



منسوجات زیست پزشکی بوسیله چند عامل سازی پارچه‌های پنبه‌ای با استفاده از کوپلیمر پیوندی متوکسی پلی اتیلن گلایکول-N-کیتوسان جدید

مترجم: عباس حاجی پور

چکیده

چند عامل سازی پارچه‌های پنبه بوسیله فرمولاسیون تکمیل جدید انجام شد. روش کار بر اساس کوپلیمر پیوندی کیتوسان-N-پلی اتیلن گلایکول همراه با اسید سیتریک و هیپوفسیت سدیم (SHP) به عنوان کاتالیست می‌باشد. تکمیل پارچه سبب اتصال شیمیایی کوپلیمر به پارچه پنبه از طریق استریفیکاسیون بر پایه پل زنی می‌شود، بطوری که شامل واکنش یک مولکول اسید کربوکسیلیک (اسید سیتریک) با هر دو گروه آمین کوپلیمر و گروه‌های هیدروکسیل پنبه می‌باشد. علاوه بر این، وارد شدن کوپلیمر به ساختار کراس لینک شده و همچنین اتصال هیدروژنی و نیروهای واندروالس نیز ممکن می‌باشند. سنتز پلیمر بوسیله واکنش کیتوسان با متوکسی پلی اتیلن گلایکول آلدئید (MPEG) و سپس واکنش با سدیم بورهیدرید افزایش یافت. MPEG بوسیله اکسیداسیون PEG با استیک آنیدرید در دی متیل سولفوکسید در دمای اتاق تهیه شد. ساختار کوپلیمر پیوندی (گرافت) متوکسی پلی اتیلن گلایکول-N-کیتوسان (MPEG-N-CTS) بوسیله روش‌های IR، NMR، X-RD و TGA بررسی شد. کوپلیمر در آب قابل حل می‌باشد. روش pad dry-cure جهت تکمیل پارچه‌های پنبه با محلول تهیه شده همراه با اسید سیتریک و SHP استفاده شد. سپس پارچه عمل شده، برای محتوای کوپلیمر (بیان شده به صورت %N)، بازگشت از چروک، مقاومت کششی، ازدیاد طول در پارگی، نفوذپذیری هوا، زبری، مقاومت گسختگی، فعالیت ضد باکتری بررسی شد. عملکردهای پارچه بر اساس خروجی‌های این ارزیابی‌ها، این پارچه‌های چند عامل دار شده جهت استفاده به عنوان منسوج پزشکی را تأیید کردند.

مقدمه

در ۱۰ سال گذشته، تعداد بیماری‌های میکروبی و عفونت بیمارستانی به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است، که سبب تحقیق فشرده در مواد جدید شده است که بتواند غیرفعال سازی بیولوژیکی پایدار همراه با امنیت کامل برای مصرف کننده را تضمین کند. در این مقاله، تحقیق جهت ایجاد مواد جدید بر اساس محصولات طبیعی، بخصوص پلی ساکاریدها سازماندهی شده است.

کیتوسان (CTS) (پلی ساکارید متصل شده به β -(۱-۴) ماده D-گلوکز آمین) شکل دی استیله شده کیتین می‌باشد. کیتین دومین پلیمر طبیعی فراوان در طبیعت است که از پوست خرچنگ، میگو و دیگر سخت پوستان تهیه می‌شود. کیتوسان، ماده غیر سمی، زیست تخریب پذیر و زیست سازگار است که به عنوان زیست پلیمر یا ماده خام در دارو و زمینه پزشکی، فراوری کاغذ و غذا استفاده می‌شود. به دلیل ماهیت پلی کاتیونیک، کیتوسان فعالیت ضد میکروبی خوبی در مقابل باکتری‌ها و قارچ‌های مختلف نشان می‌دهد. بررسی‌ها تأیید می‌کنند که کیتوسان می‌تواند رشد تعدادی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی را بوسیله محدود کردن متابولیسم نرمال میکروارگانیسم‌ها از طریق برهمکنش یونی در سطوح سلول و در نهایت از بین بردن سلول متوقف کند. به عنوان یک منبع طبیعی تجدید پذیر با خواص منحصر بفرده، کیتوسان، یکی از امن ترین و موثرترین عامل

ضد باکتری می‌باشد.

تعدادی از مواد نساجی از قبیل پنبه، ابریشم، نایلون، پلی اتیلن ترفتالات (PET)، و پارچه‌های پلی پروپیلن بی بافت اصلاح شده با کیتوسان یا مشتقات آن، فعالیت ضد باکتری عالی و همچنین خواص مکانیکی خوب پس از تکمیل نشان می‌دهند. با این حال، کم بودن اتصال شیمیایی قوی با زمینه‌های نساجی، مشکل اصلی برای کاربرد ضد میکروبی به دلیل کم بودن پایداری در مقابل شستشو مکرر، می‌باشد.

همچنین مشکلاتی در استفاده از کیتین و کیتوسان وجود دارد. یکی از آنها، سخت حل شدن آنها در آب و در محدوده pH طبیعی می‌باشد. بنابراین، بررسی‌های زیادی جهت ساخت مشتقات قابل حل در آب کیتین و کیتوسان بوسیله تکنیک‌های اصلاح شیمیایی انجام شده است. با این حال، هنگامیکه اصلاح‌های شیمیایی ساختار اصلی کیتین و کیتوسان را تغییر می‌دهند، کیتین و کیتوسان اصلاح شده فعالیت فیزیکی و شیمیایی و زیست شیمیایی اصلی را از دست می‌دهند. از طرف دیگر، اصلاح با پلیمر می‌تواند مزایایی داشته باشد، زیرا اصلاح با پلیمر آب دوست می‌تواند سبب کیتین و کیتوسان آب دوست شود، در حالیکه ساختار اصلی به صورت سالم حفظ می‌شود. برخی روش جهت کوپلیمر زاسیون پیوندی پلیمر آب دوست بر روی کیتین و کیتوسان به عنوان روشی جهت بهبود تمایل به آب یا



حلال‌های آلی استفاده می‌شوند.

اتر سرد اضافه شد و پودر سفید فیلتر شد و در آب خشک شد. بازده ۸/۵ گرم، MPEG آلدئید بود.

گرافت کردن کیتوسان با MPEG آلدئید

آماده سازی MPEG-N-CTS بوسیله آمین دار کردن احیائی یک MPEG آلدئید در حضور سدیم بروهیدرید (NaBH_4) انجام شد. بنابراین، کیتوسان در ابتدا با استفاده از MPEG آلدئید جهت حصول ایمن اصلاح شد (باز شیف)، سپس از طریق آلکیلاسیون احیائی با استفاده از سدیم بروهیدرید به MPEG-N-CTS تبدیل شد که در شماتیک ۱ نشان داده شده است.

کیتوسان (۰/۲۴ گرم، ۱/۵ میلی مول به عنوان باقیمانده مونو ساکارید) در مخلوط ۲۰ میلی لیتر از اسید استیک ۲٪ و ۱۰ میلی لیتر از متانول حل شد. MPEG آلدئید (۱ گرم، ۰/۵ میلی مول) جهت تهیه محلول کیتوسان اضافه شد و مخلوط واکنش در دمای اتاق برای مدت یک ساعت هم زده شد. پس از آن محلول یک مولار NaOH اضافه شد تا pH در ۵-۵/۵ نگهداری شود و محلول برای بیش از ۲ ساعت هم زده شد. محلول زرد کم رنگ بود و رسوب نکرد. سدیم بروهیدرید (NaBH_4) (۰/۱۸۵ گرم، ۵ میلی مول) حل شده در ۱۰ میلی لیتر متانول به صورت قطره قطره در مدت ۳۰ دقیقه اضافه شد و محلول در حدود ۲۰ ساعت در دمای اتاق هم زده شد. در نهایت، محصول در محلول ۱:۳ (حجمی) دی اتیل اتر:استون رسوب داده شد. رسوب فیلتر شد و در خلأ در دمای اتاق رسوب داده شد تا ۰/۷ گرم از کوپلیمر پیوندی (گرافت) (MPEG-N-CTS) حاصل شود.

تثبیت کوپلیمر پیوندی MPEG-N-CTS به پارچه‌های پنبه‌ای

بکارگیری MPEG-N-CTS برای هر دو پارچه پنبه رنگری شده و سفیدگری شده بر طبق روش pad-dry cure انجام شد. پارچه‌ها (۵×۵ سانتی متر) در محلول‌های کوپلیمر (۰/۲۵-۰/۴) در حضور اسید سیتریک (۰/۷-۰)، و سدیم هیوفسفیت مونوهیدرات (۰/۴-۱) با برداشت تر ۱۰۰٪ پد شدند. پارچه‌های عمل شده در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه خشک شدند. سپس پارچه‌های پد شده در دماهای مختلف (۱۸۰-۱۲۰ درجه سانتیگراد) پخت شدند. پارچه‌های پخت شده با آب گرم و سپس با آب سرد شسته شدند و سپس خشک شدند.

شناسایی کوپلیمر پیوندی (MPEG-N-CTS)

شناسایی محصول تهیه شده در هر مرحله و خواص عملکردی پارچه‌های عمل شده با استفاده از روش‌های استاندارد منتشر شده ارزیابی شدند.

- آنالیز IR. اسپکتروفتومتر Nicolet IR (مدل Nexus870 IR) استفاده شد و

روش دیسک KBr برای مطالعه IR استفاده شد.

- طیف‌های NMR بر روی اسپکترومتر Varian 400 MH در DMSO-d_6 با

استفاده از SiMe_4 به عنوان استاندارد داخلی اندازه‌گیری شدند.

- پراش سنخ X.R.D (Target CU α) BRUKUR D8 ADVANCE- استفاده شد. تک فام کننده ثانویه $\text{Ma} = \text{ku}$ (۴۰) استفاده شد. حالت پویش مداوم در محدوده

پلی اتیلن گلیکول (PEG) پلیمری است متشکل از واحدهای اتیلن اکسی تکرار شده $(\text{HO}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH})$ متصل شده بوسیله اتصال اتری می‌باشد و بنابراین پلیمر از نظر شیمیایی و آنزیمی پایدار می‌باشد. تنها گروه هیدروکسیل انتهائی می‌تواند به گروه عاملی دیگر تبدیل شود. PEG پلیمری است که به صورت وسیع به عنوان یک محصول داروئی آب دوست و زیست سازگار برتر با زیست تخریب پذیری کم مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی محققان اصلاح کیتوسان بوسیله PEG را منتشر کرده‌اند. ما به بهبود حل شوندگی در آب کیتین و کیتوسان بوسیله اصلاح آن با PEG با وزن مولکولی بالا پرداختیم. هیچگونه مطالعه منظمی قبلاً جهت تهیه MPEG-N-CTS و بکار بردن آن به عنوان عامل تکمیل برای پارچه‌های پنبه جهت ایجاد خواص چند منظوره انجام نشده است.

هدف این پژوهش تهیه کوپلیمر پیوندی بوسیله واکنش متوکسی پلی اتیلن گلیکول (MPEG) آلدئید و کیتوسان می‌باشد. در ابتدا، MPEG آلدئید بوسیله اکسیداسیون MPEG با استیک آنیدرید و دی متیل سولفوکسید تهیه می‌شود. کیتوسان در مرحله دوم با MPEG آلدئید واکنش می‌دهد تا ایمن‌ها حاصل شوند که سپس آنها به کیتوسان گرافت شده با MPEG (MPEG-N-CTS) از طریق احیاء بوسیله سدیم بروهیدرید (NaBH_4) تبدیل می‌شوند. با استفاده از تکنیک‌های IR، NMR، TGA، و MPEG-N-CTS بررسی شد.

کوپلیمر پیوندی MPEG-N-CTS قابل حل به عنوان عامل تکمیل چند عاملی (چند منظوره) (MFFA) بر روی پارچه پنبه‌ای با استفاده از روش pad-dry-curing بکار برده شد. پارچه عمل شده با MFFA بوسیله آنالیز شیمیایی (درصد نیتروژن)، خواص عملکردی (مقاومت در برابر چروک، مقاومت کششی و ترکیدگی و ازدیاد طول تا حد پارگی) و احساس راحتی (زبری، نفوذ پذیری هوا و نفوذپذیری آب) و همچنین خواص ضد میکروبی ارزیابی شد.

بخش تجربی

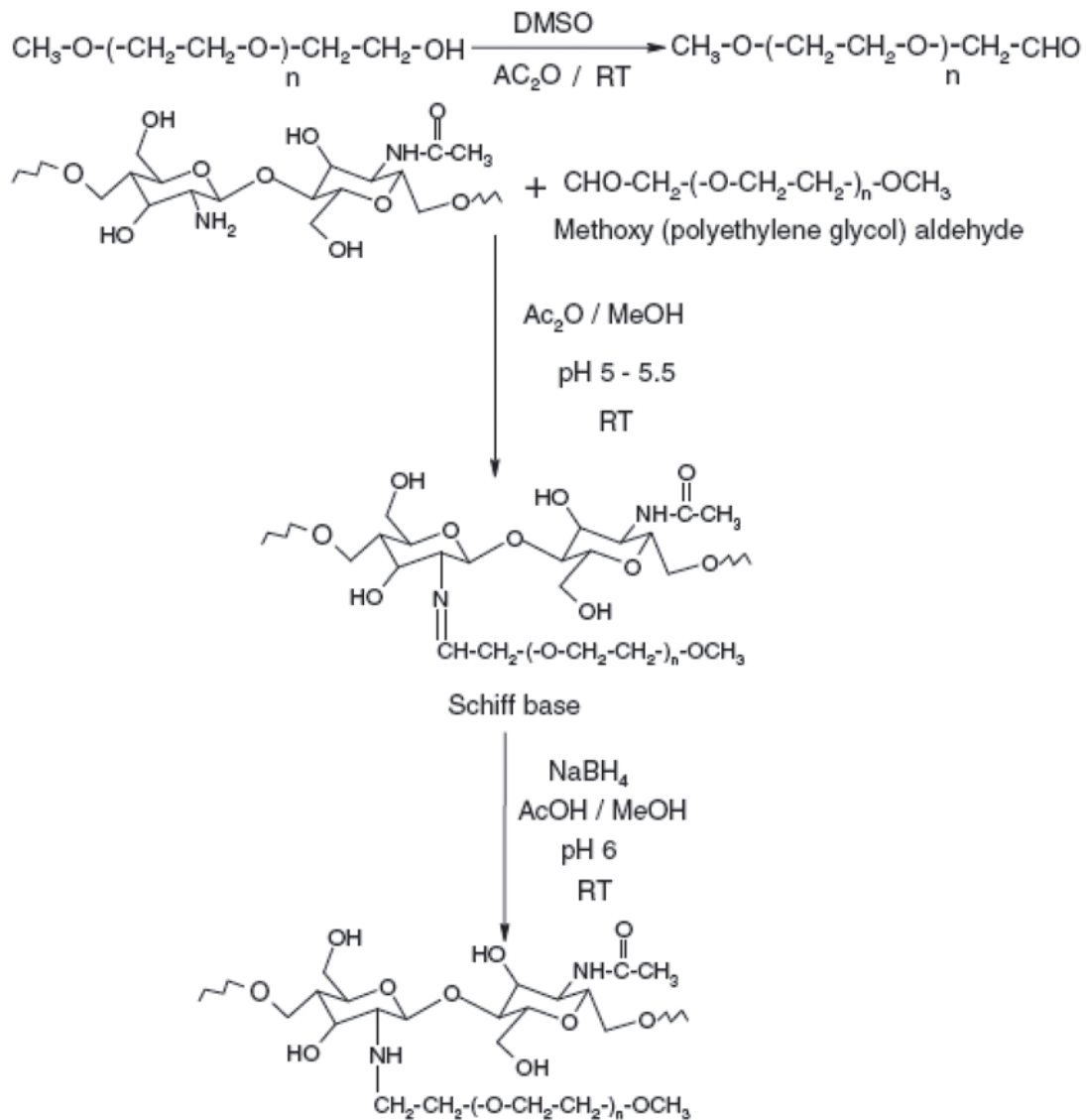
مواد

کیتوسان (M_w 600 KD، Aldrich) DA 95%، پلی اتیلن گلیکول متیل اتر ($\text{D} = \text{M}_w$) (۲۰۰۰، Fluka)، دی متیل سولفوکسید (DMSO) و استیک آنیدرید و همچنین سدیم بروهیدرید (Merck) استفاده شدند. پارچه پنبه شسته شده و سفیدگری شده و پارچه رنگری شده که از پنبه ۱۰۰٪ ساخته شده بود، از Mahala-El-Kubera، Misr Company، مصر تهیه شد. تمام حلال‌ها و واکنشگرهای بدون خالص سازی بیشتر مورد استفاده قرار گرفتند.

روش‌ها

سنتز MPEG آلدئید

پلی اتیلن گلیکول مونو متیل اتر (۱۰ گرم) در ۳۰ میلی متر از DMSO حل شد و سپس ۱۰/۲ میلی لیتر از Ac_2O اضافه شد و مخلوط واکنش در دمای اتاق (۲۲ درجه سانتیگراد) برای مدت ۹ ساعت هم زده شد. سپس این محلول به دی اتیل



شما تیک ۱. تهیه کopolymer پیوندی (گرافت) MPEG-N-CTS

اصلاح شده AATCC 61(2A)-1996 ارزیابی شد. پارچه‌های تهیه شده، ۲۰ بار با استفاده از درجنت صابونی در ماشین لباس شویی با سطح آب پر در دمای ۴۱ درجه سانتیگراد برای مدت ۸ دقیقه شسته شد و برای مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد در آن خشک شد و بوسیله حرارت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد ضد عفونی شد.

بررسی فعالیت ضد میکروبی بوسیله روش انتشار از طریق دیسک با برخی تغییرات به منظور بررسی نمونه پارچه پنبه‌ای برای فعالیت ضد میکروبی استفاده شد. آگار نوترینت برای ۱/۰ میلی لیتر باکتری با غلظت مناسب مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های پارچه پنبه (قطر ۱ سانتی متر) بر روی سطح صفحات رشد داده شده در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. ناحیه بازدارندگی (میلی متر) صفحات برای هر عملیات اندازه-گیری شد.

پایداری حرارتی کیتوسان و MPEG-N-CTS بوسیله ترموبالانس Perkin-Elmer TGA با استفاده از نرم افزار استاندارد TGA بررسی شد. چند میلی گرم

در ۴۰ kV و ۳۰ Ma استفاده شد.

درصد نیتروژن بر طبق میکرو Kjeldahl ارزیابی شد.

زاویه بازگشت از چروک (WRA) بر طبق روش تست AATCC، 66-1996، ارزیابی شد.

از دیاد طول تا حد پارگی بر طبق روش ASTM، D-2296-66T اندازه‌گیری شد.

نفوذپذیری هوا بر طبق روش ASTM، D 737 19996، اندازه‌گیری شد.

مقاومت کششی بوسیله روش کشیدن (ASTM، 1972) بررسی شد.

نفوذپذیری آب بوسیله روش ASTM، 199981، D 583، ارزیابی شد.

ارزیابی تست ترکیب بوسیله رها کردن (تست کننده پارگی Elmendorf) انجام شد.

تست دوام و پایداری و ضد عفونی شدگی: پایداری پارچه‌های پنبه عمل شده در مقابل شستشوی مکرر بوسیله شستشو پارچه‌های پنبه بر طبق روش تست



از نمونه‌های مختلف به صورت اتوماتیک با استفاده از ترمو بالانس در نرخ حرارت دهی ۱۰ درجه سانتیگراد بر دقیقه وزن شد.

نتایج و بحث

سنتز MPEG آلدئید

پلی اتیلن گلایکول مونو متیل اتر (Mw 2000) جهت عامل دار کردن PEG به منظور جلوگیری از واکنش کراس لینک کردن ایجاد شده توسط دو عاملیتی PEG استفاده شد. جهت اکسیداسیون گروه هیدروکسیل اولیه، روش شرح داده شده توسط Donald و همکارانش مورد استفاده قرار گرفت. مطالعات سیستماتیک ما نشان داد که افزایش نسبت مولی بین استیک آنیدرید و گروه هیدروکسیل MPEG محتوای کربونیل در محصول (آلدئید) را تا هنگامیکه نسبت مولی به

۲۰ می‌رسد (شکل a1)، افزایش می‌دهد. حداکثر درجه تبدیل گروه هیدروکسیل به گروه کربونیل در زمان هم زدن ۹ ساعت بدست آورده شد (شکل b1). مقدار DMSO نیز بر درجه تبدیل از هیدروکسیل به گروه کربونیل (شکل c1) اثر می‌گذارد. حداکثر درجه تبدیل در ۳۰ میلی لیتر DMSO (مربوط به ۱۰ گرم از MPEG) بدست آورده شد و سپس کاهش یافت. این پدیده به دلیل اتصال DMSO به گروه کربونیل تشکیل شده می‌باشد.

طیف‌های IR ماده MPEG آلدئید (شکل ۲)، برای (C-H) آلیفاتیک، باند جذبی جدید در 1737 cm^{-1} برای (C=O) گروه کربونیل، و 1117 cm^{-1} برای (C-O-C) اتصال اتر در 947 cm^{-1} ، 843 cm^{-1} برای MPEG نشان می‌دهد.

شناسایی MPEG-N-CTS

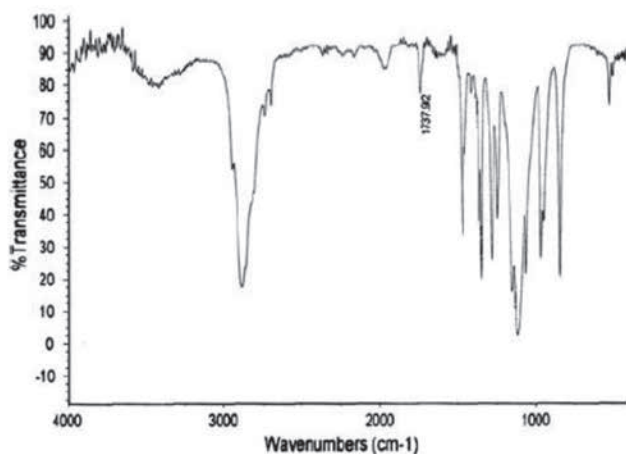
طیف‌های IR ماده MPEG-N-CTS

طیف‌های IR کوپلیمر MPEG-N-CTS مشخصه باندهای جذبی کیتوسان و هم کوپلیمر (شکل ۳) را نشان می‌دهند.

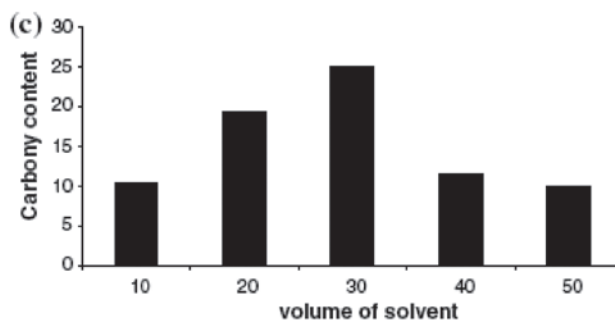
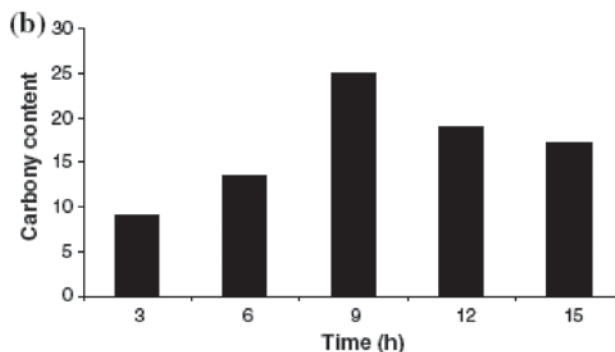
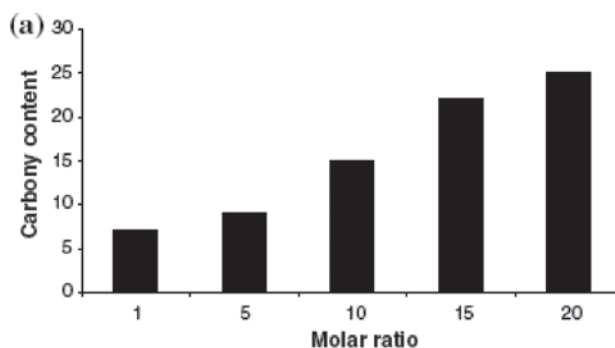
کیتوسان باند وسیعی حدود 3374 cm^{-1} – 3200 cm^{-1} برای ارتعاش کششی گروه‌های OH و N-H، 1661 cm^{-1} برای (آمید ۱)، 1593 cm^{-1} برای (آمید ۲)، 1380 cm^{-1} (آمید ۱۱۱) دارد. باند جذبی در 1158 cm^{-1} برای کشش نامتقارن (C-O-C) و 1080 cm^{-1} برای (کششی C-O) مشخصات ساختار پلی ساکارید آن می‌باشد (شکل a). در MPEG-N-CTS، پیک گروه هیدروکسیل و آمینو کیتوسان به مقدار کمی شیفت پیدا کردند و شدت آنها به دلیل گرفت شدن MPEG به مقدار قابل توجهی کاهش یافت.

در مقایسه با پیک آمید ۱ در 1661 cm^{-1} ، شدت پیک (آمید ۱۱) در 1593 cm^{-1} به مقدار قابل توجهی کاهش یافت. این طیف حاصله نشان می‌دهد که NH₂ کیتوسان به MPEG گرفت شده است. اگر کیتوسان به طور کامل گرفت شود، پیک‌های مربوط به NH₂ کیتوسان در 1593 cm^{-1} از بین می‌روند و پیک واحدی پس از کامل شدن واکنش تشکیل می‌شود.

پیک مشخصه مربوط به MPEG در MPEG-N-CTS، برای (CH₃) متیل MPEG، 1467 cm^{-1} برای (CH₂) ماده MPEG، 1280 cm^{-1} ، 949 cm^{-1} ، 842 cm^{-1}



شکل ۲. طیف IR ماده MPEG آلدئید



شکل a. ۱. رابطه بین نسبت مولی Ac₂O/OH ماده MPEG و محتوای کربونیل در MPEG آلدئید. MPEG ۱۰ گرم؛ DMSO ۳۰ میلی لیتر؛ زمان واکنش ۹ ساعت؛ RT (۲۲ درجه سانتیگراد). B. تاثیر زمان واکنش بر محتوای کربونیل آلدئید حاصل. MPEG ۱۰ گرم؛ DMSO ۳۰ میلی لیتر؛ RT؛ نسبت مولی ۰.۲۰ تاثیر مقدار DMSO بر محتوای کربونیل آلدئید حاصل. MPEG ۱۰ گرم؛ RT؛ نسبت مولی ۰.۲۰؛ زمان واکنش ۹ ساعت.

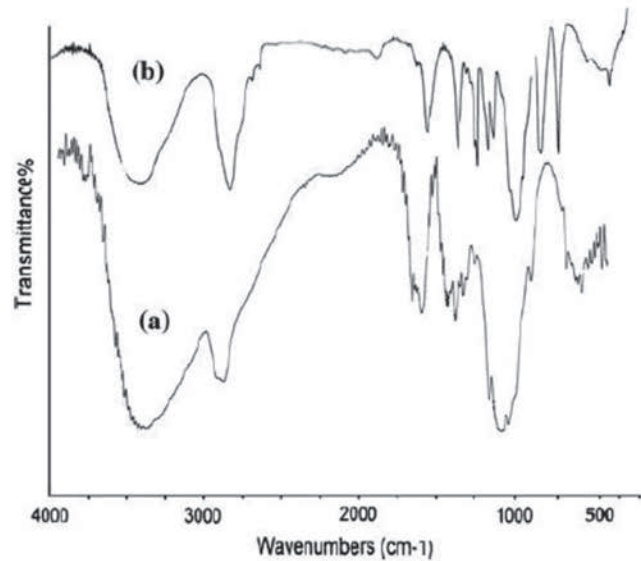


اسپکتروسکوپی NMR ماده MPEG-N-CTS

NMR کیتوسان و MPEG-N-CTS نشان می‌دهد که کیتوسان ppm ۴/۹۹ -
 ۴/۶۸ (b.d. 1H, H-1) ppm ۳/۹۹ (br.s. H-3, H-4, H-6')، ۳/۷۵ ppm (br.s. CO-CH₃)
 دارد (br.s. H-5, H-6) ppm ۳/۱۹ (br. H-2)، ۳/۰۵ ppm (br.s. CO-CH₃)
 (شکل ۴a). ¹H-NMR ماده MPEG-N-CTS (شکل b ۴)، سیگنال‌ها
 در ۴/۲-۴/۷۴ ppm (br.d. 1H, H-1)، ۳/۸۲ ppm (H-3, H-4, H-6')،
 ۳/۷۱ ppm (H-5، H-6 و OCH₂)، ۳/۳۳ ppm (OCH₃)، ۲/۸۴ ppm
 (-NH-CH₂-CH₂-O) ppm ۲/۰۳ (br.s. 1H, -COCH₃) دارد. ¹³C-NMR
 ماده MPEG-N-CTS در شکل c نشان داده شده است. MPEG-N-
 CTS سیگنال‌هایی در ۳۸/۲ ppm (NH-CH₂-)، ۵۸/۴ ppm (-O-CH₃)،
 ۶۶/۷ ppm (-CH₂-) و ۲/۷۲ ppm (-O-CH₂-CH₂-) دارد.

پراش اشعه X کوپلیمر پیوندی

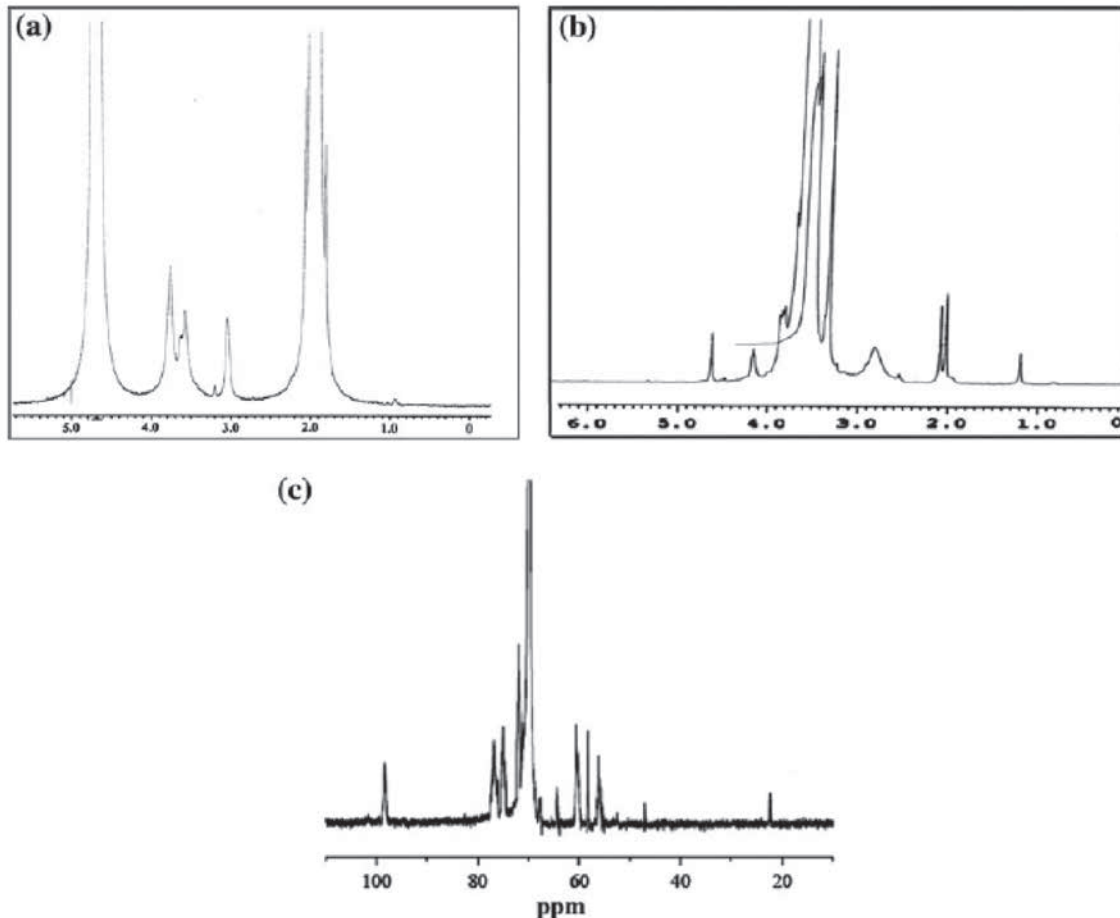
کیتوسان یک پلیمر نیمه هادی است، در حالیکه MPEG بلوری با ساختار بلوری
 معین می‌باشد. الگوهای اشعه X کیتوسان و MPEG-N-CTS در شکل ۵ نشان
 داده شده است. شکل a نشان می‌دهد که کیتوسان انعکاس در $2\theta = 19.7^\circ$
 و انعکاس نسبتاً ضعیف در $2\theta = 10.9^\circ$ دارد. در شکل b ۵، دو پیک مشخصه
 در MPEG-N-CTS از بین رفته‌اند، در حالیکه دو پیک انعکاسی جدید در حدود



شکل ۳. طیف IR کیتوسان؛ a MPEG-N-CTS؛ b

برای MPEG می‌باشد.

پیک‌ها در ۲۸۸۲ و 1108 cm^{-1} در MPEG-N-CTS به برهم نهش C-O و
 ارتعاش کششی C-H کیتوسان و MPEG مربوط بودند (شکل b۳).



شکل ۴. ¹H-NMR a کیتوسان؛ b MPEG-N-CTS؛ c ¹³C-NMR ماده MPEG-N-CTS

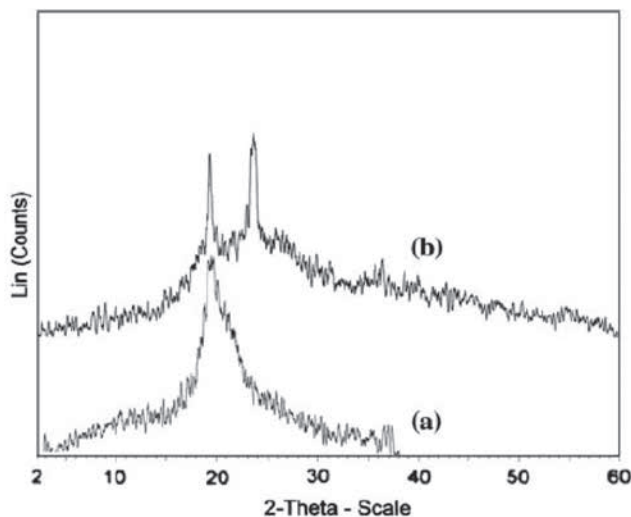


چند عاملی کردن پارچه‌های پنبه با استفاده از کوپلیمر بیوندی MPEG-N-CTS کوپلیمر بیوندی MPEG-N-CTS تهیه شده بر پارچه پنبه‌ای با استفاده از اسید سیتریک به عنوان عامل کراس لینک کننده و هیپوفسفیت سدیم (SHP) به عنوان کاتالیست به منظور ایجاد خواص چند منظوره بر پارچه‌ها بوسیله روش padding—cure بکار برده شد. این بکارگیری تحت شرایط مختلف از قبیل غلظت‌های مختلف اسید سیتریک، SHP و کوپلیمر و همچنین دما و زمان پخت انجام شد. وابستگی خواص عملکردی پارچه به این پارامترها به صورت زیر می‌باشد.

غلظت عامل کراس لینک کننده

پروپان تری کربوکسیلیک اسید (PTCA)، ۱، ۲، ۳، ۴- بوتان تترا کربوکسیلیک اسید (BTCA) و اسید سیتریک به عنوان اسیدهای پلی کربوکسیلیک استفاده شدند که به پارچه پنبه از طریق واکنش استری شدن، کراس لینک می‌شوند. BTCA موثرترین اسید پلی کربوکسیلیک می‌باشد، اما هزینه آن بسیار زیاد است؛ اسید سیتریک عامل کراس لینک کننده با تاثیر کم می‌باشد، اما گران نمی‌باشد. واکنش استری شدن نه تنها بین اسید سیتریک و گروه‌های کربوکسیل سلولز اتفاق می‌افتد، بلکه بین اسید سیتریک و گروه‌های هیدروکسیل کیتوسان نیز انجام می‌شود، و گروه‌های کربوکسیلات آزاد نیز می‌توانند با گروه آمین کیتوسان واکنش دهند و یک اتصال نمکی ایجاد کنند. در این مطالعه، اسید سیتریک به دلیل سمیت کم به عنوان مولکول‌های انکر استفاده شد. این انکر از طریق صورت بندی آنیدرید واسط متصل می‌شود که در شماتیک ۲ نشان داده شده است. این صورت بندی آنیدرید واسط بطور مستقیم با پنبه واکنش می‌دهد، یا آنیدرید اکریلیک اسید سیتریک را تشکیل می‌دهد.

شکل ۷ تاثیر غلظت اسید سیتریک بر تثبیت کوپلیمر (که به صورت %N بیان شده است) بر پارچه‌های سفیدگری شده و رنگریزی شده و تاثیر آن بر بازگشت از چروک و مقاومت کششی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که مقدار کوپلیمر تثبیت شده بر روی پارچه با افزایش غلظت اسید سیتریک تا غلظت ۵٪ افزایش می‌یابد و سپس کاهش می‌یابد. بطور مشابه، بازگشت از چروک با افزایش غلظت اسید سیتریک در

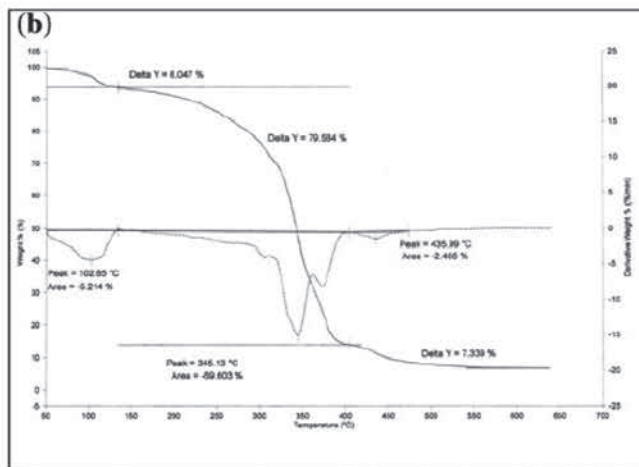
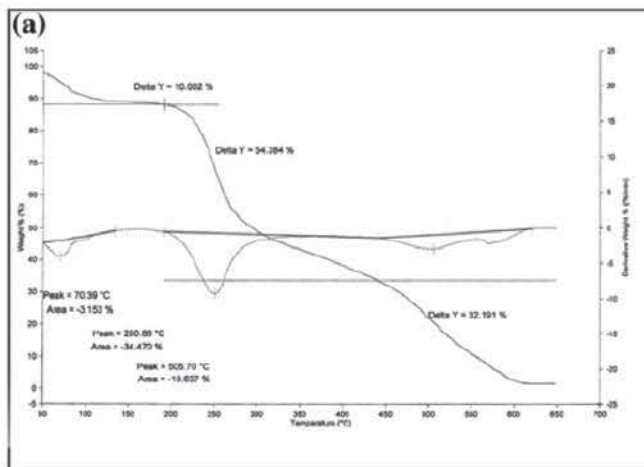


شکل ۵. پراش اشعه X کیتوسان؛ b کوپلیمر گرافت MPEG-N-CTS

$2\theta = 19/14^\circ$ ، $2\theta = 23/24^\circ$ ، پدید آمده است، که ناشی از نظم واحد اتیلن اکسید MPEG می‌باشند و شدت آنها با افزایش محتوای MPEG افزایش می‌یابد.

خواص حرارتی

آنالیز توزین حرارتی (TGA) کیتوسان و MPEG-N-CTS در شکل ۶ نشان داده شده است. می‌توان مشاهده کرد (شکل ۶a) که کیتوسان کاهش وزن آهسته‌ای دارد که از ۱۳۴ تا ۱۹۱ درجه سانتیگراد شروع می‌شود. این کاهش وزن به دلیل تجزیه پلیمر با وزن مولکولی پایین می‌باشد، و پس از آن کاهش وزن مشهودتری وجود دارد که از ۱۹۱ تا ۴۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد که می‌تواند به فرآیند پیچیده دی‌هیدراته شدن حلقه‌های ساکارید استیل و دی‌استیل شده مربوط باشد. MPEG-N-CTS (شکل ۶b) یک فرآیند تجزیه حرارتی دو مرحله‌ای را نشان می‌دهد. فرآیند تجزیه حرارتی اول با کاهش وزن ۶٪ به دلیل تجزیه زنجیر اصلی کیتوسان و گروه‌های MPEG می‌باشد. منحنی‌های TGA نشان دادند که MPEG-N-CTS نسبت به کیتوسان اولیه از نظر حرارتی پایدارتر است.



شکل ۶. TGA کیتوسان؛ b کوپلیمر گرافت MPEG-N-CTS

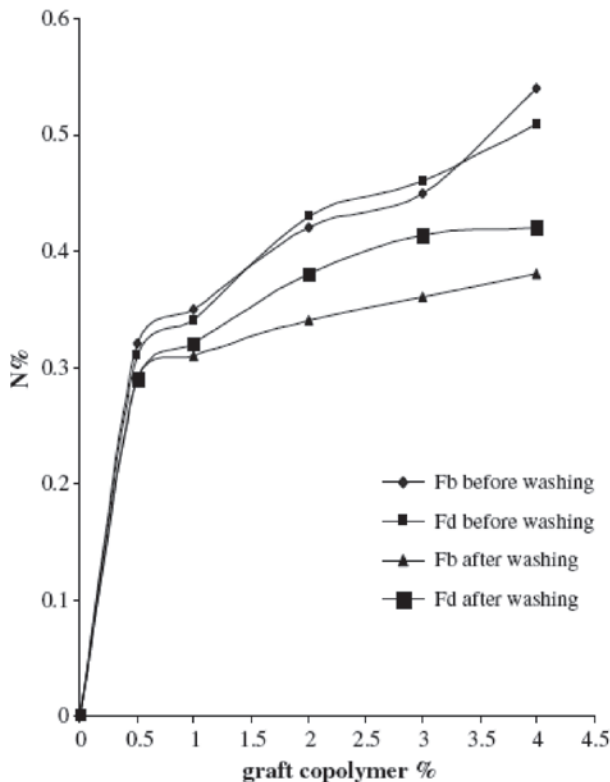


(SHP) به عنوان به ترتیب عامل کراس لینک کننده و کاتالیست، مورد استفاده قرار گرفت. پارچه شسته و سفیدگری شده (fb) و پارچه شسته، سفیدگری و رنگریزی شده (fd) به صورت جداگانه در حمام تکمیل حاوی کوپلیمر، عامل کراس لینک کننده، و کاتالیست آغشته شدند. هیچگونه نرم کننده یا هر گونه مواد کمکی دیگر بکار برده نشد.

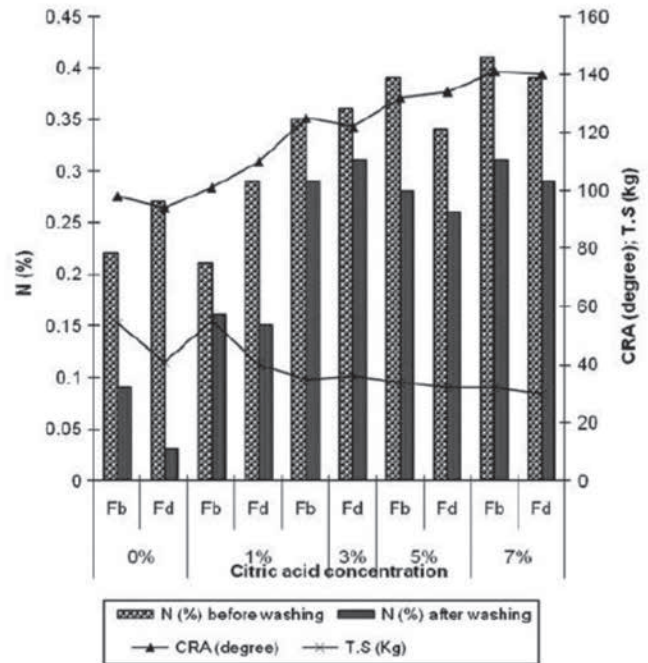
شکل ۸ وابستگی برهمکنش کوپلیمر با پارچه‌های پنبه سفیدگری شده و رنگریزی شده به غلظت کوپلیمر را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که مقدار تثبیت کوپلیمر پیوندی MPEG-N-CTS که به صورت %N بیان شده است، با افزایش غلظت کوپلیمر افزایش می‌یابد. %N، مقدار کوپلیمر متصل شده به سلولز از طریق تشکیل اتصال استری، اتصال هیدروژنی یا نیروهای واندروالس را نشان می‌دهد. با این حال، مقدار تثبیت کوپلیمر MPEG-N-CTS بر پارچه رنگریزی شده بیشتر از مقدار تثبیت شده بر روی پارچه پنبه سفیدگری شده در غلظت مشابه کوپلیمر می‌باشد؛ که مطابق با نتایج بحث شده در بالا می‌باشد. تاثیر مطلوب غلظت کوپلیمر بر محتوای آن بر روی پارچه را می‌توان بر حسب در دسترس پذیری بیشتر کوپلیمر در نزدیکی هیدروکسل‌های سلولز در غلظت‌های بالاتر کوپلیمر توجیه کرد. به نظر می‌رسد این عامل محیط مناسب‌تری جهت برهمکنش کوپلیمر پیوندی-MPEG-N-CTS با سلولز پنبه فراهم می‌کند.

دما و زمان پخت

شکل ۹ تاثیر دمای پخت بر خواص عملکردی پارچه‌های پنبه عمل شده با محلول



شکل ۸. تاثیر غلظت کوپلیمر گرفت. غلظت اسید سیتریک %۴ برداشت %۱۰۰؛ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه؛ دمای پخت ۱۶۰ درجه سانتیگراد



شکل ۷. تاثیر غلظت اسید سیتریک (کوپلیمر گرفت %۰.۲؛ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه؛ دمای پخت ۱۶۰ درجه سانتیگراد)؛ پارچه‌های سفیدگری شده عمل شده است؛ Fd پارچه‌های رنگریزی شده عمل شده است؛ برداشت %۱۰۰.

محدوده مورد مطالعه افزایش می‌یابد، اگرچه این افزایش پس از غلظت ۵٪ تقریباً ناچیز می‌باشد. همچنین مشاهده می‌شود که %N پس از شستشو کاهش می‌یابد، اما مقدار این کاهش، زمانیکه غلظت‌های بالاتر اسید سیتریک مورد استفاده قرار می‌گیرد، کمتر می‌باشد.

غلظت‌های بالاتر اسید سیتریک قابلیت گرفت بیشتر کوپلیمر به پارچه پنبه‌ای از طریق اتصال استری اضافی را ایجاد می‌کنند و بنابراین کوپلیمر بر روی پارچه ثبات نسبتاً بالاتری نسبت به شستشو پیدا می‌کند. این روند برای پارچه رنگریزی شده و همچنین پارچه سفیدگری شده، مشاهده می‌شود. با این حال، آمادگی کوپلیمر به گرفت بر روی پارچه پنبه رنگریزی شده از طریق اتصال استری بیشتر از پنبه سفیدگری شده می‌باشد. این نشان می‌دهد که فرآیند رنگریزی سبب فعال شدن تشکیل سلولز پارچه پنبه می‌شود. ملاحظه می‌شود (شکل ۷) که تغییرات در بازگشت از چروک و مقاومت کششی پارچه‌های پنبه می‌تواند بر حسب مقدار و حالت اتصال کوپلیمر پیوندی MPEG-N-CTS با پارچه‌های پنبه توضیح داده شود. به نظر می‌رسد که کوپلیمر خلل و فرج و منافذ ساختار پنبه را پر می‌کند و یا شکاف‌ها در پارچه‌های پنبه را می‌پوشاند و در نتیجه پارچه را تقویت می‌کند و بنابراین مقاومت کششی را افزایش می‌دهد. در عین حال، به دلیل جابجایی بخشی محدود مورد انتظار پنبه که ناشی از برهمکنش کوپلیمر و اتصال آن با الیاف پنبه پارچه، تضعیف می‌شود.

غلظت MPEG-N-CTS

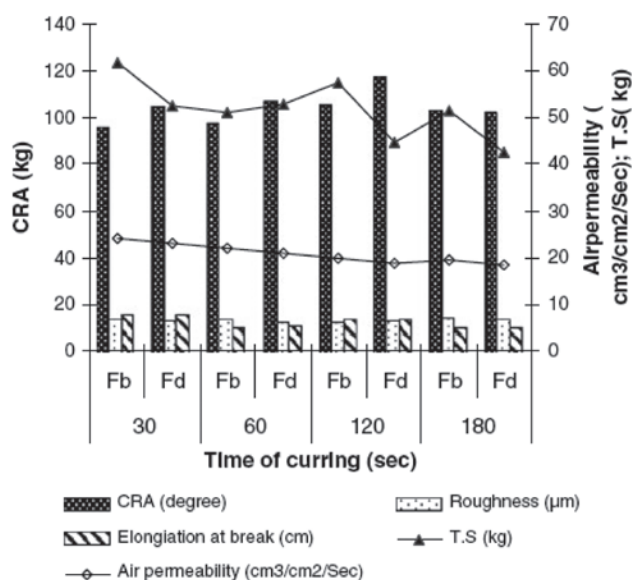
کوپلیمر MPEG-N-CTS در غلظت‌های مختلف جهت تکمیل پارچه‌های پنبه در روش pad-dry-cure در حضور اسید سیتریک (CA) و هیپوفسفیتم سدیم



تأثیر بسیار قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد پارچه، هنگامیکه عملکرد از طریق بررسی بازگشت از چروک، مقاومت کششی، ازدیاد طول تا حد پارگی، زبری و نفوذپذیری هوا بررسی می‌شود، ندارد. با این حال، مشخص شد که زمان پخت ۲ دقیقه، بهترین زمان می‌باشد. شرایط نشان داده شده در زیر شکل ۱۰ با پخت در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه برای پارچه‌های سفیدگری شده و رنگری شده، بازگشت از چروک بالا، زبری پایین تر (یعنی صافی بیشتر)، مقاومت کششی و نفوذپذیری هوا قابل قبول را نشان می‌دهند. همچنین مشاهده می‌شود که دمان پخت ۳ دقیقه یا بیشتر سبب بهبود کمی می‌شود. بنابراین جهت بدست آوردن عملکرد بالا پارچه پخت کردن در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه با استفاده از فرمولاسیون شیمیایی ذکر شده، باید انجام شود.

کاربرد کویلرهای پیوندی MPEG-N-CTS در تهیه لباس‌ها و پارچه‌های جراحی

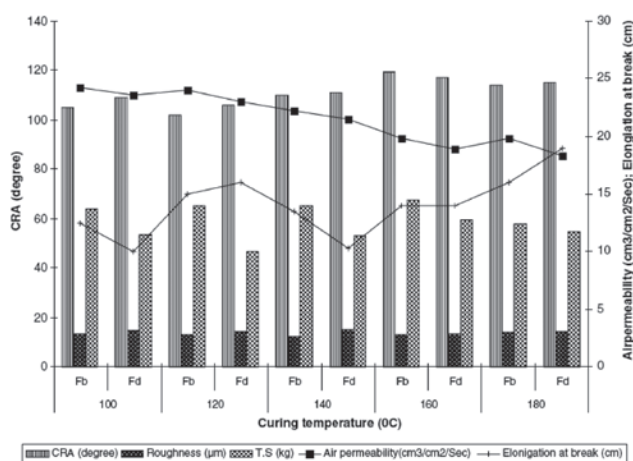
جدول ۱ تأثیر کاربرد کویلر (MPEG-N-CTS) تحت بررسی بر خواص عملکردی پارچه‌های سفیدگری شده و رنگری شده که برای استفاده در لباس‌ها و پارچه‌های جراحی مورد بررسی قرار می‌گیرند را نشان می‌دهد. نتایج بدین شرح است که: (a) نفوذپذیر هر دو پارچه کاهش می‌یابد اما تا حد معینی، و کاهش در حالت پارچه رنگری شده بیشتر از پارچه سفیدگری شده است؛ (b) نفوذپذیری آب در حالت پارچه سفیدگری شده بدون تغییر باقی می‌ماند در حالیکه در حالت پارچه رنگری شده افزایش می‌یابد؛ (c) هر دو پارچه پس از عمل شدن با کویلر مقاومت ترکیبگی بالاتر نشان می‌دهند؛ (d) بکارگیری کویلر برای پارچه‌های ذکر شده، تأثیر بسیار منفی بر ترشوندگی آنها نشان



شکل ۱۰. تأثیر زمان پخت بر عملکرد پارچه. کویلر گرفت ۲٪؛ اسید سیتریک ۳٪؛ SHP ۱٪؛ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه؛ دما ش پخت ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه؛ برداشت ۱۰۰٪

تکمیل حاوی ۲٪ کویلر (MPEG-N-CTS)، ۳٪ اسید سیتریک و ۱٪ SHP را نشان می‌دهد. پس از فشردن تا برداشت تر ۱۰۰٪، پارچه عمل شده در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه خشک شد و سپس در دماهای مختلف برای مدت ۲ دقیقه پخت شد. خواص عملکردی مورد بررسی شامل بازگشت از چروک، زبری، مقاومت کششی، ازدیاد طول تا حد پارگی و نفوذپذیری هوا می‌باشد. مشاهده می‌شود (شکل ۹) که مقاومت کششی و بازگشت از چروک با افزایش دمای پخت تا ۱۶۰ درجه سانتیگراد، افزایش می‌یابد. دماهای بالاتر به دلیل آنکه هر دوی این خواص تقریباً بدون تغییر باقی می‌مانند، بی تأثیر می‌باشد. برای زبری این روند صدق می‌کند. از طرف دیگر، نفوذپذیری هوا با افزایش دمای پخت از ۱۰۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. روند عمومی بدست آمده از منحنی ازدیاد طول تا حد پارگی بر حسب دمای پخت، افزایش این خواص با افزایش دمای پخت در محدود مورد بررسی را نشان می‌دهد. می‌توان نتیجه گرفت که دمای پخت بالا تا ۱۶۰ درجه سانتیگراد، برای خواص عملکردی پارچه مطلوب می‌باشد. این خواص نشان دهنده وجود برهمکنش بین کویلر با سلولز پنبه پارچه‌ها می‌باشند. یکی از مهمترین پارترهای بر چنین برهمکنش‌هایی، دمای پخت می‌باشد. این عامل حالت پارچه که از طریق تشکیل اتصال استری، اتصال هیدروژنی و یا نیروهای واندوالس برهمکنش دارد را تعیین می‌کند. یقیناً، دماهای پخت بالا این برهمکنش‌های شیمیایی و فیزیکی را بهبود می‌بخشد، و بنابراین مقاومت کششی، بازگشت از چروک و ازدیاد طول تا حد پارگی، بهبود می‌یابد. نفوذپذیری هوا به دلیل وجود کویلر، که خلل و فرج و منافذ ساختار پنبه را پر می‌کند و شکاف پارچه پنبه را می‌پوشاند، کاهش می‌یابد.

شکل ۱۰ تأثیر زمان پخت بر خواص عملکردی پارچه‌های پنبه، هنگامیکه با محلول حاوی کویلر (MPEG-N-CTS)، کاتالیست SHP و اسید سیتریک تا برداشت تر ۱۰۰٪ پد شده است، و در ۸۰ درجه برای مدت ۱۰ دقیقه خشک شده است و سپس در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه پخت شده است را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، زمان پخت



شکل ۹. تأثیر دمای پخت. کویلر گرفت ۲٪؛ اسید سیتریک ۳٪؛ SHP ۱٪؛ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه؛ زمان پخت ۲ دقیقه؛ برداشت ۱۰۰٪



جدول ۱. کاربرد کویلیم‌های کیتوسان در تهیه لباس‌ها و پارچه‌های جراحی B؛ پارچه سفیدگری شده (بدون تکمیل)؛ Bd، پارچه رنگری شده (بدون تکمیل)؛ Fb، پارچه سفیدگری شده تکمیل شده؛ Fd، پارچه رنگری شده تکمیل شده؛ [کویلیم‌های گرافت [MPEG-N-chitosan]؛ ۲٪؛ [اسید سیتریک]؛ ۳٪؛ [SHP]؛ ۱٪؛ برداشت ۱۰۰٪؛ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد، برای مدت ۱۰ دقیقه؛ پخت در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه

Sample	Air permeability (cm ³ /cm ² /s)	Water permeability (L/m ² /s)	Bursting strength (Kp)	Water pick up	Porosity (%)	Wettability (s)	T.S (kg)	Antibacterial (mm)	
								<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
B _b	20.44	0.181	97.1	108	2.1	3 s	62.2	0	0
B _d	21.14	0.161	64.1	127	2.47	4 s	51.5	0	0
F _b	19.9	0.181	105.4	98	1.84	12 min	68.3	30	28
F _d	19.6	0.201	74.2	97	1.93	11 min	71.7	32	30

فعالیت ضد باکتری پارچه حاوی کویلیم

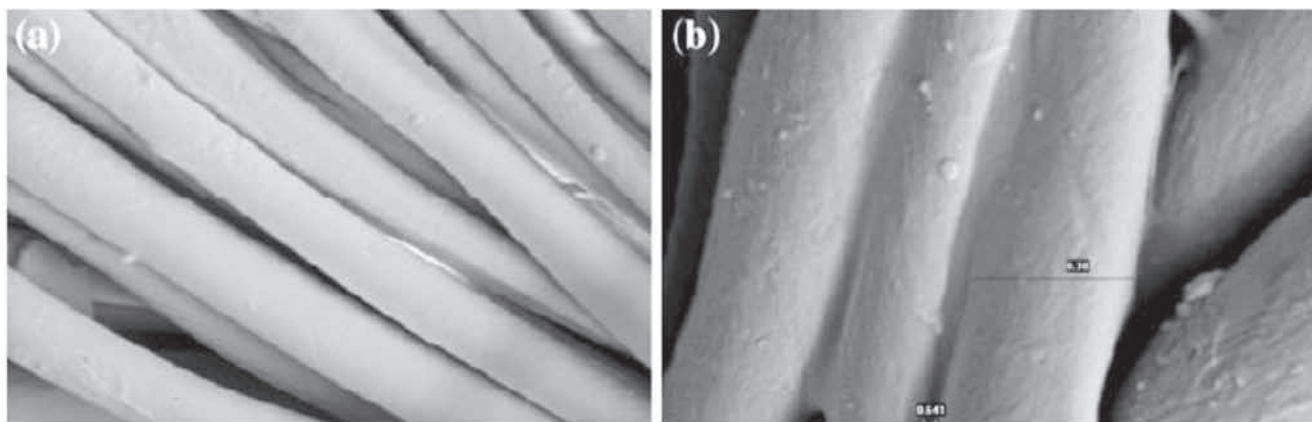
شکل ۱۲ تاثیر غلظت‌های مختلف کویلیم MPEG-N-CTS بر فعالیت ضد میکروبی پارچه‌های پنبه عمل شده غلظت کویلیم بین ۰/۵ تا ۴/۵ owb٪ را نشان می‌دهد. به دلیل آنکه مکانیزم ضد میکروبی کویلیم، نوع بازدارنده می‌باشد، تست کیفی عاملیت ضد میکروبی انجام شد (روش تست AATCC 147). بنابراین، پارچه‌های ۱۰۰٪ پنبه سفیدگری شده و رنگری شده با محلول کویلیم در غلظت‌های مختلف همراه با ۳٪ سیتریک، ۱٪ SHP تا برداشت تر ۱۰۰٪ پد شدند و سپس خشک شدند و در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۳ دقیقه پخت شدند. تاثیر فعالیت ضد میکروبی پارچه‌های پنبه عمل شده با استفاده از باکتری‌های *Streptococcus aureus* و *Escherichia coli* ارزیابی شد، زیرا این باکتری‌ها فراوان‌ترین باکتری‌ها در عفونت زخم می‌باشند و به ترتیب باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی می‌باشند.

شکل ۱۲ نشان می‌دهد که فعالیت ضد میکروبی با افزایش غلظت کویلیم در محدوده مورد مطالعه افزایش می‌یابد. این روند در پارچه سفیدگری شده و همچنین پارچه رنگری شده مشاهده می‌شود. با این حال، فعالیت ضد میکروبی پارچه رنگری شده بیشتر از پارچه سفیدگری شده است. همانطور که قبلاً نیز نشان داده شده، به دلیل آنکه پارچه رنگری شده، محتوای کویلیم بالاتری نسبت به پارچه سفیدگری شده دارد، این امر معقول می‌باشد. در یک مکانیزم، طبیعت پلی کاتیونیک کیتوسان با متابولیسم باکتری بوسیله انباشته شدن در سطح، واکنش می‌دهد. مکانیزم دوم اتصال کیتوسان با DNA

می‌دهد؛ (e) اساساً مقاومت کششی پس از آنکه پارچه‌های سفیدگری شده و رنگری شده با کویلیم عمل شدند، افزایش می‌یابد و پارچه‌های سفیدگری شده و رنگری شده، تنها پس از تکمیل شدن با کویلیم MPEG-N-CTS فعالیت ضد باکتری نشان می‌دهند.

این نتایج همراه با دیگر نتایج آورده شده درباره ارزیابی زبری، بازگشت از چروک، ازدیاد طول تا حد پارگی و مقدار کویلیم تثبیت شده بر روی پارچه‌ها که در بخش‌های قبل بحث شد، مناسب بودن پارچه‌های حاوی کویلیم برای استفاده به عنوان محصولات بهداشتی، یعنی لباس و پارچه جراحی را نشان می‌دهد. می‌توان بیان کرد که کاهش در نفوذپذیری هوا و ترشوندگی می‌تواند از محصولات بهداشتی کاهش یابد، اما راحتی پارچه به دلیل وجود MPEG به عنوان یک بخش یکپارچه کویلیم استفاده شده، تضمین می‌شود.

کویلیم پیوندی MPEG-N-CTS حاوی MPEG دارای وزن مولکولی ۲۰۰۰ می‌باشد. هنگامیکه این کویلیم بر پارچه پنبه‌ای بکار برده می‌شود، منافذ و خلل و فرج ساختار پارچه را پر می‌کند و شکاف‌ها و فضاهای خالی بسیار ریز بین الیاف پارچه‌ها را می‌پوشاند و علاوه بر این، سطح پارچه با فیلم نازکی پوشیده می‌شود. تاثیر حداکثر این لایه، اتصال فشرده کویلیم با پارچه پنبه‌ای می‌باشد که در نتیجه آن ساختار تخلخلی پارچه تغییر می‌کند. این موضوع در شکل ۱۱ نشان داده شده است، بطوریکه تصاویر SEM پارچه قبل و بعد از بکارگیری کویلیم مختلف می‌باشد. روکش در شکل یک فیلم نازک بر روی سطح پارچه‌های عمل شده، مشهود می‌باشد.



شکل ۱۱. SEM a. پارچه‌های عمل نشده؛ b. پارچه‌های تکمیل شده بوسیله MPEG-N-CTS

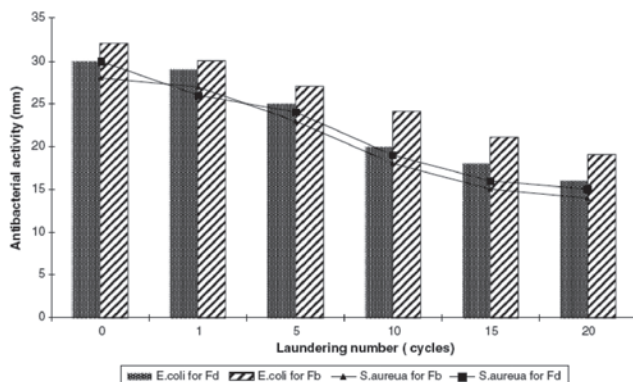


ثبات شستشویی

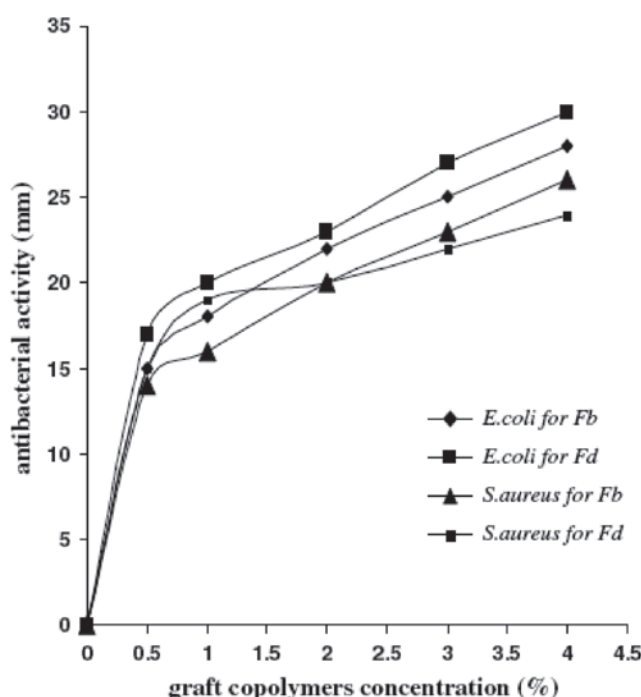
شکل ۱۳ تاثیر سیکل‌های شستشو بر روی فعالیت ضد میکروبی پارچه‌های پنبه عمل شده با کوپلیمر را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که قبل از شستشو، پارچه پنبه رنگری شده حاوی کوپلیمر، فعالیت ضد باکتری بالاتر نسبت به پارچه سفیدگری شده حاوی کوپلیمر مشابه نشان می‌دهد. این حالت بعد از ۳۰ سیکل شستشو ثابت می‌باشد. با این حال، شستشو، فعالیت ضد باکتری *E. coli* و هم *S. aureus* را کاهش می‌دهد؛ برای هر دو نوع باکتری، فعالیت ضد باکتری با افزایش سیکل‌های شستشو در محدوده بررسی شده، کاهش می‌یابد. همچنین مشخص است که فعالیت ضد باکتری پارچه حاوی کوپلیمر، هنگامیکه در برابر *E. coli* بررسی شد، نسبت به *S. aureus* بیشتر می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت که پارچه عمل شده با کوپلیمر MPEG-N-CTS، فعالیت ضد باکتری خود را حتی پس از ۲۰ سیکل شستشو حفظ می‌کند.

نتیجه گیری

سیستم چند تکمیلی جهت تهیه محصولات پنبه جدید که می‌توانند به صورت عملی در زمینه منسوجات پزشکی استفاده شوند، ابداع شد. این نوع آوری بر پایه سنتز، شناسایی، و استفاده از MPEG-N-CTS بر پارچه‌های پنبه‌ای می‌باشد. بنابراین، کوپلیمر MPEG-N-CTS بوسیله واکنش کیتوسان با متوکسی پلی اتیلن گلاکول آلدئید (MPEG)، تهیه شد. این ماده بوسیله اکسیداسیون شیمیایی MPEG با استفاده از دی متیل سولفوکسید (DMSO) و استیک آنیدرید (Ac_2O) تهیه شد. عوامل موثر بر تهیه MPEG آلدئید بررسی شد. محصول نهایی با استفاده از طیف‌های IR، اسپکتروسکوپی NMR، آنالیز شیمیایی، و پراش اشعه X بررسی شد. پارچه پنبه‌ای با استفاده از کوپلیمر MPEG-N-CTS عمل شد تا خواص چندتایی پایدار بوسیله ضد میکروبی کردن، ضد چروک کردن، و راحتی برای پارچه‌های عمل شده ایجاد شود. استفاده از پارچه‌های عمل شده برای موارد پزشکی پیشنهاد شده بر پایه نتایج این پارچه‌ها برای محتوای کوپلیمر، بازگشت از چروک، مقاومت کششی، ازدیاد طول تا حد پارگی، نفوذپذیری آب، نفوذپذیری هوا، زبری، فعالیت ضد میکروبی و ثبات شستشویی بود.



شکل ۱۳. تاثیر سیکل‌های شستشو بر روی فعالیت ضد میکروبی پارچه‌های تکمیل شده. برداشت ۱۰٪ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه؛ زمان پخت ۲ دقیقه در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد؛ اسید سیتریک ۰.۴٪؛ SHP ۰.۱٪.



شکل ۱۲. فعالیت ضد میکروبی پارچه‌های عمل شده با کوپلیمر گرافت. برداشت ۱۰٪ دمای خشک کردن ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه، زمان پخت ۲ دقیقه در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد؛ اسید سیتریک ۰.۴٪؛ SHP ۰.۱٪.

می‌باشد تا از سنتز RNA جلوگیری شود.

مکانیزم سوم به قابلیت بالای کیتوسان به اتصال فلزهای سنگین و عناصر کمیاب بستگی دارد. قابلیت کنوردیناسیون کیتوسان به محتوای گروه‌های NH_2 آزاد مربوط می‌باشد. درجه پروتونه شدن NH_2 در کیتوسان در مقادیر pH معین ثابت می‌باشد. هنگامیکه مقدار pH بالا می‌باشد، درجه پروتونه شدن گروه‌های NH_2 کم می‌باشد. به دلیل آنکه آزمایش ضد میکروبی در آب مقطر استریل انجام شده است، گروه‌های آمین آزاد می‌باشند و قابلیت کنوردیناسیون کردن بالای کیتوسان به فلزات را دارند. مکانیزم مربوط به فعالیت ضد میکروبی این کوپلیمر پیوندی کیتوسان می‌تواند کاملاً به تشکیل میکرو سطح‌های آب گریز مربوط باشد. در pH برابر با ۷، درجه پروتونه شدن NH_2 بسیار کم می‌باشد، بنابراین، نیروی دافعه NH_3^+ ضعیف است، و بنابراین اتصالات هیدروژنی بین مولکولی و درون مولکولی قوی سبب تشکیل میکرو سطح‌های آب گریز در زنجیر پلیمر می‌شوند.

ضمناً، پلیمر تکمیل شده ضد باکتری فعال باید قابل حل در آب باشد و نباید با دیواره سل میکروب برهمکنش داشته باشد. این نوع پلیمر، باکتری‌ها را دفع می‌کند که نشان می‌دهد که به سطح این پنین میکروارگانیسم‌ها متصل نمی‌شود. مزیت دیگر این پلیمر، تهیه آن از طریق مکانیزم پلیمرزاسیون زنده می‌باشد که منجر به ماکرومولکول‌های با طول زنجیری تقریباً یکنواخت می‌شود. خواص دفع میکروبی و طول یکنواخت سبب می‌شود تا PEG گزینه ایده‌آلی جهت بررسی مکانیزم‌های عامل‌های ضد باکتری گرافت شده باشد که به پارچه بوسیله تثبیت کوپلیمر با استفاده از اسید سیتریک گرافت شده‌اند.