



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۹۳۵

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

20935

1st. Edition

2014

هوای محیط - اندازه گیری مقدار گوگرد  
دی اکسید به روش فلورسانس فرابنفش

**Ambient air — Determination of sulfur  
dioxide by Ultraviolet fluorescence  
method**

ICS:13.040.20

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در 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 پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند 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 مصرف‌کنندگان، 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 استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه 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 یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عبار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« هوای محیط-اندازه گیری مقدار گوگرد دی اکسید-روش فلورسانس فرابنفش »

### رئیس:

جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت الله  
(دکتری مهندسی بهداشت محیط)

### سمت و/یا نمایندگی

هیأت علمی دانشگاه جندی شاپور اهواز

### دبیر:

حاتمی، امیر  
(فوق لیسانس شیمی)

مدیر عامل شرکت پرشیا پژوهش شریف

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

پولادزاده، اعظم  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

چرم زاده، مهرناز  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

خدابخش نژاد، فرزانه  
(فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)

کارشناس گروه ملی صنعتی فولاد ایران

صردری، فرهاد  
(لیسانس بهداشت محیط)

کارشناس آلودگی هوا معاونت بهداشت

قمی، متینه  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

گیلاسی، فهیمه  
(لیسانس شیمی)

کارشناس

مکوندی، علی  
(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت خوزستان پژوهش گستر  
بردیا

مهرمولایی، فاطمه  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان  
خوزستان

نجفی، زینب  
(فوق لیسانس شیمی)

تکنسین آزمایشگاه شرکت ملی مناطق نفت  
خیز جنوب

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصول آزمون
۳	۴ مواد و/ یا واکنشگرها
۴	۵ وسایل
۷	۶ روش انجام آزمون
۹	۷ بیان نتایج
۱۰	۸ گزارش آزمون
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی) مشخصات عملکرد نوعی از یک آنالیزور SO <sub>2</sub> تجاری با استفاده از فلورسانس UV
۱۲	پیوست ب (اطلاعاتی) کتاب نامه

## پیش گفتار

استاندارد " هوای محیط-اندازه‌گیری مقدار گوگرد دی اکسید به روش فلورسانس فرابنفش " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت پرشیا پژوهش شریف تهیه و تدوین شده و در بیست و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۲/۱۲/۰۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 10498: 2004, Ambient air - Determination of sulfur dioxide -Ultraviolet fluorescence method.

# هوای محیط-اندازه‌گیری مقدار گوگرددی‌اکسید به روش فلورسانس فرابنفش

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری غلظت‌های گوگرددی‌اکسید ( $SO_2$ ) در هوای محیط با استفاده از آنالیزورهای خودکار به روش فلورسانس فرابنفش می‌باشد. این استاندارد برای اندازه‌گیری غلظت‌های جرمی گوگرددی‌اکسید از چند میکروگرم در هر متر مکعب تا چند میلی‌گرم در هر متر مکعب، یا بیان آن بر حسب کسر حجمی از چند میکرولیتر در هر متر مکعب تا چند میلی‌لیتر در هر متر مکعب، کاربرد 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 می‌شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۳۶۳۲، تجزیه گاز-تهیه مخلوط‌های گاز واسنجی با استفاده از روش‌های حجم سنجی پویا-قسمت ۴: روش تزریق پیوسته توسط سرنگ
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۳۶۳۲، تجزیه گاز-تهیه مخلوط‌های گاز واسنجی با استفاده از روش-های حجم سنجی پویا-قسمت ۶: روزنه‌های بحرانی

**2-3** ISO 4219, Air quality — Determination of gaseous sulfur compounds in ambient air — Sampling equipment

**2-4** ISO 6142, Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Gravimetric method

**2-5** ISO 6144, Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Static volumetric method

**2-6** ISO 6145-1, Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods —Part 1: Methods of calibration

**2-7** ISO 6349, Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Permeation method

**2-8** ISO 6767, Ambient air — Determination of the mass concentration of sulfur dioxide — Tetrachloromercurate (TCM)/pararosaniline method

**2-9** ISO 9169, Air quality — Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system

### ۳ اصول آزمون

روش اندازه‌گیری فلورسانس UV، یک روش اندازه‌گیری مطلق نیست. بنابراین دستگاه اندازه‌گیری باید به طور منظم با استفاده از گاز کالیبراسیون رقیق شده با هوایی که غلظت O<sub>2</sub> و N<sub>2</sub> در آن به غلظت‌های اتمسفری معمول نزدیک است، کالیبره شود. این روش اندازه‌گیری همچنین به فشار و دما حساس بوده و همچنین مزاحمت‌های شیمیایی این روش کمتر از روش‌های موجود دیگر است (پیوست الف را ببینید). با این وجود ترکیباتی نظیر هیدروژن سولفید، هیدروکربن‌های آروماتیک، نیتریک اکسید، آب و مرکابتان‌های با جرم مولکولی کم، بر اندازه‌گیری مقدار گوگردی اکسید تاثیر می‌گذارند.

در موارد خاص که غلظت‌های بالایی از آلاینده‌های مختلف موجود است، توصیه می‌شود که اثر آن‌ها روی پاسخ آنالیزور تعیین شود (برای عوامل مزاحم نوعی پیوست الف را ببینید).

روش فلورسانس UV، براساس نشر نور فلورسنت از مولکول‌های SO<sub>2</sub> است که قبلاً توسط تابش UV برانگیخته شده‌اند.

اولین مرحله واکنش مطابق رابطه ۱ است:



سپس در دومین مرحله مولکول SO<sub>2</sub>\* برانگیخته شده، به حالت پایه اولیه برمی‌گردد و یک فوتون انرژی،  $h\nu$  مطابق واکنش ۲، ساطع می‌کند:



شدت تابش فلورسنت متناسب با تعداد مولکول‌های SO<sub>2</sub> در حجم آشکارسازی و در نتیجه متناسب با غلظت مولی SO<sub>2</sub> است. بنابراین طبق رابطه ۳ داریم:

$$I = k [\text{SO}_2] \quad (3)$$

که در آن:

$I$  شدت تابش فلورسنت؛

$k$  ضریب تناسب؛

$[\text{SO}_2]$  غلظت مولی SO<sub>2</sub> است.

نمونه هوا به ورودی آنالیزور که با حذف هرگونه هیدروکربن آروماتیک موجود، تمیز شده است، جریان می‌یابد. یک وسیله شوینده<sup>۱</sup> هیدروکربن معمولاً این کار را انجام می‌دهد.

سپس نمونه هوا به درون یک محفظه واکنش که توسط تابش UV با طول موجی در گستره ۲۰۰ nm تا ۲۲۰ nm تحت تابش قرار گرفته است، جریان می‌یابد.

نور فلورسنت در گستره طول موج ۲۴۰ nm تا ۴۲۰ nm با عبور از صافی نوری، تنظیم شده و سپس به وسیله یک آشکارساز، به عنوان مثال یک لوله تکثیرکننده نوری<sup>۲</sup>، به علامت الکترونیکی تبدیل می‌شود.

---

1-Scrubber

2-Photomultiplier tube

پاسخ آنالیزور متناسب با تعداد مولکول‌های SO<sub>2</sub> در محفظه واکنش است. بنابراین دما و فشار یا یکی از این دو، باید ثابت نگه‌داشته شود و یا اگر تغییرات این پارامترها مورد انتظار است، مقادیر اندازه‌گیری شده باید تصحیح شود.

برای دستیابی به اندازه‌گیری‌های صحیح غلظت با این روش فلورسانس UV، دستگاه باید با تعدادی استاندارد اولیه، کالیبره شود (بند ۴-۲ را ببینید).

#### ۴ مواد و/یا واکنشگرها

##### ۱-۴ هوای صفر

توصیه می‌شود هوای صفر مورد استفاده برای کالیبره کردن آنالیزور، عاری از غلظت قابل تشخیصی از SO<sub>2</sub> به‌وسیله آنالیزور تحت شرایط کالیبراسیون باشد. غلظت O<sub>2</sub> در هوای صفر باید در گستره ۲٪ ± از غلظت آن در هوای معمولی (۲۰/۹٪) باشد.

##### ۲-۴ مخلوط‌های گاز کالیبراسیون SO<sub>2</sub>

##### ۱-۲-۴ روش کالیبراسیون اولیه

یکی از روش‌های معادل زیر باید جهت کالیبراسیون اولیه استفاده شود:

۱-۱-۲-۴ رقیق سازی حجمی استاتیک مطابق استاندارد ISO 6144

۲-۱-۲-۴ منابع لوله نفوذی مطابق استاندارد ISO 6349

۳-۱-۲-۴ روش تتراکلرو جیوه (TCM<sup>۱</sup>) مطابق استاندارد ISO 6767

۴-۱-۲-۴ آماده‌سازی وزنی مخلوط‌های گاز همراه با سیستم‌های با رقیق سازی های مختلف مطابق استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۶۳۲-۴ و ۱۳۶۳۲-۶ و استانداردهای ISO 6142 و ISO 6145-1 چندین روش برای تولید مخلوط‌های استاندارد گاز کالیبراسیون SO<sub>2</sub> پیشنهاد شده است (بند ۲-۲-۴ را ببینید). توصیه می‌شود که هر کدام از روش‌های انتخاب شده، به‌صورت دوره‌ای با روش کالیبراسیون قابل‌ردیابی مستقل دیگری، مقایسه شود.

محدوده غلظت کالیبراسیون SO<sub>2</sub> انتخاب شده، باید بین ۱۰٪ تا ۹۰٪ از گستره غلظت SO<sub>2</sub> مورد استفاده باشد.

##### ۲-۲-۴ روش‌های کالیبراسیون انتقال-استاندارد<sup>۲</sup>

برای آماده‌سازی گازهای استاندارد کالیبراسیون، می‌توان از روش‌های دیگر، در صورتی که با یک یا چند روش از روش‌های ذکر شده در بند ۴-۲-۱ قابل مقایسه باشند، استفاده کرد.

اگر چه می‌توان هر یک از روش‌های کالیبراسیون اولیه را برای استانداردهای انتقال نیز مورد استفاده قرار داد، اما در عمل، استفاده از یک منبع نفوذ یا سیلندر SO<sub>2</sub> که بصورت آزمایشگاهی کالیبره شده، آسان‌تر

1-Tetrachloromercurate

2-Transfer-standard



است. روش استفاده از سیلندر می‌تواند مستقیماً (با سیلندره‌های حاوی  $0.1 \text{ mg/m}^3$  تا  $10.0 \text{ mg/m}^3$  از  $\text{SO}_2$  در هوا) یا با رقیق سازی مناسب (با سیلندره‌های حاوی  $10$  تا چند صد میلی گرم  $\text{SO}_2$  در هر متر مکعب هوا) مورد استفاده قرار گیرد.

سیلندره‌های گاز حاوی استانداردهای  $\text{SO}_2$ ، به منظور اطمینان از پایداری غلظت  $\pm 3\%$  در طول یک دوره مصرف مورد انتظار، باید از یک ماده بی‌اثر یا اثرناپذیر ساخته شوند. سیلندره‌های حاوی غلظت‌های کم، باید به طور منظم با استانداردهای اولیه بررسی شوند.

#### ۴-۲-۳ بررسی محدوده<sup>۱</sup> (میدان) عملیاتی

برای کمک به کنترل کیفیت در عملیات روزمره آنالیزور در محل، توصیه می‌شود بررسی‌های محدوده به‌طور منظم انجام شود (ترجیحاً روزانه، اما حداقل هفته‌ای یک‌بار). برای مثال می‌توان از یک وسیله نفوذ داخلی به شکل یک بخش جدایی‌ناپذیر دستگاه، یا یک سیلندر کالیبره شده خارجی، که در صورت لزوم به صورت مناسب رقیق‌سازی شده، استفاده کرد. عملیات بررسی محدوده به صورت دستی و یا کنترل از راه دور، به وسیله شیرها کنترل می‌شود.

سیستم بررسی محدوده شرح داده شده، برای کنترل کیفیت در عملیات روزمره (به‌عنوان مثال استاندارد ISO 6879 را ببینید)، به‌منظور تصدیق عملیات صحیح آنالیزور کاربرد دارد، اما برای کالیبراسیون مناسب، مطابق بند ۴-۲-۱، کاربرد ندارد. توصیه می‌شود سیستم بررسی محدوده به‌طور منظم، مطابق بند ۴-۲-۱ با یک سیستم کالیبراسیون مستقر در آزمایشگاه مقایسه شود.

## ۵ وسایل

### ۵-۱ مسیر نمونه‌برداری

مسیر نمونه‌برداری و زمان ماند<sup>۲</sup> آن باید در عمل کوتاه باشد. این مسیر باید مطابق استاندارد ISO 4219، از جنس ماده‌ای که از لحاظ شیمیایی در مقابل  $\text{SO}_2$  بی‌اثر است، مانند پلیمرفلوروکربن یا شیشه باشد. در صورت وجود هرگونه تردید نسبت به بی‌اثر بودن مسیر نمونه‌برداری، باید برای آزمون کامل مجموعه نمونه‌برداری، از گازهای کالیبراسیون استفاده کرد.

در صورت پیش‌بینی متراکم شدن آب در مسیر نمونه‌برداری (زمانی که هوای مرطوب محیط، به درون یک محیط اندازه‌گیری سرد کشیده می‌شود)، گرمایش کمکی مسیر نمونه‌برداری ضروری است.

### ۵-۲ صافی در محل ورود نمونه برای ذرات

صافی ذرات در ورودی نمونه، باید ذراتی را که ممکن است در عملیات صحیح آنالیزور ایجاد مزاحمت کنند، حذف کند. صافی و نگه‌دارنده آن باید از مواد بی‌اثر، مانند پلیمرفلوروکربن، ساخته شده باشد تا در نتیجه آن، هیچ مقداری از  $\text{SO}_2$  حذف نشود.

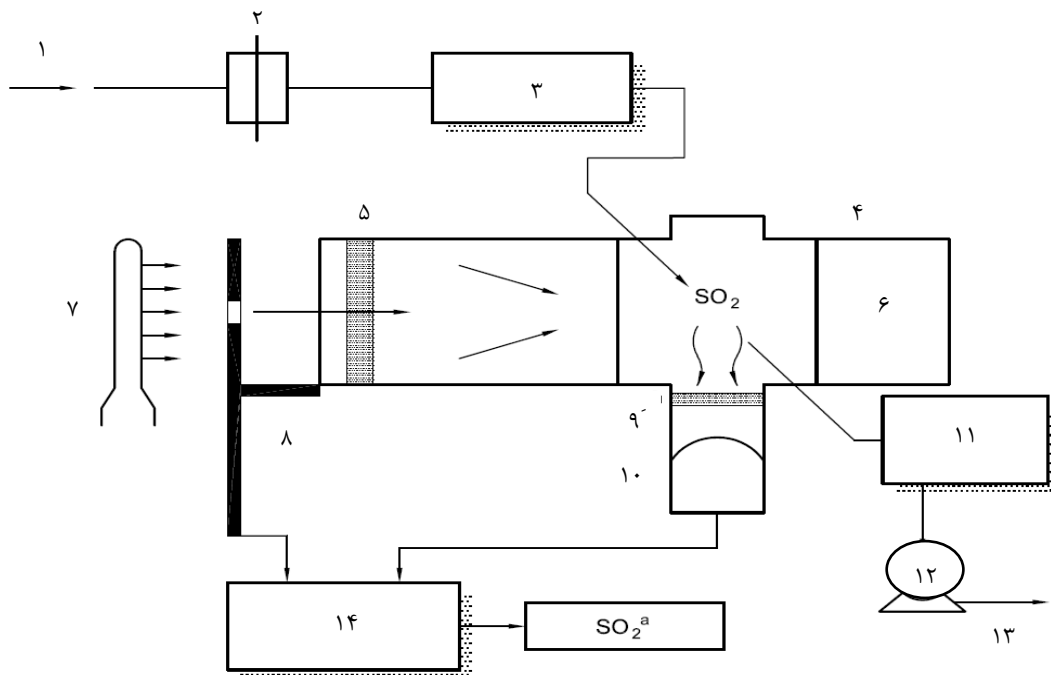
1- Span

2- Residence time

توصیه می‌شود به منظور جلوگیری از آلودگی جزء نمونه‌بردار توسط ذرات محیط، در ورودی مسیر نمونه‌برداری منتهی به این دستگاه، صافی نصب شود.

**یادآوری** - یک صافی پلیمر فلئوئوروکربن با اندازه منفذ  $5 \mu\text{m}$  کاربرد موثری دارد (استاندارد ISO 4219 را ببینید). تعویض صافی‌های پر شده با ذرات معمولاً به صورت ماهیانه کفایت می‌کند. بسته به غلظت ذرات معلق در هوای محیط، ممکن است نیاز به تعویض صافی به دفعات بیشتر وجود داشته باشد.

**۳-۵ آنالیزور، برای اندازه‌گیری  $\text{SO}_2$  به روش فلورسانس UV (شکل ۱ را ببینید).**  
اجزای اصلی دستگاه به شرح زیر است:



راهنما:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| ۱ نمونه                                    | ۸ مدوله‌کننده <sup>۱</sup> |
| ۲ صافی ورودی نمونه‌برداری                  | ۹ صافی خروجی نوری          |
| ۳ تله‌های انتخابی برای عوامل مزاحم         | ۱۰ لوله تکثیرکننده نوری    |
| ۴ محفظه واکنش                              | ۱۱ جبران‌کننده نرخ جریان   |
| ۵ صافی ورودی نوری                          | ۱۲ پمپ                     |
| ۶ تله‌نوری                                 | ۱۳ خروج                    |
| ۷ لامپ UV                                  | ۱۴ تقویت الکترونیکی همزمان |
| <sup>a</sup> بر حسب $\text{ml}/\text{m}^3$ |                            |

شکل ۱- نمای طرح کلی یک آنالیزور  $\text{SO}_2$  فلورسانس UV

**۱-۳-۵ تله‌های انتخابی برای مزاحمت‌ها**

توصیه می‌شود به منظور حذف گازهای مزاحمی مانند هیدروکربن‌های آروماتیک، یک یا چند تله انتخابی قبل از محفظه واکنش مورد استفاده قرار گیرد.

این تله‌های انتخابی نباید هیچ مقداری از  $\text{SO}_2$  را در خود نگه دارند و باید مطابق با دستور کارهای سازنده و الزامات ملی موجود تغییر کند.  
در صورت پیش‌بینی غلظت بالایی از  $\text{H}_2\text{S}$  در هوای محیط، توصیه می‌شود از یک وسیله شوینده انتخابی  $\text{H}_2\text{S}$  استفاده شود.

### ۵-۳-۲ مجموعه نوری و سل فلورسانس

برای آشکارسازی همزمان و تقویت علامت، نشر لامپ UV ممکن است به صورت الکترونیکی یا مکانیکی پالس شود.

جهت اطمینان از نشر پایدار نور، لامپ باید دارای یک منبع تغذیه تثبیت شده باشد. یک صافی نوری برای محدود کردن طول موج‌ها در گستره‌ای که موجب برانگیختگی مولکول  $\text{SO}_2$  می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد و در عین حال مزاحمت بخار آب، هیدروکربن‌های آروماتیک یا نیتریک اکسید را به حداقل می‌رساند. آشکارساز، به‌عنوان مثال لوله تکثیرکننده نوری، نور فلورسنت نشر شده به وسیله مولکول‌های  $\text{SO}_2$  را در محفظه واکنش آشکار می‌سازد.

به‌منظور کاهش علامت ناشی از پراکندگی نور برخوردی، یک صافی نوری انتخابی در مقابل آشکار ساز قرار داده می‌شود.

محفظه واکنش باید از جنس مواد بی‌اثر به  $\text{SO}_2$  و تابش UV ساخته شود. به‌منظور جلوگیری از تراکم آب و نوسانات دما، توصیه می‌شود سل، تا دمایی بیشتر از نقطه شبنم گرم شود. تله نوری محفظه، مانع از انعکاس تابش UV که موجب برانگیختگی است، می‌شود.  
مجموعه نوری بهتر است در یک لفاف<sup>۱</sup> گرم شده، قرار گیرد.

### ۵-۳-۳ تنظیم کننده فشار

علامت خروجی از آنالیزور، با چگالی  $\text{SO}_2$  (تعداد مولکول‌های  $\text{SO}_2$ ) موجود در محفظه واکنش و در نتیجه با فشار در محفظه متناسب است. بنابراین باید تغییرات فشار داخلی اندازه‌گیری شده و علامت به‌وسیله یک تنظیم کننده، تصحیح یا کنترل شود.

علامت را نیز می‌توان از نظر نوسانات فشار و دمای خارجی تصحیح نمود. همچنین ممکن است به علت تغییرات هواشناسی سینوپتیک<sup>۲</sup> (تا  $\pm 3\%$ ) یا ارتفاع محل اندازه‌گیری (با افزایش ارتفاع  $800\text{ m}$  از سطح دریا در حدود  $10\%$  کاهش فشار) تصحیحات فشار قابل توجهی نیاز باشد.

یاد آوری - یکی از عوامل اصلی کاهش فشار در محفظه واکنش، افت فشار در مسیر نمونه است.

### ۵-۳-۴ کنترل کننده نرخ جریان و نشانگر

توصیه می‌شود که نرخ جریان با استفاده از یک کنترل کننده نرخ جریان، ثابت نگه‌داشته شود و دستگاه شامل یک نشانگر نرخ جریان باشد.

1-Enclosure

2-Synoptic

۵-۳-۵ پمپ هوا، هوا را در انتهای مسیر جریان نمونه، از آنالیزور می‌کشد. هنگام استفاده از لامپ UV تولید کننده اوزون، توصیه می‌شود هوای آنالیزور را از طریق یک وسیله شوینده زغال چوب مناسب، بیرون برانید.

## ۶ روش انجام آزمون

### ۱-۶ راه اندازی آنالیزور SO<sub>2</sub> هوای محیط

دستگاه را در یک محل مناسب نصب کنید. برای تنظیم درست پارامترهای مختلف، شامل شدت لامپ منبع UV، نرخ جریان نمونه و فعال سازی جبران کننده دما / فشار الکترونیکی (در صورت کاربرد)، دستورکار راه اندازی سازنده را دنبال کنید.

جهت اطمینان از برآورده شدن مشخصات عملکرد سازنده، بررسی لازم را انجام دهید. در صورت لزوم باید برای به حداقل رساندن اثر وابستگی دمایی دستگاه، دمای محل کنترل شود.

هوای محیط را از میان دستگاه، نمونه برداری کرده و غلظت SO<sub>2</sub> را با استفاده از یک وسیله ثبت مناسب (به عنوان مثال ثبت کننده نمودار و سیستم جمع آوری داده های الکترونیکی و غیره) ثبت کنید. در طول عملیات مداوم دستگاه، باید صفر دستگاه، محدوده و پارامترهای عملیاتی را حداقل هفته ای یکبار بررسی کنید.

برنامه های تعمیر و نگهداری را به منظور اطمینان از عملکرد بهینه آنالیزور مطابق دستور کار سازنده دنبال کنید. توصیه می‌شود که عملکرد آنالیزور را به طور مناسب هر شش ماه یکبار یا سالیانه، کاملاً سرویس کنید. توصیه می‌شود کالیبراسیون کامل دستگاه را قبل و بعد از این سرویس انجام دهید.

### ۲-۶ کالیبراسیون آنالیزور SO<sub>2</sub> هوای محیط

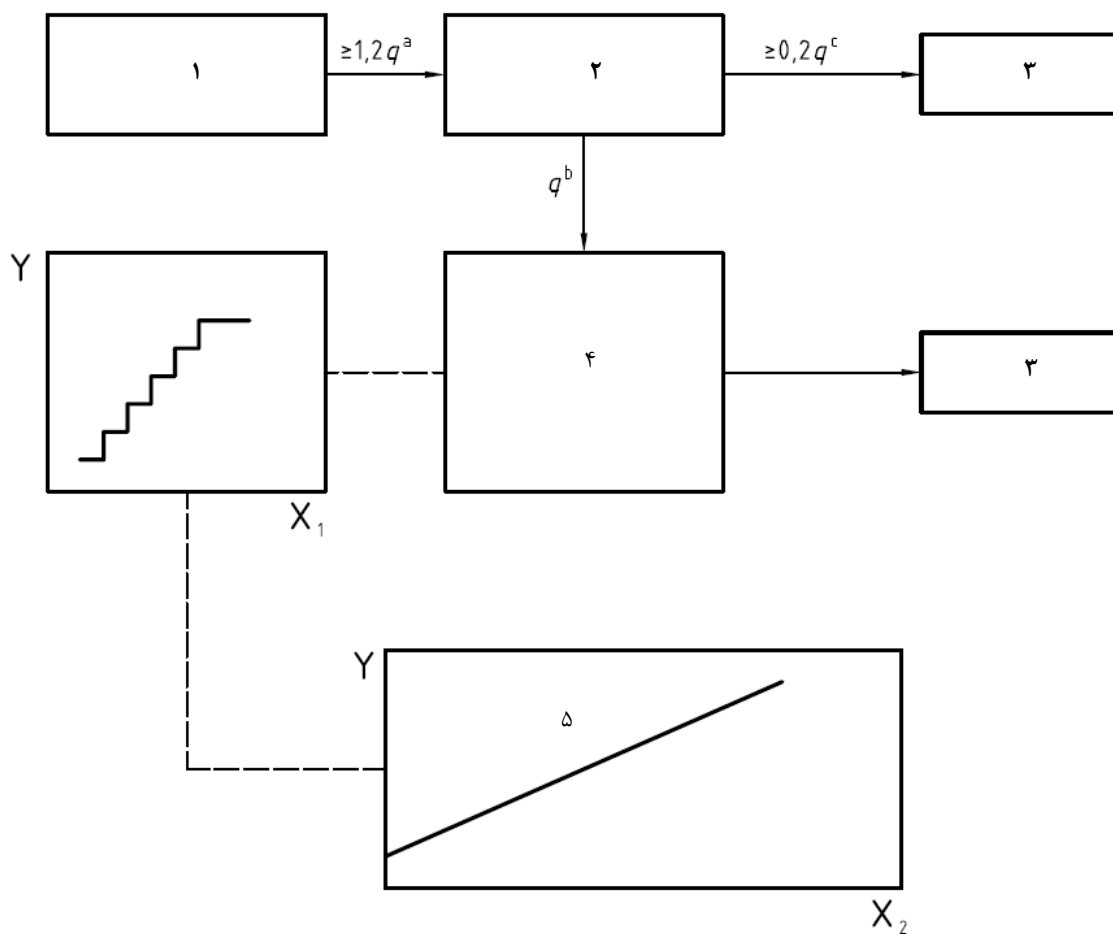
#### ۱-۲-۶ اصول آزمون

در طول انجام کالیبراسیون، آنالیزور SO<sub>2</sub> هوای محیط، در دما و نرخ جریان طبیعی آن کار می‌کند. کالیبراسیون باید شامل اندازه گیری های هوای صفر (بند ۴-۱ را ببینید)، گاز محدوده و حداقل پنج غلظت از SO<sub>2</sub> (با استفاده از یک استاندارد گاز کالیبراسیون اولیه مطابق بند ۴-۲-۱) باشد، که باید زمان داده شود تا درگستره دمای محیطی قرار گیرد.

برای همه کالیبراسیون ها، جریان گازهای کالیبراسیون به سمت چندراهه باید حداقل به میزان ۲۰٪ کل جریان مورد نیاز دستگاه متصل شده به چندراهه، افزایش یابد و مقدار اضافی، به طور مناسبی در فشار اتمسفری بیرون رانده شود.

نمایی از طرح یک سیستم کالیبراسیون در شکل ۲ نشان داده شده است.

به عنوان یک روش جایگزین، می‌توان یک روش کالیبراسیون انتقال-استاندارد را با استاندارد اولیه SO<sub>2</sub> کالیبره کرد و سپس برای کالیبره کردن آنالیزور محیط در محل نمونه برداری مورد استفاده قرار داد.



راهنما:

- |                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| ۱ منبع کالیبراسیون استاندارد گاز | Y خروجی           |
| ۲ چندراه                         | $X_1$ زمان        |
| ۳ خروج                           | $X_2$ غلظت $SO_2$ |
| ۴ آنالیزور $SO_2$                |                   |
| ۵ منحنی کالیبراسیون              |                   |
| <sup>a</sup> نرخ جریان           |                   |
| <sup>b</sup> نرخ جریان نمونه     |                   |
| <sup>c</sup> نرخ جریان اضافی     |                   |

شکل ۲- نمایشی از طرح یک سیستم کالیبراسیون

### ۲-۲-۶ روش کالیبراسیون

کالیبراسیون را با استفاده از روش زیر انجام دهید.

۱-۲-۲-۶ وسایل نشان داده شده در شکل ۲ را سوار کنید. برای آنالیزورهای  $SO_2$  دارای جبران کننده الکترونیکی خودکار فشار و دما، اطمینان حاصل کنید که این مدار جهت به دست آوردن مقادیر خروجی تصحیح شده، فعال شده است.

برای آنالیزورهای بدون این جبران‌کننده‌ها، دمای محفظه واکنش و فشار درونی آن را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

۲-۲-۲-۶ هوای صفر را وارد چندراهه کنید. در صورت لزوم، تنظیمات کنترل صفر را در آنالیزور SO<sub>2</sub> تغییر دهید تا یک قرابت خروجی، نزدیک یا برابر با صفر را نشان دهد.

۳-۲-۲-۶ مقادیر خروجی آنالیزور SO<sub>2</sub> را ثبت کنید.

۴-۲-۲-۶ منبع کالیبراسیون را به‌منظور تولید غلظت مورد نیاز SO<sub>2</sub> برای تنظیمات کنترل محدوده، تنظیم کنید. این غلظت می‌تواند بین ۵۰٪ تا ۱۰۰٪ مقیاس کامل قرابت آنالیزور، یا گستره غلظت قابل انتظار SO<sub>2</sub> در هوای محیط باشد. در صورت لزوم برای نشان دادن یک خروجی خواننده شده نزدیک یا مساوی غلظت ایجاد شده، تنظیمات کنترل محدوده در آنالیزور SO<sub>2</sub> را تغییر دهید.

۵-۲-۲-۶ مقادیر خروجی آنالیزور SO<sub>2</sub> را ثبت کنید.

۶-۲-۲-۶ در صورت وابسته نبودن تنظیمات محدوده و صفر، بند ۲-۲-۲-۶ و به دنبال آن مراحل بندهای ۲-۲-۲-۶ تا ۶-۲-۲-۶ را تکرار کنید.

۷-۲-۲-۶ منبع کالیبراسیون را جهت حصول پنج غلظت دیگر از SO<sub>2</sub>، بالای گستره اندازه‌گیری، تنظیم نموده و مقادیر خروجی را بدون تغییر در تنظیمات محدوده ثبت کنید.

۸-۲-۲-۶ مقادیر خروجی آنالیزور SO<sub>2</sub>، بدست آمده در مراحل بندهای ۶-۲-۲-۶ و ۷-۲-۲-۶ را در مقابل غلظت‌های مورد استفاده، رسم کنید.

۹-۲-۲-۶ خط کالیبراسیون آنالیزور را به وسیله یک برازش خطی منفرد یا مطابق استاندارد ISO 9169 تعیین کنید.

در صورت نیاز به اندازه‌گیری‌های دقت و درستی، روش شرح داده شده در بالا را تکرار کنید.

### ۳-۲-۶ روش کالیبراسیون میدان با استفاده از یک استاندارد انتقال

یک کالیبراسیون دو نقطه‌ای (گاز صفر و یک نقطه محدوده مناسب) آنالیزور، با یک استاندارد انتقال که از قبل به وسیله یک سیستم کالیبراسیون مرجع کالیبره شده باشد، در شرایط میدان، قابل قبول است. در این مورد، بندهای ۲-۲-۲-۶ تا ۶-۲-۲-۶ را دنبال کنید.

توصیه می‌شود برای بررسی میدان از نظر خطی بودن، از یک کالیبراسیون سه نقطه‌ای (شامل گاز صفر و گاز دو محدوده که در طول مقیاس اندازه‌گیری به طور مساوی زمان داده شده) استفاده شود.

## ۷ بیان نتایج

علامت خروجی را برای نمونه هوای مورد اندازه‌گیری ثبت کنید.

با استفاده از تابع کالیبراسیون مناسب بدست آمده در بند ۲-۲-۶، غلظت متناظر را اندازه‌گیری کنید.

نتیجه را بر حسب میکروگرم در هر مترمکعب یا میلی‌گرم در هر مترمکعب یا کسر حجمی معادل گزارش کنید.

از رابطه ۴ برای تبدیل میلی‌لیتر در هر مترمکعب به میلی‌گرم در هر مترمکعب، استفاده کنید:

$$\rho_1 = \frac{\Phi_1 \times 64 \times 298 \times P}{24.459 \times T \times 1013} \quad (2)$$

که در آن:

$\rho_1$  غلظت جرمی SO<sub>2</sub>، بر حسب mg/m<sup>3</sup>؛

$\Phi_1$  کسر حجمی SO<sub>2</sub>، بر حسب ml/m<sup>3</sup>؛

64 جرم مولی SO<sub>2</sub>، بر حسب g/mol؛

298 دمای مطلق مرجع، بر حسب کلوین؛

$P$  فشار گاز اندازه‌گیری شده، بر حسب هکتوپاسکال (hpa)؛

24.459 حجم یک مول گاز بر حسب لیتر، در دمای 298 درجه کلوین و فشار 1013 هکتوپاسکال (hpa)؛

$T$  دمای اندازه‌گیری شده بر حسب کلوین؛

1013 فشار گاز مرجع بر حسب هکتوپاسکال (hpa).

## ۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۸-۱ روش آزمون استفاده شده مطابق این استاندارد ملی؛

۸-۲ همه اطلاعات لازم برای شناسایی کامل نمونه؛

۸-۳ نتایج و روش بیان استفاده شده؛

۸-۴ شرایط آزمون؛

۸-۵ هر گونه مورد غیر معمول مشاهده شده در حین اندازه‌گیری؛

۸-۶ هر گونه عملیاتی که در این استاندارد ملی بیان نشده یا به‌طور اختیاری در نظر گرفته می‌شود؛

۸-۷ تاریخ انجام آزمون؛

۸-۸ نام و امضای آزمون‌گر.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### مشخصات عملکرد نوعی از یک آنالیزور SO<sub>2</sub> تجاری با استفاده از فلورسانس UV

مقادیر نشان داده شده در زیر، تنها جهت اطلاع ارایه شده‌اند، بنابراین ممکن است مشخصات واقعی مطابق با دستگاه نبوده و تفاوت داشته باشد.

مشخصات ذکر شده از عبارات تعریف شده در استانداردهای ISO 6879 و ISO 9169 گرفته شده است.

الف-۱ زمان پاسخ، حدود ۲ دقیقه؛

الف-۲ انحراف صفر، متغیر از یک مقدار ناچیز تا ۱/۵ µl در هر هفته؛

الف-۳ انحراف محدوده، حدود ۰.۱٪ (در دوره‌های زمانی نسبی) در هر روز، تخمین زده شده تا بیش از ۷ روز؛

الف-۴ تکرارپذیری، ۰.۱٪ در حدود ۵۰ µl/m<sup>3</sup>؛

الف-۵ اثر حافظه، در حدود چند میکرولیتر بر مترمکعب بعد از نمونه‌برداری هوا با چندین میلی لیتر بر متر مکعب SO<sub>2</sub> که بعد از حدود ۱۵ دقیقه تثبیت می‌شود؛

الف-۶ خطی بودن، خطا ممکن است بین ۵۰ µl/m<sup>3</sup> و ۵۰۰ µl/m<sup>3</sup>، به حدود ۲٪ برسد؛

الف-۷ انتخاب‌پذیری، بر حسب غلظت عوامل مزاحم، که موجب تغییری برابر با ۱ µl/m<sup>3</sup>، در علامت خروجی می‌شود؛

الف-۷-۱ هیدروژن سولفید (H<sub>2</sub>S)، بعد از وسیله شوینده، ناچیز است؛

الف-۷-۲ متان (CH<sub>4</sub>)، با کسر حجمی ۳۳۰۰ ml/m<sup>3</sup>؛

الف-۷-۳ نیتریک اکسید (NO)، با کسر حجمی ۱۰۰ µl/m<sup>3</sup>؛

الف-۷-۴ آب؛

الف-۷-۵ هیدروکربن‌های آروماتیک؛

الف-۷-۶ استایرن C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH=CH، کسر حجمی ۲ ml/m<sup>3</sup>؛

الف-۷-۷ وابستگی دمایی، تغییر علامت خروجی بین دماهای ۱۰°C و ۴۰°C هنگام نمونه‌برداری گاز، کمتر از ۲٪ است.



پيوسٽ ب

(اطلاعاتي)

ڪتاب نامه

[1] ISO 6879, Air quality - Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods