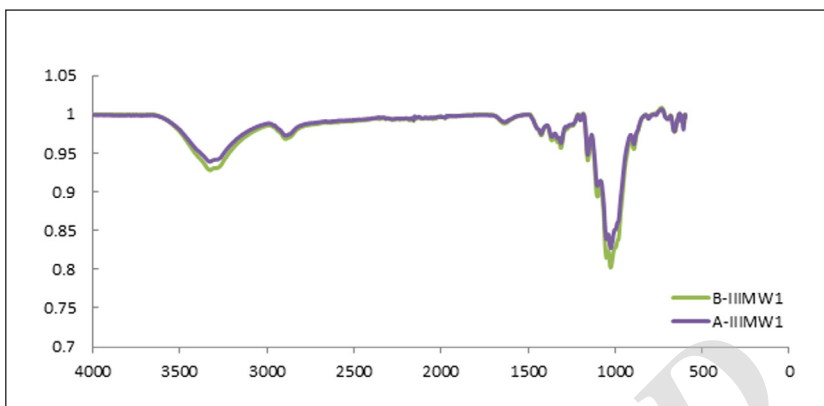
مقایسه طیف IR کاغذ واتمن (III)
 (قبل و بعد از پیرسازی)

تصویر شماره ۶ مقایسه طیف IR کاغذ شاهد III را قبل و بعد از پیرسازی نشان می‌دهد. گروه کربونیل $C=O$ جذبی قوی در ناحیه $1660-1820 \text{ cm}^{-1}$ ایجاد می‌کند و پهنای متوسطی دارد (پاویا و همکاران، ۱۳۷۰، ص ۳۸). همان‌طور که در این طیف مشاهده می‌شود؛ باند جذبی 1635 cm^{-1} پس از پیرسازی کمی افزایش یافته است که مربوط به وجود گروه کربونیل و نتیجه تخریب بسیار کم سلولز در اثر پیرسازی است. افزایش این باند کم است؛ زیرا در نمونه استاندارد کاغذ واتمن (III)، سلولز خالص وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که کاغذ شاهد III در شرایط پیرسازی نوری تغییر فراوانی در میزان اکسیداسیون نشان نمی‌دهد و پایدار باقی مانده است.

تصویر ۷ مقایسه طیف IR نمونه شاهد و نمونه رنگ‌رزی شده با معصفر کاغذ III در دستورالعمل ۱ (MW1) را قبل و پس از پیرسازی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اکسیداسیونی در سلولز ایجاد نشده است؛ بدین معنا که معصفر باعث تخریب فتوشیمیایی سلولز نمی‌شود.

تصویر ۷

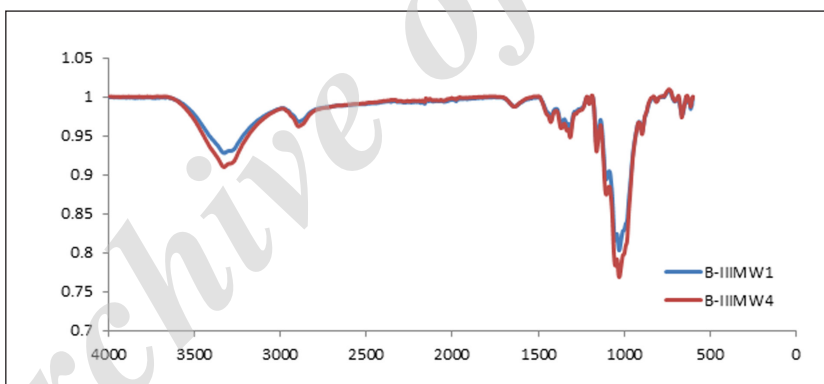
مقایسه طیف IR نمونه شاهد و
رنگری شده با معصفر کاغذ III
دستورالعمل ۱ (MW1)
(قبل و پس از پیرسازی)



تصویر ۸ مقایسه طیف IR دو دستورالعمل رنگری با معصفر را در کاغذ III قبل از
پیرسازی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود رنگری تغییری در ساختار کاغذ
ایجاد نکرده‌است.

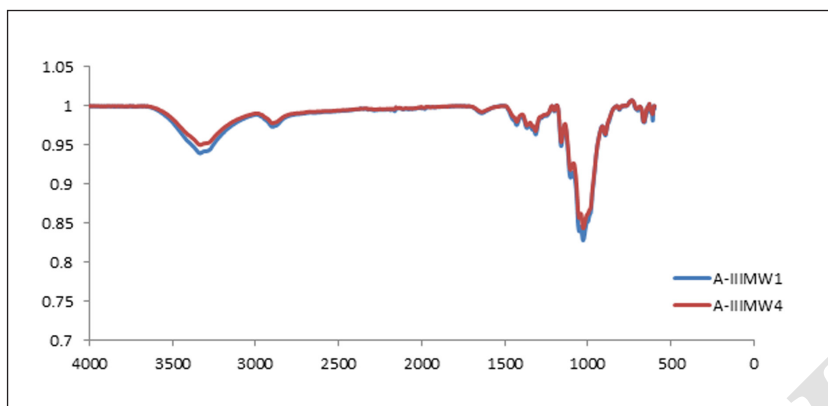
تصویر ۸

مقایسه طیف IR دو دستورالعمل رنگری
با معصفر در کاغذ III قبل از پیرسازی



تصویر ۹ مقایسه طیف IR دو دستورالعمل رنگری با معصفر را در کاغذ III
پس از پیرسازی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اکسیداسیون در هیچ‌کدام از
دو دستورالعمل دیده نمی‌شود.





تصویر ۹

مقایسه طیف IR دو دستورالعمل رنگرزی
با معصفر در کاغذ III پس از پیرسازی

بررسی اسیدیته نمونه‌ها قبل و بعد از پیرسازی

روش ساده‌ای که غالباً در آزمایشگاه‌های حفاظت و مرمت، برای تعیین اسیدیته کاغذ استفاده می‌شود؛ اندازه‌گیری سطح نمونه با الکتروود سرتخت براساس استاندارد TAPPI T529 om-04 است. از مزایای این روش تکرارپذیری، دقت زیاد، تخریبی نبودن و سهولت در انجام کار است. از این روش معمولاً در مجموعه‌های آرشیوی و کتابخانه‌ای استفاده می‌شود. یادآوری می‌شود که اعداد جدول ۴، میانگین اسیدیته سه نقطه مختلف از هر نمونه است.

کد نمونه	I	II	III	IMW ₁	IIMW ₁	IIIMW ₁	IMW ₄	IIMW ₄	IIIMW ₄
pH ₁	6	7.09	6.01	5.81	6.46	5.02	6.85	6.6	5.78
pH ₂	5.42	6.21	5.82	5.83	6.37	5.29	5.8	6.47	5.78
r pH	-0.58	-0.88	-0.19	0.02	-0.09	0.27	-1.05	-0.13	0

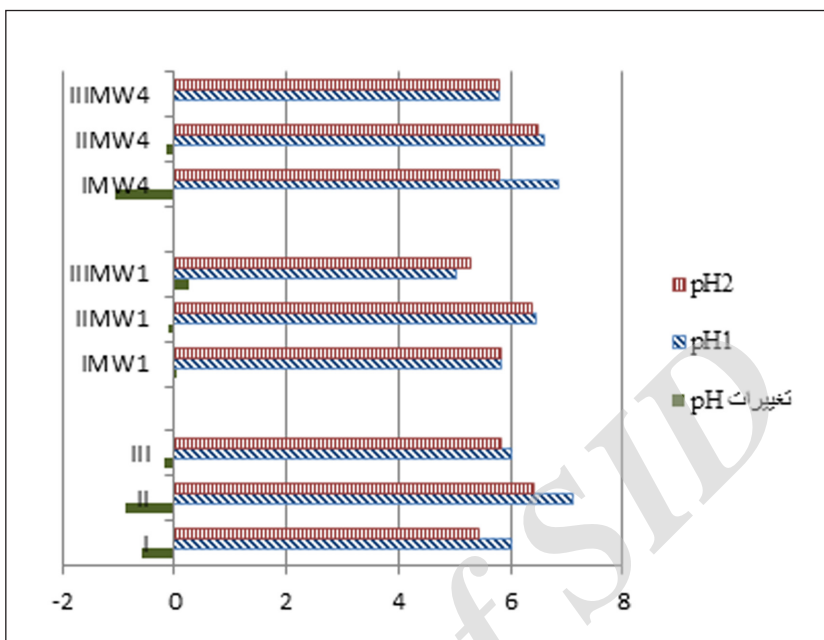
جدول ۴

میزان اسیدیته نمونه‌های رنگ‌شده با
معصفر (قبل و بعد از پیرسازی نوری)



مُودار ۷

مقایسه تغییرات pH کاغذ شاهد و کاغذهای رنگ شده با دو دستورالعمل تاریخی و قراردادی (قبل و بعد از پیرسازی)



نتایج اندازه‌گیری pH نشان می‌دهد که اسیدیته نمونه‌های رنگ‌نشده، با پیرسازی کاهش یافته‌است؛ این نتایج در کاغذهای رنگ‌شده نیز قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که تغییرات اسیدیته در کاغذهای رنگ‌شده کمتر از کاغذهای رنگ‌نشده است که این می‌تواند نشانه تغییر نکردن محیط برای تشدید نشدن تخریب سلولز در اثر فرایند رنگ‌رزی با معصفر باشد. در ضمن pH کاغذ II (Kozo 100%) بعد از پیرسازی تغییر بیشتری (rpH = -0.88) از دو کاغذ دیگر داشته‌است؛ این موضوع (روند تغییرات pH به سمت اسیدی شدن) در رنگ‌رزی کاغذ II با دستورالعمل MW1، (rpH = -0.09)، نسبت به دو کاغذ دیگر بیشتر است، هر چند تغییرات pH نمونه‌های رنگ‌نشده کمتر از نمونه‌های رنگ‌شده است.

بررسی مقاومت کششی فوندها قبل و بعد از پیرسازی

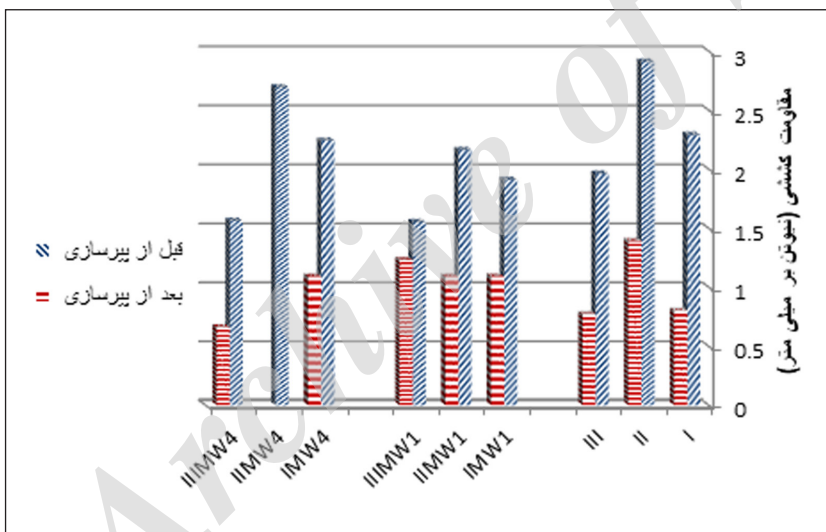
مقاومت کششی یکی از پارامترهای کاغذ است که پس از پیرسازی تغییر می‌کند؛ این موضوع در ارزیابی کلی اهمیت دارد. نتایج نشان داد که با اعمال پیرسازی تسریعی، مقاومت کششی کاغذ کاهش یافت که این موضوع نشانه تخریب در کاغذ است. همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود؛ مقاومت کششی کاغذهای رنگ‌شده با دستورالعمل MW1 قبل از پیرسازی، از کاغذهای رنگ‌شده با دستورالعمل MW4 کاهش بیشتری داشته‌است؛ این کاهش در کاغذ II از دو کاغذ دیگر بیشتر بوده‌است که علت آن را

می توان مقدار بیشتر معصفر استفاده شده در دستورالعمل MW1 دانست. همچنین مقاومت کششی در نمونه های شاهد و رنگرزی شده با دستورالعمل های ۱ و ۴ بعد از پیرسازی کاهش یافت. لازم به ذکر است که به علت کوچک بودن نمونه کاغذ IIMW4، اندازه گیری مقاومت کششی پس از پیرسازی امکان پذیر نبود. رضوانی کاشانی مشابه این آزمایش (یعنی اندازه گیری مقاومت کششی) را برای کاغذ صافی آزمایشگاهی انجام داده است و به این نتیجه رسیده است که رنگرزی با گلرنگ تغییری در میزان مقاومت کششی کاغذ، قبل و بعد از پیرسازی نوری ایجاد نمی کند (رضوانی کاشانی، ۱۳۹۳).

کد نمونه	I	II	III	IMW ₁	IIMW ₁	IIIMW ₁	IMW ₄	IIMW ₄	IIIMW ₄
قبل از پیرسازی	2.3	2.92	1.97	1.92	2.17	1.56	2.25	2.7	1.57
بعد از پیرسازی	0.81	1.4	0.78	1.1	1.1	1.24	1.1	-	0.67

جدول ۵

میزان مقاومت کششی نمونه های رنگ شده با معصفر (قبل و بعد از پیرسازی)



نمودار ۸

مقایسه مقاومت کششی کاغذهای شاهد و رنگ شده با معصفر طبق دو دستورالعمل تاریخی و قراردادی (قبل و بعد از پیرسازی)

جمع بندی

در رساله هایی تاریخی نظیر «در بیان کاغذ، مرکب و حل الوان»، «بیاض خوشبویی» (برکشلی، ۱۳۷۸؛ نوشاهی، ۱۳۸۰)، گلزار صفا (صیرفی، قرن ۱۰)، ریاض الابرار (رستمدراری، قرن ۱۰)، و «جوهریه» سیمی نیشابوری، درباره تهیه رنگ از گیاهان مختلف از جمله معصفر دستورالعمل هایی آمده است. در فارسی به معصفر «گلرنگ» و به تخم آن «تخم کافشه»،

۱. برای قرارگیری نمونه در دستگاه مقاومت کششی به ابعاد ۱۳۱/۵ سانتی متر نیاز بود.



«خسک‌دانه» و در گیلان به تخم آن «تخم کاجیره» و «تخم کازیره» می‌گویند. معصفر در کتب طب سنتی با نام‌های عربی آن «قُرْطُم» و «احریض» و تخم آن هم با نام‌های «حب‌العصفر» و «بذرالاحریض» آمده است (صمصام شریعت، ۱۳۸۴). گیاه معصفر جزء رنگینه‌های گیاهی است. براساس ساختار شیمیایی ارائه‌شده، ماده رنگ‌زا در گل‌رنگ «کارتامین»^۱ است که از مشتقات بنزوکینون است و به‌عنوان رنگی کینونی دسته‌بندی می‌شود (Barkeshli, 2016, p58). براساس دستورالعمل‌های به‌دست‌آمده از متون تاریخی، روش عصاره‌گیری از معصفر، روش آبی است و رنگ‌رزی کاغذ با معصفر با روش مستقیم انجام می‌شده است.

آزمایش‌های مقاومت کششی، رنگ‌سنجی، IR و pH نمونه‌های شاهد و رنگ‌شده با معصفر، قبل و بعد از پیرسازی نشان داد که:

- کاغذ I و II دچار تخریب فتوشیمیایی شدند؛ ولی کاغذ III (واتمن) به‌دلیل نداشتن افزودنی، پایداری بیشتری از دو نوع کاغذ دیگر داشت.
- آزمایش‌های رنگ‌سنجی نمونه‌ها پس از پیرسازی نشان داد که نمونه‌کاغذهای رنگ‌شده با دستورالعمل MW4 (قراردادی) از نمونه‌کاغذهای رنگ‌شده با دستورالعمل MW1 (تاریخی) تغییرات بیشتری دارند که دلیل آن می‌تواند مقدار کمتر معصفر استفاده‌شده در دستورالعمل MW4 باشد.
- هر دو نمونه‌های شاهد و نمونه‌های رنگ‌شده با دستورالعمل‌های MW1 و MW4 پس از پیرسازی دچار تخریب شدند، ولی میزان تخریب نمونه‌های رنگ‌شده نسبت به نمونه‌های شاهد ناچیز بود، به‌طوری‌که می‌توان از آن صرف‌نظر کرد؛ بنابراین رنگ‌کردن کاغذهای مرمتی با معصفر آسیبی جدی به الیاف سلولز وارد نمی‌کند.

پیشنهاد می‌شود برای به‌دست‌آوردن بهترین رنگ زرد، مشابه آزمایش‌های انجام‌شده در این مقاله، با سایر گیاهان دارای فام زرد (اشاره‌شده در متون تاریخی) با زمان‌های طولانی‌تر انجام شود و نتایج آن با نتایج این مقاله مقایسه شود.

منابع

نسخه خطی

سیمی نیشابوری، محمد (عبدالله). (۱۲۷۱ق). جوهریه. نسخه خطی به شماره ثبت ۵۲۶/۸: مرکز اسناد، کتابخانه و موزه ملی ملک.

صیرفی، علی. (۹۵۰ق). گلزار صفا. میکروفیلم نسخه خطی به شماره ۳/۳۶۳۷: کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران.

1. Carthamin



عقیلی رستم‌داری، حسینعلی. (۹۷۹ق). ریاض‌الابرار. نسخه خطی به شماره ۲۰۳۳: مرکز اسناد و کتابخانه آستان قدس رضوی.

کتاب

پاویا، دونالد؛ لمپمن، گری؛ کریز، جورج. (۱۳۷۰). *نگرشی بر طیف‌سنجی*. (چ ۳). (برهمن موثوق، مترجم) تهران: انتشارات علمی و فنی.

حیاتی، مهدی. (۱۳۸۴). *رنگرزی الیاف با رنگ‌های طبیعی*. تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.

صمصام شریعت، هادی. (۱۳۸۲). *پرورش و تکثیر گیاهان دارویی*. اصفهان: مانی.

صمصام شریعت، هادی. (۱۳۸۴). *درمان با گیاه: مبانی نسخه‌پیچی گیاهی و مجموعه‌ای از نسخه‌های گیاهی ساده و مرکب*. (چ ۹). تهران: روزبهان.

عیسی، احمد محمد. (۱۳۷۷). *واژگان هنر اسلامی (مصور) فارسی-عربی-انگلیسی*. (محمد رضا ارجمند و مرجان موسوی، مترجمان) قم: کتابخانه عمومی آیت‌الله مرعشی نجفی (ره).

قلیچ‌خانی، حمیدرضا. (۱۳۷۳). *رسالتی در خوشنویسی و هنرهای وابسته*. تهران: روزنه.

مایل هروی، نجیب. (۱۳۷۲). *کتاب‌آرایی در تمدن اسلامی- مجموعه رسایل در زمینه خوشنویسی، مرکب‌سازی، کاغذگری، تذهیب و تجلید به انضمام فرهنگ واژگان نظام کتاب‌آرایی*. مشهد: آستان قدس رضوی.

مقاله

برکشلی، ماندانا. (۱۳۷۸). «اثرات میکروبیولوژیکی حنا در رنگرزی سنتی کاغذهای تاریخی». *هنرنامه*، سال دوم شماره ۳، ص ۶۴-۷۹.

حدادی، محمد؛ آزادی بویاغچی، مهرناز؛ افشارپور، مریم. (۱۳۹۵). «بررسی اوزان سنتی به‌کاررفته در دستورالعمل‌های ساخت مرکب در رساله‌های خوشنویسی». *گنجینه اسناد*، ۱۰۵، صص ۸۹-۱۰۰.

خان‌احمدی، معصومه؛ حاجی‌آقایی، رضا؛ قاسمی، سمیرا؛ آخوندزاده، شاهین؛ آزادمهر، عباس؛ آشنوری، نسیم؛ نقدی‌بادی، حسنعلی. (۱۳۹۲). «مروری بر خواص گیاهان دارویی رنگ‌زا». *فصلنامه گیاهان دارویی*، دوره چهارم (شماره مسلسل ۵۲، پاییز)، صص ۱-۲۵.

دانش‌پژوه، محمدتقی. (۱۳۵۶). «رنگ‌سازی در کاغذ و رنگ‌زدایی از آن». *هنر و مردم*، دوره ۱۶ (ش ۱۸۱، آبان)، صص ۱۶-۳۵.

عبدالعلی‌زاده، محبوب؛ آزادی بویاغچی، مهرناز؛ محمدی‌پور، محمد؛ محمدی‌آچالویی، محسن. (۱۳۹۶). «بررسی تأثیرات قارچ‌کش تیوفانات متیل بر ویژگی‌های بصری و ساختاری کاغذ». *تحقیقات علوم*



چوب و کاغذ ایران، شماره پیاپی ۵۹، صص ۲۶۱-۲۷۴.

گلچین معانی، احمد. (۱۳۴۱). «یک رساله نفیس و کهن سال هنری». *دانشکده ادبیات تبریز*، شماره ۶۲، صص ۲۸۷-۳۱۰.

نوشاهی، عارف. (۱۳۸۰). «بیاض خوشبویی» در شرح اسباب و لوازم فرهنگ و تمدن شبه‌قاره در دوره تیموریان. *نامه بهارستان*، سال دوم، شماره دوم (دفتر ۴، پائیز و زمستان)، صص ۷۹-۸۶.

پایان‌نامه

افتخار، فریبا. (۱۳۷۷). «نقش رنگ‌ها و مواد واسطه در فرسودگی قالی‌های قدیمی»، استادان راهنما: معتقد، سوسن؛ انصاری، ناهید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی: دانشگاه هنر اصفهان.

رضوانی کاشانی، نیلوفر. (۱۳۹۳). «تأثیر رنگینه‌های پوست انار، بلوط، روناس و گلرنگ در کاغذهای رنگ‌شده مورد استفاده در مرمت نسخ خطی»، استادان راهنما: فرهمند بروجنی، حمید؛ آزادی، مهرناز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی: دانشگاه هنر اصفهان.

روحی دهبنه، صدیقه. (۱۳۹۶). «بررسی خواص فام‌های زرد رنگینه‌های گیاهی در مرمت نسخ خطی براساس دستورالعمل‌های متون تاریخی، مطالعه موردی: مطالعه خواص ضدقارچی و ثبات رنگی زعفران، معصفر، زردچوبه در برابر نور»، استادان راهنما: سامانیان، کوروس؛ افشارپور، مریم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی: دانشگاه هنر تهران.

مشکی، زینب؛ ابدالی، مریم. (۱۳۸۹). «شناسایی اشیاء رنگی ترکیبی در تصویر»، استاد راهنما: محمدکاظمی، فرهاد. پایان‌نامه کارشناسی: دانشگاه پیام نور مشهد.

منابع اینترنتی

واژه‌یاب. (بدون تاریخ). بازیابی در ۴ تیر ۱۳۹۶، از <https://www.vajehyab.com>

استانداردها

استاندارد شماره ۴۰۸۴: «نساجی-آزمون‌های ثبات رنگ-ثبات رنگ در برابر نور مصنوعی: لامپ قوس زنون برای آزمون رنگ‌پریدگی». بازیابی ادی ۱۳۹۶ از: www.isiri.org

استاندارد شماره ۵۹۳۶: «ثبات رنگ کالاهای نساجی-اصول کلی برای اندازه‌گیری رنگ سطح-روش آزمون». بازیابی ادی ۱۳۹۶ از: www.isiri.org

استاندارد شماره ۲-۸۲۷۳: «کاغذ و مقوا-اندازه‌گیری ویژگی کششی قسمت دوم: ازدیاد طول با سرعت ثابت-روش آزمون». بازیابی ادی ۱۳۹۶ از: www.isiri.org



استاندارد شماره ۲۰۲۸۳: «کاغذهای حساس به حرارت-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون». بازیابی ۱۳۹۶
از: www.isiri.org

نشست تخصصی

برکشلی، ماندانا. (۱۳۹۵). «موادشناسی نسخ خطی». دانشگاه الزهرا.

منابع لاتین

کتاب

- Bechtold, Thomas; Mussak, Rita. (2009). *Handbook of Natural Colorant*. Willey.
- Kirby, Jo; Bommel, Maarten van; Verhecken, André. (2014). *Natural Colorants for Dyeing and Lake Pigments Practical Recipes and their Historical Sources*.
- Krohn- Ching, VAL. (1980). *Hawaii Dye Plants and Dye Recipes*. USA: university of Hawaii Press.
- Singh, Har Bhajan; Bharati, Kumar Avinash. (2014). *Handbook of Natural Dyes and pigments*. New Delhi: Woodhead Publishing India PVT. LTd

مقاله

- Barkeshli, Mandana. (2016). "Historical Persian Recipes for Paper Dyes". *Resturato: (International Journal for the Preservation of Library and Archival Material)*, 37(1), pp 49-89.
- Ebeid, Hassan; Brown, Jean; Holt, Ysanne; Singer, Brain. (2013). "A Study of Dyed Endpaper During Islamic Mediaeval Time in Egypt: Purpose, Materials and Techniques". *Paper Conservation: Decisions & Compromises; ICOM-CC Graphic Document Working Group- Interim Meeting*. Vienna: Austrian National Library, 17-19 April 2013, p62.
- Yamazaki, Kazuki. (2011). "Safflower Dye in History of Japan and its Application in Modern Education". *International Symposium and Exhibition on Natural Dyes*. La Rochelle- France, 25-30 April.



TAPPI T529 om-04. (2004). "Surface pH measurement of paper".

"Infrared and Raman Users Groups": revised 1 feb. 2018 from <http://www.IRUG.org>

Resource English translation

Abdolalizadeh, Mahboob et al. (1396/2017). " Barresi-e ta'sirāt-e qārc̄-koš-e Tiyuḡānāt mtil var vižegi-hā-ye basari va sāxtāri-ye kāxaz (Study of side effects of Thiophanate-methyl fungicide on aesthetic and structural properties of paper)". *Tahqiqāt-e 'olum-e ĉup va kāqaz-e Irān*(Iranian journal of wood and paper science research), 2017(59), pp. 261-274.

Barkeshli, Mandana. (1378/1999). "Asarāt-e mikrobiyoložiki-ye hanā dar rangrazi-ye sonnati-ye kāqaz-hā-ye tārixi(Henna microbiologic trace in traditional dyeing of historical papers)". *Honar-nāme*, 1999 (2)3, pp.64-79.

Barkeshli, Mandana. (2016). "Historical Persian Recipes for Paper Dyes". *Resturato: (International Journal for the Preservation of Library and Archival Material)*, 37(1), pp 49-89.

Barkeshli, Mandana. (20 Dec. 2016). " Mavād-šenāsi-ye nosax-e xatti(Material identification of manuscripts)". Al-Zahra University.

Bechtold, Thomas; Mussak, Rita. (2009). *Handbook of Natural Colorant*. Willey.

DaneshPajouh, MohammadTaqi (1356/1977). " Rang sāzi dar kāqaz va rang-zodā'i dar ān (Paper paint manufacturing and paint removal)" . *Honar va mardom*, 1977(16) 181, pp. 16-35.

Ebeid, Hassan; Brown, Jean; Holt, Ysanne; Singer, Brain. (2013). "A Study of Dyed End-paper During Islamic Mediaeval Time in Egypt: Purpose, Materials and Techniques". *Paper Conservation: Decisions & Compromises; ICOM-CC Graphic Document Working Group- Interim Meeting*. Vienna: Austrian National Library, 17-19 April 2013, p62.



- Eftekhar, Fariba. (1377/1998). “ Naqš-e rang-hā va mavād-e vāsete dar farsudegi-ye qāli-hā-ye qadimi (The role of colors and mediator material in worn-out old carpets)”. Supervisor: Sousan Motaghed and Nahid Ansari, Master dissertation of historical and cultural objects restoration: Art University of Isfahan.
- GolchinMa'ani, Ahmad. (1341/1962). “ Yek resale-ye nafis va kohansāl-e honari (A precious and old artistic treatise)”. *Dāneškade-ye adabiyāt-e Tabriz*, 1962(62), pp. 287-310.
- Hadadi, Mohammad; Azadi Boyaghchi, Mehrnaz; Afsharpoor, Maryam. (1395/2017). “Barresi-ye 'ozān-e sonnati-ye be-kār-rafte dar dasturolamal-hā-ye sāxt-e morakkab dar resale-hā-ye xošnevisi (Traditional weighting system for ink making in calligraphy treaties)”. *Ganjine-ye asnād*, spring 2017(105), pp. 89-100.
- Hayati, Mehdi. (1384/2005). *Rangrazi-ye Alyāf ba Rang-hā-ye Tab'i* (Fibers dyeing with natural colors). Tehran: Mo'assese-ye Āmuzeš-e 'Āli-ye Elmi Kārbordi-ye Jahād-e Kešavarzi.
- “Infrared and Raman Users Groups”. revised 1 feb. 2018 from: <http://www.IRUG.org>
- Issa, Ahmed Mohammed.(1377/1998). *Vāžegān-e honar-e eslāmi(mosavvar) Fārsi-Arabi- Englisi (Islamic art terms* (illustrated): Persian - Arabic - English). Translated by Mohammad Reza Arjmand and Marjan Mousavi. Qom: Ketābxāne-ye 'Omumi-ye Āyatollāh Mar'aši-ye Najafi.
- KhanAhmadi, Masoumeh et al. (1392/2013). “Moruri bar xavās-e giāhān-e daru'i-ye rangzā (A review on medical properties of dyeing plants)”. *Fasl-nāme-ye giyāhān-e daru'i*, autumn 2013(4)52, pp. 1-25.
- Kirby, Jo; Bommel, Maarten van; Verhecken, André. (2014). *Natural Colorants for Dyeing and Lake Pigments Practical Recipes and their Historical Sources*.
- Krohn- Ching, VAL. (1980). *Hawaii Dye Plants and Dye Recipes*. USA: University of hawaii Press.
- Mayil Heawi, Najib.(1372/1993). *Ketāb-ārā'i dar Tamaddon-e eslāmi: majmu'e-ye rasāel dar zamine-ye xošnevisi, morakkab-sāzi, kāqaz-gari, tazhib, va tajlid be*

enzemām-e farhang-e vāžegan-e nezām-e ketāb-ārā'i (*The art of bibliopegy in Islamic civilization: A collection of articles on calligraphy, ink making, paper-gra-phy, illumination, binding together with dictionary of bibliopegy terms*). Mashhad: 'Āstān Qods Razavi.

Meshki, Zeinab; Ebdali, Maryam. (1389/2010). "Šenāsā'i-ye ašiyāe rangi-ye tarkibi dar tasvir (dentification of combined colored objects in image)". Supervisor: Farhad Mohammad Kazemi, Bachelor dissertation: Mashhad Payam Noor University.

Noshahi, Aref. (1380/2001). "Bayāz-e xošbu'i: dar šarh-e asbāb va lavāzem-e farhang va tamaddon-e šebhe-qārre dar do[w]re-ye Teymuriyān (Bayāz-e xošbu'i: explanation of means of culture and civilization of The Subcontinent in the Teymuriyān period). *Nāme-ye Bahārestān*, autumn & winter 2001 (2)2, pp. 79-86.

Pavia, Donald; Lampman, Gary; Kriz, George. (1370/1991). *Negareši bar Teyf-sanji* (Introduction to spectroscopy). Translated by Berahman Movasegh. Tehran: Elmi va Fanni Publication.

Rezvani Kashani, Niloofar. (1393/2014). "T'asir-e rangine-hā-ye pust-e anār, balut, ro[w]nās, va golrang dar kāqaz-hā-ye rang-šode-ye morede estefāde dar maremmat-e nosax-e xatti (The influence of the pigments in the skin of pomegranate, oak, madder, and rose on colored papers used in restoration of manuscripts)". Supervisor: Hamid Farahmand Broujeni and Mehrnaz Azadi, Master dissertation of historical and cultural objects restoration: Art University of Isfahan.

Roohi, Sedigheh. (1396/2017). "Barresi-ye xavās-e fām-hā-ye zard-e rangine-hā-ye giyāhi dar maremmat-e nosax-e xatti bar asās-e dasturoal'mal-hā-ye motun-e tārixi, motāle'e-ye xavās-e zedd-e-qārči va sobāt-e rangi-ye za'farān, mo'asfar, zard-čube dar barābar-e nur (The study of yellow tonality plants properties used in manuscripts restoration according to paper dyeing historical treatises)". Supervisor: Koros Samanian and Maryam Afsharpoor, Master dissertation of historical and cultural objects restoration: Art University of Tehran.

SamsamShariat, Hadi. (1384/2005). *Darmān ba Giyāh* (Treatment with Medicinal plants). Tehran: Ruzbahān.



- SamsamShariat, Hadi. (1382/2003). *Parvareš va taksir-e giyāhān-e Dāru'i* (Medical plant propagation). Isfahan: Māni.
- Simi Neishaburi, Moammad(Abdollah). (1271 Q/1854). *Johariyye*. Manuscript no. 526/8: Markaz-e Asnād, Ketābxāne va Muze-ye Melli-ye Malek(Malek Library and National Museum).
- Singh, Har Bhajan; Bharati, Kumar Avinash. (2014). *Handbook of Natural Dyes and pigments*. New Delhi: Woodhead Publishing India PVT. LTd.
- Sirafi, Ali. (590 Q/1194). *Gozār-e Safā*. Manuscript microfilm no. 3637/3: Ketābxāne-ye Markazi-ye Dānešgāh-e Tehrān (Central Library of University of Tehran).
- Standard no. 4084: “ Nassāji_ āzmun-hā-ye sobāt-e rang _ sobāt-e rang dar barābar-e nur-e masnu'i: lamp-e qo[w]s-e zenon barāye āzmun-e rangparidegi”. Retrieved 22 Dec. 2017, from www.isiri.org.
- Standard no. 5936: “ Sobāt-e rang-e Kālā-hā-ye nassāji _'Osul-e koli barāye andāze-giri-ye rang-e sath _ raves-e āzmun”. Retrieved 22 Dec. 2017, from www.isiri.org.
- Standard no. 5936-2: “ Kāqaz va moqavā _ andāze-giri-ye vižegi-ye kešēši-ye qesmat-e dovom: ezdiyād-e tul bā sor'at-e sābet _ raves-e āzmun”. Retrieved 22 Dec. 2017, from www.isiri.org.
- Standard no. 20283: “ Kāqaz-hā-ye hassās be harārat _ vižegi-hā va raves-hā-ye āzmun”. Retrieved 22 Dec. 2017, from www.isiri.org.
- TAPPI T529 om-04. (2004). “Surface pH measurement of paper”.
- Važeh-yāb. Retrieved 25 June 2017, from https://www.vajehyab.com.
- Yamazaki, Kazuki. (2011). “Safflower Dye in History of Japan and its Application in Modern Education”. *International Symposium and Exhibition on Natural Dyes*. La Rochelle- France, 25-30 April.

استناد به این مقاله:

- روحی، صدیقه؛ سامانیان، کوروس؛ افشارپور، مریم؛ قدرتی برنج آبادی، فاطمه. (۱۳۹۷، تابستان). بررسی تأثیر نور بر ثبات رنگی مُعَصَفَر (فام زرد) استفاده شده در مرمت نسخ خطی (براساس دستورالعمل های رنگرزی کاغذ در متون تاریخی). *گنجینه اسناد*، ۲۸(۲): ۱۴۶-۱۷۴.