تکمیل ضدلک و ضدآب بودن فرش دست‌باف ابریشمی با نانو مواد بر پایهٔ مشتقات سیلیکونی

زهرا احمدی
استادیار گروه فرش، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر

گلجام
دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۲۶
پاییز و زمستان ۱۳۹۳

چکیده

فرش‌های دست‌باف ابریشمی جزء کالای لوکس و نفیس به‌شمار می‌روند. از آنجا که این قبیل فرش‌ها نیز اغلب روی سطح گسترده می‌شوند، لذا در معرض انواع آلودگی‌ها قرار می‌گیرند. معمولاً آلودگی‌های مهمی که فرش را در معرض صدمه و آسیب قرار می‌دهد، دارای منشأ آبی نظیر آب میوه، چای،قهوه، آب غذا و... است که امکان دارد در اثر سهل‌انگاری روی فرش ریخته شود و در طول مدت استفاده احتمال بروز این آسیب‌ها اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین اگر فرش در برابر این‌گونه آلودگی‌ها مقاوم شود، قطعاً طول عمر بیشتری خواهد داشت. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی فرآیند ضدآب کردن کالاهای نساجی با استفاده از ترکیبات نانو صورت گرفته، اما متأسفانه هیچ تحقیقی برای فرش‌های دست‌باف انجام نشده است. در این تحقیق با استفاده از نتایج تحقیقات قبلی که روی منسوجات نساجی و یا فرش‌های ماشینی نایلونی و پشمی انجام شده سعی شد تا کارایی روش‌های معمول برای فرش‌های ابریشمی بررسی گردد. نخ‌های پرز ابریشمی با رنگزای اسیدی از نوع متال کمپلکس ۲:۱ رنگرزی شد و سپس نمونه‌های فرش و گلیم ابریشمی (چله پنبه‌ای) بافته شدند. از ماده پلی دی‌متیل نانو سیلوکسان (ابعاد ذرات سیلیکون در حد نانو) برای آب‌گریز کردن فرش‌های ابریشمی استفاده شد. جهت ارزیابی کارآیی ماده به‌کار گرفته شده روش‌های استاندارد مورد آزمون واقع شدند. عکس‌های میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نشان داد که این ماده به‌صورت لایه بسیار نازک سطح الیاف را پوشانده است. طیف EDAX نیز حضور ذرات سیلیکون را روی سطح تأیید می‌نماید که بیانگر اتصال ماده مورد استفاده با الیاف است. نتایج نشان دادند، ترکیبات نانو سیلوکسان علاوه بر خاصیت خوب ضدآب، روی رنگ، کیفیت ظاهری یا سطح زیر دست نمونه‌های فرش تأثیری نداشت. استفاده از این ترکیبات جهت فرش‌های ابریشمی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: طرح لچک‌ترنج، طرح تصویری، نماد، نشانه، نشانه‌شناسی، همدان.

مقدمه

عمـــدهٔ تولید نخ ابریشـــم در ایران بـــه مصرف بافت قالی‌های ابریشمی می‌رسد. قالی‌های ابریشمی دارای ارزش زیادی هستند و اهمیت آنها در تولید درآمد و ارزآوری بر کمتر کسی پوشیده است.

ابریشـــم خام از دو بخش تشکیل یافته، ماده‌ای که دو رشـــته تار ابریشم را می‌ســـازد به نام فیبروئین که ساختار اصلی ابریشم اســـت و دیگری ترکیبی است مانند ژلاتین که اطراف دو رشـــته ابریشم را فرا گرفته اســـت و آنها را به یکدیگر پیونـــد می‌دهد. این ماده ژلاتینی که به‌نام صمغ سریســـین معروف اســـت، در آب‌جوش، محلول صابون، قلیایی‌های رقیق و اســـید اســـتیک قابل حل بوده و معمولاً به‌وســـیله حرارت دادن در محلـــول صابونی از فیبروئین جدا می‌شـــود. بررســـی ســـاختمان مولکولی فیبروئین توسط اشعه ایکس با توجه به آنکه فیبروئین از مونومرهای مختلف (اسیدهای آمینه) تشکیل گردیده و گروه‌های جانبی آن بسیار متنوع هستند اندکی مشکل است (حاجی‌شریفی، ۱۳۷٤، ٦٥).

در اثر جوشـــاندن زیـــاد ابریشـــم در آب جلا و اســـتحکام آن کاسته می‌شـــود، لذا عملیاتی که روی ابریشـــم انجام می‌گیرد باید در دمای زیر جوش به‌کار گرفته شود. ابریشم در محلول رقیق اسیدها کمی اسید جذب کرده و جلایش افزایش می‌یابد و در اثر سایش صدای ویژه‌ای می‌دهد. برای دســـتیابی به این ویژگی از اســـیدهای تارتاریک و فرمیک اســـتفاده می‌شود. اســـید تانیک و مواد مازوجی میـــل ترکیبی زیادی با ابریشـــم دارند و از همین‌رو برای بار دادن ابریشـــم و به‌دست آوردن رنگ مشـــکی از آن استفاده می‌نمایند (حاجی‌شریفی، ۱۳۷٤، ٦٧).

موادی که بـــرای ضدآب‌کـــردن و غیرقابل نفوذ نمـــودن پارچه نســـبت به آب به‌کار برده می‌شـــوند، به‌نـــام ضدآب‌کننده‌ها معروف هســـتند. این ترکیبات به‌صورت نمک فلزات و یا امولسیون پارافین- واکس حاوی آلومینیوم، کـــروم، کروم زیرکونیوم و یا موادی مشـــابه هســـتند که از گروه‌های فعـــال مانند متیلول، آمونیـــوم چهار ظرفیتی و یـــا گروه‌های اتیلن و ایمین برخوردارند. ترکیبات مؤثر دیگر شـــامل سیلیکون‌ها و مشـــتقات فلوئوردار هستند. چنانچه پارچه از طریق انتقـــال مواد پلیمری غیرمحلـــول و یا مخلوط در آب آغشـــته و از طریق مسدود شـــدن منافذ پارچه نسبت بـــه آب غیرقابل نفوذ گـــردد، این عمل را پوشـــش دادن پارچه می‌نامند (احمـــدی، ۱۳٦٤، ۲۷۰). هدف از ایـــن کار تکمیل ضدآب کردن و یـــا غیرقابل نفوذ نمودن آب در منســـوجات است. این ترکیبات عمدتاً برای ضدآب نمودن منســـوجات سلولزی به‌کار برده می‌شـــود. خاصیـــت آب‌گریـــزی اجســـام مربوط به گروه‌های آب‌گریزی است که آن را دربرگرفته است. این گروه‌ها بـــا زنجیر طویل خود و با قرار گرفتن در سطح اجســـام اجازه نفوذ آب و تر شـــدن به کالا را نمی‌دهند. سیلیکون‌ها دارای گروه‌های آب‌گریز طویل نبوده، بلکه تنها دارای گروه‌های متیل هســـتند که پس از آغشته‌شدن الیاف به آنها سطح آنها را پوشانده و به این وســـیله خاصیت آب‌گریزی به الیاف خواهند داد (حاجی‌شریفی، ۱۳۷۸).

در مـــورد دی متیل پلی سیلوکســـان، آب‌گریزی حاصـــل از اســـتفاده این مـــاده روی کالا به‌دلیل قرار گرفتن گروه‌های متیل در سطح لیف خواهد بود. این ماده با الیاف ترکیب شـــده و با گذشت زمان خواص خود را از دست نخواهد داد. خاصیت ضدآب‌کنندگی این ترکیب متوسط و ثبات آن خوب است.

برخی از مشـــتقات هیدروکربن و یـــا فلوئوردار نیز می‌توانند این خاصیـــت را ایجاد نمایند. با خیس شدن ســـطح الیاف هنگام پوشیده شـــدن با ترکیبات فوق بـــه ترتیـــب $-CH_2- < CH_3- < CF_2- < CF_3$ کاهش خواهـــد یافت. بنابراین گروه $-CF_3$ می‌تواند

از دو خاصیت عمده برخوردار باشد: ضدآب و ضدروغن‌کنندگی الیاف (سید اصفهانی، ۱۳۷۸، ۱۰۹، و هاسر و همکاران، ۲۰۰٤، ۲۰۰-۱۹۷).

یک روش برای بهبود خواص ضدآب حاصل شده با استفاده از نمک‌های آلومینیوم، ترکیب عملیات تکمیل ضدآب نمودن با استفاده از نمک آلومینیوم به‌همراه یک صابون است. صابون آلومینیوم که در این حالت تشکیل می‌شود، یک لایه هیدروفوب (آب‌گریز) غیرمحلول روی سطح کالا ایجاد می‌نماید. روش بسیار معمول و متداول عملیات تکمیل ضدآب کردن در قرن ۱۲ استفاده از یک واکس روی پارچه با عرض باز بود. به‌طور کلی در فرمولاسیون، واکس‌ها شامل واکس پارافین (دمای ذوب ٥٦-٥٢ درجه سانتی‌گراد) به‌تنهایی و یا در ترکیب با یک یا دو واکس دیگر بر پایه استر اسیدهای چرب تر و الکل‌های مونو هیدریک است (سید اصفهانی، ۱۳۷۸، ۱۱۰).

فرش‌هایی که دارای نخ‌های پرز پشمی هستند، باید در برابر لکه‌های احتمالی در اثر ریختن قهوه، چای و نوشیدنی‌های معمول و سایر مایعات و لکه‌های غذا که دارای مواد رنگین هستند محافظت شوند. درجه‌ای از محافظت به‌وسیله عمل‌آوری با ترکیبات شیمیایی فلوئور حاصل می‌شود که مقاومت لکه را کم می‌کند و آن را به سطح نخ‌های پرز آزاد می‌نماید. بنابراین اگر عملیات پرداخت فرش که برای صاف‌نمودن سطح فرش با بریدن انتهای نخ‌های پرز فرش انجام می‌گردد، پس از عملیات ضدلک نمودن انجام شود، سبب می‌شود انتهای نخ‌های پرز آزاد شده و به‌طور نسبی غیرمحافظت‌شده باشند. عمل‌آوری با ترکیبات شیمیایی فلوئور علاوه بر ضدلک کردن، محصول را ضد گرد و غبار نیز می‌کند. با این وجود بعضی از لکه‌ها که ساختمان مشابه رنگزاهای اسیدی دارند اگر سریع پاک نشوند، فرصت می‌یابند تا به‌صورت شیمیایی جذب الیاف شده و الیاف را رنگ کنند. در این‌صورت ترکیبات فلوئور به‌تنهایی نمی‌توانند این عیب را برطرف کنند. در روش بلوکه کردن لکه‌ها از جذب شیمیایی لکه‌ها که حاوی رنگدانه بوده و مثل رنگزاهای اسیدی عمل می‌کنند، جلوگیری می‌شود. بنابراین به‌کارگیری مشترک یک بلوکه‌کننده لکه و یک ترکیب شیمیایی فلوئور برای نخ‌های پرز فرش منجر به افزایش مقاومت در برابر لکه و گرد و غبار می‌شود

کوک و ویگمان (Cooke & Weigmann, 1990, 5) در تحقیقاتی که روی فرآیند بلوکه نمودن لکه انجام دادند، بلوکه‌کننده‌های لکه را به‌صورت زیر تقسیم‌بندی کرده‌اند:

۱- فنولیک‌ها: سیستم‌های شامل حلقه‌های آروماتیک با گروه‌های هیدروکسیل. اینها شامل فنول، کروزول، نفتول و بیس فنول هستند. این محصولات معمولاً شامل گروه‌های سولفونیک اسید بوده و در فرم نمک‌های فلزی به‌کار برده می‌شوند.

۲- تیوفنولیک‌ها: این مواد به‌وسیله واکنش فنول‌ها با سولفور یا مونوسولفور یا دی‌کلراید تشکیل می‌شوند. مونو بیس فنول‌ها یا الیگومرهای تیوفنول‌ها که سولفونه و فلزی شده‌اند نمونه‌های معمول بلوکه‌کننده‌های لکه هستند.

۳- دی‌هیدروکسی دی‌فنیل سولفون: این محصولات شبیه گروه (۱) هستند که شامل هیدروکسیل و گروه‌های سولفونیک هستند و به‌صورت نمک‌های لیتیم، پتاسیم و سدیم به‌کار گرفته می‌شوند.

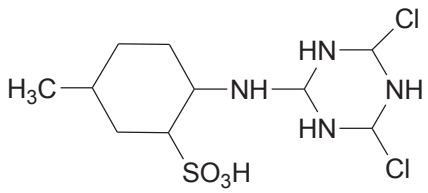
٤- غیرآروماتیکی: این محصولات دارای ساختار شیمیایی خطی، زنجیرهای شاخه‌دار و یا سولفون‌های سیکلو آلیفاتیک هستند. ساختار دقیق شیمیایی کامپوزیت‌ها (ترکیبات)، سایز مولکولی، درجه پلیمریزاسیون و درجه سولفوناسیون اغلب بلوکه‌کننده‌های تجاری لکه دقیقاً شناخته‌شده نیستند و البته کارآیی دقیق آنها به عوامل فوق، روش کاربرد و عملیات حرارتی بستگی دارد. حرارت سبب کاهش

جرم مولکولی نسبی شده و نفوذ به درون الیاف را راحت‌تر و سریع‌تر می‌کند در صورتی که بزرگ‌تر شدن جرم نسبی بلوکه‌کننده لکه سبب می‌شود بلوکه‌کننده لکه به بخش‌های داخلی الیاف نفوذ کنند.

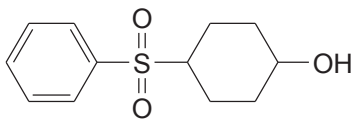
به‌دلیل روش متداول در به‌کارگیری بلوکه‌کننده‌های لکه، غلظت این مواد در نزدیک سطح الیاف زیاد شده و اثر مقاومت لکه می‌تواند با مرور زمان، مصرف و سایش نخ‌های پرز فرش کاهش یابد.

با ترکیبات شیمیایی و مواد بلوکه‌کننده لکه و برای اطمینان از اینکه انتهای الیاف کاملاً با مواد آغشته شده انجام گیرد تا محافظت در برابر لکه‌شدن افزایش یابد.

تکمیل پارچه‌های ابریشمی با استفاده از لامپ‌های VUV این خاصیت را به پارچه‌های ابریشمی می‌دهد که یک روی پارچه خاصیت آب‌دوستی و سطح دیگر خاصیت ضدآب داشته باشد. در تحقیقی (Kelson & Holt, 1992) با تابش سطح ابریشم به‌وسیله لامپ



2-(4,6-dichloro-1,3,5-triazinan-2-ylamino)-5-methylcyclohexane-1-sulfonic acid



4-(phenylsulfonyl)cyclohexanol

شکل ۱. ساختمان شیمیایی مواد مناسب جهت ضدآب و لکه کردن فرش ابریشمی: ساختار بالا Sandospace R ساختار پایین Thiotan CAS (مأخذ: Hu and Yuan, 2011)

در تحقیقات انجام شده در مورد الیاف پشم فرش مشخص شده که به‌کارگیری مخلوط دی‌کلروتری آزین فعال شده نسبت به الیاف تمایل زیاد دارند. استفاده از Sandospace R از شرکت کلاریانت به‌همراه Thiotan CAS در ترکیب با کندانسه آریل سولفونات یا فرمالدئید یک اثر افزایشی در عملیات ضدلک و آب نمودن دارند. ساختمان شیمیایی این دو ماده در شکل ۱ نشان داده شده است.

برای فرش‌هایی که نخ‌های پرز بریده دارند بهتر است، فرآیند اسپری کردن ملایم سطح فرش

UV در محدوده ۱۷۲ نانومتر، سعی بر آن شد تا با استفاده از این لامپ‌ها یک طرف از سطح ابریشم را ضدآب نمایند و با افزایش خاصیت آب‌گریزی روی یک سطح خاصیت دفع لکه را بهبود دهند و با حفظ خاصیت آب‌دوستی در سطح دیگر که با پوست بدن در تماس است و حفظ خاصیت آب‌دوستی و جذب رطوبت بدن، احساس راحتی را فراهم نمایند.

در تحقیقات دیگری (Periyasamy et al., 2007; Tunad & Daoud, 2009) با استفاده از نانو ذرات اکسید تیتان TiO_2 سعی شده تا خاصیت

گلجام
دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۲۶
پاییز و زمستان ۱۳۹۳

آب‌گریزی و خودتمیزکنندگی به ابریشم داده شود. به‌منظور داشتن خواص خودتمیزکنندگی، پشم‌های نیوزیلند با به‌کارگیری تکنیک سل ژل (Hu & Yuan, 2011; Yuang, et al. 2008) با استفاده از مشتقات اکسید تیتان (تترا ایزوپروپوکساید تیتانیوم) در محلول اسید استیک یخی (یا اسید نیتریک و یا اسید هیدروکلریک) عمل‌آوری شدند. خواص پایداری نوری و خودتمیزکنندگی قبل و بعد از فرآوری با تکنیک فوق اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد به‌کارگیری اسید نیتریک در محلول سل ژل سبب کاهش پایداری نوری و افزایش اکسایش نوری نمونه‌ها می‌شود. همچنین زردی نمونه‌های فوق در تابش نور UV نیز بیش از نمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط به‌کارگیری اسید هیدروکلریک بود. در صورتی که با به‌کارگیری اسید هیدروکلریک در سل ژل نه‌تنها تخریب نوری اتفاق نمی‌افتد بلکه پایداری نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های عمل نشده با افزایش نفوذپذیری جریان هوا از نمونه‌های پوشش داده شده به‌دلیل یکنواختی در پوشش سطح افزایش نیز یافت (چون پرزهای سطحی را که سبب بلوکه شدن جریان هوا می‌شدند، کاهش داده است).

استفاده از پلاسما در درجه حرارت پایین برای بهبود خواص آب‌گریزی سطح ابریشم مورد توجه محققان قرار گرفته است (Wang & Qiu, 2012; Chaivan, et al. 2005). مزیت این روش ایجاد لایه آب‌گریز در مقیاس اتمی روی سطح کالا است، بدون اینکه تغییری در خواص توده ایجاد نماید.

در تحقیقی دیگر (Tunad & Daoud, 2009) از محلول پلی دی‌متیل سیلوکسان در هگزان در ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت در حمام آبی و تکان دادن آرام، فیلمی مناسب روی کالا ایجاد نمودند. پس از این مدت نمونه‌ها با هگزان تازه آب‌کشی شدند و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ ساعت قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند. نمونه‌های عمل‌شده با این ماده با اندازه‌گیری زاویه تماس قطره مورد ارزیابی قرار گرفتند. عکس‌های میکروسکوپی SEM که از نمونه‌ها تهیه شد نشان داد که نمونه‌های عمل‌آوری شده سطحی صاف‌تر و یکنواخت پیدا کرده‌اند. زاویه تماس برای ارزیابی میزان آب‌گریزی نمونه‌ها نشان داد که مقدار زاویه تماس از ۷۶ درجه به ۱۱۷ درجه افزایش یافته است. این اختلاف ۴۱ درجه‌ای نشان می‌دهد که نمونه‌های عمل شده با پلی دی‌متیل سیلوکسان به مقدار زیادی آب‌گریز شده‌اند.

فرش دست‌باف یک کالای هنری اصیل ایرانی است که به‌عنوان سرمایه‌ای مطمئن در بین مردم دنیا شناخته شده است. حال اگر مصرف‌کنندگان آن اطمینان حاصل نمایند، فرش دست‌بافی که مبلغ زیادی جهت خرید آن پرداخت نموده‌اند با بهره‌گیری از تکنولوژی روز دنیا طول عمر طولانی‌تری پیدا کرده است با اشتیاق بیشتری جهت خرید آن اقدام می‌نمایند. شالوده فرش دست‌باف نخ‌های تشکیل دهنده آن است که به‌عنوان نخ‌های چله، پرز و پود در بافت و تولیدش به‌کار رفته‌اند. هرچه کیفیت مواد اولیه مورد استفاده بالاتر باشد، بالطبع طول عمر کالا نیز بالاتر خواهد بود. اما علی‌رغم تمام تلاش‌ها جهت به‌کارگیری مواد اولیه با کیفیت خوب و مناسب گاهی اوقات در شرایط مصرف و به‌کارگیری کالا اتفاقاتی می‌افتد که اجتناب‌ناپذیر است. بخش عمده‌ای از فرش دست‌باف به‌عنوان مهمترین کف‌پوش لوکس مورد مصرف در منازل، کاخ‌ها، تالارها و... در کف زمین گسترده می‌شوند که در معرض آلودگی‌های زیادی خواهند بود. این آلودگی‌های محیطی نظیر گرد و غبار کفش گازهای صنعتی (هوای بیرون)، دود سیگار و... را می‌توان با رعایت موارد بهداشتی بسیار کم و به حداقل رساند، اما بخشی دیگر که نظیر آلودگی‌های ناشی از ریختن غذا، آب میوه، چای یا قهوه، ادرار حیوانات

و... خیلی قابل کنترل نیستند. لذا اگر فرش گران‌قیمت دست‌باف در برابر این قبیل آلاینده‌ها مقاوم شود نیاز به فرآیند لکه‌گیری و شست‌وشـــو کمتر و طول عمر آن بیشتر خواهد شد. استفاده از مواد ضدآب، ضدلکه و چربی امروزه در صنایع نساجی از جمله فرش‌های ماشـــینی نایلونی که نسبت به سایر فرش‌های ماشینی مثل پلی‌استر یا اکریلیک جذب رطوبت بیشتری دارد، مصرف زیادی پیدا کرده است و تحقیقات گسترده‌ای جهت تولید موادی با کارآیی بالا انجام شده و همچنان ادامه دارد (Jones & Dennis; Potter, et al). حال با در نظر گرفتن قیمت بسیار بالای فرش‌های دست‌باف نسبت به فرش‌های ماشینی، به‌کارگیری این تکنولوژی در فرش دست‌باف با در نظر گرفتن خصوصیات این فرش دوچندان می‌گردد. در بین انواع فرش دست‌باف، فرش‌های ابریشـــمی دارای قیمت بسیار بالا و ارزش افزوده زیادی هستند، بنابر این به‌دلیل قیمت بسیار بالا افـــزودن یک فرآیند به نام ضدآب یا ضدلک کردن در خلال تولید آن ارزش بسیار زیادی خواهد داشت. زیرا اولاً به‌کارگیری مواد با خواص مورد نظر در مقایســـه با قیمت تمام‌شـــده فرش ابریشمی روی قیمت نهایی کالا تأثیر چندانی نخواهد داشت. ثانیاً با توجه به اینکه حساســـیت مردم در هزینه کردن بیشتر شده است، لذا اگر اطمینان حاصل کنند که فرش خریداری شده آنها نســـبت به تمام آلودگی‌ها مقاوم‌ســـازی شده و دارای طول عمر بیشـــتری است، نسبت به خرید و پرداخت هزینه تردید نخواهند داشت.

در این تحقیق سعی می‌شود امکان‌سنجی به‌کارگیری مواد ضدآب و لکه از نوع مشـــتقات سیلیکونی روی فرش دست‌باف ابریشمی بررســـی گردد. از آنجا که پس از اتمام بافت فرش شست‌وشوی آن و استفاده از مواد شیمیایی در فرآیند شور اجتناب‌ناپذیر است، لذا اســـتفاده از مواد ضدلک و آب در فرش بافته شده مد نظر این تحقیق است.

آزمایش‌ها: مواد و وسایل مورد نیاز

نخ ابریشـــمی مناســـب نخ پرز فرش دست‌باف دولا، نـــخ چله پنبه‌ای ۱۶ لا ۵ متریک، رنگ اســـیدی متال کمپلکس ۲:۱ با نام Isolan dark blue 2S-GL.01، اسید استیک گلاســـیال 85%، پارافین از نوع با نقطه ذوب، از مشـــتقات نانو دی‌متیل پلی سیلوکســـان از شـــرکت سوئیســـی Bohler، غلتک خـــاردار فلزی، ظرف اســـپری‌کردن، هیتر، قطره چکان، لوله آزمایش و زمان‌ســـنج، میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین و دوربین عکاســـی دیجیتالی با وضوح ۱۰ مگاپیکسل، دســـتگاه میکروســـکوپ الکترونی روبشـــی SEM، ســـاخت کمپانی Tescan کشـــور چـــک و مجهز به دســـتگاه (EDX, SiriusSD Energy Dispersive X ray) ســـاخت کشـــور چک (واقع در پژوهشگاه شیمی). دســـتگاه‌های سنجش ثبات نوری Xenotest و شست‌وشویی Lunderometer (واقع در دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه امیرکبیر).

آماده‌سازی نمونه‌ها

نخ‌های ابریشـــمی در کلاف‌هـــای ۱۰ گرمی توزین شـــدند. پس از توزین، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد با g/Lit ۲ شوینده غیریونی و ۰/۵٪ بی‌کربنات ســـدیم در حجمی ۳۰ برابر وزن کالا از آب شست‌وشو داده شدند. پس از شست‌وشو با آب ولرم کاملاً آب‌کشـــی شدند. کالای شسته‌شده مرطوب به‌صورت کلاف باز وارد حمام آب ۴۰ درجه ســـانتی‌گراد شده سپس اسیداســـتیک مورد نیاز برای داشتن pH برابر ۴/۵ که مقدارش حساب شده بود، به حمام رنگرزی اضافه گردید. ۱۰ دقیقه زمان داده شد تا کلاف با اســـید آغشته شود. سپس رنگزای محلول اضافه گردید. حمام رنگـــرزی در مدت ۴۵ دقیقه به دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و ۶۰ دقیقه در این دما رنگرزی ادامه یافت. کلاف در حین رنگرزی

کاملاً باز شد تا رنگ به تمام قسمت‌های آن نفوذ کند. هـــر از چند گاهی حمام رنگـــرزی هم خورد تا تمام قســـمت‌های کلاف با محلول حمام آغشته شود. در طول فرآیند رنگرزی تمام قســـمت‌های کلاف داخل حمام بود تا رنگرزی یکنواختی حاصل شود.

پس از اتمام رنگرزی کلاف‌های رنگ‌شده با آب ولرم و کمی شـــوینده غیریونی برای خروج رنگ‌های جذب‌نشـــده ســـطحی شست‌وشـــو داده شد. سپس کلاف‌ها کاملاً از هم باز شده، آویزان و خشک شدند.

تهیه نمونه‌های فرش ابریشمی

نمونه‌های کوچکی در ابعاد ۵×۵ سانتی‌مترمربع به دو صورت گلیم (شبیه‌سازی از قسمت گلیم‌بافت فرش) و فرش بافته شـــدند. در هر دو نمونه از چله پنبه‌ای جهت سهولت بافت استفاده شد. فرش‌های ابریشمی در رج‌شمار ۳۵ بافته شدند. این رج‌شمار تراکم بالای نخ‌های پـــرز را ایجاد نمی‌کند و جهت شبیه‌ســـازی مناسب اســـت. در مجموع ٤ نمونه فرش و ٤ نمونه گلیم تهیه گردید.

انجام آزمایش‌های آب‌گریز نمودن

پس از اینکه بافت نمونه‌ها تمام شد، سطح فرش‌های بافته شـــده به‌دقت پرداخت گردید تـــا جای ممکن صاف و یکدســـت باشـــد. هر دو نمونه‌های فرش و گلیم با آب ولرم و شـــامپو شست‌وشـــو داده شدند تـــا آلودگی‌هایی که در حین بافت روی ســـطح قرار گرفته بودند برطرف شـــوند. سپس نمونه‌ها با استفاده از نور غیرمستقیم خورشید و جریان هوای داغ کاملاً خشک شدند. ســـطح نمونه‌های فرش و گلیم پس از شست‌وشـــو که کاملاً خشک شـــده بودند با استفاده از نانو پلی دی‌متیل ســـیلو کسان تحت عملیات قرار گرفتند. محلول پلیمری ســـیلیکون کـــه محتوی نانو ذرات ســـیلیکون است از فاصله ۱۰ سانتی‌متری روی سطح نمونه‌ها اسپری شدند. در مورد نمونه‌های فرش اســـپری کردن توأم با غلتک‌زنی سطح فرش با غلتک خـــاردار بود تا مواد در بین نخ‌هـــا کاملاً نفوذ نماید. نمونه‌ها با اســـتفاده از استانداردهای AATCC, 22, 175 (۱۸-۱۷) که شرح آنها آورده شده مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

آزمون استاندارد جهت ارزیابی میزان آب‌گریز شدن کالا

خاصیت آب‌گریزی در نمونه فرش ابریشمی با محلول پلی دی‌متیل سیلوکســـان مورد آزمایش قرار گرفت. ســـطح بسیار نازکی از این ماده به‌وسیله اسپری کردن ایجاد گردید، سپس نمونه فرش در شرایط آزمایشگاه قرار گرفت تا کاملاً خشـــک شـــود. بـــا قطره‌چکان، قطره‌هایـــی از آب مقطر در چند نقطه از گلیم و فرش ابریشمی عمل‌آوری شده و فرش و گلیم خام ریخته شد. زمان نفوذ و پخش قطره روی سطح گلیم و فرش به‌وسیله کورنومتر اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. زمان نفوذ قطره آب در نمونه‌های عمل‌آوری شده با پلی دی‌متیل سیلوکسان. نیز پس از شست‌وشو

نمونه	فرش خام	فرش عمل‌آوری شده با پلی دی‌متیل سیلوکسان	فرش عمل‌آوری شده پس از شست‌وشو یک مرحله	گلیم خام	گلیم عمل‌آوری شده
زمان نفوذ قطره	۵> ثانیه	۱۵< دقیقه	۵< دقیقه	۵> ثانیه	۱۵ < دقیقه

(مأخذ: نگارنده)

نتایج در جدول ۱ نشـــان داده شـــده است. زمان مشاهده ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد. در مورد نمونه‌های عمل شـــده فرش و گلیم در مدت زمان آزمایش نفوذ قطره، هیچ تغییری در ابعاد قطره روی ســـطح نمونه‌ها صورت نگرفته است. یعنی خاصیت ضدآب نمودن با قابلیت بسیار بالا روی فرش‌ها ایجاد شده است.

برای سنجش پایداری عملیات ضدآب و لک انجام شده روی نمونه‌ها، آنها شست‌وشو داده شده و مجدداً آزمایش ســـنجش نفوذ قطره تکرار گردید. نتایج درج شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که فرآیند شست‌وشو خاصیت ضدآب ایجاد شده را به مقدار جزئی کاهش داده اما هنوز این خاصیت با توجه به زمان نفوذ قطره در مقایسه با نمونه‌های خام قابل توجه است. احتمالاً دلیل کاهش جزئی به‌دلیل خاصیت ســـه‌بعدی فرش دست‌باف است.

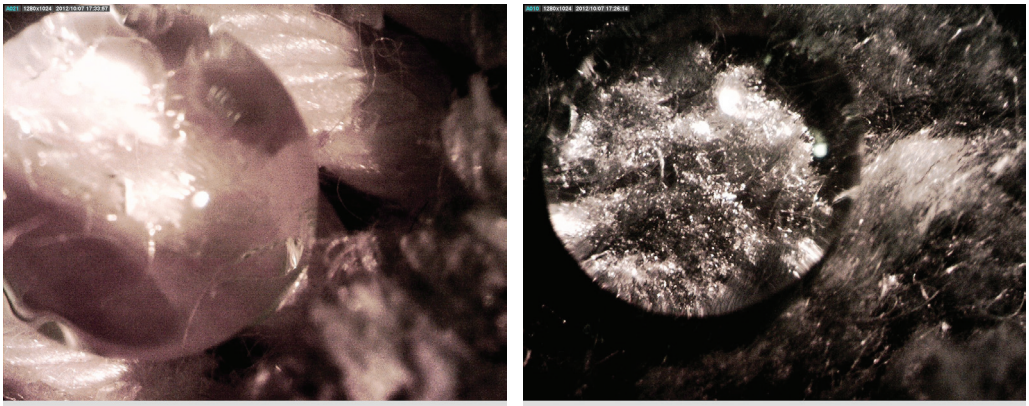
اندازه‌گیری زمان لازم جذب رطوبت

برای این منظور از آزمون فیتیله‌ای شدن یا زمان جذب رطوبت استفاده شـــد. دو نخ فیلامنتی ابریشمی یکی خام و دیگری پوشش داده شده با ماده مورد آزمایش (هر دو رنگرزی شده) به طول یکسان انتخاب شدند. برای اینکه تاب و فر خوردگی تأثیری در طول نگذارد یک گیره به انتهای هر دو نخ وصل شد. سپس انتهای رشـــته نخ‌ها که به گیره متصل بـــود در آب مقطر ۲۵ درجه ســـانتی‌گراد که در لوله آزمایش ریخته شـــده بـــود، قرار گرفت، به‌طوری که ســـطح انتهایی نخ در لبـــه آب بود. ارتفاع بالا آمـــدن آب در مدت ۱۵ ثانیه اندازه‌گیری شـــد. پس از ۱۵ ثانیه در رشته نخ ابریشم خام، آب تـــا ارتفاع ۲۳ میلی‌متر نفـــوذ کرده بود در صورتی که ارتفاع آب بالا آمده در نخ پوشـــش داده شده فقط ۲ میلی‌متر بود.

مطالعات میکروسکوپی

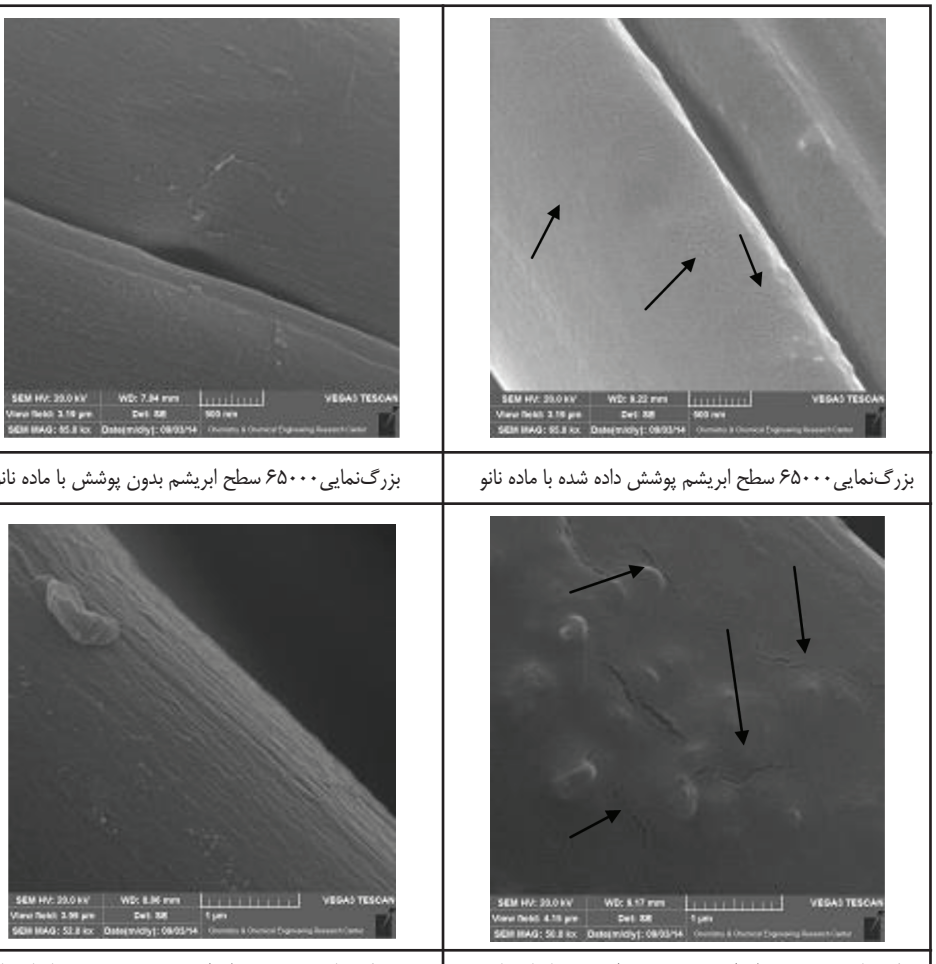
به سه طریق اســـتفاده از میکروسکوپ نوری، عکس دیجیتالی و میکروسکوپ الکترونی سطح نمونه‌های الیاف ابریشم قبل و بعد از تکمیل با ماده ضدآب مورد مطالعه قرار گرفت.

در شـــکل ۲ با اســـتفاده از میکروسکوپ نوری تصویر قطره آب مقطر روی ســـطح فرش و نخ ریشه گرفته شـــده اســـت. انعکاس نور از روی قطره آب و تصویر نخ‌های پشـــت قطره کمی وضوح شـــکل را کاهش داده اســـت. اما شـــکل کاملاً کروی قطره در عکس کاملاً مشخص است.



شکل ۲. تصویر قرارگیری قطره روی سطح فرش شکل سمت راست و ریشه‌های آن شکل سمت چپ (نمونه فرش تکمیل شده با ماده ضدآب) با میکروسکوپ نوری بزرگ‌نمایی ۶۵۰ (مأخذ: نگارنده)

شکل ۳. تصویر قطره روی سطح فرش (شکل سمت راست فرش تکمیل شده با ماده ضدآب و شکل سمت چپ فرش خام) (مأخذ: نگارنده)



بزرگ‌نمایی ۶۵۰۰۰ سطح ابریشم پوشش داده شده با ماده نانو	بزرگ‌نمایی ۶۵۰۰۰ سطح ابریشم بدون پوشش با ماده نانو
بزرگ‌نمایی ۵۲۰۰۰ سطح ابریشم پوشش داده شده با ماده نانو	بزرگ‌نمایی ۵۲۰۰۰ سطح ابریشم بدون پوشش با ماده نانو

شکل ۴. تصاویر SEM مربوط به نمونه الیاف ابریشم خام و تکمیل شده (مأخذ: نگارنده)

در شـــکل ۳ نحوه قرارگیری قطره روی ســـطح فرش قبل و پـــس از تکمیل با مـــاده ضدآب مورد مطالعه قرار گرفته است. در سطح فرش تکمیل شده با ماده ضدآب کننده، مشاهده می‌شود که شکل قطره کاملاً کروی اســـت. در صورتی که در شـــکل چپ مربـــوط به فرش خام که عملیـــات تکمیلی روی آن انجام نشـــده قطره آب کاملاً روی سطح فرش پخش شده و درون آن نفوذ کرده است.

از آنجا کـــه ماده تکمیل ضدآب مورد اســـتفاده به‌صورت یک روکش روی ســـطح می‌نشـــیند لذا با اســـتفاده از میکروســـکوپ الکترونی روبشی سطح نمونه خام و نمونه عمل شـــده الیاف ابریشـــم مورد مطالعه قرار گرفت. در تصاویر SEM ســـطح نمونه الیاف عمل شده ترک‌های مویی را نشان می‌دهد. این ترک‌ها احتمالاً مربوط به روکش ماده نانو اســـت که پس از خشک شـــدن به‌صورت ترک‌دار روی سطح باقی مانده است. ســـطح نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی‌های مختلف از ۲۳۰۰ تا ۶۵۰۰۰ مورد مطالعه قرار گرفت، شـــکل ترک‌های مویی فقط در ســـطح نمونه الیاف عمل شده با ماده ضدآب کننده مشاهده گردید.

سنجش عناصر روی سطح، آزمون EDX (Energy Dispersive X ray)

این تکنیک که برخی اوقات به آن EDS یا EDAX هم می‌گویند، روشـــی برای مشخص کردن ترکیب عنصری یک نمونه یا بخشـــی از یک نمونه اســـت. معمولاً آزمون EDX به‌تنهایـــی به‌کار نمی‌رود بلکه سیستمی اســـت که به‌همراه میکروسکوپ الکترونی عبوری SEM بـــوده و در حقیقت بخشـــی از این میکروسکوپ به‌شمار می‌رود.

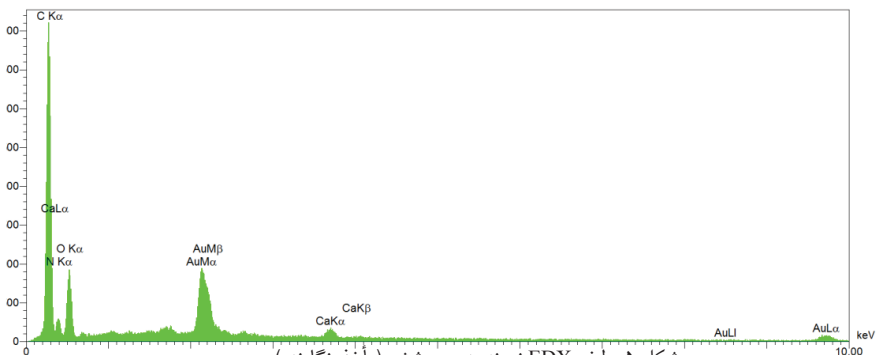
در این روش ســـطح نمونه توســـط یک اشـــعه الکترونی درون میکروســـکوپ تحـــت بمباران قرار گرفتـــه و بـــا برخـــورد الکترون‌های این اشـــعه به الکترون‌های مربوط به اتم‌های نمونه تحت بررسی، برخـــی از این الکترون‌ها از جای خودشـــان خارج می‌شوند. با توجه به اینکه جای اتم‌ها نمی‌تواند خالی بماند و باید به حالت تعادل برسند، الکترون‌هایی از لایه‌هـــای بالاتر اتمی به این جـــای خالی مهاجرت کـــرده و جای آن را پر می‌کنند. برای انجام این عمل الکترون‌های لایه‌های بالاتر که انرژی بیشتری دارند، بایستی بخشـــی از انرژی خود را از دست بدهند تا به ســـطح انرژی لایه جدید رسیده و پایدار باشند که این انرژی به‌صورت اشـــعه ایکس منتشـــر می‌گردد. مقدار انرژی آزاد شـــده بستگی نوع لایه‌ها دارد، هم لایه‌ای که الکترون از آن جدا شـــده و هم لایه‌ای که الکترون به آن مهاجرت می‌کند. از طرفی اشعه ایکس اتم‌های هر عنصر مقـــدار انرژی منحصر به‌فردی در حین انتقال از لایه‌ای به لایه دیگر اتمی از خودشان ســـاطع می‌کنند. بنابراین با اندازه‌گیری مقدار انرژی موجود در اشـــعه ایکس آزاد شده در یک نمونه در حین بمباران توســـط اشعه الکترونی می‌توان نوع اتم موجود را مشخص نمود.

خروجی یک آنالیز EDX طیف EDX اســـت. طیف EDX فقط یک نمودار اســـت که بر اســـاس دریافت انرژی ایکس از هر ســـطح انرژی رسم شده است. یعنی شدت انرژی بر حسب غلظت؛ هر یک از پیک‌های نشان داده شده در این نمودار مختص یک اتم بوده و بنابراین نشـــانگر فقط یک عنصر هستند. پیک‌هـــای با ارتفاع بیشـــتر در طیف به معنی غلظت بیشـــتر عنصر مورد نظر در نمونه است. در خصوص طیف Edx این نکته را باید ذکر کرد که نوع اشـــعه X آزاد شده ممکن است متفاوت باشد، به‌طور مثال اگـــر الکترون از لایه L به لایـــه K مهاجرت کند به اشـــعه آزاد شـــده پیک K-Alpha(Kα) و به پیک ناشی از مهاجرت الکترون از لایه M به لایه K پیک K-Beta(Kβ)می‌گویند. (Goldstein, 2003)

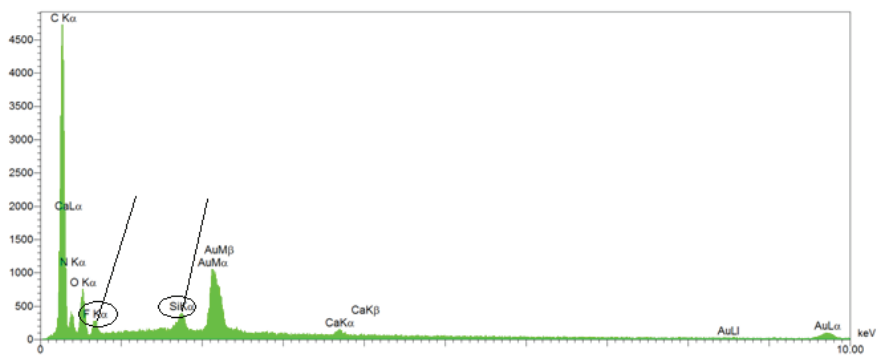
در طیف مربـــوط به تصاویـــر EDX در نمونه پوشش داده شده با مشتقات نانو مشاهده می‌شود که پیک‌های جدید مربوط به عناصر فلوئور و ســـیلیس در نمودار شـــکل گرفته اســـت. این موضوع بیانگر اتصال ماده تکمیل ضدآب مورد استفاده روی سطح الیاف اســـت. همچنین شـــدت پیک‌های مربوط به عناصر کربن و اکســـیژن نیز نسبت به نمودار EDX نمونه پوشـــش نداده، افزایش یافته اســـت که بیانگر اتصال ماده نانو یا به‌عبارت دیگر افزوده شـــدن ماده مورد استفاده روی سطح الیاف ابریشم است.

آزمایش اسپری کردن آب (شبیه‌سازی از ریختن محلول‌هایی با حجم زیاد و یا باران روی سطح)

مطابق روش اســـتاندارد AATCC 22- 2010 آزمون اســـپری کردن آب روی نمونه‌ها انجام گرفت. نمونه فرش روی ســـطح شـــیب‌دار با زاویه ٤٥ درجه قرار گرفت. ظرف اســـپری در فاصله ۱۵ ســـانتی‌متری از ســـطح نمونه و به‌صورت عمود بر سطح فرش واقع شد. سپس به‌مدت ۱۵ ثانیه سطح فرش اسپری گردید. پس از آن میزان خیســـی در نمونه یعنی تغییر رنگی که در اثر نفوذ آب ایجاد شـــده با مقیاس داده شده در روش اســـتاندارد ارزیابی شد. نتیجه ارزیابی نمونه‌ها در آزمون اسپری در جدول ۲ داده شده است.



شکل ۵. طیف EDX نمونه بدون پوشش (مأخذ: نگارنده)



شکل ۶. طیف EDX نمونه با پوشش ماده نانو (مأخذ: نگارنده)

جدول۲. میزان تری سطح با توجه به مقیاس‌های استاندارد

نمونه	فرش خام	فرش عمل‌آوری شده با پلی دی‌متیل سیلوکسان	گلیم خام	گلیم عمل‌آوری شده با پلی دی‌متیل سیلوکسان
میزان تری سطح	70 IS0 (1)	50 IS0 (1)	70 IS0 (1)	70 IS0 (1)

(مأخذ: نگارنده)

آزمایش لکه‌گذاری

مطابق با روش استاندارد شرح داده شده در AATCC ۲۰۰۸– ۱۷۵ – به شرح زیر آماده شد.

اسید سیتریک به مقدار ۳/۲ گرم در ۱۰۰۰میلی‌لیتر آب حل شده و سپس ۰/۵ سی‌سی از محلول رنگزای اسیدی قرمز به آن افزوده شد. PH محلول با اسیدسیتریک حدود ۳/۲ گرم به ۲/۸ رسانده شد. در شرایط محیط آزمایشگاه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ٦٥٪ رطوبت نسبی، سپس ۲۰ میلی‌لیتر از این محلول رنگی برای لکه‌گذاری مورد استفاده قرار گرفت. ۲۰ سی‌سی از محلول روی مساحت حدود ۲۵ سانتی‌متر مربع از نمونه فرش‌های عمل‌آوری شده با محلول پلی دی‌متیل نانو سیلوکسان و نمونه خام از فرش ابریشمی ریخته شد. با کف بشر روی محلول ریخته شده فشار داده شد تا از نفوذ کامل محلول اطمینان حاصل شود (شبیه‌سازی از زمانی که روی محلول ریخته شده روی فرش راه بروند). این کار سه مرتبه تکرار شد. البته هنگام اعمال فشار به‌وسیله ته بشر دقت شد که اعمال نیرو فقط عمودی باشد از چرخش و یا کشیدن بشر به سطح فرش جلوگیری شد زیرا ممکن بود، سبب سایش سطح فرش و خروج فیلم پلی دی‌متیل سیلوکسان تشکیل شده روی سطح شود.

پس از اینکه محلول استاندارد لکه‌گذاری روی نمونه‌ها ریخته شد، نمونه‌ها در زیر آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و کاملاً خشک شدند. پس از اینکه نمونه‌ها خشک شدند، میزان لکه‌گذاری با مشاهده نمونه‌ها در شرایط استاندارد ارزیابی گردید. جهت مشاهده، نمونه‌ها روی سطح شیبدار با زاویه ٤٥ درجه نسبت به موقعیت چشم مشاهده‌کننده زیر نور مستقیم روز و فاصله ٤٥ سانتی‌متری چشم مشاهده کننده از سطح نمونه مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر نمونه لکه‌گذاری شده با نمونه مشابه لکه‌گذاری نشده ارزیابی شد. عدد ۱۰ یعنی هیچ لکه‌گذاری اتفاق نیفتاده و عدد ۱ یعنی لکه‌گذاری شدید است.

بین دو نمونه ضدآب شده با مشتقات پلی سیلوکسان و نمونه خام لکه‌گذاری شده، میزان لکه‌گذاری روی نمونه خام کمی بیشتر به‌نظر می‌رسد. نتیجه جالبی که به‌دست آمده این است که با وجود این که نمونه‌ها پس از فرآیند لکه‌گذاری مجدداً تحت شست‌وشو قرار گرفتند، زمان نفوذ قطره همچنان در نمونه‌های عمل‌آوری شده نسبت به نمونه خام بیشتر بود. این نتیجه نشان می‌دهد که مواد به‌کار گرفته شده جهت ضدآب و لکه نمودن فرش ابریشمی دست‌باف حتی در سیکل‌های شست‌وشو مقاوم بوده و کارآیی خود را به‌طور کامل از دست نمی‌دهند.

اندازه‌گیری ثبات‌های عمومی

به‌منظور ارزیابی تأثیر ماده مورد استفاده برای ضدآب و لک کردن فرش ابریشمی، روی رنگ فرش ثبات نوری، شست‌وشویی و لکه‌گذاری قبل و پس از عملیات تکمیل مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. چون روش‌های استاندارد برای نخ و یا پارچه ذکر شده‌اند، لذا در این آزمایش‌ها از نخ پرز ابریشمی استفاده گردید. نتایج آزمایش‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که ماده مورد استفاده تأثیر سوئی روی رنگ فرش ندارد.

جدول ۳. ثبات‌های عمومی قبل و پس از عملیات تکمیل ضدآب روی فرش ابریشمی

ثبات اندازه‌گیری شده / نمونه	شست‌وشو	لکه‌گذاری	نوری
نمونه بدون پوشش	۴-۵	۴-۵	۵
نمونه پوشش داده شده	۵	۴-۵	۵

(مأخذ: نگارنده)

نتیجه‌گیری

این تحقیق به‌منظور مطالعه اولیه برای انجام فرآیند تکمیلی ضدآب و ضدلک کردن فرش دست‌باف با مشتقات نانو صورت گرفت. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داد به‌کارگیری ماده معرفی شده در این تحقیق می‌تواند کیفیت خوبی از فرآیند ضدآب و لک را روی سطح فرش ایجاد نماید.

استفاده از نانو مواد بر پایه مشتقات سیلیکونی روی فرش‌های بافته شده ابریشمی نشان داد که زمان نفوذ قطره آب روی سطح فرش به درون آن بسیار زیاد است، یعنی نمونه‌های مورد آزمایش به‌طور قابل قبولی ضدآب شده‌اند. همچنین ایجاد پیوند شیمیایی با محلول ماده رنگی به زمان نیاز دارد و آنچنان ملکوک‌شدنی که در فرش‌های فرآوری نشده پس از ریختن محلول‌های رنگی نظیر آب میوه یا چای به‌صورت آنی اتفاق می‌افتد، در این نمونه‌ها پس از آزمایش ریختن محلول رنگی مشاهده نشد. این بدان معنی است که نمونه‌های مورد آزمایش به‌طور قابل قبولی ضدلک نیز شده‌اند. ماده مورد استفاده مشتقات نانو پلی دی‌متیل سیلیکون روی زیر دست و نرمی فرش، ثبات نوری و شست‌وشویی تأثیر منفی نداشت. دوام و پایداری آن با توجه به نوع کاربرد فرش‌های ابریشمی قابل قبول است. نظر به اینکه ماده مورد استفاده ۲ سال پیش با گرید آزمایشگاهی تهیه شد نمی‌توان برآورد اقتصادی دقیقی برای مصرف صنعتی ارائه نمود. اما با توجه به مقدار کم مورد نیاز از ماده مذکور در عملیات تکمیلی، قیمت تمام‌شده فرش ابریشم و ارزش افزوده فرش ابریشمی قطعاً این‌گونه عملیات تکمیلی به‌منظور بهبود کیفیت مقرون به‌صرفه خواهند بود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از نتایج طرح پژوهشی خرد که در دانشگاه هنر اجرا شد، استخراج گردیده است. منابع مالی اجرای طرح توسط معاونت پژوهشی دانشگاه هنر تأمین گردید. نویسنده مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه هنر تهران اعلام می‌دارد.

فهرست منابع

- حاجی‌شریفی محسن؛ ساسان‌نژاد جواد (۱۳۷٤) *خصوصیات الیاف نساجی*، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- سیداصفهانی، میرهادی (۱۳۷۸) *تکمیل کالای نساجی*، جلد دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی امیر کبیر، تهران.
- ویسیان، مهندس سیدمحمد (۸۵-۱۳۸۲) *بررسی روش‌های مختلف صمغ‌گیری ابریشم و تأثیر آن بر فرآیند رنگرزی و خواص فیزیکی و مکانیکی آن*، کد طرح ۰۱-۰۹۱۰۲۵۲۰۰۰-۸۲ (وزارت جهاد کشاورزی- مرکز تحقیقات فرش دست‌باف).
- AATCC Test Method 175-2008, Stain Resistance: Pile Floor Coverings.
- AATCC Test Method 22-2010,Water Repellency: Spray Test.
- Chaivan, P.; Pasaja, N.; Boonyawan, D.; Suanpoot, P.; Vilaithong T. (2005) "Low-temperature Plasma treatment for hydrophobicity improvement of silk," *surface & coating technology* 193, 356-360.
- Cooke, V. F.; Weigmann, H. D. (1990) *Rey. Prog.* Coloration, Vol. 20, No. 10.
- Goldstein J. I., et al. (2003) *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, 3rd ed., Plenum Press, New York.
- Hu, Y.; Yuan J. H. (2011) "A hydrophobic bobby silk preparation using sol-gel techniques," *Advanced materials research*, Vol. 175-176, 276.
- Jones, Jr.; Dennis J. (?) "Method for manufacturing a carpet with improved liquid barrier properties," *U.S. Pat.*, No. 7, 157, 121.
- Kelson, Jennie S.; Holt, Leo A. (1992) "Chromatographic separation of the components of commercial syntans and assessment of their effectiveness as stain-blocking agents for wool," *Journal of the Society of Dyers and Colorists*, Vol. 108, Issue 7-8, pp. 327–331.
- Periyasamy, S.; Gulrajani, M.L.; Gupta D. (2007) "Preparation of a multifunctional mulberry silk fabric having hydrophobic and hydrophilic surface using VUV excimer lamp," *Surface & coating technology* 201, 7286-7291.
- Potter, Jerry F.; Brown, W. Lamar (?) "Method and apparatus for foam treating pile fabrics," *Patent application* No. 5, 219, 620.
- Schindler, W.D.; Hauser, P.J. (2004) *Chemical Finishing of Textiles*, Woodhead publishing, pp. 187-200.
- Tung, Wing Sze; Daoud, Walid A. (2009) "Effect of wettability and silicone surface modification on the self-cleaning fictionalization of wool," *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 112, Issue 1, pp. 235–243.
- Tung, Wing Sze; Daoud, Walid A. (2009) "Photo catalytic self-cleaning keratins: A feasibility study Original Research Article," *Acta Biomaterial*, Vol. 5, Issue 1, pp. 50-56.
- Wang, Chunxia; Qiu, Yiping (2012) "Study on wettability improvement and its uniformity of wool fabric treated by atmospheric pressure plasma jet," *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 123, Issue 2, pp. 1000–1006.
- Yuyang, Liu; Xianqiong, Chen; Xin, J. H. (2008) "Hydrophobic duck feathers and their simulation on textile substrates for water repellent treatment," *Bioinsp. Biomim*. 3 046007 (8pp).

Feasibility of Anti-staining and Hydrophobicity Process for Silk Carpet Using Silicone Composition

Zahra Ahmadi
Assistant Professor, School of Applied Arts, Carpet Department, the University of Arts, Tehran.

Abstract
Persian silk rugs are the most intricate, and often most valuable ones among all hand-knotted carpets. Silk is luxurious, lightweight and soft. Additionally fineness of silk carpet is amazing. Then it is very important to improve its quality and useful life time. During its usage, a typical high quality Persian or Oriental silk rug is exposed to many water-based stains. Although there are now a number of luxury silk carpets on the market, oddly enough they stain easily with the simplest of liquids, i.e. water. That can be bad news for investing goods such as carpets made of this expensive fiber. Getting a water stain out of silk can be tricky, but it is possible. Moisture absorbency of natural silk yarns leads to easy staining of these products by these kinds of pollutants such as tea, coffee, juice, etc. as well as their decreased life time. Textile substrates with super hydrophobic surfaces have attracted much attention for industrial applications and it is a very important resource of advanced materials and new technologies; while this is not applied in hand-woven carpet industry. In this paper hydrophobicity of silk carpets with good compatibility has been improved by treatment with Nano-poly di-methyl silicone. The silk substrates were modified with a silicone compound to achieve low surface energy. Dyed silk by metal complex 2:1 acid dyes as pile yarns and cotton warp yarns applied to weaving silk carpets, and kilims. Treatment by nano-poly di-methyl silicone has been done in low temperature. Evaluation of treatments has been done according to AATCC Test Methods. Durability and stability of surface-treatment of silk carpets were measured too. After washing of carpet and dye-injection on the surface of carpet, contact angle and wet-out time measurements on the silk carpets still show much improved hydrophobic properties. The resultant silk carpet exhibits superior water repellent properties.

Keywords: Hydrophobicity, Silk carpet, Anti-staining, Silicone substitutes.