تأثیر نرمکن نانوسیلیکونی

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

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 اندازهٔ ذرات به سه دستهٔ 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 کشباف 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 کشباف در زمینه ی مقاومت در برابر پرزدهی ، سایش ، خشک‌شویی و همچنین ثبات شستشویی ارزیابی و نتایج به دست آورده شد . پارچه های تکمیل شده با نرمکن نانوسیلیکونی پایداری ضعیفی در مقابل سایش دارند . اما مقاومت در برابر پرزدهی بهتری را به نمایش می گذارند . نرمکن های نانوسیلیکونی تأثیر چندانی بر روی خصوصیات ثبات شستشوی پارچه‌های کشباف ندارند .

مقدمه

پارچه های حلقوی پودی (گردباف) به صورت گسترده ای در زندگی روزمره ما به کار می روند . این نوع منسوجات معمولاً در لباسهای ورزشی، لباس‌های راحتی، لباس خواب و زیر ، تی شرت و لباس کودکان مورد استفاده ی زیادی قرار می‌گیرد. وقتی حلقه های بافت در ساختار پارچه‌های کشباف تحت تاثیر نیرو قرار می‌گیرند، تغییر شکل داده و پس از دفع نیرو به حالت اولیه باز می گردند . 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 زیردست نرم را نیز دارند. پس نرمکن ها در شستشوی خانگی و در تکمیل کالای نساجی برای بهبود زیردست استفاده می شوند . اگر چه اتصال این نرمکن ها به روی سطح لیف به وسیلهٔ جذب ضعیف الکتریکی و بدون هیچ گونه پیوند شیمیایی صورت می گیرد ، 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 زیردست حجیم و نرم بر روی کالای پنبه ای بهبود می‌بخشد . با توجه به خصوصیات برجسته و نیروهای بین مولکولی کم و همچنین تأثیرات بسیار چشم‌گیر نسبت به مواد کمکی مرسوم ، موادتعاونی که بر پایهٔ 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 پارچه های صددرصد پنبه‌ای تاری پودی ایجاد می کنند . 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 تاری پودی پلی استر نشان داده اند . از پارچه ای که با یک نرمکن بادوام تکمیل شده انتظار می رود نه تنها هموار، نرم و لغزنده باشد بلکه زیردست نرم، نفوذپذیری و خواص راحتی خوبی نیز داشته باشد. پارچه‌های تاری‌پودی مخلوط پلی استر تکمیل شده با سیلیکون زیردست خوشایندی دارند ولی به لحاظ راحتی و در نظر گرفتن نفوذپذیری بخار آب نا مناسب هستند. پارچه‌های پشمی در هنگام جذب رطوبت دچار بی ثباتی ابعادی می شوند که این پدیده خاص کالای پشمی می باشد

. کاربرد اولیهٔ یک نرمکن برای کالای نساجی این است که با پوشش دادن الیاف به وسیلهٔ یک لایه فیلم بسیار ظریف زیردست روان و نرم بر روی کالا ایجاد کند . در نتیجه نرمکن‌های سیلیکونی می توانند ثبات ابعادی پارچه های تاری‌پودی پشمی را افزایش دهند و همزمان باعث بهبود خصوصیاتی چون برگشت پذیری بهتر از حالت چروک و افزایش مقاومت پارگی شـوند . نرمکن های سـیلیکونی براساس میکرو و ماکرو امولسیون ها تولید می شوند . اندازهٔ ذرات نرمکن سیلیکونی ماکروامولسیون بیـن ۱۵۰ تا ۲۵۰ نانومتر می باشـد . این در حالی اسـت که انـدازه ذرات نرمکن سیلیکونی میکرو امولسیون کمتر از ۳۰ نانومتر می باشد . با توجه به این واقعیت که اندازهٔ 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 شـدن 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 بررسـی تأثیر نرمکن نانوسـیلیکونی بر روی ثبات رنگ ، ثبات سایشـی ، 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			
	طول‌حلقه	ساختار بافت	نوع نخ	یک لا (NE)نمره نخ
۱	۰/۲۹	Interlock	نخ شانه شده رینگ پنبه ۱۰۰٪	۴۰
۲	۰/۳۰	Single jersey	نخ شانه شده رینگ پنبه۱۰۰٪	۲۴
۳	۰/۴۰ ۰/۴۰ ۰/۱۶	Three thread Fleecy fabric	نخ شانه شده رینگ پنبه۱۰۰٪	۳۰ ۳۰
			نخ چرخانه ای پنبه۱۰۰٪	۱۰
۴	۰/۳۳	Single jersey	نخ چرخانه ای ویسکوز۱۰۰٪	۲۸

جدول شماره (۲) نسخه رنگرزی نمونه ها

نمونه	شماره کالرایندکس	مقدار رنگینه (٪)	نمک (g/l)	سودا (g/l)	دما (°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

مواد اولیه

نرمکن های نانو سیلیکونی ، جهت پارچه های کشباف با طیف گسترده ای از مواد اولیه و با انواع ساختار بافت به منظور شناسایی تأثیرات آنها بر روی خصوصیـات ثباتها ، مقاومت در برابر پرزدهی و مقاومت سایشـی اسـتفاده شـدند . چهار نوع مختلف پارچه کشـباف که به صورت گسـترده ای مورد مصـرف قرار می گیرنـد، برای این منظور انتخاب شـدند . رنگ نمونه‌ها به صورت تصادفی انتخاب شدند. این انتخاب بدون توجه به اثر رنگ در خواص پارچه انجام شـد . جدول ۱ و ۲ به ترتیب خصوصیات پارچه و دستورالعمل رنگرزی را نشان می دهد . در جدول ۳ تفاوت رنگ پارچه‌های نرمکن‌خورده و پارچه های بدون نرمکن نمایش داده شده است . در این مقایسه پارچه‌های بدون نرمکن سیلیکونی به عنوان مرجع پذیرفته شده اند .

بعد از اتمام رنگرزی پارچه ها با نرمکن سـیلیکونی به روش پد کردن عمل شـدند . غلظت الاستومر پلی آمینو سیلوکسان ۲۰ 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 پارچه‌ها به قسـمت خشـک کن انتقال داده شدند . این مراحل شـامل ۶ واحـد گرمایـی ۱۸۰ و ۱۷۰ و ۱۵۰ و ۱۴۰ و ۱۴۰ و در سـرعت 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	ΔL	ΔC	Δh	ΔE
۱	- ۰/۱	- ۰/۵	۰/۲۶	۰/۵۷
۲	۰/۰۸	- ۰/۵۱	- ۰/۲۶	۰/۵۸
۳	- ۰/۰۹	۰/۰۲	- ۰/۱۸	۰/۲۱
۴	- ۰/۲۲	- ۰/۱۶	- ۰/۲۳	۰/۳۶

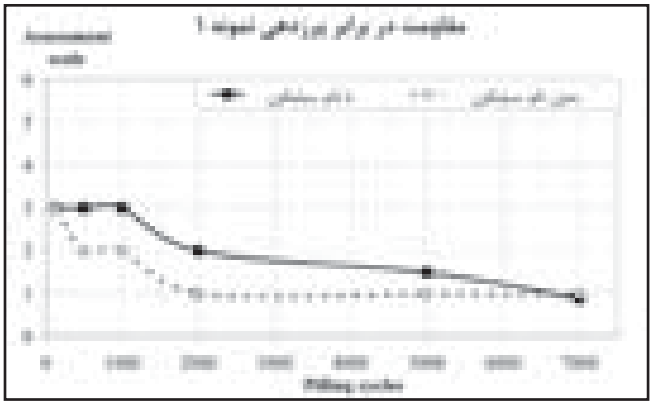
جدول شماره (۴) وزن و ضخامت پارچه ها

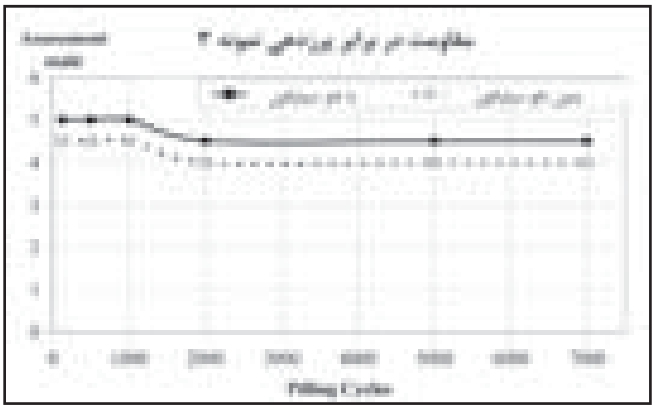
نمونه	وزن پارچه (g/m^2)		ضخامت پارچه (mm)	
	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون
۱	۲۶۷	۲۵۱	۰/۷۶	۰/۷۲
۲	۱۹۰	۱۸۹	۰/۴۵	۰/۴۴
۳	۳۸۴	۳۸۰	۱/۰۵	۱/۰۹
۴	۲۱۲	۱۹۷	۰/۴۵	۰/۴۱

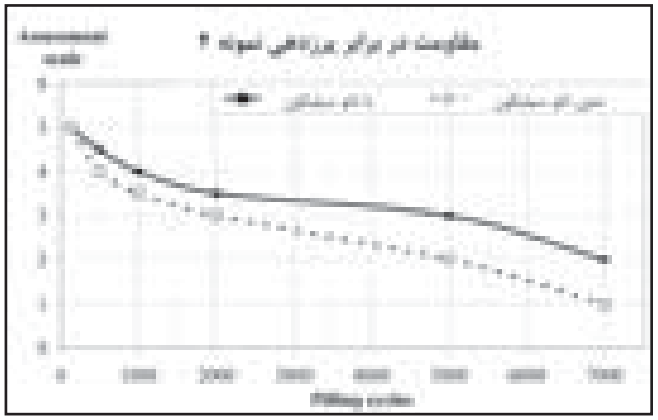
روش

نمونه ها قبل از آزمایش به مدت ۸ ساعت در شرایط دمای ۲ ± ۲۰ و رطوبت نسبی ۴ ± ۶۵ ٪ مطابق استاندارد (۱۰) TS EN ISO ۱۳۹ نگهداری شدند. نمونه پارچه های حلقوی بدون تکمیل سـیلیکونی در حین عملیات اسـتنتر 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 مشـاهده 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

ارائه شـدند . ضخامت و ارزش وزنی پارچه براساس استاندارد های (۱۱) TS ۷۱۲۸ EN ISO ۵۰۸۴ و (۱۲) ۱۲۱۲۷ TS EN ISO EN تعیین شدند .
جهت تعیین تأثیر تکمیل سیلیکونی بر روی مقاومت در برابر پرزدهی پارچه‌ها براسـاس اسـتاندارد (۱۳) TSEN ISO ۱۲۹۴۵-۲ بـا دسـتگاه مارتیندل (دسـتگاه آزمایش ثبات سایشی) مورد آزمایش قرار گرفتند . سه تکه پارچه از هـر 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 اسـتاندارد عکاسـی پرز ASTM در کابینت مشـاهده مورد بررسی قرار گرفتند .
۱- پرزدهی بسیار شدید ۲- پرزدهی شدید ۳- پرزدهی متوسط ۴- پرزدهی خفیف ۵- بدون پرزدهی
برای تعیین مقاومت سایشـی نمونه ها براسـاس استاندارد (۱۴) ASTM D ۴۹۶۶-۹۸ با دستگاه مارتیندل مورد آزمایش قرار گرفتند .
مقاومت سایشـی با اندازه گیری تفاوت حجم بین پارچه قبل و بعد از آزمون مقاومت سایشـی 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 دسـت آمـده از آزمون به عنوان یک درصد از جرم اولیه محاسـبه و پس از آن بیان شـدند و به منظور بررسی خواص ثبات رنگ از پارچه های با و بدون نانوسیلیکون، آزمون ثبات رنگ در مقابل مالش (خشـک ، تر ، حلالهای آلی) شستشو با آب و همچنین خشک شویی انجام گرفت .
این آزمون براسـاس استانداردهای (۱۵) TS EN ISO ۱۰۵ – X۱۲ و (۱۶) TS ۷۸۰۷ EN ISO ۱۰۵ – D۰۲ و (۱۷) TS EN ۲۰۱۰۵ – C۰۱ و (۱۸) TS ۴۷۳ EN ISO ۱۰۵D۰۱ انجام شد .



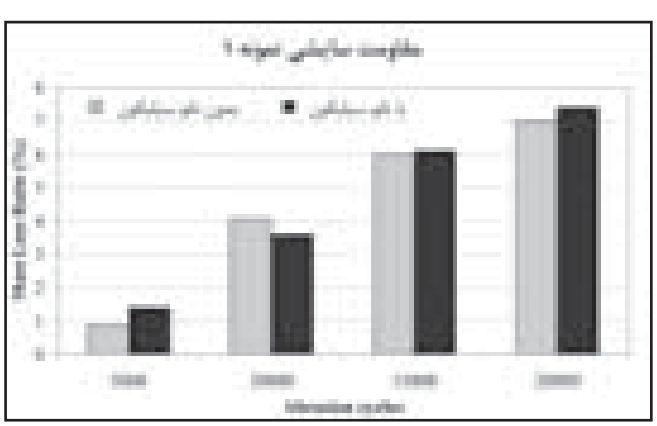


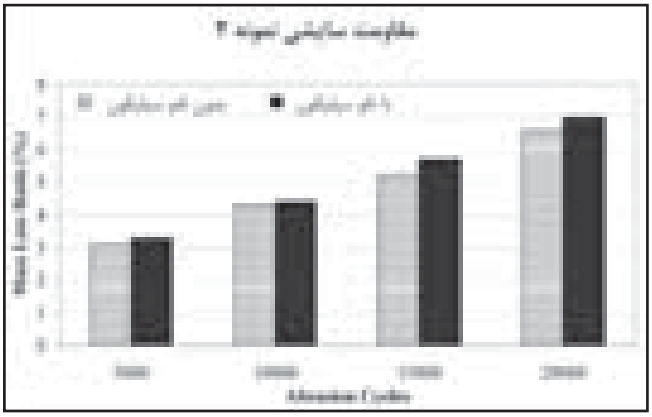


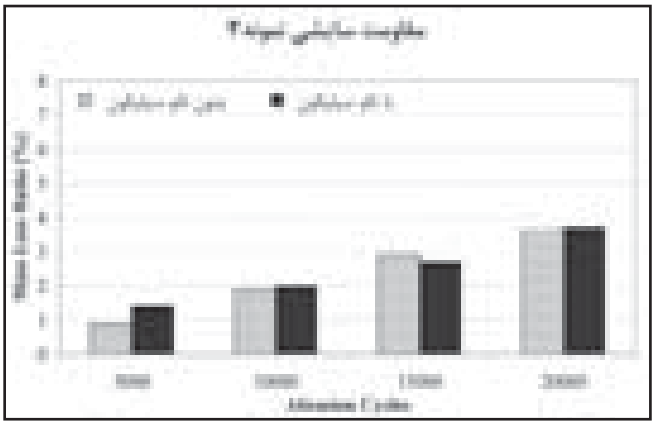
نتایج و بحث

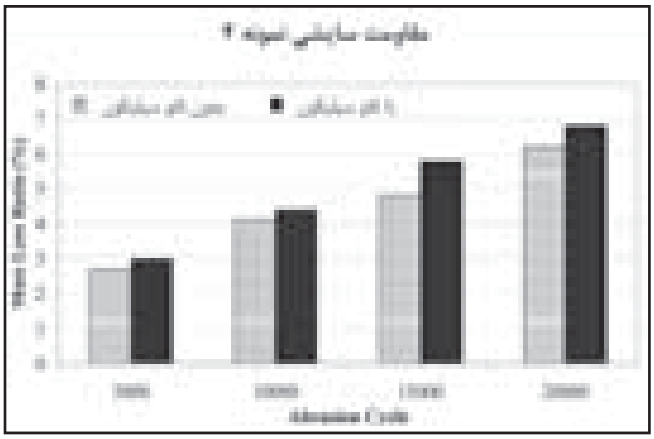
مقاومت در برابر پرزدهی

نتایج آزمون مقاومت در برابر پرزدهی نمونه های ۱ و ۳ و همینطور ۴ در شـکل ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب به نمایش گذاشته شده . این نمونه مقاومت در برابر پرزدهی بسـیار عالی در تمام سرعتهای آزمون (۱۲۵ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰) به نمایش گذاشته شده است .
همانطور که در شـکل 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 سـوی دیگر نمونه شماره ۱ با نرمکن نانوسیلیکونی دارای مقاومت در برابر پرزدهی بهتری نسبت به نمونه بدون نرمکن می باشد .
شـکل ۲ نشان دهنده مقاومت در برابر پرزدهی نمونه شماره ۳ با و بدون نرمکن نانوسـیلیکونی می باشـد . هر دو نمونـه دارای مقاومت خوبی در تمام سـرعت ها می باشـند . اختلاف بسـیار کمی بین نمونه با نرمکن و بدون نرمکن وجود دارد . شـکل شماره ۳ مقاومت در برابر پرزدهی نمونه شـماره 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 بسـیار زیادی بوده است . در حالی که نمونه تکمیل شـده با نرمکن نانو سیلیکونی فقط در انتهای زمان آزمایش دچار پرزدهی شدید شد .









ثبات سایشی

بــه ترتیب ، تصاویر ۴ تا ۷ نســبت کاهش حجــم نمونه های ۱ تا ۴ با و بدون نرمکن نانو سیلیکونی در سرعتهای ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ دور نشان می دهند . همانطور که در تصاویر مشاهده می شود، نســبت کاهش حجم نمونــه هایی که با نرمکن نانو ســیلیکونی تکمیل شده‌اند بیشتر از نمونه های تکمیل نشده می باشد .

عوامل افزایش دهنده تحرک الیاف در داخل پارچه باعث می شوند الیاف به راحتی از داخل ســاختار خارج شــوند. در این مطالعه نرمکن با اندازه ذرات نانو به ســاختار درونی پارچه نفوذ کرده و به شــکل مؤثر بر روی سطح الیاف قرار می گیرد . در این شرایط حرکت الیاف در داخل پارچه افزایــش پیدا می‌کند. (۹) با توجه به این پدیده نرمکن نانو ســیلیکونی باعث کاهش مقاومت در برابر سایش می شود .

آزمــون ANOVA جهت درک اهمیت آماری تکمیل نانوســیلیکونی بر روی خصوصیت ثبات سایشــی پارچه های کشــباف انجام شد . علاوه بر این تجزیه و تحلیل پیرســون برای نشان دادن رابطه بین نسبت کاهش حجم پارچه کشــباف با و بدون نانوســیلیکون انجام شــد . از بسته نرم افزاری SPSS برای تفســیر داده‌های عملی استفاده شد که سطح معنی آن $\alpha \leq ۰/۰۵$ و $\alpha \leq ۰/۰۱$ می‌باشد.

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

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

جــدول شــماره (۵) نتیجــهٔ ANOVA یــک طرفه را بــرای مقاومت سایشــی نمونه های پارچهٔ حلقوی در دورهای مختلف با و بدون نرمکن نانوسیلیکونی را نشان می دهد .

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

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

بــا توجه به این نتایج جدول شــمارهٔ (۶) تجزیه و تحلیل همبســتگی 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 نســبت کاهش حجم نمونه پارچه های کشــباف بــا و بدون نرمکن نانوســیلیکونی است ، به این معنا که نرمکن نانوسیلیکونی باعث کاهش ثبات سایشی می‌شوند .

ثبات رنگی

جــدول های شــماره (۷ و ۸) و همچنین (۹) بــه ترتیب نتایج ثبات رنگ را در حالت های خشــک و تر در برابر حلال آلی نشــان می دهند . همان طور که دیده می شود تکمیل با نرمکن نانوسیلیکون هیچ تأثیری بر روی تغییر فام رنگ دهی ندارد.

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

نمونه	تغیرات رنگ		لکه گذاری	
	بانانوسیلیکون	بدون‌نانوسیلیکون	بانانوسیلیکون	بدون‌نانوسیلیکون
۱	۵	۵	۵	۵
۲	۴/۵	۴/۵	۴	۴/۵
۳	۴/۵	۴	۴/۵	۴
۴	۵	۵	۵	۵

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

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

جـدول هـای شـماره (۱۰ و ۱۱ و ۱۲) نتایج آزمون ثبـات 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 (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 خشـک شویی نشان می دهد که تکمیل با نرمکن نانوسیلیکون اثر جزیی بر تغییر رنگ بر روی نمو نه های ۲ و ۳ و ۴ دارد . بـا توجه به ثبات رنگ ، مطابق تغییر در درجه رنگ نمونه‌های ۲ و ۳ پس از تکمیل با نانوسیلیکون ثبات شستشوی بهتری را نشان می‌دهند . در 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 مطالعهٔ انجام شده بر روی ثبات سایشی ، مقاومت در برابر پرزدهی و ثبات رنگ پارچه های حلقوی که با نرمکن نانوسـیلیکونی 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 اسـت . این امر ممکن است به دلیل حرکت بیشتر الیاف پس از تکمیل با نانوسیلیکون در ساختار پارچه باشد .

۲ – پرزها بر روی پارچه به وسیلهٔ الیافی که انتهای آن داخل ساختار پارچه درگیر اسـت و (همچنین سر آن از داخل ساختار پارچه خارج شده) تشکیل می‌شوند . 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:

* کارشـناس صنایع نساجی، دانشـگاه آزاد اسلامی واحد کاشان - مدیر فروش شرکت دایر شیمی

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

پارچه مولتی فایبر	نمونه ها							
	۱		۲		۳		۴	
	بدون‌نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون‌نانوسیلیکون	بانانوسیلیکون	بدون‌نانوسیلیکون	با نانوسیلیکون	بدون‌نانوسیلیکون	بانانوسیلیکون
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