

ضدمیکروبی کردن نخ پشم ایرانی به همراه بهبود ظرافت آن به وسیله به کارگیری کشش و ترکیبات نیترات نقره و بی سولفیت سدیم به صورت همزمان

محسن حسین خانی

دانشکده نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

دکتر مجید منتظر

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران

صفدر اسکندر نژاد

دانشکده نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

محمد کریم رحیمی

دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، تهران، ایران

کلیم

فصلنامه

علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۱۸
بهار ۱۳۹۰

۷۱

چکیده

نخ پشم ضخیم ایرانی با ظرافت مناسب همراه با سنتز نانونقره روی آن به دست آمده است که ضمن حصول خواص ضدمیکروبی مناسب، برخی ویژگی‌های دیگر آن شامل استحکام و نمره نخ نیز بهبود یافته است. همچنین آنالیزهای EDX و SEM با تأیید سنتز نانونقره روی الیاف پشم نشان دادند که شرایط آزمایش اهمیت ویژه داشته و در رفتار ضدمیکروبی لیف مؤثرند.

واژه‌های کلیدی: سنتز همزمان نانونقره، ظرافت پشم، ضدمیکروبی، استحکام، نمره نخ.

یکی از روش‌های اصلاح الیاف پشمی ایرانی کاهش ظرافت آن و ایجاد ویژگی زیردست ابریشمی در آن است که معمولاً با کاهش استحکام الیاف همراه است. همچنین ضدمیکروبی کردن کالای پشمی نیز به جهت حفاظت کالا و مصرف‌کننده در برابر حمله و رشد میکروبی مورد توجه است. در این تحقیق سنتز همزمان نانونقره به کمک احیاء نیترات نقره توسط بی سولفیت سدیم انجام شده و همزمان، افزایش ظرافت الیاف پشم نیز به وسیله اعمال کشش روی نخ حاصل شده است. بر این اساس

مقدمه

فن آوری جدیدی برای کاهش قطر الیاف پشم به وسیله کمپانی CSIRO و به نام اپتیم عرضه شده است. در این فن آوری دو فرآیند کشش و تثبیت به دو شکل موقت و دائم با تغییر ساختار لیف از شکل α کراتین به شکل β کراتین، سبب می شود لیف خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شبیه ابریشم پیدا کند (Yang & Liu: 2002). این فرآیند با شکستن پیوند دی سولفید پشم به کمک مواد احیاءکننده و با اعمال کشش و تشکیل پیوندها در مکان جدید، سبب تغییر سطح مقطع عرضی و افزایش طول الیاف می شود. بنابراین تغییر ساختار کراتین از α به ساختار β در اثر این فرآیند به دما، رطوبت و کشش بستگی دارد (Zhou, 2004; Cao, 2002). طیف های رامان اسپکتروسکوپی، تشکیل دوباره پیوندهای دی سولفید را نشان می دهد. همچنین تغییر شکل فلس ها، نحوه قرارگیری در پوسته و چگونگی اتصال به ساختار پشم نیز تغییر می کند. در این حالت به دلیل کاهش ظرافت الیاف و شکستن پیوندهای دی سولفید و تشکیل نشدن مجدد همه آنها، استحکام الیاف کاهش می یابد (Yu & Zhnag, 2002; Leeder, 1986). در مطالعات اخیر انجام شده روی پشم ایرانی برای جلوگیری از کاهش استحکام الیاف از عملیات آنزیمی با کمک ترانس گلوتامیناز استفاده شده است (Mothghi et al., 2010).

پروتئین های الیاف کراتینی مانند پشم به عنوان ماده غذایی و منبع انرژی برای میکروارگانیسم ها محسوب می شوند که با شکستن پیوند دی سولفید در اثر ظرف سازی، شرایط برای رشد میکروارگانیسم ها روی آنها افزایش می یابد (Dastjerdi & Montazer, 2010). بنابراین از ترکیباتی مانند نمک های آمونیوم، مشتقات فنلیک، پلی آمین ها، یون فلزها و آنتی بیوتیک ها جهت ضد میکروب کردن

الیاف پشمی استفاده شده است (Kim & Sun, 2001). وجود گروه های کربوکسیل در اسیدهای آمینه آسپارتیک و گلوتامین امکان اتصال مواد ضد میکروبی و ضدبید در منسوجات پشمی را افزایش می دهد (Freddi et al., 2001; HeeYeon et al., 2007).

توانایی نانوقره در ایجاد پیوند با گروه های سولفیدی، آمینو، ایمیدازول، فسفات ها و گروه های کربوکسیل پشم و پروتئین ها سبب شده تا مصرف آنها در پزشکی، پروتزهای جراحی و حتی در داروهای ضد سرطان افزایش یابد (Kumar et al., 2004; Kim et al., 2005; Yadav et al., 2007; Xu, et al., 2006). روش های بسیاری جهت سنتز نانوقره شامل روش های الکتروشیمیایی، تجزیه حرارتی، جداسازی لیزری، پرتوافکنی ماکروویو، صوتی شیمیایی و احیایی مورد استفاده قرار گرفته است (Pal et al., 2007). هیدرازین، سدیم بورهیدرید، فرمالدئید و گلوکز از احیاءکننده های مورد استفاده هستند که با تغییر قدرت احیاءکننده می توان ابعاد و شکل نانوقره سنتزی و خواص ایجاد شده در لیف را تغییر داد (Tang et al., 2001; Nersisyan et al., 2003; Chen & Gao, 2007; Chou & Ren, 2000; Sun & Xia, 2002). افزایش سطح مخصوص نانو ساختارها سبب افزایش واکنش پذیری، استحکام، پیوندهای شیمیایی و تغییرات فواصل بین اتمی آنها می شود. نانو ساختارها در این حالت می توانند خواص جدیدی شامل آب دوستی، ضدباکتری، ضدلک، لکه بری، خواص نوری و مغناطیسی و غیره ایجاد کنند (Pradhan et al., 2002; Mucha et al., 2002).

تاکنون گزارش های مختلفی از سنتز نانوقره روی پشم و بهبود ظرافت آن منتشر شده است، ولی تا آنجا که می دانیم گزارشی در خصوص سنتز همزمان نانوقره و بهبود ظرافت آن به شکل نخ با احیاءکننده بی سولفیت

سدیم مشاهده نشده است. بنابراین تحقیق حاضر به بررسی سنتز همزمان نانوقره و کاهش ظرافت الیاف پشمی به شکل نخ با استفاده از احیاءکننده بی‌سولفیت سدیم و ماده اولیه نیترات نقره همزمان با اعمال کشش پرداخته است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مصرفی

نخ پشم ایرانی با نمره ۲/۳۸ متریک دولا، متوسط با قطر ۵۹/۹ میکرون، متوسط استحکام g/dtex 586/0 و درجه زردی ۳۳/۱ استفاده شده است. شوینده نانیونیک از شرکت بایر با نام تجاری Diadavin UN، سدیم بی‌سولفیت (NaHSO₃)، نیترات نقره (AgNO₃)، آب اکسیژنه (H₂O₂) و کربنات سدیم (Na₂CO₃) از شرکت مرک آلمان خریداری و استفاده شده‌اند.

دستگاه‌ها و وسایل مورد استفاده

برای اعمال کشش و سنتز نانوقره از دستگاه ساخته شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری با توانایی اعمال کشش همزمان همراه با آغشته‌سازی با نیترات نقره استفاده شده است. این دستگاه قابلیت اعمال کشش و آغشته‌سازی به محلول نیترات نقره را به صورت همزمان و غیرهمزمان دارا می‌باشد.

اندازه‌گیری اختلاف رنگی بین نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی Color-Eye 7000، اندازه‌گیری ظرافت الیاف به وسیله میکروسکوپ نوری Nikon ELWD 03/0075 ساخت ژاپن و استحکام نخ توسط دستگاه Testometric M500-25CT ساخت انگلستان صورت گرفته است. بررسی مورفولوژی سطحی الیاف به وسیله میکروسکوپ الکترونی (SEM) مدل Philips

XL30 انجام شده که برای آماده‌سازی نمونه‌ها از پوشش طلا با زمان پوشش دهی ۶۰ ثانیه استفاده شده است.

آزمایش‌ها

بر اساس پارامترهای مؤثر روی سنتز نانوقره و بهبود ظرافت پشم مطابق جدول ۱، میزان اعمال کشش برابر ۳۰٪ از دیاد طول بوده است. ابتدا شستشو و آماده‌سازی نمونه‌ها با ۲ g/l شوینده نانیونیک Diadavin UN، ۱ g/l کربنات سدیم، L:G=50:1، دمای C° ۶۰ به مدت ۲۰ دقیقه صورت گرفت. سپس نمونه‌ها در دستگاه کشش حاوی محلول‌ها مطابق جدول ۱ قرار گرفته و ۳۰٪ کشیده شده و پس از ۱۰ دقیقه آغشته‌سازی به همراه کشش از حمام خارج شده‌اند. سپس کالا تحت کشش وارد محلولی حاوی ۲ cc/l آب اکسیژنه به مدت ۳ دقیقه قرار گرفته تا اثر احیاءکننده خنثی شود. نمونه‌ها همچنان تحت کشش آبکشی و به مدت ۱۰ دقیقه با بخار C° ۱۳۰ تثبیت شدند. برای سهولت نمونه‌ها کدگذاری مطابق جدول ۱ انجام شده است.

به علاوه آزمون‌های SEM، EDX، استحکام، اختلاف رنگی، تغییر ظرافت الیاف، آزمون ضد میکروبی و تغییرات نمره نخ انجام و نتایج بررسی و تحلیل شده‌اند. برای اندازه‌گیری ظرافت الیاف به صورت اتفاقی از نقاط مختلف نخ، الیاف تهیه شده و قطر ۱۰۰ لیف اندازه‌گیری شده و میانگین آنها، در محاسبه درصد تغییرات ظرافت استفاده شده است که نتایج در جدول ۲ ارائه گردیده است. در اثر اعمال کشش احتمال جابجایی الیاف پشم در ساختمان نخ وجود دارد که سبب تغییر در نمره نخ می‌شود. بنابراین جهت اندازه‌گیری استحکام نخ پشمی مطابق استاندارد ASTM 97 - D2256 بر اساس نمره نخ عمل شده، استحکام نخ محاسبه شده و نتایج در جدول

۲ آمده است.

جدول ۱: شرایط مختلف آغشته‌سازی نخ پشمی و کدگذاری نمونه‌ها (مأخذ: نگارندگان)

کد نمونه	بی‌سولفیت سدیم (%)	نیترات نقره (%)	درجه حرارت (C°)
A	۰	۰/۰۳	۵۰
B	۰	۰/۰۳	۷۰
C	۱/۵	۰/۰۳	۵۰
D	۱/۵	۰/۰۳	۷۰
E	۰/۷۵	۰/۰۵	۵۰
F	۰/۷۵	۰/۰۵	۷۰
G	۰/۷۵	۰	۵۰
H	۰/۷۵	۰	۷۰

درصد نرخ کاهش باکتری توسط رابطه (۱) صورت گرفته است. نتایج جدول ۳ با ۵ تکرار، درصد تغییرات سرعت رشد باکتری را نشان می‌دهند. در معادله ۱، A تعداد کلونی باکتری رشد کرده همراه با نمونه عمل نشده، B تعداد کلونی باکتری رشد کرده همراه با نمونه عمل شده و R سرعت کاهش رشد باکتری است.

$$R(\%) = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (1)$$

بحث و نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری قطر الیاف

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که نمونه‌های A و B به دلیل نبود احیاءکننده در اثر کشش با بهبود ظرافت همراه بوده‌اند که نشانگر شکستن پیوندهای دی‌سولفیدی توسط نیترات نقره است. بر این اساس نیترات نقره احیا شده و گروه‌های تیول به وجود آمده و به‌علاوه توسط گروه‌های تیول جذب شده‌اند. در نمونه‌های G و H به دلیل وجود احیاءکننده و اعمال کشش به نخ، ظرافت الیاف بهبود یافته است (Zhou, 2004; Cao, 2002). بنابراین عوامل مؤثر بر ویسکوالاستیسیته پشم در میزان ظرافت الیاف مؤثر خواهد بود.

در نمونه‌های E، C، D و F که احیاءکننده و نیترات نقره وجود دارند، نانونقره سنتز شده و در بین زنجیره‌های لیف قرار گرفته و سبب ایجاد پیوندهای عرضی جدید شده است. این امر سبب افزایش استحکام لیف شده و بنابراین ویسکوالاستیسیته لیف کاهش یافته است (Pradhan et al., 2002; Mucha et al., 2002). به هر حال با افزایش دما و یا احیاءکننده، سرعت و میزان شکستن پیوندهای عرضی الیاف پشم افزایش یافته و سبب افزایش ظرافت الیاف می‌شوند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، نیترات نقره به تنهایی به‌وسیله گروه‌های فعال موجود در ساختار پروتئین پشم

همچنین انجام برخی از واکنش‌های شیمیایی سبب سنتز و جذب نانوذرات نقره و تغییر رنگ نمونه‌ها می‌شود که لازم است اختلاف رنگی و درجه زردی اندازه‌گیری شود بر این اساس نتایج آنها در جدول ۲ و شکل ۱ آمده است.

با توجه به بارگذاری ذرات نانونقره و شکستن پیوندهای دی‌سولفید در الیاف پشم خاصیت ضد میکروبی در نمونه‌ها انتظار می‌رود که آزمون ضد میکروبی با روش پورپلیت و باکتری‌های گرم مثبت (*Staphylococcus aureus*) و گرم منفی (*Escherichia Coli*) مورد آزمون قرار گرفته باشند. این آزمون با روش AATCC 100- 1993 انجام شده است، به‌طوری که ۱ mL محلول کشت باکتری با غلظت 10^5 cfu/ml روی نمونه در یک لوله آزمایش منتقل و سپس انکوبه شده است. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، رقیق‌سازی صورت گرفته و ۱ mL از محلول به پلیت حاوی ۲۵ ml مواد مغذی آگار اضافه شده و پس از همگن‌سازی به مدت ۱۸-۲۴ ساعت در دمای $37^\circ C$ انکوبه شده است. پس از آن پلیت‌ها از انکوباتور خارج و شمارش باکتری‌های زنده انجام گردیده است. محاسبه

احیاء شده و یون‌های نقره توسط آنها جذب و نانو نقره

سنتز می‌شود. به علاوه تعداد پیوندهای عرضی جدید ایجاد شده و خاصیت ویسکوالاستیکی الیاف کاهش می‌یابد. بنابراین کشش اعمال شده زنجیره‌های پروتئینی را شکسته و این کار تا حد پارگی کاهش یافته است. به علاوه کاهش استحکام نمونه‌هایی که تنها با احیاء کننده عمل شده‌اند نیز مشاهده شده است. ولی نمونه‌هایی که نیترات نقره و احیاء کننده بر روی آنها عمل کرده است، کاهش استحکام را تجربه ننموده‌اند.

اندازه‌گیری استحکام

جدول ۲، نتایج استحکام نمونه‌های A، B، G و H را نشان می‌دهد که کاهش سنتز نقره و یا نبود نقره سبب کاهش استحکام نمونه‌ها شده است. این پدیده به دلیل شکستن پیوندهای بین‌زنجیری در اثر کشش توجیه می‌شود. ولی در نمونه‌های D، E و F با حضور نیترات نقره و احیاء کننده، نانو نقره به خوبی سنتز شده و پیوندهای بین‌زنجیری تقویت شده‌اند که در افزایش استحکام لیف نخ مؤثر بوده است (Pradhan et al., 2002; Mu-cha et al., 2002). البته در بعضی از نمونه‌ها مانند D و E افزایش این پیوندها سبب شده تحرک زنجیره‌های پروتئینی برای بهبود ظرافت کم شده و کاهش ظرافت به دست آمده نسبت به نمونه‌های بدون نانو نقره کمتر شده است. همچنین افزایش درجه حرارت سبب سنتز بیشتر نانو نقره شده و بر تعداد پیوندهای بین‌زنجیری افزوده که در افزایش استحکام مؤثر بوده است.

بنابراین در نمونه‌هایی که با نانوذرات نقره سنتز شده‌اند و زمان و شرایط دما توانسته میزان نانوذرات نقره سنتز شده را افزایش دهد استحکام افزایش یافته است، ولی در نمونه‌هایی که نقره سنتز نشده و لیف دچار صدمه شده

استحکام آنها کاهش یافته است.

اندازه‌گیری اختلاف رنگی و درجه زردی

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که در تمامی نمونه‌ها با افزایش درجه حرارت اختلاف رنگی بین نمونه‌ها افزایش یافته است. به هر حال در نمونه H بی‌سولفیت سدیم در درجه حرارت 70°C به صورت یک سفید کننده عمل کرده و سبب از بین بردن رنگدانه‌های طبیعی الیاف پشم شده است و در نتیجه اختلاف رنگی آن نسبت به نمونه شاهد کمتر شده است. در بقیه نمونه‌ها بدون حضور بی‌سولفیت سدیم مانند نمونه‌های A و B و یا حضور همزمان بی‌سولفیت سدیم و نیترات نقره، فرآیند احیاء نیترات نقره انجام شده و نانو نقره سنتز شده و سبب رنگی شدن و ایجاد اختلاف رنگی بیشتر بین نمونه‌های C، D، E، و F می‌شود.

محاسبه تغییرات نمره نخ

نتایج جدول ۲ و شکل ۱ نشان می‌دهد که نمونه‌هایی که تنها با نیترات نقره فرآوری شده‌اند با افزایش درجه حرارت دچار افزایش الاستیسیته شده و الاستیسیته بیشتر نیروی وارده مستهلک شده و به دلیل درگیری فلس‌ها حرکت الیاف کم شده و بنابراین تغییر نمره نخ کمتر گردیده است. ولی در نمونه‌هایی که با نانو نقره سنتز شده، به دلیل افزایش پیوندهای بین‌زنجیری ایجاد شده توسط نقره، الاستیسیته کاهش یافته و تغییرات نمره نخ در نمونه‌های D، E و F بیشتر شده است.

آزمون ضدمیکروبی

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که مواد ضدمیکروب *Staphylococcus aureus* تأثیر بیشتری روی باکتری

جدول ۲: نتایج تغییر ظرافت، استحکام، اختلاف رنگی، درجه زردی و تغییر نمره نخ نمونه‌ها (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

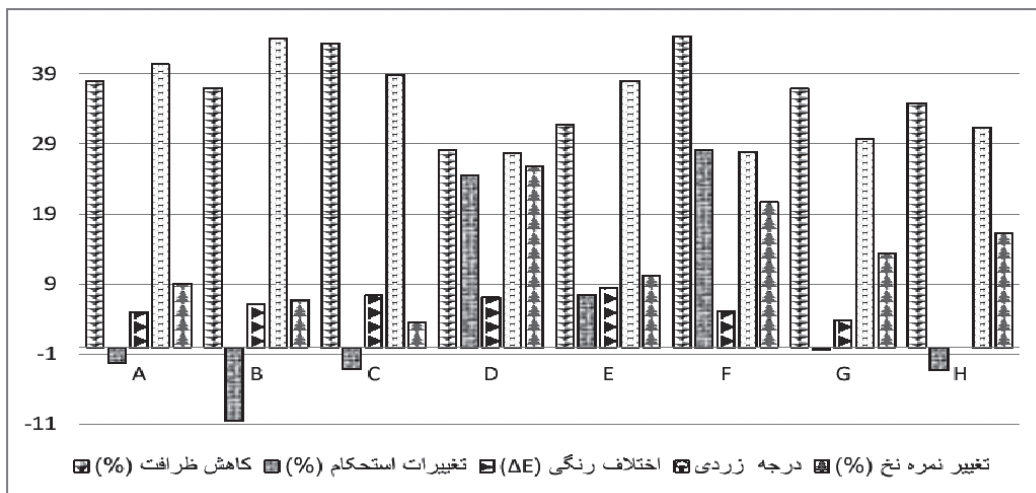
کد نمونه (%)	کاهش ظرافت (%)	تغییرات استحکام (%)	اختلاف رنگی (%)	درجه زردی (EΔ)	تغییر نمره نخ (%)
A	۳۸	-۲/۲	۴/۲	۴۰/۳۵۷	۹/۱
B	۳۶/۹۹	-۱۰/۵	۵/۰۰۲	۴۳/۹۷۲	۶/۷
C	۴۳/۳	-۳/۱	۶/۲	۳۸/۸۷۲	۳/۶
D	۲۸/۲	۲۴/۵	۷/۴	۲۷/۷۲۲	۲۵/۸
E	۳۱/۸	۷/۵	۷/۱	۳۸/۰۳۸	۱۰/۲
F	۴۴/۳	۲۸/۱	۸/۵	۲۷/۸۴۳	۲۰/۷
G	۳۶/۹	-۰/۳	۵/۲	۲۹/۶۸۹	۱۳/۴
H	۳۴/۸	-۳/۳	۳/۸	۳۱/۲۵	۱۶/۳

جدول ۳: نتایج آزمون ضد میکروبی نمونه‌ها (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

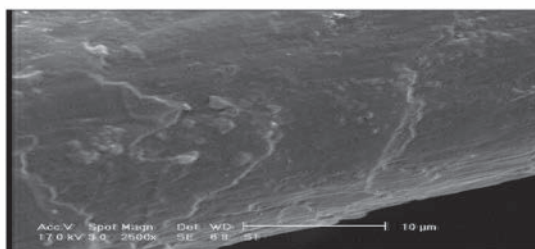
کد نمونه	Staphylococcus aureus (% R)	Escherichia coli (% R)
A	۸۱/۵	۵۱/۷
B	۸۴/۳	۵۰/۱
C	۷۹/۵	۴۷/۲
D	۶۲/۲	۳۷/۵
E	۶۴/۷	۴۰/۱
F	۶۷/۳	۴۳/۳
G	۸۰/۲	۵۲/۳
H	۸۱/۴	۵۶/۲

کاهش سرعت سنتز نانونقره در زمان آزمایش افزایش داده است. در نمونه‌های G و H نیز در اثر نبود نیترات نقره، نانوذره‌ای سنتز نشده ولی وجود احیاءکننده سبب شکستن پیوندهای دی‌سولفید شده و شرایط برای تغذیه و رشد باکتری‌ها مهیا گردیده و در نتیجه سرعت رشد باکتری‌ها ووی نمونه‌ها افزایش یافته است (Dastjerdi & Mon-

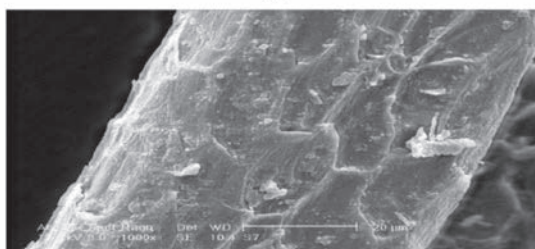
و به دلیل پوسته و غشاء سیتوپلاسمی تک لایه‌ای آنها دارند و سرعت کاهش رشد باکتری با آنها بیشتر است. ولی در هر دو نوع باکتری توسط نمونه‌های D، E و F سرعت رشد باکتری‌ها به دلیل سنتز نانونقره کم شده است (Kim & Sun, 2001). همچنین نبودن بی‌سولفیت سدیم در نمونه‌های A و B سرعت رشد باکتری را به دلیل



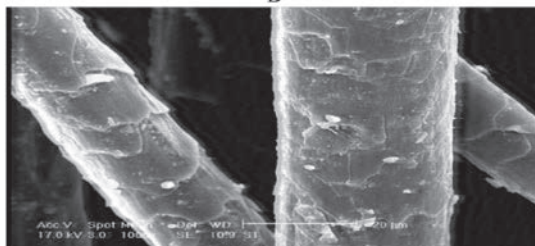
شکل ۱: تغییرات نتایج کاهش ظرافت، استحکام، اختلاف رنگی، درجه زردی، تغییر نمره نخ نمونه‌ها (مأخذ: یافته‌های تحقیق)



A



B



C

شکل ۲: تصاویر SEM نمونه‌های شاهد: A، B، D، C، F (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

(tazer, 2010). بنابراین برآیند عواملی که در میزان نقره سنتز شده، شکستن پیوند دی سولفیدی پشم هنگام اعمال کشش و تشکیل مجدد پیوندهای جدید توسط نانونقره، تعیین کننده رفتار ضد میکروبی الیاف پشمی هنگام ظریف است. (شکل ۱)

بررسی سطحی با میکروسکوپ الکترونی SEM

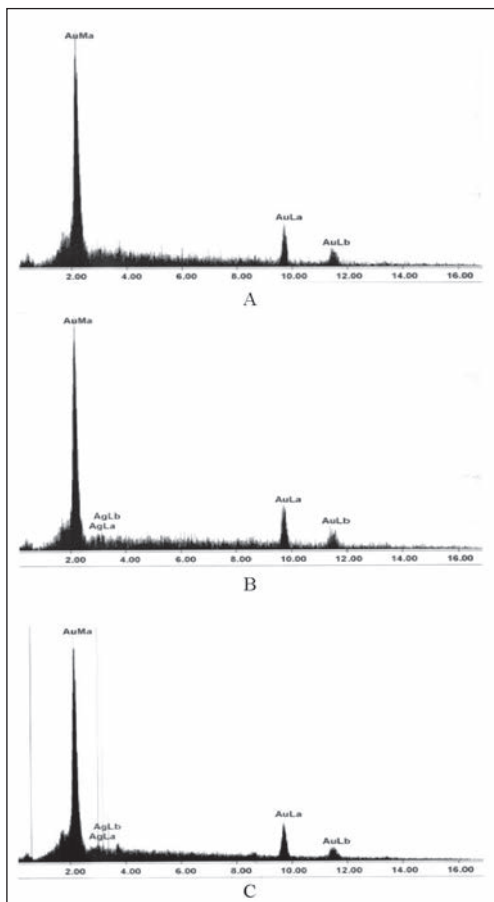
ابتدا نمونه‌های پشم با لایه فلز طلا به مدت ۶۰ ثانیه پوشش شده و سپس در دستگاه SEM قرار گرفته و تصاویر حاصل در شکل ۲ آمده است. تغییرات غلظت نیترات نقره و بی سولفیت سدیم در شکل و ابعاد نقره سنتز شده مؤثر است. بر اساس شکل ۲ مشاهده می شود که ذرات نقره روی سطح الیاف پشم بارگذاری شده‌اند. با مقایسه تصاویر ۲-B و ۲-C متعلق به نمونه‌های D و F، نقره سنتز شده روی سطح آنها کاملاً مشخص است. بر این اساس مشاهده می شود که میزان نانونقره سنتز شده به شرایط آزمایش بستگی دارد. (شکل ۲)

طیف EDX (Energy dispersive x-ray microanalysis)

نتایج طیف EDX نمونه‌های D و F در شکل ۲ آمده است. طیف EDX نمونه‌ها نشان می دهد که افزایش نیترات نقره سبب سنتز بیشتر نقره روی الیاف پشمی شده است. بنابراین میزان نانونقره سنتز شده در نمونه F بیشتر بوده است و کاهش مقدار نیترات نقره با سنتز کمتر نانونقره همراه شده است. بنابراین شرایط آزمایش بر میزان نقره سنتز شده مؤثر بوده است. نتایج جدول ۴ نشان می دهد که نمونه D دارای ۱/۰۵% و نمونه F دارای ۱/۳۶% نقره

جدول ۴: نتایج EDX نمونه‌های بهینه (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

کد نمونه	Ag (% Wt)
D	۱/۰۵
F	۱/۳۶



شکل ۳: EDX نمونه‌های A: Raw wool، B: D sample، C: F sample (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که وجود نیترات نقره هنگام اعمال کشش به شکستن پیوندهای دی سولفید کمک کرده و باعث بهبود ظرافت الیاف پشم می شود. همچنین پشم با گروه‌های فعال خود مانند گروه‌های تیول که حاصل شکستن پیوند دی سولفید بوده یون‌های نانونقره را جذب نموده و سبب افزایش استحکام می گردد. بنابراین دما و

Tsukada, M., (2001); "Binding of Metal Cations to Chemically Modified Wool and Antimicrobial Properties of the Wool-Metal Complexes", Applied Polymer Science. 82, pp 3513-3519.

6. HeeYeon, Ki. Jong Hoo, Kim. Soon Chul, Kwon.,(2007); "A study on multifunctional wool textile treated with nano-sized silver", Journal of Materials Science (2007) 42,8020-8024.

7. Kim, J. Y., Kim, S. E., Kim, J. E., Lee, J. C., Yoon, J. Y.,(2005) Journals Korean Soc Environ Eng, 27, pp 771.

8. Kim, Y. H.; Sun, G. (2001) Textile Research Journal, 71, pp 318.

9. Kumar, V.S, Nagaraja, B.M, Shashikala, V., Padmasri, A.H., Madhavendra, S.S., Raju, B.D.,(2004) "Highly efficient Ag/C catalyst prepared by electro-chemical deposition method in controlling microorganisms in water", Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 223 , PP 313-319.

10. Leeder, J. D. (1986) "The Cell Membrane Complex and its influence on the properties of the Wool Fiber", Wool Science Review 63, pp 15.

11. Mothghi, Z. Eskandarnejad, S., Montazer, M., Arjmand, M., Bamani Moghadam, M., (2010) "Mechanical Slenderizing of coarse Wool Fibre and Determination of Its Characteristics with FTIR and Raman Spectroscopy", Journal of the Textile Institute, pp 1-11.

12. Mucha, SH., Hofer, D., Abflag, S., Swere, M.,(2002) "Antimicrobial finishes and modifica-

زمان فرآیند که بر خاصیت ویسکوالاستیسیته پشم اثر دارد، بر کمیت و کیفیت خواص ایجاد شده در لیف مؤثر است. افزودن احیاءکننده به محلول نیترات نقره در سرعت و میزان نقره سنتز شده و شکستن پیوند دی سولفید الیاف پشم اثر دارد. بنابراین بهینه‌سازی دما و زمان آزمایش بر کیفیت الیاف اثر دارد، به نحوی که نخ پشمی عمل شده با ۰/۰۵٪ نیترات نقره و ۰/۷۵٪ بی سولفیت سدیم در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه با کشش ۳۰٪ از استحکام، ظرافت و تغییرات رنگی و سایر خواص مناسبی برخوردار شده است. بنابراین عدم استفاده از نیترات نقره در محلول‌های حاوی احیاءکننده جهت بهبود ظرافت، به شدت خواص کیفی لیف را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

فهرست منابع

1. Cao, J., (2002) "Is the α - β transition of keratin a transition of α -helices to β -pleated sheets? A Synchrotron investigation for stretched single specimens", Journal of Molecular Structure, pp. 69-75.
2. Chen, Z., Gao, L., (2007) Materials Research Bulletin 42, pp1657-1661.
3. Chou, K. S., Ren, C. Y., (2000); "Synthesis of Nanosized Silver Particles by Chemical Reduction Method", Materials Chemistry and Physics, Vol. 64, pp. 241-246.
4. Dastjerdi, R. Montazer, M.,(2010) "A review on the application of inorganic nano-structure materials in the modification of textiles: Focus on antimicrobial properties", Colloids and Surfaces B: Biointerfaces", 79 , pp 5-18.
5. Freddi, G., Arai, T. Colonna, G. M., Boschi, A.,

- Properties of Drawing Modified Wool”, Journal of Textile Research, Vol. 23, No. 3, pp 32-33.
21. Yu, W., Zhnag, F.,(2002) “Techniques and Characteristics of Slenderized Wool Fibers”, Shanghai Textile Science and Technology, Vol. 2, , pp 12-13.
- 22.Zhou, Q., (2004) “Properties of Stretched Wool and Spinning Technology of Swelled Wool”, Wool Textile Journal, Vol. 3, pp 33-37.
- tion”, Melliand Textile Berichte, 83 (4), pp 53–56.
13. Nersisyan, H. H., Lee, J. H., Son, H. T., Won, C. W., Maeng, D. Y.,(2003) "A New and Effective Chemical Reduction Method for Preparation of Nanosized Silver Powder and Colloid Dispersion," Mater Res. Bull, 38, pp 949.
14. Pal, A., Shah, S., Devi, S.,(2007) Colloids and Surfaces A ,302, pp 483-487.
15. Pradhan, N., Pal, A., Pal, T.,(2002) "Silver Nanoparticle Catalyzed Reduction of Aromatic Nitro Compounds", Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Asp, 196 (2), 247.
- 16.Sun, Y., Xia, Y., (2002);“Shape-Controlled Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles”, Science, Vol. 298, pp 2176–2179.
17. Tang, Z., liu, S., Dong, S., Wang, E., (2001) Journal of Electro analytical Chemistry, 502, pp 146.
18. Xu, B., Niu, M., Wei, L., Hou, W., Liu, X.,(2007) “The structural analysis of bio macromolecule wool fiber with Ag-loading Sio2nano-antibacterial agent by UV radiation”, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 188(1), pp 98-105.
19. Yadav, A., Prasad, V., AKathe, A.,Raj, S., Yadav, D. Sundaramoorthy, C.,Vigneshwaran, N.,(2006);”Functional Finishing in Cotton Fabrics using Zinc Oxide Nanoparticles”, Bull Mater Sci, vol 29, pp 641.
20. Yang, S., Liu, J., (2002) “Researches on the

