



نانو تکنولوژی

تأثیر نرمکن نانوسیلیکونی

بر روی ثبات سایشی، مقاومت در برابر پرزدهی، همچنین ثبات رنگ کالای کشف

ترجمه: مهندس امیر هلالی*

چکیده

سیلیکون ها به صورت گسترده ای در صنعت نساجی به عنوان نرمکن به کار می روند. نرمکن های سیلیکونی براساس اندازه ذرات به سه دسته ماکرو، میکرو و نانوسیلیکونی تقسیم بندی می شوند. نرمکن های نانوسیلیکونی نسبت به دو گروه دیگر به راحتی وارد ساختار کالا می شوند. براساس این توانایی مصرف تجاری این نرمکن ها به سرعت در حال گسترش است. در این تحقیق کارایی و ثبات رنگی پارچه‌ی کشفی که با نرمکن های نانوسیلیکونی تکمیل شده است، در مقایسه با کالای تکمیل نشده مورد بررسی قرار گرفته است.

خصوصیات چهار نمونه‌ی مختلف از کالای کشفی در زمینه‌ی مقاومت در برابر پرزدهی، سایش، خشک‌شویی و همچنین ثبات شستشویی ارزیابی و نتایج به دست آورده شد. پارچه‌های تکمیل شده با نرمکن نانوسیلیکونی پایداری ضعیفی در مقابل سایش دارند. اما مقاومت در برابر پرزدهی بهتری را به نمایش می‌گذارند. نرمکن های نانوسیلیکونی تأثیر چندانی بر روی خصوصیات ثبات شستشویی پارچه‌های کشفی ندارند.

مقدمه

مرسوم، مواد تعاونی که بر پایه‌ی سیلیکون ها هستند، بسیار مهم تلقی می‌شوند. حتی در میان انواع مختلف نرمکن ها که مصارف تجاری دارند نرمکن های سیلیکونی بیشترین عمومیت را دارند. نرمکن‌های سیلیکونی برگشت پذیری از حالت چروک بهتر، مقاومت در برابر پارگی بالاتر و ثبات سایشی بیشتری را نسبت به نرمکن های کاتیونیک بر روی پارچه‌های صددرد پنبه‌ای تار پودی ایجاد می‌کنند. همچنین نرمکن های سیلیکونی اصلاح شده زیر دست بادوام را در کنار تمایل به زرد شدگی بسیار کم به نمایش می‌گذارند. در بین اسیدهای چرب، میکرو امولسیون پلی سیلوکسان، مخلوط پلی سیلوکسان / اسید چرب، ترکیبات چهار ظرفیتی و آمونیوم و انواع نرمکن های میکرو امولسیون هیدروفیل پلی سیلوکسان، نتایج رضایت بخشی برای استحکام تا حد پارگی، تفاوت رنگ و ثبات نوری را روی پارچه تار پودی پلی استر نشان داده‌اند. از پارچه‌ای که با یک نرمکن بادوام تکمیل شده انتظار می‌رود نه تنها هموار، نرم و لغزنده باشد بلکه زبردست نرم، نفوذپذیری و خواص راحتی خوبی نیز داشته باشد. پارچه‌های تار پودی مخلوط پلی استر تکمیل شده با سیلیکون زبردست خوشایندی دارند ولی به لحاظ راحتی و در نظر گرفتن نفوذپذیری بخار آب نامناسب هستند. پارچه‌های پشمی در هنگام جذب رطوبت دچار بی‌ثباتی ابعادی می‌شوند که این پدیده خاص کالای پشمی می‌باشد

پارچه‌های حلقوی پودی (گردباف) به صورت گسترده ای در زندگی روزمره ما به کار می‌روند. این نوع منسوجات معمولاً در لباسهای ورزشی، لباس‌های راحتی، لباس خواب و زیر، تی شرت و لباس کودکان مورد استفاده‌ی زیادی قرار می‌گیرد. وقتی حلقه‌های بافت در ساختار پارچه‌های کشفی تحت تأثیر نیرو قرار می‌گیرند، تغییر شکل داده و پس از دفع نیرو به حالت اولیه باز می‌گردند. در نتیجه این امکان وجود دارد که با تغییر شکل اندام در حالت حرکت کالا نیز تغییر شکل مناسب داشته باشد. پس کالایی با کارایی بالا همراه با راحتی را خواهیم داشت. مصرف‌کننده‌ها علاوه بر راحتی در پوشاک، انتظار زبردست نرم را نیز دارند. پس نرمکن ها در شستشوی خانگی و در تکمیل کالای نساجی برای بهبود زبردست استفاده می‌شوند. اگر چه اتصال این نرمکن ها به روی سطح لیف به وسیله‌ی جذب ضعیف الکتریکی و بدون هیچ گونه پیوند شیمیایی صورت می‌گیرد، دوام آنها خیلی کم (ضعیف) است. از طرف دیگر پایداری نرمکن‌های سیلیکونی خصوصیات و کارایی مانند برگشت پذیری از حالت چروک، ضد چروک و راحتی پوشش را با زبردست حجیم و نرم بر روی کالای پنبه‌ای بهبود می‌بخشد. با توجه به خصوصیات برجسته و نیروهای بین مولکولی کم و همچنین تأثیرات بسیار چشم‌گیر نسبت به مواد کمکی



مواد اولیه

نرمکن های نانو سیلیکونی، جهت پارچه های کشفاب با طیف گسترده ای از مواد اولیه و با انواع ساختار بافت به منظور شناسایی تأثیرات آنها بر روی خصوصیات ثباتها، مقاومت در برابر پرزدهی و مقاومت سایشی استفاده شدند. چهار نوع مختلف پارچه کشفاب که به صورت گسترده ای مورد مصرف قرار می گیرند، برای این منظور انتخاب شدند. رنگ نمونه ها به صورت تصادفی انتخاب شدند. این انتخاب بدون توجه به اثر رنگ در خواص پارچه انجام شد. جدول ۱ و ۲ به ترتیب خصوصیات پارچه و دستورالعمل رنگرزی را نشان می دهد. در جدول ۳ تفاوت رنگ پارچه های نرمکن خورده و پارچه های بدون نرمکن نمایش داده شده است. در این مقایسه پارچه های بدون نرمکن سیلیکونی به عنوان مرجع پذیرفته شده اند.

بعد از اتمام رنگرزی پارچه ها با نرمکن سیلیکونی به روش پد کردن عمل شدند. غلظت الاستومر پلی آمینو سیلوکسان 20 g/L در نظر گرفته شد و PH بر روی ۵/۵ تنظیم شد. عملیات پد به شکل عرض باز صورت گرفت و بعد از آن پارچه ها به قسمت خشک کن انتقال داده شدند. این مراحل شامل ۶ واحد گرمایی ۱۸۰ و ۱۷۰ و ۱۵۰ و ۱۴۰ و در سرعت خشک کن ۲۵۰ - ۲۲۰ متر بر دقیقه تنظیم شد.

جدول شماره (۳) اختلاف رنگ پارچه های تکمیل شده و تکمیل نشده توسط نرمکن نانوسیلیکونی

نمونه	ΔE	Δh	ΔC	ΔL
۱	۰/۵۷	۰/۲۶	- ۰/۵	- ۰/۱
۲	۰/۵۸	- ۰/۲۶	- ۰/۵۱	۰/۰۸
۳	۰/۲۱	- ۰/۱۸	۰/۰۲	- ۰/۰۹
۴	۰/۳۶	- ۰/۲۳	- ۰/۱۶	- ۰/۲۲

جدول شماره (۴) وزن و ضخامت پارچه ها

نمونه	ضخامت پارچه (mm)		وزن پارچه (g/m^2)	
	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون
۱	۰/۷۲	۰/۷۶	۲۶۷	۲۵۱
۲	۰/۴۴	۰/۴۵	۱۹۰	۱۸۹
۳	۱/۰۹	۱/۰۵	۳۸۴	۳۸۰
۴	۰/۴۱	۰/۴۵	۲۱۲	۱۹۷

روش

نمونه ها قبل از آزمایش به مدت ۸ ساعت در شرایط دمایی 20 ± 2 و رطوبت نسبی 65 ± 4 ٪ مطابق استاندارد (۱۰) TS EN ISO ۱۳۹ نگهداری شدند. نمونه پارچه های حلقوی بدون تکمیل سیلیکونی در حین عملیات استنتر در امتداد عرض در معرض کشش قرار گرفتند. شاید این تصور ایجاد شد که در طی این عملیات ضخامت و ارزش وزنی پارچه تغییر کرده باشد. بنابراین به منظور مشاهده تفاوت بین ارزش وزنی پارچه و ضخامت آن قبل و بعد از اعمال نرمکن سیلیکونی این دو مورد اندازه گیری و نتایج در جدول شماره ۴

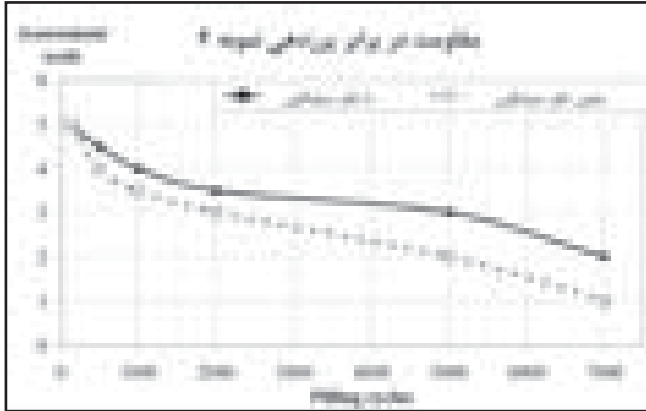
کاربرد اولیه یک نرمکن برای کالای نساجی این است که با پوشش دادن الیاف به وسیله یک لایه فیلم بسیار ظریف زبردست روان و نرم بر روی کالا ایجاد کند. در نتیجه نرمکن های سیلیکونی می توانند ثبات ابعادی پارچه های تارپودی پشمی را افزایش دهند و همزمان باعث بهبود خصوصیات چگونگی پذیرش بهتر از حالت چروک و افزایش مقاومت پارگی شوند. نرمکن های سیلیکونی براساس میکرو و ماکرو امولسیون ها تولید می شوند. اندازه ذرات نرمکن سیلیکونی ماکرو امولسیون بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ نانومتر می باشد. این در حالی است که اندازه ذرات نرمکن سیلیکونی میکرو امولسیون کمتر از ۳۰ نانومتر می باشد. با توجه به این واقعیت که اندازه ذرات نرمکن سیلیکونی میکرو امولسیون کوچکتر است، به ساختار داخلی نخ نفوذ می کنند. این در حالی است که نرمکن سیلیکونی ماکرو امولسیون به روی سطح نخ یا پارچه قرار می گیرد. به علت تعداد باندها و به دلیل اندازه مولکول نانو و توانایی مولکول برای پراکنده شدن در داخل الیاف ثبات تکمیلی مواد نانو بسیار بیشتر و بهتر از تکمیل های سنتی سیلیکونی است. در طی ده سال گذشته استفاده از نرمکن های نانو سیلیکون به سرعت در تکمیل کالای نساجی رشد داشته است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر نرمکن نانوسیلیکونی بر روی ثبات رنگ، ثبات سایشی، مقاومت در برابر پرزدهی پارچه های حلقوی می باشد. به منظور بررسی خصوصیات ثباتی، ثبات در برابر خشک شویی، ثبات مالشی (خشک، تر، حلال آلی) و ثبات شستشویی انجام و نتایج مشاهده شد.

جدول شماره (۱) خصوصیات نمونه پارچه ها

نمونه ها	خصوصیات		
	طول حلقه	ساختار بافت	نوع نخ
۱	۰/۲۹	Interlock	نخ شانه شده رینگ پنبه ۱۰۰٪
۲	۰/۳۰	Single jersey	نخ شانه شده رینگ پنبه ۱۰۰٪
۳	۰/۴۰	Three thread Fleecy fabric	نخ شانه شده رینگ پنبه ۱۰۰٪
	۰/۴۰		نخ چرخانه ای پنبه ۱۰۰٪
۴	۰/۳۳	Single jersey	نخ چرخانه ای ویسکوز ۱۰۰٪

جدول شماره (۲) نسخه رنگرزی نمونه ها

نمونه	شماره کالر ایندکس	مقدار رنگینه (%)	نمک (g/l)	سودا (g/l)	دما ($^{\circ}\text{C}$)	رنگ
۱	Yellow 3RS Red 3BS Blue KBR	۰/۰۱۱ ۰/۰۰۱۸ ۰/۰۰۴۴	۱۰	۵	۶۰	زرد
۲	Yellow 3RS Red 3BS Black B H/C	۰/۹ ۰/۶۴ ۱/۷	۷۰	۲۰	۶۰	آبی تیره
۳	Yellow EX - F Red EX - F Blue 221	۱/۴۴ ۰/۶۸ ۱/۱۸	۱۲۰	۲۰	۶۰	قهوه ای
۴	Yellow 3RS Red 3BS	۰/۰۱۸ ۱/۱	۴۰	۱۰	۶۰	صورتی



نتایج و بحث

مقاومت در برابر پرزدهی

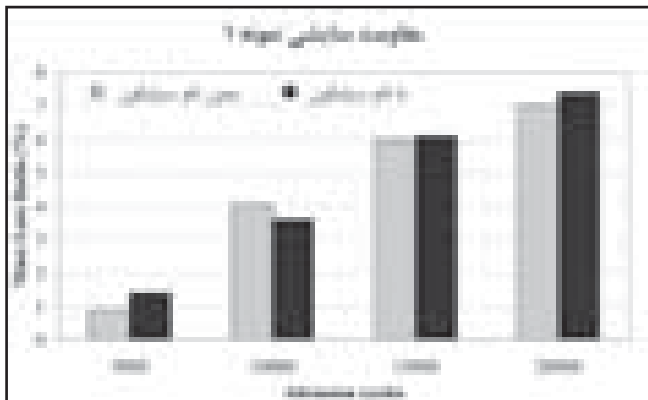
نتایج آزمون مقاومت در برابر پرزدهی نمونه های ۱ و ۳ و همینطور ۴ در شکل ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب به نمایش گذاشته شده . این نمونه مقاومت در برابر پرزدهی بسیار عالی در تمام سرعتهای آزمون (۱۲۵ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰) به نمایش گذاشته شده است .

همانطور که در شکل ۱ دیده می شود . نمونه شماره ۱ نمایش متوسط برای سرعت ۱۲۵ نشان می دهد .

و برای سرعت ۷۰۰۰ دور در هر دو نمونه با و بدون نرمکن نانوسیلیکونی پرزدهی بسیار شدید دیده می شود .

از سوی دیگر نمونه شماره ۱ با نرمکن نانوسیلیکونی دارای مقاومت در برابر پرزدهی بهتری نسبت به نمونه بدون نرمکن می باشد .

شکل ۲ نشان دهنده مقاومت در برابر پرزدهی نمونه شماره ۳ با و بدون نرمکن نانوسیلیکونی می باشد . هر دو نمونه دارای مقاومت خوبی در تمام سرعت ها می باشند . اختلاف بسیار کمی بین نمونه با نرمکن و بدون نرمکن وجود دارد . شکل شماره ۳ مقاومت در برابر پرزدهی نمونه شماره ۴ با و بدون نرمکن نانوسیلیکونی را نشان می دهد . نمونه شماره ۴ با نرمکن نانوسیلیکونی مقاومت در برابر پرزدهی بهتری نسبت به نمونه بدون نرمکن در تمام سرعتها دارد . نمونه شماره ۴ بدون نرمکن در تمام طول آزمایش دارای پرزدهی بسیار زیادی بوده است . در حالی که نمونه تکمیل شده با نرمکن نانو سیلیکونی فقط در انتهای زمان آزمایش دچار پرزدهی شدید شد .



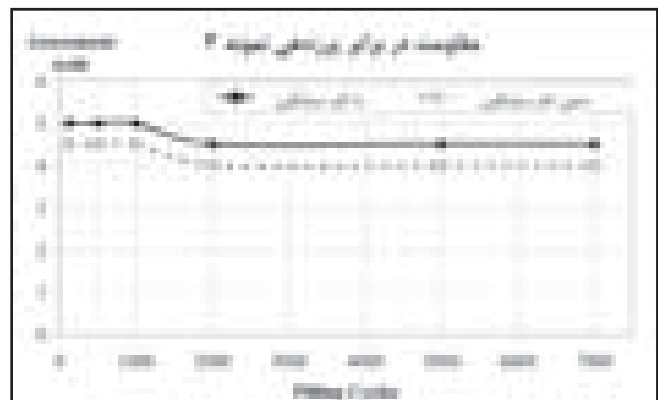
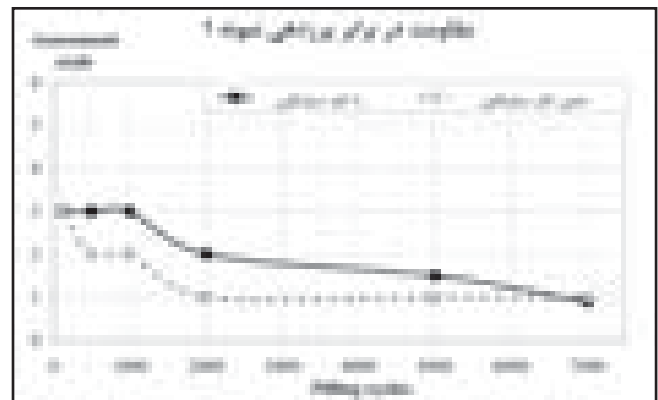
ارائه شدند . ضخامت و ارزش وزنی پارچه براساس استاندارد های (۱۱) TS ۷۱۲۸ EN ISO ۵۰۸۴ و (۱۲) TS EN ISO ۱۲۱۲۷ تعیین شدند . جهت تعیین تأثیر تکمیل سیلیکونی بر روی مقاومت در برابر پرزدهی پارچه ها براساس استاندارد (۱۳) TSEN ISO ۱۲۹۴۵-۲ با دستگاه مارتیندل (دستگاه آزمایش ثبات سایشی) مورد آزمایش قرار گرفتند . سه تکه پارچه از هر نمونه در معرض آزمایش قرار گرفتند و همچنین ظاهر نمونه پارچه ها بعد از ۱۲۵ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ دور دستگاه آزمایش با توجه به روش استاندارد عکاسی پرز ASTM در کابینت مشاهده مورد بررسی قرار گرفتند .

۱- پرزدهی بسیار شدید ۲- پرزدهی شدید ۳- پرزدهی متوسط ۴- پرزدهی خفیف ۵- بدون پرزدهی

برای تعیین مقاومت سایشی نمونه ها براساس استاندارد (۱۴) ASTM D ۴۹۶۶-۹۸ با دستگاه مارتیندل مورد آزمایش قرار گرفتند .

مقاومت سایشی با اندازه گیری تفاوت حجم بین پارچه قبل و بعد از آزمون مقاومت سایشی در دورهای ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ به دست آمد . چهار تکه پارچه برای هر یک از نمونه ها مورد آزمون قرار گرفتند . اعداد به صورت معدل از اطلاعات به دست آمده از آزمون به عنوان یک درصد از جرم اولیه محاسبه و پس از آن بیان شدند و به منظور بررسی خواص ثبات رنگ از پارچه های با و بدون نانوسیلیکون ، آزمون ثبات رنگ در مقابل مالش (خشک ، تر ، حلالهای آلی) شستشو با آب و همچنین خشک شویی انجام گرفت .

این آزمون براساس استانداردهای (۱۵) TS EN ISO ۱۰۵-۱۰۵ X1۲ و (۱۶) TS ۷۸۰۷ EN ISO ۱۰۵-۲ D۰۲ و (۱۷) TS EN ۲۰۱۰۵-۲ C۰۱ و (۱۸) TS ۴۷۳ EN ISO ۱۰۵D۰۱ انجام شد .





سطح الیاف قرار می گیرد. در این شرایط حرکت الیاف در داخل پارچه افزایش پیدا می کند. (۹) با توجه به این پدیده نرمکن نانو سیلیکونی باعث کاهش مقاومت در برابر سایش می شود. آزمون ANOVA جهت درک اهمیت آماری تکمیل نانوسیلیکونی بر روی خصوصیت ثبات سایشی پارچه های کشباف انجام شد. علاوه بر این تجزیه و تحلیل پیرسون برای نشان دادن رابطه بین نسبت کاهش حجم پارچه کشباف با و بدون نانوسیلیکون انجام شد. از بسته نرم افزاری SPSS برای تفسیر داده های عملی استفاده شد که سطح معنی آن $\alpha \leq 0.05$ و $\alpha \leq 0.01$ می باشد.

جدول شماره (۵) نتیجه ANOVA یک طرفه برای آزمون مقاومت سایشی

دور سایش	قدر
۵۰۰۰	۰/۰۰۰
۱۰۰۰۰	۰/۰۰۰
۱۵۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۰۰۰۰	۰/۰۰۰

جدول شماره (۵) نتیجه ANOVA یک طرفه را برای مقاومت سایشی نمونه های پارچه حلقوی در دورهای مختلف با و بدون نرمکن نانوسیلیکونی را نشان می دهد.

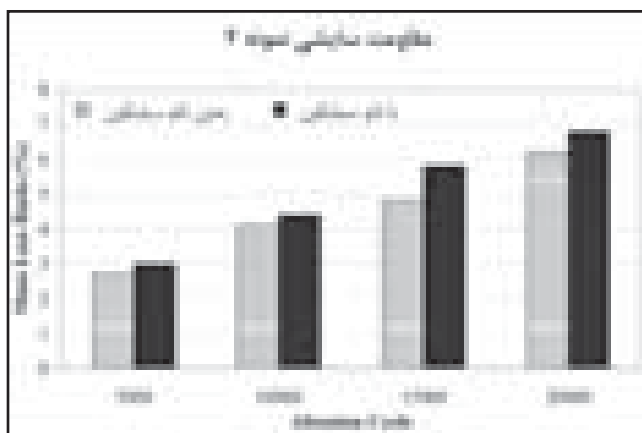
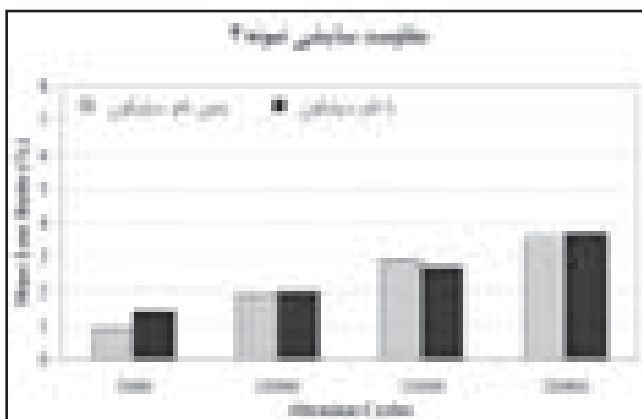
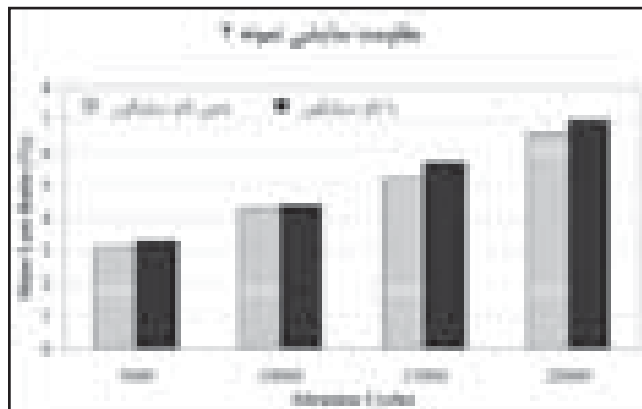
جدول شماره (۶) تجزیه و تحلیل پیرسون برای آزمون مقاومت سایشی

نمونه	ضریب پیرسون
۱	۰/۹۸۶
۲	۰/۹۸۰
۳	۰/۹۹۶
۴	۰/۹۸۶

با توجه به این نتایج جدول شماره (۶) تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون را برای نمونه پارچه ها نشان می دهد. نتایج نکته ی بسیار مهم و قابل توجه ای را نشان می دهد که آن رابطه بین نسبت کاهش حجم نمونه پارچه های کشباف با و بدون نرمکن نانوسیلیکونی است، به این معنا که نرمکن نانوسیلیکونی باعث کاهش ثبات سایشی می شوند.

ثبات رنگی

جدول های شماره (۷ و ۸) و همچنین (۹) به ترتیب نتایج ثبات رنگ را در حالت های خشک و تر در برابر حلال آلی نشان می دهند. همان طور که دیده می شود تکمیل با نرمکن نانوسیلیکون هیچ تأثیری بر روی تغییر فام رنگ نمی دهد.



ثبات سایشی

به ترتیب، تصاویر ۴ تا ۷ نسبت کاهش حجم نمونه های ۱ تا ۴ با و بدون نرمکن نانو سیلیکونی در سرعت های ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ دور نشان می دهند. همانطور که در تصاویر مشاهده می شود، نسبت کاهش حجم نمونه هایی که با نرمکن نانو سیلیکونی تکمیل شده اند بیشتر از نمونه های تکمیل نشده می باشد.

عوامل افزایش دهنده تحرک الیاف در داخل پارچه باعث می شوند الیاف به راحتی از داخل ساختار خارج شوند. در این مطالعه نرمکن با اندازه ذرات نانو به ساختار درونی پارچه نفوذ کرده و به شکل مؤثر بر روی



جدول شماره (۱۱) نتایج تغییر رنگ بعد از آزمون ثبات شستشوئی

نمونه	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون
۱	۵	۵
۲	۴	۵
۳	۴	۵
۴	۵	۵

نتایج آزمون ثبات رنگ در برابر خشک شویی نشان می دهد که تکمیل با نرمکن نانوسیلیکون اثر جزئی بر تغییر رنگ بر روی نمونه های ۲ و ۳ و ۴ دارد. با توجه به ثبات رنگ، مطابق تغییر در درجه رنگ نمونه های ۲ و ۳ پس از تکمیل با نانوسیلیکون ثبات شستشوی بهتری را نشان می دهند. مورد اثر لکه گذاری پس از آزمون شستشویی تکمیل با نرمکن نانوسیلیکونی هیچ گونه تأثیر منفی یا مثبتی مشاهده نمی شود.

نتیجه گیری

نتایج زیر را می توان براساس مطالعه انجام شده بر روی ثبات سایشی، مقاومت در برابر پرزدهی و ثبات رنگ پارچه های حلقوی که با نرمکن نانوسیلیکونی تکمیل شده اند، در مقایسه با نمونه های تکمیل نشده اظهار نمود.

۱- مقاومت در برابر سایش پارچه هایی که با نرمکن نانوسیلیکونی تکمیل شده اند کاهش پیدا کرده است. این امر ممکن است به دلیل حرکت بیشتر الیاف پس از تکمیل با نانوسیلیکون در ساختار پارچه باشد.

۲- پرزها بر روی پارچه به وسیله الیافی که انتهای آن داخل ساختار پارچه درگیر است و (همچنین سر آن از داخل ساختار پارچه خارج شده) تشکیل می شوند. به هر حال نرمکن نانوسیلیکونی خاصیت لیزی و صافی را روی سطح پارچه افزایش می دهد. به این واسطه خروج سر الیاف را از ساختار پارچه دشوار می کند.

پس در نتیجه تکمیل با نانوسیلیکون باعث بهبود مقاومت در برابر پرزدهی نمونه پارچه ها شده است.

۳- نمونه پارچه های مورد استفاده در این مطالعه به صورت تصادفی از محصولات تجاری موجود انتخاب شده اند و با توجه به آزمون ثبات رنگ بر روی پارچه ها که با نرمکن نانوسیلیکونی تکمیل نشده اند انجام شده و دارای ثبات رنگ خوبی هستند. در مورد نتایج آزمون ثبات رنگ مشهود است که تکمیل با نرم کننده نانوسیلیکونی هیچ اثر منفی بر روی ثبات رنگ ندارد.

پی نوشت:

* کارشناس صنایع نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان

جدول شماره (۷) نتایج آزمون ثبات رنگ در حالت خشک

نمونه	تغییرات رنگ		لکه گذاری	
	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون
۱	۵	۵	۵	۵
۲	۴/۵	۴/۵	۴	۴/۵
۳	۴	۴/۵	۴/۵	۴
۴	۵	۵	۵	۵

جدول شماره (۸) نتایج آزمون ثبات رنگ در حالت تر

نمونه	تغییرات رنگ		لکه گذاری	
	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون
۱	۴/۵	۴/۵	۵	۵
۲	۴	۴	۴/۵	۴/۵
۳	۴/۵	۵	۳	۳/۵
۴	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴

جدول شماره (۹) نتایج آزمون ثبات رنگ در برابر حلال آلی

نمونه	تغییرات رنگ		لکه گذاری	
	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون
۱	۵	۴/۵	۵	۵
۲	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵
۳	۴/۵	۴/۵	۴	۴
۴	۵	۵	۵	۵

جدول های شماره (۱۰ و ۱۱ و ۱۲) نتایج آزمون ثبات رنگ در برابر شستشو و خشک شویی را نشان می دهند.

جدول شماره (۱۰) نتایج تغییر رنگ بعد از خشک شویی

نمونه	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون
۱	۵	۵
۲	۴	۴/۵
۳	۴/۵	۵
۴	۴/۵	۵

جدول شماره (۱۲) نتایج لکه گذاری پارچه مولتی فایبر بعد از آزمون ثبات شستشوئی رنگ

پارچه مولتی فایبر	نمونه ها							
	۱		۲		۳		۴	
	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون
استات	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
پنبه	۵	۵	۵	۵	۴/۵	۵	۵	۵
پلی آمید	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
پلی استر	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
اکریلیک	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
پشم	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵