



استاندارد ملی ایران

۱۹۱۷۴

چاپ اول

۱۳۹۳



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO  
19174  
1st.Edition  
2015

انتشار از منابع ساکن - تعیین غلظت جرمی ذرات  
(غبار) در غلظت‌های کم - روش وزن‌سنجی -  
آبین کار

Stationary source emissions - Determination of  
mass concentration of particulate matter (dust)  
at low concentrations - Manual gravimetric  
method-Guideline

ICS:13.040.40

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده<sup>۳</sup> 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 ۳۵۸۳۸ مورخ ۲۰۶/۷/۲۴ 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، مصرفکنندگان، 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 پیشنهادها 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 علاوه 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 الکترونیک (IEC)<sup>۲</sup> 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، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل 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 یکاه، کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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

«انتشار از منابع ساکن - تعیین غلظت جرمی ذرات (غبار) در غلظت‌های کم - روش وزن‌سنگی - آبین کار»

### سمت و / یا نمایندگی

سازمان حفاظت محیط زیست ایران

### رئیس :

ابراهیمی، فاطمه

(لیسانس بهداشت حرفه‌ای)

### دبیر :

اداره کل استاندارد استان کردستان

حسن‌زاده، شهرناز

(لیسانس بیولوژی)

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

نبی، احسانی

( فوق لیسانس محیط زیست )

اداره کل استاندارد استان کردستان

بطی، فرید

( فوق لیسانس شیمی تجزیه )

پتروشیمی کردستان

جواهری، هومن

( فوق لیسانس شیمی )

دانشگاه صنعتی سهند تبریز

ظروفچی، خالد

( فوق لیسانس شیمی گرایش محیط زیست )

شرکت سبک لوله نوین کردستان

فیاضی، فریبا

( فوق لیسانس شیمی تجزیه )

شرکت تولیدی بتن شیمی خاور میانه

مرادی، هیرش

( فوق لیسانس شیمی گرایش پلیمر )

شرکت سلامت انديشان صنعت غرب

منصوری، هوشنگ

( لیسانس بهداشت حرفه‌ای )

## **کمیسیون فنی تدوین استاندارد- ادامه**

دانشگاه آزاد اسلامی ایران - واحد سنندج

نصری، فریبرز

(دکتری شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان کردستان

بزدانی، ژیلا

(فوق لیسانس شیمی فیزیک)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ اصول
۸	۵ صفحه نمونه‌برداری و نقاط نمونه‌برداری
۱۱	۶ وسایل و مواد (به خلاصه پیوست ث مراجعه شود)
۲۰	۷ محاسبه قطر نازل جهت به دست آوردن وزن ذرات
۲۲	۸ روش اجرایی توزین
۲۵	۹ روش‌های نمونه‌برداری
۳۰	۱۰ رفتار دمایی غبار
۳۲	۱۱ تصدیق نتایج
۳۴	۱۲ محاسبات
۳۶	۱۳ مشخصه‌های عملکردی روش
۳۷	۱۴ گزارش آزمون
۴۰	پیوست الف (الزامی) الزامات مربوط به سکوی کاری
۴۱	پیوست ب (اطلاعاتی) تعیین مسیر جریان توسط لوله‌های پیوت
۴۲	پیوست پ (الزامی) تعیین موقعیت نقاط نمونه‌برداری در کانال‌های دایره‌ای و مستطیلی
۴۸	پیوست ت (اطلاعاتی) مثال‌هایی از دریچه‌های دسترسی مناسب برای تجهیزات نمونه‌برداری
۵۰	پیوست ث (اطلاعاتی) طراحی‌های آزمایش شده نازل ورودی
۵۳	پیوست ج (الزامی) خلاصه الزامات تجهیزات
۵۵	پیوست چ (اطلاعاتی) حجم، سرعت جریان و مدت نمونه‌برداری
۵۶	پیوست ح (اطلاعاتی) مثال‌هایی از خطاهای توزین
۵۸	پیوست خ (اطلاعاتی) دقت داده‌ها
۶۰	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد "انتشار از منابع ساکن- تعیین غلظت جرمی ذرات (غبار) در غلظت‌های کم- روش وزن‌سنجی-آبین کار" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در پنجاه و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استاندار 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 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.  
منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 12141:2002, Stationary source emissions - Determination of mass concentration of particulate matter (dust) at low concentrations - Manual gravimetric method

# انتشار از منابع ساکن - تعیین غلظت جرمی ذرات (غبار) در غلظت‌های کم - روش وزن‌سنجی - آبین کار

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش مرجعی برای اندازه‌گیری مقدار ذرات (غبار) در جریان‌های گازی در شرایط استاندارد در گازهای آلوده در غلظت‌های زیر  $50 \text{ mg/m}^3$  است. تاکید می‌شود این روش در محدوده  $5 \text{ mg/m}^3$  صحه‌گذاری شده است.

این استاندارد برای جریان‌های گازی منتشر شده توسط پسماندهای کوره‌های زباله‌سوز کاربرد دارد و به طور کلی می‌تواند شامل انتشار از سایر منابع ساکن و غلظت‌های بیشتر هم باشد.

اگر گاز منتشره حاوی مواد ناپایدار، واکنش دهنده یا نیمه فرار باشد، اندازه‌گیری به شرایط نمونه‌برداری و دمای فیلتراسیون بستگی دارد.

## 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 موردنظر 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:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳، فروردین ۱۷۳۶، انتشار از منابع ساکن - دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات معلق

2-2 ISO 3966:1977, Measurement of fluid flow in closed conduits — Velocity area method using Pitot static tubes

2-3 ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results

2-4 ISO 10780:1994, Stationary source emissions — Measurement of velocity and volume flowrate of gas streams in ducts.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود:

۱-۳

ذرات<sup>۱</sup>

غبار<sup>۲</sup>

به ذراتی گفته می شود که با هر شکل، ساختار و چگالی، تحت شرایط نمونه برداری در فاز گازی پراکنده شده‌اند.

یادآوری ۱- در روش تشریح شده، تمامی ترکیباتی که ممکن است بعد از نمونه برداری از گاز مورد آنالیز به وسیله فیلتراسیون در شرایط معین، جمع شوند و پسماند موجود در قسمت بالای فیلتر بعد از خشک کردن در شرایط مشخص به عنوان غبار و/یا (ذرات) مطرح می شوند. اگرچه، در مفاد برخی از استانداردهای ملی تعریف ریز ذرات ممکن است به محصولات واکنشی یا میان‌پذیر که در شرایط مشخصی جمع شده‌اند، (مثلًاً دماهای پایین‌تر از دمای گاز دودکش) بسط داده شود.

۲-۳

دمای فیلتراسیون<sup>۳</sup>

به دمای گاز نمونه برداری شده بلا فاصله بعد از پایین دست فیلتر گفته می شود.

۳-۳

فیلتراسیون در داخل دودکش<sup>۴</sup>

فیلتراسیون در داخل دودکش به وسیله فیلتری که به همراه نگهدارنده آن دقیقاً بلا فاصله بعد از پایین دست نازل نمونه برداری قرار گرفته است.

۴-۳

فیلتراسیون خارج دودکش<sup>۵</sup>

فیلتراسیون خارج از دودکش به وسیله فیلتر تعییه شده در نگهدارنده گرم شده‌ای که بعد از نازل نمونه برداری و لوله مکش (پراب<sup>۱</sup> نمونه برداری) قرار دارد.

1- Articulate matter

2- Dust

3-Filtration temperature

4- In-Stack filtration

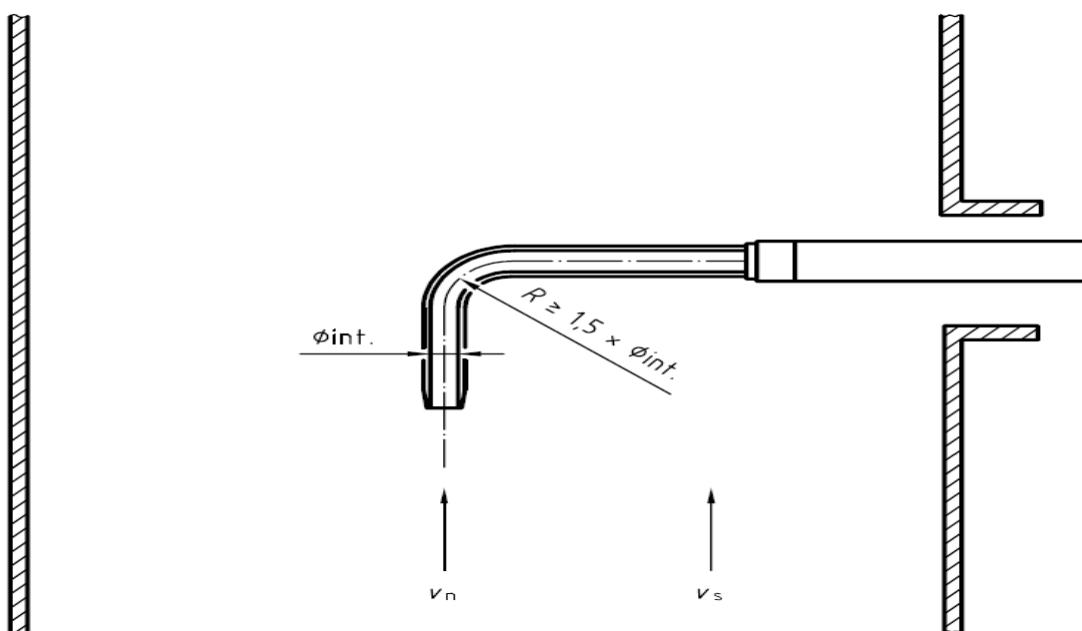
5- Out-stack filtration

۵-۳

### نمونه برداری ایزوکینتیک<sup>۲</sup>

نمونه برداری در شدت جریانی که در آن، سرعت و جهت گاز ورودی به نازل نمونه برداری ( $V_n$ ) با سرعت و جهت گاز موجود در داخل کanal در نقطه نمونه برداری ( $V_s$ ) یکسان است (به شکل ۱ مراجعه شود).

بادآوری - نسبت سرعت  $Vn/Vs$  که به صورت درصد بیان می شود، انحراف از نمونه برداری ایزوکینتیک را نشان می دهد.



$$V_s = V_n$$

راهنما

سرعت گاز داخل دودکش  $V_s$

سرعت گاز در نازل  $V_n$

شکل ۱ - نمونه برداری در کanal

۶-۳

### قطر هیدرولیکی<sup>۳</sup>

$d_h$  به قطر مشخصه سطح مقطع کanal گفته می شود که از رابطه ۱ بدست می آید.

1-probe

2-Isokinetic sampling

3-Hydraulic diameter

$$d_h = \frac{4 \times A_S}{l_S} \quad (1)$$

که در آن:

$A_S$  سطح مقطع صفحه نمونهبرداری؛  
 $l_S$  طول فضای احاطه کننده صفحه نمونهبرداری است.

7-۳

صففحه نمونهبرداری<sup>۱</sup>

به صفحه عمود بر خط میانی کanal در مکان نمونهبرداری گفته می‌شود (به شکل ۲ مراجعه شود).

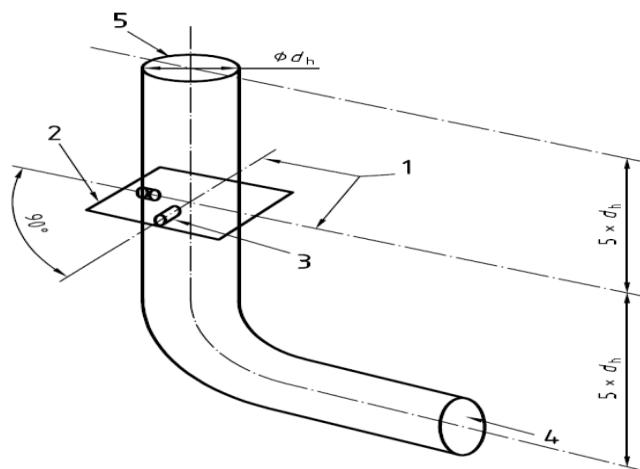
8-۳

خط نمونهبرداری<sup>۲</sup>

خطی است در امتداد صفحه نمونهبرداری، که نقاط نمونهبرداری روی آن قرار دارند و به دیواره داخلی کanal محدود شده است. به شکل ۲ مراجعه شود.

---

1- Sampling Plane  
 2-Sampling line



راهنما:

- ۱ خطوط نمونهبرداری
- ۲ صفحه نمونهبرداری
- ۳ درگاه دسترسی
- ۴ جریان
- ۵ بالای کanal

شکل ۲- تصویر مشخصات مربوط به یک کanal دایره‌ای

۹-۳

نقطه نمونهبرداری<sup>۱</sup>

محل مشخصی در خط نمونهبرداری است که نمونه از آنجا استخراج می‌شود.

۱۰-۳

شرایط استاندارد<sup>۲</sup>

ثابت‌های دما و فشار گاز و شرایطی که برای محاسبات حجم سنجی استفاده می‌شوند.

یادآوری- در راستای دستیابی به اهداف این استاندارد، شرایط استاندارد گاز خشک از فشار  $101,325 \text{ kPa}$  به  $101 \text{ kPa}$  و از دمای  $273/15 \text{ K}$  به  $273 \text{ K}$  گرد شدنند.

---

1-Sampling point  
2-Standard conditions

۱۱-۳

### شاهد کلی<sup>۱</sup>

به نمونه آزمایشی گفته می‌شود که در محل کارخانه به شیوه یکسان به صورت سری گرفته می‌شود با این تفاوت که هیچ نمونه گازی در مدت آزمون نمونه‌برداری نشده است.

یادآوری - تغییر جرم اندازه‌گیری شده تخمینی از عدم قطعیت ارائه می‌دهد. مقدار شاهد کلی که به میانگین حجم نمونه‌برداری شده در سری‌های اندازه‌گیری تقسیم شده، تخمینی از حد آشکارسازی (میلی‌گرم بر مترمکعب) کل فرآیند اندازه‌گیری انجام شده توسط کاربر را ارائه می‌دهد. شاهد کلی شامل مواد قابل تهشیینی بر روی فیلتر و تمامی قسمت‌های بالادستی آن می‌شود.

۱۲-۳

### کنترل توزین<sup>۲</sup>

روشی برای آشکارسازی / تصحیح تغییرات ظاهری جرم ناشی از تغییرات احتمالی بین شرایط توزین‌های قبل و بعد از نمونه‌برداری با استفاده از بخش‌های مشابه نمونه‌های توزین شده برای اندازه‌گیری غبار که در شرایط دما و رطوبت یکسان (در دسیکاتور) قبل و بعد از نمونه‌برداری به کار می‌روند.

یادآوری - بخش‌های کنترلی دور از آلودگی غبار نگهداری می‌شوند.

۱۳-۳

### سری‌های اندازه‌گیری<sup>۳</sup>

به اندازه‌گیری‌های متوالی انجام شده در یک صفحه نمونه‌برداری و تحت شرایط یکسان گفته می‌شود.

۱۴-۳

### حد مجاز<sup>۴</sup>

#### میانگین حد مجاز

مقدار مجاز غلظت ذرات که توسط مراجع در یک فرآیند صنعتی تعیین می‌شود.

یادآوری - برای اهدافی غیر از کاربردهای نظارتی، میزان اندازه‌گیری شده با یک مرجع رسمی مقایسه می‌شود.

1-Overall blank

2-Weighing control procedures

3- Measurement series

4 -Limit value

### نمونهبرداری در حجم بالا<sup>۱</sup>

نمونهبرداری در سرعت بالاتر از آنچه که در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۳۶۹ آمده است با استفاده از نازل‌های با قطر بزرگتر و نرخ جریان بالاتر<sup>۲</sup> جهت حفظ شرایط نمونهبرداری ایزوکینتیک می‌باشد.

بادآوری - قطر نازل‌ها معمولاً بین mm ۲۰ تا mm ۵۰ با شدت جریان‌های متناظر از ۵ متر بر ساعت تا ۵۰ متر بر ساعت است.

## ۴ اصول

جریان گاز نمونه از جریان اصلی گاز، در نقاط خاص نمونهبرداری معرف، برای یک دوره زمانی اندازه‌گیری شده، با شدت جریانی که به صورت ایزوکینتیکی کنترل می‌شود و با حجم اندازه‌گیری شده استخراج می‌گردد. غبار موجود در نمونه گاز به وسیله فیلتر تختی که از قبل وزن شده جمع‌آوری می‌شود و سپس خشک شده و مجدداً وزن می‌شود. مواد تهنشین شده در جریان بالای فیلتر در دستگاه نمونه‌گیر بازیابی و وزن می‌گردد. افزایش جرم فیلتر و جرم تهنشین شده بالای فیلتر مربوط به ذرات جمع شده از نمونه گازی می‌باشد که امکان محاسبه غلظت ذرات را فراهم می‌کند.

بسته به نوع گاز نمونهبرداری شده دو شکل متفاوت از تجهیزات نمونهبرداری مورد استفاده قرار می‌گیرد (به بند ۱-۲-۶ مراجعه شود).

اندازه‌گیری تنها زمانی می‌تواند معتبر انجام شود که:

۱-۴ سرعت جریان گاز در داخل کanal در محل نمونهبرداری به اندازه کافی ثابت باشد (به بند ۲-۵ مراجعه شود);

۲-۴ نمونهبرداری از جریان گاز بدون اختلال و تحت شرایط ایزوکینتیک با استفاده از لبه تیز نازل به سمت داخل جریان انجام شود؛

۳-۴ نمونه‌ها با تعداد از پیش انتخاب شده، از موقعیت‌های خاص صفحه نمونهبرداری، برداشته شوند، تا نمونه‌ای مناسب که معرف توزیع غیر یکنواخت ذرات در کanal یا دودکش است بدست آید؛

1 - High-volume sampling

2 - Flowrates

**۴-۴** به منظور به حداقل رساندن رسوبات بالادست فیلتر، سری نمونهبرداری<sup>۱</sup> باید طراحی و مورد استفاده قرار گیرد به طوری که مانع تغليظ و فعالیت‌های شیمیایی شود.

**۵-۴** رسوبات غبار بالا دست فیلتر در محاسبات در نظر گرفته شوند؛

**۶-۴** حجم شاهد کل از ۱۰٪ حد روزانه مجموعه فرایند بیشتر نشود.

یادآوری- ممکن است برای جبران این الزامات فنون نمونهبرداری در حجم بالا یا طولانی کردن زمان نمونهبرداری به کار گرفته شود.

**۷-۴** روش‌های نمونهبرداری و توزین با مقدار غبار مورد انتظار تطبیق داده شود.

سری‌های اندازه‌گیری فقط زمانی معتبر هستند که مقدار غبار جمع شده در طول نمونهبرداری حداقل ۵ برابر اختلاف مثبت یک شاهد کلی مشابه باشند. برای جبران این الزامات ممکن است فنون نمونهبرداری در حجم بالا یا طولانی کردن زمان نمونهبرداری به کار رود.

هر گونه مقدار نشری تعیین شده در سری‌های آزمون که کمتر از مقدار حجم شاهد باشد، فاقد اعتبار است. با این وجود زمانی که غلظت‌های اندازه‌گیری شده کمتر از  $5\text{mg}/\text{m}^2$  است تحقق این الزامات ممکن نیست. در این صورت مدت نمونهبرداری باید بیشتر شود و از نازل نمونه بزرگتر و فنون نمونهبرداری با حجم بالا برای جمع‌آوری مقدار کافی از ذرات مشخص شده در طول دوره زمانی تعیین شده نمونهبرداری استفاده شود.

## **۵ صفحه نمونهبرداری و نقاط نمونهبرداری**

### **۱-۵ کلیات**

انجام نمونهبرداری زمانی ممکن است که یک محل مناسب در دسترس باشد و سرعت گاز به اندازه کافی در صفحه نمونهبرداری یکنواخت و بالا باشد.

نمونهبرداری باید به سادگی به دریچه‌های دسترسی و سکوهای ایمن کار دسترسی داشته باشد (به پیوست الف مراجعه شود).

نمونهبرداری باید از تعداد کافی نقاط نمونهبرداری موجود در صفحه نمونهبرداری انجام گیرد.

### **۲-۵ صفحه نمونهبرداری**

صفحه نمونهبرداری باید در طول مستقیم کanal (ترجیحاً عمودی) با یک شکل ثابت و سطح مقطع عرضی واقع شده باشد. صفحه نمونهبرداری در بالادست و پایین دست باید به اندازه کافی از هر مانعی که ممکن است اختلال

ایجاد کند و تغییری در مسیر جریان به وجود آورد (برای مثال اختلال ایجاد شده به وسیله انحنای لوله‌های زانویی، فن‌ها یا تجهیزات کاهش آلودگی) دور باشد.

اندازه‌گیری‌ها در تمام نقاط نمونه‌برداری که در (بند ۳-۵ و پیوست پ) تعیین شده است، باید اثبات کند که جریان گاز در صفحه نمونه‌برداری الزامات زیر را تامین می‌کند:

۱-۲-۵ زاویه جریان گاز با محور مجرای جریان کمتر از  $15^{\circ}$  باشد (یک روش توصیه شده برای تخمین در پیوست پ بیان شده است);

۲-۲-۵ هیچ جریان منفی داخلی وجود نداشته باشد؛

۳-۲-۵ سرعت گاز برای روش استفاده شده در اندازه‌گیری سرعت جریان گاز حداقل باشد (برای لوله‌های پیتوت<sup>۱</sup> اختلاف فشار بالاتر از  $5 \text{ Pa}$  است)؛

۴-۲-۵ نسبت حداکثر به حداقل سرعت گاز (در محل) کمتر از  $3$  به  $1$  باشد.

در صورتی که الزامات بالا رعایت نشوند، محل نمونه‌برداری مورد قبول این استاندارد نخواهد بود (به بند ۲-۱۱ مراجعه شود).

الزامات فوق معمولاً در قسمتی‌هایی از کanal با حداقل  $5$  برابر قطر هیدرولیکی از کanal مستقیم در بالادست صفحه نمونه‌برداری و  $2$  برابر قطر هیدرولیکی از پایین دست ( $5$  برابر قطر هیدرولیکی از بالای دودکش) برآورده می‌شود، بنابراین قویاً توصیه می‌شود که محل‌های نمونه‌برداری بر این اساس انتخاب شوند.

### ۳-۵ حداقل تعداد و محل نقاط نمونه‌برداری

بعاد صفحه نمونه‌برداری تعیین کننده حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری است. عموماً این تعداد با افزایش ابعاد کanal افزایش می‌یابد.

جدول ۱ و جدول ۲ حداقل تعداد نقاط نمونه‌برداری را که برای کanal دایره‌ای و مستطیلی استفاده می‌شوند ارائه می‌کند. نقاط نمونه‌برداری باید در مرکز سطوح مساوی در صفحه نمونه‌برداری قرار داشته باشند (به پیوست پ مراجعه شود).

1 - Pitot tubes

۲- لوله پیتوت لوله‌ای در مسیر جریان سیال است که فشار داخلی آن با فشار کل محیط برابر است.

نقاط نمونهبرداری نباید در کمتر از ۳٪ طول خط نمونهبرداری یا ۵ cm (هر کدام که بزرگتر باشد) از دیواره داخلی کanal قرار داشته باشند. این امر ممکن است زمانی رخ دهد که حداقل تعداد نقاط نمونهبرداری بیش از مقادیر اشاره شده در جدول‌های ۱ و ۲ باشد. برای مثال در مورد کanal‌های با شکل غیر معمول ممکن است رخ دهد.

یادآوری- هنگامی که الزامات صفحه نمونهبرداری (به بند ۲-۵ مراجعه شود) تامین نمی‌شوند، بهبود نمونهبرداری معرف با افزایش تعداد نقاط نمونهبرداری به بالاتر از حد مشخص شده در جدول‌های ۱ و ۲ ممکن خواهد بود. همچنین برای روش‌های پیش اندازه‌گیری به بند ۳-۹ مراجعه شود.

**جدول ۱- حداقل تعداد نقاط نمونهبرداری برای کanal‌های دایره‌ای**

حداقل تعداد نقاط نمونهبرداری در هر صفحه	حداقل خطوط نمونهبرداری	گستره ابعاد کanal (حدوداً) $m^2$	گستره ناحیه صفحه نمونهبرداری $m^2$
۱ <sup>a</sup>	-	کمتر از ۰,۳۵	۰,۱
۴	۲	۰,۳۵ تا ۱,۱	۰,۱ تا ۱,۰
۸	۲	۱,۶ تا ۱,۱	۱,۱ تا
حداقل ۱۲ و ۴ در متر مربع <sup>b</sup>	۲	بیشتر از ۱,۶	۲/۰

a- استفاده از فقط یک نقطه نمونهبرداری می‌تواند موجب خطای بزرگتر از آنچه که در این استاندارد مشخص شده، بشود.

b- برای کanal‌های بزرگتر ۲۰ نقطه نمونهبرداری به طور معمول کافی است.

**جدول ۲- حداقل تعداد نقاط نمونهبرداری برای کanal‌های مستطیلی**

حداقل تعداد نقاط نمونهبرداری در هر صفحه	حداقل تعداد تقسیمات جانبی <sup>a</sup>	دامنه‌ی سطح مقطع صفحات نمونهبرداری بر حسب متر مربع
۱ <sup>b</sup>	-	کمتر از ۰,۱
۴	۲	۰,۱ تا ۱,۰
۹	۳	۱,۰ تا ۲,۰
حداقل ۱۲ و ۴ در متر مربع <sup>c</sup>	بیشتر از ۳	۲/۰

a- سایر تقسیمات جانبی ممکن است لازم باشد، برای مثال اگر طول کناره جانبی کanal بزرگ‌تر، بیشتر از دو برابر طول کناره کanal کوچک‌تر باشد.

b- استفاده از فقط یک نقطه نمونهبرداری می‌تواند موجب خطاهای بزرگ‌تر از آنچه که در این استاندارد مشخص شده، بشود.

c- برای کanal‌های بزرگ، ۲۰ نقطه نمونهبرداری به طور معمول کافی است.

## ۴-۵ دریچه‌های ورودی و سکوی کار

برای دسترسی به نقاط نمونه‌برداری انتخاب شده، باید دریچه‌هایی، مطابق با (بند ۳-۵ و پیوست پ) فراهم شوند. ابعاد دریچه باید فضای کافی برای تعییه و جداکردن تجهیزات نمونه‌برداری را فراهم کند.

حداقل قطر کanal  $125\text{ mm}$  یا سطح مقطع  $250\text{ mm} \times 100\text{ mm}$  به‌غیر از کانال‌های کوچک (با قطر کمتر از  $70\text{ mm}$ ) که نیاز به دریچه کوچک‌تر دارند، توصیه شده است. دو مثال از دریچه‌های دسترسی مناسب در پیوست ت آمده است.

به منظور اینمنی و دلایل عملی برنامه کاری باید الزامات پیوست الف را پوشش دهد.

## ۶ وسایل و مواد (به خلاصه پیوست ث مراجعه شود)

### ۱-۶ تجهیزات اندازه‌گیری سرعت، دما، فشار و ترکیب گاز

توصیه می‌شود اندازه‌گیری‌های سرعت با استفاده از لوله‌های پیتوت استاندارد که با لوله‌های پیتوت استاندارد مطابق توضیحات پیوست الف استاندارد ISO3966:1977 کالیبره شده‌اند، انجام گیرد. سایر تجهیزات اندازه‌گیری (مانند لوله پیتوت نوع S نیز در صورتی که با لوله‌های پیتوت استاندارد کالیبره شده باشند نیز متناظر باشند) ممکن است مورد استفاده قرار گیرند (به استاندارد ISO10780 مراجعه شود).

به منظور محاسبه دانسیته واقعی گاز، دما و فشار در کanal جریان باید در محدوده  $\pm 0.5\text{ kg/m}^3$  اندازه‌گیری شود. همچنین ترکیب گاز نیز در محاسبه باید مد نظر قرار گیرد.

هنگام بیان غلظت‌های غبار بر پایه خشک و/یا جایی که غلظت‌ها در رابطه با اکسیژن مرجع بیان می‌شوند، غلظت رطوبت (نم) و/یا اندازه‌گیری اکسیژن باید در نزدیک صفحه نمونه‌برداری انجام شوند.

### ۲-۶ دستگاه‌های نمونه‌برداری

اصولاً سری جریان نمونه‌برداری شامل نازل ورودی، دستگاه فیلتراسیون، لوله مکش، پمپ گاز، سیستم اندازه‌گیری حجم گاز نمونه‌برداری شده در دما و فشار تعریف شده و سیستمی جهت کنترل نمونه‌برداری در شرایط ایزوکینتیک می‌باشند.

۱-۲-۶ دستگاه فیلتراسیون در هردو مکان، در داخل دودکش (فیلتراسیون داخل دودکشی) یا خارج دودکش (فیلتراسیون خارج دودکشی) قرار می‌گیرد.

**۱-۲-۶ دستگاه فیلتراسیون داخل دودکش (طبق شکل ۳):** بخشی از لوله که بین نازل و فیلتر قرار دارد باید بسیار کوتاه باشد تا رسوب غبار را در جریان بالادست فیلتر به حداقل برساند. بسته به ابعاد دریچه‌های دسترسی بر روی ورودی کانال‌ها قطر فیلتر معمولاً به  $50\text{ mm}$  محدود می‌شود و جریان نمونه تقریباً  $1\text{ m}^3/\text{h}$  تا  $3\text{ m}^3/\text{h}$  است (به منظور درک بهتر جریان نمونه به پیوست چ مراجعه شود). چون عموماً دمای فیلتراسیون با دمای گاز موجود در کانال یکسان است، اگر گاز حاوی قطرات آب باشد، ممکن است منجر به مسدود شدن فیلتر شود. یک لوله فاقد نشتی و سخت (لوله نگهدارنده) با طول کافی در پایین دست محفظه فیلتر به منظور نگهداری مکانیکی نازل و محفظه فیلتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۲-۱-۶ دستگاه فیلتراسیون خارج دودکش (طبق شکل ۴):** بخشی از لوله که بین نازل و فیلتر (لوله مکش) قرار دارد باید طول کافی داشته باشد، تا جریان از نقاط نمونه‌برداری مورد نیاز عبور کند. لوله مکش و محفظه فیلتر باید از نظر دما تحت کنترل باشند تا از تبخیر قطرات آب اطمینان حاصل شود و از مشکلات فیلتراسیون مرتبط با گازهای اسیدی با نقاط شبندم بالا جلوگیری شود (به بند ۹-۴ مراجعه شود).

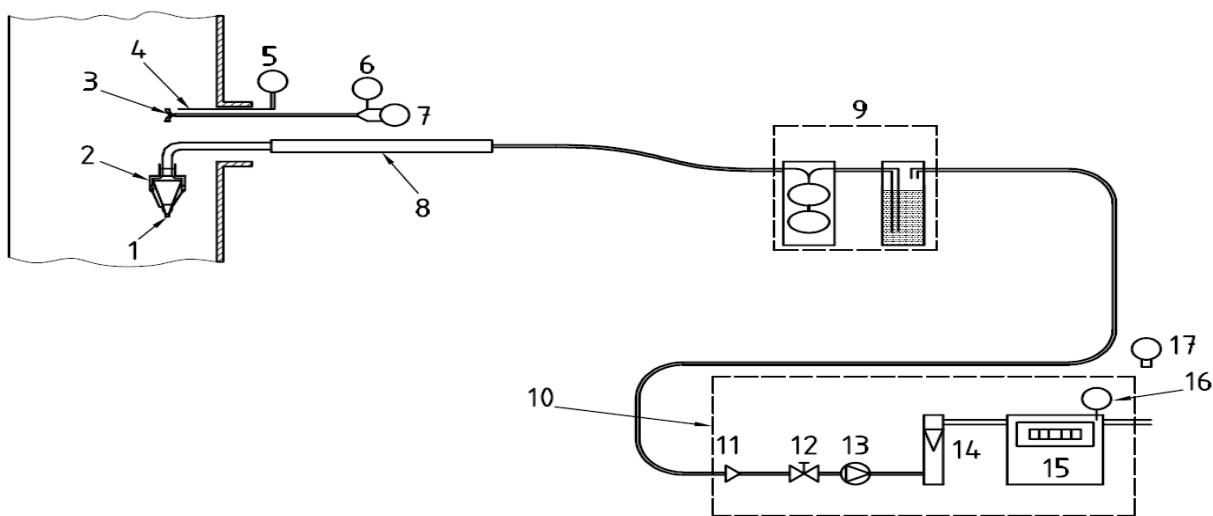
عموماً فیلترهای تخت با ابعاد بین  $5\text{ mm}$  تا  $150\text{ mm}$  با جریان‌های متناظر از  $1\text{ m}^3/\text{h}$  تا  $10\text{ m}^3/\text{h}$  استفاده می‌شود. سایر اندازه‌های فیلتر ممکن است برای کاربردهای نمونه‌برداری در حجم‌های بالا لازم باشد.

**۲-۲-۶ بخش نمونه‌برداری سیستم،** آن بخش از سیستم که نمونه‌برداری را انجام می‌دهد باید از مواد ضدزنگ و در صورت نیاز مقاوم به حرارت مانند استیل ضد زنگ، تیتانیوم، کوارتز یا شیشه ساخته شوند. اگر برنامه آنالیز بعدی شامل غبار جمع شده در کانال باشد، توصیه می‌شود به منظور جلوگیری از آلودگی از تماس قطعات با نمونه گازی و فیلتر جلوگیری شود.

سطح قسمت‌های جریان بالا دست فیلتر باید صیقلی و بهخوبی پرداخت شده باشند و تعداد اتصالات در حداقل نگهدارنده شود.

هرگونه تغییر در قطر منفذ باید به طور یکنواخت مخروطی شده و سخت و سفت و پله دار نشود. تجهیزات نمونه‌برداری باید به درستی طراحی شوند به‌طوری که تمیز کردن قسمت‌های داخلی بالا دست فیلتر آسان باشد.

همهی بخش‌های تجهیزات که در تماس با نمونه قرار خواهند گرفت باید از آلودگی در حین انتقال و نگهداری محافظت شوند.



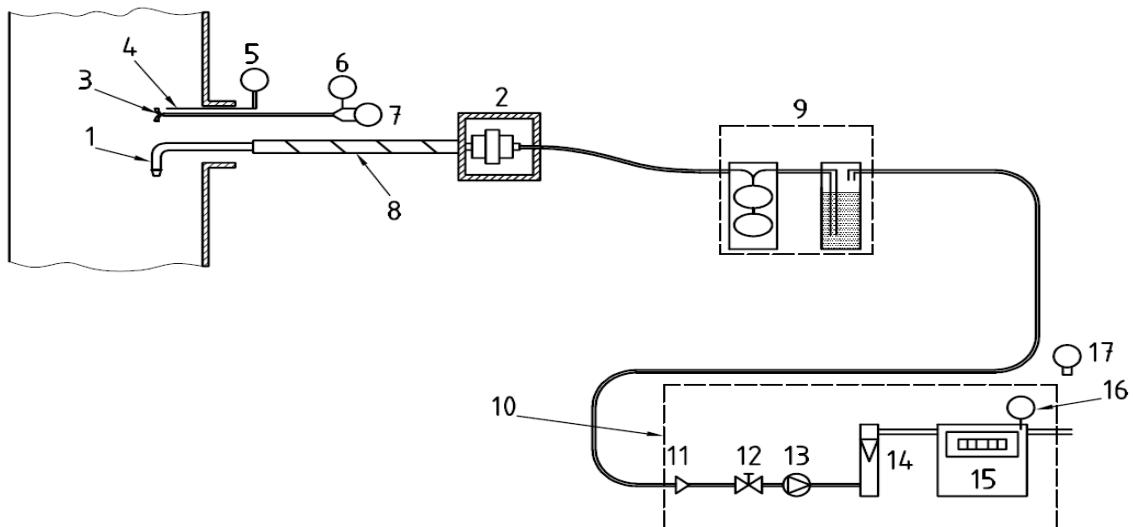
#### راهنما:

۱۰	قسمت مکش و دستگاه اندازه‌گیری گاز	ورودی نازل	۱
۱۱	شیر انسداد	نگهدارنده فیلتر	۲
۱۲	شیر تنظیم	لوله پیتوت	۳
۱۳	پمپ	برابر دما	۴
۱۴	جريان سنج	اندازه‌گیری دما	۵
۱۵	حجم سنج گاز خشک	اندازه‌گیری فشار استاتیک	۶
۱۶	اندازه‌گیری دما	اندازه‌گیری اختلاف فشار	۷
۱۷	فشارسنج	لوله نگهدارنده (وسایل داخل دودکش)	۸
		سیستم سردکننده و خشک کننده	۹

شکل ۳- مثالی برای سیستم نمونه برداری با فیلتراسیون داخل دودکش

#### ۳-۲-۶ نازل‌های ورودی

جريان گاز نمونه جهت آنالیز باید از طریق نازل داخل تجهیزات نمونه‌برداری شود. نازل به لوله مکش یا محفظه فیلتر متصل است. تجهیزات نمونه‌برداری جهت انجام درست نمونه‌برداری ایزوکینتیک از گازهای با دامنه سرعت‌های نامحدود (مانند  $3\text{m/s}$  تا  $50\text{m/s}$ ) بدون تغییر عمده در جريان گاز نمونه‌برداری شده باید شامل یک مجموعه از نازل‌های با ابعاد مختلف باشد.



#### راهنمایی:

- |    |                                   |   |                                   |
|----|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| ۱۰ | قسمت مکش و دستگاه اندازه‌گیری گاز | ۱ | ورودی نازل                        |
| ۱۱ | شیر انسداد                        | ۲ | نگهدارنده فیلتر                   |
| ۱۲ | شیر تنظیم                         | ۳ | لوله پیوت                         |
| ۱۳ | پمپ                               | ۴ | میله دما                          |
| ۱۴ | جریان سنج                         | ۵ | اندازه‌گیری دما                   |
| ۱۵ | حجم سنج گاز خشک                   | ۶ | اندازه‌گیری فشار ثابت             |
| ۱۶ | اندازه‌گیری دما                   | ۷ | اندازه‌گیری اختلاف فشار           |
| ۱۷ | فشارسنج                           | ۸ | لوله نگهدارنده (وسایل خارج دودکش) |
| ۹  | سامانه سردکننده و خشک کننده       |   |                                   |

شکل ۴- مثال برای سیستم نمونهبرداری خارج دودکش

نازل ورودی باید نوک تیز<sup>۱</sup> باشد تا جریان اصلی را مختل نکند. پیوست جزئیات سه طرح آزمایش شده را بیان می‌کند. سایر طرح‌ها نیز در صورتی که نتایج مشابهی داشته باشند، قابل کاربرد هستند.

از آنجایی که به دلایل مکانیکی داشتن ضخامت کافی نازل شیبدار ضروری است، این امر موجب عدم قطعیت اثربخش سطح نمونهبرداری می‌شود. توصیه می‌شود، این عدم قطعیت به منظور تأمین اصول نمونهبرداری ایزوکینتیک کمتر از ۱۰٪ باشد. به همین دلیل، توصیه شده است که از نازل با قطر داخلی بیشتر از ۸mm استفاده شود.

برای جلوگیری از اختلال جریان گاز در نزدیکی رأس نازل، الزامات زیر به کار می‌رود:

۱-۳-۲-۶ قطر ثابت داخلی نازل، در امتداد طول باید حداقل برابر یک قطر داخلی یا حداقل  $10\text{ mm}$  از رأس نازل (هر کدام که بزرگ‌تر است) باشد.

۲-۳-۲-۶ هرگونه تغییر در ابعاد منفذ باید با زاویه مخروطی کمتر از  $30^\circ$  باریک شود.

۳-۳-۲-۶ زانویی‌ها حداقل بعد از  $30\text{ mm}$  مستقیم طول باشد. انحناء‌ها باید حداقل در فاصله  $1/5\text{ mm}$  برابر قطر داخلی باشد.

۴-۳-۲-۶ هرگونه تغییر در قطر خارجی بخش‌های رأس تجهیزات نمونه‌برداری که در فاصله کمتر از  $50\text{ mm}$  از رأس نازل قرار دارند، باید باریک شود و با زاویه کمتر از  $30^\circ$  مخروطی گردند.

۵-۳-۲-۶ موانع مربوط به تجهیزات نمونه‌برداری به صورت زیر است:

۱-۵-۳-۲-۶ بالا دست رأس نازل ممنوع است.

۲-۵-۳-۲-۶ در مجاورت و پایین دست رأس نازل زمانی که بیشتر از  $50\text{ mm}$  یا حداقل یک برابر اندازه مانع (که بزرگ‌تر است) فاصله داشته باشد، مجاز است.

۴-۲-۶ لوله مکش برای سامانه‌های فیلتراسیون خارج دودکش

لوله مکش باید دارای سطح داخلی صاف و صیقلی باشد و به گونه‌ای طراحی شود که با استفاده از یک برس یا سایر وسایل مکانیکی به آسانی تمیز شود.

گرمادهی لوله‌ها باید به منظور حفظ پایداری شرایط فیلتراسیون گازها کنترل شود (به بند ۹ مراجعه شود).

#### ۵-۲-۶ محفظه فیلتر

جائی است که در آن فیلتر و نگهدارنده فیلتر در آن نصب شده‌اند. هنگامی که محفظه فیلتر در خارج دودکش قرار می‌گیرد برای جلوگیری از تغییض و نیز برقراری و حفظ شرایط ثابت فیلتراسیون دمای آن باید تحت کنترل باشد (به بند ۹-۴ مراجعه شود).

بخش‌های توزین قبل و بعد از نمونه‌برداری باید:

۱-۵-۲-۶ فیلتر و در مواردی که فیلتر هم با رسوبات پوشانده شود، فیلتر و نگهدارنده فیلتر باید بازیابی و وزن شوند (به بند ۱۱-۵ مراجعه شود). استفاده از یک محفظه فیلتر با دهانه مخروطی با زاویه کمتر از  $30^\circ$  در به حداقل رساندن رسوبات غبار کمک می‌کند.

۲-۵-۶ فیلتر، دهانه محفظه فیلتر و بخش‌های بالا دست برای مثال نازل که با رسوبات غبار بالا دست پوشانیده شده‌اند، مستقیماً در محاسبه لحاظ می‌شوند. سطوح بیرونی باید قبل از توزین تمیز شوند. بررسی سازگار بودن قسمت‌هایی که وزن می‌شوند با دامنه ترازو ضروری است (به بند ۲-۸ مراجعه شود).

محفظه فیلتر و نگهدارنده فیلتر باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که هیچ گونه اختلال گازی در نزدیکی اتصالات درزبندی اتفاق نیفتد.

برای تقلیل افت فشار فیلتر و بهبود توزیع ذرات غبار روی فیلتر یک نگهدارنده فیلتر با بافت درشت توصیه می‌شود. در کاربردهای نمونه‌برداری در حجم بالا فیلتر و محفظه فیلتر باید به منظور جلوگیری از اتلاف متوسط فیلتر یا آسیب فیلتر در جریان‌های بالا جلوگیری شود.

## ۶-۲-۶ فیلترها

فیلترهای مورد استفاده باید حداقل مطابق با الزامات زیر باشند:

۶-۱-۶ کارایی فیلتر باید بیشتر از ۹۹,۵٪ برای آزمایش آئروسل‌های با میانگین ابعاد ذرات  $0,۳\text{ }\mu\text{m}$  در حداقل سرعت جریان پیش‌بینی شود (یا ۹۹,۹٪ برای آزمون آئروسل‌های با میانگین ابعاد  $0,۶\text{ }\mu\text{m}$ ). این کارایی باید توسط تولید کننده فیلتر تصدیق گردد. فیلتر در سرعت جریان‌های بالاتر، به منظور حفظ افت فشارهای به قدر کافی کمتر و مناسب با مشخصه‌های کارایی فیلتر باید به اندازه کافی دارای سطح مقطع بزرگ باشد.

۶-۲-۶ مواد فیلتر نباید با ترکیبات گازدار موجود در نمونه گازی واکنش دهد، یا جذب سطحی داشته باشند و همچنین باید از نظر گرمایی پایدار و تحمل حداقل دمای پیش‌بینی شده در حین آماده‌سازی و نمونه‌برداری و غیره را داشته باشند.

در انتخاب فیلتر باید به نکات زیر توجه کرد:

- افت فشار و افزایش فشار فیلتر به علت جمع آوری ذرات در هنگام نمونه‌برداری بستگی به نوع فیلتر دارد. برای مثال افت فشار برای سرعت گاز حدود  $0,۵\text{ m/s}$  می‌تواند  $3\text{ kPa}$  تا  $10\text{ kPa}$  باشد.

- هنگام استفاده از فیلترهای حاوی چسب‌های آلی باید مراقب بود تا از تغییرات جرمی مربوط به تبخیر آن‌ها به علت گرمایش جلوگیری به عمل آید.

- فیلترهای با الیاف شیشه‌ای ممکن است با ترکیبات اسیدی نظیر  $\text{SO}_2$  واکنش داده و منجر به افزایش جرم فیلتر شوند. استفاده از این گونه فیلترها توصیه نمی‌شود.

- فیلترهای با الیاف کوارتز با وجود مقاومت مکانیکی ضعیف آنها، در اکثر موارد کارایی کافی نشان داده‌اند.
- فیلترهای PTFE (پلی‌تترافلورواتیلن یا تفلونی) نیز اغلب کارایی مناسبی دارند، با این وجود دمای گاز عبوری از فیلتر نباید از دمای تعیین شده توسط تولیدکننده تجاوز نکند اگر چه دمای گاز عبوری از فیلتر نباید از ۲۳۰ درجه بالاتر رود.

اگر تعیین ترکیب غبار جمع شده مدنظر باشد یک شاهد از مواد فیلتر باید برای تعیین وجود ترکیبات مربوطه مورد بررسی قرار گیرد.

هنگام توزین فیلترها باید دقیق شود تا از خطای ناشی از بار الکترو استاتیک اجتناب شود.

**یادآوری ۱- اندازه‌گیری‌های "مقدارشاهدکل"** (به بند ۶-۱۱ مراجعه شود) تاحدی به انتخاب فیلتر بستگی خواهد داشت (خواص مکانیکی، تمایل به رطوبت و غیره).

**یادآوری ۲- از بین رفتن الیاف فیبر می‌تواند در دوره نمونه‌برداری اولیه از فیلتر رخ دهد که ممکن است بر نتیجه کلی تاثیر بگذارد.**

## ۷-۲-۶ واحد مکش و وسایل اندازه‌گیری گاز

واحد مکش باید نسبت به گاز نفوذ ناپذیر، مقاوم به خوردگی و قادر به تولید حداکثر جریان مجاز در شرایط نمونه‌برداری باشند (вшار مکش به سمت پایین تا  $40 \text{ kPa}$ ) سری جریان باید به وسیله شیر تنظیم یا شیر انسداد کنترل شود و باید برای قطع جریان گاز یک شیر قطع کن در سری نمونه‌برداری در دسترس باشد.

مثال‌هایی از دو نوع سیستم اندازه‌گیری گاز که ممکن است استفاده شود به شرح زیر است:

**۷-۲-۶-۱ اندازه‌گیری جریان بر پایه گاز خشک (به شکل ۵ مراجعه شود):**

**۷-۲-۶-۱-۱ کندانسور و/یا برج خشک کننده گاز** که در بالاترین سرعت جریان، رطوبت باقیمانده کمتر از  $10 \text{ g/m}^3$  را فراهم می‌کند؛

**۷-۲-۶-۲-۲ پمپ درزبندی شده؛**

**۷-۲-۶-۳ جریان‌سنجد** برای تسهیل تنظیم سرعت جریان در برابر با حجم سنجد گاز خشک یا صفحه روزنده‌دار اندازه‌گیری، کالیبره شده است؛

**۷-۲-۶-۴ حجم‌سنجد گاز** (با دقیق بیشتر ۲٪ در سرعت جریان مورد انتظار)، که وابسته به دستگاه اندازه‌گیری فشار مطلق و دمای مطلق با دقیق حدود ۱٪ است.

اندازه‌گیری‌های سرعت جریان (به شکل ۵ مراجعه شود): ۲-۷-۲-۶

لوله گرم شده: ۱-۲-۷-۲-۶

۲-۲-۷-۲-۶ صفحه اوریفیس یا وسیله مشابه دیگر (جریان سنج) حدود ۲٪ سرعت جریان پیش بینی شده، کالیبره شده است. دقیق اندازه‌گیری‌های دما و فشار (مطلق و نسبی) باید بیشتر از ۱٪ باشند؛

۳-۲-۷-۲-۶ بیرون کننده هوای فشرده شده که به عنوان وسیله مکش عمل می‌کند؛

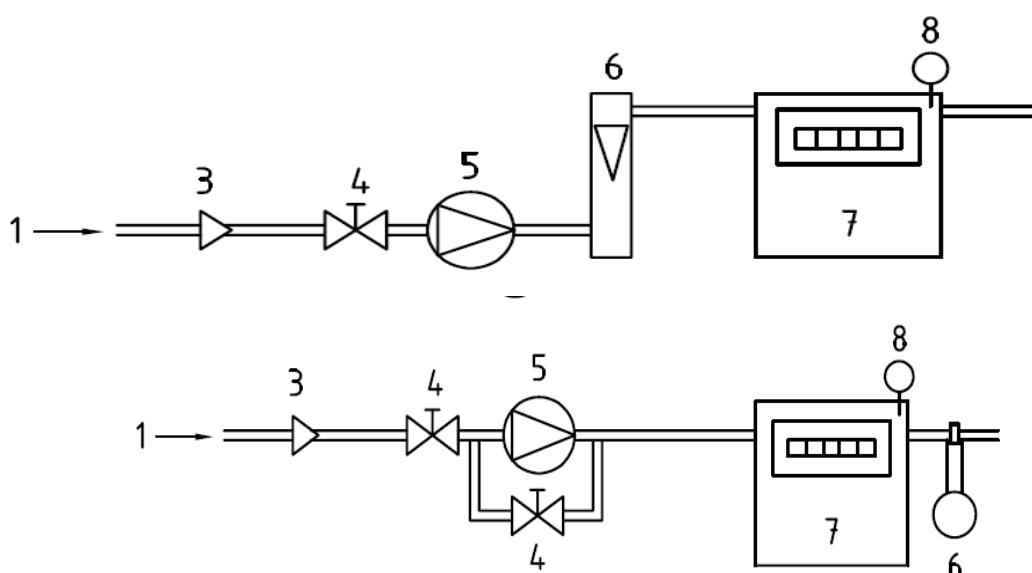
۴-۲-۷-۲-۶ وسیله اندازه‌گیری فشار آتمسفر.

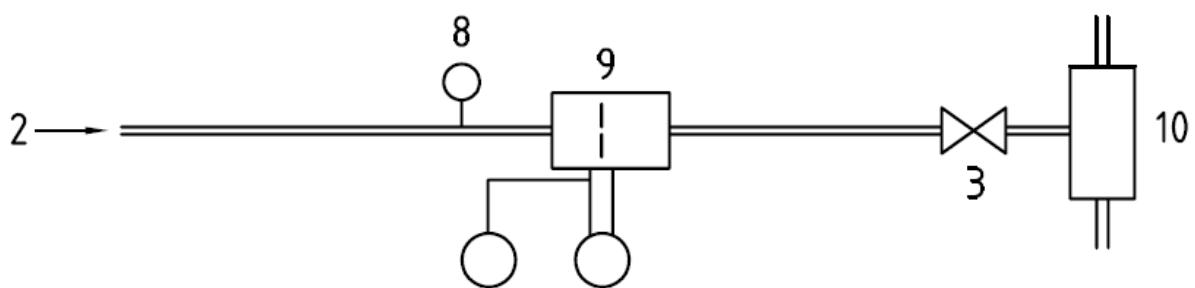
سایر مقدمات و اجزاء بخش‌های مورد نیاز مطابق الزامات پیوست ج تهییه شود.

اگر نمونه‌برداری جریان جانبی مورد نیاز باشد تعیین سرعت جریان جانبی برای محاسبه نمونه‌برداری ایزوکینتیک و محاسبه حجم کلی گاز نمونه‌برداری شده انجام شود.

۳-۶ مواد مورد استفاده برای بازیافت ریزدرات

۱-۳-۶ محلول‌های شستشو: آب خالص‌سازی شده (دیونیزه و فیلتر شده) و استون (باقیمانده خشک کمتر از  $10 \text{ mg/l}$ )





راهنمای:

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| ۱ گاز خشک          | ۶ جریان سنج               |
| ۲ گاز مرطوب        | ۷ حجم سنج                 |
| ۳ شیر قطع کننده    | ۸ اندازه‌گیر دما          |
| ۴ شیر کنترل برگشتی | ۹ صفحه اوریفیس گرم شده    |
| ۵ پمپ              | ۱۰ بیرون کننده هوای فشرده |

شکل ۵- مثال‌هایی از واحد مکش و وسایل گاز سنجی

**۲-۳-۶** ظروف تمیز با اندازه مناسب (مثلاً  $250\text{ mg}$ ) برای نگهداری، ذخیره و انتقال محلول‌های شستشو؛

**۳-۳-۶** درپوش‌ها (مقاوم در برابر با استون) برای بستن لوله مکش.

**۴-۶** دستگاه‌های آماده‌سازی و توزین

**۴-۶-۱** محفظه‌های توزین

برای توزین ظروف جهت خشک کردن محلول‌های پسماند شستشو باید از جرم مناسب استفاده شود. موادی که استفاده می‌شوند باید سازگار با ترازو باشند. ثابت شده است که شیشه و سرامیک مواد مناسی برای این ظروف هستند. مواد پلیمری به این منظور توصیه نمی‌شوند.

**۲-۴-۶** دسیکاتورها (خشکانه‌ها)

دسیکاتورها، با عامل رطوبت‌گیر مربوط (سیلیکاژل، کلرید کلسیم و غیره) که در اتاق توزین قرار می‌گیرند.

**۳-۴-۶** آون خشک کن آزمایشگاهی

آون خشک کردن، با کنترل دمایی در محدوده  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### ۴-۴-۶ ترازو

ترازو، با دقت  $1\text{mg}/0.1\text{mg}$  تا  $1\text{mg}/0.01\text{mg}$  دارای محدوده مناسب با جرم اجزایی که قرار است توزین شوند (به بند ۶-۲-۶ مراجعه شود).

با توجه به مکان اطلاق توزین، باید توجه ویژه برای جلوگیری از قرائت در حالت ناپایدار به دلیل لرزش، خشکی هوا، تغییرات دما و رطوبت انجام گیرد.

یادآوری: عدم قطعیت توزین نه تنها به مشخصات ترازو، بلکه به کل روش نیز بستگی دارد (به پیوست چ مراجعه شود).

#### ۴-۴-۶ ترمومتر و رطوبت سنج در نزدیکی ترازو باشد.

#### ۶-۴-۶ فشارسنج

۷-۴-۶ هود استخراج و صفحه گرمایش برای تبخیر محلول‌های پسمانده آبکشی که مشخصات آن‌ها به روش تبخیر بستگی خواهد داشت.

#### ۷ محاسبه قطر نازل جهت به دست آوردن وزن ذرات

##### ۱-۷ کلیات

قطر نازل از روی ویژگی‌های سرعت جریان حجمی مربوط به سری نمونه برداری ذرات مورد استفاده و با توجه به فرض اولیه در خصوص جرم مورد انتظار از ذرات جمع شده تعیین می‌گردد.

##### ۲-۷ محاسبه قطر نازل به وسیله سرعت جریان سری در نمونه برداری

بر اساس سرعت از قبل تعیین شده گاز ( $v_s$ ) در هر نقطه نمونه برداری و الزام  $v_n = v_s$  (که در آن  $v_n$  سرعت جریان گاز در طول نازل است) سطح قطر نازل ( $A_n$  و سپس قطر نازل  $D_n$ ) به سادگی از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$A_n = \frac{\pi(D_n)^2}{4} = \frac{qv}{v_n} \quad (1)$$

اگر قطر نازل ( $D_n$ ) مناسب نباشد، سرعت جریان حجمی متفاوت  $qV$  (یا سری نمونه برداری متفاوت) ضروری است.

۳-۷ محاسبه قطر نازل هنگامی که زمان نمونه برداری ثابت مشخص است و جرم ذرات تجمع یافته مورد نیاز است

در بسیاری از استانداردها، زمان نمونه برداری مشخص است. در چنین شرایطی ممکن است افزایش سرعت جریان حجمی به منظور تجمع کافی توده ذرات برای توزین، ضروری باشد. سرعت جریان حجمی ممکن است با افزایش اندازه نازل افزایش یابد، اگرچه تغییر طراحی سری نمونه برداری برای دستیابی به الزامات افزایش جریان ممکن است ضروری باشد.

سرعت جریان حجمی در طول نازل ( $Q_V$ ) از رابطه زیر به دست می آید:

$$Q_V = A_n v_n \quad (2)$$

که در آن

$A_n$  سطح نازل؛

$v_n$  سرعت گاز در طول نازل است.

در شرایط ایزوکینتیک،  $v_n$  مساوی با سرعت گاز ( $v_s$ ) است یا

تحت شرایط نمونه برداری ایزو سینتیک حجم گاز  $v_n$  در طول نازل تقسیم بر مدت زمان نمونه برداری  $t$ ، شدت جریان حجمی را در شرایط واقعی را نشان می دهد که برابر است با زمان  $t$  برابر است با  $A_n v_n$  که از رابطه زیر به دست می آید:

$$Q_V = \frac{V_n}{t} = A_n v_n = A_n v_s \quad (3)$$

و

$$A_n = \frac{V_n}{t \times v_s} \quad (4)$$

و اگر غلظت پیش‌بینی شده غبار  $c_{\text{exp}}$  باشد می‌توان میزان تقریبی جرم مطلوب (m) تجمع یافته را تخمین زد:

$$c_{exp} = \frac{m}{v_n} \quad (5)$$

بنابراین از رابطه (۴) سطح نازل را می‌توان تخمین زد:

$$A_n = \frac{m}{c_{exp} \times t \times v_s} \quad (6)$$

که در آن:

سطح نازل؛  $A_n$

غلظت پیش‌بینی شده غبار؛  $c_{exp}$

جرم ریزدراز؛  $m$

زمان؛  $t$

سرعت جریان حجمی در طول نازل؛  $q_v$

سرعت گاز در طول دودکش؛  $v_s$

سرعت گاز در طول نازل؛  $v_n$

حجم گاز در طول نازل است.  $V_n$

برای نمونه‌برداری در حجم‌های بالا ویژگی‌های نازل ورودی باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۳۶۹ باشد. به منظور دستیابی به نمونه‌برداری ایزوکینتیک در سرعت‌های بالا قطره‌ای قابل پذیرش نازل از ۱/۲۵cm تا ۳/۴۳cm باید مورد استفاده قرار گیرد.

## ۸ روش اجرایی توزین

### ۱-۸ جنبه‌های کلی

بسته به نوع وسیله نمونه‌برداری مورد استفاده فیلتر با نگهدارنده و تمام بخش‌های بالادست و یا بدون آن‌ها باید وزن شوند.

محلول پسماند آبکشی باید خشک شود و بسته به روش مورد استفاده در همان ظرف وزن شود یا جهت توزین به ظرف کوچکتری منتقل شود.

## ۲-۸ آماده سازی قبل از نمونه برداری

اجزاء وزن شده باید در یک آون خشک کن حداقل برای یک ساعت در دمای  $180^{\circ}\text{C}$  خشک شده باشند (به بند ۱۰ مراجعه شود). فیلترها و یا ظروف توزین را توسط دسیکاتور موجود در اطاقک توزین برای مدت حداقل ۴ ساعت تا رسیدن به درجه حرارت محیط خنک کنید. در خصوص اجزاء بزرگتر برای مثال ظروف توزین، خنک کردن تا ۱۲ ساعت لازم می‌باشد. در صورتی که رطوبت تحت کنترل باشد و ذرات مرطوب وجود نداشه باشد، ممکن است فیلترها و یا ظروف توزین در اطاقک توزین متعادل شده باشند.

## ۳-۸ توزین

از آنجایی که غلظت غبار اغلب از اختلاف بین جرم‌های به دست آمده در فاصله زمانی یک تا دو هفته تعیین می‌شود، توجه ویژه‌ای برای اجتناب از خطاهای توزین مربوط به لرزش ترازو، تعادل دمایی ناکافی اجزای توزین شده و تغییرات آب و هوایی لازم است (به مثال‌های پیوست ح مراجعه شود). بنابراین پیش از اجرای هر گونه اندازه‌گیری کاربر باید روش توزین را تصدیق کند (به بند ۶-۸ مراجعه شود). قویاً توصیه می‌شود برای توزین اولیه (توزین قبل از نمونه برداری) و توزین پس از نمونه برداری از یک ترازو استفاده شود.

پیش از هر سری توزین:

- ترازو با وزنهای استاندارد کالیبره شود؛
- بازرسی‌های بیشتر توزین بخش‌های کنترل معادل با سایر بخش‌های مورد استفاده در اندازه‌گیری در همان شرایط دما و رطوبت پیش آماده سازی کنترل شود و از آلودگی حفظ شود؛
- شرایط آب و هوایی اتاق ثبت شود.

هنگام توزین اجزای حجیم (مانند بشر)، دما و فشار بارومتری ممکن است جرم ظاهری را تحت تاثیر قرار دهد. این امر ممکن است با استفاده از جرم مرجع بخش‌های کنترل مشخص شود. در این شرایط اصلاح توزین باید به کاربرده شود. تصحیح توزین براساس تغییر جرم ظاهری سه بخش کنترل شامل هر نوع (فیلتر، نگهدارنده، محفظه و غیره) تعیین شود.

افزایش یا کاهش نتایج توزین می‌تواند به دلایل زیر باشد:

- بارهای الکترواستاتیکی موجب خطا در قرائت‌ها می‌شوند و ممکن است تخلیه یا خنثی شود (صفحه فلزی یا پرتاب یونی)؛

- ویژگی‌های جاذب رطوبتی و فراریت مواد فیلتر و/یا ذرات. توزین باید در مدت ۳ دقیقه بعد از خروج از دسیکاتور انجام شود. سه قرائت به فاصله ۱ دقیقه، ۲ دقیقه، و ۳ دقیقه بعد از توزین اولیه انجام شود. اگر افزایش قابل توجهی رخ دهد نمونه باید مجدداً به مدت حداقل ۴ ساعت در دسیکاتور قرار گیرد. روش نمونه‌برداری مجدداً تکرار شود، جرم مرجع خشک سپس از روی قیاس با زمان مبدأ محاسبه می‌شود.

- اختلافات کوچک دمایی بین بخش‌های توزین شده و محیط ممکن است باعث برهم خورن تعادل شود.

#### ۴-۸ عمل آوری بخش‌های توزین شده پس از نمونه‌برداری

بخش‌های توزین شده را در آون به مدت حداقل یک ساعت در دمای  $160^{\circ}\text{C}$  خشک شود (برای موارد خاص به بند ۹ مراجعه شود). پس از خشک کردن، آن‌ها را مطابق توضیحات (بند ۲-۸) به دمای محیط برسانید.

در صورتی که امکان حضور ترکیبات فرار یا واکنش‌پذیر وجود داشته باشد، خشک کردن را در دمای نمونه‌برداری با استفاده از جریان گاز نیتروژن خشک انجام دهید (به بند ۲-۱۱ مراجعه شود).

#### ۵-۸ عمل آوری محلول‌های پس مانده آبکشی بعد از نمونه‌برداری

تمام محلول‌های جمع شده حاصل از شست و شوی قسمت‌های بالادست فیلتر توسط آب و استون، همانطور که در (بند ۵-۹) توضیح داده شده است برای انجام عملیات مجدد به آزمایشگاه انتقال داده می‌شود. باید توجه داشت آلدگی رخ ندهد.

محلول‌ها را به استوانه‌های خشک شده و از پیش توزین شده انتقال دهید (به بند ۲-۸ مراجعه شود). در طول تبخیر، مخلوط حلal نباید جوشانده شود. زیرا حجم محلول در طول فرآیند تبخیر کاهش می‌یابد، ظروف کوچکتر مورد استفاده قرار گیرند.

یادآوری-روش‌های تبخیر که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند عبارتند از:

۱- تبخیر در آون در دمای  $120^{\circ}\text{C}$  و در فشار محیط. یک سیستم (تهویه) کارآمد با هوای تمیز یا نیتروژن جهت رقیق کردن بخار استون تا حد ایمن لازم است.

۲- تبخیر در یک سیستم بسته (دسیکاتور). دمای اولیه در  $90^{\circ}\text{C}$  تنظیم می‌شود و فشار تا  $40\text{ kPa}$  (مطلق) کاهش داده می‌شود. همچنانی با گذشت زمان دما افزایش و فشار کاهش می‌یابد. برای دوره نهایی دما  $140^{\circ}\text{C}$  و فشار  $20\text{ kPa}$  حفظ می‌شود.

بعد از تبخیر، محفظه‌های توزین را در آون خشک کن به مدت یک ساعت در  $160^{\circ}\text{C}$  قرار دهید (برای موارد خاص به بند ۱۰ مراجعه شود). سپس در دمای محیط مطابق آنچه که در (بند ۲-۸) شرح داده شده، آن را خنک کنید.

بسته به جرم نسبتاً بالا و حجم محفظه‌های توزین در مقایسه با رسوبات تحت بررسی، ممکن است تغییر در فشار بارومتری، توزین را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین حداقل سه محفظه خالی توزین با اندازه مشابه را در هر سری جریان وزن کنید. هر گونه تغییرات در جرم ممکن است برای تصحیح استفاده شود.

حداقل یک عدد شاهد برای هر حلال با استفاده از حجم مشابه مورد استفاده در پس‌ماند آبکشی به دست آورید.

#### ۶-۸ بهبود روش‌های توزین

تجربه نشان داده است که عدم قطعیت توزین تنها به تعادل عملکرد بستگی ندارد، بلکه به کل روش به کار برده شده نیز مربوط است. بنابراین قبل از انجام هر گونه اندازه‌گیری، کاربر باید روش خود را مشخص و تصدیق نماید و تجهیزات نمونه‌برداری و فیلترهای مورد استفاده را نیز در نظر بگیرد.

تکرار توزین اجزاء در طول چندین هفته تحت شرایط مختلف (برای مثال از نظر دمای خارجی، رطوبت و غیره) از طریق انحراف معیار، عدم قطعیت‌های مربوط به دستکاری فیلترها، زمان تعادل و غیره باعث نتایج به عنوان نخستین تخمین میزان شاهد کل مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای تعیین حجم گاز نمونه‌برداری شده به منظور دستیابی به داده‌های اساسی با در نظر گرفتن محدوده مورد انتظار غلظت ریزدرازات به کار برده شوند (به پیوست چ مراجعه شود).

#### ۹ روش‌های نمونه‌برداری

##### ۱-۹ جنبه‌های کلی

روش‌های ابتدایی زیر باید انجام شود:

۱-۱-۹ قبل از انجام هر نمونه‌برداری هدف نمونه‌برداری و روش‌های نمونه‌برداری با کارکنان مرتبط واحد صنعتی به بحث گذاشته شود. ماهیت فرآیند واحد صنعتی برای مثال حالت دائمی یا چرخشی می‌تواند برنامه نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار دهد. در صورتی که امکان اجرای فرآیند در حالت دائمی وجود دارد، نگهداری این حالت در حین نمونه‌برداری حائز اهمیت است.

۲-۱-۹ تاریخ‌ها، زمان‌های شروع، بررسی مدت زمان و دوره نمونه‌برداری و همچنین شرایط کاری کارگاه در طول این دوره‌ها باید مورد موافقت مدیر کارگاه قرار گیرد.

**۳-۱-۹** محاسبات اولیه بر اساس غلظت غبار مورد انتظار جهت بررسی مقدار غبار نمونهبرداری شده با حجم شاهد کل سازگار است و بارگذاری اضافی فیلتر اتفاق نخواهد افتاد (به پیوست چ مراجعه شود).

در نمونهبرداری محدود به  $h^{0.5}$  برای آزمایش قطعی یا اهداف تنظیمی لازم است عدم قطعیت اندازهگیری در محدوده  $2\text{mg}/\text{m}^3$  باشد (به بند ۲-۱۲ مراجعه شود). علاوه بر این نمونهبرداری در طول دو قطر در حدود  $h^{0.5}$  ناگزیر خواهد بود، حتی اگر اندازه کانال‌ها متوسط باشد نمونهبرداری همزمان توسط دو تیم، هر کدام بر روی یک خط نمونهبرداری الزام است.

هر کجا که ممکن باشد، نمونهبرداری می‌تواند تمدید شود تا کاهش حد آشکارسازی شرایط عملیاتی بیشتر شود (به پیوست چ مراجعه شود). توصیه می‌شود زمان نمونهبرداری به منظور انجام محاسبه تاثیر ناپایدار شرایط منبع ساکن و واکنش‌های شیمیایی احتمالی غبار جمع شده روی فیلتر، انتخاب شود.

**۴-۱-۹** کاربر باید هدف از انجام اندازهگیری و شرایط گاز نمونهبرداری شده را در نظر بگیرد.

**۴-۱-۹** بین وسیله فیلتراسیون داخل دودکشی و خارج دودکشی انتخاب انجام دهد.

در صورتی که گاز دودکش اشباع شده باشد (با آب،  $\text{SO}_3$  وغیره) دستگاه‌های فیلتراسیون خارج دودکشی باید استفاده شوند.

**۴-۱-۹** در موارد خاص برای فیلتراسیون و آماده سازی یا خشک کردن فیلتر قبل و بعد از نمونهبرداری یک دما یا درجه حرارت انتخاب شود (به بند ۱۰ مراجعه شود).

**۵-۱-۹** بعد از هر نمونه برداری یک نمونه شاهد گرفته شود.

## **۲-۹ آماده سازی**

تجهیزات قبل از انتقال به محل آزمون، تمیز، آماده و بازرگانی شوند. از بخش‌هایی از مسیر نمونهبرداری که قبلاً مورد استفاده در نمونهبرداری با غلظت بالای غبار بوده، بدون تمیزی کامل استفاده نشود.

برای هر سری اندازهگیری، فیلتر و قسمت‌هایی که باید توزین شوند، به عنوان جزیی از برنامه اندازهگیری باید آماده سازی شوند. این قسمت‌ها شامل لوازم مورد نیاز برای آزمون‌های شاهد کل و اجزای قابل تعویض (به عنوان مثال فیلتر، نگهدارنده فیلتر، نازل وغیره) و تجهیزات دارای نقص فنی می‌باشد. فرآیند توزین را مطابق (بند ۸) انجام دهید.

تمام اجزای توزین شده، شامل لوله مکش و سایر اجزای تجهیزات که در تماس با نمونه قرار خواهند گرفت (و سپس شسته خواهند شد) باید در طول انتقال و نگهداری از آلودگی محافظت شوند.

### ۳-۹ پیش اندازه‌گیری‌ها

بسته به ابعاد کanal که محقق شده است تعداد و محل نقاط نمونه‌برداری را مطابق (بند ۲-۵ و پیوست پ) انتخاب شود.

دماها و سرعت‌های جریان گاز را در نقاط انتخابی بر روی کanal اندازه‌گیری کنید و تغییر احتمالی جریان گاز با توجه به محور کanal بررسی شود و از تامین الزامات بند ۵-۲ اطمینان حاصل شود. در غیر این صورت به بند ۱۱-۲ مراجعه شود.

به منظور بررسی تغییرات شدت جریان در کanal در طول نمونه‌برداری، یک لوله پیتوت مجزا یا یک وسیله اندازه‌گیری مناسب دیگری را در یک نقطه ثابت مناسب در روی صفحه نمونه‌برداری به منظور پایش سرعت جریان قرار دهید.

ترکیب گاز خروجی به ویژه میزان  $O_2$ ،  $CO_2$  و آب تعیین کنید.

یادآوری ۱- تغییرات جریان داخل کanal همچنین می‌تواند با استفاده از یک لوله پیتوت که بر روی وسیله نمونه‌برداری سوار شده و اندازه‌گیری فشار دینامیکی هر نقطه نمونه‌برداری را فراهم می‌کند، بازرسی شود.

یادآوری ۲- پایش دمای داخل کanal و/یا غلظت  $CO_2/O_2$  (یا پارامتر مرتبط دیگری) ممکن است اطلاعات اضافی مبنی بر ثبات منابع ساکن را ارائه دهد.

با در نظر گرفتن محاسبات اولیه (به بند ۷ و پیوست ح مراجعه شود) و سرعت جریان‌های اندازه‌گیری شده نازل ورودی با قطر مناسب که شرایط ایزوکینتیک را در تمام نقاط نمونه‌برداری فراهم کند انتخاب کنید.

### ۴-۹ روش اندازه‌گیری

هنگام نمونه‌برداری مراحل زیر باید انجام شود:

۴-۹-۱ تجهیزات نمونه‌برداری را سرهم کنید و هرگونه نشتی احتمالی با درزبندی نازل و روشن کردن دستگاه مکش را بازرسی کنید. توجه به این روش الزامی است زیرا تغییرات سریع در فشار و جریان گاز به گاز سنج آسیب می‌رساند. سرعت جریان نشتی که باید کمتر از ۲٪ سرعت جریان نرمال باشد از اندازه‌گیری تغییرات فشار بعد از حداقل تبخیر مسیر جریان تحت شرایط فشاری در طول نمونه‌برداری به دست می‌آید.

در طول نمونه‌برداری، بررسی نشتی با اندازه‌گیری مداوم غلظت ترکیب گاز مربوطه ( $CO_2$ ,  $O_2$  و غیره) می‌تواند به دو صورت مستقیم در کanal و همچنین در پایین دست مسیر جریان نمونه‌برداری پایش شود. هر گونه اختلاف

محسوس بین غلظت‌ها نشان دهنده نشتی در قسمت‌هایی از تجهیزات نمونه‌برداری است که خارج از دودکش قرار گرفته‌اند. این نشتی بعداً باید به طور کامل بررسی شده و برطرف گردد.

**۲-۴-۹** اجزای مربوط به قطعه نمونه‌برداری تا دمای منتخب فیلتراسیون از قبل گرم شود، برای مثال دمای دودکش یا دمای توصیه شده  $5C^{\circ} \pm 5C^{\circ}$  است. جریان نمونه‌برداری با نازل به کanal اضافه شود و در صورت امکان از تماس پوشش پایین‌دستی با بخش‌های کanal جلوگیری شود.

ورودی درگاه دسترسی را به منظور به حداقل رساندن ورود هوا یا مواجهه کاربران با گاز سمی، درزبندی کنید.

**۳-۴-۹** پراب نمونه‌برداری تاجایی چرخانیده شود، که نازل ورودی نسبت به جریان بالادست در حدود از  $\pm 10^{\circ}$  باشد شیر انسداد باز شده و دستگاه مکش به کار بیافتد و به منظور دستیابی به نمونه‌برداری ایزوکینتیک سرعت جریان را بین  $5\%$ - $15\%$ + تنظیم کنید.

**۴-۴-۹** زمان نمونه‌برداری در هر نقطه انتخاب شده، باید یکسان باشد.

**۵-۴-۹** مجموع زمان نمونه‌برداری باید حداقل ۳۰ دقیقه باشد.

**۶-۴-۹** در طول نمونه‌برداری شدت جریان حداقل هر ۵ دقیقه یکبار بررسی و تنظیم شود تا شرایط نمونه‌برداری ایزوکینتیک در حدود  $5\%$ - $15\%$ + حفظ شود. به صورت مداوم و حداقل هر ۵ دقیقه یکبار فشار دینامیک را توسط لوله پیتوت یا سایر سامانه‌های اندازه‌گیری مناسب، که در یک نقطه ثابت شده‌اند یا روی تجهیزات نمونه‌برداری سوار شده‌اند، پایش و ثبت کنید (به بند ۳-۹ مراجعه شود).

**یادآوری** - عملیات خوب آزمایشگاهی هنگام استفاده از یک گاز سنج خشک آن است که حداقل هر ۵ دقیقه یکبار دما و فشار گازسنج ثبت شود و از نتایج برای محاسبه نهایی میزان نمونه‌برداری اسفتاده شود.

هنگام انتقال مسیر جریان نمونه‌بردار به نقطه نمونه‌برداری بعدی، نمونه‌برداری متوقف نشود و جهت فراهم کردن شرایط ایزوکینتیک سریع شدت جریان را تنظیم کنید.

**۷-۴-۹** مدت زمان نمونه‌برداری و شدت جریان یا حجم نمونه‌برداری در هر نقطه از نمونه‌برداری ثبت شود.

**۸-۴-۹** هنگام اتمام نمونه‌برداری از تمام نقاط انتخاب شده از خط نمونه‌برداری، شیر قطع کن و دستگاه مکش بسته شود. قطعه نمونه‌برداری از کanal جریان خارج شده و در خط نمونه‌برداری بعدی قرار داده شود.

برای اندازه‌گیری غلظت پایین غبار، بهتر است فقط از یک فیلتر برای اندازه‌گیری کامل (نمونه‌برداری تراکمی) استفاده شود. بار فیلتر و حداکثر سرعت گاز نباید بیشتر از مقدار توصیه شده توسط تولید کننده فیلتر باشد.

- ۹-۴-۹ در پایان نمونهبرداری در تمام نقاط نمونهبرداری موارد زیر را انجام دهید:
- ۱-۹-۴-۹ سری نمونهبرداری را بعد از بستن شیر انسداد و دستگاه مکش خارج کنید.
- ۲-۹-۴-۹ اگر پایش نشته در طول نمونهبرداری انجام نشده بود، تجهیزات مطابق (بند ۱-۴-۹) از نظر نشته بررسی شود.

۳-۹-۴-۹ تجهیزات نمونهبرداری پیاده شود و به صورت چشمی فیلتر و نگهدارنده فیلتر از نظر علام شکستگی یا خوردگی در اثر فشار یا غلظت رطوبت بررسی شود (تجهیزات نمونهبرداری در شرایطی پایین‌تر از نقطه شبنم یا خیلی نزدیک به آن کار می‌کند). در صورت مشاهده چنین نشانه‌هایی آزمایش فاقد اعتبار خواهد بود. همچنین توزیع غیریکنواخت غبار روی فیلتر بازرگی شود.

- ۱۰-۴-۹ فشار بارومتریک، اندازه‌گیری و ثبت شود.
- ۱۱-۴-۹ بخش‌هایی که باید توزین شوند، جهت حمل به آزمایشگاه توزین در یک محفظه بسته شده فاقد نیروی الکترواستاتیک قرار داده شود (به بند ۸ مراجعه شود).

#### ۵-۹ بازیابی رسوبات اجزای بالادست فیلتر

درصورتی که کمیت‌پذیری رسوبات احتمالی الزامی نباشد، همه‌ی اجزای توزین نشده در تماس با گاز نمونه بالادست فیلتر را شستشو داده تا رسوبات بازیابی شوند (به بند ۵-۱۱ مراجعه شود).

اگر شستشو در محل انجام می‌شود به منظور جلوگیری از آلودگی باید دقت ویژه‌ای معمول گردد. شستشو مطابق با روش زیر انجام می‌شود:

۱-۵-۹ نازل، خمیدگی و دیگر قسمت‌های بالادست فیلتر با استفاده از آب درون ظرف نگهداری به دقت شستشو شود. اجازه ورود هیچ‌گونه غبار بیرونی به ظرف داده نشود. همانند شستشو با آب عمل شستشو و آبکشی با استفاده از استون درون همان ظرف برای بار دوم تکرار شود.

۲-۵-۹ برای شستشوی لوله مکش، یک انتهای آن بسته شود و جهت مرطوب و تمیز کردن سطح داخلی لوله با آب کافی پر شود (یک دوم تا یک سوم حجم لوله مکش) سپس انتهای دیگر لوله مکش بسته شود. لوله با چندین بار چرخاندن و بالا و پایین کردن تمیز شود. محلول به ظرف ذخیره سازی انتقال داده شود. عمل شستشو و آب کشی با استون درون همان محفظه برای بار دوم تکرار شود.

به منظور بازیابی رسوبات اجزای بالادست فیلتر روش مکانیکی برای تمیز کردن استفاده نشود. اگرچه لازم است قبل از هر اندازه گیری تجهیزات به صورت مکانیکی تمیز و شستشو شوند.

قسمت‌های بالادست حداقل بعد از هر سری اندازه‌گیری در همان محل نمونه‌برداری و حداقل یک بار در هر روز شستشو شوند.

جرم بازیابی جهت آزمون‌های اختصاصی نسبت به جرم جمع‌آوری شده روی هر فیلتر مشخص شود.

## ۶-۹ شاهد کل

بعد از هر سری اندازه‌گیری یا حداقل یکبار در روز به‌شرح روش نمونه‌برداری توصیف شده در (بند ۴-۹) بدون روشن نمودن دستگاه مکش، یک نمونه شاهد تهیه کنید. این امر موجب تخمین توزیع نتایج مربوط به کل روش انجام شده توسط کاربرها برای غلظت غبار صفر می‌شود، یعنی آلودگی فیلترها و محلول‌های پسماند آبکشی در حین جابجایی در محل، انتقال، نگهداری، جابجایی در آزمایشگاه و روش‌های توزین مقادیر اعداد شاهد کل باید به صورت مجزا گزارش شوند.

## ۱۰ رفتار دمایی غبار

ذرات غبار منتشرشده عموماً از نظر گرمایی پایدار هستند. اگرچه در برخی از فرآیندها، گاز‌های نمونه‌گیری شده دارای ترکیبات ناپایدار یا نیمه فرار هستند (یعنی در دمای پایین به شکل ذره و در دماهای بالاتر به فرم گاز هستند). در این موارد غلظت اندازه‌گیری شده به دمای فیلتراسیون و یا دمای خشک کردن قبل از توزین نهایی بستگی دارد.

ذرات ممکن است در استانداردهای ملی در دماهای استاندارد معین تعریف شده باشند، به عنوان مثال (دمای  $125^{\circ}\text{C}$  و  $15^{\circ}\text{C}$ ). در چنین مواردی سیستم نمونه‌برداری باید به گونه‌ای طراحی گردد که مواد آلاینده‌ای را که به صورت ذرات وجود دارد (فاز جامد یا قطرات مایع) در دمای معین جمع‌آوری کند. این امر می‌تواند با قرار دادن فیلتر یا سوار کردن فیلتر از خارج پروب به داخل یک حفره با دمای کنترل شده انجام شود.

اگر در استانداردهای ملی مواد چگالش‌پذیر در هوای محیط شامل تعریف ذرات باشند، ممکن است لازم شود شامل مواد برگرفته از یک آلاینده‌گیر سردکننده باشد، که بعد از فیلتر اضافه شده است. توصیه می‌شود روش‌های استخراج مناسب مواد آلی یا سایر مواد در استاندارد ملی تعریف شود. این استاندارد این قبیل روش‌ها را معرفی نمی‌کند، با این وجود واضح است که باید توجه شود هرگونه روش کاربردی در معرفی مصنوعات غیر معرف از انتشارهای واقعی نتیجه ندارد.

این پدیده در صنایع مختلفی گزارش شده است. به عنوان مثال:

- نیروگاه برق مجهز به فرآیندهای سولفورزدایی به دلیل وجود هیدرات‌ها؛
  - نیروگاه برق با سوخت نفت سنگین یا موتورهای دیزلی به دلیل حضور  $\text{SO}_3$  و/ یا انتشار ترکیبات آلی؛
  - کوره‌های شیشه‌ای به دلیل حضور ترکیبات بور نیمه فرار؛
  - زباله سوزها با فرآیندهای عمل‌آوری گازی مرطوب و نیمه خشک.
- تفاوت در غلظت‌های غبار اندازه‌گیری شده (تا بالاتر از ضربیب ۱۰) تجربه شده است و بنابراین در چنین مواردی نتایج اندازه‌گیری شده باید با یک دمای معین (بالاترین دمایی که غبار نمونه‌برداری شده قبل از توزین به آن می‌رسد) همراه باشد. به دلیل تفاوت بسیار زیاد موقعیت‌هایی که ممکن است پیش بیایند، تعیین یک دمای متفاوت که در همهٔ موارد قابل کاربرد باشد ممکن نخواهد بود.

اگرچه به دام انداختن کامل ترکیبات فرار مستلزم یک دمای فیلتراسیون بسیار پایین و دقت ویژه در طول نمونه‌برداری است، اما در صورتی که این ترکیبات به دام نیافتدند یا در طول خشک کردن بیشتر تبخیر شوند، ممکن است تکرار پذیری نتایج انجام شود. به همین دلیل به طور کلی دمای  $160^{\circ}\text{C}$  که از به دام افتادن بسیاری از ترکیبات فرار جلوگیری می‌کند و بیشتر هیدرات‌ها را تجزیه می‌کند، معمول است.

در هر صورت اگر ترکیبات نیمه فرار یا ناپایدار به دام نیافتدند و یا هنگام خشک شدن بیشتر تبخیر شوند، امکان بدست آوردن نتایج تجدید پذیر وجود دارد. در چنین مواردی نتایج اندازه‌گیری شده تنها زمانی پایدار می‌باشد که همراه با دمای مشخص باشند. مثلاً بیشترین دمای متحمل شده توسط ذرات نمونه‌برداری شده قبل از توزین.

بر این اساس بخش‌هایی از مسیر جریان نمونه‌برداری که توزین می‌شوند باید:

- قبل از نمونه‌برداری در  $180^{\circ}\text{C}$  واجد شرایط گردند؛
- در طول نمونه‌برداری در دمای مساوی یا کمتر از  $160^{\circ}\text{C}$  نگهداشته شوند،
- بعد از نمونه‌برداری در دمای  $160^{\circ}\text{C}$  واجد شرایط گردند.

بسته به الزامات تنظیم شده‌ی احتمالی و اختیارات واحد صنعتی در خصوص انواع خاصی از آلاینده‌های منتشر شده و یا اندازه‌گیری‌هایی با اهداف خاص دیگر اعمال دمایی معمول نیز می‌توانند پذیرفته شوند. برای مثال اگر آئروسل‌ها و یا ترکیبات چگالش‌پذیر (تغليظ پذير) موجود باشند، باید توجه شود که دما در طول عملیات پس از نمونه‌برداری کاهش داده شود.

در هر شرایطی:

- اجزاء توزین شده باید قبل از نمونهبرداری (به بند ۱-۹ مراجعه شود) در دمای حداقل  $20^{\circ}\text{C}$  بالاتر از بیشترین دمای رسیده در طول نمونهبرداری و عملآوری پس از نمونهبرداری واجد شرایط شوند.
- دمای مورد استفاده هنگام نمونهبرداری و واجد شرایطکردن قبل از توزین باید در گزارش آزمایش قید شود.

## ۱۱ تصدیق نتایج

### ۱-۱۱ کلیات

پیوست ج خلاصه الزامات ذکر شده در این استاندارد را فراهم می کند.

#### ۲-۱۱ پارامترهای وابسته به منبع ثابت

در صورتی که مکان مناسبی در محل نمونه برداری موجود نباشد (به بند ۱-۵ مراجعه شود) و/یا اندازه گیری در شرایط ناپایدار محل انجام شود، به طوری که اندازه گیری به سمت افزایش عدم قطعیت هدایت شود، در چنین حالتی گزارش آزمایش باید به روشنی نشان دهد که آزمون مطابق با شرایط خاص این استاندارد ملی انجام نشده است.

جزئیات مربوط به ویژگی های شدت جریان در محل نمونهبرداری و/یا تغییرات سرعت جریان در کanal در هنگام نمونهبرداری باید در گزارش آزمون توضیح داده شود.

#### ۳-۱۱ بررسی نشتی

خطاهای بوجود آمده توسط وجود نشتی در سری نمونه برداری. نشت باید کمتر از ۲٪ حداقل سرعت جریان باشد و یا هنگام استفاده از مانیتورها هر گونه تغییرات محسوس باید شناسایی و برطرف شوند یا آزمون نشتی مطابق (بند ۱-۴-۹) انجام شود.

بنابراین مسیر نمونه برداری باید از نظر نشتی بررسی شود.

#### ۴-۱۱ شدت جریان ایزوکینتیک

اگر میانگین سرعت جریان واقعی ایزوکینتیک در طول زمان نمونهبرداری در نازل بیشتر از ۵٪ تا ۱۵٪ از سرعت جریان نظری ایزوکینتیک در طول نمونهبرداری باشد، اندازه گیری سرعت جریان معتبر نمی باشد.

در صورتی که این میزان به دلیل تغییر سرعت جریان در کanal هنوز تامین نشده باشد به بند ۱۱-۲ مراجعه شود.

#### ۵-۱۱ رسوبات غبار روی بخش‌های توزین نشده جریان بالادست فیلتر

کار آزمایشگاهی انجام شده هنگام آماده‌سازی استاندارد ۱-EN13824 ثابت کرد که هرگاه گازهای نمونه‌برداری شده از پسماند زباله‌سوز در غلظت‌های ذرات نزدیک به  $5 \text{ mg/m}^3$  باشد، رسو ب غبار جریان بالادست فیلتر اغلب در محدوده ۱۰٪ تا ۳۰٪ از کل غبار است.

این رسوبات احتمالاً به طراحی تجهیزات نمونه‌برداری و نوع غبار نمونه‌برداری شده بستگی دارد اما وسیله کارآمدی برای نگهداشتن آن‌ها در یک سطح جزئی یافت نشد به همین دلیل کلیه بخش‌های توزین شده بالادست فیلتر باید شستشو داده شوند؛ جرم غبار بخش‌های توزین نشده جریان بالادست فیلتر در گزارش آزمون مشخص شود، بعلاوه برای جرم روی فیلتر در حین همان سری‌های اندازه‌گیری استفاده شود.

وقتی نمونه‌برداری با وسایل فیلتراسیون داخل دودکشی که هیچ‌گونه خمیدگی بین نازل و فیلتر وجود نداشته باشد، انجام شود (به پیوست ث مراجعه شود)، در گازهای غیر اشباع با دمای بالاتر از نقطه شبنم، رسوبات جریان بالادست کمیت‌پذیر نمی‌شوند، اگر تصدیق در شرایط مشابه فرآیند اثبات کند که دلالت بر همان واحدهای نتایج اندازه‌گیری دارد (به عنوان مثال میلی‌گرم بر متر مکعب)، غلظت رسو از ۱۰٪ میانگین حد مجموع روزانه برای فرآیند تجاوز نمی‌کند.

#### ۶-۱۱ شاهد کل

شاهد کل نباید از ۱۰٪ مقادیر محدود روزانه برای غلظت غبار تجاوز کند.

نتایج پایین‌تر از مقدار شاهد کل معتبر نیست.

عدم قطعیت‌های توزین در شاهد کل نیز دخیل است (به پیوست خ مراجعه شود) بنابراین عدم قطعیت‌های توزین باید کمتر از ۵٪ مقدار حد باشد.

## ۱-۱۲ سرعت جریان حجمی نمونهبرداری

جهت انجام نمونهبرداری ایزوکینتیک، لازم است سرعت جریان نمونهبرداری محاسبه شده، سرعت گاز داخل دودکش در نقطه نمونهبرداری (به پیوست ب مراجعه شود) و قطر موثر نازل محاسبه شود.

جهت انجام نمونهبرداری ایزوکینتیک سرعت گاز ورودی به نازل،  $v_n$  مساوی سرعت گاز دودکش در نقطه نمونهبرداری،  $v_s$  است:

$$v_n = v_s \quad (7)$$

سرعت جریان در نازل،  $qV$  در شرایط واقعی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$qV = A_n \times v_n \quad (8)$$

بر اساس معادله ۷، نمونهبرداری ایزوسنتیک زمانی انجام‌پذیر است که:

$$qV = A_n \times v_s \quad (9)$$

که در آن  $A_n$  سطح نازل است.

از آنجا که سرعت جریان تحت شرایطی (از نظر دما، فشار و رطوبت) نمونهبرداری می‌شود که اصولاً متفاوت از شرایط واقعی گاز در کanal می‌باشد  $qV$  باید به صورت زیر تصحیح شود:

$$qV_{,m} = qV_{,a} \frac{(100 - H_a)T_m \times p_a}{(100 - H_m)T_a \times p_m} \quad (10)$$

که د آن:

$qV_{,m}$  شدت جریان نمونه برداری در گازسنج؛

$qV_{,a}$  سرعت جریان حجمی نمونهبرداری شده سراسر نازل در داخل کanal (در شرایط واقعی)؛

$H_m$  مقدار نم (رطوبت)، موجود به صورت کسر حجمی (درصد) گازها در گاز سنج؛

$H_a$  مقدار نم (رطوبت)، موجود به صورت کسر حجمی (درصد) گازها داخل کanal (در شرایط واقعی)؛

دماي گاز در گازسنج بر حسب کلوين؛	$T_m$
دماي گاز در کanal (در شرایط واقعی) بر حسب کلوين؛	$T_a$
فشار مطلق گاز اندازه‌گیری شده در گاز سنج؛	$P_m$
فشار مطلق گاز داخل کanal (در شرایط واقعی).	$P_a$

برای تعیین مطابقت نمونه‌برداری انجام شده با اصول نمونه‌برداری ایزوکینتیک، مقادیر  $qV$  و  $a, V$  را باهم مقایسه شود.

## ۲-۱۲ غلظت غبار

برای هر آزمون پارامترهای زیر محاسبه شود:

- ۳-۱۲ حجم نمونه‌برداری شده،  $V$  که بر پایه خشک یا مرطوب و تحت شرایط نرمال مشخص شده است؛
- ۴-۱۲ جرم کلی غبار جمع‌آوری شده ( $m$ ) روی فیلتر و اجزاء بالا دست فیلتر از شستشوی فیلتر؛
- ۵-۱۲ غلظت غبار،  $C$  که مطابق فرمول زیر به‌دست می‌آید :

$$C = \frac{m}{V} \quad (11)$$

گاهی لازم است که به منظور تصحیح تاثیرات رقیق‌سازی غلظت ذرات نسبت به غلظت اکسیژن مرجع بیان گردد.

غلظت غبار اندازه‌گیری شده باید فاکتور تصحیح اکسیژن ضرب شود :  $f_C$

$$f_C = \frac{O_{2,ref}}{O_{2,m}} \quad (12)$$

که در آن:

کسر حجمی  $O_2$  (به صورت درصد) در شرایط مرجع؛  $\Phi_{O2,ref}$

کسر حجمی  $O_2$  در شرایط اندازه‌گیری شده به صورت درصد ؛  $\Phi_{O2,m}$

درصد اکسیژن در هوا است. ۲۱

## ۱۳ مشخصه‌های عملکردی روش

چون ترکیب گاز آلاینده با گذشت زمان تغییر می‌کند، تعیین تکرارپذیری و تکثیرپذیری روش بر اساس ISO5725 (تمامی بخش‌ها) امکان پذیر نمی‌باشد.

با این وجود، آزمایشات موازی و پی‌دریبی با دو سیستم نمونه‌برداری مشابه امکان مقایسه آماری هردو مقادیر  $x_1$  و  $x_2$  را فراهم می‌کند.

انحراف معیار،  $s$ ، هردو مقادیر به صورت زیر به دست می‌آید:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{i,1} - x_{i,2})^2}{2n}} \quad (13)$$

که در آن:

$n$  تعداد جفت‌های  $x_1$  و  $x_2$  نمونه است.

انحراف معیار ممکن است برای محاسبه موارد زیر استفاده شود:

۱-۱۳ عدم قطعیت داخلی  $u$  (یا فاصله اطمینان داخلی) مرتبط شده به یک اندازه‌گیری اختصاصی که توسط تیم انجام شده است.

$$u = t_{0.95; n-1} s$$

که در آن  $s = t_{0.95; n-1} s$  فاکتور استاندارد برای سطح اطمینان ۹۵٪ و درجه آزادی  $n-1$  است.

۲-۱۳ تکرارپذیری  $r$ ، مطابق با استاندارد ISO5725 یعنی بیشترین تفاوت بین دو اندازه‌گیری انجام شده توسط همان تیم برای سطح اطمینان ۹۵٪ مطابق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$r = \sqrt{2} t_{0.95, n-1} s \quad (14)$$

این اطلاعات می‌توانند به عنوان ابزاری برای مؤسسات اندازه‌گیری به عنوان چارچوب تضمین کیفیت در نظر گرفته شوند. هنگامی که اطلاعات توسط چندین تیم مستقل که با هم کار می‌کنند، فراهم شده باشد، محاسبات مشابه می‌تواند برای تخمین موارد زیر به کار رود:

- عدم قطعیت صوری مربوط به یک اندازه‌گیری اختصاصی که توسط هر تیمی که الزامات این استاندارد را تأمین کرده باشد، انجام شده است. این عدم قطعیت باید هنگام بیان مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر حد انتشار، به کار برده می‌شود.

- تکثیرپذیری (R) یعنی بیشترین تفاوت مورد انتظار در سطح اطمینان ۹۵٪ که بین ۲ اندازه‌گیری انجام شده، توسط تیم‌های مختلفی که مطابق این استاندارد در شرایط فرایند کار می‌کنند، وجود دارد.

هنگامی که اندازه‌گیری در غلظت‌های پایین انجام می‌شود، حد آشکارسازی ممکن است به صورت زیر تخمین زده شود:

- به وسیله اندازه‌گیری موازی و محاسبه عدم قطعیت.
- به وسیله اندازه‌گیری‌های متوالی در نزدیکی غلظت صفر. حد آشکارسازی ۳ برابر انحراف معیار در نظر گرفته می‌شود.

## ۱۴ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید به این استاندارد ارجاع داده شود و حاوی اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۴ مشخصات مشتری و افراد مسئول و درگیر در اندازه‌گیری‌ها؛
- ۲-۱۴ توصیف هدف آزمایش‌ها، مشخصات مکان و تاریخ نمونه‌برداری؛
- ۳-۱۴ توصیف شرایط اجرایی فرآیند آن واحد و هر گونه تغییر در حین اندازه‌گیری؛
- ۴-۱۴ مشخصات مکان نمونه‌برداری و پارامترهای گاز در کanal:
- ۱-۴-۱۴ ابعاد کanal، تعداد و محل خطوط و نقاط نمونه‌برداری؛
- ۲-۴-۱۴ نمودار سرعت و دما؛
- ۳-۴-۱۴ غلظت رطوبت و حجم گازهای  $O_2/CO_2$ ؛
- ۴-۴-۱۴ مطابقت با الزامات بند ۲-۵؛
- ۵-۱۴ روش‌های اندازه‌گیری:
- ۱-۵-۱۴ اندازه‌گیری سرعت (کالیبراسیون سرعت وسایل اندازه‌گیری غیر از آن‌هایی که استاندارد شده‌اند، لوله‌های پیتوت و غیره)؛
- ۲-۵-۱۴ ویژگی‌های تجهیزات نمونه‌برداری؛
- ۱-۲-۵-۱۴ ابعاد نازل؛

- ۲-۲-۵-۱۴ فیلتر (جنس، اندازه، غیره);
- ۳-۲-۵-۱۴ کالیبراسیون دستگاه اندازه‌گیری سرعت جریان یا حجم؛
- ۴-۲-۵-۱۴ دمای فیلتراسیون؛
- روش‌های توزین: ۶-۱۴
- شرایط دما: ۱-۶-۱۴
- تصحیح جرم‌های ظاهری. ۲-۶-۱۴
- نتایج آزمون: ۷-۱۴
- تعداد هر آزمایش: ۱-۷-۱۴
- برای هر آزمایش: ۲-۷-۱۴
- ۱-۲-۷-۱۴ تاریخ، زمان و مدت زمان آزمایش و نام نام خانوادگی آزمایش کننده؛
- ۲-۲-۷-۱۴ حجم نمونه‌برداری شده و میانگین حسابی سرعت جریان؛
- ۳-۲-۷-۱۴ جرم غبار بر روی فیلتر و در محلول شستشو؛
- ۴-۲-۷-۱۴ نتایج خام (غبار روی فیلتر و غبار داخل محلول شستشو) و نتایج تصحیح شده (شرایط استاندارد)؛
- ۵-۲-۷-۱۴ هرگونه پیشامد یا شرایط خاص.
- نتایج خام شامل ناخالصی جرم، تغییرات دما در حین نمونه‌برداری، تغییرات فشار غبار در حین نمونه‌برداری و غیره باید شامل این گزارش باشد و یا جهت بازررسی در دسترس باشد.
- تضمین کیفیت: ۸-۱۴
- نتایج آزمون نشته؛ ۱-۸-۱۴
- مقدار شاهد کل؛ ۲-۸-۱۴
- مطابقت با معیارهای ایزوکینتیک. ۳-۸-۱۴
- توضیحات: ۹-۱۴
- ۱-۹-۱۴ نسبت حجم شاهد کل به حجم‌های اندازه‌گیری شده در همان واحد؛

**۲-۹-۱۴** هرگونه رویداد خاصی که ممکن است در نتیجه موثر باشد و هر گونه اطلاعات موثر در عدم قطعیت نتایج؛

**۳-۹-۱۴** هر گونه تغییرات در روش به هردلیل.

## پیوست الف

### (الزامی)

#### الزامات مربوط به سکوی کار

به دلایل ایمنی سکوی کار دائمی و موقتی باید با موارد زیر تهیه شود:

**الف- ۱** یک فضای کار مناسب که معمولاً کمتر از  $5m^2$  نباشد؛

**الف- ۲** دارای ظرفیت تحمل بارگذاری حداقل  $400\text{ kg}$  باشد؛

**الف- ۳** نرده‌های مخصوص دستگیره (با بلندی تقریباً  $1m$  و  $0.5m$ ) و ستون‌های عمودی (تقریباً  $0.25m$ ) نرده‌های مخصوص دستگیره باید دارای زنجیرهای سراسری قابل حرکت در بالای پلکان یا درب‌های خودبسته شو باشند.

**الف- ۴** پریزهای الکتریکی ضد آب، دوشاخه و تجهیزاتی که در معرض هوا باشند.

به دلایل کاربردی و تضمین کیفیت در برنامه کاری باید:

- سکوی کار باید نسبت به درگاه‌های ورودی به گونه‌ای قرار بگیرد که موانع عاری از هرگونه انسداد یا گرفتگی باشد و برای قرار دادن یا برداشتن تجهیزات مورد استفاده در نمونه برداری ایجاد مانع نکند (طول مورد نیاز متجاوز از  $4m$  برای کانال‌های بزرگ است).

- باید حداقل طول و عرض سراسر هر درگاه دسترسی از  $2m$  تا بیشتر از  $3m$  باشد (طول لوله پروب به اضافه  $.1m$ ).

محل اندازه‌گیری باید دارای نورپردازی و تهويه مصنوعی باشد. تدارکات برای کلید الکتریکی ضروری باید فراهم شده باشد و به محض درخواست، آب و هوا متراکم و غیره باید تامین شود. ممکن است برای بالا بردن و پایین آوردن تجهیزات جرثقیل مورد نیاز باشد.

همچنین در صورتی که برنامه در معرض هوا انجام شود باید حراست مناسب از پرسنل و تجهیزات به درستی طرح‌ریزی شود.

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### تعیین مسیر جریان توسط لوله‌های پیتوت

##### ب-۱ لوله پیتوت نوع L

وقتی لوله پیتوت نوع L در راستای زاویه حدود  $15^{\circ}$  از جریان مستقیم گاز تنظیم شود (پهلو به پهلو قرار گیرد)، اندازه‌گیری دقیق سرعت جریان گاز فراهم می‌شود. اگرچه ابتدا جریان گاز  $90^{\circ}$  است، زمانی که اختلاف تغییر محور  $15^{\circ}$  باشد، اختلاف فشار بین دو حسگر فشار و اوریفیس<sup>۱</sup> به شدت کاهش می‌یابد. این امر یک روش ساده را برای برآورده کردن جریان مستقیم گاز فراهم می‌کند و ممکن است برای آزمون وقوع جریان چرخشی در داخل کanal مورد استفاده قرار گیرد.

##### ب-۲ لوله پیتوت نوع S

وقتی لوله پیتوت نوع S در راستای زاویه حدود  $15^{\circ}$  از جریان مستقیم گاز تنظیم شود (پهلو به پهلو قرار گیرد)، سرعت جریان گاز حدود ۴٪ را با دقت اندازه می‌گیرد و با این حال زمانی که روزنہ صفحات حسگر فشار لوله پیتوت نسبت به جریان دودکش موازی هستند یک قرائت تهی (صفر) به دست می‌آید. بنابراین فشار چرخشی می‌تواند توسط چرخش لوله پیتوت نوع S تعیین شود (به وسیله فشار سنج صفر شده و تراز شده) تا یک قرائت تهی به دست آید. جریان مستقیم با روزنہ صفحات حسگر فشار موازی خواهد بود.

## پیوست پ

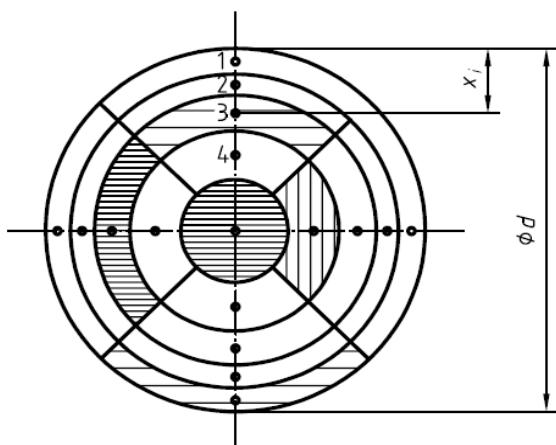
### (الزامی)

#### تعیین موقعیت نقاط نمونهبرداری در کانال‌های دایره‌ای و مستطیلی

##### ب-۱ الزامات کانال‌های با مقطع دایره‌ای

###### ب-۱-۱ قاعده کلی برای کانال‌های با مقطع دایره‌ای

در کانال‌های با مقطع دایره‌ای صفحه‌ی نمونهبرداری یا سطح نمونهبرداری باید به سطوح مساوی تقسیم بندی شود. نقاط نمونهبرداری، که هر یک از آن‌ها در مرکز این سطوح قرار می‌گیرند، روی دو قطر دایره و یا تعداد قطرهای بیشتر (خطوط نمونهبرداری) قرار می‌گیرند و یک نقطه نیز در مرکز کانال در نظر گرفته می‌شود. (به شکل پ-۱ مراجعه کنید).



شکل پ-۱- موقعیت‌های نقاط نمونهبرداری در کانال‌های دایره‌ای - قاعده کلی برای کانال‌های با ابعاد بیشتر از ۲m

(قسمت‌های هاشورخورده برابر مساحت هستند)

محل نقاط نمونهبرداری به تعداد نقاط نمونهبرداری انتخاب شده بستگی دارد.

برای کانال‌های دایره‌ای دو خط نمونهبرداری (قطرهای) کافی است. فاصله  $x$  از هر نقطه نمونهبرداری  $i$  از دیواره کanal باید به صورت زیر بیان شود:

$$x_i = k_i \times d \quad (پ-۱)$$

که در آن:

فاکتوری است، بر حسب درصد که با جدول پ-۱ مطابقت دارد؛  $k_i$

طول قطر کanal است.  $d$

جدول پ-۱ مقادیر  $k_i$  را بر حسب درصد نشان می‌دهد که در آن  $n_d$  تعداد نقاط نمونهبرداری در هر قطر و  $i$  تعداد موقعیت (شاخص) شماره هر نقاط نمونهبرداری اختصاصی در امتداد قطر است.

جدول پ-۱ مقادیر  $k_i$  بر حسب درصد- قاعده کلی برای کanal های دایره‌ای

$n_d=8$	$n_d=7$	$n_d=5$	$n_d=3$	شاخص شماره هر نقطه نمونهبرداری $i$
۳,۰	۴,۰	۵,۹	۱۱,۳	۱
۹,۸	۱۳,۳	۲۱,۱	۵۰,۰	۲
۱۷,۸	۲۶,۰	۵۰,۰	۸۸,۷	۳
۲۹,۰	۵۰,۰	۷۸,۹		۴
۵۰,۰	۷۴,۰	۹۴,۱		۵
۷۱,۰	۸۶,۷			۶
۸۲,۲	۹۶,۰			۷
۹۰,۲				۸
۹۷,۰				۹

در کanal های دایره‌ای جایی که لازم باشد تعداد خطوط نمونهبرداری (قطرها) یا تعداد نقاط نمونهبرداری افزایش یابد (برای مثال: بدليل جریان‌های مخالف) برای محاسبه فاصله نقاط نمونهبرداری از دیواره کanal در امتداد قطر، فرمول کلی پ-۱ استفاده می‌شود:

$$x_i = \frac{d}{2} \left[ 1 - \sqrt{\frac{n_d(n_i - 2i) + 1}{n_d(n_i - 1) + 1}} \right] \quad \text{برای } i < \frac{n_i + 1}{1} \quad (\text{پ-۲})$$

$$x_i = \frac{d}{2} \quad \text{برای } i = \frac{n_i + 1}{1} \quad (\text{پ-۳})$$

$$x_i = \frac{d}{2} \left[ 1 - \sqrt{\frac{n_d(2i-2-n_i)+1}{n_d(n_i-1)+1}} \right] \quad \text{برای } i > \frac{n_i+1}{2} \quad (4-\text{پ})$$

که در آن:

$x_i$  فاصله نقطه  $i$  از دیواره کanal؛

$d$  طول قطر کanal است؛

$i$  شاخص نقطه نمونهبرداری در امتداد قطر؛

$n_i$  تعداد نقاط نمونهبرداری در طول هر خط نمونهبرداری (شامل مرکز)؛

$n_d$  تعداد خطوط نمونهبرداری (قطرها).

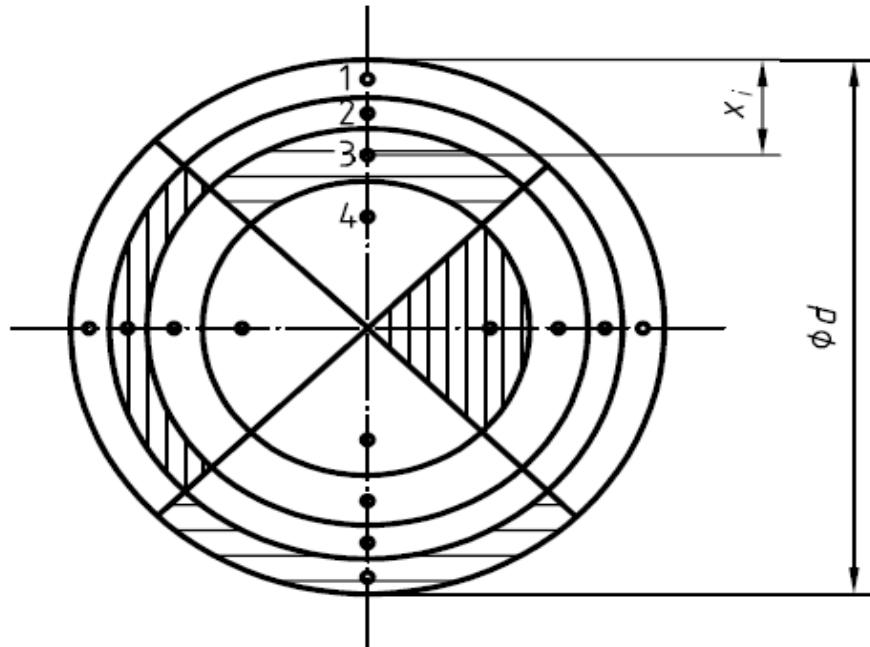
### ب-۱-۲ قاعده‌ی مماسی<sup>۱</sup>

در "قاعده‌ی مماسی" قابل اجرا برای کanal‌های دایره‌ای، صفحه‌ی نمونهبرداری به سطوح مساوی تقسیم می‌شود. نقاط نمونهبرداری، که هر یک از آن‌ها در مرکز این سطوح قرار می‌گیرند، روی دو قطر دایره و یا تعداد قطرهای بیشتر (خطوط نمونهبرداری) قرار می‌گیرند. هیچ نقطه نمونهبرداری در مرکز کanal وجود ندارد (به شکل پ-۲-۲ مراجعه شود).

موقعیت‌های نقاط نمونهبرداری روی هر قطر بستگی به تعداد نقاط نمونهبرداری روی هر قطر دارد، اما مستقل از تعداد قطرهای نمونهبرداری است.

---

1-Tangential rule



شکل پ-۲ موقعیت نقاط نمونهبرداری در کانال‌های دایره‌ای - قاعده مماسی برای کانال‌های با ابعاد بیش از ۲ m (بخش‌های هاشور زده مساوی سطح است).

برای کانال‌های دایره‌ای که دو خط (قطر) نمونهبرداری کافی است، فاصله هر نقطه نمونهبرداری به تعداد نقاط نمونهبرداری از دیواره کانال ممکن است به راحتی، به صورت زیر بیان شود:

(پ-۵)

$$x_i = k_i \times d$$

که در آن  $K_i$  فاکتوری است که به صورت درصد بیان می‌شود و مطابق با جدول پ-۲ است.

جدول پ-۲ مقدار  $k_i$  را بر حسب درصد نشان می‌دهد که در آن  $n_d$  تعداد نقاط نمونهبرداری در هر خط نمونهبرداری (قطر) و  $i$  عدد موقعیت (شاخص) نقطه نمونهبرداری اختصاصی در طول قطر می‌باشند.

جدول پ-۲-مقادیر  $K_i$  بر حسب درصد-قاعده مماسی برای کانال‌های دایره‌ای جدول

$n_d=8$	$n_d=6$	$n_d=4$	$n_d=2$	شاخص نقطه نمونه‌برداری $i$
۳/۳	۴/۴	۶/۷	۱۴/۶	۱
۱۰/۵	۱۴/۶	۲۵/۰	۸۵/۴	۲
۱۷/۸	۲۹/۶	۷۵/۰		۳
۳۲/۳	۷۰/۴	۹۳/۳		۴
۶۷/۷	۸۵/۴			۵
۸۰/۶	۹۵/۶			۶
۸۲/۲	۹۶/۰			۷
۸۹/۵				۸
۹۶/۷				۹

در کانال‌های دایره‌ای که نیاز به افزایش تعداد خطوط نمونه‌برداری (قطرها) یا تعداد نقاط نمونه‌برداری داشته باشند، فرمول مماسی پ-۵ برای محاسبه فاصله از دیواره کانال در طول قطر به صورت زیر استفاده می‌گردد:

$$x_i = \frac{d}{2} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2_i - 1)}{n_i}} \right] \quad \text{برای } i < \frac{n_i}{2} \quad (\text{پ-۶})$$

$$x_i = \frac{d}{2} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{(2_i - 1)}{n_i}} \right] \quad \text{برای } i > \frac{n_i}{2} \quad (\text{پ-۷})$$

که در آن نمادها همان معانی معادله پ-۲ به پ-۴ را دارند.

این روش به خصوص برای کانال‌های بزرگ که رسیدن به مرکز کانال دشوار است، کاربرد دارد.

## ب-۲ الزامات کانال‌های مستطیلی(و مربعی)

برای مقاطع مستطیلی صفحه‌ی نمونه‌برداری باید به وسیله خطوط موازی با اضلاع سطع مقطع دودکش به مساحت‌های مساوی یا قسمت‌های مساوی تقسیم شود و یک نقطه نمونه‌برداری در مرکز هر بخش قرار گیرد. به شکل پ-۳-مراجعه کنید.

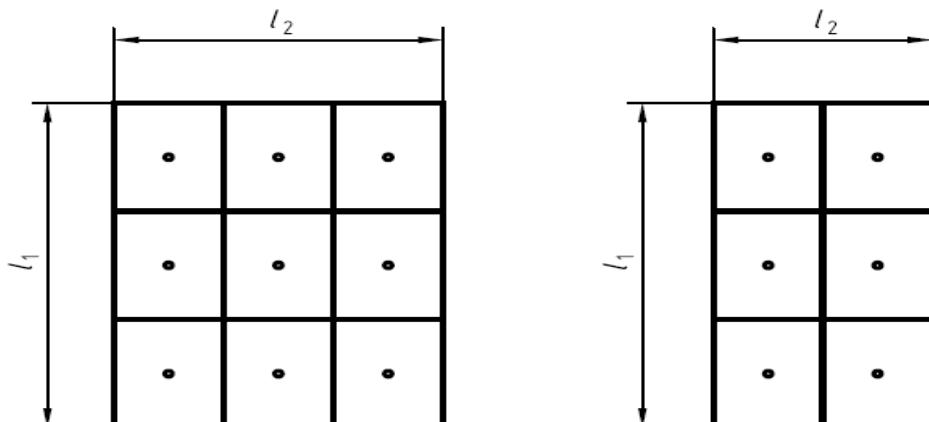
به طور کلی دو ضلع عمودی‌کانال مستطیلی به بخش‌های مساوی تقسیم می‌شوند که سطوحی مشابه شکل کانال به وجود می‌آورند. بدین‌سان شماره این سطوح چهارگوش ۱ و ۲ و ۳ وغیره خواهد بود، که به تعداد تقسیم‌بندی‌های هر ضلع بستگی دارد. به شکل پ-۳-۱-مراجعه کنید.

اگر طول اضلاع صفحه نمونه‌برداری  $l_1$  و  $l_2$  باشد تعداد تقسیم‌بندی ضلع

$$\frac{l_1}{l_2} > 2$$

$l_1$  باید بیشتر از ضلع  $l_2$  باشد. بنابراین هر یک از سطوح کوچک‌تر این قانون را رعایت می‌کنند که طول ضلع بلندتر نباید بیش از دو برابر طول ضلع کوتاه‌تر، باشد. به شکل ب-۳-۱-مراجعه کنید.

اگر طول کناره‌های صفحه‌ی نمونه‌برداری  $l_1$  و  $l_2$  به ترتیب به تعداد بخش‌های  $n_1$  و  $n_2$  تقسیم شوند، تعداد نقاط نمونه‌برداری مساوی با  $n_1$  و  $n_2$  خواهد شد و کمترین فاصله از دیواره کانال  $\frac{l_1}{2n_1}$  و  $\frac{l_2}{2n_2}$  خواهد بود.



$$\frac{l_1}{l_2} \leq 2 \quad \text{ب-}$$

$$\frac{l_1}{l_2} > 2 \quad \text{الف-}$$

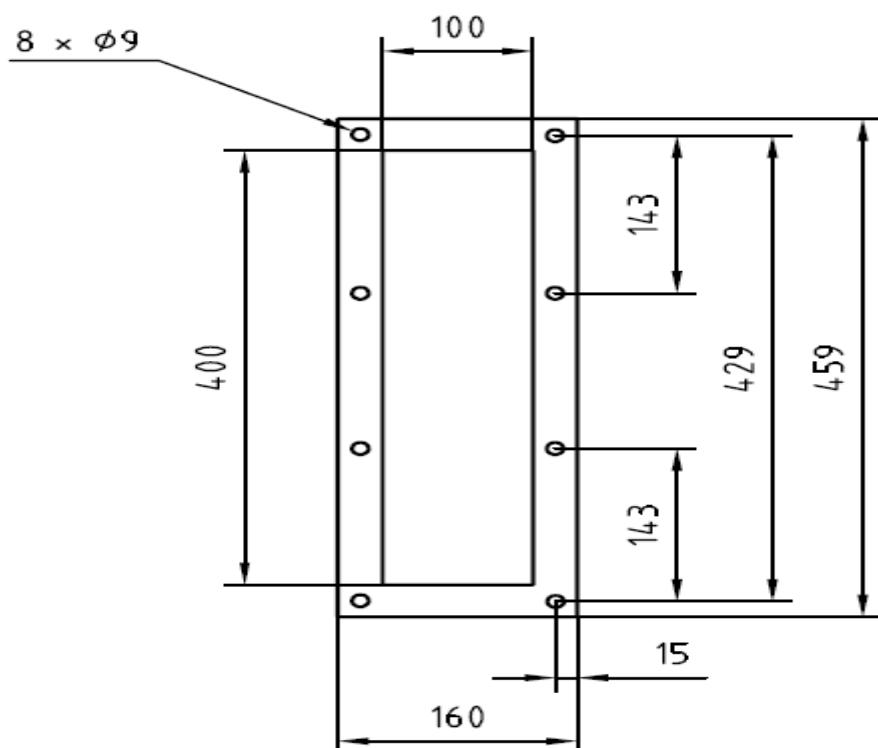
شکل پ-۳- تصویر موقعیت‌های نقطه نمونه‌برداری در کانال‌های مستطیلی و مربعی

## پیوست ت

### (اطلاعاتی)

مثال‌هایی از دریچه‌های دسترسی مناسب برای تجهیزات نمونه‌برداری

ابعاد به میلی‌متر است.



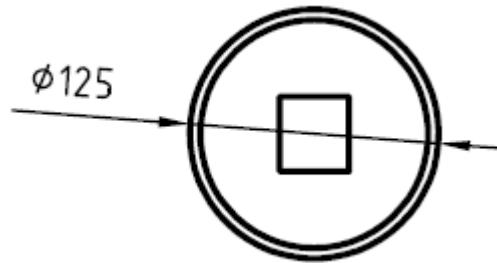
الف-نمای جلوی



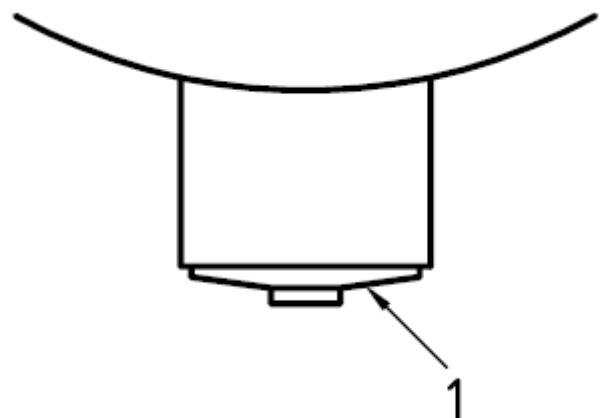
ب-نمای کناری

شکل ت-۱ مثال‌هایی از دریچه‌های دسترسی مستطیلی

بعاد به میلی‌متر است.



الف-نمای جلویی



ب-نمای کناری

شکل ت-۲-دریچه‌های دسترسی دایره‌ای

راهنمای:

۱ پیچ دریوش

## پیوست ث

### (اطلاعاتی)

#### طراحی‌های آزمایش شده نازل ورودی

شکل‌های ث-۱ تا ث-۳ سه طراحی را برای نازل ورودی نشان می‌دهند که در آن:

ث-۱ مورد اول (به شکل ث-۱ مراجعه شود)

برای  $e < \frac{d_i}{12}$  به دلایل مکانیکی ممکن است  $e = 0.08mm$  مورد قبول باشد.

$$l_2 \geq 10\text{mm}$$

$$l_i \leq 0.2\text{mm}$$

قطر موثر برابر است با  $D_{\text{eff}} = d_i + 2l_i$

که در آن:

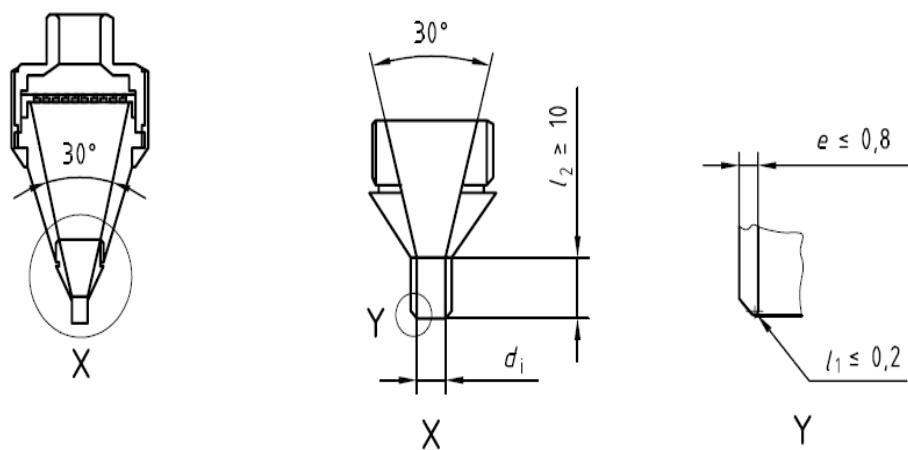
ضخامت کناری نازل ورودی؛  $e$

قطر داخلی نازل ورودی؛  $d_i$

طول سطح اریب؛  $Z_1$

طول ثابت قطر داخلی است.  $l_2$

بعاد به میلی‌متر است.



شکل ث-۱-ورودی نازل با نگهدارنده محفظه فیلتر

ث-۲ مورد دوم و سوم (به شکل‌های ث-۲ و ث-۳ مراجعه شود) برای اینکه  $e=0.2\text{mm}$  قطر موثر برابر است  
 $D_{\text{eff}} = d_i + e$   
با

که در آن:

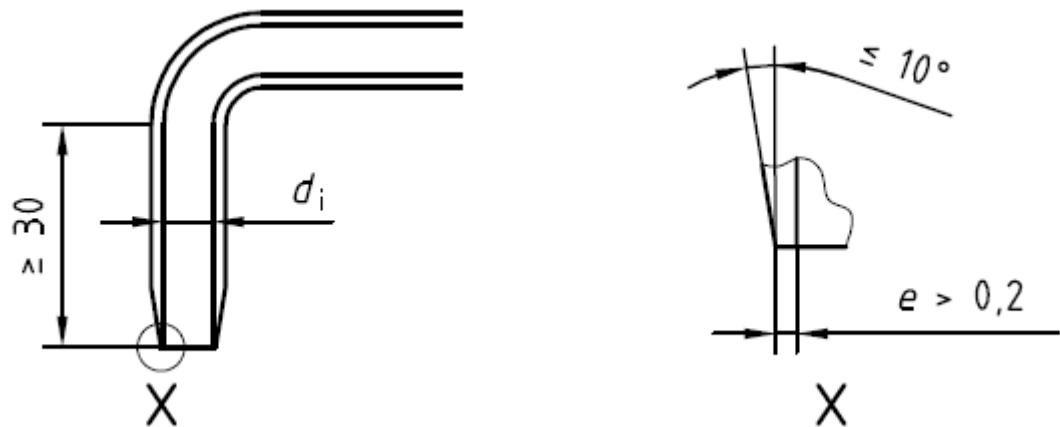
ضخامت کناری نازل ورودی؛  $e$

قطر داخلی نازل ورودی؛  $d_i$

طول سطح اریب؛  $l_1$

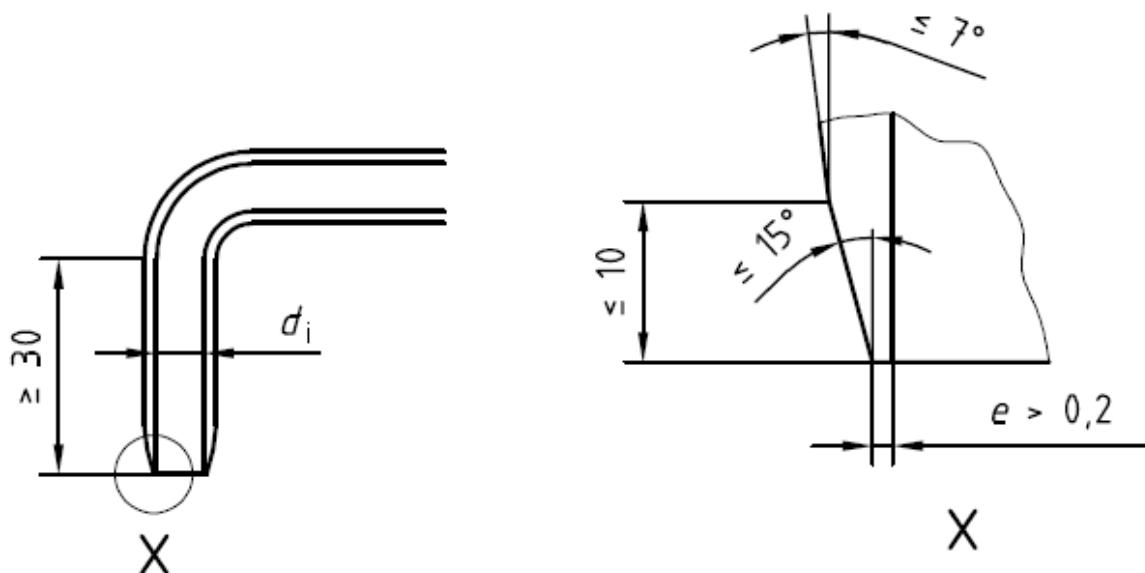
طول ثابت قطر داخلی است.  $l_2$

بعاد به میلی‌متر است.



شکل ث-۲-ورودی نازل تک زاویه‌ای<sup>۱</sup>

بعاد به میلی‌متر است.



شکل ث-۳-ورودی نازل دو زاویه‌ای<sup>۲</sup>

- 
- 1- Single-angle  
2-Double-angle

## پیوست ج

### (الزامی)

#### جدول ج-1 خلاصه الزامات تجهیزات

زیربند	مقدار	الزامات جمع آوری غبار
۳-۲-۶	بیشتر از ۶mm	قطر داخلی نازل
۳-۲-۶	±۱۰٪	نازل: عدم قطعیت سطح نازل ورودی
۳-۲-۶	بیشتر از ۱۰ mm	نازل: طولی با قطر داخلی ثابت
۳-۲-۶	کمتر از ۳۰°	نازل: تغییرات در قطر زاویه
۳-۲-۶	بیشتر از ۱/۵ فاصله از قطر داخلی	نازل: شعاع انحنای لوله زانویی
۳-۲-۶	بیشتر از ۳۰ mm	طول قسمت مستقیم نازل قبل از زانویی اول
۳-۲-۶	بیشتر از ۵۰ mm	فاصله از موانع محفظه فیلتر
فیلتر:		
۳-۲-۶	بیشتر از ۹۵/۵٪	کارایی فیلتر در آزمون آئروسل $3\mu\text{m}$
۳-۲-۶	بیشتر از ۹۵/۵٪	کارایی فیلتر در آزمون آئروسل $6\mu\text{m}$
۳-۲-۶	واکنش ناپذیر و غیر قابل جذب با ترکیبات	جنس فیلتر
تغليظ کننده، برج خشک کن: باقیمانده رطوبت گاز		
گاز سنج:		
۷-۲-۶	±۲٪	عدم قطعیت حجم گاز سنج
۷-۲-۶	± ۱٪	عدم قطعیت فشار مطلق
۷-۲-۶	± ۱٪	عدم قطعیت دمای مطلق
۴-۸	± ۱۰٪	زاویه تنظیم نازل
۴-۸	۹۵٪ ± ۱۱۵٪ تا ۱۱۵٪ ± ۹۵٪ مریبوط به سرعت گاز	معیارهای ایزو کینتیک (بدون میانگین حسابی)
۲-۱۱	کمتر از ۲٪	آزمون نشتی
۴-۶	۰.۱mg تا ۰.۰۱mg	دقت ترازو (mg)

## جدول ج-۱ ادامه خلاصه الزامات تجهیزات

زیر بند	مقدار	الزامات جمع آوری غبار
۶-۱۱	کمتر از ۵٪ از $LV^a$	عدم قطعیت‌های توزین
۲-۸	۴ ساعت تا ۱۲ ساعت	تداوم پایداری دمایی (بخشهای گرم شده)
۶-۱۱	کمتر از ۱۰٪	مقدار شاهد کل
		محل نمونه‌برداری
	کمتر از $15^\circ$	جریان گاز کanal
۲-۵	ندارد	جریان گاز کanal: جریان منفی
۲-۵	کمتر از $5\text{pa}$	جریان گاز کanal: اختلاف فشار در لوله پیتوت
۲-۵	کمتر از ۳ به ۱	جریان گاز کanal: نسبت حداکثر سرعت گاز به حداقل سرعت گاز
۲-۵	۵ برابر قطر هیدرولیکی (توصیه می‌شود)	طول قسمت مستقیم قبل از صفحه نمونه‌برداری
۲-۵	۲ برابر قطر هیدرولیکی (توصیه می‌شود)	طول قسمت مستقیم بعد از صفحه نمونه‌برداری
۲-۵	۵ برابر قطر هیدرولیکی (توصیه می‌شود)	طول قسمت مستقیم قبل از نقطه نشر
۲-۵	به بند ۳-۵ مراجعه شود	تعداد نقاط نمونه‌برداری
<b>دستگاه: ویژگی‌های گاز دودکش</b>		
	$\pm 5 \text{ kg/m}^3$	چگالی گاز دودکش: عدم قطعیت
$LV^a$ : حد مجاز. ( $LV$ ) که به عنوان نمونه برای این استاندارد کاربرد دارد $20\text{mg/m}^3$ یا کمتر است. عملیات فرایند توصیه شده، مانند زمان آزمون و نتایج اندازه‌گیری در محدوده مقدار خواهد شد. در حجم‌های بالاتر سایر روش‌های آزمون استاندارد ممکن است کاربردی باشد		

## پیوست چ

### (اطلاعاتی)

#### حجم، سرعت جريان و مدت نمونهبرداري

#### چ-۱ کليات

حداقل حجم گاز نمونه برداری شده ناشی از مشتق عدم قطعیت‌های غبار وزن شده و غلظت غبار مرجع است (حد مجاز در نظر گرفته شده برای فرآيند  $LV$ ).)

#### چ-۲ عدم قطعیت‌های توزین

اين عدم قطعیت‌ها فقط مربوط به عملکرد ترازو نیست، بلکه به کل روش توزین مربوط می‌شود. مطابق (بند ۶-۸) عدم قطعیت‌ها با تکرار وزن فیلترها و وزن ظروف تعیین می‌شوند.

وقتی نمونهبرداری در غلظت  $LV$  انجام شود، جرم غبار جمع شده ( $\Delta m$ )، ۲۰ برابر عدم قطعیت‌های توزین است.

#### چ-۳ حجم نمونهبرداری

حداقل حجم ضروري نمونهبرداری  $V_{min}$  از معادله زير تعیین می‌شود:

$$V_{min} = \frac{\Delta m}{LV} \quad (چ-۱)$$

#### چ-۴ سرعت جريان و مدت نمونهبرداري

برای حداقل مدت نمونهبرداری  $t_s$  (مثلاً ۳۰ دقیقه)، حداقل سرعت جريان نمونهبرداری  $q_{min}$  برابر است با:

$$q_{min} = \frac{V_{min}}{t_s} \quad (چ-۲)$$

كه در آن، توصيه می‌شود  $q_{min}$  با سرعت جريان ذراتی که می‌تواند از تجهيزات نمونهبرداری مورد استفاده بدمست آيد، سنجيده شود (مانند افت فشار فیلتر، ويژگی‌های پمپ و غيره).

## پیوست ح

### (اطلاعاتی)

#### مثال‌هایی از خطاهای توزین<sup>۱</sup>

#### ح-۱ کلیات

خطاهای توزین مربوط به تعادل دمای ناکافی و تغییرات آب و هوایی قبل و بعد از توزین نمونه‌برداری در مثال زیر نشان داده شده‌اند:

در این مثال‌ها فیلتر در داخل یک پتروی دیش شیشه‌ای دربسته به جرم ۲۵g و حجم هوای درونی ۴۰ ml قرار داده می‌شود. ترازو در برابر یک جرم ۲۵ گرمی استاندارد (جرم حجمی ۸ g/ml) کالیبره می‌شود. جرم حجمی پتروی<sup>۲</sup> ۱,۲mg/ml و جرم حجمی هوا<sup>۳</sup> ۰,۲mg/ml.

#### ح-۲ تأثیر تعادل دمایی ناکافی

به دلیل زمان ناکافی تعادل دمایی بعد از خشک کردن، فرض می‌شود که دمای هوای داخل پلیت ۲K بالاتر از اتاق توزین (۳۰۰ K) است. به علت تغییر در خاصیت شناوری<sup>۳</sup> هوا این اختلاف دمایی هوا باعث تغییر ظاهری جرم خواهد شد:

$$40\text{ml} \times 1.2\text{mg/l} \times \frac{2\text{k}}{300\text{k}} = 0.3\text{mg}$$
 (ح-۱)

#### پ-۳ تأثیر تغییرات دمایی

دمای اتاق توزین به میزان ۱۵ °C در زمان توزین قبل از نمونه‌برداری و ۲۵ °C به هنگام توزین بعد از نمونه‌برداری تعیین می‌شود.

اختلاف بین حجم هوای جایگزین شده (با جرم ۲۵ گرم و حجم ۳/۱ ml) با پتروی دیش (با جرم ۲۵ گرم و حجم معادل ۹/۴ ml) ۱۲,۵ ml است.

به دلیل تغییر دمایی (۱۰ K) این حجم دما باعث تغییر جرم ظاهری زیر می‌شود:

$$9.4\text{ml} \times 1.2\text{mg/l} \times \frac{2\text{k}}{300\text{k}} = 0.4\text{mg}$$

1-Weighing bias

2-Petri

3-Buoyancy

#### ح-۴ تأثیر تغییرات فشار بارومتری

فشار بارومتری به صورت زیر تعیین می‌شود:

هنگام توزین قبل از نمونهبرداری  $98.5 \text{ kpa}$  ( $740 \text{ mmHg}$ )

هنگام توزین بعد از نمونهبرداری  $104 \text{ kpa}$  ( $780 \text{ mmHg}$ )

بنابراین یک تغییر نسبی  $5.5\%$  وجود دارد.

به دلیل این تغییر نسبی  $9.4 \text{ ml}$  از حجم هوا باعث تغییر جرم ظاهری زیر خواهد شد:

$$9.4 \times 1.2 \times 0.055 = 0.6 \text{ mg}$$

#### ح-۵ نتیجه‌گیری‌ها

ح-۵-۱ هنگام توزین اجزای حجم داخلی بالا، تأمل برای متعادل شدن دمای محیط و دمای داخلی قبل از توزین اجباری است.

ح-۵-۲ اگر اتاق توزین از نظر دمایی کنترل شده باشد، نیازی به تصحیح تأثیرات دمایی نیست. اما در نظر داشتن تأثیر تغییر فشار بارومتری به ویژه اگر جرم حجمی بخش‌های توزین شده بسیار متفاوت از جرم‌های استاندارد مورد استفاده برای کالیبراسیون باشد، ضروری است. تصحیح مورد نیاز ممکن است با توزین "بخش‌های کنترل" بیان شده در بخش ۲-۸ صورت گیرد.

## پیوست خ

### (اطلاعاتی)

#### دقت داده‌ها

خ-۱ داده‌های به دست آمده از مطالعات جمعی<sup>۱</sup> CEN

خ-۱-۱ داده‌های آزمایشی

آزمون‌های اعتبار سنجی در دستگاه زباله سوز پسماند شهری با انواع مختلف عملیات گازی انجام شد:

- کارگاه اول: فرایند نیمه خشک با یک فیلتر اصل، دمای گاز دودکش  $140^{\circ}\text{C}$ ،
- کارگاه دوم: نه نشین کننده الکترواستاتیک با یک دستگاه تصفیه گاز کوره بلند، دمای گاز دودکش  $60^{\circ}\text{C}$ ، گاز مرطوب.

مدت نمونه برداری حدود ۳۰ دقیقه بود.

نتایج در جدول خ-۱ آورده شده است.

جدول خ-۱ نتایج آزمون اعتبار سنجی در مدت ۳۰ دقیقه نمونه برداری

کارگاه دوم	کارگاه اول		
۳	۴		گروههای موازی
۳/۰	۱/۳		تجهیزات خارج و داخل دودکشی
۱۶	۳۲		تعداد آزمون‌های متوالی
غبار کل	کل غبار فیلتر و شستشو	فقط غبار روی فیلتر	
(۶/۸ تا ۲/۵)	(۱۸ تا ۶/۴)	۴/۷	میانگین غلظت، $\text{mg}/\text{m}^3$
۶/۸ تا ۰/۳	۱۹ تا ۳	۱۷ تا ۲	تکرارپذیری (یک گروه با استفاده از دو سری نمونه برداری)
۱/۸	۴/۰	۲/۴	عدم قطعیت صوری
۲/۶	۵/۷	۳/۴	تکثیرپذیری (دو گروه)

حد آشکارسازی از نتایج یک تیم به شرح زیر ارزیابی شد:

- برای گازهای خشک: تقریباً  $0.3 \text{ mg}/\text{m}^3$  (فقط غبار روی فیلتر);

<sup>۱</sup>-European Committee for Standardization

- برای گازهای مرطوب: تقریباً  $2 \text{ mg/m}^3$  (غبار کل).

#### خ-۱-۲ توضیحات CEN درباره داده‌های آزمایشی

در حین آزمون‌های بالا برخی مقادیر بالای حجم‌های شاهد کل ( $1 \text{ mg/m}^3$  + یا بالاتر) ناشی از عدم قطعیت‌های به دست آمده از شستشوها، استفاده از مخازن مواد معیوب و غیره، گزارش شده بود.

پژوهش بعدی نشان داد که این عدم قطعیت‌ها می‌توانند تا کمتر از  $0.5 \text{ mg/m}^3$  کاهش یابد و با تکرار پذیری و تکثیر پذیری بهبود داده شود.

#### خ-۲ دقت روش حجم بالا

ضریب تغییرات یک روش آزمون با حجم بالا (مطابق ۹۱-ASTM D-4536) حدود ۸٪ به دست آمده بود. این مقدار از طریق یک آزمون مشترک در ۵ آزمایشگاه تعیین شده بود، که هر نمونه گرفته شده از دودکش انتخابی آن‌ها از دو سری نمونه‌برداری با نازل نازل‌های انتخابی خیلی نزدیک به سایر دودکش‌ها استفاده شده بود. هر آزمایشگاه مجموعه‌ای از ۶ تا ۸ سری از جفت سری نمونه‌های دودکش‌ها را، برای مجموعاً ۱۲ تا ۱۶ نمونه در هر آزمایشگاه جمع‌آوری کرد. غلظت‌های غبار دودکش  $5/6 \text{ mg/m}^3$  در این ارزیابی‌ها بود.

## **پیوست د**

### **(اطلاعاتی)**

#### **کتابنامه**

- [1] ISO 6879:1995, Air quality — Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods
- [2] ISO 10155:1995, Stationary source emissions — Automated monitoring of mass concentrations of particles —Performance characteristics, test methods and specification
- [3] ASTM-D4536-1991, Standard Test Method for High-Volume Sampling for Solid Particulate Matter and Determination of Particulate Emissions
- [4] EN 13284-1:—1), Stationary source emissions — Determination of low range mass concentration of dust —Part 1: Manual gravimetric method1) To be published.