مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
دوره ۱۰، شماره ۲ ، صفحات: ۵۸ -۴۷

ارزیابی کارایی پالایش ذرات زیر میکرونی ماسک های جراحی داخلی و وارداتی

فریده گلبابایی: استاد، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
علی فقیهی زرندی: استادیار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران - نویسنده رابط: alifaghihi60@yahoo.com
احمدرضا شکری: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه بهداشت حرفه ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
محمدرضا بانشی: استادیار ، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات مدل سازی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
پدرام ابراهیم‌نژاد: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
اصغر صدیق زاده: دانشیار، سازمان انرژی اتمی ایران، بخش گداخت هسته ای
تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: بیوآیروسل ها از مهمترین عوامل ایجاد عفونتهای بعد از عمل جراحی در بیمارستانها هستند. از مهمترین راهکارهای پیشگیری از انتقال بیوآیروسل ها دراتاقهای عمل استفاده ازماسک های جراحی می باشد هدف از این مطالعه بررسی کارایی پالایش ذرات زیر میکرونی در ماسک های جراحی داخلی و وارداتی است.

روش کار: دراین مطالعه مقطعی ۵ نوع از ماسک های جراحی پرمصرف دراتاق های عمل بیمارستانهای کشور، اعم ازداخلی ووارداتی خریداری شد. نمونه‌ها به صورت مجزاتوسط دستگاه اندازه گیری پالایش ذرات زیر میکرونی براساس استاندارد ISIRI 6138 و DOP آمریکا مورد آزمون قرار گرفت. میزان کارایی وافت فشارهوا درآنها تعیین شد ونتایج بوسیله آزمون‌های آماری تجزیه تحلیل گردید.

نتایج: نتایج نشان داد که میزان کارایی پالایش ذرات در ماسک‌های جراحی داخلی (۱۰/۰۷±) ۵۶/۱۳۰ درصد و در ماسک‌های وارداتی (۷/۰۶۲±) ۳۱/۹۰ درصد بود. میزان پالایش ذرات ماسک های داخلی بیشتر از ماسک های وارداتی بود (۰/۰۰۱ >p). همچنین ماسک داخلی A بالاترین کارایی پالایش ذرات (۶/۱۵± ۶۶/۵۵ درصد) و ماسک وارداتی B-China کمترین میزان پالایش (۴/۴۴ ± ۲۷/۸۳ درصد) را داشت (۰/۰۰۱ >p). افت فشار هوا در ماسک های مورد مطالعه نیز اندازه گیری شد. بالاترین افت فشار را ماسک داخلی A (۲/۵۸±۳۵ پاسکال) و پایین ترین افت فشار را ماسک داخلی Z (۱/۸۲±۱۱ پاسکال) داشت. با توجه به تاثیر کارایی و افت فشار، بر کیفیت ماسک، فاکتور کیفیت ماسک های مورد مطالعه محاسبه شد. نتایج نشان داد ماسک داخلیZ دارای بالاترین فاکتور کیفیت(۰/۰۶۸) و کمترین آن متعلق به ماسک وارداتی B-China (۰/۰۱۶) بود.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که ماسک های جراحی تولید داخل، کیفیت بهتری نسبت به ماسک های وارداتی دارند بااین حال بازهم میزان کیفیت مورد تاییداستانداردها را فراهم نمی‌کنند. استفاده از فیلتر باخصوصیات فیزیکی مناسب وهمچنین اطمینان ازانجام تستهای خاص برروی ماسک های جراحی، قبل ازخرید و استفاده، می‌تواند به کاهش بیماریها وعفونت های مرتبط بیانجامد.

واژگان کلیدی: ماسک جراحی داخلی، ماسک جراحی وارداتی، کارایی پالایش ذرات، آزمون DOP

مقدمه

در هوای اطراف ما میکروارگانیسم های متعددی وجود دارد که از منابع مختلف بر می خیزند. افراد هنگام عطسه کردن هزاران قطعه بسیار ریز و کوچک مرطوب را در هوا پراکنده می کنند. بسیاری از این قطره ها حاوی موجودات زنده ای هستند که از این راه وارد هوا شده و در آن معلق می‌شوند. راههای بسیار زیادی برای انتقال میکروارگانیسمها از محلی به محل دیگر وجود دارد، اما آنچه

در این بحث مورد نظر است انتقال ذرات معلق، از راه هوا است. یکی از روشهای مهم انتقال ذرات میکروارگانیسم بیماریزا هوا است (عفونتهای هوابرد). عوامل بیماریزا از طریق عطسه، سرفه و خلط انسان و نیز لباسها، رختخوابها واعمالی همچون جارو زدن ودیگر منابع مشابه وارد هوا می شوند. در ایجاد اثرات هوابردهای فوق، عوامل زیر تاثیرگذارند:

- بیماریزایی ارگانیسم
- حساسیت میزبان
- اثر محیط بر ارگانیسم اعم از جلوگیری یا کمک به بقای ارگانیسم

بیمارستانها خدمات مهمی را در کمک به درمان بیماری ارائه می دهند و طبیعت این مکانها به گونه ای است که احتمال انتقال آلودگی از جایی به جایی و از شخصی به شخصی(آلودگی ثانویه) وجود دارد مگر آنکه کنترل محیطی اجرا شود. یکی از مواردی که نیاز به کنترل دارد، آلودگی های معلق در هوا (هوابردها) می باشد (Golbabaei 1999).

راههای متعددی برای پیشگیری از اثرات آلاینده های شیمیایی یا بیولوژیکی موجود در هوا وجود دارد و ضروری است که هر یک از این روشها بصورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد تا اقتصادی ترین روش برای ایجاد یک محیط بهداشتی مشخص شود.

بطور کلی می توان روشهای کنترل آلاینده ها را به سه گروه اصلی زیر تقسیم کرد:

- روشهای کنترل مدیریتی
- روشهای کنترل مهندسی
- استفاده از لوازم حفاظت فردی(Azad 2001).

بیمارستانها و مراکز درمانی از مهمترین مکان هایی هستند که بیوآیروسل ها در آنجا به میزان زیاد وجود دارد. تعلیق این ذرات در هوا می تواند ایجاد بیماری و عفونت کرده و افراد زیادی را در معرض قرار دهند. عفونتهای بیمارستانی علاوه بر درگیر کردن پرسنل مراقبتهای بهداشتی و بیماران، هزینه های سنگینی را بر اقتصاد کشور تحمیل می نمایند. پرسنل مراقبتهای بهداشتی، پرسنل اتاق عمل، ملاقات کننده ها و نیز خود بیماران در معرض بیشترین خطر تماس با این آلاینده ها می باشند.

آمـار نشان می‌دهد از هر ۱۰ نفر بیمـاری که در بیمارستـان باقـی می ماند، یک نفـر به عفونـت های ناشـی از این آیروسـل ها مبتلا می شود(Fletcher et al.).

عمومی ترین وسیله ای که در جهت پیشگیری از ورود ذرات بیماریزا به منطقه تنفسی افراد استفاده می شود ماسک های جراحی است. ماسک های جراحی از نوع رسپیراتورهای تصفیه کننده هوا هستند که یک سد فیزیکی برای محافظت استفاده کننده ها ازخطراتی مثل انتشار قطرات خون و یا ترشحات بدن و ذرات بیماریزا ایجاد می کنند. همچنین افراد دیگر را در مقابل انتقال آلودگی از فردی که در حال استفاده از ماسک است محافظت می کنند. با توجه به تعدد استفاده از ماسک های جراحی در بیمارستانها و اتاقهای جراحی در کشور و همچنین واردات بی رویه و بدون کنترل ماسک ها و گستره وسیع کارآیی ماسک ها (۸٤- ۰ درصد) بر اساس مطالعات Oberg و Brossoau (Oberg and Brosseau 2008)، و وابستگی کارایی به متغیرهایی نظیر فلوی عبوری، تعداد لایه های ماسک و اهمیت افت فشار هوا در ماسک ها مطابق مطالعات Chen و Willeke (Chen and Willeke 1992)، این مطالعه با هدف تعیین کارایی پالایش ذرات در ماسک های جراحی و مقایسه بین ماسک های تولید داخل و وارداتی و در نهایت انتخاب بهترین ماسک از نظر کیفیت انجام شده است.

روش کار

این مطالعه به صورت یک مطالعه تحلیلی – مقطعی در سال ۱۳۸۹ دردانشگاه علوم پزشکی کرمان، دانشگاه علوم پزشکی تهران و با همکاری آزمایشگاه محیط زیست سازمان انرژی اتمی ایران انجام گردید.

این پژوهش به منظور تعیین توانایی ماسک های جراحی تولید داخل کشور و نیز ماسک های وارداتی در ربایش ذرات زیر میکرونی طرح ریزی و طی شش مرحله به شرح زیر به اجرا درآمد:

مطالعه وجمع آوری اطلاعات مربوط به سازندگان ماسک های جراحی داخل کشور. با توجه به اینکه جهت انجام مطالعات بر روی ماسک های جراحی، نیاز به شناخت مراکز تولید این نوع ماسک ها در داخل کشور می باشد، اطلاعات مربوط به شرکت های تولید کننده ماسک های جراحی از طریق مراجعه به واحد تجهیزات پزشکی وزارت بهداشت و درمان بدست آمد.

۱- مطالعه وجمع آوری اطلاعات مربوط به سازندگان ماسک های جراحی وارداتی.

۲- تعیین انواع اصلی ماسک های جراحی مورد استفاده در داخل کشور. انواع ماسک های جراحی مورد استفاده در بیمارستانها شامل ماسک های تولید داخل و ماسک های وارداتی از طریق وزارت بهداشت و همچنین جمع آوری اطلاعات از بسیاری از بیمارستانها مشخص گردید.

۳- تعیین حجم نمونه : با توجه به اطلاعات بدست آمده از ماسک های جراحی مورد استفاده در کشور که عمدتا پنج نوع ماسک، شامل سه نوع ماسک تولید داخل(ماسک های A، E و Z) و دو نوع ماسک وارداتی(Blosom و Face mask) می باشد. از هر کدام از پنج نوع ماسک تعداد چهار عدد تهیه گردید انجام گردید.

٤- سفارش خرید وخرید ماسک های تعیین شده: پس از تعیین انواع ماسک های جراحی مورد مصرف در کشور و تعداد مورد نیاز برای انجام آزمونها، ماسکهای جراحی تولید داخل از شرکتهای سازنده آنها خریداری گردید و ماسک های وارداتی نیز همگی از مرکز فروش ماسک های جراحی خریداری گردید.

۵- انجام آزمون کارایی پالایش ذرات و تعیین افت فشار هوا در ماسک های جراحی مورد آزمون: آزمون اندازه گیری کارایی پالایش ذرات زیر میکرون توسط دستگاه اندازه گیری کارایی، بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره6138 ISIRI انجام گردید، برای انجام آزمون از سیستم تست ماسک ها سازمان انرژی اتمی ایران استفاده شد.

دستگـــاه شامل یک ورودی جهـت هـوای پاک و یـک ورودی جهت ذرات تک توزیعـی (Monodisperse) وDOP (Dioctyl Phetalate) است که توسط دستگاه تولید آیروسل از مایع DOP ایجاد میگردد و این دو ورودی قبل از تونل اصلی تست به هم رسیده و وارد تونل اصلی تست می شوند. یک هواکش با ۲۸۷ دور در دقیقه که امکان تولید دبی های صفر تا ٦۰۰ متر مکعب در ساعت را در سیستم فراهم می کند، دبی سنج مدل TA2 ساخت کارخانه Air Flow ، و شمارنده ذرات، دیگر متعلقات آن هستند .

جریان هوا در سیستم توسط یک پمپ خلا از نوع اندرسون برقرار میشود. از دبی متر ساخت شرکت Air Flow برای اندازه گیری دبی جریان در سیستم استفاده می شود. برای شمارش تعداد ذرات آیروسل قبل و بعد از ماسک در داخل تونل تست از دستگاه شمارنده ذرات متراکم (Condensation Particle Counters) ساخت کارخانه TSI استفاده گردید.

تونل آزمون بستر فیلتر، از یک محفظه استوانه ای شکل، دارای یک مسیر ورود و خروج هوا از دو انتهای آن می باشد. ابعاد این محفظه برای ایجاد جریان لامینار هوای عبوری محاسبه، طراحی وساخته شده است. محل استقرار بستر مورد آزمون درقسمت میانی این تونل قراردارد. در دو طرف محل استقرار بستر، دو پراب نمونه برداری تعبیه شده است تا از ذرات معلق قبل و بعد از بستر مورد آزمون نمونه برداری صورت گیرد. یک سه راهی جهت تغییر مسیر جریان نمونه برداری برای تعیین تراکم عددی ذرات هوا قبل و بعداز بستر استفاده میشود. جریان هوا در کل سیستم توسط یک پمپ با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر دقیقه تامین می شود. آزمونها در دبی ۲۸ لیتر در دقیقه بر اساس استاندارد ماسک های جراحی انجام گرفت.

همان گونه که گفته شد برای اندازه گیری تراکم عددی ذرات در دو طرف بستر ماسک از یک شمارنده ذرات متراکم مدل A3022 ساخت کارخانه TSI استفاده گردید.

کارایی یک بستر فیلتر با اندازه گیری تراکم عددی ذرات قبل و بعد از بستر، و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید .

کارایی یک ماسک(E) نسبت تعداد ذرات به دام افتاده در ماسک (n_1-n_2) به ذرات ورودی (n_1) اطلاق می شود.

$$E = \frac{n1 - n2}{n1} \quad (۱)$$

که در آن n_1 و n_2 به ترتیب غلظت عددی ذرات قبل از ورود به ماسک و بعدازآن می باشند.

افت فشار هوا نیز در ماسک های مورد آزمون توسط دستگاه میکرومانومتر مدل APM 50K ساخت شرکت Air Flow اندازه گیری شده است. فاکتور مهمی که از ترکیب کارایی ماسک های جراحی در برابر عبور ذرات زیر میکرون و مقاومت در برابر عبور هوا در ماسک ها بدست می آید فاکتور کیفیت نام دارد که از رابطه ۲ بدست می آید.

$$p\ \Delta Qf=Ln(1/p) / \quad (۲)$$

در این معادله Qf فاکتور کیفیت، P میزان نفوذ ذرات، و $p\Delta$ افت فشار هوا است .

میزان نفوذ ذرات از میان مدیای فیلتر نیز از طریق رابطه (۳) به دست می آید.

$$P=1-E \quad (۳)$$

در این معادله P میزان نفوذ ذرات از ماسک های جراحی وE میزان کارایی در برابر ذرات زیر میکرون است.

تجزیه و تحلیل داده ها: تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده به شکل زیر انجام گرفت: داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS Ver15 و با روش ANOVA جهت مقایسه میانگین کارایی در ماسک های داخلی و وارداتی و همچنین در بین کلیه ماسک های مورد آزمون تجزیه تحلیل گردید .

نتایج

بر اساس هدف کلی پژوهش مراحل انجام کار بر اساس روش ارائه شده در بخش روش کار، انجام گردید که نتایج بدست آمده به شرح زیر می باشد :

طبقه بندی نمونه ها

۱- تولید کنندگان داخلی ماسک های جراحی ۳ شرکت تولیدی میباشند:

الف : شرکت شماره ۱، تولید کننده ماسک A.

ب: شرکت شماره ۲ تولید کننده ماسک E.

ج: شرکت شماره ۳ تولید کننده ماسک Z. ماسک های

۲- جراحی وارداتی شامل دو نوع ماسک می‌باشند:

الف: ماسک جراحی B-China ساخت کشور چین..

ب: ماسک جراحیF-China ساخت کشور چین.

نتایج آزمون کارایی پالایش ذرات، بر روی هر پنج نوع ماسک در جدول ۱ و مقایسه کارایی در ماسک های داخلی و وارداتی و همچنین در کلیه ماسک های مورد آزمون در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می دهد که میانگین کارایی پالایش ذرات در ماسک های داخلی (±۱۰/۰۷) ۵۶/۱۳ درصد و در ماسک های وارداتی (±۷/۰۶۲) ۳۱/۹۰ درصد می باشد. همچنین میزان کارایی پالایش ذرات در ماسکهای داخلی از حداقل ۳۹/۱ درصد تا حداکثر ۷۴/۳۶ درصد و در ماسکهای وارداتی از ۲۲/۹۳ درصد تا ۴۵/۹ درصد متفاوت است.

با توجه به نتایج جدول ۱ به نظر می رسد ماسکA از دسته ماسک های داخلی، با کارایی ۶۶/۵۴ درصد، بالاترین کارایی را نسبت به دیگر ماسک های مورد آزمون دارد و ماسک B-Chinaاز دسته ماسک های وارداتی، با کارایی ۲۷/۸۲ کمترین کارایی را نسبت به دیگر ماسک های مورد آزمون دارا باشد. برای این منظور مقایسهی نتایج از طریق آزمون آماری ANOVA انجام گرفت که نتایج آزمون در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج آزمون بین ماسک های داخلی و وارداتی نشان می دهد که میزان کارایی پالایش ذرات در ماسکهای جراحی داخلی بیشتر از مقدار آن در ماسکهای وارداتی است ($p<۰/۰۵$) و همچنین در بین کلیه نمونه ها، ماسک داخلی A دارای بالاترین کارایی پالایش ذرات بوده ($p<۰/۰۰۱$) و میانگین کارایی پالایش ذرات در ماسک B-China نیز از بقیه کمتر است ($p<۰/۰۰۱$).

افت فشار هوا در ماسک های مورد مطالعه نیز اندازه گیری شد که نتایج اندازه گیری در جدول ۳ و مقایسه آماری آن در جدول ٤ آورده شده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد بالاترین افت فشار را ماسک داخلی A (۲/۵۸±۳۵ پاسکال) و پایین ترین افت فشار را ماسک داخلی Z (۱/۸۲±۱۱ پاسکال) دارد.

با توجه به نقش کارایی و افت فشار ماسک در کیفیت آن، فاکتور کیفیت ماسک های مورد مطالعه محاسبه و نتایج آن درشکل ۱ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که ماسک داخلی Z دارای بالاترین فاکتور کیفیت (۰/۰٦۸) می‌باشد و کمترین آن متعلق به ماسک B-China (۰/۰۱٦) بوده است.

با توجه به نتایج ارائه شده مربوط به کارایی پالایش ذرات، همانگونه که مشخص است ماسک داخلی Z پس از ماسک داخلی A دارای دومین رتبه در کارایی پالایش ذرات است اما با در نظر گرفتن افت فشار هوا به عنوان عامل دیگر تاثیرگذار بر کیفیت ماسک های جراحی، ماسک داخلی Z بالاترین فاکتور کیفیت را به خود اختصاص داده است و این موضوع تاثیر میزان مقاومت در برابر عبور هوا را در ارزیابی کیفیت ماسک های جراحی نشان می دهد.

بحث

نتایج بدست آمده از آزمون کارایی پالایش ذرات نشان می دهد که میزان کارایی پالایش ذرات در ماسکهای جراحی داخلی(۵٦/۱۳درصد) بیشتر از مقدار آن در ماسکهای وارداتی (۳۱/۹۰ درصد) است و این موضوع با مقایسه میانگین ها ($p<۰/۰۵$) کاملا مشخص است. اختلاف بین میانگین ها کاملا معنی دار است و نشان می دهد که ماسک های تولید داخل کارایی بالاتری نسبت به ماسک های وارداتی دارند که احتمالا به دلیل استفاده از فیلتر های مناسب با کارایی بالاتر در تهیه ماسک های تولید داخل است. در مطالعه Oberg و Brossoau میزان کارایی ماسکها با استفاده از فیلترهای کارایی بالا از ٦۰ تا ۹۰ درصد متفاوت بود و با افزایش سایز ذرات میزان کارایی افزایش پیدا کرد اما در این مطالعه میزان کارایی در ماسک های داخلی و وارداتی حداقل ۲۷/۸و حداکثر ٦٦/٥٤ به دست آمده است که علت آن پایین بودن سایز ذرات مورد آزمون (۰/۳ میکرون)در این مطالعه نسبت به مطالعه فوق (۰/۸۹۵، ۲/۰۹ و ۳/۱ میکرون) و همچنین استفاده از فیلتر با کارایی بالاتر در مطالعه آنها بوده است (Oberg and Brosseau 2008). در مطالعه Checchiوهمکاران نیز بسته به نوع ماسک کارایی پالایش ذرات از ۸۵ درصد تا ۹٦ درصد متفاوت بود و رسپیراتورها کارایی بهتری نسبت به بقیه ماسکهای مورد آزمون داشتند که در مقایسه با این مطالعه، علت کارایی بهتر، تاثیر نوع ماسک و ساختار آن بر کارایی پالایش ذرات می باشد(Checchi et al. 2005).

Karen و همکاران نیز در مطالعه خود کارایی را بین ۸٤ تا ۹۲ درصد بدست آوردند که در مقایسه با کارایی به دست آمده در این مطالعه بالاتر است، علت بالاتر بودن آن این است که در مطالعه فوق باکتری های اورئوس و اشرشیا تست شده اند که اندازه آنها ۰/۵ تا ۱ میکرون و ۱/۱ تا ۱/۵ میکرون می باشد اما ذرات تست شده در این تحقیق ۰/۳ میکرون می باشند که طبیعتا به دلیل سایز ذرات کوچکتر باید نفوذ بیشتری داشته باشند (Karen et al. 2003).

بطورکلی می توان اینگونه نتیجه گرفت که ساختار فیزیکی مدیای ماسک از عوامل مهم و تاثیرگذار بر میزان کارایی پالایش ذرات است اما تنوع ساختارها و همچنین تنوع در روش های تولید و عدم استفاه از یک روش استاندارد کلی در بافت و تولید پارچه های مورد استفاده برای فیلترها جهت دستیابی به یک فیلتر مناسب با ساختار فیزیکی مورد قبول سبب شده است تفاوت های زیادی در کارایی پالایش ذرات در فیلترها مشاهده شود.

نتایج بررسی کارایی پالایش ذرات در کلیه ماسک های مورد آزمون نشان می دهد که ماسک داخلیA دارای بالاترین کارایی پالایش ذرات میباشد ($p<۰/۰۰۱$) البته اختلاف میانگین های کارایی در ماسکهای داخلی Z و A معنی دار نیست ($p =۰/۱۲۵$). که به نظر می رسد به دلیل نزدیک بودن میانگین ها در آنها باشد. و همچنین میانگین کارایی پالایش ذرات در ماسک B-China نیز با بقیه

ماسکها به جز F-China معنی دار بوده و از بقیه کمتر است. عدم وجود اختلاف معنی دار در بین میانگین ماسک هایB-China و F-China نیز به دلیل نزدیک بودن میانگین ها در این دو نوع ماسک می باشد. اختلاف میانگین کارایی بین ماسکهای داخلی E، Z و ماسک خارجی F-China نیز به دلیل نزدیک بودن انحراف معیارها معنی دار نمی باشد. در نهایت می توان اینگونه عنوان کرد که در بین عوامل مهم وموثر در کیفیت ماسک های جراحی، ماسک های تولید داخل عملکرد بهتری نسبت به ماسک های وارداتی دارند. بالاترین کارایی را ماسک داخلی A دارد (٦٦/٥٥ درصد) و کمترین کارایی را ماسک وارداتی B-China دارد (۲۷/۸۳ درصد). در مقایسه با استاندارد هیچ یک از ماسک های مورد مطالعه نیازهای استاندارد را برآورده نمی کنند.

در مطالعه Oberg و Brossoau عنوان شد که در ماسک های جراحی مقدار کمی از ذرات جمع آوری می شوند و بیشتر نفوذ می کنند حتی با فیلترهای با کارایی بالا باز هم ۱۰ تا ٤٠ درصد نفوذ دارند و در نهایت ماسک های مورد مطالعه مورد تایید NIOSH و OSHA واقع نشدند(Oberg and Brosseau 2008). در این تحقیق نیز مشاهده شد که میزان نفوذ ذرات در کلیه نمونه های ماسک ها از ۳۳/۵۰ درصد در ماسک داخلی A تا ۷۲/۲۰ درصد در B-China متفاوت بود. همانطور که گفته شد یکی از دلایل بالاتر بودن میزان نفوذ در ماسک های مورد تست در این تحقیق این است که در مطالعه Oberg و Brossoau حداقل سایز ذرات مورد تست نزدیک به ۰/۹ میکرون و حداکثر سایز ۳/۱ میکرون بوده است اما در این تحقیق، ذرات ۰/۳ میکرون جهت تست استفاده شده اند. با توجه به استانداردهای موجود، ماسک های مورد مطالعه در این تحقیق به یقین مورد تایید NIOSH و OSHA قرار نخواهند گرفت.

در پایان نامه عبدلی ارمکی، میزان نفوذ ذرات از ماسک ها، دردبی ۳۰ لیتر در دقیقه، از ۵۵/۷۷ درصد تا ۹۳/۷۰ درصد متفاوت است(Eramaki 1998) که با تنوع زیاد نفوذ ذرات از ماسک ها در این مطالعه (۳۳/٤٥ درصد در ماسک داخلی A تا ۷۲/۱۷درصد درB-China) همخوانی دارد.

Tuomi ماسک های نیم صورت و ماسک های جراحی را با آیروسل های ۰/۳ تا ۱۰ میکرون تست کرد و نشان داد که کارایی فیلتراسیون برای ذرات با قطر بالای ۵ میکرون بیش از ۹۵ درصد بوده اما برای ذرات با قطر کمتر تنوع زیادی وجود داشت(Tuomi 1985) که با تنوع زیاد کارایی به دست آمده در این تحقیق (از حداقل ۲۷/۸۰درصد تا حداکثر ٦٦/٥٠ درصد) با ذرات ۰/۳ میکرون همخوانی دارد.

در مطالعه Balazy و همکاران هم مشخص شد که نفوذ ویروس از ماسک های جراحی خیلی بیشتر از ماسک N_{95} بود و نشان داد که ماسک های جراحی فیلترهای مکانیکی ضعیفی هستند و قطر ۳۰۰ نانومتر بیشترین نفوذ را از این ماسک ها دارد هر چند مقدار نفوذ در این سایز عنوان نشده است(Ba1azy et al. 2006). در این تحقیق نیز مطالعات بر اساس عبور ذرات ۰/۳ میکرون انجام شده و ماسک ها نیز کارایی بالایی را نسبت به استانداردهای موجود نشان ندادند. بررسی افت فشار هوا در بین گروه داخلی و وارداتی معنی دار نبود ($p = ۰/۰۹$) اما مقایسه در بین کلیه ماسکهای مورد آزمون و نتایج آزمون Scheffe نشان میدهد که رابطه بین افت فشار در آرمان ماسک، با کلیه ماسک های مورد آزمون معنی دار بوده و افت فشار بیشتری نسبت به بقیه ماسکها دارد ($p<۰/۰۰۱$) اختلاف میانگین افت فشار در ماسک داخلی E نیز با بقیه ماسک های موردآزمون معنی دار بوده و از نظر مقدار در رتبه دوم قرار دارد ($p<۰/۰۰۱$). اختلاف میانگین افت فشار ماسک داخلی Z نیز به جز F-China با بقیه معنی دار است ($p<۰/۰۰۱$). اختلاف میانگین افت فشار در B-China نیز با بقیه ماسک های مورد آزمون معنی دار است که به احتمال زیاد به دلیل نزدیک بودن میانگین ها در این دو نوع ماسک می باشد. در واقع می توان گفت در بین ماسک های تولید داخل، ماسکA بالاترین افت فشار و پس از آن ماسک E در رتبه دوم و در نهایت ماسک Z با کمترین افت فشار قرار دارد. با توجه به اینکه افت فشار هوا از عوامل مهم در تعیین

کیفیت ماسک می‌باشد، این ویژگی اهمیت بخصوصی دارد. نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین افت فشار هوا در بین ماسکهای تولید داخل می باشد. با توجه به اینکه اختلاف میانگین افت فشار ماسک Z که از ماسک های تولید داخل است با ماسکهای A و E که این دو نوع نیز از ماسکهای تولید داخل می باشند معنی دار است (۰/۰۰۱ >p) می توان گفت در بین ماسک های تولید داخل ماسک Zافت فشار کمتری داشته و تنفس فرد هنگام استفاده از این ماسک نسبت به دیگر ماسکهای تولید داخل بهتر صورت می‌گیرد. هرچند میزان افت فشار در ماسک داخلی Z ازF-China نیز پایین تر است اما با توجه به نزدیک بودن میانگین‌ها دراین دو نوع ماسک، و نتایج آزمون Scheffe نمی توان با قاطعیت گفت که افت فشار ماسک داخلی Z ازF-China پایین تر است. میزان افت فشار هوا در بین کلیه ماسکهای مورد آزمون از حداقل ۹ پاسکال تا حداکثر ۳۸ پاسکال متفاوت است.

در مطالعه Clynn و همکاران میزان کارایی پالایش در ماسک ها بسیار متنوع بوده و از ۱۵ تا ۹۹ درصد متفاوت بود که با تنوع کارایی در این تحقیق همخوانی دارد و دلیل بالاتر بودن مقدار کارایی در بعضی ماسک ها، بالاتر بودن سایز ذرات و همچنین شکل ذرات تست شده مانند باکتری استافیلوکوکوس اورئوس می‌باشد در حالیکه در این تحقیق از ذرات منو دیسپرس۰/۳ میکرون استفاده شده است (Clynn et al. 1967).

در پایان نامه عبدلی ارمکی، مقادیر افت فشار در ٤ ماسک، در دبی ۳۰ لیتر در دقیقه، از صفر تا ۲۲/۵۰ پاسکال به دست آمده است(Eramaki 1998)، و تفاوت در مقادیر به دست آمده در پایان نامه عبدلی و این تحقیق می تواند به دلیل تفاوت در دبی و ساختار ماسک ها باشد، هرچند در پایان نامه عبدلی اشاره ای به جنس پارچه های استفاده شده نشده اما با توجه به اینکه ماسک های مورد استفاده در این تحقیق همه از جنس پلی پروپیلن است، می توان با استفاده از یک جنس مرغوب‌تر کیفیت بهتری را به‌دست آورد.

فاکتور کیفیت یک شاخص مناسب برای مقایسه ی کیفیت ماسک های جراحی می باشد که بوسیله معادله ارائه شده در روش کار به دست می آید و بیانگر این مطلب است که علاوه بر کارایی پالایش ذرات، افت فشار هوا نیز دارای اهمیت است یعنی علاوه بر اینکه ماسک مورد استفاده باید میزان قابل قبولی از پالایش ذرات را داشته باشد باید اجازه تنفس راحت را نیز به فرد بدهد. این موضوع در مطالعه Chen و همچنین مطالعات صدیق زاده نیز عنوان شده است (Sedighzadeh et al. 2001, 2011,1992). با توجه به نتایج به دست آمده از میزان فاکتور کیفیت در ماسک های جراحی مورد آزمون، این میزان از ۰/۰۱٦ تا ۰/۰٦۸ متفاوت بوده است، که با فاکتور کیفیت‌های به دست آمده در پایان نامه عبدلی ارمکی (بین ۰/۰۱تا ۰/۰۵) همخوانی دارد (Eramaki 1998). بالاترین فاکتور کیفیت را ماسک داخلی Z داشته است که مقدار آن ۰/۰٦۸ به دست آمده است و پایین ترین مقدار فاکتور کیفیت مربوط به ماسک B-China می باشد که مقدار آن ۰/۰۱٦ به دست آمده است. دلیل این امر پایین بودن افت فشار هوا و کارایی پالایش در ماسک B-Chinaنسبت به بقیه ماسک ها می باشد. هرچند ماسک داخلی A نسبت به ماسک داخلی Z کارایی پالایش بهتری داشته است اما پایین بودن افت فشار هوا در ماسک داخلی Z سبب شده است که این ماسک کیفیت بهتری نسبت به ماسک داخلی A داشته باشد. میانگین کارایی در ماسک داخلی A ، ٦٦/۵۰ و در ماسک داخلی Z ۵۲/۹۰ به دست آمده است اما اختلاف زیادی که بین افت فشار هوا در این دو نوع ماسک وجود دارد (ماسک داخلی A ۳۵ پاسکال و ماسک داخلیZ ۱۱پاسکال)، باعث شده کیفیت ماسک داخلی Z بالاتر از ماسک داخلی A به دست آید. از طرف دیگر با توجه به اینکه ماسک B-China کارایی پالایش پایینی دارد (Eff_B =۲۷/۸۲) با توجه به افت فشار به دست آمده نیز نسبت به مابقی ماسک های مورد آزمون کیفیت پایین تری را دارد. در مطالعه صدیق زاده و همکاران از مجموع ۲۱ ماسک مورد آزمون ماسکی که ۹۱/٦۰ درصد کارایی و ۱۰ پاسکال افت فشار داشته است بالاترین کیفیت و ماسکی که ۲٤/۲۰ درصد کارایی و ۱۲۵

پاسکال افت فشار داشته است کمترین کیفیت را داشتند که بیانگر تاثیر متقابل افت فشار هوا و کارایی پالایش ذرات در کیفیت ماسک های جراحی است و همچنین در مطالعه صدیق زاده کیفیت ماسک ها بسیار متفاوت بوده به طوری که کوچکترین، میانگین و بالاترین عامل کیفیت به ترتیب برابر ۰/۰۰۲ ، ۰/۰٤٤ و۰/۲٤۷ بوده است (Sedighzadeh et al. 2011). دراین تحقیق نیز کمترین کیفیت ۰/۰۱٦ ، متوسط ۰/۰۳٤ و بالاترین کیفیت ۰/۰٦۸ به دست آمده است که نشان می دهد بالاترین کیفیت به دست آمده در این تحقیق از بالاترین کیفیت به دست آمده در تحقیق صدیق زاده کمتر است و دلیل آنرا می توان تعداد بیشتر ماسک های مورد تست با مشخصات مختلف و همچنین تنوع در میزان نفوذ ذرات در ماسک های مورد تست جهت صنایع هسته ای در تحقیق صدیق زاده عنوان کرد(Sedighzadeh and Eramaki 2011).

همچنین در مطالعه صدیق زاده نیز نشان داده شده است که وقتی کارایی دو ماسک برابر باشد هرکدام افت فشار کمتری داشته باشد کیفیت بهتری نسبت به دیگری دارد. مثلا دو ماسک که کارایی برابر ۷۰ درصد داشتند با توجه به میزان افت فشار، فاکتور کیفیت در ماسک شماره ۲ تقریبا ۳ برابر ماسک شماره ۳ بدست آمده است (Sedighzadeh et al. 2011). در این تحقیق نیز تاثیر افت فشار هوای ماسک بر میزان کیفیت آن با مقایسه ماسک های داخلی Z و A به دست آمده است.

در پایان نامه سیاوش آزاد میانگین فیلتراسیون در ماسک های مورد مطالعه از ۵۳/۲۸ تا ۸٦/۰٦ متفاوت بود که با کارایی پالایش به دست آمده در این مطالعه همخوانی دارد. هر چند در مطالعه سیاوش آزاد مطالعه بر روی ماسک های مختلف با اشکال و جنس های متفاوت صورت گرفته اما علت اصلی پایین بودن راندمان فیلتراسیون در ماسک ها را نامناسب بودن فیلتر ماسک های مورد آزمون عنوان کرده که این موضوع یکی از اصلی ترین دلایل پایین بودن کارایی ماسک ها، با توجه به بررسی‌های میکروسکوپی به عمل آمده در این مطالعه نیز می باشد (Azad 2005).

نتیجه گیری

آنچه از نتایج مشخص است این است که کارایی پالایش ذرات و همچنین افت فشار هوا در یک ماسک می توانند به یک اندازه در کیفیت ماسک موثر باشند و لازم است ماسکی استفاده شود که از کارایی پالایش ذرات در آن مطمئن بوده و همچنین افت فشار کمی داشته باشد تا فرد بتواند به راحتی نفس بکشد که این دو مورد نیز وابستگی نزدیکی به مشخصات فیزیکی مدیای ماسک دارند و سازندگان ماسک های جراحی لازم است این موارد را در نظر داشته و هنگام تولید ماسک های جراحی علاوه بر پالایش ذرات، افت فشار هوا را نیز مد نظر قرار دهند.

با توجه به اینکه استفاده از وسایل حفاظت فردی از جمله ماسک تنفسی در افراد ایجاد اطمینان می کند، لذا افرادی که از ماسک استفاده می کنند با اطمینان از اینکه از وسیله حفاظتی استفاده می کنند، هراسی از قرار گرفتن در معرض آلاینده ها و ذرات بیماریزا ندارند و به همین دلیل لازم است وسیله حفاظتی که استفاده می کنند محافظت کامل را در فرد ایجاد نماید. لذا استفاده از ماسک حفاظتی مناسب برای گروه مراقبتهای بهداشتی، پرسنل اتاق عمل و همچنین بیماران امری ضروری است. این مطالعه نشان داد که ماسک های جراحی تولید داخل، کیفیت بهتری نسبت به ماسک های وارداتی دارند با این حال بازهم نمی توانند میزان کیفیت مورد تایید استانداردها را فراهم کنند هرچند قطعیت این موضوع نیاز به بررسی های بیشتر در زمینه ارزیابی مشخصات فیزیکی و کارایی پالایش ذرات دارد اما این تحقیق می تواند زنگ خطری برای افراد هنگام استفاده از ماسک های جراحی در زمان مواجهه با عوامل بیماریزا باشد. در نهایت، تلاش در جهت تولید واستفاده از فیلترهای با کارایی بالا و خصوصیات فیزیکی مناسب در داخل کشور و همچنین اطمینان از تست ماسک های جراحی قبل از خرید و استفاده، میتواند به کاهش بیماریها و عفونتهای مربوطه بیانجامد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله هیچ گونه منافعی در ارتباط با کارخانجات مرتبط ندارند. این طرح با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی‌درمانی‌کرمان انجام شده است. بدینوسیله از مساعدت های دانشگاه سپاس گزاری می‌شود. همچنین از همکاری واحد گداخت هسته ای سازمان انرژی اتمی ایران و آزمایشگاه محیط زیست این سازمان، به ویژه آقای مهندس بهزاد رضایی قدردانی می‌شود.

جدول ۱ – میانگین و انحراف معیار کارایی ماسک های مورد مطالعه در دبی ۲۸ لیتر در دقیقه بر اساس آزمون DOP و ISIRI 6138

	مشخصه	کارایی (درصد)	
	نوع ماسک	میانگین	انحراف معیار
داخلی	ماسکA	٦٦/٥٥	٦/١٥
	ماسک E	٤٨/٩٢	٧/٠٥
	ماسک Z	٥٢/٩٢	٧/٥٣
وارداتی	B-China	٢٧/٨٣	٤/٤٤
	F-China	٣٥/٩٨	٧/٢٣

جدول ۲ – مقایسه کارایی پالایش ذرات زیر میکرون در کلیه نمونه های ماسک های جراحی

نام ماسک	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	p-value
* ماسک A	٤	٦٦/٥٥	٦/١٥	٥٩/٥٧	٧٤/٣٦	
* ماسک E	٤	٤٨/٩٢	٧/٠٥	٣٩/١٠	٥٤/٧٢	
ماسک Z	٤	٥٢/٩٢	٦/٥٣	٤٥/٨٦	٦١/٦٠	
داخلی	١٢	٥٦/١٣	١٠/٠٧	٣٩/١٠	٧٤/٣٦	< ٠/٠٠١
* B-China	٤	٢٨/٨٣	٤/٤٤	٢٢/٩٣	٣٢	
* F-China	٤	٣٥/٩٨	٧/٢٣	٢٩/٣٤	٤٥/٩٠	
وارداتی	٨	٣١/٩٠	٧/٠٦	٢٢/٩٣	٤٥/٩٠	

* ماسک داخلیA دارای بالاترین کارایی پالایش ذرات می‌باشد، اختلاف میانگین های کارایی در ماسکهای داخلی Aو Z معنی دار نیست (p =۰/۱۲۵). میانگین کارایی پالایش ذرات در ماسک B-China با بقیه ماسکها معنی دار بوده و از بقیه کمتر است به جز اختلاف آن با ماسک F-China که معنی دار نیست (p =۰/٥٦٢).

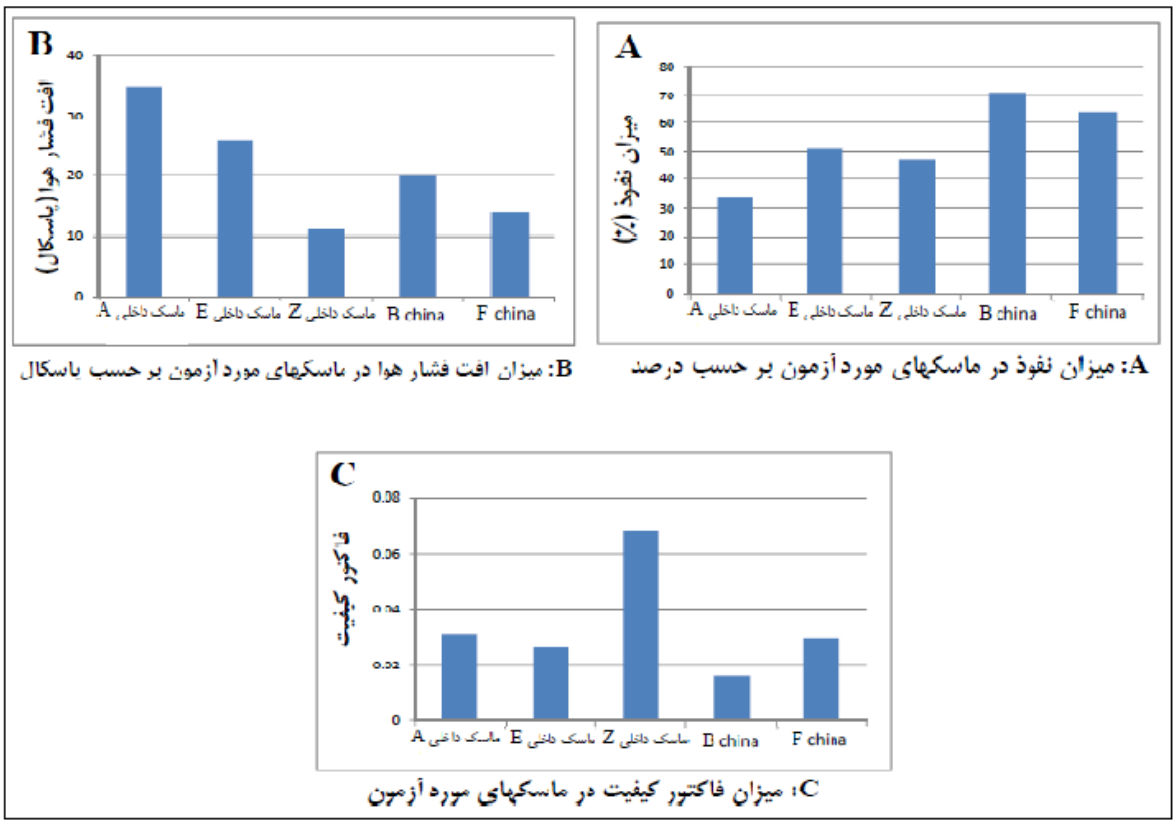
جدول ۳– میانگین و انحراف معیار افت فشار هوا ماسک های مورد مطالعه در دبی ۲۸ لیتر در دقیقه بر حسب پاسکال

مشخصه		افت فشار هوا Pa	
	نوع ماسک	میانگین	انحراف معیار
داخلی	A	۳۵	۲/۵۸
	E	۲٦	۲/۱٦
	Z	۱۱	۱/۸۲
وارداتی	B-China	۲۰	۲/۵۸
	F-China	۱٤	۳/۱٦

جدول ٤ – مقایسه افت فشارهوا در کلیه ماسک های جراحی موردآزمون بر حسب پاسکال

نام ماسک	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	p-value
A	٤	٣٥	٢/٥٨	٣٢	٣٨	
E	٤	٢٦	٢/١٦	٢٤	٢٩	
Z	٤	١١	١/٨٢	٩	١٣	
داخلی	١٢	٢٤	١٠/٥٣	٩	٣٨	< ٠/٠٠١
B-China	٤	٢٠	٢/٥٨	١٧	٢٣	
F-China	٤	١٤	٣/١٦	١١	١٨	
وارداتی	٨	١٧	٤/١٧	١١	٢٣	

* ماسک داخلی A دارای بالاترین مقدار افت فشار هوا می‌باشد، اختلاف میانگین افت فشار هوا در ماسک داخلی A با کلیه ماسک ها معنی دار بوده و از بقیه بیشتر است. میانگین افت فشار هوا در ماسک B-Chinaبا بقیه ماسکها معنی دار بوده و از بقیه کمتر است به جز اختلاف آن با ماسک داخلی E که معنی دار نیست (p =٠/٠٦).



A: میزان نفوذ در ماسکهای مورد آزمون بر حسب درصد

B: میزان افت فشار هوا در ماسکهای مورد آزمون بر حسب پاسکال

C: میزان فاکتور کیفیت در ماسکهای مورد آزمون

شکل ۱ میزان افت فشار هوا، نفوذ و فاکتور کیفیت در ماسکهای مورد آزمون

References

Abdoli Eramaki, M., 1995. Presentation of Test method disposable surgical masks and disposablity filters in masks and standardization method. A Thesis Presented to the Graduate Studies for the Degree Master of Science in Occupational Health, Tehran University of medical science, School of public health[In Persian].

Azad, S., 2001. Design and Construct test device mask respiratory protection against dust, A Thesis Presented to the Graduate Studies for the Degree Master of Science in Occupational Health, Tehran University of medical science, School of public health [In Persian].

Ba1azy, A., Toivola, M., Adhikari, A., Satheesh, K., Reponen, T. and Sergey A., 2006. Do N95 respirators provide 95% protection level against airborne viruses, and how adequate are surgical masks? *Am J Infect Control*, 34, pp.51-57.

Checchi, L., Montevecchi**,** M., Moreschi, A., Graziosi, F., Taddei, P. and Saverio Violante, F**.,** 2005. Efficacy of Three Face Masks in Preventing Inhalation of Airborne Contaminants in Dental Practice. *J Am Dent Assoc*. 136, pp.877-882.

Chen, C.C. and Willeke, K., 1992. Aerosol Penetration Through Surgical Masks. *Am J Infection Control*. **20**(4), pp.177-184.

Clynn, R., Peterson, D.E. and Mitchell, C.R., 1967. An appraisal of the role of surgical face masks. *The American Journal of Surgery*. **113**(6), pp.787-790.

Fletcher, L.A., Noakes, C.J., Beggs, C.B. and Sleigh, P.A., 2004. The Importance of Bioaerosols in Hospital Infections and the Potential for Control using Germicidal Ultraviolet Irradiation. Aerobiology Research Group, *School of Civil Engineering, University of Leeds*, LS2 9JT.

Golbabaei, F., 1999. Guide to Air filtration.*Tehran university publications*. 10**,** pp.151-162 [In Persian].

Karen, K. and Cindy, R., 2003. The Relationship of Fabric Properties and Bacterial Filtration Efficiency for Selected Surgical Face Masks. Journal of Textile and Apparel, *Technology and Management*. **3**(2).

Oberg, T. and Brosseau, L.M., 2008. Surgical Mask Filter and Fit Performance. *Am J Infect Control*, **36**(4), pp.276-82.

Sedighzadeh, A. and Abdoli Eramaki, M., 1998. Survey of quality in Disposable mask in line of codification standard. *J of Nuclear Sci and Tech.* 14, pp.29-38.

Sedighzadeh, A., Aliebrahimi, M. and Sarkari, S., 2008. Appropriate Mask selection Study for Nuclear Industries Activities. *J of Nuclear Sci and Tech*. 42, pp. 26-30 [In Persian].

Tuomi, T., 1985. Face seal leakage of half masks and surgical masks. *J Am Ind Hyg Assoc*,

Scientific Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research
Vol. 10, No. 2, Summer 2012

Evaluation of submicron particle filtration efficiency of domestic and imported surgical masks

Golbabaei, F., Ph.D. **Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**
Faghihi-Zarandi, A., Ph.D. **Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran- Corresponding author: alifaghihi60@yahoo.com**
Shokri, A.R., MSc. **Department of Occupational Health, School of Public Health, Student research committee, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran**
Baneshi, M.R., PhD. **Assistant Professor, Research Center for Modeling in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran**
Ebrahimnejad, P., MSc. **Department of Occupational Health, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran**
Sedigh Zadeh, A., **Associate Professor, Atomic Energy Organization of Iran, Nuclear Fusion Research Center, Tehran, Iran**

Received: Nov 12, 2011 **Accepted: Feb 13, 2012**

ABSTRACT

Background and Aim: Bioaerosols are one of the most important agents that cause post operating infections in hospitals. Surgical masks are recommended for prevention of bioaerosols transmition in operating rooms. This study aimed at evaluation of submicron particle filtration efficiency of domestic and imported surgical masks.
Materials and Methods: In this cross sectional study, 5 types of surgical masks that have the most utilization in operating rooms of country's hospitals including domestic and imported surgical masks were tested. To evaluate all samples, the submicron particle filtration measurements were carried out based on ISIRI 6138 and American DOP standards. Filtration efficiency calculations and pressure drop measurements were performed and the results were analyzed using statistical tests.
Results: Results showed that particle filtration efficiency of domestic and imported masks were 56.130% (±10.7) and 31.906% (±7.062) respectively. Also, filtration efficiency in domestic masks were more than imported masks ($P< 0.001$). Among all samples, Arman mask had the most filtration efficiency (66.5475 % ±6.14951), where the least (27.8275 % ±4.44152) filtration efficiency ($P< 0.001$) belongs to Blosom. The maximum mean of pressure drop in Arman mask (35 ±2. 58 Pa) and the least mean of pressure drop in Zist filter mask (11 ±1.82 Pa) were observed.
According to the effect of filtration efficiency and pressure drop on general quality of mask, the quality factor of masks were also evaluated. Results showed that Zist filter mask had the most quality factor (0.068) while Blosom had the least quality factor (0.016).
Conclusion: This research showed that domestic surgical masks have a better quality toward imported surgical masks but can not obtained quality confirmed by standards, yet.
To reduce respective infections and prevalence of diseases, it is recommended using filters with suitable physical characteristics and also carrying out test of surgical masks before supplying.

Keyword: Domestic surgical masks, Imported surgical masks, Particle filtration efficiency, DOP test