

## Efficacy of 3-Layer Felt Masks Containing Polypropylene Membranes in Particle Filtration with SARS-CoV-2 Size Range

Mohammad Hosein Beheshti <sup>1</sup>, Ali Tajpoor <sup>2</sup>, Ali Alami <sup>3</sup>, Ali Firoozi Chahak <sup>1</sup>,  
Mostafa Jafari <sup>1</sup>, Maryam Borhani Jebeli <sup>4</sup>, Akram Tabrizi <sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Occupational Health, Social Determinants of Health Research Center, Faculty of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

<sup>2</sup> Department of Occupational Health, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health; Social Determinants of Health Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

<sup>4</sup> Department of Occupational Health, Faculty of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 16 June 2020 Accepted: 28 October 2020

### Abstract

**Background and Aim:** The use of a mask is an effective measure to reduce the transmission of Covid-19. Today, due to the lack of N95 masks and medical masks with good performance, felt masks are widely used due to their ease of manufacture and low cost. The aim of this study was to determine the effectiveness of 3-layer felt masks containing polypropylene membranes in filtering particle size in the SARS-CoV-2 range.

**Methods:** In this study, a 3-layer felt mask was designed. For production, materials were selected that are currently available in the market and are used by manufacturers for the bulk production of the mask. Polypropylene fabric was used as the first and third layers of the outer part of the mask and the middle layer was made of felt with a pore size of about 400 nm. The efficiency of the mask in the filtration of particles of different sizes was measured according to BS EN149 standard at a flow rate of 30 liters per minute.

**Results:** The efficiency of the felt mask for particle filtration with a size of 300 nm, which is approximately equal to the size of the SARS-CoV-2, is in the range of 11 to 25%. While the efficiency of the mask in the filtration of particles with a size of 500 nm is about 13 to 32%. The efficiency of this mask in filtering particles with a diameter of 10 microns increased by an average of 83%. The average efficiency of the mask in particle filtration with sizes of 0.3, 0.5, 1, 2.5, 5 and 10 micrometers is equal to 18, 22, 33, 50, 66 and 83%, respectively, and the average pressure drop is equal to 4 Pascal.

**Conclusion:** The findings of the present study showed that the use of a felt mask with such a design and structure to prevent Covid-19 is not effective enough and may even increase the prevalence of the disease by creating false confidence in individuals. Due to the widespread use of felt masks in the community, improving the filtration capability of this mask for particles smaller than 500 nm and also modifying the surface and structure of the mask by hydrophilizing polypropylene fibers inside the mask can play an important role in reducing the prevalence of Covid-19.

---

**Keywords:** Filtration Efficiency, Mask, Polypropylene, COVID-19, Respiratory Protection.

## کارایی ماسک‌های نمدی ۳ لایه حاوی غشاهای پلی‌پروپیلن در فیلتراسیون ذرات با محدوده سایز کروناویروس

محمدحسین بهشتی<sup>۱</sup>، علی تاج‌پور<sup>۲</sup>، علی عالمی<sup>۳</sup>، علی فیروزی چاهک<sup>۱</sup>، مصطفی جعفری<sup>۱</sup>، مریم برهانی جبلی<sup>۴</sup>، اکرم تبریزی<sup>۴\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

<sup>۲</sup> گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

<sup>۳</sup> گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

<sup>۴</sup> گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** استفاده از ماسک یک اقدام موثر برای کاهش انتقال بیماری کووید-۱۹ است. امروزه به دلیل کمبود ماسک N95 و ماسک‌های پزشکی با کارایی مناسب، ماسک‌های نمدی به علت راحتی ساخت و هزینه پایین به‌طور گسترده استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین کارایی ماسک‌های نمدی ۳ لایه حاوی غشاهای پلی‌پروپیلن در فیلتراسیون ذرات با سایز در محدوده کروناویروس است.

**روش‌ها:** در این مطالعه یک نمونه ماسک نمدی ۳ لایه طراحی شد. برای ساخت ماسک موادی انتخاب شد که در شرایط حاضر در بازار موجود بوده و توسط تولیدکنندگان برای تولید عمده ماسک مورد استفاده قرار می‌گیرند. از پارچه پلی‌پروپیلن به‌عنوان اولین و سومین لایه از بخش بیرونی ماسک استفاده شد و لایه وسط از جنس نمد با پورسایز حدوداً ۴۰۰ نانومتر ساخته شد. کارایی ماسک در فیلتراسیون ذرات با سایزهای مختلف بر اساس استاندارد BS EN149 و در دبی ۳۰ لیتر بر دقیقه اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** راندمان ماسک نمدی طراحی شده در فیلتراسیون ذرات با سایز ۳۰۰ nm که حدوداً برابر سایز ویروس کووید-۱۹ است، در محدوده ۱۱ تا ۲۵٪ قرار دارد. در صورتی که کارایی ماسک در فیلتراسیون ذرات با سایز ۵۰۰ nm حدوداً بین ۱۳ تا ۳۲٪ می‌باشد. کارایی این ماسک در فیلتراسیون ذرات با قطر ۱۰ میکرون به‌طور میانگین تا ۸۳ درصد افزایش یافت. میانگین راندمان ماسک مورد بررسی در فیلتراسیون ذرات با سایزهای ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میکرومتر به ترتیب برابر با ۱۸، ۲۲، ۳۳، ۵۰، ۶۶ و ۸۳ درصد و میانگین افت فشار برابر با ۴ پاسکال بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از ماسک نمدی با چنین طراحی و ساختاری جهت پیشگیری از ابتلا به کووید-۱۹ دارای کارایی کافی نبوده و حتی ممکن است با ایجاد اطمینان کاذب در افراد منجر به افزایش شیوع این بیماری گردد. با توجه به استفاده گسترده از ماسک نمدی در جامعه، بهبود قابلیت فیلتراسیون این ماسک برای ذرات با سایز پایین‌تر از ۵۰۰ نانومتر و همچنین اصلاح سطح و ساختار ماسک با آبدوست کردن الیاف پلی‌پروپیلن بخش داخلی ماسک می‌تواند در کاهش شیوع کووید-۱۹ نقش مهمی داشته باشد.

**کلیدواژه‌ها:** کارایی فیلتراسیون، ماسک، پلی‌پروپیلن، کووید ۱۹، حفاظت تنفسی.

## مقدمه

شیوع ویروس جدید کرونا موسوم به کووید ۱۹ و روند سریع همه‌گیری آن در نقاط مختلف دنیا نگرانی‌های زیادی را در کشورهای مختلف به وجود آورده است. هر چند راهکارهای کنترلی سیستم بهداشت و درمان کشور ایران در کنترل مواجهه به کووید-۱۹ نسبت به بسیاری از کشورها موثرتر واقع شده است ولی سرعت بالای انتشار ویروس باعث شده است کشور با حجم وسیعی از افراد مبتلا روبرو شود. در حال حاضر روند ابتلا و مرگ گزارش شده در ایران نگران کننده به نظر می‌رسد، به طوری که تا تاریخ ۲۱ خرداد ۱۳۹۹، تعداد ۱۷۷۹۳۸ نفر در سراسر کشور با این ویروس مبتلا شده‌اند هر چند تا همین تاریخ بیش از ۱۴۰۵۹۰ نفر بهبود یافته‌اند لیکن میزان ابتلا همچنان حالت افزایشی دارد. همچنین عدم وجود درمان اختصاصی قطعی نیز باعث شده است تا با بیش از ۸۵۰۶ نفر مرگ در طی این مدت روبرو شویم (۱). تا به امروز محققان نتوانسته‌اند واکسن و یا داروی ضدویروسی برای بیماری کووید-۱۹ پیدا کنند که از نظر بالینی بتواند برای درمان یا پیشگیری از این بیماری مؤثر واقع شود (۲). از این رو امروزه ماسک‌ها به پرکاربردترین تجهیزات حفاظت فردی تبدیل شده و در اکثر دستورالعمل‌های بهداشتی در محیط توصیه شده‌اند (۳-۵). استفاده از ماسک یک اقدام موثر و مفید برای جلوگیری از انتقال بیماری‌های عفونی از جمله کووید ۱۹ است و بدون آن اقدامات فاصله گذاری اجتماعی ممکن است موثر و عملی نباشد (۶). ماسک می تواند سد قابل توجهی در مقابل ورود عوامل سمی و یا فیروژنیک به سیستم تنفسی و استنشاقی بدن باشد (۷). با توجه به شیوع بیماری کووید-۱۹ در سطح دنیا امروزه کمبود ماسک و به‌ویژه تولید و استفاده از ماسک‌های مناسب در بیمارستان‌ها و محیط‌های اجتماعی به یکی از مهم‌ترین مسائل موجود در مبارزه با این بیماری مطرح شده است (۸). در مطالعه انجام شده توسط صفاری و همکاران مشکلات ایمنی از جمله دغدغه‌های اصلی پرستاران در زمینه حفاظت از خود در هنگام مراقبت از بیماران مبتلا به کووید-۱۹ می‌باشند که می‌بایست برنامه‌ریزی‌های لازم جهت حفظ سلامت ایشان انجام گیرد (۹). هدف اصلی استفاده از ماسک‌ها در محیط‌های اجتماعی و به‌ویژه ماسک‌های جراحی در محیط‌های بیمارستانی محافظت از افراد در برابر پاتوژن‌هایی است که در هنگام گفتار، سرفه و عطسه از قطرات دهان و بینی افراد خارج می‌شود (۱۰).

به‌طور کلی ماسک‌های بسیار متنوع و با کارایی‌های متفاوتی وجود دارند و کارایی آن‌ها به جنس مواد بکار رفته در ساختار آنها، فیت بودن بر روی صورت فرد، میزان مواجهه و استفاده مناسب از آن بستگی دارد (۱۱). اگرچه استفاده از ماسک ریسک ابتلا به آنفلونزا و بیماری‌های مشابه را می‌تواند کاهش دهد، ولی ویروس کووید-۱۹ می‌تواند بر روی سطوح آن زنده بماند (۶) و کنترل آن به نسبت سایر بیماری‌های واگیردار سخت‌تر می‌باشد و استفاده

مجدد از ماسک می‌تواند ناایمن باشد. از طرفی برخی ماسک‌ها ممکن است برای تنها یکبار استفاده قیمت بالایی داشته باشند. تعدادی از مطالعات تأیید نموده‌اند که ماسک‌های حفاظتی به‌عنوان یکی از عوامل مهم در کاهش انتشار و انتقال بیماری نقش تعیین‌کننده‌ای دارند (۱۲-۱۴). استفاده از ماسک‌های پزشکی یا جراحی جهت کارکنان دارای علائم تنفسی و همچنین افرادی که در محیط‌های کوچک و بسته در تماس با سایر همکاران یا مراجعین بوده همچون کارمندان بانک، مسئولین پذیرش و یا رانندگان وسایل نقلیه عمومی توصیه می‌گردد. استفاده از رسپیراتورهای N95 یا FFP2 با توجه به قدرت بالای فیلتراسیون ذرات معلق ریز، جهت کارکنان بیمارستانی و در معرض مواجهه بالا با پارتیکل‌های ویروسی توصیه شده است (۱۵). در شرایط کنونی که بیماری کووید-۱۹ به‌صورت اپیدمی جهانی درآمده و تقریباً تمام شهرستان‌ها و استان‌های کشور را درگیر نموده است و با توجه به این‌که ظرفیت جهانی موجود برای افزایش تولید وسایل حفاظتی محدود می‌باشد و ذخیره جهانی این وسایل به‌خصوص برای ماسک کافی نمی‌باشد و همچنین محدودیت‌ها و محرومیت‌های حاصل از تحریم‌های بین‌المللی باعث کاهش وسایل حفاظت فردی استاندارد در کشور شده است؛ در این شرایط در کشور ایران با بهره‌گیری از توانمندی‌ها و امکانات تمامی بخش‌های نظامی، خصوصی و دولتی در داخل کشور به تولید انبوه ماسک و سایر وسایل حفاظتی پرداخته شده و در اختیار مردم قرار می‌گیرد. در صورتی که عدم وجود استاندارد مشخص در زمینه ساخت ماسک با کارایی مناسب و عدم ارزیابی عملکرد این وسایل مخصوصاً ماسک‌های تنفسی که بدون پشتوانه علمی تولید می‌شود ممکن است باعث افزایش شیوع این بیماری نیز گردد. در صورتی که در مطالعات مختلفی بر اطمینان از استفاده صحیح و مناسب از PPE، کنترل کیفیت PPE تأکید شده است (۱۶).

از طرفی با توجه به اهمیت استفاده از ماسک، طراحی ماسک پارچه‌ای ساده برای کسانی که دسترسی آسان و راحت به ماسک‌های ایمن و مناسب ندارند پیشنهاد شده است (۶). یکی از فراوان‌ترین ماسک‌هایی که امروزه بیشتر توسط عموم جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرند ماسک‌های نمدی هستند. این ماسک‌ها به دلیل هزینه پایین، راحتی ساخت و در دسترس بودن مواد به‌صورت عمده تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف از مطالعه حاضر تعیین کارایی ماسک‌های نمدی ۳ لایه حاوی غشاء‌های پلی‌پروپیلن در فیلتراسیون ذرات با سایز کروناویروس است.

## روش‌ها

### طراحی ساختاری ماسک

برای ساخت ماسک مورد بررسی در مطالعه حاضر از نمد و پارچه پلی‌پروپیلن که در تمام شهرستان‌ها موجود هستند و عمده ماسک‌های مورد استفاده در این شهرستان‌ها از این مواد ساخته

در این استاندارد الزاماتی چون مقادیر اسمی و انحرافات، مشخصات ثبت شده روی ماسک توسط تولیدکننده، نوع بسته‌بندی، جنس مواد ماسک، نحوه تمیزشدن و گندزدایی، کارایی عملی، پرداخت بخش‌های مختلف، نشستی، سازگاری با پوست، اشتعال‌پذیری، میزان جذب CO<sub>2</sub>، بندکشی، میدان دید، سوپاپ‌ها، مقاومت تنفسی، گرفتگی، نفوذ فیلتر و قابلیت نصب آسان مورد بررسی قرار می‌گیرد. استاندارد آزمون EN ۱۴۹ از آنروسل با توزیع اندازه ذرات ۰/۰۲ تا ۲ میکرون استفاده می‌کند (۱۷).

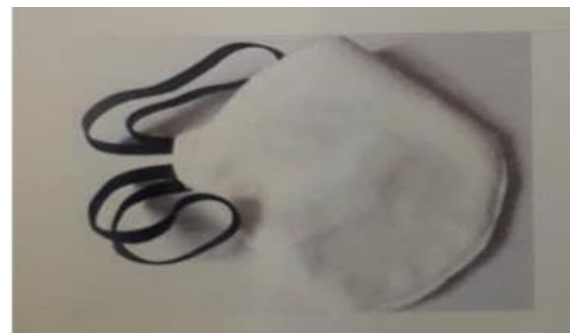
سنجش و ارزیابی قابلیت بر اساس استاندارد BS EN149 که برای ماسک نصف صورت محافظت در مقابل گرد و غبار و ذرات مورد استفاده قرار می‌گیرد ماسک و در دبی ۳۰ لیتر بر دقیقه توسط دستگاه تست فیلتر در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. در این استاندارد عملکرد ماسک در به دام‌اندازی ذرات با سایز ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میکرومتر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه مطابق روش پیشنهادی آزمایشگاه ۳ عدد از ماسک طراحی شده به صورت تصادفی انتخاب و بررسی شد.

## نتایج

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، میانگین راندمان ماسک مورد بررسی در فیلتراسیون ذرات با سایزهای ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میکرومتر، در دبی ۳۰ لیتر بر دقیقه به ترتیب برابر با ۱۸، ۲۲، ۳۳، ۵۰، ۶۶ و ۸۳ درصد است و میانگین افت فشار برابر با ۴ پاسکال بود. نتایج بررسی کارایی ماسک نمودی ۳ لایه حاوی غشاءهای پلی‌پروپیلین در فیلتراسیون ذرات با سایزهای مختلف در جدول ۱- و شکل ۲- آمده است.

بر اساس نتایج جدول ۱- راندمان ماسک نمودی طراحی شده در فیلتراسیون ذرات با سایز ۳۰۰ نانومتر که حدوداً برابر سایز ویروس کوید-۱۹ می‌باشد در محدوده ۱۱ تا ۲۵٪ قرار دارد. در صورتی که کارایی ماسک در فیلتراسیون ذرات با سایز ۵۰۰ حدوداً بین ۱۳ تا ۳۲٪ می‌باشد. کارایی این ماسک در فیلتراسیون ذرات با قطر ۱۰ میکرون به‌طور میانگین تا ۸۳ درصد افزایش می‌یابد.

می‌شوند، استفاده شد. با توجه به اینکه ماسک مورد نظر به‌منظور پیشگیری از مواجهه افراد با ویروس‌های قابل انتقال از طریق هوا و قطرات تنفسی افراد طراحی شد این ماسک به‌صورت ۳ لایه طراحی شد؛ از پارچه پلی‌پروپیلین به‌عنوان اولین و سومین لایه از بخش بیرونی ماسک استفاده شد و لایه وسط از جنس نم‌با پورسایز حدوداً ۴۰۰ نانومتر ساخته شد (شکل ۱-). پارچه پلی‌پروپیلین در فرانس‌های مختلف به‌عنوان ابر آبریز معرفی شده است. هدف از کاربرد این پارچه به‌عنوان خارجی‌ترین لایه ماسک این است که تا حد امکان از جذب قطرات تنفسی افراد که ممکن است حاوی ویروس باشند پیشگیری کند. لایه دوم از جنس نم‌با پورسایز حدوداً ۴۰۰ نانومتر ساخته شد و هدف از این لایه به دام انداختن ویروس‌ها و قطرات ریزی است که ممکن است از لایه اول عبور کنند.



شکل ۱- ماسک نمودی ۳ لایه حاوی غشاء پلی‌پروپیلین ساخته شده به منظور فیلتراسیون ذرات تنفسی

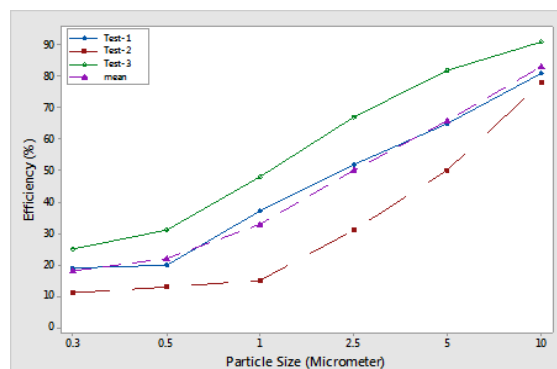
## سنجش و ارزیابی قابلیت بهره‌وری ماسک طراحی شده

در مطالعه حاضر جهت بررسی کارایی و عملکرد ماسک طراحی شده در فیلتراسیون ذرات با سایزهای مختلف، از روش استاندارد BS EN149 استفاده شد. استاندارد اروپایی BS EN149 حداقل میزان فیلتر کردن ذرات و الزامات ایمنی را برای ماسک‌های عمومی ضدغبار ارائه می‌دهد. این استاندارد همچنین آزمایش‌های مورد نیاز برای ارزیابی و طبقه‌بندی ماسک‌ها را مشخص می‌کند.

جدول ۱- کارایی ماسک نمودی ۳ لایه حاوی غشاء پلی‌پروپیلین در فیلتراسیون ذرات تنفسی

افت فشار (پاسکال)	سایز ذره (میکرومتر)					
	۰/۳	۰/۵	۱	۲/۵	۵	۱۰
تست ۱	۱۹	۲۰	۳۷	۵۲	۶۵	۸۱
تست ۲	۱۱	۱۳	۱۵	۳۱	۵۰	۷۸
تست ۳	۲۵	۳۲	۴۸	۶۷	۸۲	۹۱
میانگین	۱۸	۲۲	۳۳	۵۰	۶۶	۸۳

بسیار بالا منتقل می‌گردند و در تست انجام شده در این مطالعه امکان بررسی این مسئله وجود نداشت در حالت میدانی ممکن است کارایی ماسک بیش از میزان بدست آمده در این مطالعه باشد. ولی در هر صورت کارایی ماسک طراحی شده در مقایسه با ماسک N95 که دارای کارایی برابر ۹۵ درصد است و ماسک‌های N99 و N100 که برای ذرات ۱۰۰ تا ۳۰۰ نانومتر ۹۹ و ۹۹/۷٪ کارایی دارند بسیار پایین است. در مطالعه‌ای که توسط Oberg و Brosseau انجام شد کارایی ماسک جراحی در رنج ذرات ۰/۸۹۵، ۲ و ۳/۱ میکرومتر از ۲۰ تا ۹۹ درصد به‌دست آمد. در سایر مطالعات انجام گرفته در مورد بررسی راندمان ماسک جراحی نیز راندمان ماسک در همین رنج گزارش شده است (۲۱). از این رو می‌توان گفت راندمان ماسک نمدی ساخته شده در این مطالعه نسبت به ماسک جراحی ارجح می‌باشد. هرچند در سایز بالاتر ذرات می‌تواند گزینه مناسبی برای استفاده باشد (تا ۸۳ درصد کارایی). در مطالعه انجام شده توسط Konda و همکاران نتایج نشان دادند که اگرچه راندمان تصفیه برای پارچه‌های مختلف در هنگام استفاده از یک لایه از ۵ تا ۸۰ درصد و ۵ تا ۹۵ درصد به ترتیب برای اندازه ذرات کمتر از ۳۰۰ نانومتر و بیشتر از ۳۰۰ نانومتر می‌باشد ولی راندمان هنگامی که از چندین لایه استفاده می‌شود و هنگام ترکیب مواد مختلف بهبود می‌یابد (۲۲). در این مطالعه نیز تعداد لایه‌های مورد استفاده در ساخت ماسک به‌منظور افزایش میزان کارایی ماسک ۳ لایه بود. در مطالعه‌ای که توسط Chen و Willeke انجام شد ماسک جراحی دارای فیلتر برای آئروسول با سایز زیر میکرومتر از ۵ تا ۷۰ درصد راندمان داشت و بهتر از ماسک جراحی تنها دارای یک لایه ساختار منافذ درشت که ۲۰ درصد راندمان فیلتراسیون داشت عمل کرد. این مطالعه نشان داد ماسک جراحی ممکن است برای زدودن آئروسول‌های به اندازه زیر میکرومتر حاوی پاتوژن که کارکنان مراقبت‌های بهداشتی در معرض آنها می‌باشند کافی نباشد (۲۳). همچنین در مطالعه Jang و Kim کارایی ماسک‌های پارچه‌ای تجاری در رنج سایز ذرات ۰/۳ تا ۱۰ میکرومتر مورد بررسی قرار گرفت. کارایی فیلتراسیون ۵ ماسک پارچه‌ای زیر ۳۰ درصد به‌دست آمد و با افزایش تعداد لایه‌ها بهبود نیافت (۲۴). همچنین در مطالعه Jung و همکاران ماسک‌های جراحی و دندانپزشکی راندمان ۶۰ درصد و ماسک‌های معمولی راندمان ۴۰ درصد برای ذرات ۱۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر داشتند و محافظت پایینی در برابر آئروسول‌های آزمایش داشتند و دستمال (پنبه یا گاز) هیچ عملکرد حفاظتی نداشت (۲۵). MacIntyre و همکاران در سال ۲۰۱۵ میزان نفوذ ماسک‌های پارچه‌ای را تقریباً ۹۷٪ و ماسک‌های جراحی را ۴۴ درصد به‌دست آوردند و بیان کردند تحقیقات بیشتری برای کاربرد گسترده ماسک‌های پارچه‌ای در سطح جهان لازم است و نیایستی به‌عنوان یک اقدام احتیاطی ماسک‌های پارچه‌ای برای کارکنان مراقبت بهداشتی به‌ویژه در شرایط پُریسک توصیه شود (۲۶). همچنین در مطالعه‌ای توسط Rengasamy و همکاران



شکل ۲- کارایی ماسک نمدی ۳ لایه حاوی غشاء پلی پروپیلن در فیلتراسیون ذرات تنفسی در سایزهای مختلف

## بحث

نتایج مطالعات گذشته بر نقش عمده عوامل انسانی در کنترل حوادث و بیماری‌ها تأکید دارند (۱۸،۱۹). کروناویروس عامل کووید-۱۹ به‌صورت ذرات بسیار ریز و همچنین همراه با قطرات تنفسی در سایزهای مختلف ممکن است انتقال یابد و با توجه به اندازه آن می‌تواند به مدت طولانی در هوا معلق و پراکنده شود. بنابراین استفاده از ماسک می‌تواند باعث کاهش مواجهه فرد با ویروس گردد (۲۰). بررسی مطالعات گذشته در مورد امکان استفاده از ماسک‌های پارچه‌ای در برابر شیوع کرونا ویروس، نشان می‌دهد که ماسک‌های یک‌بار مصرف به دلیل وجود تقاضای گسترده و زیاد در سراسر جهان از زمان شیوع این بیماری در دسترس نمی‌باشند (۶). کمبود ماسک‌های N95 و ماسک‌های پزشکی نیز به‌طور گسترده‌ای در بیماری کووید-۱۹ گزارش شده است. از طرفی با توجه به اهمیت استفاده از ماسک، طراحی ماسک پارچه‌ای ساده برای کسانی که دسترسی آسان و راحت به ماسک‌های ایمن مناسب ندارند پیشنهاد شده است (۶). طراحی ساده و قیمت پایین ماسک‌های نمدی باعث تولید و استفاده گسترده از این ماسک‌ها در سطح کشور شده است. استفاده از ماسک‌های تنفسی با کارایی پایین ممکن است باعث تشدید شیوع این بیماری در سطح جامعه گردد چرا که استفاده از ماسک باعث ایجاد اطمینان کاذب در افراد شده و باعث می‌شود افراد به راحتی و بدون رعایت فاصله اجتماعی وارد جامعه شده و خود را در معرض خطر قرار دهند علاوه بر این افراد با پوشیدن ماسک کمتر به ماندن در خانه ترغیب شده و قرنطینه را ترک می‌کنند بر این اساس بررسی کارایی ماسک در فیلتراسیون ذرات بسیار مهم است و نقش حیاتی در کنترل کووید-۱۹ دارد. از این رو این مطالعه بر بررسی کارایی ماسک نمدی ۳ لایه طراحی شده در به دام‌اندازی ذرات در محدوده سایز ویروس کووید-۱۹ تمرکز داشت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد میانگین کارایی ماسک نمدی ساخته شده در این مطالعه در سایز ذرات ۳۰۰ و ۵۰۰ نانومتر به ترتیب برابر با ۱۸ و ۲۲ درصد است. البته با توجه به اینکه معمولاً بخشی از ذرات کووید-۱۹ همراه با قطرات تنفسی با سایزهای

نورشیمیایی یا یک عامل حساس به اشعه ماورای بنفش است. هیدروژن پراکسید با قابلیت جذب اشعه فرابنفش در طول موج‌های کمتر از ۳۰۰ نانومتر رادیکال‌های بسیار فعال هیدروکسیل ایجاد می‌کند. مزیت کاربرد روش  $UV/H_2O_2$  این است که اکسایش به‌طور کامل انجام می‌شود عملکرد قابل توجه آن سبب شده است تا در جهت ساخت و تولید ماسک جدید طراحی شده با قابلیت نفوذناپذیر ذرات تنفسی و مایع در سطح راندمان قابل توجهی اقدام نمود.

## نتیجه‌گیری

عدم وجود استاندارد مشخص در ساخت ماسک‌ها، باعث تولید انواع ماسک‌های مختلف در سطح جامعه شده که کارایی آنها را در حاله‌ای از ابهام قرار داده است در صورتی که عدم کارایی این ماسک‌ها مشخص شود در نتیجه این افراد با پراکندن ترشحات دهان و بینی خود در هنگام سرفه و عطسه زدن و آلودگی سطوح که متعاقب آن ایجاد خواهد شد باعث افزایش روند گسترش بیشتر ویروس کرونا در سطح جامعه و خانواده خواهند شد و این موضوع زمانی اهمیت بیشتری پیدا خواهد نمود که بدانیم طبق تحقیقات انجام شده مدت ماندگاری این‌گونه ویروس‌ها بر روی سطوح و اشیائی مانند فلز، شیشه و پلاستیک تا ۳ روز می‌باشد. استفاده از ماسک در طول همه‌گیری کووید ۱۹ یک موضوع بسیار مهم و حیاتی است. از محدودیت مطالعه می‌توان به این مورد اشاره کرد که در این مطالعه فقط یک نوع ماسک نمدی با ساختار بیان شده مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج آن قابل تعمیم به سایر ماسک‌های مورد استفاده در جامعه نمی‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از ماسک تنفسی نمدی با طراحی و ساختار مورد استفاده در جامعه جهت پیشگیری از مواجهه با کووید ۱۹ دارای کارایی کافی نبوده و حتی ممکن است با ایجاد اطمینان کاذب در افراد منجر به افزایش شیوع این بیماری گردد. با توجه به استفاده گسترده از ماسک‌های نمدی در سطح جامعه، بهبود قابلیت فیلتراسیون این ماسک‌ها در فیلتراسیون ذرات با سایز پایین‌تر از ۵۰۰ نانومتر و همچنین اصلاح سطح و ساختار ماسک با آبدوست کردن الیاف پلی‌پروپیلین بخش داخلی ماسک می‌تواند در کاهش شیوع ویروس کوید-۱۹ نقش بسیار مهمی داشته باشد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده بهبود عملکرد ماسک‌های نمدی مورد مطالعه قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی: این مطالعه به‌عنوان طرح پژوهشی به

شماره SDH/۲/۰۴۱ در مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گناباد به ثبت رسیده است. همچنین این مطالعه دارای کد اخلاق به شماره IR.GMU.REC.1398.18 از کمیته اخلاق می‌باشد و نویسندگان

عملکرد فیلتراسیون ماسک‌های پارچه‌ای و مواد فابریک رایج در رنج ۲۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر ارزیابی شد و نتایج نشان دادند میزان نفوذ ماسک‌های پارچه‌ای ۹ تا ۹۸ درصد در رنج مذکور بود که مشابه با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد و میانگین نفوذ برای ماسک N95 ۱۲ درصد در سرعت ۵/۵ سانتی‌متر بر ثانیه بود. آنها در مطالعه خود بیان کردند مواد فابریک رایج حفاظت حاشیه‌ای در برابر نانو ذرات در رنج سایز ذرات حاوی ویروس در هوای استنشاقی را فراهم می‌کنند (۲۷).

ماسک‌های پارچه‌ای دارای مزایای متغیر و نامشخص هستند و تنها در صورت عدم دسترسی به رسیپراتورها و ماسک‌های جراحی می‌توانند به‌عنوان گزینه آخر برای حفاظت باشند (۲۸). از طرفی توجه به این نکته مهم است که این راهبرد آخرین راه حل محسوب می‌شود و مطابق با معیارهای معمول مراقبت در ایالات متحده نیست.

با توجه به کمبود ماسک، استفاده مناسب از این نوع ماسک (همراه با فیت کردن کامل آن بر روی صورت) به همراه دیگر اقدامات مورد نیاز برای پیشگیری از شیوع بیماری مانند شستشوی مرتب دست‌ها بهینه شود. توسعه و استفاده مناسب از ماسک در برابر کروناویروس می‌تواند نیاز به الزام به اجرای اقدامات سخت‌گیرانه مانند قرنطینه را کاهش دهد و برای عموم مردم مفید می‌باشد. این مطالعه می‌تواند به انجام مطالعاتی به منظور طراحی ماسک‌های موثر و کاربردی در برابر بیواتروس‌های مشابه سوق داده شود و یک راه حل عملی و ارزشمند برای کمبود تجهیزات حفاظت تنفسی ارائه دهد.

با توجه به استفاده گسترده از ماسک‌های نمدی در سطح جامعه، بهبود قابلیت فیلتراسیون این ماسک‌ها در فیلتراسیون ذرات با سایز پایین‌تر از ۵۰۰ نانومتر می‌تواند در کاهش شیوع ویروس کوید-۱۹ نقش بسیار مهمی داشته باشد. همچنین اصلاح سطح و ساختار ماسک در کارایی آن نیز ممکن است نقش مهمی داشته باشد. یکی از روش‌های بهبود عملکرد ماسک در به دام‌اندازی قطرات تنفسی آبدوست کردن الیاف پلی‌پروپیلین بخش داخلی ماسک می‌باشد. روش‌های مختلفی برای آبدوست کردن الیاف پلی‌پروپیلین پیشنهاد شده است (۲۹). استفاده از اشعه فرابنفش به همراه یک ماده اکسیدکننده مناسب مانند  $H_2O_2$  روش مناسبی برای این منظور می‌باشد (۳۰). روش‌های اصلاح سطح که باعث ایجاد سطحی قطبی‌تر می‌شوند، خواصی همچون جذب رطوبت را بهبود می‌بخشند. هنگامی که پلی‌پروپیلین در معرض اشعه ماورای بنفش قرار می‌گیرد انرژی سطحی آن زیاد می‌شود. علت این امر آن است که پیوندهای مولکولی در سطح پلی‌پروپیلین، در اثر این فرایند شکسته شده و گروه‌های قطبی اکسیژن روی سطح تولید می‌شوند. برای این‌که یک واکنش نورشیمیایی انجام شود، مولکول‌های ماده مورد نظر باید بتوانند نور جذب کنند. پلی‌پروپیلین فاقد این گروه‌ها می‌باشد. به همین دلیل نیاز به یک آغازگر

### نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- اهمیت استفاده از ماسک‌های با راندمان بالا و کارایی کافی (N95) و ماسک‌های جراحی) در برابر کووید-۱۹ در میان جوامع نظامی با توجه به لزوم حضور همیشگی و دائم ایشان در جامعه و اهمیت شغل این افراد
- لزوم رعایت سایر اقدامات و ملاحظات فاصله گذاری اجتماعی در کنار استفاده از وسایل حفاظت تنفسی به منظور حصول اطمینان از حفاظت موثر در برابر کووید-۱۹

مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت و کارکنان مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت ابراز می‌دارند.

**نقش نویسندگان:** همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

**تضاد منافع:** نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

### منابع:

1. <https://behdasht.gov.ir/>. 2020.
2. Shirzad H, Abbasi Farajzadeh M, Hosseini SR, Farnoosh G. The Role of Military and Police Forces in Crisis Management due to the COVID-19 Outbreak in Iran and the World. *Journal of Police Medicine*. 2020;9(2):63-70.
3. Roberge RJ, Kim J-H, Benson SM. Absence of consequential changes in physiological, thermal and subjective responses from wearing a surgical mask. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2012;181(1): 29-35. doi:10.1016/j.resp.2012.01.010
4. Lypp A, Edwards P. Disposable surgical face masks: a systematic review. *ORNAC Journal*. 2005; 23(3):20.
5. Belkin NL. A century after their introduction, are surgical masks necessary? *AORN journal*. 1996;64(4): 602-7. doi:10.1016/S0001-2092(06)63628-4
6. Rocky MMH, Bhuyan MAH, Khan R, Akhtar S. A Simple Homemade Cloth Mask for Mass People in Covid-19: Salt-Starching Treatment on Fabric for Better Bioaerosol Filtration Efficiency.
7. Guo YP, Yi L, Tokura H, Wong TKS, Chung JWY, Gohel MDI, et al. Evaluation on masks with exhaust valves and with exhaust holes from physiological and subjective responses. *Journal of physiological anthropology*. 2008;27(2):93-102. doi:10.2114/jpa2.27.93
8. Nazeeri AI, Hilburn IA, Wu D-A, Mohammed KA, Badal DY, Chan MH, et al. An Efficient Ethanol-Vacuum Method for the Decontamination and Restoration of Polypropylene Microfiber Medical Masks & Respirators. medRxiv. 2020. doi:10.1101/2020.04.12.20059709
9. Saffari, Azimi and, Mahmoudi, Hossein. Nurses' experiences in self-protection when caring for patients with Covid-19. *Medical Journal*. 2020; 22(6): 570-9
10. Bartoszko JJ, Farooqi MAM, Alhazzani W, Loeb M. Medical masks vs N95 respirators for preventing COVID-19 in healthcare workers: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Influenza and other respiratory viruses*. 2020. doi:10.1111/irv.12745
11. Nichol K, McGeer A, Bigelow P, O'Brien-Pallas L, Scott J, Holness DL. Behind the mask: Determinants of nurse's adherence to facial protective equipment. *American journal of infection control*. 2013;41(1):8-13. doi:10.1016/j.ajic.2011.12.018
12. van der Sande M, Teunis P, Sabel R. Professional and home-made face masks reduce exposure to respiratory infections among the general population. *PLoS One*. 2008;3(7). doi:10.1371/journal.pone.0002618
13. Lee K, Shukla V, Clark M, Mierzwinski-Urban M, Pessoa-Silva C, Conly J. Physical Interventions to Interrupt or Reduce the Spread of Respiratory Viruses-Resource Use Implications: A Systematic Review. *CADTH technology overviews*. 2012;2(3).
14. Ganji, Ali, Mosayebi, Qasim, Khaki, Ghazavi, et al. Review of Emerging Coronavirus 2019 (COVID-19): Immunopathogenesis, Molecular Biology and Clinical Aspects. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2020; 23 (1): 8-21. doi:10.32598/JAMS.23.1.51.5
15. Manesh R, Ehsan, Pour R, Farzaneh, Memarzadeh. Strategies to control Quid-19 infection in the workplace. *Journal of Occupational Medicine*. 2020; 11 (4): 91-8.
16. Deepthi R, Masthi NRR, Nirmala CJ, Manjula R, Vinothkumar S. Personal Protective Equipments (PPE)--Prerequisites, Rationale and Challenges during COVID 19 Pandemic. *Indian Journal of Community Health*. 2020;32(2). doi:10.47203/IJCH.2020.v32i02SUPP.005
17. Ivanković N, Rajić D, Karkalić R, Janković D, Radovanović Ž, Stupar S, et al. Influence of the aerosol flow and exposure time on the structural changes in the filtering half masks material. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 2018;83(4):463-71. doi:10.2298/JSC170624004I
18. Mehri A, Dehghan SF, Abbasi M, Beheshti MH, Sajedifar J, Jafari SM, et al. Assessment of contrast perception of obstacles in a tunnel entrance. *Health promotion perspectives*. 2018;8(4):268. doi:10.15171/hpp.2018.38
19. Arab M, Honarvar Z, Hosseini SM. Ovarian malignancy probability score (OMPS) for appropriate referral of adnexal masses. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2014;15:8647-50. doi:10.7314/APJCP.2014.15.20.8647.

20. Guzman M. Bioaerosol size effect in COVID-19 transmission. 2020. doi:10.20944/preprints202004.0093.v1
21. Oberg T, Brosseau LM. Surgical mask filter and fit performance. American journal of infection control. 2008;36(4):276-82. doi:10.1016/j.ajic.2007.07.008
22. Konda A, Prakash A, Moss GA, Schmoldt M, Grant GD, Guha S. Aerosol filtration efficiency of common fabrics used in respiratory cloth masks. ACS nano. 2020. doi:10.1021/acsnano.0c04676
23. Chen C-C, Willeke K. Aerosol penetration through surgical masks. American journal of infection control. 1992;20(4):177-84. doi:10.1016/S0196-6553(05)80143-9
24. Jang JY, Kim SW. Evaluation of filtration performance efficiency of commercial cloth masks. Korean Journal of Environmental Health Sciences. 2015;41(3):203-15. doi:10.5668/JEHS.2015.41.3.203
25. Jung H, Kim JK, Lee S, Lee J, Kim J, Tsai P, et al. Comparison of filtration efficiency and pressure drop in anti-yellow sand masks, quarantine masks, medical masks, general masks, and handkerchiefs. Aerosol and Air Quality Research. 2013;14(3):991-1002. doi:10.4209/aaqr.2013.06.0201
26. MacIntyre CR, Seale H, Dung TC, Hien NT, Nga PT, Chughtai AA, et al. A cluster randomised trial of cloth masks compared with medical masks in healthcare workers. BMJ open. 2015;5(4):e006577. doi:10.1136/bmjopen-2014-006577
27. Rengasamy S, Eimer B, Shaffer RE. Simple respiratory protection-evaluation of the filtration performance of cloth masks and common fabric materials against 20-1000 nm size particles. Annals of occupational hygiene. 2010;54(7):789-98.
28. Abd-Elsayed A, Karri J. Utility of substandard face mask options for health care workers during the COVID-19 pandemic. Anesthesia and Analgesia. 2020. doi:10.1213/ANE.0000000000004841
29. Mousavi S, Meratian M, Rezaeian A, Akbarzadeh F, Rajabi M, Mirhaj M, et al. Improvement of Polypropylene Biological Interactions by using Superhydrophobic Surface Modification.
30. Fattahi F, Izadan H, Khoddami A. Investigation into the effect of UV/Ozone irradiation on dyeing behaviour of poly (lactic acid) and poly (ethylene terephthalate) substrates. 2012