



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران - ایزو

۸۰۰۰۴-۶

چاپ اول

۱۳۹۶

INSO-ISO

80004-6

1st.Edition

2017

Identical with  
ISO/ TS  
80004-6:  
(2013)

فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۶:  
مشخصه‌یابی نانوشیء

Nanotechnologies – Vocabulary –  
Part 6: Nano-object characterization

ICS: 01.040.07; 07. 30; 07.120

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.2592 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 الکتروروشن (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۴</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 صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) 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، کالیبراسیون 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

« فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۶: مشخصه‌یابی نانوشیء »

### رئیس:

دولتی، ابوالقاسم

(دکتری مهندسی مواد)

### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی - دانشگاه صنعتی شریف

### دبیر:

سهرابی جهرمی، ابوذر

(دکتری فناوری نانو)

مدیر عامل شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقابزرگ، حمیدرضا

(دکتری شیمی)

### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی - پژوهشگاه صنعت نفت

آگند، روح‌اله

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

کارشناس استاندارد - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

دولتی، ابوالقاسم

(دکتری مهندسی مواد)

عضو هیات علمی - دانشگاه صنعتی شریف

پوی پوی، حسن

(کارشناسی ارشد شیمی)

دبیر کمیته استانداردسازی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

ظریف، محمود

(دانشجوی دکتری زبان‌شناسی)

نماینده فرهنگستان زبان و ادب فارسی

قربانی، محمد

(دکتری مهندسی مواد)

عضو هیات علمی - دانشگاه صنعتی شریف

گل‌زردی، سمیرا

(کارشناسی ارشد، مهندسی مواد)

کارشناس کمیته استانداردسازی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

### ویراستار:

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد، مدیریت دولتی)

کارشناس استاندارد - نایب رئیس کمیته فنی متناظر فناوری نانو

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۵	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ واژگان عمومی
۶	۳ واژگان مربوط به اندازه‌گیری شکل و اندازه
۶	۳-۱ واژگان مربوط به اندازه‌گیری‌های شکل و اندازه
۸	۳-۲ واژگان مربوط به روش‌های پراکندگی
۱۰	۳-۳ واژگان مربوط به مشخصه‌یابی هواسل
۱۱	۳-۴ واژگان مربوط به روش‌های جداسازی
۱۳	۳-۵ واژگان مربوط به میکروسکوپی
۲۰	۳-۶ واژگان مربوط به اندازه‌گیری مساحت سطح
۲۸	۴ واژگان مربوط به آنالیز شیمیایی
۲۹	۵ واژگان مربوط به اندازه‌گیری سایر خواص
۲۹	۵-۱ واژگان مربوط به اندازه‌گیری جرم
۳۰	۵-۲ واژگان مربوط به اندازه‌گیری بلورینگی
۳۰	۵-۳ واژگان مربوط به اندازه‌گیری بار در سوسپانسیون‌ها

## پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۶: مشخصه‌یابی نانوشیء» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در پنجاه و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مورخ ۱۳۹۶/۹/۲۵ 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، به‌عنوان 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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در 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 / منطقه‌ای 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 / منطقه‌ای مزبور است:

ISO/TS 80004-6: 2013, Nanotechnologies - Vocabulary - Part 6: Nano-object characterization.

## مقدمه

روش‌های اندازه‌گیری و ابزارسنجی به‌طور موثری روزه‌ای را به فناوری پیشرفته نانو باز کرده‌اند. مشخصه‌یابی، کلید درک خواص و عملکرد تمام نانوآشیا است.

مشخصه‌یابی نانوشیء، شامل تعاملات بین افراد با پیش‌زمینه و حوزه‌های کاری مختلف است، برای مثال، افراد علاقمند به مشخصه‌یابی نانو، دانشمندان علم مواد، زیست‌شناسان، شیمی‌دانان یا فیزیک‌دانان که ممکن است زمینه‌ای عمدتاً تجربی یا نظری داشته‌باشد. فراتر از این گروه، تنظیم‌کنندگان مقررات و سم‌شناسان نیز از کاربران این استاندارد هستند. برای اجتناب از هرگونه سوءبرداشت و نیز تسهیل مقایسه و قابل‌اطمینان بودن تبادل اطلاعات، روشن کردن مفاهیم برای استفاده و تعاریف آنها لازم است.

اصطلاحات تحت عنوان‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- بند ۲: عبارات عمومی

- بند ۳: عبارات مربوط به اندازه‌گیری شکل و اندازه

- بند ۴: عبارات مربوط به آنالیز شیمیایی

- بند ۵: عبارات مربوط به اندازه‌گیری خواص دیگر

این عنوان‌ها فقط به‌صورت راهنما در نظر گرفته شده است، زیرا برخی روش‌ها می‌توانند بیش از یک ویژگی را تعیین کنند. زیربند ۳-۱ فهرستی از سنجه‌های کلی را که مربوط به بقیه بند ۳ است، نشان می‌دهد.

اندازه‌گیرهای دیگر، روشی خاص‌تر هستند و در متن متناسب با روش قرار می‌گیرند.

لازم به ذکر است که بیشتر روش‌ها نیاز به آنالیز در یک محل دیگر دارند که شامل آماده‌سازی نمونه، برای مثال قرار دادن نانوآشیا بر روی یک سطح یا قراردادن آن در یک مایع یا خلاء خاص، می‌شود. این اتفاق می‌تواند ماهیت نانوآشیا را تغییر دهد.

ترتیب روش‌ها در این استاندارد نباید به منظور نشان دادن اولویت مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های ذکر شده در این استاندارد جامع نیستند. از سوی دیگر، در آنالیز خواص مشخصی از نانوآشیا، برخی از روش‌های ذکر شده در این استاندارد برای استفاده متداول‌تر هستند. جدول ۱ روش‌های اصلی رایج برای مشخصه‌یابی خواص نانوشیء را بر اساس حروف الفبا فهرست کرده است.

جدول ۰ - فهرست الفبایی از روش های اصلی متداول برای مشخصه یابی خواص نانو ذرات

روش های اصلی متداول	خاصیت
میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، ته نشینی مرکز گریز مایع (CLS)، سامانه آنالیز تحرک دیفرانسیلی (DMAS)، پراکندگی نور پویا (DLS)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، آنالیز ردیابی ذرات (PTA)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)	اندازه
میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)	شکل
روش بت (*BET)	سطح ویژه
طیف سنجی جرمی یون ثانویه (SIMS)، طیف سنجی فوتوالکترون پرتو ایکس (XPS)	شیمی سطح
طیف سنجی جرمی پلاسمای جفت شده القایی (ICP-MS)، طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته (NMR)	شیمی نمونه توده
پتانسیل زتا	بار در سوسپانسیون
Brunauer-Emmett-Teller *	

استاندارد ISO / TS 80004 متشکل از قسمت های زیر تحت نام عمومی «فناوری نانو-واژگان» تدوین شده و یا در حال تدوین است:

- قسمت ۱: اصطلاحات اصلی
  - قسمت ۲: نانو اشیاء: نانوذرات، نانولیف ها و نانوصفحات
  - قسمت ۳: نانو اشیاء کربنی
  - قسمت ۴: مواد نانو ساختار
  - قسمت ۵: فصل مشترک نانو/ زیست
  - قسمت ۶: مشخصه یابی نانو اشیاء
  - قسمت ۷: تشخیص و درمان برای مراقبت های بهداشتی
  - قسمت ۸: فرایندهای تولید نانومواد
  - قسمت ۹: محصولات و سامانه های الکترو، روش فعال شده با نانو
  - قسمت ۱۰: اجزاء و سامانه های فوتونیک، فعال شده با نانو
  - قسمت ۱۱: نانولایه، نانوپوشش، نانوفیلم و عبارات مرتبط
  - قسمت ۱۲: پدیده کوانتومی در فناوری نانو
- گرافن و دیگر مواد دو بعدی، عنوان بخش آینده (۱۳) را تشکیل می دهند.



این استاندارد به عنوان مرجع اولیه برای واژه‌نامه پایه اندازه‌گیری و مشخصه‌یابی در زمینه فناوری نانو در نظر گرفته شده است.

## فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۶: مشخصه‌یابی نانوشیء

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد، فهرستی از اصطلاحات و تعاریف مربوط به مشخصه‌یابی نانواشیاء را ارائه می‌کند.

### ۲ واژگان عمومی

۱-۲

#### نانو مقیاس

##### nano- scale

محدوده اندازه از تقریباً ۱ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر است.

**یادآوری ۱-** خواصی که در ابعاد بزرگتری حاصل نمی‌شوند، معمولاً (و نه منحصر) به در این محدوده از اندازه تشکیل می‌شوند. حدود اندازه‌ها برای این خواص به طور تخمینی در نظر گرفته می‌شوند.

**یادآوری ۲-** حد پایینی این تعریف (تقریباً ۱ نانومتر) برای جلوگیری از احتساب اتم‌های منفرد یا گروه‌های کوچک اتمی به عنوان نانوشیء (۲-۲) و یا عناصری از نانوساختارها که ممکن است با نبود حد پایینی نانومقیاس فرض شوند؛ تعیین شده است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۱-۲ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۱-۸۰۰۰۴]

۲-۲

#### نانو شیء

##### nano- object

ماده‌ای با یک، دو و یا سه بعد خارجی نانومقیاس (۱-۲) است.

**یادآوری -** این تعریف، عبارتی عمومی برای تمامی اشیاء نانومقیاس است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۵-۲ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۱-۸۰۰۰۴]

۳-۲

#### نانوذره

##### nanoparticle

نانوشیئی (۲-۲) است که در تمام سه بعد خارجی، نانومقیاس (۱-۲) باشد.

**یادآوری -** اگر طول بلندترین محور نانوشیء با طول کوچکترین محور آن تفاوت چشمگیری داشته (معمولاً بیش از سه برابر) باشد، می‌توان به جای عبارت نانوذره از عبارات *نانوالیاف* (۲-۶) و *نانوصفحه* (۲-۴) استفاده کرد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۴ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۴-۲

نانوصفحه

**nanoplate**

نانوشیئی (۲-۲) است که در یک بعد خارجی، نانومقیاس (۱-۲) بوده و در دو بعد دیگر به‌طور محسوسی بزرگتر باشد.

یادآوری ۱- کوچکترین بعد خارجی، ضخامت نانوصفحه است.

یادآوری ۲- دو بعد خارجی دیگر، اگر بیش از سه برابر بعد نانومقیاس باشند، «به‌طور محسوس بزرگتر» در نظر گرفته می‌شوند.

یادآوری ۳- ابعاد خارجی بزرگتر در نانومقیاس بودن اهمیت ندارند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۶ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۵-۲

نانوسیم

**nanorod**

نانولیف (۲-۶) جامد است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۹ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۶-۲

نانولیف

**nanofibre**

نانوشیئی (۲-۲) است که در دو بعد خارجی، نانومقیاس (۱-۲) مشابه بوده و در بعد دیگر به‌طور محسوسی بزرگتر باشد.

یادآوری ۱- یک نانولیف می‌تواند منعطف یا صلب باشد.

یادآوری ۲- دو بعد خارجی مشابه و نانومقیاس باید با یکدیگر کمتر از ۳ برابر تفاوت اندازه داشته و بعد خارجی بزرگتر نیز با دو بعد دیگر بیش از سه برابر تفاوت اندازه داشته باشد.

یادآوری ۳- بعد خارجی بزرگتر در نانومقیاس بودن اهمیت ندارند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۵ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۷-۲

نانولوله

nanotube

نانولیف (۲-۶) توخالی است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۸ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۸-۲

نقطه کوانتومی

quantum dot

نانوذره‌ای (۲-۳) بلوری است که به دلیل اثرات محدود کوانتومی در حالات الکترونی، خواص وابسته به اندازه از خود نشان می‌دهد.

۹-۲

ذره

particle

جزء کوچکی از ماده است که مرزهای فیزیکی تعریف شده‌ای دارد.

یادآوری ۱- یک مرز فیزیکی را می‌توان به‌عنوان یک فصل مشترک نیز تعریف کرد.

یادآوری ۲- یک ذره می‌تواند مانند یک بخش جابجا شود.

یادآوری ۳- این تعریف عمومی از ذره برای نانوشیاء (۲-۲) کاربرد دارد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۱ استاندارد ISO 14644-6:2007]

۱۰-۲

کلوخه

agglomerate

اجتماع ذرات (۱-۱) دارای پیوند ضعیف یا انبوهه و یا مخلوطی از آن دو در جایی است که مساحت خارجی سطح (کل) مشابه با مجموع سطوح تک تک اجزاء باشد.

یادآوری ۱- نیروهای نگهدارنده یک کلوخه، نیروهای ضعیفی مانند نیروهای واندروالس یا گره‌خوردگی فیزیکی ساده هستند.

یادآوری ۲- کلوخه‌ها، ذرات ثانویه نیز نامیده شده و ذرات منبع اصلی نیز ذرات اولیه نامیده می‌شوند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۴ استاندارد ملی ایران - ایزو، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۱۱-۲

انبوهه

**aggregate**

مجموعه‌ای است شامل ذرات (۹-۲) جوش خورده با پیوندی قوی که مساحت سطح خارجی حاصل از آن می‌تواند به‌طور چشمگیری از مجموع سطوح ویژه برای تک‌تک اجزاء کوچک‌تر باشد.

یادآوری ۱- نیروهایی که یک انبوهه را یکپارچه نگه می‌دارد، نیروهایی قوی مانند پیوندهای اشتراکی<sup>۱</sup>، نیروهای ناشی از تف‌جوشی و یا گره‌خوردگی فیزیکی پیچیده هستند.

یادآوری ۲- انبوهه را «ذرات ثانویه» و ذرات اصلی را «ذرات اولیه» نیز می‌نامند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۵ استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۸۰۰۰۴]

۱۲-۲

هواسل

**aerosol**

سامانه‌ای از ذرات (۹-۲) جامد یا مایع معلق شده در گاز است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۱ استاندارد ISO 15900:2009]

۱۳-۲

تعلیق (سوسپانسیون)

**suspension**

مخلوط ناهمگنی از مواد، شامل یک مایع و ماده جامدی که به خوبی در آن پراکنده شده باشد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۲۴۳ استاندارد ISO 4618]

۳ واژگان مرتبط با اندازه‌گیری شکل و اندازه

۳-۱ واژگان مرتبط با اندازه‌دهی<sup>۲</sup> شکل و اندازه

---

1- Covalant  
2 - Measurands

۱-۱-۳

اندازه ذره

**particle size**

بعد خطی یک ذره (۲-۹) که با روش اندازه‌گیری مخصوص و تحت شرایط اندازه‌گیری ویژه تعیین می‌شود. یادآوری - روش‌های گوناگون مشخصه‌یابی، بر پایه اندازه‌گیری خواص فیزیکی متفاوت بنا نهاده شده‌اند. صرف‌نظر از خواص واقعی ذره، اندازه ذره را می‌توان به‌عنوان یک بعد خطی و معادل با قطر کروی (ذره) در نظر گرفت.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۱-۵ استاندارد ISO 26824: 2013]

۲-۱-۳

توزیع اندازه ذره

**particle size distribution**

توزیع ذرات (۲-۹) به‌صورت تابعی از/اندازه ذرات (۱-۱-۳) است. یادآوری - توزیع اندازه ذره را می‌توان به‌صورت توزیع انباشتی و یا چگالی توزیع (توزیع کسر حجمی ماده در رده اندازه‌های متفاوت تقسیم بر پهنای همان رده) بیان کرد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۲-۴ استاندارد ISO 14644: 2013]

۳-۱-۳

شکل ذره

**particle shape**

حالت هندسی بیرونی یک ذره (۲-۹) است.

[منبع: برگرفته شده از استاندارد ISO 3252: 1999]

۴-۱-۳

نسبت منظری

**aspect ratio**

نسبت طول یک ذره (۲-۹) به عرض آن است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۸ استاندارد ISO 14966: 2002]

۵-۱-۳

قطر معادل

**equivalent diameter**

قطر کره‌ای است که در یک روش اندازه‌گیری مشخص تعیین شده، پاسخی معادل با پاسخ ایجاد شده به‌وسیله ذره (۹-۲) اندازه‌گیری شده دارد.

**یادآوری ۱** - خاصیت فیزیکی بیان شده متناظر با این قطر معادل، با استفاده از یک زیرنویس مناسب بیان می‌شود.  
[منبع: برگرفته شده از استاندارد ISO 9276-1: 1998].

**یادآوری ۲** - برای شمارش گسسته ذرات، دستگاه‌های پراکندگی نور، از یک قطر معادل اختیاری استفاده می‌شود.

**یادآوری ۳** - سایر اندازه‌های ثابت ماده مانند چگالی ذرات نیز برای محاسبه قطر معادل - مانند قطر استوکس یا قطر معادل ته‌نشینی - مورد استفاده قرار می‌گیرند. اندازه‌های ثابت ماده‌ای که برای محاسبات مورد استفاده قرار می‌گیرند را نیز باید گزارش کرد.

**یادآوری ۴** - برای دستگاه‌های لخت، قطر آئرویدینامیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. قطر آئرویدینامیک، قطر کره‌ای با چگالی ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است که سرعت ته‌نشینی معادل با آن ذره غیریکنواخت را دارد.

### ۲-۳ واژگان مرتبط با روش‌های پراکندگی

۱-۲-۳

#### شعاع چرخش

#### radius of gyration

معیار توزیع جرم حول یک محور انتخابی است که از تقسیم ریشه دوم ممان اینرسی حول آن محور بر جرم آن به‌دست می‌آید.

**یادآوری** - برای مشخصه‌یابی *نانو/شیاء* (۲-۲) آن دسته از روش‌های فیزیکی که شعاع چرخش را برای تعیین اندازه ذره (۱-۱-۳) اندازه‌گیری می‌کنند شامل پراکندگی نور ایستا، پراکندگی نوترونی (۲-۲-۳) زاویه کوچک و پراکندگی پرتو/یکس (۴-۲-۳) می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۳ استاندارد ISO 14695: 2003].

۲-۲-۳

#### پراکندگی نوترونی زاویه کوچک

#### small angle neutron scattering (SANS)

روشی که یک باریکه از نوترون‌ها از یک نمونه پراکنده‌شده و شدت نوترون‌های پراکنده‌شده برای انحراف زاویه کوچک اندازه‌گیری می‌شود.

**یادآوری** - برای مطالعه ساختار یک ماده با مقیاس ۱ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر، زاویه پراکندگی معمولاً بین ۰/۵ درجه تا ۱۰ درجه است. این روش اطلاعاتی در مورد اندازه‌ها و برای دسته محدودی، شکل ذرات (۹-۲) پراکنده شده در یک محیط همگن را ارائه می‌کند.

۳-۲-۳

### پراش نوترونی

#### neutron diffraction

استفاده از پراش نوترونی کشسان<sup>۱</sup> برای تعیین ساختار اتمی و یا مغناطیسی ماده است. یادآوری - نوترون‌های پراشیده، تقریباً انرژی برابر با نوترون‌های پرتوی فرودی دارند. الگوی پراش ایجادشده اطلاعاتی از ساختار ماده را ارائه می‌کند.

۴-۲-۳

### پراکندگی پرتو ایکس زاویه کوچک

#### small angle X-ray scattering (SAXS)

روشی است که شدت پرتو ایکس پراکنده شده به صورت کشسان که در آن پراکندگی پرتو ایکس برای بررسی انحراف زوایای کوچک اندازه گیری می‌شود.

یادآوری - پراکندگی زاویه دار معمولاً در محدوده زوایای ۰/۱ درجه تا ۱۰ درجه اندازه گیری می‌شود. این روش اطلاعات ساختاری درشت مولکول‌ها - مانند تناوبی بودن در واحدهای طولی بیش از ۵ نانومتر و کمتر از ۲۰۰ نانومتر را برای سامانه‌های منظم و به طور جزئی منظم فراهم می‌کند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۸ استاندارد ISO 18115-1]

۵-۲-۳

### پراکندگی نور

#### light scattering

تغییر در گسیل نور در فصل مشترک دو محیط با خواص نوری متفاوت را می‌گویند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۱-۱۷ استاندارد ISO 13320: 2009]

۶-۲-۳

### قطر هیدرودینامیکی

#### hydrodynamic diameter

قطر معادل (۵-۱-۳) یک ذره (۹-۲) در یک مایع که دارای همان ضریب نفوذی است که یک ذره واقعی در آن مایع دارد.



۷-۲-۳

### پراکندگی نور پویا

**dynamic light scattering**

**DLS**

**photon correlation spectroscopy**

**PCS**

**quasi-elastic light scattering**

**QELS**

روشی است که در آن ذرات (۲-۹) دارای حرکت کاتوره‌ای در یک تعلیق مایع (۲-۱۳)، توسط یک لیزر مورد تابش قرار گرفته و تغییر در شدت نور پراکنده شده برای تعیین اندازه ذره (۳-۱-۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**یادآوری ۱** - تحلیل شدت وابسته به زمان نور پراکنده شده، می‌تواند موجب به دست آوردن ضریب نفوذ انتقالی و با استفاده از آن، اندازه ذره به عنوان قطر هیدرودینامیک (۳-۲-۶) با استفاده از رابطه استوکس - انیشتن شود.

**یادآوری ۲** - این روش برای نانوذرات (۲-۳) قابل استفاده است. چراکه اندازه معمول ذرات تشخیص داده شده در بازه ۱ نانومتر تا ۶۰۰۰ نانومتر است. حد بالایی ناشی از حرکت بروانی محدود و ته‌نشینی است.

۸-۲-۳

### تحلیل ردیابی نانوذرات

**nanoparticle tracking analysis**

**NTA**

**nanoparticle tracking analysis**

**PTA**

روشی است که در آن ذرات (۲-۹) دارای حرکت براونی درون یک سوسپانسیون (۲-۱۳)، به وسیله لیزر مورد تابش قرار گرفته و تغییر مکان ذرات به منظور اندازه‌گیری ابعادی آنها (۳-۱-۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**یادآوری ۱** - تحلیل موقعیت وابسته به زمان موقعیت ذرات منفرد توسط نور پراکنده شده، می‌تواند موجب به دست آوردن ضریب نفوذ انتقالی و با استفاده از آن، اندازه ذره به عنوان قطر هیدرودینامیک (۳-۲-۶) با استفاده از رابطه استوکس - انیشتن شود.

**یادآوری ۲** - این روش برای نانوذرات (۲-۳) قابل استفاده است. چراکه اندازه معمول ذرات تشخیص داده شده در بازه ۱۰ نانومتر تا ۲۰۰۰ نانومتر است. حد پایینی به ذراتی با ضریب شکست بالا و حد بالایی نیز ناشی از حرکت بروانی محدود و ته‌نشینی است.

### ۳-۳ واژگان مرتبط با مشخصه‌یابی هواسل

۱-۳-۳

### شمارنده تراکم ذره

**condensation particle counter (CPC)**

دستگاهی است که غلظت را بر حسب ذرات (۲-۹) هواسل (۲-۱۲) را اندازه گیری می کند.

یادآوری ۱ - اندازه ذرات تشخیص داده شده معمولاً کوچکتر از چندصد نانومتر و بزرگتر از چند نانومتر است.

یادآوری ۲ - یک شمارنده تراکم ذره، یک آشکار مناسب برای استفاده به همراه جداساز تحرک الکتریکی تفاضلی (DMEC) است. (۳-۳-۲)

یادآوری ۳ - در برخی موارد، ممکن است یک شمارنده تراکم ذره، یک شمارنده تراکم هسته (CNC) نامیده شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۵ استاندارد ISO 15900: 2009]

### ۲-۳-۳

#### طبقه بندی کننده الکتریکی تفاضلی

##### **differential electrical mobility classifier DEMC**

یک طبقه بند که قادر به انتخاب ذرات (۲-۹) هواسل (۲-۱۲) بر اساس تحرک الکتریکی آنها است.

یادآوری - هر طبقه بند تحرک الکتریکی تفاضلی، ذرات هواسل را با ایجاد تعادل در نیروهای الکتریکی موجود در سطح هر یک از آنها، و با استفاده از نیروی کششی آئرو دینامیکی در یک میدان الکتریکی طبقه بندی می کند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۷ استاندارد ISO 15900: 2009]

### ۳-۳-۳

#### سامانه تحلیل تحرک تفاضلی

##### **differential mobility analyzing system DMAS**

سامانه ای است برای اندازه گیری توزیع اندازه ذرات (۲-۹) هواسل (۲-۱۲) کوچکتر از میکرومتر که شامل یک طبقه بند تحرک الکتریکی تفاضلی (۳-۳-۲)، جریان سنج، آشکار ساز ذره، سامانه اتصالات داخلی، رایانه و یک نرم افزار مناسب است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۸ استاندارد ISO 15900: 2009]

### ۴-۳ واژگان مرتبط با روش های جداسازی

#### ۱-۴-۳

#### جزء جزء کردن جریان با میدان

##### **field flow fractionation FFF**

یک روش جداسازی است که در آن بر یک تعلیق مایع (۱۳-۲) گذرنده از یک مجرای باریک، میدانی اعمال می‌شود تا موجب جدایش ذرات (۹-۲) موجود در مایع بر اساس تفاوت تحرک آنها در اثر نیروی ناشی از میدان شود.

یادآوری ۱- این میدان برای مثال می‌تواند گرانشی، گریز از مرکز، یک جریان مایع، الکتریکی و یا مغناطیسی باشد.

یادآوری ۲- استفاده از یک آشکارساز مناسب حین یا پس از جدایش، امکان تعیین اندازه و توزیع اندازه نانوشیاء (۲-۲) را میسر می‌کند.

### ۲-۴-۳

#### ته‌نشینی مایع مرکز‌گریز

#### centrifugal liquid sedimentation

#### CLS

#### differential centrifugal sedimentation

#### DCS

روشی است که در آن ذرات ماده بر اساس چگالی و اندازه‌شان با استفاده از یک صفحه پُر شده از سیال دارای شیب<sup>۱</sup> چگالی، جداسازی می‌شود.

یادآوری - این روش می‌تواند با توجه به چگالی ذرات (۹-۲)، اندازه (۱-۱-۳) و توزیع اندازه ذرات (۲-۱-۳) در محدوده ۲ نانومتر تا ۱۰ میکرومتر را با خطای کمتر از ۲٪ جداسازی کند.

### ۳-۴-۳

#### کروماتوگرافی اندازه‌گزین

#### size exclusion chromatography

#### SEC

یک روش کروماتوگرافی مایع است که در آن، جدایش براساس حجم هیدرودینامیک مولکول‌های جدا شده در یک ستون توسط مواد غیرجاذب متخلخل با اندازه حفراتی شبیه به اندازه مولکول‌های اندازه مولکول‌های جدا شده انجام می‌شود.

یادآوری - کروماتوگرافی اندازه‌گزین می‌تواند برای تعیین اندازه و توزیع اندازه ذرات صاف شده با یک آشکارساز تلفیق شود، برای مثال پراکندگی نورپویا.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۱-۳ استاندارد ISO 16014: 2013]

۴-۴-۳

حسگری منطقه‌ای الکتریکی

شمارنده کالتر

electrical zone sensing  
Coulter counter

روشی است برای شمارش و اندازه‌گیری ذرات (۹-۲) در الکترولیت با اندازه‌گیری افت جریان الکتریکی در هنگامی که ذره از روزنه بین دو محفظه عبور می‌کند.

یادآوری ۱- افت جریان متناسب با حجم ذره است.

یادآوری ۲- ذرات به وسیله فشار و یا میدان الکتریکی به سمت روزنه هدایت می‌شوند.

یادآوری ۳- اندازه روزنه می‌تواند نانومقیاس باشد و برای اندازه‌گیری نانو اشیاء (۱-۲) مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۵ واژگان مرتبط با میکروسکوپی

مواردی که در ادامه درج می‌شود، تعاریف روش‌های میکروسکوپی و عبارات مرتبط با آنها است. توجه داشته باشید که در فهرست زیر، M مخفف «میکروسکوپی» بوده و همچنین ممکن است با توجه به محتوای جمله، میکروسکوپ معنی شود. برای تعاریف مرتبط با میکروسکوپ، هر جا واژه «دستگاه» وجود داشت با واژه «روش» تعویض شود.

۳-۵-۱

میکروسکوپی پروب روبشی

scanning probe microscopy  
SPM

روش تصویربرداری از سطوح با روبش مکانیکی یک پروب بر روی سطح مورد مطالعه است که در آن پاسخ یک آشکارساز اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۱- این عبارت عمومی شامل روش‌های زیادی از جمله میکروسکوپی نیروی اتمی (AFM)، میکروسکوپی روبشی نوری میدان نزدیک (SNOM) (۴-۵-۳)، میکروسکوپی روبشی هدایت یون (SICM) و میکروسکوپی تونل‌زنی روبشی (STM) (۳-۵-۳) می‌شود.

یادآوری ۲- تفکیک‌پذیری این روش‌ها از تفکیک‌پذیری STM که در آن اتم‌های منفرد قابل رویت هستند تا میکروسکوپی حرارتی روبشی (SThM) که در آن تفکیک‌پذیری در حدود ۱ میکرومتر است متغیر است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۳۱ استاندارد ISO 18115-2]

۳-۵-۲

میکروسکوپی نیروی اتمی

atomic force microscopy

AFM

scanning force microscopy

SFM

روش تصویربرداری سطوح با روبش مکانیکی شمارنده سطح آنها که در آن انحراف یک نوک تیز که نیروهای سطحی را حس می کند و بر روی یک بازوی قرار دارد، رصد می شود.

یادآوری ۱- *AFM* می تواند یک تصویر کمی از ارتفاع سطوح عایق و رسانا را فراهم کند.

یادآوری ۲- برخی از دستگاه های *AFM*، نمونه را در حالیکه موقعیت نوک ثابت است در جهات *x*، *y* و *z* جابجا می کند و برخی دیگر سوزن را حرکت می دهند در حالیکه نمونه ثابت است.

یادآوری ۳- *AFM* را می توان در خلاء، مایع، اتمسفر کنترل شده و یا هوا انجام داد. تفکیک پذیری اتمی با نمونه های مناسب، سوزن تیز و استفاده از حالت تصویربرداری مناسب قابل دستیابی است.

یادآوری ۴- انواع گوناگونی از نیروها مانند نیروهای عمودی، جانبی، اصطکاکی و برشی را می توان اندازه گیری کرد. وقتی نیروی جانبی اندازه گیری شود، روش میکروسکوپی نیروی جانبی، اصطکاکی و یا برشی خواهد بود. این عبارت کلی شامل تمامی این روش های میکروسکوپی نیرو می شود.

یادآوری ۵- *AFM* را می توان برای اندازه گیری نیروهای عمودی سطحی در نقاط منفرد موجود در آرایه پیکسلی استفاده شده برای تصویربرداری به کار برد.

یادآوری ۶- برای انواع رایج نوک سوزن *AFM* با شعاع بزرگتر از ۱۰۰ نانومتر، نیروی عمودی باید کمتر از ۰/۱ میکرونیوتون (با توجه به جنس نمونه) باشد تا تغییر فرم برگشت ناپذیر و یا فرسایش بیش از حد نوک سوزن رخ ندهد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۳ استاندارد ISO 18115-2:2003]

۳-۵-۳

میکروسکوپی تونل زنی روبشی

scanning tunneling microscopy

STM

حالت *SPM* (۱-۵-۳) برای تصویربرداری از سطوح رسانا با روبش مکانیکی سطح توسط یک پروب رسانا با ولتاژ پیش فرض<sup>۱</sup> و تیز است که در آن اطلاعات جریان تونل زنی و جدایی سطوح نوک سوزن برای تشکیل تصویر مورد استفاده قرار می گیرند.

یادآوری ۱- *STM* می تواند در خلاء، مایع و یا هوا انجام شود. تفکیک پذیری اتمی با نمونه های مناسب و نوک تیز پروب؛ همچنین با استفاده از نمونه های ایده آل و اطلاعات پیوندی اتمهای اطراف سطح مهیا می شود.

---

1 - Voltage - biased

**یادآوری ۲** - تصویر می‌تواند از اطلاعات ارتفاعی در یک جریان تونل‌زنی ثابت یا اطلاعات جریان تونل‌زنی در یک ارتفاع ثابت یا حالات دیگر از پتانسیل نسبی تعریف شده‌ای بین نوک سوزن و نمونه حاصل شود.

**یادآوری ۳** - *STM* را می‌توان برای نقشه‌برداری چگالی لایه‌ها در سطوح؛ و در موارد ایده‌آل، اطراف اتم‌های منفرد مورد استفاده قرار داد. تصاویر سطحی، بسته به ولتاژ پیش‌فرض نوک سوزن، می‌توانند به شدت تغییر کنند (حتی برای همان توپوگرافی).

[منبع: برگرفته‌شده از تعریف ۴-۳۵ استاندارد: ISO 18115-2]

### ۳-۵-۴

#### میکروسکوپی نوری روبشی میدان نزدیک

**near-field scanning optical microscopy  
NSOM**

**scanning near-field optical microscopy  
SNOM**

روش تصویربرداری از سطوح به‌صورت نوری و در حالت عبوری یا انعکاسی با روبش مکانیکی یک پروب نورفعال شده با اندازه بسیار کوچکتر از طول موج نور و درعین حال رصد نور عبوری یا منعکس شده و یا سیگنال ایجاد شده در رژیم میدان نزدیک است.

**یادآوری ۱** - توپوگرافی مهم است و سطح در ارتفاع ثابتی روبش می‌شود. معمولاً پروب در حالت برشی نوسان می‌کند تا ارتفاع را تشخیص داده و تنظیم کند.

**یادآوری ۲** - جایی که طول پروب با یک روزنه تعریف می‌شود، اندازه روزنه معمولاً در محدوده ۱۰ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر است و این برای تعیین تفکیک‌پذیری بسیار تعیین‌کننده است. این نوع از دستگاه معمولاً *NSOM* و یا *SNOM* روزنه‌ای نامیده می‌شود تا از *NSOM* و یا *SNOM* پراکنشی تمیز داده شود. گرچه معمولاً صفت «روزنه‌ای» صرفنظر می‌شود. در حالت بدون روزنه، طول پروب نورفعال با استفاده از یک نوک فلزی تیز یا نوک فلزی پوششده‌ی شده با شعاع ۱۰ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر تعریف شده و این عمده‌ترین عامل تعیین‌کننده تفکیک‌پذیری است.

**یادآوری ۳** - علاوه بر تصویر نوری، *NSOM* امکان ایجاد تصویری کمی از ترازهای سطح<sup>۱</sup> مشابه با آنچه در *AFM* (۲-۵-۳) و سایر روش‌های پروب روبشی میسر است را فراهم می‌کند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۸ استاندارد: ISO 18115-2]

### ۳-۵-۵

#### میکروسکوپی الکترونی روبشی

**scanning electron microscopy  
SEM**

روشی است که اطلاعات فیزیکی (مانند الکترون‌های ثانویه، برگشتی، جذب‌شده و نیز تابش پرتو ایکس) حاصل از تولید باریکه الکترونی را بررسی و تحلیل می‌کند و سطح نمونه را برای تعیین ساختار، ترکیب‌بندی و توپوگرافی نمونه روبش می‌کند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۰ استاندارد ISO 17751]

۳-۵-۶

### میکروسکوپی الکترونی عبوری

#### transmission electron microscopy

#### TEM

روشی که تصاویر بزرگنمایی شده و یا الگوهای پراش نمونه را با استفاده از یک باریکه الکترونی عبور از نمونه و برهم‌کنش با آن تولید می‌کند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۳۷ استاندارد ISO 29301:2010]

۳-۵-۷

### میکروسکوپی الکترونی عبوری روبشی

#### scanning transmission electron microscopy

#### STEM

روشی که تصاویر بزرگنمایی شده و یا الگوهای پراش نمونه را به‌وسیله یک باریکه الکترونی با فوکوس بسیار خوب تولید می‌کند که سطح نمونه را روبش، از میان آن عبور و با آن برهم‌کنش دارد.

یادآوری ۱ - در این روش معمولاً از یک باریکه الکترونی با قطر کمتر از ۱ نانومتر استفاده می‌شود.

یادآوری ۲ - این روش امکان تصویربرداری با تفکیک‌پذیری بالا از ریزساختار داخلی و سطح یک نمونه نازک (یا ذرات

کوچک) (۹-۲) را مهیا می‌کند. همچنین امکان مشخصه‌یابی شیمیایی و ساختاری نواحی میکرومتری و کوچکتر از آن

به‌واسطه طیف پرتو ایکس و الگوی پراش الکترونی مهیا می‌سازد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۱۰ استاندارد ISO 10797]

۳-۵-۸

### میکروسکوپی الکترون کم‌انرژی

#### low energy electron microscopy

#### LEEM

روشی است که در آن سطوح با تصاویر و یا الگوهای پراش سطح، به وسیله الکترون‌های کم‌انرژی کشسان پس‌پراکنده<sup>۱</sup> حاصل از یک باریکه الکترونی غیرروبشی بررسی می‌شود.

یادآوری ۱- از این روش به‌طور معمول برای تحلیل و تصویربرداری از سطوح بسیار صاف استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- الکترون‌های کم‌انرژی معمولاً بین ۱ الکترون‌ولت تا ۱۰۰ الکترون‌ولت انرژی دارند.

۹-۵-۳

### میکروسکوپی یونی روبشی

#### scanning ion microscopy

روشی است که در آن یک پرتوی یونی در یک نقطه با مقیاس کمتر از نانومتر متمرکز شده و با روبش یک سطح از آن تصویر ایجاد می‌کند.

یادآوری - از منابع یونی مختلف؛ شامل هلیوم، نئون و آرگون، نیز می‌توان برای تصویربرداری استفاده کرد.

۱۰-۵-۳

### میکروسکوپی نوری هم‌کانون

#### confocal optical microscopy

روشی که در آن، یک نقطه از صفحه شیئی با نقطه نورانی دارای پراش محدود، مورد تابش قرار می‌گیرد. سپس نور بازتاب‌شده از این نقطه، متمرکز شده و با یک ناحیه کوچکتر از ناحیه مرکزی صفحه پراش (که در مکان متناظر در صفحه میدان بعدی قرار دارد) تشخیص داده می‌شود.

یادآوری ۱- تصویر نواحی بزرگتر، از روبش نمونه و یا روبش همزمان نقاط مورد تابش و تشخیص داده شده حاصل می‌شود.

یادآوری ۲- مبانی هم‌کانونی منجر به تباین بهتر تصویر و تفکیک‌پذیری محوری بهتر به وسیله برهم‌نهی نور از صفحات ناواضح می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۱۱-۲ استاندارد ISO/TS 10394-2: 2007]

۱۱-۵-۳

### میکروسکوپی تباین بیضی‌سنجی ارتقا یافته سطحی

#### surface enhanced contrast ellipsometric microscopy



روش تصویربرداری نوری با استفاده از ایجاد سطوح ارتقا یافته تباین (وقتی نمونه می‌لغزد) و یک میکروسکوپ نوری نور انعکاسی با قطبشگر عرضی است.

یادآوری - لغزش‌های ارتقای تباین، برای این منظور طراحی شده‌اند که زمان استفاده در شرایط پادبازتابی و منجر به افزایش حساسیت محوری میکروسکوپ نوری با فاکتوری در حدود ۱۰۰ شود.

۱۲-۵-۳

### فلورسانس

#### fluorescence

پدیده‌ای است که در آن نور با یک طول موج مشخص توسط ماده جذب شده و با طول موج دیگری از آن تابش می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۶-۵۲ استاندارد ISO/TS 18115: 2013]

۱۳-۵-۳

### میکروسکوپی فلورسانس

#### fluorescence microscopy

یک روش میکروسکوپی نوری است که در آن فلورسانس (۱۲-۵-۳) تابش شده از ماده تصویربرداری می‌شود.

یادآوری ۱- برای برانگیختگی فلورسانس به یک منبع نور احتیاج است. این منبع معمولاً در طول موج کمتری از طول موج نوری که برای تشکیل تصویر استفاده می‌شود، کار می‌کند.

یادآوری ۲- این روش انواع گوناگونی دارد که شامل میدان‌عریض<sup>۱</sup> (اپی فلورسانس)، هم‌کانون، میکروسکوپی فلورسانس بازتابش کلی درونی (TIRF) (۱۴-۵-۳) و میکروسکوپی ابرواضح (۱۵-۵-۳) می‌شود.

یادآوری ۳- فلورسانس مشاهده شده ممکن است ذاتی نمونه باشد یا به وسیله رنگ‌های فلورسانت تولید شود.

۱۴-۵-۳

### میکروسکوپی فلورسانس بازتابش کلی درونی

#### total internal reflection fluorescence

#### TIRF microscopy

روشی است که در آن فلورسانس (۱۲-۵-۳) در یک لایه نازک به وسیله موج ناپایدار تولیدشده از بازتابش درونی کل برانگیخته می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۵۱ استاندارد ISO 10934-2:2007]

---

1- Epifluorescence

### ۱۵-۵-۳

#### میکروسکوپی اَبَر تفکیک پذیر

##### super-resolution microscopy

روش میکروسکوپی با تفکیک پذیری فضایی بالاتر از حد معمولی است که غالباً توسط پراش محدود می‌شود.

یادآوری ۱- رایج‌ترین نوع این روش شامل؛ میکروسکوپی مکان‌یابی (۱۶-۵-۳)، تخلیه نشر القایی (STED)<sup>۱</sup> و میکروسکوپی روشنایی ساختاری (SIM)<sup>۲</sup> می‌باشد.

یادآوری ۲- بیشتر این روش بر اساس فلورسانس (۱۲-۵-۳) استوار است.

### ۱۶-۵-۳

#### میکروسکوپی مکان‌یابی

##### localization microscopy

روشی از میکروسکوپی اَبَر واضح (۱۵-۵-۳) است که در آن از مکان‌یابی دقیق مولکول‌های منفرد (معمولاً فلورسانس) برای بازتولید یک تصویر استفاده می‌شود.

یادآوری ۱- بسیاری از روش‌های میکروسکوپی مکان‌یابی، تعریف شده‌اند. این روش‌ها معمولاً در نوع پروب مورد استفاده، متفاوت هستند. مثال‌هایی از این روش‌ها عبارتند از: میکروسکوپی مکان‌یابی نورفعال<sup>۳</sup> که بر پایه مولکول‌های نورفعال‌شونده (معمولاً پروتئین‌های فلورسانس) استوار است و نیز میکروسکوپی بازسازی نوری تصادفی<sup>۴</sup> که بر پایه فلورسانس متناوب (چشمک‌زدن یا تغییر<sup>۵</sup>) سازه فلورسانس<sup>۶</sup> استوار است.

یادآوری ۲- معمولاً برای دستیابی به مکان مولکول‌های فلورسانس ساز، تصاویر نباید همپوشانی داشته باشند، لذا برای بازسازی یک تصویر کامل، بسیاری از مولکول‌ها باید در قاب‌های متوالی مکان‌یابی شوند و مولکول‌ها باید به کمک برخی شیوه‌ها خاموش شوند.

### ۳-۶ واژگان مرتبط با اندازه‌گیری سطح ویژه

### ۱-۶-۳

#### مساحت سطح ویژه جرمی

##### mass specific surface area

مساحت سطح کل نمونه تقسیم بر جرم آن است.

- 
- 1- Stimulated emission depletion
  - 2- Structured illumination microscopy
  - 3- Photo activation localization microscopy (PALM)
  - 4- Stochastic optical reconstruction microscopy (STORM)
  - 5- Blinking or change
  - 6- Fluorophores

یادآوری - یکای سطح ویژه جرمی،  $m^2/kg$  است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۱۱ استاندارد ISO-9277: 2010]

۳-۶-۲

### مساحت سطح ویژه حجمی

#### volume specific surface area

مساحت سطح کل نمونه تقسیم بر حجم آن است.

یادآوری - یکای سطح ویژه حجمی،  $m^{-1}$  است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۱۱ استاندارد ISO-9277: 2010]

۳-۶-۳

### روش بت

#### Brunauer-Emmet-Teller method BET method

روش تعیین مساحت کل سطح ویژه داخلی و خارجی پودر پخش شده و/یا جامدات متخلخل با اندازه‌گیری گازهایی که به‌طور فیزیکی بر جذب و استفاده از روش بت برای تفسیر هم‌دمای جذب سطحی گاز است.

یادآوری ۱- این روش بر اساس مدل جذب سطحی گاز بت در لایه‌های چندمولکولی است.

یادآوری ۲- این روش فقط برای جذب سطحی هم‌دمای نوع دوم (جامدات پخش شده نانومتخلخل یا میکرومتخلخل) و نوع چهارم (جامدات مزومتخلخل با قطر تخلخل بین ۲ نانومتر تا ۵۰ نانومتر) کاربرد دارد و تخلخل‌های غیرقابل دسترسی تشخیص داده نمی‌شوند. روش بت را نمی‌توان با اطمینان برای جامداتی که گاز اندازه‌گیری شده را جذب می‌کنند، استفاده کرد.

### ۴ واژگان مرتبط با آنالیز شیمیایی

موارد زیر مرتبط با آنالیز شیمیایی است. توجه داشته باشید که در فهرست زیر، S مخفف «طیف‌سنجی» بوده و همچنین ممکن است با توجه به محتوای جمله، طیف‌سنج معنی شود. برای تعاریف مرتبط با طیف‌سنج، هر جا واژه «روش» وجود داشت با واژه «دستگاه» تعویض شود.

۱-۴

### طیف‌سنجی نوری

**optical spectroscopy**

یک روش طیف‌سنجی که تابش ایجاد شده در آن شامل تابش الکترومغناطیس مرئی، فرابنفش و فروسرخ است.

۲-۴

**لومینانس (درخشایی)**

**luminescence**

تابش حاصل از تشعشع نوری به وسیله اتم‌ها، مولکول‌ها و یا یون‌های موجود در یک ماده که در طول موج‌ها یا نواحی مشخصی از طیف؛ به دلیل تشعشع حرارتی آن ماده در آن دما، دارای تابش بیشتری است. در اثر این پدیده، ذرات با یک انرژی غیر از آشفستگی گرمایی برانگیخته می‌شوند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۸ استاندارد IEC 60054-854: 1987]

۳-۴

**فوتولومینانس (نوردرخشایی)**

**photoluminescence**

درخشانی (۴-۲) ناشی از جذب تابش نوری است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۹ استاندارد IEC 60054-854: 1987]

۴-۴

**طیف‌سنجی فوتولومینانس (نوردرخشایی)**

**photoluminescence spectroscopy**

**PL spectroscopy**

طیف‌سنجی فوتون‌های جذب‌شده و بازتشعشی را می‌گویند.

۵-۴

**طیف‌سنجی فلورسانس**

**fluorescence spectroscopy**

طیف‌سنجی نور تابیده‌شده از ماده‌ای که مورد درخشانی قرار گرفته است.

۶-۴

طیف‌سنجی فرابنفش - مرئی

#### UV-Vis spectroscopy

طیف‌سنجی تابشی که شامل تابش الکترومغناطیس با طول موج‌هایی در محدوده مرئی و فرابنفش است.

۷-۴

طیف‌سنجی همبستگی فلورسانس

#### fluorescence correlation spectroscopy

#### FCS

یک روش طیف‌سنجی با استفاده از تابع آنالیز همبستگی تغییر شدت (۱۲-۵-۳) است.

یادآوری - این آنالیز میانگین تعداد ذرات (۹-۲) فلورسنت و میانگین زمان نفوذ را زمانی که ذرات در حال عبور از حجم اندازه‌گیری هستند ارائه می‌کند. در نهایت، غلظت و اندازه ذره (مولکول) تعیین می‌شوند.

۸-۴

طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه

#### Fourier transform infrared spectroscopy

#### FTIR

روشی که در آن پیوندهای مولکولی یک نمونه با یک تابش فروسرخ نوار پهن پالس‌دار<sup>۱</sup>، تحت برانگیخته شدن پیوندهای مولکولی قرار می‌گیرد. از روش ریاضی تبدیل فوریه برای به‌دست آوردن یک طیف جذب استفاده می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۵۸ استاندارد ISO13943: 2008]

۹-۴

اثر رامان

#### Raman effect

تشنوع تابشی حاصل از مولکول‌های تحت تابندگی با تابش تک‌فام که با یک کاهش یا افزایش انرژی ناشی از برانگیختگی چرخشی یا لرزشی مشخصه‌یابی می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۵۸ استاندارد ISO 18115-2]

۴-۱۰

### طیف‌سنجی رامان

#### Raman spectroscopy

یک روش طیف‌سنجی که در آن اثر رامان (۹-۴) برای بررسی سطوح انرژی مولکولی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۶-۱۲۸ استاندارد ISO 18115-2]

۱۱-۴

### طیف‌سنجی رامان با سطح بهبود یافته

#### surface enhanced Raman spectroscopy

##### SERS

برای مولکول‌ها یا نانوشیاء (۲-۲) مشخصی که به سطوح فلزی ویژه با برجستگی‌های نانومقیاس (۱-۲) جذب شده‌اند، در اثر درخشانی نور مناسبی به آنان، اثر رامان (۹-۴) بهبود یافته‌ای مشاهده شده است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۶-۱۲۹ استاندارد ISO 18115-2]

۱۲-۴

### طیف‌سنجی رامان نوک بهبود یافته

#### tip enhanced Raman spectroscopy

##### TERS

روش طیف‌سنجی رامان (۹-۴) است که در آن، با یک نوک فلزی خیلی نزدیک به سطح نمونه‌ای تحت تابنده نور قطبیده، اثر بهبود یافته‌ای مشاهده شده است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۴۳ استاندارد ISO 18115-2]

۱۳-۴

### طیف‌سنجی الکترونی

#### electron spectrometer

دستگاه و بخش مهمی که برای اندازه‌گیری تعداد الکترون‌ها یا شدت متناظر با آن تعداد، بر حسب تابعی از انرژی جنبشی الکترونی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری - ممکن است عبارت طیف‌سنج الکترونی مترادف با تحلیلگر انرژی الکترونی و یا برای توصیف یک دستگاه پیچیده‌تر بر اساس یک تحلیلگر انرژی الکترونی و اجزاء نوری-الکترونی جانبی مورد استفاده قرار گیرد. به‌طور خاص این عبارت برای توصیف یک سامانه در حال کار کامل با یک آنالیزگر انرژی، اجزاء نوری-الکترونی، آشکارساز الکترونی، منبع

برانگیختگی، پمپ خلاء، اجزای کنترل الکترونیک و سامانه پردازش داده نیز استفاده می‌شود. به‌طور کلی معنی این واژه در محتوای متن روشن‌تر می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۵-۱۸۷ و ۵-۱۹۰ استاندارد ISO 18115-1]

۱۴-۴

#### طیف‌سنجی اتلاف انرژی الکترون

##### electron energy loss spectroscopy

##### EELS

روشی که در آن یک طیف‌سنج الکترونی (۱۳-۴) طیف انرژی الکترون‌ها را از یک منبع اصلی تک‌انرژی پس از برهم‌کنش غیرکشسان با نمونه اندازه‌گیری می‌کند. اغلب به دلیل فرآیندهای کاهش غیرکشسان پیک‌هایی نشان می‌دهد.

یادآوری ۱- طیفی که با استفاده از یک پرتو الکترونی فرودی در حدود انرژی مشابه طیف‌سنجی الکترون/اوزه (۱۶-۴) یا طیف سنجی فوتوالکترهای پرتو/یکس (۱۸-۴) ایجاد می‌شود، تقریباً مجاور به طیف اتلاف انرژی مرتبط با آن پیک است.

یادآوری ۲- طیف اتلاف انرژی الکترون که با یک پرتو الکترونی فرودی اندازه‌گیری شده است، تابعی از انرژی پرتو، زاویه برخورد پرتو، زاویه تابش و خواص الکترونیکی نمونه است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۵-۱۹۷ استاندارد ISO 18115-1]

۱۵-۴

#### الکترون اوزه

##### Auger electron

الکترون تابش‌شده از اتم‌ها در حالت پایه، به همراه گسیل الکترون از اتمی با یک جای خالی در یک لایه داخلی الکترونی است.

یادآوری - الکترون‌های منتشر شده دارای انرژی‌های مشخصه هستند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۵-۳۷ استاندارد ISO 18115-1]

۱۶-۴

#### طیف‌سنجی الکترون اوزه

##### Auger electron spectroscopy

##### AES

روشی که در آن از یک طیف‌سنج الکترونی (۱۳-۴) برای اندازه‌گیری توزیع انرژی الکترون‌های اوزه گسیل یافته (۱۵-۴) از یک سطح استفاده می‌شود.

**یادآوری** - اغلب برای برانگیخته کردن الکترون اوژه از یک پرتو الکترون در محدوده انرژی ۲ keV تا ۳۰ keV استفاده می شود. الکترون های اوژه را می توان با پرتو ایکس، یون ها و سایر منابع برانگیخته کرد. اما عبارت طیف سنجی الکترون اوژه، بدون مقیاس های اضافی، معمولاً از عنوان برانگیزش القا شده با باریکه الکترونی استفاده می شود. جایی که از یک منبع پرتو ایکس استفاده می شود، انرژی الکترون های اوژه به سطح فرمی ارجاع می شوند. اما جایی که یک باریکه الکترونی مورد استفاده قرار می گیرد، مرجع ممکن است سطح فرمی یا سطح خلاء باشد. به طور معمول ممکن است طیف در اشکال مستقیم یا متفاوت ارائه شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱ استاندارد ISO 18115-1]

۱۷-۴

### طیف سنجی فوتوالکترون فرابنفش

#### ultraviolet photoelectron spectroscopy UPS

روشی که در آن از یک طیف سنج الکترونی (۱۳-۴) برای اندازه گیری توزیع انرژی فوتوالکترون های منتشر شده از یک سطح تحت تابش به وسیله فوتون های فرابنفش استفاده می شود.

**یادآوری** - منابع رایج پرتو فرابنفش شامل انواع مختلفی از تخلیه کننده ها هستند که می توانند خطوط تشدید گازهای مختلف (به عنوان مثال خطوط گسیل HeI و HeII با انرژی ۲۱.۲ eV و ۴۰.۸ eV) را تولید کنند. برای انرژی های متغیر، تابش سینکروترون مورد استفاده قرار می گیرد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۲۲ استاندارد ISO 18115-1]

۱۸-۴

### طیف سنجی فوتوالکترون پرتو ایکس

#### X-ray photoelectron spectroscopy XPS

روشی است که در آن از طیف سنج الکترونی (۱۳-۴) برای اندازه گیری توزیع انرژی فوتوالکترون ها و الکترون های اوژه (۱۵-۴) منتشر شده از یک سطح تحت تابش به وسیله فوتون پرتو ایکس استفاده می شود.

**یادآوری** - منابع معمول پرتو ایکس، Al K $\alpha$  و Mg K $\alpha$  غیر تک فام در به ترتیب ۴۸۶.۶ eV و ۲۵۳.۶ eV هستند. دستگاه های جدید از پرتوهای تک فام Al K $\alpha$  استفاده می کنند. برخی از دستگاه ها نیز از منابع مختلف پرتو ایکس با دیگر آندها یا تابش های سینکروترون استفاده می کنند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۲۳ استاندارد ISO 18115-1]



۱۹-۴

### طیف‌سنجی جذب پرتو ایکس

#### **X-ray absorption spectroscopy XAS**

روشی که در آن جذب پرتو ایکس عبوری از ماده به‌عنوان تابعی از انرژی پرتو ایکس اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۱- این روش برای تعیین ساختار هندسی موضعی و / یا الکترونیکی ماده استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- طیف‌سنجی ساختار ریز جذب پرتو ایکس (XAFS)، طیف‌سنجی نزدیک لبه جذب پرتو ایکس (XANES)،

طیف‌سنجی ساختار ریز بافت جذب پرتو نزدیک لبه (NEXAFS)، انواع طیف‌سنجی جذب پرتو ایکس هستند.

۲۰-۴

### فلورسانس پرتو ایکس

#### **X-ray fluorescence XRF**

تابش ثانویه زمانی اتفاق می‌افتد که یک باریکه پرتو ایکس فرودی با شدت بالا بر روی یک ماده قرار داده در مسیر پرتو برخورد کند.

یادآوری - گسیل ثانویه، طول موج و انرژی مشخصه‌ای از آن ماده دارد.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۱۱-۳ استاندارد ISO 3497:2000]

۲۱-۴

### طیف‌سنجی پرتو ایکس تفکیک انرژی

#### **energy-dispersive X-ray spectroscopy EDS or EDX**

طیف‌سنجی پرتو ایکس که در آن انرژی فوتون‌های منفرد با یک آشکارساز موازی و اندازه‌گیری می‌شود. برای نشان دادن نمودار ستونی، نمایشگر توزیع پرتو ایکس با انرژی استفاده می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۱۱-۳ استاندارد ISO 22309:2011]

۲۲-۴

### طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی - جرمی

#### **inductively coupled plasma mass spectrometry ICP-MS**

روشی است که در آن آزادسازی انرژی دما بالا به وسیله یک میدان مغناطیسی متناوب ناشی از یک سیم پیچ بسامد رادیویی (RF) که اطراف لوله انتقال گاز آرگون دمنده را احاطه کرده، با استفاده از یک طیف سنج جرمی آشکارسازی می شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۳-۷ استاندارد ISO 15202-3:2011]

۲۳-۴

طیف سنجی جرمی یون ثانویه

**secondary-ion mass spectrometry**  
**SIMS**

روشی است که در آن از یک طیف سنج جرمی برای اندازه گیری نسبت توزیع جرم به بار یون های ثانویه ای که در اثر بمباران به وسیله یون های پر انرژی از یک نمونه منتشر شده اند، استفاده شده است.

به طور کلی SIMS وقتی که در آن لایه سطحی مواد به طور مداوم حذف می شود، به عنوان روشی پویا، و وقتی که در طول اندازه گیری دز یون محدود به کمتر از  $10^{16}$  یون / مترمربع، باشد به عنوان روشی ایستا طبقه بندی شده است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۴-۱۷ استاندارد ISO 18115-1].

۲۴-۴

توموگرافی پروباتم

**atom-probe tomography**

روش شناسایی اتم ها یا مولکول های منفردی که از یک نانولیف (۶-۲) توسط تبخیر میدان تپشی جدا شده و آشکارسازی آن با طیف سنجی جرمی زمان پرواز است.

یادآوری - برای کشف موقعیت جانبی اتم ها از یک آشکارساز حساس به موقعیت استفاده می شود.

۲۵-۴

آنالیز گاز بیرون داده شده

**evolved-gas analysis**  
**EGA**

روشی است که در آن ماهیت و / یا مقدار محصولات فرار آزاد شده توسط یک ماده، به عنوان تابعی از دما (در حالی که ماده تحت یک برنامه دمایی کنترل شده) اندازه گیری می شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۳۴۵ استاندارد ISO 472-1:2013]

۲۶-۴

طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی هسته

**nuclear magnetic resonance spectroscopy**  
**NMR spectroscopy**

روشی که در آن خواص مغناطیسی تشدید هسته اتمی برای تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی اتم‌ها و مولکول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲۷-۴

تشدید پارامغناطیسی الکترونی

**electron paramagnetic resonance**  
**EPR**  
**electron spin resonance**  
**(ESR)**

روشی برای مطالعه گونه‌های شیمیایی است که در هنگام برانگیزش تشدید چرخش الکترون، دارای یک یا چند الکترون جفت نشده هستند.

یادآوری - این روش شبیه به NMR است اما چرخش الکترون را نیز اندازه‌گیری میکند.

۲۸-۴

طیف‌سنجی موسبائر

**Mössbauer spectroscopy**

گسیل هسته‌ای بدون سیم‌پیچ و جذب تشدید تابش گاما است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۷۶۴ استاندارد ISO 921:1997].

۲۹-۴

تداخل‌سنجی قطبش دوگانه

**dual polarization interferometry**  
**DPI**

روشی است که در آن موج خاموشی یک پرتو لیزر برای بررسی لایه‌های مقیاس مولکولی جذب‌شده به سطح یک موج‌بر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری ۱- قطبش می‌تواند به سرعت تغییر کرده و امکان اندازه‌گیری زمان واقعی واکنش‌های شیمیایی در حال وقوع در سطح یک تراشه از یک سامانه جریان گذار را فراهم کند.

یادآوری ۲- از این روش معمولاً برای اندازه‌گیری تغییرات سازنده ایجادشده در پروتئین‌ها و یا دیگر زیست‌مولکول‌ها، وقتی با محیط خود واکنش می‌دهند، استفاده می‌شود.

## ۵ واژگان مربوط به اندازه‌گیری سایر خواص

### ۱-۵ واژگان مربوط به اندازه‌گیری جرم

#### ۱-۱-۵

#### میکروبالانس بلور کوارتز

**quartz crystal microbalance**  
**QCM**

روشی که در آن تغییر بسامد تشدیدگر بلور کوارتز برای اندازه‌گیری تغییر در جرم استفاده می‌شود.

یادآوری- از این روش می‌توان در خلاء، فاز گازی و یا در محیط‌های مایع استفاده کرد.

#### ۲-۱-۵

#### گرماوزن‌سنجی حرارتی

**thermogravimetry**  
**TG**

روشی است که در آن تغییر در جرم نمونه، درحالی‌که با یک برنامه دمای تحت کنترل قرار دارد، به‌عنوان تابعی از دما اندازه‌گیری می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۱۱۷۳ استاندارد ISO 472:2013].

#### ۳-۱-۵

#### گرماسنجی روبشی تفاضلی

**differential scanning calorimetry**  
**DSC**

روشی است که در آن تفاوت در انرژی‌های ورودی به ماده و به یک ماده مرجع، درحالی‌که تحت کنترل دمایی قرار گرفته‌اند به‌عنوان تابعی از دما اندازه‌گیری می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۲۷۸ استاندارد ISO 472:2013].

## ۲-۵ واژگان مربوط به اندازه گیری بلورینگی

۱-۲-۵

### پراش پرتو ایکس

#### X-ray diffraction

روشی برای به دست آوردن اطلاعات بلورشناسی یک نمونه، با مشاهده الگوی پراش حاصل از برخورد باریکه پرتو ایکس با آن است.

یادآوری - از این روش می توان برای تخمین اندازه مناطق پراکندگی همسایه استفاده کرد.

۲-۲-۵

### پراش الکترون برگشتی

#### electron backscatter diffraction

#### EBSD

فرآیند پراشی است که بین الکترون های برگشتی و صفحات اتمی رخ می دهد. هنگامی که نمونه مورد تابش باریکه الکترونی فرودی قرار گرفته و نمونه بلوری و بسیار کج شده است.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۳-۷ استاندارد ISO 24173:2009].

## ۳-۵ واژگان مربوط به اندازه گیری سوسپانسیون

۱-۳-۵

### سرعت الکتروکوچی

#### electrophoretic velocity

سرعت ذره (۲-۹) در حین فرآیند الکتروکوچی است.

یادآوری - تحرک پذیری الکتروکوچی با واحد  $\frac{m^2}{V}$  بیان می شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۲-۶ استاندارد ISO 13099-1: 2012]

۲-۳-۵

### تحرک پذیری الکتروکوچی

#### electrophoretic mobility

عبارت از سرعت الکتروکوچی تقسیم بر قدرت میدان الکتریکی اعمال شده است.

یادآوری ۱- اگر یک ذره (۲-۹) به سمت پتانسیل کمتر حرکت کند، تحرک پذیری الکتروکوچی آن مثبت و در حالت برعکس، منفی خواهد بود.

یادآوری ۲- تحرک پذیری الکتروکوچی با واحد  $\frac{m}{s}$  بیان می شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۲-۵ استاندارد ISO 13099-1: 2012]

۳-۳-۵

صفحه لغزش

صفحه برشی

**slipping plane**  
**shear plane**

صفحه ای انتزاعی در مجاورت فصل مشترک مایع / جامد در مکانی است که در آن مایع تحت تاثیر تنش برشی نسبت به سطح شروع به لغزش می کند.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۱-۱۱ استاندارد ISO 13099-1: 2012]

۴-۳-۵

پتانسیل الکتروجنبشی

پتانسیل زتا

**electrokinetic potential**  
**zeta potential**

تفاوت پتانسیل الکتریکی بین مایعات موجود در صفحه لغزش و مایع توده را می گویند.

یادآوری - پتانسیل زتا با یکای ولت بیان می شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۱-۸ استاندارد ISO 13099-1: 2012]

۵-۳-۵

چگالی بار الکتریکی سطحی

**electric surface charge density**

بار الکتریکی موجود در فصل مشترک تقسیم بر مساحت آن (به دلیل جذب سطحی مشخص یونها از مایع و یا به دلیل جابه جایی گروه های سطحی) است.

یادآوری - چگالی بار الکتریکی سطحی با یکای  $C/m^2$  بیان می شود.

[منبع: برگرفته شده از تعریف ۲-۱-۶ استاندارد ISO 13099-1: 2012]

کتابنامه

- [1] ISO/TS 1-80004:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*
- [2] ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*
- [3] ISO 14644-6:2007, *Cleanrooms and associated controlled environments — Part 6: Vocabulary*
- [4] ISO 15900:2009, *Determination of particle size distribution — Differential electrical mobility analysis for aerosol particles*
- [5] ISO 4618:—2), *Paints and varnishes — Terms and definitions*
- [6] ISO 26824:2013, *Particle characterization of particulate systems — Vocabulary*
- [7] ISO 14644-1:1999, *Cleanrooms and associated controlled environments — Part 1: Classification of air cleanliness*
- [8] ISO 3252:1999, *Powder metallurgy — Vocabulary*
- [9] ISO 14966:2002, *Ambient air — Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles — Scanning electron microscopy method*
- [10] ISO 9276-1:1998, *Representation of results of particle size analysis — Part 1: Graphical representation*
- [11] ISO 14695:2003, *Industrial fans — Method of measurement of fan vibration*
- [12] ISO 18115-1:2010, *Surface chemical analysis — Vocabulary — Part 1: General terms and terms used in spectroscopy*
- [13] ISO 13320:2009, *Particle size analysis — Laser diffraction methods*
- [14] ISO 16014-1:2012, *Plastics — Determination of average molecular mass and molecular mass distribution of polymers using size-exclusion chromatography — Part 1: General principles*
- [15] ISO 18115-2:2010, *Surface chemical analysis — Vocabulary — Part 2: Terms used in scanningprobe microscopy.*
- [16] ISO 17751:2007, *Textiles — Quantitative analysis of animal fibres by microscopy — Cashmere, wool, speciality fibres and their blends*
- [17] ISO 29301:2010, *Microbeam analysis — Analytical transmission electron microscopy — Methods for calibrating image magnification by using reference materials having periodic structures*
- [18] ISO/TS 10797:2012, *Nanotechnologies — Characterization of single-wall carbon nanotubes using transmission electron microscopy*
- [19] ISO 10934-2:2007, *Optics and optical instruments — Vocabulary for microscopy — Part 2: Advanced techniques in light microscopy*
- [20] ISO 9277:2010, *Determination of the specific surface area of solids by gas adsorption — BET method*
- [21] IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 845: Lighting*
- [22] ISO 13943:2008, *Fire safety — Vocabulary*
- [23] ISO 3497:2000, *Metallic coatings — Measurement of coating thickness — X-ray spectrometric methods*
- [24] ISO 22309:2011, *Microbeam analysis — Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above*
- [25] ISO 15202-3:2004, *Workplace air — Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry — Part 3: Analysis*
- [26] ISO 472:2013, *Plastics — Vocabulary*
- [27] ISO 921:1997, *Nuclear energy — Vocabulary*
- [28] ISO 24173:2009, *Microbeam analysis — Guidelines for orientation measurement using electron backscatter diffraction*
- [29] ISO 13099-1:2012, *Colloidal systems — Methods for zeta-potential determination — Part 1:*

*Electroacoustic and electrokinetic phenomena*