INSO
18437
1st.Edition
2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۸۴۳۷
چاپ اول
۱۳۹۲

توان سیال هیدرولیکی - کالیبراسیون شمارش‌گرهای خودکار ذرات مایعات

Hydraulic fluid power — Calibration of automatic particle counters for liquids

ICS: 23.100.60;17.020

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایـران، 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 عـالی اداری مـورخ ۹۰/۶/۲۹ بـه سـازمان ملـی 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، پژوهشـی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شـرایط تولیـدی، فنـاوری و تجـاری اسـت کـه از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی بـه مراجـع ذی نفـع و اعضـای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصـویب بـه 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 درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهـد بـه تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیـک (IEC)[2] و سـازمان بـین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیـت مـی کنـد. در تـدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشـرفت هـای علمـی، فنـی و صـنعتی جهـان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 المللـی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنـین بـرای اطمینـان بخشـیدن بـه اسـتفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صـدورگواهی سیسـتم هـای مـدیریت کیفیـت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی اسـتاندارد ایـران ایـن گونـه سـازمان هـا و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلـزات گرانبهـا و انجـام 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
«توان سیال هیدرولیکی - کالیبراسیون شمارش‌گرهای خودکار ذرات مایعات»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
ترکمن، لیلا (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
دبیر:	
رنجبر، سید فرامرز (دکترای مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز
اعضاء:	
آذریان، پیمان (لیسانس فیزیک)	شرکت طرح ابتکار انرژی
اللهی حاجی پیرلو، بهمن (لیسانس مهندسی مکانیک)	شهرداری تبریز
پاکزاد، سجاد (دانشجوی دکترای مهندسی مکانیک)	شرکت تراکتورسازی ایران
ترکمن، بهاره (فوق لیسانس مهندسی برق)	شرکت بهین سولار کاسپین
خاندانی، حبیب اله (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت تراکتورسازی ایران
خانقاهی بالا، انیس (لیسانس مهندسی صنایع)	آزمایشگاه همکار تعاونی ۷۰۰۶ تامین نیاز توان گستر فن آوران پویا
خوشروان آذر، اسماعیل (دکترای مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز

رنجبر، سوده (لیسانس ریاضی)	شرکت بازرسی پارس بینش
کاشانی اصل، شهرام (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
هاشمی عراقی، محمدرضا (لیسانس فیزیک)	مرکز ملی اندازه‌شناسی و اوزان و مقیاسها

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
	پیش گفتار	و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	مواد و تجهیزات	۳
۵	ترتیب روش‌های کالیبراسیون APC	۵
۶	روش اجرایی کالیبراسیون اندازه‌گذاری	۹
۷	ارائه داده‌ها	۱۷
۸	عبارت شناسایی	۱۷
	پیوست الف (اطلاعاتی) کنترل اولیه APC	۱۸
	پیوست ب (اطلاعاتی) رویه خطای برخورد	۲۲
	پیوست پ (اطلاعاتی) تعیین محدوده دبی جریان	۲۷
	پیوست ت (اطلاعاتی) تعیین وضوح	۳۲
	پیوست ث (اطلاعاتی) تایید دقت شمارش ذره	۳۸
	پیوست ج (اطلاعاتی) آماده‌سازی و تایید بطری‌های سوسپانسیون کالیبراسیون ثانویه	۴۱
	پیوست چ (اطلاعاتی) نوبت گردشی کالیبراسیون APC	۴۵
	پیوست ح (اطلاعاتی) نمونه‌ای از محاسبات	۵۱
	پیوست خ (اطلاعاتی) تایید توزیع اندازه نمونه‌های کالیبراسیون	۵۷
	پیوست د (اطلاعاتی) کتابنامه	۵۹

پیش گفتار

استاندارد "توان سیال هیدرولیکی - کالیبراسیون شمارش‌گرهای خودکار ذرات مایعات" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت طرح ابتکار انرژی تهیه و تدوین شده است و در دویست و شانزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۲/۱۰/۲۶مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 :

ISO11171:2010, Calibration of automatic particle counters for liquids.

توان سیال هیدرولیکی - کالیبراسیون شمارش‌گرهای خودکار ذرات مایعات

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش‌های اجرایی زیر است:

الف- کالیبراسیون اولیه اندازه‌گذاری ذره، تفکیک‌پذیری حس‌گر و عملکرد شمارندگیشمارش‌گرهای خودکار ذره(APC) برای مایعات، که این شمارش‌گرها توانایی‌تحلیل نمونه‌های بطری را دارند؛

ب- کالیبراسیون ثانویه اندازه‌گذاری ذره با استفاده از سوسپانسیون‌هایی که با APCکالیبراسیون اولیه شده است؛

پ-ایجاد کارکرد قابل قبول و محدوده عملکرد؛

ت- بررسی عملکرد حس‌گر ذره با استفاده از آزمون کوتاه گرد و غبار[1]؛

ث- تعیین انطباق و محدوده دبی.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها 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 ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن‌ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۸۰:توان سیال هیدرولیک- محفظه‌های نمونه سیال- روش‌های کیفی-سازی و کنترل تمیزکاری؛

۲-۲استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۱۶:سیستم‌های سیالی و قطعات - واژه نامه؛

۲-۳استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۳۰۳: خودروهای جاده‌ای آزمون گردوغباربرای برون روی(تخلیه)از پالایه- قسمت اول آزمونگردوغبارآریزونا(PB)؛

۲-۴استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۶۵:سیال هیدرولیکی تحت فشار- فیلترها- روش چند مسیره برایارزیابی عملکرد تصفیه یکعامل صافی؛

۲-۵استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۰۱۰۵: توزیع اندازه ذره اندازه گیری با روشهای مبتنی بر تعامل نوری ذره منفرد قسمت ۳شمارشگر ذره مایع با خاموشی نوری؛

1- truncated test dust

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه براصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۱۶اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۳-۱ شمارش‌گرخودکار ذره

APC

ابزاری که به طور خودکار ذرات معلق در سیال را می‌شمارد و ابعاد آنها را اندازه‌گذاری می‌کند، که عموما بر اساس اصول اندازه‌گذاری ذره با پراکندگی نوریا خاموشی نوری است؛

یادآوری- یک APC متشکل از حداقل یک حس‌گر ذره، وسیله‌ای برای انتقال حجم معلومی از نمونه به حس‌گر تحت آهنگ کنترل شده، یک پردازنده سیگنال، تحلیل‌گری که خروجی حس‌گر را برای ابعاد ذرات منفرد به توزیع ابعاد ذره گردآوریکرده و وسیله‌ای برای خروجی نتایج توزیع ابعاد ذره نمونه، است.

۳-۲ سطح اختلال آستانه‌ای

کمینه ولتاژ تنظیم یک شمارش‌گرخودکار ذره که در آن ولتاژ فرکانس مشاهده شمارش‌گر فرکانس به دلیل اغتشاشات الکتریکی در غیاب جریان در حجم مورد بررسیاز ۶۰شمارش بر دقیقه بیشتر نشود؛

۳-۳ حجم مورد بررسی

قسمتی از ناحیه پرتوافکن شده حس‌گرکه جریان سیال از آن عبور می‌کند و نوراز آن توسط سیستم نوری جمع‌آوری می‌شود؛

۳-۴ وضوح

سنجش توانایی یک شمارش‌گر ذره خودکار برای تمایز قائل شدن بین ذرات مشابه اما با اندازه متفاوت است؛

۳-۵ محدوده خطای برخورد

بالاترین غلظت NIST RM 8632 که می‌تواند توسط شمارش‌گرخودکارذرهبا خطای کمتر از ٪۵ ناشی از حضور بیش از یک ذره در حجم مورد بررسی در یک دفعه شمرده شود؛

۳-۶ دبی سیال کاری

دبی عبوری از حس‌گر مورد استفاده برای کالیبراسیون اندازه‌گیری و تحلیل نمونه است؛

۳-۷ اندازه ذره

قطر معادل ذرات در ناحیه هدف که با استفاده از پویش[1] میکروسکوپی الکترون یا با استفاده از شمارش‌گر ذرات خودکار تک پرتو مایع کالیبره شده تعیین می‌شود؛

یادآوری ۱-در غیر اینصورت، یک APC مورد استفاده برای تعیین اندازه ذره مطابق با این استاندارد کالیبره می‌شود.

یادآوری ۲- NIST از پویش میکروسکوپی الکترون برای تعیین قطر معادل ناحیه هدف در مواد مرجع استفاده می‌کند.

۳-۸ توزیع اندازه ذره

تعداد تراکم ذرات که بر حسب تابعی از اندازه ذره بیان می‌شود؛

1- Scan

۳-۹ کالیبراسیون اولیه

کالیبراسیون اندازه‌گذاری انجام گرفته با استفاده از NIST استاندارد مرجع ماده ۲۸۰۶؛

یادآوری ۱-روش اجرایی در بند ۶ تعیین شده است.

یادآوری ۲-برای جزئیات NIST استاندارد مرجع ماده ۲۸۰۶، به بند ۴-۴ رجوع کنید.

۳-۱۰ کالیبراسیون ثانویه

کالیبراسیون اندازه‌گذاری که با استفاده از سوسپانسیون‌های کالیبراسیون انجام می‌گیرد.

یادآوری - روش در بند ۶ تعیین شده است و سوسپانسیون‌های کالیبراسیون مطابق با پیوستج آماده شده‌اند.

۴ مواد و تجهیزات

۴-۱ کره‌های لاتکس پلی استایرن، که در سوسپانسیون آبی تقریبا به صورت تکی پراکنده شده‌اند. کره‌های لاتکس پلی استایرن با قطر نامی۱۰µm در پیوستت برای تعیین وضوح مورد نیاز هستند، اگر کالیبراسیون اندازه برای ذره‌های با اندازه‌های برابر یا بیش از۵۰µm انجام گیرد، کره‌های لاتکس پلی استایرن با قطر نامی بیش از۱۰µm در بند ۶ برای تعیین وضوح مورد نیاز هستند. با این وجود، ضریب تغییرات اندازه هر کره لاتکس پلی استایرن باید کمتر از ۵٪ باشد. تامین کننده کره‌های لاتکس پلی استایرن باید با هر بچ [1] گواهی آنالیز [2] که نشانگر اندازه ذره کره است را با قابلیت ردیابی استانداردهای ملی و یا بین المللی تعیین شده، ارائه کند.

در صورت باز شدن، سوسپانسیون‌های کره‌های لاتکس پلی استایرن باید در عرض سه ماه مورد استفاده قرار گیرد مگر اینکه توزیع اندازه و تمیزی سوسپانسیون مورد بررسی قرار گیرد.

یادآوری۱-توزیع اندازه و تمیزی کره‌های لاتکس پلی استایرن می‌تواند با استفاده از روش توصیف شده در بند ت-۱۳ بررسی شود.

یادآوری ۲-کره‌های لاتکس پلی استایرن در سوسپانسیون آبی جهت نگه‌داری، زمان مجاز محدودی دارند.

۴-۲ سیال رقیق سازی تمیز

سیال آزمون مورد استفاده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۶۵:سال ۱۳۸۷ و ماده افزودنی ضد الکتریسیته ساکن که قابلیت هدایت۲۵۰۰pS/m±۱۰۰۰pS/m در دمای اتاق را ایجاد می‌کند. سیال باید شامل کمتر از ۰٫۵٪از تعداد ذرات معادل یا بزرگتر از کوچکترین ذره مورد بررسی باشد.

۴-۳سیال رقیق ساز ذرات معلق تمیزOT

برای تعیین وضوح حس‌گر در پیوستت(سیال رقیق‌سازی تمیز تعیین شده در بند ۴-۲ برای تمامی عملکردهای دیگر در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته است) ، که از مایع غلیظی، با اضافه کردنgr ۱۲۰ از ذرات معلق OT به هر لیتر سیال رقیق کننده تمیز(بند ۴-۲) تهیه می‌شود. مایع غلیظ را تا

1- Batch
2- Certificate of analysis

حدود°C۶۰ گرما داده و تا زمانی که ذرات معلق OT به طور کامل محلول شود، هم بزنید. سیال رقیق سازی ذرات معلق OT را با رقیق کردن ماده غلیظ با سیال رقیق‌کننده تمیز (بند ۴-۲) تا غلظتgr ۱۲ ماده معلق OT بر لیتر تهیه کنید. سیال رقیق کننده تمیز ذرات معلق OT باید سطوح یکسان تمیزی با سیال رقیق کننده تعیین شده در بند ۴-۲ را برآورده کند.

هشدار- اقدامات احتیاطی برای جابجایی و استفاده توصیف شده در برگه داده‌های ایمنی مواد را(که از طریق تامین کننده ذرات معلق OT در دسترس است)رعایت کنید.

ذرات معلق OT (دی‌اکتیل سولفوساکسینیت، نمک سدیم) جامد مومی شکل نم‌گیر است. اگر قبل از استفاده به نظر رسید که خیس است یا آب جذب کرده، ابتدا آنرا به مدت ۱۸ ساعت در دمای حدود°C۱۵۰ خشک کنید.

۴-۴ سوسپانسیون کالیبراسیون اولیه ماده مرجع استانداردNIST(SRM 2806$_x$)

که x حرف مورد استفاده توسط NIST برای معرفی شماره بچ سوسپانسیون کالیبراسیون اولیه تایید شده در دسترس توسط NIST است. کالیبراسیون‌های اولیه باید از SRM 2806 استفاده کنند.

یادآوری-ISO/TR 16144 روش‌های مورد استفاده برای تایید ماده مرجع استاندارد SRM 2806 را بیان می‌کند.

۴-۵ گرد ماده مرجع ۸۶۳۱ NIST(RM 8631)

که با خشک کردن گرد به مدت حداقل ۱۸ ساعت در دمای بین°C۱۱۰ و °C۱۵۰ تهیه می‌شود، در صورت لزوم کالیبراسیون ثانویه انجام می‌شود(به بند ۶-۱ رجوع کنید).

۴-۶ گرد محیط آزمون ISO(MTD) مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۳۰۳: سال ۱۳۹۰، که قبل از استفاده به مدت حداقل ۱۸ ساعت در دمای بین°C۱۱۰ و °C۱۵۰ خشک شده است.

۴-۷ گرد (RM 8632) ماده مرجع NIST ۸۶۳۲، که قبل از استفاده به مدت حداقل ۱۸ ساعت در دمای بین°C۱۱۰ و °C۱۵۰ خشک شده است، در صورتی که برای تعیین محدوده خطای برخورد یا در پیوست-های ب، پ و ث مورد نیاز باشد.

یادآوری-مواد مرجع تعیین شده در بندهای ۴-۴، ۴-۵، ۴-۶ و ۴-۷ با استفاده از متن‌های "موجود" که با تولید بچ های جدید تغییر می یابند، ایجاد می شوند. به کاربران این استاندارد توصیه می شود که از استفاده از بچ های جدید در دسترس اطمینان حاصل کنند.

۴-۸ شمارش‌گرخودکارذره (APC) برای مایعات، با نمونه‌گیر بطری.

۴-۹ محفظه‌های نگهداری تمیز نمونه، با دریچه‌های مسدود کننده(به عنوان مثال، درپوش‌های بطری مناسب)، و ظروف شیشه‌ای حجمی حداقل از کلاس B. سطوح تمیزی محفظه‌های نگهدارنده نمونه، درپوش-ها و ظروف شیشه‌ای حجمی باید کمتر از ٪۰/۵ تعداد ذرات(بزرگتر از کوچکترین ذره مورد بررسی) باشد. سطوح تمیزی باید توسط استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۸۰: سال ۱۳۸۹ تایید شود.

۴-۱۰تکان‌دهنده مکانیکی[1]، مانند تکان‌دهنده آزمایشگاهی یا رنگ[2]، که برای سوسپانسیون‌های پاشنده مناسب است.

1- Mechanical shaker
2- Paint shaker

۴-۱۱تمیز کننده مافوق صوت، با شدت توان $۳۰۰۰ w/m^2$ تا $۱۰۰۰۰ w/m^2$در ناحیه پایینی.

۴-۱۲برگه نمودار خطی-خطی یا نرم افزار کامپیوتری برای تولید نمودار ها.

۴-۱۳برگه نمودار لگاریتمی- لگاریتمی یا نرم افزار کامپیوتری برای تولید گرافیک.

۴-۱۴ترازوی الکترونیکی یا تجزیه‌ای با حداقل مشخصه‌های زیر:

الف- خوانا بودن:mg ۰٫۰۵؛

ب- دقت[1](انطباق با جرم واقعی): mg ۰٫۰۵±؛

پ- صحت[2] (تکرار پذیری):mg ۰٫۰۵±؛

ت- درهای جلویی یا کناری و یکمحفظه برای حذف تاثیر جریان هوا.

۵ ترتیب روش‌های کالیبراسیون APC

۵-۱ به نمودار ۱ برای ترتیب توصیه شده گام‌ها در حین انجام کالیبراسیون کامل یک APC جدید توجه کنید. روش‌های این بند را در حین دریافت یک APC جدید یا تعمیر یا تنظیم مجدد یک APC یا حس‌گر انجام دهید (به جدول ۱ رجوع کنید). اگر APC یا حس‌گر تعمیر یا تنظیم مجدد نشده باشد، یا پس از آخرین کالیبراسیون اندازه‌گذاری تغییر محسوسی در مشخصه‌های کاری صورت نگرفته باشد، یا اگر APC تحت روش‌های پیوست‌های الف، ب، پ، ت و ث قرار گرفته و نتایج ثبت شده باشد از بند ۶ استفاده کنید.ترتیب خاص پیوست‌ها و بندهای تعیین شده در نمودار ۱ و جدول ۱ توصیه می‌شوند. در صورتی که تمامی قسمت‌های مورد نیاز انجام گیرند، کاربر می‌تواند از ترتیب دیگری استفاده کند.

یادآوری۱- پیوست‌های الف، ب، پ و ت می‌تواند توسط یک آزمایشگاه مجزا یا سازنده APC قبل از تحویل انجام گیرند.

هر تغییر در مشخصه‌های عملکردی APC می‌تواند توسط چند روش مختلف مورد تحقیق قرار گیرد که شامل روش‌های زیر است اما محدود به اینها نیست:

الف- استفاده از داده‌های ذره که از نمونه‌های کنترل در طول زمان و چارت کنترل فرآیند آماری به عنوان چارت محدوده متغیر مجزا (IMR) و برای بررسی تغییرات کالیبراسیون جمع‌آوری شده است؛

ب- مقایسه منحنی‌های کالیبراسیون در طی زمان برای بررسی تغییر قابل توجه در کالیبراسیون؛

پ- بازگرداندن APC به سازنده‌اش برای ارزیابی و تعیین وضعیت تغییرات در کالیبراسیون؛

ت- تحلیل سوسپانسیون کالیبراسیون اولیه و یا ثانویه مطابق با بندهای ۶-۲ و ۶-۳، سپس مقایسه داده‌های غلظت حاصل با توزیع اندازه های ذرات متناظر با نمونه ها. اگر نتایج در محدوده بیشینه مجاز D_Q داده شده در جدول پ-۲ قرار گیرند، توانایی APC در اندازه‌گذاری و شمارش ذرات به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار نگرفته است. در غیر اینصورت، تغییر قابل توجهی صورت گرفته است و کاربر باید مانند روش نشان داده شده در جدول ۱ رفتار کند؛ یا :

1- accuracy
2- precision

ث- تحلیل سوسپانسیون در کالیبراسیون‌های اولیه یا ثانویه و داده‌های حاصل مانند مورد توصیف شده در بند ت ؛

ج-سپس تحلیل یک نمونه ISO UFTD تهیه شده مطابق با پیوستالفو مقایسه داده‌های غلظت ذرات حاصل با محدوده‌های داده شده در جدول الف-۱. اگر نتایج در محدوده‌های داده شده در جدول الف-۱ قرار داشته باشند، توانایی APC در اندازه‌گذاری و شمارش ذرات به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار نگرفته است. در غیر اینصورت، تغییر قابل توجهی صورت گرفته است و کاربر باید مانند روش نشان داده شده در جدول ۱ رفتار کند.

یادآوری۲- برای دست‌یابی به اهداف این بند، تعمیر یا تنظیم مجدد یک APC به روش های سرویس یا تعمیری که روی توانایی APC در اندازه‌گیری و شمارش تاثیر می‌گذارند، ارجاع داده می‌شود.

اگر منبع نور یا هر قسمت از اپتیک، تنظیم، تعمیر یا جای‌گزین شده باشد، روش‌های بند ۶ و پیوست‌های الف، ب، ت و ث باید تکرار شود.

اگر حس‌گر یا بخش‌های الکترونیکیشمارش‌گر، تنظیم، تعمیر یا جای‌گزین شده باشد، روش‌های بند ۶ و پیوست‌های الف، ب، پ، ت و ث باید تکرار شود.

اگر سیستم اندازه‌گیری حجم، تعمیر، جای‌گزین یا تنظیم شده باشد، روش‌های پیوستالف باید تکرار شود.

نیازی به تکرار این روش‌ها به دنبال روش‌های تمیز کردن معمولی زیر نیست، اتصال کابل‌ها یا تجهیزات جانبی، جای‌گزینی خطوط یا اتصالات لوله‌کشی، یا پیروی از سایر عملیاتی که شامل جداسازی قطعات[1] APC، حس‌گر یا سیستم اندازه‌گیری حجم نیستند.

۵-۲ کنترل اولیه APC، شامل دقت حجم، را مطابق با پیوستالف انجام دهید.

۵-۳ محدوده خطای برخوردAPCرا مطابق با پیوستب تعیین کنید.

۵-۴ فرآیند کالیبراسیون اندازه‌گذاری را مطابق با بند ۶ انجام دهید.

۵-۵ محدوده‌های دبی جریان را مطابق با پیوستپ تعیین کنید.

۵-۶ وضوح APC را مطابق با پیوستت تعیین کنید.

۵-۷ دقت شمارش ذرات را مطابق با پیوستث تعیین کنید.

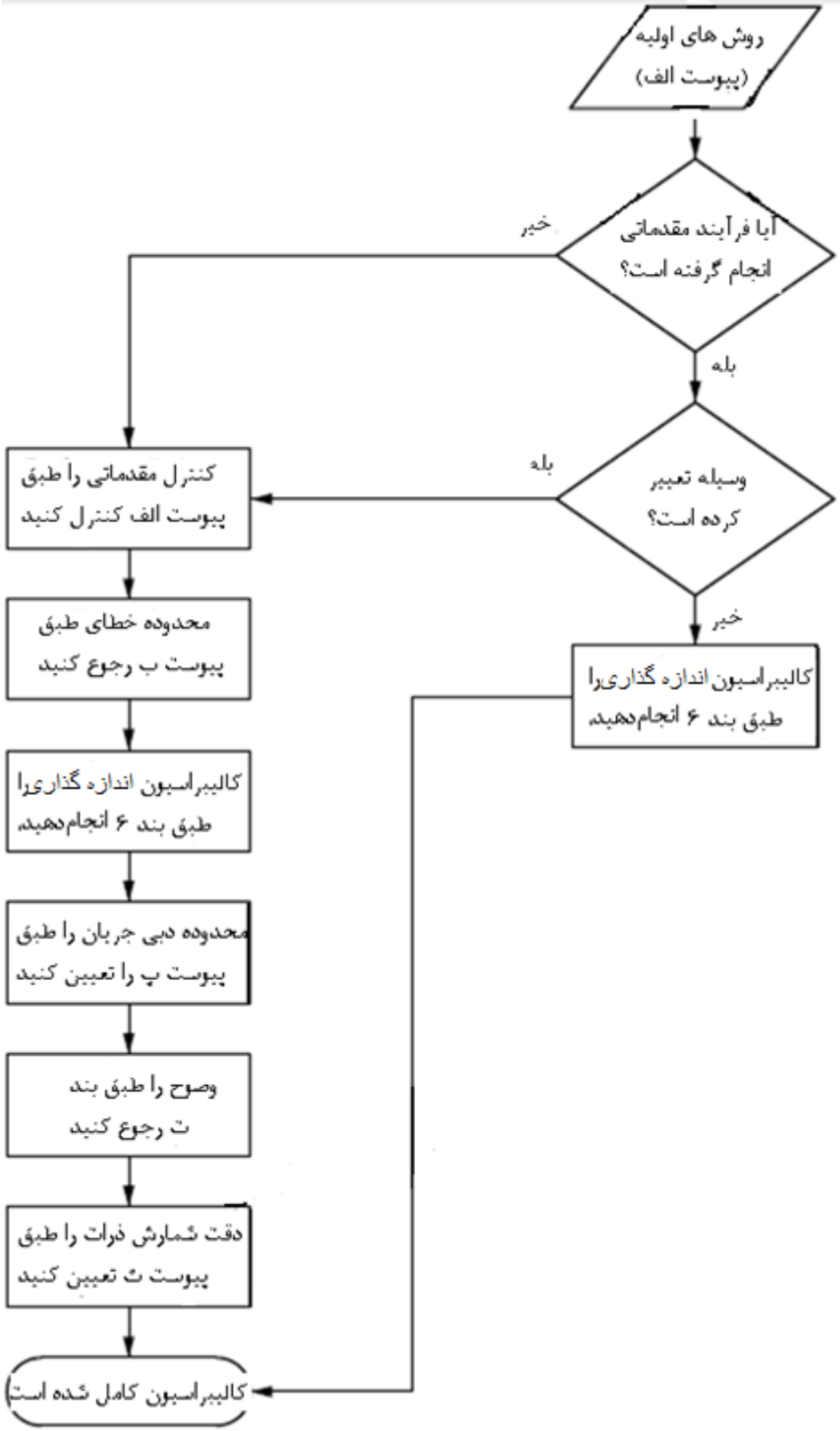
۵-۸ برای تطابق با الزامات این استاندارد، APC باید:

الف- مطابق با بند ۵-۴ کالیبره شود؛

ب- دقت حجم، مشخصه‌های وضوح و عملکرد حس‌گر الزامات تعیین شده در بندهای ۵-۲، ۵-۶ و ۵-۷ را برآورده کند؛

پ- با استفاده از منحنی‌های کالیبراسیون تعیین شده در بند ۵-۴ در محدوده خطای برخورد و محدوده دبی جریان تعیین شده در بندهای ۵-۳ و ۵-۵ به کار گرفته شود.

1- disassembly



شکل۱- ترتیب روش‌های کالیبراسیون *APC*

جدول۱- برنامه روش‌های کالیبراسیون*APC*

وضعیت *APC*[a]	پیوست ها و بندهای مربوطه این استاندارد					
	بند۶ روش کالیبراسیون اندازه‌گذاری	پیوستالف کنترل اولیه APC	پیوستب محدوده خطای برخورد	پیوستپ محدوده دبی جریان	پیوستت وضوح	پیوستث دقت
APC جدید یا APCموجود که با این استاندارد کالیبره نشده است	×	×	×	×	×	×
آخرین کالیبراسیون بیش از ۶ تا ۱۲ ماه قبل بوده است	×	–	–	–	–	–
تردید در مورد تغییر معنادار کالیبراسیون	×	–	–	–	–	–
اپتیک (شامل منبع نور) تعمیر یا تنظیم شده باشد	×	×	×	–	×	×
حس‌گر یابخش الکترونیکی شمارشگر تعمیر یا تنظیم شده باشد	×	×	×	×	×	×
اجزای اندازه‌گیری حجم (دبی سنج، بورت، سطح‌سنج) تعمیر یا تنظیم شده باشد	–	×	–	–	–	–
حس‌گر تمیز شده باشد	نیاز به هیچ عملی نیست					
کابل‌ها یا تجهیزات جانبی وصل شده باشد	نیاز به هیچ عملینیست					
خطوط و اتصالات لوله‌کشی تعویض شده باشد	نیاز به هیچ عملینیست					
عملیات انجام گرفته شامل جداسازی قطعاتAPC، حس‌گر یا سیستم اندازه گیری حجم باشد	نیاز به هیچ عملینیست					

[a] تعمیر و تنظیم مجدد تنها به روش های سرویس یا تعمیری که روی توانایی APC در اندازه‌گذاری دقیق و شمارش ذرات بر می‌گردد. برای تشخیص قابلیت یک APC برای اندازه‌گذاری و شمارش دقیق ذرات، سوسپانسیون کالیبراسیون اولیه یا ثانویه مطابق با ۲٫۶ و ۳٫۶ را تحلیل کنید، سپس داده‌های غلظت ذرات حاصل را با توزیع اندازه ذرات نمونه مقایسه کنید. اگر نتایج در محدوده بیشینه مجاز D_Q داده شده در جدول پ-۲ قرار گیرند، توانایی APCدر اندازه‌گذاری و شمارش ذرات به طور معناداری تحت تاثیر قرار نگرفته است. در غیر اینصورت، باید مانند روش نشان داده شده در جدول رفتار کرد.

۶ روش اجرایی کالیبراسیون اندازه‌گذاری

۶-۱ به شکل ۲ برای نمودار گردشی[1] توصیف کننده روش اجرایی کالیبراسیون اندازه‌گذاری مراجعه کنید. کالیبراسیون اندازه‌گذاری را هر سه تا شش ماه یکبار، در صورت دریافت یک APC جدید، یا پس از تعمیر یا تنظیم مجدد یک APC یا حس‌گر انجام دهید. برای کالیبراسیون اولیه، از سوسپانسیون‌های کالیبراسیون NIST استفاده کنید(به بند ۴-۴ رجوع کنید). برای کالیبراسیون ثانویه، از سوسپانسیون‌های کالیبراسیون آماده شده مطابق با پیوستج استفاده کنید.

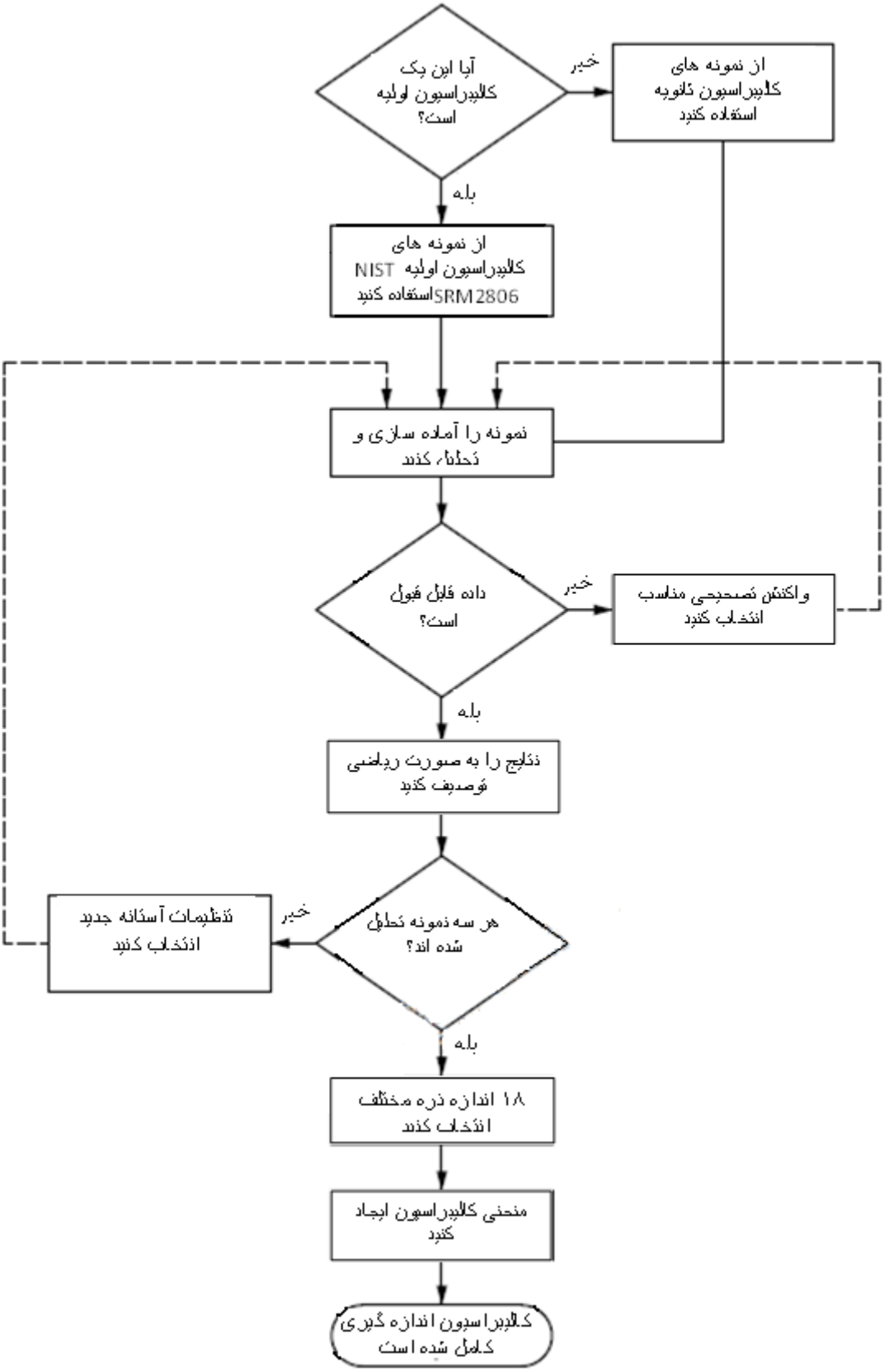
پس از اینکه سابقه کالیبراسیون مناسب برای یک APC و حس‌گر به وجود آمد، توالی کالیبراسیونمی‌تواند به تدریج کاهش یابد، اما بازه زمانی بین کالیبراسیون‌های متوالی نباید بیش از یک سال باشد.

تمامی فازهای کالیبراسیون باید در دبی جریان یکسان انجام گیرد. محدوده دبی جریان APC در پیوستپ تعیین شده‌اند. هر داده حاصل در دبی‌های جریان خارج از محدوده باید از بین برود و قسمت متناظر روش با استفاده از دبی جریان مناسب تکرار شود.

کالیبراسیون اندازه‌گذاری را با استفاده از حجم نمونه یکسان مورد استفاده در بند ۵-۲ انجام دهید. اگر حجم مورد استفاده متفاوت باشد، روش بند ۵-۲ باید با استفاده از حجم نمونه جدید تکرار کنید تا از خطاهای اندازه‌گذاری حجم اجتناب شود.

توصیه می‌شود که سطح اختلال آستانه APC قبل از مراجعه به بند ۶-۲ با استفاده از روش الف-۲ تعیین شود. اگر سطح اختلال آستانه بیش از٪۳۰ پس از آخرین بار تعیین تغییر یافته باشد، می‌تواند نشانگر این باشد که کالیبراسیون APC تغییر یافته و APC نیازمند تعمیر است. شکست در کنترل سطح اختلال آستانه‌ای قبل از مراجعه به بند ۶-۲ می‌تواند منجر به از دست دادن زمان در حین تلاش برای کالیبراسیون یک APC معیوب و بی‌اعتباری داده‌های شمارش ذره شود.

1- Flow chart



شکل ۲- روش کالیبراسیون اندازه‌گذاری

۶-۲APC را در حالت متراکم تنظیم کنید و با استفاده از حداقل ۶ کانال مختلف ولتاژ آستانه را به شکل زیر تعریف کنید:

الف- پایین ترین آستانه تنظیم باید ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه APC باشد؛ این امر کوچکترین اندازه ذره قابل شناسایی را تعیین می‌کند؛

ب- بالاترین آستانه تنظیم با ولتاژ کاری APC(برای تعیین این مورد با سازنده APC مشورت کنید) توزیع اندازه ذره و حجم نمونه کالیبراسیون محدود می‌شود؛

پ- تنظیماتمتوسط آستانه باید به گونه‌ای انتخاب شود که محدوده اندازه مورد نظر را پوشش دهد.

یک نمونه سوسپانسیون کالیبراسیون را برای تحلیل آماده کنید. نمونه را با دست شدیدا تکان دهید. نمونه را به طور فراصوت به مدت حداقل ۳۰ ثانیه تحریک کنید و سپس به مدت حداقل یک دقیقه با تکان دهنده مکانیکی تکان دهید تا غبار داخل مایع پراکنده شود. تکان دادن نمونه را تا انجام تحلیل آن ادامه دهید.

روش توصیف شده در بندهای ۶-۲ تا ۶-۸ کالیبراسیون دستی یک APC با تعداد اندکی از تنظیمات آستانه را فرض می‌کند. به طور جایگزین، کالیبراسیون می‌تواند با استفاده از تحلیل کننده چند کاناله(MCA) یا نرم افزاری که همان روش را دنبال می‌کند، انجام گیرد. اگر از (MCA) استفاده شود، باید ابتدا رابطه بین ولتاژ اندازه‌گیری شده MCA و ولتاژ تنظیم آستانه APC برقرار شود. در کل، نرم افزار و روش‌های MCA سریع‌تر و دقیق‌تر از روش‌های دستی هستند.

۶-۳نمونه را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب‌ها تا سطح بیایند و بطری نمونه را در طی حداقل پنج دقیقه با ملایمت بچرخانید، مواظب باشید حباب‌ها وارد مایع نشوند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل از۱۰ml و ۱۰۰۰۰ ذره در کوچک‌ترین تنظیم آستانه باشند.

تعداد کلی، N، ذرات شمرده شده برای هر کانال با استفاده از معادله (۱) محاسبه کنید:

$$N = 5\bar{X}V \qquad (۱)$$

که در آن:

$\bar{X}$ تراکم متوسط ذرات، بر حسب ذره در میلی لیتر، برای پنج شمارش در یک کانال معین؛

V حجم نمونه ، بر حسب میلی متر، برای یک شمارش است.

مقدار N باید بزرگتر یا مساوی با ۱۰۰۰ باشد تا برای آن کانال بخصوص نتایج معنادار آماری تضمین شود.

D_Q، که اختلاف بیان شده به صورت درصد بین مقدار کمینه، X_{min}، و بیشینه، X_{max}، که برای هر شمارش مورد مشاهده هر کانال با استفاده از معادله (۲) بیان می‌شود:

$$D_Q = \frac{X_{max} - X_{min}}{\bar{X}} \times 100 \qquad (۲)$$

برای هر کانال، در جدول ۲ ولتاژتنظیم آستانه، داده تراکم ذره، $\bar{X}$و D_Q را یادداشت کنید.

با استفاده از جدول پ-۲، مقدار اختلاف مجاز بیشینه را که به صورت درصدی متناظر با مقدار $\bar{X}$برای هر کانال بیان شده است، تعیین کنید. اگر مقدار D_Q کمتر از مقدار بیشینه باشد، مقدار $\bar{X}$ آن کانال برای

استفاده قابل قبول است. اگر حداقل شش کانال با داده‌های قابل قبول وجود داشته باشد، به بند ۶-۴ مراجعه کنید. در غیر اینصورت، نتایج هر کانال غیر قابل قبول را به روش تعیین شده زیر بررسی کنید.

D_0را با استفاده از معادله (۳) محاسبه کنید:

$$D_0 = \frac{X_{max} - X_{min}}{|X_0 - X_N|} \qquad (۳)$$

که

X_0شمارش ذره مشاهده شده مشکوک به پرت بودن[1] مورد نظر است (X_{max} یا X_{min})؛

X_N شمارش ذره مورد مشاهده که نزدیکترین مقدار به X_0 است.

اگر D_0 برای کانال خاصی کمتر از ۱٫۴۴ باشد، از نقطه داده پرت مربوطه صرف‌نظر کنید، X_0، $\overline{X}$ را با استفاده از چهار نقطه باقی مانده دوباره محاسبه کنید، برای کالیبراسیون از مقدار دوباره محاسبه شده $\overline{X}$ استفاده کنید. اگر D_0 برای کانال خاصیبیشتر از ۱٫۴۴ باشد، داده‌های این کانال قابل قبول نیستند و باید از آنها صرف‌نظر کرد. اگر حداقل شش کانال با داده‌های قابل قبول وجود داشته باشند(با استفاده از معیار D_Q و D_0)، به بند ۶-۴رجوع کنید. در غیر این صورت، اقدام اصلاحی مناسب را پیش بگیرید و بندهای ۶-۱ تا ۶-۳ را تکرار کنید.

اگر برای کانالی N کمتر از ۱۰۰۰ باشد، داده آن کانال نباید مورد استفاده قرار گیرد. اگر کافی بودن تعداد ذره شمرده شده تنها معیار کیفیت باشد که برآورده نشده است، تنظیمات آستانه را تغییر دهید تا متناظر با اندازه‌های ذره‌ای باشد که منجر به شمارش‌های کافی شود، یا بندهای ۶-۱ تا ۶-۳ را با استفاده از نمونه‌ای با حجم بیشتر تکرار کنید.

نمونه‌های کالیبراسیون اولیه و ثانویه نباید جمع‌آوری و استفاده مجدد شود.

یادآوری- شکست‌های دیگر در معیار کیفیت می‌تواند ناشی از منابع دیگری نیز باشند، مانند سیال رقیق سازی یا ظروف شیشه‌ای آلوده، خطاهای حجمی، خطای محاسباتی، کار در شرایط بسیار نزدیک به سطح اختلال آستانه APC، یا حباب‌هایی در نمونه. تغییرات دبی جریان ناشی از شمارش در حالی که محفظه نمونه تحت فشار است یا به این دلیل که سایر منابع موجب ایراداتی می‌شوند. ته‌نشین شدن ذرات ممکن است پیش بیاید. اگر از هم‌زدن با شدت‌های بسیار بالا استفاده شود، ممکن است ذرات در اثر نیروی گریز از مرکز به خارج پرتاب شوند یا حباب به وجود بیاید.

1- Suspected outlier

جدول ۲- برگه کالیبراسیون اندازه‌گذاری ذرات APC (به بندهای ۶-۳، ۶-۸ و الف-۹ رجوع کنید)

APC ..... مدل ..... تاریخ .....

شماره سریال..... کاربر .....

نوع حس‌گر ..... مدل ..... نمونه کالیبراسیون .....

شماره سریال..... شماره پارت .....

سطح صدا ..... دبی سیال .....ml/min غلظت .....

محدوده خطای برخورد .....

سوسپانسیون اولین کالیبراسیون..... شماره شناسایی سوسپانسیون کالیبراسیون .....

تنظیمات آستانه						
شمارش ۱						
شمارش ۲						
شمارش ۳						
شمارش ۴						
شمارش ۵						
$\bar{X}$(ذره بر ml)						
D_Q						

سوسپانسیون دومین کالیبراسیون..... شماره شناسایی سوسپانسیون کالیبراسیون .....

تنظیمات آستانه						
شمارش ۱						
شمارش ۲						
شمارش ۳						
شمارش ۴						
شمارش ۵						
$\bar{X}$(ذره بر ml)						
D_Q						

سوسپانسیون سومین کالیبراسیون..... شماره شناسایی سوسپانسیون کالیبراسیون .....

تنظیمات آستانه						
شمارش ۱						
شمارش ۲						
شمارش ۳						
شمارش ۴						
شمارش ۵						
$\bar{X}$(ذره بر ml)						
D_Q						

۶-۴ تراکم ذرات را(برای ذراتی که بزرگتر از اندازه مشخص شده بر حسب میلی متر هستند) در برابر تنظیمات آستانه متناظر بر حسب میلی ولت، روی نمودار $\log_{10} - \log_{10}$ و فقط با استفاده از نقاطداده-های قابل قبول(که در بند ۶-۳ تعیین شده است)رسم کنید. از روش‌های رگرسیون آماری مناسب برای تعریف رابطه بین غلظت و تنظیمات آستانه استفاده کنید.

۶-۵ تراکم‌ذرات مورد انتظار را برای حداقل شش نقطه با اندازه‌ذرات مختلف، با استفاده از داده‌های توزیع اندازه مناسب برای نمونه‌های کالیبراسیون تعیین کنید. با استفاده از رابطه ریاضی تعیین شده در بند۶-۶تنظیمات آستانه‌ای را که انتظار می‌رود منجر به این تراکم‌ها شود، تعیین کنید. برای ابعاد خارج از محدوده ارائه شده در داده‌های توزیع ابعاد ذرات برون‌یابی انجام ندهید. اگر هر یک از تنظیمات آستانه‌ای کمتر از ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه APCباشد، داده تراکم ذره را برای اندازه بزرگتری که منجر به تنظیم آستانه قابل قبول می‌شود، انتخاب کنید. تنظیمات آستانه APC را به این مقادیر تغییر دهید.

یادآوری- در کل این استاندارد، ارجاع به داده‌های توزیع اندازه یا به اندازه ذره، غلظت، و جدول‌های انحراف استاندارد در دسترس برای سوسپانسیون‌های کالیبراسیون NIST یا به اندازه، غلظت، و داده‌های انحراف استاندارد به دست آمده در پیوستج برای سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه بر می‌گردد.

۶-۶ بندهای ۶-۱ تا ۶-۵ را با استفاده از ۶ تنظیم مختلف ولتاژ آستانه تکرار کنید، اما از تمامی داده‌های قابل قبول(طبق بند ۶-۳) از هر دو نمونه برای تعیین رابطه بین تراکم ذرات و تنظیمات آستانه در بندهای ۶-۴ و ۶-۵ استفاده کنید.

۶-۷ بندهای ۶-۱ تا ۶-۵ را یکبار دیگر با استفاده از حداقل ۶ تنظیم مختلف ولتاژ آستانه تکرار کنید، اما از تمامی داده‌های قابل قبول(طبق بند ۶-۳) از هر ۳ نمونه برای تعیین رابطه نهایی بین تراکم ذرات و تنظیمات آستانه استفاده کنید.

۶-۸ یک منحنی کالیبراسیون با استفاده از رابطه بین تراکم ذرات و تنظیمات آستانه که در بند ۶-۷ تعیین شده ایجاد کنید. حداقل ۱۸ اندازه ذره مختلف از داده‌های توزیع اندازه ذرات مناسب انتخاب کنید. فقط ذراتی را انتخاب کنید که در محدوده اندازه واقعی مشاهده شده در بندهای ۶-۳ تا ۶-۷ قرار دارند. این ۱۸ اندازه و تراکم های متناظر و تنظیمات آستانه(که با استفاده از نمودار تراکم در برابر تنظیمات آستانه ایجاد شده در بند ۶-۷ تعیین می‌شود) را در جدول ۳ یادداشت کنید. تنظیمات آستانه متناظر رادر برابر اندازه ذره رسم کنید. از روش رگرسیون آماری برای تعریف منحنی کالیبراسیون و برای درون‌یابی استفاده کنید. برای اندازه‌های خارج از محدوده اندازه مورد استفاده برای کالیبراسیون برون‌یابی انجام ندهید.

در برخی موارد ممکن است نیاز به کالیبراسیون در اندازه‌های ذرات بزرگتر از موارد گزارش شده در SRM 2806 وجود داشته باشد. برای کالیبراسیون APC برای شمارش ذرات بزرگتر از(c)µm ۵۰ ، بهتر است از استاندارد ISO 21501-3 استفاده شود. در هر مورد، به کاربر هشدار داده می‌شود که شمارش ذرات با اندازه-های بزرگ منبع خطاهای بسیاری است. بین تمامی منابع خطا، منابع زیر محتمل‌تر هستند:

الف- ته نشین شدن ذرات بزرگتر در طی تمامی فازهای جمع آوری نمونه، بررسی و تحلیل؛ و

ب- آمار شمارش ذره که به طور ذاتی ضعیف و ناشی از تراکم پایین ذرات بزرگ در نمونه‌های سیالات هیدرولیکی است.

استاندارد ISO 21501-3 روش کالیبراسیون اندازه ذره‌ای است که از کره‌های لاتکس پلی‌استایرن که به صورت تکی پخش شده‌اند، استفاده می‌کند. در مقابل، روش کالیبراسیون توصیف شده در این استاندارد، یک روش کالیبراسیون شمارشی است که از گرد آزمون بسیار پراکنده[1]استفاده می‌کند. هر دو روش رابطه بین ولتاژ آستانه APC و اندازه ذره را تعیین می‌کنند. یک روش کالیبراسیون اندازهذره مانند استاندارد ISO 21501-3 می‌تواند برای ذرات بزرگتر از ۵۰ µm(c) مورد استفاده قرار گیرد زیرا توزیع اندازهذرهNIST مورد استفاده در این استاندارد نیز بر اساس قطر ناحیه برنامه ریزی شدهذرات است. سیگنال آشکار شده توسط APCها برای ذرات بزرگتر از ۵۰ µm(c) به ضریبشکست ذره یا سیال زیاد بستگی ندارد.

اگر روش کالیبراسیون بر مبنای سوسپانسیون کره‌های لاتکس پلی‌استایرن مورد استفاده قرار گیرد، کره‌های لاتکس پلی‌استایرن باید اندازه‌ای مطابق با استانداردهای ملی یا بین المللی داشته باشند و ضریب تغییراتی کمتر از ٪۵ داشته باشند. کره‌های لاتکس پلی استایرن باید در سیال هیدرولیکی MIL-H-5606 با استفاده از روش توصیف شده در پیوستت معلق شوند(اگر ذرات به شکل سوسپانسیون آبی تهیه شوند)، یا به طور مستقیم در MIL-H-5606 با استفاده از فراصوت برای پراکنده کردن ذرات مخلوط شوند(اگر ذرات به صورت خشک تامین شوند).

1- Polydispersed

جدول ۳- خلاصه کالیبراسیون APC

APC ..... مدل ..... تاریخ .....

شماره سریال..... کاربر .....

نوع حس‌گر ..... مدل ..... تاریخ.....

شماره سریال.....

سطح صدا ..... حجم نمونه .....mlدبی جریان .....ml/min

$C_{V,vol}$ ..... % محدوده دبی جریان.....

محدوده خطای برخورد ..... (ذره بر ml)

s_R ..... $\mu m(c)R_R$ ..... %

s_L ..... $\mu m(c)R_L$ ..... %

d ..... $\mu m(c)R$ ..... %

کالیبراسیون اندازه‌گذاری

نمونه کالیبراسیون ..... شماره بچ ..... غلظت .....

اندازه µm(c)	تنظیم آستانه mV	**غلظت ذره مشاهده شده**

تایید دقت شمارش ذرات

اندازه µm(c)	**غلظت ذره توزیع شده** (جدول الف-۱)	**غلظت ذره مشاهده شده**
		۵
		۱۰

۷ارائه داده‌ها

۷-۱همه اندازه‌های ذره را که با استفاده از یک APC کالیبره شده مطابق با این استاندارد، به یکی از شکل-های زیر گزارش دهید:

الف-"µm" یا "میکرومتر"، با عبارت زیر:" اندازه‌های داده شده در این متن با استفاده از یک APC کالیبره شده مطابق با این استاندارد به دست آمده‌اند"؛

ب-"µm(c)" که (c)نشان می دهد که APC مطابق با این استاندارد کالیبره شده است(که در صورت امکان این مورد در متن تعریف می‌شود).

۷-۲ جداول ۲و ۳، ب-۱، پ-۱و ج-۱را در پرونده برای بررسی نگه دارید.

۸ عبارت شناسایی

از عبارت زیر در گزارش‌های آزمون، بروشورها و برگه‌های فروش حین انتخاب برای انطباق با این استاندارد استفاده کنید:

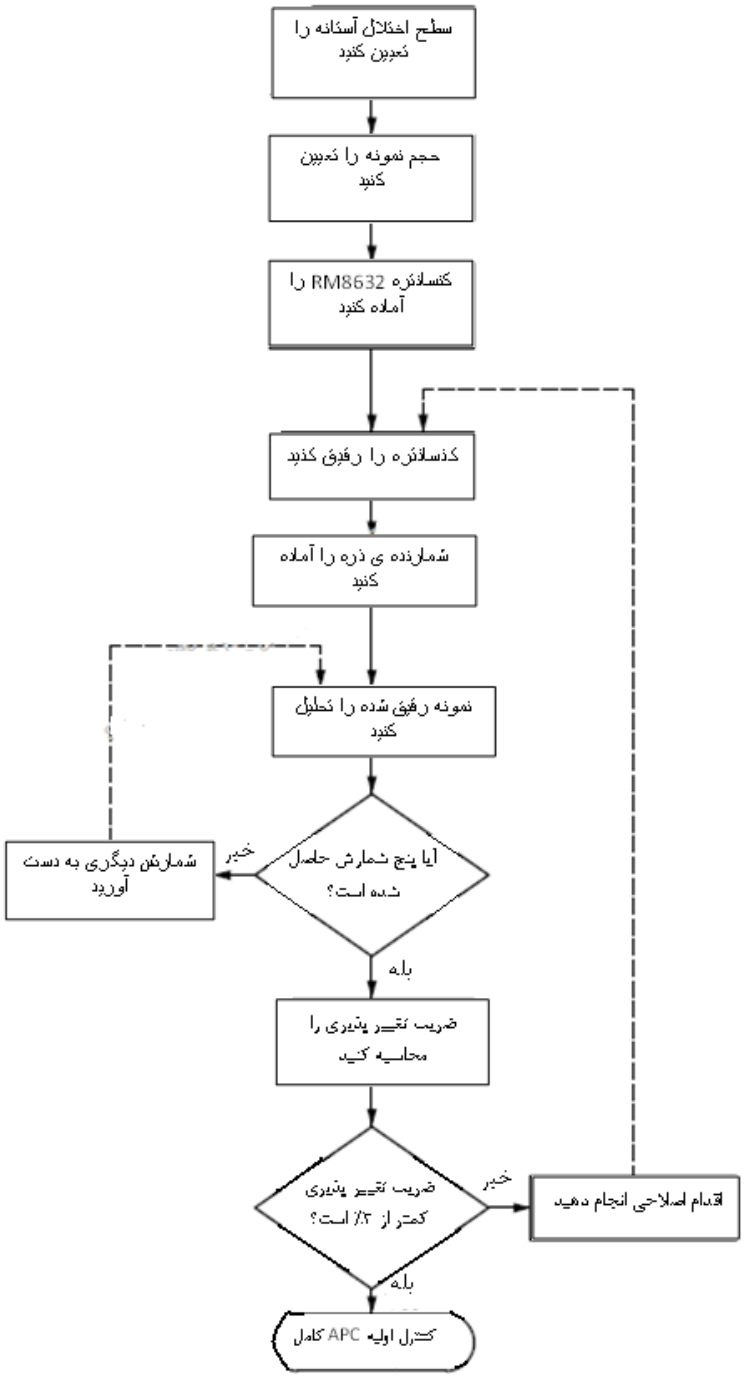
"کالیبراسیون شمارشگرهای خودکارذرات مایعات مطابق با استاندارد ملی ایران.. (ارجاع به این استاندارد ملی ایران)، توان سیال هیدرولیکی- کالیبراسیون شمارشگرهای ذرات خودکار مایعات."

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کنترل اولیه APC

الف-۱نمودار الف-۱ نمودار گردشی روش کنترل اولیه APC است. کنترل اولیه APC را زمانی که یک APC جدید دریافت شده یا تعمیر یا تنظیم مجدد APC یا حس‌گر صورت گرفته، انجام دهید.



نمودارالف-۱- روش کنترل اولیه *APC*

الف-۲سطح اختلال آستانه APC را تحت شرایط بدون جریان با سیال رقیق‌سازی تمیز(بند ۴-۲) در حس-گر تعیین کنید. اطمینان حاصل کنید که سطوح اختلال در تمامی کانال‌های APC تفاوت قابل توجهی نداشته باشند. اگر تفاوت‌های قابل توجهی وجود داشته باشند، APC را مجددا تنظیم کنید. مدل، شماره سریال و تاریخ APC و حس‌گر و سطح اختلال آستانه کانال اول را در جدول‌های ۲،۳، ب-۱، پ-۱و ج-۱ یادداشت کنید.

برای APCهایی که از تحلیل کننده‌های ارتفاع پالس استفاده می‌کنند(در مقابل مدارهای اندازه‌گیری)، فقط سطح اختلال آستانه کانال اول را تعیین کنید. با سازنده APC تماس بگیرید تا نوع APC مورد استفاده را تعیین کند(تحلیل کننده ارتفاع پالس یا نوع مدار اندازه‌گیری).

یادآوری- سازنده APC می‌تواند راهنمایی‌های در مورد چگونگی تعیین سطح اختلال آستانه‌ای توصیف شده در بند الف-۲ ارائه کند.

الف-۳حجم نمونه را که در طی فرآیند شمارش ذره با استفاده از روشی مطابق با یک استاندارد ملی یا بین-المللی واقعا شمارش شده است، تعیین کنید. این مقدار را در جدول ۳ یادداشت کنید و از آن برای محاسبه تراکم ذرات در تمامی کار بعدی استفاده کنید.

یادآوری- با سازنده APC تماس بگیرید تا روش مناسب برای تعیین حجم نمونه را تشخیص دهد.

الف-۴غلظتRM8632 در حدود۱۰۰ mg/l را به شکل زیر آماده کنید:

الف) مقدار مورد نیاز از RM8632 خشک را (±۰٫۱ mg) را به دقت وزن کنید و آن را به یک بطری نمونه تمیز منتقل کنید؛

ب) بطری را تا سه چهارم با مقدار اندازه گیری شده با دقت (±۱ ml) از سیال رقیق‌سازی تمیز پر کنید.

غلظت جرمی غبار را، γ_A، بر حسب میلی‌گرم بر لیتر، را در کنسانتره با استفاده از معادله الف-۱ محاسبه کنید:

$$\gamma_A = \frac{1000\ m}{V_0} \qquad \text{(الف-۱)}$$

که در آن:

m جرم RM 8632 بر حسب میلی‌گرم؛

V_0 حجم سیال رقیق سازی تمیز بر حسب میلی متر است.

غلظتRM 8632 آماده شده در این پیوست نیز برای تعیین محدوده خطای برخورد (پیوست ب) و محدوده دبی جریان (پیوستپ) APC، و هم‌چنین برای تعیین دقت شمارش ذره (پیوستث) مورد استفاده قرار می-گیرد. به همین دلیل، در تعیین تراکم غبار کنسانتره و اینکه کنسانتره آلوده نیست، باید دقت خاصی اعمال شود. عدم موفقیت در این امر می‌تواند سبب شود تا APC مناسب برای استفاده غیر قابل قبول پنداشته شود.

الف-۵بطری را با یک درپوش تمیز بپوشانید و کنسانتره را با دست به شدت تکان دهید. کنسانتره RM 8632 را به مدت حداقل ۳۰ ثانیه به صورت فراصوت پراکنده کنید، سپس با تکان دهنده مکانیکی به مدت حداقل ۶۰ ثانیه آن را تکان دهید تا غبار پراکنده شود.

الف-۶مقدار کنسانتره مورد نیاز برای آماده‌سازی یک رقیق کننده که ٪۲۵ محدوده غلظت برای حس‌گر که توسط سازنده توصیه شده را محاسبه کنید. تراکم تعداد متناظر با تراکم جرم مخصوص می‌تواند از جدول الف-۱ محاسبه شود. مقدار مورد نیاز کنسانتره را به دقت به سیال رقیق سازی تمیز در یک ظرف تمیز نمونه برای به دست آوردن حجم کلی صحیح سوسپانسیون RM 8632 رقیق شده اضافه کنید. یک درپوش بدون ذره روی ظرف حاوی نمونه قرار دهید.

جدول الف-۱- توزیع اندازه ذره برای تایید عملکرد حس‌گر(به بند الف-۶ و ب-۴ رجوع کنید)

اندازه ذره µm(c)	**غلظت ذرات(میلی‌لیتر/ذرات بیشتر از اندازه نشان داده شده برای ۱mg/l نمونه**8632RM**) باید بزرگتر از:**	
	بزرگتر یا مساوی با:	**کوچکتر یا مساوی با:**
۵	۳۳۰۰	۴۵۰۰
۶	۱۵۰۰	۲۵۰۰
۷	۶۶۰	۱۴۰۰
۸	۲۸۰	۷۶۰
۹	۱۲۰	۴۱۰
۱۰	۵۸	۲۲۰
۱۱	۲۸	۱۲۰
۱۲	۱۴	۶۳
۱۳	۷٫۴	۳۴
۱۴	۴٫۱	۱۹
۱۵	۲٫۳	۱۱

الف-۷APC را روی حالت متراکم تنظیم کنید. پایین‌ترین آستانه APC را روی ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه تنظیم کنید. با استفاده از سیال رقیق سازی تمیز، دبی سیال را روی دبی کاری جریان تنظیم کنید. دبی را در جداول ۲، ۳، ب-۱، پ-۱ و ج-۱ یادداشت کنید.

تمامی مراحلباید در دبی جرمی یکسان انجام شود. محدوده‌های دبی جرمی APC در پیوستپ معین شده‌اند. از تمامی داده‌های به دست آمده در دبی‌های خارج از این محدوده‌ها باید صرف‌نظر شود و قسمت متناظر هر مرحله باید با استفاده از دبی جریان مناسب تکرار شود.

الف-۸به روش توصیف شده در بند الف-۵ ذرات را پراکنده کنید. نمونه رقیق‌سازی شده را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب‌ها تا سطح بیایند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل از ۱۰۰۰۰ ذره در اولین کانال برای هر حجم نمونهاندازه‌گذاری شده باشد. ضریب تغییرات اندازه‌گیری حجم، $C_{V,vol}$، را با استفاده از معادله الف-۲ محاسبه کنید:

$$C_{V,vol} = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{N_C \sum_{i=1}^{N_C} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{N_C} X_i\right)^2}{N_C(N_C-1)}} \qquad \text{(الف-۲)}$$

که در آن:

N_C تعداد شمارش‌های ذرات متوالی انجام گرفته (مثلا ۵)؛

$\bar{X}$ تراکم متوسط ذرات، بر حسب ذره بر میلی لیتر، برای پنج شمارش؛

X_i تراکم متوسط ذرات، بر حسب ذره بر میلی لیتر، مشاهده شده برای شمارش i است.

الف-۹ $C_{V,vol}$ باید ٪۳ یا کمتر باشد تا APC مطابق با این استاندارد قابل قبول باشد. $C_{V,vol}$ را در جدول ۳ یادداشت کنید.

با وجود اینکه $C_{V,vol}$ سنجش توانایی نمونه‌گیر بطری در انتقال حجم معین سیال در نظر گرفته می‌شود، اما شامل سایر منابع تغییرات مانند بررسی نمونه و دقت شمارش APC نیز است. بدون در نظر گرفتن منابع تغییرات، $C_{V,vol}$ باید قبل از اقدام به کالیبراسیون ٪۳ یا کمتر باشد.

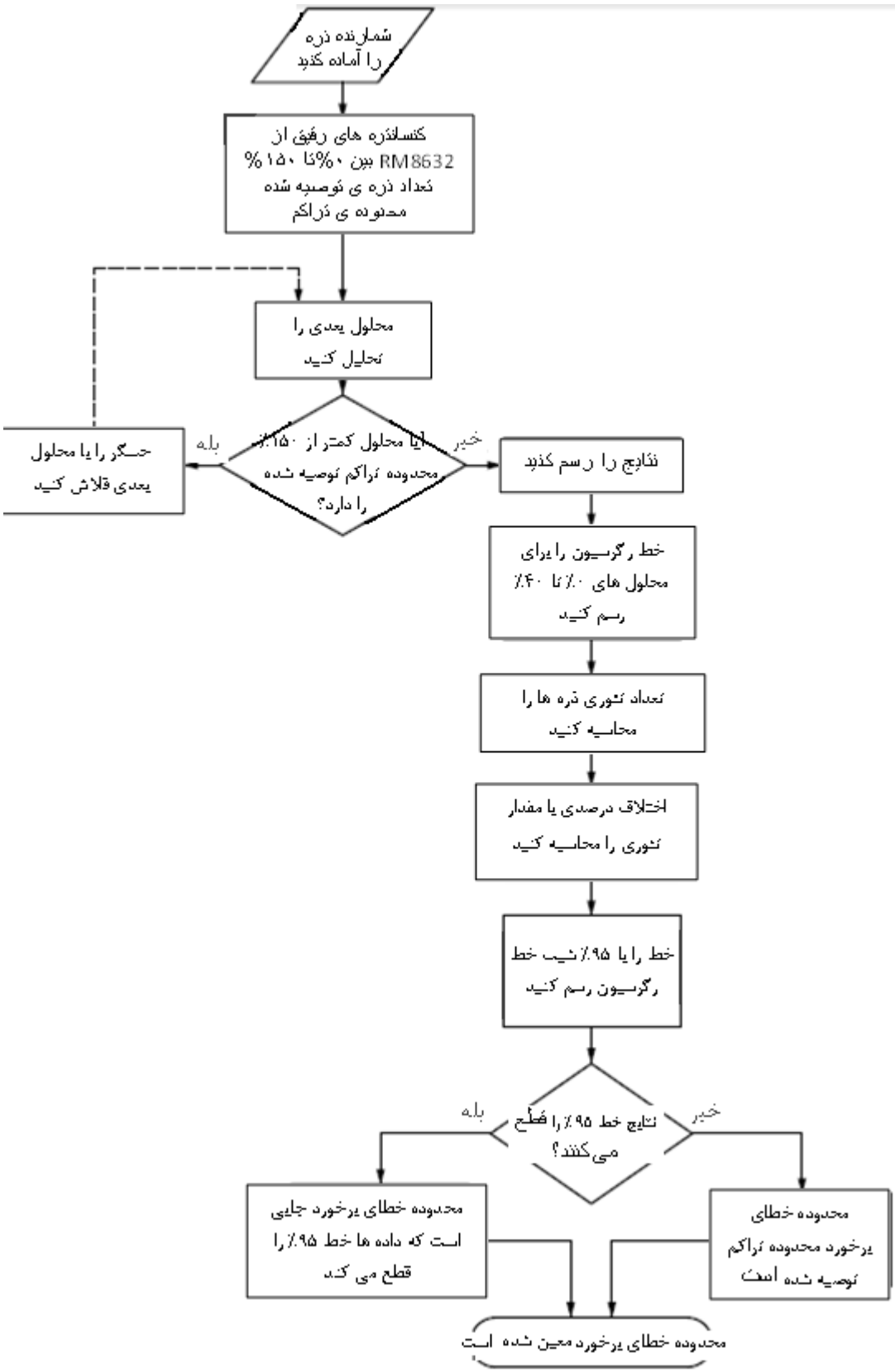
پیوست ب

(اطلاعاتی)

رویه خطای برخورد

ب-۱ نمودار ب-۱ نمودار گردشی فرآیند خطای برخورد است. محدوده خطای برخورد در صورتی که یک APC جدید دریافت شده یا تعمیر یا تنظیم مجدد APC یا حس‌گر صورت گرفته باشد باید تعیین شود.

اندازه خطای برخورد در تراکم تعداد ذره معین، توسط ابعاد فیزیکی حجم مورد بررسی و نیز توزیع اندازه ذره نمونه (که در برگیرنده ذراتی بسیار کوچکتر از آن که شمرده شوند نیز هست)، کنترل می‌شود. محدوده خطای برخورد تعیین شده در این پیوست باید به عنوان نشان‌گر مبنایی که برای تحلیل‌های متداول مفید است در نظر گرفته شود.برای کار دیگر، رقیق‌سازی‌های متعدد یک نمونه باید تحلیل تا ثابت شود که توزیع اندازه ذره نمونه منجر به تراکم تعدادی ذره قابل توجه متفاوت با توزیع تعیین شده با استفاده از این پیوست نمی‌شود.



نمودار ب-۱- روش اجرایی تعیین خطای برخورد

ب-۲APC را روی حالت متراکم تنظیم کنید. پایین ترین آستانه APC را روی ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه یا متناظر با اندازه کوچکترین ذره مورد توجه اگر بزرگتر از ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه باشد، تنظیم کنید. کانال‌های باقیمانده را روی تنظیمات بالاتر که در ترتیب افزایشی قرار دارند، تنظیم کنید.

ب-۳ جریان عبوری از حس‌گر را با استفاده از سیال رقیق‌سازی تمیز روی دبی جریان کاری تنظیم کنید(به بند الف-۷ رجوع کنید). حس‌گر را با حداقل دو بسته۱۵۰mlاز سیال رقیق‌سازی تمیز شستشوی سریع دهید.

ب-۴ محلول‌هایی از کنسانتره آماده شده مطابق بند الف-۴ که ٪۱۰، ٪۲۰، ٪۳۰...تا ٪۱۵۰ محدوده تراکم عددی ذرات توصیه شده توسط سازنده برای حس‌گرهستند را آماده کنید. جدول الف-۱ را می‌توان برای تخمین جرم RM 8632 لازم برای به دست آوردن تراکم عددی ذرات به کار گرفت. مقدار غلظت مورد نیاز، V_1، بر حسب میلی متر، برای هر رقیق‌سازی را با استفاده از معادله ب-۱ محاسبه کنید:

$$V_1 = \frac{X_M V_s L}{100 X_A} \qquad (ب-۱)$$

که در آن:

X_M محدوده تراکم عددی ذره ، بر حسب ذره در میلی لیتر، توصیه شده توسط سازنده؛

V_s حجم نهایی، بر حسب میلی متر، نمونه رقیق‌سازی شده؛

L درصد محدوده توصیه شده توسط سازنده؛

X_A تراکم عددی ذرات کنسانتره، بر حسب ذره در میلی لیتر است.

کنسانتره RM 8632 را به روش تعیین شده در بند الف-۵ پراکنده کنید. مقادیر لازم کنسانتره، V_1، و سیال رقیق‌سازی تمیز (بند ۴-۲) حاوی افزودنی ضد الکتریسیته ساکن را به ظرف حاوی نمونه برای به دست آوردن حجم کلی صحیح اضافه کنید. یک درپوش بدون ذره روی ظرف حاوی نمونه قرار دهید.

ب-۵نمونه‌ها باید بر حسب افزایش تراکم عددی ذره تحلیل و ذرات به روش تعیین شده در بند الف-۵ پراکنده شوند. قبل از شمارش، نمونه را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب‌ها تا سطح بیایند و بطری نمونه را در طی حداقل پنج دقیقه با ملایمت بچرخانید، مواظب باشید تا حباب‌ها وارد مایع نشوند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل ازml ۱۰ برای هر حجم مورد اندازه‌گیری باشد.

داده‌های شمارش ذرات را با استفاده از معیار توصیف شده در بند ۶-۳ ارزیابی کنید. اگر D_Q قابل قبول است، در جدول ب-۱ غلظت جرمی، بر حسب میلی گرم در لیتر، نمونه رقیق شده ، متناظر با تراکم‌های عددی ذرات مورد مشاهده و تراکم عددی متوسط ذره، $\bar{X}$، قبل از اقدام به بند ب-۶ یادداشت کنید. در این مورد، بندهای ب-۴ و ب-۵ را پس از عملیات تصحیحی مناسب تکرار کنید(به یادآوری ۶-۳ رجوع کنید).

جدول ب-۱ – برگه داده خطای برخورد

شمارش‌گر ذره ..... مدل..... تاریخ ..... شماره سریال..... کاربر ..... حس‌گر ..... مدل ..... شماره سریال..... سطح صدا ..... دبی جریان..... تنظیم کانال ..... محدوده دبی.....														
غلظت (mg/l)														
شمارش ۱ (ذره بر ml)														
شمارش ۲ (ذره بر ml)														
شمارش ۳ (ذره بر ml)														
شمارش ۴ (ذره بر ml)														
شمارش ۵ (ذره بر ml)														
$\bar{X}$ (ذره بر ml)														
X_t (ذره بر l)														
E														
محدوده خطای برخورد(شمارش ذره بر ml) = ... $X_t = a\gamma$ $a =$ …….. $r =$ …… به بندهای الف-۲، الف-۷، ب-۵، ب-۷، ب-۸،ب-۹، ب-۱۰ و پ-۱۳ رجوع کنید.														

ب-۶ حس‌گر را با نمونه بعدی که باید شمرده شود با استفاده از حداقل سه برابر حجم نمونه تعیین شده در الف-۳ با جریان سریع لبریز کنید. برای تمام رقیق‌سازی‌های لازم بندهای ب-۵ و ب-۶ را تکرار کنید.

ب-۷تراکم عددی ذره، $\bar{X}$، را به صورت تابعی از غلظت جرمی RM8632، γ، روی یک نمودار خطی- خطی رسم کنید. خط رگرسیون خطی را برای نتایج نمونه‌های با تراکم عددی ٪۱۰ تا ٪۴۰ را با استفاده از روش حداقل مربعات خطا تعیین کنید، و عرض را روی صفر تنظیم کنید. معادله رگرسیون باید از مبدا عبور کند و به شکل معادله داده شده در بند ب-۲ در بیاید:

$$\bar{X} = a\gamma \qquad \text{(ب-۲)}$$

که **a** شیب خط رگرسیون است.

خط رگرسیون را روی نمودار تراکم‌های عددی ذره که از صفر درصد تا ٪۱۵۰ محدوده توصیه شده توسط سازنده رسم کنید. این خط رابطه تئوری بین تعداد ذرات و غلظت جرمی را تعریف می‌کند. در جدول ب-۱ شیب، **a**، و ضریب هم‌بستگی، r، به دست آمده از تحلیل رگرسیون را یادداشت کنید.

ب-۸معادله رگرسیون به دست آمده از بند ب-۷ را برای محاسبه تعداد تئوریکی ذرات در هر تراکم عددی ذره، X_t به کار ببرید. مقدار X_t را برای هر تراکم عددی ذره در خانه مناسب در جدول ب-۱ یادداشت کنید.

ب-۹اختلاف E، که به صورت درصد بیان شده، بین تراکم عددی ذره تئوری، X_t، و تراکم عددی ذره متوسط، $\bar{X}$، برای هر رقیق‌سازی را با استفاده از معادله ب-۳ را محاسبه کنید:

$$E = \frac{\bar{X}-X_t}{X_t} \times 100 \qquad (ب-۳)$$

در جدول ب-۱ مقدار E را برای هر تراکم عددی ذره یادداشت کنید.

ب-۱۰محدوده خطای برخورد حس‌گر را با رسم یک خط با شیب ٪۹۵ رابطه تئوری (به بند ب-۷ رجوع کنید) و همان عرض، b، رابطه تئوری روی نمودار ایجاد شده در ب-۷ را تعیین کنید. کمترین تراکم عددی ذره، بر حسب ذره در میلی لیتر، که در آن خط داده‌ها خط ٪۹۵ را قطع می کند، محدوده خطای برخورد حس‌گر است. اگر خط داده‌ها خط ٪۹۵ را قطع نکند، محدده توصیه شده توسط سازنده را به عنوان محدوده خطای برخورد حس‌گر گزارش دهید و از این مقدار برای تمام کارهای بعدی استفاده کنید. محدوده خطای برخورد حس‌گر را، بر حسب ذره در میلی لیتر، در جدول ۳ و جدول ب-۱ یادداشت کنید.

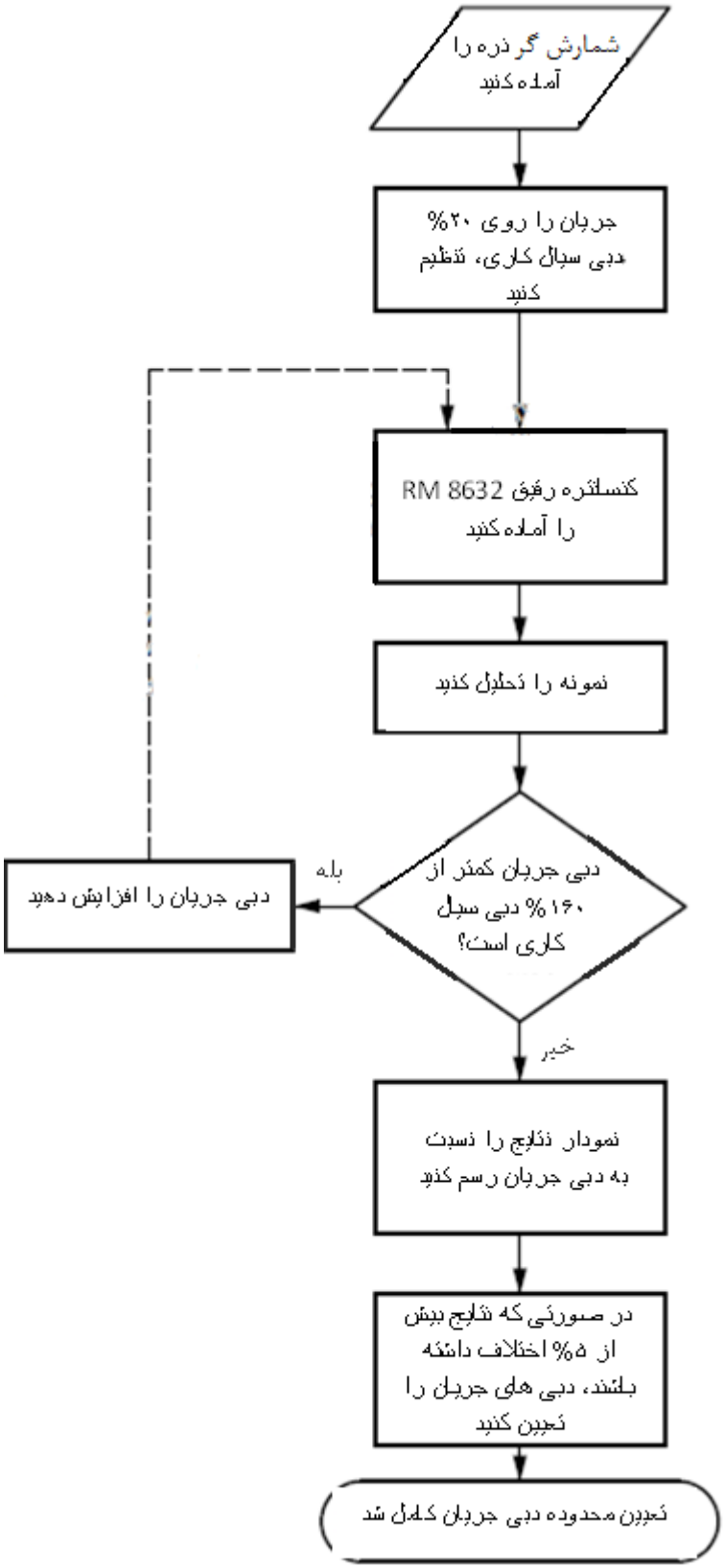
پیوست پ

(اطلاعاتی)

تعیین محدوده دبی جریان

پ-۱نمودار پ-۱ نمودار گردشی فرآیند تعیین محدوده دبی جریان است. محدوده دبی جریان در صورتی که یک APC جدید دریافت شده یا تعمیر یا تنظیم مجدد APC یا حس‌گر صورت گرفته باشد باید تعیین شود.

مهم- استفاده از محدوده‌های دبی تعیین شده در این پیوست در تمامی کالیبراسیون‌های APC و تحلیل نمونه، مهم و اساسی است. کالیبراسیون APC به دبی جریان حساس است. در دبی‌های بالا، ذرات آلوده ممکن است به مدت کافی در حجم مورد بررسی حضور نداشته باشند تا سیگنال الکترونیکی به طور کامل گسترش یابد. هم‌چنین، ممکن است بازه‌های زمان جداسازی متوالی ذره‌ها به اندازه‌ای کوچک باشد که سیگنال‌های الکترونیکی قادر به تشخیص آنها به عنوان ذرات جداگانه نباشند.



نمودارپ-۱رویه تعیین محدوده دبی جریان

پ-۲تاریخ، کاربر، مدل و شماره های سریال APC و حس‌گر را در جدول پ-۱ یادداشت کنید.

جدول پ-۱ –کاربرگ محدوده دبی

APC ..... مدل ..... تاریخ .....

شماره سریال..... کاربر .....

حس‌گر ..... مدل ..... تاریخ .....

شماره سریال.....

سطح صدا .....

دبی کاری جریان.....

محدوده دبی .....

محدوده خطای برخورد .....

	شمارش‌های ذره							
n_{fr}								
دبی جریان								
شمارش ۱								
شمارش ۲								
شمارش ۳								
شمارش ۴								
شمارش ۵								
$\bar{X}$								

پ-۳اگر APCاز نوعی باشد که بتوان دبی جریان را تنظیم کرد، به بند پ-۴ رجوع کنید. اگر از نوع دبی ثابت باشد، به بند پ-۱۴رجوع کنید.

پ-۴APC را روی حالت متراکم تنظیم کنید. ازمنحنی کالیبراسیون تعیین شده در بند ۶-۸، برای تنظیم کانال اول روی $5\mu m(c)$ یا کوچکترین ذره مورد بررسی استفاده کنید. داده‌های سایر کانال‌ها در حین تعیین محدوده دبی جریان نادیده گرفته می‌شوند. عدد دبی جریان، n_{fr}، را برابر با ۱ قرار دهید.

یادآوری- تمامی کانال ها بر حسب افزایش تنظیمات آستانه مرتب می‌شوند، در غیر اینصورت به توصیه سازنده APC عمل می شود.

پ-۵دبی جریان، q، مورد استفاده را با استفاده از معادله پ-۱ محاسبه کنید:

$$q = \frac{n_{fr} q_m}{5} \qquad (\text{پ-۱})$$

که در آن:

n_{fr} عدد دبی جریان؛

q_m دبی کاری جریان، بر حسب میلی لیتر بر دقیقه است.

با استفاده از سیال رقیق سازی تمیز، دبی جریانی تقریبا برابر با q ایجاد کنید.

پ-۶نمونه‌ای از RM 8632 در سیال رقیق‌سازی تمیز همان طور که در بندهای الف-۴ تا الف-۶ تعیین شده است، آماده کنید.

پ-۷نمونه را با دست به شدت تکان دهید. نمونه را به مدت حداقل ۳۰ ثانیه به صورت فراصوت پراکنده کنید، سپس با تکان دهنده مکانیکی به مدت حداقل ۶۰ ثانیه آن را تکان دهید تا غبار پراکنده شود.

پ-۸نمونه را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب‌ها تا سطح بیایند و بطری نمونه را در طی حداقل پنج دقیقه با ملایمت بچرخانید، مواظب باشید تا حباب‌ها وارد مایع نشوند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل از ml ۱۰ از نمونه غبار آماده شده در بندپ-۵ باشد. دبی جریان و تعداد ذرات مشاهده شده در μm(c) ۵ یا کوچکترین ذره مورد بررسی برای هر مقدارN نشان داده شده در جدول پ-۱ را یادداشت کنید.

پ-۹داده شمارش ذرات را با استفاده از معیار توصیف شده در بند ۶-۳ ارزیابی کنید. اگر D_Q کمتر یا مساوی مقدار مناسب نشان داده شده در جدول پ-۲ باشد، به بند پ-۹ مراجعه کنید. اگر D_Q بزرگتر از مقدار مناسب نشان داده شده در جدول پ-۲ باشد، از داده‌ها صرف‌نظر کنید و به دنبال خطایی در روش تحلیلی باشد. بندهای پ-۶ تا پ-۸ را پس از انجام عملیات تصحیح مناسب تکرار کنید (به بند ۶-۳ رجوع کنید).

جدول پ-۲بیشینه اختلاف مجاز ، که به صورت درصد بیان شده، بر حسب شمارش بین اجراها

اگر $\bar{X}$ (تعداد متوسط شمارش ها)		گام۱: از این مقادیر برای‌بیشینه مجازD_Qبرای نمونه‌های مجزا استفاده کنید(بندهای ۶-۳،ب-۵، پ-۹، ت-۴، ت-۸، ج-۵)	گام ۲:از این مقادیر برای بیشینه مجازC_V زمانی که تعداد نمونه‌های مورد بررسی(بندهای ج-۵وث-۹)				
بزرگتر یا مساوی با	کوچکتر		N=۳	N=۶	N=۱۰	N=۲۰	N=۴۰
۱۰۰۰۰		۱۱٫۰	۷٫۸	۵٫۳	۴٫۰	۲٫۷	۱٫۸
۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۱٫۳	۷٫۸	۵٫۳	۴٫۰	۲٫۷	۱٫۹
۲۰۰۰	۵۰۰۰	۱۱٫۹	۷٫۹	۵٫۴	۴٫۱	۲٫۹	۲٫۱
۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۳٫۴	۸	۵٫۶	۴٫۳	۳٫۱	۲٫۴
۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵٫۶	۸٫۲	۵٫۹	۴٫۷	۳٫۶	۲٫۹
۲۰۰	۵۰۰	۱۹٫۳	۸٫۹	۶٫۸	۵٫۷	۴٫۷	۴٫۱
۱۰۰	۲۰۰	۲۷٫۵	۱۰٫۰	۸٫۰	۷٫۰	۶٫۱	۵٫۵

پ-۱۰تراکم ذره متوسط مشاهده شده، $\bar{X}$، بر حسب ذره در میلی لیتر، را محاسبه کنید، و این نتیجه را در جدول پ-۱ یادداشت کنید.

پ-۱۱اگر $n_{fr} \geq ۸$ ، به بند پ-۱۲مراجعه کنید. در غیر این صورت، n_{fr} را یکی افزایش دهید و بندهای پ-۴ تا پ-۱۰ را تکرار کنید.

پ-۱۲تعداد شمارش‌ها را به صورت تابعی از دبی جریان روی یک نمودار خطی-خطی رسم کنید و نقاط داده‌ها را با یک منحنی به یکدیگر وصل کنید.

پ-۱۳دبی‌های جریان بیشتر و کمتر از دبی کاری که باعث می‌شوند حاصل شمارش بیش از ٪۵دبی کاری جریان مشاهده شده تفاوت داشته باشد، را تعیین کنید. این مقادیر محدوده‌های دبی APC هستند. محدوده‌های دبی جریان را در جداول ۳، ب-۱و پ-۱یادداشت کنید.

پ-۱۴دبی جریانی تقریبا برابر با دبی کاری جریان ایجاد کنید. پنج نمونه را به روشی که در بندهای پ-۶ تا پ-۹ تعیین شده آماده و تحلیل کنید. تعداد دفعات شمارش مشاهده شده در (c)μm ۵یا کوچکترین ذره مورد بررسی برای هر نمونه در جدول پ-۱ یادداشت کنید.

پ-۱۵متوسط انحراف استاندارد، و ضریب تغییرات را برای پنج نمونه تحلیل شده در بند پ-۱۴محاسبه کنید. اگر ضریب تغییرات پنج نمونه کمتر یا مساوی با٪۳ باشد، APC مشخصه‌های دبی جریان این استاندارد را برآورده می‌کند. اگر ضریب تغییرات پنج نمونه بزرگتر از ٪۳ باشد، APC غیر قابل قبول است و باید تعمیر یا جایگزین شود.

به طور ایده‌آل، APC همیشه در دبی کاری جریان مورد استفاده قرار می گیرد.APCهاباید در دبی‌های جریانی که مورد استفاده هستند، کالیبره شوند. APC باید در محدوده‌های دبی جریان تعیین شده در این پیوست مورد استفاده قرار گیرد. اگر هر یک از داده‌های مورد استفاده برای کالیبراسیون اندازه با استفاده از دبی‌های جریان خارج از این محدوده‌ها به دست آمده باشند، کالیبراسیون اندازه باید در محدوده این دبی-های جریان تکرار شود.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

تعیین وضوح

ت-۱نمودار ت-۱ نمودار گردشیروش اجرایی تعیین وضوح است. تعیین وضوح در صورتی که یک APCجدید دریافت شده یا تعمیر یا تنظیم مجدد APC یا حس‌گر صورت گرفته باشد باید تعیین شود.

وضوح باید با استفاده از سوسپانسیون کره لاتکس پلی استایرن با اندازه اسمی ذره۱۰ µm تعیین شود. از آنجایی که وضوح به شکل تابعی از اندازه ذره تغییر می‌کند، ممکن است زمانی که نیاز به دقت بالایی وجود دارد، کاربرها بخواهند وضوح را در ذره‌های کوچکتر تعیین کنند. کوچکترین ابعادی که وضوح بهتر است سنجیده شود ۲٫۱ برابر سطح اختلال آستانه‌ای APC است(به پیوست الف رجوع کنید). از منحنی کالیبراسیون تعیین شده در بند ۶ برای تعیین اندازه بحث شده در ت-۳ استفاده کنید. بهتر است کاربرها آگاه باشند کهممکن است اثر تصنعی اپتیکی به وجود بیاید که منجر به نتایجی با وضوح پایین شود. اگر وضوح پایین حاصل شد، با سازنده APC تماس بگیرید تا دلیل آن معین شود و در مورد عکس‌العمل مناسب بحث کنید.

یادآوری-این روش‌ها می‌توانند به صورت دستی یا با استفاده از نرم افزار مناسب برای APCهایی با ریزپردازنده[1] انجام گیرند. به صورت جایگزین، وضوح را می‌توان از طریق استفاده از MCAتعیین کرد. چنین روشی قابل قبول است، به این شرط که رابطه بین ولتاژ اندازه‌گیری شده MCA و تنظیم آستانه APC ایجاد شود. در کل، از یک MCA نتایج سریعتر و دقیق‌تری از روش دیفرانسیلی نیم شمارش[2]به دست می‌آید.

ت-۲نمونه‌ای از سوسپانسیون کره لاتکس پلی‌استایرن را به رروش زیر آماده کنید:

الف- حجم کنسانتره کره لاتکس پلی‌استایرن(بند ۴-۱) را که باید به سیال رقیق سازی ذرات معلق *OT* اضافه شود(بند ۴-۳) تا غلظت ذره‌ای که تقریبا ٪۲۵ محدوده غلظت برای حس‌گر است را محاسبه کنید؛

ب- حجم کنسانتره V_0مورد نیاز برای ساختن سوسپانسیون کره لاتکس پلی استایرن را ، بر حسب میلی لیتر، با استفاده از معادله ت-۱ محاسبه کنید:

$$V_0 = \frac{V_S X_L \pi d_L^3}{6\times10^{10}\times w_s} \qquad (ت-۱)$$

که در آن:

V_S حجم نهایی، بر حسب میلی لیتر، سوسپانسیون کره لاتکس پلی استایرن ؛

X_L تراکم ذرات مطلوب، ذره در میلی لیتر، ؛

d_lقطر متوسط، بر حسب میکرومتر، کره‌های لاتکس پلی‌استایرن نشان داده شده در گواهی تحلیل (بند ۴-۱)؛

1- microprocessor
2-half-count

w_s محتوی جامد، که به صورت درصد کسر جرمی بیان شده، در کنسانتره کره لاتکس پلی‌استایرن(این مقدار عموما توسط سازنده کره‌های لاتکس پلی استایرن ارائه می‌شود) است.

پ- نمونه را با دست به شدت تکان دهید، سپس نمونه را به مدت حداقل ۳۰ ثانیه به صورت فراصوت پراکنده کنید، در نهایت با تکان دهنده مکانیکی به مدت حداقل ۱ دقیقه آن را تکان دهید تا کره‌های لاتکس پلی‌استایرن معلق شوند؛

ت- سوسپانسیون کره‌های لاتکس پلی‌استایرن را با اضافه کردن مقدار مورد نیاز کنسانتره کره لاتکس پلی-استایرن، V_0، به ظرف حاوی نمونه که تقریبا تا ٪۷۵ از سیال رقیق‌سازی ذرات معلق OT (بند ۴-۳) پر شده است و پراکنده کردن نمونه توسط تکان دادن مکانیکی برای حداقل ۱ دقیقه آماده کنید.

رقیق‌سازی نهایی سوسپانسیون کره لاتکس پلی‌استایرن که در واقع شمارش شده است باید در ظاهر زلال باشد. تیرگی نمونه‌ها مدرک کافی نبودن رقیق‌سازی است و باید قبل از انجام تصحیح شود.

ت-۳APC را روی حالت دیفرانسیلی تنظیم کنید. از منحنی کالیبراسیون(به بند ۶ رجوع کنید) برای تخمین تنظیم آستانه که متناظر با اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن است به روش زیر استفاده کنید:

الف- کانال اول را روی ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه APC تنظیم کنید

ب- کانال سوم را روی ولتاژ آستانه متناظر با اندازه کره لاتکس پلی استایرن تنظیم کنید

پ- کانال دوم را روی ولتاژ آستانه متناظر با ۰٫۷۲ برابر ولتاژ آستانه تنظیم کانال سوم تنظیم کنید

ت- کانال چهارم را روی ولتاژ آستانه متناظر با ۱٫۳۲ برابر ولتاژ آستانه کانال سوم تنظیم کنید.

فقط شمارش ذرات دیفرانسیلی کانال‌های دوم و سوم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یادآوری۱- بندهای ت-۳، ت-۴ و ت-۵ روش پنجره متحرک دیفرانسیلی شمارش نیمه برای تعیین تنظیم آستانه که متناظر با اندازه ی کره لاتکس پلی استایرن میانه است را تعیین می‌کند. این داده‌ها در تعیین وضوح حسگر شاخص هستند. تعیین غیر دقیق تنظیمات آستانه متناظر با اندازه کره لاتکس پلی استایررن می تواند منجر به وضوح پایین حسگر و عدم موفقیت APC در گذراندن مشخصه های عملکردی حسگر شود.

یادآوری ۲- به دلیل تفاوت های خواص اپتیکال کره های لاتکس پلی استایرن و غبار کالیبراسیون (بند ۴-۴)، اندازه ظاهری ذره به دست آمده با استفاده از یک APCکالیبره شده مطابق با این استاندارد متفاوت با اندازه بیان شده توسط تامین کننده کره‌های لاتکس پلی‌استایرن خواهد بود. به عنوان یک تقریب اولیه، اندازه ذره‌ای را انتخاب کنید که ٪۱۰ تا ٪۵۰بزرگتر از اندازه بیان شده توسط تامین کننده کره‌های لاتکس پلی‌استایرن باشد.

یادآوری ۳- برای تعیین سریعتر تنظیم شمارش نیمه، بندهای ت-۳ تا ت-۵ را انجام دهید اما فقط یک شمارش از حداقل ۵۰۰ ذره در کانال دوم را به دست بیاورید(به جای پنج شمارش گفته شده دربند ت-۴). کانال‌ها را به شکل لازم تنظیم مجدد کنید و این فرآیند را تا زمانی که شرط نیم‌شمارش توصیف شده در بند ت-۶ حاصل شود تکرار کنید. با ادامه این روش، بندهای ت-۳ تا ت-۶ را با استفاده از پنج شمارش همان طور که در بند ت-۴ توصیف می‌شود، تکرار کنید.

ت-۴نمونه کره لاتکس پلی‌استایرن رقیق شده را توسط تکان دادن مکانیکی به مدت حداقل یک دقیقه پراکنده کنید. نمونه را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب‌ها تا سطح بالا بیایند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل از ml ۱۰ و ۲۵۰۰ ذره در کانال دوم باشند. داده شمارش ذره را با استفاده از معیار توصیف شده در بند ۶-۳ ارزیابی کنید. اگر D_Q کمتر از مقدار مناسب نشان داده شده در جدول پ-۲ باشد، به بند ت-۵ رجوع کنید. در غیر این صورت، از

داده‌ها صرفنظر کنید و به دنبال وجود خطا در روش تحلیلی باشید. بندهای ت-۲ تا ت-۴ را پس از انجام واکنش تصحیحی مناسب تکرار کنید (به یادآوری ۶-۳ رجوع کنید).

ت-۵اختلاف، **D**، که به صورت درصد بیان شده، بین کانال‌های دوم و سوم را با استفاده از معادله ت-۲ محاسبه کنید:

$$D = \left(1 - \frac{N_2}{N_3}\right) \times 100 \qquad \text{(ت-۲)}$$

که در آن:

N_2 تعداد متوسط ذرات شمرده شده برای کانال دوم؛

N_3 تعداد متوسط ذرات شمرده شده برای کانال سوم است.

اگر مقدار مطلق **D**کمتر یا مساوی با ٪۳ باشد، تنظیم آستانه کانال سوم متناظر با اندازه کره لاتکس پلی-استایرن خواهد بود. در این مورد، به ت-۶ مراجعه کنید. در غیر اینصورت، اگر مقدار **D** منفی باشد، تنظیمات آستانه در بند ت-۳ خیلی بالاست. اگر **D** مثبت باشد، تنظیمات آستانه در **D** خیلی پایین هستند. با استفاده از تنظیمات آستانه برای کانال دوم، سوم و چهارم که تنظیم مجدد شده‌اند، بندهای ت-۳ تا ت-۵ را تکرار کنید. اگر هیچ یک از تنظیمات آستانه منجر به مقدار مطلق D کمتر از ٪۳ نشد، تنظیمات آستانه کانال سوم که منجر به کمترین مقدار مطلق D می‌شود، متناظر با اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن خواهد بود.

ت-۶با استفاده از منحنی کالیبراسیون به دست آمده در بند ۶، اندازه ذره‌ای که متناظر با تنظیمات آستانه کانال سوم است را تعیین کنید. اندازه‌ها و تنظیمات آستانه‌ای که متناظر با ۰٫۹ و ۱٫۱ برابر این اندازه باشند را تعیین کنید.

ت-۷پنج کانال اول APCرا به روش زیر تنظیم کنید:

الف- کانال A، کانال اول را، روی ولتاژ آستانه متناظر با ۰٫۷۲ برابر ولتاژ آستانه کانال C تنظیم کنید؛

ب- کانالB، کانال دوم را، متناظر با اندازه ۰٫۹ برابر کانال C تنظیم کنید؛

پ- کانال C، سومین کانال را، در تنظیمات آستانه متناظر با اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن تعیین شده در بند ت-۵ نگهدارید؛

ت- کانال D، کانال چهارم را، روی اندازه‌ای متناظر با ۱٫۱ برابر کانال C تنظیم کنید؛

ث- کانال E، کانال پنجم را، روی ولتاژ آستانه متناظر با ۱٫۳۲ برابر ولتاژ آستانه کانال C تنظیم کنید.

تنها شمارش‌های دیفرانسیلی در تعیین وضوح مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ت-۸نمونه کره لاتکس پلی‌استایرن رقیق شده را توسط تکان دهنده مکانیکی به مدت حداقل ۱ دقیقه پراکنده کنید. نمونه را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب‌ها تا سطح بالا بیایند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل از ۱۰ ml و ۲۵۰۰ذره در کانال دوم باشند. داده‌های شمارش ذرات را با استفاده از معیار توصیف شده در بند ۶-۳ ارزیابی کنید. اگر D_Q کمتر از مقدار مناسب نشان داده شده در جدول پ-۲ باشد، به بند ت-۹ مراجعه کنید. در غیر این صورت، از داده‌ها صرف‌نظر کنید و به دنبال وجود خطا در روش تحلیلی باشید. بند ت-۸ را پس از انجام واکنش تصحیحی مناسب تکرار کنید(به یادآوری ۶-۳ رجوع کنید).

ت-۹برای هر کانال تراکم دیفرانسیلی متوسط ذره را محاسبه کنید.

ت-۱۰انحراف استاندارد ظاهری APC را با استفاده از معادله‌های ت-۳ و ت-۴ محاسبه کنید:

$$s_L = \frac{d}{6\ln\left[1+2\left({}^{N_B}/_{N_A}\right)\right]} \qquad (ت-۳)$$

$$s_R = \frac{d}{6\ln\left[1+2\left({}^{N_C}/_{N_D}\right)\right]} \qquad (ت-۴)$$

که در آن:

s_L انحراف استاندارد ظاهری چپ یا سمت منفی، بر حسب میکرومتر ؛

s_R انحراف استاندارد ظاهری راست یا سمت مثبت، بر حسب میکرومتر است؛

d اندازه ظاهری کره لاتکس پلی‌استایرن، بر حسب میکرومتر است، با استفاده از منحنی کالیبراسیون حاصل از بند ۶ به دست آمده و تنظیمات آستانه برای کانال سوم حاصل می‌شود؛

N_A تعداد متوسط ذرات برای کانال A؛

N_B تعداد متوسط ذرات برای کانال B؛

N_C تعداد متوسط ذرات برای کانال C؛

N_D تعداد متوسط ذرات برای کانال D است.

ت-۱۱تفکیک‌پذیری سمت مثبت و منفی (R_RوR_L)با استفاده از معادله‌های ت-۵ و ت-۶ محاسبه کنید:

$$R_L = \frac{100\sqrt{s_L^2 - s_I^2}}{d} \qquad (ت-۵)$$

$$R_R = \frac{100\sqrt{s_R^2 - s_I^2}}{d} \qquad (ت-۶)$$

که s_I انحراف استاندارد اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن، بر حسب میکرومتر، اظهار شده توسط تامین کننده است.

وضوح APC، R، R_L یا R_R است، هر کدام که بزرگتر باشد. d، s_L، s_R، R_L، R_R و R را در جدول ۳ یادداشت کنید.

ت-۱۲اگر R کمتر از ٪۱۵ برای کره های لاتکس پلی استرن با اندازه اسمی۱۰µmباشد (به بند ۴-۱ رجوع کنید) و مقدار مطلق اختلاف بین R_R و R_L کمتر یا مساوی با ٪۵ باشد، وضوح حس‌گر قابل قبول است. اگر R بزرگتر یا مساوی ٪۱۵ باشد، یا مقدار مطلق اختلاف بین R_R و R_L بزرگتر از ٪۵ باشد، حس‌گر قابل قبول نیست و نیاز به سرویس مجدد یا جایگزینی دارد. متناوبا، ممکن است خطایی در فرآیند آماده‌سازی یا تحلیل نمونه کره لاتکس پلی‌استایرن وجود داشته باشد، یا خود کره‌های لاتکس پلی‌استایرن الزامات بند ۴-۱ را برآورده نکنند. در این صورت، خطا باید مشخص و تصحیح شود، و فرآیند تعیین وضوح تعیین شده در این پیوست تکرار شود.

یادآوری- یک روش تصحیح وضوح پایین تمیز کردن سیستم مطابق با دستورالعمل های سازنده APC است.

ت-۱۳اگر APC الزامات وضوح بند ت-۱۲ را برآورده نکند، توزیع اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن را با استفاده از یک MAC یا APC در حالت متراکم به روش زیر کنترل کنید:

الف) محدوده اندازه متناظر با ۰٫۸۵ و ۱٫۱۵ برابر اندازه کره‌های لاتکس پلی‌استایرن را به روش تعیین شده در بند ت-۶ تعیین کنید. محدوده اندازه را به حداقل ۱۰ فاصله کوچک تقسیم کنید و تنظیمات آستانه متناظر را با استفاده از منحنی کالیبراسیون به دست آمده در بند ۶ تعیین کنید. تا حد امکان کانال‌ها را به تعداد تنظیمات آستانه تعیین کنید.

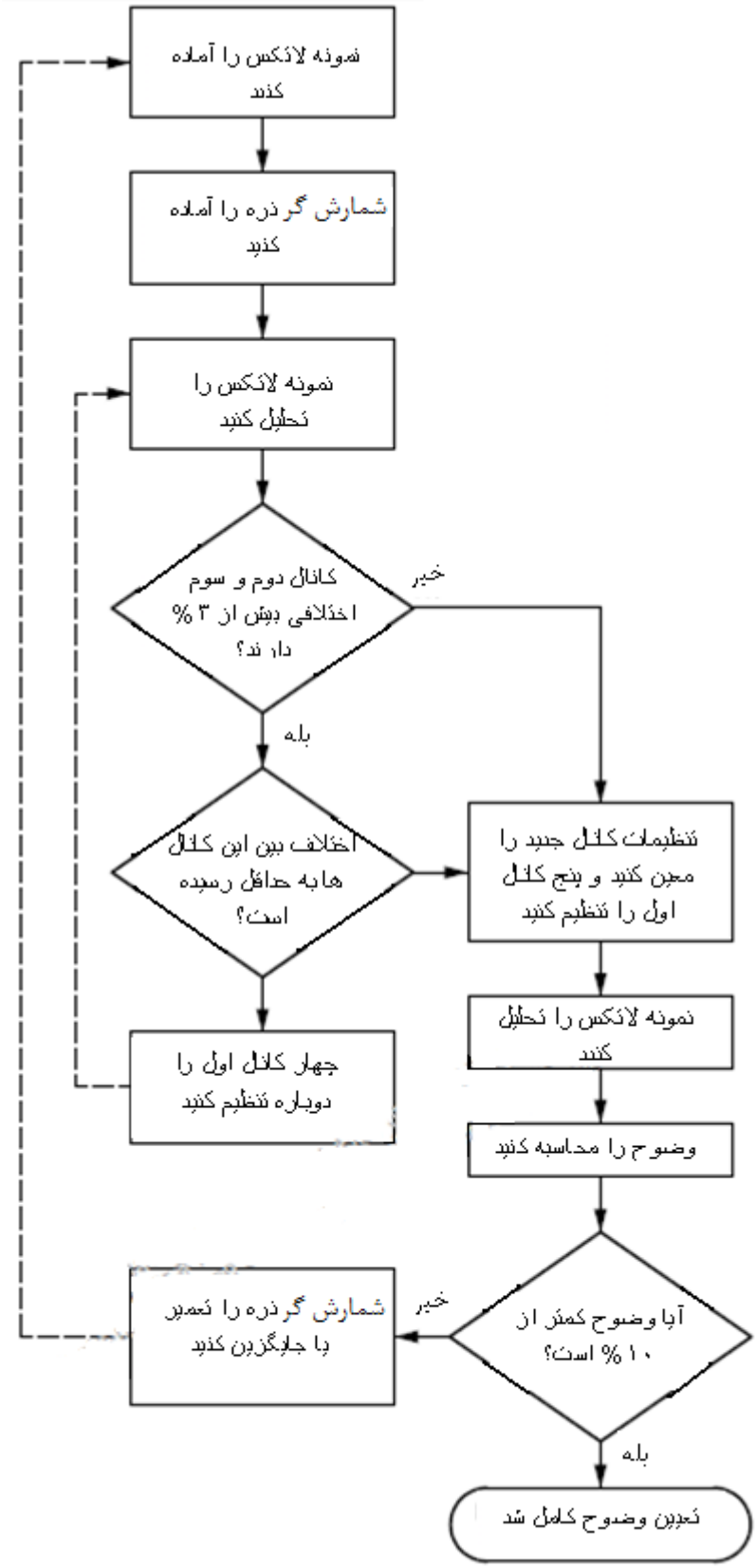
ب) یک نمونه کره لاتکس پلی‌استایرن را به روش توصیف شده در بندهای ت-۲ و ت-۴ آماده و تحلیل کنید، اما APCرا روی حالت متراکم تنظیم کنید. تحلیل‌ها را روی تنظیمات آستانه مختلف تکرار کنید تا تعداد کافی از ذرات برای تمامی فواصل کوچک اندازه به دست آید. درحین تکرار تحلیل‌ها، کانال متناظر با کوچک‌ترین اندازه را تغییر ندهید.

پ) نتایج هر اقدام را با بیان تعداد شمارش‌ها در هر کانال به صورت درصدی از دفعات کلی مشاهده شده در کوچکترین کانال برای همان اجرا نرمالیزه کنید. نتایج نرمالیزه شده را بر حسب اندازه صعودی در جدول گردآوری کنید. برای هر اندازه، درصد اختلاف را با تفریق نتایج متراکم برای هر اندازه از نتایج متراکم برای بزرگ‌ترین اندازه بعدی محاسبه کنید.

ت) نمودار نتایج دیفرانسیلی را در برابر اندازه رسم کنید و یک منحنی از داده‌ها رسم کنید.

منحنی رسم شده در بند ت بهتر است گوسی[1] (به شکل زنگ) شکل و بدون هیچ نقطه ماکزیمم ثانویه‌ای باشد، و بهتر است درصد های اختلاف در کوچکترین و بزرگترین اندازه ها صفر باشد. اگر این امر مشاهده شد و APC الزامات وضوح ت-۱۲ را برآورده نکرد، APCباید تعمیر یا سرویس شود، در غیر اینصورت تعداد بیشتری از فواصل کوچک باری تعیین توزیع اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن مورد نیاز است. اگر این امر مشاهده نشود، به دنبال ایرادی در کره‌های لاتکس پلی‌استایرن یا آماده‌سازی نمونه باشید. بدون توجه به دلیل عدم موفقیت APC، وضوح قابل قبول که در بند ت-۱۲تعریف شده، باید حاصل شود تا APC الزامات این استاندارد را برآورده کند.

1- Gaussian



نمودار ت-۱روش اجرایی تعیین وضوح

پیوست ث

(اطلاعاتی)

تایید دقت شمارش ذره

ث-۱نمودار ث-۱نمودار گردشیروش اجرایی تایید دقت شمارش ذره است. عملکرد حس‌گر در صورتی که یک APC جدید دریافت شده یا تعمیر یا تنظیم مجدد APC یا حس‌گر صورت گرفته باشد باید تعیین شود.

ث-۲اگر وضوح تعیین شده در پیوستت معیار قبول توصیف شده در بند ت-۱۲را برآورده کند، به بندث-۳ رجوع کنید. در غیر این صورت، سیستم APC قابل قبول نیست و باید تعمیر یا جایگزین شود.

ث-۳سه نمونه نوعی حاوی۱۰۰mg/l از RM 8632 (بند ۴-۷) معلق در سیال رقیق‌سازی تمیز آماده کنید.

یادآوری- دقیق بودن تراکم غبار در این نمونه بسیار مهم است زیرا نتایج به دست آمده توسط تحلیل آن با مقادیر داده شده در جدول الف-۱ مقایسه می‌شوند. بی دقتی‌های حین آماده‌سازی نمونه یا شمارش می‌تواند باعث انحراف از مقادیر داده شده در جدول الف-۱ شود که می‌تواند منجر به کنار گذاشتن یک حس‌گر قابل قبول شود. سه نمونه۱۰۰mg/l از RM 8632 ممکن است از کنسانتره آماده شده در بند الف-۴ آماده شود. اگر از این روش استفاده شود، برای اجتناب از خطاهای ناشی از وزن کردن، اندازه‌گیری حجم و ته نشین شدن باید دقت زیادی شود. متناوبا، ممکن است فردی بخواهد خرید نمونه-های۱۰۰mg/l از RM 8632از منبع مورد اعتمادی که کارش را تضمین می‌کند، در نظر بگیرد.

ث-۴نمونه را به طور فراصوت به مدت حداقل ۳۰ ثانیه تحریک کنید و سپس به مدت حداقل یک دقیقه با تکان‌دهنده مکانیکی تکان دهید، تا غبار داخل مایع پراکنده شود. تکان دادن نمونه را تا انجام تحلیل آن ادامه دهید.

ث-۵APCرا در حالت متراکم قرار دهید و تنظیمات ولتاژ آستانه را روی حداقل ۶ اندازه مختلف بین۵ µm و ۱۵ µm تنظیم کنید. این تنظیمات باید بزرگتر از ۱٫۵ برابر سطح اختلال آستانه APC و باید شامل کوچکترین اندازه ذره مورد بررسی و نیز ۵ µm(c) و ۱۵ µm(c) باشد. از منحنی کالیبراسیون که در بند ۶ تعیین شده برای تعیین تنظیمات ولتاژ آستانه متناظر با این اندازه‌ها استفاده کنید. اگر حس‌گر قادر به شمارش یکی یا تعداد بیشتر از این اندازه‌ها نباشد، اندازه‌های دیگری در این محدوده انتخاب کنید.

ث-۶دبی جریان را روی دبی کاری تنظیم کنید.

ث-۷نمونه را تحت شرایط خلا یا به صورت فراصوت خالی از گاز کنید تا زمانی که حباب ها تا سطح بیایند. سپس بطری نمونه را حداقل پنج بار با ملایمت بچرخانید، مواظب باشید که حباب‌ها وارد مایع نشوند. حداقل پنج شمارش ذره متوالی به دست آورید، که هر یک حداقل متشکل از۱۰ ml و ۱۰۰۰۰ ذره در ابعاد کوچکترین ذره نمونه باشند. اگر داده‌ها معیار کیفیت توصیف شده در بند ۶-۳ را برآورده کنند، به بند ث-۸ رجوع کنید. در غیر این صورت، از داده‌ها صرف‌نظر کنید و به دنبال وجود خطا در روش تحلیلی باشید.بند ث-۳ تا ث-۷ را پس از انجام واکنش تصحیحی مناسب تکرار کنید (به یادآوری بند ۶-۳ رجوع کنید).

ث-۸ بندهای ث-۴ تا ث-۷ را تکرار کنید تا هر سه نمونه تحلیل شوند.

ث-۹برای هر اندازه ذره، تراکم متوسط ذره، $\bar{X}$ ، و ضریب پراکندگی[1]، C_V، که به صورت درصد بیان شده است، برای سه نمونه را با استفاده از معادله ث-۱ محاسبه کنید:

1- Coefficient of variation

$$C_V = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{N\sum_{i=1}^{N}\bar{X}_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{N}\bar{X}_i\right)^2}{N(N-1)}} \qquad (ث-۱)$$

که در آن:

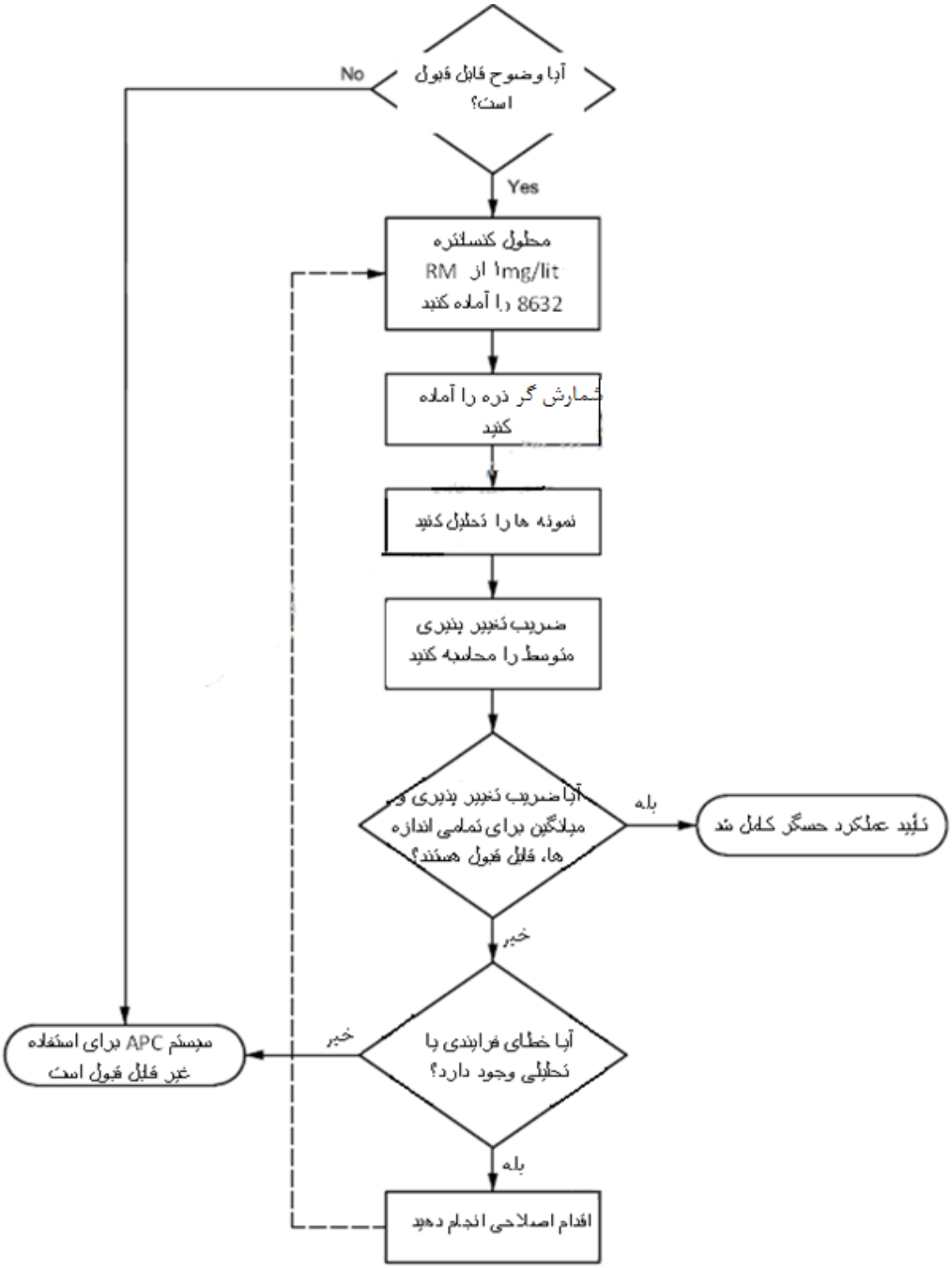
$\bar{X}_i$ تراکم متوسط ذره در اندازه خاصی از نمونه i ؛

N (فقط در این پیوست) تعداد کلی نمونه‌ها است.

اگرCv برای هر اندازه ذره کوچکتر از مقادیر متناظر در جدول پ-۲ باشد، مقدار متوسط برای هر اندازه را با محدوده‌های مناسب داده شده در جدول الف-۱ مقایسه کنید. اگر $\bar{X}$ در محدوده داده شده در جدول الف-۱برای تمامی شش اندازه قرار داشته باشد، عملکرد حس‌گر تایید شده است. تراکم ذره و تراکم متوسط برای هر اندازه را در جدول ۲ گزارش کنید.

اگر C_V برای اندازه هر ذره بزرگتر از مقادیر متناظر در جدول پ-۲ باشد، از داده‌ها صرف‌نظر کنید و به دنبال وجود خطا در روش تحلیلی باشید. بندهای ث-۳ تا ث-۹ را پس از انجام اقدام اصلاحی مناسب تکرار کنید.

اگر $\bar{X}$ در خارج از محدوده داده شده در جدول الف-۱ برای اندازه‌های ذره بزرگتر یا مساوی بزرگتر یا مساوی ۵ µm(c) باشد، سیستم APC غیر قابل قبول است و باید تعمیر یا جایگزین شود. متناوبا، ممکن است خطایی در فرآیند مورد استفاده برای آماده‌سازی یا تحلیل نمونه‌های تایید در کالیبراسیون وجود داشته باشد. در مورد آخر، خطا باید شناسایی و تصحیح شود و فرآیند پیوستث تکرار شود.



نمودار ث-۱- تایید دقت شمارش ذره

پیوست ج

(اطلاعاتی)

آماده‌سازی و تایید بطری‌های سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه

ج-۱نمودار ج-۱ نمودار گردشیروش آماده سازی سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه است. این پیوست باید برای آماده‌سازی سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه مورد استفاده قرار بگیرد، زمانی که به دلایل اقتصادی یا سایر دلایل به کاربردن سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه به جای سوسپانسیون‌های کالیبراسیون NIST مطلوبتر است. به عنوان مثال، اگر بیش از یک APC باید کالیبره شود، استفاده از سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه ممکن است کاربردی‌تر باشد.

ج-۲حداقل سی بطری از نمونه‌های کالیبراسیون ثانویه را با استفاده از یک سیستم چند مسیره که به طور مناسب و مطابق با ISO 16889 اعتباردهی شده است یا یک سیستم مشابه قادر به مخلوط کردن سوسپانسیونی با حجم کلی حداقل ۸ لیتر آماده کنید. برای آماده سازی نمونه ها از ISO MTD(بند ۴-۶) استفاده کنید. از سیال رقیق سازی تمیز (بند ۴-۲) به عنوان سیال استفاده کنید. تراکم غبار باید به گونه‌ای باشد که تراکم ذرات از ٪۷۵ محدوده خطای برخورد حس‌گر بیشتر نشود. نمونه‌های تهیه شده به این روش را در مکان تمیز، ظروف آب‌بندی شده با درپوش جمع‌آوری و نگه‌داری کنید(به بند ۴-۹ رجوع کنید).

به دلیل قابلیت تغییر بچ به بچ در غبارهای آزمون، استفاده از NIST 8631 توصیه می‌شود.

یادآوری-زمان مجاز جهت نگهداری نمونه‌های کالیبراسیون ثانویه برابر با سوسپانسیون‌های کالیبراسیون اولیه NIST است.

ج-۳APC را مطابق با بندهای ۵ و۶ و با استفاده از سوسپانسیون‌های کالیبراسیون اولیه NIST کالیبره کنید. APC مورد استفاده برای تایید بطری‌های نمونه‌های سوسپانسیون کالیبراسیون ثانویه باید تمام مشخصه‌های عملکرد APC توصیف شده در این استاندارد را برآورده کند. در صورتی که امکان انتخاب یک APC وجود داشته باشد، APC با بهترین عملکرد، بر حسب مشخصه‌های خطای برخورد، سطح اختلال آستانه، وضوح و غیره باید مورد استفاده قرار بگیرد.

ج-۴اندازه‌های ذره و تنظیمات ولتاژ آستانه متناظر را با استفاده از معیار تعیین شده در بند ۶-۲ انتخاب کنید.

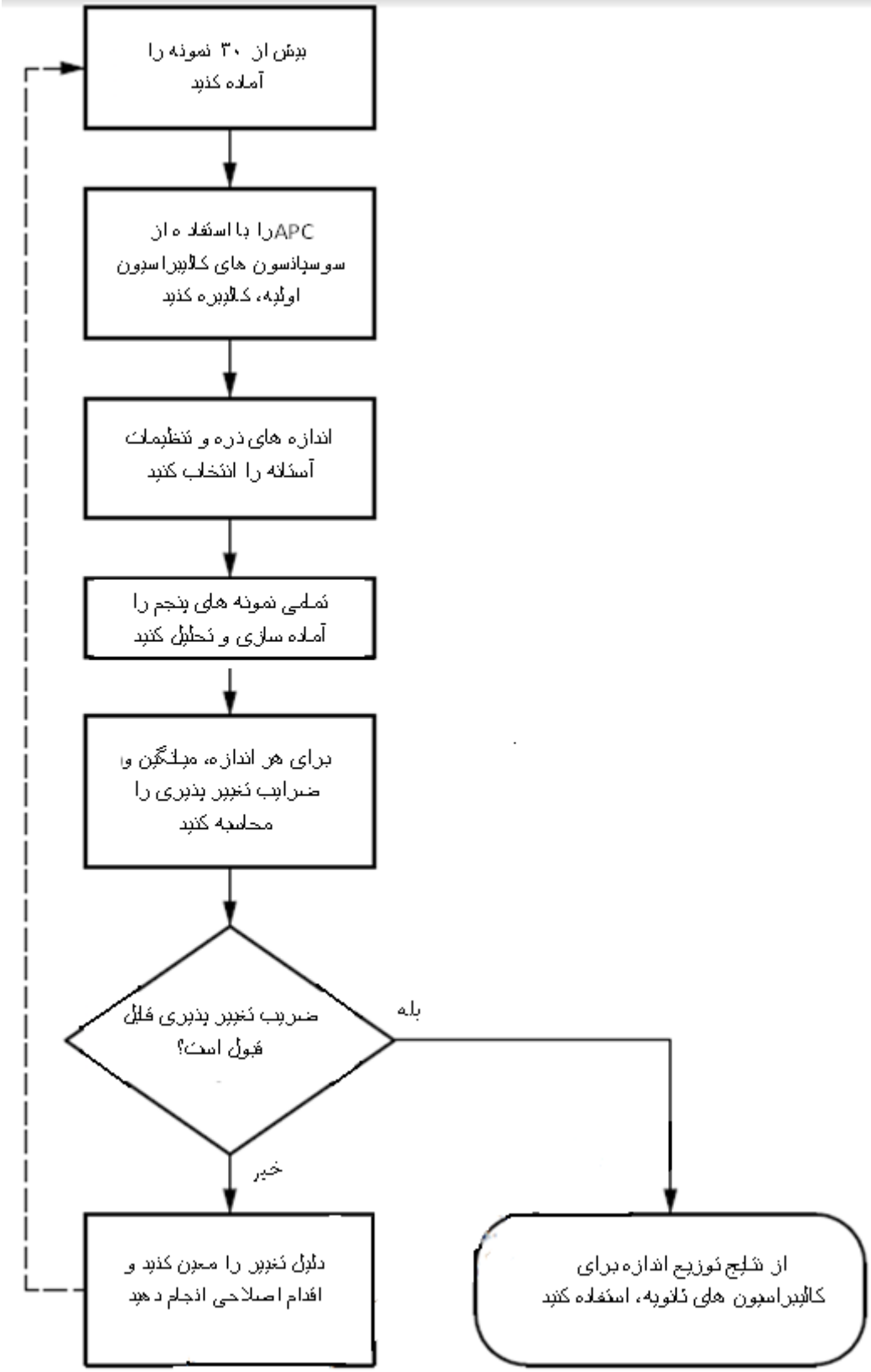
ج-۵هر یک از بطری‌های پنجم تهیه شده در بند ج-۲ را مطابق با بندهای ۶-۲ و ۶-۳ تحلیل کنید.

داده‌های شمارش ذرات را برای هر نمونه با استفاده از معیار توصیف شده در بند ۶-۳ ارزیابی کنید. اگر D_Q کمتر از مقدار مناسب نشان داده شده در جدول پ-۲ باشد، داده حاصل از این نمونه را قابل قبول در نظر بگیرید. اگر D_Q بزرگتر از مقدار مناسب نشان داده شده در جدول پ-۲ باشد، به دنبال خطایی در روش تحلیل باشید، از داده‌ها صرف‌نظر کنید و بطری نمونه بعدی را فقط پس از انتخاب واکنش تصحیح مناسب تحلیل کنید (به یادآوری بند ۶-۳ رجوع کنید).

برای هر تنظیم آستانه، میانگین، انحراف استاندارد و ضریب تغییرات را با استفاده از معادله ث-۱ محاسبه کنید. اگر C_V برای هر تنظیم آستانه کمتر از مقدار متناظر انتخاب شده از جدول پ-۲ باشد، برای محاسبه میانگین، انحراف استاندارد، داده‌های توزیع اندازه متناظر برای این سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه را

تعریف کنید که برای کالیبراسیون ثانویه سایر APCها مورد استفاده قرار گیرند. جدول ج-۱ را با پر کردن داده‌های مورد نیاز کامل کنید. اگر C_V برای هر تنظیم آستانه بیشتر از مقدار متناظر انتخاب شده از جدول پ-۲ باشد، فرآیند آماده‌سازی نمونه را ارزیابی مجدد کنید، بندهای ج-۲ تا ج-۵را پس از انجام واکنش تصحیحی مناسب تکرار کنید.

نمونه‌های کالیبراسیون اولیه و ثانویه نباید جمع‌آوری و استفاده مجدد شوند.



نمودار ج-۱- فرآیند آماده سازی و تایید سوسپانسیون‌های کالیبراسیون ثانویه

جدول ج-۱- برگ داده‌های اعتباردهی سوسپانسیون کالیبراسیون ثانویه

جدول ۳- خلاصه کالیبراسیون APC

APC ..... مدل ..... تاریخ .....

شماره سریال..... کاربر .....

حس‌گر ..... مدل ..... شماره پارت.....

شماره سریال.....

سطح صدا ..... دبی جریان .....ml/min

اندازه ذره، µm(c)							
تنظیم آستانه							
	غلظت ذره متوسط برای بطری نمونه نشان داده شده						
بطری نمونه ۱							
بطری نمونه ۶							
بطری نمونه ۱۱							
بطری نمونه ۱۶							
بطری نمونه ۲۱							
بطری نمونه ۲۶							
بطری نمونه ۳۱							
بطری نمونه ۳۶							
بطری نمونه ۴۱							
بطری نمونه ۴۶							
بطری نمونه ۵۱							
بطری نمونه ۵۶							
بطری نمونه ۶۱							
بطری نمونه ۶۶							
بطری نمونه ۷۱							
بطری نمونه ۷۶							
بطری نمونه ۸۱							
بطری نمونه ۸۶							
بطری نمونه ۹۱							
بطری نمونه ۹۶							
بطری نمونه ۱۰۱							
$\bar{X}$(ذره بر ml)							
انحراف استاندارد							
C_V							

پیوست چ

(اطلاعاتی)

نوبت گردشی کالیبراسیون APC

چ-۱ کلیات

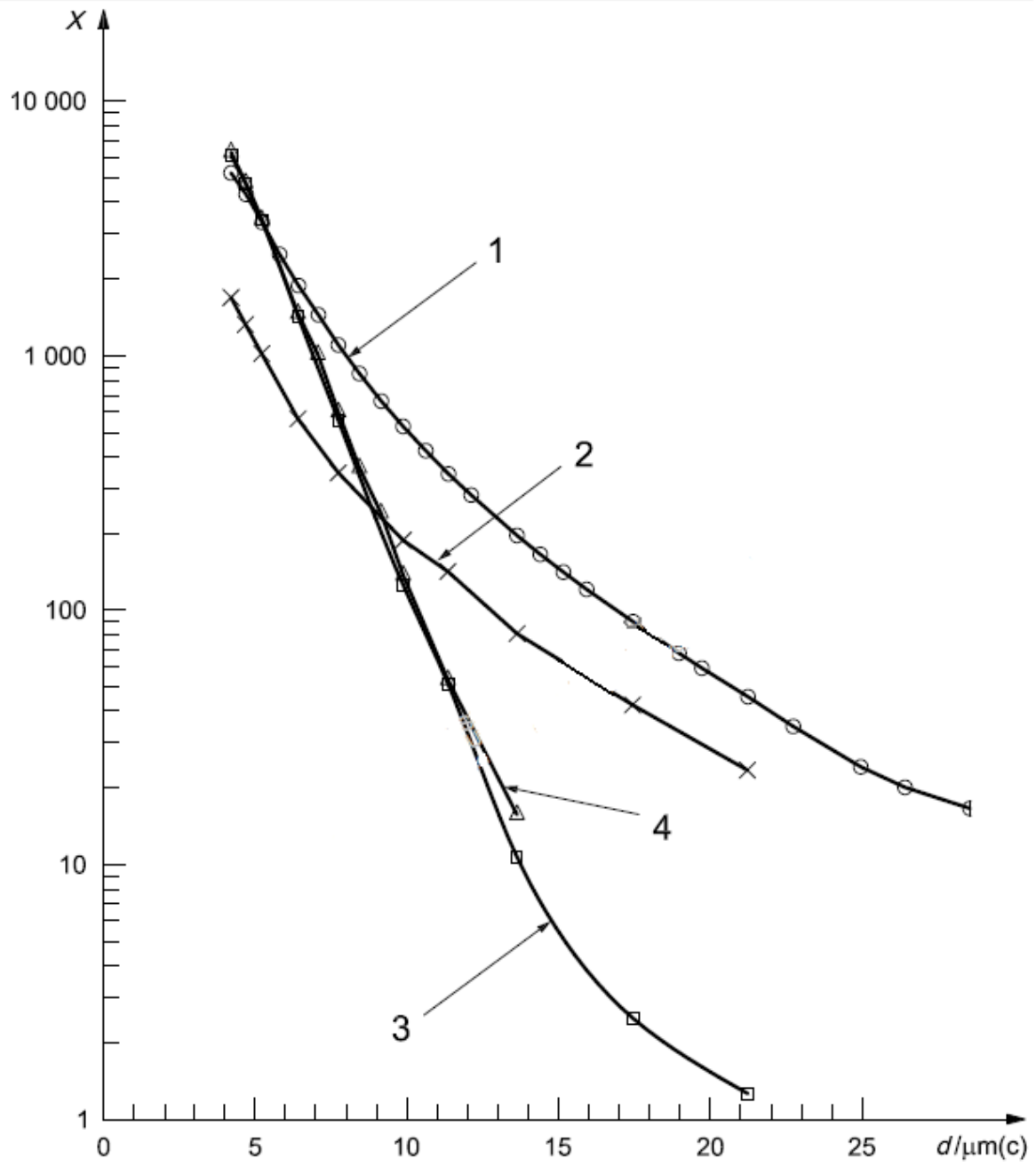
برای ارزیابی پیش‌نویس پیشین این استاندارد یک نوبت گردشی انجام گرفته بود. تنها اختلاف‌های فنی جزئی بین پیش‌نویس قبلی و این استاندارد وجود دارد. آزمایشگاه‌های شرکت کننده در این نوبت گردشی ۲۷ تا بودند. نتایج از APC،۲۹ به دست آمده، که شامل ۲۴ حس‌گر کاهش نور و ۵ حس‌گر پراکندگی نور هستند. روی هم رفته، نوبت گردشی شامل APCهایی تولید شده توسط شش سازنده مختلف شمارش‌گر ذره و دوازده مدل مختلف حس‌گرهای ذره هستند.

به شرکت‌کنندگان نمونه‌هایی از سیال کالیبراسیون، کره‌های لاتکس پلی‌استایرن معلق در روغن، وISOUFTD خشک داده شد. به دلیل اینکه نوبت گردشی قبل از تکمیل گواهینامه NISTی SRM 2806 انجام گرفته بود، به شرکت کنندگان توزیع اندازه سیال کالیبراسیون که با استفاده از روش کالیبراسیون غبار آزمون ریز ISO 4402:1991(ACFTD)ACداده شد. زمانی که گواهی NISTکالیبراسیون نمونه‌های اولیه کامل شدند، اندازه های ذره ACFTDبه دست آمده در نوبت گردشی به اندازه های ذره این استاندارد جدید تبدیل شدند. برای برقراری همبستگی بین اندازه های ذره بدست آمده با استفاده از این استاندارد و استانداردISO 4402:1991، سه آزمایشگاه از نوبت گردشی اصلی پنج APCرا مطابق با این استاندارد و استانداردISO 4402:1991 کالیبره کردند. APCهای شامل نماینده سه سازنده مختلف و پنج گونه مختلف حس‌گر، شامل دو حس‌گر پراکندگی نور و سه حس‌گر کاهش نور هستند. جدول چ-۱ هم‌بستگی حاصل بین استانداردISO 4402:1991اندازه‌های ذره این استاندارد وACFTDاندازه‌های ذره قابل رهگیری NIST را نشان می‌دهد. این جدول برای تبدیل اندازه‌های ACFTD به دست آمده در نوبت گردشی اصلی به اندازه‌های NIST مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول چ-۱ همبستگی بین اندازه‌های ذره به دست آمده از APCهای کالیبره شده مطابق با این استاندارد(سوسپانسیون NIST) و برداشت ISO 4402:1991(ACFTD)

اندازه ذره تعیین شده توسط یکAPCکه مطابق با	
استاندارد ISO 4402:1991کالیبره شده (ACFTD) μm	این استاندارد (سوسپانسیون NIST) کالیبره شده $\mu m(c)$
<۱	۴
۲/۷	۵
۴/۳	۶
۵/۹	۷
۷/۴	۸
۸/۹	۹
۱۰/۲	۱۰
۱۶/۹	۱۵
۲۳/۴	۲۰
۳۰/۱	۲۵
۳۷/۳	۳۰

نمودار چ-۱ توزیع‌های اندازه ذره را برای چهار نوع نمونه غبار نشان می‌دهد: نمونه کالیبراسیون، نمونه تایید، نمونه A و نمونه B. خطوط نشانگر نتایج میانگین گزارش شده توسط آزمایشگاه‌های شرکت کننده برای نوع نمونه مشخص شده هستند. نمونه‌های کالیبراسیون سوسپانسیون‌هایی از ISO MTD در سیال رقیق‌سازی تمیز هستند. این نمونه‌ها توسط همان آزمایشگاه که نمونه‌های سوسپانسیون کالیبراسیون اولیه NISTرا آماده کرده اند، آماده شده اند. ISO MTD در فرآیند آزمون فیلتر چند مسیره ISO 16889 نیز مورد استفاده قرار می گیرد. نمونه های تایید از ISO UFTD خشک و توسط آزمایشگاه های شرکت کننده که در پیوستث توصیف شده است آماده می شوند. توزیع اندازه ISO UFTD مشابه نمونه‌های پایین دست جریان برداشته شده در طی آزمون فیلتر چند مسیره است. مانند نمونه‌های تایید، نمونه A، ۱۰۰ mg/l سوسپانسیونی از ISO UFTD در سیال رقیق‌سازی تمیز است، به غیر از اینکه تمامی این نمونه‌ها توسط یک آزمایشگاه ساخته می‌شوند. نمونه B سوسپانسیونی ازغبارμmصفر تا ۳۰ μm در سیال رقیق سازی تمیز است. توزیع اندازه ذره آن مشابه نمونه‌های گرفته شده از نمونه های بالادست در طی آزمون فیلتر جند مسیره است.



راهنما:

X تراکم، ذره بر میلی لیتر

d اندازه ذره

۱ نمونه کالیبراسیون

۲ نمونه B

۳ نمونه A

۴ نمونه تأیید

نمودار چ۱- توزیع اندازه ذره نمونه‌های نوبت گردشی

چ-۲ نتایج

داده‌های نوبت گردشی برای نمونه‌های تایید، برای نمونه A و نمونه B به طور آماری مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج در جداول چ-۲ تا چ-۴ آورده شده‌اند. میانگین، انحراف استاندارد و بازه اطمینان ٪۹۵ بر اساس لگاریتم داده‌های تراکم ذره انباشته محاسبه شده‌اند. تغییرپذیری در داده‌ها در مرحله اول نتیجه اختلافات در کالیبراسیون است. اندازه‌های واقعی تعیین شده توسط آزمایشگاه‌ها بهتر است به طور نرمال توزیع شوند. زیرا تراکم انباشته با اندازه به صورت لگاریتمی تغییر می‌کند، انتظار می‌رود لگاریتم تراکم‌های انباشته مشاهده شده متناظر به طور نرمال توزیع شده باشند. میانگین، $\bar{X}_{log}$، انحراف استاندارد، s، و ضریب تغییرات، $C_{V,log}$، توسط معادلات چ-۱، چ-۲ و چ-۳ تعریف می‌شوند:

$$\bar{X}_{log} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \log \bar{X}_i}{N} \qquad (\text{چ-۱})$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(\log \bar{X}_i - \bar{X}_{log}\right)^2}{N-1}} \qquad (\text{چ-۲})$$

$$C_{V,log} = \frac{100s}{\bar{X}_{log}} \qquad (\text{چ-۳})$$

که

$\bar{X}_i$ داده غلظت ذره متوسط گزارش شده توسط آزمایشگاه i برای یک اندازه خاص؛

N تعداد APCهای ارائه کننده داده‌ها برای اندازه و نوع مشخص نمونه است.

مقادیر $\bar{X}_{log}$، s، و $C_{V,log}$ در بخش‌های آماری جداول چ-۲، چ-۳ و چ-۴گزارش شده‌اند.

با استفاده از $\bar{X}_{log}$ و s، بازه اطمینان ٪۹۵ برای تراکم ذره و اندازه برای هر نوع نمونه‌ای تقریب زده شد. بازه‌های میانگین، $\bar{X}_G$، بالایی، $\bar{X}_U$، و پایینی، $\bar{X}_L$، بازه‌های اطمینان ٪۹۵ برای تراکم ذره توسط معادلاتچ-۴، چ-۵ و چ-۶ تعریف می‌شوند:

$$\bar{X}_G = 10^{\bar{X}_{log}} \qquad (\text{چ-۴})$$

$$\bar{X}_U = 10^{2s} \times \bar{X}_G \qquad (\text{چ-۵})$$

$$\bar{X}_L = 10^{-2s} \times \bar{X}_G \qquad (\text{چ-۶})$$

با استفاده از نتایج $\bar{X}_G$ وs، بازه‌های اطمینان ٪۹۵ برای اندازه ذره،d_Uو d_L ، برای هر نوع نمونه به دست می-آیند. توزیع‌های اندازه ذره توسط رگرسیون خطی متناظر با $\bar{X}_G$ و داده‌های اندازه ذره تعیین می‌شوند. برای اجتناب از آثار تصنعی آماری، فقط داده‌های اندازه با$n \square 5$ برای رگرسیون مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جداول چ-۲ تا چ-۴ قطرهای متوسط که توسط معادله رگرسیون محاسبه شده‌اند،d، d_Uو d_L را گزارش می‌دهد.

جدول چ۲- نتایج نمونه A

پارامتر	اندازه ذره، µm(c)									
	۴٫۲	۴٫۶	۵٫۱	۶٫۴	۷٫۷	۹٫۸	۱۱٫۳	۱۳٫۶	۱۷٫۵	۲۱٫۲
آمار										
$\overline{X}_{log}$	۳٫۷۹	۳٫۶۸	۳٫۵۳	۳٫۱۵	۲٫۷۵	۲٫۱۰	۱٫۷۱	۱٫۰۳	۰٫۴۰	۰٫۱۰
s	۰٫۰۲	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۶	۰٫۱۰	۰٫۱۴	۰٫۱۶	۰٫۱۷	۰٫۱۵	۰٫۱۷
$C_{V,log}$	۰٫۴۵	۰٫۸۷	۱٫۰۱	۲٫۰۲	۳٫۶۴	۶٫۸۴	۹٫۱۸	۱۶٫۳۵	۳۷٫۴۴	۱۶۸
n	۱۰	۱۹	۶	۲۷	۲۲	۲۸	۴	۲۸	۱۵	۲۶
فواصل اطمینان ٪۹۵ برایغلظتذرات،میلی‌لیتر/ذرات										
$\overline{X}_G$	۶۱۰۵	۴۷۳۹	۳۴۱۴	۱۴۲۰	۵۵۸	۱۲۵٫۶۴	۵۱٫۲۷	۱۰٫۷۴	۲٫۵۰	۱٫۲۶
$\overline{X}_U$	۶۶۰۱	۵۴۸۹	۴۰۲۱	۱۹۰۵	۸۸۴	۲۴۳٫۳۱	۱۰۵٫۶۷	۲۳٫۳۵	۴٫۹۸	۲٫۷۵
$\overline{X}_L$	۵۶۴۷	۴۰۹۲	۲۸۹۹	۱۰۵۹	۳۵۲	۶۴٫۸۸	۲۴٫۸۸	۴٫۹۴	۱٫۲۶	۰٫۵۸
فواصل اطمینان ٪۹۵ برایاندازهذرات، µm(c)										
d	۴٫۲	۴٫۶	۵٫۱	۶٫۴	۷٫۸	۹٫۸	۱۱٫۱	۱۳٫۶	۱۷٫۶	۲۱٫۱
d_U	۴٫۱	۴٫۴	۴٫۸	۶٫۰	۷٫۱	۸٫۹	۱۰٫۱	۱۲٫۲	۱۵٫۴	۱۷٫۲
d_L	۴٫۳	۴٫۸	۵٫۴	۶٫۹	۸٫۴	۱۰٫۷	۱۲٫۲	۱۵٫۴	۲۱٫۱	۳۰٫۳

جدول چ-۳- نتایج نمونه B

پارامتر	اندازه ذره، µm(c)									
	۴٫۲	۴٫۶	۵٫۱	۶٫۴	۷٫۷	۹٫۸	۱۱٫۳	۱۳٫۶	۱۷٫۵	۲۱٫۲
آمار										
$\overline{X}_{log}$	۳٫۲۳	۳٫۱۲	۳٫۰۱	۲٫۷۵	۲٫۵۴	۲٫۲۷	۲٫۱۵	۱٫۹۱	۱٫۶۳	۱٫۳۷
s	۰٫۰۳	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۱	۰٫۰۶	۰٫۰۲	۰٫۰۷
$C_{V,log}$	۰٫۸۱	۰٫۸۶	۱٫۲۶	۱٫۳۰	۱٫۶۳	۱٫۹۴	۰٫۳۷	۳٫۴۰	۱٫۴۹	۵٫۲۴
n	۱۰	۱۹	۵	۲۷	۲۲	۲۸	۳	۲۸	۱۱	۲۶
فواصل اطمینان ٪۹۵ برایغلظتذرات،میلی‌لیتر/ذرات										
$\overline{X}_G$	۱۶۹۲	۱۳۲۶	۱۰۲۰	۵۶۳	۳۴۶	۱۸۸	۱۴۱	۸۰٫۶۵	۴۲٫۳۸	۲۳٫۵۲
$\overline{X}_U$	۱۹۰۹	۱۵۰۱	۱۲۱۴	۶۶۳	۴۱۸	۲۳۱	۱۴۷	۱۰۸٫۶۶	۴۷٫۳۸	۳۲٫۷۵
$\overline{X}_L$	۱۵۰۰	۱۱۷۱	۸۵۶	۴۷۷	۲۸۶	۱۵۴	۱۳۶	۵۹٫۸۶	۳۷٫۹۱	۱۶٫۸۹
فواصل اطمینان ٪۹۵ برایاندازهذرات، µm(c)										
d	۴٫۲	۴٫۶	۵٫۱	۶٫۴	۷٫۸	۹٫۸	۱۱٫۰	۱۳٫۶	۱۷٫۵	۲۱٫۲
d_U	۴٫۰	۴٫۴	۴٫۸	۶٫۰	۷٫۲	۹٫۱	۱۰٫۸	۱۲٫۱	۱۵٫۵	۱۸٫۸
d_L	۴٫۴	۴٫۹	۵٫۵	۶٫۹	۸٫۴	۱۰٫۶	۱۱٫۱	۱۵٫۲	۱۹٫۷	۲۳٫۸

جدول چ-۴- تایید نتایج نمونه‌ها

پارامتر	اندازه ذره، µm(c)										
	۴٫۲	۴٫۶	۵٫۱	۶٫۴	۷٫۱	۷٫۷	۸٫۴	۹٫۱	۹٫۸	۱۱/۳	۱۳/۶
	آمار										
$\log\bar{X}$	۳٫۸۰	۳٫۶۸	۳٫۵۳	۳٫۱۶	۳٫۰۰	۲٫۷۸	۲٫۵۶	۲٫۳۸	۲٫۱۴	۱٫۷۳	۱٫۱۹
s	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۷	۰٫۱۷	۰٫۱۱	۰٫۱۳	۰٫۱۸	۰٫۱۳	۰٫۱۱	۰٫۱۳
$C_{V,log}$	۱٫۰۶	۱٫۱۸	۱٫۱۹	۲٫۰۹	۵٫۶۰	۳٫۹۷	۴٫۹۸	۷٫۶۱	۶٫۲۰	۶٫۴۹	۱۰٫۸۳
n	۸	۲۰	۱۷	۲۵	۳	۲۰	۸	۵	۲۴	۵	۸
	فواصل اطمینان ٪۹۵ برایغلظتذرات،میلی‌لیتر/ذرات										
$\bar{X}_G$	۶۲۸۶	۴۷۶۹	۳۴۱۵	۱۴۵۸	۱۰۰۹	۶۰۰	۳۶۱	۲۴۱	۱۳۷	۵۳٫۲۸	۱۵٫۶۶
$\bar{X}_U$	۷۵۷۰	۵۸۲۷	۴۱۴۶	۱۹۷۷	۲۱۹۰	۹۹۷	۶۴۹	۵۵۵	۲۵۱	۸۹٫۲۶	۲۸٫۴۲
$\bar{X}_L$	۵۲۲۱	۳۹۰۳	۲۸۱۲	۱۰۷۶	۴۶۵	۳۶۱	۲۰۱	۱۰۴	۷۴	۳۱٫۸۰	۸٫۶۳
	فواصل اطمینان ٪۹۵ برایاندازهذرات،µm(c)										
d	۴٫۲	۴٫۷	۵٫۲	۶٫۵	۷٫۰	۷٫۷	۸٫۴	۹٫۱	۹٫۹	۱۱٫۵	۱۳٫۶
d_U	۳٫۹	۴٫۳	۴٫۹	۶٫۰	۵٫۹	۷٫۰	۷٫۵	۷٫۸	۸٫۹	۱۰٫۶	۱۲٫۹
d_L	۴٫۵	۵٫۰	۵٫۵	۶٫۹	۸٫۱	۸٫۴	۹٫۴	۱۰٫۴	۱۰٫۹	۱۲٫۴	۱۴٫۳

چ-۳ نتایج

برای هر سه نوع نمونه نتایج آزمایشگاه‌ها مطابقت خوبی داشتند. زمانی که تعداد ذرات شمارش شده کمتر از ۵۰۰ بود، این انطباق کاهش می‌یافت. زمانی که داده‌های انواع مشابه APC مقایسه می‌شدند این انطباق افزایش می یافت. برای کاهش تغییر پذیری در نتایج، انطباق APCها با سطوح حداقل عملکرد تعریف شده در پیوست‌های الف، ت و ث و اینکه در بازه های تعیین شده در الف،ب ، و پ عمل کنند بسیار مهم است.

پیوست ح
(اطلاعاتی)
نمونه‌ای از محاسبات

ح-۱ مثال ۱- محاسبات معیار کیفیت داده

ح-۱-۱یک نمونه کالیبراسیون مورد تحلیل قرار گرفته و پنج شمارش حاصل مطابق با بند ۶-۳، حاصل شده است. در یک کانال، شمارش‌های ۳۵۷۱۰، ۳۵۲۸۳، ۳۵۳۴۵، ۳۵۳۸۹، و ۴۳۵۲۲ به دست آمده‌اند. با استفاده از معیار کیفیت داده‌های داده شده در بند ۶-۳، آیا نتایج برای استفاده در کالیبراسیون قابل قبول هستند؟

ح-۱-۲ X_{max}، X_{min}، و $\overline{X}$ را بیابید.

$X_{max} = 43\ 522$ و $X_{min} = 35\ 283$

$$\overline{X} = \frac{35\ 710 + 35\ 283 + 35\ 345 + 35\ 389 + 43\ 522}{5} = 37\ 050$$

ح-۱-۳ D_Q را محاسبه کنید.

$$D_Q = \frac{X_{max} - X_{min}}{\overline{X}} \times 100 = \frac{43\ 522 - 35\ 283}{37050} \times 100 = 22{,}24$$

ح-۱-۴ D_Q را با اختلاف درصدی بیشینه مجاز مقایسه کنید؛ به جدول پ-۲ رجوع کنید. از آنجایی که $\overline{X} = 37\ 050$، اختلاف درصدی بیشینه مجاز بهتر است از ردیفی که مقادیر $\overline{X}$ بزرگتر از ۱۰۰۰۰ باشند و از ستون ۳٫۶ انتخاب شوند. بنابراین، مقدار بیشینه مجاز D_Q ۱۱ است.از آنجایی که مقدار محاسبه شده D_Q بزرگتر از این مقدار است، داده قابل قبول نیست و باید برای داده‌های خارج از محدوده مورد آزمون قرار بگیرد.

ح-۱-۵ داده‌ها را برای داده خارج از محدوده احتمالی بررسی کنید. بررسی داده‌های خام نشان می‌دهد که چهار شمارش اول نسبتا به یکدیگر نزدیک هستند(۳۵۷۱۰، ۳۵۲۸۳، ۳۵۳۴۵، و ۳۵۳۸۹)، اما شمارش آخر (۴۳۵۲۲) به نظر بسیار بالاتر می رسد. از آنجایی که احتمال پرت بودن شمارش آخر وجود دارد، $X_0 = 43\ 522$. نزدیکترین شمارش به پرت بودن ۳۵۷۱۰ است، بنابراین، $X_N = 35\ 710$.

ح-۱-۶ D_0 را محاسبه کنید.

$$D_0 = \frac{X_{max} - X}{|X_0 - X_N|} = \frac{43522 - 35\ 283}{43522 - 35710} = 1{,}05$$

ح-۱-۷ بررسی کنید که آیا می‌توان داده پرت را از مجموعه داده‌ها حذف کرد یا نه. از آنجایی که مقدار محاسبه شده D_0 کمتر از ۱٫۴۴ است، می‌توان داده پرت را حذف کرد.

ح-۱-۸ D_Q را با استفاده از چهار شمارش باقی مانده مجددا محاسبه کنید.

حال $X_{max} = 35\ 710$ و $X_{min} = 35\ 283$، بنابراین

$$\overline{X} = \frac{35710 + 35283 + 35345 + 35389}{4} = 35432$$

$$D_Q = \frac{X_{max} - X_{min}}{\overline{X}} \times 100 = \frac{35710 - 35283}{35432} \times 100 = 1{,}20$$

ح-۱-۹ D_Q را با اختلاف درصدی بیشینه مجاز مقایسه کنید؛ به جدول پ-۲ رجوع کنید. از آنجایی که $\bar{X} = 35\ 432$، اختلاف درصدی بیشینه مجاز بهتر است از ردیفی که مقادیر $\bar{X}$ بزرگتر از ۱۰۰۰۰ باشند و از ستون سوم (بند ۶-۳) انتخاب شوند. بنابراین، مقدار بیشینه مجاز D_Q ۱۱ است.از آنجایی که مقدار محاسبه شده D_Q کمتر از این مقدار است، داده قابل قبول است. فرآیند کالیبراسیون را با استفاده از این مقدار جدید برای $\bar{X}$ ادامه دهید.

ح-۲ مثال ۲- ایجاد منحنی کالیبراسیون

ح-۲-۱به بند ۶-۸ رجوع کنید.

با استفاده از داده‌های به دست آمده از تحلیل نمونه‌های کالیبراسیون در بند ۶-۳، رابطه بین تراکم ذره و تنظیمات آستانه را تعیین کنید. این امر در بند ۶-۴ توسط رسم تراکم ذره در برابر تنظیمات آستانه متناظر روی یک نمودار $\log_{10} - \log_{10}$ و با استفاده از فقط نقاط با داده قابل قبول انجام گرفته است. در نمودار ح-۱-ب) نشان داده شده است. از فنون ریاضی مناسب برای ایجاد یک منحنی هموار (نمودار ح-۱، ۱) بین نقاط داده‌ها استفاده کنید.

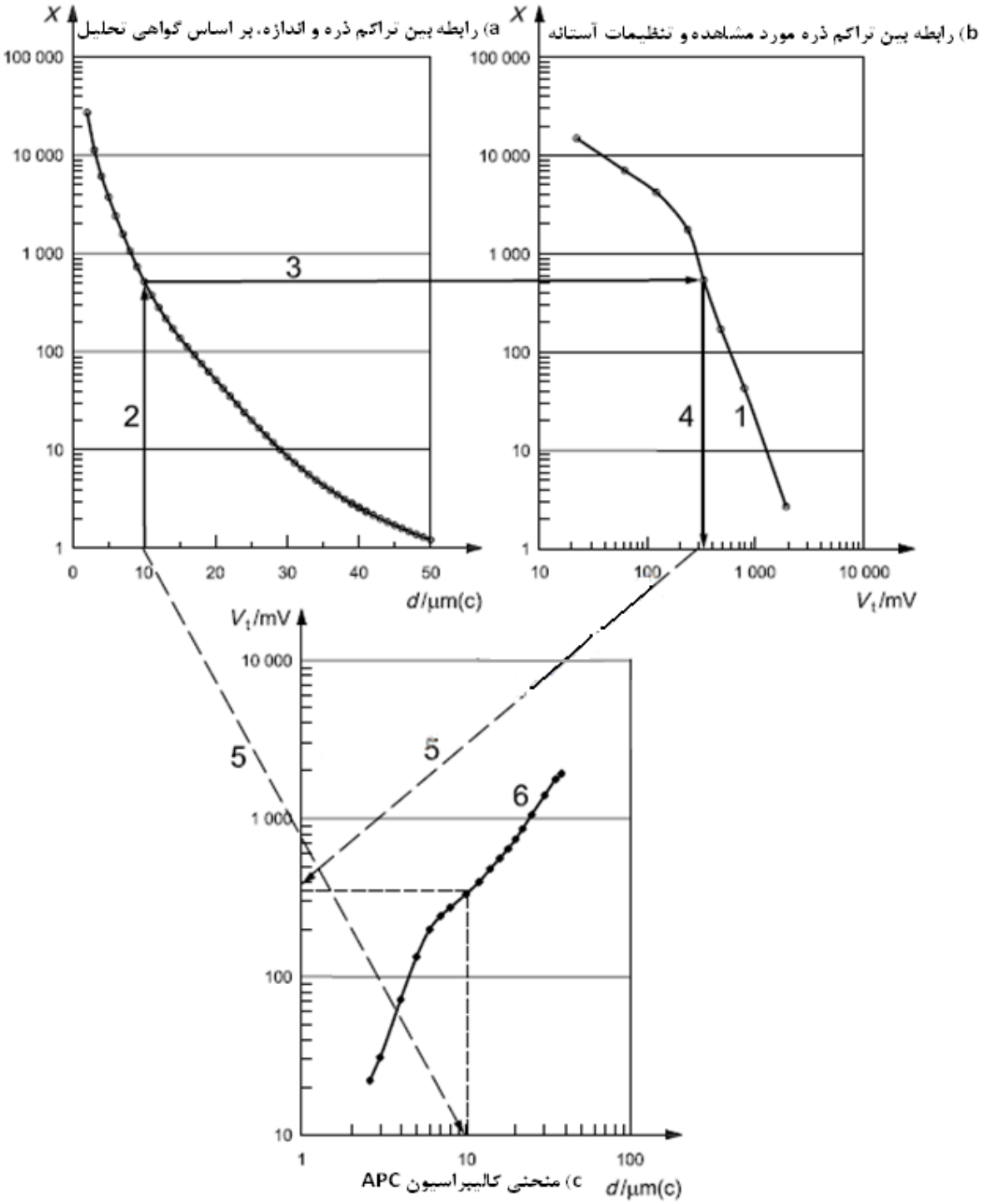
ح-۲-۲اندازه‌های ذره را برای کالیبراسیون انتخاب کنید. برای مقاصد تشریح، یک اندازه ذره(c)μm ۱۰ در این مثال مورد استفاده قرار گرفته است.

ح-۲-۳غلظت ذره متناظر با اندازه‌های ذره از پیش انتخاب شده را تعیین کنید. نمودار ح-۱-الف) رابطه بین غلظت ذره و اندازه ذره براینمونه‌های اولیه کالیبراسیون SRM 2806 مورد استفاده در این مثال را نشان می‌دهد. بردار عمودی (نمودار ح-۱، ۲) نشان می‌دهد که در (c)μm ۱۰، گواهی تحلیل NIST برای نمونه‌ها گزارش می‌دهد که ۵۱۳٫۷ ذره بزرگتر از ml/(c)μm ۱۰وجود دارد.

ح-۲-۴تنظیمات آستانه متناظر با غلظت ذره قبلا معین شده را تعیین کنید. با مراجعه به بردار افقی که دو نمودار را وصل می‌کند (نمودار ح-۱، ۳) می‌توان دید که ۵۱۳٫۷ذره بر میلی لیتر متناظر با تنظیمات آستانه mV ۵۳۹ است (نمودار ح-۱، ۴).

ح-۲-۵تنظیمات آستانه متناظر با اندازه‌های ذره قبلا معین شده را تعیین کنید. در بندهای ح-۲-۳ و ح-۲-۴ معین شد که ۵۱۳٫۷ذره بر میلی‌لیتر متناظر با اندازه ذره (c)μm ۱۰ مطابق با گواهی تحلیل برای نمونه‌ها و تنظیمات آستانه mV ۵۳۹ است. بنابراین، تنظیمات آستانه mV ۵۳۹ متناظر با اندازه ذره (c)μm ۱۰ است (نمودار ح-۱، ۵).

ح-۲-۶بندهای ح-۲-۲ تا ح-۲-۵ را برای اندازه‌های ذره تکرار کنید. از اندازه ذره و نتایج تنظیمات آستانه متناظر معین شده به این روش برای ایجاد منحنی کالیبراسیون استفاده کنید(نمودار ح-۱، ۶).



راهنما:

d اندازه ذره X غلظت ذره / ذره بر میلی لیتر □ اندازه

V_t تنظیم آستانه ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ به بند ح-۲ رجوع کنید.

نمودارح-۱- تشریح چگونگی ایجاد یک منحنی کالیبراسیون با استفاده از اندازه ذره و نتایج تنظیم آستانه متناظر

ح-۳ مثال ۳- معادله رگرسیون برای فرآیند خطای برخورد

ح-۳-۱به بند ب-۷ رجوع کنید.

فرآیند خطای برخورد همان طور که در پیوستب مشخص شده است در ۱٫۵برابر سطح اختلال آستانه انجام می گیرد. جدول ح-۱ فهرست مختصری از نتایج است.

جدول ح-۱- داده‌های مورد استفاده در مثال ۳

محدوده غلظت توصیه شده توسط سازنده %	غلظت غبار، γ	غلظت مشاهده شده، $\bar{n}$ میلی‌لیتر/ذره
صفر	صفر	۶٫۶
۱۰	۰٫۱۲	۱۶۵۴
۲۰	۰٫۲۵	۳۳۴۷
۳۰	۰٫۲۸	۳۸۵۷
۴۰	۰٫۴۰	۵۲۳۵
۵۰	۰٫۴۸	۶۲۸۶

ح-۳-۲تعداد نقاط داده‌ای که می‌تواند برای تعیین رابطه تئوری بین تراکم واقعی و تراکم مشاهده شده ۵ است(N=5 نمایانگر ٪صفر، ٪۱۰، ٪۲۰، ٪۳۰، و ٪۴۰)، از آنجایی که فقط داده٪صفر تا ٪۴۰ می‌توانند برای رگرسیون مورد استفاده قرار گیرند.

$\sum \bar{X}, \sum \gamma, \sum \gamma\bar{X}, \sum \gamma^2$ و $\sum \bar{X}^2$ را محاسبه کنید.

$$\sum \bar{X} = 6.6 + 1\,654 + 3\,347 + 3\,857 + 5\,235 = 14\,099.6$$

$$\sum \gamma = 0 + 0.12 + 0.25 + 0.28 + 0.40 = 1.05$$

$$\sum \gamma\bar{X} = (0 \times 6.6) + (0.12 \times 1\,654) + (0.25 \times 3\,347) + (0.28 \times 3\,857) + (0.4 \times 5\,235) = 4\,209$$

$$\sum \gamma^2 = (0.00)^2 + (0.12)^2 + (0.25)^2 + (0.28)^2 + (0.40)^2 = 0.315\,3$$

$$\sum \bar{X}^2 = (6.6)^2 + (1\,654)^2 + (3\,347)^2 + (3857)^2 + (5\,235)^2 = 56\,219\,843$$

ح-۳-a۳ و r را برای معادله رگرسیون محاسبه کنید.

$$a = \frac{N(\sum \gamma\bar{X}) - (\sum \gamma \sum \bar{X})}{N\sum \gamma^2 - (\sum \gamma)^2} = \frac{(5 \times 4\,209) - (1{,}05 \times 14\,099{,}6)}{(5 \times 0.315\,3) - (1.05)^2} = 13167$$

$$r = \frac{N(\sum \gamma\bar{X}) - (\sum \gamma \sum \bar{X})}{\sqrt{[N\sum \gamma^2 - (\sum \gamma)^2][N\sum \bar{X}^2 - (\sum \bar{X})^2]}}$$

$$= \frac{(5 \times 4\,209) - (14\,009 \times 1{,}05)}{[(5 \times 0.315\,3) - 1.05^2][(5 \times 56\,219\,843) - 14\,009.6^2]} = 0.999$$

ح-۳-۴ از معادله رگرسیون برای محاسبه غلظت تئوری، X_t، برای غلظت٪ ۵۰ (۰٫۴۸ mg/l) استفاده کنید:

$$X_t = a\,\gamma = 13\,167 \times 0.48 = 6\,320.16$$

ح-۴ مثال ۴- تعیین تنظیم شمارش نیمه

ح-۴-۱به بند ت-۵ رجوع کنید.

با استفاده از APC در حالت دیفرانسیلی، تنظیمات آستانه برای چهار کانال اول به روش معین شده در بند ت-۳ تنظیم می‌شود تا زمانی که نتایج جدول ح-۲ به دست آیند. سطح اختلال برای APC، ۳٫۰ mV است.

جدول ح-۲- داده‌های مورد استفاده در مثال ۴

کانال	توصیف	تنظیمات آستانه mV	شمارش های دیفرانسیلی، N_i
۱	۱٫۵ برابر سطح اختلال	$1.5 \times 30 = 4.5$	953
۲	۰٫۷۲ برابر تنظیم کانال سوم	$0.72 \times 57.8 = 41{,}6$	29 592
۳	اندازه متوسط کره لاتکس پلی‌استایرن	5.8	30 250
۴	۱٫۳۲برابر تنظیم کانال سوم	$1.32 \times 57.8 = 76{,}3$	1 774

ح-۴-۲Dرا محاسبه کنید.

$$D = \left(1 - \frac{N_2}{N_3}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{29\,592}{30\,250}\right) \times 100 = 2.18\%$$

ح-۴-۳به این دلیل که مقدار مطلق D کمتر از ٪۳ است، شرط شمارش نیمهحاصل شده و تنظیم آستانه سومین کانال متناظر با اندازه کره لاتکس پلی استایرن است.

ح-۵ مثال ۵- تعیین وضوح

ح-۵-۱به بندهای ت-۱۱ و ت-۱۲ رجوع کنید.

در مثال ۴، تنظیم شمارش نیمه با استفاده از منحنی کالیبراسیون تعیین شده در بند ۶-۸ به دست آمد. این تنظیم متناظر با اندازه ذره(c)۱۳٫۱۲μm (d=۱۳/۱۲μm) است. تنظیم پنج کانال اول مطابق با بند ت-۷ تنظیم مجدد می‌شود و نتایج در جدول ح-۳ حاصل می‌شود.

جدول ح-۳- داده برای استفاده در مثال ۵

کانال	توصیف	تنظیمات mV	اندازه ی ذره μm(c)	شمارش های دیفرانسیلی، N_i
A	۰٫۷۲ برابر کانال C	$0{,}72 \times 57{,}8 = 41{,}6$	10.91	304
B	۰٫۹ برابر اندازه کره لاتکس پلی‌استایرن	48.1	$0.9 \times 13.12 = 11.81$	29 592
C	تنظیم شمارش نیمه	57.8	13.12	23 879
D	۱٫۱ برابر اندازه کره لاتکس پلی استایرن	68.4	$1.1 \times 3.12 = 14.42$	4 713
E	۱٫۳۲ برابر کانال D	$1.32 \times 57.8 = 76.3$	15.3	1 774

ح-۵-۲ s_L و s_R، را بر حسب میکرومتر(c)، از نتایج محاسبه کنید،(c)d=۱۳٫۱۲μm، $N_A = 304$، $N_B = 29\,946$، $N_C = 23\,879$ و $N_D = 4\,713$.

$$s_R = \frac{d}{6\ln\left[1+2\left(N_C/N_D\right)\right]} = \frac{13.12}{6\ln[2(23\,879/4\,713)]} = 0.91$$

$$s_L = \frac{d}{6\ln\left[1+2\left(N_B/N_A\right)\right]} = \frac{13.12}{6\ln[2(29\,926/304)]} = 0.41$$

ح-۵-۳ R_L و R_R را محاسبه کنید؛ انحراف استاندارد اندازه کره لاتکس پلی استایرن، s_I، گزارش شده توسط تامین کننده برابر ۰٫۰۳۹ μm است.

$$R_L = \frac{100\sqrt{s_L^2 - s_I^2}}{d} = \frac{100\sqrt{0.41^2 - 0.039^2}}{13.12} = 3.11$$

$$R_R = \frac{100\sqrt{s_L^2 - s_I^2}}{d} = \frac{100\sqrt{0.91^2 - 0.039^2}}{13.12} = 6{,}93$$

ح-۵-۴ R_L و R_R را مقایسه کنید تا وضوح R را تعیین کنید. در این مثال، R_R بزرگتر از R_L است،بنابراین $R = R_R$، و وضوح APC٪ ۶٫۹۳ است، که در محدوده مشخصه‌های عملکرد پیوستت قرار دارد.

پیوست خ
(اطلاعاتی)
تایید توزیع اندازه نمونه‌های کالیبراسیون

خ-۱ کلیات

به منظور کالیبراسیون مناسب شمارش‌گر های ذرات خودکار، بند ۶ این الزام را مطرح می‌سازد کهنمونه‌های کالیبراسیون معتبر اولیه یا ثانویه باید مورد استفاده قرار گیرند. به منظور تایید دقت شمارش ذرات، نمونه های NIST RM 8632 در پیوستث مورد استفاده قرار می‌گیرند. چه نمونه کالیبراسیون اولیه، نمونه کالیبراسیون ثانویه، یا نمونه NIST RM 8632 باشد، مهم است که توزیع اندازه ذره نمونه نمایانگر آلاینده مشخص باشد. با وجود اینکه آلاینده مشخص برای آماده‌سازی نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، توزیع اندازه ممکن است توسط روش آماده سازی نمونه، زوال نمونه ها با گذر زمان، ناخالصی، یا سایر دلایل تغییر یابد. این پیوست راهنمایی هایی در مورد اینکه چگونه توزیع اندازه ذره نمونه‌های مورد استفاده در ارتباط با این استاندارد می‌توانند تایید شوند ارائه می‌کند.

خ-۲ روش اجرایی

خ-۲-۱یک APCرا مطابق با بند های ۵ و ۶ و با استفاده از نمونه‌های سوسپانسیون کالیبراسیون اولیه (بند ۴-۴) کالیبره کنید.

خ-۲-۲با استفاده از معیار توصیف شده در بند ۶-۲ اندازه‌های ذره و ولتاژ تنظیم را انتخاب کنید.

خ-۲-۳نمونه‌ها را مطابق با بندهای ۶-۲ و ۶-۳ تحلیل کنید.

خ-۲-۴ R_d، نسبت تراکم ذره متوسط برای هر اندازه ذره به تراکم ذره متوسط را با استفاده از معادله خ-۱ محاسبه کنید:

$$R_d = \frac{X_{d,S}}{X_{d,R}} \qquad (\text{خ-۱})$$

که در آن:

$X_{d,S}$ تراکم ذره متوسط برای نمونه در اندازه ذره d ؛

$X_{d,R}$ تراکم ذره متوسط برای مرجع در اندازه ذره یکسان است.

برای نمونه‌های کالیبراسیون اولیه و ثانویه، بهتر است $X_{d,R}$ از گواهی تحلیل NIST SRM 2806 انتخاب شود. برای نمونه‌های ISO UFTD ، $X_{d,R}$ با محاسبه محدوده تراکم متوسط برای هر اندازه داده شده در جدول الف-۱ به دست می‌آید.

خ-۲-۵ R_d را برای هر اندازه به صورت تابعی از اندازه ذره dرسم کنید و نقاط داده را به هم متصل کنید. اگر نتیجه نزدیک به خط افقی بود، این به این معناست که توزیع اندازه نمونه به سوسپانسیون مرجع نزدیک است. اگر نتیجه افقی نباشد یا انحراف‌های قابل توجهی از افقی بودن در یک یا چندین اندازه از خود نشان دهد، بدین معنا که نمونه نمایانگر سوسپانسیون‌های مرجع نیست و بهتر است مورد استفاده قرار نگیرد.

خ-۲-۶نسبت، T_d، تراکم ذره متوسط برای هر اندازه ذره به تراکم ذره متوسط برای همان نمونه را در ۱۰ μm(c) با استفاده از معادله خ-۲ محاسبه کنید:

$$T_d = \frac{X_{d,S}}{X_{10,S}} \qquad (\text{خ-۲})$$

که در آن:

$X_{d,S}$غلظتذره متوسط برای نمونه در اندازه ذره d ؛

$X_{10,S}$غلظت ذره متوسط برای همان نمونه۱۰ μm(c) است.

بندهای خ-۲-۷ و خ-۲-۶ را برای نمونه مرجع تکرار کنید.

خ-۲-۸ T_d را برای هر اندازه به صورت تابعی از اندازه ذره dرسم کنید و نقاط داده را به هم متصل کنید. اگر دو خط نمایانگر رفتار یکسانی بودند، به این معناست که توزیع اندازه نمونه به سوسپانسیون مرجع نزدیک است. در غیر این صورت، به این معناست که نمونه نمایانگر سوسپانسیون‌های مرجع نیست و بهتر است مورد استفاده قرار نگیرد.

خ-۲-۹اگر نمونه معیارهای پذیرش داده شده در بندهای خ-۲-۵ و خ-۲-۸ را بگذراند، نمونه‌ها برای استفاده در این استاندارد قابل قبول هستند. در غیر این صورت، نمونه‌ها باید جایگزین شوند یا پس از تصحیح مشکل دوباره ساخته شوند.

پیوست د

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[1] ISO 4402:1991, Hydraulic fluid power — Calibration of automatic-count instruments for particles suspended in liquids — Method using classified AC Fine Test Dust contaminant

[2] ISO 11171:1999, Hydraulic fluid power — Calibration of automatic particle counters for liquids

[3] ISO/TR 16144, Hydraulic fluid power — Calibration of liquid automatic particle counters - Procedures used to certify the standard reference material SRM 2806

[4] FLETCHER, R.A., VERKOUTEREN, J.R., WINDSOR, E.S., BRIGHT, D.S., STEEL, E.B., SMALL, J.A., LIGGET, W.S. Development of a standard reference material for the fluid power industry: ISO medium dust in oil, In: Proceedings of the 47th National Conference on Fluid Power, Vol. 1, pp. 351-364. Milwaukee, WI: National Fluid Power Association,1996

[5] NIST Certificate, Standard Reference Material® *2806* Medium Test Dust (MTD) in Hydraulic Fluid. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 1997

[6] RUSS, J.R. The image processing handbook, Boca Raton, FL: CRC Press, 1995, pp. 417-446

[7] TAYLOR, B.N., KUYATT, C.E. Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1994. (NIST Technical Note 1297.)

[8] VERDEGAN, B.M. Optical particle counter calibration for nonpolar liquid applications. Filtech '89 Conference, 1989
.

[9] VERDEGAN, B.M., SCHWANDT, B.W., HOLM, C.E. Development of a traceable particle counter calibration standard. Sixth World Filtration Congress, 1993

[10] VERDEGAN, B.M., HOLM, C.E., SCHWANDT, B.W. Reducing variability in particle count results for oil samples. In: Proceedings of the 47th National Conference on Fluid Power, 1996-04-23/25, pp. 335-349

[11] MIL-H-5606, Performance specification hydraulic fluid, petroleum base — Aircraft, missile, and ordnance

[12]ISO/TC 131/SC 8/WG 9 N 111