



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۳۱۸

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO
20318
1st.Edition
2016

کیفیت آب - اندازه‌گیری لحظه‌ای کدورت
کمتر از ۵ NTU



دارای محتوای رنگی

Water quality - Test method for
on-line measurement of turbidity below
5 NTU in water

ICS: 13.060.60

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۱۲۹۴

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴۰۳۲۸ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

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 غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی صلاح 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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 آب - اندازه‌گیری لحظه‌ای کدورت کمتر از NTU ۵»

رئیس:

کیخوایی، مسعود
(دکتری شیمی تجزیه)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیأت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان

دبیر:

دارابی پور کلهر، ژیلا
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان کرمانشاه

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدیان‌زاده، سجاد
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان کرمانشاه

امیری، عرفان
(کارشناسی مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان کرمانشاه

پورحسین، علیرضا
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

شرکت شیمی دارویی دارو پخش

دارابی پور کلهر، زهرا
(کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی)

دانشگاه کردستان - دانشکده کشاورزی

صادقی، اسدالله
(کارشناسی ارشد آب و فاضلاب)

شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه

فخری، کامبیز
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرمانشاه

غیاثوند، علیرضا
(دکتری شیمی تجزیه)

عضو هیأت علمی دانشگاه لرستان

معینی، عاطفه
(کارشناسی ارشد شیمی کاربردی)

مجتمع کشت و صنعت ماهیدشت کرمانشاه

عضو مستقل

وفایی، مرضیه
(کارشناسی ارشد محیط زیست)

ویراستار:

اداره کل استاندارد استان لرستان

قنبریان، مرضیه
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ اصول روش
۶	۵ اهمیت و کاربرد
۷	۶ ایمنی
۷	۷ تداخلات
۸	۸ دستگاه
۱۳	۹ خلوص واکنشگر
۱۴	۱۰ واکنشگرها
۱۶	۱۱ نصب و راه‌اندازی دستگاه، خطوط نمونه و نمونه‌برداری
۱۶	۱-۱۱ روش نمونه‌برداری با لوله جانبی
۱۹	۲-۱۱ اندازه‌گیری مستقیم
۱۹	۱۲ کالیبراسیون و تأیید کالیبراسیون
۲۱	۱۳ روش آزمون
۲۲	۱۴ نتایج آزمون
۲۲	۱۵ دقت و انحراف
۲۴	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) اطلاعات پایداری فورمازین
۲۶	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) نحوه گُر دادن شیشه‌آلات برای رسم منحنی کالیبراسیون
۲۷	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) فلوجارت معیار انتخاب کدورت‌سنج‌ها

پیش‌گفتار

استاندارد «کیفیت آب- اندازه‌گیری لحظه‌ای کدورت کمتر از ۵ NTU» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و چهارصد و پنجاه و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۴/۱۲/۰۱ تصویب شد. 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.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM D6698:2014, Standard test method for on-line measurement of turbidity below 5 NTU in water.

کیفیت آب - اندازه‌گیری لحظه‌ای^۱ کدورت کمتر از ۵ NTU

هشدار - استفاده از این استاندارد می‌تواند روش‌ها، تجهیزات و مواد خطرناکی را در برگیرد. این استاندارد همه مسائل ایمنی را مشخص نمی‌کند، لذا مسئولیت ایجاد تمهیدات و امکانات مربوط به ایمنی، سلامت، تعیین قابلیت اجرا و محدودیت‌ها با کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه‌گیری کدورت آب در مقادیر کمتر از ۵ واحد کدورت‌سنجی (۵ NTU)^۲ به صورت لحظه‌ای است.

اطمینان از اعتبار این روش برای آب‌هایی که بافت^۳ آن‌ها آزمایش نشده است، به عهده کاربر است.

در این روش آزمون، استانداردهای کالیبراسیون در مقیاس NTU تعریف شده‌اند، اما فرض بر این است که سایر واحدهای کدورت اختصاص داده شده نیز معادل آن هستند.

این روش آزمون، واحدهای گزارش شده قابل ردیابی را به فناوری که برای انجام اندازه‌گیری مورد استفاده قرار گرفته است، نسبت می‌دهد. واحدها، از نظر عددی با استاندارد کالیبراسیون مورد نظر معادل هستند. به عنوان مثال ۱ NTU استاندارد فورمازین^۴ برابر است با ۱ واحد استاندارد کدورت‌سنجی فورمازین (۱ FNU)، همچنین معادل با ۱ واحد استاندارد کدورت‌سنجی نسبی فورمازین (۱ FNRU)^۵ و غیره.

مقادیری که در واحدهای دستگاه SI بیان شده‌اند به عنوان استاندارد در نظر گرفته می‌شوند، بقیه واحدها در این دسته قرار نمی‌گیرند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد، به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

-
- 1- On-line
 - 2- Nephelometric Turbidity Units (NTU)
 - 3- Matrix
 - 4- Formazin
 - 5- Formazin Nephelometric Ratio Units (FNTU)

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM D1129, Terminology Relating to Water

یادآوری - مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۵۷۱۱، آب - واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد مجموعه استانداردهای ISO 6170، که معادل با ASTM D1129 است، تدوین شده است.

2-2 ASTM D1193, Specification for Reagent Water

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، سال ۱۳۸۱، آب - مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 3696 که معادل با استاندارد ASTM D1193 است تدوین شده است.

2-3 ASTM D2777, Practice for Determination of Precision and Bias of Applicable Test Methods of Committee D19 on Water

2-4 ASTM D3370, Practices for Sampling Water from Closed Conduits

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۴۷، روش نمونه‌برداری از آب، با استفاده از استاندارد ASTM D 3370، تدوین شده است.

2-5 ASTM D3864, Guide for On-Line Monitoring Systems for Water Analysis

2-6 ASTM D7315, Test Method for Determination of Turbidity Above 1 Turbidity Unit (TU) in Static Mode

2-7 EPA 180.1, Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, Turbidity¹

2-8 GLI Method 2²

2-9 Hach Method 8195 Determination of Turbidity by Nephelometry EMMC Format

2-10 ISO 7027 Determination of Turbidity

2-11 Standard Method 2130 B

2-12 U.S. Patent 4,283,143 Patterson, James A. 1981. Optical Characterization of a Suspension. United States Patent 4,283,143, filed November 19, 1979, and issued August 11, 1981.

2-13 U.S. Patent 4,291,980 Patterson, James A. 1981. Styrene-Divinylbenzene Copolymer and Method of Manufacturer. United States Patent 4,291,980, filed August 14, 1978, and issued September 29, 1981.³

1 - Available from United States Environmental Protection Association (EPA), Ariel Rios Bldg., 1200 Pennsylvania Ave., NW, Washington, DC 20460, <http://www.epa.gov>.

2 - Available from Hach Company, P.O. Box 389, Loveland, CO, 80539-0389, <http://www.hach.com>.

3 - Available from AMCO Clear, P.O. Box 245, Powell, OH, 43065, <http://www.amcoclear.com>.

2-14 U.S. Patent 5,777,011 Sadar, Michael J. 1998. Stabilized Formazin Composition. United States Patent 5,777,011, filed December 1, 1995, and issued July 7, 1998.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات استاندارد مطابق بند ۲-۱، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

استاندارد کالیبراسیون کدورت

calibration turbidity standard

یک استاندارد کدورت که قابل ردیابی بوده و از لحاظ خطاهای آماری با استانداردهای کدورت مرجع، هم‌ارز است؛ استانداردهای کدورت کالیبراسیون شامل: ۴۰۰۰ NTU فورمازین تجاری، فورمازین پایدار شده و استایرن دی‌وینیل بنزن (SDVB) هستند.

یادآوری - استانداردهای کدورت را می‌توان برای کالیبره کردن دستگاه‌ها استفاده کرد. استانداردهای کالیبراسیون ممکن است مخصوص یک دستگاه بخصوص باشند.

۲-۳

استانداردهای تأیید کالیبراسیون

calibration verification standards

عبارت است از استانداردهای تعریف شده‌ای که برای تأیید صحت کالیبراسیون در گستره اندازه‌گیری مورد نظر به کار می‌روند.

یادآوری - استانداردهای تأیید کالیبراسیون را نمی‌توان برای انجام کالیبراسیون استفاده کرد و فقط برای تأیید کالیبراسیون به کار می‌روند. استانداردهای تأیید عبارتند از: ابزارهای پراکندگی نور اپتو-مکانیکی^۱، استانداردهای شبه-ژل، یا هر گونه مایع پایدار استاندارد. استانداردهای تأیید کالیبراسیون نیز می‌توانند مخصوص دستگاه ویژه‌ای ساخته شده باشند.

۳-۳

کدورت سنج درجا

in-situ nephelometer

دستگاه کدورت‌سنج که کدورت نمونه را با استفاده از حسگری که مستقیماً در داخل نمونه قرار داده می‌شود اندازه‌گیری می‌کند.

یادآوری - دستگاه کدورت‌سنج نیازی به انتقال نمونه به / از حسگر را ندارد.

۴-۳

اندازه‌گیری کدورت به روش کدرسنجی

nephelometric turbidity measurement

اندازه‌گیری میزان پراکندگی نور توسط نمونه در جهتی که نسبت به خط مرکزی مسیر نور برخوردکننده (تابیده شده) زاویه 90° دارد.

یادآوری - واحدها بر حسب NTU (واحد کدورت در کدرسنجی) می‌باشند. هنگامی که از روش مطابق با استاندارد ISO7027 استفاده شود، واحدها بر حسب FNU (واحد کدرسنجی فورمازین) خواهند بود.

۵-۳

اندازه‌گیری کدورت نسبی

ratio turbidity measurement

اندازه‌گیری که از طریق به کارگیری یک آشکارساز کدرسنج که به عنوان آشکارساز اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، و یک یا چند آشکارساز دیگر که برای جبران تغییرات در نوسان نور برخوردکننده، نورهای سرگردان، نویز دستگاه یا رنگ نمونه استفاده می‌شوند، به دست می‌آید.

۶-۳

استاندارد مرجع برای کدورت

reference turbidity standard

استانداردی که توسط کاربر از مواد اولیه قابل ردیابی، به صورت تکرارپذیر ساخته^۱ می‌شود. یادآوری - همه استانداردهای دیگر تا این استاندارد ردیابی می‌شوند. برای استاندارد مرجع کدورت از فورمازین استفاده می‌شود.

۷-۳

گُر دادن

seasoning

فرآیند آماده‌سازی وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی با محلول استاندارد که تا غلظت پایین‌تری قرار است رقیق شود، این فرآیند به منظور کاهش آلودگی و خطاهای ناشی از رقیق‌سازی انجام می‌شود. برای اطلاع بیشتر به روش پیشنهاد شده در پیوست ب مراجعه شود.

1- Synthesized

۸-۳

دستگاه کدرسنج جریانی

slip stream nephelometer

دستگاه کدرسنج لحظه‌ای که کدورت را هنگام عبور جریان نمونه از داخل محفظه نمونه‌برداری اندازه‌گیری می‌کند.

یادآوری - نمونه از منبع به درون کدورت‌سنج مکیده می‌شود، آزمون شده و سرانجام تخلیه می‌شود.

۹-۳

نور سرگردان

stray light

هر نوری به جز نوری که از نمونه ساطع شده و به آشکارساز می‌رسد.

۱۰-۳

کدورت‌سنج

turbidimeter

دستگاهی که پراکندگی نور ناشی از ذرات ریز موجود در نمونه را اندازه‌گیری کرده و آن اندازه‌گیری را به کدورت ارتباط می‌دهد.

یادآوری - نور آشکارسازی شده به صورت کمی به یک مقدار عددی تبدیل می‌شود که تا یک استاندارد پراکندگی - نور ردیابی می‌شود. به روش ارائه شده در استاندارد ASTM D7315 مراجعه شود.

۱۱-۳

کدورت

turbidity

یکی از خواص نوری نمونه است که باعث می‌شود امواج نور به جای این که در امتداد یک خط مستقیم از داخل نمونه عبور کنند، پراکنده و جذب شوند.

یادآوری - کدورت آب می‌تواند ناشی از وجود موادی مانند خاک رس، شن، مواد آلی بسیار ریز، پلانکتون‌ها، میکروارگانیسم‌ها، اسیدهای آلی و ترکیبات رنگی باشد.

۴ اصول روش

خاصیت نوری که اصطلاحاً کدورت نامیده می‌شود، از طریق تعیین اثر پراکنش جامدات معلق، روی نور اندازه‌گیری می‌شود؛ هرچه شدت نور پراکنده شده بیشتر باشد میزان کدورت نیز بیشتر است. در نمونه‌های حاوی مواد ریز، نحوه برهم‌کنش ذرات ریز با نور تابیده شده، علاوه بر طول موج نور تابیده شده بستگی به اندازه، شکل و ترکیب ذرات موجود در آب دارد.

این روش آزمون بر اساس مقایسه شدت نور پراکنده شده از نمونه مورد آزمون با شدت نور پراکنده شده از یک نمونه مرجع است. مقادیر کدورت با استفاده از کدوررت‌سنجی اندازه‌گیری می‌شوند که پراکندگی نور حاصل از یک نمونه را در زاویه 90° ، نسبت به مرکز خط مسیر نور برخوردکننده را اندازه‌گیری می‌کند.

۵ اهمیت و کاربرد

۱-۵ وجود کدورت در آب آشامیدنی، آب مورد استفاده برای آبیاری گیاهان، آب مورد استفاده برای فرآوری غذاها و نوشیدنی‌ها و بسیاری دیگر از فرآیندهای تولیدی وابسته به آب، نامطلوب است. حذف مواد معلق در آب از طریق انعقاد^۱، ته‌نشینی^۲ و صاف کردن اتفاق می‌افتد. اندازه‌گیری کدورت راهی سریع و مناسب برای تعیین این است که آب مورد استفاده برای یک هدف خاص، در چه زمانی، تا چه حد و چگونه باید تصفیه (پالایش) شود تا به ویژگی‌های لازم برسد.

۲-۵ این روش آزمون برای پایش لحظه‌ای کدورت، مانند کدورت موجود در آب آشامیدنی، آب مورد استفاده در فرآیندهای مختلف و آب‌های صنعتی با درجه خلوص بالا^۳ مناسب است.

۳-۵ دستگاه مورد استفاده، باید امکان پایش و کنترل پیوسته‌ی لحظه‌ای جریان نمونه را فراهم کند.

یادآوری - در مورد سیگنال‌های ناخواسته در نتیجه آزمون، که به دلیل وجود حباب در نمونه ایجاد می‌شوند به توضیح زیربند ۲-۸ مراجعه شود.

۴-۵ هنگام گزارش نتایج اندازه‌گیری شده، بایستی واحدهای مناسب نیز ذکر شوند. این واحدها منعکس کننده فناوری مورد استفاده برای به‌دست آوردن نتایج هستند و در صورت لزوم، مقایسه مناسبی از نتایج را در مجموعه داده‌های ثبت شده فراهم می‌کنند.

1- Coagulation
2 - Settling
3- High purity

۵-۴-۱ جدول ۱ فناوری‌ها و نحوه گزارش دادن نتایج را شرح می‌دهد. اگرچه ممکن است روش‌های اندازه‌گیری دیگری نیز در دسترس باشند اما فناوری‌های گردآوری شده در جدول ۱ برای دامنه اندازه‌گیری توضیح داده شده در این روش آزمون، مناسب می‌باشند.

۵-۴-۲ برای یک طرح ویژه که خارج از گستره‌های نشان داده شده در جدول ۱ قرار می‌گیرد، بهتر است کدورت برحسب واحد کدورت یعنی (TU) گزارش شود و طول موج نیز به صورت نمایه پایین در کنار آن نوشته شود تا خصوصیات منبع نور مورد استفاده مشخص شود.

۶ ایمنی

۶-۱ در همه موارد، از لباس‌ها و تجهیزات ایمنی و محافظتی لازم استفاده کنید.

۶-۲ تمامی دستورالعمل‌های ایمنی مربوطه را به کار برده و دنبال کنید.

۶-۳ در هنگام نصب و راه‌اندازی، کالیبراسیون، اندازه‌گیری یا تعمیر هر یک از دستگاه‌های مورد نظر، از دستورالعمل‌های موجود در کتابچه راهنمای ایمنی آن دستگاه پیروی کنید.

۶-۴ پیش از تهیه یا به کارگیری هر یک از استانداردها و قبل از کالیبره کردن یا تعمیر دستگاه همه دستورالعمل‌های ایمنی و احتیاط‌های MSDS^۱ مواد و تجهیزات را مطالعه کنید.

۷ تداخلات

۷-۱-۱ حباب، رنگ و ذرات معلق درشت می‌توانند باعث ایجاد تداخل شوند. حباب‌ها باعث تداخل‌های مثبت شده و رنگ‌ها تداخل‌های منفی به وجود می‌آورند. مواد حل شده‌ای که باعث رنگی شدن آب می‌شوند ممکن است باعث ایجاد خطا در قرائت نتایج فوتوالکتریک کدورت‌سنجی خالص شوند (برحسب نسبت قرائت‌های فوتوالکتریک کدورت‌سنجی) مگر این که دستگاه دارای امکانات و برنامه‌هایی برای جبران این خطاهای ویژه باشد. به هم خوردن محلول نیز باعث ایجاد شرایط قرائت ناپایدار نتایج کدورت‌سنج می‌شود.

۷-۲-۲ وجود خراش، اثر انگشت، کثیفی و یا هر چیز دیگر روی هر یک از بخش‌های اجزای نوری دستگاه که نور تابیده شده به نمونه از میان آن‌ها عبور می‌کند، یا هر یک از بخش‌هایی که نور پراکنده شده از نمونه را به آشکارساز هدایت می‌کند نیز می‌تواند باعث ایجاد خطا در خواندن اعداد دستگاه شود. بنابراین به یاد داشته باشید که تمامی این قسمت‌ها را کاملاً تمیز نگه داشته و بخش‌های آسیب دیده (خراشیده یا کدر شده) را نیز تعویض کنید.

۸ دستگاه

۸-۱ حسگر مورد استفاده برای کنترل لحظه‌ای کدورت طوری طراحی شده است که بتواند به طور پیوسته، کدورت نمونه و جریان نمونه را پایش کند.

۸-۲ توصیه می‌شود طراحی دستگاه به گونه‌ای باشد که بتواند سیگنال‌های ناشی از حباب‌های موجود در نمونه‌ها را از طریق به‌کارگیری محفظه‌های حذف‌کننده حباب، به صورت داخلی یا خارجی (به دام انداختن حباب)، تحت فشار قرار دادن نمونه، روش‌های الکتریکی برای از بین بردن حباب‌ها، یا ترکیبی از این روش‌ها، حذف کند.

۸-۳ حسگر باید طوری طراحی شود که قابل کالیبره کردن باشد. بهتر است کالیبراسیون بر اساس روش توصیه شده از طرف سازنده دستگاه انجام شود، اگر از یک الگوریتم کالیبراسیون برای دستگاه استفاده می‌کنید کالیبراسیون بایستی با استفاده از یک استاندارد مرجع کدورت یا استاندارد کالیبراسیون کدورت اجرا شود.

۸-۴ قدرت تفکیک دستگاه بهتر است به اندازه‌ای باشد که اختلاف‌های کدورت تا حد 0.1 NTU یا کمتر از آن را در آب‌هایی که دارای کدورت کمتر از 1.0 NTU هستند، نشان دهد. برای آب‌هایی که کدورت آن‌ها بین 0.5 NTU - 1.0 NTU است بایستی دستگاه اختلاف‌های کدورت کمتر از 0.1 یا کمتر را نشان دهد.

جدول ۱- فناوری‌های مختلف و خروجی نتایج آن‌ها

واحد طراحی و گزارش	کاربردهای عمده	ویژگی‌های طراحی	گستره کاری دستگاه	کاربردهای پیشنهادی
کدورت‌سنجی مطلق (NTU)	کدورت‌سنج‌های با نور سفید مطابق با مرجع EPA 180.1 برای پایش مقدار کم کدورت	آشکارسازی که در زاویه 90° نسبت به پرتو نور برخورد کننده تعبیه شده است. از یک منبع طیف نور سفید استفاده می‌کند.	۰٫۲ تا ۴۰	کاربردهای روزانه برای اندازه‌گیری آب تمیز
کدورت‌سنجی نسبی نور سفید (NTRU)	مطابق با مقررات ISWTR و روش استاندارد 2130B می‌تواند برای هر دو اندازه‌گیری سطوح پایین و بالا کدورت به کار رود.	یک منبع طیف نور سفید استفاده شده است. آشکارساز اصلی در زاویه 90° قرار داده شده و سایر آشکارسازها در زوایای دیگری قرار گرفته‌اند.	۰٫۲ تا ۱۰۰۰۰	کاربردهای روزانه برای اندازه‌گیری آب تمیز
کدورت‌سنجی، کدورت سنج‌های مادون قرمز نزدیک، غیرنسبی	مطابق با استاندارد ISO 7027- طول موجی که کمتر مستعد تداخلات رنگی است. قابل استفاده برای نمونه‌های رنگی و برای پایش مقدار کم خوب است.	آشکارساز در زاویه 90° نسبت به پرتو نور برخوردکننده تعبیه شده و منبع تابش آن تکفام (۸۰ nm تا ۹۰۰ nm) و در ناحیه مادون قرمز نزدیک است.	۰٫۱۲ تا ۱۰۰۰۰	۰ تا ۴۰ مطابق با استاندارد ISO 7027 کاربردهای روزانه
کدورت‌سنج، کدورت‌سنج‌های مادون قرمز نزدیک، سنجش نسبی (FNRU)	مطابق با استاندارد ISO 7027- قابل استفاده برای نمونه‌های با مقادیر بالای رنگ و برای پایش مقادیر بالای کدورت	آشکارساز در زاویه 90° نسبت به پرتو نور فرودی تعبیه شده و منبع تابش آن تکفام (۷۸۰ nm تا ۹۰۰ nm) و در ناحیه مادون قرمز نزدیک است. آشکارساز اصلی در زاویه 90° تعبیه شده و سایر آشکارسازها در زوایای دیگر واقع شده‌اند. محاسبات عددی دستگاه از ترکیب ویژه‌ای از خروجی‌های آشکارساز برای تولید خروجی کدورت استفاده می‌کند.	۰٫۱۲ تا ۱۰۰۰۰	۰ تا ۴۰ مطابق با استاندارد ISO 7027 کاربردهای روزانه
کدورت‌سنجی فورمازین چند پرتویی واحد (FNMU)	قابل کاربرد برای EPA روش نظارتی GL1 روش ۲: قابل استفاده برای آب آشامیدنی و پایش پساب	آشکارسازهایی که به طور هندسی در زوایای 0° تا 90° قرار گرفته‌اند. با استفاده از یک منبع نور تکفام (۷۸۰ nm تا ۹۰۰ nm) در ناحیه مادون قرمز نزدیک محاسبات عددی دستگاه از ترکیب ویژه‌ای از خروجی‌های آشکارساز استفاده می‌کند. که ممکن است متفاوت از خروجی آشکارسازهای مختلف، امکان ارائه کدورت صحیح را امکان پذیر می‌سازد حتی اگر اندازه و بزرگی کدورت‌ها متفاوت باشند.	۰٫۱۲ تا ۴۰۰۰	گزارش کردن ۰ تا ۴۰ برای EPA و مطابق با استاندارد ISO
mNTU	قابل به کارگیری برای گزارش‌دهی آب‌های تمیز و پایش کارایی صافی. خیلی حساس به تغییرات کدورت در نمونه‌های با کدورت کم	روش کدورت‌سنج از یک منبع نور بر پایه لیزر در ۶۰۰ nm و یک آشکارساز فوتوتکثیر کننده خلاء با حساسیت خیلی زیاد برای نورهای پراکنده شده در زاویه 90° استفاده شده است. 1000 mNTU=1 NTU	۵ تا ۵۰۰۰ mNTU	۰ تا ۵۰۰۰ mNTU برای کاربردهای روزانه منطبق بر روش EPA روی سیستم‌های آب آشامیدنی

۸-۵ انواع دستگاه

برای اجرای روش کدورت‌سنجی دو نوع دستگاه، کدورت‌سنج و کدورت‌سنج نسبی^۱ موجود است.

۸-۵-۱ کدورت‌سنج فوتوالکتریک

این دستگاه از یک منبع نور برای روشن کردن نمونه و نیز یک تک آشکارساز نوری مجهز به ابزار قرائت^۲ برای نشان دادن شدت نور پراکنده شده در زاویه 90° نسبت به مرکز خط نور تابیده شده استفاده می‌کند (به شکل ۱ مراجعه شود). کدورت‌سنج فوتوالکتریک بهتر است به گونه‌ای طراحی شده باشد که در نبود کدورت، میزان نور سرگردانی که به آشکارساز می‌رسد، حداقل باشد و زمان کوتاهی بعد از روشن شدن، انحراف قابل توجهی^۳ نداشته باشد. بهتر است از منبع نور لامپ تنگستن که در دمای 2200°K تا 3000°K کار می‌کند استفاده شود. دیودهای نور (LEDها)^۴ و دیودهای لیزری در طول موج‌های معین در محدوده بین 400 nm تا 900 nm نیز می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. اگر از LEDها یا دیودهای لیزری استفاده شود، آن‌گاه این LED و یا دیود لیزری بهتر است با نوعی از ابزار تشخیص پایشی کوپل شود که امکان ایجاد یک خروجی ثابت را فراهم آورد. کل مسافتی را که نور تابیده شده به نمونه و پراکنده شده از آن در داخل نمونه طی می‌کند نباید بیش از 10 cm باشد. زاویه پذیرش نور برای آشکارساز عبارت از زاویه 90° نسبت به مرکز خط نور برخوردکننده است که نباید بیش از $1^\circ \pm$ از مرکز خط مسیر نور پراکنده شده 90° انحراف و خطا داشته باشد. آشکارساز باید پاسخ طیفی داشته باشد که نسبت به طیف خروجی نور تابیده شده حساس باشد.

۸-۵-۱-۱ اختلاف در طراحی فیزیکی کدورت‌سنج‌های فوتوالکتریکی، حتی اگر از یک سوسپانسیون یکسان برای کالیبراسیون استفاده شده باشد، می‌تواند سبب اختلاف اندک در مقادیر اندازه‌گیری شده برای کدورت شود. قابل مقایسه بودن اطلاعات به دست آمده از دستگاه‌هایی با طراحی‌های نوری و فیزیکی متفاوت توصیه نشده است. برای به حداقل رساندن اختلافات اولیه، به معیارهای طراحی که در ادامه آمده است توجه کنید:

۸-۵-۲ کدورت‌سنج نسبی فوتوالکتریک

(به شکل ۲ مربوط به طراحی دستگاه تک پرتویی و شکل ۳ برای دستگاه چند پرتویی مراجعه شود). این دستگاه از اندازه‌گیری انجام شده از طریق یک آشکارساز نفلومتری استفاده می‌کند که به عنوان آشکارساز اولیه به کار می‌رود و نیز یک یا چند آشکارساز دیگر را برای جبران نوسانات نور برخوردکننده، نورهای سرگردان، نویز دستگاه یا رنگی بودن نمونه به کار می‌گیرد. مطابق طراحی دستگاه ممکن است از چندین آشکارساز نوری دیگر نیز استفاده شود تا شدت نور پراکنده شده در سایر زوایا را نیز حس کنند.

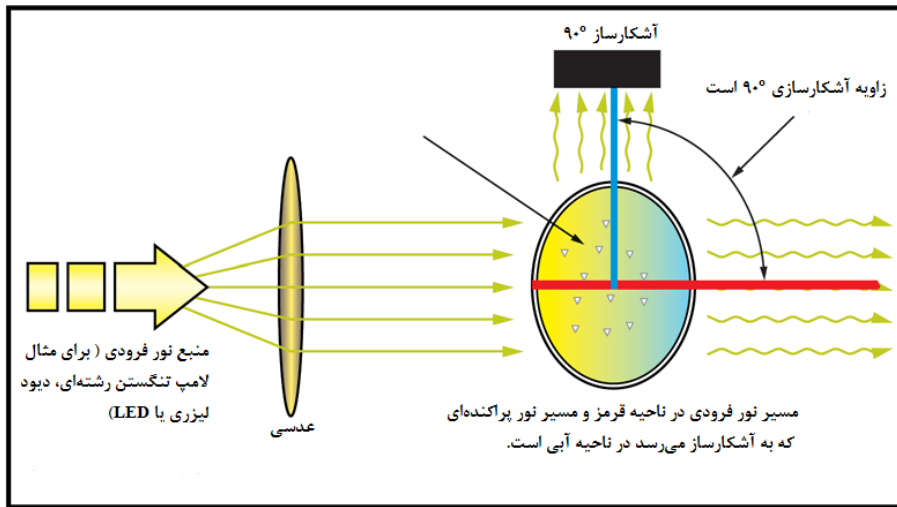
1- Ratio nephelometer
2- Readout
3- Significantly drift
4- Light Emitting Diodes

سیگنال‌های حاصل از این آشکارسازهای نوری اضافی می‌توانند برای جبران تغییرات ناشی از نوسانات نور برخوردکننده، نورهای سرگردان، نویز دستگاه، رنگی بودن نمونه یا ترکیبی از این‌ها مورد استفاده قرار بگیرند. کدورت‌سنج فوتوالکتریک نسبی بهتر است به گونه‌ای طراحی شود که حداقل نورهای سرگردان را به آشکارساز(ها) برساند و بهتر است زمان کوتاهی بعد از روشن شدن انحراف قابل توجهی نداشته باشد. توصیه می‌شود منبع نور یک لامپ تنگستن باشد که در دمای 2200°K تا 3000°K کار می‌کند. LEDها و دیودهای لیزری با طول موج معین در محدوده 400 nm تا 900 nm نیز می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. اگر در دستگاه تک پرتویی از یک LED یا دیودهای لیزری استفاده شود، آن‌گاه برای رسیدن به یک خروجی ثابت آن‌ها را بایستی با یک ابزار تشخیص پایشی کوپل کرد. مسافت طی شده توسط نور برخوردکننده و پراکنده شده در داخل نمونه نباید بیش از 10 cm باشد. زاویه پذیرش نور رسیده به آشکارساز کدرسنج باید نسبت به مرکز خط نور تابیده شده، زاویه 90° داشته باشد و میزان انحراف آن از این مقدار بایستی بیش از $10^{\circ} \pm$ باشد.

آشکارساز باید دارای پاسخ طیفی باشد که نسبت به خروجی طیفی نور تابیده شده مورد استفاده حساس باشد. کالیبراسیون دستگاه (محاسبه عددی) باید به گونه‌ای باشد که عدد خوانده شده از آشکارساز(ها) کدورت‌سنج مربوط به نمونه باشد و سایر آشکارسازها صرفاً برای جبران تغییرات و انحرافات دستگاهی که در زیربند ۳-۲-۵ بیان شدند، مورد استفاده قرار گیرند.

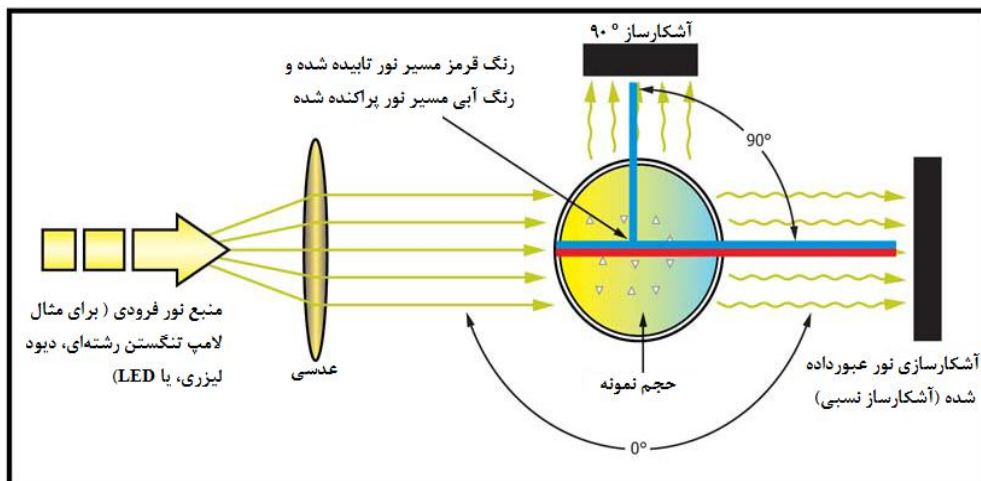
۸-۲-۱ وجود اختلاف در طراحی فیزیکی کدرسنج‌های فوتوالکتریک نسبی سبب ایجاد تفاوت‌هایی در مقادیر اندازه‌گیری شده برای کدورت می‌شوند حتی اگر از سوسپانسیون‌های یکسانی برای کالیبراسیون استفاده شده باشد. مقایسه داده‌های به دست آمده از دستگاه‌هایی که دارای طراحی‌های فیزیکی و اپتیکی متفاوت هستند توصیه نمی‌شود. شکل‌های ۲ و ۳ مثال‌های از دستگاه کدرسنج نسبی را نشان می‌دهند.

۸-۶ مثال‌هایی از کدورت‌سنج‌های قابل استفاده عبارتند از: کدورت‌سنج فوتوالکتریک تک پرتوی، کدورت‌سنج‌های فوتوالکتریک نسبی با طراحی تک پرتویی و دو پرتویی. در این طراحی‌ها، ارتباط بین پاسخ آشکارساز و افزایش کدورت، مثبت است.

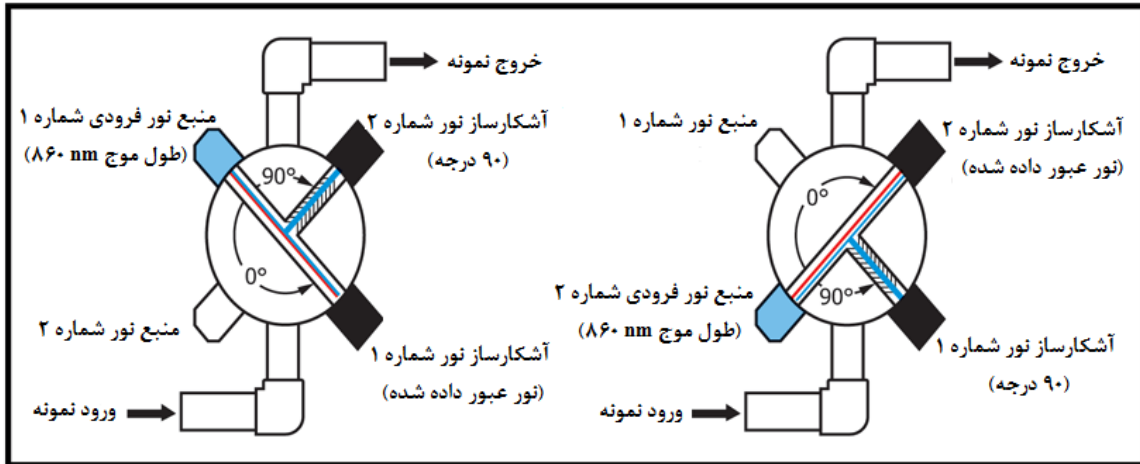


یادآوری- مسیر طولی عبور نور از درون نمونه با رنگ قرمز مشخص شده و کوتاه‌ترین مسیر نور پراکنده شده به رنگ آبی نشان داده شده است. هر چه این مسیر طولانی‌تر باشد حساسیت اندازه‌گیری بهتر است.

شکل ۱- طرح فناوری یک کدورت‌سنج به روش غیرنسبی



شکل ۲- طرح فناوری یک کدورت‌سنج به روش نسبی



یادآوری - خطوط به رنگ آبی مسیر نور پراکنده شده را نشان می دهد.

شکل ۳- طرحی از یک فناوری نسبی چند پرتویی

۹ خلوص واکنشگرها

۹-۱ فقط از واکنشگرهای با درجه خلوص تجزیه‌ای بالا (بیش از ۹۹٪) استفاده کنید، به غیر از مواردی که درجه خلوص دیگری قید شده باشد. برای سایر درجات خلوص استفاده شده، در بررسی اولیه آن‌ها باید مشخص شود که واکنشگر برای به کارگیری، بدون کاهش صحت اندازه‌گیری، درجه خلوص به قدر کافی بالایی دارد.

یادآوری- برای مخاطرات احتمالی مربوط به سلامت به برگه‌های ایمنی مواد (MSDS)^۱ مراجعه شود.

۹-۲ برای رقیق‌سازی استانداردها، واکنشگر و آب‌های شستشو باید از آب نوع III مطابق با استاندارد بند ۲-۲ یا با درجه خلوص بالاتر که توسط صافی‌های ۰٫۲۲ میکرونی یا حتی کوچک‌تر صاف شده است، برای حذف کدورت زمینه، استفاده کنید. آب حاصل از فرآیند اسمز معکوس (RO)^۲ قابل قبول است و در این روش آزمون، استفاده از آن توصیه می‌شود (به استاندارد مطابق بند ۲-۲ مراجعه شود).

1 - Material Safety Data Sheets
2 - Reverse osmosis

۱۰ واکنشگرها

۱-۱۰ واکنشگرها، رقیق کننده‌ها و آب شستشوی نهایی باید مطابق زیربند ۹-۲ تهیه شوند.

۱-۱۰-۲ استانداردهای کدورت

یادآوری - یک محلول استاندارد با کدورت NTU ۱/۰، رقیق‌ترین استاندارد کدورت فورمازین است که بایستی در آزمایشگاه تهیه شود. تهیه محلول‌های استاندارد فورمازین باید توسط کارکنان ماهری که تجربه کار با مقیاس‌های تجزیه‌ای و حساس را دارند انجام شود. برای آن که محلول‌های استاندارد کدورت رقیق به درستی تهیه شوند رعایت دقیق دستورالعمل مطابق بند ۱۰ الزامی است.

۱-۱۰-۲-۱ می‌توان از استانداردهای کالیبراسیون هم‌ارز که به طور تجاری در دسترس هستند استفاده کرد. این محلول‌های استاندارد مانند فورمازین و SDVB پایدار شده، دارای مقدار کدورت و دقت مشخص هستند. این استانداردها باید به فورمازین ارجاع داده شوند (قابلیت ردیابی به فورمازین را داشته باشند). روش ارائه شده توسط سازندگان را برای کالیبراسیون به کار ببرید.

یادآوری - ظروف حجم‌سنجی باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه آلودگی باشند. برای دستیابی به چنین درجاتی از تمیزی ظروف و وسایل، همه مراحل زیر را اجرا کنید: ابتدا وسیله شیشه‌ای را با مواد شوینده آزمایشگاهی شسته و سپس سه مرتبه با آب شیر آبکشی کنید. سپس آن را در محلول HCl با غلظت ۱:۴ شستشو داده و مجدداً سه مرتبه دیگر با آب شیر بشوید و در آخر سه بار با آب مطابق زیربند ۹-۲ آبکشی کنید. استاندارد کدورت فورمازین مرجع (NTU ۴۰۰۰) باید در آزمایشگاه ساخته شود.

۱-۱۰-۲-۱-۱ ۵/۰۰۰ گرم هیدرازین سولفات ($N_2H_4 \cdot H_2SO_4$) با درجه خلوص بیش از ۹۹/۵٪ را به یک بالن حجم‌سنجی یک لیتری که حاوی تقریباً ۴۰۰ ml آب (مطابق زیربند ۹-۲) است منتقل کرده و حل کنید.

۱-۱۰-۲-۱-۲ ۵۰/۰۰۰ گرم هگزامتیلن تتراآمین با درجه خلوص بیش از ۹۹٪ را در یک ظرف حجم‌سنجی دیگر شامل ۴۰۰ ml آب (مطابق زیربند ۹-۲) حل کنید. این محلول را با صافی ۰/۲ میکرونی صاف کنید.

۱-۱۰-۲-۱-۳ محتوی ظرف حاوی هگزامتیلن تتراآمین را به طور کمی در ظرف حاوی هیدرازین سولفات صاف کنید. این مخلوط را با آب (مطابق زیربند ۹-۲) به حجم یک لیتر برسانید. سپس در ظرف را گذاشته و حداقل به مدت ۵ min و حداکثر ۱۰ min به هم بزنید.

۱-۱۰-۲-۱-۴ به محلول اجازه دهید که به مدت ۲۴ h در دمای $C \pm 1(25)$ باقی بماند. در طول این مدت، سوسپانسیون فورمازین NTU ۴۰۰۰ آماده می‌شود.

۱-۱۰-۲-۱-۵ اگر این سوسپانسیون در دمای $C \pm 1(25-20)$ در ظروف از جنس پلی‌اتیلن و تحت گاز بی‌اثر نگهداری شود تا یک سال می‌تواند پایدار باقی بماند، در ظروف شیشه‌ای در دمای $C \pm 1(25-20)$ فقط تا یک ماه می‌توان از آن استفاده کرد.

۲-۲-۱۰ محلول‌های استاندارد کدورت فورمازین تثبیت شده، از سوسپانسیون‌های پایدار پلیمر فورمازین تهیه شده‌اند. پیش از استفاده فقط کافی است که ظرف نمونه تکان داده شود تا دوباره پلیمر فورمازین به صورت سوسپانسیون در آید. این استانداردها نیازی به رقیق‌سازی ندارند و می‌توانند همانطور که از سازنده، تحویل گرفته شده‌اند مورد استفاده قرار بگیرند (به روش Hach Method 8195 و patent 5.777.011U.S مراجعه شود).

۳-۲-۱۰ محلول‌های استاندارد کدورت پلیمر SDVB به صورت سوسپانسیون‌های پایداری تهیه می‌شوند که می‌توانند همانطور که از سازنده یا توزیع کننده خریداری شده‌اند مورد استفاده قرار بگیرند. این استانداردها ویژگی قابلیت استفاده به عنوان کالیبره کننده را نیز دارند که ویژه طراحی دستگاه هستند (به روش‌های patent 4.283.143U.S و patent 4.291.980U.S مراجعه شود).

۴-۲-۱۰ سوسپانسیون کدورت فورمازین، استاندارد (۴۰ NTU)

همه ظروف باید کر داده شوند (به پیوست ب مراجعه شود). سوسپانسیون مادر با کدورت NTU ۴۰۰۰ را ۲۵ مرتبه با وارونه کردن به هم بزنید تا به خوبی مخلوط شود (در هر بار وارونه کردن ۱۵ نکه دارید). بلافاصله پس از تکان دادن با استفاده از یک پی‌پت کلاس A، ۱۰/۰۰ ml از آن را برداشته و در بالن حجم‌سنجی ۱۰۰۰ میلی‌لیتری کلاس A به حجم برسانید. میزان کدورت این نمونه NTU ۴۰ می‌باشد. این سوسپانسیون باید به صورت هفتگی تهیه شود.

۱-۴-۲-۱۰ این سوسپانسیون کار غلیظترین استاندارد کالیبراسیون را که برای این روش آزمون می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد را انجام می‌دهد.

۵-۲-۱۰ استاندارد سوسپانسیون کدورت فورمازین رقیق (۱۰ NTU)

استاندارد رقیق را به صورت روزانه با ۲۵ بار وارونه کردن ظروف حاوی محلول استاندارد مادر با غلظت ۴۰ NTU (مطابق زیربند ۴-۲-۱۰) (هر بار ۱ S وارونه نکه دارید) و بلافاصله برداشتن مقدار مشخصی از آن با استفاده از پی‌پت تهیه کنید. تمامی ظروف باید شسته و تمیز باشند.

یادآوری - با دستورالعمل زیر می‌توانید ۲۰۰ ml محلول استاندارد فورمازین تهیه کنید. کاربران این روش آزمون ممکن است نیاز به غلظت‌های دیگری از این سوسپانسیون برای کالیبره کردن دستگاه‌های خود داشته باشند. بنابراین، وسایل شیشه‌ای و حجم واکنش‌گرها را باید متناسب با نیاز خود تغییر دهند.

۱-۵-۲-۱۰ در طول یک روز استفاده، پی‌پت ۵/۰۰ میلی‌لیتری کلاس A و بالن حجم‌سنجی ۲۰۰ میلی‌لیتری کلاس A را با شوینده‌های موجود در آزمایشگاه یا محلول اسید هیدروکلریک ۱:۱ بشوید. سپس حداقل ۱۰ مرتبه آن‌ها را با آب آبکشی کنید.

۱۰-۲-۵-۲ با استفاده از ظروف شیشه‌ای تمیز شده، ۵/۰۰ ml از سوسپانسیون مخلوط شده فورمازین با کدورت ۴۰/۰ NTU (مطابق زیربند ۱۰-۲-۴) را به بالن حجم‌سنجی ۲۰۰ میلی‌لیتری پی‌پت کرده و آن را با آب (مطابق زیربند ۹-۲) به حجم برسانید. درب آن را بسته و با ۲۵ مرتبه سر و ته کردن، مخلوط کنید (با چرخه‌های وارونگی یک ثانیه‌ای). کدورت این استاندارد ۱/۰ NTU است.

۱۰-۲-۶ استاندارد رقیق سوسپانسیون کدورت فورمازین

تمامی استانداردهای کدورت با مقادیر کدورت کمتر از ۴۰/۰ NTU را به طور روزانه تهیه کنید. همه وسایل آزمایشگاهی باید تمیز و کر داده شوند (به پیوست الف مراجعه شود). استانداردهای دارای کدورت بالای ۴۰/۰ NTU دارای عمر مفید یک هفته هستند. از وسایل آزمایشگاهی کلاس A که مطابق زیربند ۱۰-۲-۵-۱ تمیز شده‌اند استفاده کنید و برای هر بار رقیق سازی از محلول دارای کدورت ۴۰ NTU استفاده کنید و حجم مورد نظر را با پی‌پت برداشته و در یک بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید. به عنوان مثال، اگر ۵۰/۰ ml از استاندارد دارای کدورت ۴۰/۰ NTU را تا حجم ۱۰۰ ml رقیق کنید، استاندارد با کدورت ۲۰/۰ NTU خواهید داشت و با رقیق کردن ۱۰/۰ ml از محلول دارای کدورت ۴۰ NTU تا حجم ۱۰۰ ml، منجر به استاندارد با کدورت ۴/۰ NTU می‌شود.

۱۱ نصب و راه‌اندازی دستگاه، خطوط نمونه و نمونه‌برداری

یادآوری - در اصل، دو راه برای راه‌اندازی سیستم‌های اندازه‌گیری لحظه‌ای وجود دارد:

الف - اندازه‌گیری مستقیم (در محل)^۱ که در آن حسگر مستقیماً در فرآیند اندازه‌گیری داخل می‌شود (مطابق شکل ۵)،
 ب - فناوری نمونه‌برداری با لوله جانبی^۲ که شامل بخشی از نمونه است که از طریق خطوط لوله از فرآیند (منبع) به دستگاه اندازه‌گیری انتقال داده می‌شود. در ادامه، این بخش ممکن است دوباره به فرآیند بازگردانده شود و یا وارد فاضلاب شود (به شکل ۶ مراجعه شود).

۱۱-۱ روش نمونه‌برداری با لوله جانبی

۱۱-۱-۱ راه‌اندازی دستگاه

جاگیری مناسب دستگاه و حسگر می‌تواند صحت نتایج به‌دست آمده را تضمین کند. برای صحت‌گذاری نتایج ضروری است که حسگر، جریان نمونه‌ای که عاری از حباب و نمونه نماینده است را حس کند. برای راه‌اندازی و نصب درست دستگاه به دستورالعمل‌های سازنده مراجعه کنید (همچنین به استاندارد مطابق بند ۲-۴ مراجعه شود).

1- In-line
 2- Bypass sample technique

۱۱-۱-۱-۱ حسگر را در نزدیک‌ترین جای ممکن به نمونه قرار دهید تا زمان پاسخ‌دهی به حداقل برسد. علاوه بر این، دستگاه را در یک مکان مناسب قرار داده و به گونه‌ای نصب کنید که دسترسی به آن برای تعمیر، بهره‌برداری و کالیبره کردن آسان باشد.

۱۱-۱-۱-۲ دستگاه را در جایی قرار دهید که تداخل‌های بیرونی مانند ارتعاش، نور محیط، رطوبت و شرایط اثرگذار دیگر در حداقل مقدار ممکن باشند.

۱۱-۱-۱-۳ دستگاه را به گونه‌ای قرار دهید که تراز بوده و از ثبات و پایداری خوبی برخوردار باشد تا اطمینان حاصل شود، در طی زمان‌های طولانی، جریان نمونه به صورت مداوم و کافی به صورت یکنواخت به حسگر می‌رسد.

۱۱-۱-۲ خطوط نمونه

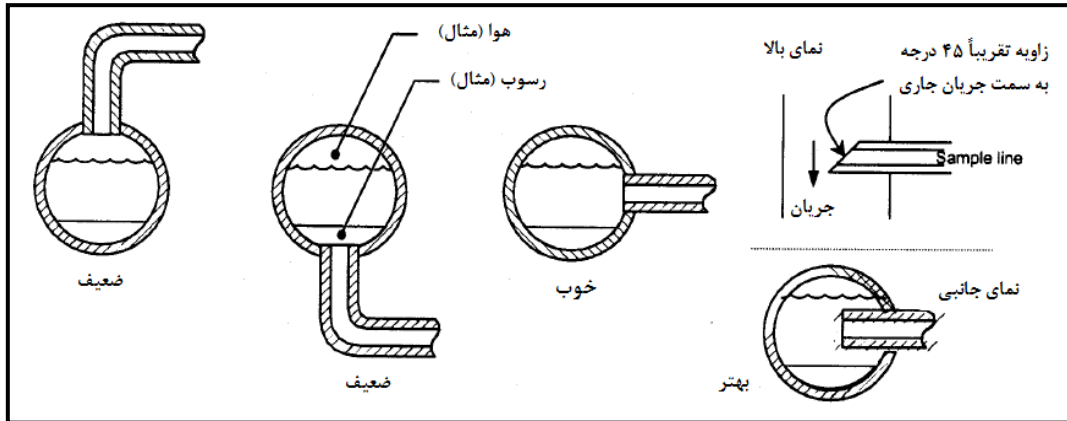
برای هر دستگاه خاص به روش‌های نمونه‌برداری توصیه شده توسط سازنده دستگاه مراجعه شود.

۱۱-۱-۲-۱ خطوط ورودی نمونه بهتر است دارای قطر ورودی حداقل ۴ mm باشند و به صورت لوله‌های صلب (غیر قابل انعطاف) یا شبه صلب^۱ باشند که امکان عبور آسان ذرات بزرگ را فراهم آورند و امکان حبس شدن هوا را نیز به حداقل برسانند.

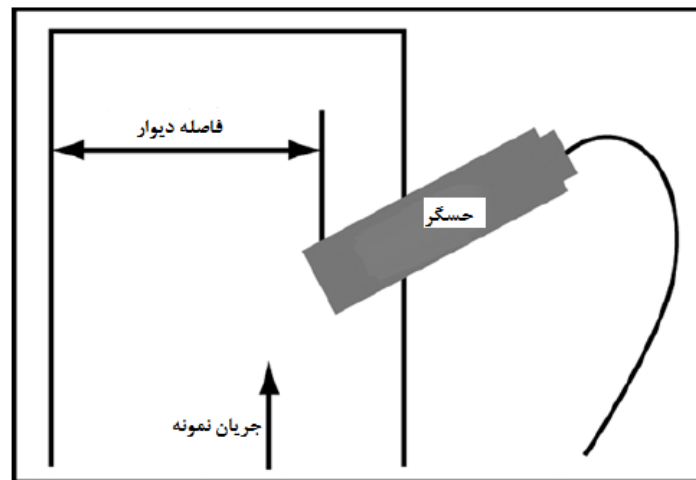
الف- مثال‌هایی از لوله‌های مورد استفاده برای خطوط نمونه بدون هیچ محدودیتی عبارتند از: پلی‌اتیلن، نایلون، پلی‌پروپیلن یا لوله‌های تفلون^۲ و غیره.

ب- نباید از لوله‌های نرم یا متخلخل که باعث رشد میکروارگانیسم‌ها شده یا امکان ورود کدورت به داخل نمونه را فراهم می‌کنند، استفاده کرد.

1- Rigid or semi-rigid
2-Teflon lined tubing



شکل ۴- تشریح فنون نمونه برداری مناسب و نامناسب



شکل ۵- روش نصب اصولی تجهیزات برای اندازه گیری کدورت

۳-۱-۱۱ نمونه برداری

۱-۳-۱-۱۱ برای به حداقل رساندن تداخلات ناشی از حباب‌های هوا و یا رسوبات موجود در دیواره‌های لوله‌ها، توصیه می‌شود شیر ورودی نمونه مستقیماً در مرکز لوله قرار بگیرد. برای اطلاعات بیشتر در مورد شیرهای نمونه به شکل ۴ و یا دستورالعمل‌های دستگاه مراجعه شود.

۲-۳-۱-۱۱ بهتر است خطوط نمونه از محل نمونه به طور مستقیم به سمت حسگر کدورت سنج قرار گیرد تا زمان تاخیر نمونه (زمان پاسخ) را به حداقل برساند یا به دستورالعمل دستگاه مراجعه کنید.

۱۱-۳-۳-۳ سرعت جریان نمونه را به گونه‌ای تنظیم کنید که عوارض^۱ ناشی از حضور ذرات در خطوط نمونه به حداقل برسد و در عین حال، میزان حباب‌های هوا را نیز به حداقل کاهش دهد به نحوی که حباب‌ها از حسگر عبور نکنند، یا به دستورالعمل دستگاه مراجعه کنید.

- جهت بهینه‌سازی سرعت‌های جریان نمونه از داخل دستگاه، به روش‌های نصب دستگاه که توسط سازنده ارائه شده است، مراجعه کنید.

۱۱-۱-۴ توصیه می‌شود از ابزارهای حذف حباب به صورت درونی یا بیرونی^۲ (تله‌های حباب) پیش از اجرای اندازه‌گیری نمونه استفاده کنید (به استانداردهای مطابق بند ۲-۴ و ۲-۵ مراجعه شود).

۱۱-۲ اندازه‌گیری مستقیم

۱۱-۲-۱ اصول نصب دستگاه اندازه‌گیری کدورت مستقیم در ادامه آورده شده است.

۱۱-۲-۲ برای نصب و راه اندازی مناسب حسگر و مبدل، به دستورالعمل ارائه شده توسط سازنده مراجعه کنید. توصیه‌های زیر را نیز بایستی در نظر داشته باشید:

۱۱-۲-۲-۱ حسگر بایستی به گونه‌ای در خطوط فرآیند قرار داده شود که جریان نمونه ثابت و کافی باشد تا میزان تداخل ناشی از حباب‌های هوا یا رسوب ته خطوط لوله به حداقل برسند.

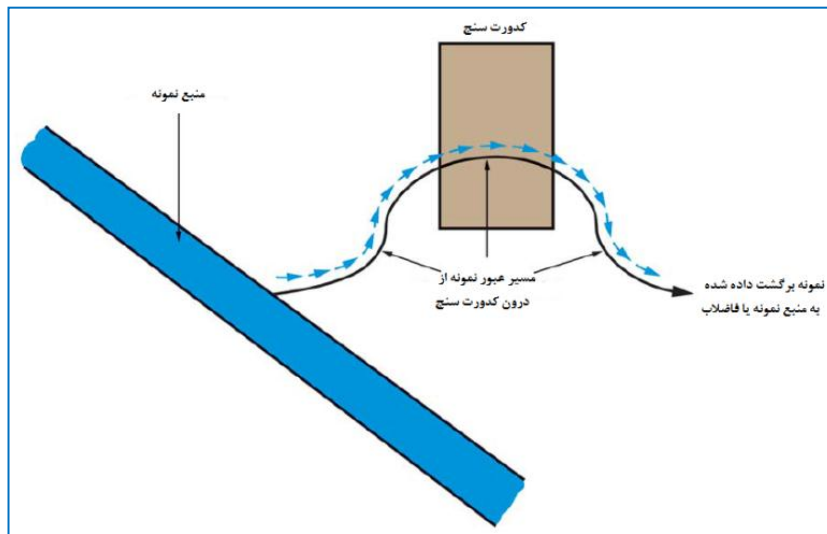
۱۱-۲-۲-۲ سطح حسگر را نسبت به میانه جریان با زاویه‌ای قرار دهید که خود این جریان، بتواند حداکثر اثر خود تمیزکنندگی (برای قسمت‌های نوری) و پس‌زدن حباب‌های هوا را داشته باشد.

۱۱-۲-۲-۳ توصیه می‌شود حسگر با حداکثر فاصله از دیوار نصب شود تا سیگنال‌های ناشی از پراکندگی نور^۳ یا سیگنال بازتابی^۴ به حداقل مقدار ممکن برسند.

۱۱-۲-۲-۴ مبدل و حسگر را به گونه‌ای قرار دهید که دسترسی به آن‌ها برای تعمیرات یا کالیبره کردن آسان و راحت باشد.

۱۱-۲-۲-۵ سرعت جریان را به گونه‌ای تنظیم کنید که میزان عوارض ناشی از حضور ذرات در خطوط نمونه را به حداقل برساند و در عین حال حداکثر حباب را حذف کند.

1- Fallout
2- Internal or external
3- Backscattered
4- Reflective



شکل ۶- فناوری نمونه برداری با لوله جانبی یا روش جریان‌ی نمونه

۱۱-۲-۲-۶ بهتر است اندازه‌گیری تحت فشار صورت بگیرد تا جلوی گاز زدایی^۱ گرفته شود.

۱۲ کالیبراسیون و تأیید کالیبراسیون

۱۲-۱ مشخص کنید که آیا دستگاه به هر گونه نگهداری و آماده‌سازی ویژه مانند: تمیز کردن محفظه نمونه و یا سل عبوری نمونه، تنظیم سرعت جریان نمونه‌ها و غیره نیازی دارد؟ دستورالعمل سازنده را برای انجام هرگونه عملیات تعمیر و نگهداری پیش از کالیبراسیون اجرا کنید.

۱۲-۲ برای کالیبراسیون و انجام عملیات از دستورالعمل سازنده دستگاه استفاده کنید. دستگاه را برای اطمینان از عملکرد صحیح در گستره مورد نظر با استانداردهای مناسب کالیبره کنید.

یادآوری- رعایت دقیق تمامی نکات دستورالعمل کالیبراسیون و روش‌های شستشو/گردادن برای اطمینان از ثابت ماندن داده‌های مربوط به همه مکان‌ها و با همه کدورت‌سنج‌ها ضروری است.

۱۲-۲-۱ استانداردهای کالیبراسیون بر پایه فورمازین بایستی از طریق وارونه کردن ظرف نمونه، دوباره به حالت سوسپانسیون درآیند به این صورت که ۲۵ مرتبه نمونه وارونه (سر و ته) می‌شود و هر بار ۱ S در همان وضعیت نگه داشته می‌شود، پس از آن، بگذارید نمونه به مدت ۲ min تا ۱۰ min ثابت بماند تا حباب‌های داخل آن از بین بروند. نمونه‌های استاندارد دارای کدورت ۴۰ NTU یا کمتر، تا ۳۰ min به

صورت سوسپانسیون باقی می‌مانند. استانداردهای دارای کدورت بالای NTU ۴۰ سریع‌تر ته‌نشین شده و ممکن است نیاز باشد که در تعداد دفعات بیشتری هم‌زده شوند.

۱۲-۲-۲ رابطه بین کدورت و پراکندگی نور ناشی از کدورت‌سنجی تا مقادیر بالاتر از NTU ۴۰ به صورت خطی است؛ بنابراین می‌توان از استانداردهای کالیبراسیون در محدوده کدورت تا بالای NTU ۴۰ برای این روش آزمون استفاده کرد. می‌توانید خطی بودن در محدوده مورد نظر را (یا نزدیک‌ترین محدوده نزدیک به محدوده کدورت مورد نظر) با استفاده از استانداردهای کالیبراسیون یا نمونه‌های تأیید کالیبراسیون با صحت و دقت مشخص تأیید کنید (در مورد روش‌ها و ابزارهای تأیید کالیبراسیون می‌توانید با سازنده دستگاه مشورت کنید). در مواردی که هنگام تأیید با شکست مواجه شدید، دستگاه را تمیز کنید تا میزان نورهای سرگردان و یا آلودگی‌ها را به حداقل مقدار ممکن برسانید. حال بر طبق روش کار ارائه شده توسط سازنده دستگاه، یا حداقل هر سه ماه یکبار کالیبراسیون مجدد را انجام دهید.

۱۲-۳ صحت روش کالیبراسیون را در محدوده اندازه‌گیری مورد نظر با استفاده از یک نمونه استاندارد تأیید کالیبراسیون صحت‌گذاری کنید. توصیه می‌شود نمونه استاندارد تأیید کالیبراسیون مقدار کدورت معینی داشته و صحت آن معلوم باشد. این نمونه باید به دستگاه این امکان را بدهد تا در محدوده‌ای که برایش تعریف شده است به بهترین شکل ممکن عمل کند. تأیید کالیبراسیون باید در فواصل زمانی مشخص بین کالیبراسیون‌ها انجام گیرد (در مورد روش‌ها و ابزارهای تأیید کالیبراسیون می‌توانید با سازنده دستگاه مشورت کنید).

یادآوری- رعایت دقیق تمامی نکات دستورالعمل کالیبراسیون و روش‌های شستشو/گردادن برای اطمینان از ثابت ماندن داده‌های مربوط به همه مکان‌ها و با همه کدورت‌سنج‌ها ضروری است.

۱۳ روش آزمون

۱۳-۱ دستگاه را طبق دستورالعمل سازنده روشن کنید و اجازه دهید گرم شود.

۱۳-۱-۱ نوع فناوری و واحدهای گزارش‌دهی مناسب را تشخیص دهید.

۱۳-۲ مطمئن شوید که سرعت جریان در محدوده تعیین شده توسط سازنده، قرار دارد. اگر چنین نیست، میزان جریان را تنظیم کنید و به حد مناسب برسانید.

۱۳-۳ اگر حباب‌ها ایجاد تداخل می‌کنند، تنظیماتی را برای به حداقل رساندن میزان آن‌ها انجام دهید. این تنظیمات می‌تواند شامل تحت فشار قرار دادن محفظه اندازه‌گیری، نصب تله‌های حباب و اطمینان از عملکرد صحیح آن‌ها و یا تغییر سرعت جریان، یا ترکیبی از این روش‌ها باشند.

۴-۱۳ اندازه‌گیری کدورت آب

۱-۴-۱۳ تکرر داده‌های نمونه را که در یک پایگاه داده‌ای مناسب ثبت می‌شود را تعیین کنید. اگر هیچ پایگاه داده‌ای مورد استفاده قرار نگرفته است، روشی را برای ثبت داده‌ها از دستگاه تعریف کنید.

۱-۱-۴-۱۳ داده‌ها باید در بازه‌های زمانی مشخص ثبت شوند تا زمان ایجاد تغییر در کدورت نمونه که به صورت لحظه‌ای اندازه‌گیری می‌شود، مشخص شود.

۱۴ نتایج آزمون

۱-۱۴ نتایج را به صورت زیر گزارش کنید:

گزارش به نزدیک‌ترین مقدار قرائت شده (NTU یا یک واحد مناسب دیگر)	NTU (یا یک واحد مناسب دیگر)
۰٫۰۱	< ۱٫۰۰
۰٫۱	≥ ۱٫۰

۱۵ دقت و انحراف^۱

۱-۱۵ در استاندارد ASTM D2777، نیاز به انجام مطالعات و بررسی‌های بین آزمایشگاهی برای آزمون‌های شامل نمونه‌برداری یا اندازه‌گیری‌های پیوسته، یا هر دو، مانند موردی که در این جا بحث شده ضروری دانسته نشده است. با این وجود، نتایج حاصل از مطالعات درون آزمایشگاهی مستقل، امکان بیان دقت و انحراف را در موارد زیر امکان‌پذیر می‌سازد:

درصد خطا	دقت و صحت بر حسب RSD%	تعداد کاربران در هر آزمایشگاه	تعداد آزمایشگاه‌ها	تعداد استانداردهای آنالیز شده در هر آزمایشگاه	استاندارد کدورت
۲/۹	۱۲	۱	۲	۱۰	۰٫۱ NTU Inst. A
۱۳	۷٫۳	۱	۲	۱۰	۰٫۱ NTU Inst. B
-۰٫۱	۰٫۹	۱	۱	۲۰	۴/۰ NTU

یادآوری - از آن جایی که هنگام اندازه‌گیری لحظه‌ای کدورت، امکان انجام مطالعات بین‌آزمایشگاهی وجود ندارد، داده‌های گردآوری شده از بالا فقط بایستی به عنوان مثال‌هایی از دقت و خطا در نظر گرفته شوند که با استفاده از این روش آزمون به دست آمده‌اند. از آن جایی که این روش آزمون، یک محدوده وسیع از فناوری‌های اندازه‌گیری کدورت را در بر می‌گیرد، صحت و خطای مخصوص هر یک از دستگاه‌های ویژه با دیگری متفاوت خواهند بود. مراجعه به تعاریف سازندگان دستگاه‌ها و گزارش‌های مربوط به دستگاه‌های یکسان که با این روش آزمون مورد آزمایش قرار گرفته‌اند امکان درک بهتر ویژگی‌ها و طرز عملکرد و نیز دقت و انحراف دستگاه را فراهم می‌آورند.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

پایداری فورمازین

الف-۱ مطالعات پایداری استانداردهای با سطح پایین و بالای^۱ فورمازین به وسیله اعضاء ASTM هماهنگ شده است تا تأیید دستورالعمل تهیه فورمازین ارائه شده در این روش آزمون را بیان کنند.

الف-۱-۱ جدول الف-۱، پایداری داده‌های جمع‌آوری شده برای استانداردهای با میزان فورمازین پایین را خلاصه کرده است.

جدول الف-۱- خلاصه پایداری محلول با مقدار فورمازین پایین

درصد تغییر در مقدار اندازه‌گیری شده بر حسب زمان بعد از تهیه										
۸۱٫۳	۶۱	۴۷	۲۸	۲۱	۱۳٫۱	۷٫۳	۲٫۲	۱	۰٫۱	NUT
روز	روز	روز	روز	روز	روز	روز	روز	روز	روز	استاندارد
-۳۲٫۴	-۲۰	-۱۴٫۰	-۸٫۰۵	-۶٫۷۰	-۵٫۰۶	-۲٫۹۹	۰	-۱٫۶۱	-۰٫۹۲	۰٫۱۰
-۴۴٫۵	-۲۲٫۹	-۱۴٫۸	-۶٫۴۵	-۵٫۳۸	-۳٫۲۳	۳٫۲۳	۳٫۳۱	۰	-۰٫۷۴	۰٫۳۰
-۱۱٫۴	-۱۱٫۳	-۸٫۵۰	-۶٫۳۸	-۵٫۵۳	-۶٫۹۷	-۲٫۲۱	-۰٫۹۴	-۱٫۷۰	-۱٫۷۰	۰٫۵۰
-۶٫۳۹	-۴٫۸۶	-۴٫۶۰	-۳٫۰۷	-۳٫۰۷	-۴٫۶۰	-۲٫۰۵	-۰٫۵۱	-۰٫۷۷	۰٫۰۰	۲٫۰۰

الف-۱-۲ جدول الف-۲ پایداری داده‌های جمع‌آوری شده برای استانداردهای با میزان فورمازین بالای را خلاصه کرده است.

جدول الف-۲ - خلاصه پایداری محلول با مقدار فورمازین بالا

فورمازین با کدورت ۲۰ NTU						
روز ۲۸/۷۹	روز ۱۳/۹۲	روز ۶/۹۲	روز ۱/۹۲	روز ۱/۰۰	روز ۰/۰۸	
۱۸/۱۲	۱۸/۸۰	۱۹/۱۲	۱۹/۳۱	۱۹/۴۷	۱۹/۶۷	میانگین
۰/۶۰۳۴	۰/۵۸۹۱	۰/۵۷۶۶	۰/۵۲۵۰	۰/۵۲۲۷	۰/۵۶۳۰	انحراف استاندارد
-۹/۳۷۵	-۵/۹۷۵	-۴/۳۷۵	-۳/۴۲۵	-۲/۶۵۰	-۱/۶۵۰	درصد خطا بر حسب تئوری
فورمازین با کدورت ۰/۶۰ NTU						
روز ۲۸/۷۹	روز ۱۳/۹۲	روز ۶/۹۲	روز ۱/۹۲	روز ۱/۰۰	روز ۰/۰۸	
۰/۵۳۳	۰/۵۶۹	۰/۵۸۶	۰/۵۹۱	۰/۵۹۲	۰/۶۱۰	میانگین
۰/۰۲۲۱	۰/۰۱۷۰	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۷۶	انحراف استاندارد
-۱۱/۲۳	-۵/۱۸۳	-۲/۴۱۷	-۱/۵۲۳	-۱/۲۶۷	۱/۰۹۱	درصد خطا بر حسب تئوری

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

نحوه گر دادن شیشه‌آلات هنگام رسم منحنی کالیبراسیون

ب-۱ مقدمه

گر دادن روشی است که شیشه‌آلات را دقیقاً قبل از به کارگیری در تهیه استانداردهای کدورت‌سنجی آماده سازی می‌کند. گر دادن آلودگی‌ها و خطاهای ناشی از رقیق سازی در حجم‌سنجی را کاهش داده و یک روش عملی رایج در آزمون‌های کمی حجم‌سنجی است. فرایند شامل دو بار شستشوی شیشه‌آلات با استاندارد معینی است که قرار است برای تهیه یک استاندارد با غلظت پایین‌تر، رقیق‌سازی شود.

توصیه می‌شود گر دادن هنگام تهیه هر استاندارد از محلول ذخیره استاندارد فورمازین با کدورت NTU ۴۰۰۰ انجام شود. گر دادن پی‌پت‌هایی که برای تهیه استانداردهای کدورت با مقادیر کمتر به کار می‌روند از اهمیت خاصی برخوردار است. این فرآیند بهتر است دقیقاً قبل از اجرای رقیق‌سازی حجم‌سنجی اصلی اجرا شود. در ادامه، روش عمومی که برای گر دادن پی‌پت بایستی به کار گرفته شود ذکر شده است. هنگام پر کردن سل‌های نمونه نیز بهتر است دقیقاً قبل از انجام آزمون روشی مشابه انجام شود.

ب-۲ روش کار

محلولی را که باید رقیق شود را آماده کنید. برای فورمازین آماده‌سازی شامل مخلوط کردن استاندارد (سر و ته کردن ظرف) دقیقاً قبل از استفاده است. بشر کوچکی را با مقدار کمی از استاندارد بشوید و محلول شستشو را دور بریزید، دوباره این عمل را انجام دهید.

بشر را با مقدار کافی از محلول استاندارد (حداقل سه برابر حجم مورد نیاز برای تهیه محلول رقیق) پر کنید.

مقدار کمی محلول استاندارد را از بشر به داخل پی‌پت بکشید. محلول استاندارد را داخل پی‌پت بچرخانید و مطمئن شوید که تمام سطح درونی آن تا محل خط با محلول تماس پیدا می‌کند. سپس محلول را دور بریزید. دومین بخش از محلول استاندارد داخل بشر را تا کمی بالاتر از خط نشانه داخل پی‌پت بکشید. بلافاصله محلول داخل آن را دور بریزید. پس از آن پی‌پت برای کشیدن محلول استاندارد حجم‌سنجی آماده است. باید مقدار کافی از محلول استاندارد را برای استفاده به داخل بشر بریزید. کشیدن محلول استاندارد حجم‌سنجی بهتر است بلافاصله پس از گر دادن انجام شود.

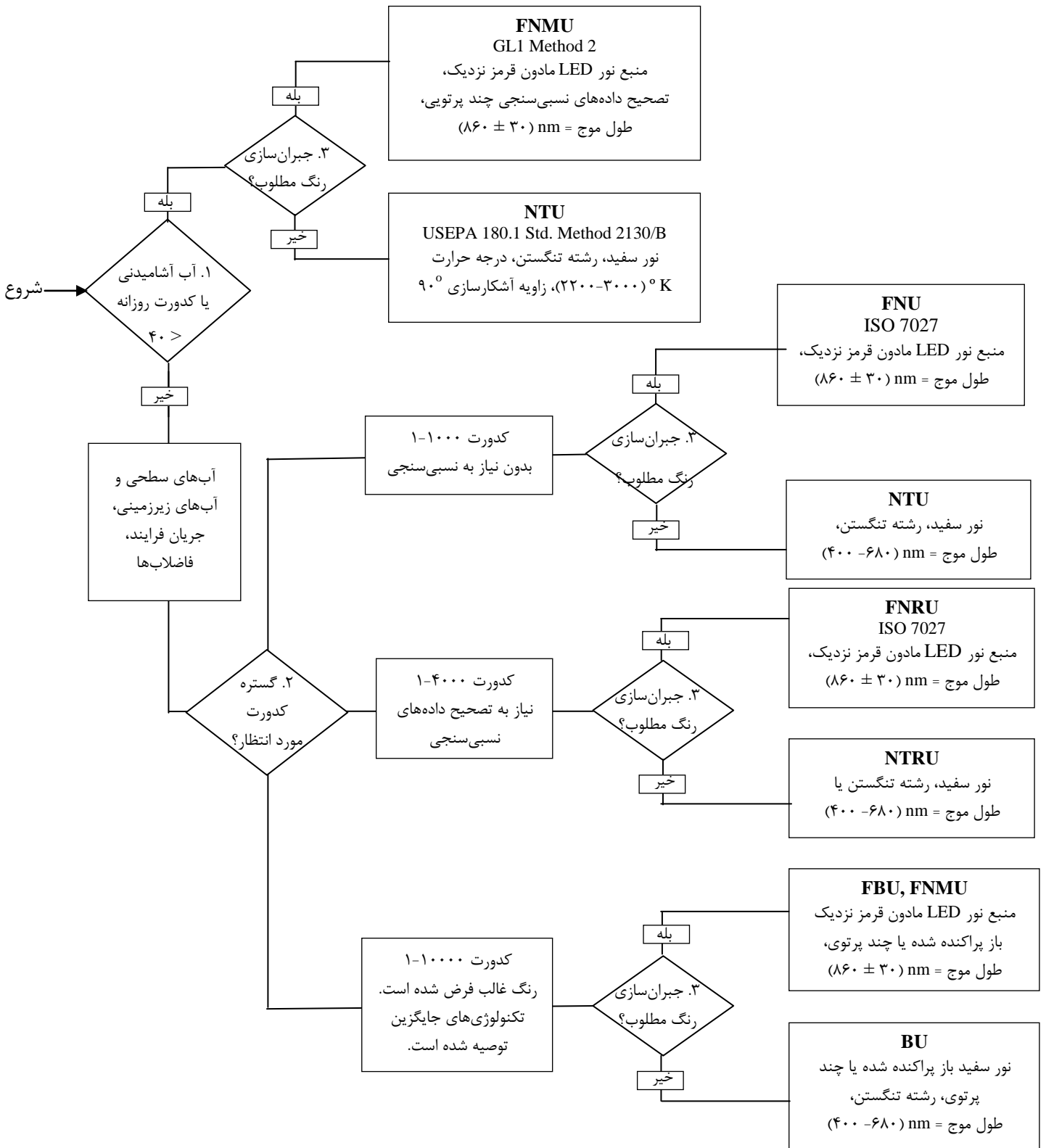
پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

فلوچارت معیارهای انتخاب کدورت‌سنج‌ها

پ-۱ معیارهای انتخاب کدورت‌سنج‌ها از فعالیت مشترک بین ASTM و انجمن ژئولوژی ایالت متحده تعیین است.

پ-۲ فناوری‌های فهرست شده در فلوچارت شامل مواردی زیادی است که ممکن است برای اندازه‌گیری سطوح کم کدورت، مناسب نباشند. با این وجود، سعی شده که این فلوچارت برای انتخاب فناوری برای انواع نمونه و شرایط به کار رفته مناسب باشد.



شکل پ ۱- فلوچارت ضوابط انتخاب کدورت‌سنج‌ها