



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۴۶۴

چاپ اول

تیر ۱۳۹۲

**INSO**

**16464**

**1st. Edition**

**Jul.2013**

فناوری نانو - ویژگی‌های مواد - راهکاری  
برای تعیین ویژگی‌های نانو اشیاء

**Nanotechnologies – Materials specifications-  
Guidance on specifying nano-objects**

**ICS:07.030**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

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

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

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"فناوری نانو - ویژگی‌های مواد - راهکاری برای تعیین ویژگی‌های نانو اشیاء"

### رئیس:

خانلری،

(دکترای مواد)

### سمت و / یا نمایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام

خمینی (ره) قزوین

### دبیر:

نوری خراسانی، سعید

(دکترای مواد پلیمری)

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان -

دانشکده مهندسی شیمی

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی پور، الهه

(کارشناس ارشد زیست شناسی)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

پوی پوی، حسن

(کارشناس ارشد شیمی)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

چوخاچی زاده مقدم، امین

(کارشناس ارشد نانومواد)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

سیفی، مهوش

(کارشناس ارشد مدیریت دولتی)

کارشناس استاندارد

مسروری، حسن

(دکترای شیمی)

عضو هیئت علمی پژوهشگاه استاندارد

## پیش‌گفتار

استاندارد "فناوری نانو - ویژگی‌های مواد - راهکاری برای تعیین ویژگی‌های نانو اشیاء" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در اولین اجلاس کمیته ملی فناوری نانو مورخ ۱۳۹۲/۲/۳۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO/TS 12805:2011, Nanotechnologies- Materials specifications – Guidance on specifying nano-objects

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
د	پیشگفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ راهکار تشخیص نانو اشیاء
۳	۱-۴ کلیات
۴	۲-۴ نانو اشیائی که اندازه هر سه بعد آنها در مقیاس نانو می باشد ; نانو ذرات
۵	۳-۴ نانو اشیائی که دو بعد آنها در مقیاس نانو می باشد ; نانو الیاف
۶	۴-۴ نانو اشیائی که یک بعد آنها در مقیاس نانو می باشد ; نانو صفحه ها
۷	۵ مشخصه های دیگری از ماده که ممکن است بر عملکرد محصول نهایی و/ یا بر عملکرد فرآوری تأثیرگذار باشد
۷	۵-۱ عمومی ( کلیات)
۸	۲-۵ مشخصه های شناخته شده ای که در کاربردی خاص تأثیر گذار هستند
۸	۳-۵ دیگر مشخصه های ماده که ممکن است بر روی عملکرد محصول نهایی و/ یا فرآوری تأثیرگذار باشد
۹	۶ روش های اندازه گیری پیشنهادی برای نانو اشیاء تولید شده که در تعیین ویژگی ها مهم هستند

## فهرست مندرجات - ادامه

صفحه	عنوان
۱۰	۷ اثرات احتمالی آلودگی بر خواص و عملکرد نانو اشیاء تولیدی و تاثیر در کاهش کارایی آنها
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی)
۱۲	پیوست ب (اطلاعاتی)
۲۸	کتابنامه

## مقدمه

منشاء نیاز به تدوین این استاندارد کافی نبودن ویژگی‌های توافقی بین تامین‌کننده و مشتری نانو اشیاء می‌باشد. این توافق برای اطمینان از یکنواختی ماده عرضه شده تا مرحله فرآوری یا اطمینان از عملکرد یکنواخت محصول نهایی بین محموله‌ها و بهره‌ها می‌باشد.

از عملکرد غیر یکنواخت ماده بین محموله‌ها و بهره‌های ماده نتیجه‌گیری شده است که دلیل غیر یکنواختی عملکرد ماده، وجود یک یا بیش از یکی از موارد ذکر شده در ذیل می‌باشد.

الف- مشخصات توافقی بین تامین‌کننده و مشتری تمامی عملکردهای ماده که بر روی عملکرد و یا فرآیند پذیری اثرگذار است لحاظ نموده، یا برداشت تامین‌کننده و مشتری از مشخصات توافقی متفاوت بوده است.

ب - یک یا بیش از یک مشخصه ماده به روشی نامناسب اندازه‌گیری شده است.

پ- یک یا بیش از یک روش اندازه‌گیری به طور ناصحیح اعمال شده است.

این استاندارد برای کمک به بررسی تمامی موارد مذکور می‌باشد. همچنین این موارد در رابطه با کیفیت سنجی مواد اولیه پیش از تعیین مشخصات، استفاده از راهکارهای ارایه شده است.

هر دسته‌بندی از نانو شیء تولیدی ( نانو ذره ، نانو لیف و نانو صفحه) در بندی جداگانه بررسی شده است: آن‌هایی که سه بعد آن‌ها در مقیاس نانو است(نانوذره)، آن‌هایی که دو بعد آن‌ها در مقیاس نانو است(نانولیف) و آن‌هایی که تنها یک بعد آن‌ها در مقیاس نانو است(نانوصفحه). بسیاری از نانو اشیاء به صورت پخش شده در محیط مایع توزیع می‌شود. برای هر دسته‌بندی وسیع از این نانو اشیاء، تعیین مشخصات مربوط به پخش آن‌ها معرفی شده است.

برای هر دسته بندی نانو شیء ساخته شده:

- فهرستی از مشخصه‌های دیگر ماده ارایه شده است که کیفیت سنجی اولیه ماده در تمام موارد کاربرد آن‌ها است.
- فهرستی از مشخصه‌های دیگر ماده ارایه شده است که در ارتباط با کیفیت سنجی ماده در کاربردی خاص در نظر گرفته شده است.
- در مواردی که استفاده از این مشخصه‌های ماده در تعیین ویژگی‌های توافقی تضمین یکنواختی محموله به محموله یا بهره به بهره را نمی‌دهد ، فهرستی دیگر از مشخصه‌هایی که

ممکن است بر عملکرد محصول و/ یا فرآوری آن تأثیر گذار باشد برای بررسی‌های زیرارایه می‌شود:

- برای همه مشخصه‌های معرفی شده ماده، روش اندازه‌گیری مناسب پیشنهاد شده است که به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف- مشخصه‌یابی‌هایی که نیاز به تجهیزاتی با هزینه کم دارد، که ممکن است برای کنترل کیفیت محموله یا بهر در محیط صنعتی به طور روزمره استفاده شود.

ب- مشخصه‌یابی‌هایی که نیاز به تجهیزات تخصصی دارند و بنابراین کمتر در ارزیابی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- شرح مختصری از اساس هر روش اندازه‌گیری ارائه شده و در صورت امکان به استاندارد ارجاع داده می‌شود؛ اگر روش اندازه‌گیری در دسترس نباشد یا روشی مشخص ارائه نشده باشد، این نکته نیز باید گزارش شود. برای بعضی از پارامترها، راهکاری برای روش اندازه‌گیری مناسب گزارش نشده چون هیچ استاندارد برای اندازه‌گیری آن پارامتر وجود ندارد. هرچند غالباً استاندارد بین‌المللی برای اندازه‌گیری آن پارامتر برای مواد مشخص با کاربرد خاص وجود دارد.

یک درخت تصمیم‌گیری در پیوست الف به عنوان راهنما برای استفاده از این استاندارد ارائه شده است .

کاربران این استاندارد باید با استانداردهای موجود در مورد بسته‌بندی ، برچسب‌زنی و حمل و نقل مواد آشنایی داشته باشند.

در تدوین این استاندارد این فرض شده است که بندهای این استاندارد توسط افراد واجد شرایط و با تجربه اجرا می‌شود.



## فناوری نانو - ویژگی‌های مواد - راهکاری برای تعیین ویژگی‌های نانو اشیاء

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین راهکاری برای ویژگی‌های عملکردی نانو اشیاء تولیدی و روش‌های اندازه‌گیری آن می‌باشد. با استفاده از این استاندارد از اینکه محصولاتی با خواص یکنواخت برای فرآوری و/یا عملکرد نهایی یکنواخت عرضه شود، اطمینان حاصل شود.

این استاندارد راهکاری برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نانو اشیاء است که در عملکرد یا فرآوری آن‌ها اثر می‌گذارد.

**یادآوری ۱** - نانو اشیاء می‌تواند به صورت خشک یا به صورت پخش شده در محیط مایع عرضه شود .

راهکارهای تعیین ویژگی‌های محیطی ، سلامت و ایمنی نانو اشیاء تولیدی در دامنه کاربرد این استاندارد نیست.

**یادآوری ۲** - فناوری نانو زمینه‌ای از فعالیت علمی است که با سرعت در حال رشد و توسعه است. بنابراین لازم است که کاربر این استاندارد از مقررات و آخرین پیشرفت‌ها در زمینه ویژگی‌های محیطی، سلامت و ایمنی آگاه باشد. اگر مشتری یا تامین‌کننده بخواهد مخاطرات محیطی، ایمنی یا سلامتی ماده را بداند می‌تواند برای راهنمایی بیشتر به استانداردهای ISO/TR 13121 و ISO/TR 12885 مراجعه کند.

برای مواردی که در آن‌ها نانو فازها درجا<sup>۱</sup> با تغییر شکل در ماده<sup>۲</sup> ایجاد شود این استاندارد کاربرد ندارد. (به طور مثال نواحی گوئینر - پرستون در فلزات رسوبی سخت کاری شده). علاوه بر این، این استاندارد الزامات کمی برای اینکه شیء به عنوان نانو شیء در نظر گرفته شود را مشخص نمی‌کند. اما این استاندارد فهرستی از نمونه مثال‌های عملکردی، خواص و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها را که برای مشخص کردن نانو شیء بودن مفید است ارائه می‌کند. این استاندارد مشخصه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری برای قطعات نانومتری<sup>۳</sup> را شامل نمی‌شود. این استاندارد به پارامترهایی ارجاع دارد که می‌توان آن‌ها را به عنوان جنبه‌هایی از کیفیت ماده محسوب نمود. ولی این استاندارد راهنمایی برای سیستم‌های مدیریت کیفیت نیست. برای راهنمایی در مورد سیستم‌های مدیریت کیفیت به استاندارد ISO 9000 مراجعه شود.

---

1- Insitu  
2- Transformation  
3- Nano devices

## ۲ مراجع الزامی

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

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۹۸، فناوری نانو- واژه‌ها، اصطلاحات و تعاریف اصلی

2-2 ISO/TS 80004-1, Nanotechnologies - Vocabulary -Part 1: Core terms

2-3 ISO/TR 12885, Nanotechnologies – Health and safety Practices in occupational settings relevant to nanotechnologies

2-4 ISO/TR 13121, Nanotechnologies – Nanomaterial risk evaluation

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای بند ۱-۲ و ۲-۲ و اصطلاحات زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱

نانو شیء

ماده‌ای است که یک، دو یا سه بعد خارجی آن در نانو مقیاس است.

۳-۲

نانو مقیاس

محدوده اندازه از تقریباً ۱nm تا ۱۰۰nm است.

۳-۳

نانو شیء تولیدی (Manufactured nano-object)

نانو شیء که به منظور تجاری تولید شده تا خواصی مشخصی یا اجزای ترکیبی مشخص داشته باشد.

ویژگی‌های محصول بخش مهمی از اطلاعاتی است که تامین‌کننده به بازار ارائه می‌کند این اطلاعات همچنین شامل اسامی تجاری، درجه‌بندی محصول، صفحه‌های اطلاعاتی محصول، صفحه‌های داده‌های ایمنی ماده، تاریخچه تأییدیه‌ها و تبلیغات می‌شود.

برای تامین‌کننده، ویژگی‌های آن شامل ( نشان دهنده ) توانایی‌های تولید و تمایز بین درجه‌بندی‌های محصول می‌شود. مشتری از ویژگی‌های محصول برای تمایز بین تامین‌کننده‌ها یا مواد مختلف استفاده می‌کند. این ویژگی‌های محصول برای مصرف‌کننده نهایی به کار می‌رود.

ویژگی‌های محصول در سیستم‌های کیفیت جامع<sup>۱</sup> مانند استاندارد ایزو ۹۰۰۱ برای اطمینان از تولید یکسان برای تامین‌کننده و مشتری استفاده می‌شود. ویژگی‌های محصول، اصولی برای فعالیت‌های تجاری مانند داوری شکایات، ( حل اختلاف شکایات)<sup>۲</sup> فراخوانی محصول، تضمین کیفیت استفاده می‌شود.

در مواردی که نانو اشیاء به صورت محصول نهایی عرضه می‌شود ممکن است عملکردی یکنواخت در هنگام شکل دهی، از خود نشان ندهد و یا عملکردی یکنواخت در محصول نهایی نداشته باشد. به دلایلی که برای تامین‌کننده و مشتری به درستی شناخته شده نیست، در چنین مواردی مهم است که تامین‌کننده و مشتری با یکدیگر برای اصولی توافق کنند تا دلایل این ناسازگاری را حذف کنند. در این استاندارد، اصولی که تامین‌کننده‌های مواد پودر شده رعایت می‌کنند، دنبال می‌شود. در این استاندارد بندی وجود دارد که بر شناسنامه محصول، شکل و اندازه ذره برای تمام موارد کاربرد تمرکز دارد. از جمله اینکه محصول چیست و آیا نانو مقیاس هست یا خیر. این مشخصه‌ها به طور خاص برای نانو اشیاء جامد مجزا است که به صورت خشک یا پخش شده وجود دارند و به وسیله تعداد بعد آن‌ها در نانو مقیاس ( نانو ذرات سه بعدی ، نانو الیاف دو بعدی ، نانو صفحه‌های یک بعدی ) دسته بندی شده‌اند.

بند ۵ به شرایطی می‌پردازد که اطلاعات بیشتری بین تامین‌کننده و مشتری لازم است. در بند ۵-۲ مشخصه‌های نانوشیئی که در مساحت مشخص و در کاربرد مشخصی که باید تاثیر گذار باشد شناسایی می‌شود. در بند ۵-۳ مشخصه‌های بیشتری که می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد و این مشخصه‌ها در بند ۴ و ۵-۲ لحاظ نشده را پیشنهاد می‌کند. این مشخصه‌ها برای اطمینان از تکرار پذیری فرآیند یا اطمینان از عملکردی یکنواخت کافی نیست.

1- Firm-wide quality systems

2- Complaint resolution

#### ۲-۴ نانو اشیائی که اندازه هر سه بعد آنها در مقیاس نانو می باشد ؛ نانو ذرات

مشخصه های ارائه شده در جدول ۱ مقادیر نمونه یا ویژگی های رسمی را ارائه می کند. این ویژگی ها در توصیف نانو ذرات تولیدی در تمام موارد کاربرد مفیدی دارد. اعداد داخل پرانتز به روش های پیشنهادی اندازه گیری اشاره دارد که در پیوست ب جدول های (ب-۱) و (ب-۲) بیان شده است. اگر به عددی ارجاع نشده بدین معناست که راهنمایی برای تعیین ویژگی های عمومی یا روش مناسبی برای اندازه گیری آن مشخصه وجود ندارد.

جدول ۱- مشخصه هایی که در توصیف نانو ذرات تولیدی مفید هستند

مشخصه	حالت خشک	حالت پخش شده
ترکیب شیمیایی، شامل عامل دار نمودن سطح، سطح مقطع ذراتی که ساختار پوسته- هسته دارند. (۱۰-۲ و ۲-۹، ۱-۱۴، ۱-۱۳، ۱-۹)	بلی	بلی
مساحت سطح ویژه (۱-۴)	بلی	بلی
میانگین اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات (۱-۱ و ۲-۱)	بلی	بلی
میانگین اندازه ذرات اولیه بلورین و توزیع اندازه (۲-۴ و ۱-۲)	بلی (اگر بلورین باشد)	بلی (اگر بلورین باشد)
درجه کلوخه ای شدن <sup>a</sup> یا انبوهه شدن <sup>b</sup> (۱-۳ و ۲-۵)	بلی	بلی
فاز پیوسته پخش شدگی	شامل نمی شود	بلی
pH	شامل نمی شود	بلی، برای پخش در محیط آبی
عمر قفسه <sup>c</sup>	بلی (اگر حساس به شرایط نگهداری باشد)	بلی
وزن مخصوص (یا درصد جامد)	شامل نمی شود	بلی
a- Agglomeration b- Aggregation c- Shelf life		

#### ۳-۴ نانو اشیائی که دو بعد آن‌ها در مقیاس نانو می‌باشد ؛ نانو الیاف

نانو الیاف ممکن است به صورت توپر ( نانومیله‌ها، نانوسیم‌ها) یا توخالی ( نانولوله‌ها) باشند. مشخصه‌هایی که در جدول ۲ ارائه شده است به عنوان مقادیر نمونه یا ویژگی‌های رسمی می‌باشد. این ویژگی‌ها در توصیف نانوالیاف تولیدی در تمام موارد کاربرد مفید می‌باشد. اعداد داخل پرانتز به روش‌های اندازه‌گیری پیشنهادی اشاره دارد که در پیوست ب، جدول‌های (ب-۱) و (ب-۲) بیان شده است. اگر به عددی ارجاع نشده بدین معناست که راهنمایی برای تعیین ویژگی‌های عمومی یا روش مناسبی برای اندازه‌گیری آن مشخصه وجود ندارد.

جدول ۲- مشخصه‌هایی که در توصیف نانو الیاف تولیدی مفید هستند

مشخصه	نانو سیم یا نانو میله در حالت خشک	نانو لوله در حالت خشک	حالت پخش شده
ترکیب شیمیایی شامل خلوص شیمیایی ( و ماده آلاینده‌ای که اضافه شده باشد)، عامل دار نمودن سطح، سطح مقطع برای ذراتی که ساختار پوسته- هسته دارند. ( ۲-۱۱ و ۲-۱۰، ۲-۹، ۱-۱۴، ۱-۱۳، ۱-۹ )	بلی	بلی	بلی
میانگین طول و توزیع طول (۲-۱۵)	بلی	بلی	بلی
میانگین قطر و توزیع قطر (۲-۱۴)	بلی	بلی	بلی
میانگین نسبت منظر و توزیع نسبت منظر (۲-۱۶)	بلی	بلی	بلی
درجه کلوخه‌ای شدن (۲-۵ و ۱-۳)	بلی	بلی	بلی
سطح ویژه (۱-۴)	بلی	بلی	بلی
تعداد جداره‌ها، به عبارت دیگر تک، دو یا چند جداره (۲-۱۷)	شامل نمی‌شود	بلی	بلی
میانگین ضخامت جداره و توزیع ضخامت جداره (۲-۱۷)	شامل نمی‌شود ( مانند لیف)	بلی	بلی (فقط برای لوله‌ها)
کاتالیست باقیمانده (۱-۹ و ۲-۱۱)	شامل نمی‌شود	بلی	بلی
خلوص کربن ساختاری	شامل نمی‌شود	بلی، برای کربن	بلی، برای کربن

جدول ۲- (ادامه)

حالت پخش شده	نانو لوله در حالت خشک	نانو سیم یا نانو میله در حالت خشک	مشخصه
بلی	شامل نمی شود	شامل نمی شود	وزن مخصوص
بلی، برای پخش در محیط آبی	شامل نمی شود	شامل نمی شود	pH
بلی	بلی ( اگر حساس به شرایط نگهداری باشد)	بلی ( اگر حساس به شرایط نگهداری باشد)	عمر قفسه

۴-۴ نانو اشیائی که یک بعد آن‌ها در مقیاس نانو می باشد ; نانو صفحه‌ها

مشخصه‌هایی که در جدول ۳ ارائه شده است مقادیر نمونه یا ویژگی‌های رسمی را ارائه می کند. این ویژگی‌ها همواره در توصیف نانو صفحه‌های تولیدی اکسفولیت شده مفید است. نانو صفحه‌ها در حالت ایستادن آزادانه ( به طور مثال پرک یا رس‌های اکسفولیت شده ) شکل می گیرند. اعداد داخل پرانتز به روش‌های اندازه گیری پیشنهادی اشاره دارد که پیوست ب، جدول‌های (ب-۱) و (ب-۲) بیان شده است . اگر به عددی ارجاع نشده بدین معناست که راهنمایی برای تعیین ویژگی‌های عمومی یا اندازه‌گیری آن مشخصه وجود ندارد.

جدول ۳- مشخصه‌هایی که در توصیف نانو صفحه های تولیدی مفید هستند

مشخصه	حالت خشک	حالت پخش شده
ترکیب شیمیایی، شامل عامل دار نمودن سطح و ساختار بلورین آن. (۱-۹ و ۲-۱۰، ۲-۹، ۱-۱۴، ۱-۱۳، ۱-۹)	بلی	بلی
سطح ویژه (۱-۴)	بلی	بلی
میانگین اندازه ذرات و توزیع اندازه ذره (۱-۱ و ۲-۱)	بلی	بلی
میانگین اندازه ذرات بلورین اولیه و توزیع اندازه (۲-۴ و ۱-۲)	بلی (اگر بلورین باشد)	بلی (اگر بلورین باشد)
درجه کلوخه شدن یا انبوهه شدن (۲-۵ و ۳-۱)	بلی	بلی
ریخت شناسی سطح (۲-۱۳ و ۲-۲، ۱-۱۵)	بلی	شامل نمی‌شود
فاز پیوسته پخش شدگی	شامل نمی‌شود	بلی
pH	شامل نمی‌شود	بلی، برای پخش در محیط آبی <sup>a</sup>
عمر قفسه	بلی (اگر حساس به شرایط نگهداری باشد)	بلی
وزن مخصوص (یا درصد جامد)	شامل نمی‌شود	بلی

a- Aqueus

۵ مشخصه های دیگری از ماده که ممکن است بر عملکرد محصول نهایی و / یا بر عملکرد فرآوری تأثیرگذار باشد

#### ۱-۵ کلیات

بند ۴ مشخصه های نانوشی برای کاربرد عمومی را بیان کرده است. در بند ۲-۵ مشخصه یابی بیشتری برای کاربرد خاص ارائه شده است. در مواردی که مشخصه یابی های پیشنهادی در بند ۴ و ۲-۵ برای اطمینان از یکنواختی محموله به محموله و بهر بهر عملکرد محصولات از نقطه نظر فرآوری یا عملکرد نهایی محصول

کافی نباشد، ممکن است لازم باشد که مشخصه‌یابی‌های تکمیلی برای تعیین ویژگی‌ها انجام شود. مشخصه‌یابی‌های تکمیلی در بند ۳-۵ ارائه شده است .

#### ۵-۲ مشخصه‌های شناخته شده‌ای که در کاربردی خاص تاثیر گذار هستند

مشخصه‌هایی که در جدول ۴ ارائه شده است باید در مشخصه‌یابی ماده برای کاربرد های خاص ارائه شود. اعداد داخل پرانتز به روش‌های اندازه‌گیری پیشنهادی اشاره دارد که در پیوست ب، جدول‌های (ب-۱) و (ب-۲) بیان شده است . اگر به عددی ارجاع نشده بدین معناست که راهنمایی برای تعیین ویژگی عمومی یا روش مناسبی برای اندازه‌گیری آن مشخصه وجود ندارد.

#### جدول ۴- مشخصه های موثر در کاربردهای خاص

مشخصه	نانو ذرات	نانو الیاف	نانو صفحه‌ها
قابلیت پخش در زمینه جامد - در بیان مشخص نمودن تقویت کننده‌ها در کامپوزیت‌ها در مقیاس نانو ( ۱-۸ و ۲-۸ )	بلی	بلی	بلی
قابلیت پخش در مایعات- قطبی و غیر قطبی(۱-۷)	بلی	بلی	بلی
مساحت سطح فوش <sup>a</sup> - استفاده از نانو اشیاء در آئروسول‌ها <sup>b</sup> (۲-۳)	بلی	بلی	بلی
تقارن- برای خواص الکتریکی نانو لوله‌ها (۲-۱۸)	شامل نمی‌شود	بلی	شامل نمی‌شود
استحکام مرز مشترک زمینه با تقویت کننده‌های در نانو مقیاس در کامپوزیت‌ها	بلی	بلی	بلی
کریستالوگرافی و ناهمسان گرد <sup>c</sup> مکانیکی(۱-۶)	بلی	بلی	بلی
a- Fuchs b- Aerosols c- Anisotropic			



۳-۵ دیگر مشخصه های ماده که ممکن است بر روی عملکرد محصول نهایی و یا فرآوری تأثیرگذار باشد برای اطمینان از تکرارپذیری در فرآوری و عملکرد یکنواخت محصول، ممکن است لازم باشد که مشخصه یابی های تکمیلی که در جدول ۵ ارائه شده انجام شود. اعداد داخل پرانتز به روش های اندازه گیری پیشنهادی اشاره دارد که در پیوست ب، جدول های (ب-۱) و (ب-۲) بیان شده است. اگر به عددی ارجاع نشده بدین معناست که راهنمایی برای تعیین ویژگی عمومی یا روش مناسبی برای اندازه گیری آن مشخصه وجود ندارد.

جدول ۵- مشخصه های دیگری از ماده که ممکن است بر روی عملکرد محصول نهایی و یا فرآوری تأثیرگذار باشد

مشخصه	نانو ذرات	نانو الیاف	نانو صفحه ها
ریخت شناسی ذره (۲-۲)	بلی	بلی	بلی
مشخصه روان شدن (۱-۱۰)	بلی	بلی	بلی
چگالی پودر <sup>a</sup> (۱-۱۱)	بلی	بلی	بلی
چگالی ظاهری (۱-۱۲)	بلی	بلی	بلی
تخلخل (۲-۶ و ۱-۵)	بلی	بلی	بلی
ساختار بلورین و درجه بلورینگی (۱-۶)	بلی	بلی	بلی
رنگ	بلی	بلی	بلی
شفافیت	بلی	بلی	بلی
استحکام فشردگی تک کلوخه	بلی	بلی	شامل نمی شود
ساختار انتهایی نانو لوله (۲-۱۷)	شامل نمی شود	بلی، برای لوله ها	شامل نمی شود
a- Tap			

۶ روش های اندازه گیری پیشنهادی برای نانو اشیاء تولید شده که در تعیین ویژگی ها مهم هستند

روش های اندازه گیری را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف- روش هایی که به طور روزمره برای اندازه گیری کنترل کیفیت محموله یا بهر در محیط صنعتی به کار می رود و از دستگاه های ارزان قیمت استفاده می شود (جدول ب-۱)

ب- روش‌هایی که نیاز به دستگاه تخصصی دارد و در ارزیابی‌ها کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ب-۲).

نمونه برداری از پودر باید طبق استاندارد ISO 14488 انجام شود.

در بسیاری از روش‌های اندازه‌گیری تحلیلی نیاز به پخش پودر در مایعات می‌باشد. آماده سازی نمونه شامل پخش در مایعات باید طبق استاندارد ISO 14887 انجام شود.

چون بسیاری از نانواشیاء واکنش پذیر<sup>۱</sup> هستند، برای مقایسه نتایج، این نکته را باید در نظر داشت که خواص فیزیکی و شیمیایی می‌تواند تحت تاثیر بخش برداشته شده از نمونه و محیط نگهداری آن باشد. بنابراین، تامین‌کننده و خریدار باید در مورد بخش برداشته شده از نمونه و محیط نگهداری آن برای مقایسه نتایج توافق کنند.

خواص ماده یا ذاتی است یا بوسیله روش اندازه‌گیری تعیین می‌شود. مقادیر به دست آمده از روش‌های مختلف اندازه‌گیری را مستقیماً نمی‌توان با یکدیگر مقایسه نمود. علاوه بر این، روش‌های ارزیابی یک خاصیت ذاتی ممکن است تحت تاثیر<sup>۲</sup> بوده و منجر به نتایجی بشود که متفاوت از دیگر روش‌های ارزیابی همان خاصیت باشد. در نهایت می‌توان گفت که نتایج یک روش اندازه‌گیری را مستقیماً نمی‌توان با نتایج یک روش دیگر اندازه‌گیری مقایسه نمود.

این استاندارد به بررسی تعداد زیادی از انواع تجزیه می‌پردازد. از آنجایی که این استاندارد می‌تواند برای انواع مواد مورد استفاده قرار گیرد و از نتایج، اطلاعات بسیار متفاوتی به دست آورده شود، در نتیجه به روز رسانی منظم این استاندارد لازم می‌باشد.

## ۷ اثرات احتمالی آلودگی بر خواص و عملکرد نانو اشیاء تولیدی و تاثیر در کارآیی آن‌ها

بسیاری از نانو اشیاء به علت سطح ویژه زیاد و انرژی سطح زیاد تمایل به کلوخه‌ای شدن، خاصیت جذب ماده بر روی سطح خود و چسبیدن به سطح اشیاء بزرگ‌تر را دارند. در نتیجه خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به راحتی تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرند. مکانیسم و میزان افت کیفیت خواص بستگی به چند متغیر دارد. این متغیرها شامل اجزای ترکیب نانو اشیاء، ریخت شناسی آن‌ها، مدت زمان نگهداری و شرایط نگهداری آن‌ها می‌شود.

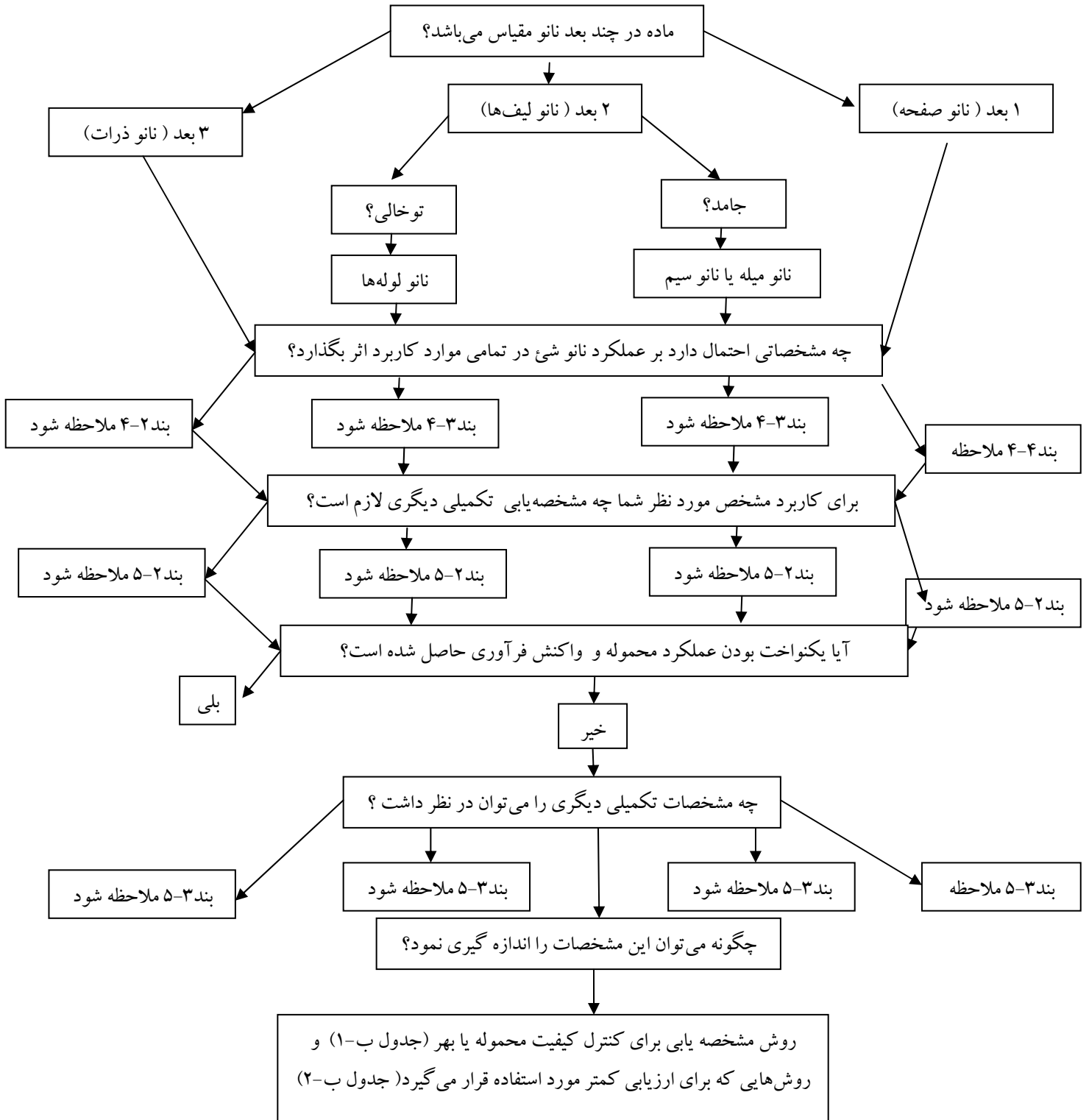
---

1- Reactive  
2- Biased

در نتیجه باید روش‌هایی برای کاهش تمایل ماده به افت کیفیت خواص در نظر گرفته شود. شرایط بسته‌بندی و نگهداری باید بین تامین‌کننده و مشتری ماده توافق شود. مشخصات شرایط نگهداری محصول باید تمایل ماده به تخریب تحت تاثیر رطوبت و حرارت و احتمال واکنش‌پذیری با دیگر مواد که در همان محیط نگهداری می‌شود را در نظر بگیرد.

پیوست الف  
(اطلاعاتی)

درخت تصمیم گیری برای کمک به استفاده از این استاندارد



شکل الف-۱ درخت تصمیم گیری برای کمک به استفاده از این استاندارد

پیوست ب

(اطلاعاتی)

روش‌های اندازه‌گیری

جدول ب-۱ روش‌های اندازه‌گیری برای استفاده روزمره کنترل کیفیت در محیط صنعتی

راهنمایی	روش	مشخصه	
احتمال دارد که برای ماده مشابهی از یک محموله یا بهر، استفاده از روش‌های متفاوت اندازه‌گیری منجر به نتایج متفاوتی بشود. در مشخص نمودن ماده، تامین‌کننده و خریدار باید بر روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات توافق کنند.	–	میانگین اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات	۱-۱
این روش در مواردی که قطر ذره بیش از حدود ۴۰ نانومتر شد معتبر است. این موضوع به طبیعت ذره و کروی یا تقریباً کروی بودن ذرات بستگی دارد. واسنجی دستگاه و روش اندازه‌گیری باید طبق استانداردهای ISO21501-2 یا ISO 13320-1 باشد.	روش‌های پراکندگی و پراش نوری		
این روش قطر هیدرو دینامیکی را از حرکت براونی <sup>a</sup> اندازه‌گیری می‌کند. این روش در مواردی که قطر ذره بیش از ۳ نانومتر باشد معتبر است و بستگی به نمونه دارد. راهنمایی در مورد کاربرد این روش را می‌توان در استانداردهای ISO13321 و ISO22412 یافت.	طیف نگاری همبستگی فوتونی		
آزمون پتانسیل زتا (zeta) متغیر، که در آن ولتاژ متناوبی به سوسپانسیونی اعمال می‌شود صورت می‌گیرد تا در اثر ارتعاش ایجاد شده در ذرات معلق امواج صوتی تولید شود. بسته به خواص ماده، مانند وزن مخصوص، اطلاعات مربوط به توزیع اندازه ذرات برای ذراتی با قطر بیش از ۱۰۰ نانومتر را می‌توان به دست آورد. این اطلاعات را از تاخیر فاز موج صوت ایجاد شده می‌توان به دست آورد. برای توزیع اندازه نانوذرات ریزتر (۵ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر)، این اطلاعات از تضعیف شدن دامنه موج صوتی به دست می‌آید.	آزمون دامنه صوتی الکتروجنبشی		

a -Brownian

جدول ب-۱ (ادامه)

مشخصه	روش	راهنمایی
۲-۱	پهن شدگی خط پراش پرتو ایکس (XRDLB)	این روش اطلاعاتی در مورد اندازه ذرات کوچک بلورین، بدون در نظر گرفتن اینکه این ذرات به ذراتی بزرگتر کلوخه یا انبوهه شده‌اند ارائه می‌کند. این روش اندازه و کرنش بلور تکی کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر را اندازه‌گیری می‌کند و این در جایی است که حلقه‌های دیبای (خطوط پرتو ایکس) به دلیل اجرای دستور کار پهن می‌شود. به این نکته باید توجه داشت که پهن شدن خط می‌تواند در اثر کرنش ماده و همچنین تغییر در اندازه بلور باشد. راهنمایی در مورد کاربرد این روش را می‌توان در استانداردهای EN13925-3، EN13925-2 و EN13925-1 یافت.
۳-۱	محاسبه شاخصه کلوخه‌ای شدن یا انبوهه شدن	محاسبه از اندازه‌گیری میانگین اندازه بلورک، $d$ ، توسط پهن شدگی خط XRD (۱-۲) و میانگین اندازه ذره، $D$ ، توسط روش اندازه‌گیری ذره (۱-۱) انجام می‌شود. شاخص کلوخه‌ای شدن یا انبوهه شدن، $T$ ، این شاخص از نسبت $\frac{D}{d}$ به دست می‌آید. از روش تجزیه تجزیه‌ای دیفرانسیلی <sup>a</sup> برای پی بردن به قطر تحرک نانو ذرات آئروسول شده می‌توان استفاده کرد (ذرات اولیه و انبوهه / کلوخه). از میکروسکوپ الکترونی عبوری به طور روزمره برای این کار استفاده می‌شود. یادآوری- روش XRD پیشنهادی تنها شامل موارد بلورین می‌شود.
۴-۱	تجزیه BET	این روش بر اساس مدلی است که توسط برناتور، امت و تلر <sup>b</sup> (BET) ارائه شده است. با استفاده از این روش مساحت سطح پودر را بوسیله مقدار گازی که جذب سطحی شده است می‌توان تخمین زد. معمولاً از گازهایی مانند نیتروژن یا دی‌اکسید کربن استفاده می‌شود. اما برای مواد با مساحت سطحی کم از گازهایی مانند کریپتون یا آرگون به علت حساس بودن آنها (جرم نهایی بر واحد مساحت) استفاده می‌شود. سطح ویژه نسبت مساحت سطح به جرم می‌باشد. راهنمایی در مورد کاربرد این روش را می‌توان در استانداردهای ISO 18757 و ISO 9277 یافت.

a- Differential mobility analysis  
b- Brunauer, Emmet and Teller

جدول ب-۱ (ادامه)

مشخصه	روش	راهنمایی
۵-۱	پیکنومتری، به طور مثال با استفاده از جیوه تحت فشار یا تخلخل سنج جذب سطحی گاز	تخلخل را می توان با استفاده از یک پیکنومتر اندازه کرد (پیکنومتر فلاسکی با حجم مشخص است). پودر با جرم و حجم مشخص به درون پیکنومتر ریخته شود و سپس پیکنومتر وزن می شود و با مایع و گازی که وزن مخصوص آن مشخص است و پودر در آن محسوس نیست پر شود. در این حالت پیکنومتر مجدداً وزن شود. حجم مایع یا گاز اضافه شده را می توان تعیین نمود و از تفاضل پودر مایع/گاز و حجم پیکنومتر، حجم تخلخل پودر را می توان محاسبه نمود.
۶-۱	پراش پرتو ایکس (XRD)	راهنمایی در مورد کاربرد این روش را می توان در استانداردهای EN 13925-1، EN 13925-2 و EN 13925-3 یافت.
۷-۱	روش های پتانسیل زتا	پتانسیل زتا پتانسیل الکتریسیته ساکن در سطح لغزش ( این سطح نشانه منطقه ای است که مولکول های مایع به دور ذره ابتداً نسبت به سطح شروع به حرکت می کنند) نسبت پتانسیل در توده محلول می باشد. مقدار پتانسیل زتا نشانگری برای دفع متقابل بین ذرات می باشد. این پتانسیل باعث پایداری پخش می شود. راهنمایی در مورد اندازه گیری و مشخصه یابی ذرات توسط روش های صوتی را می توان در استاندارد ISO20998-1 یافت.
	جریان سنجی <sup>b</sup>	راهنمایی در مورد تعیین ویسکوزیته برشی با استفاده از رئومتر ارتعاشی با صفحات موازی را در استاندارد ISO 6721-10 می توان یافت.
۸-۱	پراش پرتو ایکس (XRD)	پخش شدگی در زمینه جامد
<p>a !! شاخه ای از علم که وضعیت هندسی ساختمان داخلی و آرایش درونی اتم ها یا مولکول های تشکیل دهنده یک بلور را بررسی می کند!</p> <p>b Rheometry</p>		

جدول ب-۱ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
<p>در این روش تغییرات جرم نمونه‌ها نسبت به تغییرات حرارت اندازه‌گیری می‌شود. در این روش معمولاً حرارتی که در آن حرارت تخریب صورت می‌گیرد، میزان رطوبت، مقدار اجزای تشکیل دهنده معدنی و آلی و دماهای تجزیه به طور مثال مواد منفجره و باقیمانده حلال اندازه‌گیری می‌شود دستگاه جرم سنجی حرارتی معمولاً متشکل از ترازویی دقیق با ظرف نمونه ( معمولاً از جنس پلاتین) می‌باشد. ظرف نمونه در اجاقی کوچک که دارای ترموکوپل ( به منظور کنترل دقیق دما است) قرار داده می‌شود. محیط اجاق با گازی خنثی به منظور جلوگیری از اکسایش زوده می‌شود. می‌توان برای زودن از اکسیژن استفاده کرد تا اثرات مربوط به اکسایش بررسی شود. این دستگاه معمولاً توسط رایانه کنترل می‌شود.</p> <p>آزمون با افزایش تدریجی دما شروع و نمودار وزن بر حسب دما رسم می‌گردد. چون بسیاری از نمودارهای کاهش وزن مشابه یکدیگر هستند تصحیح<sup>a</sup> نمودار پیش از تفسیر نتایج لازم است. از مشتق نمودار کاهش وزن می‌توان برای تشخیص نقطه ای که کاهش وزن بیشتر است استفاده نمود. دستگاه‌های جدید تجزیه جرم سنجی حرارتی می‌توانند دارای منفذ باشند و اجزای تشکیل دهنده‌ی محصولات سوخت توسط طیف سنج نوری فروسرخ تبدیل فوریه یا اسرکترومتر جرمی را تجزیه کنند.</p>	<p>تجزیه جرم سنجی حرارتی (TGA)</p>	<p>خلوص شیمیایی</p>	<p>۹-۱</p>
<p>روش‌های موجود آن‌هایی هستند که در حال حاضر برای جریان پودر درشت‌تر استفاده می‌شود. سلول برشی حلقوی، تنش برشی و دلاتنسی<sup>b</sup> ماده گرانولی شکل یا پودر را اندازه‌گیری کند.</p>	<p>سلول برشی حلقوی ( دایره ای )</p>	<p>مشخصات جریان پودرها</p>	<p>۱۰-۱</p>
<p>a - Transformation</p> <p>b - دلاتنسی : نوع مشخصه ی رئولوژی سیالات است که بر اساس آن، بر اساس افزایش در سرعت برش، گرانروی افزایش می‌یابد.</p>			



ادامه جدول ب-۱ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
روش‌های موجود آن‌هایی هستند که در حال حاضر برای مشخصه‌یابی جریان پودر درشت‌تر استفاده می‌شود. سلول برشی حلقوی، تنش برشی و دلاتنسی ماده گرانولی یا پودر را اندازه‌گیری می‌کنند.	سلول برشی حلقوی ( دایره ای )	مشخصات روان‌شدگی پودر	۱-۱۰ (ادامه)
در این روش زمان لازم برای اینکه جرم مشخصی از پودر از قیف مخروطی شکل (که زاویه مخروطی آن و قطر خروجی آن مشخص است) جریان یابد اندازه‌گیری می‌شود. در مورد پودرهای فلزی، راهنمایی در مورد طراحی قیف و دستورالعمل تجربی در استاندارد ISO4490 ارائه شده است.	جریان سنج هال <sup>a</sup>		
این نسبت و شاخص را می‌توان از مقادیر تعیین شده چگالی پودر ( چگالی ظاهری حجمی از پودر وقتی که ظرف آن فشرده یا به ارتعاش درآید) و چگالی ظاهری ( وزن بر واحد حجم پودر، در مقایسه با وزن در واحد حجم هر ذره تکی) محاسبه نمود. نسبت هاسنر نسبت چگالی پودر به چگالی ظاهری می‌باشد. اعداد بزرگ این نسبت نشانگر روان بودن ضعیف است. $\text{شاخص کار} = \frac{100 \times (\text{چگالی ظاهری} - \text{چگالی پودر})}{\text{چگالی پودر}}$	نسبت هاسنر <sup>b</sup> و شاخص کار <sup>c</sup>		
این شاخص‌ها به طور گسترده‌ای عملکرد جریان شدن پودر را به ویژه در بخش‌های داروسازی نشان می‌دهد.	سلول برشی جنیک <sup>e</sup>		
سلول برشی جنیک استحکام محدود نشده، زاویه اصطکاک <sup>d</sup> جداره به عنوان تابعی از استحکام یا فشارهای تماسی جامد را اندازه‌گیری می‌کند.			

- a- Hall flowmeter  
b - Hausner ratio  
c -Carr index  
d- Jenike shear cell

e- زاویه اصطکاک داخلی، زاویه اصطکاک موثر داخلی

جدول ب-۱ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
روش موجود همانی است که برای اندازه‌گیری چگالی پودر برای پودرهای درشت‌تر استفاده می‌شود. استاندارد ISO3953 مربوط به پودر فلزی و استاندارد ISO23145-1 مربوط به پودر سرامیکی ریز می‌باشد. راهنمایی در مورد اندازه‌گیری وزن مخصوص مطلق پودر سرامیکی در استاندارد ISO 18753 ارائه شده است.	-	چگالی پودر	۱۱-۱
روش موجود همانی است که برای اندازه‌گیری چگالی ظاهری پودر درشت‌تر موجود است. در این روش‌ها فنجان با حجم مشخص با پودر پر شده و سپس وزن پودر داخل فنجان اندازه‌گیری می‌شود. استاندارد ISO 3923 دو روش برای ریختن پودر در فنجان : روش قیف (استاندارد ISO 3923-1) و روش حجم سنج اسکات <sup>a</sup> (استاندارد ISO 3923-2) را معرفی کرده است. راهنمایی در مورد اندازه‌گیری چگالی ظاهری پودر سرامیکی استاندارد ISO 18754 ارائه شده است.	-	چگالی ظاهری پودر	۱۲-۱
در حال حاضر روشی برای تجزیه شیمیایی سطح نانو مواد تولیدی که محموله یا بهر تولیدی را از نظر کنترل کیفیت بررسی کند وجود ندارد. روش‌های متعددی که برای تجزیه اجزای تشکیل دهنده سطح برای ممیزی وجود دارد در جدول ب-۹-۲ ارائه شده است.	-	تجزیه شیمیایی سطح	۱۳-۱
در تعیین روش‌های تجزیه، تولید کنندگان باید اجزای ترکیب ماده و ناخالصی‌های احتمالی را در نظر داشته باشند. استانداردهایی که بسیاری از جنبه‌های تجزیه شیمیایی را مانند آماده سازی نمونه، کیفیت آب و معرف‌های تجزیه را بررسی کرده به چاپ رسیده است.	-	تجزیه شیمیایی توده	۱۴-۱

a- Scott volumeter method

جدول ب-۱ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
<p>سیستم میکروسکوپ هم کانون تغییر در ارتفاع نمونه ( محور Z ) را وقتی که میکروسکوپ در عرض سطح ردیابی حرکت می کند را با استفاده از مرحله انتقال XY اندازه گیری می کند . در این چنین سیستمی از نورانی نمودن نقطه و یک سوراخ سوزن در یک سطح مزدوج نورانی جلوی ردیاب به منظور حذف اطلاعاتی که متمرکز نیستند استفاده می شود.</p> <p>از آن جایی که تنها یک نقطه به طور همزمان در میکروسکوپی هم کانون نورانی شده، تصویر نگاری دو بعدی یا سه بعدی نیاز به روبش بر روی خط تصویر معمولی ( به عبارت دیگر یک الگوی مستطیلی خطوط روبش موازی ) در آزمون دارد.</p> <p>دقت اندازه گیری در محور X و Y کمتر از یک میکرومتر و در محور Z کمتر از ۱۰ نانومتر می باشد. بنابراین ریز ساختارها و متغیرهای توپوگرافی را می توان با جرئیات پایش کرد. اندازه نمونه از چند میلی متر مربع تا ۱۰۰ میلی متر در ۱۰۰ میلی متر را می توان اندازه گرفت.</p>	<p>میکروسکوپ هم کانون</p>	<p>ریخت شناسی سطح</p>	<p>۱۵-۱</p>
<p>ریخت شناسی سطح را می توان با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی<sup>a</sup> و میکروسکوپ الکترونی عبوری<sup>b</sup> اندازه گیری کرد.</p> <p>راهنمایی در مورد روش تجزیه تصویر ثابت در استاندارد ISO 13322-1 ارائه شده است</p>	<p>میکروسکوپ الکترونی</p>		
<p>a- Scanning electron microscopy (SEM) b- Transmission electron microscopy (TEM)</p>			

جدول ب-۲ روش‌های اندازه‌گیری به منظور ارزیابی‌هایی که با توالی انجام می‌شود

راهنمایی	روش	مشخصه	
روش‌های متفاوت اندازه‌گیری منتج به نتایج متفاوت برای ماده‌ای مشابه از یک محموله و یک بهر می‌شود. در تعیین ویژگی ماده، تامین کننده و خریدار باید در مورد روش به کار رفته برای اندازه‌گیری توزیع ذرات توافق کنند.	-	میانگین اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات	۱-۲
این دستگاه شناخته شده ترین نوع دستگاه برای آشکارسازی و شمارش نانو ذرات در آئروسول می‌باشد. اساس کار این دستگاه نفوذ بخار متراکم موادی، مانند الکل یا آب، در ذرات نمونه و بزرگ نمودن آن‌ها به اندازه‌ای است که به وسیله روش شمارش گر نوری قابل آشکارسازی باشد. این روش برای شمارش ذراتی با قطر ۱۰۰ نانو متر یا کوچک‌تر قابل اجرا است.	شمارش گر ذره متراکم (CPC) <sup>a</sup>		
این روش نانو ذرات را شناسایی و شمارش می‌کند. این روش برای اندازه‌گیری توزیع اندازه آئروسول در طیف ۳ نانومتر تا ۸۰۰ نانومتر قابل اجرا است. اساس کار این روش بر باردار نمودن ذرات و جدا سازی آن‌ها بر اساس تحرک آن‌ها در هنگام عبور از بین دو الکترود است. ذرات جدا شده توسط یکی از دو روش شمارش گر ذره متراکم یا توسط اندازه‌گیری بار الکتریکی بر روی ذرات آشکارسازی می‌شود. دستگاه SMPS دارای زیر مجموعه‌ای بر طبقه‌بندی اندازه و زیر مجموعه‌ای برای آشکارسازی ذره (اغلب شمارش گر ذره متراکم) می‌باشد.	دستگاه روبش تحرک ذرات به منظور اندازه‌گیری اندازه ذرات (SMPS) <sup>b</sup>		
راهنمایی در مورد واسنجی بزرگنمایی تصویر در استاندارد ISO 16700 ارائه شده است. راهنمایی در مورد روش تجزیه تصویر ایستا در استاندارد ISO13322-1 ارائه شده است.	میکروسکوپ الکترونی و تجزیه تصویر		
ریخت شناسی ذره را می‌توان با میکروسکوپ الکترونی روبشی و میکروسکوپ الکترونی عبوری بررسی نمود. راهنمایی در مورد روش تجزیه تصویر ثابت در استاندارد ISO13322-1 ارائه شده است.	میکروسکوپ الکترونی	ریخت شناسی ذره	۲-۲
a- Condensation particle counter b- Scanning mobility particle sizer			

جدول ب-۲ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
میکروسکوپ کاوشگر روبشی چندین فناوری مشابه مربوط به تصویر نگاری و اندازه‌گیری سطوح در مقیاس بسیار ریز را در بر می‌گیرد. سوزن نوک تیزی که بر روی یک تیرچه سوار شده سطح نمونه را روبش می‌کند. میکروسکوپ نیروی اتمی، میکروسکوپ تونلی روبشی و میکروسکوپ نوری روبشی محیط نزدیک، از انواع میکروسکوپ‌های کاوشگر روبشی هستند.	میکروسکوپ کاوشگر روبشی	ریخت شناسی ذره	۲-۲
میکروسکوپ نیروی اتمی اطلاعاتی در مورد شکل و ساختار نانو ذرات را ارائه می‌کند. سوزنی با نوکی بسیار تیز ( قطر نوک سوزن معمولاً ۱۰ نانو متر ) در عرض سطح نمونه مانند خط تصویری به طرف بالا و پایین حرکت می‌کند ( جهت Z ) تا نیروی اعمالی بین نوک سوزن و نمونه ثابت باقی بماند. این حرکت سه جهتی نقشه توپوگرافی از سطح مورد بررسی را ارائه می‌کند. این روش اندازه‌گیری‌های جهت Z مانند ارتفاع ، زبری سطح و حجم را مستقیماً انجام می‌دهد.	میکروسکوپ نیروی اتمی		
روشی برای پی بردن به ساختار اتمی سطوح است که مربوط به چگالی - الکترون ظاهری می‌باشد. در این روش کاوشگری مانند سوزن نزدیک به شیء مورد بررسی استفاده می‌شود. جریانی تونلی که توسط تغییر پتانسیل در نوک کاوشگر ایجاد شده اندازه‌گیری می‌شود. تصویری سه بعدی از سطح نمونه توسط خط تصویری سطح جسم و نقشه نگاری موقعیت نوک برای جریانی ثابت در نقاط مختلف ایجاد می‌شود.	میکروسکوپ تونلی روبشی		
در این روش، تصویر نگاری سطوح در حالت عبوری یا انعکاسی انجام می‌شود. این کار به وسیله روبش مکانیکی یک کاوشگر نوری بسیار کوچک‌تر از طول موج نور بر روی سطح ، با پایش نور عبوری یا منعکس شده انجام می‌شود. آشکارساز بسیار نزدیک به سطح نمونه قرار داده می‌شود که بررسی سطح با تفکیک بسیار زیاد را امکان پذیر می‌سازد.	میکروسکوپ نوری میدان نزدیک روبشی (NSOM)		

جدول ب-۲ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
در این روش اندازه‌گیری مساحت سطح فاش آئروسول مستقیماً با عبور ذرات با بار خنثی از میان ابر یون دو قطبی انجام و سپس بار آئروسول اندازه‌گیری می‌شود. در مواردی که میزان باردار شدن آئروسول نفوذی کم باشد، بار آئروسول با مساحت سطح فاش متناسب است.	بار دار نمودن آئروسول	مساحت سطح فاش <sup>a</sup>	۳-۲
در این روش اندازه‌گیری مساحت سطح فاش آئروسول مستقیماً با عبور آئروسول از میان محفظه‌ای باردار در جایی که ایزوتوپ‌های سرب حاصل از زوال منبع اکتینیوم، انجام می‌شود. ایزوتوپ‌های سرب بر سطوح ذره می‌چسبند. ذرات سپس از طریق یک موئین به فیلتری جمع کننده منتقل می‌شود. میزان رادیواکتیو اندازه‌گیری شده با مساحت سطح ذره متناسب است.	ایپفانیومتر <sup>b</sup>		
از این روش می‌توان برای اندازه‌گیری اندازه بلورک استفاده نمود. آزمون EBSD با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی که مجهز به یک دوربین پراش بازپخش است انجام می‌شود. الکترون‌ها با صفحات شبکه اتمی ساختار بلورین نمونه، که شرایط براگ را تامین می‌کند برهمکنش داشته و تحت پراش بازپخش قرار می‌گیرد. اندازه بلورک از تصویر ایجاد شده به دست می‌آید که این تصویر به علت وابستگی روشنایی تصویر با جهت گیری بلورین ایجاد شده است.	پراش بازپخش الکترون ( EBSD ) <sup>c</sup>	میانگین اندازه بلورک و توزیع اندازه بلورک	۴-۲
a- Fuchs surface area b- Epiphaniometer c- Electron backscatter diffraction (EBSD)			

جدول ب-۲ ( ادامه )

راهنمایی	روش	مشخصه	
از این روش می توان برای اندازه گیری اندازه بلورک استفاده نمود. الکترون ها با صفحات شبکه از ساختار بلوری نمونه، که شرایط براگ را تامین می کند برهمکنش نموده و تحت پراش قرار می گیرد. جهت گیری های مختلف که عطف به بلورک های مختلف می کند باعث شدت های مختلف پراش می شود. اندازه بلورک از الگوی حاصل محاسبه می شود.	پراش میکروسکوپ الکترونی عبوری	میانگین اندازه بلورک و توزیع اندازه بلورک	۴-۲ (ادامه)
راهنما در مورد روش تجزیه تصویر ایستا در استاندارد ISO13322-1 ارائه شده است.	میکروسکوپ الکترونی روبشی	درجه کلوخه ای شدن و انبوهه شدن	۵-۲
راهنمایی واسنجی بزرگ نمایی تصویر در استاندارد ISO 16700 ارائه شده است. راهنمایی در مورد روش تجزیه تصویر ایستا در استاندارد ISO13322-1 ارائه شده است.	میکروسکوپ الکترونی و تجزیه تصویر	تخلخل	۶-۲
طیف سنجی که در آن اثر رامان برای بررسی سطوح انرژی مولکولی استفاده شده است. روش رامان پخش نور با تغییر فرکانس عملکردی خاص آن ماده می باشد. این تغییر فرکانس نمایانگر تغییر در انرژی ارتعاشی، چرخشی یا الکترونی آن ماده می باشد که می تواند اطلاعاتی در مورد پیوند شیمیایی یا حالت تنش مکانیکی ارائه کند.	طیف سنجی رامان	سازگاری با زمینه	۷-۲
راهنمایی برای واسنجی نمودن بزرگ نمایی تصویر را می توان در استاندارد ISO16700 یافت. راهنمایی در مورد روش تجزیه تصویر ایستا در استاندارد ISO13322-1 ارائه شده است.	میکروسکوپ الکترونی	قابلیت پخش شدن در زمینه جامد	۸-۲
به جز روش های EELS و AES، این روش ها دارای تفکیک خوب فضایی در مقیاس نانو در یک جهت (محور Z) می باشند، اما تفکیک را می توانند در مقیاس میکرومتری در دو جهت قائم بر یکدیگر دیگر (محور X و محور Y) داشته باشند. در این راهنما، این روش در اکثر موارد برای نانو صفحه ها بیشتر از نانو الیاف و نانو ذرات قابل اجرا است.		تجزیه شیمیایی سطح	۹-۲

جدول ب-۲ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
در این روش‌ها از طیف سنج الکترونی استفاده شده تا توزیع انرژی الکترون اوزه را که از یک سطح ساطع شده را اندازه گیری کند. راهنمایی در مورد روش AES را می‌توان در استانداردهای ISO 20903 و ISO/TR18394 ارائه شده است.	طیف بینی الکترونی اوزه (AES) و میکروسکوپ روبشی اوزه (SAM)	تجزیه شیمیایی سطح	۹-۲ (ادامه)
در این روش برهمکنش غیر الاستیک یک پرتو الکترون با اتم‌ها در نمونه‌ای که در برابر عبور الکترون شفاف است باعث طیف توزیع انرژی الکترون‌هایی می‌شود که شامل اطلاعات ترکیب و پیوند شیمیایی می‌باشد. روش EELS تفکیک در مقیاس نانو در محورهای X و Y را تامین می‌کند.	طیف بینی افت انرژی الکترون (EELS)		
در این روش ترکیب و ساختار خارجی ترین لایه های اتمی یک ماده جامد نشان داده می شود. در این روش اساساً یون های کاوشگر تک انرژی، تک بار که از سطح پخش شده، آشکارسازی شده و به عنوان تابعی از انرژی آن ها یا زاویه پخش آن ها یا هر دو ثبت می شود.	تجزیه پرتو یون (IBA)		
این روش از طیف سنج جرمی برای اندازه گیری نسبت جرم به بار و فراوانی یون‌های ثانویه که از نمونه در نتیجه پرتاب یون‌های پر انرژی کند و پاش <sup>a</sup> شده، استفاده می‌کند. راهنمایی در مورد این روش را می‌توان با مراجعه به استانداردهای ISO 18114 یا ISO 22048 یافت. اندازه گیری‌های SIMS را می‌توان در سه حالت: ایستا، پویا و تصویر برداری SIMS انجام داد. تفاوت بین SIMS ایستا و SIMS پویا در دز یون پرتو اولیه می‌باشد. SIMS ایستا از دزهای یون‌های اولیه کم به طوری که اندازه گیری از نمونه بدون انجام اصلاح قابل ملاحظه ای بر روی سطح انجام می‌شود. تصویر برداری SIMS حالتی است که پرتو اولیه در عرض سطح نمونه خط تصویری می‌شود که اندازه گیری توزیع گونه های یون های پرتاب شده از نقاط مختلف سطح را فراهم می‌کند.	طیف سنجی جرمی یون ثانویه (SIMS)		
a-Sputter			



جدول ب-۲ (ادامه)

مشخصه	روش	راهنمایی
۹-۲ تجزیه شیمیایی سطح	طیف سنج جرمی یون ثانویه پویا ( D-SIMS )	طیف سنج جرمی یون ثانویه پویا اطلاعات عنصری و مولکولی ساده از سطح را از طریق ریزسنج‌ها ارائه می‌کند. این روش را می‌توان برای عمق پروفیل عنصری یا توزیع مولکولی با حساسیت ppb استفاده نمود.
	زمان پرواز یون ثانویه طیف سنج جرمی ( TOF-SIMS )	این روش بسیار حساس به سطح می‌باشد جایی که عمق نمونه برداری تنها ۱ تا ۲ لایه تکی ( اغلب کمتر از ۲ نانومتر ) می‌باشد. از نظر تحلیلی بسیار حساس است ( سطوح آشکارسازی اغلب در حد اثر <sup>۹</sup> جزئی می‌باشد ) اما این روش کمی نیست. ویژگی‌های شیمیایی را به صورت نیمه کمی جایی که غلظت سطح گونه های متفاوت را می‌توان توسط پایش تغییرات در شدت‌های نسبی سیگنال‌های TOF-SIMS تشخیص داد، تعیین نمود.
	طیف سنجی سطح که با پرتو ایکس پرتو دهی شده و پرتو کاملاً منعکس شده (TXRF)	در این روش از یک طیف سنج پرتو ایکس برای اندازه‌گیری توزیع انرژی فلوروسانس پرتوهای ایکس نشر شده از یک سطح که تحت شرایط انعکاس کامل پرتو دهی استفاده می‌شود. سطح توسط پرتوهای ایکس تحت شرایط انعکاس کامل پرتو دهی شده است.
	طیف سنج فوتو الکترون ماوراء بنفش ( UPS )	در این روش از یک طیف سنج الکترونی برای اندازه‌گیری توزیع انرژی از فوتوالکترون‌های نشر شده از سطحی که توسط فوتون‌های ماوراء بنفش پرتو دهی شده استفاده می‌شود.
	طیف سنج فوتو الکترون پرتو ایکس ( XPS )	در این روش از یک طیف سنج الکترونی برای اندازه‌گیری توزیع انرژی اوزه و فوتوالکترون‌های نشر شده از سطحی که توسط فوتون‌های پرتو ایکس پرتو دهی شده، استفاده می‌شود. این روش غیر مخرب و بسیار حساس به سطح است و اطلاعات کیفی و کمی شیمیایی سطح نمونه برای تمام عناصر به جز، هیدروژن و هلیوم را ارائه می‌کند. راهنمایی در مورد این روش در استاندارد ISO20903 ارائه شده است. این روش (XPS) همچنین به طور معمول ESCA (طیف سنجی الکترونی برای تجزیه شیمیایی) نامیده می‌شود.
a- Trace		

جدول ب-۲ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
در این روش از یک طیف سنج جرمی برای اندازه‌گیری خارج قسمت جرم به بار و فراوانی <sup>b</sup> یون‌ها از یک تخلیه‌ی گلو که در سطح ایجاد شده، استفاده می‌شود.	طیف سنجی جرمی تخلیه گلو <sup>a</sup> (GDMS)	تجزیه شیمیایی توده	۱۰-۲
در این روش از یک طیف سنج نوری برای اندازه‌گیری طول موج و شدت نور ساطع شده از یک منبع تخلیه گلو بر سطح استفاده می‌شود. راهنمایی در مورد روش انجام GDOES در استاندارد ISO14707 ارائه شده است.	طیف سنجی نوری نشر تخلیه گلو (GDOES)		
در این روش مجموعه‌ای از طیف سنج جذبی، که از پرتو دهی الکترومغناطیس در ماوراء بنفش، نور مرئی و دامنه طول موج نزدیک فرو سرخ به ترتیب استفاده می‌شود. در طیف سنج جذبی قدرت پرتو تابش پیش و پس از بر هم کنش با نمونه اندازه‌گیری و مقایسه می‌شود. این روش همچنین با روش مدولاسیون، اغلب با مدولاسیون طول موج و در مواردی با فرکانس مدولاسیون با هم استفاده می‌شود تا نوفه در سیستم کاهش یابد. دستگاه متشکل از یک منبع پرتو دهی (تابش) یک آشکارساز و یک قطعه پخش‌کننده (مانند منشور یا قطعه معمول‌تر شبکه پراش) که شدت را بتوان در طول موج‌های متفاوت ثبت نمود، می‌باشد. در بسیاری از دستگاه‌های تجاری از یک ردیاب مشترک برای ثبت طیف در هر سه طول موج استفاده می‌شود. استاندارد ISO/TS 10867 راهنمایی در مورد مشخصه یابی نانو لوله های کربنی تک جداره (SWCNTs) با استفاده از طیف سنجی نورافشان فرو سرخ نزدیک می‌باشد. این روش را می‌توان برای تخمین غلظت های نسبی جرم نانو لوله های کربن تک جداره نیمه هادی در یک نمونه از شدت‌های جمع آوری شده نورافشان و از اطلاعات مربوط به سطح مقطع <sup>c</sup> PL آن‌ها، تامین داد.	طیف سنجی ماوراء بنفش / مرئی / فرو سرخ نزدیک (UV/Vis/Near IR)	خلوص شیمیایی	۱۱-۲
<p>a- Glow discharge b- Abundance c- Photo luminance</p>			

جدول ب-۲ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
در این روش استحکام خرد شدن یک کلوخه تکی تحت بررسی است. به طور مثال، یک کلوخه تکی نسبتاً بزرگ (قطر بیش تر از ۶۳ میکرومتر باشد) بر روی یک پرتو عرضی قرار می‌گیرد و نمودار نیرو بر حسب تغییر شکل تا زمانی که کلوخه به تکه های کوچک شکسته شود اندازه‌گیری می‌شود.	—	استحکام خرد شدن کلوخه تکی	۱۲-۲
این روش برای تصویر برداری سطوح توسط روبش مکانیکی شمارش گر آن‌ها با استفاده از کاوشگری ریز ساختار می‌باشد. سوزنی با نوک بسیار تیز (معمولاً قطر ۱۰ نانو متر) در عرض سطح به صورت مدل راستر مانند بالا و پایین حرکت می‌کند (جهت Z) که نیرو بین نوک سوزن و نمونه ثابت باقی بماند. حرکت در سه جهت، نقشه ای از سطح مورد بررسی را ارائه می‌کند. این روش ارتفاع، زبری سطح و حجم را در بعد Z مستقیماً اندازه‌گیری می‌کند.	میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)	ریخت شناسی سطح	۱۳-۲
در این روش تصویر برداری سطوح در حالت عبوری یا انعکاسی توسط روبش مکانیکی کاوشگری نوری که بسیار کوچک تر از طول موج نور است بر روی سطح انجام می‌شود. در همین حال نور انعکاسی یا عبوری پایش می‌شود. آشکارساز نور که در میدان نزدیک نور در سطح نمونه قرار گرفته بررسی سطح با تفکیک فضایی بالا را میسر می‌سازد.	میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک (NSOM)		
در این روش ساختار اتمی مربوط به چگالی الکترون ظاهری سطوح، با استفاده از کاوشگری سوزن مانند نزدیک شیء (آزمونه) مورد بررسی قرار می‌گیرد. جریانی تونلی که توسط تغییر پتانسیل در سوزن کاوشگر ایجاد شده اندازه‌گیری می‌شود. تصویری سه بعدی از سطح نمونه در اثر خط تصویری سطح شیء و نقشه برداری فاصله برای سطح جریان ثابت در نقاط مختلف ایجاد می‌شود.	میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)		

جدول ب-۲ (ادامه)

راهنمایی	روش	مشخصه	
در این روش از اثر رامان برای طیف سنجی استفاده شده است که سطوح انرژی مولکولی بررسی شود. اثر رامان در بر گیرنده پخش نور با مشخصه‌ی تغییر فرکانس ماده‌ی پخش کننده، نمایانگر تغییری در انرژی ارتعاشی، چرخشی یا الکترونی ماده می‌باشد. از بزرگی اثر رامان برای برون یابی قطر نانو لوله کربنی استفاده می‌شود.	طیف سنجی رامان	میانگین قطر و توزیع قطر نانو الیاف	۱۴-۲
از این روش می‌توان برای اندازه‌گیری قطر نانو لوله کربنی مجزا استفاده کرد.	میکروسکوپ تونلی روبشی		
طول لیف را می‌توان توسط تصویر برداری الیاف یافته شده و پوشش داده شده بر روی زمینه‌های مناسب اندازه‌گیری نمود. راهنمایی برای واسنجی بزرگنمایی تصویر در استاندارد ISO 16700 ارائه شده است.	میکروسکوپ الکترونی روبشی	میانگین طول و توزیع طول نانو الیاف	۱۵-۲
نسبت منظر لیف، نسبت طول به قطر لیف است. روش‌های اندازه‌گیری در بندهای ۱۴-۲ و ۱۵-۲ ارائه شده است.		میانگین نسبت منظر و توزیع نسبت منظر نانو الیاف	۲-۱۶
ضخامت جداره را می‌توان با تصویر برداری از سطح مقطع‌های الیاف به دست آورد.	میکروسکوپ الکترونی عبوری	میانگین ضخامت جداره و توزیع ضخامت جداره، و ساختار انتهایی نانو لوله‌ها	۲-۱۷
روش‌های اندازه‌گیری تقارن در نانو لوله‌های کربنی در دست تدوین است. به طور مثال محققین استفاده از میکروسکوپ تونلی روبشی، پراش یک باز پخش الکترون و طیف سنجی رامان را گزارش کرده‌اند، اما هنوز روش کاربردی تدوین نشده است. استاندارد ISO/TS 10867 روشی برای تعیین شاخص‌های نانو لوله‌های کربنی تک جداره نیمه هادی در نمونه و شدت‌های نسبی جمع آوری شده نورافشان آن‌ها را ارائه می‌کند.		تقارن	۲-۱۸

پيوسٽ پ

(اطلاعاتي)

ڪتابنامہ

- [1] ISO/IEC Guide 50, *Safety aspects — Guidelines for child safety*
- [2] ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards*
- [3] ISO/IEC Guide 71:2001, *Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities*
- [4] ISO/IEC Guide 73, *Risk management — Vocabulary — Guidelines for use in standards*
- [5] ISO 3923-1, *Metallic powders — Determination of apparent density — Part 1: Funnel method*
- [6] ISO 3923-2, *Metallic powders — Determination of apparent density — Part 2: Scott volumeter method*
- [7] ISO 3953, *Metallic powders — Determination of tap density*
- [8] ISO 4490, *Metallic powders — Determination of flow rate by means of a calibrated funnel (Hall flowmeter)*
- [9] ISO 6721-10, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 10: Complex shear viscosity using a parallel-plate oscillatory rheometer*
- [10] ISO/TS 80004-1, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1 Core Terms*
- [11] ISO 9000, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*
- [12] ISO 9001, *Quality management systems — Requirements*

- [13] ISO 9277, *Determination of the specific surface area of solids by gas adsorption — BET method*
- [14] ISO/TS 10867, *Nanotechnologies — Characterization of single-wall carbon nanotubes using near infrared photoluminescence spectroscopy*
- [15] ISO/TR 12885, *Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies*
- [16] ISO/TR 13121, *Nanotechnologies — Nanomaterial risk evaluation*
- [17] ISO 13320-1, *Particle size analysis — Laser diffraction methods — Part 1: General principles*
- [18] ISO 13321:1996, *Particle size analysis — Photon correlation spectroscopy*
- [19] ISO 13322-1, *Particle size analysis — Image analysis methods — Part 1: Static image analysis methods*
- [20] EN 13925-1, *Non-destructive testing — X-ray diffraction from polycrystalline and amorphous materials — Part 1: General principles*
- [21] EN 13925-2, *Non-destructive testing — X-ray diffraction from polycrystalline and amorphous materials — Part 2: Procedures*
- [22] EN 13925-3, *Non-destructive testing — X-ray diffraction from polycrystalline and amorphous*
- [23] ISO 14488, *Particulate materials — Sampling and sample splitting for the determination of particulate properties*
- [24] ISO 14707, *Surface chemical analysis — Glow discharge optical emission spectrometry (GD-OES) — Introduction to use*
- [25] ISO 14887, *Sample preparation — Dispersing procedures for powders in liquids*

- [26] ISO 16700, *Microbeam analysis — Scanning electron microscopy — Guidelines for calibrating image magnification*
- [27] ISO 18114, *Surface chemical analysis — Secondary-ion mass spectrometry — Determination of relative sensitivity factors from ion-implanted reference materials*
- [28] ISO/TR 18394, *Surface chemical analysis — Auger electron spectroscopy — Derivation of chemical information*
- [29] ISO 18753, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of absolute density of ceramic powders by pycnometer*
- [30] ISO 18754, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of density and apparent porosity*
- [31] ISO 18757, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of specific surface area of ceramic powders by gas adsorption using the BET method*
- [32] ISO 20903, *Surface chemical analysis — Auger electron spectroscopy and X-ray photoelectron spectroscopy — Methods used to determine peak intensities and information required when reporting results*
- [33] ISO 20998-1, *Measurement and characterization of particles by acoustic methods — Part 1: Concepts and procedures in ultrasonic attenuation spectroscopy*
- [34] ISO 21501-2, *Determination of particle size distribution — Single particle light interaction methods — Part 2: Light scattering liquid-borne particle counter*
- [35] ISO 22048, *Surface chemical analysis — Information format for static secondary-ion mass spectrometry*
- [36] ISO 22412, *Particle size analysis — Dynamic light scattering (DLS)*

- [37] ISO 23145-1, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of bulk density of ceramic powders — Part 1: Tap density*
- [38] CAN/CSA-Q850-97, *Risk Management: Guideline for Decision Makers*
- [39] Consumer Product Safety Commission, Handbook for Manufacturing Safer Consumer Products. July 2006, [www.cpsc.gov/businfo/intl/handbookenglishaug05.pdf](http://www.cpsc.gov/businfo/intl/handbookenglishaug05.pdf)
- [40] Consumer Product Safety Commission, Recall handbook, May 1999, [www.cpsc.gov/BUSINFO/8002.html](http://www.cpsc.gov/BUSINFO/8002.html)
- [41] EC, Guidelines for the Notification of Dangerous Consumer Products to the Competent Authorities of the Member States by Producers and Distributors in Accordance with Article 5(3) of Directive 2001/95/EC  
[ec.europa.eu/consumers/cons\\_safe/prod\\_safe/guidelines\\_documents.pdf](http://ec.europa.eu/consumers/cons_safe/prod_safe/guidelines_documents.pdf)
- [42] European Commission, risk Assessment Guidelines for non-food Consumer Products, Draft for Consultation, August 2008, [http://ec.europa.eu/consumers/ipm/risk\\_assesment\\_guidelines\\_non\\_food.pdf](http://ec.europa.eu/consumers/ipm/risk_assesment_guidelines_non_food.pdf)
- [43] IEC's Advisory Committee on Safety – Development of a standard for safety related risk assessment in the area of low voltage.