

بررسی تأثیر رنگ‌های گیاهی (حنا، گردو و چای) بر پایداری کاغذ در مرمت نسخ خطی

سمیه سلیمانی^{۱*}، سید محمد جواد سپیده دم^۲ و حمید ملکیان^۳

*- مسئول مکاتبات، کارشناس ارشد، مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر تهران

پست الکترونیک: s.soleymani2008@yahoo.com

۲- استادیار، کاغذ و صنایع چوب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۳- کارشناس ارشد مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی، کتابخانه مجلس شورای اسلامی

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۹

چکیده

استفاده از رنگ‌های گیاهی بر پایداری کاغذ مرمتی در زمینه هم‌رنگ‌سازی، در مرمت نسخ خطی حائز اهمیت می‌باشد. در این پروژه پس از تهیه کاغذهای تیشوی ژاپنی و رنگ‌گری آنها با رنگ‌های گیاهی برگ حنا، پوست گردو و برگ چای سیاه، آزمون کهنه‌سازی مصنوعی بر روی نمونه‌ها انجام گردید. به منظور بررسی تأثیر هر یک از عوامل رنگ‌زا بر خواص مقاومتی کاغذهای رنگ‌گری شده، آزمون‌های مکانیکی مقاومت به تاخوردگی، کشش و پاره شدن بر روی نمونه‌ها قبل و بعد از کهنه‌سازی انجام شد. در بررسی نتایج آزمون مقاومت به تاخوردگی، شاهد تأثیر معنادار رنگ از نظر آماری هستیم که نمونه چای در مقایسه با کاغذ مورد رنگ چای و همچنین رنگ حنا بعد از کهنه‌سازی نیز مشاهده می‌گردد. در آزمون‌های مکانیکی، مقاومت‌کشی و پاره‌شدن از نظر آماری اثرهای معنادار ندارد؛ بعبارت دیگر رنگ‌گری تأثیری بر افزایش یا کاهش میزان این مقاومت‌ها نداشته است. تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه‌های شاهد و رنگ‌گری شده، تأثیر عوامل رنگ و کهنه‌سازی را بخوبی نشان می‌دهد. در آزمون pH سنجی نمونه رنگ‌گری شده با حنا دارای pH کاملاً اسیدی می‌باشد که آن به دلیل ساختار شیمیایی گیاه حنا می‌باشد. در آزمون‌های تعیین جرم‌پایه و ضخامت کاغذ، کاغذهای رنگ‌گری شده دارای جرم پایه و ضخامتهای بالاتری نسبت به نمونه شاهد می‌باشند. بنابراین در بررسی نتایج آزمون روشنی در همه نمونه‌ها بعد از کهنه‌سازی میزان روشنی و زردی کاهش و میزان قرمزی افزایش داشته است.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌های گیاهی، حنا، گردو، چای، پایداری کاغذ، مرمت نسخ خطی.

مقدمه

فرهنگ و تفکر نسل‌های گذشته به آیندگان، از اهمیت

ویژه‌ای برخوردار است.

کاغذ یک ماده آلی بوده و به سرعت تحت تأثیر عوامل

مختلف، دچار تخریب می‌شود. به طور کلی، مواد

تشکیل‌دهنده کاغذ عبارتند از: سلولز، همی سلولز، لیگنین و

کشور ایران خاستگاه یکی از قدیمی‌ترین تمدن‌های

بشری و در برگ‌برنده آثار خطی شاخص و بی‌نظیر

تاریخی، فرهنگی و هنری است. در میان خیل عظیم آثار

ارزشمند، آثار کاغذی به‌علت فراوان بودن و انتقال هنر و

هزاره سوم ق.م،) در ایران و خاصه در نواحی سیلک‌کاشان معمول بود.

رغبت جماعات بدوی به رنگ‌آمیزی لوازم زندگی، آنان را به تلاش برای بدست آوردن مواد رنگین برانگیخته است، ولی مشخص نیست چه مدت طول کشید تا برخورد تصادفی با ماده رنگین گیاهی و طبیعی به شناخت رنگ‌ها و استفاده از آنها منتهی شود. با گذشت زمان و رسیدن به عصر حاضر پای رنگ‌های شیمیایی به ایران باز شد و این تجربه نخستین بار با استفاده از رنگ‌های جوهری و گروهی از رنگ‌های اسیدی قوی، که در برابر نور و شستشو دوام زیادی ندارند، به کار گرفته شد و در نتیجه برای همگان این باور پدید آمد که کیفیت رنگ‌های گیاهی از رنگ‌های شیمیایی بهتر و مناسبتر است، هرچند که تهیه رنگ‌های گیاهی دشوارتر است (افشار، ۱۳۸۰).

در زمینه رنگ‌آمیزی کاغذهای مرمتی با استفاده از رنگ‌های گیاهی با توجه به جستجوهای صورت پذیرفته در این زمینه، تاکنون تحقیقاتی انجام نشده و مرمت‌گران با بیان این مطلب که در گذشته نیز از رنگ‌های گیاهی استفاده می‌شده، مبادرت به رنگ‌رزی می‌نمایند. رنگ‌آمیزی کاغذ مرمتی فقط به منظور هم‌رنگ‌سازی کاغذ انجام می‌شود و به جنبه‌های تأثیر و تأثر آن بر پایداری کاغذ مرمتی در دراز مدت پرداخته نشده است. اما در زمینه رنگ‌رزی الیاف پارچه با استفاده از رنگ‌های گیاهی و شیمیایی و اصولاً مسئله رنگ‌رزی سنتی در ایران چندین پایان‌نامه و مقاله ارائه گردیده است، از جمله حبیبی (۱۳۸۵) که به بیان ویژگی‌های مواد رنگی طبیعی پرداخته است و نیز فانی (۱۳۷۳) که به بیان ساختارهای گیاهان رنگه و تأثیر آنها در رنگ‌رزی الیاف اشاره دارد.

سایر افزودنیها شامل مواد آهارزنی، رنگها، پرکننده‌ها و سایر موادیست که برای بهبود خواص کاغذ به آن اضافه می‌شود. آنچه در این میان مهم و در تمام این مواد مشترک است، وجود پلیمر طبیعی سلولز است. گرچه همی‌سلولز و لیگنین هم نقش مهمی در روند تهیه کاغذ دارند؛ ولی بیشتر این مواد در هنگام فرایند تولید حذف شده‌اند؛ بنابراین نمی‌توان اهمیت خاص سلولز را نادیده گرفت. سلولز عامل اصلی سازنده انواع کاغذها بوده و تمام خواص فیزیکی و شیمیایی کاغذ وابسته و مربوط به آن می‌باشد (Holik, ۲۰۰۶).

کاربرد رنگ‌های گیاهی در رنگ‌آمیزی کاغذهای مرمتی در ایران به طور سنتی و فقط به منظور هم‌رنگ‌سازی کاغذ انجام می‌شود و تاکنون به صورت علمی به این مسئله که این رنگ‌ها چه تأثیری بر دوام و پایداری کاغذ مرمتی بعد از رنگ‌رزی دارند، پرداخته نشده است.

رنگ‌رزی در میان مردم ایران پیشینه‌ای طولانی دارد. پیش از اسلام، به ویژه در دوره ساسانی، رنگ‌رزان از احترام خاصی برخوردار بودند. اما از آنجا که معمولاً رنگ‌رزی بر موادی انجام می‌گیرد که از مواد آلی فسادپذیر تشکیل شده‌اند، آثار بازمانده از گذشته دور بسیار اندک است.

باوجود اینکه رنگ‌رزی در میان مردم فلات ایران سابقه‌ای دیرینه دارد، اما از نقطه آغاز آن بی‌خبریم. اقوام اولیه در برخورد با گیاهانی که دارای مواد و مایعات رنگین بوده‌اند وسایل خاصی از لوازم زندگی را رنگ‌آمیزی می‌کردند. به علاوه، با توجه به مدارک باستان‌شناسی و مردم‌شناسی در خودآرایی نیز این رنگ‌ها را به کار می‌برده‌اند. این مردمان تن و روی مردگان خود را نیز با رنگ زینت می‌بخشیدند تا آنان را هرچه باشکوه‌تر به جهان دیگر روانه کنند و این رسم دیرزمانی پیش(تا

طریق جذب سطحی (فیزیکی)، شکل‌گیری کمپلکس‌های فلزی یا نمک‌ها، حلالیت و یا تشکیل پیوندهای شیمیایی کووالانسی، باقی می‌مانند.

روش‌های به‌کار رفته در زمینه رنگرزی مواد بسیار متفاوت می‌باشد، که بستگی به ماده و نوع رنگینه دارد. این روش‌ها بیشتر به شیوه‌های به‌کار رفته در رنگرزی بستگی دارد تا جانشینی‌های شیمیایی، همین امر رنگینه‌ها را از رنگدانه‌ها متمایز می‌سازد.

در طی فرایندهای رنگرزی، رنگینه‌ها ساختار کریستالی‌شان را در اثر حل شدن یا تبخیر شدن از دست می‌دهند. ساختار کریستالی ممکن است در طی مراحل بعدی فرایند رنگرزی دوباره بدست آید. در رنگدانه‌ها، ذرات یا ساختار کریستالی در فرایندهای رنگرزی باقی می‌ماند. رنگدانه‌ها معمولاً در یک بست (حلال‌های روغنی یا آبی) به‌کار می‌روند (کنفرانس دهلی، ۲۰۰۳).

تقسیم‌بندی رنگینه‌ها

- رنگینه‌های طبیعی
- رنگینه‌های مصنوعی

رنگینه‌های طبیعی دارای منابع گیاهی، حشرات و معدنی هستند. حشرات فقط منبع رنگینه قرمز هستند ولی منابع گیاهی رنگهای قرمز، زرد، آبی و قهوه‌ای دارند. هرچند کاربرد رنگینه‌های طبیعی با آمدن رنگهای مصنوعی از قرن ۱۹ میلادی کاهش یافته، اما کاربرد رنگینه‌های طبیعی به دلیل تولید طبیعی‌شان دوباره احیاء شده است.

از جمله رنگینه‌های طبیعی که در رنگرزی کاغذ در امور مرمتی استفاده می‌گردند، می‌توان به حنا، گردو و چای اشاره داشت. این رنگینه‌ها تالیته‌های رنگی قهوه‌ای

تیشوهای ژاپنی کاغذهایی ظریف و مقاوم هستند که از الیاف گیاهی ساخته می‌شوند. تیشوهای ژاپنی ممکن است از یکی از این سه گیاه ساخته شوند: گیاه کوزو (کاغذ تهیه شده از درخت توت)، بوته توت فرنگی میتسوماتا و درخت گامبی. کاغذ شاهد مورد استناد در این تحقیق، تیشوی ژاپنی کوزو می‌باشد. الیاف بلند و مستحکم گیاه کوزو، کاغذهای خیلی محکم و پایداری ایجاد می‌کند. الیاف کوزو از سایر الیاف به سفیدی تمایل بیشتری دارند. کاغذهای کوزو می‌توانند خیلی نازک و تا اندازه‌ای شفاف یا مات باشند (مقبل اصفهانی، ۱۳۸۵).

تیشوهای ژاپنی در حفاظت و مرمت اسناد و کتب کاربرد گسترده‌ای دارند. این کاغذها دارای تنوع زیادی در رنگ و ضخامت هستند و به همین جهت در امور مرمتی کاربردهای گوناگونی دارند. مرمتگر باید کاغذ تیشوی ژاپنی را با توجه به نزدیکی و هماهنگی رنگ آن با کاغذ مرمتی برگزیند و نیز ضخامت متناسبی هم با کاغذ مرمتی داشته باشد.

رنگرزی

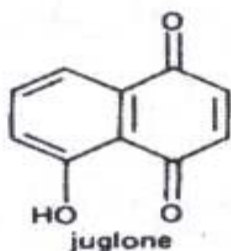
تثبیت یک ماده رنگدار بر روی سطح مورد نظر را رنگرزی می‌گویند. ماده رنگی ممکن است به سطح چسبیده و ثابت شود یا آنکه در داخل الیاف نفوذ کند. تثبیت رنگ بر روی سطح اتکاء تابع وضعیت ماده رنگی و ساختمان شیمیایی زمینه یا سطح اتکاء می‌باشد.

رنگ‌ها را می‌توان به دو گروه رنگینه‌ها و رنگدانه‌ها تقسیم نمود. رنگینه‌ها مواد رنگی هستند که برای رنگ کردن مواد مختلفی از قبیل کاغذ، چرم، پر، مو، غذاها، داروها، لوازم آرایشی، مومها، روغن‌ها، مواد نفتی، پلاستیک‌ها و پارچه‌ها به‌کار می‌روند. رنگینه‌ها در درون این لایه‌ها از

این پوسته بین ۲۵ تا ۴۰ درصد است و از جوهر گرفته شده از این پوسته، رنگ‌های قهوه‌ای و سیاه ساخته می‌شود. شکل ۲ ساختار شیمیایی جاگلون را در رنگینه گردو نشان می‌دهد.

ترکیبات شیمیایی موجود در پوست گردو عبارتند از:

- ۲۹/۸٪ مواد استخراجی
- ۲۶/۳٪ ترکیبات فنولی
- ۱۵٪ تانن
- ۲٪ فلاونوئیدها (ترکمن،).



شکل ۲ - ساختار شیمیایی جاگلون در رنگینه گردو

(جعفری صیادی،)

رنگینه طبیعی چای: نام علمی این گیاه *Camellia*

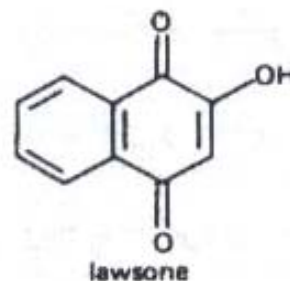
sinesis و گاهی *Camellia teifera* است، که برای هر دو نوع چای سیاه و سبز به کار می‌رود. اندام مورد استفاده گیاهی، اندام هوایی است.

چای نیز از گیاهانی است که تاکنون بیشتر جنبه خوراکی آن مورد توجه نظر بوده است. ترکیب شیمیایی چای دربرگیرنده پلی‌فنول‌هاست که خود شامل فلاوانول‌ها، فلاونوئیدها و فنولیا اسید است؛ علاوه بر آن ترکیب‌های دیگر چای شامل: مواد سلولزی، مواد صمغی، دکسترین، پکتین، مواد چربی، مواد مومی، نشاسته، قند، اسیدگالیک، اسیدگزالیک، مواد پروتئینی، الیاف، مواد

تا قرمز و زرد ایجاد می‌کنند، که در اینجا به بررسی ویژگی‌های ساختاری و شیمیایی آنها پرداخته می‌شود.

رنگینه طبیعی حنا: نام علمی این گیاه *Lawsonia*

inermis و از خانواده گیاهی *Lythraceae* می‌باشد که اندام مورد استفاده گیاه حنا، برگ آن می‌باشد. حنا به طور متوسط دارای ۷ تا ۸ درصد تانن، ۱/۲٪ مواد چرب، ۱/۲٪ اسانس، تا ۳ درصد مواد رزینی و ۲٪ لائوسون (یک ماده رنگی قابل تبلور) موسیلاژ، رطوبت، گلوکز و احتمالاً مانیتول (قندی الکلی است و مانند سایر قندهای الکلی احیاء کننده نیست و از مان‌ها یا جلبک‌دریایی بدست می‌آید) است. این ماده به صورت بلورهای سوزنی شکل و به رنگ زرد نارنجی متبلور می‌شود و در رنگرزی به‌عنوان یک ماده رنگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۱ ساختار شیمیایی لائوسون را در رنگینه حنا نشان می‌دهد (امانعلی خانی، ۱۳۷۳).



شکل ۱ - ساختار شیمیایی لائوسون در رنگینه حنا

(بهادری، ۱۳۸۵)

رنگینه طبیعی گردو: نام علمی این گیاه *Juglans* و از

تیره *Juglandaceae* می‌باشد. با اینکه جوهر مازو در تمام قسمتهای درخت وجود دارد، اما در ایران فقط پوسته سبز گردو را در رنگرزی به کار می‌برند. مقدار جوهر مازو در

میراث فرهنگی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. تیشوهای ژاپنی کاغذهایی ظریف و مقاوم هستند که از الیاف گیاهی ساخته می‌شوند. کاغذ تیشوی ژاپنی نمونه در این تحقیق از نوع گیاه کوزو می‌باشد. الیاف بلند و مستحکم گیاه کوزو، کاغذهای خیلی محکم و پایداری ایجاد می‌کند. الیاف کوزو از سایر الیاف به سفیدی تمایل بیشتری دارد. کاغذهای کوزو می‌توانند خیلی نازک و تا اندازه‌ای شفاف و یا ضخیم و مات باشند که این کاغذها را مناسب جهت امور مرمت کاغذ می‌نماید.

تهیه نمونه‌های رنگ

برای تهیه رنگ در رابطه با هر یک از رنگ‌های حنا، گردو و چای شرایط یکسانی به کار گرفته شد. مقدار ۲۰ گرم از هر یک از رنگهای پوست گردو، برگ حنا، چای خشک سیاه (چای بهاره لاهیجان) را به حجم ۵۰۰ میلی لیتر آب می‌رسانیم. ابتدا هریک از رنگ‌ها را وزن کرده و بعد در یک بشر یک لیتری ریخته و تا حجم ۵۰۰ میلی لیتر، آب به آن می‌افزاییم. بشر را روی شعله ملایم اجاق قرار داده و به مدت یکساعت زمان را در نظر می‌گیریم. در مرحله جوشیدن رنگ، چندین دفعه با همزن شیشه‌ای مخلوط فوق را هم می‌زنیم. بعد از یک ساعت هر یک از رنگ‌های پوست گردو، برگ حنا و چای سیاه رنگ خود را پس داده و به تنالیت‌های مختلف قهوه‌ای تا حنایی در می‌آیند. بعد از این مرحله رنگینه‌ها را از صافی گذرانده و اجازه می‌دهیم تا سرد و خنک شوند.

رنگرزی کاغذ

به منظور رنگرزی، کاغذهای تیشوی ژاپنی را در تشتکی که رنگینه در آن قرار دارد به مدت یک دقیقه قرار

معدنی، تانن، کافئین، یانین و ترکیب‌های معطر و سرانجام دیاستاز است (شمس ناتری، ۱۳۸۶).

مواد و روشها

تحقیق حاضر، پژوهشی بنیادی - تجربی می‌باشد که شیوه‌های دستیابی به اطلاعات از طریق انجام آزمایش‌های مکانیکی و شیمیایی، مطالعه‌های کتابخانه‌ای، برداشت‌های عینی، مصاحبه و برخورداری از تجارب مرمتگران در مراکز مرمتی بوده است. در این تحقیق از نرم‌افزر آماری spss و آزمون فاکتوریل استفاده گردید، سپس جدول تجزیه واریانس ترسیم و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن انجام شد. در بخش عملی ابتدا به تهیه نمونه رنگ‌ها براساس محلول وزنی و بعد جوشاندن و رنگرزی تیشوی ژاپنی به‌عنوان نمونه شاهد پرداخته شد. کاغذها بعد از رنگرزی و آماده‌سازی مورد آزمون‌های مکانیکی مختلف در دو مرحله قبل و بعد از کهنه‌سازی قرار گرفتند. همچنین تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) جهت مقایسه تغییرات بعد از رنگرزی و کهنه‌سازی آورده شده است.

عوامل ثابت در این تحقیق شامل درجه حرارت، جرم نمونه کاغذ اولیه و نوع کاغذ می‌باشد و عوامل متغیر شامل: Ph و نوع رنگ در سه سطح می‌باشد.

تهیه نمونه‌ها

نمونه کاغذهای تیشوی ژاپنی مورد استناد در این تحقیق از بخش مرمت مجلس شورای اسلامی تهیه گردید. این نوع کاغذهای تیشو در جرم پایه و ضخامت‌های مختلف در مراکز مرمتی کشور به ویژه در کتابخانه‌های مجلس، آستان قدس رضوی، دانشگاه تهران،

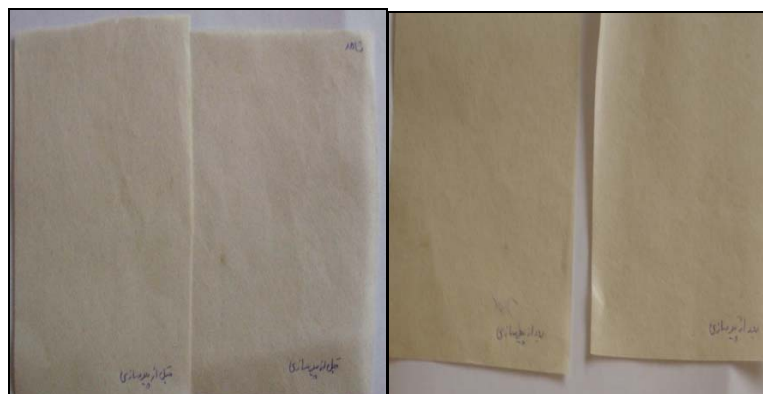
۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. همه کاغذها بعد از کهنه‌سازی تغییر رنگ محسوسی پیدا کرده و به تیرگی گراییدند؛ به طوری که کاغذ رنگ‌گری شده با رنگینه حنا کاملاً به رنگ قهوه‌ای متمایل گشت. این تیرگی در مورد بقیه کاغذهای رنگ‌گری شده، یعنی رنگینه‌های گردو و چای و حتی کاغذ شاهد نیز قابل رؤیت است. کاغذهای شاهد قبل و بعد از کهنه‌سازی به ترتیب در شکل ۳ نشان داده شده است.

کاغذهای تیشوی ژاپنی بعد از رنگ‌گری با رنگ‌های حنا، گردو و چای تحت کهنه‌سازی مصنوعی قرار گرفتند. این آزمایش، تأثیر عوامل رنگزا را با گذشت زمان مشخص می‌کند. پس از کهنه‌سازی نمونه‌ها، آزمون‌های مکانیکی بر روی آنها انجام گردید.

داده و اجازه می‌دهیم تا کاغذ کاملاً به رنگ آغشته گردد. هر یک از رنگینه‌ها (حنا، گردو و چای) را به طور مجزا به کار برده و تیشوی‌ها را با آن رنگ‌گری می‌کنیم. لازم به یادآوری است که برگ حنا این خاصیت را دارد که وقتی در آب ولرم به مدت ۱۲ ساعت قرار گیرد نیز رنگ حنایی از خود برجای می‌گذارد و این درحالیست که پوست گردو با جوشاندن رنگ بهتری از خود نشان می‌دهد. بعد از رنگ‌گری تیشوها آنها را به صورت عمودی آویزان کرده تا رنگ اضافی از آن خارج شده و خشک گردد.

آزمون کهنه‌سازی کاغذهای شاهد و رنگ‌گری شده

برای کهنه‌سازی از آزمون کهنه‌سازی گرمایی بر اساس استاندارد ISO ۱۹۹۶-۳-۵۶۳۰-۳ استفاده گردید. کاغذهای شاهد و رنگ‌گری شده با رنگینه‌های حنا، گردو و چای در دستگاه کهنه‌سازی، در شرایط رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای



ب

الف

شکل ۳- کاغذ شاهد قبل (الف) و بعد از کهنه‌سازی (ب)

T 494 om – 04

T511 om -08

T 414 om – 04

T 529 om-06

آزمون مقاومت به کشش کاغذ و مقوا طبق استاندارد شماره
آزمون مقاومت (دوام) تاخوردگی کاغذ طبق استاندارد شماره
آزمون تعیین مقاومت کاغذ به پاره شدن طبق استاندارد شماره
آزمون تعیین pH طبق استاندارد شماره

T410 om- 08

T 551 om – 06

T 452 om -08

آزمون تعیین جرم پایه کاغذ و مقوا طبق استاندارد شماره

آزمون تعیین ضخامت کاغذ طبق استاندارد شماره

آزمون تعیین روشنی کاغذ طبق استاندارد شماره

نتایج

در این بررسی از چهار سطح رنگ شامل: شاهد، حنا، گردو و چای، دو جهت MD و CD و در دو شرایط قبل و بعد از کهنه‌سازی، هر یک در سه تکرار استفاده گردید، سپس براساس هر یک از شرایط فوق‌الذکر آزمون‌های مقاومتی بر روی کاغذهای رنگ‌گری شده در دو جهت و در دو حالت قبل و بعد از کهنه‌سازی صورت پذیرفت. نتایج بدست‌آمده از آزمون‌های مقاومتی کاغذهای رنگ‌گری شده قبل و بعد از کهنه‌سازی با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی صورت گرفته و برای مقایسه

میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید. لازم به تذکر این مطلب است که در تجزیه و تحلیل نتایج از نرم‌افزار spss استفاده گردیده است.

تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری

به منظور بررسی اثرهای مستقل مقاومت‌های بدست آمده از رنگ‌آمیزی و کهنه‌سازی جدول تجزیه واریانس تشکیل گردید.

جدول ۱ - تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر صفات مورد بررسی

مقدار F	میانگین مربعات (ms)	مجموع مربعات (ss)	درجه آزادی (df)	صفات	منبع تغییرات
۰/۵۴۷	۶/۲۹	۱۸/۸۹	۳	مقاومت به کشش	رنگ
**۲۴/۹۹	۲۵۴۸/۹۱	۷۶۴۶/۷۲	۳	مقاومت به تاخوردن	
۱/۵۳۷	۳۶/۸۹	۱۱۰/۶۹۴	۳	مقاومت به پارگی	
**۱۸۴/۰۱	۲۱۲۰/۰۲	۲۱۲۰/۰۲	۱	مقاومت به کشش	جهت کاغذ (MD) و (CD)
**۶۱۰/۷۱	۶۲۲۸۰/۰۲	۶۲۲۸۰/۰۲	۱	مقاومت به تاخوردن	
**۱۱۷/۴۹	۲۸۲۱/۳۳	۲۸۲۱/۳۳	۱	مقاومت به پارگی	
۳/۹۹	۴۶/۰۲	۴۶/۰۲	۱	مقاومت به کشش	کهنه‌سازی
**۳۷۲/۸۷	۳۸۰۲۵/۰۲	۳۸۰۲۵/۰۲	۱	مقاومت به تاخوردن	
۰/۰۴۸	۱/۱۵	۱/۱۵۳	۱	مقاومت به پارگی	

در جدول تجزیه واریانس، در ستون F، اعداد دو ستاره بدین معنی است که اختلاف داده‌ها با احتمال ۹۹٪ معنادار می‌باشد.

بررسی اثرهای مستقل رنگ بر مقاومت کششی کاغذ

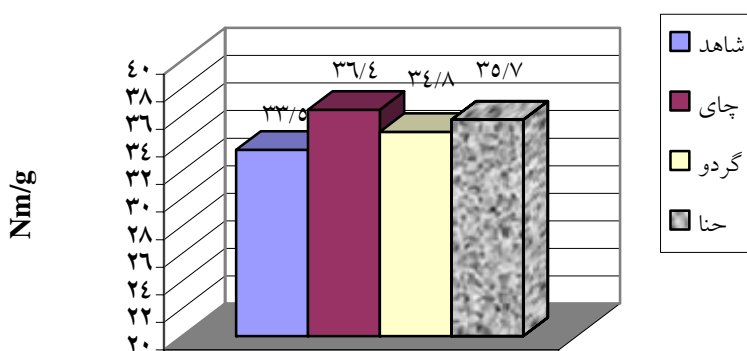
مقاومت کششی الیاف تا حدود زیادی به درهم‌رفتگی الیاف، چگونگی پالایش و به ایجاد اتصال‌ها و پیوندهای

تجزیه و تحلیل مقاومت‌های بدست‌آمده براساس جدول**تجزیه واریانس****بررسی اثرهای مستقل رنگ، جهت و کهنه‌سازی**

نتایج گروه‌بندی دانکن برای آزمون مقاومت کششی در بررسی اثرهای مستقل رنگ نشان داده که همه نمونه‌ها در یک گروه قرار دارند، اما میانگین مقاومت به کشش در نمونه چای و شاهد به ترتیب با میانگین $33/5 \text{ Nm/g}$ و $36/4 \text{ Nm/g}$ بیشترین و کمترین مقادیر را شامل می‌باشند.

بررسی اثرهای مستقل رنگ در مقاومت به تا خوردگی کاغذ
با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر مستقل رنگ بر مقاومت به تا خوردن در سطح ۹۹٪ از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. به منظور گروه‌بندی میانگین مقاومت‌های تا خوردگی در بررسی اثرهای مستقل رنگ، از آزمون دانکن استفاده شده است. نتایج گروه‌بندی دانکن برای آزمون مقاومت به تا شدن در جدول ۲ نشان داده شده است.

شیمیایی بستگی دارد. طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر مستقل رنگ بر روی مقاومت کششی معنی‌دار نبوده است؛ یا بعبارت دیگر رنگ‌رزی کاغذ تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش یا کاهش مقاومت کششی از نظر آماری نداشته است. در نتیجه اینگونه می‌توان استنباط نمود که رنگ‌رزی کاغذ با رنگ‌های حنا، گردو و چای در مقایسه با کاغذ شاهد که کاغذ تیشوی ژاپنی فاقد رنگ می‌باشد، باعث افزایش سطح مقاومت کششی در کاغذ می‌گردد. این مسئله در امر مرمت نسخ خطی که نیازمند نگهداری و حفاظت از اسناد و کتب در طویل‌المدت می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است. بعبارت دیگر با کاربرد رنگ‌های فوق در امر رنگ‌رزی کاغذ جهت هم‌رنگ‌سازی، مقاومت کششی کاغذ کمی افزایش یافته و استفاده از آنها را مناسبتر می‌نماید، که این موضوع شاید به دلیل خواص چسبندگی رنگ و ایجاد اتصال رنگ با الیاف باشد.



اثر مستقل رنگ بر مقاومت کششی

شکل ۴- نمودار اثرهای مستقل رنگ بر مقاومت کششی

جدول ۲- گروه‌بندی دانکن برای اثر مستقل رنگ در آزمون مقاومت به تاخوردگی

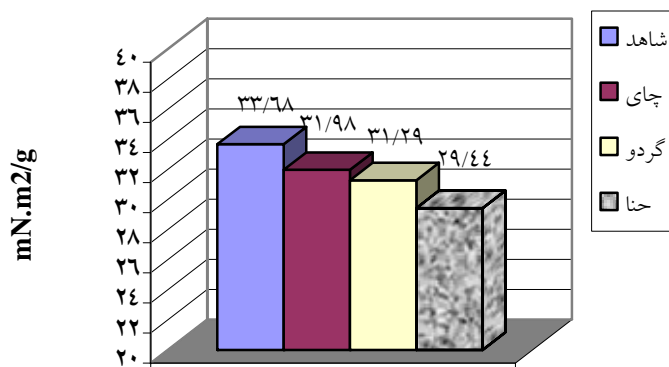
ردیف	نمونه	میانگین مقاومت تاخوردگی	گروه‌بندی دانکن	تکرار
۱-	شاهد	۶۹/۵۸	C	۱۲
۲-	گردو	۶۸/۷۵	C	۱۲
۳-	حنا	۵۰	B	۱۲
۴-	چای	۳۹/۹۲	A	۱۲

رنگ، اثری در افزایش یا کاهش مقاومت به پاره‌شدن از نظر آماری ندارد. همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد، بعد از رنگ‌ریزی کاغذهای شاهد با هر یک از سه رنگینه حنا، گردو و چای، کاهش اندکی در مقاومت به پاره شدن دیده می‌شود. این کاهش مقاومت در مورد رنگ حنا با مقدار ۲۹/۴۴ نسبت به دو رنگ دیگر یعنی چای و گردو بیشتر می‌باشد.

با توجه به گروه‌بندی دانکن می‌توان اینگونه بیان داشت که به ترتیب مقاومت به پاره‌شدن نمونه شاهد با میانگین $33/68 \text{ mN/m}^2$ و حنا با میانگین $29/44 \text{ mN/m}^2$ بیشترین و کمترین میزان مقاومت به پاره‌شدن را دارند. رنگهای چای و گردو دارای مقاومت به پاره‌شدن تقریباً یکسانی می‌باشند که نسبت به کاغذ شاهد کاهش اندک مقاومت را دارا هستند. شکل‌های ۶ تا ۸ تصاویر میکروسکوپ الکترونی رویشی کاغذ رنگ شده با رنگهای گردو، چای و حنا را قبل و بعد از کهنه‌سازی نشان می‌دهد.

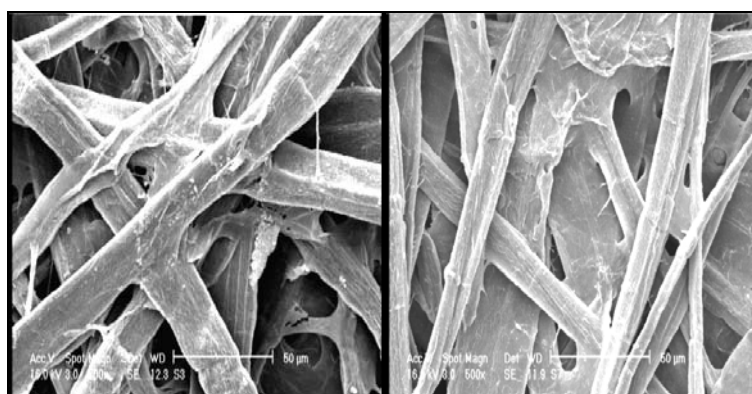
همان‌طور که ملاحظه می‌گردد گروه‌بندی دانکن برای مقاومت به تاخوردن، نمونه‌ها را در سه گروه متفاوت قرار داده است؛ یعنی از نظر مقاومت به تاخوردن، اختلاف‌ها معنی‌دار بوده است. در این گروه‌بندی مقاومت به تاخوردن به ترتیب در نمونه شاهد با میانگین $69/58$ ، چای با میانگین $39/92$ بیشترین و کمترین مقاومت را دارند. در گروه‌بندی دانکن، نمونه شاهد و گردو در یک گروه (گروه سوم)، نمونه حنا در گروه دوم و چای در گروه اول قرار دارند. میزان مقاومت به تاخوردن در نمونه‌های شاهد و گردو همان‌گونه که در جدول دانکن آن قابل رؤیت است، دارای اختلاف معناداری با دو نمونه دیگر یعنی حنا و چای می‌باشند. از طرف دیگر میزان مقاومت به تاخوردگی در نمونه‌های شاهد و گردو که در یک گروه قرار گرفته‌اند بسیار به هم نزدیک بوده که می‌تواند کاربرد یکسان هر یک از دو نمونه فوق را دربرداشته باشد.

بررسی اثرهای مستقل رنگ در مقاومت به پاره شدن کاغذ
با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر مستقل رنگ بر مقاومت به پارگی معنی‌دار نمی‌باشد؛ یا به عبارت دیگر



اثر مستقل رنگ بر مقاومت به پاره شدن

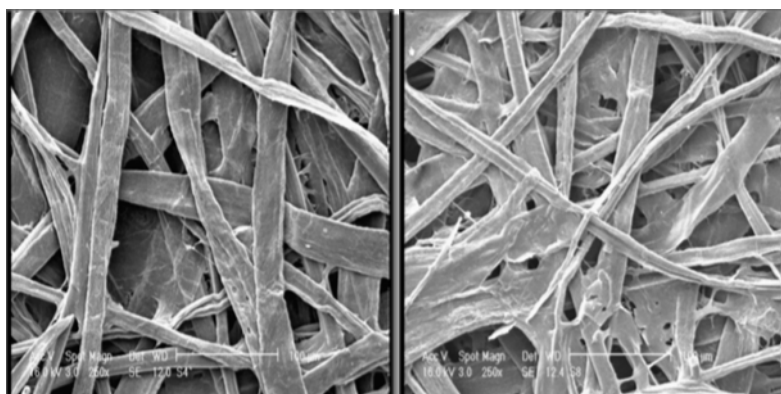
شکل ۵ - نمودار اثرهای مستقل رنگ در مقاومت به پاره شدن



ب

الف

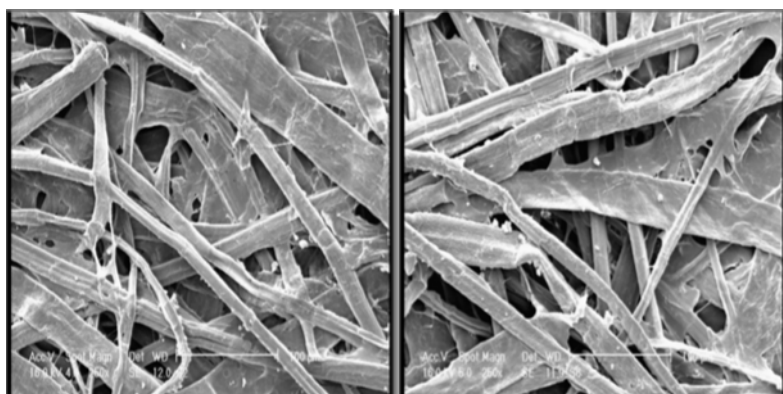
شکل ۶- میکروسکوپ الکترونی کاغذ رنگ شده با رنگ گردو قبل (الف) و بعد (ب) از کهنه‌سازی با بزرگنمایی ۵۰۰



ب

الف

شکل ۷- میکروسکوپ الکترونی کاغذ رنگ شده با رنگ چای قبل (الف) و بعد (ب) از کهنه‌سازی با بزرگنمایی ۲۵۰



ب

الف

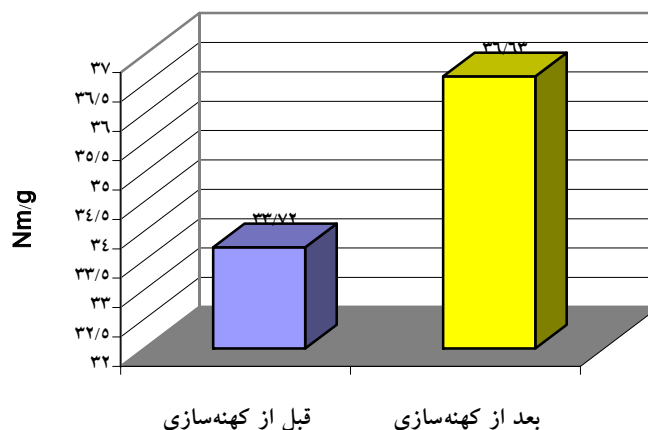
شکل ۸- میکروسکوپ الکترونی کاغذ رنگ شده با رنگ حنا قبل (الف) و بعد (ب) از کهنه سازی با بزرگنمایی ۲۵۰

بررسی اثرهای مستقل جهت کاغذ

از نظر آماری و با توجه به جدول تجزیه واریانس، جهت در همه مقاومت ها از جمله مقاومت به کشش، مقاومت به تا خوردن و مقاومت به پاره شدن در سطح ۹۹٪ معنی دار می باشد. این معنی دار بودن در هر دو جهت MD و CD می باشد. این طور می توان استنباط نمود که جهت در دو سطح MD و CD تأثیر معنی داری بر تمام مقاومت های مکانیکی اندازه گیری شده، داشته است و این طبیعی به نظر می رسد؛ زیرا MD، جهت خود الیاف در کاغذ است، یعنی هم جهت ماشین، بنابراین همواره نسبت به جهت CD دارای مقاومت بیشتری می باشد. در بحث تأثیر عامل جهت بر کهنه سازی و رنگ، این عامل به صورت همزمان یا همراه با مقاومت ها توضیح داده می شود و به عنوان یک عامل مجزا در مورد آن بحث نخواهد شد.

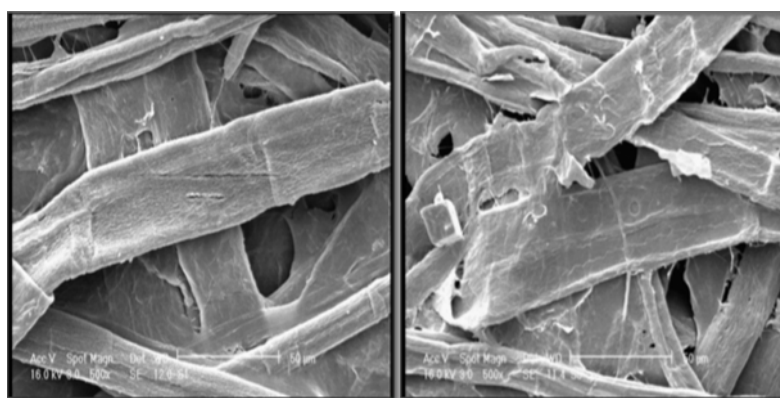
بررسی اثرهای مستقل کهنه سازی بر مقاومت کششی کاغذ

با توجه به جدول تجزیه واریانس و داده های آماری، اثر مستقل کهنه سازی بر مقاومت کششی از دیدگاه آماری معنی دار نمی باشد. کهنه سازی تأثیری بر کاهش مقاومت کششی نمونه ها نداشته و سبب افزایش میزان مقاومت کششی در آنها گردیده است که در شکل ۹ قابل رؤیت است. این مسئله افزایش مقاومت بعد از کهنه سازی در مرمت نسخ خطی دارای اهمیت می باشد. بنابراین در طی گذشت زمان با کاربرد رنگ های فوق در زمینه هم رنگ سازی کاغذ های مرمتی، مقاومت کششی الیاف دستخوش تغییر و کاهش نخواهد شد و این مسئله انتخاب این رنگ ها را در مرمت نسخ خطی خوب و شایسته می نماید.



اثر مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت کششی

شکل ۹ - نمودار اثرهای مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت کششی



الف

ب

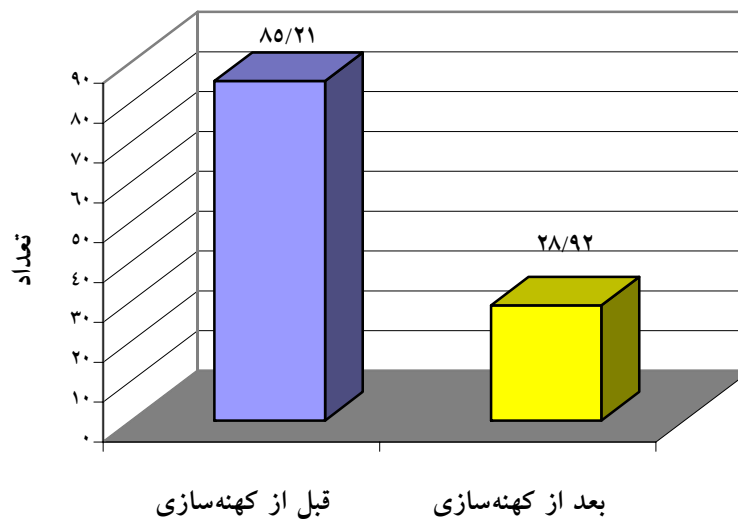
شکل ۱۰- تصاویر میکروسکوپ الکترونی کاغذ شاهد قبل (الف) و بعد از (ب) کهنه‌سازی با بزرگنمایی ۵۰۰

بررسی اثرات مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به تاخوردگی با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به تاخوردن در سطح ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد. این بدان معنی است که کهنه‌سازی بر افزایش یا کاهش مقاومت به تاخوردن تأثیر خواهد داشت. بنابراین به منظور بررسی و مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید که نتایج نشان می‌دهد مقاومت به

نمونه کاغذ شاهد بعد از کهنه‌سازی در زیر میکروسکوپ الکترونی از هم گسیختگی الیاف را نسبت به کاغذ شاهد، پیش از کهنه‌سازی، همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، بخوبی نشان می‌دهد. الیاف حالت ترد و شکننده دارند و حالتی از کش آمدن الیاف برای جدا شدن از یکدیگر دیده می‌شود؛ که بخوبی اثر کهنه‌سازی را بر کاغذ نمایان می‌سازد.

پس می‌توان گفت با توجه به اهمیت مسئله مقاومت به تاخوردن در مرمت نسخ‌خطی، باید کاهش مقاومت به تا خوردن، با گذشت زمان را، هم در مورد کاغذ شاهد و هم کاغذهای رنگ‌گری شده با رنگ‌های حنا، گردو و چای در نظر داشت؛ زیرا میزان کاهش مقاومت به تا، بسیار زیاد است.

تاخوردگی در کاغذ شاهد و در سطح سه رنگ بعد از کهنه‌سازی نسبت به قبل از کهنه‌سازی بسیار کاهش داشته است. همان‌گونه که در شکل ۱۱ مشاهده می‌گردد میانگین مقاومت به تاخوردگی بعد از کهنه‌سازی با مقدار ۲۸/۹۲ نسبت به قبل از کهنه‌سازی با مقدار ۸۵/۲۱ کاهش بسیار زیادی داشته است.



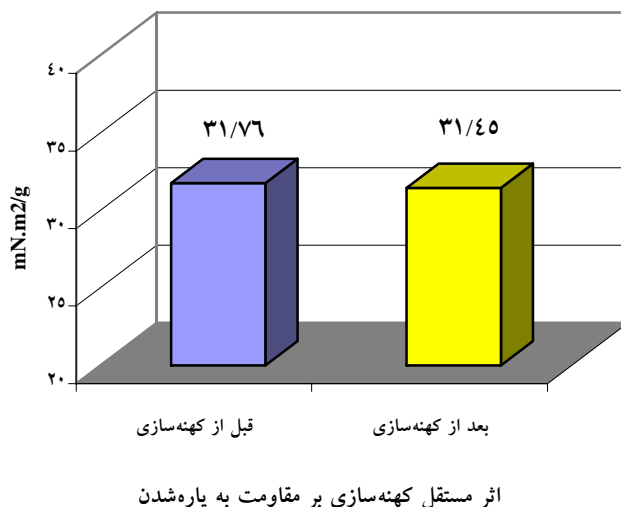
اثر مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به تاخوردگی

تصویر ۱۱- نمودار اثر مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به تاخوردگی

می‌دانیم این مقاومت با طول الیاف رابطه مستقیم دارد. الیاف سالم‌تر مقاومت در برابر پاره‌شدن زیادتری را دارا می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۲ مشاهده می‌گردد، میانگین مقاومت به پاره‌شدن قبل و بعد از کهنه‌سازی تفاوتی نداشته است و این مسئله در تأثیر مستقل رنگ بر مقاومت پاره‌شدن نیز دیده شد و قبلاً به آن اشاره گردید. این‌گونه می‌توان استنباط نمود که کهنه‌سازی تأثیری بر مقاومت به پاره‌شدن در نمونه‌ها نخواهد داشت.

بررسی اثرهای مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به پاره‌شدن کاغذ

با توجه به جدول تجزیه واریانس و ارزیابی داده‌ها، اثر مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به پاره‌شدن معنی‌دار نمی‌باشد. به عبارت دیگر کهنه‌سازی بر کاهش یا افزایش مقاومت به پاره‌شدن تأثیری نخواهد داشت. مقاومت به پارگی به صورت نیروی لازم برای پاره کردن یک قطعه کاغذ در شرایط مشخص تعریف می‌گردد. همان‌طور که

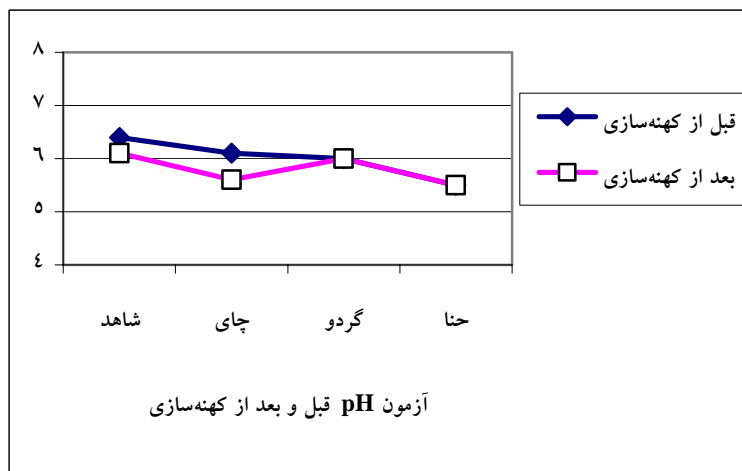


شکل ۱۲- نمودار اثر مستقل کهنه‌سازی بر مقاومت به پار شدن

میزان pH را پس از کهنه‌سازی دارا بودند. این مسئله در مورد رنگ حنا افزایش میزان اسیدیته را قبل و بعد از کهنه‌سازی نشان می‌دهد؛ بنابراین در درازمدت رنگ حنا می‌تواند سبب فرسایش و پلیمریزاسیون اسنادی شود که در آنها به‌عنوان کاغذ رنگ‌گری شده جهت هم‌رنگ‌سازی استفاده گردیده است.

تجزیه و تحلیل نتایج آزمون تعیین pH کاغذ

همان گونه که در شکل ۱۳ مشاهده می‌گردد، کاغذ شاهد با میانگین $pH = 6/4$ و کاغذ رنگ‌شده با رنگ حنا با میانگین $pH = 5/4$ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان pH را قبل از کهنه‌سازی داشتند. همچنین کاغذ شاهد با میانگین عددی $pH = 6/1$ و کاغذ رنگ‌گری شده با رنگ جای با میانگین $pH = 5/6$ به ترتیب بیشترین و کمترین



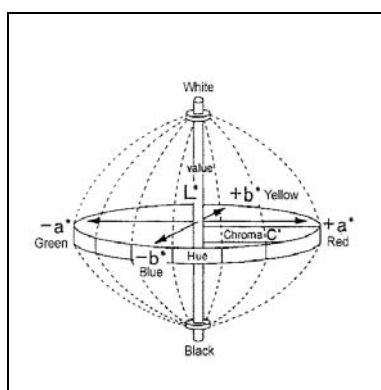
شکل ۱۳ - نمودار آزمون pH قبل و بعد از کهنه‌سازی

تجزیه و تحلیل نتایج آزمون رنگ کاغذ

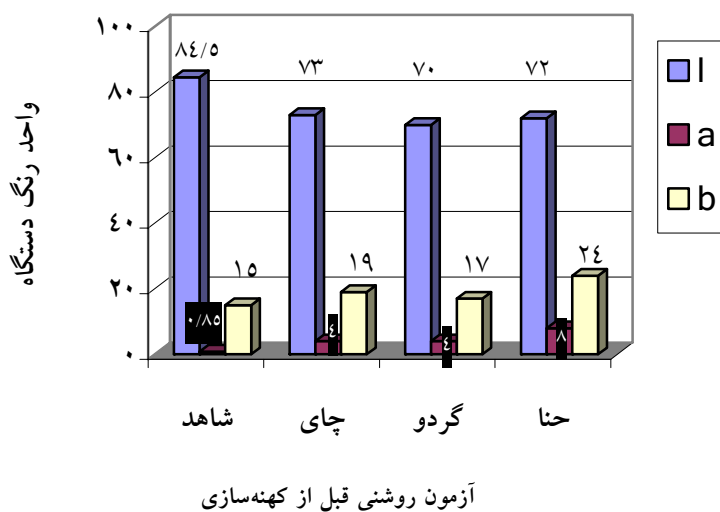
همان گونه که ذکر گردید، میزان روشنی در همه نمونه‌ها بعد از کهنه‌سازی کاهش یافته است که در این میان نمونه حنا نسبت به بقیه نمونه‌ها کاهش بیشتری را در روشنی نشان می‌دهد. نمونه‌های گردو و چای نیز در یک سطح از میزان روشنی‌شان کاسته شده است.

این روش برای تعیین رنگ خمیر کاغذ، کاغذ و مقوای سفید، تقریباً سفید و دارای رنگ طبیعی بکار می‌رود. با توجه به شکل ۱۴ هرچه به سمت a^+ پیش می‌رویم، میزان رنگ قرمز در نمونه بیشتر و هرچه به سمت b^+ پیش می‌رویم، میزان رنگ زرد افزایش می‌یابد. عامل L نیز میزان افزایش یا کاهش سفیدی را نشان می‌دهد. عامل‌های a^- و b^- نیز به ترتیب میزان رنگ سبز و آبی را نشان می‌دهند.

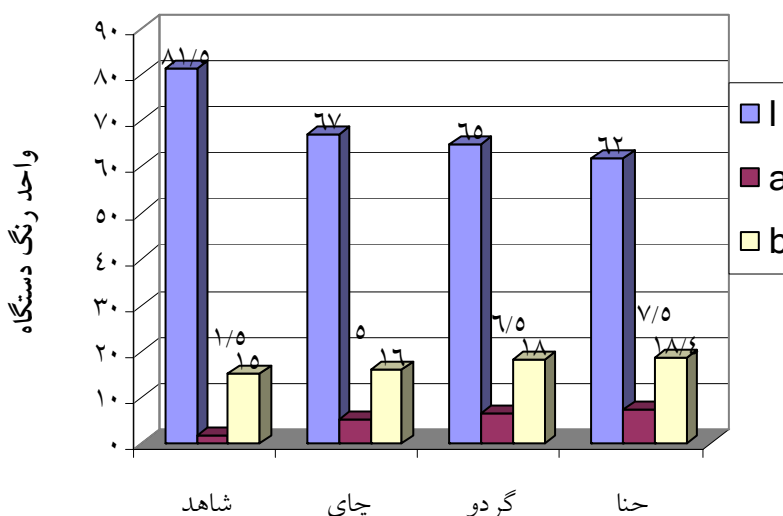
بعد از کهنه‌سازی میزان زردی نمونه‌ها کاهش یافته که این کاهش در نمونه‌های چای و حنا بیشتر است؛ در حالی که در نمونه گردو میزان زردی، اندکی افزایش داشته است و در نمونه شاهد میزان زردی تغییری نیافته است. همه نمونه‌های شاهد، حنا، چای و گردو بعد از کهنه‌سازی میزان قرمزی در آنها افزایش داشته است که تنها نمونه حنا کاهش ناچیز قرمزی را دربرداشته است.



شکل ۱۴- نمودار تعیین میزان رنگ



شکل ۱۵ - نمودار آزمون روشنی قبل از کهنه‌سازی



آزمون روشنی بعد از از کهنه‌سازی

شکل ۱۶- نمودار آزمون روشنی بعد از کهنه‌سازی

بحث

سبب بالا رفتن میزان مقاومت‌کشی در کاغذهای رنگری شده با رنگ‌های فوق می‌گردد.

با کهنه‌سازی نمونه‌های شاهد و رنگری شده با رنگینه‌های حنا، گردو و چای، شاهد افزایش مقاومت‌کشی بودیم. همان طور که می‌دانیم مقاومت در برابر کشش را می‌توان ترکیبی از مقاومت در برابر پاره‌شدن، تاخوردن و ترکیدن دانست. مقاومت به کشش رابطه نزدیکی با امکان تشکیل اتصال بین الیاف دارد و هرچه امکان برقراری اتصال بین الیاف بیشتر باشد، مقاومت در برابر کشش و بدنبال آن طول پاره‌شدن بیشتر می‌شود.

کهنه‌سازی نه تنها تأثیری بر کاهش مقاومت‌کشی نمونه‌ها نداشته است، بلکه باعث افزایش میزان مقاومت‌کشی در آنها گردیده است، بنابراین می‌توان کاربرد رنگینه‌های فوق را در زمینه هم‌رنگ‌سازی

در بررسی تأثیر رنگ بر مقاومت‌کشی مشاهده گردید که رنگری با رنگینه‌های چای، حنا و گردو سبب افزایش مقاومت شده است؛ به عبارت دیگر رنگری کاغذ با هر یک از رنگینه‌های گیاهی ذکر شده در مقایسه با کاغذ شاهد که تیشوی ژاپنی فاقد رنگ می‌باشد، باعث افزایش سطح مقاومت‌کشی در کاغذ می‌گردد. همان گونه که می‌دانیم مقاومت‌کشی الیاف تا حدود زیادی به درهم‌رفتگی الیاف و به ایجاد اتصالات و پیوندهای شیمیایی بستگی دارد. این مسئله در امر مرمت نسخ‌خطی که نیازمند نگهداری و حفاظت از اسناد و کتب در طول‌المدت می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است. این گونه می‌توان اذعان داشت که با کاربرد رنگ‌های گیاهی حنا، گردو و چای در امر رنگری کاغذ جهت هم‌رنگ‌سازی، مقاومت‌کشی کاغذ افزایش می‌یابد؛ یعنی رنگ به تنهایی

کاغذهای مرمتی از جنبه مقاومت کششی کاغذها بلامانع دانست.

در بررسی تأثیر رنگ بر مقاومت به تاخوردگی شاهد تأثیر معنی دار رنگ از نظر آماری بودیم. همان گونه که می دانیم درهم تنیدگی الیاف، در مقاومت به تاخوردگی تأثیر دارد؛ این بدان معناست که هرچه الیاف انعطاف پذیرتر باشند، مقاومت به تاخوردن افزایش می یابد و بعکس سفت بودن الیاف سبب کاهش مقاومت به تاه خوردگی می شود.

نمونه کاغذهای رنگرزی شده با رنگینه های چای و حنا در مقایسه با کاغذ شاهد و نمونه گردو کاهش چشمگیر مقاومت به تا شدن را داشته است.

با در نظر گرفتن این مسئله که در مرمت نسخ خطی، مقاومت به تاه شدن از اهمیت زیادی برخوردار است، با توجه به کاهش شدید مقاومت به تا شدن در نمونه های چای و حنا، بهتر است در کاربرد این رنگینه های گیاهی دقت و تأمل بیشتری بعمل آید. کاهش میزان مقاومت تاخوردگی مربوط به کاهش درجه پلیمریزاسیون و تجزیه و تخریب سلولز و عدم توانایی در ایجاد پیوندهای هیدروژنی و درهم رفتگی الیاف است. نقش آب را نیز باید در تورم الیاف و در نتیجه کاهش استحکام آنها در نظر داشت. قرار گرفتن لایه های رنگ روی کاغذ که سطح الیاف را می پوشاند، می تواند به عنوان یک لایه الاستیک روی الیاف عمل کند و به طور فیزیکی سبب افزایش مقاومت تاخوردگی الیاف شود. پس می توان افزایش مقاومت تاخوردگی در رنگ گردو را نسبت به رنگ های چای و حنا به دلیل حالت شیمیایی رنگ گردو و ایجاد پیوندهای شیمیایی و نیز احتمالاً دانسیته بالای آن دانست.

نمونه های شاهد و رنگرزی شده با پوست گردو از لحاظ مقاومت به تا شدن در یک سطح قرار دارند. بنابراین استفاده از این نمونه ها در امر مرمت نسخ خطی می تواند بلامانع باشد.

در بررسی تأثیر کهنه سازی بر مقاومت به تاخوردگی، همان گونه که مشاهده گردید، از لحاظ آماری این تأثیر کاملاً معنی دار بوده است. به نحوی که مقاومت به تاخوردگی در کاغذ شاهد و در سطح سه رنگ حنا، گردو و چای بعد از کهنه سازی نسبت به قبل از کهنه سازی بسیار کاهش داشته است.

کاهش مقاومت به تا شدن را می توان به افزایش سرعت عوامل شیمیایی موجود در رنگ ها در اثر کهنه سازی دانست. با انجام عملیات کهنه سازی شامل افزایش دما و رطوبت نسبی، تخریب پلی ساکاریدها و افزایش هیدرولیز شدیدتر می گردد و این هیدرولیز سبب تخریب سلولز می شود.

با توجه به اهمیت مسئله مقاومت به تا شدن در مرمت نسخ خطی، باید کاهش مقاومت به تا شدن، با گذشت زمان راه، هم در مورد کاغذ شاهد و هم کاغذهای رنگرزی شده با رنگ های حنا، گردو و چای در نظر داشت.

در بررسی تأثیر رنگ در مقاومت به پاره شدن، بعد از رنگرزی با هریک از سه نمونه رنگینه پوست گردو، برگ حنا و برگ چای سیاه، کاهش اندکی در مقاومت به پاره شدن مشاهده گردید. این کاهش مقاومت در مورد رنگ حنا نسبت به دو رنگ دیگر یعنی چای و گردو بیشتر بوده است. در ارتباط با مقاومت به پارگی، طول و ضخامت دیواره سلولی الیاف مهمتر از بحث درهم رفتگی الیاف و ایجاد پیوندهای هیدروژنی است.

نمود. در شرایطی که مسئله مقاومت به تاشدن در طول زمان در مورد برخی از اسناد از اهمیت خاصی برخوردار نمی‌باشد یا اسناد و کتب در شرایطی نگهداری می‌شوند که مسئله تاخوردن در مورد آنها کمتر اتفاق می‌افتد، می‌توان با دقت این رنگ‌ها را بکار برد؛ زیرا این رنگ‌ها در مقاومت‌های کششی و پاره‌شدن مقاومت خوبی داشتند. از طرف دیگر رنگینه گردو مقاومت بسیار خوب و در سطح نمونه شاهد در تمامی آزمون‌های مقاومتی داشته است و می‌توان کاربرد این رنگ را در مرمت نسخ خطی بلامانع دانست. همچنین کاغذ شاهد مورد استناد در این پروژه نیز پایداری خوبی در مقاومت‌های تاشدن، کششی و پاره‌شدن داشت و همین موضوع کاربرد تیشوی ژاپنی را در مرمت نسخ خطی مناسب نشان می‌دهد.

منابع مورد استفاده

- امانعلی خانی، م.، (۱۳۷۳)؛ پایان نامه کارشناسی ارشد بررسی فیتوشیمیایی حنای کرمان و یزد از نظر لاوسن، مانیتول، موسیلاژ و چربی گیاهی و سنتز [۲- (۴، ۱- نفتوکینوکسی)] استیک اسید، دانشکده علوم گروه شیمی دانشگاه شهید چمران اهواز.
- بهادری، ر.، (۱۳۸۵)؛ شیمی آلی و کاربرد در حفاظت و مرمت آثار تاریخی، انتشارات پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی، سازمان میراث فرهنگی، تهران.
- ترکمن، ج.؛ سیام، ش.، (۱۳۸۷)؛ اندازه گیری تانن پوست درختان بلوط، راش، ممرز، توسکا و گردو، فصلنامه گیاهان دارویی، سال هشتم، دوره اول، ش ۲۸، جهاد دانشگاهی.
- ج. افشار، و.، (۱۳۸۰)؛ فرآیند و روشهای رنگرزی الیاف با مواد طبیعی؛ تهران انتشارات دانشگاه هنر.
- جعفری صیادی، م.، مروی م.، محمد رضا، (۱۳۸۵)، بررسی ویژگیهای مورفولوژیکی برگ گردوی ایرانی، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۴، ش ۱.
- حبیبی، م.، (۱۳۸۵)؛ پایان نامه کارشناسی ارشد رنگرزی الیاف با استفاده از رنگهای طبیعی و شیمیایی، دانشگاه هنر، تهران.

با توجه به کاهش ناچیز مقاومت به پاره‌شدن بعد از رنگرزی رنگینه‌های فوق و همچنین با توجه به اهمیت مسئله مقاومت به پارگی در مرمت نسخ خطی می‌توان بیان داشت، کاربرد این رنگینه‌ها جهت هم‌رنگ‌سازی کاغذهای مرمتی بلامانع است. از طرفی کاهش میزان مقاومت رنگ حنا نسبت به دو رنگ دیگر را نیز می‌توان به علت بحث اسیدی و ماهیت شیمیایی گیاه حنا دانست. اثر کهنه‌سازی بر مقاومت به پاره‌شدن تأثیر چندانی بر کاهش یا افزایش مقاومت نداشته است. مقاومت به پارگی به صورت نیروی لازم برای پاره‌کردن یک قطعه کاغذ در شرایط مشخص تعریف می‌گردد. همان طور که می‌دانیم این مقاومت با طول الیاف رابطه مستقیم داد. الیاف سالم‌تر به مقاومت در برابر پاره‌شدن زیادتری می‌انجامد. همان گونه که در صفحات پیشین بدان اشاره گردید، مقاومت به پاره شدن قبل و بعد از کهنه‌سازی تفاوت چندانی نداشته است.

در بحث pH سنجی همان گونه که مشاهده گردید، رنگ‌های حنا و گردو دارای کمترین میزان pH ($pH < 7$) نسبت به دو نمونه شاهد و چای بودند که بعد از کهنه‌سازی نیز تقریباً pH در یک سطح ثابت باقی‌ماند. در مورد رنگ حنا افزایش pH اسیدی قبل و بعد از کهنه‌سازی می‌تواند سبب فرسایش و پلیمریزاسیون گردد، به ویژه اینکه کاهش pH رنگ حنا در مقاومت‌های تاخوردگی و تاخوردی مقاومت به پاره‌شدن نیز تأثیر داشته است.

همان گونه که اشاره گردید کاغذهای رنگرزی شده با رنگینه‌های چای و حنا سبب کاهش مقاومت به تاخوردگی قبل و بعد از کهنه‌سازی می‌گردند؛ از طرفی در مرمت نسخ خطی مسئله مقاومت به تاشدن دارای اهمیت بوده و باید در کاربرد این رنگ‌ها دقت و تأمل بیشتری

- Folding endurance of paper (Schoper type tester). (1998) ; TAPPI.
 - Gramage of paper and paperboard (weight per unit area).(1998) ;TAPPI.
 - Holik , Herbert.(2006) ; Handbook of paper and board , Germany.
 - Internal tearing resistance of paper (Elmendorf type method).(1998) ; TAPPI.
 - Hydrogen ion concentration (PH) of paper extracts (cold extraction method).(1996) ; TAPPI.
 - Niir Board of conservation & Engineers.(2003) ; The compete technology book on Dyes & Dye interme , Delhi.
 - Thickness(caliper) of paper , paper board , and combined board.(1997) ; TAPPI.
 - Tensile properties of paper and paper board (using constant rate of elongating apparatus).(1996); TAPPI.
- شمس ناتری، ع.، جعفری، ا.، (۱۳۸۶)؛ رنگرزی پشم با چای به عنوان رنگزای طبیعی، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، دوره ۲۶، ش ۲.
- مقبل اصفهانی، ا.، (۱۳۸۰)؛ شناخت و ساخت کاغذهای دست ساز، انتشارات بنیاد پژوهشهای اسلامی و سازمان متابخانه ها، موزه ها و مرکز اسناد آستان قدس رضوی، مشهد.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، (۱۳۷۷)؛ آزمون روش تسریع در کهنه سازی کاغذ و مقوا در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۵٪، تهران.
- Brightness of pulp , paper and paper board (directional reflectance at 457 nm).(1998) ; TAPPI.

Effects of plant dyes (walnut shell , tea plant , henna) on paper's stability in manuscript restoration

Soleymani, S.^{1*} Sepidehdam, M.² and Malekian, H.³

^{1*}- Corresponding author, M.Sc., Cultural & Historical Objects Restoration of Art University, Iran,
E-mail: s.soleymani2008@yahoo.com

²- Ph.D., Wood and Paper Science Lecturer of Agriculture & Natural Resources Faculty of Karaj Islamic Azad University, Iran,

³- M.Sc., Cultural & Historical Objects Restoration, Library of Islamic Consultative Assembly, Iran,

Received: Oct., 2010

Accepted: Aug., 2011

Abstract

The stability of colored paper through dyes is very important in manuscript restoration. In this project Japanese papers (model papers) were colored with different dyes such as henna, walnut and tea. Artificial aging test was performed on these papers as well. Dye effect on stability of colored papers was measured through mechanical (folding endurance, tensile breaking and tear resistance) tests before/after aging test statistically; folding endurance test results in color level is significant. Tea colored paper sample was not as stable as model paper in folding resistance and the average of tea sample compare to model sample was 39.9 to 69.5. Folding endurance reduction was seen in tea and henna samples following aging test. The effects on tensile and tear resistance were not statistically different or dyes were not affected to cause any increase or decrease in stabilities. Scanning electron microscopy (SEM) images of model and dyed papers have demonstrated color and aging effects. The pH test upon henna sample, have shown acidic condition. Model paper was not the same as dyed papers in terms of weight and thickness. All samples include model and dyed papers, demonstrated decrease in brightness and yellowness and increase in redness following aging test.

Keywords: Dyes, henna, walnut, tea, paper stability, manuscript, restoration.