

ماسک های حفاظت تنفسی و آزمونهای عملکرد و کارایی

نویسنده: غلامرضا اکبرنیا



کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، گروه بهداشت حرفه ای

چکیده

به عنوان آخرین مرحله از اقدامات کنترلی در جهت کاهش مواجهه با آلاینده های هوا برد در محیط های کاری از ماسکها استفاده می شود. هدف از انجام این تحقیق، فراهم کردن یک مرور کلی از انواع تجهیزات حفاظت تنفسی و نحوه اندازه گیری راندمان و کارایی این تجهیزات در مواجهه با آلاینده های هوا برد بود. از طریق مطالعه متون و توصیه های ذکر شده در استانداردها، می توان به طور کلی انواع آزمایشاتی که جهت تعیین کارایی ماسکها و فیلترهای مورد استفاده آنها انجام می گیرد را به سه دسته کلی ۱- آزمون میزان فیلتراسیون ماسک ۲- آزمون انطباق یا وجود نشی ۳- آزمون میزان مقاومت تنفسی تقسیم بندی کرد. یافته های حاصل از مطالعات نشان می دهد که کارایی ماسکهای تنفسی بستگی به تقابل بین شرایط محیطی، ویژگی های آئروسول و خصوصیات فیلتر دارد و انتخاب ماسک ها می بایست بر مبنای نتایج حاصل از اندازه گیری و ارزیابی عوامل شیمیایی زبان آور محیط کار، ماهیت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آلاینده ها، غلظت آلاینده ها، شرایط جوی محیط کار، کارایی و مشخصات فنی ماسک و بالاخره ویژگیهای کارکنان و میزان پذیرش استفاده از طرف آنها صورت گیرد. نتیجه حاصل از بررسی متون حاکی از آن بوده که اندازه گیری راندمان ماسک ها در اکثر موارد به صورت آزمایشگاهی است. بنابراین نیازهای تحقیقاتی آینده می تواند شامل اندازه گیری فاکتورهای محیطی و ابعاد آئروپومتریکی صورت برای افراد استفاده کننده آن منطقه جغرافیایی و سایر پارامترها، در محیطهای کاری و تحت شرایط واقعی انجام گیرد.

واژگان کلیدی:

ماسکهای حفاظت تنفسی، آزمون کارایی ماسک، تونل آزمون ماسک، فاکتور حفاظتی، مقاومت تنفسی، ماسکهای تصفیه کننده هوا،

مقدمه:

شاغلین در اکثر صنایع و محیط های کاری در مواجهه با آلاینده های هوا برد قرار دارند در نتیجه تدوین و اجرای برنامه حفاظت تنفسی جهت اطمینان از عدم بروز بیماریهای دستگاه تنفسی از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱). تجهیزات

حفاظت تنفسی و از جمله ماسک ها به عنوان آخرین راهکارهای کنترلی در زمانی که کنترل های مهندسی و اداری باعث کاهش مواجهه استنشاقی کارگران به پایین تر از حدود مجاز مواجهه ارائه شده در قوانین و استانداردها نمی شوند اغلب مورد نیاز است (۲). میلیون ها کارگر به ماسک ها و دیگر تجهیزات حفاظت فردی (PPE) اعتماد می کنند تا ریسک ابتلا به بیماری، آسیب و مرگ در محل کار را کاهش دهند. گرچه ریسپراتورها و ماسک ها عمدتاً در صنایع خطرناک مرسوم مانند معدن، آتش نشانی، ساخت و ساز و واکنش اضطراری استفاده می شود، اما در بسیاری از بخش های دیگر نیز از جمله خدمات بهداشتی، تولید، کشاورزی و حمل و نقل نیز به کار برده می شوند. کارگران به ریسپراتورها نه تنها برای کاهش ریسک در شرایط بسیار خطرناک وابسته هستند، بلکه همچنین برای محافظت در عملیات روزانه با ریسک پایین تر نیز اعتماد میکنند. در حال حاضر مؤسسه ملی بهداشت و ایمنی شغلی یک تست نشی کامل درونی برای ارزیابی میزان حفاظت را به عنوان بخشی از فرآیند صدور مجوز ریسپراتور انجام می دهد. چنین آزمایش های عملکردی نیاز به استفاده از هر یک از ریسپراتورها توسط گروهی از مردم دارد (۳). سازمان بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا کارفرمایان را ملزم می کند در مواقعی که نیاز است شاغلین از تجهیزات حفاظت تنفسی استفاده کنند، برنامه ای موثر در مورد ریسپراتورها تدوین و اجرا کنند. مهمترین اجزاء برنامه حفاظت تنفسی شامل انتخاب تجهیزات تنفسی، ارزشیابی پزشکی، آزمون انطباق، آموزش و پایش برنامه حفاظت تنفسی است. قبل از استفاده از تجهیزات حفاظت تنفسی لازم است آزمون انطباق به منظور حصول اطمینان از انطباق تجهیزات حفاظت تنفسی با فرد استفاده کننده انجام شود. بدین منظور لازم است دستورالعمل های مربوط به انجام آزمونهای فوق در برنامه حفاظت تنفسی تدوین و اجرا گردد (۱، ۲، ۴). در اهمیت موضوع استفاده از ماسک های حفاظتی و کارایی این تجهیزات در کاهش میزان مواجهه به آلاینده های محیط کار مطالعات گوناگونی انجام شده است. به عنوان مثال در مطالعه ای که خادم و همکاران در رابطه با ارزیابی کارایی ماسک های حفاظتی بر اساس شاخص بیولوژیکی ارتوکروزول در ادار کارگرانی

که در محیط کار خود با تولوئن مواجهه داشته اند نشان داد نتایج حاصل از مقایسه ارتوکروزول ادراری پایان شیفت کاری در روزهای عدم استفاده از ماسک با روزهایی که از ماسک حفاظتی استفاده کرده بودند تفاوت معناداری را نشان می داد ($P=0.026$). همچنین مقایسه میانگین تولوئن استنشاقی بر اساس شاخص ارتوکروزول در ادار شاغلین که با فرمول محاسبه گردید، در روزهای عدم استفاده از ماسک با روزهای استفاده از آن نیز تفاوت معناداری را نشان داد ($P>0.05$). همچنین در مطالعه دیگری که GERHARD TRIEBIG و همکاران جهت بررسی اثربخشی و کارایی ماسکهای حفاظتی با استفاده از شاخصهای بیولوژیکی مندلیک اسید و فیل گلیوکسیلیک اسید در پایان شیفت کاری کارگرانی که با استایرن مواجهه داشته اند انجام داده اند، مشخص گردید که استفاده از ماسکهای تصفیه کننده هوا سبب کاهش میزان استایرن موجود در بدن کارگران در پایان شیفت کاری نسبت به افرادی که از ماسکها استفاده نکرده بودند، گردیده است (۶). مطالعات انجام شده در رابطه با عملکرد ماسکهای حفاظتی در شرایط محیطی مختلف توسط محققین اشاره به این موضوع دارد که راندمان و عملکرد این تجهیزات می تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار گرفته و از کارایی کاسته شود (۷). از جمله این عوامل می توان به افزایش میزان آئروسول ها روی فیلترماسک ها اشاره کرد که می تواند منجر به افزایش مقاومت تنفسی می شود. مقاومت تنفسی بسته به خصوصیات فیلتر و ویژگی بارگیری آئروسول، غلظت آئروسول در محل کار و میزان تنفس فرد متفاوت است. ماسکهای فیلتردار بعد از استفاده در یک دوره زمانی دچار افت در میزان راندمان و کارایی شده و باید نسبت به تعویض آنها اقدام کرد. به دلیل اینکه تعیین بازه زمانی دقیق استفاده از ماسک ها دشوار می باشد، آقای NELSON و همکاران در مطالعه ای که در این زمینه داشتند به این نتیجه رسیدند که چون معلوم نیست کارکنان قادر به تشخیص افزایش مقاومت تنفسی باشند، بنابراین در هنگام استفاده از ماسک هر زمان که احساس دشواری در تنفس را حس کردند باید نسبت به تعویض فیلتر اقدام گردد (۸) و در مورد ماسکهای مورد استفاده جهت گازها و بخارت، کارتریج بایستی قبل از اشباع

جاذب و عبور آلاینده از آن تعویض شود و چون اظهارنظر در رابطه با تعیین زمان دقیق تعویض کارتریج مشکل می باشد بنابراین مطابق یک قانون قدیمی تا زمانی که بخار آلاینده در داخل ماسک تشخیص داده نشود می توان از کارتریج استفاده کرد (۱). همچنین در مطالعه آقای DON-HEE HAN اشاره شده است که کارایی یک فیلتر تنفسی به طور معمول بستگی به تقابل بین ویژگی های آئروسول و فیلتر دارد. ویژگی های آئروسول شامل اندازه ذرات، دانسیته، بار الکتریکی و میزان جریان است و از طرف مقابل خصوصیات فیلتر مانند چگالی یا دانسیته اجزای فیلتر، ضخامت و قطر فیبر که توسط سازنده کنترل می شوند نیز در تعیین کارایی فیلتر تاثیر می گذارند (۹). همچنین یافته های MAKAWSKI نیز که جهت بررسی فیلترهای الکترواستاتیک طراحی شده برای استفاده در دستگاه های محافظ تنفسی نشان می دهد که فرآیند فیلتراسیون به طور عمده به عوامل زیر بستگی دارد: نوع مواد فیلتر، قدرت میدان الکترواستاتیک و بار آئروسول و به میزان کم، به رطوبت نسبی هوا بستگی دارد (۱۰). با توجه به مطالب فوق انتخاب صحیح ماسکهای حفاظت تنفسی و کارایی آنها در شرایط محیطی مختلف از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است (۷).

انواع ماسک

انتخاب تجهیزات تنفسی از جمله ماسک ها می بایست بر مبنای نتایج حاصل از اندازه گیری و ارزیابی عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار (راهنمای پایش و اندازه گیری عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار)، ماهیت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آلاینده ها، غلظت آلاینده ها، شرایط جوی محیط کار، کارایی و مشخصات فنی ماسک و بالاخره ویژگیهای کارکنان و میزان پذیرش استفاده از طرف آنها صورت گیرد (۱، ۴، ۱۱).

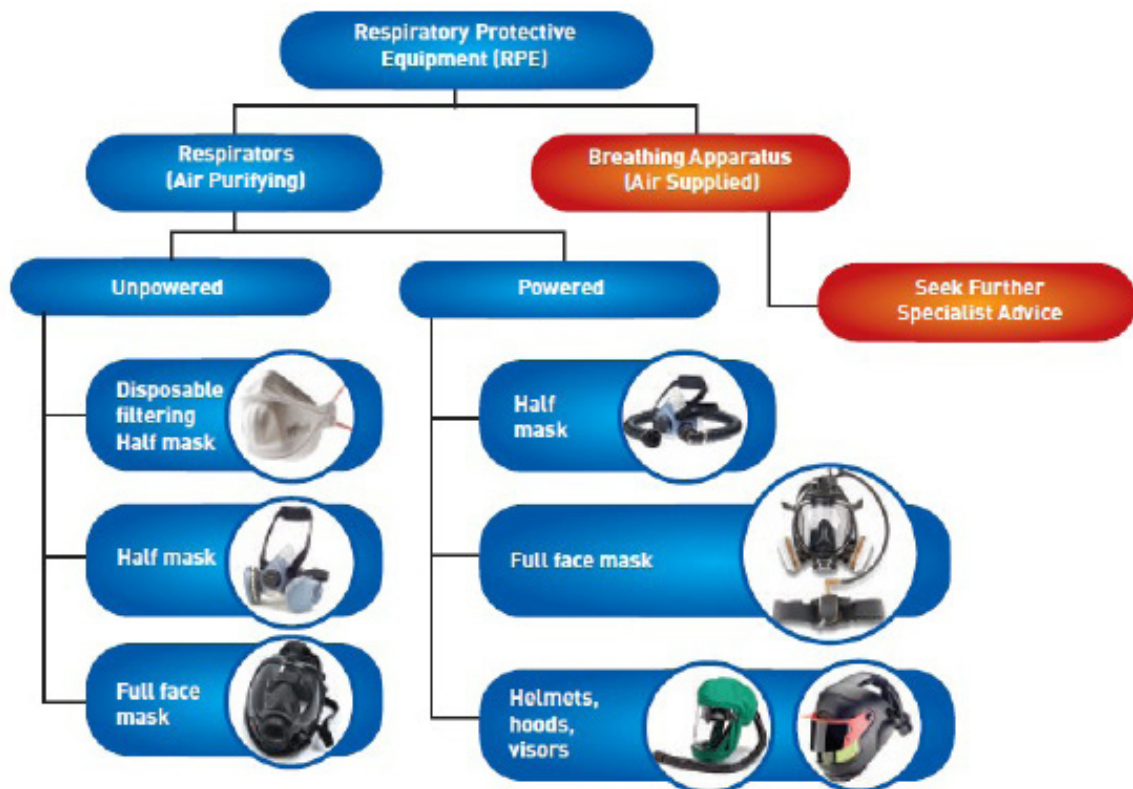


Figure 2: Respirator and Breathing Apparatus Types

شکل ۱ انواع ماسک های تنفسی

II انواع تجهیزات حفاظت تنفسی

ماسکها بر اساس نحوه عملکرد، نحوه قرارگیری بر روی صورت، نحوه تامین فشار و کاربرد به انواع متفاوتی طبقه بندی می شوند.

الف - از نظر نحوه قرارگیری بر روی صورت ماسک ها به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

۱) ماسکهای چسبان که باید قطعه صورتی به طور کامل به صورت بچسبند در غیر این صورت آلاینده ها می توانند وارد ناحیه تنفسی فرد شده و او را در معرض مواجهه قرار دهند. به همین خاطر انجام آزمونهای نشت بندی و حصول اطمینان از جایگیری کامل ماسک بر روی صورت در این دسته بسیار حائز اهمیت است. ماسک های چسبان از نظر اندازه به سه دسته ماسک های ربع صورت، ماسکهای نیم صورت و تمام صورت تقسیم بندی می شوند.

۲) ماسکهای غیرچسبان که هوای پاک از منبع مستقل فراهم می شود و بنابراین حتی اگر ماسک به طور کامل بر روی صورت فرد نچسبند عملکرد حفاظتی آن کاهش نمی یابد. از معروفترین این نوع از ماسکها به هودهای تامین کننده هوا که در سندبلاست ها استفاده می شود می توان اشاره کرد.

ب - بر اساس نحوه تامین فشار که به دو دسته فشار مثبت و فشار منفی تقسیم میشود.

ماسکهای فشار منفی در مقایسه با نوع فشار مثبت حفاظت کمتری را تامین می کند و در صورت عدم انطباق کامل ماسک بر روی صورت یا کثیف بودن سوپاپ ورودی هوا، آلاینده ها می توانند در هنگام دم وارد دستگاه تنفسی فرد شوند ولی با استفاده از ماسکهای فشار مثبت ریسک یاد شده به مقدار زیادی کاهش می یابد (۱).

پ - طبقه بندی بر اساس نحوه عملکرد:

پ-۱) ماسکهای تصفیه کننده هوا: این ماسک ها آلاینده ها را قبل از اینکه تنفس شوند از هوا حذف می کنند.

پ-۲) ماسک های هوارسان: این ماسکها هوای قابل تنفس را از منبعی مستقل تامین می کنند.

ماسک های تصفیه کننده هوا: ذرات، گازها و بخارات و ترکیبی از آنها را از طریق کارتریج/کانیسترهای شیمیایی یا فیلترهای مکانیکی تصفیه می کنند. این نوع ماسک ها آلاینده ها را از طریق فیلتراسیون و جذب سطحی یا واکنش شیمیایی آلاینده را حذف می کنند. کاربرد این ماسک ها در محیط هایی امکان پذیر است که غلظت اکسیژن کافی بوده و غلظت آلاینده های آن بیش از ظرفیت حفاظتی کارتریج یا فیلتر نباشد.

این ماسک ها در یک تقسیم بندی به سه نوع اصلی شامل ماسکهای ویژه ذرات، ویژه ی گاز و بخار و ماسکهای ترکیبی طبقه بندی می شود. در تقسیم بندی دیگر این ماسکها از نظر نیروی محرکه به دو دسته ماسک های مجهز به نیروی محرکه و ماسکهای فاقد نیروی محرکه تقسیم بندی می شود.

در ماسکهای PAPR که برای هر سه نوع ذرات، گازها و بخارات و یا به صورت ترکیبی از آنها استفاده می شود هوا با استفاده از یک دمنده از روی فیلتر عبور داده شده و به قطعه صورتی وارد می شود. با این کار فشاری مثبت در قطعه صورت ایجاد شده و امکان نشست آلاینده به داخل قطعه صورت از بین می رود. این ماسکها چون تامین کننده اکسیژن نیستند بنابراین در محیط های با اکسیژن ناکافی نمی توان از آنها استفاده کرد.

ماسکهای ویژه ذرات در برابر آلاینده های ذره ای مثل گردوغبار، میست ها و فیوم ها استفاده می شوند. در این ماسکها از الیاف فیلتر جهت به دام انداختن ذرات استفاده می شود. کارایی فیلتر نیز به اندازه ذره، اندازه فیلتر، سرعت جریان حامل ذره و تا حدودی به ترکیب و شکل ذره و فیلتر بستگی دارد. این ماسک ها از نظر اندازه معمولا در سه نوع ربع صورت (دهان و بینی)، نیم صورت (دهان، بینی و چانه) و تمام صورت در دسترس هستند و به دو دسته اصلی کارتریج دار(قابل تعویض) و یکبارمصرف تقسیم می شوند.

فیلتر ماسک های ویژه ذرات بر اساس کارایی شان در حذف ذرات تقسیم بندی های متفاوتی دارند. بر اساس استاندارد NIOSH این فیلترها به سه دسته N,R,P و بر اساس استاندارد EN۱۴۹ نیز به سه دسته FFP۱,FFP۲,FFP۳ طبقه بندی می شوند.



شکل ۲ نمونه ای از فیلترها

جدول ۱ طبقه بندی فیلتر ذرات ماسک های توصیه کننده هوا مطابق استاندارد BS-EN ۱۴۹:۲۰۰۱

نوع		کاربرد	حداکثر نفوذ مجاز گرد و غبار در (ماسک) (حداقل راندمان)	
			ذرات جامد (NaCl)	ذرات مایع (روغن) (پارافین)
FFP۱		حفاظت در برابر آئروسول های جامد و مایع غیر سمی تا غلظت ۴ برابر حد مجاز تماس شغلی یا ۴ برابر فاکتور حفاظتی	٪۲۰	٪۲۰
FFP۲		حفاظت در برابر آئروسول های جامد و مایع با سمیت کم تا متوسط تا غلظت ۱۲ برابر حد مجاز تماس شغلی یا ۱۰ برابر فاکتور حفاظتی	٪۶	٪۶
FFP۳		حفاظت در برابر آئروسول های جامد و مایع با سمیت متوسط تا بالا تا غلظت ۵۰۰ برابر حد مجاز تماس شغلی	٪۱	٪۱

لازم به ذکر است که استاندارد EN۱۴۹، استاندارد اروپایی ماسک های نیم صورت تنفسی مخصوص گرد و غبار بوده و این استاندارد بیان کننده حداقل الزامات مورد نیاز فیلترینگ ماسک های نیم صورت بعنوان وسیله حفاظت فردی در مقابل ذرات می باشد.

جدول ۲ طبقه بندی فیلتر ذرات ماسک های تصفیه کننده هوا مطابق با استاندارد NIOSH

نوع	زمان تعویض	نوع فیلتر	راندمان	توصیف
سری N (Not oil resistant)	۸ ساعت در صورت استفاده	N95	٪۹۵	حداقل ۹۵ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
		N99	٪۹۹	حداقل ۹۹ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
		N100	٪۹۷/۹۹	حداقل ۹۹/۹۷ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
سری R (Oil resistant)	۸ ساعت	R95	٪۹۵	حداقل ۹۵ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
		R99	٪۹۹	حداقل ۹۹ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
		R100	٪۹۷/۹۹	حداقل ۹۹/۹۷ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
سری P (Oil Proof)	۴۰ ساعت یا ۳۰ روز استفاده (هر کدام زودتر رسید)	P95	٪۹۵	حداقل ۹۵ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
		P99	٪۹۹	حداقل ۹۹ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند
		P100	٪۹۷/۹۹	حداقل ۹۹/۹۷ درصد ذرات با اندازه ۰/۳ میکرون و بیشتر را حذف می کند

برخی از ماسکها تحت عنوان کلی ماسک های گردوغبار وجود دارند که برای حفاظت در برابر گردوغبارهای آزاردهنده ولی غیر سمی نظیر فعالیت هایی همچون باغبانی و گردگیری و اتاق عمل استفاده می شوند، مانند ماسک های جراحی. این نوع از ماسکها از نوع ماسکهای یکبار مصرف و غیر چسبان بوده و برای جایگیری کامل بر روی صورت طراحی نشده اند، بنابراین نیازی به انجام آزمون از منطبق برای آنها نیست. الزامات استاندارد این ماسکها نیز برخلاف ماسکهای ذرات توسط سازمان غذا و دارو تعیین می شود. ویژگی اصلی این ماسکها ارزان و ساده بودن آنهاست که به طور گسترده توسط عموم مردم جهت پیشگیری از انتشار بیماری‌هایی نظیر سرماخوردگی مورد استفاده قرار می گیرند.

ماسکهای ویژه گازها و بخارات: این ماسک ها آلاینده ای خاص یا ترکیبی از آلاینده ها را از طریق عمل جذب و جذب سطحی یا واکنش شیمیایی حذف می کنند. به سه دسته عمده کارتریج دار، کانیستردار (ماسک گاز) و ماسک فرار طبقه بندی میشوند. عملکرد حفاظتی ماسکهای گاز و بخار به توانایی آنها در حذف مولکولهای شیمیایی از جریان هوا بستگی دارد. مولکولهای گاز و بخار خیلی کوچکتر از ذرات آئروسول هستند و به وسیله الیاف فیلتر حذف نمی شوند و لذا تماس مولکولها با ماده جاذب برای واکنش با آلاینده ضروری است. واکنشهای شیمیایی (جذب یا جذب سطحی) تا زمانی که ظرفیت ماده ی جاذب اشباع نشده باشد، موثر بوده ولی بعد از آن آلاینده از ماده ی جاذب عبور کرده و وارد قطعه صورت می گردد و اصطلاحاً پدیده رسوخ اتفاق می افتد. ارزیابی دقیق از شرایط محیطی و همچنین نوع وظایف کاری از موارد مهمی است که باید در مورد انتخاب ماسکهای ویژه ی گازها و بخارات در نظر گرفته شود. از جمله این عوامل محیطی که نیاز به بررسی دقیق دارند، عبارتند از میزان اکسیژن، نوع ترکیب آلاینده، غلظت آلاینده، خواص هشدار دهنده آلاینده، دما و رطوبت نسبی است. تفاوت اساسی بین کارتریج و کانیستر در مشخصات و میزان ماده جاذب است. طوری که میزان ماده جاذب در کانیسترها ۲ تا ۱۰ برابر انواع کارتریج است. تقریباً تمام کانیسترها تمام صورت هستند. در استفاده از این ماسکهای ویژه گازها و بخارات احتیاطات ایمنی را نیز باید در نظر گرفت. این موارد احتیاطی عبارتند از: ۱. برای اتمسفرهایی که خطر فوری برای زندگی و سلامتی محسوب می شوند ؛ ۲. برای استفاده در برابر گازها یا بخارات با خواص هشدار ضعیف (مگر اینکه توسط MSHA / OSHA مجاز شناخته شده باشند)؛ ۳. برای استفاده در برابر گازها یا بخارهایی که در واکنش با ماده جاذب، گرمای زیادی تولید می کنند.

ماسکهای ترکیبی: وقتی که ذرات و ماسکها و بخارات به طور همزمان در یک محیط وجود داشته باشند می توان از پیش فیلترها در جلوی کارتریج استفاده کرد و بدین ترتیب ماسک به صورت ترکیبی هم ذرات و هم گازها و بخارات را حذف می کند.

در استانداردهای آمریکائی و اروپایی نوع کارتریج با استفاده از یک کد رنگی مشخص می شود. در استاندارد اروپایی کارتریج ها از نظر ظرفیت جذب گاز به سه گروه شامل دسته ۱ (۱۰۰۰ پی پی ام)، دسته ۲ (۵۰۰۰ پی پی ام) و دسته ۳ (۱۰۰۰۰ پی پی ام) تقسیم بندی می شوند. همچنین فیلترها می توانند به صورت ترکیبی و به شکل ABEK2P3 نامگذاری شده که نشان می دهد این فیلترها برای همه مواد ذکر شده در جدول کارتریج ها کارایی دارد.

۲- ماسکهای هوارسان که به جای تصفیه هوا توسط کارتریج یا فیلتر، هوا از یک منبع مستقل تامین گردیده و به منطقه تنفسی فرد وارد می شود. این ماسکها به سه دسته اصلی تقسیم می گردد.

• Gas/vapour filter



شکل ۴ فیلتر گاز / بخار



شکل ۳ فیلتر ترکیبی (برای ذرات، گاز و بخار)

دستگاههای هوا رسان مستقل

در این نوع ماسک ها، کاربر منبعی از هوای قابل تنفس را با خود حمل می کند. بیشتر توسط آتش نشانها و اعضای تیم مقابله با مواد خطرناک استفاده می شود. به طور کلی به دو نوع مدار بسته و مدار باز تقسیم می شوند.

در نوع مدار بسته

هوای بازدمی از جاذب جامد گرانولی عبور کرده و دی اکسید آن حذف و مجدداً به ناحیه تنفسی بر می گردد یا گاهی اوقات اکسیژن با استفاده از یک ماده تولید کننده اکسیژن مانند سوپر اکسید پتاسیم (KO_2) تامین می شود. KO_2 با H_2O و CO_2 هوای بازدمی واکنش داده و O_2 تولید می کند.

در نوع مدار باز، هوای بازدمی به جای گردش دوباره، به محیط تخلیه و در آن یک مخزن هوای فشرده با فشار بالا در پشت فرد حمل می شود.

دستگاه لوله ی هوا

دستگاه ترکیبی از SBGA و لوله ی هوا

به طور کلی مهمترین موارد کاربرد دستگاههای تنفسی هوارسان عبارتند از:

- فضاهای محصور و مکانهای با غلظت اکسیژن کمتر از ۱۹ درصد

- مکانهای با دما و فشار بالا

- هنگام آتش سوزی به علت تولید گازهای خطرناک حاصل نظیر CO و CO_2

- محلهایی که غلظت مواد خطرناک بیشتر از میزان IDLH باشد (۱، ۱۲، ۱۳).



شکل ۵ استفاده از ماسک برای ورود به فضای

نتیجه گیری

ماسک ها از جمله لوازم حفاظت فردی هستند که در محیط های شغلی مورد استفاده قرار می گیرد. باید در استفاده از این تجهیزات به چند نکته مهم توجه شود: ۱- لوازم حفاظت فردی آخرین سطح راهکارهای کنترلی هستند و باید ابتدا بر اساس سطوح حذف خطرات در محیط کار عمل شود (حذف، جایگزینی، کنترل های مهندسی، کنترل های مدیریتی) و اگر امکان استفاده از روش های فوق نبود می توان از لوازم حفاظت فردی (ماسک) استفاده کرد ۲- استفاده از ماسک باید بر اساس ارزیابی ریسک صورت گرفته و نتایج اندازه گیری عوامل زیان آور در محیط کار صورت پذیرد ۳- در تعیین ماسک های تنفسی باید نوع ماده آلاینده در نظر گرفته شود ۴- برای استفاده از این تجهیزات لازم است ابتدا آموزش های لازم به افراد ارائه شود تا

بتوانند بهترین استفاده ممکن را از این تجهیزات ببرند. ۵- باید این ماسک ها به تایید یک مرکز معتبر رسیده باشند تا بتوان از آن ها در محیط کار استفاده کرد.

رفرنس

۱. شیرازه، عبدالرحمان ب. مهدی ج.، علیرضا چ. سیدجمال الدین شط، ایرج عم. ET AL. کلیات مهندسی بهداشت حرفه ای: دانشگاه علوم پزشکی شیراز؛ ۱۳۹۵.
2. Shaffer RE, Rengasamy S. Respiratory protection against airborne nanoparticles: a review. Journal of nanoparticle research. 2009;11(7):1661.
3. Zhuang Z, Bradtmiller B. Head-and-face anthropometric survey of US respirator users. Journal of occupational and environmental hygiene. 2005;2(11):567-76.
۴. مهدی ج. حسین ما. بررسی انطباق ماسکهای تنفسی نیم صورت در کارگران یک صنعت پتروشیمی در ایران.
5. KHADEM M, TAHERI S, HASANZADEH A. THE EFFICIENCY OF RESPIRATORY PROTECTIVE EQUIPMENT BASED ON MONITORING A BIOLOGICAL INDICATOR, URINARY ORTHOCRESOL, IN WORKERS EXPOSED TO TOLUENE. 2011.
6. Triebig G, Werner P, Zimmer H. A field study to determine the effectiveness of several respiratory protection masks on the styrene exposure during lamination activities. Industrial health. 2009;47(2):145-54.
7. Golbabaie F, Heidari M, Tirgar A, Shahtaheri S. Efficiency of protective mask filters in removal of hexavalent chromium mist. 2012.
8. Nelson TJ, Colton CE. The effect of inhalation resistance on facepiece leakage. AIHAJ-American Industrial Hygiene Association. 2000;61(1):102-5.
9. Han D-H. Performance of respirator filters using quality factor in Korea. Industrial health. 2000;38(4):380-4.