منسوجات فنی

بررسی خواص کیفی بی‌بافت‌های مختلف برای استفاده در روپوش‌های (Gown) جراحی

شکوفه قاسمی، مینا طاهری، سیامک سحرخیز و مسعود لطیفی

چکیده

گان (Gown)، واژه متداول برای روپوش‌هایی است که جراحان و گروه جراحی در طول عمل می‌پوشند. معمولاً منسوجات بی‌بافت به دلیل سهولت در تولید و پردازهی بسیار کم برای تهیه گان‌های یکبار مصرف مورد استفاده قرار می‌گیرند. خواص کیفی نظیر نفوذپذیری آنها در برابر مایعات و خواص راحتی مانند عبور هوا و بخار رطوبت جهت تهویه بدن، در گان‌های تولیدی و کارایی و راحتی مصرف‌کننده اهمیت زیادی دارد. علت این امر خطراتی است که بی‌کیفیت بودن این پارچه‌ها برای مصرف‌کننده خواهد داشت. در این تحقیق به بررسی کیفی و راحتی بی‌بافت‌های مختلف جهت استفاده در گان‌های جراحی پرداخته شده است. برای انجام این بررسی، نمونه‌هایی از گان‌های وارداتی و بی‌بافت‌های داخلی مورد استفاده در تولید گان‌ها تهیه شد و آزمایش‌های تعیین وزن واحد سطح، تعیین ضخامت، طول خمش، مقاومت در برابر عبور آب، مقاومت در برابر عبور هوا، تر شدن و جذب آب بر روی نمونه‌ها انجام شد. جهت بررسی خواص راحتی، آزمایش‌های میزان عبور حرارت، میزان عبور هوا، نرخ عبور بخارآب و پشت‌پوشی بر روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج به دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SPSS تحلیل گردید و در نهایت نمونه‌های اسپان‌لیس و اس‌ام‌اس که در بیش‌تر خواص اندازه‌گیری شده برتری داشتند به عنوان نمونه‌هایی مناسب‌تر، معرفی شدند.

مقدمه

منشأ استفاده از پوشاک محافظتی توسط جراحان، حفاظت مصرف‌کننده از خون و ترشحات بیمار بوده است نه محافظت محیط جراحی از آلوده شدن [۱]. در سال ۱۸۸۳ گوستاو نوبر ، اولین کسی بود که در حین انجام عمل جراحی از گان استفاده کرد [۲]. در اواخر قرن نوزدهم، تحول بزرگی در زمینه طراحی محیط جراحی و ملزومات آن روی داد که منجر به ایجاد تغییراتی در پوشاک جراحی شد و روپوش تمیز از جنس کتان به عنوان اولین پوشش محافظتی جراحان استفاده شد [۴]. در سال ۱۹۵۰ اولین بار بی‌بافت‌ها برای تهیه گان‌های جراحی مورد استفاده قرار گرفتند [۳]. به طور کلی تعاریف متعددی برای منسوجات بی‌بافت ارائه شده است که عموماً به صورت ساختار یک تار عنکبوتی که از درگیری الیاف یا فیلامنت‌ها توسط روش‌های مکانیکی، شیمیایی یا حرارتی تولید شده‌اند، معرفی می‌شوند [۵، ۶، ۷]. پارچه‌های بی‌بافت بر اساس انواع مواد خام مورد استفاده و روش تهیه آنها اعم از خشک‌ریزی، تراریزی و ذوب‌ریزی و روش‌های تشکیل لایه اعم از کارد، جریان هوا، جریان آب و... روش‌های اتصال لایه و تکمیل‌های مورد استفاده، دارای خواص و محصولات متنوعی هستند [۸]. در سال ۱۹۹۸، کمیته استاندارد اروپایی استاندارد EN ۱۳۷۹۵ را، که اولین برای لباس‌های ارائه شد، تدوین نمود. میزان آلوده شدن بیمار توسط کارکنان اتاق جراحی بوسیله روپوش جراحی حداقل می‌شود [۹]. عامل‌های حیاتی این نوع پوشاک شامل: مقاومت در برابر نفوذ ذرات میکروبی، عاری بودن از هرگونه میکروارگانیسم‌ها روی کالا، عاری بودن از هرگونه پرز و سایر ذرات ریز کالا در حین استفاده، مقاومت در برابر نفوذ مایعات، استحکام کششی و راحتی فیزیولوژی، راحتی در حین حرکت و ... می‌باشند [۱۰]. به منظور فراهم آوردن راحتی جراح در حین جراحی، منسوجات جراحی بسیار سبک و دارای منافذی جهت عبور هوا، با مقاومت حرارتی بسیار کم و عبوردهنده بخار آب طراحی می‌شوند تا کم‌ترین فشار فیزیولوژی را روی جراح ایجاد کنند [۱۱].

روش تحقیق

بعد از انجام مطالعات اولیه جهت انتخاب بی‌بافت‌ها برای استفاده در تولید روپوش‌های جراحی، نمونه‌هایی از جنس اسپان‌باند، اس‌ام‌اس، اسپان‌لیس و لمینیت با وزن واحدهای متفاوت تهیه گردید (جدول ۱) و سپس به بررسی خواص کیفی و راحتی مهم آنها پرداخته شد. به این منظور آزمایش‌هایی شامل: تعیین وزن واحد سطح، ضخامت، ضد آب بودن، تر شدن، نیروی برش (در جهت و خلاف جهت تولید ماشین)، طول خمش (در جهت و خلاف جهت تولید ماشین)، میزان عبور آب، میزان عبور حرارت، میزان عبور هوا، نرخ عبور بخار آب و پشت‌پوشی بر اساس استانداردهای مربوطه بر روی نمونه‌ها انجام پذیرفت. در مجموع آزمایشات انجام شده در دو گروه کیفی و راحتی قرار دارند. آزمایشات میزان عبور حرارت، میزان عبور هوا، نرخ عبور بخارآب و پشت‌پوشی راحتی می‌باشند و سایر آزمایش‌ها در گروه کیفی قرار می‌گیرند.

وزن واحد سطح طبق استاندارد ISO ۹۰۷۳ و با استفاده از دستگاه ترازوی دورقم اعشار دیجیتالی محاسبه شده است. جهت اندازه‌گیری ضخامت مطابق با استاندارد ISO ۹۰۷۳-۲ از دستگاه ضخامت‌سنج دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر تحت فشار ۲۰ gf/cm^2 استفاده شده است.

اندازه‌گیری قابلیت عبور حرارت و مقاومت در برابر عبور حرارت منسوج، طبق استاندارد BS ۴۷۴۵ یا ISO ۵۰۸۵-۱ توسط دستگاه اندازه گیری قابلیت عبور حرارت انجام شده است. نتایج حاصل در جدول ۲ ارائه شده است.

به منظور اندازه‌گیری قابلیت عبور بخار آب، طبق استاندارد D ۶۷۰۱ نمونه‌ها روی بشرهای CC ۳۰۰-۲۵۰ حاوی CC ۲۰۰ آب مقطر، قرار داده شد. بعد از گذشت هر ۲۴ ساعت، وزن نمونه‌ها با دقت دو رقم اعشار توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. اختلاف وزن نمونه‌ها با مقدار اولیه محاسبه و به عنوان نرخ عبور بخار آب نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

آزمایش اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوا در منسوجات بی‌بافت مطابق استاندارد BS ۵۶۳۶ در شرایط محیط، توسط دستگاه اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ هوا انجام شده است. فشار دستگاه طبق استاندارد، pa ۵۰ تنظیم شده است. نظر به اینکه هوا از میان لمینت‌ها عبور نمی‌کند و یا بسیار ناچیز است، دستگاه موجود توانایی اندازه‌گیری نمونه‌های لمینت را نداشت.

خلل و فرج‌های منسوجات بخشی از نور تابیده شده را از خود عبور می‌دهند. متناسب با میزان نور عبوری از منسوج، جسم قرار گرفته در پشت آن، توسط ناظر دیده می‌شود در این مطالعه، از اسکنر به عنوان منبع نور یکنواخت

استفاده شده است. سپس با کمک نرم‌افزار MATLAB تصویرهای به دست آمده تجزیه و تحلیل گردید. به این ترتیب متوسط شدت نور بازتابی و درصد روشنایی هر نمونه محاسبه شده است. پس از محاسبه متوسط شدت نور بازتابی، برای بدست آوردن شاخص بدن‌نمایی، هر یک از نمونه‌ها به صورت بصری ارزیابی گردید. در این ارزیابی منسوجات با قابلیت پوششی کم‌تر مشخص می‌شود. با داشتن متوسط شدت نور بازتابی آن منسوج، شاخص بدن نمایی تعیین می‌شود. جهت تعیین سختی خمشی، طول خمش به عنوان معیاری از این خاصیت، که میانگین سختی خمشی در جهت ماشین و خلاف جهت ماشین است، به وسیله‌ی دستگاه اندازه‌گیری طول خمش برحسب سانتی‌متر (cm) مطابق با استاندارد ASTM D ۱۳۸۸ محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری عبور آب طبق استاندارد BS ۲۸۲۳ از دستگاه سنجش عبور آب شرلی استفاده شده است. اساس کار این دستگاه بر مبنای اندازه‌گیری فشار آب مورد نیاز برای عبور آب از سطح پارچه مورد آزمایش است. این مقدار برحسب میلیمتر آب (mmH_2O) بیان می‌شود.

جهت اندازه‌گیری میزان تر شدن نمونه‌ها از استاندارد 4554BS استفاده شده است. مطابق این استاندارد، قابلیت تر شدن به صورت مدت زمان لازم جهت جذب یک قطره آب یا آب حاوی ۵۰٪ شکر برحسب ثانیه تعریف می‌شود. براساس این استاندارد، اگر این زمان بیش از ۲۰۰ ثانیه باشد، پارچه مورد آزمایش به عنوان پارچه مقاوم در برابر جذب آب شناخته می‌شود. مطابق با استاندارد ، خاصیت ضد آب بودن به صور مقاومت منسوج در برابر تر شدن، تعریف شده است. برای انجام آزمایش براساس استاندارد نمونه‌ها در یک قاب تحت زاویه ۴۵° برای صاف شدن سطح آن قرار می‌گیرند و مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر آب از فاصله ۱۵۰ میلی‌متری، بر روی سطح آن پاشیده می‌شود. سپس ظاهر پارچه با تصاویر استاندارد مقایسه و درجه‌بندی می‌شود. این درجه‌بندی از ۱ تا ۵ انجام می‌شود که ۱ کم‌ترین خاصیت ضد آب بودن و ۵ بیش‌ترین خاصیت ضد آب بودن را نشان می‌دهد. جهت اندازه‌گیری مقاومت پارگی منسوج از استاندارد ISO ۹۰۷۳-۴ و دستگاه اینسترون استفاده شده است. مطابق استاندارد، ۵ نمونه در جهت ماشین و ۵ نمونه در عمود بر جهت ماشین تهیه گردید. ابعاد نمونه‌ها ۱۵×۷/۵ سانتی‌مترمربع است. بر روی هر نمونه ذوزنقه‌ای به ابعاد ۲/۵ و ۱۰ سانتی‌متر برای اضلاع موازی و طول اضلاع ناموازی برابر با عرض نمونه ترسیم شد. در میانه‌ی طول نمونه یک برش به طول ۱/۵ سانتی‌متر ایجاد نموده و ساق‌های غیرموازی نمونه‌ها در میان فک‌های دستگاه قرار داده شد. فاصله‌ی فک‌ها براساس استاندارد ۲/۵ سانتی‌متر است. نمونه‌ها به گونه‌ای بین فک‌ها قرار می‌گیرند که قسمت برش به صورت کشیده قرار گیرد و قسمت سالم به صورت آزاد و تاخورده بماند. آزمایش تا زمانی ادامه داده می‌شود که فاصله فک‌ها برابر با ۶۴ میلی‌متر شود.

نتایج و بحث

جمع‌بندی نتایج حاصل از آزمایش‌های معرفی شده در بخش قبل، در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج بدست آمده از هر آزمایش مورد تحلیل آماری ANOVA قرار گرفت تا اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها مشخص گردد. نتایج بدست آمده از آزمایش‌ها به شرح زیر می‌باشد:

– به طور کلی مقاومت تا پارگی نمونه‌ها عمود بر راستای تولید ماشین کمتر از راستای تولید ماشین است. همچنین مقاومت تا پارگی نمونه‌های اسپان‌باند در مقایسه با سایر نمونه‌ها کم‌تر است. نمونه اسپان‌لیس SL-b، بیش‌ترین مقاومت تا پارگی را دارد که به نظر می‌رسد به دلیل ساختار حاصل از تولید آن است.

– بر ای اندازه‌گیری ضد آب بودن نمونه‌ها از استاندارد اسپری کردن آب (باران‌سنجی) استفاده شد. سپس ظاهر پارچه با تصاویر استاندارد درجه‌بندی شده مقایسه و برحسب درجات ۱ تا ۵ درجه‌بندی گردید. عدد ۱ بیانگر کم‌ترین خاصیت ضدآب و عدد ۵ نشان‌دهنده بیش‌ترین خاصیت ضدآب است (جدول ۲). با توجه به نتایج ارزیابی آزمایش باران‌سنجی، نمونه‌های اس‌ام‌اس خاصیت ضدآب نسبتاً خوبی دارند. نمونه‌های اسپان‌باند کم‌ترین خاصیت ضدآب را دارند به گونه‌ای که در درجه ۱ طبقه‌بندی شده‌اند که در نتیجه‌ی روش تولید و ساختار آنها می‌باشد. در مورد نمونه‌های لمینت شده اگرچه انتظار می‌رفت که در درجه ۵ دسته‌بندی شوند، ولی به دلیل وجود لایه اسپان‌باند زیری، با وجود ضدآب بودن لایه رویی، رطوبت را جذب نموده و موجب دسته‌بندی آن در درجه ۳ گردیده است. نمونه‌های اسپان‌لیس نیز با وجود خاصیت ضدآب خوب، به دلیل تر شدن نمونه از زیر در درجه ۳ دسته‌بندی شده‌اند.

– نمونه‌های لمینت شده بیش‌ترین مقاومت در برابر نفوذ آب را دارند که البته با توجه به فرآیند لمینت انجام شده بر روی این نمونه‌ها، این نتیجه دور از انتظار نیست. به علاوه نمونه‌های اسپان‌باند کم‌ترین مقاومت در مقابل نفوذ آب را دارند و بنابراین فشار آب مورد نیاز جهت عبور آب از میان این منسوجات بسیار ناچیز است. به طوری که غیر قابل اندازه‌گیری دقیق با دستگاه مورد استفاده بود. در نمونه با وزن کم‌تر، مقاومت منسوج در برابر نفوذ آب کمتر است.

جدول ۱- نمونه‌های مورد آزمایش

ردیف	نمونه‌های مورد آزمایش	وزن واحد سطح (g/m^2)	میانگین ضخامت (mm)	شرکت تولیدی	کد نمونه
۱	منسوج SMS	۳۸/۱۰	۰/۳۵	بافتینه	SMS-۳۴
۲	منسوج SMS	۴۲/۵۴	۰/۳۱	بافتینه	SMS-۴۵
۳	منسوج spun-bond	۳۶/۴۲	۰/۳۴	لایی‌ساز	SB-۴۰
۴	منسوج spun-bond	۲۸/۵۹	۰/۳۸	لایی‌ساز	SB-۵۰
۵	منسوج spun-bond	۵۳/۰۵	۰/۲۴	لایی‌ساز	SB-۶۰
۶	منسوج لمینت شده با فیلم اتیلن	۵۳/۰۵	۰/۲۶	لایی‌ساز	Laminate-B
۷	منسوج لمینت شده با فیلم اتیلن	۶۳/۱۵	۰/۲۷	لایی‌ساز	Laminate-G
۸	گان جراحی spun-lace	۷۰/۷۶	۰/۵	Cover line	SL-b
۹	گان جراحی SMS	۴۷/۹۲	۰/۳۷	Cover line	SMS
۱۰	گان جراحی spun-lace	۷۲/۷۱	۰/۳۳	Molnly ke	SL-g

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده

آزمایش کد نمونه	SMS-۳۴	SMS-۴۵	SB-۴۰	SB-۵۰	SB-۶۰	laminate-B	laminate-G	SL-b	SMS	SL-g
مقاومت تا پارگی (N) (در راستای تولید ماشین)	۲۴/۰۰۲	۲۷/۷۱۶	۲۷/۰۰۲	۲۰/۰۹۴	۲۷/۰۶	۱۱/۰۳۸	۲۷/۲۴۸	۴۷/۷۶۶	۴۱/۶۰۲	۲۷/۴۸۰
مقاومت تا پارگی (N) (عمود بر راستای تولید ماشین)	۲۴/۰۰۲	۳۷/۷۳۸	۱۰/۲۰۲	۵/۶۴۴	۸/۲۴۴	۳۵/۲۲۲	۲۵/۳۰۲	۴۷/۷۶۶	۳۵/۳۹۸	۱۸/۶۱۴
ضدآب بودن	ISO 3	ISO 4	ISO 1	ISO 1	ISO 1	ISO 3	ISO 3	ISO 3	ISO 3	ISO 2
طول خمشی (cm)	۳/۳۵	۲/۹۰	۳/۹۴	۴/۲۱	۴/۱۶	۳/۳۰	۳/۹۶	۲/۶۱	۳/۶۹	۳/۱۶
مقاومت در برابر نفوذ آب (mmH_2O)	۴۱/۸۹	۶۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۴۰	۱۴۰	۲۶/۹	۶۲/۳	۴۷
تر شدن	مقاوم	مقاوم	نامقاوم	نامقاوم	نامقاوم	مقاوم	مقاوم	مقاوم	مقاوم	مقاوم
مقاومت در برابر عبور حرارت ($m_2.k/w$)	۴/۷۵	۰/۱۶۷	۰/۲۲۸	۰/۲۳۰	۰/۲۳۵	حرارت عبور نمی‌کند	حرارت عبور نمی‌کند	۰/۲۰۵	۰/۲۸۷	۰/۱۸۹
مقاومت در برابر عبور هوا (ml/sec/m_2)	۲۳۲/۴۲	۱۲۰/۱۷	۳۶۲/۰۸	۲۴۲/۳۳	۳۶۲/۰۸	هوا عبور نمی‌کند	هوا عبور نمی‌کند	۳۳۵/۴۲	۶۷/۹۲	۷۰/۰۰
نرخ عبور بخار آب ($mg/۲۱۳h$)	۳۸۵/۷۹	۳۷۸/۹۷	۳۸۵/۴۶	۳۸۰/۳۰	۳۸۵/۴۶	۸/۰۲	۷/۳۹۴	۳۱۴/۷۲	۳۱۴/۵۵	۲۹۸/۲۹
پشت‌پوش	نیست	نیست	نیست	نیست	نیست	نیست	نیست	هست	تاحدودی هست	هست

در مورد نمونه‌های اسپان‌لیس اگرچه این دو نمونه ساختار و وزن مشابهی دارند ولی مقاومت نمونه SL-g در برابر نفوذ آب بیش‌تر است که به نظر می‌رسد این نتیجه به ساختار محکم این نمونه برمی‌گردد.

– نمونه SL-b بیش‌ترین سختی خمشی را دارد که به نظر می‌رسد استحکام زیاد این لایه و پیوستگی آن موجب این ویژگی شده است. سختی خمشی در نمونه‌های اسپان‌باند در دو جهت بسیار متفاوت است و با افزایش وزن واحد سطح نمونه افزایش می‌یابد.

– براساس نتایج تحقیقات انجام شده در مؤسسه تحقیقات ملی وابسته به دانشکده اورگونومیک و انجمن مرکزی حفاظت از نیروی انسانی، راحتی گرمایی زمانی حاصل می‌شود که میزان عایق حرارتی منسوج پوشیده شده در بازه‌ی [۰/۰۲۸–۰/۱۲۴ $m^2.k/w$] قرار گرفته باشد [۶]. مشاهده گردید هیچ‌یک از نمونه‌های آزمایش شده در این پروژه در این بازه قرار نمی‌گیرند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کم‌ترین میزان عایق حرارتی مربوط به نمونه SMS-۴۵ و بعد از آن نمونه‌های اسپان‌لیس می‌باشد.

– به نظر می‌رسد که نمونه‌های اسپان‌باند با توجه به ساختارشان، در مقایسه با نمونه‌های اس‌ام‌اس قابلیت عبور هوای بیش‌تری دارند. در نمونه‌های اسپان‌باند با افزایش وزن واحد سطح، عبوردهی هوا کاهش می‌یابد. نمونه‌های اسپان‌لیس با وجود این‌که ظاهراً ساختار یکسان و وزن واحد سطح مشابهی دارند، مقدار عبوردهی هوا در آنها کاملاً متفاوت است.

– همان‌طور که انتظار می‌رود در لایه‌های لمینت شده به دلیل اینکه سطح منسوج با یک لایه اتیلن پوشیده شده است، مقدار بخار آب عبوری بسیار ناچیز است. براساس نتایج حاصل ملاحظه می‌شود که در تمامی منسوجات با ساختار یکسان، با افزایش وزن واحد سطح منسوج، قابلیت عبور بخار آب از میان نمونه کاهش می‌یابد. همچنین به نظر می‌رسد که قابلیت عبور بخار آب در نمونه‌های اسپان‌باند با وزن مشابه بیش‌تر از نمونه‌های اس‌ام‌اس است. نمونه اسپان‌لیس SL-g، با وجود اینکه از نظر وزنی بسیار شبیه نمونه SL-b است، ولی به دلیل استحکام ساختار نفوذپذیری کم‌تری دارد.

– میانگین شدت نور بازتابی را می‌توان به عنوان معیاری برای ارزیابی قابلیت پوششی منسوج استفاده نمود. به طوری که در منسوجات با شدت نور بازتابی بیش‌تر از ۱۶۴، منسوج کاملاً قابلیت پوششی دارد. نتایج مربوط به درصد روشنایی بیانگر آن است که نمونه‌های SL بالاترین قابلیت پوششی را دارند. از میان سایر نمونه‌ها، منسوجات بی‌بافت اس‌ام‌اس با وزن مشابه در مقایسه با نمونه‌های اسپان‌باند، قابلیت پوششی بهتری دارند که به نظر می‌رسد ساختار ترکیبی این نوع منسوجات در این ویژگی آنها مؤثر است.

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان گفت که هر جراح باید متناسب با شرایط جراحی، گان مناسب را انتخاب کند. جهت انتخاب دو عامل مهم ایمنی و راحتی درنظر گرفته می‌شود. به طوری که اگر عمل جراحی طولانی مدت و بسیار حساس باشد، عامل راحتی اهمیت دو چندانی پیدا می‌کند و جراح باید گانی را انتخاب کند که پارامترهای راحتی بالایی داشته باشد تا از خستگی زودرس جلوگیری کند. در صورتی که در عمل جراحی میزان ترشحات بیمار بسیار زیاد باشد، عامل ایمنی و کیفی اهمیت بیش‌تری می‌یابد. به طور کلی با در نظر گرفتن عامل‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های اس‌ام‌اس رفتار مطلوب‌تری در آزمایش‌های کیفی و نمونه‌های اسپان‌لیس رفتار مناسب‌تری در آزمایش‌های راحتی از خود نشان دادند.

پی‌نوشت

دانشکده مهندسی نساجی، قطب علمی و پژوهشکده نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
Sh_ghasemi_tex@yahoo.com

منابع در دفتر مجله موجود است.