مقایسه روش‌های متداول ضد میکروبی

پوشاک جین با روش نانو نقره

تهیه و تنظیم:مهندس علی صادقیان مریان*

چکیده

به دلیل اهمیت و کثرت استفاده از پوشاک جین، عملیات مختلفی به جهت ایجاد طرح متفاوت انجام می شود. ترکیبات ضد میکروبی مختلفی با ساختارهای طبیعی و مصنوعی معرفی شده اند. این تحقیق به بررسی اثر مواد ضد میکروبی مختلف شامل نیترات نقره، ترکیبات کاتیونیک آمونیوم نوع۴ و نانو نقره و تاثیر ضد باکتری کالای جین حاصل با دو نوع باکتری مذکور به روش آزمون ۱۰۰ AATCC می پردازد.

مقدمه

با توجه به تاریخچه پیدایش جین، Levi Strauss را پدر جین می‌نامند. کارخانه‌ای که او بنا نهاد هنوز به عنوان یکی از برجسته‌ترین کارخانه‌های تولیدکننده البسه در بازار جهانی نساجی مشغول به کار است. محصولات این کارخانه با تغییرات و پیشرفت‌های زیادی که داشته است هنوز هم تحت نام Levi's شناخته می‌شود[۱و۲]. سلولازها، کاتالیست‌های پروتئینی کلوئیدی با وزن مولکولی بالا در شکل متابولیسم به طور معمول توسط باکتری و قارچ تولید می‌شوند[۳و۴]. به طور عمومی، دو نوع آنزیم تجاری براساس کاربرد موجود است: سلولاز اسیدی، بیشترین فعالیت در محدوده PH=۴/۵-۵/۵ در دمای ۴۵-۵۵°C دارد در حالیکه سلولاز خنثی بیشترین فعالیت را در pH= ۵/۵-۸/۰ و دمای ۵۰-۶۰°C دارد. مکانیزم عمل آنزیم بر روی پنبه به صورت کاتالیزور می‌باشد و فرآیند آنزیمی سبب برداشت الیاف کوتاه در سطح کالا می شود[۳].

یکی از فاکتورهای اصلی لکه‌گذاری زیاد ایندیگو بر پارچه‌های جین، توانایی زیاد پروتئین آنزیم سلولاز به منظور پیوند با سلولز پنبه می‌باشد. در این مورد، مکانیسم پایه بازنشینی ایندیگو، مستلزم پیوند رنگینه با مولکول‌های آنزیم جذب شده بر سطح الیاف سلولز می باشد. [۴-۵]. لکه‌گذاری رنگینه ایندیگو در پشت به pH و نوع آنزیم بستگی دارد [۶- ۷].

رنگینه ایندیگو حاصل از کالاهای جین، از پساب‌های صنعتی بسیار آلوده و مضر محیط‌زیست شناخته شده است و سبب مشکلات زیادی در محیط زندگی انسان می‌شود. به نظر می‌رسد تجزیه و رنگبری آنزیمی روش مؤثرتری برای برداشت این آلودگی‌ها از محیط‌زیست باشد و شاید امکان استفاده مجدد از فاضلاب رنگرزی و کاهش مصرف آب بوجود آید. [۸-۱۵].

میکروب‌ها موجودات بسیار ریزی هستند که توسط چشم دیده نمی‌شوند با این حال به راحتی می توانند آشکار شوند و همه آنها برای رشد نیاز به رطوبت و زمان دارند و می توانند سلامتی افراد را به خطر اندازند. [۱۷-۱۸]. مواد ضد میکروب به ۲ قسمت دسته بندی می‌شوند: ۱- مواد biocidal یا میکروب‌کش که این مواد آماده کشتن و حذف کردن رشد میکروارگانیسم ها می باشند، بنابراین می توانند به عنوان مواد محافظ و حمایت کننده از مصرف‌کننده منسوجات از حملات بیولوژیکی باشند بعلاوه از کالا نیز محافظت می کنند. ۲- مواد biostatic یا جلوگیری‌کننده از رشد میکروارگانیسم، عملکرد این مواد شامل جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها روی کالا و جلوگیری از تخریب می باشد و در مفهوم کلی فقط حالت محافظت کننده از منسوج را دارد.[۱۹-۲۵].

بسیاری از فلزات سنگین نسبت به میکروبها سمی و اثرگذار می باشند، سلول‌های داخلی پروتئین میکروب با فلزات واکنش داده و میکروب از بین می‌رود. فلزاتی شامل مس، روی، کبالت، به عنوان مواد ضد میکروب بکار می‌رود اما در حال حاضر نقره کاربرد وسیعی دارد. [۲۶- ۳۰]. ترکیبات آمونیوم نوع ۴ بویژه آن زنجیره هایی که شامل ۱۸ کربن می‌باشد به طور وسیعی به عنوان مواد ضد عفونی کننده بکار می رود. این ترکیبات دارای شارژ مثبت در اتم N در محلول هستند و سبب اثرات زیانبخش برای میکروبها و آسیب به غشاء سلولی، دناتوره کردن پروتئین و تجزیه ساختار سلول می شوند. رمق کشی این ترکیبات به pH، غلظت ترکیبات، دما و زمان رمق کشی بستگی دارد [۳۱- ۳۲]. یک مخلوط غیر دیسپرس پلی‌هگزامتیلن‌بیوگوانید با متوسط وزن مولکولی حدود ۲۵۰۰ Da به عنوان ضد عفونی کننده غذا و استخرهای شنا بکار رفته است، به عنوان یک بایوساید در دهان شویه کاربرد دارد و در بانداژ زخم نیز استفاده می شود. PHMB غشاء سلولی باکتری را تضعیف می کند و بدین شکل به عنوان مواد ضد میکروب دسته بندی می‌شود [۳۳- ۳۵]. تری کلوزان (۲و۴و۴ تری کلرو- ۲- هیدروکسی دی فنیل اتر) یک ماده ضد باکتری با طیف وسیع می باشد. این ترکیبات با بلوکه کردن لیپید مصنوعی مانع از رشد میکروبها می شوند و به راحتی به همراه رزین پلی یورتان و پلاستی سایزر روی الیاف پنبه بکار می‌روند. تری کلوزان همانند رنگینه دیسپرس می تواند به روش رمق کشی قبل از رنگرزی، همراه رنگرزی و بعد از آن جهت الیاف پلی استر و نایلونی بکاررود [۳۶- ۳۷]. چیتوسان مشتق دی استیله شده چیتین که از اجزاء اصلی پوست سخت پوستانی همچون میگو، خرچنگ، و ... می باشد مانع از رشد میکروب‌ها می شوند. مکانیزم اصلی ضد میکروبی این مواد مشخص نمی باشد اما به طور کلی می‌توان بیان کرد که گروه‌های آمینه دارای شارژ مثبت این مواد با باقیمانده

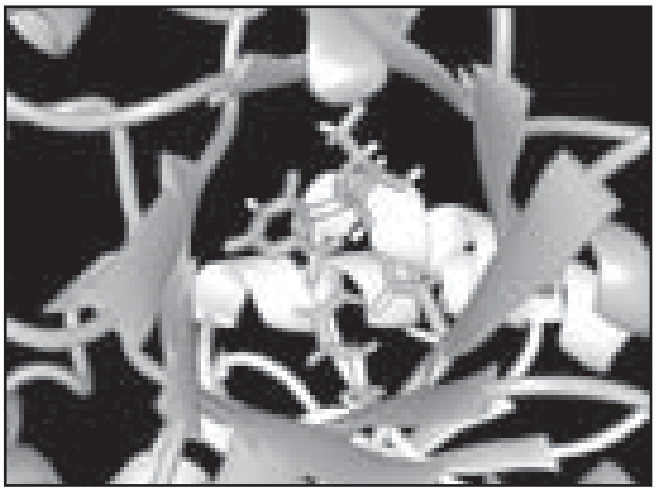
شارژشـده منفی بر سـطح میکروب واکنش می‌دهد، چنین واکنشی سبب تغییرات گسـترده در سطح سـلول و تراوایی سلول می‌شود که نهایتاً منجر به نشـت مواد داخل سـلولی می گردد [۳۸- ۴۰]. گروه جدید رنگینه‌های دیسپرس آزو تهیه شده توسط واکنش مشتقات سولفونیل آمید و دی آزونیوم کلراید با ایندان-۱و۳- دیول هم رنگرزی عالی و هم یک تکمیل ضد میکروب بر پارچه‌های پشـم و نایلون بدست می دهد. رنگینه جدید کاتیونیک توسط گروههای آمونیوم نوع ۴ متصل به کروموفور آمینو آنتراکینون سـنتز شـده است که از خود فعالیت ضد میکروبی نشان می دهد و بر الیاف اکریلیکی هم دوام خوبی نشان داده است [۴۱- ۴۲].

طراحـان معروف لبـاس همه روزه بـه طراحی مدل هـای مختلف جین با مارک‌هـای اختصاصی خود می پردازند و فروش پوشـاک جین دائما رو به افزایش می باشد. با توجه به اینکه کالای جین یک کالای پنبه ای پر مصرف می باشـد و کالای پنبه ای به علت ساختار طبیعی محل مناسبی برای رشد باکتری می باشـد لذا ضد میکروب کردن کالای جین اهیت زیادی داشته و در ایـن مقاله انواع روش‌های معمـول ضد میکروب کردن کالای جین مورد بحث قرار می گیرد.

تجربیات

مواد و وسایل

پارچه جین صددرصد پنبه‌ای با بافت سرژه ۲S/۱ با پرش ۱ و تراکم پودی۱۹ و تاری ۲۷ بر سـانتی متر با نمره نخ تار و پود ۸Ne و سیسـتم ریسـندگی OE و وزن متر مربع ۳۲۲g/m^2 به منظور تهیه نمونه آزمایشـگاهی به ابعاد ۱۰×۱۰ سـانتی متر مربع که اطراف آن دوخته شده است مورد استفاده قرار مـی گیرد. ضمناً یک تکه آسـتر سـفید پنبه ای بافت تافتـه، تراکم تاری و پـودی ۲۶ در سـانتی متر بـا نخ اپن اند(OE) و نمره نخ تـار Ne ۲۰ و پود ۱۵Ne بـا وزن متر مربع ۱۶۶ g/m^2 به شـکل آسـتر جیب در پشـت کالا دوخته شده است. مواد مورد استفاده شامل اسید استیک ۷۰٪ آزمایشگاهی، دیسـپرس‌کننده (Super Jean) ترکیبی از پلی اکریلات و آلکیل فسـفات جهت جلوگیری از لکه‌گذاری در پشـت کالا از شـرکت Alkemi ترکیه با ساختار نانیونیک، ضد شکستگی(Alkasol Ac) ترکیبی از پلی‌اکریل آمید، نانیونیک جهت جلوگیری از شکستگی پارچه به عنوان ضد شکستگی(anti creasing) در فرآیند سنگشـویی و آهارگیری از شـرکتAlkemi ترکیه، دترجنـت نانیونیک با سـاختار آلکیلی، آنزیم سـلولاز خنثی بـا نام تجاری Denimax XT(EC ۳،۲،۱،۴) از شرکت Novozymes دانمارک با دمای بهینه ۴۰-۵۰°C محلول و PH=۶-۷ و فعالیت ۱۶۰۰ DAU/g بوده اسـت. آنزیم سلولاز اسیدی با نام تجاری Denimax L (EC ۳،۲،۱،۴) ۹۹۲ از شرکت Novozymes دانمـارک با دمای بهینه فعالیت ۴۰-۴۵°C و pH=۵-۶ و با فعالیـت ۷۵۰ ACU/g و آنزیم آمیلاز با نام تجاریHi-CONS از شـرکت Novozymes دانمـارک در محـدوده دمـای ۶۰-۱۰۰°C و pH=۶-۸ با فعالیت ۱۲۰LAMU/g اسـتفاده شـده اسـت. آنزیم لاکاز با نام تجاری Denilite IT (EC ۱،۱۰،۳،۲) از شـرکت Novozymes دانمارک در دمای



۶۵°C و pH=۴-۵ با فعالیت ۱۲۰ LAMU/g مورد اسـتفاده قرار گرفته است. مواد ضد میکروب شـامل نیترات نقره تهیه شـده از شرکت مرک آلمان، نانو نقره تهیه شـده از شرکت نرمین شیمی ایران و دی متیل بنزیل آمونیوم نوع ۴ تهیه شـده از شـرکت closite امریکا می باشـد. نمک NaCl از شرکت مرک آلمان تهیه شده است. باکتری های مورد استفاده Escherichia coli (ATCC ۸۷۳۹) و(ATCC۶۵۳۸) Staphylococcus aureu از دانشگاه آزاد اسلامی علوم پزشکی تهران بدست آمده است. محیط کشت اگار با نام تجاری tryptone soya agar از شـرک مـرک آلمان تهیه شـده است.دسـتگاه شستشو آزمایشگاهی با ظرفیت ۱۰۰gr، سبد استیل و r.p.m=۲۵ و کنترل دما و حجم جهت انواع عملیات شستشو استفاده شده است.

روش کار

آهارگیری

کلیـه نمونه ها توسـط۳g/L آنزیم آمیلاز بـه مـدت ۱۵min، pH=۷ و در دمای۷۰°C آهار گیری شـده اند (Desized). در کلیه آزمایشات آنزیمی بر روی پارچه ۱: ۷۰ L:G، مقدار دیسپرس کننده ۳g/L و ضدشکستگی ۵ g/L در نظر گرفته شده است.

شستشو با آنزیم سلولاز خنثی

نمونه آهارگیری شـده درpH= ۷، دمای ۵۵°C فقط با ۱۰ g/L آنزیم سلولاز خنثی (Nc) به مدت یک ساعت عمل شده است.

شستشو با آنزیم سلولاز اسیدی

نمونه آهارگیری شده در دمای۵۵°C و pH =۵/۵ به مدت یک ساعت با ۱۰ g/L آنزیم سلولاز اسیدی(Ac) عمل شده است.

شستشو با آنزیم لاکاز

نمونه آهارگیری شده درpH= ۴/۵، دمای۶۵ °C با ۱۰ g/L آنزیم لاکاز (L) به مدت یک ساعت عمل شده است.

شستشو با مخلوط آنزیم سلولاز خنثی و لاکاز

نمونه آهارگیری تحت دمای ۶۰°C و pH =۷ به مدت یک ساعت با ۱۰ g/L آنزیم سلولاز خنثی و ۱۰ g/L لاکاز NcL عمل شده است.

شستشو با مخلوط آنزیم سلولاز اسیدی و لاکاز

نمونه آهارگیری تحت دمای ۶۰°C و pH =۵ به مدت یک ساعت با ۱۰ g/L آنزیم سلولاز اسیدی و ۱۰ g/L لاکاز (AcL) عمل شده است.

تکمیل با ترکیب آمونیوم کاتیونیک

نمونه آهارگیری، نمونه های عمل شده با سلولاز، لاکاز و ترکیب سلولاز و لاکاز تحت دمای جوش، در pH =۵ و ۱: ۴۰ L:G به مدت یک ساعت با ۱٪ نمک آمونیوم نوع ۴ عمل شده است(C).

تکمیل با نیترات نقره

نمونه آهارگیری، نمونه های عمل شده با سلولاز، لاکاز و ترکیب سلولاز و لاکاز تحت دمای جوش، در pH =۷ و ۱: ۴۰ L:G به مدت یک ساعت با ۰/۲٪ نیترات نقره عمل شده است(S).

تکمیل با نانو نقره

نمونه آهارگیری، نمونه های عمل شده با سلولاز، لاکاز و ترکیب سلولاز و لاکاز تحت دمای جوش، در pH =۷ و ۱: ۴۰ L:G به مدت یک ساعت با ۰/۰۲٪ نانو نقره عمل شده است(NS).

شستشوی خانگی

هریک از نمونه های عمل شده با مواد ضد میکروب ۵ بار در دستگاه شستشوی آزمایشگاهی عمل شده و سپس فعالیت ضد میکروبی کالاهای شسته شده اندازه گیری شده است. شستشو با ۵g/lit در دمای ۶۰°C صورت می گیرد.

روش اندازه گیری

مقادیر انعکاس طیفی نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Datacolor اندازه‌گیری شد و مقادیر رنگی تحت زاویه ۱۰ درجه و روشنایی D۶۵ محاسبه گردید. هر نمونه از ۳ قسمت روی نمونه(F)، پشت نمونه(B) و آستر جیب(P) تشکیل شده است. به جهت از بین بردن خطای احتمالی از هر نمونه و از هر ۳ قسمت آن ۵ بار در نواحی مختلف اطلاعات رنگی تهیه شده و مقادیر متوسط (روشنائی)L*، (قرمزی- سبزی)a*، (زردی- آبی)b*(خلوص رنگ)C*، (زاویه متریک فام) h و ΔE (اختلاف رنگ نسبت به نمونه آهارگیری شده) گزارش شده است. برای آستر جیب علاوه بر مقادیر مولفه های رنگی، مقدار سفیدی (w) نیز گزارش شده است. از هر نمونه ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ بریده و هر یک روی یک پایه چسبیده و توسط دستگاه Sputter couter شرکت BAL-TEC سوئیس مدل SCD۰۰۵ توسط فلز طلا پوشش داده می شود. از هر نمونه توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی SEM شرکت فیلیپس هلند، مدل XL۳۰ با ۲ بزرگنمایی متفاوت تصاویر میکروسکوپی تهیه شده است.

روش انتخابی کشت میکروب، روش کشت آمیخته یا پورپلیت(Pour Plate) با استاندارد AATCC ۲۰۰ می باشد هر آزمایش میکروبی۲ بار انجام می شود و نتایج بدست آمده متوسط گیری شده است. درصد کاهش کلنی ها میکروب (C) طبق رابطه ۱ بدست آمده است: در این رابطه M۱: تعداد کلنی قبل از مجاورت با نمونه ها(نمونه شاهد) و M۲: تعداد کلنی بعد از مجاورت با نمونه‌ها می باشد.

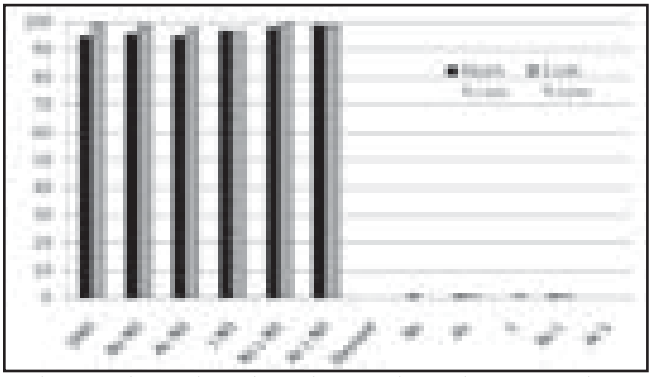
$$C = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$ رابطه ۱

بحث و بررسی نتایج

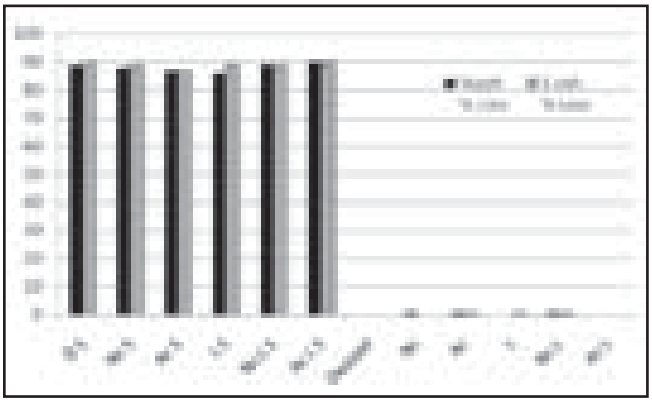
بررسی خواص ضد میکروبی

درصد کاهش تعداد کلنی های هر دو باکتری قبل و بعد از مجاورت با نمونه ها طبق رابطه ۱ محاسبه شده و در نمودار های۱ تا۳ نشان داده شده است. باکتری های مورد استفاده شامل باکتری گرم مثبت S. aureus (Staphylococcus aureus) و گرم منفی E. coli (Escherichia coli) می باشد. همانطور که از نمودار۱ مشخص است در نمونه آهارگیری شده(عمل نشده با ماده ضد میکروب) پس از مجاورت با هر ۲ نوع از باکتری ها، تعداد کلنی ها باکتری بیشتر شده است به شکلی که قابل شمارش نبوده است. به نظر می رسد پارچه آهارگیری به دلیل نداشتن ماده ضد میکروب و همچنین سلولز محیط مناسب برای رشد نیز می باشد لذا تعداد کلنی های میکروب افزایش یافته است. نمونه عمل شده با نانو نقره سبب کاهش تعداد کلنی ها شده است که نشان از خواص عالی ضد میکروبی نانو نقره می باشد، بنابراین بر اساس نفوذ ذرات نانو به دیواره سلولی میکروب یا جذب سلول میکروبی توسط ذرات نانو سبب کاهش تعداد کلنی های در باکتری گرم مثبت و منفی مانند می شود. درکلیه نمونه های عمل شده با آنزیم های سلولازاسیدی، سلولاز خنثی و لاکاز زمانی که با نانونقره عمل شود تا بالاترین حد امکان درصد کاهش نشان داده است لذا ترکیب نانو نقره بر روی عملیات آنزیمی خواص ضد میکروبی خوبی نشان داده است و همچنین قابل ذکر می باشد نمونه های عمل شده با آنزیم های مختلف بدون ماده ضد میکروب افزایش رشد میکروب را نشان داده است.

نمودار ۲ درصد کاهش کلنی های نمونه های عمل شده با نیترات نقره را نشان می‌دهد. نمونه آهارگیری شده و نمونه های عمل شده با سلولاز، لاکاز و ترکیب سلولاز و لاکاز همانند نمونه های اشاره شده در نمودار۱ بدون ماده ضد میکروب کاهش کلنی نداشته است. اما نیترات نقره سبب کاهش کلنی‌های باکتری ها نمونه های عمل شده پس از مجاورت با باکتری گرم مثبت Staphylococcus S. aureus (aureus) و گرم منفی (E. coli) Escherichia coli شده است. بنابر این ماده ضد میکروب نیترات نقره بر نمونه های عمل شده با آنزیم موثر می باشد و در مقایسه با نمودار ۱ می توان گفت که نمونه های عمل شده با نانو نقره درصد کاهش کلنی بیشتری را نشان داده است و بیان می شود که نانو نقره نسبت به نیترات نقره موثر به عنوان ماده ضد میکروب موثرتر می باشد.

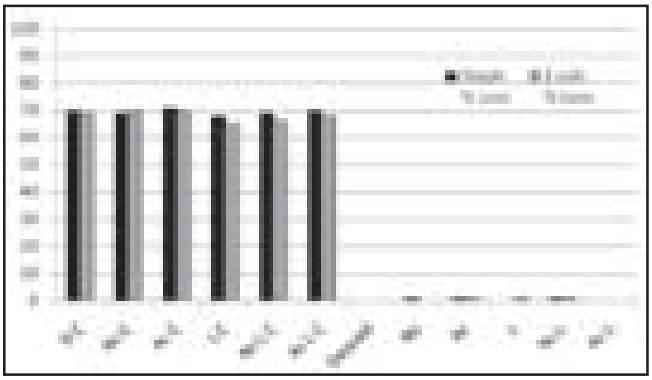


نمودار۱: درصد کاهش باکتری ها پس از مجاورت با نمونه های عمل شده با نانو نقره



نمودار۲:درصد کاهش باکتری ها پس از مجاورت با نمونه های عمل شده با نیترات نقره

نمودار۳ درصد کاهش کلنی های باکتری نمونه های عمل شده با ترکیب کاتیونیک نوع ۴ را نشان می دهد. نمونه آهارگیری عمل شده با ترکیب آمونیوم بعد از مجاورت با باکتری های گرم مثبت و گرم منفی سبب کاهش تعدادکلنی ها شده است. کلیه نمونه های آنزیمی عمل شـده با نمک نوع ۴ پس از مجاورت با باکتری ها، تعداد کلنی آنها کاهش یافته است. اثر ضد میکروبی برای هر دو باکتری در نمونه عمل شـده با ترکیب آمونیوم مشهود می باشد. با مقایسـه نمودار های ۱تا ۳ مشخص می‌شود که نانو نقره نسبت به ۲ ترکیب دیگر خواص ضدمیکروبی بهتری را نشان می‌دهد که البته نیترات نقره نسبت به نوع ۴ اثر بهتری را نشان داده است.



نمودار۳:درصد کاهش باکتری ها پس از مجاورت با نمونه های عمل شده با نمک آمونیوم نوع ۴

رنگ سنجی

نتایج مقادیر مولفه های رنگی و تغییر رنگ روی نمونه های عمل شـده در شـرایط متفاوت آنزیمی در جدول ۱ آمده اسـت. مقادیر L×جدول۱ نشـان می دهد که عملیات آنزیمی سـبب افزایش روشـنایی نسبت به نمونه آهارگیری می شـود و در ادامه نمونه‌های عمل شده با آنزیم لاکاز دارای L×(روشـنایی) بیشتری نسـبت به نمونه‌های عمل شده با آنزیم سلولاز هستند. این اختلاف با آنزیم سلولاز اسیدی بیش از آنزیم سلولاز خنثی است. همچنین روشنایی نمونه عمل شده با آنزیم سلولاز خنثی از سلولاز اسیدی بیشتر است که می تواند با توجه به میزان فعالیت آنزیم توجیه شـودهمانطور که از مقادیر L×نمونه های عمل شـده با سلولاز و لاکاز مشخص است استفاده از آنزیم لاکاز به همراه سلولاز سبب افزایش روشنایی نمونه ها شده است.

جدول ۱: بررسی مولفه های رنگی روی سطح کالای جین در اثر آنزیم های سلولاز و لاکاز

Sample	L*	a*	b*	C*	h	ΔE	Batch is
Untreated F	۲۵/۷	۰/۱	-۵/۳	۵/۳	۲۷۱/۹	۴/۴۴	Lighter less red less blue
Desized F	۲۲/۱	۱/۰	-۸/۷	۸/۷	۲۷۶/۹	۰	Zero
Nc F	۲۳/۲	۰/۸	-۹/۱	۹/۴	۲۷۳/۹	۰/۹	Lighter less red bluer
Ac F	۲۲/۳	۰/۹	-۸/۹	۹/۰	۲۷۵/۹	۰/۷	Lighter less red bluer
L F	۲۳/۹	۰/۶	-۸/۳	۸/۷	۲۷۴/۲	۰/۵	Lighter less red
L Nc F	۲۳/۳	۰/۷	-۸/۵	۹/۵	۲۷۳/۷	۰/۹	Lighter less red bluer
L Ac F	۲۲/۹	۰/۷	-۸/۴	۹/۰	۲۷۴/۷	۰/۴	Lighter less red bluer

از مقایسـه مقادیـر a× نمونه‌هـای عمل شـده با آنزیم لاکاز و سـلولاز مشـخص می گردد که نمونه عمل شـده با لاکاز سـبزتر از نمونه های عمل شده با سلولاز هستند. به بیان دیگر نمونه‌های عمل شده با سلولاز ته‌رنگ قرمزتری نسبت به نمونه‌های عمل شده با لاکاز دارند و همچنین افزایش لاکاز در مخلوط آنزیمی سـبب سبز تر شدن نمونه ها نسبت به نمونه‌های عمل شـده با سـلولاز می گردد. عملیات آنزیمی لاکاز باعث تغییر ته رنگ در کالاهای جین می‌شود و از ته رنگ قرمز به ته رنگ سبز منتقل می شود. مقادیرb× نمونه ها نشان می دهد که آبی بودن کالاهای جین عمل شده با آنزیم لاکاز کاهش می‌یابد. این کاهش نشانگر کاهش لکه‌گذاری روی کالای جین در نمونه‌های عمل شده با آنزیم لاکاز نسبت به نمونه‌های عمل شـده با آنزیم سلولاز است. می‌توان نتیجه گرفت که لاکاز باعث تغییر رنگ از آبی به سـمت زردی و کاهش لکه‌گذاری روی کالا می‌شود.

جدول ۲ مقادیر رنگی پشت نمونه ها را نشان می دهد. مقادیر L×پشت نمونه های عمل شده با سلولاز و لاکاز نشان می دهد که همراهی لاکاز با سلولاز سبب افزایش روشنایی پشت نمونه ها شده است.

جدول ۲: بررسی مولفه های رنگی پشت کالای جین در اثر آنزیم‌های سلولاز و لاکاز

Sample	L*	a*	b*	C*	h	w	ΔE	Batch is
Untreated B	۴۷	-۱/۶	۰	۱/۶	۱۸۰/۱	۷۰	۴/۸	Lighter greener less blue
Desized B	۴۴/۵	-۱/۲	-۴/۱	۴/۳	۲۵۳/۰	۴۹	۰	zero
Nc B	۴۴/۷	-۱/۶	-۵/۴	۵/۷	۲۵۲/۹	۵۹/۸	۲/۲	lighter greener bluer
Ac B	۴۴/۵	-۱/۷	-۵/۳	۵/۹	۲۵۳/۰	۶۱/۳	۱/۵	Lighter greener bluer
L B	۴۵/۱	-۱/۱	-۲/۴	۲/۶	۲۴۵/۶	۳۴/۸	۱/۸	lighter less green less blue
L Ac B	۴۵/۱	-۲/۰	-۴/۱	۴/۷	۲۴۴/۴	۵۰/۲	۰/۹	Lighter greener bluer
L Nc B	۴۴/۶	-۱/۵	-۳/۶	۳/۹	۲۴۷/۳	۴۴/۴	۰/۶	Lighter greener less blue

همچنین مقادیر b×در جدول۲ نشان می دهند که با افزایش آنزیم لاکاز، میزان لکه‌گذاری پشت کاهش یافته و همچنان نسبت به نمونه‌های عمل شـده با آنزیم سلولاز از لکه‌گذاری پشت کمتری برخوردارند. نمونه‌های عمل شـده با آنزیم لاکاز از لکه‌گذاری پشـت کمتری نسـبت به نمونه آهارگیری شده برخوردارند.

نتایج مقادیر مولفه های رنگی، تغییر رنگ و سفیدی آستر جیب نمونه‌های عمل شده در شرایط متفاوت آنزیمی در جدول ۳ آمده است.در جدول ۳ مقایسه سفیدی آستر جیب وb× بیشتر مورد توجه بوده است. از مقادیر w آسـتر جیب مشـخص می گردد که با انجام عملیات آنزیمی شامل سلولاز اسـیدی و سلولاز خنثی، سفیدی آستر جیب کاهش می‌یابد که نشـان از لکه گذاری ایندیگو طی عملیات آنزیمی می باشـد. مقادیر b× آستر جیب در اثر عملیات آنزیمی کمتر شده است که نشان از آبی شدن آستر جیب می باشد. آنزیم لاکاز سبب افزایش سفیدی آستر جیب شده است و از مقایسه مقدار b×مشخص می گردد که میزان آبی آستر جیب کاهش و زردی آن بیشتر شده است به طوریکه ایندیگو منتقل شده روی آستر کاملاً از بین رفته و تغییر رنگ به سمت سفید (از روی مقدار w) و زردی (از روی مقدارb×) است. از طرفی در مقایسه با آنزیم سلولاز معلوم می‌شود که آنزیم لاکاز در کاهش لکه‌گذاری روی آستر جیب موثر بوده و حتی کاملاً آن را از بین می‌برد.

جدول ۳: بررسی مولفه های رنگی آستر جیب کالای جین در اثر آنزیم های سلولاز و لاکاز

Sample	L*	a*	b*	C*	h	w	ΔE	Batch is
Untreated P	۸۶/۸	۰/۲	۱۱/۹	۱۱/۹	۸۸/۸	۷۰/۲	۹/۲	lighter less green yellow
Desized P	۸۰/۸	-۱/۸	۴/۹	۵/۴	۱۱۰/۱	۳۱/۵	۰	zero
Nc P	۷۹	-۲/۸	۲/۳	۴/۰	۱۳۴/۷	۳۰/۵	۳/۰	Lighter greener less yellow
Ac P	۸۰/۵	-۲/۷	۲/۹	۴/۰	۱۳۳/۵	۳۲/۳	۲/۳	Lighter greener less yellow
L P	۸۲/۵	۰/۰	۷/۲	۹/۲	۹۰/۰	۴۷/۲	۴/۷	Lighter less green yellow
L Ac P	۸۰/۸	-۱/۴	۵/۳	۷/۴	۱۰۱/۰	۳۹/۹	۲/۲	Lighter less green yellow
L Nc P	۸۱/۶	-۰/۹	۴/۹	۸/۹	۹۵/۹	۳۸/۶	۴/۰	lighter less green yellow

مقدار L×آستر جیب نشان می دهد که عملیات آنزیمی بعلت لکه‌گذاری سـبب کاهش روشـنایی آسـتر جیب می شود. اسـتفاده از آنزیم لاکاز روشنایی کالای آهارگیری شـده را افزایش می دهد اما نسبت به نمونه عمل نشـده روشـنایی کاهش یافته اسـت که به نظر می رسد افزایش زردی آسـتر به وسـیله لاکاز سبب این تغییر شـده است. همچنین در مخلـوط آنزیم ها اسـتفاده از آنزیم لاکاز سـبب کاهـش لکه گذاری و افزایش روشـنایی آستر جیب و البته افزایش زردی آن می شود. به طور کلی به نظر می رسـد که آنزیم لاکاز، ایندیگو لکه گذاری شده در پشت پارچه جین را طی عملیات آهارگیری و... تخریب کرده و به رنگ زردی تبدیل می شود.

جدول ۴ مقادیر مولفه های رنگی روی نمونه های عمل شده با نانو نقره را نشان می دهد همانوط که مشخص است با توجه به مقدار L×روشنایی نمونه ها پس از عملیات با نانو نقره کاهش یا افزایش جدی نیافته اسـت اما مقادیر a×نمونه ها نشان می دهد که نمونه های آنزیمی عمل شده با نانو نقره سـبزتر از نمونه های عمل نشده با ماده ضد میکروب می باشد. جـدول ۵ مقادیر رنگی نمونه های آنزیمی عمل شـده با نیترات نقره و نمک آمونیوم را نشان می دهد.

جدول ۴: بررسی مولفه های رنگی روی سطح کالای جین عمل شده با نانو نقره

Sample	L*	a*	b*	C*	h	ΔE	Batch is
DNS	۲۳/۹۷	۳/۹	-۸/۳	۸/۳	۲۷۶/۱	۱/۰	Lighter greener less blue
Nc NS	۲۲/۸۹	-۳/۹	-۸/۰	۸/۱	۲۷۷/۳	۰/۶	greener less blue
Ac NS	۲۳/۸۳	-۳/۵	-۹/۵	۹/۵	۲۷۲/۹	۱/۳	Lighter greener bluer
L NS	۲۲/۲۱	-۳/۹	-۸/۹	۹/۰	۲۷۶/۰	۰/۸	Darker greener bluer
Nc L NS	۲۴/۴۱	-۳/۴	-۹/۱	۹/۱	۲۷۳/۰	۱/۶	Lighter greener bluer
Ac L NS	۲۴/۳۴	-۳/۳	-۹/۰	۹/۰	۲۷۲/۱	۱/۵	Lighter greener bluer
L MC F	۲۳/۶	-۳/۵	-۸/۷	۸/۷	۲۷۳/۸	۰/۷	Lighter greener

جدول ۵: بررسی مولفه های رنگی روی سطح کالای جین عمل شده با نیترات نقره و نمک نوع ۴

Sample	L*	a*	b*	C*	h	ΔE	Batch is
D S	۲۳/۱	-۲/۸	-۹/۴	۹/۴	۲۷۴/۷	۰/۸	Lighter greener bluer
Nc S	۲۳/۲	-۲/۸	-۹/۳	۹/۲	۲۷۷/۵	۰/۹	Lighter greener blue
Ac S	۲۳	-۲/۹	-۹/۲	۹/۱	۲۷۶	۰/۵	Lighter greener bluer
L S	۲۳	-۲/۷	-۹/۱	۹/۲	۲۷۵/۴	۰/۴	Lighter greener bluer
Nc L S	۲۳/۷	-۲/۶	-۸/۶	۸/۶	۲۷۲/۷	۱/۷	Lighter greener bluer
Ac L S	۲۳/۸	-۲/۷	-۸/۵	۸/۷	۲۷۳/۲	۱	Lighter greener less blue
D C	۲۳/۲	-۰/۸	-۸/۷	۸/۷	۲۷۳/۵	۱/۸	Lighter less red
Nc C	۲۳/۳	-۰/۹	-۸/۶	۸/۸	۲۷۷/۱	۱/۳	Lighter less red less blue
Ac C	۲۳/۱	-۰/۶	-۸/۶	۸/۶	۲۷۱/۷	۲/۷	Lighter less red less blue
L C	۲۳/۲	-۰/۴	-۸/۵	۸/۵	۲۷۳/۹	۱/۳	Lighter less red less blue
Nc L C	۲۴/۱	-۰/۹	-۸/۶	۸/۶	۲۷۳/۸	۳/۸	Lighter less red less blue
Ac L C	۲۴/۲	-۰/۸	-۸/۴	۸/۵	۲۷۴/۴	۴	Lighter less red less blue

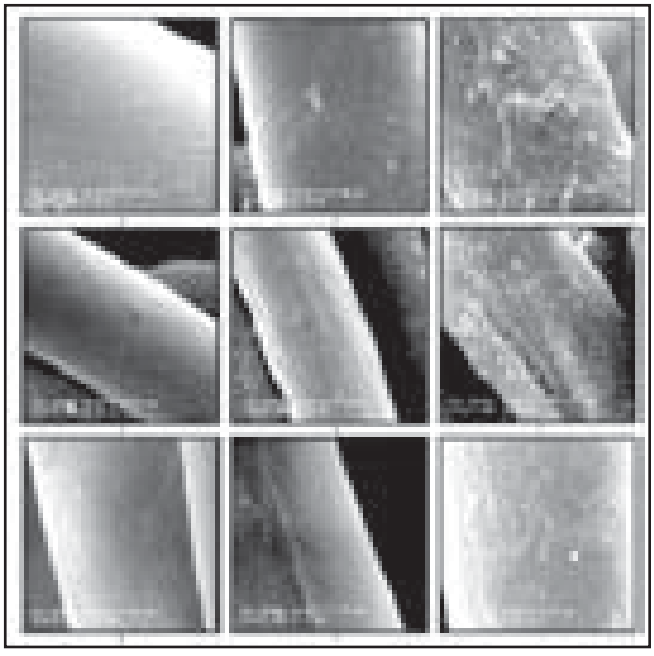
با مقایسه مقادیر L× نمونه ها مشخص می شود که عملیات با نیترات نقره و ترکیبات نوع ۴ در روشنایی نمونه ها تاثیر چندانی ندارند. اما از روی مقادیر a×نمونه های عمل شده با نیترات نقره و ترکیب کاتیونیک نوع ۴ نشان می‌دهد که نمونه ها سبزتر شده است و البته سبزی نمونه های عمل شده با ترکیب نوع ۴ کمتر از نمونه های دیگر است. علت این امر زردی ایجاد شده هنگام عملیات تکمیل با نانو نقره و نیترات نقره می باشد با توجه به نتایج بدست آمده زردی ایجاد شده در نانو نقره در مقایسه با نیترات نقره بیشتر است لذا سبزتر می‌شود.

تصاویر SEM

همانطور که از تصاویر SEM نمونه های آهارگیری شده، شکل های a-۳، b-۳و c-۳ مشخص می شود نیترات نقره روی سطح الیاف قرار نگرفته در حالی که ذرات نانو نقره به شکل ذره و یا توده روی سطح الیاف قرارگرفته است. از مقایسه شکل های d -۳، e-۳و f-۳ با نمونه های آهارگیری به خوبی مشخص می شود که ذرات نانو نقره نسبت به نیترات نقره نفوذ بهتر در لایه های الیاف داشته و روی سطح آنها قرار گرفته اند. در مورد نمونه های عمل شده با لاکاز و نانو نقره می توان گفت که ذرات نقره بر سطح الیاف قرارگرفته اند.

بررسی ثبات شستشویی تکمیل ضد میکروب

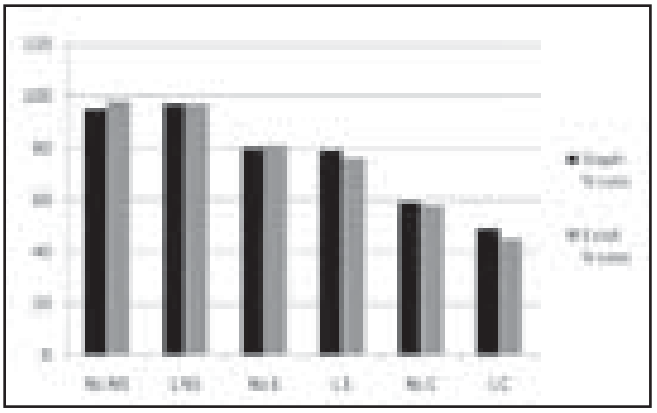
درصد کاهش تعداد کلنی ها هر دو باکتری گرم مثبت (Staphylococcus aureus (S. aureus و گرم منفی Escherichia coli (E. coli) قبل و بعد از مجاورت با نمونه های عمل شده با مواد ضد میکروب پس از شستشو طبق رابطه ۱ محاسبه شده و در نمودار های۴ نشان داده شده است. جهت اندازه گیری ثبات شستشویی نمونه های تکمیل شده فقط نمونه های عمل شده با سلولاز و لاکاز انتخاب شده است. همانطور که از تفاوت بین نمودارهای۳-۱ و ۴ مشخص می‌گردد پس از ۵ بار شستشوی نمونه های عمل شده با مواد ضد میکروب ، نمونه‌های عمل شده با نانو نقره از ثبات بهتری برخوردار می باشد و پس از آن، نمونه های عمل شده با نیترات نقره از نمونه های عمل شده با نمک آمونیوم نوع ۴ ثبات بهتری نشان داده است. درصد کاهش فعالیت ضد باکتری نمونه های شسته شده با نمونه های مشابه مشخص می کند که نمونه های عمل شده با نانو نقره پس از ۵ بار شستشو، ۴٪ کاهش فعالیت داشته است و این در حالی است که نیترات نقره، ۱۱٪ و نمک آمونیوم نوع ۴ بالای ۲۰٪ کاهش فعالیت ضد میکروبی داشته است. از لحاظ ثبات شستشویی رنگ کالای جین در اثر شستشو های خانگی مورد نظر این طرح نمی باشد اما خاطر نشان می شود که کالای جین به علت رنگینه ایندیگو و رنگرزی حلقه ای، دارای ثبات شستشویی عالی نمی باشد و در اثر شستشوهای مکرر به کاهش رنگ منجر می شود.



a- نمونه آهارگیری، b- آهارگیری عمل شده با نیترات نقره، c- آهارگیری عمل شده با نانو نقره، d- نمونه عمل شده با سلولاز(Nc)، e- نمونه عمل شده با سلولاز و نیترات نقره ، f- نمونه عمل شده با سلولاز و نانو نقره ، g- نمونه عمل شده با لاکاز، h- نمونه عمل شده با لاکاز و نیترات نقره i- نمونه عمل شده با لاکاز و نانو نقره

شکل۳- بررسی تصاویر الیاف با بزرگنمایی ۷۵۰۰x

نمودار۴:درصد کاهش باکتری ها پس از مجاورت با نمونه های ضدمیکروب شستشو شده



توجیه اقتصادی

نیترات نقره یک ماده اولیه گران قیمت می باشد و نسبت به نمک آمونیوم نوع ۴ دارای هزینه تولید بالایی می باشد. اما با توجه به ثبات بالا و مصرف پائین نیترات نقره نسبت به نمک آمونیوم نوع ۴، استفاده از نیترات نقره در ضد میکروب کردن پنبه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. معمولاًجهت تولید نانو نقره از نیترات نقره استفاده می شود البته بیشتر روش های مورد استفاده جهت تولید نانو نقره ارزان قیمت و در دسترس بوده است. قیمت بالای نانو نقره بدلیل هزینه بالای ماده اولیه(نیترات نقره) آن است. همانطور که می دانید ماده در ابعاد نانو دارای قدرت بالاتری می باشد و با میزان مصرف بسیار پائین بهره وری بالاتری بدست می آید(به علت افزایش سطح تماس نانو مواد با مواد دیگر). با توجه به ثبات بالای نانو نقره نسبت به دیگر مواد و مصرف بسیار پائین آن، نانو نقره بیشتر مورد توجه قرارگرفته و در حال حاضر بسیاری از کالاهای پنبه ای با نانو نقره ضد میکروبی شده است . کالای جین نیز به عنوان یک کالای پنبه ای از این امر مستثنی نمی باشد.

نتیجه گیری

با توجه به پیشرفت روز افزون کالای جین و همچنین پنبه ای بودن این کالا به نظر می رسد داشتن خواص ضد میکروبی برای این کالا ضروری می‌باشد. لذا در این طرح انواع روش‌های معمول ضد میکروب کردن بررسی شد. نانونقره بهترین روش ضد میکروبی برای کالای جین می باشد که توانست با بالاترین خواص نسبت به نیترات نقره و نمک آمونیوم نوع ۴ عمل کند و البته با ایجاد تغییر رنگ جین به سبزی به علت زردی ایجاد شده حین فرایند تکمیل کالای ضد میکروب با ظاهری جدید و مد پذیر معرفی شود. نانو نقره ضمن داشتن توجیه اقتصادی به علت مصرف بسیار کم از این ماده و بهره‌وری بالا، دارای ثبات شستشویی بسیار عالی می باشد.

پی نوشت:

* عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل

مراجع:

1. Jeans-The Blue Phenomenon,htpp//www.CHT–group./com/now.nsf.
2. Denim Fabrics: Specification and test methods; Iran Standard and Industrial Researches: Karaj, 2000; 2194.
3. Standard Performance Specification for 100% Cotton Denim Fabrics, ASTM, 1159-1160
4. Dipl. Ing. Kurt van wersch, ITB, Elastic weft denim finishing, val.3, 2002, P.P 70-72.
5. P. J. Hauser, A. Bairathi, American Dyestuff Reporter, August 1996, New System for Improved dem dyeing, P.P 55-69.
6. G.N.Mock & J.W.Rucker, The Yellowing of Indig-dyed Acid Washed Denim, American Dyestuff Reporter, May 1991, 15-16, 61
7. S.B.Karmakar, Chemical Technology in the Pre-Treatment Processes of Textiles, ELSEVIER, 418-436.
8. A.Gusakov, A.Sinitsyn, A.Berlin, Surface hydroPHobic amino acid residues in cellulase molecules as a structural factor responsible for their high denim-washing performance, Enzyme and Microbial Technology 27, 2000, 664-671.
9. A.Gusakov, A.Sinitsyn, A.Berlin, Study of protein adsorption on indigo particles confirms the existence of enzyme – indigo interaction sites in cellulose molecules, journal of Biotechnology 87, 2001, 83-90.
10. Montazer, M.; Maryan, A. S, Comparison of Denim Washing with Pumice Stone, Acid and Neutral Cellulases, Iran J Polym Sci Technol 2007, 4, 369.
11. M.K. Bhat, Cellulases and related enzymes in biotechnology, Biotechnology Advances, 18, 2000, 355–383.
12. A.Cavaco-Paulo, J.Cortez, L. Almeida, The effect of cellulase treatment in textile washing processes, JSDC, 1 3,1997, 218- 222.
13. M. Montazer, A. Sadeghian, Influences of Different Enzymatic Treatment on Denim Garment, Applied Biochemistry and Biotechnology, DOI10.1007/s12010-009-8727-4
14. Montazer, M., Sadeghian Maryan, A., Application of Laccases with Cellulases on Denim for Clean Effluent and Repeatable Biowashing, Journal of Applied Polymer Science, 110, 3121–3129, 2008
15. Sadeghian Maryan. A, The Effect of Cellulase and Laccase on Denim Color Journal of Color Science and Technology, 3,53-56, 2009
16. R.Campos and A.Cavaco, Textile Research Jour-

31. Russell, A. D., Introduction of Biocides into Clinical Practice and the Impact on Antibiotic Resistance, J. Appl. Microbiol. 92, 121S–135S (2002).
32. Cazzaniga, A., Serralta, V., Davis, S., Orr, R., Eaglstein, W., and Mertz, P. M., The Effect of an Antimicrobial Gauze Dressing Impregnated with 0.2-percent Polyhexamethylene Biguanide as a Barrier to Prevent Pseudomonas aeruginosa Wound Invasion, Wound-compend. Clin. Res. Prac., 14, 169– 176 (2002).
33. Lim, S. H., and Hudson, S. M., Review of Chitosan and its Derivatives as Antimicrobial Agents and Their uses as Textile Chemicals, J. Macromol. Sci. Polymer Rev., 43, 223–269 (2003).
34. No, H. K., Park, N. Y., Lee, S. H., and Meyers, S. P., Antibacterial Activity of Chitosans and Chitosan Oligomers with Different Molecular Weights, Int. J. Food Microbiol., 74, 65–72 (2002).
35. Shin, Y., Yoo, D. I., and Jang, J., Molecular Weight Effect on Antimicrobial Activity of Chitosan Treated Cotton Fabrics, J. Appl. Polymer Sci., 80, 2495–2501 (2001).
36. Sayed, A. Z., and El-Gaby, M. S. A., Synthesis of Novel Dyestuffs Containing Sulphonamido Moieties and Their Application on Wool and Polyamide Fibres, Color. Technol., 117, 293– 297 (2001).
37. Ma, M. H., Sun, Y. Y., and Sun, G., Antimicrobial Cationic Dyes. Part 1: Synthesis and Characterization, Dyes Pigments, 58, 27–35 (2003).
38. Sun, G., and Ma, M., "Multifunctional Antimicrobial Dyes", United States Patent Application no 20050011012 (2005).
39. Ma, M. H., and Sun, G., Antimicrobial Cationic Dyes. Part 3: Simultaneous Dyeing and Antimicrobial Finishing of Acrylic Fabrics, Dyes Pigments, 66, 33–41 (2005).
40. S. Q. Jiang, E. Newton, C. W. M. Yuen, C. W. Kan, Chemical Silver Plating and Its Application to Textile Fabric Design, Journal of Applied Polymer Science, 96, 919–926, (2005).
41. M. Gorenšek, P. Recelj, Nanosilver Functionalized Cotton Fabric, Textile Research Journal, 77, 138–141, 2007.
42. H. J. LEE, S. Y. YEO, S. H. JEONG, Antibacterial effect of nanosized silver colloidal solution on textile fabrics, JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, 38, (2003), 2199 – 2204.
nal, May 2001, Indigo Degradation with Laccases from Polyporus Sp. And Sclerotium rolfsii, 420-424.
17. N.K. Pazarlioglu, A. foncu, Laccase Production by Trametes Versicolor and application to denim washing, Process Biochemistry, 40, 2005, 1673-1678.
18. A.S. Aly, A.B. Moustafa, A. Hebeish, Bio-technological treatment of cellulosic textiles, Journal of Cleaner Production, 12, (2004), 697–705.
19. N. Ka¸S. Pazarlio, M. Sarii¸A. Telefoncu, Treating denim fabrics with immobilized commercial cellulases, Process Biochemistry, 40, (2005), 767–771.
20. Z.Ondogan, O.Pamuk, Arifozguney, Improving the appearance of all textiles Product from Clothing to home textile using laser technology, Optics & Laser Technology, 37, 2005, 631-637
21. Y. W. H. Wong, C. W. M. Yuen, M. Y. S. Leung, S. K. A. Ku, and H. L. I. Lam, Selected Application of Nanotechnology in Textile, AUTEX Research Journal, 6, (2006), 1-8.
22. S. Kathirvelu, L. D'Souza, B. Dhurai, Nanotechnology applications in textiles, Indian Journal of Science and Technology, 1, (2008), 1-10.
23. Liu, W. Dong, Nanotechnology in Textiles Finishment, Modern Applied Science, 3, (2009), 154-157.
24. A.Gör, k. Göcek, Applications of Nanotechnology in Textile Industry, nonwoven technical textile technology, (2006), 64-69.
25. T. Hasebe, chitosan hybrid deodorant agent finishing textile, AATCC Review, 2001, 23-27.
26. Yadav, A. et al., Functional Finishing in Cotton Fabrics using Zinc Oxide Nanoparticles, Bull. Mater. Sci., 29, 641–645 (2006).
27. Charbonneaux, T., and Rochat, S., "Articles with Antibacterial and Antifungal Activity", United States Patent Application 20060208390 (2006).
28. Antelman, M. S., "High Performance Cobalt (II,III) Oxide Antimicrobial Textile Articles", United States Patent no 6,228,491 (2001).
29. Kim, Y. H., and Sun, G., Durable Antimicrobial Finishing of Nylon fabrics with Acid Dyes and a Quaternary Ammonium Salt, Textil. Res. J., 71, 318– (2001(
30. Son, Y. A., and Sun, G., Durable Antimicrobial Nylon 66 Fabrics: Ionic Interactions with Quaternary Ammonium Salts, J. Appl. Polymer Sci., 90, 2194–2199 (2003(.