مقاله تحقیقی

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره چهاردهم، شمارهٔ ۵، شهریور ۱۳۹۱، صفحه ۸۳-۷۷

کارایی فیلترهای ماسک تنفسی در رابیش میست کروم شش ظرفیتی

فریده گلبابایی (PhD)[۱*]، محمود حیدری (MSc)[۲]، آرام تیرگر (PhD)[۳]، عباس رحیمی فروشانی (PhD)[۴]،
سیدجمال الدین شاهطاهری (PhD)[۱]

۱- گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان
۳- مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل
۴- گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

دریافت: ۹۰/۹/۲۱، اصلاح: ۹۰/۱۱/۱۹، پذیرش: ۹۱/۲/۱۳

خلاصه

سابقه و هدف: وسایل حفاظت فردی از جمله تجهیزات متداول برای کنترل مواجهه با عوامل زیان آور محیط کار هستند. نظر به ارزش حیاتی فیلترهای ماسک های تنفسی تحت شرایط خطرناک مانند مواجهه با ترکیبات سرطانزای کروم، هدف از این مطالعه بررسی اثر عوامل موثر بر کارایی فیلترهای ماسک های تنفسی در رابیش میست کروم شش ظرفیتی می باشد.

مواد و روشها: در این مطالعه نیمه تجربی، تراکم یکنواختی از مسیت کروم در مقیاس آزمایشگاهی تولید و تحت شرایط مختلفی از تراکم میست (۱/۲۵ و ۲/۵ میلی گرم بر متر مکعب)، رطوبت نسبی (۵۰ و ۸۰ درصد)، و دما (۵-۰ و ۴۰-۳۵ درجه سانتیگراد) از دو نوع فیلتر استاندارد عبور داده شد. ۳۸۴ نمونه منطبق با روش استاندار NIOSH7600 در بالادست و پایین دست فیلترها جمع آوری و به ترتیب توسط روش های اسپکتروفتومتری و پلاسما جفت القایی تجزیه شد.

یافته ها: نتایج حاصل نشان داد که علاوه بر اثر نوع فیلتر بر کارایی حذف مسیت کروم شش ظرفیتی، افزایش تراکم آلودگی و رطوبت نسبی با افت قابل ملاحظه ای به ترتیب برابر با ۰/۵۳٪ و ۰/۴۲٪ برکارایی حذف همراه بوده است ($p<0/001$). اما دما اثر معنی داری بر کارایی فیلتر نشان نداد.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که در مواجهه با مسیت کروم شش ظرفیتی، کارایی فلیتر ماسک تنفسی به شکل قابل ملاحظه ای تحت تاثیر نوع فلیتر، رطوبت نسبی و تراکم آلودگی قرار دارد و افزایش رطوبت و تراکم مسیت از کارایی فیلترها می کاهد.

واژه های کلیدی: کروم شش ظرفیتی، میست، ماسک تنفسی، کارایی، فیلتر، دما، رطوبت نسبی، تراکم، نفوذ.

مقدمه

استفاده از وسایل حفاظت فردی با توجه به مقررات مربوط به حفظ سلامت نیروهای کار، همواره بعنوان آخرین راهکار و در برخی از موارد بعنوان یک راه حل مکمل به منظور کنترل مواجهه با آلاینده ها مطرح می باشد (۱)، ولی در بسیاری از مواقع به دلایل مختلفی چون، کمتر بودن هزینه کنترل عوامل زیان آور از طریق استفاده از وسایل حفاظتی در مقایسه با دیگر روشها، فقدان نیروی متخصص به منظور کنترل آلاینده ها در صنایع، ضعف دانش مدیریتی در صنایع و غیره، این وسایل بعنوان اولین یا تنها راهکار پیشگیری از مواجهه با عوامل آسیب زا به ذهن تصمیم گیرندگان و مدیران صنایع خطور می کنند. یکی از آلاینده های مهم، خطرناک و پر مصرف موجود در محیط های کار کروم است. این ماده علیرغم اثرات نامطلوب و آسیب های اثبات شده، در طیف گسترده ای از صنایع مانند صنایع استیل، صنایع ذوب آهن، صنایع تولید مواد نسوز (کروم و مگنزیت کروم)، تولید مواد شیمیایی (پیگمانها، آبکاری و دباغی)، چرم سازی و جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرد (۳و۲). اصلی ترین شکل انتشار این آلاینده همچون بسیاری از دیگر آلاینده های محیط کار، بصورت ذرات معلق کروم شش ظرفیتی می باشد و متداولترین شکل مواجهه با این ماده، تماس از طریق دستگاه تنفس و ورود آلاینده از طریق استنشاق است. لذا، اگر چه در مورد ذرات هوابرد کروم نیز همچون دیگر آلاینده ها و ذرات معلق، روشهای فنی و مدیریتی مختلفی به منظور کنترل مواجهه وجود دارد ولی به دلایلی در کشور ما اغلب از وسایل حفاظت فردی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد محمود حیدری دانشجوی رشته بهداشت حرفه ای و طرح تحقیقاتی به شماره ۲۴۰/۴۴۵ دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد.

* مسئول مقاله:
آدرس: تهران، خیابان انقلاب، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، گروه بهداشت حرفه ای، تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۵۱۳۹۰
e-mail:fgolbabaei@sina.tums.ac.ir

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]

استفاده می شود. بررسی های انجام شده توسط محققین در خصوص ماسک های تنفسی تحت شرایط مختلف گویای آن بوده که عملکرد این وسایل بواسطه اثر عوامل متفاوت تحت تاثیر قرار گرفته و چه بسا از قابلیت حفاظتی مورد انتظار خارج گردد. مطالعه Nelson & Colton روی اثر تراکم آلودگی بر عملکرد فیلتر ماسک های تنفسی نشان داد که با افزایش بار آلودگی روی فیلتر، مقاومت در برابر جریان هوا افزایش یافته و این وضعیت بدنبال خود نیروی کار را در معرض خطر بیشتری قرار خواهد داد. به همین دلیل با احساس دشواری در تنفس، باید نسبت به تعویض فیلتر ماسک اقدام نمود (۴) و یا با توجه به نتایج مطالعه Chen و همکاران، افزایش تراکم آلودگی روی فیلتر با کاهش نقش بار الکتریکی در رابیش ذرات همراه بوده و به عبارتی، افزایش تراکم آلودگی می تواند افت هرچه سریعتر کارایی فیلتر را در پی داشته باشد (۵). یافته های Makowski نیز گویای آن است که عملکرد فیلترهای تنفسی در درجه اول به نوع فیلتر (جنس مواد تشکیل دهنده) و بار الکتریکی آلودگی و در درجه دوم به نوع بار الکتریکی و رطوبت نسبی هوا بستگی دارد (۶).

با توجه به مطالب فوق، انتخاب صحیح وسایل حفاظت فردی و بویژه دقت در کارایی اینگونه وسایل در شرایط محیطی متفاوت از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد (۷). نظر به اینکه اطلاعات عملکردی ماسک های موجود در بازار تحت شرایط مختلف محیط کار و در این مورد خاص یعنی مواجهه با مسیت کروم شش ظرفیتی در اختیار نیست، این مطالعه به منظور بررسی کارایی دو نوع از فیلترهای ماسکهای تنفسی رایج در کشور طی مواجهه با میست کروم شش ظرفیتی تحت شرایط محیطی مختلف از نظر دما، رطوبت و تراکم آلاینده با توجه به واقعیتهای موجود در صنعت انجام شد، تا با علم به چگونگی پاسخگویی این فیلترها در ماسکهای تنفسی تحت شرایط مختلف، انتخاب صحیح تری در راستای شیوه درست استفاده از اینگونه وسایل صورت پذیرفته و سطح بالاتری از حفاظت برای نیروهای کار تامین گردد.

مواد و روشها

در این مطالعه نیمه تجربی، از میان انواع عوامل تاثیرگذار بر کارایی فیلترهای ماسکهای تنفسی، اثر چهار عامل دما، رطوبت، تراکم میست ورودی به فیلتر و نوع ماسک یا فیلتر مورد بررسی قرار گرفت. متغیر دما در دو سطح ۵-۰ و ۴۰-۳۵ درجه سانتیگراد (متناسب با حد بالا و پایین شرایط احتمالی در محیط های کار)، متغیر رطوبت در دو سطح ۵۰ و ۸۰ درصد، متغیر تراکم میست کروم در دو سطح ۱/۲۵ و ۲/۵ میلی گرم بر متر مکعب و به منظور بررسی اثر نوع فیلتر در کارایی حذف آلاینده، دو نوع فیلتر (فیلتر کارخانه MSA (محصول کشور آمریکا و تحت استاندارد آمریکا) و فیلتر کارخانه Spasciani (محصول کشور ایتالیا و تحت استاندارد اروپا) جهت انجام تحقیق انتخاب گردیدند. به منظور انتخاب فیلترهای تنفسی، از نتایج یک بررسی مقدماتی در خصوص انواع متداول در صنایع کشور استفاده شد.

نتایج این بررسی نشان داد که در اکثر کارخانجات و شرکتهای کشور، از چهار نوع فیلتر شامل AO-Safety ، MSA ، Spasciani و فیلترهای ساخت کشور تایوان استفاده می شود که از میان آنها، دو فیلتر استاندارد MSA و Spasciani که حایز بیشترین کاربرد بودند، برای مطالعه انتخاب شدند. با توجه به اهداف مطالعه مبنی بر بررسی اثر مستقل هر یک از عوامل انتخابی و همچنین اثر متقابل آنها بر کارایی ماسک های تنفسی، از طرح عاملی کامل (Full Factorial Design) استفاده شد.

بنابراین با توجه به اینکه مطالعه روی چهار متغیر دو سطحی مورد نظر بود و در هر مرتبه از نمونه برداری ها میبایست نمونه برداری های همزمان از قبل و بعد از فیلتر ماسکهای تنفسی (مقابل و پشت فیلترها) انجام پذیرد، حجم نمونه ها ۳۲ عدد محاسبه شد که با احتساب ۱۲ مرتبه تکرار قرائت تراکم در هر وضعیت (به منظور نزدیک تر شدن به یک چرخه کامل از عمر فیلتر)، حجم نمونه مورد نیاز ۳۸۴ عدد برآورد گردید.

برای کنترل دما از شرایط طبیعی محیط استفاده شد، بگونه ای که نمونه های مربوط به دمای ۵-۰ درجه سانتیگراد در فصل زمستان و نمونه های مربوط به گستره دمای ۴۰-۳۵ درجه سانتیگراد در فصل تابستان نمونه برداری شد. جهت تنظیم رطوبت نیز از دو دستگاه بخور محصول شرکت شفابخش ایران و برای سنجش آن از دستگاه رطوبت سنج دیجیتال (مدل TH-1 ساخت کمپانی AIRFLOW آلمان) استفاده شد.

اثر تراکم آلاینده بر کارایی فیلتر ماسکهای تنفسی نیز بررسی شد. بنابر این با توجه به فاکتور حفاظتی فیلترهای انتخابی (که برابر ۵۰ بود) و از سویی مقدار آستانه مجاز مواجهه با کروم شش ظرفیتی (که مقدار آن بر اساس حدود مجاز توصیه شده از سوی انجمن دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا برابر با ۰/۰۵ میلی گرم بر مترمکعب است)، از مقادیر میانه و سقف تراکم یعنی ۲۵ و ۵۰ برابر آستانه مجاز (تراکمهای ۱/۲۵ و ۲/۵ میلی گرم بر مترمکعب) برای این منظور استفاده شد (۸).

جهت تولید میست کروم شش ظرفیتی از یک مولد میست کروم که از یک وان آبکاری، ساخته شده بود، استفاده گردید (۹). حجم این وان ۲۲۰ لیتر و حجم محلول داخل آن مشتمل بر اسید کرومیک و اسید سولفوریک حدود ۲۰۰ لیتر بود. تراکم الکترولیت داخل آن ۲۵۰ گرم در لیتر مشابه شرایط واقعی وان آبکاری کروم سخت در صنعت انتخاب شد. به منظور کنترل شرایط نمونه برداری، محفظه ای از جنس پلکسی گلاس در بالای تولید کننده میست نصب گردید و میست تولید شده به سمت تونل تست فیلتر هدایت شد (شکل ۱).

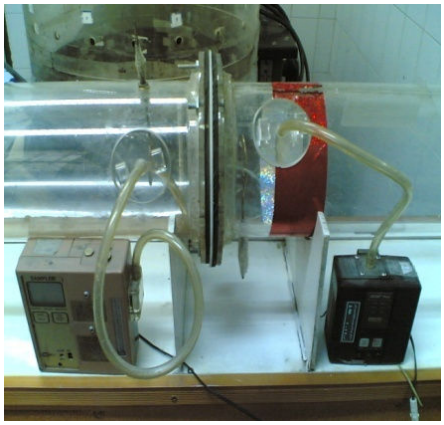


شکل ۱: وان آبکاری، محفظه استوانه ای و مخروطی هدایت کننده میست، لوله هدایت کننده میست به تونل تست و تونل تست

درون تونل تست، فیلتر ماسک روی قطعه دهانی (Mouthpiece) قرار داده شد و به منظور پیشگیری از هرگونه نشتی هوا، محل اتصال فیلتر و فلنج مربوطه کاملاً درزگیری گردید. تحت شرایط مذکور، نمونه های هوا از قبل و

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]

بعد از فیلتر (منطبق با روش NIOSH 7600) جمع آوری گردیدند (۱۰) (شکل ۲).



شکل ۲: منطقه نمونه برداری در داخل تونل تست، قبل و بعد از فیلتر ماسک تنفسی

بنابر استاندارد موسسه ملی ایمنی و بهداشت آمریکا، تست فیلترهای ماسکهای تنفسی می بایست با دبی ثابت ۹۵ لیتر بر دقیقه (مطابق با حجم هوای وارد شده به ریه در فعالیتهای نیمه سنگین) انجام گردد (۱۲و۱۱) به همین منظور جهت تامین جریان لازم برای عبور هوا از داخل تونل تست فیلتر از یک پمپ مکشی با حجم بالا ساخت کمپانی Sibata ژاپن (HV-500R) استفاده شد که با تنظیم دریچه ورودی، فلوی هوای عبوری روی ۹۵ لیتر بر دقیقه تنظیم گردید. برای انجام نمونه برداری همزمان قبل و بعد از فیلتر، مطابق با روش استاندارد NIOSH 7600 عمل شد(۱۰).

بر اساس این روش از دو عدد پمپ نمونه برداری فردی (مدل-224 PCRX3 ساخت کمپانیSKC) با دبی ۱ لیتر بر دقیقه استفاده شد. در این روش نمونه ها بر روی فیلترهایی از جنس پی وی سی، با قطر ۳۷ میلی متر و قطر منافذ ۵ میکرون، بکمک فیلتر هولدر رو بسته (Closed face) و توسط پمپ نمونه برداری فردی، جمع آوری گردیدند. نمونه های جمع آوری شده مربوط به قبل از فیلتر ماسک با کمک اسپکتروفتومتر نور مرئی مدل DU640 محصول شرکت Fullerton آمریکا در طول موج ۵۴۰ نانومتر تعیین مقدار گردید، اما برای تعیین تراکم کروم نمونه های بعد از فیلتر ماسک (بدلیل پایین بودن تراکم ناشی از حذف آلاینده توسط فیلتر ماسک و عدم امکان تعیین مقدار کروم با استفاده از روش اسپکتروفتومتری) از روش طیف سنجی پلاسما جفت القایی (Inductively Coupled Plasma- ICP) با حد تشخیصی برابر با ۵۰ ppb استفاده شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون تی و آنالیز واریانس یکطرفه و شاخص های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد و $p<0/05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

بیشترین میانگین کارایی حذف میست کروم مربوط به فیلتر نوع MSA تحت تراکم ۱/۲۵ میلیگرم بر متر مکعب، دمای ۴۰-۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت۵۰ درصد بود (۹۹/۹۳±۰/۰۶) و کمترین میانگین کارایی مربوط به فیلتر نوع Spasciani، در تراکم ۲/۵ میلیگرم بر متر مکعب از میست کروم شش ظرفیتی، دمای ۵-۰ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۰ درصد بود (۹۸/۳۶±۰/۲۲). البته تحت شرایط مذکور فیلتر MSA نیز از کمترین کارایی خود برخوردار بوده است (جدول ۱).

جدول ۱: مقادیر کارایی حذف میست کروم شش ظرفیتی با توجه به اثر چهار عامل تراکم آلودگی، دما، رطوبت نسبی و نوع فیلتر

فیلتر	تراکم (mg/m^2)	دما (C^o)	رطوبت (٪)	میانگین کارایی(٪)
MSA	۱/۲۵	۰-۵	۵۰	۹۹/۸۶±۰/۱۱
			۸۰	۹۹/۶۰±۰/۲۰
		۳۵-۴۰	۵۰	۹۹/۹۳±۰/۰۶
			۸۰	۹۹/۴۳±۰/۲۴
	۲/۵	۰-۵	۵۰	۹۹/۶۵±۰/۱۸
			۸۰	۹۹/۳۶±۰/۲۹
		۳۵-۴۰	۵۰	۹۹/۲۳±۰/۳۴
			۸۰	۹۹/۱۳±۰/۲۱
Spasciani	۱/۲۵	۰-۵	۵۰	۹۹/۴۶±۰/۲۰
			۸۰	۹۸/۸۰±۰/۲۲
		۳۵-۴۰	۵۰	۹۹/۵۳±۰/۱۸
			۸۰	۹۸/۴۳±۰/۲۷
	۲/۵	۰-۵	۵۰	۹۸/۶۵±۰/۴۴
			۸۰	۹۸/۳۶±۰/۲۲
		۳۵-۴۰	۵۰	۹۸/۳۲±۰/۱۸
			۸۰	۹۸/۱۱±۰/۱۷

میانگین کارایی در فیلتر نوع MSA به طور معنی داری بیش از میانگین راندمان در فیلتر نوع Spasciani بود (۹۹/۵۲±۰/۲۳ در مقابل ۹۸/۷۱±۰/۵۵) به عبارت دیگر نوع فیلتر بر راندمان حذف میست کروم موثر بود ($p<0/001$). نتایج در خصوص اثر دما نیز حاکی از آن است که کارایی حذف آلاینده مورد نظر در دمای ۴۰-۳۵ درجه سانتیگراد بیش از دمای ۵-۰ درجه سانتیگراد است اما این اختلاف معنی دار نیست ($p=0/23$).

میانگین کارایی حذف آلاینده در رطوبت ۵۰ درصد به طور قابل ملاحظه ای بیش از میانگین کارایی در رطوبت ۸۰ درصد است ($p<0/001$). البته این اثر معکوس بوده بنحوی که افزایش رطوبت با کاهش کارایی حذف و کاهش رطوبت با افزایش کارایی حذف همراه خواهد بود. میانگین کارایی در تراکم ۱/۲۵ میلی گرم بر متر مکعب بیش از میانگین کارایی در تراکم ۲/۵ است و تراکم آلاینده با اثر معنی داری روی کارایی فیلترهای ماسکهای تنفسی همراه بوده است (جدول ۲) ($p<0/001$).

متغیرهای فیلتر، تراکم، دما و رطوبت، با انواع مختلفی از اثرات متقابل و معنی دار از نظر آماری همراه بودند (جدول ۳) ($p<0/001$).

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]

جدول ۲: مقایسه میانگین ها و نتایج آزمون با توجه به اثر چهار عامل تراکم آلودگی، دما، رطوبت نسبی و نوع فیلتر بر کارایی حذف میست کروم شش ظرفیتی توسط فیلتر ماسک های تنفسی

متغیر	سطوح	کارایی Mean±SD	pvalue
نوع فیلتر	MSA	۹۹/۵۲±۰/۲۳	<۰/۰۰۱
	Spasciani	۹۸/۷۱±۰/۵۵	
دما (C°)	۰ تا ۵	۹۹/۲۱±۰/۵۴	۰/۲۳
	۳۵ تا ۴۰	۹۹/۰۱±۰/۶۵	
رطوبت نسبی(٪)	۵۰	۹۹/۳۲±۰/۵۷	<۰/۰۰۱
	۸۰	۹۸/۹۰±۰/۵۵	
تراکم(mg/m^2)	۱/۲۵	۹۹/۳۸±۰/۵۱	<۰/۰۰۱
	۲/۵	۹۸/۸۵±۰/۵۶	

جدول ۳: نتایج آنالیز واریانس مربوط به اثر مستقل و متقابل چهار عامل تراکم آلودگی، دما، رطوبت نسبی و نوع فیلتر بر کارایی حذف میست کروم شش ظرفیتی توسط فیلتر ماسک های تنفسی

منبع تغییر	F	P
فیلتر	۱۰۸۴/۳۷	۰</۰۰۱
تراکم	۳۴۲/۱۵	۰</۰۰۱
دما	۲۲/۱۸	۰</۰۰۱
رطوبت	۵۴۵/۸۲	۰</۰۰۱
فیلتر و تراکم	۰/۸۱	۰/۳۷
فیلتر و دما	۱۰۶/۶	۰</۰۰۱
تراکم و دما	۰/۱۶	۰/۶۹
فیلتر و تراکم و دما	۲/۰۸	۰/۱۵
فیلتر و رطوبت	۸۱/۳۶	۰</۰۰۱
تراکم و رطوبت	۸۵/۳۹	۰</۰۰۱
فیلتر و تراکم و رطوبت	۰/۰۵	۰/۸۱
دما و رطوبت	۱/۳۹	۰/۲۴
فیلتر و دما و رطوبت	۱۲/۰۳	۰</۰۰۱
تراکم و دما و رطوبت	۰	۰/۹۸
فیلتر و تراکم و دما و رطوبت	۱۰/۷۴	۰</۰۰۱
خطا	–	–
جمع	–	–

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که عواملی چون تراکم میست کروم شش ظرفیتی و نوع فیلتر در ماسک های تنفسی بطور مستقیم و عامل رطوبت نسبی محیط بطور غیر مستقیم، با اثر قابل ملاحظه و معنی داری بر راندمان حذف آلاینده توسط ماسک های تنفسی همراهند. بطور کلی دما یکی از فاکتورهای مهم و اثر گذار بر کارایی فیلترهای تنفسی به شمار می آید. از اینرو عموما" توصیه بر آن است که فیلترهای ماسکهای تنفسی در دامنه دمایی ۴۰-۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گیرند و خوشبختانه دمای اغلب محیط های کار در این دامنه قرار دارند (۱۴و۱۳و۱۰). Tanaka و همکاران که اثر عوامل مختلف از جمله دما را بر راندمان فیلتراسیون دو نوع کانیستر در مقابل یک آلاینده گازی بررسی کردند. در مورد یکی از انواع کانیسترها، افزایش دما موجب کاهش کارایی و در دیگری بی اثر گزارش گردید (۱۵).

نتایج این مطالعه، نشان داد که دما تاثیر معنی داری بر کارایی فیلتر در دامنه دمایی مورد آزمایش نداشت. یکی از دلایل کسب چنین نتیجه ای را می توان به موضوع انتخاب گستره های مورد بررسی درون دامنه پیشنهادی استفاده از ماسکهای تنفسی نسبت داد. گستره های انتخابی ۵-۰ و ۴۰-۳۵ درجه سانتیگراد که با توجه به شرایط محیط های کار انتخاب گردید به نحوی بود که در این دو گستره دمایی کارایی فیلترهای ماسکها تنفسی فاقد اختلاف معنی دار آماری بوده اند. البته در بررسی اثر متقابل متغیرهای مورد مطالعه، نقش دما به همراه دیگر متغیرها بر کارایی فیلتر ماسکهای تنفسی معنی دار تشخیص داده شد که علت آنرا می توان اثر دما بر دیگر متغیرها مانند رطوبت ذکر کرد.

از دیگر عوامل تاثیر گذار بر کارایی فیلترهای ماسکهای تنفسی رطوبت می باشد (۱۷و۱۶و۱۳). در این مطالعه نیز رطوبت اثر معنی داری بر کارایی فیلترهای مورد بررسی در حذف ذرات میست کروم داشت همچنین نتایج حاصل از حذف میست کروم شش ظرفیتی در این مطالعه نشان داد که کارایی حذف آلودگی در هر دو فیلتر در رطوبت پایین بهتر از رطوبت بالا می باشد. از جمله دلایل کاهش کارایی فیلترهای ماسکهای تنفسی در رطوبت های بالا را میتوان به رقابت محتوای نم هوا با میست کروم شش ظرفیتی و کاهش نقش نیروی الکترواستاتیکی در حذف فیزیکی ترکیبات معلق هوا در رطوبت های بالا نسبت داد (۱۸و۱۴). البته عوامل دیگری چون جنس مواد تشکیل دهنده فیلتر و بار الکتریکی از نقش تعیین کننده تری در قیاس با رطوبت نسبی هوا و یا نوع بار الکتریکی ذرات برخوردار هستند (۶).

در این مطالعه در کلیه حالت ها، فیلتر MSA با پاسخ بهتری نسبت به نوع Spasciani همراه بود. بطور کلی نتایج حاکی از آنست که فیلتر MSA بمیزان ۰/۸۱ درصد از کارایی بهتری در خصوص حذف میست کروم شش ظرفیتی برخوردار است. عملکرد فیلترها علاوه بر ویژگی های مربوط به نوع و جنس فیلتر به عوامل دیگری در خصوص آلاینده نظیر اندازه و شکل ذرات، بارالکتریکی و یا شرایط استفاده مانند شدت تنفس با توجه به وضعیت فعالیت بدنی نیروی کار نیز بستگی دارد (۱۹و۴).

نتایج حاصل از بررسی اثر تراکم آلودگی قبل و بعد از فیلتر نشان داد که با دو برابر کردن تراکم میست کروم ورودی از ۱/۲۵ به ۲/۵ میلی گرم بر مترمکعب، میزان نفوذ نیز بطور تقریبی حدود ۲ برابر افزایش می یابد که این نتیجه نیز دلیلی بر آن است که نمی توان از فیلترهای ماسکها در تراکم های بیش از RPF (Required protection factor) که برای آن تعریف شده استفاده کرد (۲۰). بررسی ها نشان داده است که با افزایش تراکم آلودگی روی فیلتر، نقش بار الکتریکی در حذف آلودگی توسط فیلتر کاسته می شود (۵). البته در زمان بهره برداری از ماسک های تنفسی موضوع آبندی بودن ماسک روی صورت نیز یکی از عوامل تاثیرگذار بر نقش حفاظتی ماسک بشمار می آید. نتایج تحقیق Remgasamy نشان داد که افزایش تراکم، از طریق افزایش نفوذ از نشتی ها،

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]

مواجهه بیشتر نیروی کار را در پی دارد (۲۱). صر فنظر از اثر هر یک از عوامل بر کارآئی فیلترها، اثر متقابل میان عوامل در حالت های مختلف نیز موضوع بسیار حایز اهمیتی است. از اینرو در این مطالعه علاوه بر اثر مستقل هر یک از عوامل، اثر متقابل آنها بر یکدیگر نیز در غالب یک طرح عاملی کامل مد نظر بوده و مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج حاصل از بررسی حالتهای دوتایی، سه تایی و در نهایت تاثیر چهار عامل در کنار یکدیگر بر کارآئی حذف میست کروم نیز نشان داد که، دما علیرغم عدم اثر مستقل بر کارآئی حذف میست با اثر معنی داری در تقابل با دیگر عوامل بوده است. مهمترین تاثیر غیر مستقیم دما بر کارایی فیلتر اثر آن بر رطوبت می باشد. هوا در دماهای بالاتر، از جنبش های مولکولی بیشتری برخوردار بوده و به همین دلیل با اثر بر ذرات میکرونی میست، از طریق تشدید مکانیسم انتشار موجب افزایش کارایی حذف فیلتر می شود. البته از طرفی با افزایش دما میزان بالاتری از رطوبت حاصل شده که اثر معکوس بر عملکرد فیلتر خواهد داشت. بنابراین توصیه می شود در مطالعات بعدی، دامنه های دیگر دمایی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

در نهایت نتایج این مطالعه نشان داد که نوع فیلتر یکی از عوامل موثر بر کارایی حذف میست کروم شش ظرفیتی می باشد و دما نیز بواسطه اثر متقابل با دیگر عوامل همچون نوع فیلتر، تراکم آلاینده یا میزان رطوبت، بر کارایی حذف میست اثر گذار است. همچنین رطوبت نسبی هوا دارای اثر معکوسی بر کارایی حذف میست کروم شش ظرفیتی بوده و فیلترها در تراکم های پایینی از رطوبت، پاسخ بهتری در حذف میست از خود نشان می دهند و افزایش تراکم آلاینده (میست کروم شش ظرفیتی) بواسطه افزایش نفوذ از درون فیلتر با کاهش کارایی حذف آلودگی همراه است.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از همکاریهای حوزه معاونت پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران به دلیل حمایت های مالی از انجام این تحقیق تقدیر بعمل می آید.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]

Efficiency of Protective Mask Filters in Removal of Hexavalent Chromium Mist

F. Golbabaei (PhD)[*1], M. Heidari (MSc)[2], A. Tirgar (PhD)[3], A. Rahimi Foroushani (PhD)[4], S.J. Shahtaheri (PhD)[1]

1. Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Department of Occupational Health, Gilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran
3. Social Determinants of Health (SDH) Research Center, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
4. Department of Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

J Babol Univ Med Sci; 14(5); Sep 2012; pp: 77-83.
Received: Dec 12th 2011, Revised: Feb 8th 2012, Accepted: May 2nd 2012.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Personal protective equipments (PPE) are common equipments for control of workers exposure to harmful agents in work environment. Regarding to the critical role of the filter collection efficiency under hazardous conditions such as exposure to carcinogen materials, this study was performed to determine the effect of different factors on efficiency of respirator filters in removing hexavalent chromium mist.

METHODS: In this quasi-experimental study, homogenous chromium mist at different conditions (concentration 1.25 and 2.5 mg/m^3, relative humidity 50 and 80% , and temperature 0-5 and 35-40 ^{o}C) passed through two types of respirator filters (MSA and Spasciani). All samples (n= 384) were collected, using NIOSH 7600 test method at upstream and downstream of respiratory filters, simultaneously and analyzed, using an atomic absorption spectrometer and inductively coupled plasma (ICP), respectively.

FINDINGS: Although type of filter had significant effect on hexavalent chromium mist removal, the ANOVA test results indicated that the increase of chromium mist concentration and relative humidity resulted a significant decrease in removal efficacy 0.53% and 0.42%, respectively ($p<0.001$). The temperature had not significant effect on filter efficiency.

CONCLUSION: Increase of hexavalent chromium mist concentrations and relative humidity has significant negative effect on collection efficiency of respirator filters.

KEY WORDS: *Hexavalent chromium, Mist, Respirator, Efficiency, Filter, Temperature, Relative humidity, Concentration, Penetration.*

[*]**Corresponding Author;**
Address: Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Enghelab st., Tehran, Iran, P.O. Box: 141556446
Tel:+98 21 88951390
E-mail: fgolbabaei@sina.tums.ac.ir

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]

References

1. Health and Safety Executive (HSE). A short guide to the personal protective equipment at work regulations 1992. UK: Health and Safety Executive 2011; pp: 1-5.

2. Langard S, Norseth T. A Cohort study of bronchial carcinomas in workers producting chromate pigment. Br J Ind Med 1975;32(1):62-65.

3. Tirgar A, Golbabaei F, Nourijelyani K, et al. Evaluation of parameters influencing hexavalent chromium mist sampling: a full factorial design. Iran J Chem Chem Eng 2007;26(4):115-21.

4. Nelson TJ, Colton CE. The effect of inhalation resistance on facepiece leakage. AIHAJ 2000;61(1):102-5.

5. Chen CC, Lehtimaki M, Willeke K. Loading and filtration characteristics of filtering facepieces. Am Ind Hyg Assoc J 1993;54(2):51-60.

6. Makowski K. Deposition and resuspension of selected aerosols particles on electrically charged filter materials for respiratory protective devices. Int J Occup Saf Ergon 2005; 11(4):363-76.

7. Matin S, Moyer E, Jensen P. Powered air-purifying particulate respirator filter penetration by a DOP aerosol. J Occup Environ Hyg 2006;3(11):620-30.

8. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). OSHA issues, Final standard on hexavalent chromium. US: National News Releases 2006; 06-342-NAT.

9. Tirgar A, Golbabei F, Nourijelyani K, Shahtaheri SJ, Ganjali MR, Hamedi J. Design and performance of chromium mist generator. J Braz Chem Soc 2006;17(2):342-7.

10. National Institute of Occupational safety and Health (NIOSH). NIOSH manual of analytical methods, Method No.7600, chromium, hexavalent. US: NIOSH 1994; pp: 1-4.

11. National Institute of Occupational safety and Health (NIOSH). NO. RCT-APR-STP-0057, 0058, 0059. National Personal Protective Technology Laboratory (NPPTL), Pittsburgh, USA 2005.

12. National Institute of Occupational safety and Health (NIOSH). Standard application procedure for the certification of respirators. Under 42 CFR 84, Revision 1, National Personal Protective Technology Laboratory (NPPTL), Pittsburgh, USA 2005.

13. Huang C, Willeke K, Qian Y, Grinshpun S, Ulevicius V. Method for measuring the spatial variability of aerosol penetration through respirator filter. Am Ind Hyg Assoc J 1998;59(7):461-5.

14. Ackley MW. Degradation of electrostatic filters at elevated temperature and humidity. Filtration Separation 1985; 22(4):239-42.

15. Tanaka S, Abuku S, Imaizumi K, Ishizuka H, Seki Y, Imamiya S. Efficiency of respirator canisters with methyl bromide. Ind Health 1989;27(3):111-20.

16. Mitchell RN, Bevis DA, Hyatt EC. Comparison of respirator filter penetration by dioctyl phthalate and sodium chloride. Am Ind Hyg Assoc J 1971;32(6):357-64.

17. Chen CC, Rusksnen J, Pilacinski W. Filter and leak penetration characteristics of a dust and mist filtering facepiece. Am Ind Hyg Assoc J 1990;51(12):632-9.

18. Motyl E, Lowkis B. Effect of air humidity on charge decay and lifetime of PP electret nonwovens. Fibres Text East Eur 2006;14(5):39-42.

19. Stevens GA, Moyer ES. Worst case" aerosol testing parameters: I. Sodium chloride and dioctyl phthalate aerosol filter efficiency as a function of particle size and flow rate. Am Ind Hyg Assoc J 1989;50(5):257-64.

20. Langard S, Norseth T. A Cohort study of bronchial carcinomas in workers producting chromate pigment. Br J Ind Med 1975;32(1):62-5.

21. Remgasamy S, Eimer BC. Total inward leakage of nanopaticles through filtering facepiece respirators. Ann Occup Hyg 2011;55(3):253-63.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1391.14.5.11.5]