

به نام خدا

## راهنمای ماسک‌های تنفسی



گردآوردنگان:

فائزه نوروز، نیکی دادگری

زیر نظر:

دکتر رضا فریدی مجیدی

وبراستاری:

دکتر نصرالله طباطبایی، دکتر مهیا رحمانی

۱۳۹۹ فروردین

## ۱- مقدمه

با افزایش آلاینده‌ها و ذرات معلق موجود در هوا و همچنین شیوع و گسترش بیماری‌های واگیردار مانند: آنفولانزا و کرونا (COVID-19)، استفاده از ماسک‌های تنفسی جهت جلوگیری از ورود این عوامل بیماری‌زا به داخل مجاری تنفسی به یک ضرورت تبدیل شده است. ماسک‌های تنفسی در دسته‌ی تجهیزات حفاظت فردی قرار می‌گیرند که از لحاظ کاربرد و ویژگی‌ها دارای انواع مختلفی هستند. از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به ماسک پزشکی، ماسک‌های N95 و ماسک‌های سری FFP نام برد.

## ۲- انواع ماسک‌های تنفسی

براساس هدف اصلی استفاده از ماسک‌ها می‌توان آنها را به چند دسته کلی زیر تقسیم کرد، که ذیلاً به اختصار معرفی می‌گردند:

- ماسک‌هایی که با هدف جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها توسط شخص استفاده کننده در محیط بکار می‌روند: عموماً ماسک‌های سه لایه شامل نوع کشدار و بنددار (معروف به جراحی).
- ماسک‌های که با هدف محافظت فرد استفاده کننده از آلاینده‌های محیط بکار می‌روند: ماسک‌های سوپاپ‌دار N95، FFP2
- ماسک‌های که با هدف محافظت فرد استفاده کننده و همچنین جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها توسط شخص استفاده کننده کاربرد دارند: عموماً ماسک‌های بدون سوپاپ N95، FFP2

نکته: به طور عمده ماسک‌های تنفسی از چندین لایه نابافته متشکل از اسپان باند و ملت بلون ساخته می‌شوند که معمولاً جنس هر اسپان باند و ملت بلون عمدتاً از جنس الیاف نابافته پلی پروپیلن هستند و لایه یا لایه‌های ملت بلون نقش اصلی فیلتر کردن هوا از ذرات معلق و غبار را به عهده دارد و اسپان باند در نقش محافظت از این لایه‌ها به کار می‌رود.

البته در روزهای اخیر به دلیل محدودیت در دسترسی ماسک از ماسک‌های پارچه‌ای نیز استفاده می‌شود که باید دقت کرد که این نوع ماسک‌ها به دلیل جنس به کار رفته ممکن است دو نقص زیر را دارا باشند:

- ۱- احتمال آلودگی بیشتری مخصوصاً برای باکتری‌ها و ۲- کارایی پایین در صورت عدم استفاده از لایه‌های با کیفیت ملت بلون.

## ۱-۲ ماسک سه لایه

این نوع ماسک‌ها عمدتاً با هدف جلوگیری از انتشار عفونت یا آلودگی از شخص استفاده کننده به سایرین و محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد و در دو نوع سه لایه کش‌دار و سه لایه بنددار ارایه می‌شوند. ماسک‌های سه لایه بنددار اغلب در اتاق‌های جراحی استفاده می‌شوند، چرا که عموماً پرسنل جراحی ماسک را به صورت جراح می‌بندند. هرچند استفاده از آنها باعث محافظت از خود شخص در برابر آلودگی‌های محیطی نیز می‌شود. به دلیل کمپ نبودن کامل این ماسک‌ها در استفاده از آن‌ها باید دقت لازم و کافی را داشت چرا که امکان عبور هوا یا آلاینده از کناره‌های ماسک وجود دارد. این ماسک‌ها برای به داماندازی ذرات بزرگ و ترشحات طراحی شده‌اند.



شکل ۱- ماسک سه لایه راست) ماسک سه لایه بنددار چپ) ماسک سه لایه کش‌دار

## ۲-۲ ماسک‌های سری N و FFP

این نوع ماسک‌ها چسبندگی خوبی با صورت برقرار می‌کنند و در دو نوع سوپاپ‌دار و بدون سوپاپ طراحی و عرضه می‌شوند. نوع سوپاپ‌دار آن با هدف محافظت فرد استفاده کننده بکار می‌رود، و نوع بدون سوپاپ آن با هدف محافظت فرد و همچنین جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها و ذرات زیست مانند ویروس و باکتری توسط فرد استفاده کننده کاربرد دارد. این ماسک‌ها فرد را در برابر گرد و غبار، مه و ذرات زیستی مانند: انواع باکتری‌ها و ویروس‌هایی همانند ویروس کرونا (COVID-19) که امروزه بسیار رایج نیز شده‌است، محافظت می‌کنند.

این نوع ماسک‌ها قابلیت به داماندازی ذرات  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  میکرون را دارا هستند و با توجه به اینکه ویروس کرونا نیز ابعادی در این محدوده ( $0.1\text{ }-\text{ }0.3\text{ }\mu\text{m}$ ) دارد، این ماسک‌ها توانایی محافظت فرد را در برابر این ویروس دارند. در استفاده از ماسک‌ها باید دقیق کرد که از چه استانداردی جهت تایید ماسک‌ها استفاده شده است، که در زیر به اختصار کلاس‌های مختلف ماسک‌ها با استانداردهای مختلف معرفی می‌گردد.

لازم به توضیح است در برخی موارد می‌توان به این نوع ماسک‌ها پارچه آغشته به کربن نیز اضافه کرد که هدف از این کار جذب گازها و بوها توسط کربن می‌باشد که معمولاً یک لایه پارچه با رنگ سیاه نشان دهنده حضور لایه کربن می‌باشد. در این خصوص به دو نکته باید دقیق شود که اولاً اگر چه کربن رنگ سیاه دارد اما هر رنگ سیاه نشان دهنده کربن نیست ثانیاً وجود کربن تنها در جذب گازها نقش دارد و نقش موثری در فیلتراسیون ذرات معلق مانند ویروس‌ها نخواهد داشت.

### ماسک‌های سری N

ماسک‌های سری N که با استاندارد امریکایی NIOSH طبقه‌بندی شده است:

ماسک N95: مناسب برای ذرات بزرگتر از  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  میکرون با فیلتراسیون ۹۵ درصد غیر مقاوم نسبت به روغن.

ماسک N99: مناسب برای ذرات بزرگتر از  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  میکرون با فیلتراسیون ۹۹ درصد غیر مقاوم نسبت به روغن.

ماسک N100: مناسب برای ذرات بزرگتر از  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  میکرون با فیلتراسیون ۹۹/۹۷ درصد غیر مقاوم نسبت به روغن.

## ماسک‌های سری FFP

ماسک‌های سری FFP که با استاندارد اروپایی EN149:2001 طبقه بندی شده‌اند:

- ماسک FFP1: مناسب برای ذرات متوسط (در حد میکرونی) با فیلتراسیون ۸۰ درصد (به دام اندازی ذرات  $0.3\text{ }\mu\text{m}$ ) است.
- ماسک FFP2: مناسب برای ذرات ریز (زیر میکرون) با فیلتراسیون ۹۴ درصد (به دام اندازی ذرات  $0.2\text{ }\mu\text{m}$ ) است.
- ماسک FFP3: مناسب برای ذرات بسیار ریز (زیر میکرون) با فیلتراسیون ۹۹ درصد (به دام اندازی ذرات  $0.1\text{ }\mu\text{m}$ ) است.

در جدول ۱ دو ویژگی مهم ماسک‌های تنفسی یعنی فیلتراسیون یا داماندازی ذرات و افت فشار (تنفس پذیری) مطابق با استانداردهای بین‌المللی آورده شده است.

جدول ۱- راندمان و استانداردهای مورد تایید ماسک‌های سری N و FFP

نوع ماسک	راندمان فلتراسیون ذرات $0.3\text{ }\mu\text{m}$ (%)	حداکثر افت فشار (پاسکال)	استاندارد مورد تایید	کشور صادر کننده استاندارد
amerika	95%	343	NIOSH-42CFR84	amerika
99%				
100%				
europa	80%	210	EN 149-2001	europa
94%				
99%				

N مخفف "Not resistant to oil" است و شماره آن میزان سطح محافظت را نشان می‌دهد.

مخفف FFP "Filtering Face Piece" است و شماره آن میزان سطح محافظت را نشان می‌دهد.

نکته: با توجه به استاندارد های آمریکایی اروپایی FFP2 معادل N95 و FFP3 معادل N99 می‌باشد و تنها نوع استاندارد آن‌ها متفاوت است.

همانطور که از جدول قابل مشاهده است و بسیاری از مراجع ذی‌ربط این موضوع را تایید می‌کند، ماسک‌های FFP2 را می‌توان از نظر راندمان به داماندازی ذرات  $3/0$  میکرون مشابه و نزدیک به ماسک‌های N95 در نظر گرفت. در نتیجه استفاده از هر یک از این ماسک‌ها در دوره اپیدمی و پاندمی بیماری‌های واگیردار مناسب می‌باشد. البته در صورت دسترسی به نوع N99 یا FFP3 استفاده از آن‌ها فیلتراسیون و محافظت بهتری دارند ولی عموماً با افت تنفس پذیری همراه هستند.

### ۲-۳ تفاوت ماسک‌های سوپاپ‌دار و بدون سوپاپ

ماسک‌های N95 و سری FFP به دو دسته سوپاپ‌دار و بدون سوپاپ تقسیم می‌شوند. ماسک‌های سوپاپ‌دار که به اشتباه به ماسک‌های فیلتردار نیز معروف شده‌اند، دارای یک دریچه یا سوپاپ روی ماسک هستند که این دریچه به منظور تسهیل خروج هوای بازدمی استفاده می‌شود.

در واقع این سوپاپ در نقش یک شیر یک طرفه عمل می‌کند و در هنگام دم در اثر فشار هوا بسته شده و اجازه می‌دهد که هوای مورد نیاز ریه‌ها از پارچه ماسک که در واقع فیلتر ماسک محسوب می‌شود عبور کرده و آلودگی‌ها از هوا فیلتر شوند. در موقع بازدم این شیر باز شده و اجازه خروج راحت بخارات بازدم برای جلوگیری از تعریق صورت را مهیا می‌کند. بنابراین تاکید می‌شود که این سوپاپ هیچ نقشی در فیلتراسیون هوا ندارد و فقط برای راحتی در بازدم تعییه شده است.

بنابراین ماسک‌های سوپاپ‌دار صرفاً جهت محافظت شخص استفاده کننده هستند و در جلوگیری از انتشار آلودگی از طرف شخص استفاده کننده عملکرد خوبی (به دلیل باز شدن سوپاپ هنگام بازدم) ندارند.

همچنین باید دقت کرد که نوع و کیفیت سوپاپ استفاده شده نیز در عملکرد ماسک‌های سوپاپ دار بسیار حائز اهمیت هست چرا که در صورت خوب عمل نکردن سوپاپ احتمال بسته بودن مداوم که باعث حذف تاثیر سوپاپ در خروج بخارات در هنگام بازدم و

یا باز بودن مداوم که باعث افت شدید محافظت و راندمان فیلتراسیون خواهد شد. معمولاً سوپاپ‌های نوع سیلیکونی مرغوبیت بیشتر دارند و با کمترین جریان هوا حرکت کرده و در هنگام دم بسته و در هنگام بازدم باز خواهند شد. بررسی این موضوع به آسانی با دمش آهسته مثبت یا منفی در سوپاپ امکان پذیر است.

**هشدار: استفاده از ماسک‌های سوپاپ‌دار برای بیماران مبتلا به کووید-۱۹ و افراد مشکوک به این بیماری و همچنین کادر درمانی توصیه نمی‌شود. چرا که در هنگام دم، هوا از بدن ماسک فیلتر می‌شود و در هنگام بازدم هوا بدون عبور از بدن ماسک از دریچه یا سوپاپ خارج می‌شود. با توجه به اینکه در دوران شیوع کرونا احتمال ناقل بودن هر فرد وجود دارد توصیه می‌شود که در استفاده از ماسک‌های سوپاپ‌دار دقت بیشتری به عمل آید.**

نکته: ظاهر ماسک به هیچ عنوان بیانگر کلاس فیلتر و راندمان آن نخواهد بود. وجود سوپاپ بر روی ماسک نمی‌تواند تاییدی بر نوع FFP2 یا هر کلاس دیگر باشد. تنها روش تایید کلاس‌های فیلتر استفاده از دستگاه تست فیلتراسیون با ابزار دقیق و مورد تایید نهادهای ذی صلاح می‌باشد.



شکل ۲- تصاویری از ماسک‌های تنفسی

تاكيد: تنها نوع پارچه به کار رفته در ماسک می‌تواند کلاس و سطح كيفي ماسك را مشخص کند و ظاهر ماسک و وجود سوپاپ نمي‌تواند تاييدی بر ماهیت N99, FFP2, N95 و FFP3 باشد.

### ۳- عمر مفید ماسک‌های تنفسی

به طور کلی زمان استفاده از ماسک‌ها کاملاً به شرایط و محیط استفاده بستگی دارد. به طور مثال؛ هر نوع ماسکی که در اتاق عمل استفاده می‌شود تنها برای یک بار استفاده مجاز می‌باشد.

با اين حال بر اساس استانداردها ميانگين طول عمر هر يك از ماسک‌های محافظتی در زير آورده شده است:

- **ماسک‌های جراحی:** اين ماسک‌ها يکبار مصرف هستند و پس از هر بار استفاده بلافصله باید دور انداخته شوند.
- **ماسک N95:** مدت زمان ایده‌آل استفاده از اين ماسک بين ۶ الى ۸ ساعت است.
- **ماسک‌های سری FFP:** مدت زمان ایده‌آل استفاده از اين ماسک بين ۶ الى ۸ ساعت است.

هشدار: تمام ماسک‌ها در صورت استفاده در اتاق جراحی به مانند ماسک يکبار مصرف هستند، يعني مدت زمان استفاده در اينجا اهميتي ندارد و پس از هر بار استفاده هر چند کوتاه، ماسک باید دور انداخته شود.

هشدار: از ماسک‌های سوپاپ‌دار در اتاق‌های جراحی نباید استفاده کرد.

نکته: نظر به اينکه ماسک‌های تنفسی يك بار مصرف می‌باشد، امكان استريل و مصرف دوباره ماسک‌های N95 و سری FFP توسط هیچ يك از استانداردهای ماسک‌های تنفسی توصيه و تاييد نشده است.

#### ۴- نحوه ارزیابی و بررسی خصوصیات ماسک‌های تنفسی

دو ویژگی راندمان به داماندازی ذرات و افت فشار از خصوصیات حائز اهمیت فیلترها که ماسک‌های تنفسی نیز در دسته فیلترها قرار می‌گیرند است.

۱- راندمان به داماندازی ذرات یا قابلیت فیلتراسیون ذرات با اندازه‌های مختلف گفته می‌شود. به عنوان مثال؛ در ماسک‌های تنفسی N95 و FFP2 راندمان به داماندازی ذرات  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  درصد اندازه‌گیری می‌شود.

۲- افت فشار به کاهش فشار هوا قبل و بعد عبور دهی هوا از ماسک اطلاق می‌شود و به امکان عبور جریان هوا از مدیا یا ماسک تنفسی گفته می‌شود. افت فشار بالا در واقع باعث افت در تنفس‌پذیری ماسک شده و مطلوب نخواهد بود.

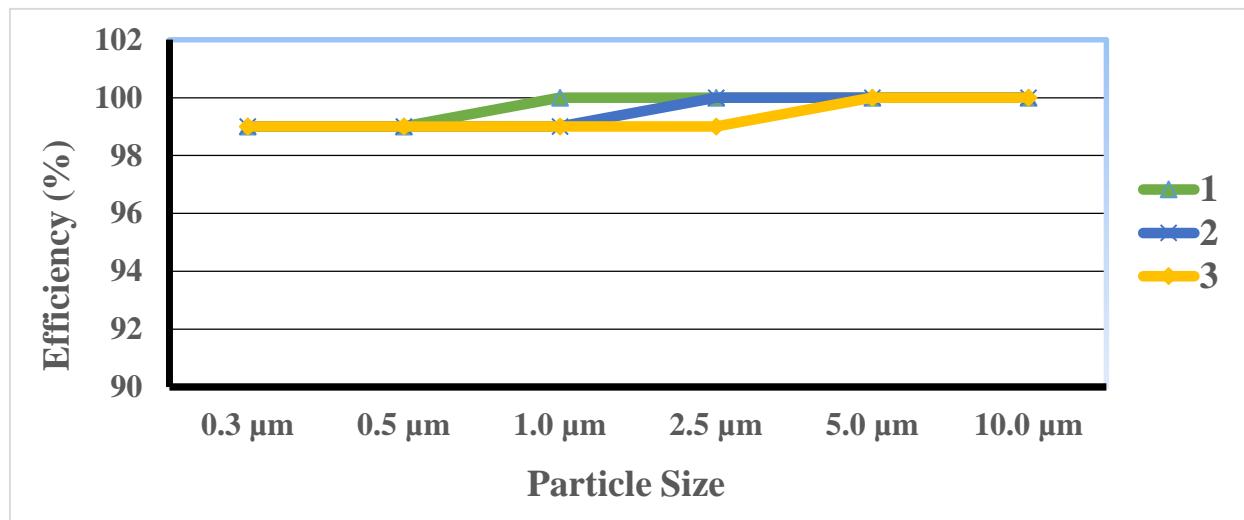
طبق استانداردهای مرتبط با فیلترها و ماسک‌های تنفسی، جهت سنجش و ارزیابی افت فشار و راندمان به داماندازی ذرات از دستگاه‌های تست فیلتری (ماسک) مطابق با معیارهای این استانداردها استفاده می‌شود.

دستگاه تست فیلتر (شکل ۳) قابلیت ارزیابی راندمان و افت فشار مدیاهای گوناگونی از فیلتر را دارد. دستگاه‌های تست فیلتر دارای یک منبع تولید کننده ذرات گرد و غبار به طور مصنوعی با غلظت مشخص و ثابت بوده و با کمک یک شمارنده دقیق ذرات (معمولاً در ۶ کanal،  $0.3$ ،  $0.5$ ،  $1$ ،  $2/5$ ،  $5$  و  $10\text{ }\mu\text{m}$ ) اقدام به شمارش ذرات قبل و بعد از ماسک (یا هر نوع فیلتر دیگر) می‌نماید و در نهایت میزان ذرات عبور نکرده را به صورت درصد فیلتراسیون گزارش می‌کند.



شکل ۳- دستگاه تست فیلتر شرکت فناوران نانومقیاس

نمودار زیر نشان دهنده کارایی یک نوع ماسک ارتقاء یافته با نانوالیاف با کلاس FFP3 با استفاده از این دستگاه می‌باشد.



تصویر ۴- نمودار راندمان به داماندازی ذرات  $0.3/0.5$ ،  $1/2.5$ ،  $5/10$  میکرومتر برای ۳ نمونه ماسک FFP3

همچنین این دستگاهها مجهرز به فشار سنج دقیق برای اندازه‌گیری افت فشار (یا تنفس پذیری) قبل و بعد ماسک می‌باشد.

معمولاً دستگاه‌های تست فیلتر راندمان و افت فشار میدیای فیلتر را طبق استانداردهای BS EN 143، BS EN 149، ISO 11155-1، ISO 5011 و ISO 16900-3، ISO 16890 779

نکته: خصوصیات تمام ماسک‌های N95 و سری FFP تنها طبق استانداردهای ذکر شده و با استفاده از دستگاه‌های تست ماسک مورد تایید این استانداردها، قابل ارزیابی هستند. این استانداردها خواص عملکردی ماسک‌ها (راندمان و افت فشار) را بررسی می‌کنند.

## ۵- میدیای ماسک‌های تنفسی حاوی نانوالیاف

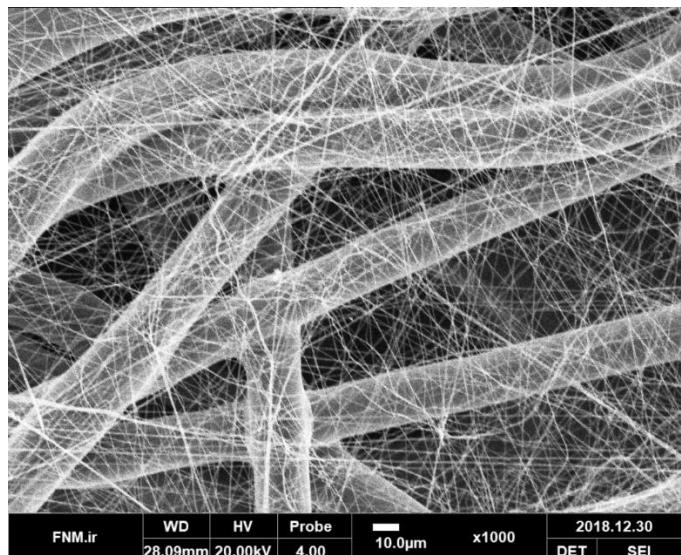
ذرات معلق در هوا اندازه‌های مختلفی دارند، آسیب‌رسانی این ذرات صرف نظر از ماهیت شیمیایی آن‌ها با اندازه آن‌ها ارتباط دارد، لذا با توجه به پیشرفت صنعت در حوزه فناوری نانو و صنعتی شدن روزافزون شهرها در کشور، افزایش آلودگی هوا و بیماری‌های واگیردار معضلی است که روزبه‌روز بیشتر باید به آن توجه کرد. در نتیجه استفاده از فیلترهای هوای رایج در بازار اثر زیادی در پیشگیری ورود این دسته ذرات به سامانه دستگاه‌هایی مانند خودروها، توربین‌های گازی، وسایل محافظت شخصی همانند ماسک تنفسی، جمع‌کننده‌های غبار ندارند، در نتیجه بهتر است در این دستگاهها از فیلترهایی با قابلیت فیلتراسیون بالاتر استفاده شود.

در سال‌های اخیر، میدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف به شکل گستردگی در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. در نتیجه، استفاده از فیلترهای حاوی نانوالیاف به عنوان یکی از روش‌های فیلتراسیون با بازدهی بالا (اولیه و نهایی)، افت فشار پایین، قابلیت تمیز شوندگی، اقتصادی بودن و بهبود تبدیل انرژی در موتورهای احتراقی و کمپرسورها متداول شده است. میدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف معمولاً با پوشش دادن یک یا چند نوع نانوالیاف پلیمری (پسپاری) بر سطح منسوج بی‌بافت دارای تخلخل تولید می‌شود.

با توجه به افزایش استفاده از نانوالیاف در فیلترهای صنایع مختلف، الزامات جدیدی را باید برای تولید میدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف رعایت کرد به همین جهت استاندارد بین‌المللی توسط محققان ایرانی تدوین، نهایی و تصویب شده است.

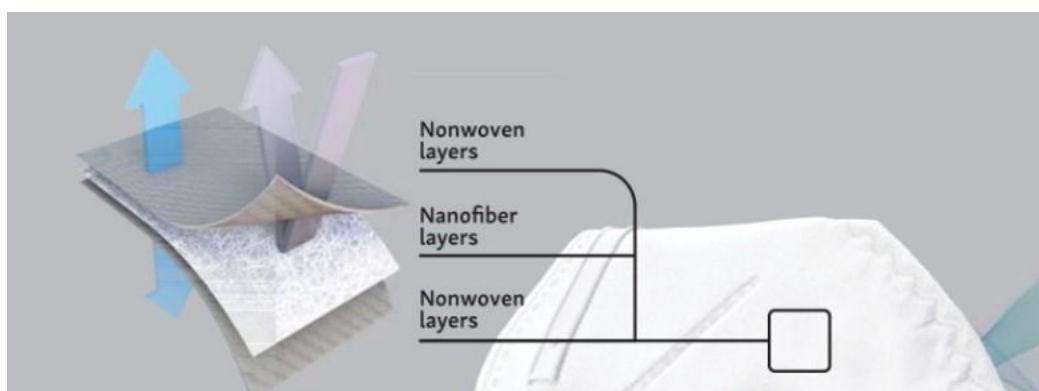
ISO/ TS 21237 Nanotechnologies –Air filter media containing polymeric nanofibres; Specification of characteristics and measurement methods

مديای ماسک نقش بسیار مهمی در عملکرد و راندمان گونه‌های مختلفی از ماسک بازی می‌کند. به همین دلیل، اکثر مدياهای ماسک‌ها از منسوجات بی‌بافت جهت جدایش ذرات استفاده می‌کنند. در سال‌های اخیر، مديای ماسک حاوی نانوالیاف (شکل ۵) به شکل گسترهای مورد استفاده قرار گرفته است. درنتیجه، استفاده از ماسک‌های حاوی نانوالیاف به عنوان یکی از روش‌های فیلتراسیون با راندمان بالا و افت فشار پایین متداول شده است.



شکل ۵- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی که نانوالیاف روی بستر پارچه‌ای مشخص است

در شکل ۶ لایه‌های ماسک تنفسی حاوی نانوالیاف نشان داده شده است.



شکل ۶- لایه‌های ماسک تنفسی حاوی نانوالیاف

مزایای استفاده از نانوالیاف در فیلتراسیون ذرات معلق هوا و ماسک:

۱- افزایش قابل توجه کارایی فیلتر.

۲- عدم افزایش افت فشار (یا عدم کاهش تنفس پذیری).

۳- طول عمر زیاد فیلتر و ماسک.

هشدار: در برخی موارد اسپری کردن ذرات نانو روی ماسک تنفسی نیز به معنای ماسک‌های نانویی قلمداد می‌شود که این مورد به هیچ عنوان توسط استانداردها و مراجع ذی‌ربط مورد تایید نمی‌باشد.

نکته: با توجه به محدودیتی که در دسترسی به پارچه مورد استفاده جهت تولید ماسک‌های N95 و N99 در کشور وجود دارد، و با وجود شیوع ویروس کرونا (COVID-19) راه حل جایگزین جهت رسیدن به راندمان و افت فشاری معادل با این ماسک‌ها که مناسب برای شرایط کنونی است، استفاده از مدیاهايی حاوی نانوالیاف است.

## سوالات متداول:

**سوال: انواع ماسک ها کدامند و کاربرد هر ماسک چیست؟**

جواب: از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به ۱- ماسک‌های سه لایه شامل نوع کشدار و بنددار ماسک پزشکی، ۲- ماسک‌های سوپاپ‌دار

سری N و FFP و ۳- ماسک‌های بدون سوپاپ سری N و FFP

**سوال: ماسک فیلتر دار چیست؟**

جواب: ماسک‌های سوپاپ‌دار را به اشتباه ماسک‌های فیلتردار می‌خوانند، که دارای یک دریچه یا سوپاپ روی ماسک هستند که این

دریچه به منظور تسهیل خروج هوای بازدمی استفاده می‌شود.

**سوال: سوپاپ ماسک کجاست؟**

جواب: سوپاپ‌ها که جهت خروج هوای بازدمی تعبیه شده‌اند بر روی ماسک‌های N95 و FFP قرار دارند و محل قرارگیری دقیق

آن بسته به سلیقه و طرح شرکت تولید کننده متفاوت است.

**سوال: ماسک را چند بار می‌توانیم استفاده کنیم؟ و آیا امکان شستشوی آنها وجود دارد؟**

جواب: ماسک‌ها معمولاً یک بار مصرف هستند و زمان استفاده از ماسک‌ها کاملاً به شرایط و محیط استفاده بستگی دارد. میانگین

طول عمر ماسک‌های سوپاپ دار بین ۶-۸ را رعایت نکات ایمنی سنت. براساس استانداردها شستشوی ماسک‌ها توصیه نمی‌شود و

MASK‌ها یک بار مصرف می‌باشند.

**سوال: کدام ماسک‌ها برای بیمار و کادر درمانی مناسب هست**

جواب: ماسک‌های بدون سوپاپ FFP3, FFP2, N99, N95 و

**سوال: روش اطمینان از کارایی ماسک چیست؟**

جواب: تنها راه بررسی کیفیت آزمون با دستگاه‌های تست فیلتراسیون مورد تایید و دقیق است.

**سوال: آیا از طریق ظاهر ماسک می‌توان پی برد که کلاس ماسک FFP3، N95، FFP2 یا N99 هست؟**

جواب: خیر، تنها راه ارزیابی دستگاه‌های تست فیلتر بر اساس استانداردهای مربوطه هست.

**سوال: ماسک نانویی چیست؟ و چگونه می‌توان از کیفیت آن مطمئن بود؟**

جواب: در ماسک نانویی با کمک یک لایه نانوالیاف کارایی پارچه ماسک بالا می‌رود. برای اطمینان از نانویی بودن به مجوزهای مربوطه دقต کنید.

#### منابع:

- مشخصات و بررسی انواع ماسک‌ها برای پرسنل ارائه کننده خدمات بهداشتی و درمانی، وزارت بهداشت و درمان و آموزش

معاونت بهداشت، مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر، بهمن ۱۳۹۸

- راهنمای پیشگردی و کنترل کوید-۱۹ (کرونا ویروس): ماسک‌های تنفسی، گروه عوامل شیمیایی و سموم، مرکز سلامت

محیط و کار، اسفند ۱۳۹۸

- Comparison of FFP2, KN95, and N95 and other filtering facepiece respirator classes, Technical bulletin, 3M Science applied to life, January 2020
- NIOSH 42 CFR Part 84- Respiratory Protective Devices
- EN 149 - Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking
- ISO/ TS 21237 Nanotechnologies –Air filter media containing polymeric nanofibres; Specification of characteristics and measurement methods