

ارزیابی عملکرد چسب نشاسته برنج بازپروری و فعال‌سازی شده در آماده‌سازی تیشوهای مورداستفاده در مرمت آثار کاغذی

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، تسهیل به‌کارگیری چسب نشاسته در مرمت آثار کاغذی که مرکب آن‌ها نسبت به آب حساس نیست و همچنین شناسایی و مقایسه ویژگی‌های ورق نشاسته فعال‌شده و چسب نشاسته تازه با یکدیگر است. شیوه گردآوری داده‌ها از طریق آزمایش‌های مرتبط با موضوع پژوهش همچون pH سنجی، رنگ سنجی، طیف‌سنجی مادون‌قرمز با بازتاب کلی تضعیف‌شده (FTIR-ATR)، اندازه‌گیری مقاومت کششی و همچنین اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی نمونه‌ها بوده است. به‌منظور نمونه‌سازی، ابتدا چسب نشاسته برنج و ورق خشک نشاسته برنج تهیه شد. سپس با استفاده از این چسب‌ها نمونه‌ها آماده شدند. نمونه‌های آماده‌شده تحت کهنه‌سازی تسریع شده حرارتی-رطوبت به مدت ۳۸۴ ساعت و نور طبق استاندارد ASTM به شماره D6789-02 به مدت ۳۶۰ ساعت قرار گرفتند و تغییرات رنگ، pH، مقاومت کششی و میزان چسبندگی آن‌ها، موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، بیشترین میزان اسیدیته پس از دو مرحله کهنه‌سازی مربوط به نمونه کاغذ تیشوی آغشته‌شده به چسب نشاسته برنج (RS) با pH ۶/۱ پس از کهنه‌سازی نوری و pH ۶/۰۱ پس از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت بود. کمترین میزان اسیدیته نیز مربوط به نمونه‌های ورق نشاسته (SF) با pH ۸/۳۵ پس از کهنه‌سازی نوری و pH ۸/۲۰ پس از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت است. پس از کهنه‌سازی نوری و حرارتی-رطوبت، بیشترین میزان مقاومت کششی مربوط به نمونه RS به میزان ۱/۰۸ کیلو نیوتن بر متر است. بررسی نتایج حاصل از آزمون مقاومت چسبندگی نیز نشان داد که پس از مرحله کهنه‌سازی نوری، بیشترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه RS به میزان ۱/۳۲ نیوتن و پس از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت نیز بیشترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه ورق نشاسته فعال‌شده (ASF) به مقدار ۱/۲۵ نیوتن است.

واژگان کلیدی: چسب نشاسته برنج، فعال‌سازی، بازپروری، تیشو، مرمت آثار کاغذی.

کبری دادمحمدی^{۱*}
مهرناز آزادی بویاغچی^۲
عباس عابد اصفهانی^۳

^۱ دانشجوی دکتری مرمت اشیاء فرهنگی-تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، ایران

^۲ مهرناز آزادی بویاغچی، استادیار و عضو هیئت‌علمی دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، ایران

^۳ عباس عابد اصفهانی، عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی (واحد خوراسگان)، ایران

مسئول مکاتبات:

k.dadmohamadi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۷

مقدمه

ماشین) و روش سنتی تقسیم کرده است. در روش مرمت خشک، از چسب ترموپلاست (تکسی کریل) آماده برای بازسازی آثار کاغذی استفاده می‌شود و در روش مرمت خیس از چسب‌های سلولزی استفاده شده است. ایشان بیان می‌کنند که در بازسازی و مرمت کتب، شناخت کامل از همه روش‌ها تلفیق شیوه مدرن و سنتی الزامی است و ترجیحاً در امر بازسازی نسخ خطی نفیس، از روش‌های مدرن که اجباراً از چسب‌های حرارتی و ترموپلاست استفاده می‌گردد پرهیز شود، چراکه پس از قرار گرفتن در قفسه‌های کتاب با کمترین فشار وارده اوراق کتاب به هم چسبیده می‌شوند، ولی در شیوه‌های سنتی این اتفاق نخواهد افتاد [۱]. Fairbass (۱۹۹۵)، به بررسی برخی از چسب‌های سنتی (نشاسته)، استفاده‌شده توسط مرمتگران آثار هنری کاغذی پرداخته است و اشاره کرده است که چسب نشاسته از گذشته‌های دور تاکنون استفاده می‌شود و اگر این چسب از گرانول‌های نشاسته گندم تهیه شود و نه آرد پخته‌شده، این چسب قابلیت برگشت‌پذیری خواهد داشت. به‌طور کلی پاک کردن چسب نشاسته به کیفیت نشاسته‌ای که استفاده‌شده و روش ساخت چسب بستگی دارد؛ و در نهایت نتیجه گرفته است که مرمتگران آثار هنری روی کاغذ به استفاده از چسب‌های سنتی که در طول زمان امتحان و تست شده‌اند، تمایل بیشتری دارند زیرا می‌توانند فرایند تخریب این چسب‌ها را کنترل کنند [۲]. در این پژوهش سعی بر آن است برای مرمت آثاری که مرکب و رنگ آن‌ها نسبت به آب حساس نیست استفاده از تیشوی حاوی چسب نشاسته و نیز یک لایه ورق خشک نشاسته انجام شود. در این روش‌ها، ورق تیشوی حاوی چسب و ورق نشاسته توسط آب فعال‌سازی شود و به‌وسیله پرس موضعی و یا با استفاده از دستگاه پرس سرد (بدون اعمال حرارت) به اثر متصل شوند.

مواد و روش‌ها

تهیه نشاسته برنج

در این تحقیق نشاسته برنج بر اساس استاندارد شماره ۳-۳۸۱ سازمان ملی استاندارد ایران آماده شد. به این صورت که ابتدا ۱۰۰ گرم برنج با آب شستشو داده شد و ۲۴ ساعت در آب خیس‌انده شد تا نرم شود، سپس آب آن

آثار کاغذی، از گذشته تاکنون بخش قابل‌توجهی از میراث فرهنگی- تاریخی را به خود اختصاص داده‌اند و نمونه‌های متعدد موجود در موزه‌ها، کتابخانه‌ها و آرشیوها گواه این مطلب است. از آنجاکه آثار کاغذی در طول زمان آسیب زیادی می‌بینند، بنابراین مرمت آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است. یکی از موادی که در مرمت این آثار استفاده می‌شود چسب‌ها هستند. از مهم‌ترین چسب‌های مورد استفاده در مرمت آثار کاغذی می‌توان به چسب نشاسته اشاره کرد. این چسب هنوز نیز به‌وفور در مرمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه چسب نشاسته پس از تهیه بلافاصله باید استفاده شود و در صورت باقی ماندن بر روی آن قارچ و کپک رشد می‌کند و نگهداری آن مشکل است و مدت‌زمان ماندگاری آن بسیار کم است، باید دور ریخته شود. این پژوهش به دنبال پاسخگویی به این سؤالات است که در مرمت آثار کاغذی، فعال‌سازی تیشوهای چسب‌دار تهیه‌شده به‌وسیله چسب نشاسته چه عملکردی دارد؟ و موضوع دیگر این است که ورق نشاسته با پرووری شده به‌عنوان چسب چه عملکردی در مرمت آثار کاغذی دارد؟ بنابراین در این پژوهش سعی بر آن است که چسب نشاسته مورد استفاده در مرمت آثار کاغذی به‌صورت تیشوی چسب‌دار و نیز یک‌لایه ورق خشک تهیه شود و سپس توسط آب، فعال‌سازی شود و برای مرمت آثاری که مرکب و رنگ آن‌ها نسبت به آب حساس نیست استفاده شود. در این روش ماندگاری چسب بیشتر می‌شود و استفاده از آن نیز راحت‌تر خواهد بود. در نهایت بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کاربرد این چسب‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در زمینه حفاظت و مرمت آثار تاریخی، به‌خصوص آثار کاغذی، منابع بسیار معدودی به چاپ رسیده است؛

Malekian (۲۰۰۱)، مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص حفاظت و مرمت نسخ خطی و اسناد تاریخی انجام داده است که در آن ضمن بررسی عوامل تخریب آثار کاغذی از جمله (آلودگی هوا، رطوبت، حرارت، نور، قارچ‌ها و کپک‌ها، حشرات)، به روش‌های مرمت و بازسازی آثار کاغذی نیز پرداخته است و در آن روش‌های مرمت را به روش مدرن (روش خشک، روش خیس (تر)، بازسازی با

سازمان ملی استاندارد ایران، استفاده شد. ابتدا نشاسته محلول به دست آمده و آب با نسبت ۱ به ۱ با یکدیگر ترکیب شدند، سپس محلول آماده شده بر روی یک ورق پلی استر ملینکس بر روی سطح صافی ریخته شد و پس از خشک شدن یک لایه نازک ورق نشاسته را تشکیل داد (شکل ۱). در مرحله بعد به منظور آماده سازی نمونه ها، ورق نشاسته دوباره فعال سازی شد به این صورت که مقداری از این ورق در یک بشر قرار داده شد و سپس مقداری آب گرم (۱۰ گرم فیلم نشاسته + ۴۰ سی سی آب) به آن اضافه شد و بشر در حمام بن ماری ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. پس از آماده شدن نشاسته، از آن برای نمونه سازی استفاده شد.

جدا شد و برنج در هاون کوبیده شد. در مرحله بعد برنج کوبیده شده با ۵۰۰ سی سی آب مخلوط شد و بر روی هیتر قرار داده شد. پس از قوام آوردن آب محتوی برنج، محلول به دست آمده با صافی جداسازی شد و به عنوان چسب برای نمونه سازی مورداستفاده قرار گرفت. pH محلول ۱۶٫۷ درصد حجمی به دست آمده، در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد توسط pH متر تعیین شد. نشاسته محلول با نسبت های مختلف با آب ترکیب شد و در نهایت نسبت ۳ به ۱ (۳ قسمت چسب و ۱ قسمت آب) به دلیل غلظت مناسب به عنوان چسب برای نمونه سازی مورداستفاده قرار گرفت.

تهیه ورق نشاسته و فعال سازی آن

برای تهیه ورق نشاسته، از استاندارد شماره ۴۷۹۷



شکل ۱- تهیه ورق نشاسته

استاندارد ایران به منظور تعیین میزان چسبندگی نمونه ها برش خورد و سپس چسب های نشاسته آماده شده توسط قلم مو به آرامی بر روی نمونه ها قرار گرفت و کاغذها با نمونه چسب های ساخته شده پوشش داده شدند. نمونه های ساخته شده شامل ۳ دسته هستند که هر کدام از نمونه ها برای سنجش مقاومت کششی ۳ تکرار و برای سنجش میزان چسبندگی ۵ تکرار دارند و در کل شامل ۶۷ نمونه را شامل می شوند. در این مرحله، نمونه R به عنوان نمونه شاهد و بدون چسب در نظر گرفته شده است تا تغییرات ایجاد شده بر روی کاغذ بدون چسب نیز لحاظ شود (جدول ۱).

آماده سازی نمونه های کاغذ تیشو با پوشش دهی آن ها به وسیله نمونه چسب های ساخته

در این مرحله برای آماده سازی نمونه ها، جهت انجام آزمون های مورد نظر از کاغذ تیشوی (ژاپنی) $9/10 \text{ g/m}^2$ استفاده شد. این کاغذ pH خنثی دارد و نسبت به سایر انواع کاغذ های تیشو ضخامت کمتری دارد و معمولاً برای آسترگیری آثار کاغذی استفاده می شود. کاغذ های تیشو در ابعاد ۱۵۰ در ۱۵ میلی متر به منظور تعیین مقاومت کششی بر اساس استاندارد شماره ۱۴۴۷۱-۳ سازمان ملی استاندارد ایران و همچنین ابعاد ۳۰۵ در ۲۵ میلی متر بر اساس استاندارد شماره ۱۴۶۴۷ سازمان ملی

جدول ۱- نمونه‌های ساخته شده و کد اختصاری آن‌ها

نوع کاغذ	نوع چسب	کد اختصاری	تعداد
کاغذ تیشوی ۹/۱۰ گرمی	-	R ¹	۹
کاغذ تیشوی ۹/۱۰ گرمی	نشاسته برنج	RS	۲۴
کاغذ تیشوی ۹/۱۰ گرمی	ورق نشاسته فعال شده	ASF	۲۴
کاغذ تیشوی ۹/۱۰ گرمی	ورق نشاسته	SF	۱۰

Reference¹ نمونه شاهد (کاغذ تیشوی بدون چسب)

کهنه سازی تسریع شده ی نمونه‌ها

کهنه سازی تسریع شده ی نمونه‌ها جهت بررسی تغییرات ایجاد شده در نمونه‌ها طی فرایند کهنه شدن مورد استفاده قرار گرفت. تغییرات مورد بررسی شامل تغییرات pH، تغییرات رنگی، تغییر در مقاومت کششی و تغییر در مقاومت چسبندگی نمونه‌ها بود. این آزمون بر روی نمونه‌های آماده سازی شده (کاغذ پوشش داده شده با نمونه چسب‌ها و نمونه‌های شاهد بدون چسب) بر اساس استانداردهای در نظر گرفته شده به دو روش کهنه سازی حرارتی- رطوبت (با میزان حرارت ۹۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ به مدت ۳۸۴ ساعت) و کهنه سازی نوری (بر طبق استاندارد ASTM به شماره D6789-02، OSKAM، HQI-BT400، در معرض لامپ زنون ساخت کشور اسلواکی با زاویه تابش ۴۵ درجه و دمای روی سطح نمونه‌ها بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۶۰ ساعت) انجام شد تا تغییرات ایجاد شده پس از انجام این آزمون‌ها با نمونه‌های قبل از کهنه سازی مقایسه گردد.

تعیین pH چسب‌ها و نمونه‌های کاغذ آغشته به

چسب

از آنجاکه نمونه چسب‌های ساخته شده در مرمت آثار کاغذی استفاده خواهد شد، لازم است تأثیر این چسب‌ها بر روی میزان اسیدیته کاغذ، مورد بررسی قرار گیرد. برای دستیابی به این هدف، ابتدا پس از آماده سازی چسب‌های محلول مورد استفاده جهت نمونه سازی، pH آن‌ها (چسب نشاسته و چسب نشاسته فعال شده) توسط دستگاه pH سنج دیجیتال Metrohm مدل ۷۴۴ و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (جدول ۲). همچنین میزان pH نمونه کاغذ شاهد (بدون چسب) و نمونه‌های کاغذی که با نمونه چسب‌های مورد نظر پوشش داده شده بودند بر اساس استاندارد TAPPI-T529 om-99، قبل از کهنه سازی در سه نقطه از سطح نمونه‌ها اندازه گیری شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه گردید. پس از دو مرحله کهنه سازی مجدداً اسیدیته نمونه‌ها اندازه گیری و ثبت شد.

جدول ۲- نتایج سنجش pH چسب‌های آماده شده

میزان pH	نمونه چسب
۷/۰۶	RS
۸/۶۳	SF

رنگ سنجی نمونه‌ها

به منظور بررسی تغییرات ظاهری نمونه‌ها قبل و بعد از کهنه سازی حرارتی- رطوبت و کهنه سازی نوری، با استفاده از دستگاه رنگ سنج دستی color tecto alpha محصول شرکت Salutron messtechnik، رنگ سنجی نمونه‌ها انجام شد. وسیع ترین سیستم پذیرفته شده تعریف

رنگ، سیستم CIE است. در رنگ سنجی به روش CIELAB به وسیله مقادیر فاکتور L (روشنایی تا تاریکی)، فاکتور a (قرمز تا سبز) و فاکتور b (زرد تا آبی) تمام رنگ‌ها می‌توانند تعریف شوند. این مقادیر (L*, a*, b*) در کنترل رنگ محصولات کاغذی تولید شده نیز کاربرد دارند [۳].

پرس سرد به یکدیگر اتصال داده شدند. طی آزمون طبق استاندارد مربوط، نمودار نیرو برحسب جابجایی گیره دستگاه یا نیرو برحسب طول ورکنده شده ثبت گردید و پس از انجام آزمون، نتایج حاصل بر اساس مقاومت ورکندن در طول حداقل ۱۲۷ میلی‌متر (۵ اینچ) از خط اتصال بعد از اولین پیک نمودار تعیین شد. از آنجاکه آزمون برای هر نمونه ۵ بار تکرار شده بود، از نتایج حاصل میانگین گرفته شد. در انجام این آزمون از کاغذ فیلتر Munktel #393 معادل Watman# 42 به دلیل درصد بالای سلولز آن استفاده شد. همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این کاغذ شناخته شده است [۴].

نتایج و بحث

بررسی تغییرات pH

در بررسی سنجش اسیدیته نمونه‌ها بعد از دو مرحله کهنه‌سازی، مشخص شد که pH هیچ‌یک از نمونه‌ها از ۶ پایین‌تر نیامده است. pH بیشتر نمونه‌ها پس از کهنه‌سازی تقریباً در محدوده ۶ و ۷ باقی‌مانده است. این میزان افزایش pH در نتیجه فرایند کهنه‌سازی نوری تسریع شده، قابل پیش‌بینی است؛ اما به‌طور میانگین، بالاترین میزان اسیدیته پس از دو مرحله کهنه‌سازی مربوط به نمونه RS (کاغذ تیشوی آغشته به چسب نشاسته برنج) با pH ۶/۱ پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت است. پایین‌ترین میزان اسیدیته نیز به‌طور میانگین مربوط به نمونه‌های SF (ورق نشاسته) با pH ۸/۳۵ پس از کهنه‌سازی نوری و ۸/۲۰ پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت است (شکل ۲). انجام واکنش‌های هیدرولیز و اکسیداسیون منجر به شکستن زنجیره سلولزی شده و پدیده اسیدی شدن کاغذ را در پی دارد. در این شرایط pH کاغذ کاهش یافته، رنگ آن به زردی گرایش پیدا می‌کند و بسیار شکننده شده، مقاومت مکانیکی خود را از دست می‌دهد [۵]. هیدرولیز مهم‌ترین واکنش شیمیایی است که باعث شکستن مولکول‌های سلولز می‌شود. در این واکنش، زنجیره سلولزی با اضافه شدن یک مولکول آب به ساختار شکسته می‌شود. این واکنش بیشتر در بخش‌های آمورف زنجیره سلولزی اتفاق می‌افتد. اکسیداسیون واکنش دیگری است که منجر به

طیف‌سنجی ATR-FTIR نمونه‌های ساخته شده

یکی از روش‌ها و ابزارهای سنجش و بررسی تغییرات نمونه‌های ساخته شده، طیف‌سنجی ATR-FTIR است. در این روش هرکدام از نمونه‌ها در زیر سنسور دستگاه طیف‌سنج مادون‌قرمز مدل Nicolet-nexus 470 قرار گرفتند و این طیف‌سنجی به‌صورت سطحی (ATR) از نمونه‌ها انجام گرفت. طیف‌سنجی در دو مرحله، مرحله اول قبل از کهنه‌سازی نمونه‌ها و مرحله دوم پس از دو مرحله کهنه‌سازی نوری و کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت، از سطح نمونه‌ها انجام گرفت. سپس طیف‌های گرفته شده قبل و پس از کهنه‌سازی در کنار یکدیگر قرار گرفتند تا تغییرات صورت گرفته در طی دو مرحله کهنه‌سازی، برای هرکدام از نمونه‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

اندازه‌گیری مقاومت کششی نمونه‌ها

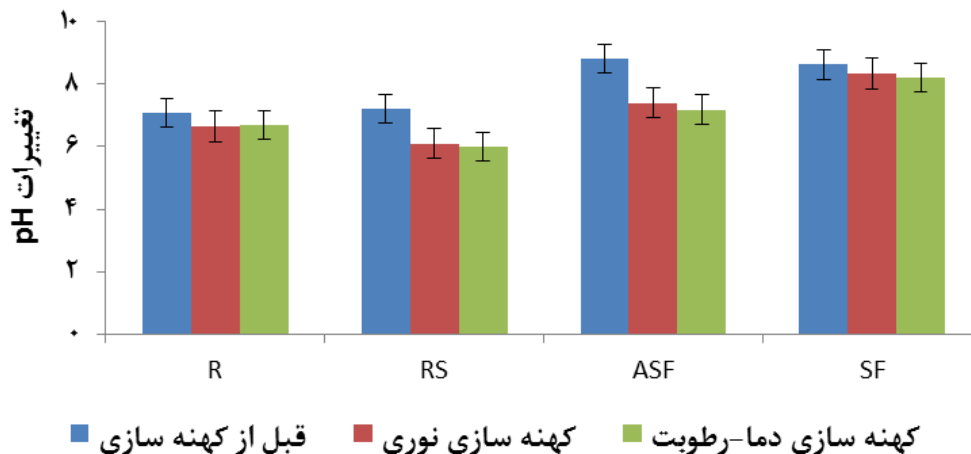
جهت سنجش مقاومت کششی نمونه‌ها، قبل و بعد از کهنه‌سازی، مقاومت کششی آن‌ها طبق استاندارد شماره ۳-۱۴۴۷۱ سازمان ملی استاندارد ایران در جهت طولی اندازه‌گیری شد. در این آزمایش برای سنجش مقاومت کششی الیاف، کاغذ را در ابعاد ۱۵۰ در ۱۵ میلی‌متر برش داده و به‌طور عمودی بین دو فک بالایی و پایینی دستگاه قرار گرفت که ۱۰۰ میلی‌متر از طول کاغذ بین دو فک قرار گرفته و نیروی کششی به آن وارد شد. هنگامی که نوار کاغذی از وسط پاره می‌شود نیرویی که دستگاه مشخص می‌کند میزان نیرویی است که کاغذ تا آستانه پاره شدن تحمل کرده است که واحد این نیرو، کیلو نیوتن بر متر است.

آزمون مقاومت چسبندگی نمونه‌ها

هدف از انجام این آزمون تعیین میزان مقاومت چسبندگی نمونه‌ها و بررسی میزان تغییرات چسبندگی آن‌ها قبل و بعد از مرحله کهنه‌سازی و همچنین مقایسه میزان مقاومت چسبندگی آن‌ها با یکدیگر بود که بر اساس استاندارد شماره ۱۴۶۴۷ سازمان ملی استاندارد ایران، با عنوان مقاومت به ورکنی (ورکنی - T) انجام شد. صفحه‌های آزمون با عرض ۲۵ و طول ۳۰۵ میلی‌متر تهیه شدند و ۲۴۱ میلی‌متر از طول آن‌ها با استفاده از دستگاه

کربوکسیلیک تشکیل می شود [۶]. از این رو میزان pH کاغذ را می توان به عنوان یکی از شاخص ها برای تخریب سلولز در نظر گرفت.

شکستن زنجیره های سلولزی می شود. در سلولز واکنش های اکسیداسیون بیشتر باعث تشکیل گروه های کربونیل از گروه های هیدروکسیل واحدهای گلوکز می شود. سپس با ادامه اکسیداسیون کربونیل ها، اسیدهای

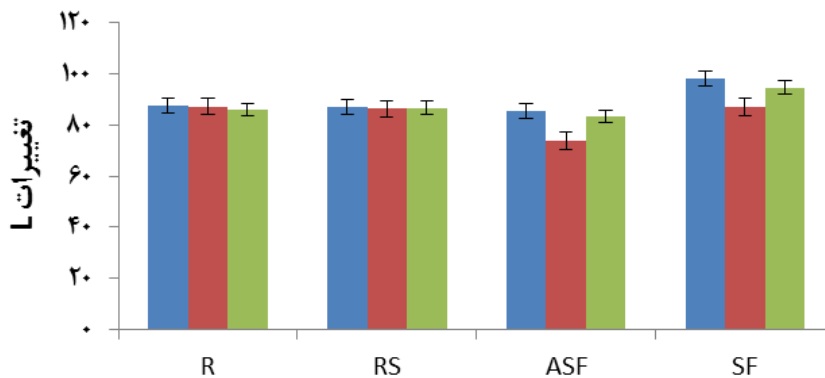


شکل ۲- میانگین میزان pH نمونه ها قبل و پس از کهنه سازی

و نمونه ها پس از کهنه سازی کمی تیره تر شده اند اما این تغییر بسیار کم بوده است. در نمونه RS، بیشترین تغییرات رنگ پس از کهنه سازی نوری ایجاد شده است. تغییرات رنگی ایجاد شده در این نمونه ها نیز بسیار کم بوده است. در نمونه ASF فاکتور L پس از کهنه سازی نوری به میزان زیادی کاهش یافته است و در نتیجه رنگ نمونه ها تیره تر شده است. پس از کهنه سازی دما-رطوبت نیز فاکتور L کاهش یافته است اما میزان آن بسیار کم بوده است. در نمونه SF (فیلم نشاسته)، فاکتور L پس از کهنه سازی نوری، نسبت به کهنه سازی حرارتی-رطوبت به میزان بیشتری کاهش یافته است و رنگ نمونه پس از کهنه سازی نوری تیره تر شده است، در حالی که پس از کهنه سازی حرارتی-رطوبت تغییرات رنگی کمتری در آن صورت گرفته است.

بررسی تغییرات رنگی نمونه ها

برای بررسی میزان تغییرات رنگی نمونه ها قبل و پس از کهنه سازی، میانگین تغییر فاکتورهای $L^* a^* b^*$ هر نمونه محاسبه گردید. در شکل ۳، تغییرات فاکتور L^* (روشنایی تا تاریکی) نمونه های مختلف در مقایسه با نمونه های شاهد نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، قبل از کهنه سازی میزان فاکتور L در نمونه های RS (کاغذ تیشوی پوشش داده شده توسط چسب نشاسته) و ASF (کاغذ تیشوی پوشش داده شده توسط چسب نشاسته فعال شده) نسبت به نمونه R (کاغذ تیشوی بدون چسب)، کاهش یافته است که این میزان کاهش در نمونه ASF بیشتر بوده است، بر این اساس می توان نتیجه گرفت که به کارگیری چسب نشاسته و چسب نشاسته فعال شده بر روی کاغذ، باعث تیره شدن رنگ کاغذ شده است. در نمونه شاهد بیشترین تغییرات رنگی پس از کهنه سازی حرارتی-رطوبت ایجاد شده است

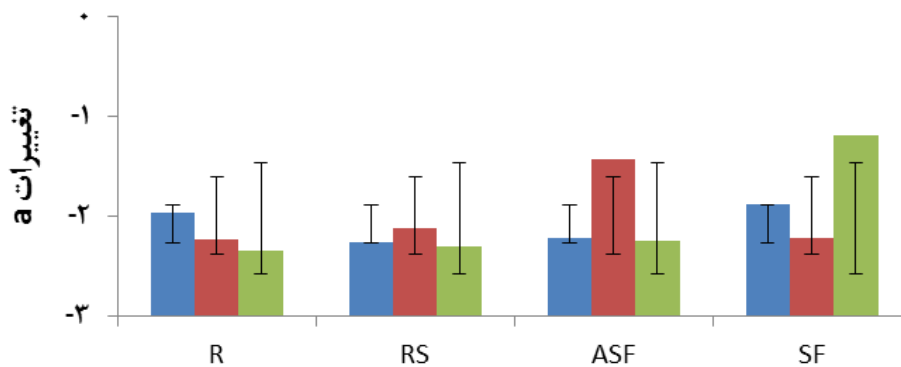


■ کهنه سازی دما-رطوبت ■ کهنه سازی نوری ■ قبل از کهنه سازی

شکل ۳- تغییرات فاکتور L (روشنایی تا تاریکی) نمونه‌ها

افزایش یافته است و رنگ نمونه کمی قرمزتر شده است. در نمونه ASF فاکتور a پس از کهنه‌سازی نوری افزایش یافته است و نمونه‌ها به رنگ قرمز متمایل شده است. پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت رنگ نمونه‌ها نسبت به قبل از کهنه‌سازی تغییری نکرده و تقریباً ثابت مانده است. در نمونه SF پس از کهنه‌سازی نوری فاکتور a کاهش یافته است و رنگ نمونه سبزتر شده است اما پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت فاکتور a افزایش یافته و رنگ نمونه قرمزتر شده است.

دیگر فاکتور مورد بررسی در تغییرات رنگی، فاکتور a^* است که میزان تغییرات رنگی از سبز به قرمز را نشان می‌دهد. در شکل ۴، تغییرات a^* (سبز تا قرمز) نمونه‌ها قبل و بعد از کهنه‌سازی ارائه گردیده است. بر اساس نتایج به دست آمده، میزان فاکتور a در نمونه R پس از کهنه‌سازی کاهش یافته است که این میزان کاهش پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت بیشتر از کهنه‌سازی نوری است و نشان می‌دهد رنگ نمونه‌ها روشن‌تر شده است، البته میزان این تغییر رنگ بسیار کم بوده است. در نمونه RS پس از کهنه‌سازی حرارتی میزان فاکتور a



■ کهنه سازی دما-رطوبت ■ کهنه سازی نوری ■ قبل از کهنه سازی

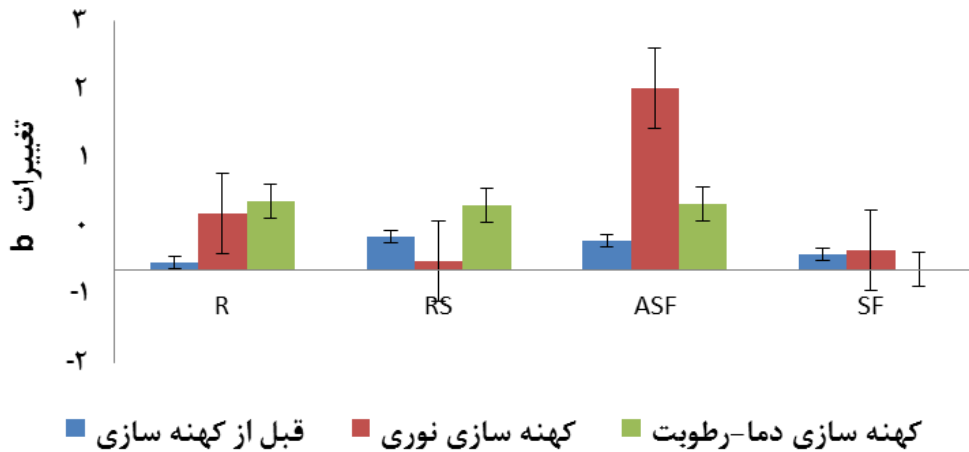
شکل ۴- تغییرات فاکتور a (سبز تا قرمز) نمونه‌ها

است و رنگ نمونه به زرد متمایل شده است. در نمونه RS پس از کهنه‌سازی نوری فاکتور b کاهش یافته و رنگ نمونه روشن‌تر شده اما پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت میزان این فاکتور افزایش یافته و رنگ نمونه تیره‌تر شده است. در نمونه ASF پس از هر دو مرحله کهنه‌سازی رنگ

آنچه در بررسی تغییرات رنگی ایجاد شده در نمونه‌ها بسیار واجد اهمیت است، تغییرات به وجود آمده در فاکتور b (زرد تا آبی) است. در نمونه R پس از کهنه‌سازی، فاکتور b افزایش یافته است که این میزان افزایش پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت بیشتر از کهنه‌سازی نوری بوده

رنگ نمونه‌ها به زرد متمایل شده است اما پس از کهنه-سازی حرارتی-رطوبت، فاکتور b به میزان کمی کاهش یافته است (شکل ۵).

نمونه‌ها تیره شده است اما پس از کهنه‌سازی نوری تغییرات رنگی بیشتری در نمونه‌ها ایجاد شده است. در نمونه SF پس از کهنه‌سازی نوری فاکتور b افزایش یافته و



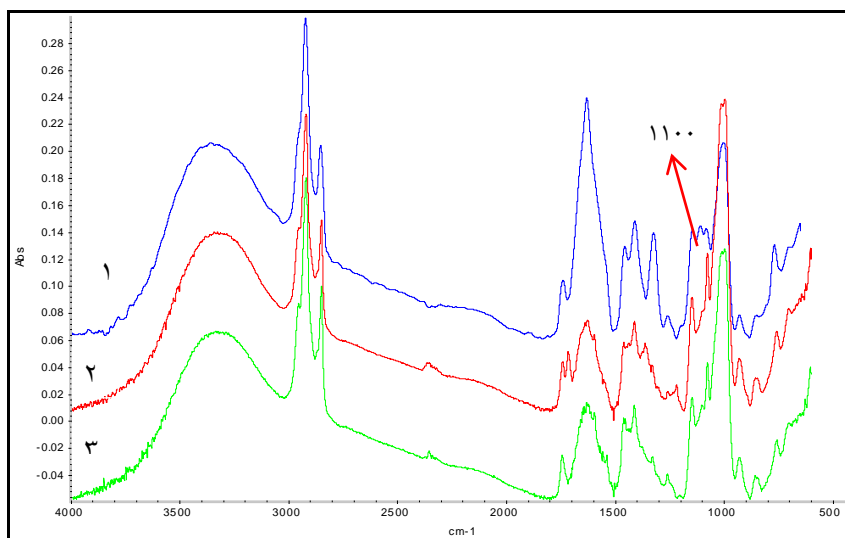
شکل ۵- تغییرات فاکتور b (زرد تا آبی) نمونه‌ها

ارتعاش کششی C-O در سلولز است. تغییرات این جذب، نشان‌دهنده شکست پل اکسیژنی در زنجیره پلیمری پلی ساکاریدها است. افزایش جذب در محدوده 1500 cm^{-1} - 1400 cm^{-1} در اثر ارتعاش خمشی نامتقارن گروه CH بر افزایش این گروه دلالت دارد که خود تخریب عرضی را تأیید می‌کند [۷]. به‌طور کلی افزایش شدت پیک‌ها در کهنه-سازی نوری بیشتر از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت بوده است و تغییرات ساختاری ایجاد شده در نمونه‌ها در اثر کهنه‌سازی نوری بیشتر از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت بوده است (شکل ۶ تا ۸).

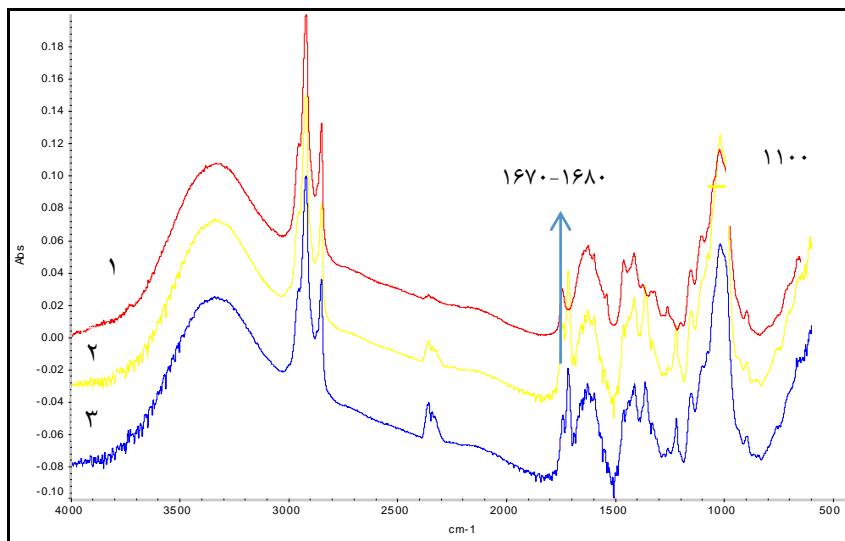
بررسی نتایج حاصل از طیف‌سنجی ATR-FTIR

نمونه‌های ساخته شده

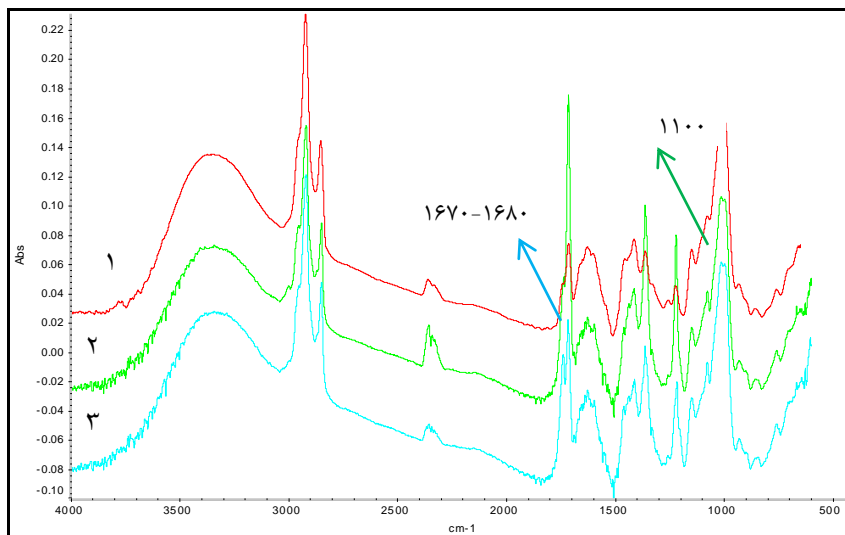
تغییر شدت جذب در برخی نواحی مانند افزایش جذب در محدوده 1670 cm^{-1} - 1680 cm^{-1} یعنی ناحیه پیوند دوگانه C=O که مربوط به گروه‌های کربونیل است، در نمونه‌های RS و ASF پس از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت و کهنه‌سازی نوری می‌تواند ناشی از اکسایش این پیوندهای دوگانه و عامل تغییر رنگ نمونه‌ها باشد. ظهور پیک در محدوده 1100 cm^{-1} در نمونه‌های RS، SF و در نمونه ASF، پس از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت، نشانگر



شکل ۶- طیف ATR-FTIR نمونه SF، (۱) قبل از کهنه‌سازی، (۲) پس از کهنه‌سازی حرارتی-رطوبت، (۳) پس از کهنه‌سازی نوری



شکل ۷- طیف ATR-FTIR نمونه ASF، (۱) قبل از کهنه‌سازی، (۲) پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت، (۳) پس از کهنه‌سازی نوری



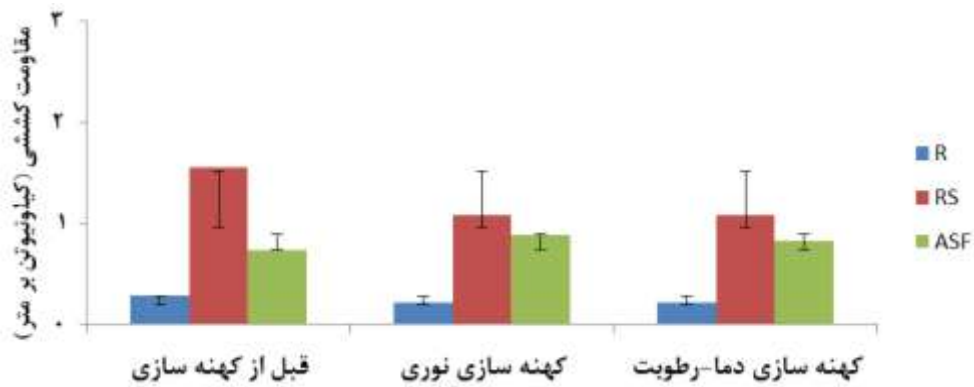
شکل ۸- طیف ATR-FTIR نمونه RS، (۱) قبل از کهنه‌سازی، (۲) پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت، (۳) پس از کهنه‌سازی نوری

کاغذ است که مقاومت را افزایش می‌دهد. بیشترین مقاومت به کشش در مرحله قبل از کهنه‌سازی، مربوط به نمونه RS است. میزان مقاومت کششی نمونه‌های ASF نسبت به نمونه RS کاهش یافته است. پس از کهنه‌سازی نوری و حرارتی- رطوبت، بیشترین میزان مقاومت کششی مربوط به نمونه RS است و مقاومت کششی نمونه ASF نسبت به آن کاهش یافته است (شکل ۹).

بررسی نتایج حاصل از آزمون مقاومت کششی

نمونه‌ها

نتایج به‌دست‌آمده از آزمون مقاومت کششی نمونه‌ها نشان می‌دهد که میزان مقاومت کششی نمونه‌های پوشش داده‌شده توسط چسب، نسبت به نمونه شاهد بدون چسب، در مرحله قبل از کهنه‌سازی افزایش یافته است. این افزایش مقاومت نسبت به کشش و گسیختگی به دلیل قرارگیری چسب مورد استفاده به صورت یک‌لایه بر روی

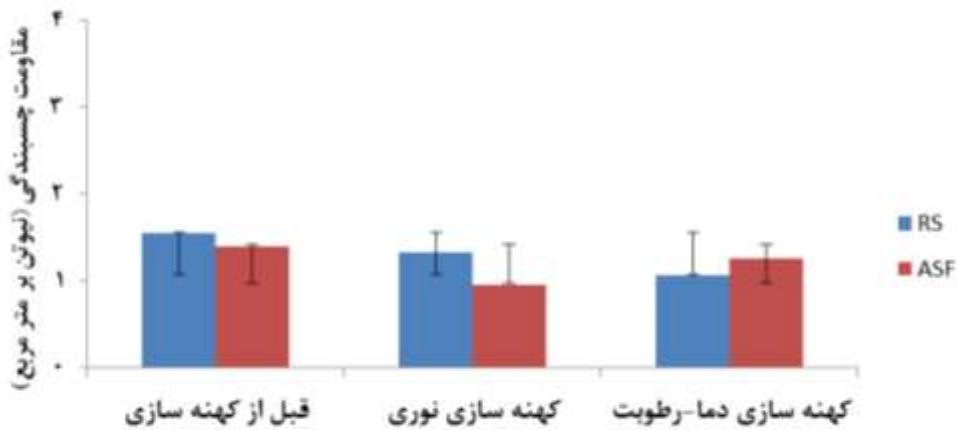


شکل ۹- تغییرات مقاومت کششی نمونه‌ها قبل و پس از دو مرحله کهنه‌سازی

بیشترین میزان چسبندگی در مرحله قبل از کهنه‌سازی مربوط به نمونه RS است. پس از مرحله کهنه‌سازی نوری بیشترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه RS و کمترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه ASF است. پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت نیز بیشترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه ASF و کمترین میزان نیز مربوط به نمونه RS است (شکل ۱۰).

بررسی نتایج حاصل از آزمون مقاومت چسبندگی نمونه‌ها

نتایج حاصل از این آزمون نشان می‌دهد که میزان چسبندگی نمونه‌ها پس از کهنه‌سازی نوری و حرارتی- رطوبت کاهش یافته است. میزان چسبندگی نمونه RS برخلاف نمونه ASF، پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت نسبت به کهنه‌سازی نوری کاهش بیشتری یافته است.



شکل ۱۰- تغییرات مقاومت چسبندگی نمونه‌ها قبل و پس از دو مرحله کهنه‌سازی

نتیجه‌گیری

نمونه‌ها نشان می‌دهد که بیشترین مقاومت به کشش در مرحله قبل از کهنه‌سازی، مربوط به نمونه RS است. پس از کهنه‌سازی نوری و حرارتی- رطوبت، بیشترین میزان مقاومت کششی مربوط به نمونه RS است و مقاومت کششی نمونه ASF نسبت به آن کاهش یافته است. بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی نمونه‌ها نیز نشان می‌دهد که بیشترین میزان چسبندگی در مرحله قبل از کهنه‌سازی مربوط به نمونه RS است. پس از مرحله کهنه‌سازی نوری بیشترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه RS و کمترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه ASF است. پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت نیز بیشترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه ASF و کمترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه RS است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که این چسب قابلیت برگشت‌پذیری دارد. بر اساس نتایج حاصل از آزمون مقاومت چسبندگی می‌توان نتیجه گرفت که گذشت زمان و عواملی مانند نور و دما باعث فعال شدن این نوع چسب نمی‌شود. در نتیجه این عوامل باعث ایجاد آسیب در این چسب نمی‌شوند.

نتایج حاصل از رنگ سنجی نمونه‌ها، قبل و پس از کهنه‌سازی نشان می‌دهد که تمام نمونه‌ها مقداری تغییرات رنگی داشته‌اند، در این میان بیشترین تغییرات رنگ مربوط به نمونه ASF (کاغذ تیشوی آغشته‌شده به ورق نشاسته فعال‌شده) و SF (ورق نشاسته) و کمترین میزان تغییرات رنگ مربوط به نمونه R (نمونه شاهد بدون چسب) بود. سنجش میزان اسیدیته نمونه‌ها نیز نشان می‌دهد که پس از کهنه‌سازی، میزان اسیدیته نمونه‌ها کاهش یافته است. بالاترین میزان اسیدیته پس از دو مرحله پیرسازی مربوط به نمونه RS (کاغذ تیشوی آغشته به چسب نشاسته برنج) است که میزان pH آن از ۷/۲ قبل از کهنه‌سازی به ۶/۱ پس از کهنه‌سازی نوری و ۶/۰۱ پس از کهنه‌سازی حرارتی- رطوبت کاهش یافته است. پایین‌ترین میزان اسیدیته نیز به‌طور میانگین مربوط به نمونه‌های SF (ورق نشاسته) است که میزان pH آن از ۸/۶۳ قبل از کهنه‌سازی به ۸/۳۵ پس از کهنه‌سازی نوری و ۸/۲۰ pH پس از کهنه‌سازی دما- رطوبت کاهش یافته است. مقایسه نتایج حاصل از آزمون مقاومت کششی

منابع

- [1] Malekian, M., 2001. A review of the conservation and restoration of manuscripts and historical documents. Payam Baharestan, 2(7): 45-53. (In Persian).
- [2] Fairbass, SH., 1995. Sticky Problem for conservators of works of art on paper. Journal of Adhesion and Adhesives, 15 (2):115- 126.
- [3] Holik, H., 2006. Handbook of paper and board, John Wiley & Sons, 32p.
- [4] Sequeira, S. Cabrita, E. and Macedo, M., 2012., Antiungals on paper conservation, International Biodeterioration & biodegradation, 74 (3): 67-86.
- [5] LiehNardi, A. and Vandom, F., 1998. Guide the protection, conservation and restoration of paper, Research Foundation of Astan Quds Razavi, Mashhad, 23p.
- [6] Banik, G. and Brukle, I., 2011. Paper and water, Oxford: Butter worth- heinmann, 87p.
- [7] Lukinac, J. Jokic, S. Planinic, M. Magdic, D. Velicv, D. Bucic-Kojicb, A. Bilic, M. and Srećko, T., 2009. An Application of Image Analysis and Colorimetric Methods on Color Change of Dehydrated Asparagus (Asparagus maritimus L), Agriculturae Conspectus Scientificus, 74 (3): 233-237.
- [8] Rosenau, Th., Potthast, A., Krainz , K., Yoneda, Y., Dietz, Th. and French, A., 2011. Chromophores in cellulosics, VI. First isolation and identification of residual chromophores from aged cotton linters, Springer Science + Business Media, 18(4): 1623-1633.

Evaluation function rice starch glues of rehabilitation and activation in preparation tissues used in restoration paper works

Abstract

The aim of this research were to facilitate the use of starch in paper works that combined they are not sensitive to water and also identify the characteristics of adhesives (sheets) enabled starch and starch together new. The research, analytical comparison and gathering data through experiments related to research like pH measurement, colorimetric, infrared spectroscopy with attenuated total reflection (FTIR- ATR), measurement of tensile strength and adhesion strength of the samples was also measured. The present study was thus that the adhesives were prepared rice starch and rice starch plate enabled. The prototyping was done using adhesives. Thermal-humidity accelerated aging specimens for 384 hours and changes color, pH, tensile strength and adhesion are studied. The results showed, the highest acidity after two rounds of the sample aging RS (tissue paper coated with glue rice starch) with pH 6/1 after the optical aging and 6/01 after Thermal - humidity aging as well as the lowest acidity of the average of the samples SF (plate starch) with pH 8/35 after optical aging and pH 8/20 after Thermal-humidity. after optical and Thermal-humidity aging, the highest tensile strength of the sample RS is the 1/08 kN per meter. Reviews results that the adhesion strength test showed after stage optical aging, the maximum adhesion of the is sample RS 1/32 Newton and after the Thermal-humidity aging of the highest adhesion into sample activated starch sheets (ASF) to amount 1/25 Newton.

Keywords: rice starch glue, activation, rehabilitation, tissue, restoration of paper works.

K. dadmohamadi^{1*}

M. azadi²

A. abed esfahani³

¹ Ph.D. student, Restoration of historical and cultural objects, Art university of Isfahan, Iran

² Assistant Prof., Department of restoration of cultural and historical objects, Art university of Isfahan, Iran

³ science Committee Member Islamic Azad university (Khorasgan), Iran

Corresponding author:

k.dadmohamadi@yahoo.com

Received: 2017/02/03

Accepted: 2018/02/26