مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره بیست و هشتم، شماره چهار، تیر ۱۳۹۹
تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۵/۰۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۳/۱۲

بهینه‌سازی خواص پارچه بی بافت با استفاده از نانو بیو مواد به‌منظور کاربرد در پانسمان زخم

حسن مشروطه*[۱]، محمد خواجه مهریزی[۲]، نرگس نبی‌زاده[۳]، نادیا طهرانی دهکردی[۴]

مقاله پژوهشی

مقدمه: پانسمان‌ها علاوه بر نقش محافظتی، موجب پیشگیری از عفونت و کمک به فرآیند التیام زخم می‌شوند. در این تحقیق، تاثیر بهینه‌سازی خواص پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی کالندر شده به‌کمک مواد تکمیلی همچون عسل، آلوئه‌ورا، کیتوسان و نانو نیترات نقره، جهت استفاده در پانسمان زخم بررسی شده است.

روش بررسی: ابتدا نمونه پارچه‌های پلی‌استر بی‌بافت سوزن‌زنی، کالندر گردید و با توجه به‌ویژگی‌های فیزیکی مورد انتظار برای مصرف پانسمان، از جمله میزان چروک پذیری، نفوذپذیری هوا و...، نمونه بهینه اولیه از پارچه‌های بی‌بافت انتخاب گردید. سپس با بهره‌گیری از مواد مورد اشاره، عملیات تکمیل ضدباکتری بر روی پارچه بهینه اولیه صورت گرفت. در ادامه، علاوه بر انجام تست سمیت سلولی و ضدباکتری با استفاده از باکتری‌های استافیلوکوکوس‌اورئوس و اشریشیاکولی، مجدداً آزمون‌های فیزیکی قبلی بر روی نمونه‌های تکمیل شده انجام و نهایتاً نمونه بهینه پیشنهادی انتخاب گردید.

نتایج: نتایج نشان داد که نمونه پارچه بی‌بافت بهینه شده با ترکیبی از چهار محلول نانو نیترات نقره ۱٪، آلوئه ورا ۲۰٪، عسل۷٪ و کیتوسان۱٪، در مقایسه با سایر نمونه‌های مورد بررسی، خواص مناسب‌تری را از خود نشان می‌دهد. ضمناً آزمایشات مرتبط، هیچ‌گونه سمیت و حساسیت سلولی را برای محلول‌ها و نمونه‌های بهینه شده نشان نداد. هم چنین، نتایج حاصل از انجام آزمایش طیف سنج مادون قرمز نیز نشان دهنده ایجاد ارتعاشات کششی هیدروکسیل در عدد موجی ۳۲۰۰-۳۴۰۰ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نمونه پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی کالندر شده که به‌کمک ترکیب چهار محلول پیشنهادی، از حیث سمیت سلولی و ضدباکتری بهینه‌سازی شده است، خواص مورد نظر پانسمان زخم را دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پانسمان زخم، پارچه بی‌بافت سوزن زنی، کیتوسان، عسل، بهینه‌سازی

ارجاع: مشروطه حسن، خواجه مهریزی محمد، نبی‌زاده نرگس، طهرانی دهکردی نادیا. **بهینه‌سازی خواص پارچه بی بافت با استفاد از نانو بیو مواد به منظور کاربرد در پانسمان زخم**. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۳۹۹؛ ۲۸ (۴): ۶۳- ۲۵۴۷

۱- استادیار، گروه آموزشی تکنولوژی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد. ایران.
۲- دانشیار، گروه آموزشی شیمی نساجی و علوم الیاف، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۳- کارشناسی ارشد، گروه آموزشی تکنولوژی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد. ایران.
۴- دانشجو دکتری، گروه آموزشی تکنولوژی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد. ایران
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۳۱۵۱۵۷۶۶، پست الکترونیکی: mashroteh@yazd.ac.ir، صندوق پستی: ۸۹۱۶۸۶۹۵۱۱

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

مقدمه

پارچه‌های بی‌بافت سوزن‌زنی شده یکی از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین منسوجاتی است که مراحل تولید آن با وجود تنوع بالا، بسیار ساده‌تر و اقتصادی‌تر از مراحل تولید دیگر پارچه‌های متداول نساجی از قبیل تاری‌پودی و حلقوی می‌باشد (۱). هر روز کاربردهای جدیدتری از این نوع منسوجات در محصولات بهداشتی و نظافتی، در مهندسی عمران و ساختمان، لوازم خانگی و صنایع خودروسازی، فیلتراسیون، پوشاک و بسته‌بندی مواد غذایی، ابداع و به مرحله تولید می‌رسد و چون قابلیت انطباق بالایی با نیازها و خواسته‌های روزافزون و متنوع زندگی مدرن امروزی دارد، در دهه اخیر مورد توجه بسیاری از تولیدکنندگان واقع شده است (۲،۳). ساختار پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی شده به جای نخ، شامل الیاف یا لایه‌های تارعنکبوتی متشکل از الیاف است که به‌وسیله عملیات سوزن‌زنی، استحکام بخشی می‌شوند (۴). استفاده از نوعی از عملیات بهینه‌سازی اطوی (حرارتی) صنعتی منسوجات، موسوم به کالندرینگ، نیز در تنوع خواص اینگونه از منسوجات بسیار مؤثر است. از طرف دیگر، تخلخل قابل ملاحظه و یکنواخت پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی کالندر شده، امکان برداشت و نگهداری مناسب مایعات را برای طولانی‌مدت در منافذ خود فراهم می‌آورد. با توجه به‌ویژگی‌های خاص پارچه‌های بی‌بافت از قبیل وجود ساختار نفوذپذیر و متخلخل، پرزینگی کم، جذب آب زیاد و نگهداری رطوبت بالا و قابلیت نفوذپذیری هوا، می‌توان از آن‌ها درکاربرد پانسمان استفاده کرد (۴،۵). با توجه به اینکه در کاربرد این نوع پارچه‌ها به‌عنوان پانسمان، احتمال رشد و تکثیر باکتری‌ها و در نتیجه افزایش خطر عفونت وجود دارد، با بهینه‌سازی این پارچه‌ها توسط بیومواد می‌توان علاوه بر ایجاد خاصیت ضدمیکروبی، به تسریع ترمیم زخم و کاهش عوارض ناشی از آن نیز کمک کرد (۶،۷). امروزه در پزشکی، از نانو ذرات نقره نیز به‌طور وسیع جهت مقابله با میکروب‌ها استفاده می‌شود (۸). پانسمان نقره در زخم، حالت جمع‌شدگی و خشک‌شدگی بهتری را نسبت به پانسمان‌های معمولی، نتیجه می‌دهد (۹). از طرفی، بیوپلیمرهای طبیعی مانند کیتوسان نیز به‌دلیل تأثیرات ضدمیکروبی و جذب بیشتر مواد ضد عفونی‌کننده و نگهداری آن بر روی زخم برای کاربردهای پزشکی و پانسمان زخم به‌منظور جلوگیری از عفونت‌های رایج، عملکرد مناسبی دارد (۶،۱۰). در سال‌های اخیر، توسعه مقاومت باکتری‌ها نسبت به آنتی بیوتیک‌ها یک مشکل جدی بهداشتی جهانی شده است. شناسایی تعداد بیشتری از مواد طبیعی و گیاهان دارویی، هم‌چنین جداسازی و خالص‌سازی ترکیبات مؤثر آن‌ها به‌منظور ایجاد داده‌های با کیفیت، با توجه به‌گسترش بیماری‌های عفونی، در درمان بیماری‌ها مفید خواهد بود (۱۱). از جمله این ترکیبات می‌توان به عسل و گیاه‌آلوئه‌ورا اشاره کرد (۱۲). مطالعات نشان داده است که عسل به‌صورت رقیق شده در درمان زخم‌ها به‌کار رفته و به‌سرعت باعث استریل شدن زخم‌ها شده است (۱۳). پانسمان با عسل از جمله پانسمان‌هایی است که در زخم‌های فشاری به کار می‌رود (۱۴). باقری و همکاران، در مطالعه‌ای تحت عنوان مقایسه پانسمان عسل و پماد نیتروفورازون در ترمیم زخم فشاری به این نتیجه رسید که میزان ترمیم درگروه عسل چهار برابر گروه مقابل بود (۱۵). استفاده از ژل گیاه آلوئه‌ورا برای زخم‌های مزمن که معضل پزشکی امروز است، نسبت به درمان‌های رایج، مفیدتر و مقرون به صرفه‌تر است، علاوه بر آن، سرعت بهبود را نیز تسریع می‌کند (۱۶). تجویز موضعی ژل گیاه آلوئه‌ورا، روند ترمیم زخم برشی در موش را سرعت می‌بخشد و این ترمیم با غلظت ژل، ارتباط مستقیم دارد (۱۷). حضور آلوئه‌ورا در کامپوزیت کیتوسان/ آلوئه‌ورا به دلیل توانایی تحریک فیبروبلاست، ترمیم زخم را در موش‌های دیابتی تسریع می‌کند و در طولانی‌مدت، پاسخ سلولی قابل‌توجهی را در بر دارد (۱۲). شاهانی‌پور و همکاران، در تحقیقی، اثر درمانی مخلوطی از عسل و آلوئه‌ورا بر زخم‌های سوختگی، نسبت به استفاده جداگانه از هر کدام از این دو ترکیب را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تجویز موضعی هم زمان عسل و آلوئه‌ورا، موجب تسریع جمع‌شدگی و التیام زخم‌های ناشی از سوختگی درجه دو گردید. بنابراین، مخلوط عسل و آلوئه‌ورا را به‌دلیل خاصیت ضدمیکروبی و ترمیم‌کنندگی می‌توان به‌عنوان یکی از گزینه‌های دارویی قابل مطرح جهت

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

زخم‌های سوختگی معرفی کرد (۱۸). پانسمان‌ها دارای مشکلاتی از جمله توانایی پایین در جذب ترشحات زخم، استحکام مکانیکی پایین در زخم‌پوش‌های هیدروژلی، بالابودن هزینه تمام شده، امکان چسبیدن پانسمان به بستر زخم پس از حذف ترشحات و هم‌چنین به هنگام برداشتن پانسمان می‌باشد. لذا ضروری است پانسمان‌هایی با خواص ویژه متناسب با نوع زخم تولید و طراحی شود؛ به نحوی که ضمن سهولت استفاده برای بیمار، مدت زمان لازم وجود برای بهبود زخم را نیز به حداقل برساند (۱۹،۲۰). با توجه به موارد فوق، تهیه پانسمانی که علاوه بر اقتصادی بودن و تنوع قابلیت جذب ترشحات زخم را دارا باشد، محیط اطراف زخم را مرطوب نگه دارد، از خواص مکانیکی مناسب برخوردار بوده و نهایتاً بتواند با ویژگی ضدمیکروبی خود، از رشد و نمو میکروب‌ها در محل زخم جلوگیری کند، هدف اصلی این پژوهش می‌باشد. با توجه به نتایج تحقیقات، مواد شیمیایی و طبیعی مانند نانو نیترات نقره، کیتوسان، عسل و آلوئه‌ورا علاوه بر ایجاد خاصیت ضدمیکروبی، خاصیت ترمیم و بهبود زخم را دارا هستند. از این‌رو در این بررسی، تغییرات خصوصیات فیزیکی و مکانیکی پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی شده برای کاربرد در پانسمان، قبل و بعد از استفاده از هر یک از مواد ضدمیکروبی عسل، کیتوسان، آلوئه‌ورا و نانو نیترات نقره به صورت جداگانه و مخلوط مورد مطالعه قرار گرفت. هم‌چنین ضمن بررسی تأثیرات ضد باکتری پارچه در برابر باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس (گرم مثبت) و اشرشیا کولی (گرم منفی)، آزمایش سمیت سلولی نیز برای محلول‌ها و نمونه‌های بهینه شده انجام گرفت.

روش بررسی

در این مطالعه، مطابق شکل۱، بعد از تهیه نمونه‌های پارچه بی‌بافت، با انجام آزمایشات گوناگون نساجی از قبیل چروک‌پذیری، میزان جذب و مدت زمان نگهداری آب توسط نمونه، نفوذپذیری هوا، طول خمش و هم‌چنین پرزینگی، بهترین نمونه‌ها انتخاب گردید. سپس عملیات بهینه‌سازی نمونه‌ها با ترکیبات مختلفی از چهار نوع ماده ضد میکروب نانو نیترات نقره، آلوئه‌ورا، عسل و کیتوسان انجام شد. با انجام مجدد آزمون‌های نساجی مذکور روی نمونه‌ها، نمونه پارچه بی‌بافت بهینه شده انتخاب شد. در نهایت برای تایید قابلیت استفاده از نمونه بهینه بر روی زخم به‌عنوان پانسمان، نمونه بهینه تحت آزمایشات تست سمیت، تست FTIR و فعالیت ضدباکتری با باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیاکولی قرار گرفت.

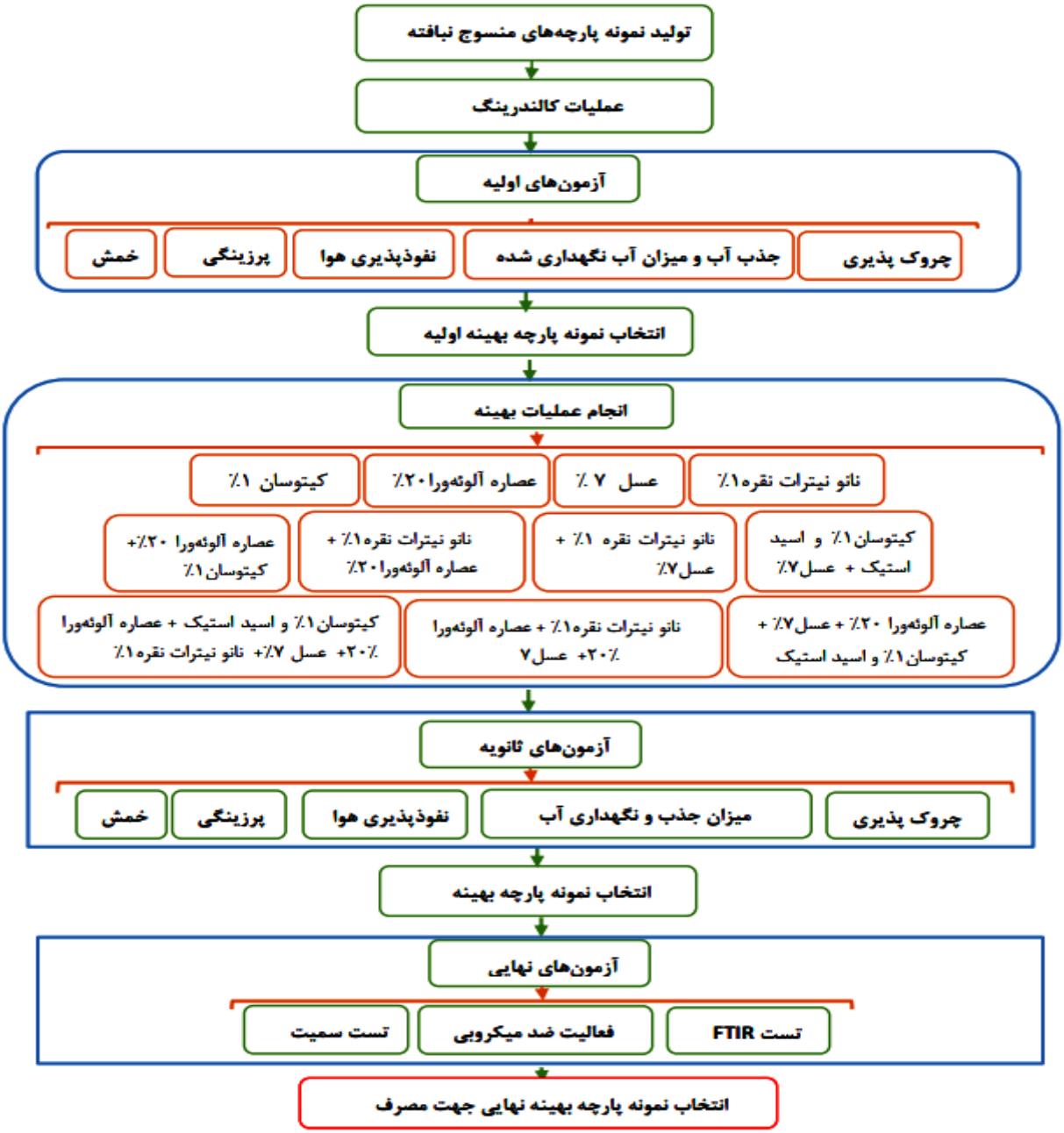
۱-۲ مواد و دستگاه‌ها

مواد مورد استفاده برای ضدباکتری نمودن نمونه‌ها، در جدول ۱ ارائه شده است.

از جمله تجهیزات آزمایشگاهی مورد استفاده، می‌توان به ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم ساخت شرکت Sartorius، دستگاه فولارد آزمایشگاهی ساخت شرکت GLOBAL SERVICE جهت پد کردن محلول ضد باکتری بر روی نمونه‌ها، آون ساخت شرکت فرمهر به‌منظور خشک کردن نمونه‌ها پس از انجام عملیات پد، استنتر آزمایشگاهی شرکت شرلی جهت خشک کردن و تثبیت نهایی نمونه‌ها، دستگاه‌های سنجش طول خمش شرکت شرلی و دستگاه اندازه‌گیری چروک پذیری پارچه شرکت شرلی، دستگاه اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری هوا در پارچه شرکت شرلی، دستگاه اتوکلاو برای استریل نمودن نمونه‌ها، انکوباتور جهت تهیه شرایط مناسب برای رشد باکتری و آزمون سمیت سلولی و میکروپلیت برای تهیّه شرایط مناسب برای رشد سلولی اشاره کرد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]



شکل ۱: فلوچارت مراحل مختلف انجام آزمایشات برای انتخاب نمونه پارچه بهینه جهت پانسمان

جدول ۱: مواد مورد استفاده جهت ضدباکتری نمودن نمونه‌ها،

مواد	نام شرکت سازنده	فرمول شیمیایی	متوسط اندازه ذرات(نانومتر)
نقره نیترات نانو	US Research Nanomaterials	$AgNO_3$	۲۰
اسید استیک	دکتر مجللی	$C_2H_4O_2$	-
کیتوسان	Aldrich Chemistry	$C_8H_{13}NO_5$	وزن مولکولی متوسط
عسل	وشند	-	-
آلوئه‌ورا طبیعی	عطاری معتبر	-	-

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

۲-۲ تولید نمونه پارچه‌های بی‌بافت

در این پژوهش، با توجه به در دسترس بودن، قیمت مناسب و خصوصیات مطلوب الیاف پلی‌استر، ابتدا نمونه‌های پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی شده از الیاف۱۰۰٪ پلی استر تولید گردید (۲۱). به‌منظور کاهش پرزینگی سطح منسوج و دستیابی به دیگر خواص مورد نظر در کاربرد پانسمان بهداشتی، عملیات کالندر کردن که یکی از پرکاربردترین روش‌های بهینه‌سازی حرارتی/ سطحی منسوجات محسوب می‌شود، بر روی نمونه‌ها انجام شد. در این روش، منسوج از میان دو غلتک داغ، تحت فشار و دمای مشخص عبور داده شده و به این ترتیب سبب ایجاد صافی، نرمی، یکنواختی تخلخل و ضخامت، براقیت و کاهش پرزینگی سطح منسوج می‌شود (۵،۲۲).

۲-۳ بهینه‌سازی خواص نمونه پارچه‌های بی‌بافت برای پانسمان

از آنجایی که هدف از انجام آزمایشات، بهینه‌سازی خواص مورد نظر در کاربرد پارچه پانسمان است، بدیهی است که تحلیل این رفتار، مستلزم بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌های بی‌بافت سوزن‌زنی شده است. لذا به مهمترین مشخصات تولیدی لایه‌ها که شامل عمق نفوذ سوزن و تراکم سوزن زنی است اشاره می‌شود. عمق نفوذ سوزن مسافتی است که نوک سوزن از روی صفحه راهنمای پایین خارج می‌شود و بدیهی است که هرچه عمق نفوذ سوزن بیشتر باشد، میزان جابجایی الیاف منتقل شده توسط سوزن بیشتر خواهد شد و سبب کاهش و در عین حال یکنواختی بیشتر ضخامت پارچه می‌گردد. این در حالی است که، میزان بزرگی این عامل نیز نباید از یک حد مشخص افزایش یابد؛ چرا که پارگی الیاف موجود در ساختار پارچه بیشتر خواهد شد. هم‌چنین تعداد نفوذ سوزن در واحد سطح لایه به‌عنوان تراکم سوزن زنی شناخته می‌شود. هرچه این مقدار بیشتر باشد، معمولاً درگیری ساختمانی پارچه بیشتر بوده و نتیجتاً منسوج مورد نظر استحکام بیشتری نیز کسب خواهد کرد. مشخصات الیاف و شرایط تولید نمونه‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. به‌منظور انتخاب نمونه مناسب برای مصارف پانسمان، نمونه‌های تولید شده تحت آزمون‌های مهم فیزیکی منسوجات جهت کاربرد مورد نظر از قبیل نفوذپذیری هوا، ضریب اصطکاک سطحی و جذب مایعات قرار گرفت. پس از بررسی نتایج آزمون‌های انجام شده، یک نمونه از نمونه‌های تولید شده با توجه به ویژگی‌های مورد انتظار برای مصارف پانسمان از قبیل پرزینگی کم (انجام آزمون پرزینگی با استفاده از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۲۸)، جذب آب زیاد، نگهداری رطوبت بالا، نفوذپذیری مناسب هوا در حالت تعادل با محیط و ضریب اصطکاک کم انتخاب گردید. شرایط تولید نمونه منتخب، عمق نفوذ سوزن ۸/۵ میلی‌متر، تراکم سوزن‌زنی ۲۰۰ نفوذ بر سانتی‌متر مربع، سرعت کالندر ۶ متر بر دقیقه و دمای کالندر ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. پس از انتخاب نمونه بهینه اولیه از منسوج سوزن زنی مطالعه شده، با استفاده از مواد شیمیایی و طبیعی مورد نظر شامل نانو نیترات نقره، کیتوسان، عسل و آلوئه‌ورا، عملیات تکمیل ضد باکتری به‌روش پدکردن بر روی پارچه انتخاب شده انجام شد. دلیل استفاده از روش پد، به کارگیری آسان و سریع و کم هزینه بودن انجام آن نسبت به دیگر روش‌های متداول در صنعت نساجی، از جمله روش رمق‌کشی، است. در ادامه، به‌منظور انجام آزمون ضد باکتری، از باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس (گرم مثبت) و ای‌کولی (گرم‌منفی) استفاده گردید.

۲ -۴ آماده‌سازی مواد و بهینه‌سازی نمونه‌ها

برای از بین بردن هر گونه مواد زائد و لکه بر روی نمونه بهینه اولیه، پیش از انجام آزمون، پارچه‌های آماده شده تحت عملیات شست و شو قرار گرفت. شست و شوی پارچه بر اساس روش استاندارد BS 26330 و توسط شوینده غیر یونی با غلظت ۰/۵ گرم بر لیتر به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. پس از انجام عملیات شست و شو، پارچه‌ها آبکشی و خشک گردیدند (۲۱،۲۳).

۲-۵ مراحل انجام عملیات بهینه‌سازی نمونه‌ها

هدف از استفاده از عملیات پوشش دهی ضد باکتریِ بعضاً همزمان نانو نیترات نقره، کیتوسان، عسل و آلوئه‌ورا که از بررسی تحقیقات گذشته ناشی می‌شود، ایجاد خاصیت ضدمیکروبی، توأم با افزایش سیستم ایمنی بدن و تأثیر بر

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

باکتری‌های گرم منفی و مثبت می‌باشد که باعث کاهش مدت زمان درمان زخم و کاهش اثر باقی مانده از زخم، پس از درمان می‌گردند (۲۴). بر اساس مطالعات انجام شده توسط پارتیبان و تنموزی، به ترتیب، غلظت‌های بهینه محلول‌های آلوئه‌ورا و نانو نقره برابر با ۲۰ ٪و ۱٪ و این مقدار برای محلول‌های کیتوسان و عسل معادل ۱٪ و ۷٪ انتخاب گردیدند. مدت زمان قرارگیری نمونه در محلول‌ها نیز با توجه به نتایج تحقیقات گذشته انتخاب شدند (۲۴،۲۵). به‌عبارتی، در مرحله بهینه‌سازی، محلول ۱٪ نانو نیترات نقره، محلول ۱٪ کیتوسان (برای پایداری این محلول از اسید استیک ۱۰٪ استفاده گردید)، محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه‌ورا و محلول ۷٪ عسل تهیه گردید. به جهت عصاره‌گیری از آلوئه‌ورا، محلولی با L:R معادل 1:20 از برگ گیاه آلوئه‌ورا تهیه شد. این محلول به مدت ۲ ساعت در دمای جوش قرار گرفت و سپس از کاغذ صافی عبور داده شد. در ادامه، محلول حاصله مجدداً به مدت یک ساعت حرارت داده شده و عصاره غلیظ آلوئه‌ورا تهیه گردید. در مرحله پوشش دهی با عسل نیز به علت اینکه دمای بالا باعث از بین رفتن خواص عسل می‌گردد و هم‌چنین نمونه‌ها به رنگ زرد درمی‌آیند، از دمای پایین‌تر برای خشک کردن نمونه‌های بهینه شده با عسل استفاده گردید. نمونه‌هایی از پارچه بهینه اولیه، طی مدت زمان های درج شده در جدول ۲، درون یکایک محلول‌های ساخته شده قرار گرفتند. سپس با میزان برداشت ۸۰ ٪ وزنی پارچه، بر روی آن پوشش داده شد (عملیات پد) و در نهایت پس از شست و شو با آب مقطر، در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه درون آون خشک گردید. پس از آن به کمک یک استنتر آزمایشگاهی نساجی، پارچه آغشته به مواد، در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ دقیقه تحت عملیات تثبیت ابعادی قرار گرفت تا از عدم جمع‌شدگی در طی عملیات بعدی یا مصرف اطمینان حاصل شود (۲۶).

۲-۶ بررسی آزمون‌های انجام شده

خصوصیات مورد نظر منسوجات مورد مصرف به‌عنوان پانسمان، بعد از انجام عملیات پوشش‌دهی بهینه شده نمونه‌ها، با توجه به استانداردهای ملی و بین‌المللی مورد نظر، آزمایشات گوناگون نساجی از قبیل تعیین طول خمش، زاویه چروک‌پذیری، نفوذپذیری هوا، میزان جذب و مدت زمان نگهداری آب توسط نمونه، هم‌چنین ارزیابی پرزینگی نمونه‌های بهینه شده صورت گرفت. در جدول۳ کدگذاری نمونه‌های بهینه نشده و بهینه شده و مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها در محلول‌های مواد مورد استفاده برای بهینه‌سازی نمونه‌ها ارائه شده است.

۲-۶-۱ اندازه‌گیری نفوذ پذیری هوا

آزمون نفوذ پذیری هوا (استاندارد BS 5636)، نشان‌دهنده حجم هوای عبوری از بین منافذ منسوج می‌باشد و سهولت یا سختی عبور هوا از منسوج، عامل مهمی در تعیین کیفیت منسوج است. بدیهی است که عبور بیشتر هوا از منافذ منسوج (در عین حفظ دیگر خواص مورد نظر از پارچه)، در کاربرد پارچه به‌عنوان پانسمان، ویژگی مطلوبی تلقی می‌شود. در واقع، شاخص میزان جریان هوا از نمونه، حجم هوای عبوری از سطح معینی از نمونه پارچه، بر حسب میلی‌لیتر، در یک اختلاف فشار معین هوا است (۲۷).

۲-۶-۲ اندازه‌گیری خمش

پارچه‌ها معمولاً کاملاً نرم نبوده و سخت هم نیستند. سختی خمشی پارچه می‌تواند تأثیر محسوسی بر روی بسیاری از خواص مربوط به‌راحتی پارچه، از جمله زیر دست آن داشته باشد؛ ویژگی‌ای که نقش مهمی در استفاده مطلوب تر از پارچه در کاربرد پانسمان نیز دارد. طول خمشی، به‌عنوان شاخص سنجش میزان سختی خمشی، طولی از پارچه است که تحت اثر وزن خود، با زاویه معین، خم می‌شود و لذا بزرگتر بودن طول خمشی، نشان‌دهنده شق و رق‌تر بودن پارچه است؛ خصوصیتی که بیشتر بودن آن، طبیعتاً برای کاربرد پانسمان مطلوب به نظر نمی رسد. برای اندازه‌گیری طول خمش از روش استاندارد BS 3356 استفاده شده است (۲۸). دستگاه اندازه‌گیری طول خمش، از دو صفحه شفاف مقابل یکدیگر تشکیل شده است که خطی با زاویه ۴۱/۵ درجه نسبت به سطح افق بر روی آن‌ها رسم شده است. در روی قسمت افقی دستگاه، یک خط‌کش قرار گرفته است که درجه‌بندی آن، طول خمش را بر حسب سانتی‌متر نشان می‌دهد. نمونه مورد آزمایش

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

به‌صورت مستطیل و به‌ابعاد ۲۰۰ × ۲۵ میلی‌متر بریده می‌شود. نمونه روی سطح سکو، زیر خط‌کش قرار داده شده و خط کش را به‌آرامی به جلو رانده تا در آینه نصب شده بر روی بدنه دستگاه، خم شدن پارچه به میزان زاویه از پیش تنظیم شده ۴۱/۵ درجه، دیده شود. طول جلو رفته بر روی خط کش، به‌عنوان طول خمش در نظر گرفته می‌شود (۲۸).

جدول ۲: مشخصات الیاف و شرایط تولید نمونه‌ها.

مشخصات الیاف		شرایط تولید نمونه پارچه‌ها		
ظرافت (دنیر)	۳	وزن (گرم بر مترمربع)	۱۲۰	–
طول متوسط (میلی‌متر)	۶۴	عمق نفوذ سوزن (میلی‌متر)	۸/۵	۱۰	۱۱/۵
تجعد (فر در سانتی‌متر)	۲/۸	تراکم سوزن‌زنی (بر سانتی‌متر مربع)	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
		سرعت کالندر (متر بر دقیقه)	۴	۶	۸

جدول۳: کدگذاری نمونه‌های بهینه نشده و بهینه شده و مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها در محلول‌های مواد مورد استفاده.

کد نمونه	مواد مورد استفاده برای بهینه‌سازی نمونه‌ها	مدت زمان قرارگیری نمونه در محلول(ثانیه)
A	(نمونه بهینه نشده)	-
A_1	محلول ۱٪ نانو نیترات نقره	۳۰
A_2	محلول ۱٪ کیتوسان و اسید استیک	۳۰
A_3	محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه ورا	۳۰
A_4	محلول ۷٪ عسل	۳۰
A_5	محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه ورا + محلول ۱٪ کیتوسان و اسید استیک	۴۰
A_6	محلول ۱٪ نانو نیترات نقره + محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه ورا	۴۰
A_7	محلول ۱٪ نانو نیترات نقره + محلول ۷٪ عسل	۴۰
A_8	محلول ۱٪ کیتوسان و اسید استیک + محلول ۷٪ عسل	۴۰
A_9	محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه ورا + محلول ۷٪ عسل + محلول ۱٪ کیتوسان و اسید استیک	۵۰
A_{10}	محلول ۱٪ نانو نیترات نقره + محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه ورا + محلول ۷٪ عسل	۵۰
A_{11}	محلول ۱٪ کیتوسان و اسید استیک + محلول ۲۰٪ عصاره آلوئه ورا + محلول ۷٪ عسل + محلول ۱٪ نانو نیترات نقره	۶۰

۳-۶-۲ اندازه‌گیری چروک

مُراد از ویژگی چروک در علم مهندسی نساجی، اصطلاح متداول چروک نیست؛ بلکه چروک به تغییر شکل‌هایی دائمی در پارچه اطلاق می‌شود که اصولاً با روش‌های معمول از جمله اطو زدن صنعتی نیز قابل بازگشت نیستند. لذا به جهت تشخیص این ویژگی، با استفاده از روش استاندارد متداول برای منسوجات (AATCC Method 66)، نمونه پارچه با ابعاد ۱/۵ ×۴ سانتی‌متر، از وسط تا شده و به مدت ۵ دقیقه زیر فشار وزنه ۵۰۰ گرمی قرار می‌گیرد. سپس، نمونه‌ها به‌مدت یک دقیقه رها شده و میزان زاویه بازگشت از چروک آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. بدیهی است که کمتر بودن این زاویه، نشان دهنده تمایل بیشتر پارچه به ماندگاری تغییر شکل‌های دائمی غیر قابل بازگشت در آن است و ویژگی مطلوبی به جهت کاربرد پانسمان تلقی نمی‌شود (۲۹).

۴-۶-۲ میزان جذب آب

در ارزیابی میزان جذب آب توسط منسوج (استاندارد ASTM D 4772-09)، حجم مشخصی از آب (۱۵۰ میلی‌لیتر)، از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری، به وسیله گروهی از نازل‌ها که تراکم

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]
[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

آن‌ها ۳ عدد در سانتی‌متر مربع است، بر روی یک نمونه دایروی از پارچه به قطر ۱۷ سانتی‌متر ریخته می‌شود. بدیهی است که اختلاف وزن نمونه‌های خشک و مرطوب، به‌سادگی، میزان جذب آب توسط پارچه را نشان می‌دهد. پُر واضح است که جذب آب بیشتر، خصوصیت مطلوبی از حیث کاربرد پانسمان می‌باشد (۳۰).

۵-۶-۲ اندازه‌گیری سرعت نفوذ قطره و میزان پخش شوندگی

اندازه‌گیری سرعت نفوذ و میزان پخش شوندگی قطره مایع برای بررسی قابلیت خیس شدن نمونه‌ها، با استفاده از استاندارد Bs 4554 انجام شده است. در این روش، ابتدا نمونه‌های انتخاب شده برای مصرف پانسمان زخم، با ابعاد ۷×۷ سانتی‌متر مربع، بر روی دهانه یک بشر محکم می‌گردند. سپس بشر حاوی نمونه در زیر یک بورت حاوی آب مقطر قرار داده شده، به‌طوری که فاصله نوک بورت از سطح نمونه پارچه یک سانتی‌متر باشد. برای اندازه‌گیری سرعت جذب قطره و میزان پخش شوندگی آن، شیر بورت باز شده، به نحوی که فقط یک قطره از نوک آن بچکد و سپس زمان نفوذ قطره در بافت پارچه، توسط کرنومتر اندازه‌گیری می‌شود. هم‌چنین هنگامی که قطره به‌طور کامل در بافت پارچه نفوذ می‌کند و در سطح آن پخش می‌شود، مساحت تقریبی قسمت مرطوب شده پارچه تعیین می‌گردد (۳۱).

۶-۶-۲ فعالیت ضدمیکروبی

پس از بهینه‌سازی خواص مورد نظر پانسمان زخم، فعالیت ضدمیکروبی و سمیت سلولی برخی از نمونه‌های بهینه شده نیز مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی فعالیت ضدمیکروبی، به‌روش مشاهده کمّی و با بهره‌گیری از باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس (گرم مثبت) و اشرشیای کولی (گرم‌منفی) انجام شد (۳۲). این روش در مقایسه با سایر روش‌ها زمان بیشتری را طلب می‌کند، امّا از دقت بالائی برخوردار است. در این روش (استاندارد AATCC Method 100)، نمونه‌هایی به قطر 5 سانتی‌متر را برای استریل کردن، به مدت 15 دقیقه در دمای 121درجه سانتی‌گراد اتوکلاو قرار داده می شود. سپس رشد باکتری‌های مورد نظر در مجاورت 10 میلی‌لیتر نوترینت برا انجام شده و در ادامه، انکوبه کردن آن در انکوباتور صورت گرفت. در مرحله بعد، یک میلی‌لیتر از نوترینت برا انکوبه شده به یک پلیت محتوی نوترینت آگار استرلیزه شده اضافه و در انکوباتور قرار داده شد. چند لوپ از محیط کشت باکتری را به داخل لوله آزمایش محتوی ۹ میلی‌لیتر سالین نرمال انتقال داده و غلظت لوله آزمایش در جذب ۰/۳-۰/۲ در طول موج ۵۸۰ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر انتقالی اسپکترونیک ۷۰۰ تنظیم شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول را با غلظت (colony forming unit/ml ۱۰۰۰) cfu/ml بر روی نمونه پارچه‌ها انتقال داده و به مدت۲۴ ساعت انکوبه شدند. با انتقال ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به ارلن ها و هم زدن آن‌ها به مدت ۱ دقیقه، ۱ میلی‌لیتر از این محلول به پلیت محتوی ۲۵ میلی‌لیتر نوترینت آگار استریل منتقل شده و نهایتاً با انتقال آن‌ها به داخل انکوباتور به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه، باکتری‌های زنده توسط دستگاه COLONY COUNTER شمارش شده و درصد نرخ کاهش باکتری توسط رابطه زیر محاسبه شد؛ به نحوی که در آن، A، تعداد کلونی باکتری بر روی نمونه عمل نشده و B، تعداد کلونی باکتری بر روی نمونه عمل شده است (۳۴،۳۲،۳۳).

$$\text{Reduction rate (\%)} = (A-B)/A \times 100$$

۷-۶-۲ سمیت سلولی MTT

سمیت سلولی به‌عنوان اولین آزمایش برای ارزیابی زیست‌سازگاری یک بیوماده یا زیست مواد شناخته می‌شود. آزمایش MTT که یک روش رنگ سنجی است، بر اساس احیا شدن و شکسته شدن کریستال‌های زرد رنگ تترازولیوم به‌وسیله آنزیم سوکسینات دهیدروژناز و تشکیل کریستال‌های آبی رنگ نامحلول انجام می‌شود. در این روش برخلاف سایر روش‌ها، مراحل شستشو و هاروست کردن سلول که اغلب باعث از دست رفتن تعدادی از سلول‌ها می‌شوند، حذف شده‌اند و تمام مراحل آزمایش از ابتدای کشت سلولی تا قرائت نتایج با فتومتر، در یک میکروپلیت انجام می‌شوند. لذا تکرار پذیری، دقت و حساسیت آزمایش، بالا است. در این سنجش، پلیت‌ها به

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در انکوباتور قرار داده شد و پس از اتمام این مدت، ۲۰ میکرولیتر محلول MTT با غلظت ۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به هر چاهک اضافه شد و بعد از ۳ ساعت، انکوباسیون محلول درون چاهک‌ها به‌طور کامل دور ریخته شد و ۱۵۰ میکرولیتر DMSO به هر چاهک اضافه شد. محلول DMSO موجب حل شدن کریستال های موجود در کف هر خانه پلیت می شود. بعد از پیپتاژ کردن، جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر توسط الایزا ریدر خوانده شد (۳۵). با استفاده از روابط زیر، درصد سلول‌های زنده و سمیت سلولی، نسبت به گروه کنترل بدون دارو، محاسبه گردید:

۱۰۰ × (میانگین جذب نوری در گروه کنترل / میانگین جذب نوری در گروه آزمون) = درصد سلول‌های زنده

=]میانگین عدد جذب نوری / عدد جذب نوری −1[۱۰۰ × درصد سمیت سلولی

۲-۶-۸ طیف سنجی FTIR

در نهایت، برای شناخت ساختار شیمیایی و گروه‌های عاملی و بررسی عدم تاثیر متقابل مواد مورد استفاده بر یکدیگر، از طیف سنج مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR) در محدوده طیف Cm^{-1} ۶۰۰ - ۴۰۰۰ بر روی نمونه خام و نمونه‌هایی که با نانو نیترات نقره، آلوئه‌ورا، کیتوسان و عسل به تنهایی پد شده بودند، هم‌چنین نمونه‌ای که ترکیب چهار محلول بر روی آن پد شده بود؛ استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق توسط دانشگاه یزد تایید شده است (کد اخلاق IR.SSU.REC.1398.91599)

نتایج

۳-۱ ارزیابی پرزینگی

برای بررسی پرزینگی نمونه‌ها، آزمون پرزدهی در حالت خیس که برای پانسمان بی‌بافت با مصارف پزشکی تعریف شده، بر روی نمونه‌ها انجام شد. با توجه به تصاویر تهیه شده از نمونه‌ها به‌وسیله میکروسکوپ پروژکشن، هیچ گونه پرزدهی در نمونه پارچه‌ها مشاهده نگردید؛ بنابراین مطابق با روش استاندارد به‌کار گرفته شده، نمونه‌ها برای مصارف پانسمان مناسب است.

۳-۲ ارزیابی طول خمش

ارزیابی طول خمش، معیاری از وضعیت زیردست نمونه‌های بهینه شده است. همان‌گونه که شکل ۲ نشان می‌دهد، استفاده از عسل باعث افزایش چشمگیر طول خمش و استفاده از آلوئه‌ورا، ترکیب آلوئه‌ورا/کیتوسان، نقره و هم‌چنین کیتوسان باعث کاهش طول خمش نمونه گردیده است. در نمونه بهینه شده با ترکیب ۴ محلول (A_{11}) در مقایسه با پارچه خام، نه تنها افزایش طول خمش مشاهده نگردید، بلکه اندکی کاهش طول خمش نیز صورت گرفت. در نتیجه، ترکیب این چهار ماده ضدمیکروبی، تاثیر منفی بر خصوصیات خمشی پارچه بی‌بافت سوزن زنی کالندر شده نداشته و پارچه در اثر عملیات بهینه‌سازی، انعطاف‌پذیری خود را از دست نمی‌دهد.

۳-۳ ارزیابی زاویه چروک پذیری نمونه‌های بهینه شده

با توجه به نتایج ارائه شده در شکل ۳، خصوصیات چروک‌پذیری برای نمونه A_{11} پس از بهینه‌سازی با چهار محلول بهبود یافته است. این نتیجه برای کاربرد پانسمان مطلوب می‌باشد. زیرا هر چه میزان زاویه چروک پذیری بیشتر باشد، خصوصیات چروک پذیری آن و بازگشت به حالت اولیه بهتر می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت، ترکیب عسل/ کیتوسان/ آلوئه‌ورا/ نانو نیترات نقره تاثیر مثبتی بر خواص بازگشت از چروک پارچه‌های بی‌بافت سوزن‌زنی کالندر شده دارد.

۳-۴ ارزیابی نفوذپذیری هوای نمونه‌های بهینه شده

نفوذپذیری هوا در نمونه‌های بهینه شده در ۱۰ نقطه از هر نمونه اندازه‌گیری شده است. با توجه به نتایج ارائه شده، همان‌گونه که شکل ۴ نشان می‌دهد، میزان نفوذپذیری هوا پس از بهینه‌سازی با محلول نانو نیترات نقره، آلوئه‌ورا، عسل و کیتوسان افزایش یافته است. به‌طور کلی، نمونه‌ای که با چهار محلول بهینه شده است، تقریباً بیشترین میزان نفوذپذیری هوا را دارا می‌باشد.

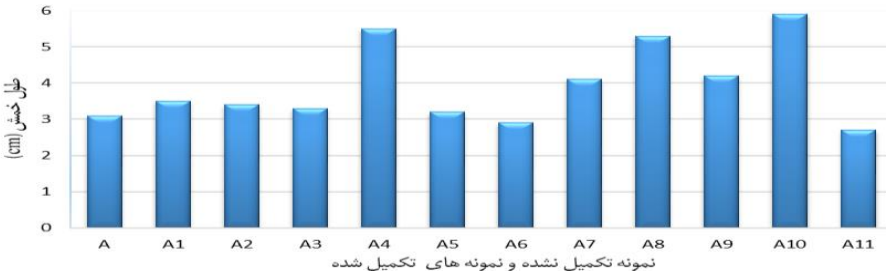
۳-۵ ارزیابی حجم و زمان آب نگهداری شده درون نمونه‌های بهینه شده

با توجه به نتایج ارائه شده در شکل‌های ۵ و ۶، در مورد حجم آب نگهداری شده در درون نمونه و مدت زمان آن، در

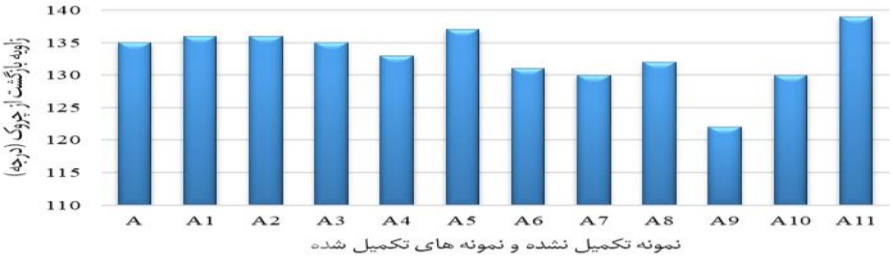
[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

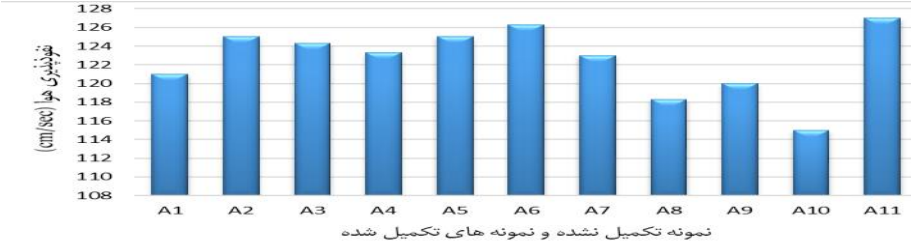
حین انجام این آزمایش، نمونه پوشش دهی بهینه شده با نانو نیترات نقره در مقابل نفوذ آب مقاوم شده و قطره‌های آب، مدت زمان زیادی بر روی پارچه باقی می‌مانند. از آنجایی که بورت به گونه‌ای تنظیم شده بود که هر سه ثانیه یک قطره آب بر روی منسوج قرار بگیرد، در نتیجه حجم آب قرار گرفته روی نمونه تحت آزمایش تا جایی ادامه می‌یافت که قطرات آب تمام سطح نمونه را فراگرفته و از لبه‌های نمونه ریخته شود. در نمونه A_6 به‌دلیل استفاده از محلول ترکیبی از نانو نیترات نقره/ آلوئه-ورا، مقدار کمتری از آب به داخل پارچه نفوذ کرد و مقداری نیز بر روی پارچه باقی ماند. هم‌چنین در نمونه‌هایی که به تنهایی با آلوئه‌ورا بهینه شده بود، پخش شدگی بهتری به هنگام قرار گرفتن قطره آب بر روی منسوج مشاهده شد. این در حالی است که نمونه بهینه شده با ترکیب چهار محلول نیز در ردیف چند نمونه برتر، از حیث حجم و زمان آب نگهداری شده درون نمونه‌های بهینه شده، قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبی از چهار محلول نانو نیترات نقره ۱٪، آلوئه‌ورا ۲۰٪، عسل ۷٪ و کیتوسان ۱٪ تاثیر مثبتی بر خواص فیزیکی و راحتی پارچه‌های بی‌بافت سوزن زنی کالندر شده دارد. بنابراین، برخی از نمونه‌های منتخب شامل نمونه A_{11} نیز که با استفاده از ترکیب این چهار نوع ماده، عملیات ضدمیکروبی بر روی آن انجام گرفته بود، جهت بررسی آزمون‌های ضدمیکروبی، سمیت و در نهایت، طیف سنجی انتخاب گردید.



شکل۲: نمودار طول خمش نمونه‌های بهینه شده.



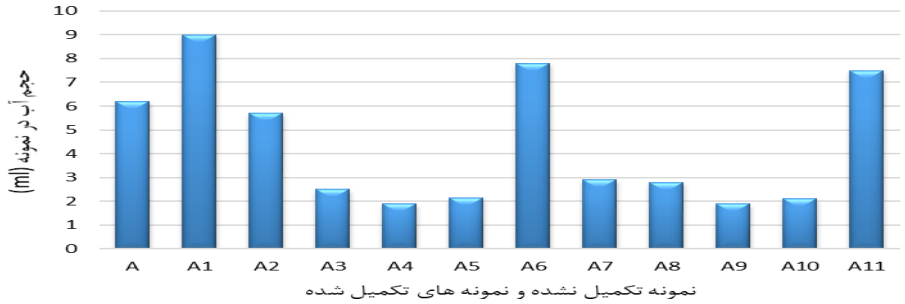
شکل ۳: نمودار زاویه بازگشت از چروک نمونه‌های بهینه شده.



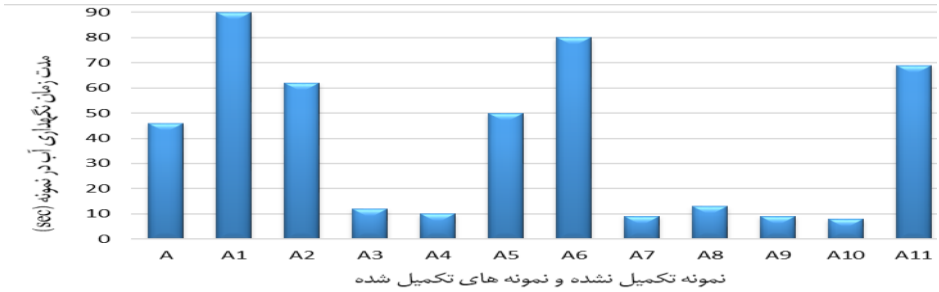
شکل ۴. نمودار میزان نفوذ پذیری هوای نمونه‌های بهینه شده.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]



شکل ۵: نمودار میزان حجم آب نگهداری شده توسط نمونه‌های بهینه شده.



شکل ۶: نمودار مدت زمان نگهداری آب درون نمونه بهینه شده تا چکه کردن از زیر نمونه.

۳-۶ آزمون ضدمیکروبی

آزمایش ضدمیکروبی با استفاده از باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس (گرم‌مثبت) و اشرشیای کولی (گرم‌منفی) مطابق روش استاندارد استفاده شده، بر روی دو نمونه A_{11} صورت گرفت. تعداد کلنی باکتری باقیمانده و درصد کاهش رشد این دو باکتری در جدول ۴ ارائه شده است.

با توجه به نتایج جدول ۳، کاهش دو گونه رایج باکتری گرم‌مثبت استافیلوکوکوس اورئوس که منشاء عفونت‌های چشمی، پوستی، استخوان و مفاصل می باشند، برای نمونه A_{11} ، ۱۰۰ ٪ و باکتری گرم منفی اشرشیای‌کولی که منشاء عفونت‌های ادراری، بیمارستانی و خون هستند، معادل ۹۴/۲٪ گزارش شده است.

جدول ۴: تعداد کلنی باکتری باقیمانده بر روی نمونه و درصد کاهش رشد باکتری.

تعداد کلنی باکتری باقیمانده بر روی نمونه		درصد کاهش رشد باکتری	
کد نمونه	E.coli	S. aureus	E.coli	S.aureus
A_{11}	۵/۸	صفر	۹۴/۲	۱۰۰

۳-۷ ارزیابی آزمایش اثر سمیت سلولی

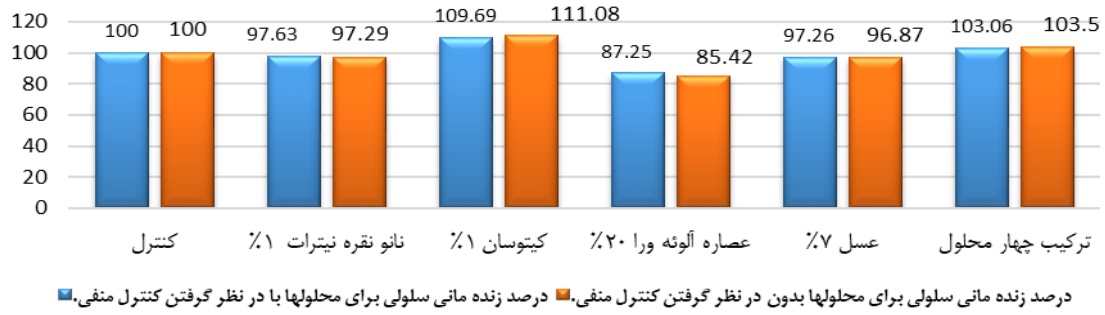
پاسخ مثبت در سمیت سلولی نشان دهنده عدم زیست سازگاری بیوماده می‌باشد؛ در حالیکه پاسخ منفی یا عدم سمیت، لزوماً نشان دهنده زیست سازگار بودن ماده نیست. سلول‌ها از نظر تکثیر سلولی در مقایسه با گروه‌های کنترل مثبت و منفی ارزیابی می‌گردند که بیانگر وجود یا عدم وجود اثرات سمیت سلولی در مواد مورد استفاده مذکور می‌باشد. رنگ زرد MTT در میتوکندری سلول‌های سالم، تغییر رنگ یافته و تبدیل به یک رسوب بنفش می‌شود. در نهایت می‌توان این رسوب بنفش را در یک حلال نظیر ایزوپروپانل حل کرده و میزان جذب نوری را در طول موج ۵۷۰ نانومتر محاسبه و نسبت به‌نمونه شاهد مقایسه نمود. نتایج آزمایش اثر سمیت، به صورت درصد زنده مانی سلولی در طول موج ۵۷۰ نانو متر برای نمونه کنترل، چهار محلول نانو نیترات نقره ۱٪، آلوئه‌ورا۲۰٪،

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]
[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

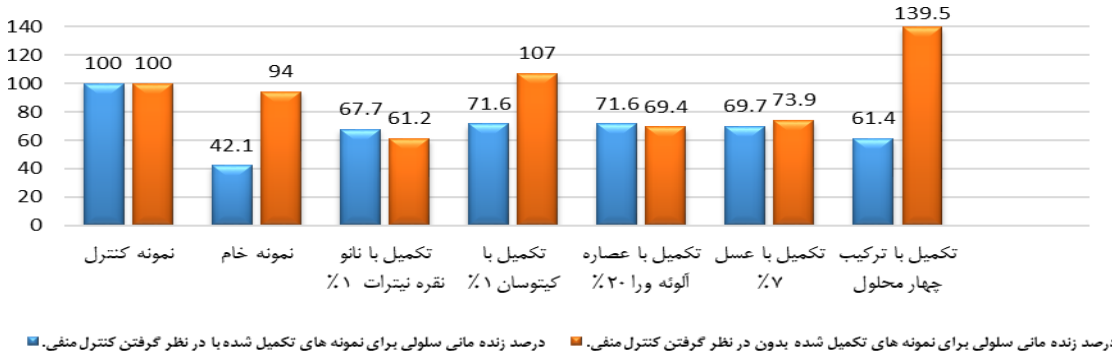
عسل ۷٪ و کیتوسان ۱٪ به‌طور جداگانه، و ترکیب همزمان چهار محلول انجام شده و نتایج حاصله در شکل‌های۷ و ۸ ارائه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که درصد زنده ماندن سلول‌ها برای محلول‌های کیتوسان و ترکیبی چهار نوع ماده، از نمونه کنترل نیز بیشتر می‌باشد؛ به طوری که این نتایج در ارزیابی بدون درنظر گرفتن کنترل منفی نیز تأیید شده است. هم‌چنین ارزیابی زنده ماندن سلول‌ها در مورد نمونه‌های بهینه شده کاملاً مناسب گزارش شده و بر اساس استانداردهای مربوطه، هیچ‌گونه سمیت و حساسیتی ایجاد نکرده و قابلیت استفاده بر روی زخم را دارا است.

۸-۳ طیف سنجی (FTIR)

نتایج آزمون FTIR بر روی نمونه شاهد، نمونه‌هایی که با نانو نقره، آلوئه‌ورا، کیتوسان و عسل به تنهایی پد شده‌اند و نمونه‌ای که بهینه‌سازی آن به کمک ترکیبی از چهار محلول انجام شده است، در شکل ۹ ارائه گردیده است. همان‌طورکه در شکل ۹مشاهده می‌شود، برای تمام نمونه‌ها، پیک‌های مشخصی ارائه شده است. ضمناً پیک تمامی منحنی‌ها به جز منحنی ۳ و ۶ تقریباً مشابه است. با توجه به شکل تغییرات این دو منحنی، جذب در نواحی $3200 Cm^{-1}$ تا ۳۶۰۰، به ارتعاش کششی گروه O-H موجود در قندها ، اسیدهای آلی و آب نسبت داده می شود، در $3000 Cm^{-1}$ تا ۲۷۰۰ مربوط به ارتعاش کشش C-H است که ساختار شیمیایی قندها را تشکیل می دهد. در نواحی $2400 Cm^{-1}$ تا ۱۸۰۰ پیوند کششیC=C ، در $1400 Cm^{-1}$تا ۹۰۰ ارتعاشات کششی CO، CCو CH و ارتعاشات خمشی CH موجود در ساختار شیمیایی کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آلی و در$1000 Cm^{-1}$ تا ۸۰۰، پیوند C-CL در عسل مربوط می‌شود (۳۶). هم‌چنین تغییر شاخص در منحنی نمونه شماره ۶ (شامل نانو نیترات نقره، آلوئه‌ورا، عسل و کیتوسان)، در ناحیه $3200 Cm^{-1}$ تا ۳۶۰۰ مرتبط با ارتعاش کششی O-H رخ داده است. بنابراین، در طی فرآیند بهینه کردن، پیوند جدید هیدروکسیل، ایجاد شده است.

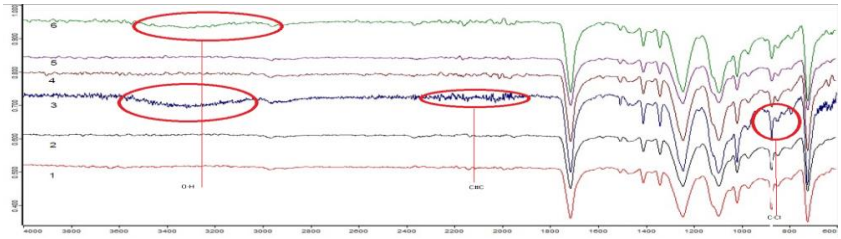


شکل ۷: نمودار درصد زنده‌مانی سلولی برای محلول‌ها با در نظر گرفتن کنترل منفی و بدون در نظر گرفتن کنترل منفی.



شکل ۸: نمودار درصد زنده مانی سلولی برای نمونه‌های بهینه شده با در نظر گرفتن کنترل منفی و بدون در نظر گرفتن کنترل منفی.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]
[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]



شکل۹: طیف FTIR نمونه‌های بهینه شده.

[۱- نانو نیترات نقره، ۲- آلوئه‌ورا، ۳- عسل، ۴- کیتوسان، ۵- نمونه شاهد و ۶- نمونه ترکیبی (شامل نانو نیترات نقره، آلوئه‌ورا، عسل وکیتوسان)]

بحث

به‌دلیل احتمال رشد میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها در بستر زخم، امکان عفونی شدن زخم وجود دارد (۳۷). پانسمان‌های مدرن علاوه بر نقش پوششی و محافظتی، با بستر زخم تعاملات شیمیایی و فیزیکی دارند. آن‌ها حامل آنتی بیوتیک‌ها، داروها و نانوذرات بوده و در حفظ رطوبت و یا رطوبت دهی به زخم نقش مهمی دارند که تمامی این عوامل می‌تواند فرآیند بهبود زخم را تسهیل نماید (۱۹). خواجه مهریزی و همکاران در مطالعه‌ای بهبود جذب آب، خاصیت ضدمیکروبی و ضد بو را در پارچه بی‌بافت پلی استر، با استفاده از مواد بیولوژیکی شامل کیتوسان، آلژینات و نانوذرات نیترات نقره و اکسید آلومینیوم به‌منظور استفاده در منسوجات پزشکی بررسی کردند. نتایج نشان داد که فعالیت ضدمیکروبی ناشی از نانو نیترات نقره و کیتوسان مطلوب بوده است. علاوه بر این، استفاده از کیتوسان و آلژینات به‌همراه نانوذرات نیترات نقره و اکسید آلومینیوم بر روی پارچه بی‌بافت پلی‌استر می‌تواند در دستیابی به خواص مورد نظر منسوجات پزشکی مؤثر باشد (۲۱). درمطالعات بلینگر، پارچه پنبه‌ای که آغشته به محلول کلوئید نانو نقره بود، به‌عنوان پانسمان برای بهبود زخم مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که استفاده از پانسمان نانو نقره می‌تواند در کنترل عفونت زخم‌های سطحی مؤثر واقع گردد (۱۸).پارتیبان و همکارانش در تحقیقی، خواص ضد باکتری و جاذب بو منسوج بی‌بافت از جنس مخلوط الیاف پلی‌استر/ ویسکوز با نسبت ۸۰/۲۰ را بررسی کردند. آن‌ها منسوج مورد آزمایش را با غلظت‌های مختلف آلوئه‌ورا و نانو نقره به روش سه مرحله‌ای آغشته سازی (پد)، خشک کردن و پخت، پوشش داده و نمونه‌های بهینه شده را تحت ارزیابی ضد باکتری در مقابل باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و ای‌کولی قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد که از بین غلظت‌های استفاده شده، نمونه‌های بهینه شده با آلوئه‌ورا ۲۰ ٪ و نانو نقره ۱ ٪ میزان کاهش بیشتری در تعداد کُلُنی باکتری داشتند و به‌عنوان نمونه‌های بهینه انتخاب شدند (۲۳). تنموزی و همکارانش، مطالعاتی را با هدف استفاده از عسل و کیتوسان در درمان زخم‌ها، انجام دادند. آن‌ها از محلول‌هایی با درصدهای مختلف کیتوسان و عسل استفاده کردند. نتایج آزمایشات نشان داد که استفاده از کیتوسان ۱٪ و عسل ۷٪، بیشترین تأثیر را در بهبود زخم داشته است (۲۴). در مطالعه-ای، لیو و همکاران، پارچه ویسکوز بی‌بافت را با استفاده از غلظت‌های مختلف کیتوسان و پلی وینیل الکل بهینه کردند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کیتوسان خواص ضد باکتریایی افزایش یافت. در ادامه آن‌ها، نمونه بهینه را در محلول نانوذرات نقره غوطه ور و روی خرگوشهای فرانسوی ، با سن ۱ تا ۲ سال مورد آزمایش قرار دادند. با استفاده از پانسمان زخم حاصل از پارچه بی‌بافت با کیتوسان و پلی وینیل الکل و نانوذرات نقره پس از ۲۱ روز بهبودی کامل زخم‌ها مشاهده شد (۳۸). در این پژوهش، بهینه‌سازی پارچه بی‌بافت سوزن‌زنی شده با هدف گسترش کاربرد آن در پانسمان و ایجاد خاصیت بهبود و ترمیم زخم انجام شد. در این راستا، ترکیبات مختلفی از چهار نوع ماده ضد میکروب نانو نیترات نقره، آلوئه‌ورا، عسل و کیتوسان به کار گرفته شد و در نهایت آزمون-های متناسب با کاربرد مورد نظر بر روی نمونه‌های بهینه شده صورت گرفت. جدول ۵، خلاصه‌ای از نتایج آزمون‌های انجام گرفته بر روی نمونه‌های بهینه شده را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

جدول۵: خلاصه نتایج آزمون‌های انجام گرفته برای نمونه‌های بهینه شده.

نمونه بهینه شده	انجام شده	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
پرزینگی		❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
طول خمش		–	–	-	-	❋	❋	-	-	-	-	❋
زاویه بازگشت از چروک		❋	❋	-	-	❋	-	-	-	-	-	❋
نفوذپذیری هوا		❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	-	-	-	❋
حجم آب نگهداری شده		❋	-	-	-	-	❋	-	-	-	-	❋
زمان آب نگهداری شده		❋	❋	-	-	-	❋	-	-	-	-	❋

❋ عملکرد مطلوب نمونه.- : عملکرد نامطلوب نمونه.

نتیجه‌گیری

با توجه به‌خواص مورد انتظار از یک پانسمان مطلوب، نتایج حاصل از آزمایشات تعیین طول خمش، زاویه بازگشت از چروک، نفوذپذیری هوا و حجم و زمان آب نگهداری شده درون نمونه‌های بهینه شده، نشان داد که نمونه پارچه بی‌بافت A_{11} که با استفاده از ترکیب چهار محلول نانو نیترات نقره ۱٪، آلوئه‌ورا۲۰٪، عسل ۷٪ و کیتوسان ۱٪ بهینه شده است، در مقایسه با نمونه خام، خواص مطلوب‌تری را از خود نشان می‌دهد. بیشتر اینکه، آزمایشات مرتبط، هیچ گونه سمیت و حساسیت سلولی را برای محلول‌ها و نمونه‌های بهینه شده نشان نداد و مشخص گردید که نمونه بهینه شده با ترکیب چهار محلول، قابلیت استفاده بر روی زخم را دارا است. هم‌چنین نمونه A_{11}، باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس را ۱۰۰٪ و باکتری گرم منفی اشرشیا کولای را بیش از ۹۴٪ کاهش داده است. بنابراین نمونه پارچه بی‌بافت بهینه شده A_{11} را می‌توان به‌عنوان پانسمان مناسب برای استفاده بر روی زخم پیشنهاد نمود. در ادامه، توصیه می‌شود که بهبود و التیام زخم، با استفاده از پانسمان معرفی شده در این تحقیق، در مورد زخم ایجاد شده بر روی موش آزمایشگاهی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

سپاس‌گزاری

مقاله حاضر حاصل پایان‌نامه خانم نرگس نبی‌زاده با عنوان "بهبود کارآرایی منسوجات بی‌بافت سوزن زنی شده بهداشتی" در دانشگاه یزد می‌باشد که حمایت مالی از آن انجام نشده است.

حامی مالی: ندارد.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

References:

1- Wingate IB, Mohler JF. ***Textile Fabrics and their Selection***. 8th ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall; 1949: 40-5.

2-Patel M, Bhrmbhatt D. ***Nonwoven Technology for Unconventional Fabrics***. M.S University: Vadodara; 2015: 5-7.

3-WilsonA. ***Niche Nonwovens Outperform the Rest***. Intr Fiber J 2014; 28(3): 14-7.

4-Horrocks AR, Anand SC**.** ***Handbook of Technical Textiles***. 1th ed. Elsevier; 2000: 327-30.

5-Çinçik E, Günaydin E. ***The Influence of Calendaring Parameters on Performance Properties of Needle-Punched Nonwoven Cleaning Materials Including R-PET Fiber***. J Textile Institute 2017; 108(2): 216-25.

6-Abdel-Rahman RM, Abdel-Mohsen AM, Hrdina R, Burgert L, Fohlerová Z, Pavliňák D, et al. ***Wound Dressing based on Chitosan/Hyaluronan/Nonwoven***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

Fabrics: Preparation, Characterization and Medical Applications. InterJ Biological Macromol 2016; 89: 725-36.

7-Erdem R, Rajendran S. ***Influence of Silver Loaded Antibacterial Agent on Knitted and Nonwoven Fabrics and Some Fabric Properties***. J Engineered Fibers and Fabrics 2016; 11(1): 38-46.

8-Bellinger CG, Conway H. ***Effects of Silver Nitrate and Sulfamylon on Epithelial Regeneration.*** Plast Reconstr Surg 1970; 45(6): 582-5.

9-Lee HJ, Jeong SH. ***Bacteriostasis of Nanosized Colloidal Silver on Polyester Nonwovens***. Textile Res J 2004; 74(5): 442-7.

10- Research Institute for Advanced Materials and Technologies in Textile, Amir Kabir Uni Technology**.** ***Development Technical Knowledge on Anti Bacterialization of Nylon Textiles*** 2009; 7-28. [Persian]

11-Mohammad Eini A, Shayegh J, Moharrami Fard M**.** ***Comparison of Antibacterial Effect of Malva Silvestre's L.(Aerial And RootOrgans) By MIC.***J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2014; 21(6): 816-22. [Persian]

12-Silva SS, Popa EG, Gomes ME, Cerqueira M, Marques AP, Caridade SG, et al. ***An Investigation of the Potential Application of Chitosan/Aloe-Based Membranes for Regenerative Medicine***. Acta Biomater 2013; 9(6): 6790-7.

13-Mehrabani M, Hosseini MA, Nourozi K, Karimloo M. ***Comparison of Honey Dressing with Hydrocolloid Dressing Effects on Pressure Ulcer Healing of ICU Hospitalized Patients***. JHPM 2012; 1(3): 37-45. [Persian]

14-Saha A, Chattopadhyay S, Azam MD, Sur PK. ***The Role of Honey in Healing of Bedsores in Cancer Patients***. South Asian J Cancer 2012; 1(2): 66-71.

15-Bagheri T, Fatemi MJ, Hosseini SA, Saberi M, Niazi M, Momeni M, et al. ***Comparing the Effects of Topical Application of Honey and Nitrofurazone Ointment on the Treatment of Second-Degree Burns with Limited Area: A Randomized Clinical Trial***. Med Surgical Nurs J 2017; 5(4): 11-20.

16-Avijgan M. ***Aloe Vera Gel as an Effective and Cheap Option for Treatment in Chronic Bed Sores***. J Guilan University Med Sci 2004; 13(50): 45-51.

17-Jarrahi M, Khorasani MZ, Ajorloo M, Taheriayn AA. ***Local Effect of Aloe Barbadensis Miller Gel on Skin Incisional Wound Healing in Rat.*** J Gorgan Uni Med Sci2009; 11(1): 13-17.

18-Shahanipour K, Sadeghi M. ***The Therapeutic Effects of Aloe Veraand Honey on Burn Wounds in Rats***. J NKUMS 2016; 8(1): 71-81. [Persian]

19-Yaghoobi M, Nasrollahzadeh M, Asjadi F**.** ***Modern Wound Dressings and their Application***. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2019; 27(6): 1638-55. [Persian]

20-Dabiri G, Damstetter E, Phillips T. ***Choosing a Wound Dressing Based on Common Wound Characteristics***. Adv Wound Care 2016; 5(1): 32-41.

21-Khajeh Mehrizi M, Mashroteh H, Nabizadeh Moghadam Noghabi N. ***Effect of Chitosan, Aluminum Oxide and Silver Nanoparticles on Antibacterial, Deodorizing and Moisture Absorption Properties of Nonwoven Polyester Fabrics for Use in Medical Textiles.*** Med Laborator J 2016; 10(4): 46-52.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

22- Kopitar D, Skenderi Z, Rukavina T. ***Impact of Calendering Process on Nonwoven Geotextiles Hydraulic Properties.*** Textile Res J 2014; 84(1): 66-77.

23- UNI EN ISO 26330:1996. ***Domestic Washing and Drying Procedures for Textile Testing.***

24- Parthiban, M, Srikrishna MR, Viju S. ***Study's on Odor Retention and Antibacterial Efficacy of Nonwoven Fabrics for Technical Textile Applications***. Int J Pharm Life Sci 2011; 2(10): 1137.41.

25- Thenmozhi R, Rathinamoorthy R, Thilagavathi G. ***Optimisation of Chitosan-Honey Composite Film for Wound Dressing Application.*** Indian J Chem Techno 2016; 23(4): 279-88.

26- Abou-Okeil A, Sheta AM, Amr A, Ali MA. ***Wound Dressing Based on Nonwoven Viscose Fabrics***. Carbohydr Polym 2012; 90(1): 658-66.

27- British Standard Institution. BS 3356: ***Method for Determination of Bending Length and Flexural Rigidity of Fabrics***. 1990.

28- AATCC Test Method 66-2003. ***Wrinkle Recovery of Woven Fabrics: Recovery Angle, Technical Manual of American Association of Textile Chemists and Colorists***. Res Triangle Park, American Association of Textile Chemists and Colorists 2003; 95-8.

29- Cary RT. ***The Development of ASTM D 4772: The Water Flow Test Method***. J Testing and Evaluation 2007; 35(5): 533-8.

30- British Standard Institution. BS. 4554: ***Method of Test for Wettability of Textile Fabrics***. British Standard. 1970.

31- Khajeh Mehrizi M, Mortazavi SM, Abedi D. ***The Antimicrobial Characteristic Study of Acrylic Fiber Treated with Metal Salts and Direct Dyes***. Fibers and Polymers 2009; 10(5): 601-5.

32- AATCC Method 100-2004. ***Anti-microbial finishes on textile Materials: Assessment of, Technical Manual of American Association of Textile Chemists and Colorists, Research Triangle Park,*** American Association of Textile Chemists Colorists 2010: 142-4.

33- Pinho E, Magalhães L, Henriques M, Oliveira R. ***Antimicrobial Activity Assessment of Textiles: Standard Methods Comparison.*** Annal Microbiol 2011; 61(3): 493-8

34- SO 10993:5 Standard. ***Biological Evaluation of Medical Devices-Part 5: Tests for in Vitro Cytotoxicity***. International Organization for Standardization, Geneva; 2009.

35- Anguebes F, Pat L, Ali B, Guerrero A, Córdova AV, Abatal M, Garduza JP. ***Application of Multivariable Analysis and FTIR-ATR Spectroscopy to the Prediction of Properties in Campeche Honey***. J Analytical Method Chemist 2016; 2016.

36- Unnithan AR, Gnanasekaran G, Sathishkumar Y, Lee YS, Kim CS. ***Electrospun Antibacterial Polyurethane–Cellulose Acetate–Zein Composite Mats for Wound Dressing***. Carbohydrate Polymers 2014; 102: 884-92.

37- Liu BS, Huang TB. ***A Novel Wound Dressing Composed of Nonwoven Fabric Coated with Chitosan and Herbal Extract Membrane for Wound Healing***. Polymer Composites 2010; 31(6): 1037-46

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 28| NO 4 | July 2020

Received: 27 Jul 2019
Accepted: 1 Jun 2020

Optimizing of Nonwoven Fabric Properties Using Nano-bio Materials for the Wound Dressing Application

Hasan Mashroteh[*1], Mohammad Khajeh Mehrizi[2], Narges Nabizadeh[3], Nadia Tehrani Dehkordi[4]

Original Article

Introduction: In addition to its protective role, dressings not only prevent infection, but also accelerate wound healing process. In this study, the influence of optimizing the properties of the calendered needle-punched nonwoven fabrics using the finishing materials of Honey, Aloe Vera, Chitosan and Nano Argentum Nitrate for the end-usage as dressing has been investigated.

Methods: The prepared samples of the needle-punched nonwoven fabrics were firstly calendered and then, tested for the fundamental expected physical characteristics in the dressing purpose, i.e. crease recovery magnitude, air permeability, etc. in order to distinct initial optimized sample. In the following, the antimicrobial finishing process was carried out on the primary sample by the four studied finishing materials. The finished samples were finally analyzed simultaneously from the antimicrobial aspect and also, for the same physical properties of the dressing, as tested before, to distinguish the ultimate optimized sample. The bacteria of Staphylococcus aureus and Escherichia coli (E.coli) were also employed for antimicrobial tests.

Results: The results demonstrated that combination of four finishing materials of Nano Silver 1%, Aloe-Vera 20%, Honey 7% and Chitosan 1% improved desired properties for wound dressing application in comparison to the other samples from one side and, showed no cellular toxicity and allergy from the other side. The FTIR's results also implied stretching bonding of hydroxyl group in 3200-3400 wavenumber.

Conclusion: The needle-punched nonwoven fabric finished by the recommended antimicrobial materials can be considered as wound dressing, regarding to sufficient physical properties and hygienic condition.

Keywords: Wound Dressing, Nonwoven Fabric, Chitosan, Honey, Optimizing.

Citation: Mashroteh H, Khajeh Mehrizi M, Nabizadeh N, Tehrani Dehkordi N. **Optimizing of Nonwoven Fabric Properties Using Nano-bio Materials for the Wound Dressing Application.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2020; 28(4): 2547-63.

[1]Department of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.
[2]Department of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.
[3]Department of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.
[4]Department of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.
***Corresponding author: Tel:** 09131515766**, email:** mashroteh@yazd.ac.ir

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-05-07]

[DOI: 10.18502/ssu.v28i4.3766]