



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۲۱۴۴۹-۱  
چاپ اول  
۱۳۹۵

INSO  
21449-1  
1st. Edition  
2017

Identical with  
ISO 7027-1:  
2016

کیفیت آب - تعیین کدورت -  
قسمت ۱: روش‌های کمی

Water quality — Determination of  
turbidity —

Part 1: Quantitative methods

ICS: 13.060.60

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

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: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**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](mailto:standard@isiri.org.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران 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 ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود 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 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 کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد 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، واسنجی 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«کیفیت آب - تعیین کدورت - قسمت ۱: روش‌های کمی»

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس:

دانشگاه پیام نور واحد میانه

ایمانی نبیی، امین  
(دکتری شیمی)

دبیر:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

قدیمی، فریده  
(کارشناسی ارشد شیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

اخچاری، شهاب  
(دکتری شیمی)

شرکت آب و فاضلاب روستایی آذربایجان شرقی

بنی‌تراب، فرانک  
(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت ارم نوش

رحیم‌زاده، فرانک  
(کارشناسی ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

صبوری، سیما  
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی)

شرکت آب و فاضلاب شهری آذربایجان شرقی

فخری، محمدرضا  
(کارشناسی ارشد محیط زیست)

شرکت آب و فاضلاب شهری آذربایجان شرقی

کاظمیان، نعیمه  
(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت کیمیاگستر نوین آزمایش تبریز

گوگانیان، امیرمحمد  
(دکتری شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ملازاده، میکائیل  
(دکتری شیمی)

ویراستار:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

اخچاری، شهاب  
(دکتری شیمی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ نمونه‌برداری و نمونه‌ها
۲	۵ روش‌های کمی اندازه‌گیری کدورت با استفاده از نفلومترها و توربیدیمترهای نوری
۹	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) نتایج یک آزمون بین‌آزمایشگاهی برای ارزیابی مناسب بودن یک پلیمر مصنوعی برای استفاده به عنوان یک استاندارد ثانویه برای فرمازین در اندازه‌گیری‌های کدورت
۱۱	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «کیفیت آب - تعیین کدورت- قسمت ۱: روش‌های کمی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تدوین و تدوین شده، در یک صد و بیست و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط‌زیست مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۰۴ 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 کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 7027-1: 2016, Water quality — Determination of turbidity — Part 1: Quantitative methods

### مقدمه

اندازه‌گیری کدورت می‌تواند تحت تاثیر حضور مواد جاذب نور حل شده (مواد رنگی) قرار گیرد. با وجود این، چنین اثراتی را می‌توان با انجام اندازه‌گیری در طول موج‌های بزرگ‌تر از ۸۰۰ nm به حداقل رساند. فقط دوده و رنگ آبی که در برخی آب‌های آلوده یافت می‌شود، به مقدار جزئی اندازه‌گیری‌های کدورت را در این ناحیه از طیف تحت تاثیر قرار می‌دهد. حباب‌های هوا نیز می‌تواند بر اندازه‌گیری مزاحمت ایجاد کند، اما می‌توان این مزاحمت‌ها را با دستورزی توأم با مراقبت نمونه‌ها به حداقل رساند.

باید بررسی شود که آیا مسائل خاص، مستلزم تعیین شرایط حاشیه‌ای خواهد شد، و اگر خواهد شد، تا چه اندازه؟

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ... است. سایر قسمت‌های منبع این استاندارد در دست تدوین است.

## کیفیت آب - تعیین کدورت - قسمت ۱: روش‌های کمی

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است. مهم - کاملاً ضرورت دارد که آزمون‌های انجام شده طبق این استاندارد، توسط کارکنان واجد شرایط انجام شود.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین دو روش کمی با استفاده از توربیدیمترها<sup>۱</sup> یا نفلومترهای<sup>۲</sup> نوری برای تعیین کدورت آب است:

الف - نفلومتری، روشی برای اندازه‌گیری تابش پخش شده، قابل کاربرد برای آب با کدورت کم (به عنوان مثال: آب آشامیدنی) است؛

ب - توربیدیمتری، روشی برای اندازه‌گیری تضعیف یک شار تابشی، قابل کاربردتر برای آب‌های با کدورت بیش‌تر (به عنوان مثال: فاضلاب‌ها یا آب‌های تیره) است.

کدورت‌های اندازه‌گیری شده طبق روش الف، با یکای کدورت نفلومتری (NTU)<sup>۳</sup> ارائه می‌شود. گستره نتایج به طور معمول بین ۰٫۰۵ NTU □ تا ۴۰۰ NTU است. بسته به طراحی ابزار، این روش برای آب‌های با کدورت بیشتر نیز قابلیت کاربرد دارد. یکای NTU و یکای نفلومتری فرمازین (FNU)<sup>۴</sup> از نظر عددی برابر هستند.

کدورت اندازه‌گیری شده با روش ب بر حسب یکای تضعیف فرمازین (FAU)<sup>۵</sup> بیان می‌شود و گستره نتایج به طور معمول بین ۴۰ FAU و ۴۰۰۰ FAU است.

### 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.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مرجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است،

---

1- Turbidimeters  
2- Nephelometers  
3- Nephelometric turbidity units  
4- Formazin nephelometric unit  
5- Formazin attenuation units



همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 CIE Publication No. 17, International Lighting Vocabulary

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در CIE Publication No. 17، اصطلاح و تعریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

#### کدورت

**turbidity**

کاهش شفافیت یک مایع ناشی از حضور ماده نامحلول

### ۴ نمونه‌برداری و نمونه‌ها

تمامی ظروفی را که در تماس با نمونه می‌باشد، در شرایط کاملاً تمیز نگاه‌دارید. با هیدروکلریک اسید یا محلول تمیز کننده سورفکتانت بشویید. نمونه‌ها را در بطری‌های شیشه‌ای یا پلاستیکی جمع‌آوری کنید و اندازه‌گیری‌ها را بلافاصله پس از جمع‌آوری انجام دهید. اگر ذخیره‌سازی اجتناب‌ناپذیر باشد، نمونه‌ها را در اتاق سرد و تاریک و به مدت کمتر از ۲۴ h نگهداری کنید. اگر نمونه‌ها در شرایط سرد ذخیره شود، قبل از اندازه‌گیری اجازه دهید به دمای اتاق برسند. از تماس نمونه و هوا جلوگیری و از تغییرات غیرضروری دمای نمونه خودداری کنید.

### ۵ روش‌های کمی اندازه‌گیری کدورت با استفاده از نفلومترها و توربیدیمترهای نوری

#### ۱-۵ اصول کلی

یک نمونه آب رنگی شده با مواد محلول، سامانه همگنی است که تابش گذرنده از خود را فقط تضعیف می‌کند. یک نمونه آب حاوی مواد نامحلول، تابش فرودی را تضعیف می‌کند و علاوه بر این، ذرات نامحلول تابش را به طور نامساوی در همه جهات پخش می‌کند. پخش شدن تابش به طرف جلو توسط ذرات، تضعیف را طوری تحت تاثیر قرار می‌دهد که ضریب تضعیف معمولی طیفی  $\mu(\lambda)$  برابر مجموع ضریب پخش طیفی  $s(\lambda)$  و ضریب جذب طیفی  $\alpha(\lambda)$  می‌شود:

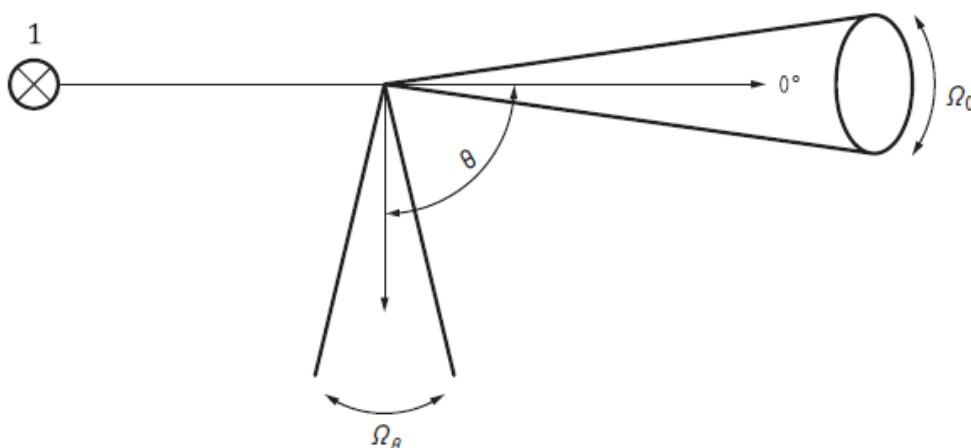
$$\mu(\lambda) = s(\lambda) + \alpha(\lambda) \quad (1)$$

برای به دست آوردن تنها ضریب پخش طیفی، لازم است ضریب جذب طیفی معلوم باشد. به منظور تعیین ضریب جذب طیفی مواد محلول می‌توان در برخی مواقع مواد نامحلول را با صاف کردن حذف کرد، اما این عمل ممکن است باعث ایجاد تداخل شود. بنابراین، لازم است نتایج اندازه‌گیری کدورت در مقایسه با یک استاندارد کالیبراسیون گزارش شود.

شدت تابش پخش شده به طول موج تابش فرودی، زاویه اندازه‌گیری، و نیز به شکل، مشخصه‌های نوری و توزیع اندازه ذرات معلق در آب بستگی دارد.

در اندازه‌گیری مقدار تضعیف تابش عبوری، مقدار اندازه‌گیری شده به زاویه دیافراگم  $\Omega_0$  راندمان تابشی دریافت شده در گیرنده بستگی دارد.

به هنگام اندازه‌گیری تابش پخش شده، مقدار اندازه‌گیری شده به زاویه  $\theta$  و زاویه دیافراگم  $\Omega_0$  بستگی دارد. زاویه  $\theta$  با راستای تابش فرودی و راستای تابش پخش شده اندازه‌گیری شده مشخص می‌شود (به شکل ۱ مراجعه شود).



راهنما

1 منبع نور

شکل ۱- زاویه  $\theta$  با راستای تابش فرودی و راستای تابش پخش شده

اندازه‌گیری غلظت مواد نامحلول فقط در صورتی امکان پذیر است که پارامترهای مشخص شده در بالا معلوم باشند. به طور کلی، این اطلاعات در دسترس نیستند، بنابراین نمی‌توان غلظت جرمی ذرات معلق را از روی مقدار کدورت محاسبه کرد.

**یادآوری ۱-** مقایسه دستگاه به دستگاه فقط در صورتی امکان پذیر است که دستگاه‌های مورد استفاده، مطابق این استاندارد بوده، اصول اندازه‌گیری یکسانی به کار برده شوند.

یادآوری ۲- توربیدومتر شمع جکسون<sup>۱</sup>، در اصل ابزار استاندارد برای اندازه‌گیری‌های کدورت است. به طور کلی، یکاهای کدورت جکسون (JTU) را نمی‌توان به یکاهای دیگر کدورت مربوط کرد.

## ۲-۵ واکنشگرها

فقط از واکنشگرهای با خلوص تجزیه‌ای استفاده کنید. واکنشگرهای تهیه شده طبق این استاندارد را می‌توان در بطری‌های شیشه‌ای سخت، پلی‌اتیلنی با چگالی بالا و پلی‌اتیلنی با چگالی پایین نگهداری کرد.

### ۱-۲-۵ آب، برای تهیه محلول ذخیره و سوسپانسیون‌های مرجع فرمازین.

صافی غشایی با اندازه منافذ  $0.45 \mu\text{m}$  را به مدت ۱ h در ۱۰۰ ml آب مقطر خیس کنید. ۲۵۰ ml آب مقطر را با آن صاف کنید و آب را دور بریزید. سپس دو لیتر آب مقطر را دو مرتبه از غشا عبور دهید و این آب را برای تهیه سوسپانسیون‌های فرمازین نگهدارید. می‌توان از دیگر آب‌های فاقد ذرات، مانند آب حاصل از اسمز معکوس استفاده کرد.

### ۲-۲-۵ فرمازین $(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2)_x$ ، سوسپانسیون ذخیره I (۴۰۰۰ FNU)

سوسپانسیون‌های با ۴۰۰۰ FNU (NTU) به طور تجاری در دسترس هستند. استفاده از آنها توصیه می‌شود. آنها از منابع متعددی در دسترس هستند. خطرات بهداشتی احتمالی ناشی از سمیت و سرطان‌زایی هیدرازین سولفات مورد استفاده برای تهیه استاندارد در آزمایشگاه، قابل اجتناب است. سوسپانسیون‌های فرمازین پایدار شده، از برخی تولیدکنندگان قابل تهیه است.<sup>۲</sup>

این سوسپانسیون‌ها در صورتی که در دماهای خنک و در تاریکی نگهداری شوند، ممکن است تا یک سال پایدار باشند. در این رابطه توصیه‌های سازنده در خصوص آماده‌سازی، استفاده و ذخیره‌سازی باید رعایت شود.

به طور جایگزین<sup>۳</sup>، می‌توان استاندارد را در آزمایشگاه تهیه کرد. در این حالت، همه احتیاط‌های ایمنی را باید در نظر گرفت. استاندارد را می‌توان به روش زیر تهیه کرد:

۵۱۰ g هگزامتیلن‌تترامین ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ ) را در تقریباً ۴۰ ml آب (زیربند ۱-۲-۵) حل کنید.

۰٫۵ g هیدرازین سولفات ( $\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$ ) را در تقریباً ۴۰ ml آب (زیربند ۱-۲-۵) حل کنید.

هشدار- هیدرازین سولفات سمی بوده و ممکن است سرطان‌زا باشد.

1 - Jackson candle

۲ - به عنوان مثال: مجموعه استانداردهای کدورت  $\text{TMStabI}^{\text{TM}}$  از HACH [www.hach.com](http://www.hach.com) یا T-CALTM از Tintometer GmbH قابل دستیابی است. این اطلاعات برای آگاهی بوده و به منزله تایید توسط سازمان ملی استاندارد ایران نمی‌باشد.

3 - Alternatively

دو محلول را به طور کمی به بالن حجم‌سنجی ۱۰۰ ml بریزید و با آب (زیربند ۵-۲-۱) تا خط نشانه رقیق و به خوبی مخلوط کنید. بگذارید به مدت ۲۴ h در دمای  $3^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  بماند.

این سوسپانسیون اگر در یک ظرف کاملاً درزبندی شده و در دمای  $3^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  در تاریکی نگهداری شود، به مدت ۶ ماه پایدار است.

با توجه به استانداردهای فرمازین تهیه شده، NTU و FNU از لحاظ عددی معادل هستند. محلول ذخیره یکسان را می‌توان برای تهیه استانداردهای NTU یا FNU مورد استفاده قرار داد. با کالیبراسیون توسط همان سوسپانسیون فرمازین کالیبراسیون، بهتر است از قابلیت ردیابی اندازه‌گیری کمی کدورت اطمینان حاصل کرد.

#### ۳-۲-۵ فرمازین ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2$ )، سوسپانسیون ذخیره II (۴۰۰ FNU)

۱۰/۰۰ ml از سوسپانسیون ذخیره فرمازین I (زیربند ۵-۲-۲) را با پیپت به داخل بالن حجم‌سنجی ۱۰۰ ml بریزید و با آب (زیربند ۵-۲-۱) تا خط نشانه رقیق کنید.

این سوسپانسیون در صورتی که در دمای  $3^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  در تاریکی نگهداری شود، تا چهار هفته پایدار است.

#### ۴-۲-۵ سوسپانسیون‌های مرجع تابش پخش‌شده (۰ FAU تا ۴۰ FAU)

سوسپانسیون ذخیره فرمازین II (زیربند ۵-۲-۳) را با آب (زیربند ۵-۲-۱) با استفاده از پیپت و بالن‌های حجم‌سنجی رقیق کنید تا سوسپانسیون‌های کالیبراسیون با کدورت‌های در گستره مورد نظر (FNU) برای اندازه‌گیری‌های تابش پخش‌شده حاصل شود (به زیربند ۵-۳ مراجعه شود). این سوسپانسیون‌ها در دمای اتاق به مدت یک روز پایدار هستند.

به‌عنوان جایگزین، از مواد مرجع معتبر، مانند سوسپانسیون‌های استایرن دی‌وینیل‌بنزن، ممکن است به عنوان استانداردهای ثانویه استفاده کرد. چنین موادی به طور تجاری در دسترس هستند و معلوم شده است که برای یک دوره یک ساله پایدار می‌باشند. هم‌ارزی آنها با سوسپانسیون‌های فرمازین تازه تهیه شده هر ۶ ماه یک بار باید تصدیق شود. معیارهای قابل قبول برای تصدیق باید مبتنی بر آزمون‌های سه‌گانه موازی در پنج سطح سوسپانسیون باشد. هدف تصدیق این است که نشان دهد اریبی میانگین اندازه‌گیری شده و دقت استاندارد ثانویه، از اریبی و دقت میانگین تعیین‌شده توسط مطالعات درون‌آزمایشگاهی بیشتر نیست (به پیوست الف مراجعه شود).

استانداردهای تجاری با مقادیر مشخص FNU، به هنگامی در حالت تضعیف‌شده (زیربند ۵-۲-۵) در برابر فرمازین اندازه‌گیری می‌شود، لزوماً منجر به مقادیر برابر NTU نمی‌شوند، بنابراین استفاده از آنها باید تنها به روش پخش محدود شود.

### ۵-۲-۵ سوسپانسیون‌های مرجع تابش پخش شده (۴۰ FAU تا ۴۰۰۰ FAU)

سوسپانسیون ذخیره فرمازین I (زیربند ۲-۲-۵) را با آب (زیربند ۱-۲-۵) با استفاده از پیپت و بالن‌های حجم‌سنجی رقیق کنید تا سوسپانسیون‌های کالیبراسیون با کدورت‌های (FNU) با گستره مورد نظر برای اندازه‌گیری‌های تابش پخش شده حاصل شود (به زیربند ۴-۵ مراجعه شود). سوسپانسیون‌های با گستره ۴۰ FAU تا ۴۰۰ FAU به مدت یک هفته پایدار هستند، در حالی که سوسپانسیون‌های با گستره ۴۰۰ FAU تا ۴۰۰۰ FAU به مدت چهار هفته پایدار هستند، در صورتی که در دمای  $3^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  در تاریکی نگهداری شوند.

### ۵-۳ اندازه‌گیری تابش پخش شده (نفلومتری)

#### ۵-۳-۱ دستگاه

۵-۳-۱-۱ نفلومتر، مطابق با الزامات زیر:

الف- پهنای نوار طیفی [پهنای کامل در نصف ارتفاع] تابش فرودی باید در گستره ۸۳۰ nm تا ۸۹۰ nm قرار بگیرد؛

ب- تابش برخوردی نباید هیچ گونه واگرایی داشته باشد، و هر گونه همگرایی نباید بیش از  $1.5^{\circ}$  باشد؛

پ- زاویه اندازه‌گیری،  $\theta$ ، مابین محور نوری تابش فرودی و تابش پخش شده باید  $2.5^{\circ} \pm 90^{\circ}$  باشد؛

ت- زاویه دیافراگم،  $\Omega_{\theta}$ ، در نمونه آب بهتر است بین  $20^{\circ}$  تا  $30^{\circ}$  باشد.

#### ۵-۳-۲ کالیبراسیون

دستگاه را مطابق دستورالعمل سازنده، با توجه به هرگونه مقررات مربوط به محل نصب و استفاده دستگاه، تنظیم و کالیبره کنید.

برای اندازه‌گیری کدورت خیلی کم، بهتر است نتایج برای تابش هرز<sup>۱</sup> (تابش زمینه) دستگاه تصحیح شود.

#### ۵-۳-۳ روش کار

اندازه‌گیری را مطابق دستورالعمل سازنده، بر روی نمونه‌ای که به خوبی مخلوط شده است، انجام دهید. مقدار کدورت را از نمودار کالیبراسیون تهیه شده بخوانید یا در صورتی که مقیاس به‌عنوان کالیبره شده تصدیق شود، مقدار کدورت را مستقیماً از روی مقیاس بخوانید (به زیربند ۲-۳-۵ مراجعه شود).

حباب‌ها در نمونه‌های با کدورت کم، تداخل‌کننده محسوب می‌شوند و باید مقدارشان به حداقل رسانده شود. توصیه‌های سازنده را در مورد چگونگی به حداقل رساندن تداخل حباب‌ها در نظر بگیرید.

#### ۴-۳-۵ بیان نتایج

نتایج را بر حسب یکاهای نفلومتری فرمازین، به شرح زیر گزارش کنید:

الف- اگر کدورت کوچک‌تر از ۱ FNU باشد، با تقریب ۰٫۱ FNU؛

ب- اگر کدورت بزرگ‌تر یا مساوی ۱٫۰ FNU و کوچک‌تر از ۱۰ FNU باشد، با تقریب ۰٫۱ FNU؛

پ- اگر کدورت بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰ FNU و کوچک‌تر از ۴۰۰ FNU باشد، با تقریب ۱ FNU.

#### ۵-۳-۵ گزارش نتایج

گزارش نتایج باید شامل حداقل آگاهی‌های زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی ایران؛

ب- نتیجه، طبق زیربند ۴-۳-۵؛

پ- جزئیات هر گونه شرایط که ممکن است نتایج را تحت تاثیر قرار دهد.

#### ۴-۵ اندازه‌گیری تابش تضعیف‌شده (توریدیمتری)

##### ۱-۴-۵ دستگاه

۱-۱-۴-۵ توریدیمتر، مطابق با الزامات زیر:

الف- پهنای نوار طیفی [پهنای کامل در نصف ارتفاع] تابش فرودی باید در گستره ۸۳۰ nm تا ۸۹۰ nm قرار بگیرد؛

ب- زاویه اندازه‌گیری، رواداری انحراف محور نوری تابش فرودی و تابش پخش‌شده باید  $\pm ۲٫۵^\circ$  باشد؛

ت- زاویه دیافراگم،  $\theta$  در نمونه دمای آب بهتر است بین  $۱۰^\circ$  تا  $۲۰^\circ$  باشد.

##### ۲-۴-۵ کالیبراسیون

دستگاه را مطابق دستورالعمل سازنده، با توجه به هرگونه مقررات محل نصب و استفاده دستگاه، تنظیم و کالیبره کنید.

برای اندازه‌گیری کدورت خیلی کم، بهتر است نتایج برای تابش هرز (تابش زمینه) دستگاه تصحیح شود.

#### ۳-۴-۵ روش کار

اندازه‌گیری را مطابق دستورالعمل سازنده، بر روی نمونه‌ای که به خوبی مخلوط شده است، انجام دهید. مقدار کدورت را از نمودار کالیبراسیون تهیه شده بخوانید یا در صورتی که مقیاس به‌عنوان کالیبره شده تصدیق شود، مقدار کدورت را مستقیماً از روی مقیاس بخوانید (به زیربند ۲-۴-۵ مراجعه شود).

#### ۴-۴-۵ بیان نتایج

نتایج را بر حسب یکاهای تضعیف فرمازین، به شرح زیر گزارش کنید:

الف- اگر کدورت مابین ۴۰ FAU و ۹۹ FAU باشد، با تقریب ۱ FAU؛

ب- اگر کدورت برابر ۱۰۰ FAU یا بیشتر باشد، با تقریب ۱۰ FAU.

#### ۵-۴-۵ گزارش نتایج

گزارش نتایج باید شامل حداقل آگاهی‌های زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی ایران؛

ب- نتیجه، طبق زیربند ۴-۴-۵؛

پ- جزئیات هر گونه شرایط که ممکن است نتایج را تحت تاثیر قرار دهد.

## پیوست الف

### (آگاهی‌دهنده)

نتایج یک آزمون بین‌آزمایشگاهی برای ارزیابی مناسب بودن یک پلیمر مصنوعی برای استفاده به عنوان یک استاندارد ثانویه برای فرمازین در اندازه‌گیری‌های کدورت

#### الف-۱ کلیات

یک آزمون بین‌آزمایشگاهی در سال ۱۹۹۶ با ۳۳ شرکت‌کننده انجام شد. هدف آزمون، ارزیابی مناسب بودن استفاده از یک پلیمر مصنوعی به عنوان استاندارد ثانویه برای فرمازین بود. آزمون بر اساس معیارهای ارائه شده در استانداردهای ISO 5725-1 و ISO 5725-2 انجام شد.

مطالعه طوری طراحی شده بود که فرمازین و پلیمر مصنوعی بر پایه سوسپانسیون استایرن دی‌وینیل‌بنزن، AMCO AEPA-1®<sup>۱</sup> می‌تواند به طور همزمان و تحت شرایط تکرارپذیری ارزیابی شود. پنج سطح غلظت برای فرمازین و پلیمر مصنوعی تعیین شد. کنسانتره‌های سوسپانسیون‌های فرمازین تهیه شدند و همراه دستورالعمل مستند رقیق‌سازی قبل از اندازه‌گیری به آزمایشگاه‌های شرکت‌کننده در آزمون فرستاده شدند. پلیمر مصنوعی در مقدار غلظت‌های تعیین شده به آزمایشگاه ارسال شد.

همه سوسپانسیون‌ها به طور تصادفی کدگذاری شدند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد سوسپانسیون‌ها را با سه بار تکرار مورد آزمون قرار دهند. نتایج آزمون در جدول الف-۱ ارائه شده است.

---

۱ - استانداردهای AMCO AEPA-1® از سامانه‌های پلیمری پیشرفته در ردوود سیتی ایالات متحده آمریکا تامین می‌شوند. این استانداردها معادل استانداردهای کدوری AMCO CLEAR® تامین شده توسط GFS Chemicals, Inc., Columbus, Ohio USA, [www.gfschemicals.com](http://www.gfschemicals.com) است.



جدول الف-۱- نتایج یک آزمون بین آزمایشگاهی

AMCO AEPA-1®					فرمازین					
سطح					سطح					
۵	۴	۳	۲	۱	۵	۴	۳	۲	۱	
۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۱	۳۱	۳۱	۲۷	۲۶	تعداد آزمایشگاه‌ها
۳	۱	۳	۱	۶	۲	۴	۴	۱	۳	تعداد نتایج دورافتاده
۳۵٫۰	۱۵٫۰	۸٫۰	۴٫۰	۰٫۸	۳۲٫۰	۱۶٫۰	۸٫۰	۳٫۲	۰٫۸	مقادیر نظری (FNU)
۳۶٫۹۱۶	۱۶٫۰۵۲	۸٫۳۷۴	۴٫۱۴۷	۰٫۸۲۴	۳۳٫۲۵۵	۱۶٫۶۹۷	۷٫۹۱۸	۳٫۳۰۴	۰٫۸۲۵	مقدار میانگین (FNU)
۰٫۲۲۶	۰٫۲۳۷	۰٫۰۴۳	۰٫۰۳۸	۰٫۰۰۷	۰٫۲۱	۰٫۰۹۴	۰٫۰۵۶	۰٫۰۶۷	۰٫۰۰۸	انحراف استاندارد تکرارپذیری ( $s_r$ ) (FNU)
۲٫۶۳۰	۰٫۹۳۹	۰٫۵۰۰	۰٫۲۶۴	۰٫۰۶۵	۱٫۶۱۳	۰٫۸۶۶	۰٫۴۴۵	۰٫۲۲۴	۰٫۰۶۵	انحراف استاندارد تجدیدپذیری ( $s_R$ ) (FNU)
۱٫۹۱۶	۱٫۰۵۲	۰٫۳۷۴	۰٫۱۴۷	۰٫۰۲۴	۱٫۲۵۵	۰٫۶۹۷	۰٫۰۸۲	۰٫۱۰۴	۰٫۰۲۵	اریبی (FNU)
+۵٫۵	+۷٫۰	+۴٫۷	+۳٫۷	+۳٫۰	+۳٫۹	+۴٫۴	-۱٫۰	+۳٫۲	+۳٫۱	اریبی (%)
بله	بله	بله	بله	خیر	بله	بله	خیر	بله	خیر	معنی‌دار در $\alpha = 5\%$ ؟

آزمون نشان داد که پلیمر از لحاظ داشتن اریبی و دقت، به طور کلی تفاوت چشمگیری از مقدار حاصل شده در حالت استفاده از استانداردهای فرمازین ندارد. مشخص شد که پلیمر با کدورت بین FNU ۰٫۸ و FNU ۰٫۴، ۱۸ ماه پس از تولید پایدار است.

الف-۲ روش تصدیق برای استاندارد ثانویه ثابت

- پنج سوسپانسیون با مقدار کدورت در گستره خواسته شده با سه بار تکرار آماده کنید.
- سوسپانسیون‌ها را مطابق استانداردهای ISO 5725-1 و ISO 5725-2 به طور تصادفی مرتب کنید.
- مقادیر کدورت را با دستگاهی که طبق زیربند ۵-۳-۲ کالیبره شده است، مطابق ترتیب سوسپانسیون‌ها اندازه بگیرید.
- داده‌ها را جمع‌آوری کنید و میانگین و انحراف استاندارد هر سوسپانسیون را تعیین کنید.
- درصد اریبی را از مقدار مورد انتظار برای هر سطح سوسپانسیون تعیین کنید.
- تصدیق کنید که میانگین درصد اریبی همه سطوح از میانگین درصد اریبی استاندارد ثابت (۴٫۸٪) بیشتر نیست و انحراف استاندارد حاصل در هر سطح، از مقدار محاسبه شده  $s_r$  برای هر سطح بیشتر نیست.

### کتابنامه

[1] ISO 5725-1, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۴۴۲: سال ۱۳۸۳، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری قسمت ۱: تعاریف و اصول کلی، با استفاده از استاندارد ISO 5725-1: 1994 تدوین شده است.

[2] ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۴۴۲: سال ۱۳۸۴، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری-قسمت ۲: روش پایه برای تعیین تکرارپذیری و تجدیدپذیری روش اندازه‌گیری استاندارد، با استفاده از استاندارد ISO 5725-2: 1994 تدوین شده است.

[3] ISO 3864-1, Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۱۸: سال ۱۳۸۲، نشانه اندازه‌ها و طرح برای تابلوهای ایمنی، با استفاده از استاندارد ISO 3864-1 تدوین شده است.