



## استفاده از منسوجات در راستای مبارزه با بیماری همه گیر COVID-19

مترجم: دکتر مژده قهرمانی هنرور\*

### مقدمه:

با گذشت بیش از ۱۰۰ سال از شیوع بیماری همه گیر آنفلوانزا در سال ۱۹۱۸، اکنون به نظر می رسد که با یک مورد دیگر روبرو شده ایم. در دسامبر ۲۰۱۹، ذات الریه با علت نامشخص در ووهان، مرکز استان هوبئی چین شناسایی شد. بعد از مدت زمان کوتاهی مشخص شد که این یک نوع جدید از ویروس کرونا است که سندرم حاد تنفسی کرونا ویروس ۲ (SARS-CoV-2) نامگذاری شد که سبب ایجاد بیماری تنفسی می گردد.

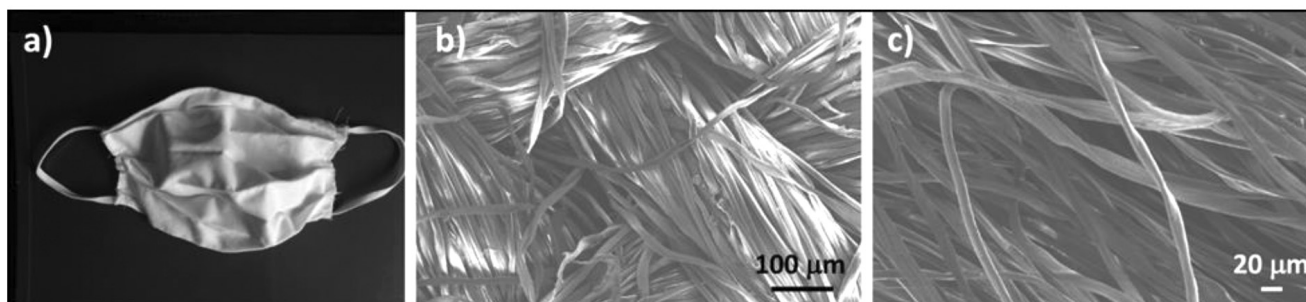
این ویروس به سرعت در سراسر جهان گسترش یافت و سازمان بهداشت جهانی (WHO) در ۳۰ ژانویه ۲۰۲۰ در مورد نگرانی های بین المللی (PHEIC) از شیوع ویروس کرونا به عنوان یک فوریت بهداشت عمومی سخن گفت و در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ همه گیر شد. تا اواسط ماه می سال ۲۰۲۰، تنها در مدت ۶ ماه از کشف ووهان، بیش از ۴/۳۶ میلیون مورد در سراسر جهان در بیش از ۲۰۰ کشور و سرزمین گزارش شده است که منجر به مرگ بیش از ۲۹۷۰۰۰ گردید. بدون تردید، همه گیری ویروس کرونا چالش های عمیقی را برای زیرساخت های مراقبت های بهداشتی، سیستم های اقتصادی، زندگی اجتماعی و فرهنگی و حتی زندگی خصوصی و آزادی شخصی ما به وجود آورده است.

SARS-CoV-2، همانند ویروس های رایج، عمدتاً از طریق قطرات تنفسی و تماس منتقل می شود. آنچه این ویروس را نسبت به ویروس های رایج متمایز نموده است سرعت انتقال بالای آن می باشد که این امر به دلیل طولانی تر بودن زمان عفونت تا بروز علائم بیماری در شخص می باشد و در این بازه زمانی فرد به عنوان ناقل سبب انتقال این ویروس به افراد زیادی در اطرافش هستند می گردد.

اصول اساسی پیشگیری و کنترل بیماری های عفونی از بین بردن منبع عفونت، قطع مسیرهای انتقال و محافظت از جمعیت آسیب پذیر است. واکسن SARS-CoV-2 می تواند اقدامی موثر در جهت محافظت از جمعیت در معرض خطر باشد و به همین دلیل موسسات تحقیقاتی و بنگاه های اقتصادی سخت در حال تولید واکسن هستند. شرکت های بیوتکنولوژی در حال تولید واکسن mRNA به عنوان یک کاندیدای بالقوه در برابر COVID-19 هستند و موفق به تهیه آنتی بادی SARS-CoV-2 شده اند. با توجه به اظهارات WHO واکسن های کاندید COVID-19 تا سپتامبر ۲۰۲۰، شامل ۳۸ واکسن کاندید در ارزیابی بالینی و ۱۴۹ واکسن در ارزیابی پیش بالینی می باشد.

چالش دیگر باقی مانده در جلوگیری از شیوع این بیماری می باشد که شامل بین بردن منبع عفونت و قطع مسیرهای انتقال، تشخیص سریع و قابل اعتماد است که به شما امکان شناسایی سریع موارد، جداسازی و ردیابی تماس را می دهد. در همین حال، اقدامات محافظت در برابر COVID-19، که در کاهش شیوع ویروس موثر است شامل ایجاد فاصله فیزیکی، کاهش مسافرت، رعایت بهداشت و استفاده از تجهیزات محافظتی شخصی به ویژه برای گروه های شغلی خاص در معرض خطر COVID-19 می باشد.

در سالهای اخیر نتایج حاصل از تحقیقات پیشرفته انجام شده در زمینه علوم و مهندسی مواد، سطوح و آئروسل سبب غنی سازی مواد نساجی با خواص نظیر بهبود خواص فیلتراسیون در زمینه فعالیتهای ضد باکتری و ضد ویروسی، تنفس پذیری و غیره گردیده است و نتایج حاصله از این تحقیقات کمک شایانی در جهت جلوگیری از شیوع بیماریهای عفونی نموده است و سبب گردیده تا صنعت نساجی



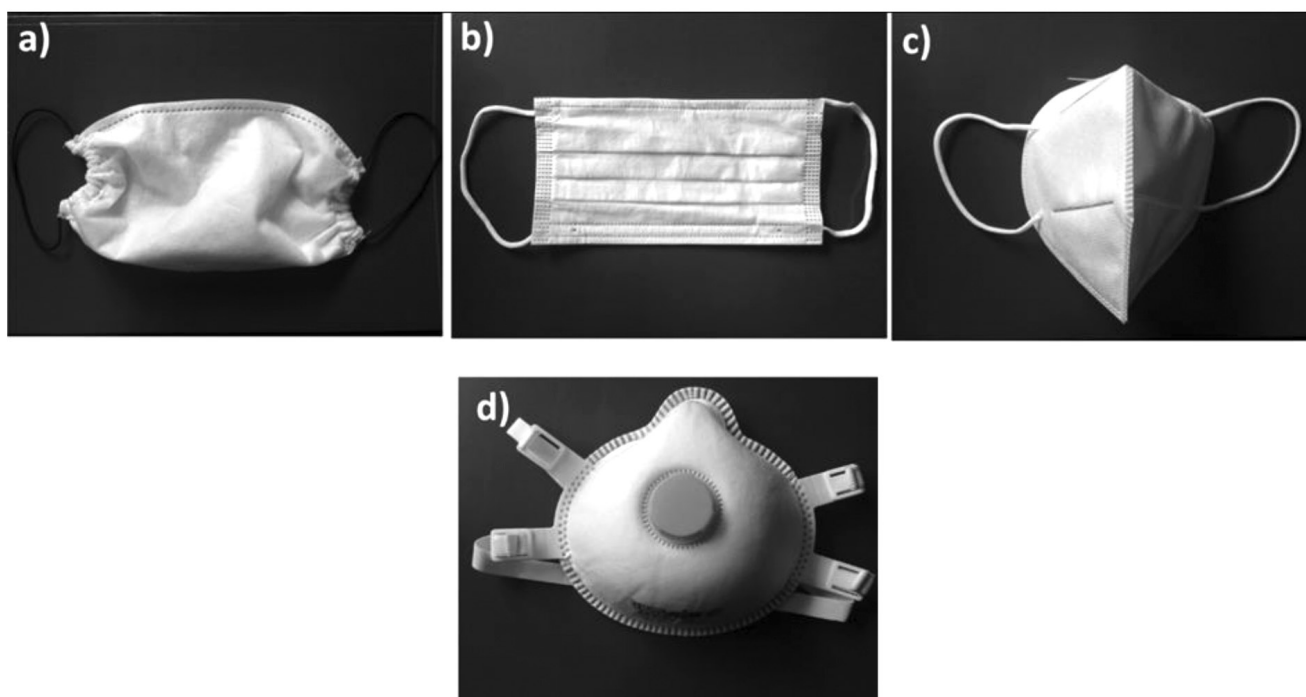
شکل ۱: ماسک صورت پارچه ای خانگی (a) عکسی که شکل معمولی ماسک های پنبه ای را نشان می دهد. (b) تصاویر SEM از الیاف پنبه (c) تصاویر SEM با بزرگنمایی بالاتر روی الیاف پنبه با قطر تقریبی ۱۰ میکرومتر

ویروس های آنفلوانزا در مقیاس جهانی گسترش یافت و بخش بزرگی از جمعیت جهان را آلوده کرد. مرگبارترین، همه گیر آنفلوانزا در سال ۱۹۱۸ است، که معمولاً آنفلوانزای اسپانیایی نامیده می شود و از سال ۱۹۱۸ تا ۱۹۲۰ ادامه داشت. برآوردهای قدیمی نشان می دهد که این شیوع باعث مرگ ۴۰ تا ۵۰ میلیون نفر شده است در حالی که تجدید نظرهای فعلی ادعا می کند که بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان کشته شده اند. به همین دلیل همه گیری آنفلوانزای اسپانیایی به عنوان «بزرگترین هولوکاست پزشکی در تاریخ» توصیف شده است. در سال ۱۹۱۸، ویروس شناسی در مراحل ابتدایی بود بنابراین ابزارهای موجود برای کنترل شیوع آنفلوانزا عمدتاً به اقدامات غیر دارویی مانند انزوا، قرنطینه، بهبود بهداشت شخصی، ضد عفونی و جلوگیری از ارتباطات اجتماعی محدود شد، که این اقدامات با شرایط فعلی COVID-19 تفاوت چندانی ندارد. به کارکنان بهداشت و درمان دستور داده شده بود که هنگام معالجه بیماران آنفلوانزا از ماسک گاز استفاده کنند. همچنین پیشنهاد شده بود هنگام خروج از بخش های آنفلوانزا

و منسوجات در خط مقدم مبارزه با همه گیری کنونی قرار گرفته و از طریق تولید ماسک و لباس های محافظ نقش مهمی در ارتباط با جلوگیری از شیوع این بیماری ایفا می نمایند. از دیگر مشخصات COVID-19 رشد بسیار بالای آن و شاهده موارد جدید ابتلا از این ویروس می باشد که می تواند به راحتی منجر به عدم موفقیت در مراقبت های بهداشتی شود. بنابراین WHO به بیماران با علائم خفیف و فاقد بحرانی ابتلا هستند توصیه می کند که ضمن ارتباط و اطلاع به پرسنل مراقبت های بهداشتی، در خانه از خود مراقبت نمایند. در این راستا استفاده از منسوجات هوشمند در سنجش و نظارت بر پارامترهای حیاتی بدن به عنوان بخشی از پزشکی از راه دور، می تواند نقش مهمی ایفا نماید.

#### نقش منسوجات در بیماری های همه گیر گذشته:

در قرن گذشته چندین بیماری همه گیر آنفلوانزا وجود داشت که طی آن



شکل ۲: ماسک های تجاری معمول: (a) بر اساس spundbond (b) ماسک های جراحی، ۳ لایه با الیاف PP و (c) ماسک تنفس KN95 / FFP2 (d) ماسک تنفسی FFP3V مطابق با استاندارد EN149: ۲۰۰۱؛



لباسه‌پاشان را عوض کنند.

این ماسک‌های گاز برای جلوگیری از انتشار قطرات عفونی از دهان و بینی فرد مبتلا و همچنین محافظت از وی برای جلوگیری از تماس دست‌های آلوده به بینی یا دهان استفاده می‌شده است. در بعضی مناطق، به عنوان مثال در سانفرانسیسکو، کل مردم موظف به استفاده از ماسک بودند.

هیچ مطالعه مداوم در مورد اینکه آیا استفاده از ماسک به جلوگیری از شیوع بیماری کمک کرده است یا خیر وجود ندارد. برخی از مطالعات نشان داده است که استفاده از ماسک منجر به «کاهش سریع تعداد موارد ابتلا به آنفلوآنزا» می‌شود، در حالی که در برخی مناطق دیگر، این موضوع تأیید نشده است. نتایج به دست آمده نشان داده است که استفاده از ماسک توسط کارکنان مراقبت‌های بهداشتی تأثیری در آلوده شدن یا نشدن آنها نداشته است. ۸٪ از کسانی که از ماسک استفاده کرده‌اند و ۷۰۷۵٪ از کسانی که از این ماسک استفاده نکرده‌اند به عفونت مبتلا شده‌اند و این امر بیان‌کننده نیاز آن زمان به تولید ماسک‌هایی با کارایی و کیفیت بالاتر بوده است. علیرغم این مسائل، ماسک‌ها توسط جمعیت زیادی به منظور محافظت از ابتلا به آنها مورد استفاده قرار گرفته است. در آن زمان، تعداد شرکت‌های متخصص در زمینه تولید ماسک بسیار اندک بود، یکی از این تولیدکنندگان شرکت تولیدکننده پروفیل‌اکتو شیکاگو بود و تأمین این حجم تقاضای بالا برای آنها واقعاً سخت بود. در پاسخ به این کمبود، زنان در سراسر آمریکا که در کلیساها و گروه‌های اجتماعی سازمان یافته بودند، از اوقات فراغت خود برای ساختن ماسک استفاده می‌کردند. موارد همه گیر وی با درجه شیوع کمتر در سال ۱۹۵۷ (آنفلوآنزای آسیایی) و ۱۹۶۸ (آنفلوآنزای هنگ کنگ) رخ داده است که تلاش زیادی برای مقابله با این بیماری‌های همه گیر جهت تهیه واکسن و اقدامات غیر دارویی مانند تعطیلی مدارس، محدود کردن مسافرت، بستن مرزها یا توصیه به استفاده از ماسک صورت نگرفته است. ماسک‌های مصرفی در این همه گیری‌ها اغلب ماسک‌های پارچه‌ای پنبه‌ای بوده است که مشمول مقررات نبوده و تحقیقات کافی و شواهد مستدلی جهت کارایی موثر آنها در جلوگیری از شیوع بیماری‌های عفونی وجود ندارد. با این حال، از اواخر قرن نوزدهم تا اواسط قرن ۲۰ که ماسک‌های مدرن پزشکی جایگزین آنها شدند، این ماسک‌ها به طور مداوم توسط متخصصان بهداشت استفاده می‌شدند و همچنان استفاده از آنها در کشورهای در حال توسعه ادامه دارد. نقش منسوجات در همه گیر کنونی COVID-19:

از زمان شیوع ویروس کرونا، تقاضا برای تجهیزات محافظت شخصی (PPE) و به ویژه ماسک‌ها برای مصارف پزشکی و استفاده عموم تا حدی افزایش یافته است

که ترس از کمبود آن باعث شده بسیاری از کشورها اقدامات اساسی در جهت افزایش تولید این محصول انجام دهند. در صورت عدم وجود واکسن موثر، PPE یک اقدام ضروری برای کنترل عفونت در نظر گرفته می‌شود.

این تقاضای جهانی منجر به شده است که WHO سندی را که شامل خلاصه‌ای از توصیه‌های آنها برای استفاده منطقی از PPE می‌باشد، صادر کند. طبق تخمین‌های WHO، موجودی جهانی PPE به ویژه برای ماسک‌های پزشکی و دستگاه تنفس کافی نیست. این امر نه تنها ناشی از تعداد بالای افراد مبتلا به ویروس COVID-19 است بلکه در نتیجه گمراه کردن اطلاعات، به دلیل خرید وحشت و ذخیره سازی این قبیل کالاها توسط عموم مردم می‌باشد.

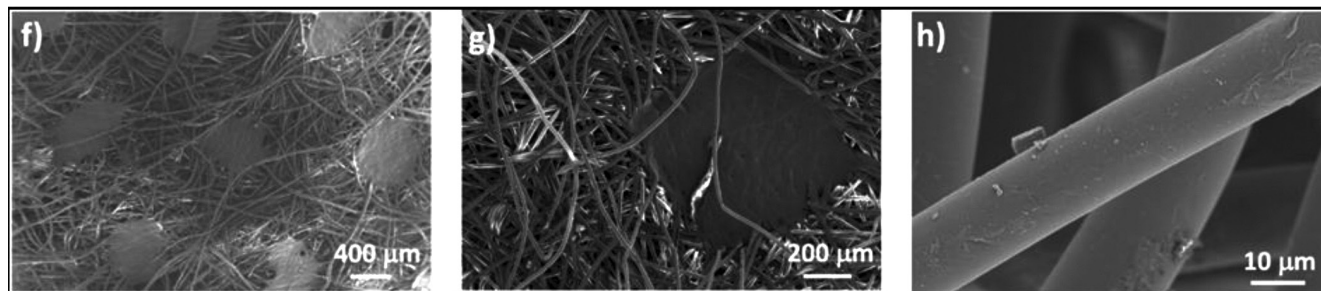
انواع مختلفی از ماسک‌ها روزانه توسط کادر پزشکی و عموم مردم در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمدتاً ماسک‌های پارچه‌ای (شکل ۱)، و یا ماسک‌های متشکل از لایه‌های nonwoven (شکل ۲) می‌باشد.

ماسک‌های پزشکی که توسط متخصصین مراقبت‌های بهداشتی در هنگام معالجه و پرستاری از بیماران مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از درجه محافظت بالایی برخوردار باشد تا این افراد از آلودگی در امان باشند. آنها برای محافظت از فرد در برابر استنشاق باکتری‌های موجود در هوا یا ذرات ویروس ساخته شده‌اند. ماسک‌ها معمولاً چین دار هستند تا به کاربر اجازه دهند آنها را در اطراف دهان و بینی بسط داده و این نواحی را بپوشانند.

عملکرد ماسک‌های جراحی بر اساس کارایی فیلتراسیون باکتریایی، عدم نفوذپذیری در برابر پاشش قطرات، بهداشتی و غیر میکروبی بودن، تنفس پذیری و دفع آرزایی می‌شود. از طرف دیگر، ماسک تنفسی وسیله‌ای است که می‌تواند روی صورت فرد نصب شود و مهر و مومی در اطراف دهان و بینی داشته باشد و به این ترتیب از فرد در برابر عفونت‌های تنفسی محافظت کند. ظرفیت فیلتراسیون آن کاملاً تنظیم شده است.

به طور معمول، ماسک‌های جراحی از یک ساختار چند لایه تشکیل شده‌اند که این لایه‌ها اغلب جزو منسوجات Nonwoven (بی بافت) بوده و از پلیمر مذاب که معمولاً پلی پروپیلن (PP) می‌باشد تولید شده‌اند. البته برای تهیه لایه‌ها می‌توان از پلی استایرن (PS)، پلی کربنات (PC)، پلی اتیلن (PE) یا پلی استر نیز استفاده کرد. در شکل ۲ ماسک‌های صورت معمول که حاوی لایه PP مشترک در لایه‌های بیرونی هستند و نمایش داده شده است که توانایی بالایی در مقابل نفوذ و انتشار قطرات عفونی را دارند.

تصاویر SEM در شکل ۳ الیاف PP تهیه شده به روش ملت بلون (لایه میانی



شکل ۳: ماسک‌های تجاری معمول: a) بر اساس گرانول PP، b) ماسک‌های جراحی، ۳ لایه با الیاف PP و

وجود دارد. در این شرایط، روند جالبی در سرتاسر جهان پدیدار شده و بسیاری از شرکت ها، دانشگاه ها و علاقه مندان به تولید محافظ و یا شیلدهای محافظ صورت روی آورده و به صورت رایگان در بیمارستان ها و کلینیک ها توزیع می کنند

به طور خاص، در مورد COVID-19، توجه ویژه ای به اطلاع رسانی عمومی مردم در مورد بهترین روش استفاده از ماسک ها، ارائه دستورالعمل های زیادی در مورد نحوه تولید ماسک توسط خود آنها و نحوه و زمان استفاده از آنها صورت گرفته است.

با وجود چالش های موجود در مورد کمبود PPE، استفاده طولانی مدت از تجهیزات محافظت شخصی نیز سبب بروز مشکلاتی می گردد. پرستاران، پزشکان و سایر کارکنان مراقبت های بهداشتی، که به خط مقدم شیوع بیماری منتقل شده اند، بیش از ۸ ساعت را در بیمارستان ها با استفاده از PPE، شامل روپوش، دستکش و ماسک پزشکی و محافظ چشم (عینک یا محافظ صورت) سپری می کنند.

بسیاری از بیماری های پوستی و صدمات ناشی از استفاده طولانی مدت از PPE اغلب شامل: آسیب های پوستی ایجاد شده در اثر فشار طولانی مدت، آلرژی های پوستی، خارش، کهیر، ایجاد لکه های روشن و تیره بر روی پوست، پوسته پوسته شدن، آکنه، خارش، اختلال پوستی ناشی از التهاب و عفونت در فولیکول های مو و خشکی پوست می باشد که اغلب در همین دوره شیوع کرونا توسط کارمندان در مراکز بهداشتی گزارش شده است.

یکی دیگر از مشکلات بهداشتی مربوط به استفاده طولانی مدت از PPE ایجاد سردرد است. در تحقیقات اخیر انجام شده بر روی کارکنان مراقبت های بهداشتی یک موسسه عالی در طی شیوع COVID-19 در سنگاپور، مشخص گردیده است که افرادی که به صورت طولانی مدت از وسایل محافظ شخصی PPE استفاده می کنند اغلب دچار سردرد شده اند. کارکنانی که از ماسک صورت N95 به تنهایی یا در ترکیب با عینک محافظ، به مدت طولانی استفاده می کنند به طور خاص مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردید که ۸۱٪ از آنها هنگام استفاده از ماسک صورت N95، دارای سردردهای مرتبط با PPE شده اند و ۹۱/۳٪ از آنها بی که دارای سردرد زمینه ای قبلی بوده اند در اثر استفاده طولانی مدت از ماسک سردردشان تشدید شده است.

چنین عوارض جانبی ناشی از استفاده طولانی مدت از PPE، نیاز به بررسی بیشتر و افزایش کیفیت و راحتی وسایل محافظ شخصی و همچنین لزوم انجام آزمایشات

ماسک) را داخل لایه بی بافت نشان می دهد که قطر تقریبی این الیاف معادل ۱۰ میکرومتر است و در تمام ماسکهای با درجه محافظت بالا از جمله ماسک تنفسی KN95 / FFP2 (شکل ۲c) و FFP3V مطابق با استاندارد 2001: EN149 وجود دارد (شکل ۲d).

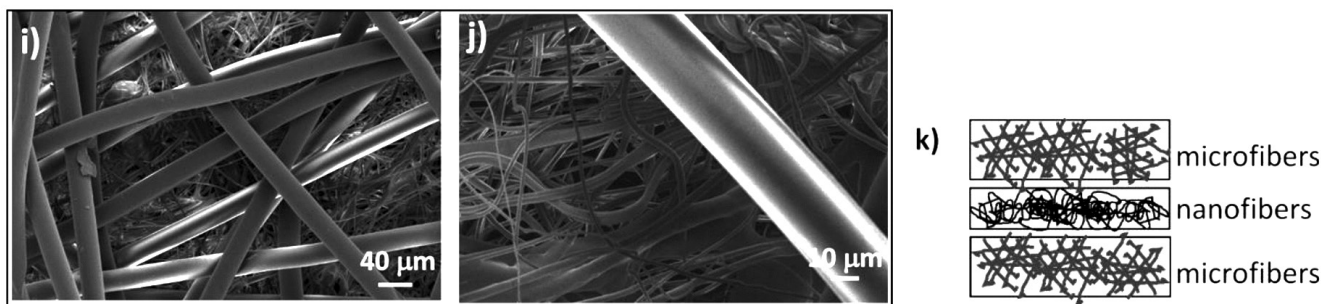
جهت افزایش قابلیت فیلتراسیون و محافظت بیشتر فرد از خطر ابتلا به ویروس، برای تولید ماسک های جراحی و یا افرادی که از نظر فیزیکی مستعد به ابتلا هستند از لایه های متشکل از الیاف نانو به عنوان لایه میانی استفاده می شود. در شکل ۴ تصاویر SEM بدست آمده از این الیاف نشان می دهد که قطر الیاف PP تهیه شده در این روش کمتر از ۱ میکرومتر می باشد. این لایه با کاهش سطح منافذ بین الیاف سبب افزایش بازدهی فیلتراسیون شده و در ضمن تنفس پذیری راحت تری را ایجاد می نماید:

WHO در مورد پیشگیری و استراتژی های کنترل عفونت در صورت مشکوک بودن به COVID-19، استفاده از ماسک های تنفسی مطابق با تاییدیه موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی ایالات متحده (NIOSH) دارای مجوز N95 و یا استاندارد FFP2 اتحادیه اروپا و یا معادل آن را توصیه می کند.

این ماسکهای تنفسی در نوع N95 حداقل ۹۵٪ و در نوع FFP2 حداقل ۹۴٪ (استاندارد EN ۱۴۹) ذرات معلق در هوا را فیلتر می کنند. لایه فیلتراسیون داخلی این ماسک ها از مش ریز PP تهیه شده و قطر الیاف آن کمتر از یک میکرون است که با مدیدن مذاب بدست می آید. وقتی ماسک ها به صورت کامل نواحی دهان و بینی فرد را می پوشاند، بازدهی ۹۵٪ برای ذرات و با ویروس های با ابعاد ۰/۱-۰/۳ میکرومتر ایجاد می کند. جهت اطمینان بیشتر، بهتر است ماسک ها را همراه با یک محافظ یا شیلد صورت طوری که کل قسمت جلویی و کناری صورت را پوشانده و تا چانه یا زیر امتداد داشته باشد، استفاده کرد.

ماسکهای جراحی نامبرده شده با توجه به درازا بودن مشخصات فیزیکی مناسب، قادر به مهار ذرات ویروس با ابعاد نانو (که اغلب در محدوده ۱۰۰ نانومتر می باشد) می باشند و قطعا به جز ویروس، از انتشار سایر ذرات نامحلول معلق در هوا با قطر تقریبی ۵-۲۰ میکرومتر که ممکن است سبب انتقال قطرات آلوده از فردی به فرد دیگر شوند نیز جلوگیری می کنند.

در طی شیوع ویروس کرونا ۲۰۱۹-۲۰۲۰، به دلیل محدودیت در تهیه لایه های بی بافت PP و همچنین توقف صادرات از چین، کشوری که ۵۰٪ از تولید جهانی ماسک در نوع N95 و FFP2 را بر عهده دارد، کمبود ماسک در اغلب کشورها



شکل ۴: تصاویر SEM از لایه میانی ماسک متشکل از الیاف نانو PP با قطر کمتر از ۱ میکرومتر (k) شماتیک ۳ لایه مورد استفاده در ماسک های جراحی و بهداشتی



نانومتر متصل به هم تولید می شود، تمامی شرایط مناسب محافظت از جمله عدم نفوذپذیری آب و قطرات آلوده و ذرات ویروس را دارا بوده و در عین حال قابلیت تنفس مناسب و وزن مناسبی را ایجاد می نماید. یونگ و همکاران با استفاده از الکترورسی پلیمر (PVDF)، نوع جدیدی از غشاهای آبریز را تولید نموده اند که تقریباً با شرایط دلخواه بیان شده (مقاومت در برابر نفوذ قطرات آلوده، تنفس پذیری، زیردست مناسب، وزن سبک و در عین حال خواص مکانیکی عالی از نظر مقاومت پارگی) مطابقت دارد. با کنترل اندازه منافذ و تخلخل کلی می توان همزمان مقاومت در برابر آب و نفوذ پذیری را افزایش داد. کاهش اندازه منافذ منجر به مقاومت بیشتر در برابر ورود قطرات آب به منظور بهبود در نفوذپذیری می شود. از طرف دیگر، تخلخل کلی بالاتر در این ماده انتقال هوا و بخار آب را از طریق آن آسانتر نموده و بنابراین قابلیت تنفس را بهبود می بخشد. لی و همکاران، در مطالعه خود، اثر اندازه منافذ، طول منافذ و تخلخل کلی بر قابلیت تنفس غشا و فرآیندهای غشایی و مقاومت به آب را ارزیابی کردند. آنها از روش الکترورسی برای تهیه غشای مبتنی بر پلی اورتان (PU) و PU فلوئور شده استفاده کردند. تخلخل و اندازه منافذ غشاها با کنترل رطوبت نسبی در طی فرآیند الکترورسی و مدت زمان آن تنظیم شد. آنها دریافتند که قابلیت تنفس عمدتاً به تخلخل و طول منافذ بستگی دارد. بنابراین فرایند الکترورسی، در کنار فرایند ملت بلون، یکی دیگر از روش های مناسب در تولید الیاف است که به طور گسترده در صنعت فیلتراسیون و انواع مختلف سنسورها مورد استفاده قرار می گیرد. مزیت نانو الیاف، نسبت سطح به حجم زیاد آن است که امکان فیلتر کردن ذرات و افزایش خواص فوق آبریزی را فراهم می کند. تخلخل در لایه های تولید شده از طریق ایجاد آرایش یافتگی در الیاف با انتخاب صفحات جمع کننده با طراحی های خاص قابل کنترل می باشد. برای تولید انبوه الیاف نانو، معمولاً از الکترورسی بدون سوزن استفاده می شود. چن و همکاران با ایده گرفتن از ساختار خود تمیز شونده نیلوفر آبی که خاصیت آبریزی بالایی روی سطح آن وجود دارد با استفاده از پلیمر PVDF الیاف میکرو تولید شده و با نانوذرات غیر آلی ZnO و اسید اولئیک پوشش داده شده است برای شبیه سازی و تولید غشا استفاده کردند. این ساختار خاصیت ابر آبریزی و خود تمیز شونده را نشان داده و در عین حال نسبت به هوا و بخار آب نفوذ پذیر است. PVDF به دلیل خاصیت پیزوالکتریکی و فروالکتریک بالا یک پلیمر شناخته شده می باشد، اما همچنین دارای مقاومت مکانیکی بالا، پایداری حرارتی بالا و سازگاری زیستی است که آن را به عنوان کاندیدایی ایده آل برای تولید کننده های پیزوالکتریک با پایه پلیمری معرفی می کند و بنابراین در بسیاری از فن آوری های منسوجات هوشمند نیز به کار می رود. از این خواص پلیمر اخیراً برای تولید ماسک با افزایش راندمان حذف ذرات بسیار ریز و یا قطرات آلوده و افزایش عمر فیلتراسیون استفاده می شود. در آخرین تحقیقات انجام شده، در کنار استفاده از این پلیمر از بکارگیری نانوذرات Ag یا Cu جهت پوشش دهی غشا و افزایش بازدهی جهت مقابله با COVID-19 اشاره شده است.

\* مدیر بخش تحقیق و توسعه شرکت لای ساز

جامع تر (قبل و بعد از استفاده) برای تأمین شرایط مناسب تر، خصوصاً در این دوران ضروری می نماید.

نقش مهم دیگری که منسوجات هوشمند می توانند در همه گیری های جهانی ایفا نمایند، عضویت در سیستم پزشکی از راه دور است. بیماری همه گیر COVID-19 پزشکی از راه دور را به سمت جدیدی سوق داد و احتمالاً توسعه و اجرای آن را تسریع می کند. پزشکی از راه دور ابزاری است که می تواند به سیستم های بهداشتی درمانی در حل مشکلاتی که در حال حاضر با آن روبرو هستند، ناشی از ازدحام بیش از حد در بیمارستان ها و معالجه بیماران مبتلا به بیماری های مزمن کمک کند. پزشکی از راه دور امکان کاهش تماس مستقیم بین کارکنان مراقبت های بهداشتی و بیماران و در نتیجه کاهش تماس انسان با عفونت را فراهم می کند. سنجش و نظارت از راه دور از جنبه های اساسی پزشکی از راه دور است و در اینجا منسوجات هوشمند راه حل های زیادی ارائه می دهند.



#### آبریزی و نفوذ پذیری لباس های محافظ شخصی :

معمولاً لباس های محافظ شخصی از موادی ساخته می شوند که بر پایه الیاف بوده و در ضمن پوشش های غیر قابل نفوذی را ایجاد نماید. اگر این عدم نفوذپذیری در جلوگیری از جذب آلاینده ها و محافظت فرد در برابر آنها موفق بوده ولی به دلیل حجیم و سنگین بودن و عدم قابلیت تنفس راحتی فرد استفاده کننده را دچار اختلال نماید، در استفاده طولانی مدت قطعاً مشکلاتی را ایجاد می نماید. در حال حاضر، علاقه زیادی به تولید لباس محافظ بر پایه استفاده از الیاف میکرو و نانو در تهیه منسوجات نبافته بکار رفته در تهیه لباس ها وجود دارد. از مزایای این نوع منسوجات، علاوه بر قیمت پایین آنها، این واقعیت است که آنها محافظت عالی را در برابر انواع آلاینده ها ایجاد نموده و در عین حال سبک بوده و تنفس پذیری خوبی دارند. وجود منافذ میکرون و نانو در غشاها، انتقال هوا و بخار آب را امکان پذیر نموده و ورود آب و سایر قطرات مایع را محدود می کند. اخیراً ثابت شده است که استفاده از مواد آبریز که از آنها غشاهای متخلخل با منافذ با ابعاد در حد