

**INSO**  
**19871**  
**1st. Edition**  
**2015**



استاندارد ملی ایران  
۱۹۸۷۱  
چاپ اول  
۱۳۹۳

انتشار از منبع ساکن - تعیین میزان انتشار  
در واحدهای تولید آزبست - روش اندازه -  
گیری تعداد الیاف

**Stationary source emissions -  
Determination of asbestos plant emissions  
- Method by fibre count measurement**

**ICS:13.040.30**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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 مؤسسه 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 ۳۵۸۳۸ مورخ ۲۰۰/۷/۲۴ ۹۰ 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 منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، 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 کمیته ملی مرتبط با آن رشتہ 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 در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت 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 شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل 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، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاهای کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجمام 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**  
**«انتشار از منبع ساکن- تعیین میزان انتشار در واحدهای تولید آبست- روش اندازهگیری**  
**تعداد الیاف»**

**سمت و / یا نمایندگی**

هیئت علمی دانشگاه شهید رجایی

**رئیس:**

عبدالله میرزاوی، رسول  
(دکتری شیمی فیزیک)

**دبیر:**

رئیس گروه مطالعات تفصیلی و تهیه طرح سانا

تیزپر، عدالت

(کارشناس ارشد شیمی کاربردی)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس آزمایشگاه اداره کل محیط زیست استان تهران

حسین سعیدی، لیلا

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

مدیر آزمایشگاه محیط زیست سازمان پژوهش‌های علمی و  
صنعتی

داوری، مهدی

(کارشناس ارشد شیمی فیزیک)

رئیس گروه مطالعات زیستی در سانا

دشتی، بهروز

(کارشناس ارشد محیط زیست)

رئیس اداره کنترل عوامل شغلی مؤثر بر سلامت وزارت بهداشت

صادقی، فاطمه

(کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای)

کارشناس آزاد

طلعتی، بابک

(کارشناس مکانیک)

کارشناس اداره کنترل عوامل شغلی مؤثر بر سلامت وزارت  
بهداشت

طلعتی، حسین

(کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای)

رئیس آزمایشگاه در پژوهشگاه استاندارد

فرجی، رحیم

(کارشناس ارشد شیمی تجزیه)

قاسمی، زهرا  
(کارشناس ارشد شیمی فیزیک)

رئیس آزمایشگاهها در سازمان توان

معینی، بهنام  
(کارشناس ارشد شیمی فیزیک)

پژوهشگر دانشگاه شهید رجایی

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۲	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ علائم به همراه واحدها و زیرنویس‌های متناظر آنها
۷	۵ اصول آزمون
۷	۶ خلاصه روش آزمون
۸	۷ تجهیزات
۸	۱-۷ کلیات
۱۲	۲-۷ فهرست تجهیزات
۱۲	۳-۷ پراب نمونه‌برداری (شامل نازل و جمع‌کننده الیاف)
۱۴	۴-۷ حجم و دبی نمونه‌برداری
۱۴	۵-۷ اندازه‌گیری دما و دبی در داخل کanal
۱۵	۸ امکانات در محل نمونه‌برداری
۱۵	۱-۸ کلیات
۱۵	۲-۸ الزامات مربوط به محل مناسب نمونه‌برداری
۱۶	۳-۸ محل دهانه‌های ورودی قابل دسترس
۱۶	۴-۸ سکوی نمونه‌برداری
۱۸	۹ کارهایی که قبل از نمونه‌برداری، در محل نمونه‌برداری انجام می‌شود
۱۸	۱-۹ کلیات
۱۸	۲-۹ مساحت سطح مقطع کanal در صفحه نمونه‌برداری
۱۸	۳-۹ بررسی دما و سرعت
۱۸	۴-۹ تعداد و موقعیت نقاط نمونه‌برداری

۱۹	۵-۹ نمونه‌ی اولیه
۲۰	۶-۹ انتقال و ارزیابی نمونه
۲۱	۱۰ روش اجرایی نمونه‌برداری
۲۱	۱-۱۰ کلیات
۲۲	۱۰-۲ قطر نازل، زمان و دبی نمونه‌برداری
۲۴	۱۰-۳ نمونه‌برداری قطعی
۲۵	۱۰-۴ نمونه قطعی دوم
۲۵	۱۱ روش‌های اجرایی تجزیه‌ای
۲۵	۱۱-۱ برگرداندن صافی‌ها
۲۵	۱۱-۲ تمیز کردن صافی و آماده‌سازی آن برای شمارش الیاف
۲۶	۱۱-۳ شمارش الیاف
۲۶	۱۲ روش محاسبه
۲۶	۱۲-۱ محاسبه سرعت گاز
۲۶	۱۲-۲ حجم هوای نمونه‌برداری شده
۲۷	۱۲-۳ اعتبارسنجی نمونه‌برداری ایزوکینتیک
۲۷	۱۲-۴ غلظت الیاف
۲۷	۱۳ ارائه و تفسیر نتایج
۲۷	۱۳-۱ ارائه نتایج
۲۸	۱۳-۲ تفسیر نتایج
۲۹	پیوست الف (اطلاعاتی) وضعیت غیر ایده‌آل
۳۱	پیوست ب (اطلاعاتی) حفاظت و نگهداری تجهیزات
۳۲	پیوست پ (اطلاعاتی) برگه اطلاعات نوعی برای کارهای مربوط به محل نمونه‌برداری قبل از نمونه‌برداری
۳۳	پیوست ت (اطلاعاتی) ارائه نتایج نوعی
۳۵	پیوست ث (اطلاعاتی) صحت و دقیقت روشن

## پیش گفتار

استاندارد " انتشار از منبع ساکن - تعیین میزان انتشار در واحدهای تولید آزبست - روش اندازه‌گیری تعداد الیاف " که پیش نویس آن توسط کمیسیون‌های مربوط در سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهل و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۳/۱۱/۱۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد 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 موقع لزوم تجدیدنظر خواهند 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 مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 10397: 1993, Stationary source emissions - Determination of asbestos plant emissions - Method by fibre count measurement

# انتشار از منبع ساکن - تعیین میزان انتشار در واحدهای تولید آزبست - روش اندازه‌گیری

## تعداد الیاف

هشدار - اقدامات احتیاطی مربوط به اینمی

### • کلیات

بسته به شرایط، عملیات نمونه‌برداری ممکن است با خطرات گوناگونی همراه باشد. مسئولان امور کنترلی، مدیریت و متخصصان نمونه‌برداری باید قبل از شروع نمونه‌برداری، خطرات احتمالی را مد نظر قرار دهند. مکان نمونه‌برداری باید قبل از نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر امکان حذف خطر وجود نداشته باشد در این صورت باید با توجه به هر محل خاص و دستورالعمل‌های ملی یا بین‌المللی یا قوانین مربوط به نحوه عمل، از تمهیدات اینمی مناسب استفاده گردد. در ارتباط با آزبست، مراقبت‌های ویژه‌ای مورد نیاز است و روش ذکر شده در این استاندارد، باید توسط افراد با تجربه انجام گیرد.

خطراتی را که ممکن است افراد با آن‌ها مواجهه شوند و توصیه‌ها و راه‌های کم کردن این خطرات در زیر ارائه شده است:

### • در بخش مدیریت واحد تولیدی

آگاهی و اطلاع بخش مدیریت واحد تولیدی و متخصصان آن از انجام نمونه‌برداری الزامی است. همچنین تبعیت از دستورالعمل‌های مربوط به اینمی واحد تولیدی برای مثال اخذ مجوزهای کاری و... الزامی است.

### • خطرات مربوط به متخصصان نمونه‌برداری

الف- مواجهه افراد با آزبست و مواد دیگر- معاينات چشمی و/ یا تمیز کردن محل، پایش یا به کارگیری تجهیزات حفاظت فردی را در نظر بگیرید.

ب- امکانات نمونه‌برداری ناکافی- فضای کافی برای استقرار متخصصان و تجهیزات نمونه‌برداری را فراهم کرده و ارائه خدمات مناسب و وجود امکاناتی از قبیل برق، هوای فشرده، روشنایی، حفاظت از هوای جرثیل<sup>1</sup> و... را در محیط نمونه‌برداری مد نظر قرار دهید.

پ- کار در ارتفاع یا مناطق دوردست- استفاده از وسایل گریز، گارد ریل، سامانه‌های هشدار دهنده و وسایل ارتباطی ضروری را مد نظر قرار دهید.

ت- مواجهه با گازهای سمی، داغ، خورنده و تحت فشار- برای مکان نمونه‌برداری، فرایند پایش یا به کارگیری سامانه‌های هشدار و تجهیزات حفاظت فردی را مد نظر قرار دهید.

ث- خطرات برقی- استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، اتصال به زمین، فیوزهای مربوط به نشتی زمین<sup>2</sup>، استانداردهای اینمی ملی و ... را مد نظر قرار دهید.

ج- صدا و گرما- اقدامات حفاظتی در این خصوص را مد نظر قرار دهید.

### • خطرات برای سایر کارکنان

الف- افتادن اشیاء از بالای سکو- استفاده از مانع، علائم هشدار دهی و... را مد نظر قرار دهید.

1- Hoists

2- Earth leakage circuit breakers

ب- وجود تجهیزات موقتی همچون سیم‌ها که موجب گیرکردن دست و پا با آن‌ها می‌شود- برای آگاهی افراد نسبت به این سیم‌ها از علائم هشدار و... استفاده نمایید.

#### • خطرات برای واحد تولیدی / اموال موجود در واحد تولیدی

- الف- اشتعال گازهای اشتعال‌زا- از تجهیزات غیر برقی و غیر جرقه زن و... استفاده نمایید.  
ب- افتادن تجهیزات به داخل کانال<sup>۱</sup>- اطمینان حاصل کنید که تجهیزات به طور مناسب مونتاژ شده باشند.

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی (با استفاده از شمارش تعداد الیاف) برای ارزیابی میزان الیاف آربست موجود در جریان‌های گازی جاری در کانال‌ها یا دودکش‌های مربوط به فرایندهای صنعتی است که از آربست استفاده می‌کنند.

این روش می‌تواند برای تعیین غلظت الیاف در محدوده‌ی وسیعی از فرایندها، جایی که الیاف‌های منظم<sup>۲</sup> منتشر می‌گردند کاربرد داشته باشد. در این استاندارد، شناسایی انواع الیاف آربست از سایر الیاف‌ها مدنظر نیست.

یادآوری ۱- اگر شناسایی الیاف مدنظر باشد در این صورت به استاندارد ISO 10312 مراجعه شود.

یادآوری ۲- روش ذکر شده در این استاندارد می‌تواند برای بررسی کارکرد صحیح و مؤثر تجهیزاتِ غبارگیر که به منظور به تله انداختن یا جلوگیری از خروج الیاف آربست به هوا مورد استفاده قرار می‌گردد، به کار برده شود.

یادآوری ۳- این استاندارد را می‌توان مطابق با دستورالعمل شورای اتحادیه اروپا<sup>۳</sup> به شماره ۸۷/۲۱۷/EEC برای اندازه‌گیری مقادیر الیاف در جلوگیری و کاهش آلودگی محیط زیست با آربست، مورد استفاده قرار داد.

محدوده‌ی کاربرد این روش برای غلظت الیاف موجود در کانال هوا، از ۰,۰۵ الیاف در هر سانتی‌متر مکعب تا ۱۰ الیاف در هر سانتی‌متر مکعب است. با این وجود، این محدوده می‌تواند مطابق با حجم هوای نمونه‌برداری شده که به نوبه خود، به سرعت هوا در کانال و تجهیزات نمونه‌برداری بستگی دارد، تغییر نماید.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

1- Dropping into duct

2- Regulated fibers

3- European community council directive

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 مدرکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.  
استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۳۶۹: سال ۱۳۹۲، انتشار از منابع ساکن - دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات معلق

- 2-2 ISO 3696:1987, Water for analytical laboratory use - Specification and test methods.
- 2-3 ISO 3966:1977, Measurement of fluid flow in closed conduits - Velocity area method using Pitot static tubes.
- 2-4 ISO 8672:1993, Air quality - Determination of the number concentration of airborne inorganic: fibres by phase contrast optical microscopy - Membrane filter method.
- 2-5 ISO 10312: 1995, Ambient air - Determination of asbestos fibres - Direct transfer transmission electron microscopy method.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر کاربرد دارند.

۱-۳

نسبت دید<sup>۱</sup>

به نسبت طول الیاف به قطر آن گفته می‌شود.

۲-۳

دربیچه دسترسی<sup>۲</sup>

به منفذ موجود در کanal هوا که مجهز به لوله‌ی رزوه‌ای یا لبه‌دار<sup>۳</sup> بوده و از طریق آن، پراب نمونه‌برداری در امتداد خط نمونه‌برداری قرار داده می‌شود، گفته می‌شود.

---

1- Aspect ratio

2- Access port

3- Flanged or threaded socket

۳-۳

### نمونهبرداری تجمعی<sup>۱</sup>

به مجموع نمونهبرداری منفرد (در یک بازه زمانی مشخص) از ابتدای نمونهبرداری تا آخرین نمونهبرداری گفته می‌شود.

۴-۳

### کanal هوا<sup>۲</sup>

به لوله دودکش<sup>۳</sup> یا مجرای خروجی مربوط به تجهیزات غبارگیر گفته می‌شود که انتقال دهندهی گازهای غنی از الیاف آریست به بیرون است.

۵-۳

### غلظت الیاف<sup>۴</sup>

به تعداد الیافهای منظم در یک سانتی‌متر مکعب گاز گفته می‌شود.

۶-۳

### روش شمارش الیاف

به روش شمارش تعداد الیافهای منظم موجود روی صافی غشایی و محاسبه غلظت الیاف (به استاندارد ISO 8672 مراجعه شود) گفته می‌شود.

۷-۳

### نمونهبرداری ایزوکینتیک<sup>۵</sup>

به نمونهبرداری با سرعتی که سرعت و جهت گاز وارد شده به نازل نمونهبرداری، مشابه سرعت و جهت گاز در کanal هوا درست قبل از نقطه نمونهبرداری باشد، گفته می‌شود.

۸-۳ پمپ

به فن، پمپ خالی یا سایر تجهیزات به کار رفته برای استخراج نمونه‌ی گاز از کanal هوا یا دودکش اطلاق می‌گردد.

---

1- Cumulative sampling

2- Duct

3- Chimney stack

4- Fiber concentration

5- Isokinetic sampling

### الیاف منظم<sup>۱</sup>

به الیافی که مطابق با معیارهای زیر باشد گفته می‌شود:

طول  $\geq 5 \mu\text{m}$

قطر  $\leq 3 \mu\text{m}$

حداقل نسبت دید ۳:۱

### قطر هیدرولیکی<sup>۲</sup>، $D_1$ ۱۰-۳

قطر معادل یک مجرای مستطیل شکل به وسیله فرمول زیر به دست می‌آید:

$$D_1 = \frac{\text{مساحت سطح نمونه برداری} \times 4}{\text{محیط سطح نمونه برداری}}$$

### علائم به همراه واحدها و زیرنویس‌های متناظر آن‌ها ۴

برای مشاهده علائم و واحدهای متناظر با آن‌ها به جدول ۱ و برای زیرنویس‌ها به جدول ۲ مراجعه شود.

1- Regulated fibers

(این تعریف زمانی که جریان هوا یا سیال از داخل یک لوله یا کانال غیر مدور عبور کند استفاده می‌شود)

جدول ۱- علائم و واحدهای متناظر آن‌ها

واحد	مفهوم	علامت
$mm^2$	مساحت مؤثر صافی غشایی	$A_F$
$cm^3/cm^3$ /الیاف	غلظت الیاف موجود در داخل دودکش <sup>۱</sup>	C
$\mu m$	قطر خانه‌ها در روش والتون بکت <sup>۲</sup>	$D_G$
mm	قطر مربوط به مساحتی از صافی که در مواجهه با الیاف است.	$D_F$
mm	قطر نازل صافی	$d$
	الیاف (به بند ۱-۳ مراجعه شود)	$f$
	پارامتر کالیبراسیون برای پیتوت تیوب استاتیک <sup>۳</sup>	K
	پارامتر کالیبراسیون ساده شده برای پیتوت تیوب استاتیک	$k$
	تعداد کل الیاف شمارش شده	$N$
	تعداد خانه‌ی آزمون شده در روش والتون بکت	$n$
Pa	فشار مطلق	$P$
Pa	فشار دیفرانسیلی (قرائت شده توسط پیتوت استاتیک)	$\delta p$
$m^3/min$	دبی نمونه‌برداری	R
K	دما مطلق	T
°C	دما گازهای موجود در کاناال	t
$m/s$	سرعت گاز در نقطه‌ی نمونه‌برداری	v
$m^3$	حجم گاز نمونه‌برداری شده	V
$Kg/m^3$	چگالی گاز در کاناال	$\rho$
s	مدت زمان نمونه‌برداری	$\theta$

1- Stack

(روشی برای شمارش الیاف‌های با طول کمتر ۵ میکرون می‌باشد)

2- Walton-Beckett graticule

## جدول ۲- زیرنویس‌ها

زیرنویس	مفهوم
S	شرایط استاندارد $10^5 \text{ Pa}$ و $0^\circ\text{C}$
F	صافی
G	خانه در روش والتون پکت
I	سنجه انتگرالی <sup>۱</sup>
T	کل

## ۵ اصول آزمون

تجهیزات، در داخل جریان گاز در حال حرکت، گذاشته شده و به صورت ایزوکینتیک، حجم معینی از گاز به داخل کشیده می‌شود. گاز نمونه‌برداری شده، از داخل صافی که ذرات معلق (شامل الیاف) را از جریان گاز حذف می‌کند، عبور داده می‌شود. صافی را به گونه‌ای آماده‌سازی نمایید که در زیر میکروسکوپ شفاف به نظر برسد. پس از این مرحله، با کمک میکروسکوپ نوری فاز-کنتراست<sup>۲</sup>، تعداد الیاف موجود در هر کدام از زمینه‌ها به طور دقیق، شمارش می‌گردد.

با دانستن حجم گاز نمونه‌برداری شده، مساحت سطح مقطع صافی، تعداد الیاف‌های منظم شمارش شده و مساحت سطح مقطع هر زمینه، می‌توان غلظت الیاف در جریان گازی در حال حرکت را محاسبه کرد.

## ۶ خلاصه روش آزمون

این استاندارد، تجهیزات و روشی را برای برداشت یک نمونه ارائه می‌دهد تا در آن بتوان غلظت الیاف موجود در جریان گاز ناشی از فرایند تولید آزبست را با اندازه‌گیری و محاسبه، تعیین نمود. این روش، قادر به ارزیابی مؤثر بودن اقدامات انجام گرفته برای جلوگیری از آلودگی با آزبست است.

مراحل نمونه‌برداری در شکل ۱، نشان داده شده و شامل موارد زیر است:

- پراب<sup>۳</sup> به همراه نازل و جمع کننده الیاف؛
- تجهیزات تنظیم کننده دبی؛
- تجهیزات اندازه‌گیری حجم؛
- پمپ

1- Integrating meter

2- Phase contrast

3- Probe

تجهیزات تجزیه‌ای شامل موارد زیر است:

- میکروسکوپ فاز-کنتراست؛
- تجهیزات تمیز کننده صافی<sup>۱</sup>؛
- تجهیزات اندازه‌گیری دما و دبی

این روش، حساس بوده و نیاز به نمونه‌های کم و زمان‌های نمونه‌برداری نسبتاً کوتاه دارد که موجب می‌گردد نمونه‌های متعددی گرفته شده و بنابراین دقیق روش، بهبود یابد. در عمل، یک نمونه اولیه و دو نمونه قطعی<sup>۲</sup> (نهایی) گرفته می‌شود.

در آغاز و قبل از شروع نمونه‌برداری، لازم است تمامی پارامترهای عملیاتی مربوط به واحد تولیدی و ابعاد در سطح نمونه‌برداری، یادداشت گردد. سپس دبی جریان و دمای گازها در کanal ها اندازه‌گیری شده و فشار اتمسفر یادداشت می‌گردد.

پس از اینکه به این مراحل مقدماتی پرداخته شد، مجموعه مربوط به نمونه‌برداری، مونتاژ شده و نازل مناسب به منظور اطمینان از انجام نمونه‌برداری ایزوکینتیک انتخاب می‌گردد.

پراب نمونه‌برداری به ترتیب به داخل منافذ قابل دسترسی که در داخل کanal قرار دارند وارد شده و به صورت ایزوکینتیکی، از چهار نقطه واقع در مرکز چهار حوزه برابر، نمونه تهیی می‌شود. سپس حجم نمونه یادداشت می‌گردد.

نمونه جمع‌آوری شده از روی صافی غشایی، به منظور آماده‌سازی برای شمارش الیاف توسط میکروسکوپ نوری فاز-کنتراست، به آزمایشگاه منتقل می‌شود.

با استفاده از داده‌های ثبت شده، غلظت الیاف موجود در کanal ها محاسبه می‌گردد.

## ۷ تجهیزات ۱-۷ کلیات

از یک مجموعه‌ی نشان داده شده در شکل ۱، برای نمونه‌برداری از الیاف منظم استفاده کنید. دستگاه‌های استفاده شده در این مجموعه، در جدول ۳ ارائه شده است.

بخش‌های مختلف این دستگاه‌ها باید از مواد مقاوم نسبت به شرایط استفاده شده (برای مثال فولاد ضد زنگ) ساخته شود. این دستگاه‌ها باید دستی یا قابل حمل بوده و توانایی نمونه‌برداری ایزوکینتیک (به بند ۳-۱۲ مراجعه شود) در یک دبی ثابت را داشته باشند.

یادآوری ۱- برای انجام نمونه‌برداری، وجود نقاط قابل دسترس روی کanal الزامی است.

1- Filter clearing equipment

2- Definitive samples

**یادآوری ۲** - وجود یک آزمایشگاه مجاز و با امکانات خوب برای انجام کارهای تجزیه‌ای الزامی است. این آزمایشگاه باید یکی از بخش‌های سیستم کنترل کیفیت باشد.

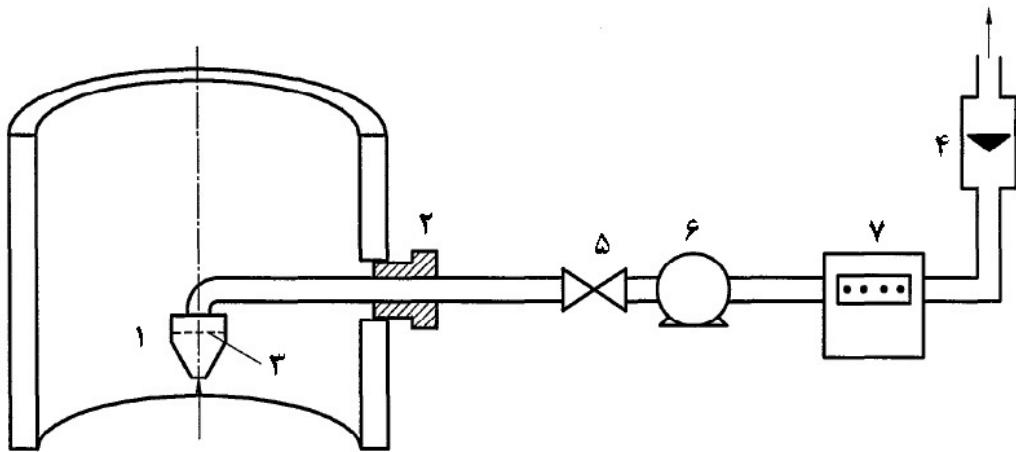
### جدول ۳- تجهیزات نمونهبرداری و تجزیه‌ای

الزامات	طراحی	تجهیزات	اعداد (به شکل ۱ مراجعه شود)
به بند ۳-۷ و شکل ۳ مراجعه شود	به شکل ۳ مراجعه شود	گیره صافی و نازل نمونه	۱
به بند ۳-۷ و شکل ۲ مراجعه شود	به صورت لوله‌ای و سفت برای نگهداشتن گیره صافی و نازل نمونه و همچنین برای آبیندی کردن کanal	پایه و لوله‌ی پراب	۲
بازدهی بالاتر از ۹۸٪ برای ذراتی به اندازه $\mu\text{m}$ ۳	صافی غشایی (ترکیبی از چند استر)	جمع کننده الیاف	۳
$\pm 2\%$ دبی حجمی با دقت٪	صفحه‌ی منفذدار (اریفیس) <sup>۱</sup> دارای منافذی با دبی متغیر	دبی سنج برای نمونه‌برداری	۴
توانایی حفظ نمونه‌برداری به صورت ایزوکینتیک (به بند ۳-۱۲ مراجعه شود)	شیر کنترل یا استفاده از روش معادل برای تنظیم دبی	تنظیم کننده <sup>۲</sup> برای نمونه‌برداری	۵
مناسب برای نمونه‌برداری ایزوکینتیکی و وقتی که گاز‌سنجد مورد استفاده قرار می‌گیرد مانع خروج گاز گردد.	پمپ خلاً یا فن یا معادل آن با ویژگی جریان ملایم	پمپ	۶
$\pm 2\%$ حجم گاز اندازه‌گیری شده با دقت٪	گاز سنج خشک یا معادل آن (به پیوست ب مراجعه شود)	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری حجم نمونه	۷
$\pm 1\%$ با دقت اندازه‌گیری دمای مطلق برابر با٪	ترموکوپل یا معادل آن	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری دمای نمونه (در کanal)	۸
مطابق با استاندارد ISO 3966	پیتوت تیوب استاتیک (به پیوست ب مراجعه شود) متصل به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری فشار دیفرانسیلی	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری دبی	۹
دارای حجم کافی برای در برگرفتن گیره صافی باشد	قابل آبندی	مخازن نمونه	۱۰
مطابق با استاندارد ISO 8672	فاز-کنتراست	میکروسکوپ نوری	۱۱
مطابق با استاندارد ISO 8672	استون/ تری استین (به شکل ۴ مراجعه شود)	تجهیزات تمیز کننده صافی	۱۲
برای خواندن تا نزدیک ۱۵	کرونومتر	وسیله برای تنظیم زمان عمل <sup>۳</sup>	۱۳
اندازه‌گیری ابعاد داخلی کanal هوا با دقت٪ $\pm 1\%$	میله‌ی کالیبره شده، نقشه‌های مطمئن یا معادل آن (به بند ۸ مراجعه شود)	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری ابعاد کanal	۱۴
با دقت اندازه‌گیری٪ $\pm 1\%$	فشارسنج یا معادل آن	وسیله‌ای برای اندازه‌گیری فشار اتمسفر	۱۵

1- Orifice plate

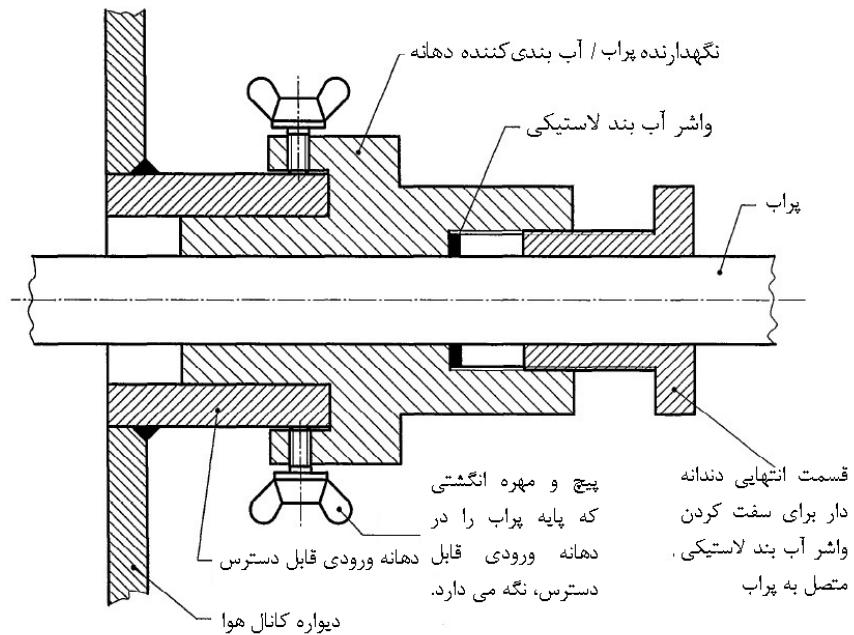
2- Regulator

3- Timing device

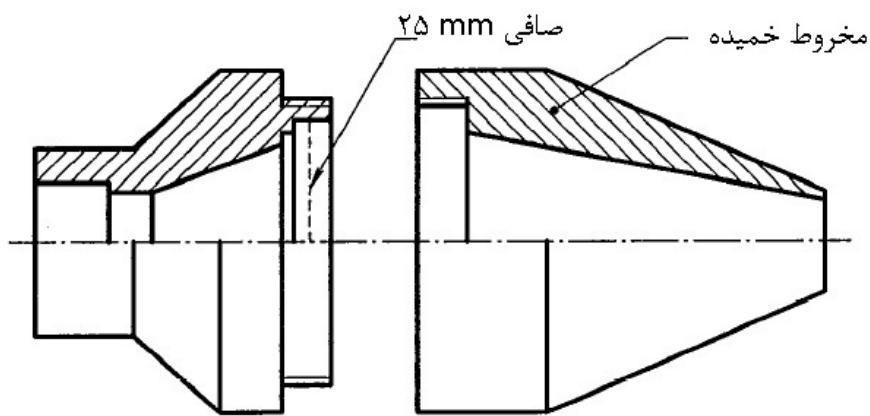


یادآوری- اعداد نشان داده شده در این شکل، متناظر با موارد ذکر شده برای دستگاه در جدول ۳ است.

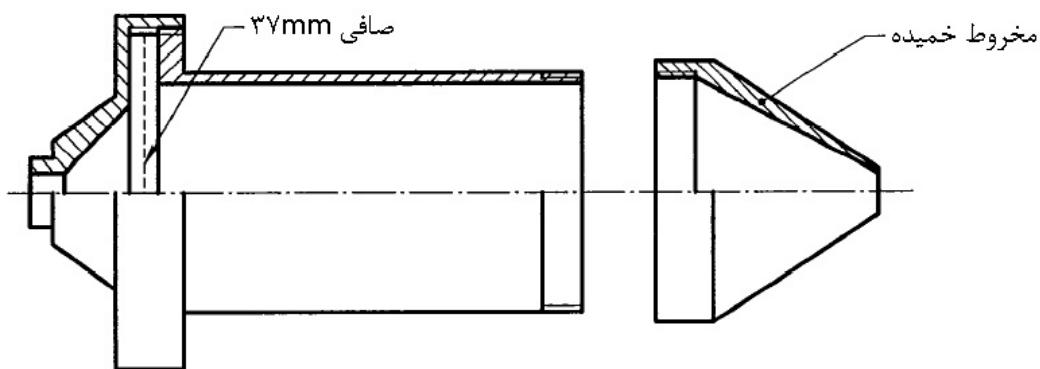
شکل ۱- مجموعه نمونه برداری نوعی



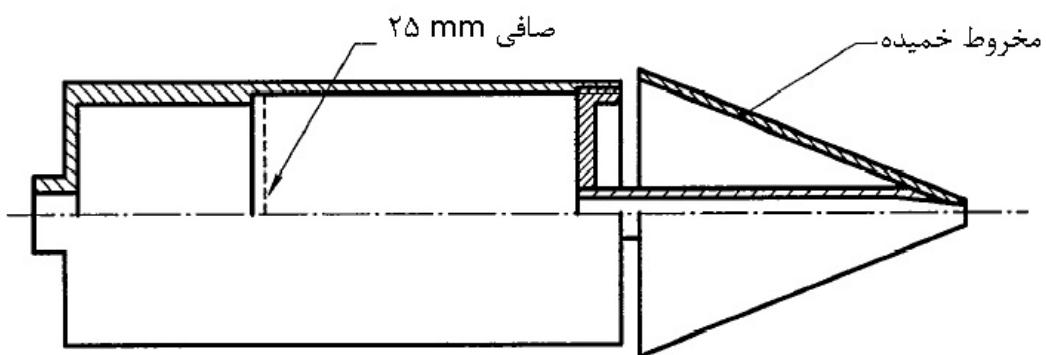
شکل ۲- دهانه ورودی قابل دسترسی به همراه نگهدارنده پراب / آب بند کننده دهانه



الف - نمونه ۱



ب - نمونه ۲



پ - نمونه ۳

شکل ۳ - طراحی نوعی مربوط به گیره صافی و نازل نمونه

## ۲-۷ فهرست تجهیزات

فهرست کامل تجهیزات در جدول ۳ ارائه شده است. هفت عدد اول مربوط به تجهیزات در جدول ۳، مربوط به شکل ۱ بوده و نشان دهنده مجموعه مربوط به نمونهبرداری نوعی است. تمامی تجهیزات استفاده شده برای نمونهبرداری و آنالیز باید مطابق با الزامات ذکر شده در جدول ۳ باشند.

### ۳-۷ پراب نمونهبرداری (شامل نازل و جمع کننده الیاف)

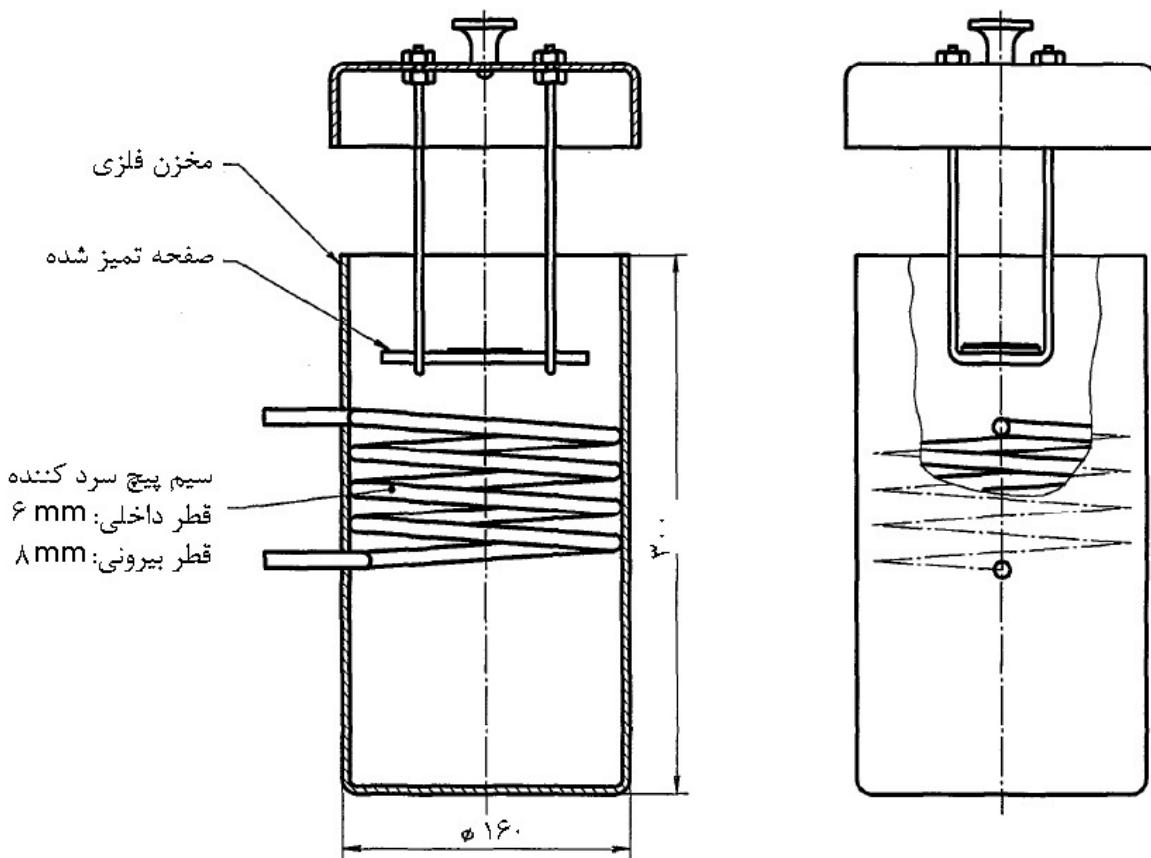
لوله‌ی پраб باید به نازل نمونه و گیره صافی، متصل شود. این لوله باید به اندازه کافی بلند باشد تا بتواند در نقطه نمونهبرداری، به همراه نازل نمونه و گیره صافی، از طریق دهانه ورودی قابل دسترس، وارد کanal هوا شود. سازوکار آببندی دهانه ورودی در دسترس، باید به گونه‌ای باشد که ورود هوای محیط یا خروج گازهای موجود در کanal هوا، به کمترین مقدار خود برسد.

یادآوری ۱- همچنین سازوکار یاد شده برای آببندی، می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده<sup>۱</sup> و ابزاری برای ایمن‌سازی پраб در محل صحیح نمونهبرداری، عمل کند. طراحی نوعی در شکل ۲ نشان داده شده است.

اصولاً نازل نمونه (به شکل ۳ مراجعه شود) باید دارای لبه‌های تیز اما کوتاه برای به حداقل رساندن امکان تخریب الیاف باشد. همچنین این نازل باید به اندازه کافی محکم باشد تا در حین استفاده آسیب نبیند.

یادآوری ۲- برای اطمینان از توزیع یکنواخت الیاف روی صافی غشایی، طراحی‌های نشان داده شده در شکل ۳ مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

قطر نازل در ورودی، نباید کمتر از ۴ mm باشد.



الف- دیگ بخار استون



ب- قرار دادن شیشه پوششی

شكل ۴- نمونه دستگاه تمیز کننده صافی

تحقیقات نشان داده است که برای حفظ نمونهبرداری ایزوکینتیکی، می‌توان از نازل‌هایی تا  $2\text{ mm}$  استفاده نمود. باید توجه داشت که اندازه قطر داخلی، نباید بیشتر از فاصله یک قطر از مقطع ورودی، کاهش یابد. هر گونه تغییر بعدی در قطر منفذ<sup>۱</sup> لوله باید به جای پلهای<sup>۲</sup> شدن به صورت مخروطی<sup>۳</sup> بوده و برای جلوگیری از ترسیب الیاف، اتصالات باید صاف باشند. هرگونه خمیدگی در این قسمت، باید دارای حداقل شاعع  $1.5$  برابر قطر منفذ نازل باشد. برای جلوگیری از ترسیب الیاف، سطوح داخلی نازل و لوله‌های اتصال پیش از صافی باید صاف و صیقلی باشند ( $2\text{ }\mu\text{m} \leq$  زبری).

برای مکش نمونه‌ها به صورت ایزوکینتیکی، از داخل جریان گاز که با سرعت‌های مختلف در کanal جاری می‌باشد، لازم است نازل‌هایی با اندازه‌های متفاوت در دسترس باشند. جمع کننده الیاف باید از نوع صافی غشایی بوده و برای کم کردن ترسیب در مناطق ناخواسته، در قسمت پشت نازل نمونه و چسبیده به آن قرار گیرد (به طراحی نوعی در شکل ۳ مراجعه شود).

#### ۴-۷ حجم و دبی نمونهبرداری

پمپ استفاده شده برای استخراج نمونه‌ها، باید در تمامی موقعیت‌ها توانایی نمونهبرداری ایزوکینتیکی را داشته باشد (به بند ۳-۱۲ مراجعه شود). بنابراین این پمپ باید قادر به غلبه به افت فشار ایجاد شده از تجهیزات نمونه‌برداری و در داخل کanal بوده و تأمین کننده جریان پیوسته و ملایم باشد.

تنظیم دبی نمونهبرداری باید با استفاده از شیر کنترل انجام گیرد. اگرچه در صورت داشتن حساسیت کافی، می‌توان از کنترل ولتاژ مربوط به واحد مکش نیز استفاده کرد.

یادآوری - در اکثر موارد، منافذی با دبی متغیر، برای کنترل دبی مناسب می‌باشند اما در برخی موارد، صفحات منفذدار و... نیز برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگرچه منافذی با دبی متغیر، برای کنترل دبی نمونه در روش نمونهبرداری ایزوکینتیکی به کار می‌روند، اما اطلاع از اندازه دقیق حجم گاز نمونهبرداری شده ضروری است.

#### ۵-۷ اندازه‌گیری دما و دبی در داخل کanal

از یک پیتوت تیوب استانیک که مطابق با الزامات استاندارد ISO 3966 باشد برای اندازه‌گیری دبی گازهای موجود در داخل کanal استفاده کنید. در صورت مواجهه با شرایطی با رطوبت بالا که آن موجب ایجاد مزاحمت در زمان استفاده از این تجهیزات می‌شود، استفاده از پیتوت تیوب استانیک کالیبره شده (از نوع معکوس<sup>۴</sup> مجاز است (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۳۶۹ مراجعه شود).

یادآوری ۱ - رطوبت موجود در جریان گاز، تأثیر منفی بر روی صافی غشایی داشته و می‌تواند موجب مسدود شدن و حتی پاره شدن صافی گردد.

1- Bore diameter

2- Stepped

3- Tapered

4- Stauschibe

**یادآوری ۲**- اکثر قریب به اتفاق ترموموکوپل‌ها دارای دقت کافی در اندازه‌گیری دما هستند.

## امکانات در محل نمونه‌برداری ۸

### ۱-۸ کلیات

قبل از انجام نمونه‌برداری از محل حاوی آذبست، ضمن بررسی در دسترس بودن سکوهای نمونه‌برداری<sup>۱</sup>، اینمی (به صفحه ۱ مراجعه شود)، تأمین برق، پروفیل جریان موجود در کanal (به بند ۲-۸ مراجعه شود) اطمینان حاصل نمایید که امکانات لازم برای نمونه‌برداری در شرایط مطلوب می‌باشد.

با این حال، اگر قبلًا نمونه‌برداری در این محل انجام نشده باشد، در این صورت مناسب‌ترین قسمت در پایین تجهیزات غبارگیر را برای نمونه‌برداری تعیین کنید (به بند ۲-۸ مراجعه شود).

### ۲-۸ الزامات مربوط به محل مناسب نمونه‌برداری

به منظور مطابقت محل نمونه‌برداری با الزامات این استاندارد، به کارگیری شرایط زیر الزامی است:

الف- زاویه جریان گاز باید کمتر از ۱۵ درجه نسبت به محور کanal باشد؛

ب- در هیچ یک از نقاط نمونه‌برداری نباید جریان معکوس گاز وجود داشته باشد؛

پ- در زمان استفاده از پیوت تیوب استاتیک، افت فشار نباید کمتر از ۵ Pa باشد؛

ت- نسبت "بیشترین به کمترین" سرعت‌های گاز، باید کمتر از ۳:۱ باشد؛

ث- دمای مطلق در هر نقطه نمونه‌برداری باید کمتر از  $\pm 5\%$  نسبت به میانگین دمای مطلق باشد؛

اگر معیارهای ذکر شده در بالا، محقق نگردد در این صورت برای برآورده شدن این معیارها، محل‌های دیگر را بررسی نمایید.

به منظور بررسی این‌که آیا این معیارها برآورده شده‌اند یا خیر، با استفاده از پیوت تیوب استاتیک، مقدار فشار دیفرانسیلی را در ۱۰ نقطه‌ی مساوی از خط نمونه‌برداری (به شکل ۵ مراجعه شود) اندازه‌گیری کنید. داده‌ها نباید در نواحی نزدیک به دیوار کanal برداشت شوند (فاصله‌ی پیوت تیوب استاتیک نسبت به دیوار کanal، از  $3\%$  قطر مؤثر کanal بیشتر بوده یا داده‌ها از فاصله mm ۳۰ نسبت به کanal برداشت گردد. هر کدام از این فاصله‌ها بزرگ‌تر باشد، آن فاصله معیار انتخاب خواهد بود). به طور مشابه، دمای مربوط به هر کدام از این نقاط نیز باید اندازه‌گیری گردد.

**یادآوری ۱**- محل نمونه‌برداری باید در محور طولی کanal و به صورت مستقیم و ثابت که ترجیحاً عمود به کanal بوده و موانع موجود در داخل کanal (برای مثال: وجود انحنای، فن، دمپری که کامل بسته نشده باشد) موجب آشفتگی و تغییر جهت جریان نگردد، انتخاب شود. برای این که شرایط ذکر شده در بالا (الف تا ث محقق گردد) لازم است محل نمونه‌برداری دارای مسیر روشن و

---

1- Sampling platforms

واضح از ابتدا تا قسمت انتهایی در هر کanal و ترجیحاً با قطرهای متفاوت باشد. در مواردی که این شرایط فراهم نگردد، به پیوست الف مراجعه شود).

در مواردی که نمونهبرداری از کانال‌های افقی اجتناب‌ناپذیر باشد در این صورت برای نمونهبرداری، دهانه‌های ورودی قابل دسترس که در قسمت بالای کanal قرار گرفته است را مد نظر قرار دهید.

یادآوری ۲ - قبل از ایجاد دهانه‌های ورودی قابل دسترس، چند سوراخ با متنه بر روی کanal در جایی که نمونهبرداری امکان‌پذیر باشد، ایجاد کرده و بررسی‌های اولیه را از نظر دما و جریان در کanal انجام دهید.

### ۳-۸ محل دهانه‌های ورودی قابل دسترس

دهانه‌های ورودی قابل دسترس باید مطابق با شکل ۵ و در قسمت انتهایی هر یک از خطوط نمونهبرداری<sup>۱</sup> تعبیه گردد.

نقاط نمونهبرداری، روی خطوط نمونهبرداری قرار گرفته روی یک صفحه، انتخاب می‌گردند. بسته به شکل کanal، خطوط نمونهبرداری با زاویه قائم نسبت به دیگر خطوط یا موازی با آن‌ها قرار می‌گیرند.

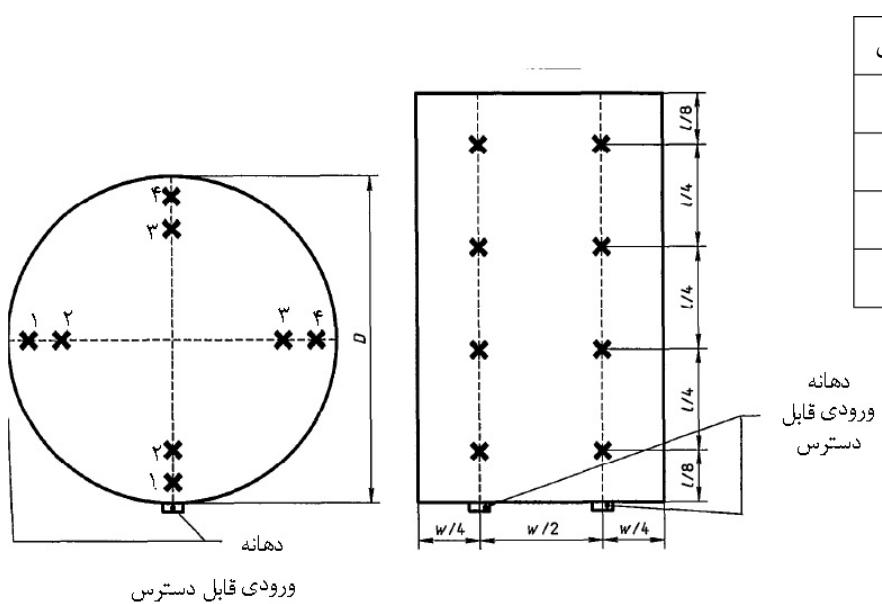
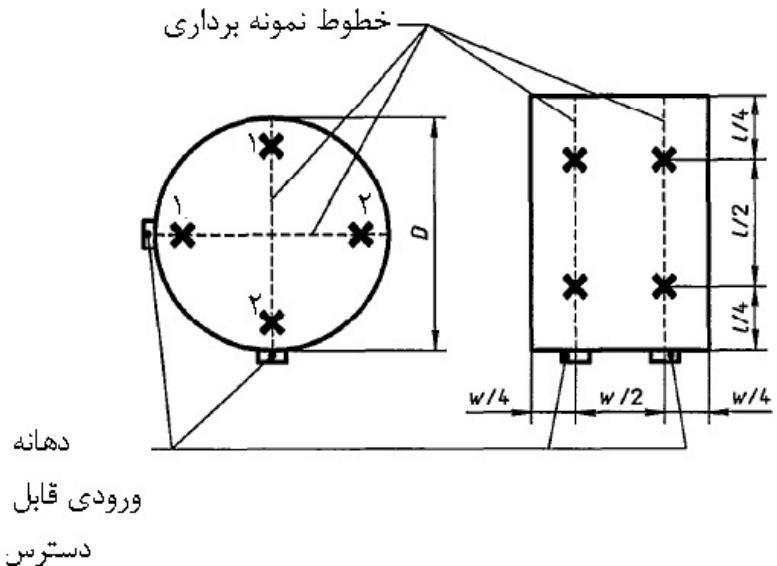
### ۴-۸ سکوی نمونهبرداری

وقتی که نمونهبرداری از دودکشی با ارتفاع بالا مدنظر باشد، در این صورت برای این که افراد بتوانند تجهیزات نمونهبرداری را در محل مناسب قرار داده و فرایند نمونهبرداری را انجام دهند، به یک سکوی نمونهبرداری نیاز است. سکوی نمونهبرداری باید مطابق با الزامات مندرج در استانداردهای ملی مربوطه باشد. موارد مربوط به اینمی که باید در محل نمونهبرداری رعایت گردد در صفحه ۱ آورده شده است.

یادآوری - در مواردی که بتوان نمونهبرداری را روی سطح زمین انجام داد، نیازی به استفاده از سکو نیست.

---

1- Sampling line



ب - کانال های بزرگ (مساحت سطح مقطع  $\square 3 m^2$ )

راهنمای:

$D$  برابر است با قطر کanal

$L$  برابر است با طول کanal

$W$  برابر است با عرض کanal

شکل ۵ - موقعیت نقاط نمونه برداری

## کارهایی که قبل از نمونهبرداری، در محل نمونهبرداری انجام می‌شود

### ۱-۹ کلیات

قبل از هر گونه اندازهگیری، داده‌ها و عملیات مربوط به فرایندهای تولید آبست را یادداشت کرده و اطمینان حاصل نمایید که تمامی عملیات و فرایندها، در زمان نمونهبرداری در حال انجام باشند. نمونه کاربرگ کارهای مربوط به محل نمونهبرداری (قبل از نمونهبرداری) در پیوست پ ارائه شده است. به دلیل خطرناک بودن بالقوه‌ی آبست، تمامی اقدامات احتیاطی مربوط به اینمی‌را در نظر بگیرید (به صفحه ۱ مراجعه شود).

صفایی‌های غشایی را در هوای عاری از الیاف آبست، به وسیله‌ی گیره صافی نصب کنید. به منظور استفاده از تجهیزات نمونهبرداری، آن را مونتاژ کرده (از نازل مناسب استفاده کنید) و با کمک روش زیر نشتی آن را بررسی نمایید:

دهانه ورودی نازل را با یک چوب پنبه بسته و مقدار  $50\text{ kPa}$  خلا را در داخل مجموعه‌ی مربوط به نمونهبرداری ایجاد کرده و آن را آببندی<sup>۱</sup> کنید. اگر عقربه گازسنج خشک حرکت کرد، در این صورت دبی  $0.5\text{ l/min}$  را می‌توان به عنوان حداکثر دبی نشتی مجاز در نظر گرفت.

### ۲-۹ مساحت سطح مقطع کanal در صفحه نمونهبرداری

ابعاد داخلی کanal یا دودکش را اندازه‌گیری کرده و مساحت سطح مقطع قابل دسترس برای جریان هوای جاری در کanal را محاسبه کنید.

یادآوری - هیچ یک از تجهیزات اندازه‌گیر سرعت گاز و پراب با نازل مربوطه آن، نباید برای این منظور(اندازه‌گیری مساحت سطح مقطع) مورد استفاده قرار گیرند.

اگر مساحت سطح مقطع کanal با استفاده از رسم فنی<sup>۲</sup>، به دست آید، بررسی کنید که آیا رسم فنی یاد شده با کanal مورد بحث مطابقت دارد یا خیر. در غیر این صورت به اندازه‌گیری‌های مربوط به کanal اعتماد کنید.

### ۳-۹ بررسی دما و سرعت

اندازه‌گیری‌های مربوط به سرعت و دما را در امتداد هر یک از خطوط نمونهبرداری (مطابق با بند ۲-۸) و در مرکز این خطوط انجام داده و آن‌ها را به منظور استفاده در بندهای ۵-۹ و ۲-۹ یادداشت نمایید. فشار اتمسفر (در یک ارتفاع معادل با محل نمونهبرداری) را با استفاده از یک فشارسنج اندازه‌گیری کرده و یادداشت کنید.

### ۴-۹ تعداد و موقعیت نقاط نمونهبرداری

نمونه‌های ایزوکینتیک بسته به اندازه کanal باید از ۴ یا ۸ نقطه نمونهبرداری گرفته شوند (به بند ۱۰ مراجعه شود). این نقاط نمونهبرداری باید در مرکز ۴ یا ۸ منطقه مشابه در داخل کanal واقع شوند. اگر مساحت سطح مقطع کanal از  $3\text{ m}^2$  تجاوز نماید یا اگر نسبت داده‌های حداکثر به حداقل اندازه‌گیری شده توسط پیتوت تیوب

1- Seal

2- Drawings

استاتیک از ۴:۱ تجاوز نماید (به عبارت دیگر نسبت سرعت‌های گاز از ۲:۱ تخطی کند) در این صورت، باید ۸ نقطه نمونه‌برداری مورد استفاده قرار گیرد.

به منظور داشتن رضایت از دبی نمونه، حجم نمونه و میزان الیاف بارگیری شده روی صافی، نمونه‌برداری را به صورت تجمعی انجام دهید. تعداد و موقعیت نقاط نمونه‌برداری را بسته به شکل و اندازه کanal و مطابق با شکل ۵ تعیین کنید.

#### ۵-۹ نمونه‌ی اولیه

۱-۵-۹ برای اطمینان از رژیم نمونه‌برداری صحیح در زمان برداشتن دو نمونه قطعی، با روش زیر نمونه‌ی اولیه‌ای را از مرکز کanal برداشت کنید.

با استفاده از داده‌های یادداشت شده در بند ۳-۹، سرعت گاز را در مرکز کanal محاسبه کرده (به بند ۱۲ مراجعه شود) و سپس با مراجعه به نمودار زمینه<sup>۱</sup> که برای سرعت/دبی نمونه‌برداری/قطر نازل است (به شکل ۶ مراجعه شود)، حداکثر قطر نازل و دبی نمونه‌برداری ایزوکینتیک را تعیین کنید.

یادآوری - دلیل انتخاب نازل بزرگ، اطمینان از نمونه‌برداری در کوتاهترین زمان ممکن است.

پس از انتخاب نازل، زمان نمونه‌برداری (بر حسب دقیقه) را با کمک معادله ۱ و با فرض این که غلظت الیاف در کanal در حدود  $cm^3/cm^3$  و بارگیری بهینه روی صافی برابر با  $mm^2/mm^2$  باشد، تخمین بزنید.

$$\theta = \frac{300}{2} \times \frac{A_F}{R} \times 10^{-6} \quad (1)$$

$$\theta = 15 \times 10^{-5} \times \frac{A_F}{R}$$

که در آن:

$A_F$  برابر است با مساحت مؤثر برای صاف کردن در صافی غشایی بر حسب میلی‌متر مکعب؛

$R$  برابر است با دبی نمونه‌برداری بر حسب متر مکعب بر دقیقه

مثال:

$$R = 0.01 m^3/min \quad \text{و} \quad A_F = 300 mm^2 \quad \text{اگر}$$

در این صورت زمان نمونه‌برداری برابر است با:

$$\theta = 15 \times 10^{-5} \times \frac{300}{0.01} = 4.5 min$$

به طور متناسب، دبی و زمان نمونهبرداری را با مراجعه نموداری شبیه به آنچه در شکل ۷ نشان داده شده است، تخمین بزنید.

یادآوری- بهینه زمان نمونهبرداری احتمالاً بین  $2\text{min}$  تا  $10\text{ min}$  است.

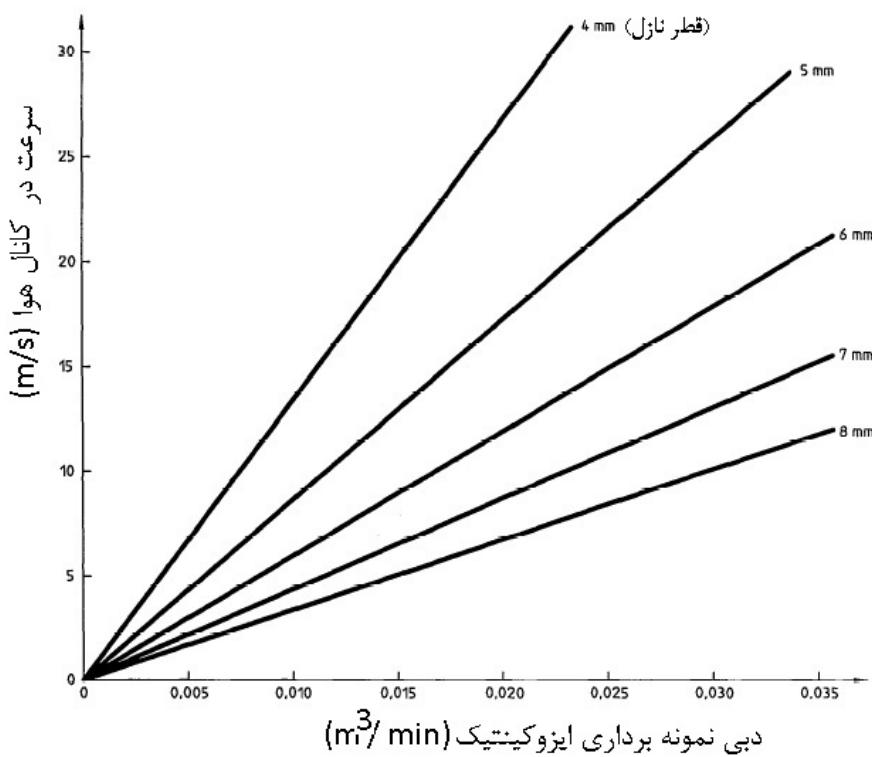
**۲-۵-۹** نازل انتخاب شده (به بند ۵-۹ مراجعه شود) را به دستگاه نمونهبرداری متصل کرده و اطمینان حاصل کنید که شیر کنترل بسته باشد. سپس پراب را از وسط یکی از دهانه‌های ورودی قابل دسترس وارد کرده و آن را در مرکز خط نمونهبرداری مستقر کنید. اطمینان حاصل کنید که نازل نسبت به جریان گاز وضعیت قائم داشته ولی به دلیل جلوگیری از جمع شدن ذرات و الیاف در دستگاه نمونهبرداری، رو به بالا نباشد.

به دلیل جلوگیری از میعان گاز، اجازه دهید تا دمای دستگاه موجود در داخل کانال به دمای گاز کانال برسد. به طور همزمان پمپ را روشن کرده و لوله پраб را بچرخانید<sup>۱</sup> (به اندازه ده درجه) تا پраб به طور مستقیم در معرض یک جریان بالا قرار گیرد. در این لحظه زمان سنج را روشن کرده و شیر کنترل را باز کنید. شیر کنترل قرار گرفته روی دبی سنج را به منظور رسیدن به دبی نمونهبرداری ایزوکینتیک (به بند ۱-۵-۹ مراجعه شود)، تنظیم نمایید.

در طول زمان نمونهبرداری، شیر کنترل را به گونه‌ای که دبی نمونهبرداری ایزوکینتیک حفظ گردد، تنظیم نمایید. سرعت گاز مکیده شده با نازل، نسبت به سرعت گاز موجود در کانال در نقطه نمونهبرداری، باید دارای خطایی به اندازه  $\pm 10\%$  باشد.

## ۶-۹ انتقال و ارزیابی نمونه

وقتی که زمان محاسبه شده نمونهبرداری (به بند ۱-۵-۹ مراجعه شود) به پایان رسید، در این لحظه به طور همزمان، شیر کنترل را بسته و نازل را تا ۹۰ درجه (اما نه رو به بالا) بچرخانید و پمپ را خاموش کنید. لوله پраб را از کانال با احتیاط کامل خارج کنید. همچنین مجموعه‌ی نازل/ صافی را خارج کرده و آن را در داخل یک ظرف یا کیسه تمیز قرار دهید. ظرف یا کیسه گفته شده را آب‌بندی کرده و آن را برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال کنید.



شکل ۶- نمودار زمینه نوعی برای سرعت / دبی نمونهبرداری / قطر نازل

در سریع‌ترین زمان ممکن، مطابق با راهنمایی‌های مندرج در بند ۱۱ عمل کنید تا بتوان نمونهبرداری قطعی را آغاز کرد.

## ۱۰ روشهای نمونهبرداری

### ۱-۱۰ کلیات

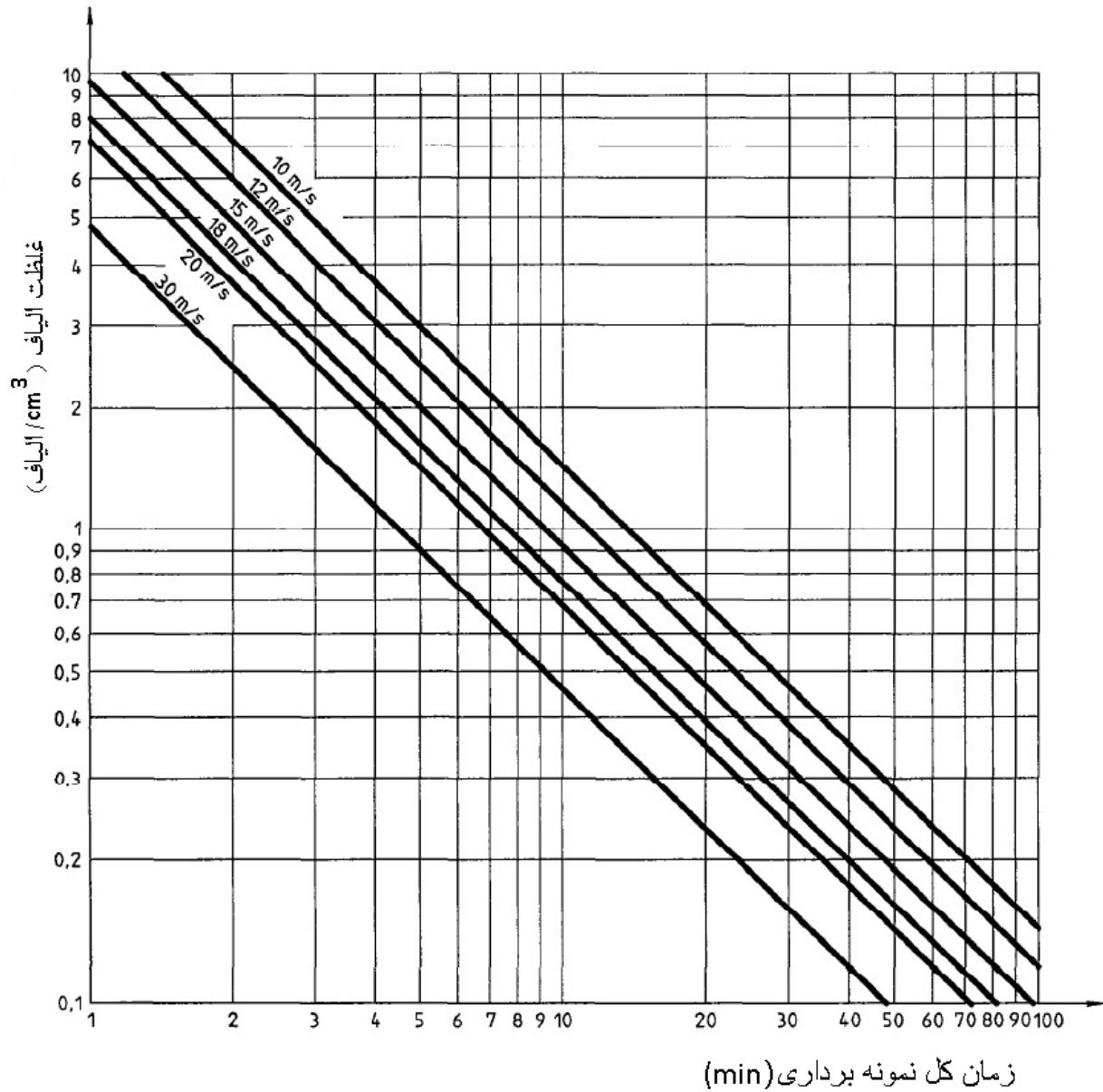
نتایج تجزیه‌ای به دست آمده از بند ۶-۹ را ارزیابی کنید. اگر در نمونهبرداری اولیه، بارگیری الیاف در محدوده  $mm^2/\text{الیاف}$  ۱۰۰ تا  $600 mm^2/mm^2$  باشد، در این صورت زمان نمونهبرداری رضایت‌بخش است. اگر میزان بارگیری الیاف، کمتر یا بیشتر از این محدوده باشد، در این صورت زمان نمونهبرداری باید افزایش یا کاهش (به ترتیب) یابد.

**یادآوری** - اطلاع از سرعت گازهای موجود در کanal در نقاط نمونهبرداری و قبل از شروع نمونهبرداری الزامی است (به بندهای ۲-۱۰ و ۲-۱۲ مراجعه شود).

به دلیل حساس بودن این روش آزمون، دقیقت لازم را به عمل آورده و تمامی پارامترهای واحد تولیدی در حال کار را یادداشت کنید (به بند ۱۳ مراجعه شود).

## ۲-۱۰ قطر نازل، زمان و دبی نمونهبرداری

سرعت و دمای گازهای موجود در کanal را در نقاط نمونهبرداری اندازه‌گیری کرده و یادداشت نمایید (به بند ۳-۹ مراجعه شود). با استفاده از این داده‌ها و با مراجعه به نمودار زمینه مربوط به قطر نازل، زمان و دبی نمونهبرداری (به شکل ۶ مراجعه شود)، اندازه‌های قابل استفاده‌ی نازل را انتخاب نمایید. پس از این مرحله، اطلاعات تعیین شده در بند ۱-۱۰ را در نظر گرفته و قطر مناسب برای نازل به همراه زمان و دبی مناسبی که موجب بارگیری بهینه  $mm^2/\text{الیاف} ۳۰۰$  روی صافی گردد را انتخاب کنید. نازل را روی دستگاه نمونهبرداری تنظیم کنید. با توجه به این که زمان نمونهبرداری تعیین شده در بند ۵-۹ (جایی که ۴ یا ۸ نقطه نمونهبرداری مورد نیاز است) برای یک نمونه‌ی منفرد می‌باشد، در نتیجه لازم است تا زمان کل به ۴ یا ۸ (به ترتیب) تقسیم گردد. حداقل زمان برای هر کدام از نقاط نمونهبرداری در نمونهبرداری چند نقطه‌ای باید برابر با  $3 \text{ min}$  و در نمونه‌برداری تک نقطه‌ای باید برابر  $10 \text{ min}$  باشد.



یادآوری - فرضیات عبارتنداز: استفاده از صافی غشایی  $25 \text{ mm}$  با مساحت در معرض قرارگیری  $368 \text{ mm}^2$  و میزان بارگیری  $300 \text{ الیاف/mm}^2$

شكل ۷ - نمودار نوعی مربوط به زمان نمونه برداری (نازل با قطر  $4 \text{ mm}$ )

### ۳-۱۰ نمونهبرداری قطعی

#### ۱-۳-۱۰ کلیات

برای ارزیابی میزان انتشار، نیاز به برداشت دو نمونه‌ی قطعی با روش نمونه‌برداری تجمعی (به بند ۱۰-۳-۲) مراجعه شود) است. این بدین معناست که هر نمونه‌ی قطعی فقط از روی یک صافی غشایی برداشت می‌گردد. بنابراین جایی که این روش موجب بار اضافه روی صافی گردد یا جایی که اطلاعات دقیق‌تری در خصوص غلظت الیاف موجود در کanal مورد نیاز باشد، برداشت نمونه‌های منفرد در هر کدام از نقاط نمونه‌برداری مجاز می‌باشد. باید توجه داشت که انجام عمل میانگین‌گیری روی این نمونه‌ها ممکن است موجب بروز نتایج گمراه کننده گردد.

با نازلی که به صورت صحیح تنظیم شده باشد و با استفاده از اطلاعات بند ۹-۳، از روش اجرایی شرح داده شده در بند ۹-۵-۲ تبعیت کرده و نازل را در یکی از نقاط نمونه‌برداری به استثنای نقاط مرکزی قرار دهید. در صورت لزوم، برای حفظ دبی نمونه‌برداری، شیر کنترل را در کل زمان نمونه‌برداری تنظیم کنید (به بند ۱۰-۲) مراجعه شود). سرعت گاز مکیده شده با نازل، نسبت به سرعت گاز موجود در کanal در نقطه نمونه‌برداری، باید دارای خطایی به اندازه  $\pm 10\%$  باشد.

#### ۲-۳-۱۰ نمونه‌برداری تجمعی (به بند ۳-۳ مراجعه شود)

پس از این که اولین نمونه، روی صافی جمع شد، بدون استفاده از یک صافی جدید، سریعاً لوله پراب را برای قرارگیری مجدد نازل در نقطه نمونه‌برداری دوم تنظیم کنید. برای خواندن مقدار جریان لازم در نقطه نمونه‌برداری، سریعاً شیر کنترل را تنظیم کرده (به بند ۱۰-۲ مراجعه شود) و سپس نمونه‌برداری را مطابق با بند ۹-۵-۲ ادامه داده و در صورت لزوم، روش اجرایی را تا جایی ادامه دهید تا نمونه‌ها در تمام نقاط نمونه‌برداری واقع در اولین خط نمونه‌برداری (به شکل ۵ مراجعه شود) گرفته شوند. شیر کنترل را بسته و دستگاه کرونومتر متوقف نمایید. لوله پраб را از دهانه ورودی در دسترس خارج کرده و آن را مجدداً روی خط نمونه‌برداری دیگر قرار داده و این روش اجرایی را تا جایی ادامه دهید که یک نمونه‌ی تجمعی از تمامی نقاط، جمع‌آوری گردد. در این لحظه، صافی حاوی اولین نمونه‌ی قطعی می‌باشد.

#### ۳-۳-۱۰ انتقال نمونه روش اجرایی ذکر شده در بند ۹-۶ را تکرار کنید.

#### ۴-۳-۱۰ اندازه‌گیری دما و سرعت

به محض اینکه عمل نمونه‌برداری، در تمام نقاط نمونه‌برداری کامل گردید، سرعت گاز و دما در هر کدام از نقاط نمونه‌برداری را مجدداً اندازه‌گیری کنید. اگر مجموع داده‌های به دست آمده در روش پیوتون تیوب استاتیک، نسبت به داده‌های اصلی مطرح شده در بند ۱۰-۲، به میزان  $\pm 10\%$  متفاوت باشد (یا مجموع داده‌های قرائت شده سرعت گاز بیشتر از  $\pm 5\%$  متفاوت باشد) در این صورت نتایج آزمون دارای دقت کافی نمی‌باشند.

**یادآوری**- اگر این خطا رخ دهد در این صورت دلایل مربوط به اختلاف یاد شده باید قبل از تکرار روش اجرایی مشخص گردد.

بررسی کنید که آیا شرایط نمونه برداری ایزو کینتیک (در محدوده  $\pm 10\%$ ، با مقایسه دبی محاسبه شده که از دبی نمونه اندازه گیری شده به دست آمده است به طور کامل ایجاد شده است یا خیر (به بند ۱۲ مراجعه شود). اگر به این نتیجه برسید که شرایط ایزو کینتیک حاصل شده است، از ادامه اندازه گیری صرف نظر کرده و پس از بررسی علت، اندازه گیری را تکرار کنید.

#### ۴-۱۰ نمونه قطعی دوم

روش اجرایی شرح داده شده در بند ۳-۱۰ را در شرایط شبیه به شرایط واحد تولیدی و به محض قابل اجرا بودن، تکرار کنید.

**یادآوری**- اگر نمونه قطعی دوم، سریعاً پس از برداشت نمونه قطعی اول، برداشت گردد، در این صورت داده های ثبت شده مربوط به دما و سرعت گاز در انتهای بند ۱۰-۳، ممکن است به عنوان داده های اولیه برای نمونه های قطعی دوم مورد استفاده قرار گیرد.

### ۱۱ روش های اجرایی تجزیه ای

#### ۱-۱۱ برگرداندن صافی ها<sup>۱</sup>

مجموعه نازل / صافی را یک بار با دقیقت کامل در آزمایشگاه به پشت برگردانده و گیره صافی را از مجموعه مربوطه جدا کرده و با دقیقت کامل، صافی را با انبرک به گونه ای جدا کنید که الیاف نشسته روی صافی از آن جدا نشود. پس از جدا کردن صافی آن را روی میکروسکوپی با شیشه ای تمیز قرار دهید (برای آگاهی از جزئیات مربوط به تمیز بودن شیشه ها به استاندارد ISO 8672 مراجعه شود).

#### ۲-۱۱ تمیز کردن صافی و آماده سازی آن برای شمارش الیاف

از روش استون/تری استین برای تمیز کردن و مانت کردن لام های شیشه ای<sup>۲</sup> میکروسکوپ (به پیوست الف در استاندارد ISO 8672 مراجعه شود) استفاده کنید.

**یادآوری**- اصول کلی به این صورت است که مخلوطی از حلal مایع برای تخریب منافذ صافی مورد استفاده قرار می گیرد و موجب می گردد تا صافی به شیشه، چسبیده و به یک فیلم پلاستیکی یکنواخت، شفاف و جامد که الیاف در قسمت رویی آن قرار دارد، تبدیل شود. در این مرحله، صافی غشایی از سمت بالایی آن، بر روی لام شیشه ای قرار داده می شود. به منظور ایجاد کنتراست مطلوب با الیاف و برقراری تماس نوری، چند قطره از تری استین مایع روی سطح ریخته شده و یک تکه شیشه ای پوششی<sup>۳</sup> بر روی این لام قرار می گیرد (به شکل ۴- ب مراجعه شود). نمونه هایی که با این روش تهیه شده باشند دیرتر خراب می گردند. پیش از این

1- Return of the filters

2- Mounting slides

3- Cover slip

که یک نمونه‌ی واقعی مورد استفاده قرار گیرد، این روش تهیه نمونه باید روی صافی‌های شاهد بررسی گردد تا صلاحیت لازم برای تهیه نمونه‌ی واقعی با این روش حاصل گردد.

### ۳-۱۱ شمارش الیاف

الیاف موجود روی لام را مطابق با استاندارد ISO 8672 شمارش کنید.

### ۱۲ روش محاسبه

#### ۱-۱۲ محاسبه سرعت گاز

سرعت گاز در نقطه‌ی نمونه‌برداری را، با استفاده از داده‌های قرائت شده از پیتوت تیوب استاتیک و بر حسب متر بر ثانیه و دما و چگالی گازهای موجود در کanal را با استفاده از معادله ۲ محاسبه کنید.

$$v = K \sqrt{2 \times \frac{\delta P}{\rho} \times \frac{(273+t)}{273}} \quad (2)$$

که در آن:

$\delta P$  برابر است با فشار دیفرانسیلی بر حسب پاسکال؛

$\rho$  برابر است با چگالی گاز موجود در کanal بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب؛

$t$  برابر است با دمای گاز موجود در کanal بر حسب درجه سلسیوس؛

$K$  برابر است با پارامتر کالیبراسیون مربوط به پیتوت تیوب استاتیک

یادآوری ۱- پارامتر  $k$  بسته به نوع پیتوت تیوب استاتیک استفاده شده، متفاوت است. برای لوله‌های پرانتل  $k=1$  می‌باشد.

یادآوری ۲- در عمل، چگالی گاز موجود در کanal با چگالی هوا یکسان در نظر گرفته می‌شود. همچنین دمای گازهای خارج شده از تعدادی از فرایندهای مربوط به تولید آزبست، به طور غیرمحتمل، از دمای محیط بالا بوده و بنابراین با فرض این که دمای هوا  $15^{\circ}\text{C}$  باشد، معادله ۲ به صورت زیر ساده می‌گردد:

$$v = k \sqrt{\delta p} \quad (3)$$

که در آن:

$k$  برابر با پارامتر ساده مربوط به پیتوت تیوب استاتیک است.

#### ۲-۱۲ حجم هوای نمونه‌برداری شده

اگر سرعت در هر یک از نقاط نمونه‌برداری به صورت  $V_1, V_2, V_3$  و ... ، قطرهای نازل  $d_1, d_2, d_3$  و ... و زمان نمونه‌برداری  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  و ... باشد، در این صورت حجم گاز نمونه‌برداری شده،  $V_T$ ، بر حسب متر مکعب به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$V_T = \frac{\pi d_1^2}{4} \times V_1 \times \theta_1 + \frac{\pi d_2^2}{4} \times V_2 \times \theta_2 + \dots \quad (4)$$

1- Prandtl tubes

بنابراین اگر قطر نازل  $d$  ، و زمان نمونهبرداری  $\theta$  ، برای هر یک از نقاط نمونهبرداری، با هم برابر باشند در این صورت معادله ۴ به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

$$V_T = \frac{\pi d^2}{4} \times \theta (V_1 + V_2 + V_3 + \dots) \quad (5)$$

با واردسازی شرایط استاندارد در معادله بالا، معادله زیر حاصل می‌گردد:

$$V_S = V_T \times \frac{P}{P_T} \times \frac{T_S}{T} \quad (6)$$

### ۳-۱۲ اعتبارسنجی نمونهبرداری ایزوکینتیک

همان‌گونه که در زیر نشان داده شده است، اگر حجم نمونهبرداری شده،  $V_S$  ، متناظر با  $\pm 10\%$  حجم نمونه اندازه‌گیری شده  $V_1$  باشد در این صورت نمونهبرداری ایزوکینتیک رخ داده است:

$$0.9 V_S < V_1 < 1.1 V_S \quad (7)$$

یادآوری - حجم نمونه اندازه‌گیری شده، که از روی سنجه انتگرالی یادداشت می‌گردد، نسبت به شرایط استاندارد تصحیح می‌گردد.

### ۴-۱۲ غلظت الیاف

غلظت الیاف ،  $C$ ، را در گاز دودکش با استفاده از معادله ۸ و بر حسب الیاف بر سانتی‌متر مکعب محاسبه کنید:

$$C = \frac{N}{nV_1} \left( \frac{D_F}{D_G} \right)^2 \quad (8)$$

که در آن:

$N$  برابر است با تعداد کل الیاف شمارش شده (مطابق با بند ۳-۱۱)؛

$n$  برابر است با تعداد خانه‌های تحت آزمون (به بند ۱۱-۳ مراجعه شود).

$V_1$  برابر است با حجم هوای نمونهبرداری شده بر حسب متر مکعب (به بند ۱۲-۳ مراجعه شود)؛

$D_F$  برابر است با قطر نواحی در معرض قرار گرفته صافی بر حسب میلی‌متر (به بند ۱۱-۳ مراجعه شود)؛

$D_G$  برابر است با قطر خانه‌ها در روش والتون بکت بر حسب میکرومتر که با استفاده از یک میکرومتر اندازه‌گیری می‌شود (به بند ۱۱-۳ مراجعه شود).

معادله ۸ برای یک صافی منفرد به کار می‌رود (به بند ۱۳-۲ مراجعه شود).

### ۱۳ ارائه و تفسیر نتایج

#### ۱-۱۳ ارائه نتایج

پارامترهای اندازه‌گیری شده، داده‌های مربوط به نمونهبرداری و پردازش داده‌ها و نتایج تجهیه‌ای را در یک فرم مخصوص<sup>۱</sup> گزارش کنید. محدوده مربوط به داده‌های نوعی در پیوست ت نشان داده شده است. تمامی داده‌های

1- Tubular form

اولیه را روی یک برگه اطلاعات (مربوط به انجام کارهای مربوط به محل نمونهبرداری، قبل از انجام نمونهبرداری) یادداشت کنید. نمونه برگه اطلاعات در پیوست پ ارائه شده است.

## ۲-۱۳ تفسیر نتایج

تفسیر نتایج، بر اساس برداشت حجم محاسبه شده‌ای از گازهای حاوی الیاف و با فرض غلظت الیاف  $cm^3/cm^3$  ۲ در کanal و بارگذاری  $mm^2 / الیاف ۳۰۰$  از الیاف روی صافی نمونه است. این فرضیات، ابتدا با برداشت یک نمونه اولیه مورد بررسی قرار می‌گیرد. با بررسی‌های چشمی صافی غشایی، تجهیزات غبارگیر و شمارش الیاف جمع شده روی صافی، امکان بررسی این که آیا زمان نمونهبرداری به صورت صحیح انتخاب شده است یا خیر، وجود خواهد داشت. نتایج این بررسی‌ها موجب انتخاب زمان مناسب نمونهبرداری جهت برداشت دو نمونه قطعی است.

اگر الیاف موجود روی دو صافی (به عبارت دیگر، دو نمونه قطعی)، قابل شمارش باشند در این صورت از دو نمونه قطعی باید میانگین‌گیری شود. اگر میانگین کمتر از  $cm^3/cm^3$  ۲ باشد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تجهیزات کنترل آلودگی به طور رضایت‌بخش کار می‌کنند. با این حال، اگر اختلاف بین دو نتیجه به اندازه  $cm^3/cm^3$  ۲ باشند در این صورت انجام عمل میانگین‌گیری مناسب نمی‌باشد. در عوض، هر کدام از نتایج را یادداشت کرده و علاوه بر نمونه‌های قبلی، دو نمونه اضافه‌تر را شمارش کنید.

یادآوری - اگر مشکل شمارش الیاف وجود داشته باشد، در این صورت امکان در نظر گرفتن فرضیات زیر امکان‌پذیر خواهد بود:

الف- اگر غلظت الیاف بیشتر از  $cm^3/cm^3$  ۲ بوده یا به دلیل بالا بودن تعداد الیافها روی صافی، قابل شمارش نباشد در این صورت تجهیزات کنترل کننده آلودگی باید مورد بازرسی قرار گرفته یا تعمیر گردد.

ب- اگر تعداد کمی از الیاف مطابق با دستورالعمل‌های شمارش الیاف، شمارش گرددند یا اگر غلظت الیاف مساوی یا کمتر از  $cm^3/cm^3$  ۲ باشد در این صورت می‌توان گفت که احتمالاً تجهیزات به طور رضایت‌بخش کار می‌کنند.

پ- اگر نمونه‌های مختلف گرفته شده به اندازه  $cm^3/cm^3$  ۲ اختلاف داشته باشند در این صورت تفسیر نتایج آسان نخواهد بود. در نتیجه، بازرسی تجهیزات کنترل آلودگی در صورت وجود این شرایط پیشنهاد می‌گردد.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### وضعیت غیر ایده‌آل

اگر امکان برآورده شدن معیارهای مطرح شده در این استاندارد وجود نداشته باشد، در این صورت ضوابط جایگزین مشخص شده در این پیوست ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. اما باید توجه داشت که این جایگزینی ممکن است موجب نتایجی با دقت پایین گردد.

#### الف-۱ محل‌های نمونه‌برداری نسبتاً مناسب

اگر معیارهای گفته شده در بند ۲-۸، رعایت نگردد، در این صورت نمونه‌برداری باید مطابق با توافق‌های صورت گرفته انجام گیرد. بنابراین با اجرای فرایندهای متعدد، میزان تجربه افراد بالا می‌رود به گونه‌ای که انجام عمل نمونه‌برداری از کانال‌های با طول کوتاه امکان‌پذیر می‌گردد. با استفاده از تجربه‌ی کسب شده، توصیه می‌گردد که صفحه‌ی نمونه‌برداری باید حداقل دارای فاصله معین (که بر حسب قطر هیدرولیکی بیان می‌گردد)، از قسمت پایین مانع موجود در سیستم کانال باشد (به جدول الف-۱ مراجعه شود).

جدول الف-۱، فاصله محل نمونه‌برداری از موانع

فاصله (قطر هیدرولیکی)	موانع
۱	زانویی کانال
۱	محل اتصال دو کانال
۳	نورگیر ناقص بسته شده <sup>۱</sup>
۴	قسمت مربوط به تخلیه فن
۴	خروجی کانال

1- Partly closed louvres

ملاحظات لازم باید برای تسریع توسعه جریان در صفحه نمونه‌برداری، برای مثال با تنگ کردن کanal یا نصب مستقیم کننده‌های جریان<sup>۱</sup> انجام گیرد. در زمان طراحی واحد تولیدی جدید، توصیه می‌گردد که یکسری هزینه‌ها در قسمت مربوط به کanal‌ها صرف گردد تا کanal‌های مستقیم نصب شوند. همچنین یکسری هزینه‌های اضافی باید برای خرید تجهیزات لازم برای نمونه‌برداری مطابق با این استاندارد صرف گردد. برای این که این روش دارای دقیق‌تر باشد، تبعیت از الزامات ایزوکینتیک مهم بوده و سطح مقطع کanal و قطر مؤثر نازل باید به طور دقیق تعیین گردد.

#### الف-۲ موقعیت نقطه نمونه‌برداری

در مورد کanal‌های با قطر کوچک، نمونه‌برداری صرفاً در مرکز کanal امکان‌پذیر است. همچنین، جاهایی که دسترسی در آن‌ها محدود بوده و جریان گاز در کanal به صورت همگن باشد، نمونه‌برداری ممکن است در امتداد یک خط منفرد انجام گیرد.

#### الف-۳ روش‌های اجرایی تجزیه‌ای

در روش عادی، میکروسکوپ فاز-کنتراست مثبت مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از میکروسکوپ نوری فاز-کنتراست منفی نیز امکان‌پذیر می‌باشد، اما ممکن است با این میکروسکوپ، آشکارسازی خوب الیاف صورت نگیرد.

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### حفظ و نگهداری تجهیزات

##### ب-۱ پیتوت تیوب استاتیک

این دستگاه، از استحکام کافی برخوردار نبوده و در صورت نیاز به اندازه‌گیری‌های دقیق باید با دقت کامل جابجا گردد. منافذ و اتصالات این دستگاه باید از نظر تمیزی به طور منظم مورد بازرسی قرار گیرند. همچنین اگر در این لوله از سیالات مربوطه استفاده گردد در این صورت این سیالات باید به طور مرتب، تازه شده (با ریختن روغن روی آنها) یا تعویض گردد. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ISO 9096 مراجعه شود.

##### ب-۲ نازل‌های نمونه

با توجه به این که بهترین نازل‌ها از نظر ایزوکینتیکی، نازل‌های باللهای تیز می‌باشد، لذا برای محافظت این نازل‌ها باید مراقبت زیاد انجام گیرد. واردسازی ضربه‌های کوچک به این نازل‌ها یا وجود گودی روی آنها، دقت اندازه‌گیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نازل‌هایی که روی آنها به دلیل ضرب، گود شده باشد نباید مورد استفاده قرار گیرند.

##### ب-۳ سنجه‌های انتگرالی

سنجه‌های انتگرالی نقش مهمی را در اندازه‌گیری جریان داشته و در نتیجه باید به طور منظم کالیبره شوند. همچنین اگر این سنجه‌ها در محیط‌های مرطوب یا حاوی گازهای خورنده مورد استفاده قرار گیرند، باید به طور منظم از نظر خوردگی و حفاظت مورد بررسی قرار گیرند.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

برگه اطلاعات نوعی کارهای مربوط به محل نمونه برداری قبل از نمونه برداری

تاریخ آزمون:

تجهیزات کنترل الودگی:

## نام محل نمونه برداری و مشخصات آن:

فرایند و میزان ظرفیت تولید:

اطلاعات مربوط به جریان کانال:		اطلاعات مربوط صفحه نمونه برداری:
خط نمونه برداری B	خط نمونه برداری A	قطر = مساحت =
1		
2		
*3		
4		
5		
6		
7		
*8		
9		
10		
-----	-----	
کل		
-----	-----	
متوسط		
-----	-----	
* منطبق بر نقاط نمونه برداری می باشند.		جهت جریان = دما =

اندازه صافی و نوع آن

## آزمون‌های در حال انجام:

قطر نازل

تعداد نقاط نمونه برداری

زمان نمونه برداری

سرعت

A<sub>3</sub>

A<sub>8</sub>

B3

B8

### حجم نمونه برداری شده

A<sub>3</sub>

سرعت نمونه برداری

A<sub>8</sub>

B3

الفصل السادس

امداد سینه بردار

## پیوست ت

### (اطلاعاتی)

#### ارائه نتایج نوعی

گزارش تهیه شده باید شامل داده‌های نمونه‌برداری و تجزیه‌ای به همراه نتایج آزمون باشد. در این گزارش باید محاسبات و بیان جزء به جزء مواردی که نسبت با این استاندارد مغایرت دارند آورده شود. موارد ذکر شده در بخش‌های ت-۱ و ت-۲، ارائه دهنده‌ی راهنمایی‌هایی در خصوص نوع داده‌هایی است که در گزارش باید آورده شود (به پیوست پ مراجعه شود).

#### ت-۱ اطلاعات مربوط به فرایند

- نام محل نمونه‌برداری و مشخصات آن؛
- تاریخ آزمون؛
- نوع فرایند و میزان ظرفیت تولید؛
- نوع تجهیزات کنترل کننده آلودگی (شامل اصول عملکرد آن دستگاه)؛
- اگر از صافی‌های کیسه‌ای<sup>۱</sup> استفاده می‌گردد، نسبت هوا/پارچه<sup>۲</sup> و نوع پارچه، تعداد دفعات تمیز کردن صافی و... باید بیان گردد؛
- طرح صفحه نمونه‌برداری و بعد آن؛
- نقشه‌ی مختصری از محل نمونه‌برداری که نشان دهنده محل تجهیزات کنترل باشد.

#### ت-۲ اطلاعات مربوط به آزمون

- نتایج هر آزمون و میانگین آن‌ها را بر حسب تعداد الیاف بر سانتی‌متر مکعب بیان کنید؛
- پروفیل مربوط به روند سرعت گازهای موجود در کanal؛
- دبی حجمی در کanal؛
- دمای میانگین گازهای موجود در کanal؛
- قطر نازل نمونه‌برداری و شکل آن؛
- مجموعه‌ی کامل نمونه‌برداری استفاده شده؛
- نوع صافی نمونه‌برداری و اندازه آن؛
- زمان نمونه‌برداری؛

---

1- Bag filter

2- Air/cloth ratio

- حجم نمونه برداری شده؛

$$\frac{100 \times \text{حجم برداری شده}}{\text{مساحت نازل} \times \text{زمان} \times \text{دبي نمونه}}$$

- درصد نمونه برداری ایزو کینتیک برابر است با:

- تعداد الیاف شمارش شده در هر ناحیه؛

- مقدار بارگذاری الیاف روی صافی بر حسب تعداد الیاف در میلی متر مربع؛

- تعداد خانه های خالی در روش والتون بكت؛

- وجود هر گونه مغایرت با این استاندارد

## پیوست ث

### (اطلاعاتی)

#### صحت و دقت روش

##### ث-۱ کلیات

خطاهای وارد شده در تخمین مقادیر الیاف معلق، شامل خطاهای نمونهبرداری و تجزیهای بوده که هر کدام دارای مؤلفه‌ی تصادفی و سیستمی می‌باشند. به کار گیری روش‌های اجرایی استاندارد و الگوهای قابل تکرار، تنها راه کنترل منابع خطای موجود در روش صافی غشایی است. فهرست زیر تعدادی از منابع متداول خطا و مراقبت‌های ویژه‌ای که برای کاهش این نوع خطاهای وجود دارد را شرح می‌دهد.

##### ث-۲ خطاهای سیستمی

این خطاهای ممکن است در طول نمونهبرداری یا آنالیز اتفاق بیافتدند.

##### ث-۲-۱ خطاهای نمونهبرداری

این خطاهای در دبی، زمان نمونهبرداری، نمونهبرداری غیر تصادفی یا غیر نمایشی، آلودگی (عمدی یا تصادفی) وجود دارد.

##### ث-۲-۲ خطاهای تجزیه‌ای

این خطاهای شامل مساحت مؤثر صافی، مساحتی که برای تعیین غلظت الیاف شمارش می‌گردد، معیارهای شمارش، نصب صافی، اریب مربوط به فرد شمارش کننده، میکروسکوپ و آلیندگی است.

##### ث-۳ خطاهای تصادفی

این خطاهای ممکن است در فرایند نمونهبرداری یا آنالیز تکرار گردد.

##### ث-۳-۱ خطاهای تصادفی در نمونهبرداری

این خطاهای شامل تغییرپذیری دبی و نوسان تصادفی گازهای موجود در کanal است.

##### ث-۳-۲ خطاهای تصادفی در بحث تجزیه‌ای

##### ث-۳-۲-۱ جابجا شدن مکرر فرد شمارش کننده الیاف

##### ث-۳-۲-۲ توزیع الیاف روی صافی

ترسیب غیر تصادفی گردوغبار روی صافی موجب خطاهای کلی با دامنه‌ی غیر قابل تخمین می‌شود.

تعداد ۲۰ رشته دیگر از الیاف باید شمارش گردد تا اطمینان لازم از این که اختلاف جزئی ناشی از خطای تصادفی موجب اریب نتایج نشود، حاصل گردد.

### ث-۳-۲-۳ خطاهای پویسن<sup>۱</sup>

هنگامی که فقط نمونه‌های کوچک از الیاف قرار گرفته روی صافی شمارش گردد، در این صورت به دلیل تخمین تعداد کل الیاف موجود روی کل سطح صافی، خطا ایجاد می‌گردد. از نظر تئوری، توزیع پویسن، میزان واریاسیون در شمارش الیاف را که ناشی از شمارش تصادفی الیاف انتخاب شده برای شمارش می‌باشد، تعیین می‌کند. اگر حداقل، تعداد ۱۰۰ الیاف مورد شمارش قرار گیرد و توزیع پویسن، برای نتایج شمارش مناسب باشد در این صورت انحراف استاندارد مربوط به شمارش الیاف  $\pm 10\%$  خواهد بود. بررسی‌های مختلف نشان داده است که جایی که انحراف استاندارد بزرگ باشد، توزیع واقعی مربوط به شمارش الیاف، می‌تواند نسبت به توزیع پویسن متفاوت باشد.

### ث-۴ صحت کلی<sup>۲</sup>

به دلیل ماهیت نمونه‌برداری از کanal و روش شمارش الیاف، تعیین غلظت واقعی الیاف معلق امکان‌پذیر نمی‌باشد. به این دلیل، ارزیابی صحت احتمالی این روش امکان‌پذیر نیست. حتی تعیین دقیق روش (تکرارپذیری) به دلیل بالا بودن خطاهای داخل آزمایشگاهی و داخل آزمایشی سیستمی، مشکل است. با انتخاب تصادفی ناظران و آزمایشگاهها، خطاهای سیستمی ذکر شده، به صورت تصادفی و به گونه‌های اتفاق می‌افتد که امکان تخمین دقیق تجربی وجود خواهد داشت (به عبارت دیگر، امکان رسیدن به نزدیک‌ترین صحت یک روش بدون آگاهی از مقادیر واقعی وجود خواهد داشت)

فعالیت‌های زیادی برای رسیدن با این تخمین‌ها انجام شده است و تا به حال این فعالیت‌ها به نتایج جزئی منجر شده است. یکی از این فعالیت‌ها، توزیع تئوریکی پویسن را شرح می‌دهد (به بخش ث-۳-۲-۳ مراجعه شود) که توزیع  $95\%$  و فاصله اطمینان  $\pm 20\%$  برای کل ۱۰۰ الیاف شمارش شده و فاصله اطمینان  $90\% \pm 35\%$  برای صرفاً الیاف شمارش شده در ۱۰۰ خانه (در روش والتون بکت) را ارائه می‌دهد. سایر منابع مربوط به خطاهای سیستمی و تصادفی عمدهاً به عدم قطعیت مربوط به تخمین غلظت الیاف معلق اضافه می‌شوند.

1- Poisson errors

2- Overall accuracy