■ نقش افزودنی‌ها بر کیفیت مرکّب ایرانی:
مطالعهٔ موردی حنا و نمک

زهرا سلطانی | حمید فرهمند بروجنی | عباس عابد اصفهانی | حسین احمدی

■ چکیده

از بین لوازم کتابت و خوشنویسی، مرکب نزد کاتبان و خوشنویسان ارزش ویژه‌ای داشته است، چنان‌که یک چهارم حُسن خط را در گرو مرغوبیت مرکب دانسته‌اند. متأسفانه، استفادهٔ فراوان مرکب‌سازان امروزی از مواد نامرغوب و عدم دقت لازم در فرآوری مرکب‌ها، و شاید عدم آگاهی آنها از ترکیب مرکب‌های مرغوب قدیمی و در عمده‌ای موارد سودجویی برخی، آثار ارزشمند خوشنویسان را- که دیر یا زود جزء آثار موزه‌ای و ملی قرار می‌گیرد-در گذر زمان دچار آسیب‌های جدی مثل رنگ‌پریدگی، کپک، ریزش رنگ، و نظایر آن کرده است. از آنجاکه کارهای پژوهشی صورت گرفته در این زمینه هنوز به‌درستی راهگشا نبوده پژوهش در این زمینه امری لازم است.

هدف: هدف این پژوهش بررسی تأثیرات افزودنی حنا و نمک بر روی مرکب سنتی است.

روش و رویکرد پژوهش: روش یافته‌اندوزی کتابخانه‌ای، آزمایشگاهی، اینترنتی، و روش پردازش داده‌ها، توصیفی-تحلیلی است. در این پژوهش، پس از ساخت هفت نمونه مرکب مشکی با استفاده از رساله‌های کهن، پیرسازی تسریعی شامل آزمون‌های نور، کپک، و دما بر روی نمونه‌ها بر طبق استاندارد انجام شد؛ سپس، با استفاده از دستگاه pH سنج و رنگ سنج، نمونه‌ها pH سنجی و رنگ سنجی شدند. درآخر با منابع و اطلاعات موجود، تحلیل و نتیجه گیری شد.

یافته‌های پژوهش: پس از بررسی‌های آزمایشگاهی معلوم شد، حنا علاوه بر خاصیت رنگ‌دهی از رشد کپک‌ها در مرکب، چه به‌صورت مایع و چه مرکب بر روی کاغذ جلوگیری می‌کند. البته، غلظت حنا، در خاصیت میکرب‌کشی آن تأثیر دارد .قابل ذکر است که مقدار زیاد حنا(معادل ۱۴ گرم)، به‌دلیل خاصیت اسیدی آن باعث رنگ پریدگی(تغییر رنگ) مرکب می‌شود؛ کمترین مقدار نمک نیز(معادل ۱ گرم) علاوه بر جلوگیری از رشد کپک، مایهٔ ثبات و دوام بیشتر مرکب بر روی کاغذ می‌شود.

پرتال جامع علوم انسانی

کلیدواژه‌ها

خوشنویسی، کیفیت مرکب ایرانی، افزودنی ها، حنا، نمک

مطالعات آرشیوی

فصلنامهٔ *گنجینهٔ اسناد*: سال بیستم و پنجم، دفتر سوم، (پائیز ۱۳۹۴)، ۱۴۸-۱۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۸ ■ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۱۰

نقش افزودنی‌ها بر کیفیت مرکّب ایرانی: مطالعهٔ موردی حنا و نمک

زهرا سلطانی[1] | حمید فرهمند بروجنی[2] | عباس عابد اصفهانی[3] | حسین احمدی[4]

مقدمه

از قدیم مرکب و دیگر ابزارهای نوشتن در میان ایرانیان فرهیخته متنوع بوده است. در عالَم اسلام مرکب‌ساز، انواع مرکب(سیاهی)، لیقه(گونه‌ای از مرکب)، حبر، مداد، و مرکب‌های رنگین را شناخته و امتحان کرده است. در متون و نگارش‌های سده‌های میانه از مرکبی یاد می‌شود که مثل پر طاووس رنگارنگ می‌نموده و به‌اصطلاح امروز شبتاب هم بوده(مرکب مطوّس)، کاتبان نیز برای مسافرت‌هایشان نوعی از مرکب سفری داشته‌اند؛ حتی پیشینیان از برخی جواهرات و فلزات مایع آن را حاصل می‌آورده‌اند و انواع مرکب‌های رنگین(مرکب الوان) را با هدف در نظر گرفتن راز و رمز و حفظ آداب خاص نسخه‌نویسی و خوشنویسی و نسخه‌آرایی به‌کار می‌گرفته‌اند که اینها همه از حسن تأمل و تدبر آنها دربارهٔ جوهر نوشتن و کتابت حکایت می‌کند(مایل هروی، ۱۳۷۲). در گذشته، اهمیت مرکب در ثبت قرآن و حدیث، تاریخ و همچنین حفظ علوم مختلف بوده است. تاآنجاکه در گذشته، مرکب‌سازی صنفی خاص و معین بوده که اعتبار و موقعیت اجتماعی خود را داشته است. حتی برخی مرکب‌سازان مرکب‌های خود را نام‌گذاری می‌کردند. اما متأسفانه، امروزه، به‌دلیل کمبود منابع دقیق، مشروح و جامع، حق مطلب دراین زمینه به‌خوبی ادا نشده است. کاتبان، در رساله‌ها و دستنوشته‌های خطی، در بیان تجربیات نسل‌های گذشته

۱. کارشناس ارشد مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکدهٔ مرمت (نویسندهٔ مسئول)
zahrasoltany@yahoo.com
۲. دانشجوی دکتری مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، مربی و عضو هیئت علمی دانشگاه هنر اصفهان
Farahmandhamid@gmail.com
۳. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان (اصفهان)
abedesfahani@gmail.com
۴. استادیار مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی دانشگاه هنر اصفهان
h.ahmadi@aui.ac.ir

در باب مرکب‌سازی، گاه برای جلوگیری از فاش شدن رموز خود و گاه به‌دلیل توجه بیشتر به‌اصول زیبایی خط وخطاطی فنون ساخت مرکب را با جزئیات دقیق شرح نداده‌اند. گاهی نیز دستورالعمل‌ها را در قالب شعر بیان کرده‌اند که برای هماهنگی در وزن شعر، از آوردن برخی موارد اجتناب کرده‌اند. افزون براینها، عدم آگاهی مرکب‌سازان معاصر از ترکیب مرکب‌های مرغوب قدیمی و در عمده‌ای موارد سودجویی برخی، موجب عرضهٔ مرکب‌های نامرغوب به‌بازار شده است. مرکب‌سازان امروزی که بیشتر از روش‌های سنتی برای ساخت مرکب‌ها استفاده نمی‌کنند و به‌دلیل سهولت کار و ارزان بودن، از رنگ‌های شیمیایی تحت نام «آنیلین» استفاده می‌کنند. رنگ‌های شیمیایی که از ترکیب مواد اسیدی و بازی به‌دست می‌آیند ثبات نوری خوبی ندارند و از نظر کیفیت، زیبایی و پایداری در مقابل تابش نور و غیره بسیار ضعیف‌تر از رنگهای طبیعی هستند. متأسفانه استفادهٔ فراوان خوشنویسان ازاین رنگ‌های سنتزی درجای مرکب اصیل سنتی، آثار ارزشمند آنان را که دیر یا زود جزء آثار موزهای و ملی قرار می‌گیرد؛ در گذر زمان دچار آسیب‌های جدی مثل تغییر رنگ، کپک، ترک، پوسته‌پوسته شدن، ریزش و حتی تخریب کاغذ می‌کند. بنابراین در مبحث آسیب‌شناسی، این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که در بخش حفاظت پیشگیرانه، آثار خوشنویسی بااهمیت می‌باشد و حفاظت ازاین آثار ضروری است؛ و ازآنجا که کارهای پژوهشی صورت گرفته دراین زمینه هنوز زوایای پنهان ترکیبات مرکب‌های سنتی و تأثیر افزودنی‌های مختلف را آشکار نکرده و مشاهده شده که بسیاری از آثار دچار آسیب شده‌اند، پس، پژوهش دراین زمینه امری لازم وضروریست. آنچه دراین پروژه مورد کنکاش قرار می‌گیرد این است که با بررسی‌های آزمایشگاهی دریابیم، نمک و عصارهٔ حنا چه تأثیری در بازدارندگی از رشد کپک در مرکب، همچنین ثبات مرکب دارند؛ تا بدین وسیله بتوان راه را برای ساخت مرکبی پایدار که ویژگی‌های مرکب مناسب برای خوشنویسی‌ایرانی را داشته باشد فراهم کرد.

درواقع پرسش‌این است که خواص مرکب تا چه میزان تابع دو افزودنی حنا و نمک است؟ آیا به‌کمک افزودنی حنا و یا نمک می‌توان مشکل کپک زدن مرکب را مرتفع کرد؟ مقدار نمک و حنا در جلوگیری از رشد کپک در مرکب چه تأثیری دارند؟ نمک و عصارهٔ حنا هرکدام چه تأثیری در ثبات مرکب بر روی کاغذ دارند؟ نمک چه تأثیری در جلوگیری از خوردگی کاغذ به‌وسیلهٔ مرکب آهن–مازو دارد؟

روش پژوهش

روش یافته‌اندوزی دراین پژوهش کتابخانه‌ای، آزمایشگاهی، و اینترنتی، و روش پژوهش توصیفی –تحلیلی است. به‌این ترتیب که دراین پژوهش ابتدا ساخت مرکب مشکی مطلوب با استفاده از رساله‌های کهن مد نظر قرار گرفته؛ سپس هفت نمونه مرکب مشکی ساخته می‌شود. در ادامه، پیرسازی تسریعی شامل آزمون‌های نور، کپک، دما بر روی نمونه‌ها بر طبق استاندارد انجام و درآخر با منابع و اطلاعات موجود، تحلیل و نتیجه‌گیری می‌شود.

پیشینهٔ پژوهش

کاروالو[1](۲۰۰۷)، در کتاب Forty Centuries of Ink به‌جمع‌آوری مطالبی دربارهٔ تاریخچهٔ مرکب، انواع مرکب، مرکب‌های رنگی، و آسیب‌های مرکب پرداخته است. همچنین، نکاتی دربارهٔ چگونگی درمان مرکب‌های آسیب‌دیده بیان کرده است. بریه[2](۲۰۰۷)، در کتاب «Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics» توضیحاتی دربارهٔ انواع دوده(کربن)؛ تاریخچه، منبع، چگونگی ساخت، خصوصیات، و ساختار شیمیایی و مقایسهٔ آنها با یکدیگر داده است. همچنین، آنالیزهای دستگاهی از قبیل طیف‌سنجی تبدیل فوریه– مادون قرمز بر روی آنها انجام داده و تاریخچه‌ای از مرکب کربنی و آهن– مازو نیز گفته است. بگانشین[3] و سنوایتین[4](۲۰۰۵)، بر روی یک سری از مرکب‌های مختلف که بر اساس دستورالعمل‌های قدیمی‌ساخته شده بودند آنالیزهایی مثل طیف‌سنجی تبدیل فوریه– مادون قرمز با هدف شناسایی اجزای آنها انجام دادند. گیلیانلی[5] و کیان[6](۲۰۰۶)، مطالعاتی بر روی شناسایی اجزای مرکب‌های تاریخی انجام دادند. دراین بررسی، ساختار شیمیایی اجزایی مثل صمغ عربی، زعفران، و حنا در مرکب‌ها به‌روش کروماتوگرافی آنالیز شد.

مرت[7](۲۰۰۸) نیز در رسالهٔ کارشناسی ارشد خود به‌شناسایی ساختار شیمیایی مرکب‌های نسخ قدیمی بااستفاده از آنالیزهای دستگاهی مثل طیف‌سنجی تبدیل فوریه– مادون قرمز،پرداخته است. وی، همچنین با نمونه‌سازی به‌بررسی تأثیر افزودنی زعفران در جلوگیری از خوردگی کاغذ به‌وسیلهٔ مرکب آهن– مازو پرداخته است.

بودنار[8]و همکاران(۲۰۰۱)، در مقالهٔ «بررسی و توزیع عناصر مرکب نوشتنی آهن–مازو بوسیلهٔ روش پیکسی» ترکیب مرکب و کاغذ و تغییرات عناصر آن طی درمان آبی توسط روش پیکسی را شناسایی کردند. همچنین، دریافتند که با روش پیکسی می‌توان منشأ آثار و هویت نویسنده‌ها را شناسایی کرد.

روچنکوئیلت و همکاران(۲۰۰۴)، بااستفاده از آنالیزهای دستگاهی مثل کروماتوگرافی،

1. Carvalho
2. Berrie
3. Beganshiene
4. Senvaitiene
5. Giulianelli
6. Keheyan
7. Mert
8. Budnar

طیف‌سنجی تبدیل فوریه–مادون قرمز دریافتند: وقتی که صمغ عربی به‌مرکب اضافه می‌شود خوردگی و فرسایش سلولز به‌تأخیر می‌افتد؛ بدین‌صورت که صمغ، الیاف کاغذ را می‌پوشاند. بنابراین، انتشار اکسیژن یا آهن آزاد را محدود می‌کند. البته، این تأثیر محافظ مدت زمانی معین تأثیر دارد، زیرا صمغ عربی به‌سولفات‌آهن بسیار حساس است.

درایران نیز مایل هروی(۱۳۷۲)، در اثر معروفش *کتاب‌آرایی درتمدن اسلامی*؛ قلیچ‌خانی(۱۳۷۳)، در کتاب *رسالاتی در خوشنویسی و هنرهای وابسته*؛ و فضائلی(۱۳۷۶)، در کتاب *تعلیم خط* در بخشی به جمع‌آوری رسالاتی راجع به‌خوشنویسی و ساخت انواع مرکب که افزودنی‌های مختلف در آنها استفاده شده پرداخته‌اند. در بعضی دستورالعمل‌ها ذکر شده که هر افزودنی چه تأثیری بر روی مرکب دارد.

نیشابوری(۱۳۸۲)، در مقاله‌ای باعنوان «بررسی و مقایسهٔ دستورالعمل‌های مندرج در رساله‌های خوشنویسی فارسی» بیان کرده که علاوه بر چهار عنصر اصلی مرکب به‌منظور کیفیت و مرغوبیت بیشتر مرکب از مواد دیگری مانند برگ مورد، حنا، وسمه، نمک هندی، گلاب، و زعفران استفاده می‌کنند.

شبّوح(۱۳۸۱)، در مقاله‌ای باعنوان «مواد و وسایل نسخه‌پردازی: دو منبع قدیمی تازه‌یاب دربارهٔ روش ساخت مرکب» ترجمهٔ آذرنوش، از ترکیب انواع افزودنی‌ها مثل زعفران، نیل، و شنگرف برای ساخت مرکب‌های رنگی با رنگ‌های مختلف، شیوهٔ استفاده از هرکدام و تأثیرات برخی از آنها بر یکدیگر سخن گفته است. خسروی بیژائم(۱۳۸۵)، رسالهٔ کارشناسی‌ارشد خود را باعنوان «فن‌شناسی و آسیب‌شناسی مرکب‌های سنتی و ارائهٔ راهکارهای حفاظتی آن» در دانشگاه هنر اصفهان ارائه کرده است. دراین رساله از آنالیز نمونه‌های مرکب مورد نظر مشخص شد که دو نمونه مرکب سیاه در نسخ به‌کار رفته است؛ یک نمونه از کربن(دوده) تشکیل شده و نوع دیگر، دارای عناصر میانی و سنگین است که درواقع این دسته از مرکب، همان مرکب مخصوص ایرانی است.

لامعی‌رشتی، شکوهی و اولیایی(۱۳۷۹)، هم در مقالهٔ «معرفی روش پیکسی خارجی در آنالیز مرکب و کاغذ قدیمی» به‌این نتیجه رسیدند که مرکب‌های قدیمی حاوی مقدار گوگرد و آهن کمتری نسبت به‌مرکب‌های جدید هستند؛ در مقابل عناصر میانی مرکب‌های قدیمی بسیار بیشتر از مرکب‌های جدید است. همچنین، در مقاله‌ای دیگر لامعی‌رشتی و همکاران(۱۳۸۶)، ترکیب عنصری چند نمونه کاغذ و مرکب دورهٔ قاجار را با استفاده از روش پیکسی شناسایی و اندازه‌گیری، سپس تفاوت میان آنها را بررسی کردند. بااین حال، پژوهش‌های انجام شده همه دررابطه با مرکب‌های قدیمی،

ساختار شیمیایی، آسیب‌های وارده بر آنها، و خوردگی کاغذ به‌وسیلهٔ مرکب آهن–مازو صورت گرفته است و در مواردی که ذکر شد تنها نوع مادهٔ افزودنی با آنالیزهای دستگاهی شناسایی شده و نه تأثیر آن بر روی مرکب و درواقع پژوهشی دررابطه با تأثیر افزودنی‌ها(به‌خصوص حنا و نمک) بر روی مرکب صورت نگرفته است؛ واین در حیطهٔ حفاظت پیشگیرانه می‌گنجد. ضمن‌اینکه در رساله‌های خوشنویسی هم بیان شده که در ساخت مرکب‌ها علاوه بر مادهٔ رنگی(رنگینهٔ گیاهی یا معدنی) و بست(صمغ، نبات)، افزودنی‌های دیگری برای اهداف متفاوت(ازجمله بهبود کیفیت مرکب) استفاده می‌کرده‌اند.این افزودنی‌ها متنوع بوده و درنهایت هر مرکب با توجه به‌مواد تشکیل‌دهندهٔ آن ویژگی‌ها و خواص متفاوتی پیدا می‌کرده است.

مرکب ایرانی

در رساله‌های خوشنویسی برای ساخت مرکب مشکی روش‌های متعددی آمده است. این مرکب‌ها به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: ۱. مرکب‌های دودهای، ۲. مرکب‌های مازو[۱]–زاج[۲] (رسوبات سیاه مازو و زاج)، و ۳. مرکب‌های مخلوط(دوده و مازو–زاج). در هر سه مورد یک عنصر پیونددهنده(بَست) که معمولاً صمغ‌عربی است لازم است. به‌گفتهٔ عبدالله کوه‌دزی[۳]، تا زمان ابن‌مقله همهٔ خوشنویسان از مداد «آب مازو و زاج» استفاده می‌کردند. ابن‌مقله بود که مرکب دوده و صمغ[۴] را به‌آنها اضافه کرد. تفلیسی، مرکب‌های مازو–زاج را «حبر» و مرکب‌های دوده‌ای را «مداد» نامیده است(پورتر، ۱۳۸۹).

رنگدانهٔ اصلی مرکب خوشنویسی دوده[۵] است و مواد دیگری مثل زاج، مازو، و صمغ عربی را نیز برای چسبندگی رنگدانه‌ها و قوام یافتن مرکب به‌آن می‌افزایند(قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳). صمغ عربی عامل پیونددهندهٔ بی‌نظیری برای مرکب‌ها و رنگهاست. علاوه براین چهار جزء که سیمی‌نیشابوری هم در دو بیتی مشهور«هم سنگ دوده زاج است[۶]...» ذکر کرده،(پورتر، ۱۳۸۹) و در رسالات مختلف هم بیان شده، مواد دیگری نیز به مرکب افزوده می‌شد، از جمله مورْد[۷] که رنگ مرکب را مایل به‌سبز می‌کرد، کافور[۸]، مشک [۹] ،گلاب که آن را خوشبو می‌کرد، خمیر کلوسینت(شحم حنظل[۱۰])، زهرهٔ[۱۱] گاو، صبر[۱۲] زرد آن را از مگس محفوظ می‌داشت، عسل که در طول زمان باعث دوام رنگ مرکب می‌شد(فضائلی، ۱۳۸۶)، و دمکردهٔ افسنتین[۱۳] که از تخریب کاغذ توسط موش‌ها جلوگیری می‌کرد(دوک، ۱۳۸۷).

۱. مازو، عبارت از برجستگی‌های مدوری است که براثر گزش حشره بر روی جوانه‌های درخت بلوط‌ایجاد می‌شود؛ به‌طوری‌که چون حشره به‌خاطرتخم‌گذاری پوست درخت مزبور را سوراخ می‌کند، بخشی از شیرهٔ گیاهی درخت در نقطهٔ سوراخ شده جمع می‌شود و حالت برجستگی پیدا می‌کند که آن را مازو می‌نامند(مایل-هروی،۱۳۷۲،ص۷۹۲).

۲. زاج، گوهری است کانی که به‌نمک مانَد و پنج رنگ است: سرخ، زرد(شتر دندان)، سبز، سفید(شب یمانی)، و سیاه(زاج الاساکنه). زاج یا زاگ از مواد سازندهٔ مرکب است و در رنگ‌آمیزی کاربرد بسیار داشته است(قلیچ‌خانی،۱۳۷۳،ص۲۱۳).

۳. عبدا... کوه‌دزی: خوشنویس‌ایرانی که رساله‌ای در مورد ساخت انواع مرکب‌ها با نام ادات‌الکاتب را احتمالاً در زمان حکومت اکبر شاه نوشته است(پورتر، ۱۳۸۹،ص ۸۹).

۴. صمغ که از اجزای اصلی مرکب است عبارت از مایعی چسبناک و لزج است که از برخی درختان ترشح می شود و در معرض هوا انجماد پیدا می‌کند(بهادری، ۱۳۸۵،ص۱۰۸)

۵. چون دوده از خام سوختن مواد نفتی حاصل می‌شود، دارای نوعی چربی است. هنگام ساختن مرکب خوشنویسی دوده را در خمیر گرفته و در تنوری می‌پزند تا چربی آن از میان برود(قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳،ص ۶۱).

۶. همسنگ دوده زاج است/ همسنگ هر دو مازو/ هم وزن هر سه صمغ است/ آنگاه زور بازو.

۷. مورْد: درختچه‌ای زیبا، دارای برگ‌های دائمی به‌رنگ سبز و شفاف و معطر(مایل‌هروی، ۱۳۷۲، ص۶۵).

۸. کافور: ماده‌ای بی‌رنگ و شفاف با بوی مخصوص است که از درخت کافور به‌دست می‌آید؛ طعم آن تند و سوزاننده است و به‌عنوان پادزهر نیز به‌کار می‌رود(یلدیز، ۱۳۸۴، ص۲۳۷).

۹. مشک: مادهٔ خوشبویی که در ناف آهوی مشک تولید می‌شود، به‌عربی مسک گویند(فرهنگ فارسی عمید).

۱۰. حنظل: گیاهی علفی خودرو و بیابانی است که ارزش دارویی داشته و مصرف زیاد آن سمی است(مظفریان، ۱۳۷۷، ص ۱۳۰).

۱۱. زَهره: زرداب، صفرا(فرهنگ نفیسی).

۱۲. صبر: عصاره‌ای است تلخ که از گیاه صبر به‌دست می‌آید و در مرکب‌سازی کاربرد داشته است(مایل‌هروی، ۱۳۷۲، ص ۶۵).

۱۳. افسنتین: نباتی مابین شجر وگیاه است شبیه به‌بابونهٔ گاو چشم(دهخدا).

بخش تجربی

آماده‌سازی مواد

برای تهیهٔ دوده طبق روش‌های سنتی، ابتدا مقداری روغن بزرک[1] فراهم و در محفظهٔ چراغ الکلی ریخته شد. پس از روشن کردن فتیله، یک ظرف سفالی که قبلاً استفاده نشده بود(آب ندیده)، بر روی شعله گذاشته تا دوده در آن جمع شود. دوده، لایه لایه، بر دیوارهٔ ظرف می‌نشیند. پس از سوختن روغن، دوده، به‌آرامی از دیوارهٔ ظرف برداشته شد. البته، قابل ذکر است که دودهٔ سیاه دوده‌ای است که «سوختهٔ خاک رنگ» نباشد واین وقتی حاصل می‌شود که موقع سوختن، فتیله آرام بسوزد و اگر فتیله سریع بسوزد دوده خاکستری رنگ می‌شود. پس از تهیهٔ دوده، برای از بین بردن چربی دوده، آن را در یک ظرف سفالی ریخته و به‌مدت یک ساعت در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد در کوره گذاشته تا چربی دوده کاملاً از بین برود.

درادامه، مقدار ۲۰ گرم مازوی خرد شده در۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر جوشانده شده، ریخته و به‌مدت سه شبانه روز به‌صورت روباز در مجاورت هوا گذاشته شد تا عصارهٔ آن کاملاً خارج و اسید گالیک کافی به‌دست آید. سپس، بر روی حرارت ملایم گذاشته تا تخمیر سریع تر صورت بگیرد و پرده‌ای را که بر روی آن بسته می‌شود برداشته تا زمانی که دیگر این پرده بسته نشود؛ زیرا این پرده از لطافت مرکب می‌کاهد. پرده‌ای را که بر روی مازو می‌بندد «کلاش» گویند(خوشمردان، ۱۳۸۲). پس از آنکه این پرده، دیگر بر روی مازو بسته نشد و زمانی که عصارهٔ مازو بر روی کاغذ پخش نشد مازو به‌قوام لازم رسیده است.

قبل از افزودن زاج به‌مرکب آن را به‌مدت یک ساعت در دمای ۳۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد در کوره گذاشته تا از خاصیت اسیدی آن کاسته شود. این درجه حرارت پس از امتحان کردن زاج حرارت دیده در دماهای مختلف و قابلیت ترکیب آن با اسید گالیک(واکنش بین جوهر مازو و نمک فلزی که باعث تولید رنگ سیاه می‌شود) به‌دست آمد. شایان ذکر است که اگر زاج بیش از اندازه حرارت ببیند و به‌اصطلاح سوخته شود توانایی واکنش با اسید گالیک را از دست می‌دهد.

در بیشتر دستورالعمل‌های ساخت مرکب از صمغ عربی در جای بست استفاده شده است. برای استفاده از صمغ عربی در مرکب، طبق دستورالعمل مورد نظر، ابتدا مقدار ۳۰ گرم صمغ‌عربی را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر جوشانده، ریخته تا کاملاً حل شود و به‌غلظت عسل درآید. البته قابل ذکر است که صمغ‌عربی موجود در بازار، صمغ با کیفیتی نیست و آن صمغی که به‌طور کامل درآب حل می‌شود صمغ‌عربی سودان است. بست مناسب در بهبود خواص مرکب اهمیت بسزایی دارد. در دستورالعمل‌های ساخت مرکب هم دربارهٔ

۱. روغن بزرک(Linseed oil: این روغن معمولی‌ترین روغن خشکانه بوده، با فشردن تخم گیاه بزرک، کتان معمولی، به‌دست می‌آید. روغن بزرک محتوی حدود ۴۸ درصد اسید لینولنیک و ۲۴ درصد لینولنیک است (فرهنگ، ۱۳۶۶،ص ۳۵۰).

صمغ‌عربی مرغوب چنین گفته شده است: «اگر یک حبه‌در دهن گیرد در دم آب شود و هیچ جرم نمانَد».

برای استحصال عصارهٔ حنا[1]، مقدار ۲۰ گرم حنا در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد و یک شب ماند. پس از آن، بر روی حرارت ملایم گذاشته و به‌مدت یک ساعت جوشانده شد تا کاملاً غلیظ شود. پس از جوشاندن، از پارچهٔ نازکی عبور داده تا رسوبات آن گرفته شود و عصارهٔ آن باقی بماند. قابل ذکر است که حنا با قرار گرفتن در آب ولرم نیز رنگ و عصارهٔ خود را بر جای میگذارد.

ازآنجا که آبهای سنگین نظیر آب اصفهان و یزد باعث رسوب زاج می‌گردد و قدرت دندانه را کاهش می‌دهد(وکیلی، ۱۳۸۲). ازاین‌رو، برای ساخت نمونه‌ها از آب مقطری که به‌مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شده بود استفاده شد تا شرایط برای رشد عوامل بیولوژیکی در مرکب به‌حداقل برسد.

روش ساخت

برای ساخت نمونه‌ها از دستور ساخت مرکبی استفاده شد که میرعلی‌هروی در رسالهٔ **مدادالخط** دستور ساخت آن را به‌میرعلی‌تبریزی منسوب کرده است. وی، در توصیف این مرکب چنین می‌گوید«در میان خطاطان و خوشنویسان تا حال همچون مدادی پیدا نگشته و در قدر و قیمت مانند طلای احمر است». علت انتخاب این دستورالعمل جامع بودن آن از لحاظ مواد به‌کارگرفته شده درآن است.

دستور آن بدین شرح است:«۱۰درم[2] دوده +۱۰ درم زاج قبرسی+ ۵ درم مازو + ۱۵درم برگ مورْد، حنا و وسمه(از هر کدام ۵ درم) + ۰/۵ درم نوشادر کانی + ۳۵ درم صمغ‌عربی + ۱ درم زعفران + ۱ درم نبات مصری + نمک».

ابتدا، هفت من آب را در دیگ سنگی می‌جوشانند تا سه من و نیم از آن بماند سپس مازو، زاج، صمغ و برگ حنا، هرکدام را در ظرفی جداگانه می‌گذارند و بر روی هر کدام آن قدر آب می‌ریزند تا کاملاً زیر آب قرار بگیرد. پیش از آنکه مازو را در آب بریزند آن را خرد می‌کنند، به‌طوری که هر کدام چند تکه شود. چربی دوده را مثل روش قبلی می‌گیرند. سپس، آن را همراه با نوشادر در هاون ریخته و صمغ حل شده را به‌آن اضافه می‌کنند تا مثل خمیر شود و شروع به‌کوبیدن فراوان می‌کنند. آب مازو، زاج، و آب برگ حنا و مورْد را پس از صاف کردن با یکدیگر مخلوط کرده و در دیگ با حرارت ملایم می‌جوشانند و امتحان می‌کنند هر موقع که نوشته از طرف دیگر کاغذ نشر نکرد آن را از دیگ بیرون آورده و در

۱. حنا: درختچه‌ای است که شاخه‌های آن متقابل، استوانه‌ای، و اغلب پوشیده از تارهای خارمانند است. برگ حنا حاوی مانیتول، اسید تانیک، موسیلاژ، و اسیدگالیک می‌باشد. اما مهم‌ترین مادهٔ آن هیدروکسی نفتوکینون یا لاوسون است. لاوسون مادهٔ اصلی مربوط به‌خاصیت رنگی حنا می‌باشد(بهدانی و دیگران، ۱۳۸۸،ص۴۷).

۲. درم: واحد وزنی معادل یک پنجم سیر و مساوی ۱۵ گرم یا۶ دانگ است(دهخدا).

هاون می‌کوبند تا «تمام شود». سپس، آب زعفران و نبات مصری را در آب جوشیده حل می‌کنند و سپس صاف کرده و در هاون ریخته و صلایه می‌کنند(باید توجه داشت که هر چه بیشتر صلایه شود بهتر است) تا آماده شود. سپس، از هاون بیرون آورده و با پارچهٔ حریر آن را صاف کرده و در ظرف چینی یا شیشه‌ای می‌ریزند. درآخر، می‌توان اندکی نمک هم به‌آن اضافه کرد.

نمونه‌سازی

نمونه‌ها باعنوان گروه a نامگذاری شدند. برای ساخت مرکب مشکی، مقادیر مورد نظر تبدیل به‌گرم شد و پس از تبدیل آنها به‌مقیاس کوچکتر شروع به‌ساخت نمونه‌ها شد. ابتدا، ۱۵ گرم دوده را با ۷۲/۶ میلی‌لیتر(معادل ۵۲/۵گرم) صمغ در هاون کوبیده تا کاملاً صمغ با دوده آغشته شود و به‌اصطلاح «دوده کشته شود». پس از آن، مقدار ۱/۵ گرم زاج، به۱۰ میلی‌لیتر(۷/۵گرم) مازو اضافه شد. برای جلوگیری از تأثیرات مخرب زاج، یک پنجم مقدار ذکر شده در دستورالعمل مذکور، در ساخت مرکب‌های مشکی به‌کار برده شد و با این مقدار هم، واکنش مورد انتظار به‌خوبی صورت گرفت. در نهایت، مازویی را که به‌آن زاج اضافه شده، به‌مخلوط قبلی افزوده و دوباره مخلوط ساییده شد. این مرکب، به‌عنوان نمونهٔ شاهد قرار گرفت. سپس، تأثیر افزودنی حنا با غلظت‌های مختلف-کمتر(معادل ۵ گرم)، مساوی(معادل ۷/۵ گرم)، و بیشتر(معادل ۱۴ گرم) از مقدار ذکر شده در نسخهٔ مورد نظر- مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است که به‌دلیل ذکر نشدن مقدار دقیق نمک در دستورالعمل مورد نظر، نمک تا میزانی استفاده شد که مانع کشش مطلوب مرکب نشود و مانند حنا در سه میزان متفاوت(۱، ۱/۵، و ۲ گرم) بررسی شد. اجزاء مرکب‌های مختلف در جدول۱ آمده است.

جدول ۱

اجزای مرکب‌ها در گروه (a)

نمونه	دوده (g)	صمغ‌عربی۳۰٪ (ml)	زاج (g)	مازو۲۰٪ (ml)	حنا (g)	حنا۲۰٪ (ml)	نمک (g)
a_1 (شاهد)	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	-		-
a_2	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	۵	۶/۵۰	-
a_3	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	۷/۵۰	۱۰	-
a_4	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	۱۴	۲۰	-
a_5	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	-	-	۱
a_6	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	-	-	۱/۵
a_7	۱۵	۷۲/۶۰	۱/۵۰	۱۰	-	-	۲

(نگارندگان)

برای اینکه مواد بهتر با هم مخلوط شوند و اجزا همگن شوند، نمونه‌ها به‌مدت ۲۰۰ ساعت با دور ۱۵۰ در دستگاه شیکر[1] مخلوط شدند. این دستگاه باعث انتشار یکدست رنگدانه‌ها در درون بست می‌شود و ساختمان مولکولی آنها را نمی‌شکند. در دستورهای ساخت مرکب هم ذکر شده که مرکب هرچه بیشتر ساییده شود بهتر است؛ از جمله در نسخه منتشرنشدهٔ دی‌پرشیا[2] اثر رافائل دومان یک روش آمیختن مرکب، بستن کوزهٔ مربوط به‌مجموع مواد آن به‌شتری است که به‌سوی مکه می‌رود(یعنی باید بسیار تکان بخورد) (پورتر، ۱۳۸۹).

مطالعات آزمایشگاهی

نقطه، واحد اندازه‌گیری و سنجش در هنر خوشنویسی است. بنابراین، هر نمونه به‌صورت نقطه‌ای با استفاده از قلم کتیبه به‌عرض ۳ سانتیمتر بر روی کاغذ گلاسه(که بیشتر مورد استفادهٔ خوشنویسان معاصر است)ایجاد شد. در زمان گذاشتن نمونه‌ها بر روی کاغذ سعی شد نمونه‌ها با فشار یکسان بر روی کاغذ گذاشته شود، تا مرکب یکسان و یکنواخت بر روی کاغذ قرار گیرد و هیچ‌گونه انباشتگی از مرکب بر روی کاغذ به‌وجود نیاید.

برای بررسی تأثیرات نور(فرابنفش) بر روی نمونه‌ها پیرسازی تسریعی بر طبق استاندارد IS 1221 1971 به‌مدت ۱۱ روز و به‌فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متر از نمونه‌ها توسط لامپ بلک لایت آبی فلورسنت، ۱۸ وات با طول موج356nm انجام شد.

پس از نمونه‌سازی برای مشاهدهٔ تأثیرات طولانی مدت مرکب بر روی کاغذ، پیرسازی تسریعی توسط دمای بالا انجام شد. تغییراتی که ممکن است دهه‌ها یا سال‌ها طول بکشد تا در شرایط نرمال رخ دهد. طبق استاندارد TS 4839 ISO 5630-1 نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ روز در دمای ۲ ± ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در گرمای خشک آون گذاشته شد.

برای انجام آزمون کپک بر روی نمونه‌ها پیرسازی تسریعی بر طبق استانداردASTM-D 94 - 5098 در محفظه‌ای با رطوبت نسبی ۹۵ - ۹۸ درصد و دمای ۱ ± ۳۲/۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

برای فهمیدن اثرات پیرسازی بر روی مرکب‌های مورد آزمایش، نمونه‌ها قبل و بعد از پیرسازی، pH سنجی شد. برای بررسی تغییرات رنگی نمونه‌ها از «رنگ سنج» مدل Color® Tector Alpha استفاده شد. تغییرات رنگی میتواند به‌وسیلهٔ سیستم CIE[3] محاسبه‌شود. دراین سیستم درخشش، L* کمیتی است که مقدار مجموع انعکاس طیفی خورشیدی را نسبت به‌سطح سفید خالص اندازه‌گیری می‌کند؛ a* یک مقیاس از مقدار قرمز- سبز است؛ وb* مقدار زرد-آبی را مشخص می‌کند. اختلاف مجموع رنگ، E*، بر طبق معادلهٔ زیر محاسبه‌شده

1. Shaker
2. De Persia
3. Commission Internationale d' Eclairage

است که در آن L*=L2-L1 ؛ a*=a2-a1؛ b*=b2-b1؛ تفاضل‌های محاسبه‌شده برای نمونه‌های پیرسازی شده(۲) و نمونه‌های قبل از پیرسازی(۱) هستند(Mert, 2008).

$$E^*=((L^*)2+(a^*)2+b^*)2)1/2$$

آزمون‌ها و نتایج

ثبات نوری

پس از پیرسازی، برای بررسی تأثیر نور فرابنفش بر روی نمونه‌ها و مشخص کردن تغییر در اسیدیتهٔ هریک پس از پیرسازی، pH هر نمونه اندازه‌گیری شد. مقدار pH مرکب بر روی کاغذهای نمونه بیشتر از مقدار pH مرکب مایع است؛ زیرا pH کاغذ ۷/۶۵ است. تغییرات pH هر نمونه محاسبه شد که نتایج آن در جدول۲ گزارش شده است. لازم به‌ذکر است که مقادیر نهایی حاصل میانگینی از سه بار اندازه‌گیری است. چنانکه می‌بینید pH نمونهٔ (a4) بالاترین مقدار در میان نمونه‌ها را دارد که نشان از اسیدی شدن بیشتر است و در ادامه مشاهده می‌شود که‌این نمونه نسبت به‌نمونه‌های دیگر دچار رنگ‌پریدگی(تغییر رنگ) بیشتری شده است.

نمونه	pH*	pH۱	pH۲	ΔpH
a۱	۶/۵۸	۶/۸۶	۶/۸۱	۰/۰۵
a۲	۶/۵۳	۶/۸۳	۶/۷۷	۰/۰۶
a۳	۶/۴۵	۶/۷۵	۶/۶۹	۰/۰۶
a۴	۶/۴۲	۶/۶۹	۶/۶۲	۰/۰۷
a۵	۶/۸۵	۷/۳۸	۷/۳۳	۰/۰۵
a۶	۶/۸۵	۷/۳۶	۷/۳۱	۰/۰۵
a۷	۶/۸۸	۷/۴۵	۷/۳۹	۰/۰۶

جدول ۲

مقدار pH گروه (a) قبل و بعد از پیرسازی نوری

pH*: مقدار pH مرکب مایع؛ pH1 : مقدار pH مرکب قبل از پیرسازی؛pH2: مقدار pH مرکب بعد از پیرسازی؛ ΔpH: مقداراختلاف pH1 و pH2 (نگارندگان).

پس از اندازه‌گیری مقدار pH هرکدام از نمونه‌ها، برای بررسی میزان تغییر رنگ نمونه‌ها بعد از پیرسازی نوری از دستگاه «رنگ سنج» استفاده شد. به‌این ترتیب که قبل و بعد از پیرسازی شش نقطه از هر نمونه رنگ‌سنجی شد. قابل ذکر است که مقادیر نهایی حاصل میانگینی از شش بار اندازه‌گیری است که نتایج آن در جدول(۳) گزارش شده است.

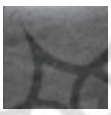
جدول ۳

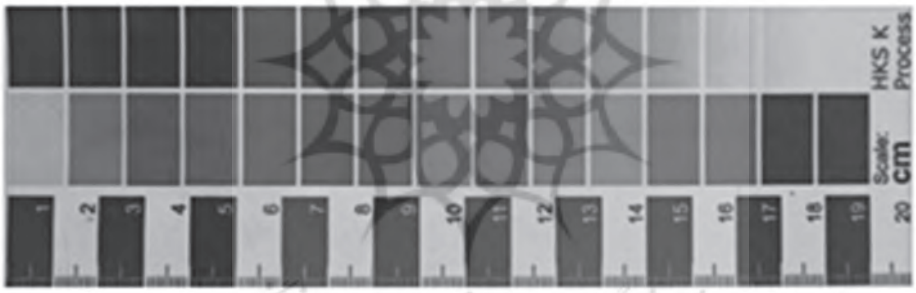
نتایج مقادیر $L^*a^*b^*$ گروه (a) قبل و بعد از پیرسازی نوری

نمونه	L_1^*	a_1^*	B_1^*	L_2^*	a_2^*	B_2^*	ΔE
a_1	۱۵/۸	۰/۰۵	۲/۰۸	۱۳/۲۳	-۲/۰۶	۳/۳۳	۳/۱۳
a_2	۱۹/۵۱	-۱/۰۵	۱/۹۸	۱۵/۱۸	-۱/۲	۱/۷۳	۴/۳۳
a_3	۱۲/۷	-۰/۱	۲/۰	۱۳/۶	-۰/۷۰	-۲/۵	۴/۶۲
a_4	۱۸/۱۳	۱/۷۱	۲/۵۳	۲۱/۱۸	۰/۶۵	۰/۴۳	۴/۸۶
a_5	۱۴/۶۴	-۰/۵۱	۲/۸۰	۱۵/۵۲	-۰/۵۰	۱/۲۵	۱/۷۸
a_6	۱۴/۵۵	-۰/۳۱	۲/۵۳	۱۵/۴۱	-۰/۷۰	۱/۵۸	۱/۳۴
a_7	۱۴/۶۱	-۰/۴۲	۲/۶۳	۱۴/۵۱	-۰/۴۵	۱/۴۷	۱/۱۶

L_1^*: مقدار روشنایی قبل از پیرسازی؛ a_1^*: مقدار محور قرمز– سبز قبل از پیرسازی؛ b_1^*: مقدار محور زرد–آبی قبل از پیرسازی؛ L_2^*: مقدار روشنایی بعد از پیرسازی؛ a_2^*: مقدار محور قرمز– سبز بعد از پیرسازی؛ b_2^*: مقدار محور زرد–آبی بعد از پیرسازی؛ **ΔE** : جمع کلی تغییرات بعد از پیرسازی(نگارندگان).

چنان‌که می‌بینید در گروه(a)، نمونهٔ(a_4) بالاترین مقدار **ΔE** را در بین نمونه‌ها دارد واین نشان از بیشترین میزان رنگ‌پریدگی(تغییر رنگ) دراین نمونه است.این نمونه حاوی بیشترین مقدار عصارهٔ حناست و رنگ‌پریدگی به‌دلیل ماهیت شیمیایی حناست که اسیدی است. هرچه تجمع مولکولی رنگینه یا رنگدانه بر روی لیف بیشتر باشد ثبات نوری آن بیشتر است. ثبات رنگی متکی به‌استفاده از رنگدانه‌هایی با کیفیت بالا می‌باشد(ترنر، ۱۳۷۴). مشاهده می‌کنید که ثبات نوری با کاهش غلظت رنگدانهٔ دوده بر روی لیف و جانشین شدن رنگینهٔ حنا کاهش پیدا می‌کند. مشاهده می‌کنید که نمونهٔ (a۷) کمترین مقدار **ΔE** را در گروه دارد و ثبات بیشتری نسبت به نمونهٔ شاهد دیده می‌شود که نشان از تأثیر نمک بر روی ثبات نوری است(در رنگرزی سنتی هم از نمک برای افزایش ثبات رنگ‌های گیاهی استفاده می‌شود). مطالعات نشان می‌دهد که نمک علاوه بر جلوگیری از رشد قارچ ها و کپک‌ها، تا حدی از انحلال و تجزیهٔ مرکب‌ها و صمغ‌ها نیز جلوگیری می‌کند(Higashijima, 2012). تصاویر نمونه‌ها قبل و بعد از پیرسازی نوری در جدول ۴ در پیوست قابل مشاهده است.

نمونه	تصویر قبل از پیرسازی	تصویر بعد از پیرسازی	نمونه	تصویر قبل از پیرسازی	تصویر بعد از پیرسازی
a_1			a_5		
a_2			a_6		
a_3			a_7		
a_4					



جدول ۴

تصاویر نمونه ها قبل و بعد از پیرسازی نوری

ثبات در برابر حرارت

امروزه، مطالعات انجام شده بر روی مرکب‌های نسخ قدیمی، نشان داده که در بسیاری موارد مرکب آهن–مازو باعث ایجاد لکه‌هایی بر روی کاغذ و در نهایت تخریب کاغذ شده که این پدیده را دراصطلاح خوردگی ناشی از مرکب آهن–مازو می‌نامند(دی فبر و دیگران، ۱۳۸۶). مرکب‌های آهن–مازوی قدیمی‌شامل ترکیبات مختلفی هستند، ولی به‌هرحال اجزای اصلی آنها عبارت‌اند از: سولفات‌آهن(II) و عصارهٔ مازو. این عصاره، شامل جوهر مازوست، به‌طوری که با یون‌های آهن(III) ترکیب واقعی مرکب را می‌سازند. یون‌های آهن(III) با اکسیداسیون یون‌های آهن(II) موجود در

هوا تشکیل می‌شوند. وقتی که سولفات آهن(II) پلی‌فنل با آهن واکنش می‌دهد اسید سولفوریک تولید می‌کند. اسیدها، هیدرولیز سلولز را تسریع می‌کنند و در بعضی موارد ممکن است اکسیداسیون و هیدرولیز اسیدی تسریع شده همزمان بر روی کاغذ رخ دهد(Stratis & Salvesen, 2002). به‌منظور بررسی تأثیر مرکب آهن–مازو بر روی کاغذ، پیرسازی حرارتی بر روی نمونه‌ها انجام شد. پس از پیرسازی، pH هر نمونه اندازه‌گیری و تغییرات pH هر نمونه محاسبه‌شد که نتایج آن در جدول ۵ گزارش شده است. لازم به‌ذکر است که مقادیر نهایی حاصل میانگینی از سه بار اندازه‌گیری است.

جدول ۵

مقدار pH گروه(a) قبل و بعد از پیرسازی حرارتی

نمونه	pH^*	pH_1	pH_2	pHΔ
a_1	۶/۵۸	۶/۸۷	۶/۸۱	۰/۰۶
a_2	۶/۴۵	۶/۷۲	۶/۶۵	۰/۰۷
a_3	۶/۳۹	۶/۶۷	۶/۵۹	۰/۰۸
a_4	۶/۴۲	۶/۷۱	۶/۶۲	۰/۰۹
a_5	۶/۶۰	۶/۸۵	۶/۷۸	۰/۰۶
a_6	۶/۵۷	۶/۸۴	۶/۷۸	۰/۰۶
a_7	۶/۵۵	۶/۸۳	۶/۷۷	۰/۰۶

pH^*: مقدار pH مرکب مایع؛ pH_1: مقدار pH مرکب قبل از پیرسازی؛
pH_2: مقدار pH مرکب بعد از پیرسازی؛ ΔpH: مقدار اختلاف pH_1 و pH_2 (نگارندگان)

پس از اندازه‌گیری میزان pH هرکدام از نمونه‌ها، برای بررسی تأثیر اجزای مرکب بر روی کاغذ از دستگاه «رنگ سنج» استفاده شد. به‌این ترتیب که قبل و بعد از پیرسازی، شش نقطه از هر نمونه رنگ‌سنجی شد. قابل ذکر است که مقادیر نهایی حاصل میانگینی از شش بار اندازه گیری است که نتایج آن در جدول۶ گزارش شده است.

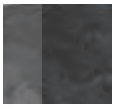
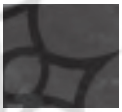
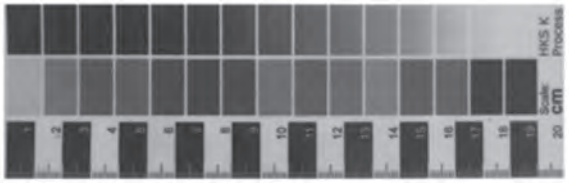
جدول ۶

نتایج مقادیر L*a*b* گروه(a) قبل و بعد از پیرسازی حرارتی

نمونه	L^*_1	a^*_1	B^*_1	L^*_2	a^*_2	B^*_2	EΔ
a_1	۱۷/۹	۲/۰	۲/۹	۲۰/۲	۰/۸	۵/۱	۳/۴۰
a_2	۱۲/۳	۲/۷	۱/۶	۱۶/۸	۰/۲	۰/۸	۵/۴۱
a_3	۱۴/۷	۰/۶	۰/۳	۲۱/۹	۱/۸	۲/۱	۷/۶۸
a_4	۱۴/۷	۱/۴	۲/۸	۲۲/۴	۳/۲	۳/۴	۷/۹۳
a_5	۱۳/۶	۱/۶	۰/۵	۱۴/۷	۱/۴	۲/۸	۲/۵۵
a_6	۱۳/۷	۱/۵	۰/۷	۱۵/۱	۱/۷	۲/۵	۲/۲۸
a_7	۱۳/۸	۱/۴	۰/۶	۱۴/۹	۱/۴	۲/۴	۲/۱۰

*L1: مقدار روشنایی قبل از پیرسازی؛ *a1: مقدار محور قرمز– سبـــز قبل از پیرســـازی؛ *b1:مقدار محور زرد–آبی قبـل از پیرســـازی؛ *L2: مقدار روشنایی بعد از پیرسازی؛ *a2: مقدار محور قرمز– سبز بعد از پیرسازی؛ *b2: مقدار محور زرد–آبی بعد از پیرسازی؛ ΔE: جمع کلی تغییرات بعد از پیرسازی(نگارندگان).

چنان‌که مشاهده می‌کنید در گروه(a)، بیشترین مقدار ΔE متعلق به‌نمونهٔ (a۴) است که نشان از بیشترین میزان تغییرات دراین نمونه است که به‌دلیل ماهیت شیمیایی حناست. در همین گروه در مقایسهٔ نمونهٔ (a۱) و(a۷) مشاهده می‌کنید که نمونهٔ(a۷) که حاوی بیشترین میزان نمک است، ثبات بیشتری نسبت به‌نمونهٔ(a۱) داشته است. شاید بتوان گفت مولکول‌های نمک اتصال بهتری با الیاف سلولز برقرار کرده‌اند. تصاویر نمونه‌ها قبل و بعد از پیرسازی حرارتی در جدول ۷ قابل مشاهده است.

تصویر بعد از پیرسازی	تصویر قبل از پیرسازی	نمونه	تصویر بعد از پیرسازی	تصویر قبل از پیرسازی	نمونه
		a_5			a_1
		a_6			a_2
		a_7			a_3
					a_4
					

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۷

تصاویر نمونه ها قبل و بعد از پیرسازی حرارتی

تخریب بیولوژیکی

ازآنجا که مشکل عمدهٔ بیشتر خوشنویسان، کپک‌زدن مرکب مایع به‌ویژه در فصل گرماست؛ قبل از بررسی زمان تشکیل کپک در مرکب‌ها بر روی کاغذ، زمان تشکیل کپک در نمونه‌ها، در حالت مایع بررسی شد. به‌این ترتیب که برای هر نمونه ابتدا در یک بِشر ۱۰۰ میلی‌لیتری ۵۰ میلی‌لیتر مرکب را ریخته و سطح آن را اندازه‌گیری کرده و درِ بشر را با یک شیشهٔ ساعت پوشانده و به‌مدت ۱۴ روز در محلی دور از بخار مواد شیمیایی و گرد و غبار قرار داده شد. سپس، نمونه را صاف کردیم. بعد ازاین مدت، نمونه باید فاقد کپک باشد۲۰. نتایج حاصل ازاین آزمون در جدول۸ قابل مشاهده است.

زمان(روز)	نمونه
۷	a_1
۹	a_2
کپک نزد	a_3
کپک نزد	a_4
کپک نزد	a_5
کپک نزد	a_6
کپک نزد	a_7

جدول ۸

بررسی زمان رشد کپک بر روی نمونه های مرکب مایع

(نگارندگان)

همانطور که مشاهده می‌کنید نمونه‌های(a۳)، (a۴)، (a۵)، (a۶)، (a۷) دچار کپک نشدند. ملاحظه می‌شود که نمونه‌های(a۳) و(a۴) که حاوی عصارهٔ حنا هستند دچار کپک نشدند. تحقیقات نشان داده که حنا دارای فعالیت ضدمیکربی وسیعی علیه بسیاری از باکتری‌هاست و کمترین غلظت عصارهٔ حنا به‌طور کامل باعث مرگ باکتری‌ها شده و هیچگونه رشدی مشاهده نشده است(بهدانی و دیگران، ۱۳۸۸). حنا دربردارندهٔ مواد متعددی از جمله لاوسون(با نام شیمیایی اوکسی نفتاکینون) است که دارای خاصیت آنتیبیوتیکی، علیه بسیاری از باکتریهای گرم مثبت و منفی است. خواص درمانی حنا عبارت از اثر ضدباکتریایی و همچنین اثر قارچ‌کشی قوی است که‌این اثر با درجهٔ حرارت بالا،

اتوکلاو، و نگهداری درازمدت تغییر نمی‌کند(اسدی پویا و معتمد، ۱۳۷۹).

مادهٔ مؤثر در برگ حنا ترکیب لاوسون یا ۲-هیدروکسی۱- و۴-نفتاکینون است. ترکیبات فنلی و کینونی انتشار گستردهای در طبیعت دارند. یکی از ویژگی‌های بارز ترکیبات فنلی و کینونی اثر ضدمیکربی آنهاست. تحقیقات نشان داده‌اند که فنول‌ها و کینون‌ها، به‌ویژه نفتاکینون‌ها علیه درماتوفیت‌ها(گروهی از قارچ‌های بیماریزا) مؤثر هستند. قارچ‌های ساپروفیت یا قارچ‌های غیربیماری‌زا(فرصت‌طلب) نسبت به‌قارچ‌های پاتوژن یا بیماری‌زا تراکم‌های بالاتری ازاین ترکیبات را تحمل می‌کنند(برکشلی، ۱۳۷۸). ملاحظه می‌کنید که نمونهٔ(a۲) بااینکه حاوی عصارهٔ حناست دچار کپک شد که این نشان از ناکافی بودن این مقدار برای جلوگیری از رشد کپک هاست. در نتیجه، غلظت حنا، در خاصیت میکرب‌کشی آن تأثیر دارد.

نمونه‌های(a۵)، (a۶)، (a۷) هم که حاوی نمک خوراکی هستند، دچار کپک نشدند. نمک به‌دلیل قدرت پاک‌کنندگی و ضدغفونی‌کنندگی، بسیاری از میکرب‌ها را از بین می‌برد و بسیاری از موجودات ریز زنده قادر نیستند در محیطی که حاوی نمک باشد زنده بمانند، چون طبق پدیدهٔ اسمزی، نمک آب موجود در سلول‌های بدن موجودات را جذب می‌کند واین موجودات می‌میرند. پس از بررسی نمونه‌ها در حالت مایع، نمونه‌های مورد آزمایش بر روی کاغذ را در محیط مستعد رشد قارچ و کپک قرار داده شد تا زمان تشکیل کلنی‌های کپک بر روی نمونه‌ها بررسی شود. این نتایج در جدول۹ قابل مشاهده است.

جدول ۹

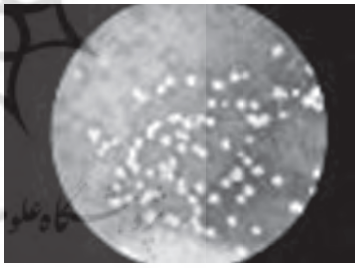
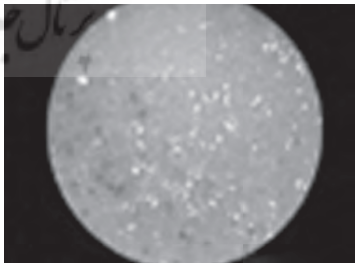
بررسی زمان رشد کپک در نمونه های مرکب بر روی کاغذ

نمونه	زمان(روز)
a_1	۵
a_2	۸
a_3	کپک نزد
a_4	کپک نزد
a_5	کپک نزد
a_6	کپک نزد
a_7	کپک نزد

(نگارندگان)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در جدول۹ مشاهده می‌شود که نمونه‌های(a۳)، (a۴) که حاوی عصارهٔ حنا هستند کپک نزدند و همانطور که بیان شد عصارهٔ برگ حنا دارای خاصیت ضدمیکربی است و بر قارچ‌ها و باکتری‌ها مؤثر است واین خاصیت ضدمیکروبی به‌علت وجود ترکیبات فنلی و کینونی در حناست(برکشلی، ۱۳۷۸). اما مشاهده می‌کنید که نمونهٔa۲) بااینکه حاوی عصارهٔ حناست دچار کپک شد و قبلاً ثابت شد که‌این مقدار از عصارهٔ حنا(۶/۵۰میلی‌لیتر معادل ۵ گرم حنا) برای جلوگیری از رشد کلنی‌های کپک بر روی مرکب‌ها کافی نیست. همان‌طور که گفته شد حنا از ترکیبات فنلی و کینونی تشکیل شده است. ترکیبات فنلی و کینونی خاصیت ضد قارچی و ضدمیکربی(به‌ویژه به‌دلیل نفتاکینون موجود در حنا) از خود نشان می‌دهند، اما قارچ‌های ساپروفیت یا قارچ‌های غیربیماری‌زا(فرصت‌طلب) نسبت به‌قارچ‌های پاتوژن یا بیماریزا تراکم‌های بالاتری ازاین ترکیبات را تحمل می‌کنند و در غلظت‌های بالا، خاصیت ضد قارچی حنا می‌تواند در برابر قارچ آسپرژیلوس مؤثر باشد(برکشلی، ۱۳۷۸). نمونه‌های(a۵)، (a۶) و(a۷) هم که حاوی نمک بودند دچار کپک نشدند. پیش‌تر توضیح داده شد که نمک خاصیت ضدباکتری دارد. تصاویر کلنی‌های کپک بر روی نمونه‌ها در جدول ۱۰ قابل مشاهده است.

تصویر کلنی‌های کپک	نمونه
	a_1
	a_2

جدول ۱۰

کلنی های کپک در نمونه های مرکب بر روی کاغذ

(نگارندگان)

نتیجه‌گیری

دراین پژوهش، پس از بررسی‌ها و پیرسازی‌های مختلف بر روی نمونه‌ها روشن شد که حنا به‌دلیل داشتن ترکیبات فنلی و کینونی از رشد کپک‌ها در مرکب، چه به‌صورت مایع و چه بر روی کاغذ جلوگیری می‌کند. البته غلظت حنا، در خاصیت میکرب‌کشی آن تأثیر دارد. چنانچه از آزمایش‌ها معلوم شد مقدار ۵ گرم حنا تأثیری در بازدارندگی از رشد کپک در مرکّب ندارد. اما مقدار ۵/۷، و ۱۴ گرم حنا از رشد کپک در مرکب چه به‌صورت مایع و چه بر روی کاغذ جلوگیری می‌کند. البته، قابل ذکر است که مقدار زیاد حنا(معادل ۱۴ گرم) به‌دلیل خاصیت اسیدی باعث رنگ‌پریدگی(تغییر رنگ) مرکب، و فرسایش و تخریب سلولز می‌شود. بنابراین، حنا، نه تنها تأثیری در ثبات بیشتر مرکب بر روی کاغذ ندارد؛ بلکه مقدار زیاد آن باعث تغییر رنگ مرکب و تخریب کاغذ می‌شود.

نمک، علاوه بر جلوگیری از رشد کپک، مایهٔ ثبات بیشتر مرکب می‌شود. بدین صورت که کمترین مقدار نمک(معادل ۱ گرم) علاوه بر جلوگیری از رشد کپک(به‌دلیل خاصیت آنتی باکتریال) مایهٔ ثبات و دوام بیشتر رنگ مرکب می‌شود. ازطرفی، از فرسایش و تخریب کاغذ به‌وسیلهٔ مرکب آهن–مازو نیز جلوگیری می‌کند. علاوه براین، نمک به‌عنوان یک مادهٔ فعال در سطح(مادهٔ کمک‌کنندهٔ فشار سطحی) عمل می‌کند. بدین صورت که کشش در سطح تماس را کاهش می‌دهد و خاصیت مرطوب شدن بهبود می‌یابد. لازم به‌ذکر است که هرکدام از افزودنی‌های ذکر شده در دستورالعمل‌های ساخت مرکب در رسالات کهن تأثیرات ویژه‌ای بر روی مرکب می‌گذارد. نکتهٔ قابل توجه‌این است که مرکب‌ساز ایرانی هر ماده را برای منظوری خاص به‌کار می‌برده و از هر ماده شناخت کافی داشته و آگاهانه از آن استفاده می‌کرده است.

منابع

اسدی‌پویا، علی اکبر؛ نیلوفر معتمد، و کامیار اسدی‌پویا(۱۳۷۹). اثرها و کاربردهای درمانی حنا در طب سنتی و طب جدید. ***رازی***، شماره ۱۲۳: ۲۵–۲۳.

برکشلی، ماندانا(۱۳۷۸). اثرات میکروبیولوژیکی حنا در رنگرزی سنتی کاغذهای تاریخی. ***هنرنامه***، ۳، ۴۵.از http//www.magiran.com(دسترسی در ۱۳۹۱/۴/۵).

بهادری، رویا(۱۳۸۵). ***شیمی‌آلی: مبانی و کاربرد در حفاظت و مرمت آثار تاریخی***. تهران: پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت آثار تاریخی–فرهنگی، رسانه پرداز.

بهدانی، مهدی؛ قزوینی، کیارش؛ محمدزاده، علیرضا و صادقیان. علی(۱۳۸۸). بررسی فعالیت ضدباکتریایی عصاره‌های آبی و اتانولی حنا علیه استافیلوکوکوس اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا. ***افق دانش***،

۴۸،۵-۲. از http//www.magiran.com.(دسترسی در ۱۳۹۱/۴/۵).

بهمدی، هما و شواخی، فروغ(۱۳۸۷). انواع نمک خوراکی و کاربردهای آن در صنایع غذایی. ***نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی***،۲، ۴۹-۴۵ .http//www.magiran.com.(دسترسی در ۱۳۹۱/۴/۳).

پورتر، ایو(۱۳۸۹). ***آداب و فنون نقاشی و کتاب‌آرایی***(زینب رجبی، مترجم). تهران: متن.

ترنر، G. P. A(۱۳۷۴). ***شیمی رنگ(اصول تکنولوژی رنگ)***(گریگور ترپوگوسیان و همیرا آگاه، مترجمان). تهران: آروین.

خسروی‌بیژائم، فرهاد(۱۳۸۵). ***فن شناسی وآسیب‌شناسی مرکب‌های سنتی و ارائهٔ راه‌کارهای حفاظتی آن***،پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان.

خوشمردان، علی‌بن‌حسن(۱۳۸۲ پائیز و زمستان). رسالهٔ «تعلیم الخطوط»(احسان الله شکراللهی طالقانی،کوششگر). ***نامه بهارستان***، شماره ۲: ۳۲۱.

دوک، جیمز آ(۱۳۸۷). ***فرهنگ گیاهان دارویی***.(زهره آموزگار، عبدالعلی محقق زاده و محمد رضا شمس اردکانی، مترجمان). تهران: مارلیک.

دهخدا، علامه علی اکبر(۱۳۶۰). ***لغتنامهٔ دهخدا***. تهران: دانشگاه تهران.

دی فبر، مارگا ا. پی. سی، هاورمانز، جان بی. جی. ا، و پیتر دی فایز(۱۳۸۶ آذر). خوردگی ناشی از مرکب آهن-مازو: مطالعهٔ اثر یک ترکیب(شهناز بهلولی‌ریزی، مترجم). ***پیام بهارستان***، ۷۸، ۶۷-۶۴.

سلیمانی، سمیه؛ سپیدهدم، محمد جواد و ملکیان، حمید(۱۳۹۰). بررسی تأثیر رنگهای گیاهی(حنا، گردو و چای) بر پایداری کاغذ در مرمت نسخ خطی. ***تحقیقات علوم چوب و کاغذایران***، ۴،۶۵۸-۶۵۰. http//www.magiran.com(دسترسی در ۱۳۹۱/۴/۵).

شبّوح، ابراهیم(۱۳۸۱). مواد و وسایل نسخه‌پردازی: دو منبع قدیمی‌تازه یاب دربارهٔ روش ساخت مرکب(هوش‌آذر آذرنوش، مترجم). ***نامه بهارستان***،۱، ۱۵۲-۱۴۱.

عمید، حسن(۱۳۸۴). ***فرهنگ فارسی عمید***. تهران: امیر کبیر.

فرهنگ، پرویز(۱۳۶۶). ***فرهنگ مواد***. تهران: عرفان

فضائلی، حبیب ا...(۱۳۷۶). ***تعلیم خط***. تهران: سروش.

قلیچ‌خانی، حمید رضا(۱۳۷۳). ***فرهنگ و اصطلاحات خوشنویسی و هنرهای وابسته***، تهران: روزنه.

.....(۱۳۷۳). ***رسالاتی در خوشنویسی و هنرهای وابسته***. تهران: روزنه.

لامعی‌رشتی، محمد؛ آقاعلی‌گل، داوود. خسروی، فرهاد. اولیایی، پروین. باقی‌زاده، علی و شکوهی، فرح(۱۳۸۶ فروردین). پژوهش‌های فنی: آنالیز عنصری چند نمونه از مرکب و کاغذ دورهٔ قاجار با میکروسکوپ روبشی پروتون، ***نامه بهارستان***، ۱۲- ۱۱، ۲۶۴-۲۶۱.

لامعی‌رشتی، محمد؛ شکوهی، فرح و اولیایی، پروین(۱۳۸۱ پائیز و زمستان). معرفی روش پیکسی خارجی در آنالیز مرکب و کاغذ قدیمی، ***نامه بهارستان***، ۲، ۴۳۵-۴۳۱.

مایل‌هروی، نجیب(۱۳۷۲). ***کتاب‌آرایی در تمدن اسلامی: مجموعه رسائل در زمینهٔ خوشنویسی، مرکب‌سازی، کاغذگری، تذهیب وتجلید***. مشهد: آستان قدس رضوی.

مظفریان، ولی ا...(۱۳۷۷). ***فرهنگ نام‌های گیاهان‌ایران***. تهران: فرهنگ معاصر.

نفیسی(ناظم الاطبا)، علی اکبر(بی‌تا). ***فرهنگ نفیسی***. تهران: خیام.

نیشابوری، فضل ا... فاضل(۱۳۸۲ بهار و زمستان). بررسی و مقایسهٔ دستورالعمل‌های مندرج در رساله‌های خوشنویسی فارسی، ***نامه بهارستان***،۷ و ۸، ۹۴-۸۱.

وکیلی، ابوالفضل(۱۳۸۲). ***رنگرزی الیاف فرش دستباف***. تهران: نقش هستی.

هادیان‌دهکردی، منیژه(۱۳۸۶). ***کاربری پژوهش‌های آزمایشگاهی در حفاظت و مرمت بناهای تاریخی(مواد و مصالح)***. تهران: دانشگاه تهران و پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی.

یلدیز، رمضان(۱۳۸۴). ***دایرةالمعارف گیاهان دارویی و شفابخش***(نسیم فولادوند،مترجم). تبریز: یاران تبریز.

Berrie, Barbara H. (2007). ***Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics***(vol 4). London: Archetype Publications ltd.

Carvalho, David N. (2007). ***Forty Centuries of Ink***, Echo library. From http//www. manybooks.net.pdf/(accessed december 10, 2011)

Higashijima, Kenta., Chiaki Hori, Kiyohiko Igarashi, Toshiharu Enomae, & Isogai, Akira)2012(. First aid for flood-damaged paper using saltwater: The inhibiting effect of saltwater on mold growth, ***Studies in Conservation*** 57: 165-168.

Keheyan, Y. & Giulianelli, L.(2006). Identification of Historical Ink Ingredients Using Pyrolysis-GC-MS. A Model Study. ***e-Preservation Science*** 3, 5-10.

Mert, Esra. (2008). ***A Comparative Study on Chemical Characterization of Different Ink Ingredients Used in Ancient Ornamented Manuscripts***, Master of Sience In-archaeometry, Middle Easttechnical University From: http//www. scirus.com.pdf/ (accessed december 21, 2011)

Rouchon Quillet, Véronique. Remazeilles, Celine. Nguyen, Thi Phuong. Bleton, Jean. &Tchapla, Alain, (2004). ***The Impact of Gum Arabic on Iron Gall Ink Corrosio***. From http//www.google scholar.com(access date:5/10/2014).

Senvaitiene, J. & Beganshiene, A. (2005). Characterriziation of historical writing inks by different analytical techniques. ***chemija***, 3-4, 34-38.

H. k. Stratis, T. Salvesen (2002). ***The BroudSpectrum: Studies in The Materials, Techniques, and Conservation of Color on Paper***. London: Archetype Publications ltd.