



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۶۹۴-۳

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

19694-3

1st.Edition

2015

وسایل محافظ تنفسی -

روش‌ها و تجهیزات آزمون -

قسمت ۳ :

تعیین نفوذ ذرات در فیلتر

**Respiratory protective devices -  
Methods of test and test equipment -  
Part 3:  
Determination of particle filter  
penetration**

ICS: 13.340.30

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«وسایل محافظ تنفسی - روش‌ها و تجهیزات آزمون - قسمت ۳: تعیین نفوذ ذرات در فیلتر»

### رئیس:

معینیان، سید شهاب  
(کارشناسی ارشد شیمی)

### سمت و / یا نمایندگی

معاون پژوهشگاه استاندارد

### دبیر:

بنی‌مهدی، احسان  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

مدیرعامل شرکت طراحان مشاور صنعت و معدن  
دزپارت

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

برادران، میلاد  
(دکترای مهندسی پزشکی)

دبیر کمیته پژوهش‌های دانشجویان دانشکده  
فناوری نوین پزشکی دانشگاه علوم پزشکی  
اصفهان  
کارشناس شرکت فناوران آینده

معصومه بخشیان  
(کارشناسی مهندسی شیمی)

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

بنی‌مهدی دهکردی، نسرین  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

کارشناس شرکت کاشف آزمون نوین پارس

خسرویان، بهمن  
(کارشناسی ارشد منابع طبیعی)

مدیرعامل شرکت فناوران آینده به‌گزین

رضائیان، علیرضا  
(کارشناسی مکانیک)

مدرس دانشگاه شهرکرد

سپهری زاده، زهره  
(دکتری ریاضی محض)

کارشناس روزنامه همشهری

شفیعی، مینا  
(کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان	صحتی، محمدرضا (دکترای مهندسی پزشکی)
کارشناس مسئول گروه پژوهشی مهندسی پزشکی پژوهشگاه استاندارد	طیب زاده، سید مجتبی (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)
مدیرعامل شرکت بارسین تجارت ایرانیان	عبدی، علیرضا (کارشناسی معماری)
مدیرعامل شرکت مسکن سازان جام جم	غفوری، محمد (کارشناسی مهندسی هوا و فضا)
کارشناس شرکت بارسین تجارت ایرانیان	قراخانی، محسن (کارشناسی معماری)
کارشناس کنترل عفونت بیمارستان کاشانی شهرکرد	فروغی، انیس (کارشناسی پرستاری)
کارشناس اداره صنعت و معدن استان چهارمحال و بختیاری	محمدی، مهرداد (کارشناسی ارشد مهندسی برق)
مدیرعامل شرکت تجهیزات پزشکی فرتاش داد	ملکی، محسن (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)
کارشناس شرکت طراحان مشاور صنعت و معدن دزپارت	میری، ندا (کارشناسی ارشد محیط زیست)

## فهرست مندرجات

صفحه		عنوان
ب		آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج		کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و		پیش گفتار
ز		مقدمه
۱	۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	۲	مراجع الزامی
۱	۳	اصطلاحات و تعاریف
۱	۴	پیش الزامات
۱	۵	الزامات کلی آزمون
۲	۶	اصل کلی
۲	۷	دستگاه آزمون
۲	۱-۷	کلیات
۴	۲-۷	مولد آئروسول
۵	۳-۷	مدول کنترل جریان
۶	۴-۷	محفظه آزمون فیلتر
۶	۵-۷	آشکارساز آئروسول
۷	۸	روش‌ها
۷	۱-۸	کلیات
۷	۲-۸	آزمون نفوذ ذرات کوتاه مدت
۸	۳-۸	آزمون نفوذ ذرات در مواجهه کامل
۹	۴-۸	انبارش پس از آزمون مواجهه
۹	۵-۸	محاسبه درصد نفوذ
۹	۹	گزارش آزمون
۱۰	۱۰	عدم قطعیت اندازه‌گیری
۱۱		پیوست الف (الزامی) کاربرد عدم قطعیت اندازه‌گیری
۱۴		کتاب نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد "وسایل محافظ تنفسی - روش‌ها و تجهیزات آزمون - قسمت ۳: تعیین نفوذ ذرات در فیلتر" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت طراحان مشاور صنعت و معدن دزپارت تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و هفتاد و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۰۲/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 16900-3: 2012, Respiratory protective devices - Methods of test and test equipment –  
Part 3: Determination of particle filter penetration

## مقدمه

این استاندارد به منظور تکمیل استاندارد عملکرد ISO 17420 (شامل همه قسمت‌های آن)، برای وسایل محافظ تنفسی (RPD)<sup>۱</sup>، در نظر گرفته شده است. روش‌های آزمون برای وسایل محافظ کامل و یا بخش‌هایی از آن وسایل، به منظور بررسی مطابقت با استاندارد ISO 17420، در نظر گرفته شده است. اگر در مواردی انحراف‌هایی از روش آزمون داده شده در این استاندارد لازم باشد، حدودی برای این انحراف‌ها در استاندارد ISO 17420 تعیین شده است.

# وسایل محافظ تنفسی - روش‌ها و تجهیزات آزمون - قسمت ۳: تعیین نفوذ ذرات در فیلتر

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون نفوذ ذرات در فیلترهای مجزا یا فیلترهای یکپارچه، در وسایل محافظ تنفسی می‌باشد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 16972, Respiratory protective devices - Terms, definitions, graphical symbols and units of measurement

2-2 ISO 21748, Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation.

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ISO 16972 به کار می‌روند.

## ۴ پیش شرط‌های آزمون

استاندارد عملکرد باید شرایط آزمون را مشخص کند. این شرایط شامل موارد زیر است:  
الف- تعداد نمونه‌ها؛

ب- توالی مراحل آماده‌سازی؛

پ- نرخ (نرخ‌های) جریان آئروسول چالشی<sup>۱</sup> مورد بحث جهت عبور از فیلتر تحت آزمون.

---

1 - Challenge aerosol flow rate(s)



## ۵ الزامات کلی آزمون

غیر از موارد تعیین شده، مقادیر اظهار شده در این استاندارد، به عنوان مقادیر نامی بیان شده‌اند. به جز حدود دمایی، حد رواداری مقادیری که به عنوان حداکثر و یا حداقل اعلام نشده‌اند، باید  $\pm 5\%$  باشد. غیر از دیگر موارد تعیین شده، دمای محیط برای آزمون باید بین  $16^{\circ}\text{C}$  تا  $32^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی  $\pm 50\%$  باشد، درستی حدود دمایی تعیین شده باید  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  باشد.

## ۶ اصول

یک آئروسول چالشی، با ویژگی‌های شناخته شده تولید می‌شود و از میان فیلترهای تحت آزمون عبور می‌کند. درصد نفوذ فیلتر تحت آزمون با تقسیم غلظت آئروسول در مسیر ورودی فیلتر بر غلظت آئروسول در خروجی فیلتر، که با همان نوع آشکارساز اندازه‌گیری می‌شود، ضرب در ۱۰۰، به دست می‌آید. کلرید سدیم و روغن پارافین، دو آئروسول مرجع هستند. کلرید سدیم یک آئروسول جامد است و روغن پارافین آئروسول مایع است.

## ۷ دستگاه آزمون

### ۱-۷ کلیات

دستگاه آزمون شامل چهار قسمت است:

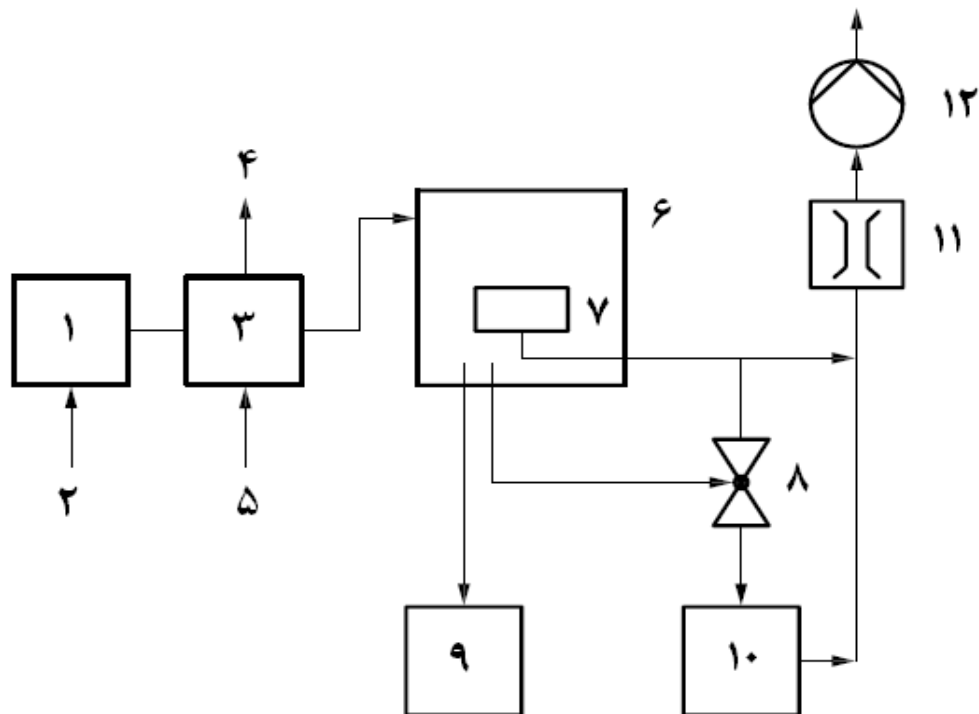
الف- مولد آئروسول؛

ب- کنترل کننده جریان؛

پ- محفظه آزمون فیلتر؛

ت- آشکارساز آئروسول.

شمایی از دستگاه آزمون، به عنوان مثال، در شکل ۱ نشان داده شده است.



راهنما:

- ۱ مولد آئروسول
- ۲ منبع هوای فشرده
- ۳ قسمت کنترل کننده جریان
- ۴ هوای جاری شده (جریان‌های آزمون کمتر از خروجی مولد)
- ۵ هوای ترکیبی (جریان‌های آزمون بیشتر از خروجی مولد)
- ۶ محفظه آزمون فیلتر
- ۷ فیلتر تحت آزمون
- ۸ شیر دو راهه، برای انتخاب نمونه
- ۹ دومین آشکارساز نوری آئروسول (اختیاری)
- ۱۰ آشکارساز نوری آئروسول
- ۱۱ جریان سنج
- ۱۲ پمپ مکش

شکل ۱- شمایی از دستگاه آزمون

## ۲-۷ مولد آئروسول

### ۱-۲-۷ کلیات

آئروسول کلرید سدیم (NaCl) باید با تزریق هر دو یون مثبت و منفی در جریان هوای خشک‌کننده و یا رقیق‌کننده، خنثی شود؛ به طوری که توزیع بار بر مبنای توزیع بولتزمن<sup>۱</sup> که به طور عمومی شناخته شده است، به حالت تعادل برسد. آئروسول پارافین نباید خنثی شود، چرا که تغییرات در نتایج آزمون را افزایش می‌دهد. یادآوری - بهتر است یون‌ها توسط دستگاه‌های الکتریکی تولید و به گونه‌ای تنظیم شوند که هیچ آئروسول حاصل از نظر الکتریکی کاملاً خنثی باشد.

### ۲-۲-۷ روش آزمون کلرید سدیم

۱-۲-۲-۷ آئروسول آزمون با اتمیزه کردن<sup>۲</sup> محلول کلرید سدیم در آب تصفیه شده، توسط هوای فشرده، تولید می‌شود. محلول اتمیزه شده با هوای خشک مخلوط می‌شود تا آب آن تبخیر شود. آئروسول حاصل باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

الف- میانه<sup>۳</sup> قطر ذرات توزیع شده باردار دارای پویایی الکتریکی<sup>۴</sup>، بین  $0.06 \mu\text{m}$  و  $0.10 \mu\text{m}$ ، با انحراف استاندارد هندسی بین  $1/4$  و  $1/8$  باشد.

ب- غلظت آئروسول در محدوده  $8 \text{ mg/m}^3$  تا  $35 \text{ mg/m}^3$  باشد.

پ- تغییرات غلظت بیش از  $\pm 10\%$  در طول آزمون نباشد.

ت- رطوبت نسبی در  $22 \pm 3^\circ\text{C}$ ،  $40\%$  یا کمتر، باشد.

غلظت جرمی آئروسول، توزیع اندازه ذره و رطوبت باید در محفظه آزمون فیلتر، اندازه گیری شود.

یادآوری - توصیه می‌شود که یک روش پویایی الکتریکی، برای تعیین توزیع اندازه ذره مورد استفاده قرار گیرد.

اطلاعات بیشتر در مورد اندازه‌گیری‌های پویایی الکتریکی را می‌توان در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۳۰ ملاحظه کرد.

۲-۲-۲-۷ محلول کلرید سدیم باید به طور کامل تعویض شود و به منظور حفظ غلظت صحیح محلول، نباید دوباره پر شود.

### ۳-۲-۷ روش آزمون روغن پارافین

۱-۳-۲-۷ آئروسول آزمون به وسیله اتمیزه کردن روغن پارافین مایع با استفاده از هوای فشرده، تولید می‌شود. مشخصات روغن پارافین در دمای  $20^\circ\text{C}$  باید به صورت زیر باشد:

الف- شماره CAS: ۸۰۱۲-۹۵-۱

1 - Boltzmann distribution

2 - Atomising

3 - Median

4 - Electromobility

ب- چگالی:  $0,818 \text{ g/cm}^3$  تا  $0,875 \text{ g/cm}^3$

ج- گرانروی دینامیکی<sup>۱</sup>:  $0,025 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  تا  $0,080 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  [گرانروی سینماتیک:  $35 \text{ mm}^2/\text{S}$  < (در دمای  $40^\circ\text{C}$ ):  
 $13,5 \text{ mm}^2/\text{S}$  تا  $16,5 \text{ mm}^2/\text{S}$ ]

۲-۳-۲-۷ آزمایشگاه باید موارد زیر را در نظر بگیرد:

الف- اگر روغن پارافین در تجهیزات آزمون به طور مداوم در معرض هوای فشرده و گرما قرار بگیرد، باید هر سه ماه یکبار یا بیشتر، بدون توجه به مورد استفاده قرار گرفتن آن، با روغن تازه تعویض شود.  
ب- هر جا که لازم است روغن در مولد گرم شود، توصیه می‌شود دمای روغن بیش از  $60^\circ\text{C}$  نشود.

۳-۳-۲-۷ آئروسول پارافین باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

الف- میانه قطر ذرات توزیع شده باردار دارای پویایی الکتریکی، بین  $0,16 \mu\text{m}$  و  $0,21 \mu\text{m}$ ، با انحراف هندسی استاندارد بین  $1,4$  و  $1,8$  باشد.

ب- غلظت آئروسول در محدوده  $15 \text{ mg/m}^3$  تا  $35 \text{ mg/m}^3$  باشد.

ج- تغییرات غلظت نباید بیش از  $\pm 10\%$  در طی آزمون باشد.

غلظت جرمی آئروسول، توزیع اندازه ذره و رطوبت باید در محفظه آزمون فیلتر اندازه‌گیری شود.

یادآوری- توصیه می‌شود که یک روش پویایی الکتریکی، برای تعیین توزیع اندازه ذره مورد استفاده قرار گیرد.

اطلاعات بیشتر در مورد اندازه‌گیری‌های پویایی الکتریکی را می‌توان در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۳۰ ملاحظه کرد.

### ۳-۷ مدول کنترل جریان<sup>۲</sup>

هر جا که جریان آزمون مورد نیاز، کمتر از خروجی مولد آئروسول باشد، قسمت کنترل کننده جریان برای گرفتن آئروسول اضافی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هر جا که طبق استاندارد عملکرد، یک جریان اضافی در خروجی مولد آئروسول لازم باشد، به منظور افزایش جریان به محفظه آزمون فیلتر، باید هوای بیشتری با خروجی مخلوط شود. این عمل باید طوری انجام گیرد که اطمینان حاصل شود غلظت چالشی در گستره مجاز بماند. اگر لازم باشد، از دو یا چند مولد آئروسول می‌توان به صورت موازی به منظور حفظ غلظت چالشی، در گستره تعیین شده در نرخ‌های جریان بالا، استفاده نمود.

اندازه‌گیری غلظت آئروسول و توزیع اندازه ذره نباید تحت تاثیر وسیله اندازه‌گیری جریان قرار بگیرد. دستیابی به این موضوع با قرار دادن وسیله اندازه‌گیری در مسیر جریان به محفظه آزمون، امکان‌پذیر است.

1 - Dynamic viscosity  
2 - Flow control module

## ۴-۷ محفظه آزمون فیلتر

محفظه آزمون فیلتر، باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا سیستم فیلتر تحت آزمون را بتوان در آن جا داد و این امکان را ایجاد کند که تمام قسمت‌های فیلتر در معرض آئروسول قرار گیرد. باید مراقبت بود که آئروسول ریز در یک بخش از فیلتر یا سیستم فیلتر هدایت نشوند، مگر اینکه به علت طراحی فیلتر باشد. ساختار محفظه باید در برابر آئروسول مقاوم بوده و نشت نداشته باشد و باید به طور ایمن در برابر هر گونه فشار ایجاد شده مثبت یا منفی احتمالی، مقاوم باشد. محفظه آزمون فیلتر باید طوری طراحی شود که تغییرات سرعت هوا در سراسر سطح فیلتر تحت آزمون، به حداقل برسد. سرعت جریان بالا و متمرکز هوا (جت هوا) می‌تواند منجر به سوراخ شدن و ایجاد تخلخل در فیلتر گردد.

## ۵-۷ آشکارساز آئروسول

### ۱-۵-۷ کلیات

آشکارساز آئروسول باید حساسیت و قدرت تفکیک کافی داشته باشد تا میزان نفوذ با حداقل درشت‌نمایی بالاتر از معیارهای قبول/ مردود تعیین شده در استاندارد عملکرد برای طبقه مربوطه، به درستی تعیین شود. به منظور کاهش اثرات نمونه‌برداری آئروسول در محفظه آزمون یا در مسیر جریان به فیلتر، نرخ جریان نمونه‌گیری باید به حداقل برسد. به منظور پیشگیری از خطا در تعیین آزمون نرخ جریان، هر جا که ضروری است نمونه باید به سیستم برگردانده شود. برای پایش غلظت خروجی و برای پایش غلظت ورودی، استفاده از دو آشکارساز آئروسول مجاز است، مشروط بر اینکه هر دو برای اندازه مناسب آئروسول و گستره غلظت مورد استفاده، با درستی کالیبره می‌شوند.

### ۲-۵-۷ کلرید سدیم

آئروسول کلرید سدیم باید توسط نورسنجی شعله<sup>۱</sup> تجزیه شود. ذرات کلریدسدیم که در عبور هوا از لوله شعله، تبخیر می‌شود، دارای مشخصه نشر سدیم در ۵۸۹ nm می باشد. شدت نشر متناسب با غلظت سدیم در جریان هوا می‌باشد. شدت نور نشر شده از شعله با استفاده از یک لوله فتومولتی پلایر<sup>۲</sup> اندازه‌گیری می‌شود. برای تمایز بین نشر سدیم و نور پس زمینه طول موج‌های دیگر، از یک فیلتر باند باریک تداخلی، با فیلترهای باند جانبی استفاده می‌شود تا تداخل  $H_2O$  و  $CO_2$  حذف شود. از آنجا که خروجی فتومولتی پلایر تنها با نور تابشی در یک گستره نسبتاً کوچک متناسب است، شدت نور بالا توسط فیلترهای چگالی خنثی<sup>۳</sup>، تضعیف می‌شوند.

1 -Flame photometry

2 -Photomultiplier tube

3 - Neutral density filters

## ۳-۵-۷ روغن پارافین

آشکارساز مرجع یک نورسنج پراکندگی نور به سمت جلو است که یک زاویه پراکندگی موثر تا  $45^\circ$  دارد. از سایر آشکارسازها در صورتی می‌توان استفاده کرد که معادل بودن عملکرد آن با آشکارساز مرجع مورد استفاده در آئروسول آزمون مشخص شده در بند ۳-۲-۷، اثبات شود.

## ۸ روش‌ها

### ۱-۸ کلیات

فیلتر تحت آزمون در محفظه آزمون فیلتر نصب شده و در معرض آئروسول مناسب مورد بحث قرار می‌گیرند. جریان مشخص از فیلتر عبور می‌کند. هر جا که یک دریچه خروجی در داخل فیلتر تعبیه شده باشد، باید در طی آزمون درزبندی شود.

هر جا که یک فیلتر از یک وسیله متشکل از چندین فیلتر، به طور جداگانه آزمون می‌شود، جریان هوای مشخص شده برای یک آزمون باید متناسب با تعداد فیلترهایی که جریان هوا از آن عبور می‌کند، تقسیم شود، به شرطی که مقاومت فیلترها با فرمول (۱) مطابقت داشته باشد.

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{\bar{R}} \leq 0,2 \quad (1)$$

که در آن:

$R_{\max}$  حداکثر مقاومت؛

$R_{\min}$  حداقل مقاومت؛

$R$  مقاومت متوسط است.

غلظت آئروسول در هوا قبل و بعد فیلتر شدن به منظور محاسبه نفوذ فیلتر، پایش می‌شود. لازم نیست هر دو غلظت به طور همزمان بررسی شوند، مشروط بر اینکه بتوان نشان داد که غلظت چالشی در طی چرخه اندازه‌گیری بتواند ثابت شود.

### ۲-۸ آزمون نفوذ ذرات کوتاه مدت

ثابت نفوذ فیلتر باید پس از زمان تثبیت ۳ دقیقه‌ای شروع شود. مقدار نفوذ کوتاه مدت، مقدار متوسط در ۳۰ ثانیه بعدی است.

زمان تثبیت باید از زمان درزبندی محفظه، شروع شود.

## ۳-۸ آزمون نفوذ ذرات در مواجهه کامل

### ۱-۳-۸ فیلترهای RPD بدون کمکی

هر جا که استاندارد عملکرد الزام کرده باشد، فیلتر باید با طولانی کردن مدت زمان آزمون، در معرض  $m = 150 \text{ mg}$  از آئروسول چالشی قرار گیرد. مدت زمان باید با استفاده از فرمول (۲) محاسبه شود:

(۲)

$$t = \frac{m \cdot 1000}{Q \cdot c}$$

که در آن:

$t$  زمان، بر حسب دقیقه (min)؛

$m$  جرم  $150 \text{ mg}$  از آئروسول چالشی؛

$Q$  جریان چالشی، بر حسب لیتر بر دقیقه (l/min)؛

$c$  غلظت چالشی، بر حسب میلی گرم بر مترمکعب ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) است.

هر جا که امکان پذیر است، مواجهه فیلتر بهتر است به صورت وزن سنجی، از طریق وزن کردن فیلتر قبل و بعد از آزمون تأیید شود. این کار با فیلترهایی که دارای مواد جاذب بوده و بخار آب را جذب می‌کنند، به دلیل اختلاف وزن ناشی از تغییر رطوبت، امکان پذیر نیست.  
در طی مدت مواجهه:

الف- در فیلترهایی که با استفاده از روغن پارافین آزمون می‌شوند، آزمون را تا زمانی که فیلتر در معرض  $150 \text{ mg}$  آئروسول آزمون قرار گیرد، ادامه دهید.

ب- در فیلترهایی که با استفاده از کلرید سدیم آزمون می‌شوند، آزمون را ادامه دهید تا:

- فیلتر که در معرض  $150 \text{ mg}$  از آئروسول آزمون قرار گیرد، یا

- نفوذ، کاهش مستمری را به مدت ۵ دقیقه، یا در فاصله ۵ نمونه، هر کدام که بیشتر باشد، نشان دهد.

حداکثر نفوذ در طول مواجهه را، گزارش کنید. در طی مدت زمان مواجهه، نفوذ باید به طور مداوم در فواصلی حداکثر ۵ دقیقه پایش یا ثبت شود.

هر جا که یک فیلتر از یک وسیله متشکل از چندین فیلتر، به طور جداگانه آزمون می‌شود، جریان هوای مشخص شده برای یک آزمون باید متناسب با تعداد فیلترهایی که جریان هوا از آن عبور می‌کند، تقسیم شود، به شرطی که مقاومت‌های فیلترها با رابطه ۱ مطابقت داشته باشد.

### ۲-۳-۸ فیلترهای کمک وسایل محافظ تنفسی

هر جا که استاندارد عملکرد الزام کرده باشد، فیلتر باید در معرض یک  $c \cdot t$  از آئروسول چالشی  $2400 \text{ minmg}/\text{m}^3$ ، به وسیله محاسبه طول مدت آزمون افزایش یافته، قرار گیرد. طول مدت باید با استفاده از فرمول (۳) محاسبه شود:

(۳)

$$t = \frac{2400}{c}$$

که در آن:

$t$  زمان، بر حسب دقیقه (min)؛

$c$  غلظت چالشی، بر حسب میلی گرم بر متر مکعب است ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

جریان آزمون باید جریان تعاملی قله<sup>۱</sup> باشد (می تواند با استفاده از استاندارد ISO 16900-8 تعیین شود).

#### ۴-۸ انبارش پس از آزمون مواجهه

فیلترهایی که فقط برای یک نوبت استفاده<sup>۲</sup> طراحی نشده اند، باید در معرض  $150 \text{ mg}$  از روغن پارافین که در بند ۳-۸ شرح داده شد قرار گیرد سپس در یک ظرف درزبندی شده تحت شرایط محیطی در یک دوره ( $1 \pm 24$ ) ساعت نگهداری شود. در طی انبارش، اطمینان حاصل شود که فیلترها در تماس با یکدیگر نیستند. پس از نگهداری، فیلترها باید طبق بند ۲-۸ و با استفاده از روغن پارافین، تحت یک آزمون نفوذ ذرات کوتاه مدت، قرار گیرند.

#### ۵-۸ محاسبه درصد نفوذ

درصد نفوذ فیلتر تحت آزمون باید با استفاده از فرمول (۴) محاسبه شود:

(۴)

$$p = \frac{c_1}{c_2} \cdot 100$$

که در آن:

$p$  نفوذ، بر حسب درصد؛

$c_1$  غلظت آئروسول در جریان هوا پس از عبور از فیلتر؛

$c_2$  غلظت آئروسول در محفظه آزمون فیلتر است.

#### ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- تعداد نمونه ها

ب- توالی مراحل آماده سازی

1 - Peak interaction flow

2 - Single shift use



پ- نرخ (های) جریان آئروسول چالشی از فیلتر تحت آزمون  
ت- بازده فیلتر

## ۱۰ عدم قطعیت اندازه گیری

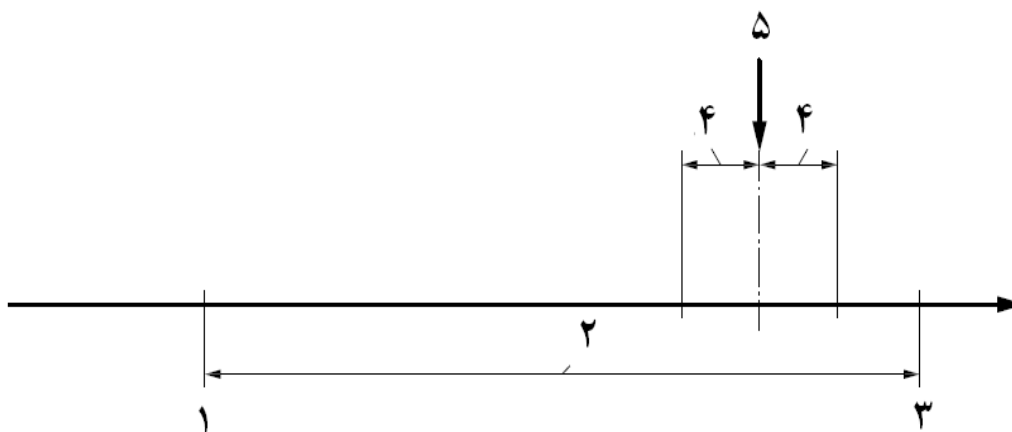
تخمین عدم قطعیت اندازه گیری این روش آزمون باید مطابق با استاندارد ISO 21748 انجام شود و بر طبق پیوست الف برای ارزیابی انطباق مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری- استفاده از استانداردهای مرتبط با انتقال می تواند به ایجاد عدم قطعیت متداول در اندازه گیری های بین آزمایشگاهی کمک کند.

**پیوست الف**  
**(الزامی)**  
**کاربرد عدم قطعیت اندازه گیری**

**الف-۱ تعیین انطباق**

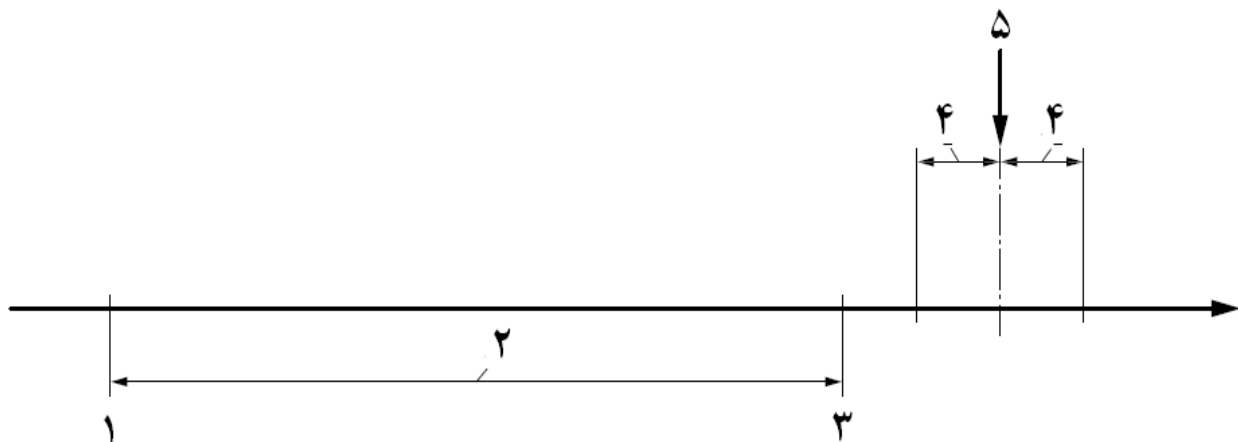
به منظور تعیین انطباق، یا در غیر این صورت، برای مطابقت دادن اندازه گیری انجام شده طبق این روش، زمانی که با حدود ویژگی ارائه شده در استاندارد وسایل محافظ مقایسه می شود، پروتکل زیر باید به کار رود. قرار گرفتن نتیجه آزمون  $\pm$  عدم قطعیت اندازه گیری،  $U$ ، در حدود تعیین شده به معنی قبول آزمون و در غیر این صورت مردود بودن آزمون تلقی می شود (شکل های الف-۱ و الف-۲ مراجعه شود).



راهنما:

- ۱ حد پایین ویژگی
- ۲ ناحیه ویژگی
- ۳ حد بالای ویژگی
- ۴ عدم قطعیت اندازه گیری،  $U$
- ۵ مقدار اندازه گیری شده

شکل الف-۱- نتیجه قبولی

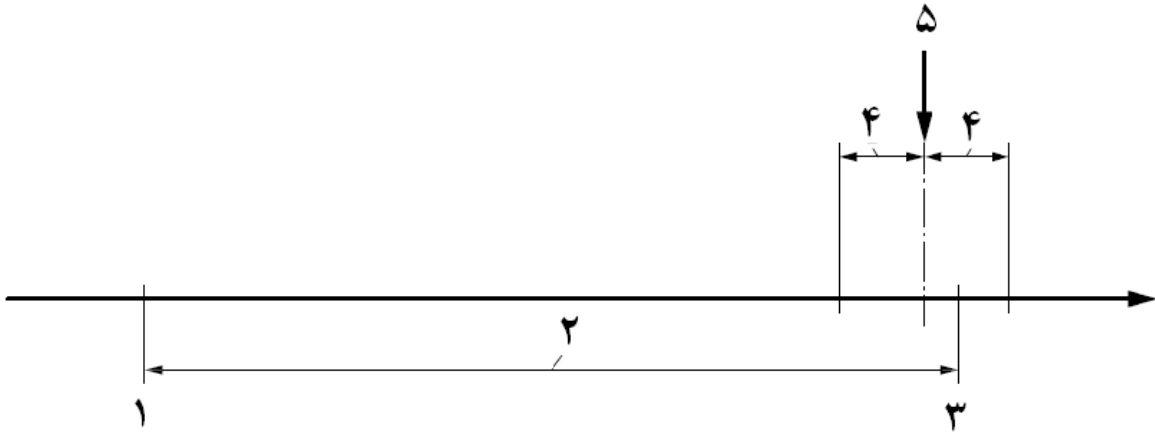


راهنما:

- ۱ حد پایین ویژگی
- ۲ ناحیه ویژگی
- ۳ حد بالای ویژگی
- ۴ عدم قطعیت اندازه گیری،  $U$
- ۵ مقدار اندازه گیری شده

شکل الف-۲- نتیجه مردودی

اگر نتیجه آزمون  $\pm$  عدم قطعیت اندازه گیری،  $U$ ، برای یک آزمون شخص، با حدود ویژگی‌ها در بالا یا پایین همپوشانی داشته باشد، نتیجه آزمون جهت تامین ایمنی بیشتر مصرف کننده، مردود اعلام می‌شود.



راهنما:

- ۱ حد پایین ویژگی
- ۲ محدوده ویژگی
- ۳ حد بالای ویژگی
- ۴ عدم قطعیت اندازه گیری،  $U$
- ۵ مقدار اندازه گیری شده

شکل الف-۳- نتیجه مردودی

## کتاب نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۳۰، تعیین توزیع اندازه ذرات-تجزیه و تحلیل تفاضلی الکتریکی در ذرات آيروسل

[2] ISO 16900-8, Respiratory protective devices -Methods of test and test equipment -Part 8: Measurement of RPD air flow rates1)

[3] ISO 17420 (all parts), Respiratory protective devices - Performance requirements2)