بررسی خواص ضد باکتری پارچه پشمی بارگذاری شده با PHMB
(پلی هگزا متیلن بیگوناید هیدرو کلراید)

الناز آهنی*
دانش آموخته مقطع کارشناس ارشد، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، تهران، ایران
مجید منتظر
گروه مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران،ایران
ابوسعید رشیدی
گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، تهران، ایران
رسید:۱۳۹۲/۰۴/۰۹ ، پذیرش:۱۳۹۲/۰۷/۲۳

چکیده

کاربرد مواد ضدمیکروبی در صنعت نساجی رشد چشمگیری داشته است. یکی از این مواد ضدمیکروبی PHMB (پلی هگزا متیلن بیگوناید هیدرو کلراید) است که معمولاً جهت ایجاد خصوصیات ضد میکروبی برای منسوجات بکار می رود. در این تحقیق از پلیمر PHMB جهت ضدمیکروبی کردن کالای پشمی مورد استفاده قرار گرفته است. در ابتدا PHMB به روش رمق کشی روی پارچه‌ی پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز بارگذاری شده و سپس PHMB روی سطح الیاف بارگذاری شده توسط میکروسکوپ الکترونی مشاهده شده است. بازدهی بارگذاری و همچنین مقدارPHMB موجود در پارچه به کمک روش اسپکتروسکوپی تعیین شده است و همچنین ویژگی ضد باکتری به وسیله آزمون ضد باکتری در مقابل دو باکتری گرم منفی (*Escherichia coli*) و گرم مثبت (*Staphylococcus aureus*) مورد بررسی قرار گرفته است. این تحقیق با هدف تهیه پارچه ی پشمی ضدمیکروب با استفاده از پلیمر PHMB انجام شده است. ، در این صورت می توانیم برای ضد میکروب کردن پارچه های پشمی در صنعت نساجی کارگزار باشیم. نتایج ضد باکتری در برابر دو باکتری گرم منفی (*Escherichia coli*) و گرم مثبت (*Staphylococcus aureus*) نشان داده که پارچه های بارگذاری شده با PHMB در مقابل هر دو نوع باکتری از ویژگی ضدباکتری برخوردارند.

کلمات کلیدی: پارچه ی پشمی، پلی هگزا متیلن بیگوناید کلراید (PHMB) ، رمق کشی، ضد میکروبی.

* مسئول مکاتبات: *Emali: ea_ahani@yahoo.com*

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

الیاف پشم دارای سطح قاعده تقریباً دایروی شکل هستند و از طرف ریشه به رأس ظریف می شوند. بیشتر حجم لیف پشم از سلول های کورتیکال تشکیل می‌شود که در داخل هر کدام یک ساختمان فیبریلی وجود دارد و فیبریل ها ممکن است سلول‌های کورتیکال را به یکدیگر مرتبط سازند[۱]. در الیاف پشمی ضخیم ممکن است در مرکز لیف یک بخش مرکزی به نام مدولا وجود داشته باشد که از پروتئین متفاوتی نسبت به سایر قسمت های لیف پشم تشکیل می‌شود. در الیاف ظریف معمولاً مدولا دیده نمی‌شود. اندازهٔ مدولا در الیاف پشمی مختلف، متفاوت بوده و در بعضی موارد به صورت یک کانال توخالی در طول لیف قرار دارد. مدولا ممکن است حاوی شبکه باز سلولی باشد [۱]. سطح بیرونی لیف پشم را فلس تشکیل می‌دهد. فلس‌ها که نایکنواخت هستند به‌طرف رأس قرار دارند و وجود آنها باعث تفاوت در ضریب اصطکاک الیاف پشم در جهت رأس و در جهت ریشه می‌شود که به‌D.F.E (Directional Frictional Effect) معروف است [۱]. خواصی مانند نمدی شدن الیاف پشم به این فاکتور ربط داده می‌شود. کثرت فلس ها به ظرافت لیف بستگی دارد. الیاف ضخیم کثرت فلس کمتری دارند. روی فلس ها غشاء ضدآب قرار گرفته است. این لایه که به‌عنوان محافظ عمل می‌کند مثل یک لایه چربی، آب را از لیف دور می‌نماید. ولی روی آن منافذ بسیار کوچکی قرار دارند که بخار آب می‌تواند از آنها عبور کند. بین کیوتیکل وکورتکس لایه دیگری وجود دارد که پوسته کیوتیکل نام دارد [۱].

بخش اعظم لیف پشم را کورتکس تشکیل می‌دهد که خود از میلیون‌ها سلول دوکی شکل بلند که سخت به یکدیگر چسبیده‌اند شکل می‌گیرد. این سلول‌ها خود از چند فیبریل و هر فیبریل از واحدهای کوچکتری تشکیل می‌شود. کورتکس به دو بخش ارتو و پارا تقسیم می‌گردد که دارای ساختمان شیمیایی متفاوت هستند و در نتیجه خواص کراتین در این دو بخش متفاوت است. به همین علت لیف پشم یک دو جزئی طبیعی به حساب می‌آید. بخش پارا کورتکس دارای گروه های سیستئین بیشتری است که زنجیرهای مولکولی را به یکدیگر پیوند می‌دهد. به همین علت این بخش پایداری بیشتری داشته و نفوذ رنگینه در آن مشکل‌تر از بخش ارتوکورتکس است. لیف پشم به صورت موج‌دار (فردار) است که این شکل افزایش خاصیت عایق‌بندی گرمایی، چسبندگی و فنریت را برای الیاف پشم به همراه دارد. مجعد بودن لیف پشم به تفاوت در دو بخش اورتو و پاراکورتکس و نهایتاً جمع شدگی متفاوت این دو بخش مربوط می‌شود. بخش پارا در داخل انحناء و بخش ارتو در خارج انحنای لیف پشم جای دارند[۱].

الیاف پشم به دلیل ویژگی هایی چون سبکی، نرمی، گرمی و احساس آرامش بین عموم مشهور بوده و نسبت به سایر الیاف ممتاز هستند. پروتئین پشم حاوی گروه های آمینی و کربوکسیلیک اسید فراوان است. گروه های آمین، قلیایی و گروه های کربوکسیلیک اسید، اسیدی هستند و هر دو به یک میزان در پروتئین پشم موجود هستند که توانایی ایجاد یون های آمفوتریک را در آب دارند. به طور عادی، مولکول های پشم تحت pH معین آمفوتر هستند چرا که تعداد بارهای مثبت و منفی در تعادل هستند که این pH، نقطهٔ ایزوالکتریک لیف پشم بوده و در حدود «۵» است [۲].

باکتری،یک نوع میکروب است که بسیار ریز بوده و با چشم غیر مسلح قابل رویت نیست،اگرچه نقش بسیار مهمی نیز در زندگی انسان دارد.باکتری برای زنده ماندن باید در محیط های حاوی آب،اکسیژن و غذای کافی قرار بگیرد[۳]. هزاران نوع از میکروارگانیسم ها کشف شده اند که در همه جا وجود دارند مانند محیط زیست، آب، غذا و بدن افراد که می توانند در تماس با یکدیگر ایجاد مشکل کنند.قارچ و کپک کمپلکسی از میکروارگانیسم ها با سرعت رشد کمتر هستند و پارچه را لکه دار کرده و باعث کاهش خواص ویژه کالا می شوند[۴]. باکتری، در دو نوع گرم مثبت یا گرم منفی است که با محتویات و ساختار سلولی قابل تشخیص هستند و راه شناسایی آنها آزمون لکه گذاری گرم است.پس از این آزمون چنانچه باکتری صورتی شود،گرم مثبت بوده در غیر این صورت گرم منفی است[۳]. باکتری به طور خود به خود نمی تواند از مکانی به مکان دیگر

Archive of SID

www.SID.ir

انتقال یابد،بلکه از طریق مایعی مانند خون،عرق،الکل،پوست یا گرد و غبار انتقال می یابد.حامل باکتری می تواند مایع یا هوا باشد.برای انتقال از طریق مایع نیاز به محیط مرطوب یا خیس است[۳].

هزاران سال است که مواد ضد باکتری بر روی منسوجات استفاده می شوند.به عنوان مثال مصریان باستان از گیاهان برای جلوگیری از فاسد شدن مومیایی ها استفاده می کردند. تکمیل های ضد باکتری در برخی شرایط بسیار حایز اهمیت است. به عبارت دیگر تکمیل ضد باکتری،روشی جهت کاهش انتقال میکروارگانیسم ها از طریق کشتن یا ممانعت از رشد آنها در سطح پارچه است[۳].

امروزه انواع مواد ضد میکروب با کاربردهای متفاوت برای منسوجات رو به افزایش است.این مواد از لحاظ ساختار شیمیایی، موثر بودن، روش کاربرد،تاثیر بر روی انسان و محیط زیست با یکدیگر متفاوت هستند. در گزارشات وتحقیقات انجام گرفته به گروه های مختلف مواد ضد میکروبی از نظر میزان اثر، مکانیسم عمل و مقاومت در برابر شستشو اشاره شده است.بنابراین این مواد را می توان به گروه های بازنداره ی باکتری و کشنده ی باکتری تقسیم کرد[۵].

در تکمیل های ضد باکتری صنعت نساجی،جنبه های ایمنی،سلامت و محیط زیست به اندازه ی موثر بودن خود ماده مهم است.آزاد شدن مواد ضد میکروبی از منسوجات به محیط اطراف می تواند اثر منفی بر روی ارگانیسم های داخل آب داشته باشد[۵].

پلی هگزا متیلن بیگواناید یک پلیمر کاتیونیک ضد باکتری بر پایه ی شیمیایی بیگوانید بوده که به دلیل خاصیت ضد میکروبی، پایداری شیمیایی، سمیت کم و مقرون به صرفه بودن تجاری شده است .این ماده با کمترین میزان سمیت در طیف گسترده ای از فعالیت های ضد باکتری کاربرد دارد[۶]. میزان تاثیر آن بر ارگانیسم های سلولی به دلیل گروه های به شدت قلیایی بیگوانید است که به گروه های منعطف هگزا متیلن متصل هستند[۷]. PHMB اولین پلیمر ضدمیکروبی بود که مکانیسم بر همکنش آن با غشای فسفولیپید و باکتری *E.coli* توسط گیلبرت و همکارانش مورد مطالعه قرار گرفت [۸]. بیشترین میزان فعالیت ضدمیکروبی آن زمانی حاصل می شود که ۶ گروه متیلن بین گروه های بیگوانید قرار بگیرد[۶]. این پلیمر مخلوط پلی دیسپرس از بیگوانایدهای پلیمری است که ۱۲ واحد تکرار شونده ی کاتیونیک بیگواناید دارد که واحدها از طریق ارتباط زنجیره ی هیدروکربنی با طول های برابر یا نا برابر از یکدیگر جدا شده اند مقدار واحدهای تکرار شونده از ۲ تا ۴۰ واحد متغییر است[۹].

PHMB از طریق اتصال الکترواستاتیکی به نواحی با بارهای منفی مانند لیپوتیکویک اسید که به غشا و لایه ی پپتید و گلایسین متصل است اتصال می یابد[۱۰]. غشاهای سیتوپلاسمی از پروتئین هایی مانند فسفاتیدیل گلیسرول اسیدی و یا خنثی تشکیل شده است. ضد میکروب‌های کاتیونیک در ابتدا در سطح غشا با جایگزینی کاتیون هایی مانند Ca^{2+} & Mg^{2+}، واکنش می دهند.واکنش PHMB با فسفولیپیدها در غشای سیتوپلاسم باکتری در موارد متعددی مورد تحقیق قرار گرفته است[۱۰].

پارچه های پشمی با (فعالیت ضد میکروبی زیاد) تکمیل شده و توانسته باکتری اشریشیا کولی را در مدت چند دقیقه تماس غیر فعال کند[۱۱]. پارچه های عمل شده با PHMB در برابر استافیلوکوس اثر بیشتری را نسبت به اشریشیا کولی نشان داده اند[۱۱]. یکی از کاربردهای پشم عمل شده با PHMB در جوراب ضد میکروبی است. پشم به جهت راحتی و جذب مقدار زیاد رطوبت یکی از بهترین الیاف برای جوراب است.محیط گرم و مرطوب در جوراب در طی پوشش برای رشد باکتری و ایجاد بو مساعد است، بنابراین به یک گوانید برای تکمیل ضدمیکوبی نیاز می باشد[۱۱]. همچنین پارچه رنگرزی شده و نشده پس از تکمیل با PHMB تمام باکتری ها را کشته است. رنگرزی با رنگزاهای راکتیو بر خواص ضدمیکروبی PHMB اثری نداشته است[۱۲].

در این مقاله از PHMB به عنوان پلیمر ضد باکتری قوی برای تکمیل ضدباکتری پارچه پشمی استفاده گردید. این ماده به روش رمق کشی بر روی پارچه صد در صد پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز بارگذاری شد. سپس اثر این ماده بر خصوصیت ضد باکتری نمونه ها بررسی گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

۲.مواد

۲-۱- مواد و منسوج

پارچه صدر صد پشمی خام که مشخصات آن در جدول ۱ ارائه شده است، از کارخانه ایران مرینوس خریداری شده است.

جدول ۱. مشخصات پارچه ی پشمی

		جنس پارچه	نوع بافت	تراکم تاری(cm/تعداد)
تراکم پودی(cm/تعداد)	وزن gr/m^2			
پشم	تافته	۱۷	۲۰	۲۶۲

پلی هگزا متیلن بیگوناید با در خلوص بالا (PHMB>98%) از شرکت Lemandou Chemicals چین، محیط کشت باکتری (Caso-agar) ، تیوگلیکولات سدیم ، کلرید سدیم و تیوسولفات سدیم از شرکت Merck آلمان تهیه شد.

۲-۲- دستگاه ها

دستگاه انکوباتور جهت انکوباسیون نمونه ها از شرکت BINDER آلمان ، دستگاه اتوکلاو جهت استریل کردن از شرکت JETING انگلستان و میکروسکوپ الکترونی (Fe-SEM) ساخت شرکت فیلیپس هلند مدل XL 30 جهت ارزیابی مورفولوژی ساختاری پارچه استفاده گردید.

۳. روش کار

۳-۱- آماده سازی پارچه

ابتدا نمونه های ۲،۵ گرمی پارچه در آب سرد شستشو شده و سپس در حمام حاوی g/l ۱شوینده آنیونی ،در ۶۰°C به مدت ۲۰ دقیقه با L:G=۴۰:۱ برابر ۱ به ۴۰ شستشو شده اند. در ادامه نمونه ها به ترتیب در آب ۶۰°C و آب سرد آبکشی شده اند. نمونه های پشمی شسته شده با ۲٪ آنزیم پروتئاز در محلول اسیدی با pH=۵ در دمای ۶۰°C و۱:۴۰=L:G به مدت ۴۵ دقیقه عمل شده اند.برای تنظیم pH ازاسید سیتریک ۱۰٪ استفاده شده است.نمونه ها ابتدا با آب گرم ۴۰°C و سپس آب سرد ۲۲°C آبکشی شده و در دمای ۸۰°C خشک شده اند. پیش عملیات با آنزیم پروتئاز باقیمانده ترکیبات آبگریز را از سطح پشم از بین برده و سطح پشم را اصلاح می کند و جلا و زیردست پارچه را بهبود می دهد. هر دو کوتیکل و کورتکس لیف توسط آنزیم پروتئاز اصلاح می شوند.آنزیم پروتئاز اندوکوتیکل و پروتئین ها درغشای سلولی پیچیده را هیدرولیز کرده و اگر کنترل نشود الیاف را تخریب می کند.

۳-۲- بارگذاری PHMB بر روی پارچه پشمی

پارچه پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز به روش رمق کشی تحت عملیات تکمیلی با PHMB قرار گرفت و تاثیر این روش روی میزان بارگذاری PHMB و همچنین خواص پارچه بارگذاری شده مورد بررسی قرار گرفتنه اند. همچنین میزان بارگذاری با اسپکتروفتومتر جذبی برای تعیین میزان جذب قبل و بعد از رمق کشی ارزیابی شده، درصد برداشت ماده بر روی پارچه با استفاده از فرمول شماره ۱ محاسبه شده است. کالای پشمی قبل از عملیات تکمیلی با شوینده غیریونی در

Archive of SID

www.SID.ir

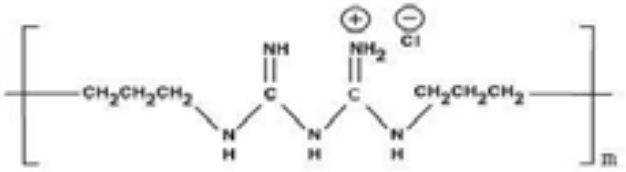
دمای ۶۰°C به مدت ۲۰ دقیقه شسته شده اند. به منظور میزان بارگذاری بیشتر محلول های فوق بر روی کالای پشمی با آنزیم پروتئاز عمل شده تا سطح لیف اصلاح شده و درصد برداشت ماده افزایش یابد. ساختار شیمیایی PHMB در شکل ۱ نشان داده شده است.

$$\% S = \frac{Abs_i - Abs_f}{Abs_i} \times 100 \quad (1)$$

Abs_i = جذب نمونه قبل از رمق کشی

Abs_f = جذب نمونه بعد از رمق کشی

% S = درصد برداشت ماده بر روی پارچه



شکل ۱. ساختار شیمیایی PHMB

۳-۳- تصویر برداری بوسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی

جهت بررسی پارچه‌ی بارگذاری شده با PHMB از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده شده است. این نوع میکروسکوپ فقط از ساختار سطحی تصویر می‌دهد. حداکثر ولتاژی که توسط این نوع میکروسکوپ‌ها مورد استفاده قرار می-گیرد حدود۳۰KV می‌باشد. این ولتاژ برای شتاب دادن الکترون استفاده می‌شود. برای جلوگیری از تمرکز الکترون‌ها، نمونه‌ها توسط دستگاه پوشش دهنده با لایه‌ای از طلا پوشش داده شده‌اند تا هادی جریان الکتریکی شوند.

ابتدا نمونه پارچه‌های پشمی بارگذاری نشده، بارگذاری شده با PHMB به ابعاد ۱۰mm ×۱۰mm بریده شده‌اند. با لایه نازک طلا پوشش داده شده تا هادی جریان الکتریکی شوند و سپس سطح الیاف پشمی بارگذاری شده توسط میکروسکوپ الکترونی با بزرگنمایی‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۴- آزمایشات میکروبیولوژی (تست هاله)

ویژگی ضدباکتری پارچه ی پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز بارگذاری شده با PHMB مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش ضدباکتری درمقابل دو نوع باکتری *S.aureuas* (گرم مثبت) به شماره ATCC=۶۵۳۸ و *E.coli* (گرم منفی) به شماره ATCC=۸۷۳۹ به روش نفوذ آگار (تست هاله) انجام شده است.

۳-۴-۱- تعیین قطرهاله

ابتدا یک محلول Caso-agar با غلظت ۴٪ وزنی توسط آب مقطر آماده شده سپس محلول به اتوکلاو در حرارت ۱۲۱°C و فشار ۱۵psi به مدت ۲۵ دقیقه منتقل شده تا ضدعفونی شود. میزان جذب باکتری در ۶۰۰ نانومتر تعیین شده که اگر مقدار جذب سوسپانسیون باکتری *S.aureuas* بین ۰,۲۵ الی ۰,۳۰ و برای سوسپانسیون باکتری *E.coli* بین ۰,۰۹ الی ۰,۱۱ باشد تعداد باکتری موجود در محلول معادل 10^8 کلونی در میلی لیتراست. سطح پلیت‌های (قطرخارجی ۱۰۰ میلی متر) حاوی۲۵ میلی لیتر محیط کشت Caso-agar را با استفاده از یک سواپ ضدعفونی شده آغشته به هریک از سوسپانسیون-های میکروبی تازه تهیه شده به طور کامل روی سطح کشت داده شده است. سپس به کمک یک پنس استریل شده نمونه

Archive of SID

www.SID.ir

پارچه پشمی به قطر ۲۵ mm روی محیط آگار قرار گرفته و سپس پلیت‌ها در گرمخانه در دمای ۳۵-۳۰ ℃ به مدت ۲۰-۱۸ ساعت قرار داده شده و هاله عدم رشد باکتری در اطراف نمونه بر اساس فرمول ۲ محاسبه گردیده است.

$$W=\frac{(T-D)}{2} \quad (۲)$$

که در این رابطه W هاله عدم رشد باکتری در اطراف نمونه بر حسب میلیمتر می‌باشد و T قطر نمونه به همراه هاله عدم رشد باکتری و D قطر نمونه مورد آزمایش است.

۴.تجزیه و تحلیل

۴-۱- نتایج بازدهی بارگذاری PHMB برروی کالای پشمی

پارچه پشمی به روش رمق‌کشی تحت عملیات تکمیلی با PHMB قرار گرفته میزان بارگذاری PHMB با استفاده از فرمول شماره ۱محاسبه شده است.

نتایج میزان رمق‌کشی نمونه پارچه پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز با محلول PHMB همراه با غلظت ۲٪ و در دو درجه حرارت ۴۰ °C، ۹۰°C در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲. میزان بارگذاری PHMB برروی پارچه پشمی

نوع پارچه	غلظت	دما	میزان بارگذاری S%
پارچه خام	۲	۴۰°C	۱۰
		°C۹۰	۴۴
عمل شده با آنزیم پروتئاز	۲	۴۰°C	۴۰
		°C۹۰	۸۵

با افزایش درجه حرارت، میزان رمق‌کشی افزایش یافته است. از آنجائیکه رمق‌کشی در دمای جوش انجام گرفته بدلیل تورم بیشتر لیف و حرکت بیشتر ماده،جهت نفوذ آن‌ها به لیف و رمق‌کشی نهایی نمونه‌ها در دمای ۹۰°C بیشتر بوده است. با شروع عملیات رمق کشی به تدریج PHMB در مجاورت سطح کالا رها می‌شود که در این زمان با افزایش دما ساختار پشم باز شده و PHMB بیشتری در کالا نفوذ می‌کند و باعث افزایش جذب ماده بر روی کالا می‌شود.

در نمونه‌هایی که بر روی پارچه پشمی عمل شده با آنزیم پروتئاز بارگذاری شده نسبت به نمونه‌هایی بر روی پارچه عمل نشده بارگذاری شده‌اند میزان بارگذاری افزایش یافته است. بدان علت است که پیش عملیات با آنزیم پروتئاز اندوکیوتیکل و پروتئین‌ها را در غشای سلولی پیچیده را هیدرولیز کرده و سطح پشم را اصلاح می‌کند و نفوذ ماده به لیف و میزان رمق‌کشی نهایی نمونه‌ها افزایش یافته است.

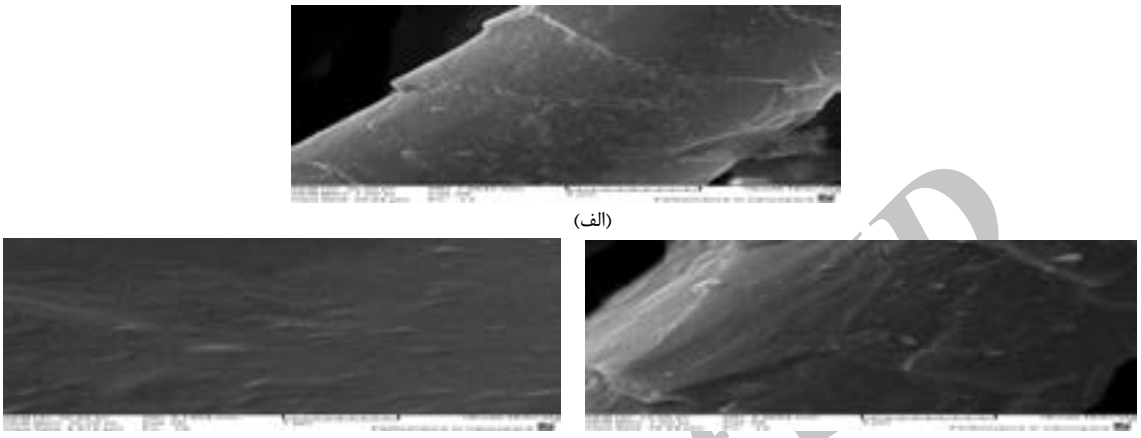
۴-۲- بررسی تصاویر میکروسکوپی

نتایج حاصل از تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی SEM از سطح الیاف بارگذاری شده با PHMB در شکل ۲ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

وجود فلس‌های همپوشانی شده از ویژگیهای الیاف پشم است. سطح فلسها کاملاً صاف و لبه‌های فلس‌ها کاملاً متمایز و قابل تشخیص هستند. الیاف پشم بارگذاری شده به روش رمق‌کشی دارای PHMB سطحی کمتری می‌باشند و به نظر می-رسد PHMB توانسته به داخل ساختار پشم منتقل کند، همچنین پارچه پشمی با آنزیم پروتئاز عمل شده و این آنزیم سطح پارچه پشمی را اصلاح کرده و نفوذ ماده را به داخل لیف افزایش داده است.



(الف)

(ب) (ج)

شکل۲. تصاویر SEM: الف) نمونه عمل نشده، (ب) نمونه عمل شده با PHMB با بزرگنمایی ×۷۰۰۰،

(ج) نمونه عمل شده با PHMB با بزرگنمایی ×۳۰۰۰۰

۴-۳- نتایج بازدهی ضد باکتری پارچه‌های پشمی بارگذاری شده با PHMB

در این روش ویژگی ضد باکتری پارچه‌های بارگذاری شده با PHMB بصورت کیفی مورد ارزیابی قرار گرفته است و در نهایت نتایج هاله‌های عدم رشد بر اساس فرمول شماره ۲ محاسبه گردیده است.

در آزمایش هاله عدم رشد (Agar Diffusion) همه نمونه ها هاله عدم رشد باکتری را نشان داده اند که این موضوع، هم در مورد باکتری گرم مثبت و هم گرم منفی صادق بوده است. با توجه به نتایج این آزمون هاله عدم رشد برای کلیه نمونه ها مشاهده شده که حاکی از آن است عوامل مورد استفاده در تکمیل ضدمیکروب نمونه ها خاصیت ضد میکروبی را دارا هستند. مقایسه بین پارچه ی پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز بارگذاری شده با PHMB نشان می دهد که پارچه ی پشمی عمل شده با آنزیم پروتئاز از خواص ضد باکتری بالایی برخوردار است. بدان علت است که پیش عملیات با آنزیم پروتئاز اندوکیوتیکل و پروتئین‌ها را در غشای سلولی پیچیده را هیدرولیز کرده و سطح پشم را اصلاح می‌کند و نفوذ PHMB به عنوان ماده ضد باکتری به لیف و میزان رمق‌کشی نهایی نمونه‌ها افزایش یافته است. در نتیجه PHMB بیشتری بر روی پارچه ی پشمی قرار گرفته و بازدهی ضد باکتری افزایش یافته است.

جدول ۳. میانگین قطر هاله عدم رشد باکتری نمونه ها

نوع پارچه	غلظت	قطر هاله عدم رشد باکتری	
		S.aureus	*E.coli*
شاهد	-----	-----	-----
پارچه خام	٪۲	۲۲,۰	۲۰,۰
عمل شده با آنزیم پروتئاز	٪۲	۲۸,۵	۲۷

Archive of SID

www.SID.ir

۴.نتیجه گیری

ضد میکروب کردن کالای نساجی بسیار مورد توجه قرار دارد و بنابراین استفاده از ترکیب PHMB نیز به عنوان یک عامل ضدعفونی کننده می تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق از PHMB جهت ضدمیکروبی کالای پشمی مورد استفاده قرار گرفته است. به علاوه سعی شده تا با به کارگیری PHMB به اثر ضدمیکروبی روی کالای نساجی با پایداری مناسب دست یابیم. نتایج ضد باکتری در برابر دو باکتری گرم منفی (*Escherichia coli*) و گرم مثبت (*Staphylococcus aureus*) نشان داده که نمونه‌های بارگذاری شده با PHMB در مقابل هر دو نوع باکتری از ویژگی ضدباکتری برخوردارند. . مقایسه بین پارچه ی پشمی خام و عمل شده با آنزیم پروتئاز بارگذاری شده با PHMB نشان می دهد که پارچه ی پشمی عمل شده با آنزیم پروتئاز از خواص ضد باکتری بالایی برخوردار است. بدان علت است که پیش عملیات با آنزیم سطح پشم را اصلاح کرده و نفوذ PHMB به عنوان ماده ضد باکتری به لیف افزایش یافته است. در نتیجه PHMB بیشتری بر روی پارچه ی پشمی قرار گرفته و بازدهی ضد باکتری افزایش یافته است.

منابع

[1] Tavanai H.,1376, Fiber Physics, Isfahan Arkan Publications.

[2] Gao Y., Cranston R.,2008, Recent advances in antimicrobial treatments of textiles,*Textile Research Journal* **78**: 60-72.

[3] Carvalho C. C. C. R.,2007, Recent developments on an old battle*, Recent Patents on Biotechnology* **1**(1): 49-57.

[4] Newman G. R., Walker M., Hobot J. A., Bowler P. G.,2006, Visualisation of bacterial sequestration and bacterial activity within hydrating Hydrofiber® wound dressings*, Biomaterials* **27**:1129-1139.

[5] Simonic B., Tomsic B.,2010, Structures of Novel Antimicrobial Agents for Textiles - A Review*, Textile Research Journal* **80**: 1721-1737.

[6] Kaehn K.,2010, Review on the Efficacy, Safety and Clinical Applications of Polihexanide, a Modern Wound Antiseptic, *Skin Pharmacology and Physiology* **23**:7-16.

[7] Gustavo F.,2011, Physical and Chemical Characterization of Poly(hexamethylene biguanide) Hydrochloride, *Polymer* **30**: 928-941.

[8] Timofeeva L., Kleshcheva N.,2011, Antimicrobial polymers: mechanism of action, factors of activity, and applications, *Applied Microbiology and Biotechnology* **89**: 475-92.

[9] Abad-Villar E.M., Etter S.F., Thiel M.A., Hauser P.,2006,Determination of chlorhexidine digluconate and polyhexamethylene biguanide in eye drops by capillary electrophoresis with contactless conductivity*, Detection Analytica Chimica Acta* **561**: 133–137.

[10] Kawabata A., Taylor J. A.,2007, The effect of reactive dyes upon the uptake and antibacterial efficacy of poly(hexamethylene biguanide) on cotton. Part 3: Reduction in the antibacterial efficacy of poly(hexamethylene biguanide) on cotton, dyed with bis(monochlorotriazinyl) reactive dyes, *Carbohydrate Polymers* **67**:375–389.

[11]Gao Y., Cranston R.,2010, An effective antimicrobial treatment for wool using polyhexamethylene biguanide as the biocide, Part 1: Biocide uptake and antimicrobial activity,*Journal of Applied Polymer Science* **117**: 3075–3082.

[12]Gao Y., Cranston R.,2010, An effective antimicrobial treatment for wool using polyhexamethylene biguanide as the biocide, part 2: Further characterizations of the fabrics, *Journal of Applied Polymer Science* **117**: 2882–2887.

www.SID.ir