مجله علوم و فناوری نساجی و پوشاک
دوره ۹، شماره ۴، شماره پیاپی ۳۶،
صفحه ۶۸-۵۳، ۱۳۹۹
ISSN: ۲۱۵۱-۷۱۶۲

مروری بر روش‌های ضدمیکروبی و ضدویروسی ماسک‌های جراحی

A review of antimicrobial and antiviral treatment for surgical face masks

ابوالفضل زارع، ساجده رحیم‌نژاد، حامده رحیم‌نژاد

یزد-دانشگاه یزد- دانشکده مهندسی نساجی- ۸۹۱۵۸۱۸۴۱۱

چکیده

در سال‌های اخیر که آلودگی هوا جدی‌تر شده است و به خصوص در ژانویه ۲۰۲۰ که ظهور ویروس جدید به‌نام کووید۱۹ باعث مرگ و میر تعداد بسیار زیادی از افراد شد، تولید و استفاده از ماسک افزایش یافت. از زمان شیوع بیماری شدید تنفسی ناشی از ویروس کرونا، استفاده از ماسک‌های صورت برای کنترل شیوع سریع این بیماری همه‌گیر و جلوگیری از انتقال ویروس‌های بیماری‌زا در سراسر جهان رواج یافته است. بنابراین ضروری است که در این شرایط بحرانی برای حفاظت از سلامتی خود و دیگران، بهداشت را رعایت کرده و از تجهیزات حفاظتی از جمله ماسک استفاده شود. همچنین همه‌گیری کنونی کرونا مشکلات اقتصادی زیادی را به جامعه امروزی وارد کرده است، درنتیجه جهان در حال حاضر با کمبود انواع ماسک‌های صورت روبرو است و در تمام روزها و هفته‌ها ماسک‌ها در دسترس نیستند که این منجر به اتفاق‌های خطرناک به‌ویژه برای پرسنل پزشکی می‌شود. از آن‌جایی که عوامل بیماری‌زا از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها در حال تبدیل شدن به یک تهدید جدی برای سلامتی انسان و محیط‌زیست در سراسر جهان هستند و استفاده از ماسک برای حفاظت در برابر آن‌ها ضروری است، باید روش‌هایی برای ضدویروسی کردن ماسک و استفاده مجدد از آن را پیدا کرد. در این مقاله توضیحاتی در رابطه با اهمیت ماسک، مواد ضدمیکروبی برای ماسک و نحوه ارزیابی برخی از خصوصیات ماسک‌ها داده شده است و همچنین به مرور برخی از روش‌های ضدمیکروبی، ضدویروسی و ضدعفونی انواع ماسک‌ها و تحقیقات انجام شده در این زمینه پرداخته شده است.

کلمات کلیدی

کووید ۱۹،
ماسک جراحی،
خاصیت‌ضدمیکروبی،
مواد ضدمیکروب،
ویروس

۱- مقدمه

۱-۱-اهمیت ماسک جراحی

شیوع فزاینده بیماری‌های عفونی در دهه‌های اخیر تهدیدی جدی برای سلامت جامعه است و می‌تواند باعث افزایش سطح خطر بیولوژیکی برای کارکنان مراقبت‌های بهداشتی که در معرض آن قرار دارند شود. پس مؤسسات بهداشتی باید برای استفاده از تجهیزات حفاظتی شخصی (PPE) مانند ماسک‌های جراحی برای به حداقل رساندن خطراتی که باعث صدمات جدی و بیماری‌ها در محل کار می‌شوند، برنامه‌ریزی کنند. همچنین در صورت استنشاق گرد و غبار چوب، مواد شیمیایی، گرد و غبار ذغال سنگ، سمپاشی برای دفع آفات، اسپری رنگ، از تجهیزات تنفسی برای محافظت شخصی در برابر انواع گازهای مضر، بخارها و آئروسل که می‌تواند باعث آسیب و حتی مرگ انسان شود، استفاده می‌شود. در واقع راه‌های انتقال متفاوت است اما قطره تنفسی یا مسیر هوایی بیشترین پتانسیل را برای ایجاد اختلال در روابط اجتماعی دارد، در حالیکه توسط ماسک صورت جراحی قابل پیشگیری است. انواع مختلف ماسک‌ها سطح مختلفی از محافظت را به مصرف‌کننده می‌دهند. شیوع کووید ۱۹ منجر به کمبود جهانی ماسک صورت و مواد اولیه موجود در

*مسئول مکاتبات،پیام نگار: * a.zare@yazd.ac.ir

آن‌ها شد و افراد را به سمت تولید ماسک با استفاده از وسایل خانه سوق داد. در این موقعیت، تحقیقات در مورد بهبود کیفیت و عملکرد ماسک‌های صورت گسترش پیدا کرد، به عنوان مثال با معرفی خواصی مانند فعالیت ضدمیکروبی و فوق آبگریزی [۱و۲و۳]. ماسک‌های جراحی، صورت و بینی و دهان فرد را از قطرات بخار حامل ویروس یا سایر عوامل بیماری‌زای عفونی محافظت می‌کنند. با این حال، استفاده نادرست ممکن است خطر انتقال عامل بیماری‌زا را افزایش دهد، به‌ویژه هنگامی که ماسک توسط افراد غیرحرفه‌ای مانند مردم عادی استفاده می‌شود. از اوایل قرن ۲۰، زمانیکه حضور باکتری‌ها در قطرات بینی و دهان با نقش آن‌ها در انتقال بیماری کشف شد، ماسک‌های جراحی برای محافظت از سلامت انسان و بیماران مبتلا به بیماری‌های تنفسی و کاهش گسترش ویروس‌های تنفسی استفاده شد. به‌ویژه هنگامی‌که افراد در فضاهای بسته یا در تماس نزدیک با یک شخص با علائم شبیه آنفلوانزا از آن استفاده می‌کنند. بیشتر ماسک‌های جراحی حاوی یک لایه بی‌بافت هستند که براساس اندازه منافذ آن، مانع از عبور عوامل بیماری‌زا از محیط به مصرف‌کننده یا از مصرف‌کننده به محیط می‌شود[۴و۵]. منشا اصلی گسترش ویروس کرونا از ووهان، استان هوبئی، جمهوری چین بوده است. این ویروس ابتدا در حیوانات مشاهده شد و بعد از آن به انسان‌ها منتقل شد و باعث مشکلاتی از جمله تب، سرفه، خستگی و مشکلات تنفسی در بیماران شد. پس از گسترش این ویروس، دولت‌ها از روش‌های مختلفی مثل فاصله‌گذاری اجتماعی، قرنطینه، لغو دورهمی‌ها، دستور ماندن در خانه و استفاده اجباری از ماسک استفاده کردند [۶]. با وجود اینکه تقاضا برای ماسک صورت در طی بیماری همه‌گیر ویروس کرونا در حال افزایش است، در برخی کشورها، کارکنان پزشکی باید با کمبود ماسک صورت کنار بیایند. در حال حاضر، انواع مختلفی از ماسک‌ها ساخته شده است که از مواد خانگی یا پارچه‌ای ساخته می‌شوند و می‌توانند جایگزین ماسک جراحی شوند. تاکنون فقط مطالعات محدودی در مورد اثر فیلتراسیون ماسک‌های صورت خانگی در مقایسه با ماسک‌های صورت معمولی انجام شده است. استفاده از ماسک صورت ساخته شده از مواد خانگی برای افراد به‌خصوص کارگران پزشکی توصیه نمی‌شود. با این حال، چندین مطالعات تحقیقاتی ثابت کرده است که ماسک‌های صورت را می‌توان پس از چند مرحله شستشو استفاده مجدد و استریلیزه کرد[۷]. ماسک‌های جراحی که در حال حاضر استفاده می‌شود منبع جدیدی از آلودگی را به جامعه اضافه می‌کند. این نه تنها اتلاف منابع است بلکه آلودگی محیط زیستی را نیز بیشتر می‌کند. ضدعفونی‌کردن ماسک‌های دست دوم با استفاده از روش‌های مناسب و ساخت ماسک‌های خانگی دو راه حل مناسب هنگام کمبود ماسک هستند. ایجاد ماسک‌های نوآورانه از جمله ماسک‌های قابل استفاده مجدد، ماسک‌های ضدویروس برای حفاظت از محیط‌زیست و کاهش کمبود ماسک از اهمیت بالایی برخوردار خواهند بود[۸]. امروزه استفاده از ماسک ضدویروس از اهمیت بالایی برخوردار است. ماسک ضدویروس به ماسکی گفته می‌شود که ویروس‌ها را در مدت زمان کوتاهی از بین می‌برد و در عین حال عملکرد فیلتراسیون هنگام استفاده را تضمین می‌کند. ماسک‌های ضدویروس یک نیاز اساسی است، زیرا گرچه ویروس‌هایی مانند کرونا ویروس سندرم حاد تنفسی۲ توسط فیلتر مسدود می‌شوند اما آن‌ها برای مدت طولانی در سطح فیلتر باقی می‌مانند. این امر احتمال عفونت ثانویه را ایجاد می‌کند، بویژه هنگامی‌که پزشک در تماس با بیمار باشد. در مکان‌هایی که ویروس‌ها زیاد است، مانند بیمارستان‌ها و مناطقی که بیمار در آن است، ماسک ضدویروس برای محافظت از پرسنل پزشکی و بیماران تشخیص داده نشده مورد نیاز است. چالش فعلی در طراحی ماسک ضدویروس این است که: (۱) باید ویروس را در مدت زمان کوتاهی از بین ببرد (به طور ایده‌آل در چند ثانیه). اگرچه مواد ضدویروسی زیادی وجود دارد، سرعت ویروس‌کش آن‌ها هنوز باید تأیید شود. (۲) مواد ضدویروسی مورد استفاده باید ایمن باشند. (۳) مواد ضدویروسی باید از دوام خوبی بر روی ماسک برخوردار باشند[۹].

۱-۲-مواد ضدمیکروبی مورد استفاده برای ماسک

۱-۲-۱-نانوذرات

طی چند دهه گذشته، بهره‌گیری از نانوذرات در کاربردهای علمی خاص و نانوفناوری مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. آن‌ها توانسته‌اند به کمک این فناوری گامی در پیش‌برد شاخه‌های مختلف علمی و کاربردی بردارند. نانوذرات بدلیل داشتن اندازه کوچک، می‌توانند سطح بسیار زیادی را در حجم کم فراهم‌کنند و خواص فیزیکی و شیمیایی بسیار قوی را ایجاد کنند. در بین نانوذرات، تقریباً تمام اکسیدهای فلزی خاصیت ضدباکتری دارند. به‌عنوان مثال می‌توان به ویژگی ضدقارچی توسط نانوذرات تیتانیوم دی اکسید اشاره کرد [۱۰و۱۱]. نانوساختارها قادر به بهبود خواص فیزیکی منسوجات معمولی در زمینه‌هایی مانند خواص ضدمیکروبی، دفع آب، مقاومت در برابر چرک، ضدالکتریسیته ساکن، ضدمادون قرمز و ضدآتش، رنگ‌پذیری، ثبات رنگی و مقاومت مواد نساجی هستند. فعالیت‌های ضدباکتری نانوذرات به اندازه، غلظت، سطح مخصوص ذرات و همچنین به خصوصیات شیمی فیزیکی نانوذرات و نوع باکتری‌ها وابسته است[۱۲و ۱۳و۱۴]. تحقیقاتی

نیز برای بهبود کیفیت ماسک صورت موجود در بازار با پوشش نانوذرات برای محافظت در برابر عوامل عفونی انجام شده است[۱۵]. نانوذرات نقره توانسته است در زمینه‌های مختلفی از جمله تولید پارچه‌های رسانا، محافظت در برابر پرتوهای پرانرژی فرابنفش و خواص ضدمیکروبی در برابر باکتری‌های مختلف و همچنین ضدقارچ‌ها، جایگاه مهمی را درمقایسه با سایر نانوذرات به خود اختصاص دهد[۱۶]. علاوه‌براین، نانوذرات مس پتانسیل کاربردهای ضدباکتری را دارند و از این نانوذرات به عنوان عامل ضدمیکروبی برای ماسک جراحی استفاده می‌شود[۵]. استفاده‌های جدید از مس یا ترکیبات بر پایه مس در برنامه‌های مرتبط با سلامتی در حال بررسی و یا اجرا هستند. یکی از موارد کاهش انتقال عوامل بیماری‌زا در بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها و خانه سالمندان و ساختن سطوح سخت بیمارستان مانند دستگیره‌های در، پایه‌های تخت‌وخواب و ساختن سطوح نرم بیمارستان مانند ملحفه، روپوش بیمار، لباس خواب بیمار و لباس پرستار از منسوجات ضدباکتری آغشته به مس و ضدعفونی پارچه‌های آلوده با استفاده از ماده ضدباکتری بر پایه مس است. اخیراً نشان داده شده است که پارچه‌های آغشته به مس کنه‌کش هستند و برای پیشگیری از عفونت ناشی از قارچ پا می‌توان از جوراب‌های آغشته به مس استفاده کرد. به طور مشابه، استفاده از اکسید مس برای پانسمان زخم در کاهش آلودگی زخم نتایج بسیار خوبی را در انسان نشان داده است. یک کاربرد دیگر مس به دلیل خاصیت ویروس‌کش قوی آن استفاده از آن در دستگاه‌های تصفیه است که می‌تواند ویروس‌های موجود در محلول‌های آلوده را غیرفعال کند. ظرفیت اشباع مس در محصولات نساجی مختلف، لاتکس و سایر مواد پلیمری امکان تولید تجهیزات حفاظتی شخصی مانند دستکش، ماسک جراحی و روپوش-های یکبار مصرف با خواص ضدمیکروبی و ضدویروسی برای محافظت از پرسنل آزمایشگاهی که در معرض عوامل بیماری‌زا هستند را فراهم می‌کند [۱۷]. درواقع نانوذرات فلز، مانند نقره و مس می‌توانند به عنوان مخازنی برای فیلتراسیون کنترل شده عمل کند و برای به دام انداختن ویروس مفید باشد. نشان داده شده است که نانوذرات می‌توانند از طریق غشای سلول نفوذ کرده و اتصال ویروس را مهار کنند. گزارش‌های اخیر بیانگر آن است که از دی‌اکسیدتیتانیوم و یون نقره برای ضدعفونی خیابان‌های میلان استفاده شده است. همچنین در تحقیقی بیان شده است که فسفات‌های کلسیم که به دلیل زیست‌سازگاری و سمی نبودن برای انسان به عنوان مواد زیستی برای مواد ماسک بطور گسترده‌ای استفاده می‌شود، معمولاً فعالیت‌های ضدباکتری ضعیفی از خود نشان می‌دهد. بنابراین فسفات کلسیم را با نانوذره نقره ترکیب می‌کنند، از آنجایی‌که به عنوان مواد ضدباکتری ماسک‌های فیلتر، مواد ماسک هم به فیلتراسیون خوب و هم عملکرد ضدباکتری به طور همزمان نیاز دارد، مواد ضدباکتری ماسک فیلتر نیاز به طراحی ساختار متخلخل با منافذ قابل نفوذ نیاز دارد. به عبارتی دیگر نقره-کلسیم فسفات می‌تواند تنفس را راحت‌تر کند و خاصیت ضدباکتری خوبی ایجاد کند [۱۸و ۱۹]. در مورد بررسی تأثیر عملیات نانویی (عمل توسط مواد نانو کاربردی مانند نانوذرات) بر روی ماسک-های N95و جراحی که تحت واکنش‌های ترموفیزیولوژیک و عدم راحتی قرار گرفته‌اند، گزارش شده است. آن‌ها گزارش کردند که ضربان قلب افرادی که از ماسک‌های جراحی تحت عمل نانو استفاده می‌کنند، بطور قابل‌توجهی پایین‌تر است و دمای سطح خارجی ماسک‌های جراحی تحت عمل با نانو بالاتر از ماسک‌های N۹۵ بود. ماسک‌های جراحی تحت عمل با نانو می‌توانند عملکردهای محافظتی دیگری را در جلوگیری از نفوذ ذرات و فعالیت‌های ضدباکتری فراهم کنند[۲۰].

۱-۲-۲-اسیدهای آلی

مورد دیگر اسیدهای آلی است که محیط‌هایی بر پایه اسید مانند اسیدسیتریک باعث غیرفعال شدن و تجمع خوشه‌های گلیکوپروتئین هموگلوتینین در غشای ویروس می‌شوند، بنابراین ویروس قادر به ورود به سلول نیست. استفاده از اسید سیتریک به عنوان پوششی در لایه خارجی ماسک‌های جراحی از اوایل سال ۱۹۸۹ ثبت شد و در حال حاضر به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک مثال کلیدی ماسک جراحی N۹۵ است که اولین ماسکی بود که به عنوان ماسک ضدمیکروبی در سال ۲۰۰۹ دریافت کرد و با اسید سیتریک لایه پلی‌استر خارجی را پوشش داد[۸]. در یک مطالعه‌ای فیلترها به منظور ایجاد خواص ضدویروسی توسط پلی (اتیلن ایمین) (PEI) اصلاح شیمیایی شدند. انتخاب پلی‌اتیلن‌ایمین برای فیلتراسیون ویروس با این واقعیت ایجاد شد که پلی‌اتیلن‌ایمین به عنوان یک عامل انتقال مؤثر برای کاربرد تحویل ژن با سمیت سلولی کم شناخته شده است[۲۱].

۱-۲-۳-عصاره‌های‌طبیعی

علاوه بر موارد ذکر شده عصاره‌های ضدمیکروبی حاصل از محصولات طبیعی به‌دلیل فعالیت ضدمیکروبی بالا، سمیت کم، قیمت پایین و سازگار با محیط‌زیست به عنوان ماده ضدمیکروبی برای فیلترهای هوا به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. سمیت میکروبی عصاره‌های فرآورده‌های طبیعی بطورکلی از نظر فلاونوئیدهای موجود در آن‌ها معتبر است که میکروب‌ها را از طریق آسیب به

عملکرد غشای سلول و مهار DNA از بین می‌برد. عصاره‌های گیاهی بر روی سطوح فیلتر پلیمری الیافی برای خواص ضدمیکروبی پاشیده شده و فیلتر با پوشش عصاره گیاهی فعالیت ضدمیکروبی خوب نشان می‌دهد. با این وجود، دوام عصاره‌های محصول طبیعی هنوز نگران کننده است، زیرا وقتی صحبت از یک کاربرد واقعی می‌شود، ممکن است اثر ضد باکتری تحت تأثیر دما قرار گیرد یا به‌دلیل یک فرآیند اکسیداسیون طبیعی تخریب شود پس این را می‌توان با مواد ضدمیکروبی غیرطبیعی تکمیل کرد [۱].
همه‌گیری‌های ویروسی اخیر مشاهده شده در جهان نشان می‌دهدکه نیاز واقعی برای محافظت در برابر بیماری‌های ویروسی نوظهور وجود دارد. در بیشتر موارد، روش‌های محافظت متداول مانند استفاده از ماسک‌ها مؤثر نیستند زیرا اندازه منافذ ماده فیلتر برای اجازه دادن حذف ویروس بیش از حد بزرگ است. پلی فنول‌ها متابولیت‌های ثانویه هستند که توسط گیاهان تولید می‌شوند. آن‌ها چندین نقش اساسی در فیزیولوژی گیاه، مانند دفاع در برابر گیاهان و حیوانات بیماری‌زا و به عنوان پاسخ به شرایط مختلف تنش عوامل فیزیکی محیط دارند. بسیاری از خواص خوب پلی‌فنول بر روی ارگانیسم‌های انسان (عمدتاً به عنوان آنتی-اکسیدان ، ضد حساسیت، ضد التهاب، ضد سرطان، ضد فشار خون، ضد باکتری، ضد قارچ و ضد ویروس) قبلاً برجسته شده است. کاتچین فلووان ، یک مولکول پلی‌فنول متعلق به خانواده فلاونوئیدها است. فقط تعداد کمی از مطالعات ترکیبات پلی‌فنول را به منظور معرفی خواص ضدمیکروبی به دستمال مرطوب یا ماسک توصیف می‌کنند. اختراعات ثبت شده ۵۸۸۸۵۲۷ ایالات متحده و ۵۷۴۷۰۵۳ تهیه ماسک ضدویروسی آغشته به آنتی‌اکسیدان‌های پلی فنولیک چای (کاتچین و تئافلاوین) را توصیف می‌کند که ویروس‌ها را غیرفعال می‌کند (با مهار تکثیر ویروس و خراب کردن خواص فیزیکی غشای ویروس)[۲۲]. یکی از منبع گیاهی برگ اوکالیپتوس است که علاوه بر رنگرزی رضایت بخش کالای پنبه‌ای، ابریشمی و پشمی، به آنها خاصیت جذب ضدمیکروبی نیز می‌بخشد[۲۳].

۱-۲-۴-اِن-هالامین‌ها

ماده ضدمیکروبی دیگر اِن-هالامین‌ها هستند که در شکل ۱ ساختار اِن-هالامین نشان داده شده است. در چند دهه گذشته تعداد مختلفی از اِن-هالامین‌ها توسعه یافته و برخی از آن‌ها تجاری شده‌اند. دانشمندان و مهندسین بر روی کاربردهای مختلف اِن-هالامین از جمله: تصفیه آب، تصفیه هوا، محصولات نساجی، محصولات پزشکی و بهداشتی، رنگزاها، مواد سیلیس و سایر کاربردها مطالعه کردند. اِن-هالامین‌ها به‌دلیل اینکه پایداری و ثبات طولانی مدت دارند و آسیب زیادی به محیط‌زیست نمی‌رسانند یکی از مؤثرترین مواد ضدمیکروبی در برابر طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و مخمرها هستند. تحقیقات نشان داده است که به دلیل تفاوت در مکانیسم و کارایی، اِن-هالامین و آمونیوم چهارگانه یا پیریدینیوم وقتی با هم به عنوان یک واحد کامپوزیتی ادغام می‌شوند، اثر هم‌افزایی دارند. باور بر این است که مکان کاتیونی آمونیوم چهارگانه یا پیریدینیوم، باکتری آنیونی را به مکان قدرتمند اِن-هالامین متصل می‌کند و از این رو به از بین بردن تماس کمک می‌کند. به‌طورکلی واحد کامپوزیت شامل یک مرکز کاتیونی و یک مکان اِن-هالامین است [۱۹و۲۴و۲۵]. دانشمندان و مهندسین بر روی کاربردهای مختلف اِن-هالامین از جمله: تصفیه آب، تصفیه هوا، محصولات نساجی، محصولات پزشکی و بهداشتی، رنگزاها، مواد سیلیس و سایر کاربردها مطالعه کردند[۲۴].

۱-۲-۵- سایر مواد

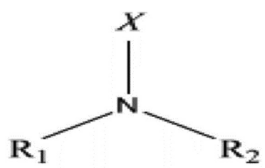
علاوه بر موارد ذکر شده در بالا، الکل‌ها، کلر و ترکیبات کلر، فرمالدهید، ترکیبات فنلی، گلوتارآلدهید، ارتوفنالدهید، پراکسید هیدروژن، یدوفورها، ترکیبات آمونیوم چهارگانه، پراستیک اسید، بیگوانیدها، ترکیبات برمین، نمک‌های نقره، نمک‌های مس و اسیدها نیز از جمله ویروس‌کش‌های معروف می‌باشند[۲۶].

۱-۳- روش‌های ضدمیکروبی ماسک‌های جراحی

برای آگاهی از تأثیر مکانیسم فیلتراسیون ماسک‌ها (ماسک N95 و ماسک جراحی)، پنج روش ضدمیکروبی با یکدیگر مقایسه شد:

۱) ضدمیکروبی با حرارت خشک در آون
۲) ضدمیکروبی با اسپری الکل
۳) ضدمیکروبی با حرارت مرطوب با بخار
۴) ضدمیکروبی با درجه حرارت و فشار بالا
۵) ضدمیکروبی با فرابنفش.

نتایج نشان داد که ضدمیکروبی با حرارت خشک (گرمایش در دمای ۷۰ درجه‌سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه) کمترین تأثیر را در آسیب رساندن به مکانیسم فیلتر دارد و می‌توان اثر فیلتر را بالای ۹۵٪ حفظ کرد. روش ضدمیکروبی اسپری



شکل(۱) ساختار کلی یک ترکیب اِن_هالامین. R1 و R2 H، X=
گروه غیر آلی یا گروه آلی و X= Cl، Br یا I [۲۴]

الـکل روی ماسـک باعـث از بیـن رفتـن جـذب الکترواسـتاتیک ماسـک می‌شـود و همچنیـن باعـث می‌شـود کـه راندمـان فیلتـر ماسـک بـه زیـر ۹۵٪ برسـد. روش‌هـای دیگـر ماننـد روش حـرارت مرطـوب بـا بخـار و روش‌هـای اسـتریلیزه کـردن بـا فشـار و دمـای بـالا نیـز باعـث کاهـش کارایـی فیلتـر ماسـک بـه کمتـر از ۹۵٪ شـد. علاوه‌برایـن، روش دمـا و فشـار بـالا باعـث تغییـر زیـاد شـکل ماسـک نیـز می‌شـود. ویـروس جدیـد کرونـا بـه اشـعه فرابنفـش حسـاس اسـت و ضدمیکروبـی فرابنفـش بـر کارایـی فیلتراسـیون ماسـک جراحـی تأثیـری نـدارد. بـا ایـن حـال، اثـر غیرفعال‌سـازی ویروس‌هـا در الیـاف ماسـک، کـه بـه طـور مسـتقیم قابـل مشـاهده نیسـت، ناشـناخته اسـت بنابرایـن ایـن روش توصیـه نمی‌شـود [۲۷]. ایـن روش نمی‌توانـد ذرات ویروسـی کوچکتـر داخـل فیلتـر را غیرفعـال کنـد، ولـی ذراتـی کـه انـدازه بزرگتـری دارنـد و بـر روی سـطح باقـی بماننـد را می‌توانـد از بیـن ببـرد. عـلاوه بـر ایـن در ایـن روش چـون تابـش فقـط توسـط بالاتریـن سـطح جـذب می‌شـود نیـازی بـه اسـتفاده از چندیـن لایـه ماسـک نیسـت و بـر روی ماسـک‌های یـک لایـه قابـل اسـتفاده اسـت. عیـب ایـن روش ایـن اسـت کـه پرتـو فرابنفـش بـر مقاومـت مکانیکـی برخـی از ماسـک‌ها تأثیـر می‌گـذارد[۲۸]. همچنیـن ایـن ویـروس بـه گرمـا نیـز حسـاس اسـت. بـا حـرارت دادن بـه مـدت ۳۰ دقیقـه در دمـای ۵۶ درجـه سـانتیگراد می‌تـوان ویـروس جدیـد کرونـا را غیرفعـال کـرد. بنابرایـن اسـتریلیزه کـردن بـا حـرارت خشـک (بـا حـرارت ۷۰ درجـه سـانتیگراد بـه مـدت ۳۰ دقیقـه) می‌توانـد بـدون تأثیـر بـر عملکـرد محافظتـی ماسـک، ویـروس را غیرفعـال کنـد. بـا ایـن حـال، اینکـه چنـد بـار ضدمیکروبـی کننـده اثـر محافظتـی ماسـک را تحـت تأثیـر قـرار می‌دهـد، قطعـی نیسـت. در تحقیقـی نشـان داده شـد کـه ماسـک‌های جراحـی می‌تواننـد بـا اسـتفاده از روش زیـر ضدمیکروبـی شـوند:

پـس از اسـتفاده از ماسـک آن را بـا کیسـه‌های فریـزر خانگـی بسـته‌بندی کـرد و بـه مـدت ۳۰ دقیقـه بـا سشـوار برقـی خانگـی تحـت عمـل قـرار داد. پـس از آن می‌تـوان دوبـاره از ماسـک اسـتفاده کـرد. ایـن روش بـر اثـر نگهـداری فیلتـر اصلـی ماسـک تأثیـر نمی‌گـذارد و ویروس‌هـای آلـوده را غیرفعـال می‌کنـد[۲۷]. در یـک روش دیگـر از بخـار پراکسـید هیـدروژن ۳۵٪ بـرای فرآینـد ضدعفونـی ماسـک اسـتفاده کردنـد [۲۹].

۱-۴ ارزیابی خصوصیات ماسک‌های جراحی

درمـورد ارزیابـی خصوصیـات ماسـک‌های جراحـی می‌تـوان گفـت کـه دو ویژگـی راندمـان بـه دام انـدازی ذرات و افـت فشـار از خصوصیـات حائـز اهمیـت فیلترهـا اسـت کـه ماسـک‌های جراحـی نیـز در دسـته فیلترهـا قـرار می‌گیرنـد.

۱-راندمـان بـه دام‌انـدازی ذرات یـا قابلیـت فیلتراسـیون ذرات بـا اندازه‌هـای مختلـف گفتـه می‌شـود. بـه عنـوان مثـال در ماسـک‌های جراحـی، N95 و FFP2 راندمـان بـه دام انـدازی ذرات ۰/۳ میکـرون ۹۵ ٪ اندازه‌گیـری می‌شـود.

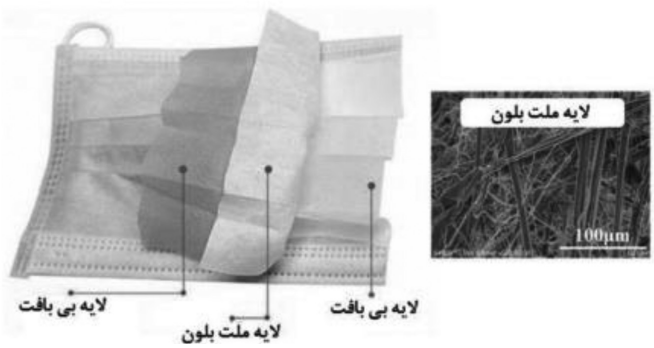
۲ -افـت فشـار بـه کاهـش فشـار هـوا قبـل و بعـد از عبوردهـی هـوا از ماسـک جراحـی گفتـه می‌شـود و امـکان عبـور جریـان هـوا از ماسـک جراحـی فراهـم می‌کنـد. افـت فشـار بـالا در واقـع باعـث افـت در تنفس‌پذیـری ماسـک شـده و مطلـوب نخواهـد بـود. طبـق اسـتانداردهای مرتبـط بـا فیلترهـا و ماسـک‌های جراحـی، جهـت سـنجش و ارزیابـی افـت فشـار و راندمـان بـه دام انـدازی ذرات از دسـتگاه‌های تسـت فیلتـری (ماسـک) مطابـق بـا معیارهـای اسـتانداردها اسـتفاده می‌شـود[۳۰].

۱-۵ ساختار ماسک‌های جراحی

ساختار ماسک‌های جراحی در شکل ۲ نشان داده شده است.

در ماسـک‌های جراحـی یـک لایـه پارچـه بیـن دو لایـه بانـد بی‌بافـت قـرار می‌گیـرد. پارچه‌هـای بی‌بافـت راندمـان فیلتراسـیون باکتـری و نفوذپذیـری هـوای بهتـری دارنـد در حالیکـه نسـبت بـه پارچـه بافتـه شـده کمتـر لغزنـده اسـت. ایـن مـاده معمـولاً از پلی‌پروپیلـن یـا ترکیـب بـا پلی‌اتیلـن یـا پلی‌اسـتر سـاخته می‌شـود[۳۱].

درجـه بالایـی از بـازده فیلتراسـیون بـا یـک لایـه فیلتـر بسـیار ظریـف از الیـاف نسـاجی پوشـانده شـده در هـر دو طـرف بـا پارچه‌هـای بی‌بافـت معمولـی بدسـت می‌آیـد. ضخامـت لیـف کمتـر از ۱ تـا ۱۰ میکرومتـر اسـت. پلی‌پروپیلـن، پلـی اسـتایرن، پلی‌کربنـات، پلی‌اتیلـن، پلی‌اسـتر و غیـره بـرای تولیـد ماسـک جراحـی مناسـب هسـتند. جـدا از انتخـاب لیـف، کارایـی فیلتراسـیون ماسـک‌های صـورت جراحـی بـه روش سـاخت، سـاختار وب، شـکل سـطح مقطـع الیـاف و تغییـر آن بسـتگی دارد[۳۲]. ماسـک‌های جراحـی می‌تواننـد چانـه، بینـی و دهـان فـرد را پوشـش دهنـد و بـه عنـوان یـک مانـع در برابـر جـذب مـواد عمـل می‌کننـد و از انتقـال عفونـت بیـن مصرف‌کننـدگان جلوگیـری می‌کننـد. ایـن نـوع ماسـک‌ها بـا توجـه بـه اسـتاندارد اروپـا تنظیـم می‌شـوند و بـه ماسـک‌های جراحـی نـوع I ، II و II R طبقه‌بنـدی می‌شـوند کـه مقایسـه آن‌هـا بـر اسـاس مقاومـت در برابـر تنفـس، کارایـی فیلتراسـیون باکتریایـی،



شکل(۲) ساختار ماسک‌های جراحی [۶]

جدول(۱) الزامات ماسک جراحی تعریف شده در EN 14683: 2019 + AC: 2019[۳۳]

ماسک جراحی نوع II R	ماسک جراحی نوع II	ماسک جراحی نوع I	آزمایش
≥98	≥98	≥95	کارایی فیلتراسیون باکتریایی(٪)
<60	<40	<40	مقاومت در برابر تنفس(Pa/cm^2)
≥16	نیازی نیست	نیازی نیست	مقاومت در برابر پاشش(kPa)
≤30	≤30	≤30	پاکیزگی میکروبی(cfu/g)

پاکیزگی میکروبی و مقاومت در برابر پاشش است که در جدول ۱ نشان داده شده است. ماسک جراحی برای بیماران و کارکنان بهداشت و درمان توصیه می‌شود. ماسک جراحی نوع I از انتقال عفونت از افراد بیمار جلوگیری می‌کند و معمولاً به بیماران توصیه می‌شود. نوع II و II R از انتقال عفونت از افراد بیمار به فرد دیگر جلوگیری می‌کند و هم‌چنین افراد را از قطرات آلوده محافظت می‌کند. نوع II و II R برای کارگران مراقبت‌های بهداشتی توصیه شده است و استفاده از نوع II R در اتاق‌های عمل به شدت توصیه می‌شود. ماسک‌های جراحی همچنین برای افراد بالای ۶۰ سال، افرادی که سیستم ایمنی ضعیف دارند و بیش از یک بیماری دارند توصیه می‌شود. آن‌ها همچنین در محیط‌های شلوغ و مکان‌هایی که رعایت فاصله اجتماعی غیرممکن است توصیه می‌شود، اما بطور معمول، ماسک‌های جراحی برای کارکنان مراقبت‌های بهداشتی و افراد آسیب‌پذیر اختصاص داده می‌شود[۳۳].

۱-۶- آزمون‌های فیلترهای ماسک‌های جراحی

آزمون فیلترها که درمورد ماسک‌های جراحی انجام می‌شود شامل موارد زیر است:

۱-۶-۱-کارایی

برای شناسایی فیلترهای مناسب انجام تست کارایی لازم است. هر فیلتر دارای یک قابلیت ربایش یا راندمان است. کارایی فیلتراسیون آئروسل، به شرح معادله ۱ تعریف می‌شود که در آن Cup و Cdown غلظت آئروسل قبل و بعد از عبور از محیط فیلتراسیون است[۳۴و ۳۵].

معادله ۱: $$\eta = 1 - \frac{C_{down}}{C_{up}}$$

۱-۶-۲-نفوذپذیری فیلتر (تخلخل)

نفوذپذیری فیلتر برابر با حاصل تفریق راندمان از عدد یک می‌باشد و با P نشان می‌دهند. واحد آن درصد می‌باشد. فرمول آن بصورت معادله ۲ است که در آن N1 تراکم ذرات قبل از فیلتر وN2 تراکم ذرات بعد از فیلتر است.[۳۴]

معادله ۲: $$P = 1 - E = \frac{N2 \times 100}{N1}$$

۱-۶-۳-دانسیته فشردگی لیف

دانسیته فشردگی لایه نانوالیاف از معادله ۳ بدست می‌آید:

معادله ۳ : $$\alpha = \frac{W}{\rho_f \times Z}$$

که در آن W وزن اولیه لایه نانوالیاف، pf دانسیته‌ی پلیمر و مقدار آن ۱/۱۸۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب برای پلی‌اکریلونیتریل و Z ضخامت لایه نانوالیاف است. [۳۵].

۱-۶-۴-افت فشار

مقاومت یا افت فشار در یک فیلتر حاصل اثر مقاومت هر لیف در برابر جریانی است که از آن عبور می‌کند. افت فشار یک فیلتر تابع نیروی نگهدارنده‌ای است که در اثر وجود تمامی لیف‌ها و طرز قرار گرفتن آن‌ها در فیلتر بوجود می‌آید. افت فشار نسبت مستقیم با ضخامت فیلتر و نسبت معکوس با قطر الیاف دارد و بهترین فیلتر باید حداقل افت فشار را داشته باشد. از مقاومت تنفسی برای تعیین مقاومت جریان هوا از طریق ماسک جراحی استفاده می‌شود. ماسک جراحی در معرض کنترل جریان هوا قرار می‌گیرد. اختلاف فشار جریان هوای ورودی و خروجی نمونه اندازه‌گیری می‌شود. اختلاف فشار به سطح (در سانتی‌متر مربع) نمونه تقسیم می‌شود. مقاومت تنفسی کمتر نشان‌دهنده سطح راحتی بهتری برای مصرف‌کننده(بیمار و متخصصان مراقبت‌های بهداشتی) است. این بدان معنا است که تنفس از طریق ماسک صورت جراحی توسط مصرف‌کننده راحت‌تر است و در هنگام تنفس، ماسک جراحی شکل خود را به روشی بهتر حفظ خواهد کرد[۳۴و۳۶].

در واقع افت فشار فیلتراسیون یکنواخت تابعی از ویسکوزیته هوا، ضخامت محیط فیلتراسیون، سرعت، قطر متوسط لیف و دانسیته فشردگی لیف است که بصورت معادله ۴ ارائه می‌شود:

معادله۴: $$\Delta P = f(\alpha) U_0 \mu Z / {d_f}^2$$

که در اینجا، f (a تابعی از دانسیته فشردگی لیف است و بر اساس نظریه‌های مختلف اشکال مختلفی دارد. مشهورترین همبستگی برای محاسبه f (a همبستگی تجربی است که به

شرح معادله ۵ است: [۳۵].

معادله۵:
$$f(\alpha) = 64\alpha^{\frac{3}{2}}(1 + 56\alpha^3)$$

معیار بسیار مفید برای مقایسه فیلترهای گوناگون با ضخامت‌های مختلف، فاکتور مرغوبیت یا فاکتور کیفیت می‌باشد[۲۷]. فاکتور کیفیت، نسبت بین بازده فیلتراسیون آئروسل و افت فشار به‌صورت معادله ۶ تعریف شده است:

معادله۶:
$$QF = \frac{-\ln(1-\mu)}{\Delta P}$$

یک محیط فیلتراسیون با راندمان فیلتراسیون بیشتر یا افت فشار کمتر، دارای فاکتور کیفیت بالاتری است. فاکتور کیفیت برای یک محیط فیلتراسیون با توزیع اندازه لیف از ضخامت مستقل است، که در آن a و df می‌توانند از عوامل مهم در نظر گرفته شوند[۳۵].

۱-۶-۶-اشتعال‌پذیری

در اتاق عمل بسیاری از منابع احتراق احتمالی وجود دارد از جمله لیزرهای جراحی، واحدهای الکترو جراحی، الیاف نوری آندوسکوپی و دستگاه‌های الکتروپزشکی با انرژی بالا. در صورت استفاده از انرژی گرمایی با شدت بالا، به‌ویژه در حضور سطح اکسیژن بالا، مواد استفاده شده می‌سوزد. از این رو آزمایش قابل اشتعال برای ماسک‌های جراحی ضروری است [۳۶].

۱-۶-۷-بازده فیلتراسیون باکتریایی (BFE)

این روش آزمون برای اندازه‌گیری کارایی فیلتراسیون باکتریایی ماسک‌های جراحی با استفاده از استافیلوکوکوس اورئوس به عنوان ارگانیسم چالش طراحی شده است. میانگین اندازه ذرات آئروسل باکتریایی مورد استفاده در این آزمایش طبق مشخصات ASTM در۳±۰/۳میکرومتر نگه داشته می‌شود. درصد بازده فیلتراسیون باکتری بالاتر نشان‌دهنده سطح محافظت بهتر بیمار و متخصصان مراقبت‌های بهداشتی در برابر انتقال بیماری است[۳۶].

۱-۷- تحقیقات در زمینه روش‌های ضدویروسی و ضدمیکروبی ماسک

روش‌هایی برای طراحی ماده ماسک برای از بین بردن ویروس‌ها انجام شد که فقط در طول بیماری همه‌گیر کووید ۱۹ نبود. در سال ۲۰۱۷ چوی و همکارانش طرحی را برای فیلتر ماسک ضدویروسی منتشر کردند. آن‌ها از لایه حاوی سدیم کلراید برای فیلتر میانی ماسک جراحی استفاده کردند. برای فیلتر ماسک، چوی تصمیم گرفت از نمک استفاده کند. او و همکارش فیلتر نمک را در برابر دو نوع ویروس آنفلوانزای H1N1 و یک نوع H5N1 بر روی موش‌ها در آزمایشگاه، موردآزمایش قرار دادند. آن‌ها ابتدا میزان ویروس‌های حذف شده از روی فیلتر نمک و فیلتر بدون نمک را محاسبه کردند. موش‌هایی که فیلتر ماسک نمک داشتند کمتر به ذرات ویروسی آلوده شدند و زنده مانده بودند، درحالیکه موش‌هایی که بدون پوشش فیلتر بودند، از بین رفتند. در مطالعات این فرآیند، چوی می‌گوید بیشتر این ویروس‌ها در۳۰ دقیقه از بین رفته‌اند. چوی می‌خواست از فیلتر نمک کووید ۱۹ نیز استفاده کند و به دنبال بودجه برای آزمایش پوشش صورت با فیلتر نمک در یک مطالعه آزمایشی شامل بیماران مبتلا به کووید ۱۹و کارمندان خدمات درمانی بود. برخی از محققان محصولی شبیه برچسب را پیشنهاد می‌دهند که می‌تواند به سطح پایین ماسک‌های صورت اضافه شود یا پوشش صورت که بیماران می‌توانند استفاده کنند. امید آن‌ها این است که وقتی یک فرد مبتلا به عفونت در ماسک عطسه یا سرفه می‌کند، مواد ضدویروسی موجود در لایه با قطرات ارتباط برقرار می‌کند و در ساختار ویروس اختلال ایجاد می‌کند، بنابراین اگر حتی چند آئروسل اندازه قطرات باشد از طریق ماسک حذف شده و آن‌ها بی‌خطر می‌شوند [۳۷].

از آنجایی‌که کاربرد آمونیوم چهارگانه به عنوان پوشش ماسک صورت و ماسک قابل استفاده مجدد بیان شده است و پلیمرهای آمونیوم کاتیونی نیز مورد مطالعه قرار گرفته است[۱]، در هند، محققی به همراه همکارانش از مرکز ملی علوم زیستی، مستقر در مؤسسه بنگلور، از قدرت ضدمیکروبی نمک‌های آمونیوم چهارگانه برای حمله به ویروس کرونا استفاده کردند. این نمک‌ها می‌توانند علیه همه ویروس‌هایی که غشای چربی دارند، مانند کروناویروس سندرم حاد تنفسی۲ کار کنند. این مولکول‌ها با غشاء برهم‌کنش ایجاد می‌کنند و آن‌ها را متلاشی می‌سازند. نمک‌های حاوی نیتروژن با بار مثبت می‌توانند با یون‌های بار منفی بر روی غشای ویروس برهم کنش داشته باشند هم‌چنین دم‌های هیدروکربن چرب است که می‌تواند به داخل پوسته فشار وارد کند و در غشاها اختلال ایجاد کند. آن‌ها پنبه را با نمک آمونیوم چهارگانه با بهترین عملکرد آغشته کردند. در تست‌های آزمایشگاهی، پارچه‌های تحت عملیات، ٪۹۹/۹۹ ویروس‌هایی مانند کروناویروس سندرم حاد تنفسی۲ و آن‌هایی که باعث ایجاد آنفلوانزا در هنگام تماس می‌شوند را کشت[۳۷].

در گزارشی با استفاده از (دترجنت) هیپوکلریت سدیم، همزمان با دترجنت در ماشین لباسشویی با دمای ۲۰-۲۳ درجه‌سانتی‌گراد توانسته‌اند کاهش حداقل۴ لگاریتمی برای ویروس‌های آدنوویروس نوع ۴۱، هپاتیت A و روتاویروس SA 11

در نمونه پارچه‌های آلوده ایجاد کنند درصورتی‌که شستشو با آب و دترجنت کاهش ۲-۱ لگاریتمی برای این ویروس‌ها پدید می‌آورد که می‌تواند انتقال این ویروس‌ها را از طریق لباس، ملافه، پتو و غیره و حتی از طریق آب سطوح غیرمتخلخل خروجی از ماشین لباسشویی را ایجاد نماید[۳۸].

۱-۸-مطالعات انجام شده

تا به حال تحقیقات زیادی در زمینه ضدویروسی و ضدمیکروبی ماسک‌ها انجام شده است که از جمله می‌توان به تحقیق بورکو و همکارانش در سال ۲۰۱۰ اشاره کرد که آن‌ها نشان دادند که اشباع اکسید مس بر روی ماسک‌های جراحی N95 (ماسک‌هایی که ٪۹۵ از ذرات ۰/۳ میکرونی را فیلتر می‌کنند)، علاوه بر داشتن خاصیت فیلتراسیون، خواص ضد آنفلوانزای قوی بدون تغییر در خواص فیزیکی محافظ در آن‌ها ایجاد می‌کنند و ماسک‌های آغشته به اکسید مس بیش از ٪۹۹/۸۵ از ویروس‌های معلق در هوا را تصفیه می‌کنند، همچنین یافته‌ها نشان داد که ماسک پوشیده شده با مس برای پوست حساسیتی ایجاد نمی‌کند و سمی نیست و استفاده از ماسک‌های ضد باکتری ممکن است به میزان قابل توجهی خطر آلودگی دست یا محیط و در نتیجه عفونت بعدی که به دلیل کنترل نامناسب و ماسک‌های یکبار مصرف ایجاد شده را کاهش دهد[۵].

در یک تحقیقی یک سیستم غیرفعال‌سازی ویروس ساده اما کارآمد را با بهره‌برداری از تبلور مجدد نمک که به طور طبیعی اتفاق می‌افتد را گزارش کردند. استراتژی آنها این بود که سطح لایه فیلتراسیون الیافی را در ماسک‌ها با یک فیلم نمکی مداوم برای غیرفعال سازی ویروس از طریق دو فرآیند متوالی اصلاح کنند: ۱) نمک توسط آئروسل‌های ویروسی حل شود و ۲) اشباع و تبلور مجدد نمک ناشی از تبخیر باشد. یافته‌های آن‌ها نشان داد ویروس‌های روی فیلترهای روکش شده با نمک، در مقایسه با فیلترهای بدون روکش، از بین رفتن سریع ویروس را نشان می‌دهند. فیلترهای نمک‌دار در غیرفعال‌سازی ویروس‌های آنفلوانزا بسیار مؤثر بودند. نتایج آنها می‌تواند در بدست آوردن یک دستگاه پیشگیری از پاتوژن‌های موجود در هوا با طیف گسترده‌ای در آماده‌سازی برای همه‌گیری بیماری‌های تنفسی استفاده شود[۳۹].

دومبیا و همکارانش خواص ضد میکروبی ماسک‌های صورت را مورد بررسی قرار دادند. آنها برای تهیه ماسک از پارچه‌های پنبه-ای با ویژگی‌های خاص پس از چند مرحله شستشو استفاده کردند و برای بررسی خاصیت ضد میکروبی منسوج از رنگزا طبیعی ان‌گالاما که معمولاً خاصیت ضد باکتری دارد استفاده کردند. بطورکلی ماسک‌های تهیه شده با پارچه پنبه‌ای عمل شده یا نشده و شسته شده یا نشده اثر محافظتی با بازده ۱۰۰٪، پس از اسپری با آئروسل جریان سدیم کلرید و آئروسل بر پایه باکتری‌ها را نشان داد. نتایج نشان داد اضافه کردن ان گالاما بر پارچه این امکان را ایجاد می‌کند که تعدادی از باکتری‌های روی سطح خارجی ماسک‌ها تا ۳۳٪ کاهش پیدا کند. از این دیدگاه، تعیین حداقل غلظت مهاری (MIC) محصول روی مخلوط باکتری گرم مثبت و گرم منفی، ما را قادر به تعیین مقدار ان گالاما روی هر ماسک برای کاهش خطر آلوده شدن به باکتری که می‌توانند مدت‌ها روی ماسک زنده بمانند می‌کند[۴۰].

یک تحقیقی با هدف مطالعه تولید مواد ضدباکتری بر پایه پلی‌اکریلونیتریل برای کاربردهای مهم در ماسک‌های محافظ صورت برای مبارزه با عوامل بیماری‌زای موجود در هوا انجام شد. برای دستیابی به خواص ضد باکتری، از نوعی اِن-هالامین در نانو الیاف پلی‌اکریلونیتریل با استفاده از تکنیک الکتروریسی برای تشکیل نانو الیاف پلی‌اکریلونیتریل/۱-کلرو-۲،۲، ۵،۵-تترامتیل۴-ایمیدازولیدینون-۵٪ معرفی شده است. اثرات ضد میکروبی نانوالیاف الکتروریسی شده با این ماده در مقابل دو استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی O157: H7 در زمان‌های مختلف تماس ارزیابی شد. نتایج نشان داد پلی‌اکریلونیتریل/۱-کلرو-۲،۲، ۵،۵-تترامتیل۴-ایمیدازولیدینون-۵٪ ثبات عالی و اثرات ضدمیکروبی قوی در برابر هر دو باکتری دارد و در زمان تماس ۱ و ۱۰ دقیقه، قادر به غیرفعال کردن تمام استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی هستند و نیز می‌توانند بایوآئروسل‌های استافیلوکوکوس اورئوس را با کاهش بیش از ۶ لوگ پس از ۳ ساعت قرار گرفتن در معرض، آن را غیرفعال کند، همچنین از نفوذپذیری هوای خوبی برخوردار هستند[۴۱].

آنال و همکارانش یک تحقیقی با هدف تولید ماسک مؤثر و تنفس‌پذیر علیه ویروس با استفاده از روغن‌های ضد ویروس و گیاهی معطر انجام دادند. بدین منظور پارچه‌ی ۱۰۰٪ پنبه‌ای مطابق استانداردهای پزشکی با رنگ‌های گیاهی ضدمیکروبی از جمله کورکومین لونگا و آلیوم سیپا رنگرزی کردند تا خواص ضدویروس در برابر ویروس بسیار خطرناک و کشنده کرونا را ایجاد کنند، سپس با روغن‌های گیاهی ضد ویروس و تنفس‌پذیر تحت عمل قرار دادند و یک نوع ماسک جدید محافظ در برابر ویروس کرونا را تولید کردند و سپس زمان انتشار بو از ماسک‌های استفاده شده با ترکیب انواع روغن‌های گیاهی را مشخص کردند. نتایج حاصل از آزمایش انتشار بو نشان داد که بیشترین میزان انتشار بو با ترکیب آویشن و گل میخک حاصل شده است، همچنین آنها نتیجه گرفتند که ماسک‌های تولید شده در این آزمایش با روغن‌های گیاهی، قابل شستشو و قابل شارژ هستند [۴۲].

لی و همکارانش فعالیت ضدمیکروبی نانوذرات که متشکل از مخلوطی از نیترات نقره و دی‌اکسیدتیتانیوم بود و ماسک‌های جراحی پوشش داده شده با نانوذرات برای محافظت در برابر عوامل عفونی را ارزیابی کردند. یافته‌ها نشان داد که حداقل غلظت مهاری نانوذرات در برابر اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس به ترتیب ۱۲۸/۱و ۵۱۲/۱ است، همچنین کاهش ۱۰۰٪ اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس پس از ۴۸ ساعت در مواد ماسک پوشش داده شده مشاهده شد. سوزش پوست در هیچ یک از نمونه‌های ماسک‌های جراحی مشاهده نشد. نانوذرات هنگام استفاده به عنوان پوشش بر روی سطح لباس محافظ در کاهش خطر انتقال عوامل عفونی مؤثر بود[۴۳]. ایکابوتر و همکارانش در سال ۲۰۱۸ یک تحقیقی انجام دادند که هدف از تحقیق آنها تولید ماسک جراحی سه لایه بود که به منظور افزایش فعالیت‌های ضد باکتری و ضد سل از یک فیلتر پلی پروپیلن ملت‌بلون ارزان قیمت با استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره منگستین (MG) توسط روش پوشش اسپری استفاده کردند. کارایی فیلتراسیون باکتریایی و قابلیت تنفس به عنوان افت فشار توسط آزمایشگاه نلسون مورد بررسی قرار گرفت. سپس خاصیت ضد باکتری فیلترهای پوشش داده شده در برابر سل مقاوم در برابر چند دارو، استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی به عنوان باکتری-های نماینده بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت عصاره منگستین برای پوشش باعث افزایش قطر لیف، آب‌دوستی و افت فشار فیلترها نیز می‌شود. این مطالعه نشان داد که فیلترهای پوشش داده شده با عصاره منگستین خاصیت ضدباکتری خوبی دارند و نقش مهمی در دستیابی به ماسک صورت ضدباکتری دارند[۴۴]. هدف از مطالعه دوان کوایی و همکارانش ایجاد یک ماسک جراحی از مواد معمولی و پایدار با خاصیت ضدمیکروبی و ضدالتهابی و قابلیت تنفس‌پذیری با اضافه کردن روغن گیاه پلکترانتوس آمبوینیکاس بود. آنها در طی مطالعه خود، راحتی و سایر عوارض ماسک جراحی جدید پس از استفاده از ماسک را اندازه‌گیری کردند هم‌چنین از نظر رشد میکروارگانیسم تجزیه و تحلیل انجام شد. نتایج بدین صورت بود که افرادی که از ماسک جراحی کالج پزشکی لامدونگ (LMC) استفاده می‌کنند، راحتی و قابلیت تنفس بیشتر و علائم آلرژی کمتری دارند. رشد میکروارگانیسم روی این نوع ماسک کمتر بوده است. همچنین این مطالعه نشان می‌دهد که اضافه کردن روغن گیاهی باعث بهبود خاصیت ضد میکروبی و تنفس‌پذیری ماسک جراحی می‌شود. با این حال، این مطالعه نمی‌تواند ارزیابی کند که آیا ماسک LMC از محافظت گسترده در برابر عوامل بیماری‌زا به ویژه عوامل بیماری‌زای ویروسی در مقایسه با N95 محافظت می‌کند اما از نظر کارایی می‌توان به عنوان ماسک جراحی استفاده کرد و ماسک‌های جراحی می‌توانند در طی یک بیماری همه‌گیر با تأثیر تمیزتر بر محیط در مقایسه با ماسک‌های صورت بر پایه پلاستیک تولید شوند و این ماسک‌ها می‌توانند به عنوان یک جایگزین مؤثر برای ماسک‌های صورت فعلی جراحی در بازار بین‌المللی در هنگام کمبود ماسک در هنگام شیوع کووید ۱۹ به فروش برسد[۴۵].

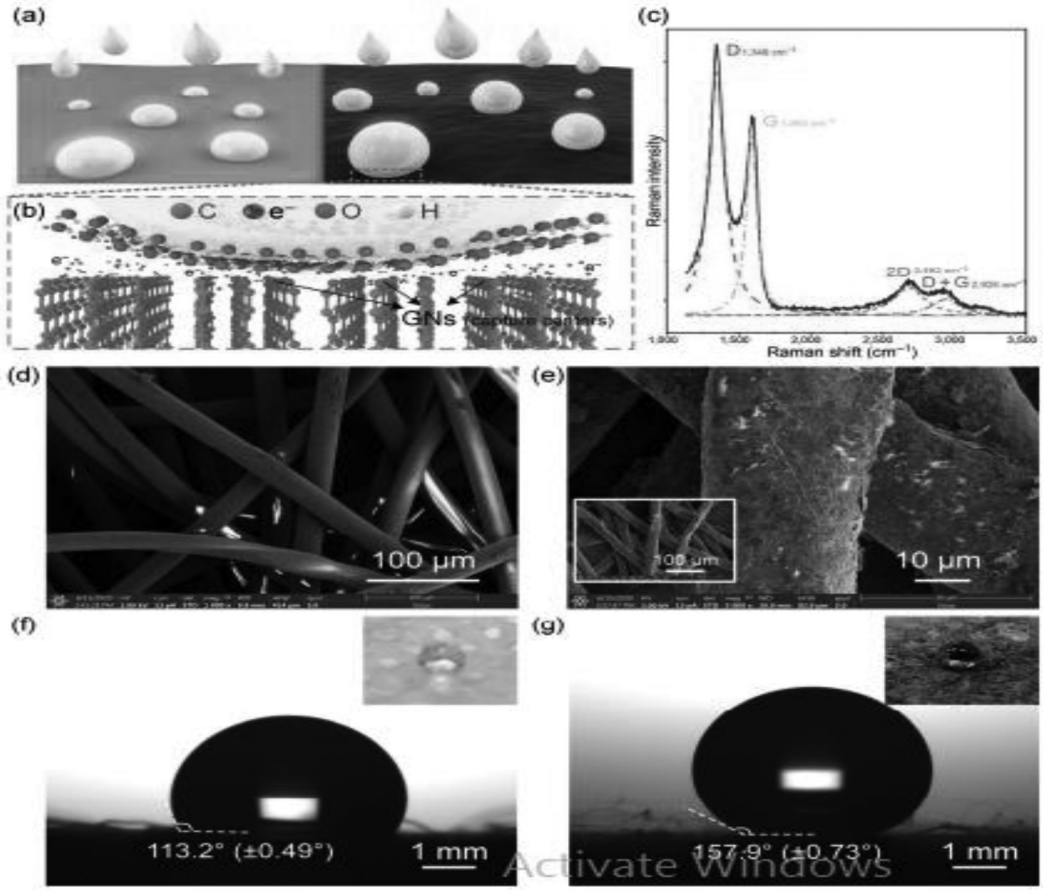
کیان و همکارانش کارایی ماسک جراحی N95 را برای نفوذ ذرات میکروبی و ذرات موجود در هوا مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که ماسک‌های جراحی زمانی‌که به خوبی بر روی صورت قرار گرفته باشند از محافظت عالی در برابر ذرات موجود در هوا برخوردار هستند. ماسک‌های جراحی N95با کاهش قابل توجهی در نفوذپذیری هوا و بخار آب، می‌توانند بازده فیلتراسیون بیشتر از ۹۷٪ را فراهم کنند[۴۶]. کاتل فریرا و همکارانش در یک مطالعه اصلاح شیمیایی سطح فیلترهای الیاف سلولزی بی‌بافت با تثبیت پلی‌فنول به منظور ایجاد خواص ضدویروسی به آن‌ها انجام دادند. پیوند الیاف بی‌بافت توسط ماده ضدویروسی با استفاده از لاکاز انجام شد. از ویروس باکتریوفاژ T4D اشرشیاکلی B به عنوان مدل ویروس استفاده شد. کاتچین پلی‌فنول به عنوان ماده ضد ویروسی مورد آزمایش قرار گرفت. هنگامیکه فیلتر اصلاح شده با سوسپانسیون ویروسی در تماس بود، بهبود زیادی در کاهش غلظت ویروسی مشاهده شد. بنابراین آن‌ها پیشنهاد دادند که این ماده می‌تواند به عنوان دستمال مرطوب ویروسی برای از بین بردن ویروس از سطوح آلوده استفاده شود. آزمایش‌های فیلتراسیون ویروس با پاشش سوسپانسیون هوایی ویروس باکتریوفاژ T4D از طریق فیلتر طراحی شده انجام شد. این ماسک ضد ویروسی بر پایه زیستی جدید نشان‌دهنده یک پیشرفت قابل توجه نسبت به ماسک‌های جراحی است و همچنین نتایج مطالعه آنها امکان استفاده از سیستم‌های مربوط به پشتیبانی از کاتچین سلولز را به عنوان فیلترهای سازگار با محیطزیست برای دستگاه‌های تصفیه هوا برای فضاهای محدود (هواپیماهای هوایی، قایق‌ها، اداره‌ها یا بیمارستان‌ها) یا دستمال مرطوب برای تمیز کردن سطوح و به عنوان لباس محافظ فراهم می‌کند[۲۲]. ژائو و همکارانش از یک روش شیمیایی مرطوب برای سنتز مواد فیلتراسیون ماسک فسفات کلسیم ترکیب شده با نقره استفاده کردند. آنها فسفات کلسیم ترکیب شده با نقره به عنوان ماده فیلتراسیون ماسک را مورد مطالعه قرار دادند. پودرهای CaP با غلظت‌های مختلف نقره (۱/۰، ۲/۰، ۳/۰، ۴/۰ و ۵/۰ درصد وزنی) آماده شد و عملکردهای ضدباکتری آن‌ها ارزیابی شد. نتایج آزمایش فیلتراسیون ذرات آئروسل محیطی نشان داد که ماسک شامل مواد فیلتراسیون نقره-فسفات کلسیم می‌توانند ذرات آئروسل

موجود در محیط را فیلتر کنند. بازده فیلتراسیون این مواد برای ماسک‌های PM2.5 ، PM10 و PM1.0 به ترتیب ۹۶٪، ۹۱٪ و ۸۵٪ بود. آزمایش‌های ضد باکتریایی نشان داد که مواد فیلتراسیون ماسک نقره-فسفات کلسیم دارای اثر فوق ضد باکتریایی هستند. بازده فیلتراسیون آئروسل استافیلوکوکوس اورئوس بالاتر از ۹۶٪ بود و همچنین سنتزنانوذرات نقره-فسفات کلسیم به عنوان یک ماده ضد باکتری دارای اهمیت زیادی در ماسک‌های محافظتی ضدباکتری فعال هستند [۱۹].

در یک تحقیقی محصولات پزشکی شامل الیاف طبیعی مانند پنبه ارگانیک، پنبه استریلیزه و بامبو با پروتئین فیبروئین ابریشم طبیعی و روغن‌های طبیعی ضدمیکروبی مانند نیم ، میخک، اکالیپتوس پوشش داده شدند. این مخلوط پروتئین/ روغن به نسبت ۱۰: ۱ برای انتقال خاصیت ضدمیکروبی به محصولات بود. تکنیک مؤثر برای استخراج پروتئین فیبروئین ابریشم از ابریشم خام با استفاده از روش‌های صمغ زدایی، انحلال و تجزیه بود. یافته‌ها نشان داد محصولات پوشش‌دهی شده دارای ظرفیت نگهداری عالی و رفتار جذب مویینگی بالا در مقایسه با محصولات تجاری موجود هستند، همچنین همه‌ی محصولات خاصیت ضد میکروبی خوبی را که برای محصول پزشکی مورد نیاز است نشان می‌دهند [۴۷].

ترمیلیوسی و همکارانش پارچه‌های پنبه‌ای را برای دستیابی به خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی با استفاده از یک روش تکمیلی ساده و بسیار متداول یعنی پد- خشک-پخت تحت عمل قرار دادند. آنها از یک محلول آبی نانوذرات Ag با یک بیندر بر پایه اکریلیک برای دستیابی به سطح بالایی از عملکرد ضدمیکروبی و بالا بردن دوام شستشویی استفاده کردند. ثابت شد که این کامپوزیت برای مهار کروناویروس سندرم حاد تنفسی۲ مؤثر است و پارچه‌های عمل شده با ضدمیکروب‌های بر پایه Ag سطح بالایی از عملکرد ضدباکتری را نشان دادند. تکمیل ضد میکروبی تغییر قابل توجهی در قطر لیف نمونه‌ها نشان نداد و اصلی-ترین قابلیت این پارچه‌های بر پایه Ag، جلوگیری از عفونت ناشی از عوامل بیماری‌زا، مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها که باعث افزایش کووید ۱۹و انواع دیگر ویروس‌ها می‌شود، است. تهیه این پارچه‌های متشکل از این مواد ممکن است بینش جدیدی در مورد توسعه لباس‌های محافظتی را فراهم کند و انتظار می‌رود که این مواد نساجی جدید به عنوان یک وسیله جدید و مهم در برابر همه‌گیر کنونی کووید ۱۹ نقش برجسته‌ای داشته باشند [۴۸]. هانگ و همکارانش از الیاف پلی پروپیلن برای ساختن ماسک پلی پروپیلن استفاده کردند. آنها الیاف پلی پروپیلن را با دی متیل دیواکتادسیل آمونیم برومید تحت عمل قرار دادند تا بار الکتریکی مثبتی را به خود اختصاص دهند که توانایی جذب باکتری را داشته باشد. بازده فیلتراسیون باکتریایی یا ویروسی تقریباً ۱۰۰٪ برای ماسک و دستمال پلی پروپیلن بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که این طراحی خاص ماسک پلی پروپیلن با چسب مصنوعی در لبه ماسک ممکن است مؤثرتر از ماسک جراحی و ماسک جراحی N۹۵ استاندارد باشد، همچنین دستمال پلی پروپیلن ابزاری مهم در جلوگیری از انتشار عوامل بیماری‌زا است. پلی پروپیلن تصفیه شده یک فیلتر عالی برای میکروارگانیسم‌ها است و به شرطی که الیاف به صورت شل بسته‌بندی شوند، هوا می‌تواند آزادانه با مقاومت تنفسی متناوب جریان یابد[۴۹]. لین و همکارانش در سال ۲۰۲۰ یک ماسک فوق آبگریز، فوتواستریل و قابل استفاده مجدد بر پایه نانو ورق‌های گرافنی (GNEC) که از فیلم کربن ساخته شده است را گزارش کردند. در این مطالعه برای ساخت ماسک GNEC از روش اکستروژن اولتراسونیک استفاده شد. نتایج نشان داد ماسک GNEC توانایی آبگریزی عالی (زاویه تماس آب: ۱۵۷/۹درجه) و بازده فیلتراسیون زیاد با بازده فیلتراسیون باکتریایی ۱۰۰٪ (BFE) را دارد. علاوه‌براین، ماسک GNEC عملکرد خوب فوتواستریل را نشان داد. این عملکردهای عالی ممکن است مبارزه با شیوع COVID-19 را راحت کنند و ماسک‌های قابل استفاده مجدد به کاهش مصرف اقتصادی و منابع کمک می‌کنند. در مورد خصوصیات آبگریزی و فوتوترمال، ماسک‌های GNEC عملکرد خوبی را نشان داد و مردم ممکن است از این کار برای کشف عملکرد بهتر ماسک‌های جراحی، برای حفظ سلامت و توسعه جهانی الهام بگیرند که در شکل ۳ برخی موارد نشان داده شده است[۵۰].

هاشمی و همکارانش برای اولین بار از نانوذرات اکسید مس برای کاربردهای ماسک تنفسی ضد میکروبی استفاده کردند. نانوالیاف پلی اکریلونیتریل/ اکسید مس با غلظت‌های مختلف اکسید مس در نانوالیاف پلی اکریلونیتریل با موفقیت الکتروریسی شدند. افزودن نانوذرات به نانوالیاف پلی اکریلونیتریل استحکام بخشید. استحکام کششی نانوالیاف پلی اکریلونیتریل/ اکسیدمس دارای ۱٪ نانوذرات اکسید مس به طور قابل توجهی افزایش یافت. همچنین خصوصیات مورفولوژی، یکنواختی و تولید نانوالیاف صاف را نشان داد. بسترهای نانوالیاف آماده شده دارای فعالیت ضد میکروبی و خاصیت آزادسازی بسیار خوبی بودند. آزمون تنفس-پذیری انجام شد که خاصیت تنفس‌پذیری قابل توجهی را نشان داد. هم‌چنین تجزیه و تحلیل MTT نشان داد که بیشتر از ۵۰٪ از کل سلول‌ها پس از ۱۲۰ ساعت زنده مانده بودند. نفوذپذیری هوا در لایه‌های نانوالیاف با افزودن نانوذرات اکسید مس بهبود یافت. با تجزیه و تحلیل خصوصیات فوق‌الذکر که شامل ضد میکروبی، رفتار رهاسازی دارو، خواص مکانیکی، خواص حرارتی، قابلیت تنفس، نفوذپذیری هوا، خصوصیات

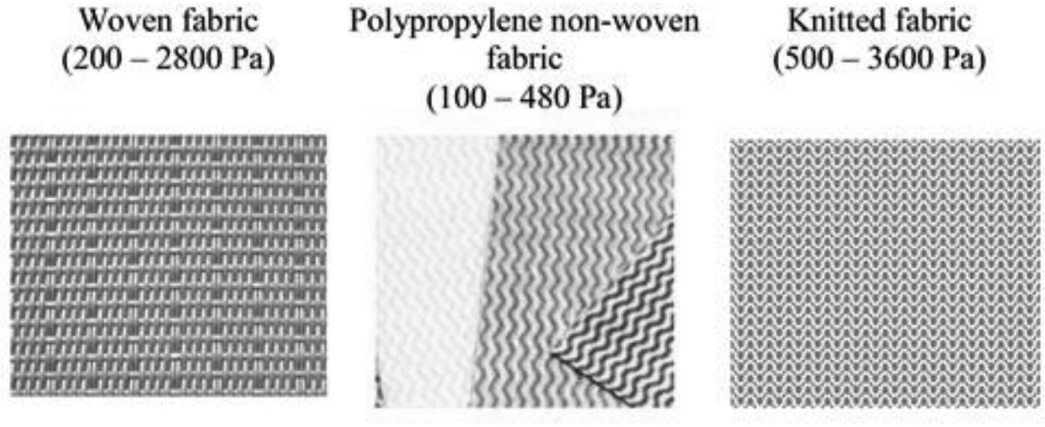


شکل(۳)a) تصویر شماتیک سطح ماسک اولیه و ماسک b .GNEC) مکانیسم ذاتی خاصیت فوق آبگریز ماسک c .GNEC) طیف رامان ماسک GNEC و d) تصویر SEM لیف نرم ماسک اولیه و ورق‌های نازک گرافن، الیاف نبافته قرار داده شده درون ماسک e .GNEC) قسمت داخلی یک تصویر بزرگنمایی شده. اندازه گیری زاویه تماس قطره آب ماسک اولیه .f) و ماسک g) ،GNEC با حجم ۵ میکرولیتر آب [۵۰].

سطحی و ساختاری است می‌توان نتیجه گرفت که نانوذرات اکسید مس دارای پتانسیل قابل‌توجهی برای کاربردهای ضد میکروبی و ساختاری هستند و نانوذرات پلی اکریلونیتریل/ اکسید مس برای استفاده در ماسک جراحی ضد میکروبی بر اساس نتایج بدست آمده توصیه می‌شود[۵۱]. ژانگ و همکارانش در سال ۲۰۲۰ در راستا استفاده از ماسک جراحی کاری انجام دادند که فرآیند دفع محیط زیست را نشان می‌دهد و به طور همزمان تولید سوخت‌های ارزشمند از ماسک صورت حاصل می‌شود. بدین منظور فرآیند حرارتی شیمیایی با کمک CO2 انجام شد. قسمت اول این کار ترکیبات اصلی شیمیایی یک ماسک جراحی را تعیین کرد: پلی‌پروپیلن، پلی‌اتیلن، نایلون و آهن. در قسمت دوم از مطالعه پیرولیز برای تولید گازهای سنتزی و هیدروکربن های C1-2 از ماسک جراحی استفاده شد. برای افزایش سازه‌های گازهای سنتزی و C1-2 در اثر تجزیه و تحلیل چند مرحله ای برای برش‌های بیشتر پیوندهای C–C و C-H ماسک جراحی استفاده شد. تجزیه در اثر حرارت کاتالیزوری بیش از Ni/SiO2 به‌دلیل توانایی آن در دهیدروژناسیون باعث سرعت بخشیدن به H2 و CH4 می‌شود. در حضور CO2، تجزیه در اثر حرارت کاتالیستی علاوه بر اینکه CO تولید می‌شود در حالیکه تجزیه در اثر حرارت در N2 آن را تولید نکرد. بنابراین تبدیل حرارتی شیمیایی ماسک صورت جراحی و CO2 می‌تواند یک روش سازگار با محیط زیست برای حذف مواد زائد پلاستیکی کوید۱۹ باشد[۵۲].

هدف مطالعه بوامی و همکارانش در سال ۲۰۲۱، تجزیه و تحلیل جریان عبوری هوا از سه نوع ماسک صورت از نوع پارچه بافته شده، پارچه بی‌بافت پلی‌پروپیلن و پارچه بافتنی و همچنین برای بررسی میزان انتقال ویروس و راحتی کاربر در استفاده از این ماسک‌ها است. در شکل ۴ نمونه منسوجات استفاده شده برای تهیه ماسک صورت نشان داده شده است. آزمایش نفوذپذیری هوا بر روی این پارچه‌ها با استفاده از دستگاه تست نفوذپذیری انجام شد. با توجه به ویژگی‌های قابل توجه منسوجات بکار رفته، پلی‌پروپیلن بی‌بافت برای ماسک‌های صورت بطور گسترده‌ای پذیرفته شده است.

با این وجود، این مطالعه نشان می‌دهد که پارچه‌های



شکل(۴) پارچه‌های بافته شده، پارچه بی‌بافت پلی‌پروپیلن، پارچه بافتنی[۵۳]

بافته شده و بافتنی دارای ساختار بازتری هستند که اجازه نفوذ زیاد هوا را می‌دهد و بنابراین ممکن است به دو یا سه لایه برای جلوگیری از پتانسیل ضد میکروبی یا ضد ویروسی نیاز داشته باشند. بطورکلی نتیجه گرفتند که پارچه‌های پلی‌پروپیلن بی‌بافت تا حد زیادی ویژگی‌های سایش پارچه و هم‌چنین قابلیت تنفس ساختار پارچه را تعیین می‌کنند.

اگرچه ضریب نفوذ هوا در ماسک پلی‌پروپیلن بی‌بافت در مقایسه با پارچه‌های بافته شده و بافتنی این مطالعه پایین است اما این ماسک‌ها از انتقال ویروس و سایر عفونت‌های مرتبط با هوا به خوبی می‌توانند در مقایسه با ماسک‌های دیگر جلوگیری کند[۵۳].

۲-نتیجه‌گیری

امروزه تقاضا برای منسوجات پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی در حال افزایش است زیرا محیط زندگی امن، سالم، راحت و محافظ در برابر عفونت میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از اهمیت بالایی برخوردار هستند. همچنین زنده ماندن میکروب‌های بیماری‌زا در منسوجات مورد استفاده پزشکی می‌توانند به انتقال بیماری‌ها در بیمارستان‌ها کمک کند.

بنابراین به عنوان وسیله‌ای برای کاهش باکتری‌ها در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی و احتمالاً برای کاهش عفونت‌های بیماری‌زا ناشی از مواد نساجی، استفاده از تجهیزات مراقبت بهداشتی از جمله ماسک‌های ضدویروسی به یک اهمیت حیاتی برای استفاده تبدیل می‌شود. در این مقاله برخی از روش‌ها برای ضدویروسی و ضدمیکروبی انواع ماسک‌ها و آزمون فیلترها برای ماسک‌ها توضیح داده شد و با توجه به برخی تحقیقات انجام شده در این زمینه نتیجه گرفته شد که با استفاده از برخی مواد و روش‌های ضدمیکروبی و ضدویروسی می‌توان ماسک‌ها را ضدعفونی کرد و از آن استفاده مجدد کرد.

۳-منابع

1. Hui Chua,M ., Cheng,W ., Simin Goh,S ., Kong,J ., Li,B., Lim,J.Y.C ., Mao,L ., Wang,S., Xue,K., Yang,L ., Ye,E., Zhang,K ., Davy Cheong,W.C., Hoon Tan,B., Li,Z., Hock Tan,B ., & Jun Loh,X. Face Masks in the New COVID-19 Normal: Materials, Testing, and Perspectives, AAAS Research Volume, Article ID 7286735,2020
2. YANG, C. Aerosol Filtration Application Using Fibrous Media—An Industrial Perspective. Chinese Journal of Chemical Engineering, 20(1),1-9,2012
3. Ippolito, M., Vitale, F., Accurso, G., Iozzo, P., Gregoretti, C., Giarratano, A., & Cortegiani, A. Medical masks and Respirators for the Protection of Healthcare Workers from SARS-CoV-2 and other viruses, Pulmonology, Elsevier Espana, S.L.U,2020
4. CDC. Recommendation Regarding the Use of Cloth Face Coverings, Especially in Areas of Significant Community-Based Transmission, National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases,2020
5. Borkow, G., Zhou, S.S., Page, T., & Gabba, J. A Novel An-

۶. هیوه‌چی،ا، شراهی،م، ســـارلی،م،ا، بروکی میلان،پ، تقاضا برای ماسک‌های نانوفناوری با قابلیت محافظتی برتر در جهان بعد از کرونا، مجله علمی – علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره جدید، شماره ۱۰، بهار 1399

7. Wibisono, Y., Fadila, C. R., Saiful, S., & Bilad, M. R. Facile Approaches of Polymeric Face Masks Reuse and Reinforcements for Micro-Aerosol Droplets and Viruses Filtration: A Review, Polymers, 12(11), 2516, 2020

8. Ji, D., Fan, L., & Li, X. Addressing the worldwide shortages of face masks, BMC Materials volume 2, Article number: 9 , 2020

9. GierthmuehlenI, M., Kuhlenkoetter, B., Parpaley, Y., Gierthmuehlen, S., Ko¨hler, D., & Dellweg, D. Evaluation and discussion of handmade facemasks and commercial diving-equipment as personal protection in pandemic scenarios, PLoS ONE 15(8): e0237899, 2020

۱۰. ولی‌پور.پ،، سیدی.ل.، موسویان.م.ت.ح، تهیه و بررسی خواص فیلم پلی‌پروپیلن ضدباکتری با استفاده از نانوپوشش حاوی نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید و روی اکسید، مجله علمی – ترویجی علوم و فناوری نساجی، سال دوم، شماره۲، تابستان ۱۳۹۱

۱۱. نظری.ع، متین مقدم .آ، داودی رکن آبادی،ا، دهقانی زاهدان.م، بهینه سازی ترکیبات زیست تجزیه پذیر روناس و پوست گردو جهت ضدبید پارچه های پشمی در برابر آنترنوس و رباسکی با روش پد–بچ، مجله علمی – ترویجی علوم و فناوری نساجی ، شماره ۹، شماره پیاپی۲۹، صفحه۶۸–۵۹، زمسنان ۱۳۹۸

12. Erem, A. D., Ozcan, G., Skrifvars, M., ‘‘Antibacterial activity of PA6/ZnO nanocomposite fibers’’, Textile Research Journal 81(16), 1638–1646, 2011

13. Vigneshwaran, N., Kumar, S., Kathe, A.A., Varadarajan, P. V., & Prasad, V. Functional finishing of cotton fabrics using zinc oxide–soluble starch nanocomposites, Nanotechnology, 17(20), 5087–5095, 2006

14. Hajipour, M. J., Fromm, K. M., Ashkarran, A. A., Jimenez de Aberasturi, A., Larramendi, I.R., Rojo, T., Serpooshan,V., Parak,WJ., & Mahmoudi, M. Antibacterial properties of nanoparticles, Trends in Biotechnology, 30(10), 499–511,2012

15. Konda, A., Prakash, A., Moss, G.A., Schmoldt, M., Grant, G.D., & Guha, S. Aerosol filtration efficiency of common fabrics used in respiratory cloth masks, ACS Nano 14 (5) 6339–6347, 2020

۱۶. نظری.ع، داودی رکن‌آبادی،ا، طراحی و تحلیل معادلات ســـاختاری خواص چندعملکردی پارچه‌های پلی‌آمید۶/۶ تکمیل شـــده با نانوذرات نقره و بوتان تتراکربوکســـیلیک اسید با میانجی‌گری ویژگی آبدوســـتی، مجله علمی – علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره ۹، شماره ۲، شماره پیاپی ۳۴، ۱۳۹۹.

17. Borkow, G., & Gabbay, J. Copper, An Ancient Remedy Returning to Fight Microbial, Fungal and Viral Infections, Current Chemical Biology, 3(3), 272-278, 2009

18. O’Dowd,K., Nair,K.M., Forouzandeh,P., Mathew,S., Grant,J ., Moran,R ., Bartlett,J., Bird,J., & Pillai,S.C. Face Masks and Respirators in the Fight Against the COVID-19 Pandemic: A Review of Current Materials, Advances and Future Perspectives, Materials, 13, 3363,2020

19. Zhao, L., Jiang, L., Li, H., Hu, C., Sun, J., Li, L., F, Meng., Z, Dong., & Zhou, C. Synthesis and characterization of silver-incorporated calcium phosphate antibacterial nanocomposites for mask filtration material, Composites Part B: Engineering, 153, 387-392, 2018

20. Ullah, S., Ullah, A., Lee, J., Jeong, Y., Hashmi, M., Zhu, C., Joo, K.l., Cha, H. J., &Kim, I-S. Reusability Comparison of Melt-Blown vs Nanofiber Face Mask Filters for Use in the Coronavirus Pandemic, ACS Applied Nano Materials, American Chemical Society, 3, 7231−7241, 2020

21. Tiliket, G., Sage, D. L., Moules, V., Rosa-Calatrava, M., Lina, B., Valleton, J. M., Nguyen, Q.T., & Lebrun, L. A new material for airborne virus filtration, Chemical Engineering Journal, 173(2), 341-351, 2011

22. Catel-Ferreira, M., Tnani, H., Hellio, C., Cosette, P., & Lebrun, L. Antiviral effects of polyphenols: Development of bio-based cleaning wipes and filters, Journal of Virological Methods, 212, 126601–7, 2015

۲۳. حاجی،ا، عارفی.ن، کاربرد روش رویه پاسخ در بهینه سازی رنگرزی الیاف پشم با برگ درخت نارنج به عنوان رنگزای طبیعی، مجله علمی – علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره جدید، شماره ۹، پاییز ۱۳۹۸

24. Dong, A., Wang, Y.J., Gao, Y., Gao, T., & Gao, G. Chemical Insights into Antibacterial N-Halamines, Chemical Reviews, 117(6), 4806–4862, 2017

25. Chen, Y., Feng, C., Zhang, Q., Luo, M., Xu, J., & Han, Q. Engineering of Antibacterial/recyclable Difunctional Nanoparticles via Synergism of Quaternary Ammonia Salt Site and N-halamine Sites on Magnetic Surface, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 110642, 2019

۲۶. شهباز،ب، نوروزی،م، طباطبایی،ح. مکانیسم عمل و کاربرد ویروسیدها در کنترل عفونت‌های ویروسی وابسته به اقدامات بهداشتی، مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دوره ۷۳، شماره ۱۲، ۱۳۹۴

27. International Medical Center of Beijing. Lets talk about protective function of masks, Medical Trends, http://www.imcclinics.com/english/index.php/news/view?id=83, 2020

28. Liao, L., Xiao, W., Zhao, M., Yu, X., Wang, H., Wang, Q., Chu, S., & Cui, Y. Can N95 Respirators Be Reused after Disti-Influenza Copper Oxide Containing Respiratory Face Mask, PLoS ONE,2010

infection? How Many Times? , ACS Nano, 2020
29. SRIDHARAN, R., & KRISHNASWAMY, V.G. A DEEPER PERSPECTIVE ON FACE MASKS - A MEDICAL AID DURING SEVERE ACUTE RESPIRATORY SYNDROME (SARS) EPIDEMIC, Journal of Disease and Global Health 13(1): 13-20, ISSN: 2454-1842, NLM ID: 101664146, 2020
۳۰. نوروز،م، دادگری،ن. راهنمای ماسک‌های تنفسی، فناوران نانومقیاس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، گروه نانوفناوری پزشکی، ۱۳۹۹
31. Allison, A. L., Ambrose-Dempste.E. r, Aparsi ,T. D, Bawn.M, Arredondo,M.C, Charnett .C, Chandler.K, Dobrijevic.D, Hailes.H, Lettieri.P, Liu.C, Medda.F, Michie.S, Miodownik.M,.Purkiss.D, Ward.J, The environmental dangers of employing single-use face masks as part of a COVID-19 exit strategy, UCL Open: Environment Preprint, 2020
32. Chellamani, K.P., Veerashubramanian, D., Balaji, R.S.V., Surgical Face Masks: Manufacturing Methods and Classification, Volume 2, Issue 6, Journal of Academia and Industrial Research, 2013
33. Fiona Ibebunjo, K., SHAPE MEMORY RESPIRATOR MASK FOR COVID-19, 97 Pages, 2021
۳۴. ابراهیم زاده،م. بررسی ماسک‌های محافظ تنفسی و رسپیراتورها، HSE و بهداشت حرفه‌ای دهم دی۱۳۸۸،
35. http://www.hse-mehrzad.blogfa.com/post/276، Mei, Y., Wang, Z., & Li, X. Improving filtration performance of electrospun nanofiber mats by a bimodal method, Journal of Applied Polymer Science, 128(2), 2012
36. Chellamani, K.P., Veerashubramanian, D., & Balaji, R.S.V. (2013). Surgical Face Masks: Manufacturing Methods and Classification, Journal of Academia and Industrial Research (JAIR) Volume 2, 2013
37. ACS Central Science. COVID-19 Pandemic Has Spurred Materials Researchers to Develop Antiviral Masks, American Chemical Society 1, ACS Cent. Sci. 6, 1469−1472, https://pubs.acs.org/sharingguidelines, 2020
۳۸. شهباز،ب، نوروزی،م، طباطبایی،ح، مکانیسم عمل و کاربرد ویروسیدها در کنترل عفونت‌های ویروسی وابسته به اقدامات بهداشتی، مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دوره ۷۳، شماره ۱۲، ۱۳۹۴
39. Quan, F. S., Rubino, I., Lee, S. H., Koch, B., & Choi, H. J. Universal and reusable virus deactivation system for respiratory protection, Scientific Reports, 7(1), 2017
40. Doumbia, A.S., Amadou Hamadoun Babana, P., & Abdourhamane Noussoura, D.M..Reusable Face Barrier Mask in Cotton: Natural Dye use to Improve Antibacterial Properties, International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN: 2319-7064 ResearchGate Impact Factor7.583, 2018
41. Huang, C., Liu, Y., Li ,Z., Li ,R., Ren, X., & Huang, T.S. N-halamine antibacterial nanofibrous mats based on polyacrylonitrile and N-halamine for protective face masks", Journal of Engineered Fibers and Fabrics ,Volume 14: 1–8, 2019
42. Önal, A., Özbek, O., & Nached, S. The production of antiviral - breathing mask against SARS-CoV-2 using some herbal essential oils, JOTCSA, 7(3), 821-826, 2020
43. Lia, Y., Leungb, P., Yaoa, L., Songa, Q.W., & Newton, E. Antimicrobial effect of surgical masks coated with nanoparticales, Journal of Hospital Infection 62, 58-63, 2006
44. Ekabutr, P., Chuysinuan, P., Suksamrarn, S., Sukhumsirichart, W., Hongmanee, P., & Supaphol, P. Development of antituberculosis melt-blown polypropylene filters coated with mangosteen extracts for medical face mask applications, Polymer Bulletin, 2018
45. Duong-Quy,S., Ngo-Minh,X., Tang-Le-Quynh,T., Tang-Thi-Thao,T., Nguyen-Quoc,B., Le-Quang,K., Tran-Thanh,D., Doan-Thi-Quynh,N., Canty,E., Do,T., & Craig,T. The use of exhaled nitric oxide and peak expiratory flow to demonstrate improved breathability and antimicrobial properties of novel face mask made with sustainable filter paper and Folium Plectranthii amboinicii oil: additional option for mask shortage during COVID-19 pandemic, Multidisciplinary Respiratory Medicine, ORIGINAL RESEARCH ARTICLE, volume 15:664, 2020
46. Qian, Y., Willeke, K., Grinshpun, S. A., Donnelly, J., & Coffey, C.C. Performance of N95 Respirators: Filtration Efficiency for Airborne Microbial and Inert Particles, American Industrial Hygiene Association Journal, 59: 128–132, 1998
47. Murugesh Babu, K., Sahana, N., Anitha, D. V., & Kavya, B. S. Silk fibroin coated antimicrobial textile medical products, The Journal of the Textile Institute, 1-9, 2020
48. Tremiliosi ,G.C., Simoes, L.G.P., Minozzi ,D.T., Santos, R.I., Vilela, D.C. B., Durigon,E. L., Machado, R.l R.G., Medina ,D. S., Ribeiro, L. K., Lucia, I., Rosa, V., Assis, M., Andres ,J., Longo, E., & Freitas-Junior, L H. Ag nanoparticles-based antimicrobial polycotton fabrics to prevent the transmission and spread of SARS-CoV-2, bioRxiv preprin, 2020
49. Huang, J., & Huang, V. Evaluation of the Efficiency of Medical Masks and the Creation of New Medical Masks, Journal of International Medical Research, 35(2), 213-223, 2007

50. Lin, Z., Wang, Z., Zhang, X., & Diao1, D. Superhydrophobic, photo-sterilize, and reusable mask based on graphene nanosheet-embedded carbon (GNEC) film, Tsinghua University Press and Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature, Nano Research, ISSN 1998-0124 CN 11-5974/O4, 2020
51. Hashmi, M., Ullah, S., & Kim, I. S. Copper oxide (CuO) loaded polyacrylonitrile (PAN) nanofiber membranes for antimicrobial breath mask applications, Current Research in Biotechnology, Corresponding author at: 3-15-1, Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, 1-10 , 2019
52. Jung, S., Lee, S., Dou, X., Kwon, E., Valorization of disposable COVID-19 mask through the thermo-chemical process, Chemical Engineering Journal, 2020
53. Buami,E.K, Kumah,Ch., Vigbedor,D., Tsotorvor,R,M., Pan,R., Comparative Study of Polypropylene Non-Woven Surgical Mask and Locally Manufactured Woven and Knitted Fabrics Facial Masks , Vol.9, No.3, Journal of Textile Science and Technology, 131-141, 2021

Journal of
Apparel and Textile Science and Technology

Vol. 9, No.4,
Winter 2021, Quarterly
Issue No. 36, 53-68
ISSN: 2151-7162

A review of antimicrobial and antiviral treatment for surgical face masks

Abolfazl Zare, Sajedeh Rahimnezhad, hamedeh Rahimnezhad

Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, University of Yazd, Yazd, Iran-8915818411

Abstract

The production and use of face masks have increased during recent years mainly due to air pollution and the spread of contagious diseases such as Covid 19. Since the outbreak of the coronavirus pandemic, the use of face masks has increased to control and prevent the rapid spread of respiratory viruses. The need for personal protective equipment such as surgical masks increased enormously during the outbreak of Covid 19 especially for healthcare providers and caused huge economic problems worldwide. The development of antimicrobial and antiviral reusable face masks is a viable approach to reduce the high demand. This article provides an overview of face masks, their characterization, and antimicrobial treatments. It also reviews the research studies for disinfecting face masks and reusing them.

Keywords

COVID-19,
Surgical face mask,
Antimicrobial properties,
Antimicrobial agents,
virus

(*) Address Correspondence to A. Zare, E-mail: a.zare@yazd.ac.ir