Archive of SID.ir

تأثیر رطوبت بر مقاومت کششی قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی پشم، پنبه و ابریشم

ساسان سامانیان*+، ساره بهمنی
دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده: *قالی‌های موزه‌ای از آثار ارزشمند کشور ایران هستند و رطوبت یکی از عامل‌های محیطی مهمی است که نقش به سزایی در تخریب قالی‌های موزه‌ای به عهده دارد. رطوبت باعث فساد شیمیایی و واکنش‌های زیستی در قالی‌ها می‌شود، رطوبت عمل فرسودگی و پریدگی رنگ را تسریع می‌بخشد. این پژوهش از نوع تجربی- تحلیلی است که با بررسی‌های محیطی و همچنین مطالعه‌های کتابخانه‌ای و آزمایشگاهی صورت پذیرفته است با هدف شناخت و معرفی میزان رطوبت نسبی مناسب برای حفاظت قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی پشم، پنبه و ابریشم پرداخته شده است. بنابراین برای پاسخ به این سوال که رطوبت به عنوان عامل مهم محیطی آسیب‌رسان از منظر حفاظت پیشگیرانه چه میزان بر مقاومت کششی قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی پشم، پنبه و ابریشم تأثیر دارد؛ به انجام آزمون مقاومت کششی قالی در راستای طول و عرض بر روی نمونه‌های مدل‌سازی شده پرداخته شده سرانجام با توجه به داده‌های به‌دست آمده از آزمون استحکام کششی قالی در راستای طول و عرض نمونه‌ها، بیانگر این نکته است که تأثیر تخریبی رطوبت بر مقاومت کششی قالی در راستای طول ۷/۸۳۰ درصد و در راستای عرض ۵/۸۷۶ درصد کاهش می‌دهد. آنالیز واریانس، آزمون‌های توکی و LSD می‌توان نتیجه گرفت که رطوبت تأثیر تخریبی بر روی قالی‌های موزه‌ای گذاشته و مقاومت کششی قالی را کم‌تر کرده و بر روی مقاومت کششی قالی‌ها تأثیر معناداری دارد.*

واژگان کلیدی: *الیاف طبیعی، رطوبت، قالی‌های موزه‌ای، مقاومت کششی، حفاظت*

KEYWORDS: *Natural fibers, Moisture, Museum rugs, Tensile strength, Protection*

مقدمه

قالی‌های موزه‌ای جزء میراث فرهنگی کشور ایران محسوب می‌شوند و لازم است که از این میراث ارزشمند به خوبی حفاظت شود. وضعیت یک شی به دو عامل بستگی دارد؛ یکی ماده تشکیل دهنده آن که بی اندازه متنوع و متفاوت است و دیگری شرایط نگهداری از آن. حال با توجه به این که قالی‌ها جزء مواد آلی هستند و مواد آلی خیلی سریع‌تر از مواد معدنی دچار تخریب و فساد می‌شوند بنابراین مراقبت و نگهداری از آن‌ها از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است.

در محیط پیرامون ما چهار عامل (دما، رطوبت، نور، آلاینده‌های جوی) وجود دارند که یا به صورت مستقیم بر مواد تأثیر تخریبی دارند یا به واسطه کمک گرفتن از یکدیگر تأثیر تخریبی خود را افزایش می‌دهند، مانند نور و رطوبت یا دما و رطوبت و غیره.

رطوبت یکی از عامل‌های اقلیمی است که آثار را به شدت تخریب می‌کند. افزایش و کاهش پی در پی رطوبت موجب انبساط یا انقباض دایمی بافته‌ها می‌شود [۱]. افزون‌بر این الیاف نیز همانند

* عهده‌دار مکاتبات
+Email: samanian_sa@yahoo.com

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بسیاری از مواد دیگر در اثر قرار گرفتن در رطوبت و جذب آن متورم می‌شوند. در واقع رطوبت یکی از اصلی‌ترین علل تخریب بافته‌ها و منسوجات است که زمینه را برای رشد موجودهای ذره‌بینی به ویژه میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها و کپک‌ها و شروع فرسودگی فراهم می آورد [۲]. کپک زدن بزرگ‌ترین خطری است که رطوبت نسبی بیش از حدّ را نشان می‌دهد [۳]. همچنین تغییرها در رطوبت، تغییرهای مکانیکی و تغییر شکل مواد جاذب رطوبت مانند بافته‌ها را به همراه دارد [۴]. رطوبت همچنین باعث فساد شیمیایی اشیاء و واکنش‌های بیولوژیکی در آن‌ها می‌شود. رطوبت عمل فرسودگی توسط نور را نیز تسریع کرده و پریدگی رنگ‌ها تا حدود زیادی نتیجه عمل مشترک نور، گرما و رطوبت است. از طرف دیگر خشکی زیاد نیز باعث تخریب برخی از مواد می‌شود (به ویژه موادی که به طور طبیعی جذب کنندهٔ مقدار کمی رطوبت هستند و رطوبت جزیی از ساختمان آن‌ها است) [۸]. رطوبت نسبی زیاد موجب رشد قارچ‌ها و کاهش شدید آن موجب شکنندگی اشیاء می‌شود و نوسان‌های شدید رطوبت نسبی موجب تغییر شکل خواهد شد [۵]. به احتمال زیاد از دست دادن ناگهانی نم در مواد آلی مانند بافته‌ها و منسوجات سبب چین خوردگی و آب رفتگی شدید می‌شود [۳]. پشم، ابریشم و پنبه که از مواد تشکیل دهنده بافته‌ها می‌باشند؛ هر سه در برابر رطوبت طولانی بسیار حساس و آسیب پذیر هستند [۶]. همچنین رطوبت اثر تعیین کننده‌ای در رنگ پریدگی مواد رنگی در مقابل نور دارد [۷].

پژوهش‌هایی که تاکنون صورت پذیرفته و در فهرست منابع به آن‌ها اشاره شده بیش‌تر به مواردی مانند تأثیر عامل‌های محیطی (نور، دما، رطوبت، آلاینده‌های جوی) بر بافته‌ها و منسوجات بررسی انواع تخریب‌های به‌دست آمده از تأثیر عامل‌های محیطی، تقسیم‌بندی انواع آسیب‌های بافته‌ها و منسوجات، منجمد کردن بافته‌ها برای مقابله با آفات، کیفیت هوای محیط نگهداری بافته‌ها و منسوجات (کاهش آلاینده‌ها و مواد شیمیایی) با استفاده از صافی، حفاظت بافته‌ها و منسوجات در برابر اثرهای تخریبی عامل‌های محیطی (نور، دما، رطوبت و آلودگی هوا)، به‌کارگیری مدل‌های ریاضی در حفاظت بافته‌ها و منسوجات در برابر عامل‌های محیطی و همچنین استفاده از روش‌های XRD و SEM برای شناسایی تخریب بافته‌ها و منسوجات، پرداخته شده است؛ و تنها در زمینه تأثیر عامل‌های محیطی بر روی الیاف نساجی مطالعه‌هایی انجام و کتاب‌هایی تالیف شده که به مواردی از آن‌ها در مقاله ارجاع داده شده است از جمله کتاب تکنولوژی عمومی صنعت نساجی پنبه‌ای [۹]، همچنین کتاب ویژگی‌های الیاف نساجی [۱۰]، کتاب خلاصه نظریه‌ها و مسئله‌های ویژگی‌های فیزیکی الیاف [۱۱]، کتاب فیزیک الیاف [۱۲]، کتاب آشنایی با ابریشم [۱۳] و همچنین کتاب الیاف شناسی [۱۴]؛ اما در مورد تأثیر رطوبت بر مقاومت کششی قالی با الیاف طبیعی ترکیبی (پشم، پنبه، ابریشم) که حوزه مطالعه‌ای این پژوهش است هیچ‌گونه پژوهشی صورت نپذیرفته است. در این پژوهش بررسی تأثیر رطوبت بر مقاومت کششی قالی با الیاف ترکیبی طبیعی (پشم، پنبه، ابریشم) و همچنین رسیدن به یک دستورالعمل حفاظتی ایده آل با کم‌ترین نوسان که کم‌ترین تأثیر مخرب بر الیاف مورد استفاده در قالی با الیاف ترکیبی طبیعی (پشم، پنبه، ابریشم) داشته باشد؛ مورد نظر است.

بنابراین با در نظر گرفتن موارد بیان شده در بالا باید گفت که در مورد تأثیر تخریبی رطوبت بر مقاومت کششی قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی پشم، پنبه، ابریشم، که به طور اختصاصی به انجام این آزمایش بر روی قالی‌های موزه‌ای پرداخته شده باشد، هیچ‌گونه پژوهشی انجام نگرفته است، بنابراین با توجه به ضرورت حفاظت و نگهداری از قالی‌های موزه‌ای که میراث گران‌بهای کشور هستند، اهمیت و ضرورت این پژوهش احساس می‌شود.

این پژوهش که از نوع تجربی- تحلیلی است و با بررسی‌های محیطی صورت پذیرفته است با هدف شناسایی رطوبت نسبی مناسب برای نگهداری قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی پشم، پنبه، ابریشم برای حفاظت پیشگیرانه قالی‌ها در برابر رطوبت نسبی لازم و ضروری است و سؤال اصلی این پژوهش این است که رطوبت به عنوان عامل مهم محیطی آسیب‌رسان از منظر حفاظت پیشگیرانه، چه میزان بر مقاومت کششی قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی تأثیر دارد؟ در این راستا پس از بررسی تأثیر رطوبت بر قالی‌های موزه‌ای با الیاف طبیعی پشم، پنبه، ابریشم به حفاظت پیشگیرانه قالی‌ها در برابر رطوبت پرداخته شده است سپس برای انجام آزمایش‌ها، نمونه‌سازی شده و پیرسازی تسریعی انجام و آزمون استحکام کششی در راستای طول و عرض بر روی نمونه‌ها انجام و سرانجام داده‌های به‌دست آمده از آزمون کششی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

بخش تجربی

مواد و روش‌ها

الیاف طبیعی

الیافی که از منابع طبیعی مانند معدن‌ها، حیوان‌ها و گیاه‌ها به‌دست می‌آیند، در گروه الیاف طبیعی قرار می‌گیرند بر این اساس می‌توان الیاف طبیعی را به سه بخش معدنی، حیوانی و گیاهی تقسیم نمود:

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

الف) الیاف معدنی: الیاف این گروه از سنگ‌های معدنی به‌دست می‌آیند. به عنوان نمونه می‌توان به آزبست اشاره نمود که امروزه استفاده از این الیاف به‌دلیل ایجاد سرطان ریه در طولانی مدت، محدود و ممنوع شده است.

ب) الیاف حیوانی: الیاف به‌دست‌آمده از ارگانیسم‌های زنده، الیاف حیوانی نامیده می‌شوند. به عنوان نمونه، پشم از گوسفند اهلی به‌دست می آید و الیاف ابریشم را کرم ابریشم می‌سازد.

ج) الیاف گیاهی: مانند پنبه، کتان، کنف [۱۴] که در این پژوهش منظور الیاف طبیعی حیوانی و گیاهی (پشم، پنبه، ابریشم) مد نظر می‌باشد.

رطوبت و تأثیر آن بر قالی

دما و رطوبت نسبی وابستگی متقابلی به هم دارند [۳] و دو عاملی هستند که می‌توانند به بافته‌ها آسیب برسانند و به طور بالقوه می‌تواند تهدیدی برای آثار هنری باشند. اختلاف در سطح دما و رطوبت و نوسان‌های سریع این دو، منجر به بروز مشکل‌های زیادی می‌شود. اختلاف و نوسان دمایی نسبت به اختلاف و نوسان رطوبت نسبی کم ضررتر هستند ولی جداسازی این دو از هم بسیار مشکل است زیرا بسیار به هم مرتبط هستند [۱۵]. دمای زیاد به طور غیر مستقیم همراه با کاهش رطوبت و افزایش خشکی، اثر مخرب دارد [۱]. به طور کلی نامساعد بودن وضعیت آب و هوا، تأثیر رطوبت و دماهای بالا، فعالیت انگل‌های نباتی و حیوانی را تشدید می‌کند و سرانجام باعث تخریب مواد آلی از جمله بافته‌ها و منسوجات می‌شود [۱۶]. به منظور حفظ و نگهداری مواد آلی وجود دما و رطوبت نسبی ثابت، از اهمیت بسیاری برخوردار است. تغییرهای ناگهانی و افزایش یکی از آن‌ها به این مواد صدمه می زند [۱۷]. افزایش رطوبت و یا گرما، میزان رنگ پریدگی را در مورد پشم و پنبه رنگرزی شده افزایش می‌دهد. البته این مسئله در مورد رطوبت‌های بسیار بالا مصداق دارد. همچنین تاثیر رطوبت در تخریب نوری بر روی الیاف از اهمیت فراوانی برخوردار است [۱۸]. برای نمونه محیط بسیار گرم می‌تواند موجب فساد الیاف شود و با افزایش رطوبت نسبی تا ۷۰ درصد امکان رویش قارچ فراهم می‌شود [۱۷].

حشره‌ها از خطرناک‌ترین و آسیب‌رسان‌ترین عامل‌های زنده برای قالی دستباف محسوب می‌شوند. رشد حشره‌ها نیز تا حدود زیادی به رطوبت هوا و دمای آن بستگی دارد. به طور کلی رشد و نمو حشره‌ها در آب و هوای گرم و مرطوب بیشتر از سایر شرایط آب و هوایی است. در واقع رطوبت در کنار گرما از عامل‌هایی است که خود باعث تشکیل عامل‌های زندهٔ آسیب‌رسان می‌شود [۲].

آماده سازی نمونه‌های آزمایشگاهی

در این بخش از پژوهش برای انجام آزمایش‌ها، باید نمونه‌هایی مطابق با جامعه آماری (قالی‌هایی با الیاف طبیعی با مشخصه‌های خاص: تار و پود از پنبه و پرز قالی‌ها از پشم و ابریشم) بافته شود.

با توجه به این که نمونه‌های موجود در موزه‌ها با رج شمار ۴۰ الی ۵۰ گره نامتقارن در ۶/۵ سانتی‌متر بوده‌اند از این برای میانگین آن‌ها، رج شماره ۴۵ گره نامتقارن در ۶/۵ سانتی‌متر برای بافت انتخاب کرده و به دلیل این که رنگ غالب در قالی‌های موزه‌ای سفید، زرد، قرمز، سرمه‌ای بود؛ در بافت نمونه‌ها نیز از همین رنگ‌ها استفاده شد، بنابراین نخست باید مواد مصرفی مانند نخ پنبه‌ای برای تار و پود و الیاف پشم و ابریشم برای پرز قالی، تهیه و رنگرزی شوند؛ در این راستا باید الیاف را تهیه کرده و آن‌ها را مورد شناسایی قرار داد؛ سپس برای مرحله رنگرزی، باید گیاه‌های رنگزا، با توجه به رنگ مورد نظر تهیه و پس از گونه شناسی گیاه‌ها، عملیات رنگرزی سنتی را انجام داده و پس از تهیه نقشه بر اساس رج شمار مورد نظر، بافت نمونه‌ها آغاز شد.

بافت نمونه‌ها

با توجه به رجشمار نمونه‌ها، در کارگاه بافت قالی خانگی در شیراز، چله کشی انجام و مرحله‌های بافت نمونه‌ها آغاز شد. در هنگام بافت، پس از چله کشی نخست گلیم باف و پس از آن کار گره زنی و پود کشی انجام شد. با توجه به این که این قالی‌ها برای انجام آزمایش‌های بسیار و مقایسه نتیجه‌ها با یکدیگر بودند به این دلیل می‌بایست شرایط بافت همه نمونه‌ها از نظر میزان کشش پود و نوع گره زدن و میزان ضربه‌ها یکسان و مساوی باشند که بر این اساس باید همه نمونه‌ها توسط یک بافنده، بافته شود که در این نمونه‌سازی این مهم انجام پذیرفت و پس از بافت قالی‌ها پرداخت و روگیری پرز نمونه‌ها انجام شد.

طراحی آزمایش‌ها

در این پژوهش آزمون‌های پیرسازی تسریعی بر طبق استاندارد ASTM D5427-03، قرار گیری نمونه‌های پیرسازی شده در برابر عامل‌های محیطی (رطوبت، دما، نور، آلاینده‌های جوی) در پژوهشگاه استاندارد ایران در دستگاه Binder مدل ED 720 ساخت کشور آلمان (برای رطوبت، رطوبت نسبی ۸۰ درصد که میانگین متوسط رطوبت نسبی مراکز استان های ایران با ۵ درصد نوسان و میزان نور بیش‌ترین ۵۰ لوکس و حداقل آلاینده‌های جوی؛ برای دما، در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و به مدت ۳۰ روز با رطوبت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱ - رطوبت نسبی مراکز استان‌ها

مرکز استان	متوسط رطوبت نسبی	مرکز استان‌ها	متوسط رطوبت نسبی
اراک	۶۰	زنجان	۷۵
اردبیل	۹۰	سمنان	۴۵
اصفهان	۵۴	سنندج	۷۳
ارومیه	۷۷	شهرکرد	۷۵
اهواز	۷۵	شیراز	۵۱
ایلام	۴۲	قم	۵۷
بندرعباس	۸۰	کرمان	۴۸
بوشهر	۷۷	کرمانشاه	۵۷
تبریز	۷۰	مشهد	۷۳
تهران	۵۰	همدان	۷۳
خرم آباد	۷۵	یاسوج	۶۰
رشت	۹۴	یزد	۴۰
زاهدان	۴۰		

استاندارد ۵۰ درصد، بدون نور و بدون آلاینده‌های جوی؛ برای نور؛ رطوبت را ۵۰ درصد، دما را ۲۰ درجه سلسیوس و نور را UVA-B، بدون آلاینده‌های جوی؛ و برای آلاینده‌های جوی رطوبت ۵۰ درصد، دما را ۲۰ درجه سلسیوس، بدون نور با آلاینده‌های جوی محیط موزه فرش ایران)، استحکام کششی قالی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۱۴۷ با مرجع ISO 13934-1:1999 در پژوهشگاه استاندارد ایران با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج از نوع CRE (ازیاد طول دادن با سرعت ثابت) ساخت شرکت اینسترون (Instron) کشور انگلستان که هر آزمون طبق استاندارد ۵ مرتبه انجام شده، واریانس، توکی و LSD استحکام کششی قالی در راستای طول و در راستای عرض انجام شده است.

پیرسازی تسریعی

پیرسازی استاندارد و اصولی که به‌طور معمول برای پژوهش‌های علمی و مطالعه‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود استاندارد ASTM D5427-03 می‌باشد که در این پژوهش نیز از این استاندارد استفاده شده است. برای پیرسازی نمونه‌ها دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس، رطوبت ۹۰ درصد، نور UVA- B و آلاینده‌های جوی محیط به مدت ۶۰۰ ساعت در نظر گرفته شد.

قرارگیری نمونه‌های پیرسازی شده در معرض آلاینده‌های جوی

در این آزمون نخست نمونه‌ها را به همراه آلاینده‌های جوی محیط موزه فرش ایران با استفاده از کمپرسور باد خودرو نوع فندکی مدل ۶۲۲۰، به درون یک محفظه شیشه ای انتقال داده سپس محفظه شیشه ای را در پژوهشگاه استاندارد ایران در دستگاه Binder مدل ED 720 ساخت کشور آلمان قرار داده و آزمون به صورت رطوبت ۵۰ درصد، دما را ۲۰ درجه سلسیوس، بدون نور با آلاینده‌های جوی محیط موزه فرش ایران انجام شده است.

قرارگیری نمونه‌های پیرسازی شده در معرض نور

روش آزمون به این صورت است که نمونه‌ها را در پژوهشگاه استاندارد ایران در دستگاه Binder مدل ED 720 ساخت کشور آلمان، رطوبت را ۵۰ درصد، دما را ۲۰ درجه سلسیوس و نور را UVA-B، بدون آلاینده‌های جوی تنظیم و آزمون انجام شده است.

قرارگیری نمونه‌های پیرسازی شده در معرض دما

روش آزمون به این صورت است که نمونه‌ها را در پژوهشگاه استاندارد ایران در دستگاه Binder مدل ED 720 ساخت کشور آلمان در دمای ۴۰ درجه سلسیوس تنظیم نموده و به مدت ۳۰ روز زیر آزمون بوده؛ در محیط این آزمون رطوبت استاندارد ۵۰ درصد، بدون نور و بدون آلاینده‌های جوی تنظیم شده است.

قرارگیری نمونه‌های پیرسازی شده در معرض رطوبت

رطوبت استاندارد برای حفاظت قالی‌های موزه‌ای ۴۰ الی ۵۵ درصد بوده است، بنابراین برای انتخاب میزان رطوبت نسبی در این آزمون با توجه به این که اختلاف رطوبت نسبی هوا در نقاط گوناگون ایران زیاد است، نخست میانگین متوسط رطوبت نسبی مراکز استان های ایران در سال ۱۳۹۸ با توجه به جدول ۱ انتخاب و پس از آن آزمون را با رطوبت نسبی ۸۰ درصد که میانگین متوسط رطوبت نسبی مراکز استان های ایران بوده، انجام شده است.

با توجه به منابع مطالعه‌ای گوناگون بهترین شرایط برای نگهداری قالی‌ها و منسوجات در دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۵۵ درصد با ۵ درصد نوسان، میزان نور بیشینه ۵۰ لوکس و حداقل آلاینده‌های جوی می‌باشد [۲۰،۱۹]. که در این پژوهش با توجه به این که تأثیر رطوبت بر مقاومت کششی قالی با الیاف ترکیبی طبیعی مورد مطالعه قرار می‌گیرد چنان چه پیش‌تر گفته شد، با توجه به جدول ۱ که رطوبت نسبی مراکز استان‌ها را نشان می‌دهد رطوبت نسبی ۸۰ درصد که میانگین متوسط رطوبت نسبی مراکز استان‌های ایران با ۵ درصد نوسان بوده، انتخاب شده است و برای سایر عامل‌ها محیطی حد استاندارد و برای دوره زمانی یک ماهه در نظر گرفته شده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شکل ۱ - قرارگیری نمونه‌ها در رطوبت نسبی ۸۰ درصد در دستگاه Binder

شکل ۲ - بریدن نمونه‌ها برای انجام آزمون

روش آزمون به این صورت است که نمونه‌ها را در دمای استاندارد ۲۰ درجه سلسیوس، بدون نور، بدون آلاینده‌های جوی با رطوبت نسبی ۸۰ درصد در دستگاه Binder مدل MKF 240 ساخت کشور آلمان در پژوهشگاه استاندارد ایران تنظیم و نمونه‌ها به مدت ۳۰ روز تحت این شرایط، مورد آزمون قرار گرفته است (شکل ۱).

آزمون استحکام کششی قالی

این آزمون طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۱۴۷ با مرجع ISO 13934-1:1999 برای تعیین بیش‌ترین نیروی ثبت شده در نقطه گسیختگی قالی به دو صورت در راستای طول و در راستای عرض قالی انجام پذیرفته است.

روش آزمون به این صورت است که نخست نمونه را به اندازه ۳۰×۵ سانتی‌متر در راستای طول و عرض قالی برش زده و سپس در پژوهشگاه استاندارد ایران با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج از نوع CRE (ازیاد طول دادن با سرعت ثابت) ساخت شرکت اینسترون (Instron) کشور انگلستان این آزمون انجام شده است، شایان ذکر است که هر آزمون طبق استاندارد ۵ مرتبه انجام شده، به این صورت که نمونه‌های برش خورده را در بین دو فک دستگاه قرار داده و با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه کشش انجام شده است. با توجه به این که اندازه نمونه‌ها ۳۰×۵ سانتی‌متر می‌باشد از هر طرف

شکل ۳ - دستگاه مقاومت‌سنج

شکل ۴ - استحکام کششی بر روی نمونه‌ها

شکل ۵ - نمونه پس از آزمون

۵ سانتی‌متر در فک ثابت و فک متحرک دستگاه قرار گرفته و طولِ سنجه نهایتا ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد که نتیجه‌های به‌دست آمده از این آزمون‌ها بر روی نمونه ارایه خواهد شد (شکل ۲ الی ۵).

نتیجه‌ها و بحث

داده‌های به‌دست آمده از آزمون استحکام کششی قالی

این آزمون به دو صورت استحکام کششی قالی در راستای طول، استحام کششی قالی در راستای عرض انجام شده که روش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۲ - آزمون استحکام کششی قالی نمونه اولیه

شماره آزمون‌ها	در راستای طول	در راستای عرض
	بر حسب کیلوگرم نیرو	
آزمون ۱	۲۰۸/۰۲۸	۱۹۵/۸۱۰
آزمون ۲	۲۰۹/۱۲۴	۱۹۳/۰۴۵
آزمون ۳	۲۰۹/۷۸۴	۱۹۴/۷۲۴
آزمون ۴	۲۰۶/۹۰۵	۱۹۳/۰۹۵
آزمون ۵	۲۰۹/۷۰۲	۱۹۲/۹۱۰
میانگین	۲۰۸/۳۰۸	۱۹۳/۹۱۶
انحراف معیار	۱/۱۱۰	۱/۲۹۲
ضریب تغییرها	۰/۵۳۲	۰/۶۶۶

جدول ۳ - آزمون استحکام کششی قالی نمونه پیرسازی شده

شماره آزمون‌ها	در راستای طول	در راستای عرض
	بر حسب کیلوگرم نیرو	
آزمون ۱	۲۰۲/۷۹۴	۱۸۹/۸۴۴
آزمون ۲	۲۰۱/۹۲۵	۱۸۹/۳۰۵
آزمون ۳	۲۰۰/۶۲۲	۱۸۶/۹۱۱
آزمون ۴	۱۹۹/۹۷۹	۱۸۸/۰۱۱
آزمون ۵	۲۰۰/۱۲۰	۱۸۷/۷۱۰
میانگین	۲۰۱/۰۸۸	۱۸۸/۳۵۶
انحراف معیار	۱/۲۲۴	۱/۱۹۷
ضریب تغییرها	۰/۶۰۸	۰/۶۳۵

جدول ۴ - آزمون استحکام کششی قالی نمونه در معرض رطوبت

شماره آزمون‌ها	در راستای طول	در راستای عرض
	بر حسب کیلوگرم نیرو	
آزمون ۱	۱۸۶/۰۵۰	۱۷۷/۶۸۹
آزمون ۲	۱۸۵/۱۱۲	۱۷۶/۶۰۹
آزمون ۳	۱۸۴/۸۱۱	۱۷۵/۹۱۰
آزمون ۴	۱۸۶/۷۲۱	۱۷۸/۷۹۱
آزمون ۵	۱۸۴/۰۱۷	۱۷۷/۴۴۱
میانگین	۱۸۵/۳۴۲	۱۷۷/۲۸۸
انحراف معیار	۱/۰۵۹	۱/۰۹۷
ضریب تغییرها	۰/۵۷۱	۰/۶۱۸

انجام آزمون و مشخصات دیگر آن شبیه به هم بوده و تفاوت آن در راستای طول و در راستای عرض بودن آن می‌باشد.
مشخصه‌های آزمون: ۱ - نام آزمون: استحکام کششی قالی، ۲ - نام دستگاه : مقاومت‌سنج CRE، ۳ - اندازه آزمونه: ۳۰ * ۵ سانتی‌متر، ۴ - طول سنجه: ۲۰ سانتی‌متر، ۵ - سرعت دستگاه: ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه، ۶ - تعداد آزمونه: ۵ مرتبه

در اینجا نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون استحکام کششی قالی در راستای طول و استحکام کششی قالی در راستای عرض که بر روی نمونه اولیه، نمونه پیرسازی شده و نمونه پیرسازی شده قرار گرفته در معرض رطوبت که بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۴۷-۱ با مرجع ISO 13934-1:1999 ۵ مرتبه، انجام شده و به صورت جدول و شکل ارایه شده است (جدول ۲ الی ۴).

تحلیل نتیجه‌ها به‌دست آمده از مقایسه نمونه پیرسازی شده با نمونه قرار گرفته در معرض رطوبت

رطوبت یکی از اصلی‌ترین علل تخریب قالی‌ها و منسوجات است که زمینه را برای رشد موجودهای ذره‌بینی به ویژه میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها و کپک‌ها و شروع فرسودگی فراهم می‌آورد. رطوبت همچنین باعث فساد شیمیایی و واکنش‌های زیستی در قالی‌ها می‌شود، رطوبت عمل فرسودگی و پریدگی رنگ را تسریع می‌بخشد.

اثر رطوبت بر الیاف طبیعی (پشم، پنبه، ابریشم)

تأثیر رطوبت بر الیاف طبیعی با توجه به نوع الیاف متفاوت می‌باشد به گونه‌ای که جذب رطوبت الیاف پشم نسبت به دیگر الیاف نساجی، بسیار بالاست. هر چه جذب رطوبت الیاف پشم بیش‌تر شود، مقاومت یا استحکام این الیاف در مقابل نیروی کششی، کاهش می‌یابد، از این رو الیاف پشم مرطوب با نیروی کم‌تری نسبت به الیاف خشک پاره می‌شوند. الیاف پشمی قدرت جذب آب بسیار خوبی دارند که استحکام پشم در حالت مرطوب، کم‌تر از حالت خشک است زیرا هنگامی که پشم رطوبت جذب می‌کند مولکول‌های آب بین زنجیرهای مولکولی فاصله ایجاد می‌کنند و در نتیجه تعداد زیادی از پیوندهای هیدروژنی گسسته می‌شوند به علاوه تعداد زیادی از پیوندهای یونی نیز در پشم شکسته می‌شوند که سبب تورم لیف و کاهش استحکام آن در حالت مرطوب می‌شود. [۱۲]. سلولز موجود در الیاف پنبه ۱۰ تا ۲۰ درصد وزن خود آب جذب می‌کند. این الیاف با جذب رطوبت متورم و کوتاه می‌شود. هر چند که جذب آب توسط الیاف باعث شکسته شدن مقداری از پیوندهای بین زنجیره‌ها می‌شود و تضمین استحکام الیاف را به همراه دارد اما پنبه استثناء می‌باشد چون در اثر جذب آب استحکام آن افزایش می یابد [۱۱]. الیاف ابریشم مانند پشم به آسانی رطوبت را جذب می‌کند و می‌تواند تا ۳۵ درصد وزن خود آب جذب نماید. جذب رطوبت سبب افزایش طول تا حد پارگی و کاهش استحکام یا مقاومت الیاف ابریشم می‌شود [۱۴].

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۵ – مقایسه آزمون استحکام کششی قالی در نمونه پیرسازی شده با نمونه قرار گرفته در معرض رطوبت

نوع آزمون	نمونه پیرسازی شده	نمونه در معرض رطوبت	میزان اختلاف کیلوگرم نیرو	میزان اختلاف به درصد
در راستای طول	۲۰۱/۰۸۸	۱۸۵/۳۴۲	۱۵/۷۴۶	۷/۸۳۰
در راستای عرض	۱۸۸/۳۵۶	۱۷۷/۲۸۸	۱۱/۰۶۸	۵/۸۷۶

جدول ۶ – آنالیز واریانس استحکام کششی در راستای طول

ANOVA

احتمال	آماره آزمون	میانگین مربع‌ها	درجه آزادی	مجموع مربع	
۰/۰۰۰	۱۲۰/۵۷۴	۲۱۳/۵۴۶	۳	۶۴۰/۶۳۷	بین گروه‌ها
		۱/۷۷۱	۱۶	۲۸/۳۳۷	درون گروه‌ها
			۱۹	۶۶۸/۹۷۵	مجموع

Descriptives

بیشترین	کمترین	فاصله اطمینان برای میانگین ۹۵٪		خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین	حجم نمونه	
		کران‌های بالا	کران‌های پایین					
۲۰۲/۰۰	۱۹۸/۵۱	۲۰۱/۹۵۸۴	۱۹۸/۳۹۶۸	۰/۶۴۱۳۸	۰/۴۳۴۱۷	۲۰۰/۱۷۷۶	۵	۱/۰۰
۱۹۸/۰۰	۱۹۴/۲۰	۱۹۸/۴۲۳۱	۱۹۴/۴۵۴۹	۰/۷۱۴۶۰	۱/۵۹۷۹۰	۱۹۶/۴۳۹۰	۵	۲/۰۰
۱۹۱/۸۹	۱۸۸/۹۰	۱۹۱/۹۵۶۴	۱۸۹/۰۷۰۰	۰/۵۱۹۸۱	۱/۱۶۲۳۳	۱۹۰/۵۱۳۲	۵	۳/۰۰
۱۸۶/۷۲	۱۸۴/۰۲	۱۸۶/۶۵۷۳	۱۸۴/۰۲۵۵	۰/۴۷۳۹۵	۱/۰۵۹۷۹	۱۸۵/۳۴۱۴	۵	۴/۰۰
۲۰۲/۰۰	۱۸۴/۰۲	۱۹۵/۸۹۴۹	۱۹۰/۳۴۰۷	۱/۳۲۶۸۲	۵/۹۳۳۷۳	۱۹۳/۱۱۷۸	۲۰	مجموع

جدول ۷ – آنالیز واریانس استحکام کششی در راستای عرض

ANOVA

احتمال	آماره آزمون	میانگین مربع‌ها	درجه آزادی	مجموع مربع‌ها	
۰/۰۰۰	۸۹/۳۵۲	۱۱۶/۲۶۴	۳	۳۴۸/۷۹۳	بین گروه‌ها
		۱/۳۰۱	۱۶	۲۰/۸۱۹	درون گروه‌ها
			۱۹	۳۶۹/۶۱۲	مجموع

Descriptives

بیشترین	کمترین	فاصله اطمینان برای میانگین ۹۵٪		خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین	حجم نمونه	
		کران‌های بالا	کران‌های پایین					
۱۸۹/۹۴	۱۸۷/۰۰	۱۸۹/۶۴۰۱	۱۸۶/۸۴۱۵	۰/۵۰۳۹۹	۱/۱۲۶۹۷	۱۸۸/۲۴۰۸	۵	۱/۰۰
۱۸۶/۹۹	۱۸۳/۸۷	۱۸۷/۱۰۱۵	۱۸۳/۹۹۸۵	۰/۵۵۸۸۰	۱/۲۴۹۵۲	۱۸۵/۵۵۰۰	۵	۲/۰۰
۱۸۲/۷۱	۱۷۹/۹۰	۱۸۲/۵۶۳۸	۱۷۹/۸۷۸۲	۰/۴۸۳۶۴	۱/۰۸۱۴۵	۱۸۱/۲۲۱۰	۵	۳/۰۰
۱۷۸/۷۹	۱۷۵/۹۱	۱۷۸/۶۴۸۶	۱۷۵/۹۲۳۸	۰/۴۹۰۶۸	۱/۰۹۷۲۰	۱۷۷/۲۸۶۲	۵	۴/۰۰
۱۸۹/۹۴	۱۷۵/۹۱	۱۸۵/۱۳۸۷	۱۸۱/۰۱۰۳	۰/۹۸۶۲۴	۴/۴۱۰۵۹	۱۸۳/۰۷۴۵	۲۰	مجموع

نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون استحکام کششی قالی در راستای طول بین نمونه پیرسازی شده، با نمونه قرار گرفته در معرض رطوبت در جدول ۵ مشاهده می‌شود این نتیجه‌ها نشان می‌دهد که رطوبت تأثیر تخریبی فراوانی بر روی مقاومت کششی قالی در راستای طول گذاشته و این میزان تأثیر به‌طور حدودی ۱۵/۷۴۶ کیلوگرم نیرو می‌باشد (۷/۸۳ درصد کاهش)، همچنین با مقایسه نتیجه‌های آزمون استحکام کششی قالی در راستای عرض بین نمونه پیرسازی شده با نمونه قرار گرفته در معرض رطوبت مشخص می‌شود که مقاومت کششی قالی در راستای عرض نیز به‌طور حدودی ۱۱/۰۶۸ کیلوگرم نیرو (۵/۸۷۶ درصد) کاهش پیدا کرده است.

بنابراین از نتیجه‌ها مشخص می‌شود که رطوبت تأثیر تخریبی بر روی مقاومت کششی قالی در راستای طول و عرض گذاشته که این امر با مشاهده جدول ۵ و شکل ۱ تأیید می‌شود، همچنین نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون‌های واریانس، توکی و LSD بیانگر این نکته است که رطوبت تأثیر معناداری بر روی مقاومت کششی قالی داشته و مقدار اختلاف معناداری دیده می‌شود (جدول ۶ الی ۹).

سرانجام با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون‌های انجام شده در بالا و همچنین آنالیز واریانس و استفاده از فرضیه‌های ارایه شده در معادله (۱) که در این معادله می‌خواهیم فرض یکسان بودن یک ویژگی را در بین K جامعه مورد پژوهش قرار دهیم. اگر میانگین ویژگی‌ها در این معادله قرار گیرد به کمک فرضیه زیر می‌توانیم آزمون آماری مقایسهٔ میانگین‌ها را انجام دهیم.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۸ – آزمون توکی و LSD استحکام کششی در راستای طول

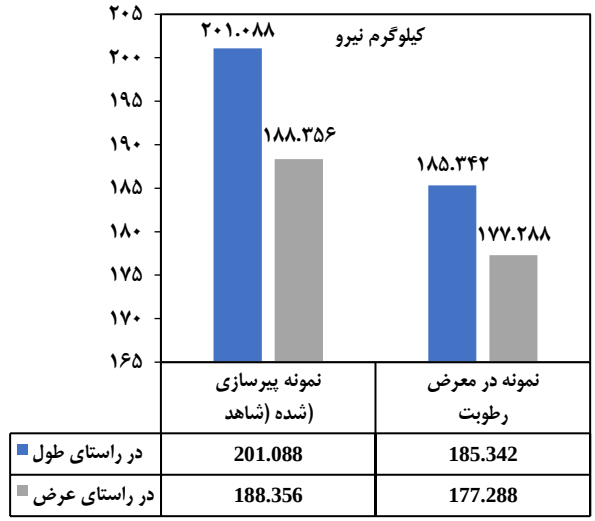
مقایسه چندگانه							
	گروه (I)	گروه (J)	تفاوت میانگین (I-J)	خطای استاندارد	احتمال	مقدار اطمینان ۹۵٪	
						کران‌های پایین	کران‌های بالا
Tukey HSD	۴/۰۰	۱/۰۰	−۱۴/۸۳۶۲۰*	۰/۸۴۱۶۸	۰/۰۰۰	−۱۷/۲۴۴۳	−۱۲/۴۲۸۱
		۲/۰۰	−۱۱/۰۹۷۶۰*	۰/۸۴۱۶۸	۰/۰۰۰	−۱۳/۵۰۵۷	−۸/۶۸۹۵
		۳/۰۰	−۵/۱۷۱۸۰*	۰/۸۴۱۶۸	۰/۰۰۰	−۷/۵۷۹۹	−۲/۷۶۳۷
LSD	۴/۰۰	۱/۰۰	−۱۴/۸۳۶۲۰*	۰/۸۴۱۶۸	۰/۰۰۰	−۱۶/۶۲۰۵	−۱۳/۰۵۱۹
		۲/۰۰	−۱۱/۰۹۷۶۰*	۰/۸۴۱۶۸	۰/۰۰۰	−۱۲/۸۸۱۹	−۹/۳۱۳۳
		۳/۰۰	−۵/۱۷۱۸۰*	۰/۸۴۱۶۸	۰/۰۰۰	−۶/۹۵۶۱	−۳/۳۸۷۵

	گروه	حجم نمونه	۰/۰۵ = زیر مجموعه برای آلفا			
			۱	۲	۳	۴
Tukey HSD[a]	۴/۰۰	۵	۱۸۵/۳۴۱۴			
	احتمال		۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

جدول ۹ – آزمون توکی و LSD استحکام کششی در راستای عرض

مقایسه چندگانه							
	گروه (I)	گروه (J)	تفاوت میانگین (I-J)	خطای استاندارد	احتمال	مقدار اطمینان ۹۵٪	
						کران‌های پایین	کران‌های بالا
Tukey HSD	۴/۰۰	۱/۰۰	−۱۰/۹۵۴۶۰	۰/۷۲۱۴۴	۰/۰۰۰	−۱۳/۰۱۸۷	−۸/۸۹۰۵
		۲/۰۰	−۸/۲۶۳۸۰	۰/۷۲۱۴۴	۰/۰۰۰	−۱۰/۳۲۷۹	−۶/۱۹۹۷
		۳/۰۰	−۳/۹۳۴۸۰	۰/۷۲۱۴۴	۰/۰۰۰	−۵/۹۹۸۹	−۱/۸۷۰۷
LSD	۴/۰۰	۱/۰۰	−۱۰/۹۵۴۶۰	۰/۷۲۱۴۴	۰/۰۰۰	−۱۲/۴۸۴۰	−۹/۴۲۵۲
		۲/۰۰	−۸/۲۶۳۸۰	۰/۷۲۱۴۴	۰/۰۰۰	−۹/۷۹۳۲	−۶/۷۳۴۴
		۳/۰۰	−۳/۹۳۴۸۰	۰/۷۲۱۴۴	۰/۰۰۰	−۵/۴۶۴۲	−۲/۴۰۵۴

	گروه	حجم نمونه	۰/۰۵ = زیر مجموعه برای آلفا			
			۱	۲	۳	۴
Tukey HSD[a]	۴/۰۰	۵	۱۷۷/۲۸۶۲			
	احتمال		۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰



شکل ۱ – مقایسه آزمون استحکام کششی قالی در نمونه پیرسازی شده با نمونه قرار گرفته در معرض رطوبت

فرضیه صفر

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \ldots = \mu_K$

(تأثیر عامل‌های محیطی یکسان است)

فرضیه یک

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \ldots \neq \mu_K$

(تأثیر عامل‌های محیطی یکسان نیستند)

و به دست آمدن نتیجه sig=0.00 (مقدار احتمال مساوی با صفر) فرضیه صفر (H_0) مردود و فرضیه یک (H_1) به اثبات می‌رسد و در مجموع تأثیر رطوبت بر روی نمونه‌ها به اثبات رسیده و اختلاف معناداری وجود دارد و همچنین با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون‌های توکی و LSD (کم‌ترین تفاوت معنادار دو به دو) که جدول‌های آن‌ها ارایه شده است میزان این تأثیرها محاسبه شده و رطوبت تأثیر تخریبی بر روی نمونه‌های مورد مطالعه داشته است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نتیجه‌گیری

قالی دستباف از جمله آثار با ارزش به جا مانده از گذشته و نمونه بارز هنر اصیل ایرانی است که نقش کاربردی مهمی را در زندگی بشر بر عهده داشته است. قالی از تار، پود و پرز و از مواد آلی تشکیل شده است و آسیب پذیری بالای مواد آلی مورد استفاده در قالی دستباف، اندازه‌های بسیار متفاوت این آثار، وزن بالا، تنوع در فناوری‌ها و مواد اولیه در آن‌ها باعث می‌شود که حفاظت از آن‌ها شرایط و حساسیت‌های خاصی داشته باشد.

همه مواد آلی در ساختار خود دارای مقدارهای رطوبت هستند که تغییرهای دما و تأثیر جانبی این تغییرها بر روی رطوبت نسبی باعث بروز انقباض و انبساط در این آثار می‌شود. بنابراین حد مناسب تغییرهای رطوبت برای قالی‌های موزه‌ای ۴۰٪ الی ۵۵٪ با نوسان ۵ درصد است. از سوی دیگر با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون‌های انجام شده بر روی نمونه‌های آزمایشگاهی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به داده‌های به‌دست آمده از آزمون استحکام کششی قالی در راستای طول و عرض نمونه‌ها بیانگر این نکته است که مقاومت کششی قالی را کم‌تر می‌کنند.

سرانجام با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمون‌های استحکام کششی قالی در راستای طول، استحکام کششی قالی در راستای عرض، آنالیز واریانس و آزمون‌های توکی و LSD بیانگر این نکته است که رطوبت بر روی مقاومت کششی قالی‌ها تأثیر معناداری دارد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰

مراجع

[1] Riederer J., The Rathgen Research Laboratory at Berlin, *Studies in Conservation*, **21(2):** 67 (1976).

[2] Schober G., Fungi in Carpeting and Furniture Dust, *Allergy*, **46:** 639-643 (1991).

[3] Brooks M., Lister A., Eastop D., Bennett T., Artifact or Information? Articulating the Conflicts in Conserving Archaeological Textiles, Studies in Conservation, **41:** 16-21 (1996).

[4] Bacci M., Cucci C., Azelio M., Andrea G., Mignani A., Innovative Sensors for Environmental Monitoring in Museums, *Sensors*, **8(3):** 1984-2005 (2008).

[5] Heiden K., Making Choices About Salvaging Wet or Flood Damaged Carpet, Graduate Research Assistant, TCD Department Shirley Niemeyer, Extension Specialist, Home Environment, (1994).

[6] Sousa M., Melo J.M., Casimiro T., Aguiar Ricardo A., "The Art of CO_2 for Art Conservation: A Green Approach to Antique Textile Cleaning, *Green Chemistry*, **9(9):** (2007).

[7] Agoston G.A., Plenderleith H.L., Werner A.E.A., The Conservation of Antiquities and Works of Art: Treatment, Repair and Restoration, *Leonardo*, **7(2):** 183 (1971).

[۸] گودرزنیا آ.، مقبلی م.ر.، بررسی اثر دما، رطوبت و نانوذره سیلیس بر ریخت شناسی و تخلخل سطحی الیاف پلی استایرن الکتروریسی شده، *نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران*، **۳۸(۱):** ۷۹ تا ۸۷ (۱۳۹۸).

[۹] بوکایف، پ،ت. "تکنولوژی عمومی صنعت نساجی پنبه‌ای"، ترجمه ابوالقاسم طاهری عراقی. تهران: انتشارات آقابیگ، چاپ اول. (۱۳۶۹).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

[۱۰] حاجی شریفی م.، ساسان نژاد ج.، "ویژگی‌های الیاف نساجی"، تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، چاپ دوم. (۱۳۷۴).

[۱۱] حقیقت کش م.، افشار م.، "خلاصه نظریه‌ها و مسائل ویژگی‌های فیزیکی الیاف"، تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول. (۱۳۷۷).

[۱۲] توانایی ح.، "فیزیک الیاف"، اصفهان: انتشارات ارکان دانش، چاپ دوم. (۱۳۸۱).

[۱۳] صالح علوی غلامرضا.، "آشنایی با ابریشم"، کاشان: نشر مرسل. (۱۳۸۷).

[۱۴] امیری ستاره.، "الیاف شناسی"، تهران: انتشارات سمت. (۱۳۹۲).

[15] Thomson. Garry., "The Museum Environment", Oxford, Butterworth Heinemann (1986).

[16] Perkins Z.A., Brako. J., Mann. R., "Woven Traditions: The Integration of Conservation and Restoration Techniques in the Treatment of Oriental Rugs", *The Textile Museum Journal*, **29-30:** 13-25 (1991).

[17] Shelley Marjorie. "*The Care & Handling of Art Objects*" : practices in the Metropolitan Museum of Art, Antiques & Collectibles. (1987).

[18] Hutchison R.B., From Restoration to Conservation: Parallels Between the Tradition of Tapestry Conservation and Carpet Conservation, *The Textile Museum Journal*, **29-30:** 9-12 (1991).

[۱۹] امین شیرازی ش.، بهادری ر.، دستورالعمل شرایط نگهداری و انبارداری بافته‌ها، ماهنامه مرمت، **۱۳:** ۱۴ تا ۱۶ (۱۳۸۶).

[20] Mary M. Fahey., Chief Conservator., The Henry Ford., "The Care and Preservation of Antique Textiles and Costumes", Benson Ford Research Center. Henry Ford Museum. (2007).

Archive of SID.ir