



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۸۰۲

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

19802

1st.Edition

2013

کیفیت هوا - اندازه‌گیری اوزون در هوای
محیط - روش نورسنجی فرابنفش

**Air quality — Determination of ozone
in ambient air — Ultraviolet photometric
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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود. پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

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

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

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« کیفیت هوا - اندازه‌گیری آزون در هوای محیط - روش نورسنجی فرابنفش »

رئیس:

گودرزی، غلامرضا

(دکتری مهندسی بهداشت محیط - آلودگی هوا)

سمت و / یا نمایندگی

هیات علمی دانشگاه جندی شاپور

دبیر:

قمی، متینه

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

جنتی، زهرا

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان
خوزستان

چراغی، حسین

(فوق لیسانس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل استاندارد استان
خوزستان

حاتمی، امیر

(دکتری شیمی)

مدیرعامل شرکت پرشیا پژوهش شریف

خدابخش‌نژاد، فرزانه

(فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)

کارشناس گروه ملی صنعتی فولاد ایران

خوشنام، فرزانه

(دکتری شیمی)

معاون استانداردسازی و آموزش اداره کل
استاندارد استان خوزستان

دایی، مینا

((فوق لیسانس شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان
خوزستان

زمان، بهجت

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

هیات علمی جهاد دانشگاهی خوزستان

کارشناس آلودگی هوا معاونت بهداشت
دانشگاه جندی شاپور

صفدری، فرهاد
(فوق لیسانس مهندسی بهداشت محیط)

هیات علمی جهاد دانشگاهی خوزستان

گل محمدی قانع، حامد
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت خوزستان پژوهش گستر
بردیا

مکوندی، علی
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

نقدی، تینا
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت پرشیا پژوهش شریف

نجفی، زینب
(فوق لیسانس شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ مزاحمت‌ها
۲	۴ اصول آزمون
۳	۵ مواد/و یا واکنشگرها
۴	۶ وسایل
۹	۷ روش انجام آزمون
۱۱	۸ بیان نتایج
۱۲	۹ گزارش آزمون
۱۳	پیوست الف (اطلاعاتی) تعدادی از مزاحمت‌های شیمیایی گزارش شده برای تجزیه‌گرهای نورسنجی UV ازون
۱۴	پیوست ب (اطلاعاتی) تصحیح نیتریک اکسید محیط
۱۵	پیوست پ (اطلاعاتی) ویژگی‌های عملکردی نوعی برای یک دستگاه تجزیه‌گر نورسنجی UV
۱۶	پیوست ت (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد " کیفیت هوا- اندازه‌گیری ازون در هوای محیط - روش نورسنجی فرابنفش " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۲/۰۶/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است اینک 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 پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

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

ISO 13964:1998, Air quality — Determination of ozone in ambient air — Ultraviolet photometric method

کیفیت هوا - اندازه‌گیری آزون در هوای محیط - روش نورسنجی فرابنفش

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری آزون در هوای محیط به روش نورسنجی فرابنفش (UV) می‌باشد.

این استاندارد برای اندازه‌گیری غلظت‌های آزون در گستره $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (کسر حجمی 1×10^{-9}) تا $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ (کسر حجمی 1×10^{-6}) کاربرد دارد. همچنین، این استاندارد در شرایط مرجع 25°C و $101,25 \text{ kPa}$ به کار می‌رود؛ هرچند، در دماهای مرجع 0°C و 20°C نیز کاربرد دارد.

این استاندارد به منظور کالیبراسیون، نورسنجی فرابنفش را به دلیل درستی اثبات شده و اختصاصی بودن برای آزون، به‌عنوان روش مرجع اولیه تعیین می‌کند. استفاده از روش‌های مرجع ثانویه (اغلب به نام استانداردهای انتقالی)، شامل روش‌های غیر UV در صورتی مجاز می‌باشند که قبلاً به وسیله روش مرجع UV اولیه کالیبره شده باشند (استاندارد ISO 6879 را برای تعریف‌ها مشاهده کنید).

۲ مراجع الزامی

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

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۷۷ سال ۱۳۸۷، فیلترهای هوا با راندمان بالا (هپا و اولپا)

۳ مزاحمت‌ها

روش نورسنجی UV در معرض مزاحمت ناشی از هرگونه آلاینده گازی متداول هوا در غلظت‌های محیط کمتر از $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ (کسر حجمی 1×10^{-7}) نیست. هرچند مزاحمت‌هایی در حدود $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (کسر حجمی 1×10^{-9}) و حدود $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (کسر حجمی 4×10^{-9}) در آزون معادل، به ترتیب برای غلظت‌های نیتروژن دی‌اکسید و گوگرد دی‌اکسید در کسر حجمی $0,5 \times 10^{-6}$ گزارش شده است. به علاوه، تعدادی گزارش از مزاحمت‌ها برای دستگاه‌هایی که از منگنز دی‌اکسید به‌عنوان اسکرابر^۱ آزون استفاده می‌کنند، وجود دارد که در پیوست الف این استاندارد جدول‌بندی شده‌اند.

مواد ذره‌ای^۱، در صورت عدم حذف، در مسیر نمونه‌برداری انباشته شده و ممکن است موجب تخریب غیر قابل چشم‌پوشی ازون شود.

در طول زمان ماند هوای محیط در مسیر نمونه‌برداری، نیتریک اکسید محیط در هوای نمونه تا حدی با ازون محیط واکنش خواهد داد. تصحیحاتی برای این اثر در پیوست ب این استاندارد ارائه شده‌است. برای دستگاه‌های تجزیه‌گر ازون با سل‌های جذبی منفرد، هرگونه آلاینده محیط که تابش UV نورسنگ را جذب کرده و غلظت را در زمان چرخه دستگاه تغییر دهد، ممکن است مزاحمت ایجاد کند. یک محدودیت مشابه در جایی به کار می‌رود که غلظت خود ازون محیط در این مقیاس زمانی، به‌عنوان مثال در تقاطع‌های ترافیکی تغییر کند.

یادآوری- عموماً، اگر مزاحمت مشکوک باشد، بهتر است به جای تلاش برای اسکراب کردن^۲ عامل مزاحم از روش دیگری (برای مثال، روش کمی لومینسانس با استفاده از اتیلن) استفاده شود، زیرا ناپایداری ازون، آزمون و اثبات اسکرابرها را به طور ویژه دشوار می‌کند.

۴ اصول آزمون

هوای نمونه به‌طور پیوسته از میان یک سل جذبی نوری عبور داده می‌شود که به صورت طولی به‌وسیله تابش تک‌فام^۳ متمرکز شده بر روی ۲۵۳۷ nm، حاصل از یک لامپ پایدار تخلیه‌الکتریکی جیوه (Hg) با فشار پایین تحت تابش قرار می‌گیرد. تابش UV که از سل جذبی عبور می‌کند، به‌وسیله یک دیود نوری حساس یا آشکارساز فتومولتی‌پلایر اندازه‌گیری شده و به یک علامت الکتریکی قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌شود. جذب این تابش به‌وسیله هوای نمونه درون سل جذبی معیاری از غلظت ازون محیط می‌باشد. یک تبدیل‌کننده کاتالیزوری ازون برای حذف انتخابی ازون از جریان نمونه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عمل را می‌توان برای سل جذبی نمونه (ساختار تک سلی^۴) یا یک سل جذبی مرجع مشخص اما جداگانه (ساختار دو سلی^۵) انجام داد؛ هر دو ساختار قابل قبول می‌باشد.

قانون بیر- لامبرت در جذب نور برای ارتباط دادن عبور UV اندازه‌گیری شده به طول مسیر سل جذبی، ضریب جذب ازون در ۲۵۳۷ nm و غلظت ازون مورد استفاده قرار می‌گیرد. رابطه (۱) این ارتباط را ارائه می‌دهد.

$$I/I_0 = \exp(-aCd) \quad (1)$$

که در آن:

I/I_0 عبور نمونه ازون است، یعنی نسبت تابش (که معمولاً شدت نور نامیده می‌شود) تابیده به آشکارساز، هنگامی که سل جذبی شامل هوای نمونه است به تابش در هنگامی که سل شامل هوای عاری از ازون است؛

-
- 1-Particulate
 - 2-Scrub out
 - 3-Monochromatic
 - 4-Single-cell configuration
 - 5-Dual-cell configuration

a ضریب جذب ازون در 2537 nm ، برحسب متر مربع بر میکروگرم؛ $(a=1 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\mu\text{g})$ ؛
 C غلظت جرمی ازون، در دما و فشار نمونه در سل جذبی، برحسب میکروگرم بر مترمکعب؛
 d طول مسیر نور، برحسب متر است.

بسیاری از دستگاه‌های تجزیه‌گر ازون متداول جدید دما و فشار هوای نمونه را در سل جذبی اندازه می‌گیرند. با استفاده از این داده‌ها یک ریزپردازنده^۱ داخلی به صورت خودکار غلظت ازون اندازه‌گیری شده را نسبت به برخی شرایط مرجع انتخابی محاسبه می‌کند. برای دستگاه‌های تجزیه‌گری که این جبران دما و فشار^۲ خودکار را ندارند، غلظت‌ها باید به صورت دستی طبق رابطه (۲) نسبت به شرایط مرجع انتخاب شده ($T_{ref} \text{ } ^\circ\text{C}$ و $101,25 \text{ kPa}$) تصحیح شوند.

$$C_{ref} = \frac{101,25}{P} \times \frac{(T + 273,15)}{(T_{ref} + 273,15)} \times C \quad (2)$$

که در آن:

C_{ref} غلظت جرمی ازون، در دمای مرجع (T_{ref}) و فشار ($101,25 \text{ kPa}$)، برحسب میکروگرم بر متر مکعب؛

T دمای نمونه سل جذبی، بر حسب درجه سلسیوس؛

P فشار نمونه در سل جذبی، بر حسب کیلوپاسکال؛

T_{ref} دمای مرجع، بر حسب درجه سلسیوس؛

C غلظت جرمی ازون در رابطه (۱) و در دمای نمونه (T) و فشار (P) در سل جذبی، بر حسب میکروگرم بر متر مکعب می‌باشد.

۵ مواد و/یا واکنشگرها

۱-۵ مسیر نمونه، ساخته شده از موادی که در برابر ازون بی‌اثر هستند، مانند شیشه یا پلی‌مر فلئوروکربن و باید تا حد ممکن برای حداقل نگه‌داشتن زمان ماند، کوتاه باشند. وجود هرگونه نیتریک اکسید محیط در هوای نمونه با مقداری از ازون در طول زمان ماند در مسیر نمونه واکنش خواهد داد. این تخریب ازون تابعی از غلظت‌های ازون محیط و نیتریک اکسید می‌باشد (یادآوری ۱ را ببینید). محاسبات نشان داده‌اند که اگر زمان ماند کمتر از $0,5 \text{ s}$ باشد، آن‌گاه تخریب در ازون اولیه کمتر از ۱٪ بیشترین غلظت ازون محیط و نیتریک اکسید خواهد شد. از این رو، توصیه می‌شود که طول مسیر نمونه‌برداری و نرخ جریان به گونه‌ای انتخاب شود که زمان ماند درون مسیر نمونه‌برداری تا حد امکان کوتاه باشد؛ زمان ماند تا 5 s مجاز است. توصیه می‌شود که یک صافی ذره‌ای (بند ۵-۲) در ورودی نمونه‌برداری نصب شود تا کل سیستم ورودی تمیز نگه‌داشته شود. در مواردی، یک مسیر نمونه یا چندراهه^۱ قبل از صافی ذره‌ای (۵-۲) ورودی وجود دارد که باید

1- Microprocessor
 2- Temperature and pressure compensation

تمیز باشد. احتیاطات مقتضی باید به منظور جلوگیری از انباشتگی درون مسیر نمونه به کار برده شود، به عنوان مثال به وسیله گرمایش مناسب مسیر.

یادآوری ۱- پیوست ب تصحیحی را برای واکنش ازون محیط با نیتریک اکسید در مسیر نمونه برداری شرح می دهد.

یادآوری ۲- هرگاه یک مسیر نمونه برداری تمیز و یا جایگزین شد، ممکن است متعادل شدن با شرایط محیط چندین ساعت طول بکشد.

۲-۵ صافی ذره‌ای و تکیه‌گاه آن، ساخته شده از مواد بی اثر در برابر ازون، مانند پلی تترافلورو اتیلن (PTFE) و با قابلیت حذف تمامی ذراتی که احتمال دارد عملکرد دستگاه تجزیه گر را تغییر دهند. صافی ذره‌ای و تکیه‌گاه آن بسته به غلظت‌های ذرات محیط در محل نمونه برداری، باید به شیوه‌ای منظم تغییر کند؛ با این حال، توصیه می شود دوره بین تغییرات صافی از ۱۴ روز بیشتر نشود. رعایت این نکته ضروری است، زیرا انباشته شدن بیش از حد ذرات بر روی صافی می تواند موجب از دست رفتن ازون از هوای نمونه شود.

یادآوری ۱- به صورت تکراری، یکصافی با اندازه حفره $5\mu\text{m}$ به کار می رود.

یادآوری ۲- عموماً، صافی‌های جدید به مدت زمانی برای تثبیت شرایط با اتمسفر محیط نیاز دارند. بنابراین مشاهده شد که غلظت‌های ازون اندازه‌گیری شده برای دوره‌های زمانی ۵ دقیقه تا ۱۵ دقیقه بلافاصله پس از تغییرات صافی، به طور موقتی ۵٪ تا ۱۰٪ کاهش یافت.

۳-۵ هوای صفر^۲، برای روش آزمون کالیبراسیون دستگاه تجزیه گر مورد نیاز است. در صورت استفاده از هوای سنتزی، مقدار اکسیژن باید در غلظت اتمسفری معمولی $(20.9 \pm 2)\%$ باشد. هوای صفر باید عاری از ازون، نیتروژن اکسیدها و هر ماده مزاحم دیگری باشد که می تواند موجب یک پاسخ منفی یا مثبت قابل اندازه‌گیری نامطلوب در نورسنج UV شود. منابع هوای صفر مختلف ممکن است ناخالصی‌های باقی مانده مختلفی داشته باشند که به نوبه خود می توانند موجب عبورهای UV مختلف نمونه‌های هوا شوند. از این رو، هوای صفر تامین شده برای نورسنج در طول اندازه‌گیری I_0 (رابطه (۱) را ببینید)، باید مشابه هوای صفری باشد که برای تولید غلظت‌های ازون کالیبراسیون استفاده شده است.

یادآوری - جزئیاتی در مورد یک سیستم برای ایجاد هوای صفر از هوای پیرامون را می توان در مرجع [۴] یافت.

۶ وسایل

۱-۶ دستگاه تجزیه گر نورسنج UV ازون محیط

اجزای تشکیل دهنده یک سیستم اندازه‌گیری نورسنج UV ازون با یک ساختار تک سلی به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است. در هنگام سرهم کردن، اجزا بخشی از یک دستگاه تجزیه گر نورسنجی UV ازون

1- Manifold
2- Zero air

محیط با ویژگی‌هایی مطابق با آنچه که در پیوست پ فهرست شده‌است، می‌شوند. دستگاه‌های تجارتي که این مشخصات را دارند، به آسانی در هر دو ساختار تک سلی یا دو سلی موجود می‌باشند.

۱-۱-۶ سل جذبی فرابنفش، از ماده بی‌اثر در برابر ازن، مانند پلی‌مر فلئوروکربن، شیشه بوروسیلیکات، سیلیکای ذوب‌شده یا فلز پوشش‌داده‌شده با فلئوروکربن ساخته شده‌است. این سل باید از نظر مکانیکی پایدار باشد تا هر مسیر نوری موجود، به وسیله ارتعاش یا تغییر در دمای محیط تحت تاثیر قرار نگیرد. تدارکات لازم باید برای اندازه‌گیری دما و فشار گاز در سل جذبی فراهم شود (۶-۱-۸ و ۶-۱-۹ را ببینید).

۲-۱-۶ لامپ منبع فرابنفش، یک لامپ تخلیه الکتریکی بخار جیوه با فشار پایین که تابش تکفام متمرکز شده در 253.7nm را نشر می‌کند. تابش UV این لامپ باید به صورت الکترونیکی پایدار باشد تا دستگاه تجزیه‌گر مشخصات عملکردی موردنیاز را برآورده کند (پیوست پ را برای مقادیر نوعی ببینید)؛ هر تغییری در تابش لامپ در طول چرخه‌های اندازه‌گیری، منجر به انحراف^۱ اندازه‌گیری یا نوفه خواهند شد. خط جیوه لامپ در 185nm (که اکسیژن را برای تولید ازن فوتولیز می‌کند^۲) باید به وسیله یک پوشش یا ضمیمه شیشه‌ای دارای سیلیکای زیاد^۳ حذف شود.

یادآوری- داده‌های طیفی نشان می‌دهند که بهتر است بخار آب محیط در ناحیه طول‌موج UV موردنظر در اینجا (حدود 200nm تا 300nm) مزاحمت ایجاد نکند. باین‌حال، مشاهده شده که در برخی از دستگاه‌های تجزیه‌گر یک سازنده، پنجره کوآرتز لامپ منبع UV با تعداد قابل‌توجهی خراش‌های میکروسکوپی پوشیده شده‌است. این مشاهده منجر به یک تغییر قابل اندازه‌گیری در تفرق نور در سطح پنجره داخلی به خاطر تغییر رطوبت در هوای نمونه می‌شود. تعویض چنین پنجره‌های معیوبی، این مزاحمت‌ها را حذف کرد.

۳-۱-۶ آشکارساز UV

به طور کمی، 99.5% تابش دریافت‌شده توسط آشکارساز باید در 253.7nm باشد. پاسخ این حسگر و بخش‌های الکترونیکی همراه آن باید به اندازه کافی پایدار باشند تا دستگاه تجزیه‌گر مطابق ویژگی‌های عملکردی موردنیاز را ارایه دهد.

یادآوری- دیودهای نوری خلأ با بخش حساس سزیم تلورید الزام حساسیت در 253.7nm و حساسیت قابل چشم‌پوشی در دیگر طول‌موج‌های نشری جیوه را نشان می‌دهند. آشکارسازهای دیگر، مانند لوله‌های فوتومولتی‌پلایر نیز این هدف را برآورده می‌کنند.

۴-۱-۶ اسکرابر ویژه ازن (تبدیل کننده) با شیر کنارگذر، اجزای فعال آن باید از ماده‌ای باشد که به طور انتخابی تخریب ازن را در جریان نمونه هوای محیط کاتالیز کند.

1-Bias

2-Photolysis

3-High-silica glass enclosure or shield

یادآوری ۱- مشخص شده است که منگنز دی‌اکسید بر روی یک سوبسترای^۱ فلزی این کار را به‌طور رضایت‌بخشی انجام می‌دهد. حتی اگر این ترکیب خاص هیچ‌یک از آلاینده‌های متداول‌تر دیگر را حذف نکند، مقداری از ترکیبات آلی را که ممکن است در بعضی هواهای محیط وجود داشته باشند، به‌طور جزئی حذف می‌کند. پیوست الف چنین ترکیبات شیمیایی مزاحم را فهرست می‌کند. یک شیر کنارگذر سه‌راهه برای هدایت هوای محیط به‌طور جایگزین در میان یا اطراف اسکرابر ویژه ازون به‌کار می‌رود و باید از ماده‌ای مانند پلی‌مر فلوئوروکربن ساخته شود که نسبت به ازون بی‌اثر باشد.

یادآوری ۲- کاهش قابل توجه در پاسخ به ازون محیط یک دستگاه تجزیه‌گر ازون UV می‌تواند نشانه‌ای از خطای اسکرابر باشد. به‌طور معمول، سازندگان یک طول عمر میانگین از چنین پاک‌کننده‌هایی را ارائه می‌دهند. با این وجود، طول عمر واقعی به محل نمونه‌برداری بستگی دارد. به‌عنوان مثال، یک موقعیت شهری که در معرض غلظت‌های آلاینده بالاتری نسبت به یک مکان دور دست می‌باشد، ممکن است موجب غیرفعال‌سازی ناگهانی اسکرابر شود.

۵-۱-۶ پمپ هوا، برای به‌جلو راندن هوای نمونه درون دستگاه که در انتهای سیستم نصب می‌شود (شکل ۱)؛ قادر به نگاه داشتن یک نرخ‌های مختلف جریان بر حسب لیتر در دقیقه می‌باشد.

۶-۱-۶ وسیله کنترل جریان هوا، درست جلو پمپ هوا نصب می‌شود تا جریان هوای عبوری از دستگاه تجزیه‌گر به‌درستی تنظیم شود.

۷-۱-۶ جریان‌سنج هوا، بعد از سل جذب UV برای اندازه‌گیری نرخ جریان نمونه در دستگاه نصب می‌شود (شکل ۱) و قادر به نگاه داشتن یک نرخ‌های مختلف جریان بر حسب لیتر در دقیقه می‌باشد.

۸-۱-۶ نشان‌گر دما، قادر به اندازه‌گیری دمای هوای نمونه در سل جذب فرابنفش با درستی $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ می‌باشد.

۹-۱-۶ نشان‌گر فشار، قادر به اندازه‌گیری فشار هوای نمونه در سل جذب با درستی $\pm 0.2\text{ kPa}$ می‌باشد.

۲-۶ وسایل کالیبراسیون به‌وسیله روش مرجع اولیه

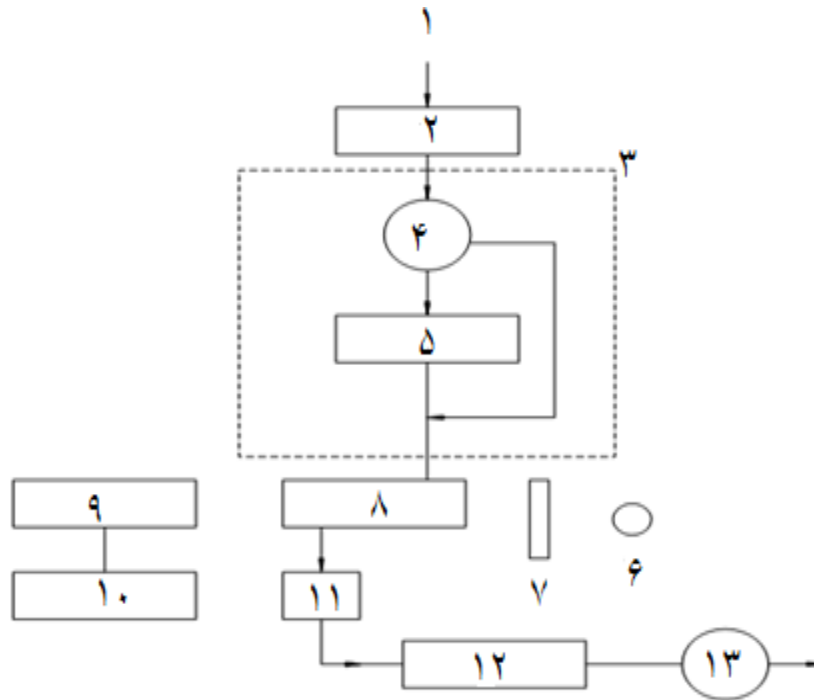
یک شمای ساده از سیستم کالیبراسیون ازون در شکل ۲ نشان داده شده است و شامل اجزای زیر می‌شود.

یادآوری- یک سیستم متعادل‌ساز سیستمی است که در آن مسیر هوای صفر اضافی از منبع هوای صفر مشابهی، مولد ازون را در مسیر کنارگذر قرار می‌دهد تا تعویض هوای صفر یا ازون‌دار به‌درون چندراهه یا مستقیماً به‌درون نورسنج کالیبراسیون UV را تسهیل کند. این سیستم به مسیرهای گاز بی‌اثر، اتصالات و شیرهای اضافی نیاز دارد.

۱-۲-۶ نورسنج کالیبراسیون UV اولیه، فقط برای هدف مشخص به‌کار می‌رود و با دقت زیاد تحت شرایط آزمایشگاهی پایدار نگاه‌داری می‌شود.

مشابه نورسنج UV دستگاه تجزیه‌گر محیط، باید شامل لامپ تخلیه الکتریکی جیوه با فشار پایین، سل جذبی تک یا دوتایی، آشکارساز و بخش الکترونیکی پردازنده علامت باشد. برای جلوگیری از تولید ازون درون سل جذبی، یک پنجره شیشه‌ای دارای سیلیکای زیاد (یا معادل آن) باید بین لامپ جیوه و سل جذب قرار بگیرد تا

طول موج جیوه ۱۸۵ nm (اکسیژن را برای تولید ازون فوتولیز می‌کند) را حذف کند، به گونه‌ای که عبور طول موج اندازه‌گیری جیوه، یعنی ۲۵۳٫۷ nm امکان پذیر باشد. آشکارساز باید قادر به اندازه‌گیری عبور از سل جذبی در طول موج ۲۵۳٫۷ nm باشد، درحالی که تابش آشکارسازی شده از طول موج‌های دیگر کمتر از ۰٫۵٪ باشد (دیوهای خلأ با صفحات حساس سزیم تلورید این الزام را برآورده می‌کنند). طول مسیر نور سل جذب باید با درستی بهتر از $\pm 0.5\%$ مشخص باشد و سل و نصب اتصالات^۱ همراه آن باید با حداقل سطح هدر رفت ازون طراحی شوند. تدارکات لازم باید برای اندازه‌گیری دما و فشار گاز در سل جذب فراهم شود (بند ۶-۲-۷ و ۶-۲-۸ را ببینید). شکل ۱ شمای ساده‌ای از یک نورسنج UV ارایه می‌کند، به غیر از اینکه اسکرابر ویژه ازون با شیرکنارگذر در آن استفاده نشده است.



راه‌نما:

۱ ورودی هوا	۸ سل جذبی UV
۲ صافی ذره‌ای	۹ آشکارساز UV
۳ فقط برای تجزیه‌گر UV ازون محیط	۱۰ بخش الکترونیکی پردازنده علامت
۴ شیر کنارگذر	۱۱ جریان‌سنج
۵ تبدیل‌کننده کاتالیزوری ازون	۱۲ کنترل‌کننده جریان
۶ لامپ منبع UV	۱۳ پمپ
۷ اجزای نوری	

شکل ۱- نمودار شماتیک یک سیستم نورسنج UV نوعی

۶-۲-۲ مولد ازون، برای تولید غلظت‌های ازون پایداری که به‌وسیله نورسنج کالیبراسیون UV اولیه (بند ۶-۲-۱) اندازه‌گیری می‌شوند.

مولد ازون باید قادر به تولید غلظت‌های ازون پایا در گستره موردنظر در نرخ جریان موردنیاز و در کل دوره کالیبراسیون باشد. اگر یک مولد ازون تغییرپذیر در دسترس نیست، سیستم کالیبراسیون باید شامل وسیله‌ای باشد که به‌صورت مناسب ازون را با هوای صفر اضافی رقیق کند (بند ۵-۳ را ببینید) و یک محفظه اختلاط باید قبل از چندراهه خروجی نصب شود.

۶-۲-۳ کنترل‌کننده‌های جریان هوا، قادر به نگهداری جریان‌های هوای پایا در سراسر دوره کالیبراسیون می‌باشند.

۶-۲-۴ جریان‌سنج هوا، قادر به اندازه‌گیری جریان‌های هوای موردنیاز می‌باشد.

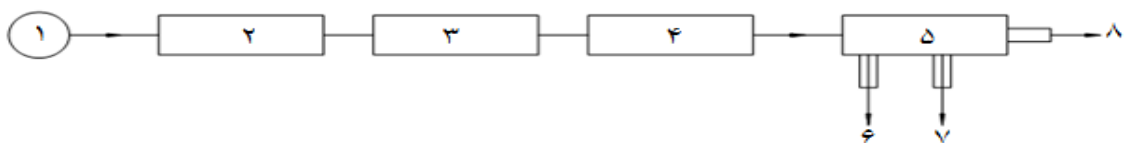
یادآوری - جریان‌های هوای واقعی در محاسبات استفاده نشده‌اند، اما فقط برای دستیابی به غلظت‌های اسمی^۱ موردنیاز در روش کالیبراسیون استفاده شده‌اند.

۶-۲-۵ پمپ هوا (مکش)، برای کشیدن جریان نمونه موردنیاز به درون سل جذب، یک نرخ جریان اسمی ۲ l/min توصیه می‌شود.

۶-۲-۶ چندراهه خروجی، از ماده‌ای که در برابر ازون بی‌اثر است، مانند شیشه بوروسیلیکات یا پلی‌مر فلئوئورو کربن ساخته شده و به‌منظور اطمینان از برابر بودن فشار داخل و خارج چندراهه دارای قطر کافی و خروجی می‌باشد. خروجی باید به‌گونه‌ای قرار بگیرد تا از نفوذ هوای محیط جلوگیری کند.

۶-۲-۷ نشان‌گر دما، برای سل جذب در نورسنج کالیبراسیون UV اولیه با درستی $\pm 0.5^\circ\text{C}$ می‌باشد.

۶-۲-۸ نشان‌گر فشار، برای سل جذب در نورسنج کالیبراسیون UV اولیه با درستی $\pm 0.2\text{ kPa}$ می‌باشد.



راهنما:

۱	هوای صفر	۵	چندراهه خروجی
۲	کنترل‌کننده جریان	۶	به‌طرف ورودی نورسنج کالیبراسیون UV
۳	جریان‌سنج	۷	به‌طرف ورودی دستگاه تجزیه‌گر تحت کالیبراسیون
۴	مولد ازون	۸	خروجی

شکل ۲- نمودار شماتیک یک سیستم جریان کالیبراسیون ازون نوعی برای استفاده با نورسنج UV

۷ روش انجام آزمون

۱-۷ عملیات دستگاه تجزیه‌گر ازون محیط

دستگاه را در یک محل مناسب نصب کنید و در صورت لزوم، کنترل دمایی اتاق اندازه‌گیری را به‌منظور به حداقل رساندن هرگونه وابستگی دمایی دستگاه فراهم کنید. دستورالعمل‌های سازنده را برای دستگاه تجزیه‌گر به‌منظور تنظیم پارامترهای عملیاتی مختلف، شامل شدت لامپ منبع UV، نرخ جریان نمونه و در صورت کاربرد، فعال‌سازی جبران دما و فشار به‌صورت الکترونیکی به‌طور صحیح دنبال کنید. هم‌چنین، روش کار تشخیصی را به‌صورت خلاصه شده در راهنمای عملیاتی سازنده، برای بررسی اینکه طرزکارهای مهم دستگاه در حدود مشخصات عملکردی آن‌ها هستند، دنبال کنید. هوای نمونه را به داخل دستگاه وارد کرده و غلظت ازون را با یک وسیله ثابت مناسب (به‌عنوان مثال، ثابت نموداری، سیستم اکتساب داده الکترونیک و غیره) ثبت کنید. در طی عملیات پیوسته دستگاه باید صفر دستگاه، محدوده و پارامترهای عملیاتی دستگاه را حداقل یک‌بار در هفته بررسی کنید. این بررسی برای نمایش هرگونه تغییر در پایداری دستگاه یا بازده اسکرابر ازون ضروری است. بیشتر توصیه می‌شود که هر ۳ تا ۴ ماه یک‌بار کالیبراسیون چند نقطه‌ای انجام شود.

۲-۷ کالیبراسیون تجزیه‌گر ازون محیطی

۱-۲-۷ اصول آزمون

یک نمودار شماتیک از یک سیستم کالیبراسیون در شکل ۲ نشان داده شده است. غلظت‌های ازون مختلف (در هوا) تولید شده و با نورسنج کالیبراسیون UV اولیه به‌درستی اندازه‌گیری شدند. این اتمسفرهای کالیبراسیون ازون به‌طور هم‌زمان به‌وسیله دستگاه تجزیه‌گر ازون محیط از طریق یک چندراهه متداول نمونه‌برداری شدند. پاسخ‌های دستگاه تجزیه‌گر در مقابل غلظت‌های ازون اندازه‌گیری شده توسط نورسنج کالیبراسیون UV اولیه رسم گردید. یک روش آزمون مرجع ثانویه (اغلب با عنوان استاندارد انتقالی) را می‌توان به‌طور جایگزین در مقابل نورسنج کالیبراسیون UV اولیه کالیبره کرده و سپس برای کالیبره کردن تجزیه‌گر محیط در محل نمونه‌برداری به‌کار رود.

یادآوری - برای مشاهده جزئیاتی در مورد اصول عملکرد نورسنج UV مرجع [۴] را ببینید.

۲-۲-۷ فرایند کالیبراسیون با استفاده از نورسنج کالیبراسیون UV اولیه

مراحل زیر را برای فرایند کالیبراسیون تفصیلی دنبال کنید. در طول این فرایند، دستگاه تجزیه‌گر ازون محیط را در نرخ جریان و دمای معمولی خود به‌کار ببرید. کالیبراسیون شامل اندازه‌گیری‌هایی با استفاده از هوای صفر (بند ۵-۳) و حداقل پنج غلظت ازون (با استفاده از مولد ازون بند ۶-۲-۲) می‌باشد که باید با فاصله معقول، گستره محیط را پوشش دهد. برای تمامی کالیبراسیون‌ها، جریان ورودی به چندراهه باید حداقل ۲۰٪ بیش‌تر از جریان کل مورد نیاز باشد و این کار توسط وسایل متصل‌شده به چندراهه و با خروجی مخصوص اضافی در فشار اتمسفر، انجام می‌گیرد.

مراحل زیر را در روش کار کالیبراسیون انجام دهید:

۷-۲-۲-۱ وسایل را به صورت نشان داده شده در شکل ۲ سوار کنید؛ برای دستگاه تجزیه‌گر ازون دارای جبران فشار و دمای الکترونیکی خودکار، مطمئن شوید که این مدار فعال شده است تا مقادیر خروجی تصحیح‌شده‌ای را تولید کند.

۷-۲-۲-۲ هوای صفر را به چندراهه وارد کنید؛ در صورت لزوم، تنظیمات کنترل صفر دستگاه تجزیه‌گر ازون محیط را برای نشان دادن قرایت خروجی نزدیک یا برابر با صفر تغییر دهید؛ این تغییر، انحراف از صفر^۱ دستگاه خواهد بود.

۷-۲-۲-۳ مقادیر خروجی دستگاه تجزیه‌گر ازون و نورسنج UV اولیه را ثبت کنید؛ برای نورسنج‌های ازون و دستگاه‌های تجزیه‌گر بدون جبران فشار و دمای الکترونیکی خودکار، دمای سل جذب و فشار درونی آن (معمولاً در خروجی سل جذب UV اندازه‌گیری می‌شود) را اندازه‌گیری و ثبت کنید؛

۷-۲-۲-۴ مولد ازون را برای تولید بالاترین غلظت ازون موردنیاز تنظیم کنید؛ تمام مقادیر را مانند بند (۷-۲-۲-۳) ثبت کنید؛ غلظت ازون مربوطه را مطابق با رابطه (۳) در بند (۸-۱) محاسبه کنید؛ اگر مطلوب باشد، تنظیمات کنترل محدوده دستگاه تجزیه‌گر ازون محیط را برای نمایش یک خروجی نزدیک یا برابر با غلظت ازون به‌دست آمده از رابطه (۳) تغییر دهید و اگر تنظیمات محدوده و صفر مستقل نیستند، مراحل قبل را از بند (۷-۲-۲-۲) تا بند (۷-۲-۲-۴) تکرار کنید؛

۷-۲-۲-۵ مطابق با مرحله بند (۷-۲-۲-۴) در بالا، حداقل چهار غلظت ازون دیگر را در مقادیر بالاتر از گستره موردنظر تولید و اندازه‌گیری کنید؛ در غیر این صورت، ممکن است مولد ازون در بالاترین شدت خود ثابت نگه‌داشته شده و جریان هوای صفر ممکن است به همان منظور تغییر کند؛

۷-۲-۲-۶ مقادیر خروجی دستگاه تجزیه‌گر ازون را در مقابل غلظت‌های ازون محاسبه‌شده متناظر در شرایط دما و فشار مرجع انتخاب‌شده رسم کنید؛

۷-۲-۲-۷ تابع کالیبراسیون خطی دستگاه تجزیه‌گر ازون را به‌وسیله یک آنالیزرگرسیون خطی تعیین کنید و ضریب پاسخ ویژه یا شیب (به‌عنوان مثال برحسب میکروگرم بر مترمکعب بر ولت)، عرض از مبدأ یا انحراف از صفر و خطاهای همراه با آن‌ها را گزارش کنید.

یادآوری ۱- تکرار این کالیبراسیون برای تخمین دقت کالیبراسیون اختیاری است.

یادآوری ۲- کسر کوچکی از ازون ممکن است در اثر تماس با سطوح داخلی سل جذب نورسنج UV اولیه از بین رود. بنابراین توصیه می‌شود برای حداکثر درستی، چنین اتلاف‌هایی از ازون را به‌طور کمی اندازه‌گیری کرده و برای تصحیح غلظت محاسبه‌شده به‌کار ببرید.

یادآوری ۳- اگر ضریب پاسخ کالیبراسیون (تعیین شده در مرحله چ) به گونه‌ای غیرمنتظره با ویژگی‌های عملکردی دستگاه اختلاف داشته باشد، توصیه می‌شود که منشأ این اختلاف را بررسی و تصحیح کنید.

۳-۲-۷ کالیبراسیون با استفاده از یک روش آزمون مرجع ثانویه

کاربرد یک روش آزمون مرجع ثانویه (استاندارد انتقالی) را هنگامی که فرایند مرجع اولیه به آسانی در دسترس نیست، مثلاً در محل نمونه برداری، مورد توجه قرار دهید. بنابراین هرگاه چنین روش آزمون مرجع ثانویه‌ای به کار می‌رود، روش آزمون کالیبراسیون بند ۲-۲-۷ را برای روش کالیبراسیون خاص مورد استفاده، اصلاح کنید. روش آزمون مرجع ثانویه باید دارای الزامات زیر باشد:

- کالیبراسیون در مقابل نورسنج کالیبراسیون UV اولیه باید حداقل یک بار در سال انجام شود؛
- درستی آن باید در مقابل این نورسنج کالیبراسیون UV اولیه مشابه اثبات شود و باید در حدود $\pm 5\%$ بین کالیبراسیون‌های اولیه متوالی نگه داشته شود.

یادآوری ۱- روش آزمون مرجع ثانویه توصیه شده برای کالیبراسیون، یک سیستم نورسنج UV (قابل حمل) دوم با منبع ازون و هوای صفر خوداست. روش آزمون مرجع ثانویه قابل قبول دیگر، تیتراسیون فاز گازی نیتریک اکسید اضافی با ازون یا بالعکس است.

یادآوری ۲- دیگر روش‌های آزمون مرجع ثانویه بر پایه آزمایشگاهی برای کالیبراسیون وجود دارند که شاید درستی و دقت آن‌ها کمتر باشد. این روش‌های آزمون شامل موارد زیر می‌باشند.

- روش پتاسیم یدید بافری شده خنثی - پتاسیم برمید-تیوسولفات (KIBRT)
- روش بوریک اسید - پتاسیم یدید بافری شده (BAKI)
- روش پتاسیم یدید بافری شده خنثی - پتاسیم برمید (KIBR)
- یک مولد ازون پایدار با یک خروجی تغییرپذیر

۸ بیان نتایج

۱-۸ غلظت ازون کالیبراسیون

با استفاده از پارامترهای اندازه‌گیری شده نورسنج کالیبراسیون UV اولیه، غلظت ازون را در چندراهه در شرایط مرجع (T_{ref} °C و $101,25 \text{ kPa}$) از رابطه (۳) محاسبه کنید.

$$C_{ref} = \frac{-101,25}{P} \times \frac{(T + 273,15)}{(T_{ref} + 273,15)} \times \frac{\ln(I/I_0)}{1,44 \times 10^{-5}} \times \frac{-1}{d} \quad (3)$$

C_{ref} غلظت جرمی ازون کالیبراسیون، در شرایط مرجع، بر حسب میکروگرم بر متر مکعب؛

d طول مسیر نور سل نورسنج کالیبراسیون UV اولیه؛ بر حسب متر؛

I/I_0 عبور نمونه ازون، یعنی نسبت تابش (که معمولاً شدت نور نامیده می‌شود) تابیده به آشکارساز، هنگامی که سل جذبی شامل هوای نمونه است به تابش در هنگامی که سل شامل هوای عاری از ازون است؛

- P فشار سل جذبی، بر حسب کیلوپاسکال؛
 T دمای سل جذبی، بر حسب درجه سلسیوس؛
 T_{ref} دمای مرجع، بر حسب درجه سلسیوس می باشد.

یادآوری- برای محاسبه کسر حجمی ازون یا نسبت اختلاط، بند ۸-۲ را ببینید.

۲-۸ غلظت ازون محیط

قرایت‌های دستگاه تجزیه‌گر محیط را با استفاده از تابع کالیبراسیون خطی مناسب یا ضریب پاسخ (تعیین شده در بند ۷-۲-۲-۷) به غلظت ازون تبدیل کنید. نتایج را به صورت میکروگرم بر متر مکعب در شرایط مرجع انتخابی یا به صورت یک کسر حجمی گزارش کنید. برای ازون، در 101.3 kPa ، کسر حجمی 1.0×10^{-6} برابر با $2141 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در 0°C ، $1995 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در 20°C و $1962 \mu\text{g}/\text{m}^3$ در 25°C می‌باشد.

۳-۸ تکرارپذیری

تکرارپذیری برای تولید و اندازه‌گیری نورسنجی UV اتمسفرهای کالیبراسیون ازون باید کم‌تر از ۵٪ (با احتمال ۹۵٪) باشد؛ همان شرایط باید برای فرایند مرجع ثانویه به کار رود.
یادآوری- بررسی‌ها نشان داده‌اند که برای کالیبراسیون‌های ازون نورسنجی UV، تکرارپذیری می‌تواند هنگامی که به صورت کسر حجمی بیان می‌شود ۱٪ یا 1.0×10^{-9} باشد، در صورتی که مراقبت در عملیات سیستم به کار رود هرکدام که بزرگتر است بیان می‌شود. اگرچه تعدادی از متغیرهای در ارتباط با دستگاه تجزیه‌گر محیط و سیستم کالیبراسیون هستند، انتظار می‌رود که تکرارپذیری تجزیه ازون هوای محیط بتواند در حدود ۳/۵٪ باشد.

۴-۸ درستی

تخمین زده می‌شود که درستی روش بهتر از ۴٪ غلظت اندازه‌گیری شده باشد.
یادآوری- درستی روش نورسنجی UV ازون محیط به درستی فرایندی که به آن ارجاع داده می‌شود، بستگی دارد. درستی فرایند مرجع اولیه نورسنج UV به وسیله درستی ضریب جذب (۱/۵٪) و اندازه‌گیری‌های عبور UV، فشار، دما، هدرفت‌های ازون و غیره محدود می‌شود. هنگامی که یک روش آزمون مرجع ثانویه به کار می‌رود، عدم درستی‌های ذاتی دیگری که مربوط به روش می‌باشند، مطرح می‌شوند.

۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۹ ارجاع به این استاندارد ملی؛
۲-۹ مستندسازی درمورد نورسنج کالیبراسیون، روش و آزمون‌گر آن؛
۳-۹ تاریخ و نتایج کالیبراسیون (بند ۸ را ببینید)؛
۴-۹ هر رویداد تصادفی ویژه که در طول کالیبراسیون اتفاق می‌افتد.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تعدادی از مزاحمت‌های شیمیایی گزارش شده برای تجزیه‌گرهای نورسنجی UV ازون

مرجع پیوست	پاسخ (برحسب % غلظت)	ترکیب مزاحم (در کسر حجمی 1×10^{-6})
[۱۲]	۲۰	استیرن
[۱۲]	>۱۰۰	ترانس- β -متیل استیرن
[۱۲]	۵	بنزآلدهید
[۱۲]	۱۲	ارتو-کپزول
[۱۲]	۱۰۰	نیتروکپزول

یادآوری- در مرجع [۱۲] پاسخی برای کسرهای حجمی 1×10^{-6} برای ترکیبات زیر گزارش نشده است: تولوئن، پروکسی استیل نیترات، بی استیل، پروکسی بنزوییل نیترات، متیل نیترات، n-پروپیل نیترات، n-بوتیل نیترات، متان تیول، متیل سولفید و اتیل سولفید. اما اخیراً، در بررسی دیگر مشخص شده که تجزیه‌گرهای UV به‌طور مثبت به‌وسیله کسر حجمی حدود 0.1×10^{-6} ازون معادل برای حدود کسر حجمی 1×10^{-6} تولوئن پاسخ می‌دهد.

پیوست ب
(اطلاعاتی)
تصحیح نیتریک اکسید محیط

به منظور تصحیح اثر واکنش ازون محیط با نیتریک اکسید در مسیر نمونه برداری، غلظت ازون محیط در ورودی مسیر نمونه برداری را می توان مطابق با رابطه زیر محاسبه کرد.

$$C = \frac{b[O_3]}{[O_3] - [NO] \exp(bkt)}$$

که در آن :

C کسر حجمی ازون در ورودی مسیر نمونه برداری؛

t زمان ماند در مسیر نمونه برداری، بر حسب ثانیه؛

k ثابت سرعتواکنش O_3 با NO در $25^\circ C$ است که برابر با $0.443 \times 10^{-6} s^{-1}$ می باشد.

$[O_3]$ و $[NO]$ به ترتیب کسرهای حجمی اندازه گیری شده ازون و نیتریک اکسید، بعد از t ثانیه ماند در مسیر نمونه برداری می باشند.

$$b = [O_3] - [NO]; \text{ and } b \neq 0$$

پیوست پ

(اطلاعاتی)

ویژگی‌های عملکردی نوعی برای یک دستگاه تجزیه‌گر نورسنجی UV

ویژگی‌های ارایه‌شده در زیر فقط برای اطلاعات عمومی بوده و قابلیت کاربرد آن‌ها برای هر دستگاه خاص تفسیر نمی‌شود.

- گستره دینامیکی: 0.002 mg/m^3 تا 2 mg/m^3
- حد تشخیص پایینی: $2 \mu\text{g/m}^3$
- زمان تأخیر: ۲۰ ثانیه
- زمان بالا آمدن (زمان افتادن): ۱۵ ثانیه
- ناپایداری صفر: $\pm 2 \mu\text{g/m}^3$ در هفته
- ناپایداری محدوده: $< 0.5\%$ در هفته
- تکرارپذیری: $\pm 2 \mu\text{g/m}^3$
- دوره عملکرد تنظیم نشده: ۷ روز
- شدت جریان نمونه: ۱ l/min تا ۲ l/min
- شرایط محدود عملکرد: 0°C تا 45°C
- زمان گرم شدن: ۲ ساعت می باشد.

پیوست ت
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] C.P. MEYER, C.M. ELSWORTH and I.E. GALBALLY, Water vapor interference in the measurement of ozone in ambient air by ultraviolet absorption, Rev. Sci. Instrum., 62 (1), 223 (1991).
- [2] ISO 10313, Air quality — Determination of ozone in ambient air — Chemiluminescence method.
- [3] DAUMONT, D., J. BRION, J. CHARBONNIER and J. MALICET, Ozone UV Spectroscopy I: Absorption Cross- Sections at Room Temperature, J. Atmos. Chem., 15, 145 (1992).
- [4] Technical Assistance Document for the Calibration of Ambient Ozone Monitors, Report EPA-600/4-79-057, September 1979, United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C. 27711, USA.
- [5] Transfer Standards for Calibration of Air Monitoring Analysers for Ozone, Report EPA 600/4-79-056, September 1979, United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C. 27711, USA.
- [6] Standard Practices for Calibration of Ozone Monitors Using Transfer Standards, American Society for Testing and Materials, ASTM Standard: D 5011-92 (1992)
- [7] Standard Practice for Calibration of Ozone Monitors and Certification of Ozone Transfer Standards Using Ultraviolet Photometry, American Society for Testing and Materials, ASTM Standard: D 5110 90 (1991).
- [8] Verein Deutscher Ingenieure, Messen der Ozonkonzentration Direktes UV photometrisches Verfahren (Basisverfahren), VDI 2468, Blatt 6, (1979).
- [9] AFNOR (Association française de normalisation), Dosage de l'ozone dans l'air — Methode par absorption UV, X43-024 (1986).
- [10] Verein Deutscher Ingenieure, Messen der Ozon- und Peroxid- Konzentrationen: Manuelles photometrisches Verfahren Kaliumjodid-Methode (Basisverfahren), VDI 2468, Blatt 1, (1978).
- [11] Evaluation of Ozone Calibration Procedures, Report EPA-600/S4-80-050, February 1981, United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C. 27711, USA.
- [12] D. GROSJEAN and J. HARRISON, Response of Chemiluminescence NOX Analysers and Ultraviolet Ozone Analysers to Organic Air Pollutants, Envir. Sci. Technol., 19, 862 (1985).
- [13] T. KLEINDIENST, E.E. HUDGENS, D.F. SMITH, F.F. MCELROY and J.J. BUFALINI, Comparison of Chemiluminescence and Ultraviolet Ozone Monitor Responses in the Presence of Humidity and Photochemical Pollutants, J. Air Waste Manage. Assoc., 43, 213 (1993).
- [14] ISO 4226, Air quality — General aspects — Units of measurement.
- [15] ISO 6879, Air quality — Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods