INSO
20241
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۰۲۴۱
چاپ اول
۱۳۹۴

تعیین اندازه و شمارش آلایش ناشی از ریزذرات هوابرد در اتاق‌های تمیز و سایر مناطق کنترل‌شده از گردوغبار

Sizing and counting airborne particulate contamination in cleanrooms and other dust-controlled areas

ICS:33.040.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد، به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرفکنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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

«تعیین اندازه و شمارش آلایش ناشی از ریزذرات هوابرد در اتاق‌های تمیز و سایر مناطق کنترل‌شده از گردوغبار»

رئیس:	**سمت و/یا نمایندگی**
ولی‌پور، جواد (دکترای شیمی‌تجزیه)	دانشگاه صنعتی سهند
دبیر:	
یل‌شرزه، لیلا (لیسانس میکروبیولوژی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آل‌احمدی، ام‌البنین (فوق‌لیسانس شیمی‌تجزیه)	انجمن صنفی مدیران کنترل کیفی و مسئولین فنی صنایع استان آذربایجان‌شرقی
اباذری، محسن (فوق‌لیسانس میکروبیولوژی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
اولادغفاری، عارف (فوق‌لیسانس مهندسی صنایع غذایی)	سازمان ملی استاندارد ایران، پژوهشگاه استاندارد
پرتونیا، لیدا (فوق‌لیسانس زیست‌شناسی)	اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی
حسین‌زاده، ملیحه (دکترای پزشکی)	شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان
روزی‌طلب، توحید (فوق‌لیسانس علوم بهداشتی در تغذیه)	نمایندگی گمرک نوردوز

سالک‌زمانی، شبنم (دکترای علوم تغذیه)	کارشناس استاندارد
سالک‌زمانی، مریم (فوق‌لیسانس علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
سپاس حکم‌آبادی، غلامرضا (فوق‌لیسانس بیوتکنولوژی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
صادری، حشمت (فوق‌لیسانس قارچ‌شناسی)	دانشگاه علوم پزشکی تبریز-معاونت غذا و دارو
کشاورزی حسین‌آبادی، مهشید (فوق‌لیسانس باکتری‌شناسی)	شرکت آب و فاضلاب شهری استان اذربایجان شرقی
منطقی، ملیحه (فوق‌لیسانس بیوتکنولوژی)	آزمایشگاه کیمیاگران آزمون تبریز
نهرلی، آیسان (لیسانس مهندسی محیط‌زیست)	کارشناس
همت‌جو، یوسف (فوق‌لیسانس بهداشت حرفه‌ای)	مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی
یحیوی، اتابک (لیسانس علوم تغذیه)	دانشگاه علوم پزشکی تبریز- معاونت غذا و دارو-شبکه بهداشت و درمان جلفا
یل‌شرزه، رضا (فوق‌لیسانس مترجمی‌زبان انگلیسی)	کارشناس

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۱
۴	اصول آزمون	۳
۵	وسایل لازم	۴
۶	وسیلهٔ نمونه‌گیری	۶
۷	نمونه‌گیری از اتاق تمیز، ناحیهٔ تمیز یا سایر مناطق کنترل‌شده	۷
۸	نمونه‌گیری در مجرا یا لوله	۹
۹	آماده‌سازی وسیله	۱۲
۱۰	روش اجرای آزمون	۱۳
۱۱	محاسبه	۲۰
۱۲	گزارش آزمون	۲۱
۱۳	دقت و اریبی	۲۱

پیش گفتار

استاندارد «تعیین اندازه و شمارش آلایش ناشی از ریزذرات هوابرد در اتاق‌های تمیز و سایر مناطق کنترل‌شده از گردوغبار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های فنی مربوط تهیه و تدوین شده است و در هشتادمین اجلاسیهٔ کمیته ملی استاندارد محیط‌زیست مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۶ 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 تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM F25/F25M: 2015, Standard Test Method for Sizing and Counting Airborne Particulate Contamination in Cleanrooms and Other Dust-Controlled Areas1

تعیین اندازه و شمارش آلایش ناشی از ریزذرات هوابرد در اتاق‌های تمیز و سایر مناطق کنترل‌شده از گردوغبار

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن روشی برای شمارش و تعیین اندازهٔ ریزذرات هوابرد[1] با اندازهٔ ۵ µm و بزرگتر (درشت‌ذرات[2]) است. مناطقی که نمونه‌گیری در آن جا انجام می‌شود، اتاق‌های تمیز[3] و سایر مناطقی است که میزان گردوغبارشان تحت کنترل است.

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 تجدیدنظرهای 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 تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۵۲، اتاق‌های تمیز و محیط‌های کنترل‌شده - قسمت اول: طبقه‌بندی تمیزی هوا

2-2 ASTM F50, Practice for Continuous Sizing and Counting of Airborne Particles in Dust-Controlled Areas and Clean Rooms Using Instruments Capable of Detecting Single Sub-Micrometre and Larger Particles

2-3 IEST-G-CC1003 Measurement of Airborne Macroparticles (1999)4

2-4 SAE Abstract ARP-743, Procedure for the Determination of Particulate Contamination of Air in Dust-Controlled Spaces by Particle Count Method, August 19625

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر کاربرد دارد:

۳-۱ جریان هوا

1-Airborne particulate matter
2-Macroparticle
3-Cleanroom

۳-۱-۱

جریان هوای یک‌سویه

جریان هوایی که جهت واحدی دارد و سرعت‌های جریان هوا در طول مسیرهای موازی ممکن است یکنواخت بوده، یا یکنواخت نباشد.

یادآوری- سابقاً به این نوع جریان، جریان هوای لایه‌ای[1] گفته می‌شد.

۳-۱-۲

جریان هوای غیر یک‌سویه

توزیع هوا موقعی که هوای ورودی به داخل اتاق با هوای داخل از طریق القا[2] مخلوط می‌شود.

۳-۲

فشار بحرانی

منظور از فشار بحرانی برای یک روزنهٔ مدور (اوری‌فیس)[3] که فشار بالادستی ثابتی دارد، فشار پایین‌دستی است که با کاهش در آن، افزایش جریان ایجاد نخواهد شد.

۳-۳

نسبت فشار بحرانی

نسبت فشار بحرانی یک اوری‌فیس به فشار ورودی، نسبت فشار بحرانی نامیده می‌شود.

۳-۴

مشتری

سازمان، یا کارگزار آن که مسئول تعیین الزامات اتاق تمیز یا ناحیهٔ تمیز است.

۳-۵

رشته[4]

ذراتی که نسبت طول به عرض در آنها حداقل برابر ۱۰ است.

۳-۶

درشت‌ذرات

منظور، ذراتی با قطر بیشتر از μm ۵ است.

۳-۷

توصیف‌گر M [5]

تراکم[6] اندازه‌گیری‌شده یا مشخص‌شده برای درشت‌ذرات در هر متر مکعب از هوا که بر حسب قطرِ معادلی که مشخصهٔ[7] روش اندازه‌گیریِ مورد استفاده است، بیان می‌شود.

1-Laminar airflow
2-Induction
3-Orifice
4-Fibre
5-M descriptor
6-Concentration
7-Characteristic

یادآوری-توصیف‌گر **M** را می‌توان حد بالای میانگین‌ها در مکان‌های نمونه‌گیری (یا حد بالای اطمینان بسته به تعداد مکان‌های نمونه‌گیریِ مورد استفاده برای تعیین مشخصات اتاق یا ناحیهٔ تمیز) در نظر گرفت. توصیف‌گرهای **M** را نمی‌توان برای تعیین طبقات تمیزی اتاق از نظر ریزذرات هوابرد به کار بُرد، می‌توان آنها را به طور مستقل یا همراه با طبقات تمیزی بیان کرد.

۸-۳

وضعیت‌های اشغال[1]

۱-۸-۳

وضعیت ساخته‌شده[2]

وضعیتی است که در آن تاسیسات کامل است، همهٔ سرویس‌ها موجود است و کار می‌کند، اما تجهیزات و مواد اضافی وجود نداشته، کارکنان نیز حاضر نیستند.

۲-۸-۳

وضعیت آماده‌به‌کار[3]

وضعیتی است که در آن تاسیسات کامل است، تجهیزات نصب شده است و طبق شیوهٔ مورد توافق با مشتری و تامین‌کننده کار می‌کند، اما کارکنانی در آن حضور ندارند.

۳-۸-۳

وضعیت در حالِ کار[4]

وضعیتی است که در آن سیستم طبق شیوهٔ تعیین‌شده با تعداد معینی از کارکنان و شیوهٔ مورد توافق به کار افتاده است.

۹-۳

اندازهٔ ذره

قطر کره‌ای فرضی با چگالی واحد که رفتار آن در هوا مشابه رفتار ذرهٔ مورد سنجش است.

۴ اصول آزمون

روش‌آزمون مبتنی بر بررسی میکروسکوپی ذرات اصابت‌کرده بر فیلتر غشایی با کمک خلأ است. تعداد نقاط نمونه‌برداری متناسب با مساحت زیربنای محفظهٔ تحت کنترل است. دستگاه‌ها و امکانات مورد نیاز همان‌هایی هستند که در آزمایشگاه‌ها برای مطالعهٔ آلودگی درشت‌ذرات به کار می‌روند. کارور[5] باید دربارهٔ کار کار با میکروسکوپ و تکنیک‌های تعیین اندازه و شمارش ذرات به قدر کافی آموزش‌های اساسی دیده باشد.

1-Occupancy states
2-As-built condition
3-At-rest condition
4-Operational condition
5-Operator

۵ وسایل لازم

۵-۱ نگهدارندهٔ فیلتر، از نوع روباز برای هواویز (آئروسل)[1] دارای ناحیهٔ مؤثر mm^2 (۲۵±۹۶۰).

۵-۲ آداپتور[2]

۵-۳ اوری‌فیس محدودکننده جریان، ۱۰ l/min.

۵-۴ فیلترهای غشایی، به رنگ سیاه، با میانگین اندازهٔ منافذ ۰٫۸۰ µm با قطر ۴۷ mm با شبکه‌ای متشکل از چهارخانه‌ها با اضلاع mm (۰٫۰۸ ± ۳٫۱۰). افت فشار در سرتاسر فیلتر مورد استفاده نباید بزرگ‌تر از ۶ kPa برای دبی هوای $l/min.cm^2$ ۱ باشد.

۵-۵ فورسپس[3]، با نوک‌های بدون دندانه

۵-۶ پمپ خلأ، با قابلیت تولید فشار ۳۴ kPa (خلأ ۶۶ kPa) در پایین‌دست اوری‌فیس در دبی ۱۰ l/min از میان آن.

۵-۷ جریان‌سنج، کالیبره و دارای ظرفیت دبی بیش از ۱۰ l/min

۵-۸ لام‌های شیشه‌ای میکروسکوپ، با ابعاد ۵۰ mm در ۷۵ mm، یا پلیت‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف ۴۷ mm.

۵-۹ میکروسکوپ دوچشمی، (به شکل ۱ مراجعه شود) با ترکیبی از دو عدسی چشمی-شیئی جهت حصول بزرگ‌نمایی‌های ×۴۰ تا × ۴۵ و × ۹۰ تا × ۱۵۰. دیافراگم عددی[4] عدسی آخر باید ۰٫۱۵ min باشد.

۵-۱۰ شمارش گر معمولی، (دو باندی[5]) یا معادل آن.

۵-۱۱ لامپ میکروسکوپ، ۶ V و A ۵ با شدت نوری بالا.

۵-۱۲ مقیاس میکرومتر چشمی، مقیاس خطی ۵ mm با تقسیمات ۱۰۰.

۵-۱۳ میکرومتر صفحه[6]، با مقیاس استاندارد ۰٫۰۱ mm تا ۰٫۱ mm.

1-Aerosol
2-Adapter
3-Forceps
4-Numerical aperture
5-2 gang
6-Stage Micrometer

شکل ۱- میکروسکوپ مناسب: بدنهٔ دوچشمی شیب‌دار؛ صفحهٔ مکانیکی، با قسمت تحتانی سه‌گانه[1]؛ ترکیب عدسی چشمی-شیئی برای ایجاد بزرگ‌نمایی ×۴۰ تا × ۴۵ و × ۹۰ تا × ۱۵۰

1-Triple Nosepiece

۶ وسیلهٔ نمونه‌گیری

۶-۱ ریزذرات هوابرد باید به کمک منبع خلأ بر روی فیلتر غشایی با ناحیهٔ فیلترشدن مؤثر ۹۶۰ mm^2 جمع‌آوری شود.

۶-۲ باید از وسیلهٔ نمونه‌برداری که دارای ویژگی‌های بندهای ۵-۱، ۵-۲ و ۵-۳ یا معادل آن‌ها باشد، استفاده شود.

۶-۳ در شکل ۲ تصویری از نمونه‌گیر متداول نشان داده شده است.

۶-۴ **در** شکل ۳ مونتاژ نمونه‌گیر متداول به تصویر کشیده شده است.

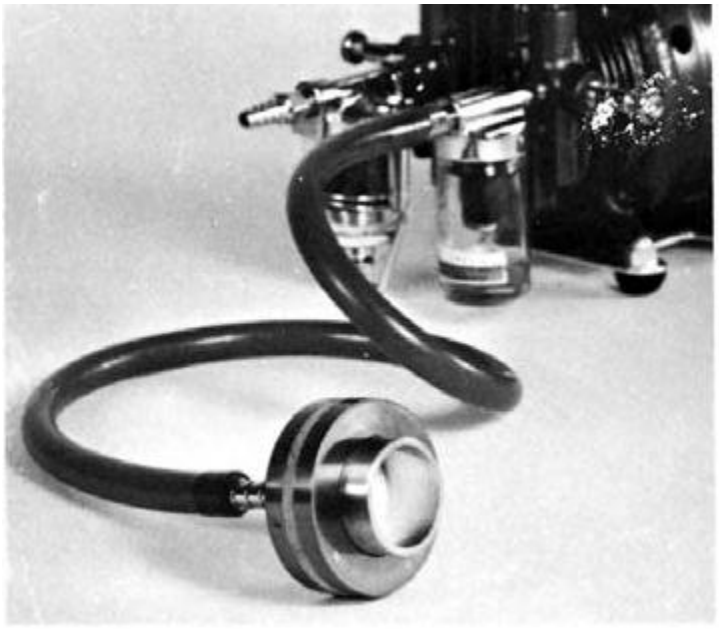
۶-۵ جریان هوا در نمونه‌گیر با استفاده از پمپ خلأ (که در بند ۵-۶ توصیف شد) متصل به آن و یک جریان‌سنج برای اندازه‌گیری جریان یا اوری‌فیس کالیبره برای کنترل جریان، برقرار می‌شود.

۶-۵-۱ دبی را می‌توان با استفاده از جریان‌سنج و دریچهٔ پایین‌دستی نمونه‌گیر همراه با فیلتر و اجزاء دیگر نصب‌شده، تنظیم کرد.

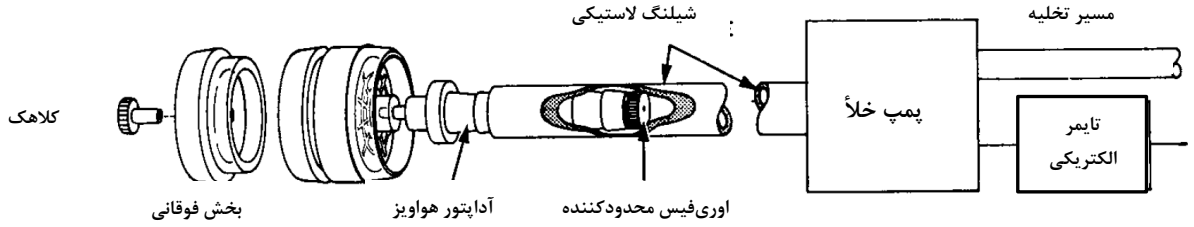
۶-۵-۲ از اوری‌فیس کالیبره (بند ۵-۳) می‌توان برای کنترل دبی استفاده کرد. دبی مشخص‌شده برای اوری‌فیس بستگی به نسبت فشار بحرانیِ کمتر از ۰٫۵۳ برای هوا در دما و فشار اتاق دارد. اوری‌فیس محدودکننده باید با پمپ، نگهدارندهٔ فیلتر، و فیلتر به کار رفته برای این روش آزمون کالیبره شود. دبی مورد نیاز، ۱۰±۰٫۵ l/min است.

۶-۶ قبل از آزمون، نمونه‌گیر، از جمله اوری‌فیس را برای حصول اطمینان از این که عاری از ذرات محدودکننده[1] است، بازرسی کنید.

1-Restricting matter



شکل ۲- وسیلهٔ متداول نمونه‌گیر-تصفیهٔ هوا



شکل ۳- سیستم نمونه‌گیری نوعی (متداول) پایش‌گر هواویز

۷ نمونه‌گیری از اتاق تمیز، ناحیهٔ تمیز یا سایر مناطق کنترل‌شده

۷-۱ برنامهٔ نمونه‌گیری

۷-۱-۱ برنامهٔ نمونه‌گیری باید تهیه شود.

۷-۱-۲ از استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۶۲۵۲ یا مدرک IEST-G-CC 1003 می‌توان به عنوان راهنما برای برنامهٔ نمونه‌گیری استفاده کرد

۷-۲ سطح فیلتر می‌تواند نسبت به سطح زمین، افقی یا عمودی باشد.

۷-۲-۱ جهت فیلتر برای نواحی با جریان هوای یک‌سویه، بستگی به جهت جریان هوا دارد.

۷-۲-۱-۱ نمونه‌گیری در جریان هوای یک‌سویه باید تا حد امکان هم‌سرعت[1] باشد.

۷-۲-۱-۲ برای کسب اطلاعات بیشتر راجع به نمونه‌گیری هم‌سرعت، به مدرک IEST G-CC 1003 مراجعه شود.

۷-۲-۲ برای نواحی دارای جریان هوای غیریک‌سویه، مشتری ممکن است جهت را تعیین کند یا این امکان وجود دارد که یک فرایند تحت پایش در اتاق تمیز نشان دهد که جهت ترجیحی کدام است.

۷-۲-۲-۱ جهت‌ها و سرعت‌های جریان هوا در جریان هوای غیریک‌سویه، نسبت به مکان و زمان تغییر می‌کند.

۷-۲-۲-۲ در مدرک IEST-G-CC 1003، استفاده از کاوند[2] ورودی نمونه با قطر حداقل ۲۰ mm که رو به سمت بالاست، توصیه شده است. کاوند موجب می‌شود ذرات بزرگتری که تمایل به ته‌نشینی و خروج از هوا دارند، نیز جمع‌آوری شوند.

۷-۳ حجم استاندارد نمونه برای این روش آزمون، ۳۰۰ l است.

۷-۳-۱ حجم نمونه را می‌توان در شرایط خاص، تغییر داد.

۷-۳-۲ تعداد ذرات نمونه‌گیری‌شده باید معیار آماری مذکور در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱- ۶۲۵۲ یا معیارهای آماری دیگر قابل قبول برای نمونه‌گیری را برآورده سازند.

۷-۴ نمونه باید از ارتفاع ۰٫۹ m تا ۱٫۰ m از کف، یا از ارتفاع نیمکتی یا هر ارتفاع دیگری برابر نظر مشتری برداشته شود. در انتخاب نقاط نمونه‌گیری، ارتباط با عملیات[3] و حساسیت عملیاتی که قرار است در اتاق تمیز انجام شود، می‌تواند دخالت داده شود.

۷-۵ تعداد و مکان نقاط نمونه‌برداری باید مطابق آن چه در برنامهٔ نمونه‌گیری مشخص شده است، باشد.

۷-۵-۱ حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری که در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱- ۶۲۵۲ نیز ذکر شده است و می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، طبق معادلهٔ (۱) به شرح زیر است:

$$N_L = \sqrt{A} \qquad (۱)$$

که در آن:

N_L حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری (گردشده به نزدیک‌ترین عدد صحیح)؛

A مساحت اتاق تمیز یا نواحی تمیز به ازای هر متر مکعب.

در صورت وجود جریان هوای یک‌سویهٔ افقی، مساحت A می‌تواند سطح مقطع هوا عمود بر جهت جریان هوا باشد.

۷-۵-۲ در انتخاب تعداد نقاط نمونه‌برداری می‌توان ماهیت عملیات یا نظر مشتری را نیز دخالت داد.

1-Isokinetic
2-Prob
3-Relevance

۸ نمونه‌گیری در مجرا یا لوله

۸-۱ نمونه‌گیری از جریان گاز متحرک در مجرا یا خط لوله یا مجرا، مستلزم نمونه‌گیری هم‌سرعت است.

۸-۲ غالباً نمونه‌گیری از کل جریان بنا به دلایلی از قبیل افت فشار مجاز یا ابعاد فیزیکی سیستم (مثل مجرای هوای تهویهٔ هوا) عملی نیست.

۸-۳ به علت ویسکوزیتهٔ[1] پایین گاز، جریان‌های گازی متحرک موجب بروز مشکلات خاصی در نمونه‌گیری می‌شوند که در صورت عدم احتیاط و دقت لازم، ممکن است نتایج درستی به دست نیاید.

۸-۴ برای جمع‌آوری نمونهٔ نمایان‌گری از آلایش ریزذره‌ای از جریان هوای مجرا، کاوند (به شکل ۴ مراجعه شود) متصل به وسیلهٔ نمونه‌گیری توصیف‌شده در بندهای ۵-۱، ۵-۲ و ۵-۳ را وارد کنید.

۸-۵ نمونه‌گیری هم‌سرعت صحیح مستلزم آن است که سرعت خطی گاز در دهانهٔ کاوند با سرعت خطی آن در مجرا تطابق داشته باشد. سرعت‌های معادل از طریق برقراری نسبت مناسبی بین دهانهٔ کاوند و ابعاد اوری‌فیس محدودکننده، می‌تواند به دست آید برای مثال نسبت نشان‌داده‌شده در تناسب (۲):

$$\frac{flow\ in\ duct\ (\mathrm{L/min})}{duct\ cross-sectional\ area} = \frac{sampling\ rate\ (\mathrm{L/min})}{probe\ opening\ area} \qquad (۲)$$

1-Viscosity

۸-۶ ناتوانی در تطابق سرعت‌های کاوند و مجرا، سبب ایجاد نتایج نادرست خواهد شد؛ در صورت کمتر بودن سرعت کاوند از سرعت مجرا، روند به نفع ذرات بزرگ خواهد بود و در صورت بیشتر بودن سرعت کاوند از سرعت مجرا به نفع ذرات کوچک.

۸-۷ در شکل ۵ یک نگهدارندهٔ باز[1] نشان داده شده است که در یک مجرا نصب شده است. بر اثر جریان هوا در اطراف نگهدارندهٔ فیلتر، بعضی از ذرات بزرگ از فیلتر منحرف می‌شوند.

۸-۸ کاوندها باید دارای دیواره‌های نازک، و لبه‌های تیز باشند، قطر داخلی باید حداقل ۶٫۴ mm باشد.

۸-۸-۱ برای آگاهی از لوله‌گذاری کاوند به استاندارد ASTM F50، مراجعه کنید.

۸-۸-۱-۱ پیکربندی لوله‌های عبور نمونه بهتر است طوری باشد که عدد رینولدز[2] جریان در گسترهٔ ۵۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ حفظ شود.

۸-۸-۱-۲ برای ذراتی با گسترهٔ اندازهٔ قطر بین ۰٫۱ µm تا حدود ۲ µm و دبی ۳۰ l/min، درازای لولهٔ عبور تا ۳۰ m قابل استفاده است.

۸-۸-۱-۳ برای ذراتی با گسترهٔ اندازهٔ حدود ۲ µm تا ۱۰ µm، حداکثر درازای لولهٔ عبور می‌تواند تا ۳ m باشد.

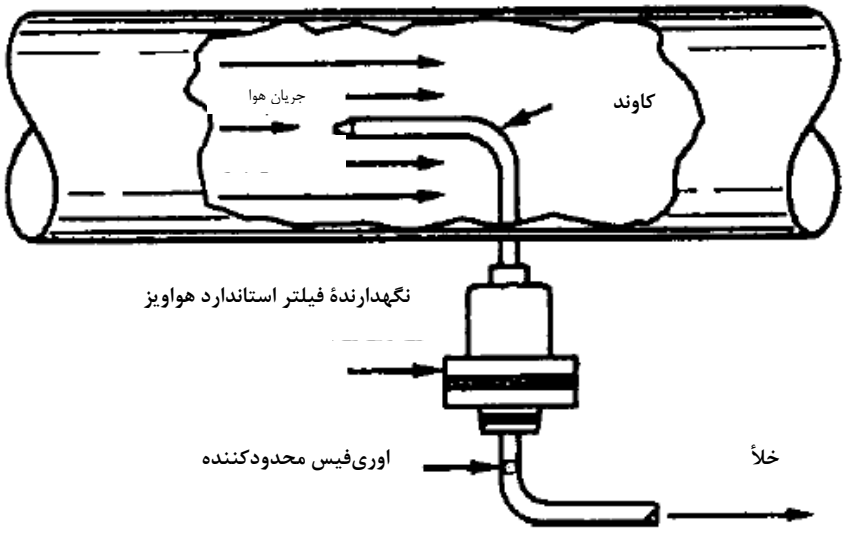
۸-۸-۱-۴ در صورت استفاده از لولهٔ عبور قابل‌انعطاف، نباید از شعاع خمیدگی[3] زیر ۱۵۰ mm استفاده شود.

۸-۸-۲ قطر، طول و شعاع خمیدگی لوله‌گذاری باید طوری انتخاب شود که انتقال ذراتی با حداکثر اندازه که باید اندازه‌گیری شود را بیشینه سازد.

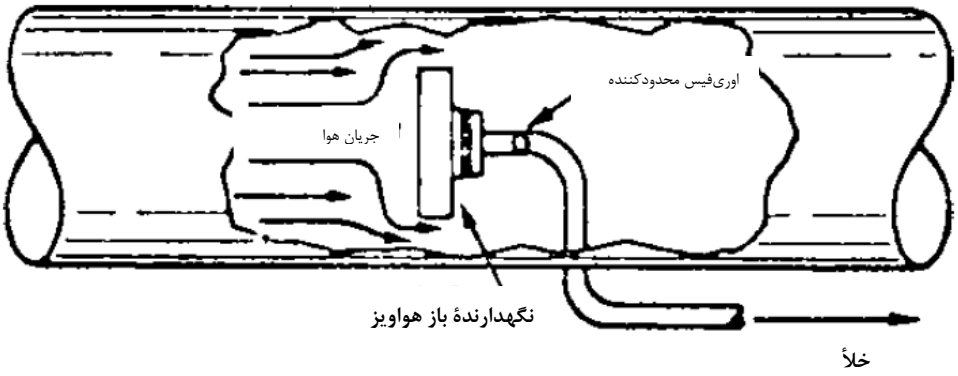
۸-۹ کاوندها باید مستقیماً در بالادست قرار گیرند.

۸-۱۰ آهنگ نمونه‌برداری و ابعاد کاوند باید با دقت تنظیم شوند تا سرعت هوای مجرا و کاوش‌گر همسان باشد.

1-Open-type holder
2-Reynolds number
3-Radius of curvature



شکل ۴- نمونه‌گیری هم‌سرعت از مجرا



شکل ۵- نمونهٔ معیوب از جریان گاز مجرایی سریع[1]

1-Rapid-Ducted Gas Stream

۹ آماده‌سازی وسیله

۹-۱ قبل از نمونه‌گیری، باید گردوغبار نگهدارندهٔ فیلتر را با شستن در یکی از شوینده‌های بدون نیاز به آبکشی از نوع ایزوپروپیل الکل بدون کتون، اترنفت با درجهٔ واکنشگری و با تصفیهٔ زیرمیکرون (با گسترهٔ جوش $30\ ^{\circ}C$ تا $60\ ^{\circ}C$)، یا تری‌کلرومونوفلوئورومتان یا تری‌کلروتری‌فلوئورواتان پاک کنید.

۹-۲ تجهیزات آزمایشگاهی تمیز مورد استفاده برای شمارش و تعیین اندازهٔ ذرات جمع‌آوری‌شده باید درون میزکار تمیز فیلتره‌شده با فیلترهای هوا با راندمان تصفیهٔ بالا، هپا، (HEPA)[1] یا ناحیه‌ای با تمیزی معادل آن باشد.

۹-۳ هودهای پلاستیکی میکروسکوپ باید روی میکروسکوپ قرار گیرد تا ته‌نشینی ذرات بر روی فیلتری که تحت شمارش است، کمینه باشد.

۹-۴ کارکنانی که عملیات تعیین اندازه و شمارش را انجام می‌دهند، باید از لباس‌های اتاق تمیز سازگار با روش خوب آزمایشگاهی استفاده کنند.

۹-۵ لام‌های میکروسکوپی و پلیت‌ها را به منظور حفظ فیلتر غشایی و نمونهٔ مورد آزمون، تمیز و آماده کنید. دستمال‌های مخصوص عدسی که به طور درست استفاده شود، برای این منظور مناسب خواهد بود.

۹-۶ برای جابه‌جایی و کار با ترکیبات شیمیایی خطرناک مورد استفاده در این روش، احتیاطات لازم را به عمل آورید.

۹-۷ شمارش زمینه بر روی فیلترهای غشایی را از طریق بررسی هر فیلتر مورد استفاده برای مقاصد داوری، تعیین کنید. با بررسی‌های میکروسکوپی با بزرگ‌نمایی‌های ×۴۰ تا × ۵۰، شمارش زمینهٔ بالا یا پایین مشخص خواهد شد.

۹-۸ برای کارهای روتین، شمارش زمینه بر روی دو فیلتر ۱۰۰ به ازای هر بستهٔ[2] صدتایی بسنده است.

۹-۹ کار شمارش زمینه با پیروی از روش‌های میکروسکوپی انجام می‌گیرد.

۹-۱۰ بر روی هر فیلتر با میزان آلودگی حداقل حدود % ۱۰ از آلودگی تخمین‌زده‌شدهٔ آزمایه، یک زمینه لازم است. این شمارش از شمارش کلی (Pt) به دست آمده برای هر کدام از گستره‌های اندازه، کسر خواهد شد.

۹-۱۱ اگر تخمین زده شود که شمارش زمینه بیشتر از % ۱۰ شمارش کل از یک نمونه به حجم $0{,}3\ m^3$ است، می‌توان از حجم نمونهٔ بزرگتر ($0{,}4\ m^3$ یا $0{,}6\ m^3$) استفاده کرد تا از روش کار شمارش زمینه که در زیر شرح داده شده است، بی‌نیاز شد.

۹-۱۲ فیلترهای مورد قبول را در پلیت‌های تمیز قرار دهید و بپوشانید.

۹-۱۳ پلیت‌ها را برای استفاده در آزمون شناسه‌گذاری کنید.

1-High-efficiency particulate air

2 -Box

۱۰ روش اجرای آزمون

۱-۱۰ نگهدارندهٔ فیلتر را به زنجیرهٔ خلأ که شامل نگهدارندهٔ فیلتر، و اوری‌فیس محدودکننده ۱۰ l/min (به شکل ۶ مراجعه شود) یا جریان‌سنج دارای ظرفیت ۱۰ l/min، و منبع خلأ (با تخلیه به بیرون از ناحیهٔ نمونه‌گیری یا تصفیه‌شده برای جلوگیری از آلودگی نمونه‌های ناحیه) یا هر دو می‌باشد، به کمک لوله‌گذاری لاستیکی یا پلاستیکی فشاری آزمایشگاهی، متصل کنید.

۲-۱۰ برای جلوگیری از آلودگی، پمپ خلأ باید به بیرون از اتاق تمیز یا ناحیهٔ نمونه‌گیری تخلیه شود یا این که تصفیه شود.

۳-۱۰ با فورسپس بدون دندانهٔ تمیزی، فیلتر غشایی را با دقت از پلیت بردارید و در حالی که طرف چهارخانهٔ آن رو به بالاست، بر روی تکیه‌گاه صفحهٔ[1] نگهدارندهٔ فیلتر قرار دهید (به شکل ۷ مراجعه شود). حلقهٔ قفل[2] را در جای خود بچرخانید تا فیلتر محکم گردد.

۴-۱۰ در ناحیهٔ نمونه‌برداری، نگهدارندهٔ فیلتر را در موقعیت و جهت مطلوب قرار دهید.

۵-۱۰ خلأ را اعمال و تا جریان ۱۰ l/min تنظیم کنید. در صورت استفاده از اوری‌فیس، نیازی به تنظیم نیست. با این حال، پمپ باید با مانومتر کنترل شود تا از قابلیت آن برای برقراری فشار ۳۴ kPa یا بهتر، هنگام نمونه‌گیری اطمینان حاصل شود.

۶-۱۰ برای انتقال فیلتر به محل شمارش میکروسکوپی، باید آن را با فورسپس از نگهدارنده برداشته و بین اسلایدهای میکروسکوپی تمیز یا در پلیت تمیز گذاشت.

۷-۱۰ آزمون میکروسکوپی

۱-۷-۱۰ میکرومتر چشمی را در یکی از چشمی‌ها قرار دهید. با استفاده از میکرومتر صفحه[3]، چشمی اندازه‌گیری‌کننده (میکرومتر چشمی) را برای هر بزرگ‌نمایی کالیبره کنید (به شکل ۸ مراجعه شود). (دیسک ویپل[4] کالیبره‌شده به طرز مشابه برای بسیاری از بررسی‌ها رضایت‌بخش است).

۲-۷-۱۰ با دانستن زیربخش‌های میکرومتر صفحه (بالا)، تعیین اندازهٔ بخش‌های چشمی اندازه‌گیری‌کننده (پایین) از روی آن ممکن خواهد شد (به شکل ۸ مراجعه شود).

مثال: میکرومتر صفحه ۱۰۰ µm به ازای هر بخش عمده، ۱۰ µm برای بخش‌های کوچک‌تر؛ بخش‌های ۱۰۰ تایی از چشمی اندازه‌گیری‌کننده شامل ۱۰۵۰ µm، یک بخش چشمی اندازه‌گیری‌کننده برابر است با ۱۰٫۵ µm.

1-Screen support
2-Locking ring
3-Stage micrometer
4-Whipple disk

۳-۷-۱۰ اسلاید میکروسکوپی یا پلیت حاوی نمونه را زیر میکروسکوپ قرار دهید. درپوش پلیت باید برداشته شود.

۴-۷-۱۰ شدت نوری لامپ میکروسکوپ را تنظیم کنید و آن را به صورت مورب روی نمونه قرار دهید تا تعیین حداکثری اندازه و شمارش انجام شود. روشنایی با شدت بالا برای اقدامات، الزام خیلی مهمی است.

۵-۷-۱۰ از بزرگ‌نمایی حدود ×۴۵ برای شمارش ذرات ۵۰ µm یا بزرگ‌تر و از بزرگ‌نمایی حدود ×۱۰۰ برای ذرات کوچک‌تر از ۵۰ µm، استفاده کنید (بزرگ‌نمایی‌های بزرگ‌تر می‌تواند مزیتی برای شناسایی ذرات باشد).

شکل ۶- وارد کردن اوری‌فیس

شکل ۷- گذاشتن فیلتر بر روی تکیه‌گاه صفحه

یادآوری - با استفاده از تکنیک‌های نور عبوری، پس از کنار زدن فیلتر سفید شفاف، از طریق قرار دادن فیلتر روی روغن ایمرسیون با ضریب شکست[1] ۱٫۵۱۵ می‌توان ذرات در گسترهٔ اندازهٔ ۰٫۵ µm تا ۵٫۰ µm را آنالیز کرد؛ بزرگ‌نمایی دست کم × ۵۰۰ مورد نیاز است. برای میکروسکوپی نور عبوری، فیلتر سفید (به جای فیلتر سیاه) باید استفاده شود، زیرا فقط فیلتر سفید می‌تواند مورد فوق‌الذکر را تامین کند. اگر فیلتر با اندازهٔ منافذ کوچک‌تر مورد استفاده قرار گیرد، جریان‌سنج و اوری‌فیس محدودکننده مستلزم کالیبراسیون با نگهدارندهٔ فیلتر و فیلتر خواهد بود.

1-Refractive index

۱۰-۷-۶ ذرات بایستی شمارش شده و در دو گسترهٔ اندازه‌ای جدول‌بندی شوند: ذرات بزرگتر از µm ۵۰ و ذرات بین µm ۵ تا µm ۵۰. ذرات کوچک‌تر از µm ۵ با این روش شمارش نمی‌شود. اندازهٔ ذره با بزرگ‌ترین بعد تعریف‌شده، تعیین می‌شود.

۱۰-۸ روش شمارش ذرات

۱۰-۸-۱ فاصلهٔ کانونی میکروسکوپ و موقعیت لامپ را طوری تنظیم کنید که بیشترین شفافیت سطح فیلتر و تعیین ذره حاصل شود.

۱۰-۸-۲ با بزرگ‌نمایی پایین‌تر(حدود ×۴۵) کل ناحیهٔ فیلترشدن موثر را برای ذرات در گستره‌های بزرگتر از µm ۵۰ شمارش کنید.

۱۰-۸-۳ از یک شمارش‌گر دستی یا معادل آن برای شمارش ذرات استفاده کنید.

۱۰-۸-۴ در بزرگ‌نمایی بالاتر، تعداد ذرات در گسترهٔ اندازهٔ µm ۵ تا µm ۵۰ را بر روی ناحیهٔ فیلترشدن از طریق روبش مساحت واحد تخمین زنید.

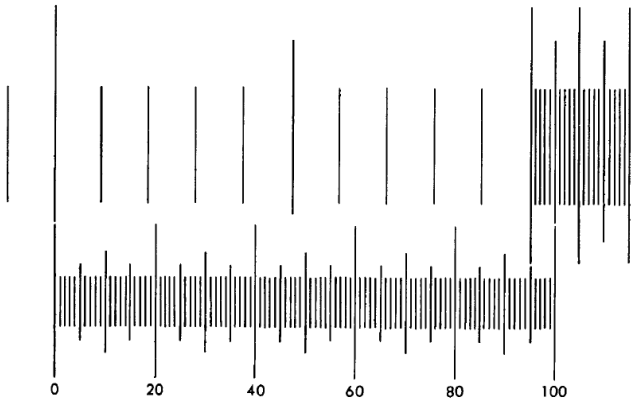
۱۰-۸-۵ اگر تعداد کل ذرات در این گستره کمتر از ۵۰۰ تخمین زده شود، تعداد ذرات را در تمامی گستره‌های اندازهٔ مورد اندازه‌گیری، بر روی کل ناحیهٔ فیلترشدن موثر، شمارش کنید.

۱۰-۸-۶ تجزیه‌وتحلیل آماری باید روی تعداد ذرات در هر گسترهٔ اندازه انجام شود تا عدم قطعیت‌ها در اندازه‌گیری مشخص شود.

۱۰-۸-۷ اگر تخمین زده شود که تعداد کل ذرات در گستره‌های µm ۵ تا µm ۵۰ از ۵۰۰ مورد بیشتر است، از روش شمارش ذکرشده در بند ۱۰-۹ استفاده کنید.

۱۰-۸-۸ بزرگترین بعد تعریف‌شدهٔ ذره، ردهٔ اندازهٔ ذره را تعیین می‌کند.

۱۰-۸-۹ در صورت درخواست مشتری ، رشته‌ها را می‌توان به طور جداگانه شمارش کرد.



شکل ۸- کالیبراسیون چشمی اندازه‌گیری

۱۰-۹ شمارش آماری ذرات

۱۰-۹-۱ هنگامی که تعداد ذرات تخمین‌زده‌شده بر روی ناحیهٔ فیلترشدن موثر در گستره‌های µm ۵ تا µm ۵۰ بیشتر از ۵۰۰ باشد، روش آزمون ایجاب می‌کند که مساحت واحدی برای شمارش آماری انتخاب شود؛ همهٔ ذرات در مساحت واحد که در هر گسترهٔ تحت اندازه‌گیری هستند، شمارش می‌شوند، و سپس مساحت‌های واحد اضافی به همان شیوه، مطابق با برنامهٔ شمارش شکل ۹ شمارش می‌شوند تا الزام آماری زیر برآورده شود:

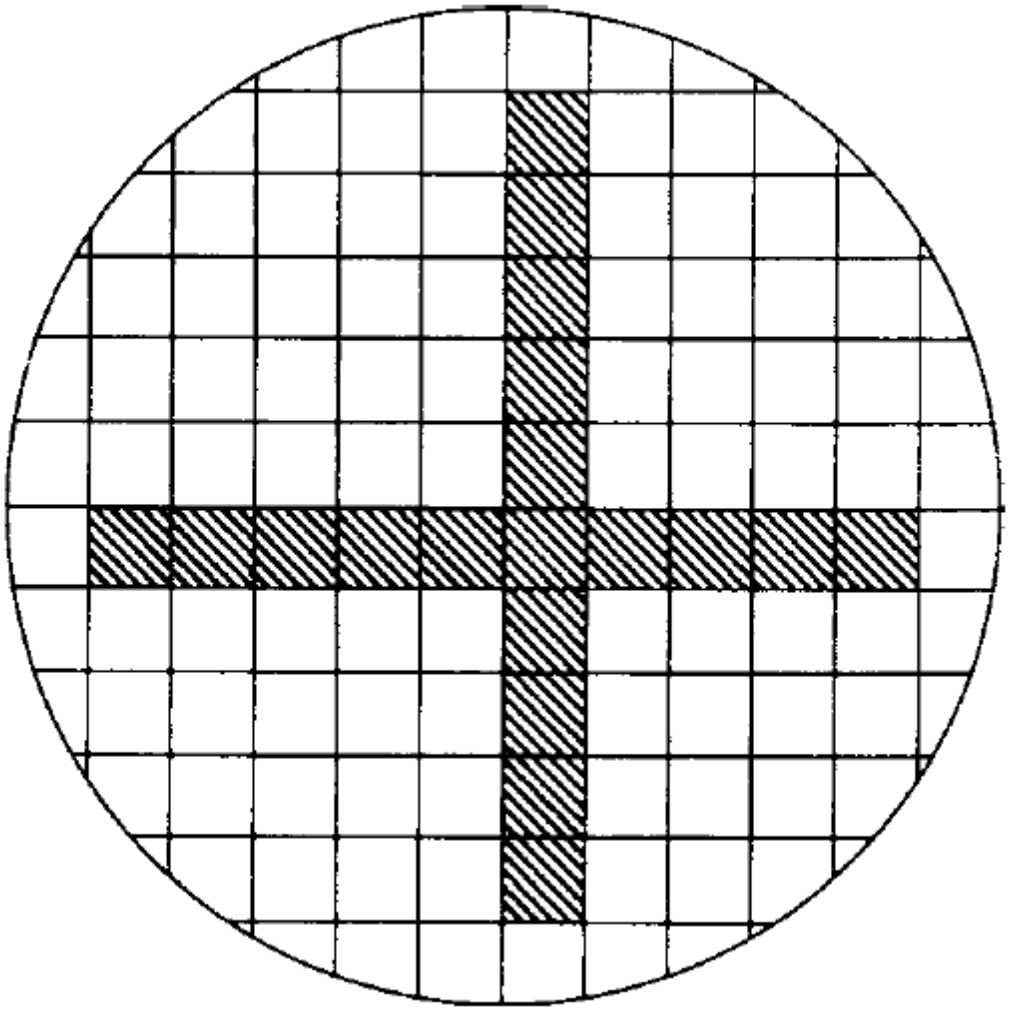
$$F_n \times N_t \geq 500 \qquad (۳)$$

که در آن:

F_n تعداد مربع‌های شبکه یا مساحت‌های واحد شمارش‌شده؛ و

N_t تعداد کل ذرات شمارش‌شده در مساحت‌های Fn.

۱۰-۹-۲ بعد از تعیینِ توزیع یکنواخت ذرات بر روی فیلتر به وسیلهٔ بررسی با بزرگ‌نمایی کم، برای روش داوری، از برنامهٔ شمارش نشان‌داده‌شده در شکل ۹ استفاده کنید. تعداد مربع‌های شبکه یا مساحت‌های واحد درون مربع‌های مختلف آن را مثل آن‌چه در برنامهٔ شمارش شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، بشمارید تا الزامات آماری بند ۱۰-۹-۱ تامین شود.



شکل ۹ - برنامهٔ شمارش دوقطری (مناطق‌هاشور خورده مورد استفاده قرار می‌گیرد)

۱۰-۹-۳ مساحت‌های واحد را برای شمارش طوری انتخاب کنید که متوسط کل تعداد ذرات در یک مساحت واحد، از ۵۰ ذره تجاوز نکند (به شکل ۱۰ برای آگاهی از مساحت‌های واحد جایگزینه مراجعه شود).

۱۰-۹-۴ اگر ذره‌ای بر روی خط مرز بالایی یا چپ مساحت شمارش قرار گیرد، این ذره را شمارش کنید انگار که درون مرزهای مساحت‌های شمارش است.

یادآوری – وقتی فیلتر غشایی بر روی صفحه قرار دارد، حرکت صفحه موجب می‌شود که چنین تصور شود ذرات در حال عبور از بخش‌ها بر روی چشمی اندازه‌گیری‌کننده، هستند.

۱۰-۹-۵ مربع شبکه یا مساحت واحد انتخاب‌شده برای تعیین اندازه و شمارش را از لبهٔ چپ خط شبکه، با روبش دقیق پهنای یک مربع شبکه هم چنان چه عملیات از چپ به راست انجام می‌شود، شروع کنید و به پایان رسانید. مساحت‌های واحد انتخابی شامل: مربع شبکه، مستطیل تعیین‌شده به وسیلهٔ پهنای مربع شبکه و درازای کالیبرهٔ مقیاس میکرومتر چشمی، و مستطیل تعیین‌شده به وسیلهٔ پهنای مربع شبکه؛ و بخشی از درازای مقیاس میکرومتر چشمی است.

۱۰-۹-۶ مساحت واحد برای ذرات را با دست‌کاری صفحه، روبش کنید، طوری که ذرات تحت شمارش زیر مقیاس میکرومتر چشمی عبور کنند. فقط حداکثر بعد ذرات حائز اهمیت است، و برای ذراتی با جهت‌گیری نامناسب نسبت به مقیاس میکرومتر چشمی، حداکثر بعد را تخمین بزنید. چشمی حاوی میکرومتر چشمی نبایستی برای اندازه‌گیری ذرات خاص، چرخش پیدا کند. با استفاده از شمارش‌گر دستی، همهٔ ذرات را در مساحت انتخاب‌شده‌ای که در گسترهٔ ۵ µm تا ۵۰ µm قرار دارند و در مقیاس میکرومتر چشمی نشان داده شده‌اند، بشمارید. تعداد ذرات را در هر مساحت واحد شمارش‌شده ثبت کنید تا سابقه‌ای از تعداد مساحت‌های واحد و ذرات شمارش‌شده برای تامین الزامات بند ۱۰-۹-۱ در دست باشد. این روش برای آن دسته از الزامات خاص برای شمارش و تعیین اندازه در گستره‌های اندازهٔ نزدیک‌تر بین ۵ µm تا ۵۰ µm اعمال می‌شود.

۱۰-۹-۷ برای به دست آوردن تعداد کل ذرات، ۱۰ مورد یا موارد بیش‌تر از مربع شبکه یا مساحت‌های واحد بر روی دیسک فیلتر را بشمارید. از این شمارش، تعداد کل ذرات موجود در کل ناحیهٔ فیلترشدن موثر ۱۰۰ مربع شبکه محاسبه می‌شود.

۱۰-۱۰ روش شمارش جایگزینه

۱۰-۱۰-۱ داده‌ها را برای تمامی موارد استفادهٔ بعدی ثبت کنید. برای حصول اطمینان از نتایج تجدیدپذیر، کارور بهتر است به طور دوره‌ای کار خود را با استاندارد ثانویه‌ای (مثل SAE ARP-743) کنترل کند.

۱۰-۱۰-۲ برای به دست آوردن تعداد ذرات در گسترهٔ اندازهٔ معین، تعداد ذرات بر روی تعداد معرفی از مربع‌های شبکهٔ دیسک فیلتر که از لحاظ آماری بر روی کل ناحیهٔ فیلترشدن موثر ۱۰۰ مربع شبکه واقع هستند، محاسبه می‌شوند.

۱۰-۱۰-۳ اگر تعداد کل ذرات یک گسترهٔ اندازهٔ معین بین ۱ و ۵۰ تخمین زده شود، تعداد ذرات روی کل ناحیهٔ فیلترشدن موثر را شمارش کنید.

۱۰-۱۰-۴ اگر تعداد کل ذرات یک گسترهٔ اندازهٔ معین بین ۵۰ و ۱۰۰۰ باشد، تعداد ذرات در ۲۰ مربع شبکهٔ به طور تصادفی انتخاب‌شده، مورد شمارش قرار می‌گیرد و برای کسب کل تعداد ذرات از لحاظ آماری، نتیجهٔ به دست آمده در ۵ ضرب می‌شود.

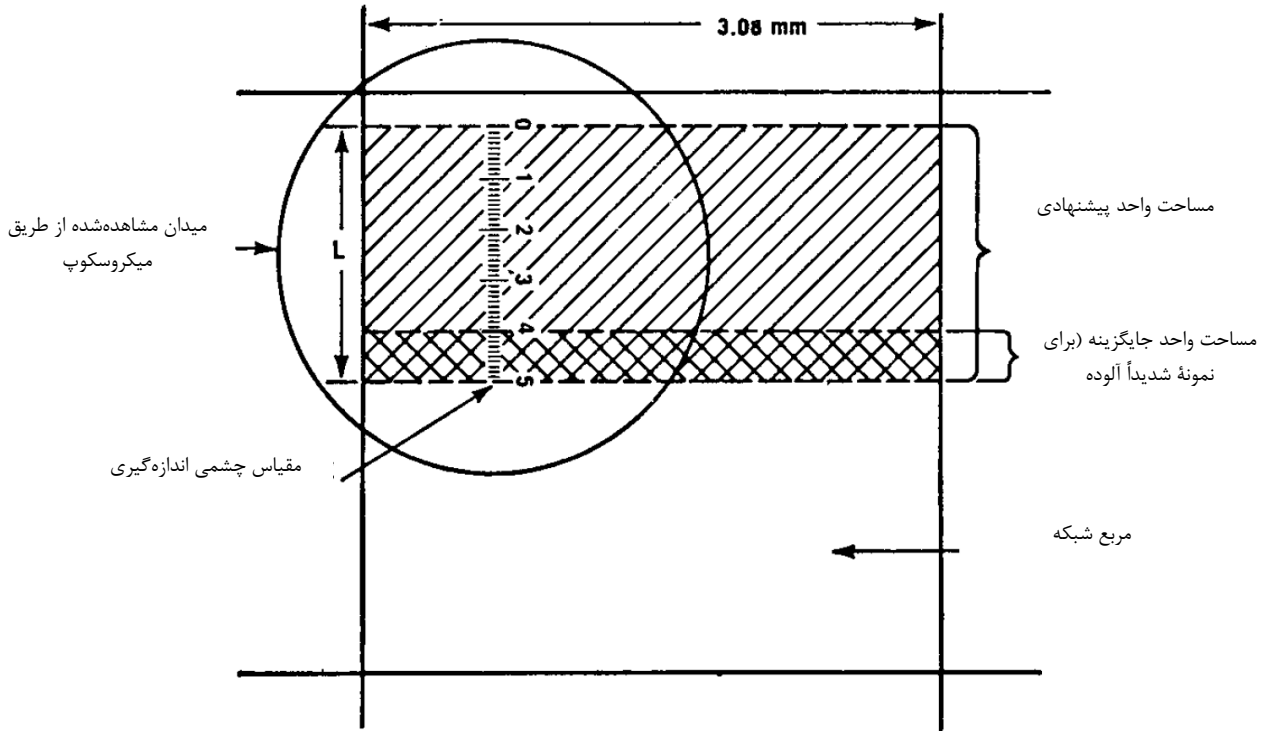
۱۰-۱۰-۵ اگر تعداد کل ذرات یک گسترهٔ اندازهٔ معین بین ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ باشد، تعداد ذرات در ۱۰ مربع شبکهٔ به طور تصادفی انتخاب‌شده، مورد شمارش قرار می‌گیرد و برای کسب کل تعداد ذرات از لحاظ آماری، نتیجهٔ به دست آمده در ۱۰ ضرب می‌شود.

۱۰-۱۰-۶ اگر تخمین زده شود که کل تعداد ذرات یک گسترهٔ اندازهٔ معین از ۵۰۰۰ بیشتر است، تعداد ذرات را حداقل در ۱۰ مساحت واحد به طور تصادفی انتخاب‌شده شمارش کنید. برای کسب کل تعداد آماری، مجموع ذرات شمارش‌شده در این مساحت‌ها را در فاکتور کالیبراسیون که در بند ۱۰-۱۰-۱۱ مشخص شده است، ضرب کنید.

یادآوری - مساحت واحد اصلی برای شمارش آماری (چنان چه بر اساس نشانه‌گذاری‌های شبکه روی فیلتر نباشد) با استفاده از میکرومتر چشمی مشخص خواهد شد و در این حالت مساحت روبیده‌شده از طریق روبش درازای مربع شبکهٔ منفرد با درازای مقیاس میکرومتر چشمی یا هر قسمت متناسب دیگر بر روی مقیاس خواهد بود (به شکل ۱۰ مراجعه شود).

۱۰-۱۰-۷ مساحت واحد را طوری انتخاب کنید که بیشتر از حدود ۵۰ ذرهٔ یک گسترهٔ اندازه‌ای، در مساحت واحد نباشد (به شکل ۱۰ برای آگاهی از مساحت‌های واحد بدیل مراجعه شود).

۱۰-۱۰-۸ اگر ذره‌ای بر روی خط مرز بالایی یا چپ مساحت شمارش قرار گیرد، این ذره را شمارش کنید چنان که گویی درون مرزهای مساحت‌های شمارش است.



شکل ۱۰- مساحت‌های واحد جایگزینه

۱۰-۱۰-۹ بزرگترین بعد ذره، ردهٔ اندازه ذرات را تعیین می‌کند.

۱۰-۱۰-۱۰ نتایج را بر ده تقسیم و آن‌ها را در هر گسترهٔ اندازه به صورت تعداد ذرات در هر متر مکعب گزارش کنید.

۱۰-۱۰-۱۱ محاسبهٔ فاکتور کالیبراسیون

۱۰-۱۰-۱۱-۱ فاکتور کالیبراسیون، نسبت ناحیهٔ فیلترشدن موثر (۱۰۰ مربع شبکه یا ۹٫۶ cm^2 برای ناحیهٔ مورد شمارش) است.

۱۰-۱۰-۱۱-۲ برای به دست آوردن عامل کالیبراسیون، با میکروسکوپ تنظیم‌شده برای توان تحت بررسی، کار را شروع کنید.

۱۰-۱۰-۱۱-۳ با استفاده از میکرومتر صفحه، درازای مقیاس طولی میکرومتر چشمی را که برای تعیین پهنای مساحت واحد استفاده می‌شود، اندازه‌گیری کنید. درازای مساحت واحد به وسیلهٔ اندازهٔ مربع شبکه یا ۳٫۰۸ mm تعریف می‌شود.

۱۱ محاسبه

۱۱-۱ تعداد کل ذرات در گسترهٔ اندازهٔ معین را بر روی فیلتر طبق معادلهٔ (۴) محاسبه کنید:

$$P_t = N_t \times \left[\frac{960}{n \times At}\right] \qquad (۴)$$

که در آن:

P_t تعداد کل ذرات یک گسترهٔ اندازه بر روی فیلتر؛ شمارش زمینه را از مقدار Pt پس از محاسبه اما قبل از تقسیم بر حجم نمونه، کسر کنید؛

N_t تعداد کل ذرات شمارش‌شده در مساحت‌های n واحد؛

n تعداد مساحت‌های واحد شمارش‌شده؛

A_f مساحت واحد برحسب mm^2؛ و

۹۶۰: کل ناحیهٔ فیلترشدن مؤثر برحسب mm^2.

نتایج بایستی برای هر گسترهٔ اندازه در ذرات به ازای هر متر مکعب از نمونه با تقسیم تعداد ذرات، Pt بر اندازهٔ نمونه (استاندارد ۰٫۳ m^3) بیان شود:

$$Particles/m^3 = Pt/0.3m^3 \qquad (۵)$$

نتایج نهایی به صورت ذرات در هر متر مکعب از اتمسفر نمونه‌گیری شده در گستره‌های اندازهٔ تعیین‌شده بیان می‌شود.

۲-۱۱ مقایسهٔ بی‌درنگ توزیع ذره از طریق افزایش تعداد گستره‌های اندازه شمارش‌شده، و بعداً از طریق ترسیم شمارش‌های اندازه بر روی کاغذ نمودار تمام لگاریتمی یا نیمه‌لگاریتمی ممکن می‌شود. داده‌های ترسیم‌شده، موجب تسهیل مقایسه در طول دوره‌های کاری طولانی، می‌شود.

۱۲ گزارش آزمون

۱-۱۲ نتایج آزمون هر اتاق تمیز یا ناحیهٔ تمیز باید ثبت شود و به صورت گزارش جامعی همراه با بیانیهٔ انطباق یا عدم انطباق با الزامات مشخص‌شده برای تراکم درشت‌ذرات هوابرد ارائه شود.

۲-۱۲ گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۲-۱۲ نام و نشانی سازمان آزمون‌کننده، و تاریخ انجام آزمون؛

۲-۲-۱۲ شناسایی کامل مکان فیزیکی اتاق تمیز یا ناحیهٔ تمیز مورد آزمون (از جمله ارجاع به نواحی مجاور در صورت ضرورت) و شناسه‌گذاری مشخصی برای مختصات همهٔ مکان‌های نمونه‌گیری؛

۳-۲-۱۲ معیارهای شناسه‌گذاری مشخص‌شده برای اتاق یا ناحیهٔ تمیز، از جمله طبقه‌بندی ارائه‌شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران، وضعیت (های) اشغال مربوط و اندازه(های) ذرات موردنظر؛

۴-۲-۱۲ نوع جریان هوا در اتاق تمیز؛

۵-۲-۱۲ جزئیات روش آزمون مورد استفاده، به همراه هر گونه شرایط اختصاصی مرتبط با آزمون یا انحراف‌ها از روش آزمون، و شناسایی وسیلهٔ آزمون و گواهی کنونی کالیبراسیون؛

۶-۲-۱۲ نتایج آزمون، شامل داده‌های مربوط به تراکم ذرات برای تمامی مختصات مکانی نمونه‌گیری و موارد زیر:

۷-۲-۱۲ طبقه‌بندی اتاق تمیز یا ناحیهٔ تمیز مطابق با طبقه‌بندی استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۶۲۵۲.

۳-۱۲ در صورتی که اندازه‌های طبقه‌بندی در گزارش گنجانده شوند، الزامات مربوط به گزارش مذکور در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱- ۶۲۵۲باید رعایت شود.

۱۳ دقت و اریبی[1]

۱-۱۳ دقت و انحراف این روش آزمون نمی‌تواند از مجموع کل متغیرها بیشتر باشد. به منظور کاهش متغیرهای قابل استناد به کارور، یک فن‌ورز آموزش‌دیده برای کار با میکروسکوپ لازم است. متغیرهای تجهیزات به وسیلهٔ کارور مجرب مورد شناسایی قرار می‌گیرد و به این ترتیب خطاهای احتمالی، بیشتر، کاهش می‌یابد.

۲-۱۳ روش شمارشی ۵۰۰، به عنوان روش ترجیحی انتخاب شده است. با در نظر گرفتن احتمال وجود دو تا پنج نمونه برای تحقیق داوری، ضریب خستگی[2] کمتر از فاکتور خستگی برای روش‌های شمارشی زمان‌بر خواهد بود.

1-Bias
2-Fatiguing factor

۳-۱۳ برای آموزش کارکنان، می‌توان نمونه‌های با تراکم کم تا متوسط را بر روی فیلتر شبکه تهیه کرد و بین میکرواسلایدها به عنوان استانداردها برای آزمایشگاه معین نگهداری کرد.

۴-۱۳ این روش آزمون را می‌توان برای آنالیزهای میکروسکوپی پروژکسیون[1] با استفاده از فیلتر سفید، نور عبوری و صفحهٔ پروژکسیون نشانه‌گذاری‌شدهٔ مناسب، تطبیق داد. تکنیک‌های پروژکسیون بهتر است در برابر شمارش مستقیم میکروسکوپی بررسی شوند زیرا اپتیک‌های تجهیزات پروژکسیون بعضی مواقع برای تفکیک ذرات کوچک بسنده نیستند.

1-Projection microscopical analysis