



INSO-ISO

80004-8  
2018

1st.Edition

Identical with  
ISO/ TS  
80004-8:  
2013

جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران -

ایزو  
۸-۸۰۰۰۴

چاپ اول

۱۳۹۶

فناوری نانو - واژه‌نامه  
قسمت ۸: فرآیندهای نانوساخت

Nanotechnologies – Vocabulary-  
Part 8: Nanomanufacturing processes

ICS:01.040.07; 07. 30; 07.120

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸- (۰۲۶)۳۲۸۰۶۰۳۱

دورنگار: (۰۲۶)۳۲۸۰۸۱۱۴

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

وبگاه: <http://www.isiri.org>

**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.org>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط 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 سیستم‌های 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 ۸- فرآیندهای نانوساخت»

#### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی- دانشگاه صنعتی شریف

#### رئیس:

قربانی، محمد

(دکتری مهندسی مواد)

#### دبیر:

مدیر عامل شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

سهرابی جهرمی، ابودر

(دکتری فناوری نانو)

#### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی- پژوهشگاه صنعت نفت

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

آقابزرگ، حمیدرضا

(دکتری شیمی)

کارشناس استاندارد- شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

آگند، روح‌اله

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

عضو هیات علمی-دانشگاه صنعتی شریف

دولتی، ابوالقاسم

(دکتری مهندسی مواد)

دبیر کمیته استانداردسازی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

پوی پوی، حسن

(کارشناسی ارشد شیمی)

نماینده فرهنگستان زبان و ادب فارسی

ظریف، محمود

(دانشجوی دکتری زبان‌شناسی)

کارشناس کمیته استانداردسازی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

گل‌زردی، سمیرا

(کارشناسی ارشد، مهندسی مواد)

#### ویراستار:

کارشناس استاندارد- نایب رئیس کمیته فنی متناظر فناوری نانو

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد، مدیریت دولتی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۵	پیش‌گفتار
۹	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ اصلاحات و تعاریفی از سایر قسمت‌های استاندارد ایزو ISO / TS 80004
۴	۳ واژگان عمومی
۷	۴ چیدمان هدفمند
۹	۵ فرآیندهای خودآرایی
۱۱	۶ سنتز
۱۱	۶-۱ فرآیندهای فاز گازی- روش‌های فیزیکی
۱۳	۶-۲ فرآیندهای فاز گازی- روش‌های شیمیایی
۱۵	۶-۳ فرآیندهای فاز مایع- روش‌های فیزیکی
۱۶	۶-۴ فرآیندهای فاز مایع- روش‌های شیمیایی
۱۸	۶-۵ فرآیندهای فاز جامد- روش‌های فیزیکی
۲۲	۶-۶ فرآیندهای فاز جامد- روش‌های شیمیایی
۲۳	۷ ساخت
۲۳	۷-۱ لیتوگرافی الگوانویی
۳۰	۷-۲ فرآیندهای رسوب‌دهی
۳۵	۷-۳ فرآیندهای حکاکی
۴۰	۷-۴ چاپ و پوشش
۴۲	پیوست الف (آگاهی دهنده) تشخیص خروجی حاصل از فرآیندهای سنتز معین
۴۵	پیوست ب (آگاهی دهنده) نمایه
۵۲	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۸- فرآیندهای نانوساخت» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در شصت‌مین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۹۶/۱۲/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح 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 80004-8: 2013, Nanotechnologies -- Vocabulary -- Part 8: Nanomanufacturing processes

## مقدمه

نانوساخت، پلی حیاتی میان اکتشافات علوم نانو و محصولات فناوری نانو در دنیای واقعی است. پیشرفت فناوری نانو از آزمایشگاه به تولید انبوه، مستلزم مطالعه دقیق مسائل مربوط به فرآیند تولید، از جمله طراحی محصول، قابلیت اطمینان و کیفیت، طراحی و کنترل فرآیند، عملیات فروش، مدیریت زنجیره تامین، ایمنی و محیط کار و سلامتی در طول تولید، استفاده و مدیریت نانومواد است. نانوساخت شامل روش‌های هدفمند خودآرایی و فنون روش‌های مصنوعی و فرآیندهای ساخت مانند لیتوگرافی و فرآیندهای زیستی هستند. نانوساخت شامل چیدمان هدفمند پایین به بالا، روش‌های بالا به پایین با وضوح بسیار، مهندسی سامانه‌های مولکولی، یکپارچه‌سازی سلسله‌مراتبی با سامانه‌های مقیاس بزرگتر نیز می‌شود. وقتی ابعاد مواد و سامانه‌های مولکولی به مقیاس نانو می‌رسد، قوانین متعارف حاکم بر رفتارهای آنها تغییر می‌کند. به همین ترتیب، رفتار یک محصول نهایی، حاصل عملکرد جمعی نانوتوده‌های سازنده آن است.

اصطلاحات فرآیند زیست شناختی در این ویرایش اول این نسخه از واژگان تولید نانویی ارائه نشده است، اما با توجه به توسعه سریع این زمینه، انتظار می‌رود عبارات مربوط به این زمینه مهم در به روز رسانی‌های آینده به این استاندارد یا در مجموعه استانداردهای ملی ۸۰۰۰۴ اضافه شود که می‌تواند شامل فرآیندهای تولید نانومواد زیستی و نیز استفاده از فرآیندهای زیستی برای ساخت مواد در مقیاس نانو باشد.

همچنین، عبارات دیگری از سایر زمینه‌های در حال توسعه نانوساخت، از جمله تولید مواد چندسازه، ساخت غلتکی و غیره در استانداردهای آینده گنجانده خواهد شد.

بین دو اصطلاح «نانوساخت» و «نانوتولید» تمایز وجود دارد. نانوساخت گستره وسیع‌تری از فرآیندها را در مقایسه با نانوتولید پوشش می‌دهد. نانوساخت تمام فنون نانوتولید و همچنین فنون مربوط به فرآوری مواد و سنتز شیمیایی را شامل می‌شود.

این استاندارد مقدمه‌ای بر فرآوری‌های مراحل اولیه زنجیره ارزش نانوساخت یعنی سنتز آگاهانه، تولید یا کنترل نانومواد، از جمله مراحل تولید در مقیاس نانو است. نانومواد که از این فرآیندهای نانوساخت حاصل می‌شوند، در بازار توزیع می‌شوند، برای مثال، ممکن است بیشتر خالص‌سازی شوند، قابل تجمیع در مخلوط یا زمینه‌های مواد چندسازه پراکنده باشند، یا به عنوان اجزای یکپارچه سامانه‌ها و دستگاه‌ها استفاده شوند. زنجیره ارزش نانوساخت در واقع یک گروه بزرگ و متنوع از یک زنجیره ارزش تجاری است که در بخش‌های زیر گسترش می‌یابد:

- صنعت نیم‌رسانا (که در آن تلاش برای تولید ریزپردازنده‌های کوچکتر، سریع‌تر و کارآمدتر و تولید مدار در اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر است)؛

- الکترونیک و مخابرات؛

- هوافضا، دفاع و امنیت ملی؛

- انرژی و خودرو؛
- پلاستیک و سرامیک؛
- محصولات جنگلی و کاغذی؛
- مواد غذایی و بسته‌بندی مواد غذایی؛
- داروسازی، زیست دارو و زیست فناوری؛
- اصلاح محیط زیست؛
- لباس و مراقبت شخصی.

هزاران تن از نانومواد موجود در بازار با کاربردهای نهایی در بخش‌های ذکر شده وجود دارد، از جمله، کربن سیاه و سیلیکای اسفنجی شده. انتظار می‌رود تا نانومواد که با هدف خاص و منطقی طراحی شده‌اند، چشم‌انداز زمینه‌هایی مانند زیست فناوری، تصفیه آب و توسعه انرژی را به نحو مطلوبی تغییر دهند.

بیشتر بخش‌ها در این استاندارد بر اساس نوع فرآیند سازماندهی می‌شوند. در بند ۶، منطق جانمایی به شرح زیر است: مرحله قبل از ساخت ذره، ماده در یک فاز گاز / مایع / جامد است. فاز بستره<sup>۱</sup> یا حامل در طبقه-بندی فرآیند لحاظ نمی‌شود. به‌عنوان مثال، ذرات آهن را در فرآیندی که کاتالیزور بوده و به‌وسیله آن روغن را آغشته می‌شود در نظر بگیرید، روغن تبخیر و چگالش شده و ذرات کربن روی ذرات آهن تشکیل می‌شوند. آنچه تبخیر شده، روغن است و بنابراین این یک فرآیند فاز گازی است. نانولوله‌هایی که از فاز گاز رشد می‌کنند، از ذرات کاتالیستی شروع می‌شوند و با فاز گاز واکنش می‌دهند تا نانولوله‌ها رشد کنند، لذا این یک فرآیند گازی شناخته می‌شود. نشانه‌هایی از این که چه فرآیندهای سنتزی برای تولید نانوآشیاء، نانوذرات یا هر دو، استفاده می‌شوند در پیوست الف آمده‌است.

درک درست از اصطلاحات استفاده شده در کاربردهای عملی، توانمندی جوامع ذی‌نفع و دست‌اندرکار نانساخت را در پی دارد که موجب پیشرفت نانساخت در سطح جهانی خواهد شد. گسترش فهم اصطلاحات در زمینه‌های موجود در ساخت، موجب ایجاد پلی میان نوآوری‌های آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و پایداری اقتصادی فناوری نانو می‌شود.

برای اطلاعاتی که از اصطلاحات نانومواد حمایت می‌کنند، به پیوست ۱ مراجعه کنید [1].



استاندارد سری ISO/TS 80004 متشکل از بخش‌های زیر تحت نام عمومی فناوری نانو-واژگان تدوین شده و یا در حال تدوین است:

قسمت‌های تدوین شده مجموعه استانداردهای ISO/TS 80004

- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: ۱۳۹۵، قسمت ۱: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱ - اصطلاحات اصلی

- استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۴: ۱۳۹۵، قسمت ۱۲- فناوری نانو - واژه نامه - قسمت ۱۲: پدیده‌های کوانتومی

قسمت‌های در دست تدوین مجموعه استانداردهای ISO/TS 80004

- قسمت ۳: نانو اشیاء کربنی

- قسمت ۴: مواد نانوساختار

- قسمت ۵: فصل مشترک نانو / زیست

- قسمت ۶: مشخصه یابی نانواشیاء

- قسمت ۷: تشخیص و درمان برای مراقبت‌های بهداشتی

- قسمت ۸: فرآیندهای تولید نانومواد

- قسمت ۹: محصولات و سامانه‌های الکتروتکنیک فعال شده با نانو

- قسمت ۱۰: اجزاء و سامانه‌های فوتونیک فعال شده با نانو

- قسمت ۱۱: نانولایه، نانوپوشش، نانوفیلم و عبارات مرتبط

گرافن و دیگر مواد دو بعدی، عنوان بخش آینده (۱۳) را تشکیل می‌دهند.

## فناوری نانو- واژه‌نامه - قسمت ۸: فرآیندهای نانوساخت

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف مربوط به فرآیندهای نانوساخت در زمینه فناوری نانو است. این استاندارد یک قسمت از استانداردهای واژه‌نامه‌های چند قسمتی فناوری نانو است که قسمت‌های مختلف فناوری نانو را پوشش می‌دهد.

تمام عبارات فرآیندی در این استاندارد مربوط به نانوساخت است. بسیاری از فرآیندهای فهرست‌شده منحصر به مقیاس نانو نیستند. چنین فرآیندهایی ممکن است بسته به شرایط کنترل شده، منجر به ویژگی‌های مواد در مقیاس نانو یا مقیاس‌های بزرگتر شود.

اصطلاحات بسیار دیگری وجود دارد، همچون ابزار، اجزاء، مواد، روش‌های کنترل سامانه و یا روش‌های اندازه‌گیری مربوط به نانوساخت که خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است.

### ۲ اصطلاحات و تعاریفی از سایر قسمت‌های استاندارد ISO / TS 80004

اصطلاحات و تعاریف این بند، در قسمت‌های دیگر مجموعه استانداردهای ISO / TS 80004 نیز ارائه شده است که در این قسمت نیز برای درک بهتر متن مجدداً ارائه می‌شوند.

۱-۲

#### نانولوله کربنی

**carbon nanotube**

**CNT**

نانولوله (۲-۹) تشکیل شده از کربن است.

یادآوری ۱ - نانولوله‌های کربنی معمولاً از لایه‌های گرافنی منحنی شکل، از جمله نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره و نانولوله‌های کربنی چنددیواره تشکیل شده‌اند.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۳-۴ از استاندارد ISO / TS 80004-3: 2010]

۲-۲

#### نانوچندسازه

**nanocomposite**

جامدی است شامل مخلوطی از دو یا چند ماده با فاز مجزا (یک یا چند نانوفاز).

یادآوری ۱ - نانوفازهای گازی از این تعریف مستثناء بوده و شامل مواد نانومتخلخل می‌شوند.

یادآوری ۲ - مواد دارای فازهای نانومقیاس (۲-۷) که به واسطه رسوب ایجاد شده‌اند، مواد نانوچندسازه به حساب نمی‌آیند.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۳-۲ از استاندارد ISO / TS 80004-4: 2011]

## ۲-۳

### نانولیف

#### nanofibre

نانو شیئی با دو بعد خارجی نانومقیاس (۲-۷) مشابه و بعد سومی که به‌طور قابل توجهی بزرگتر است.

یادآوری ۱- نانوفیبر می‌تواند انعطاف پذیر یا صلب باشد.

یادآوری ۲- دو بعد خارجی مشابه و نانومقیاس (۲-۷)، 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 داشته‌باشد.

یادآوری ۳ - بزرگترین بعد خارجی لزوماً در مقیاس نانو (۲-۷) نیست.

[منبع: برگرفته شده از بند ۴-۳ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

## ۲-۴

### نانوماده

#### nanomaterial

ماده‌ای که هر یک از ابعاد خارجی آن در نانومقیاس (۲-۷) بوده و یا دارای ساختار درونی یا سطحی نانو مقیاس باشد.

یادآوری ۱ - این عبارت عمومی شامل نانو شیئی (۲-۵) و ماده نانوساختار می‌شود (۲-۹).

یادآوری ۲ - نانومواد مهندسی شده، نانومواد تولید شده و نانومواد اتفاقی را نیز مشاهده کنید.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۴-۲ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

## ۵-۲

### نانوشیء

#### nano-object

ماده‌ای با یک، دو و یا سه بعد خارجی *نانومقیاس* (۲-۷) است.

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

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۵ از استاندارد ملی ایران- ایزو، شماره ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

## ۶-۲

### نانوذره

#### nanoparticle

*نانوشیئی* (۲-۵) است که در تمام سه بعد خارجی، *نانومقیاس* (۲-۷) باشد.

**یادآوری** - اگر طول بلندترین محور *نانوشیء* (۲-۵) با طول کوچکترین محور آن تفاوت چشمگیری داشته (معمولاً بیش از سه برابر) باشد، می‌توان به جای عبارت نانوذره از عبارات *نانوالیاف* (۲-۳) و *نانوصفحه* استفاده نمود.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۴-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

## ۷-۲

### نانومقیاس

#### 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) در این محدوده از اندازه تشکیل می‌شوند. حدود اندازه‌ها برای این خواص به‌طور 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* (۲-۵) و یا عناصری از نانساختارها که ممکن است با نبود حد پایینی *نانومقیاس* (۲-۷) فرض شوند؛ تعیین شده است.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه- قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

۸-۲

### ماده نانو ساختاری

#### **nanostructured material**

ماده‌ای با ساختار داخلی یا سطحی نانو مقیاس است.

یادآوری ۱ - اگر ابعاد خارجی نانومقیاس (۲-۷) باشند، استفاده از عبارت نانوشی توصیه می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۱۱ از استاندارد ISO / TS 80004-4]

۹-۲

### نانولوله

#### **nanotube**

نانولیف (۲-۳) توخالی است.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۴-۴ از استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۹۸ : فناوری نانو - واژه‌ها، اصطلاحات و تعاریف اصلی].

۳ واژگان عمومی

۱-۳

### نانوساخت پایین به بالا

#### **bottom up nanomanufacturing**

فرآیندهایی هستند که از واحدهای بنیادین کوچک در نانومقیاس (۲-۷) برای ایجاد ساختارها یا مجموعه بزرگتر عملکردی بهتر استفاده می‌کنند.

۲-۳

### هم رسوبی

#### **co-deposition**

نشست همزمان دو یا چند ماده اولیه است.

یادآوری - روش‌های رایج هم‌رسوبی عبارتند از: روش‌های مبتنی بر خلاء، پاشش گرمایی، رسوب‌دهی الکتروشیمیایی و روش‌های رسوب‌دهی تعلیقه مایع.

۳-۳

خردایش

**communion**

خرد کردن یا آسیاکاری برای کاهش اندازه ذرات است.

۴-۳

چیدمان هدفمند

**directed assembly**

در حوزه نانو فناوری تشکیل یک ساختار با استفاده از اجزاء نانومقیاس (۲-۷) خارجی که می تواند الگوی تعریف شده ای داشته باشد.

۵-۳

خودآرایی هدفمند

**directed self-assembly**

خودآرایی (۳-۱۱) متاثر از عامل خارجی برای ایجاد یک ساختار، جهت گیری یا الگوی ترجیحی است. یادآوری - میدان اعمالی، یک قالب شیمیایی یا ساختاری، شیو شیمیایی و جریان سیال مثال هایی از عامل خارجی هستند.

۶-۳

لیتوگرافی

**lithography**

ایجاد تکرارپذیر یک الگو را می گویند.

یادآوری - الگو می تواند در یک ماده حساس به تابش و یا با انتقال ماده روی یک زیرلایه به روش انتقال، چاپ و یا نگاشت مستقیم تشکیل شود.

۷-۳

رسوب چند لایه

**multilayer deposition**

رسوب متناوبی از دو یا چند ماده اولیه برای تولید لایه‌ای با ساختار چندسازه‌ای (کامپوزیتی) است.

۸-۳

نانوتولید

**nanofabrication**

مجموعه‌ای از فعالیت‌ها برای ساخت هدفمند دستگاه‌های نانومقیاس (۲-۷) برای اهداف تجاری است.

۹-۳

نانوساخت

**nanomanufacturing**

سنتز هدفمند، تولید یا کنترل نانومواد و مراحل ساخت آنها در مقیاس نانو برای اهداف تجاری است.  
[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۱۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

۱۰-۳

فرآیند نانوساخت

**nanomanufacturing process**

مجموعه‌ای است از فعالیت‌هایی برای سنتز آگاهانه، ایجاد و کنترل نانومواد (۲-۴) و مراحل ساخت آنها در مقیاس نانو برای اهداف تجاری.  
[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۱۲ از استاندارد ملی ایران شماره- ایزو ۱-۸۰۰۰۴: فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱- اصطلاحات اصلی]

۱۱-۳

خودآرایی

**self-assembly**

عملی خودبخود است که در آن اجزاء خود را به الگوها یا ساختارهایی ساماندهی می‌کنند.



۱۲-۳

عامل دار کردن سطح

**surface functionalization**

فرآیندی شیمیایی است که بر روی یک سطح اعمال می‌شود تا یک قابلیت شیمیایی یا فیزیکی انتخابی را ایجاد کند

۱۳-۳

نانوساخت بالا به پایین

**top-down nanomanufacturing**

فرآیندهایی هستند که از اشیاء بزرگ مقیاس ساختارهای نانومقیاس (۲-۷) را ایجاد می‌کنند.

۴ چیدمان هدفمند

۱-۴

چیدمان الکترواستاتیکی

**electrostatic driven assembly**

در حوزه فناوری نانو استفاده از نیروی الکترواستاتیک به منظور جهت‌دهی یا قرار دادن عناصر نانومقیاس (۲-۷) در یک افزاره یا ماده است.

۲-۴

همترازی سیالی

**fluidic alignment**

استفاده از جریان سیال برای جهت‌دهی عناصر نانومقیاس (۲-۷) در یک افزاره یا ماده است.

۳-۴

چیدمان سلسله مراتبی

**hierarchical assembly**

استفاده بیش از یک نوع فرآیند نانوساخت (۳-۹) برای کنترل ساختار در مقیاس‌های طولی چندگانه است.

۴-۴

#### چیدمان مغناطیسی

##### **magnetic driven assembly**

در حوزه فناوری نانو استفاده از نیروی مغناطیسی برای چیدمان نانومقیاس (۲-۷) در یک الگو یا پیکربندی دلخواه است.

۵-۴

#### چیدمان مبتنی بر شکل

##### **shape-based assembly**

در حوزه فناوری نانو استفاده از شکل هندسی نانوذرات (۲-۶) برای دستیابی به الگو یا پیکربندی موردنظر است.

۶-۴

#### چیدمان آبرمولکولی

##### **supramolecular assembly**

استفاده از پیوند شیمیایی غیرکووالانسی برای چیدمان مولکولها یا نانوذرات (۲-۶) با لیگاندهای سطحی است.

۷-۴

#### انتقال سطح به سطح

##### **surface-to-surface transfer**

در حوزه فناوری نانو انتقال نانوذرات یا ساختارها از سطح یک زیرلایه‌ای که نانوذرات (۲-۶) بر روی آن رسوب کرده، رشد کرده و یا چیدمان یافته به روی یک زیرلایه دیگر است.

#### ۵ فرآیندهای خودآرایی

۱-۵

#### تبلور کلونیدی

### colloidal crystallization

در حوزه فناوری نانو ته‌نشینی نانوذرات (۲-۶) از یک محلول، برای تشکیل جامدی شامل آرایه‌های منظم و فشرده‌ای از واحدهای تکرارشونده است.

۲-۵

### رونشانی مکانی

### graphioepitaxy

در حوزه فناوری نانو چیدمان خودآرا (۳-۵) با استفاده از ویژگی‌های هدایت شده مکان‌نگاری<sup>۱</sup> نانومقیاس (۲-۷) است.

یادآوری ۱ - این روش شامل رشد یک لایه نازک روی سطح و رشد یک لایه اضافی در بالای یک زیرلایه است که ساختار مشابه یا متفاوت با بلورزیرین دارد.

۳-۵

### بازسازی سطحی باریکه یونی

### ion beam surface reconstruction

در حوزه فناوری نانو استفاده از یک باریکه یونی شتاب‌دار برای ایجاد اصلاح سطحی است که ممکن است در نانومقیاس (۲-۷) وجود داشته باشد.

۴-۵

### تشکیل لایه نازک لانگمویر-بلاجت

### Langmuir-Blodgett film formation

ایجاد یک تک‌لایه مولکولی در یک میانای هوا-مایع با استفاده از یک گودال-لانگمویر-بلاجت است.

۵-۵

### انتقال لایه لانگمویر-بلاجت

### Langmuir-Blodgett film transfer

---

1- Topographical

انتقال یک تک لایه مولکولی لانگمویر- بلاجت تشکیل شده در یک میانای مایع هوا- مایع، بر روی سطح یک جامد، با فرو بردن یک بستره جامد در مایع است.

۵-۶

رسوب لایه به لایه

**layer-by-layer deposition**

**LbL deposition**

فرآیند الکترواستاتیک رسوبدهی پلی الکترولیت هایی با بار مخالف که هر یک بر روی لایه زیرین دیگری قرار گرفته اند.

۵-۷

روش کنشگر شیمیایی مدوله شده

**modulated elemental reactant method**

استفاده از پیش ساز رسوب کرده از بخار با نواحی دارای کنترل ترکیب شده، به عنوان الگویی برای تشکیل لایه های تعویض شده از دو یا چند ساختار است.

۵-۸

تشکیل تک لایه خود آرا

**self-assembled monolayer formation**

**SAM formation**

تشکیل آنی تک لایه مولکولی سازمان یافته روی یک سطح جامد از فاز بخار یا محلول، به وسیله پیوند مولکول به سطح و برهمکنش بین مولکولی ضعیف است.

۵-۹

رشد استرانسکی-کراستانوو

**Stranski-Krastanow growth**

حالت رشد فیلم (پوسه) نازک که در آن هر دو سازوکار تشکیل لایه ای و جزیره ای وجود دارد.

۶ سنتز

۱-۶ فرآیندهای فاز گازی - روش‌های فیزیکی

۱-۱-۶

پاشش پویای گاز سرد

**cold gas dynamic spraying**

روشی برای سیال نمودن پودرهای بلورین نانومقیاس (۲-۷) یا پودرهای متعارفی است که پس از آن بر سطح پوشش تحت دمش سریع یک گاز بی اثر منجمد می‌شوند.

۲-۱-۶

تبخیر باریکه‌الکترونی

**electron-beam evaporation**

فرآیندی است که در آن، ماده با برخورد با الکترون‌های پر انرژی در شرایط خلاء بالا و یا خلاء بسیار بالا جهت رسوبدهی روی بستره، تبخیر می‌شوند.

۳-۱-۶ فرآیندهای رسوبدهی با جرقه‌الکتریکی

۱-۳-۱-۶

رسوبدهی جرقه‌الکتریکی

**electro-spark deposition**

فرآیند ریزجوشکاری قوسی تپشی با استفاده از تپش‌های الکتریکی کوتاه مدت و با جریان بالا است که برای رسوب دادن ماده‌الکتروود روی یک بستره استفاده می‌شود.

۴-۱-۶ فرآیندهای خشک کردن افشانه‌ای

۱-۴-۱-۶

خشک کردن انجمادی

**freeze drying**

حذف حلال زدایی یا آب‌زدایی با استفاده از سرمایش سریع، بلافاصله پس از تصعید در خلاء را می‌گویند.

۶-۱-۴-۲

### خشک کردن افشانه‌ای

#### spray drying

تولید یک پودر خشک از یک مایع یا دوغاب به وسیله حذف سریع قطرات مایع از طریق تماس با یک گاز داغ است.

۶-۱-۵

### انبساط فوق بحرانی

#### supercritical expansion

رسوب نانواشیاء در یک دستگاه پاشش در اثر انبساط محلول در بالاتر از دمای بحرانی (TC) و فشار بحرانی (PC) توسط یک افزاره افشانه‌ای است.

۶-۱-۶

### پاشش گرمایی احتراقی تعلیقه

#### suspension combustion thermal spray

نوعی پاشش گرمایی (۷-۲-۱۶) که در آن پیش‌ساز به شکل تعلیقه مایع به یک جت پلاسما وارد می‌شود.

۶-۱-۷

### انفجار الکتریکی سیم

#### wire electric explosion

تشکیل نانوذرات (۲-۶) با اعمال تپشی الکتریکی با چگالی جریان بالا توسط یک سیم است که باعث تبخیر و چگالش بعدی می‌شود.

۶-۱-۸

### تبخیر

#### vaporization

فرآیند تغییر فاز از فاز جامد یا مایع به فازهای گاز یا پلاسما است.

یادآوری ۱ - فرآیند تبخیر اغلب به منظور رسوب‌دهی مواد بخار شده بر روی یک بستره هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این فرآیند در مجموع به عنوان PVD<sup>۱</sup> شناخته می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۱۲ از استاندارد ISO 2080: 2008]

یادآوری ۲ - روش PVD با خلاء بالا به طور معمول در فشارهای  $10^{-9}$  تور تا  $10^{-6}$  تور انجام می‌شود. روش PVD با خلاء بسار بالا (UHV PVD) نیز انجام رسوبدهی در فشار کمتر از  $10^{-9}$  تور است.

## ۲-۶ فرآیندهای گازی - روش‌های شیمیایی

### ۱-۲-۶ فرآیندهای سنتز شعله‌ای

#### ۱-۱-۲-۶

### احتراق پیش ماده مایع

#### liquid precursor combustion

ایجاد محصولی جامد، نوعاً یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، از طریق واکنش گرماده یک محلول اولیه با یک اکسیدکننده است.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۳-۳ از استاندارد ISO 19353]

#### ۲-۱-۲-۶

### پاشش پلاسمایی

#### plasma spray

ایجاد جتی از محصول جامد، نوعاً یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، از یک منبع گازی یونیزه است.

#### ۳-۱-۲-۶

### پایروجنسیس

#### pyrogenesis

استفاده از احتراق یا سایر منابع گرمایی برای تولید محصول جامد، نوعاً یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، به کمک یک پاشش هواسل شده است.

۴-۱-۲-۶

پاشش پلاسمایی پیش‌ماده محلولی

**solution precursor plasma spray**

یک فرآیند فاز گازی است که در آن پلاسمای گرمایی (تعادلی) در محلولی تشکیل می‌شود که حاوی پیش ماده‌هایی با اجزای گازی است که در حین خنک کردن یک محصول جامد، نوعاً یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، ایجاد شده‌اند.

۵-۱-۲-۶

تفکافت پاشش گرمایی

**thermal spray pyrolysis**

ایجاد یک محصول جامد، نوعاً یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، از پیش ماده‌های مایع، از طریق ریزافشانی کردن مایع و واکنش با استفاده از یک منبع گرمایی است.

۲-۲-۶

واکنش دیواره لوله‌ای داغ

**hot wall tubular reaction**

رسوبدهی شیمیایی فاز بخار (۲-۷-۳) در یک کوره لوله‌ای، که در آن سطح واکنش در دمایی بالا و کنترل شده نگه‌داشته می‌شود.

۳-۲-۶

سنتز فوتوگرمایی

**photothermal synthesis**

فرآیند فاز گازی که در آن یک پیش‌ماده یا سایر اجزای گازی با جذب تابش فرسرخ گرم شده و این امر منجر به گرم شدن گاز و تجزیه گرمایی پیش ماده و تولید محصولی جامد، (معمولاً یک نانوذره (۲-۶)، می‌شود.



۴-۲-۶

سنتز نانوالیاف بخار-مایع-جامد

**vapour-liquid-solid nanofibre synthesis**

**VLS**

رشد نانوالیاف (۲-۳) بر روی یک بستره، از مواد خوراک در شکل گازی و در حضور کاتالیزور مایع است. یادآوری ۱ - در روش VLS برای الیاف، از فاز مایع در انتهای لیف استفاده می‌شود که می‌تواند به سرعت بخاری با سطوح اشباع بالا را جذب کند و سپس رشد بلور رخ دهد.

۳-۶ فرآیندهای فاز مایع-روش‌های فیزیکی

۱-۳-۶

الکتروریسی

**electrospinning**

استفاده از پتانسیل الکتریکی برای ایجاد الیاف ریز از یک فاز مایع است.

۲-۳-۶

بسپارش میان لایه‌ای درجا

***in-situ* intercalative polymerization**

قرار دادن تک‌پارها در مواد غیرآلی لایه‌ای و به دنبال آن بسپارش که موجب تشکیل نانوچندسازه‌ها (۲-۲) جاده می‌شود.

۳-۳-۶

پراکنش نانوذرات

**nanoparticle dispersion**

ایجاد تعلیق‌های از نانوذرات (۲-۶) در یک مایع به وسیله لیگاندهای مولکولی، بارهای سطحی و یا دیگر برهمکنش‌ها برای جلوگیری یا کاهش سرعت ته‌نشینی است.

۵-۳-۶

### ریخته‌گری نواری

#### tape casting

رسوب‌دهی ماکرولایه‌ها با پخش دوغابی از خمیر سرامیکی بر روی یک سطح صاف است. یادآوری ۱ - ممکن است نانوذرات (۲-۶) بخشی از ترکیب این لایه باشند.

۶-۳-۶

### آسیاکاری گلوله‌ای تر

#### wet ball milling

فرآیند آسیاب (۶-۵-۵) در مایع از طریق غلتش مواد خوراک با گلوله‌هایی خرد کننده با سختی بیشتر (از مواد) است تا نیروی موثری برای کاهش اندازه اجزای مورد نظر را ایجاد کند. یادآوری ۱ - محصول این فرآیند به عنوان دوغاب شناخته می‌شود.

۴-۶ فرآیند فاز مایع - روش‌های شیمیایی

۱-۴-۶

### آبکافت اسیدی سلولز

#### acid hydrolysis of cellulose

استفاده از یک اسید برای تهیه سلولز نانوبلورین از سلولز است.

۲-۴-۶

### رسوب نانوذرات

#### nanoparticle precipitation

تشکیل نانوذرات (۲-۶) از واکنش‌های محلولی که در آن، اندازه ذرات با عوامل جنبشی کنترل می‌شود.

۳-۴-۶

### چگالش معدنی سریع

### **prompt inorganic condensation**

شکل‌گیری لایه‌های نازک صاف و متراکم اتمی با روش پوشش‌دهی چرخشی و خنک کردن دماپایین محلول‌های آبی آزاد بر اساس پیش‌ماده‌های مولکولی آلی-فلزی است.

۴-۴-۶

### **فرآیند ریشالی معکوس**

### **reverse micelle process**

فرآیند سنتز *نانوذرات* (۲-۶) در محلول، با استفاده از واکنش‌گرها و در حضور لیگاندهای متوقف‌کننده واکنش که به سطح نانوذرات متصل شده و مانع رشد بیشتر می‌شوند.

۵-۴-۶

### **فرآیند سل ژل**

### **sol-gel processing**

تبدیل یک محلول شیمیایی یا تعلیق کلوئیدی (سل) به یک شبکه یکپارچه (ژل)، که می‌تواند متراکم‌تر شود.

۶-۴-۶

### **قالب‌گیری مواد سطح فعال**

### **surfactant templating**

استفاده از مواد سطح فعال برای پاک خودآرایی گونه‌های مولکولی به طوری که پس از آن بتوانند چینشی با ساختار نانو مقیاس داشته باشند.

مثال: MCM 41

۷-۴-۶

### **فرآیند استوبر**

### **Stober process**

تولید ذرات سیلیکات با استفاده از یک اورتوسیلیکات تترا-آلکیل و ترکیبی از الکل و آمونیاک با وزن مولکولی کم، با استفاده و یا بدون استفاده از آب است.  
یادآوری ۱ - این فرآیند، یک فرآیند سُل-ژل برای سنتز سیلیس است.

۵-۶ فرآیند فاز جامد-روش‌های فیزیکی

۶-۵-۱ فرآیندهای هم‌بسپاری بلوکی

۶-۵-۱-۱ جدایش فاز هم‌بسپار بلوکی

### **block copolymer phase segregation**

تشکیل ساختارهای تکرارشونده دو و سه‌بعدی از جدایش بخش‌های زنجیره‌ای بسپاری غیرقابل انعطاف است.

۶-۵-۱-۲

قالب‌گیری هم‌بسپار بلوکی

### **block copolymer templating**

الحاق یک ماده در فاز هم‌بسپار بلوکی توده‌ای برای رسیدن به ساختار نانومقیاس (۲-۷) است.

۶-۵-۲

پراکنش رس

### **clay dispersion**

مخلوط کردن ذرات رس در بستری مایع (معمولاً بسپاری) که پس از آن برای تولید چندسازه رسی جامد می‌شود.

۶-۵-۳

فشرده‌سازی سرد

### **cold pressing**

در حوزه فناوری نانو فشرده کردن ذرات در مقیاس نانو با اعمال فشاری برای اتصال و ایجاد تراکم است.

۴-۵-۶

برش پیوسته نوار محدود

**conshearing continuous confined strip shearing**

**C2S2**

استفاده از کرنش مومسان بسیار زیاد برای ایجاد دانه‌ها در یک فلز توده بدون تغییر قابل توجه در ابعاد کلی است.

یادآوری ۱ - هدف اصلی، تولید قطعات سبک وزن با خواص مکانیکی بسیار بهبود یافته است.

۵-۵-۶

واشیشه‌ای کردن

**devitrification**

تغییر ساختار از حالت شیشه‌ای به حالت بلوری که ایجاد حفره یا ساختار نانومقیاس (۲-۷) می‌کند.

۶-۵-۶

خردکردن

**grinding**

در حوزه فناوری نانو ایجاد نانوذرات (۲-۶) از طریق برش مکانیکی آنها در تماس با یک ماده با سختی بیشتر است.

۷-۵-۶

ریزماشینکاری سرعت بالا

**high-speed micromachining**

ایجاد قطعات دقیق دو و سه بعدی از یک جسم توده و یا ایجاد آنها بر روی سطح یک جسم یا ماده، به وسیله برش با استفاده از ابزارهای برش با هندسه معین است.

یادآوری ۱ - دقت، با سرعت بالای برش ماهک (معمولاً بین ۳۰۰۰۰ دور بر دقیقه تا ۱۰۰۰۰۰ دور بر دقیقه) حاصل می‌شود.

یادآوری ۲ - می‌توان از لیزر، باریکه الکترونی، باریکه یونی، فراصوت، فرزکاری و ماشینکاری CNC استفاده کرد.

یادآوری ۳ - تعریف سرعت بالا با توجه به هر فناوری خاص، متفاوت است.

۸-۵-۶

کاشت یونی

#### ion implantation

استفاده از یون‌های پراورزی شار برخوردی برای اصلاح ماده سازنده سطح با تخریب و تبلور مجدد است.

۹-۵-۶ فرآیندهای آسیاکاری

۱-۹-۵-۶

آسیاکاری زمزایشی

#### cryogenic milling

آسیاکاری (۶-۵-۵) تحت دمای زمزایشی (کمتر از ۱۵۰- درجه سلسیوس، ۲۳۸- درجه فارنهایت یا ۱۲۳ کلوین) را می‌گویند.

۲-۹-۵-۶

آسیاکاری گلوله‌ای خشک

#### dry ball milling

در حوزه فناوری نانو تولید نانوذرات (۲-۶) از طریق غلتش مواد، بوسیله گلوله‌های خردکننده با سختی بیشتر از آنها، برای مخلوط کردن دو یا چند نانوذره ناسازگار که پس از آن گرم می‌شوند تا تف‌جوشی شوند.

[منبع: برگرفته شده از استانداردهای ISO 11074: 2005 ، ISO 3252: 1999]

۱۰-۵-۶

آهنگری چندمرحله‌ای سکه

#### multi-pass coin forging

تولید ساختارهای دانه‌ای نانومقیاس (۲-۷) با استفاده از تغییر شکل پلاستیک شدید و به‌وسیله پرس مکانیکی است. در این فرآیند ورقی از ماده بین دو قالب سینوسی و به دنبال آن چرخاندن قطعه کار پس از نورد یا نورد مسطح است.

۱۱-۵-۶

رشد در نانوقالب

#### nanotemplated growth

رسوب‌دهی مواد از فاز بخار یا محلول در مقیاس نانو و در فضای محدود قالب (۲-۷) برای تشکیل نانوذرات (۲-۶) یا مواد نانوساختار (۲-۸) است.

۱۲-۵-۶

پراکنش نانوذرات بسیاری

#### polymer nanoparticle dispersion

مخلوط کردن نانوذرات (۲-۶) در یک بستر بسیار مایع که برای تولید نانوذرات چندسازی با زمینه بسیاری چگالش یافته اند.

۱۳-۵-۶ فرآیندهای تف‌جوشی

۱-۱۳-۵-۶

پرسکاری داغ

#### hot pressing

فرآیند متالورژی پودر با فشار بالا برای ساخت مواد سخت و شکننده در دمای بالا است.

یادآوری ۱ - ممکن است از فشارهای تا ۵۰ مگاپاسکال (۷۳۰۰ psi) و دمای معمول ۲۴۰۰ درجهٔ سیلسیوس (۴۳۵۰ درجهٔ فارنهایت) استفاده شود.

۲-۱۳-۵-۶

تف‌جوشی نانوذره‌ای

#### nanoparticle sintering

اتصال ذرات و افزایش میانای تماسی آنها به‌وسیلهٔ حرکت اتمی داخل و بین ذرات در اثر اعمال گرما را است. [برگرفته شده از استاندارد ISO 836: 2001].

۳-۱۳-۵-۶

تفجوشی پلاسمایی جرقه‌ای

#### spark plasma sintering

متراکم‌سازی پودرها تحت فشار مکانیکی و با استفاده از اعمال جریان‌های DC تپشی، برای هدایت پودرها به آهنگ گرمایش یا سرمایشی بسیار بالا (تا ۱۰۰۰ کیلو وات بر دقیقه) و جلوگیری از درشت شدن ساختار داخلی گویند.

۶-۶ فرآیندهای فاز جامد- روش‌های شیمیایی

۱-۶-۶

شکافت شیمیایی هم‌بسپار بلوکی

#### block copolymer chemical derivatization

اصلاح هم‌بسپار بلوکی جامد از طریق اضافه کردن اتم‌ها یا مولکول‌هایی که به‌طور انتخابی اتصال داشته یا فقط به یک فاز جدايش می‌یابند.

۲-۶-۶

آندایز الکتروشیمیایی

#### electrochemical anodization

در حوزه فناوری نانو فرآیندی است که در آن، آند به‌طور هم‌زمان اکسید و حکاکی می‌شود و در نتیجه؛ منافذی نانومقیاس (۲-۷) با درجه نظم و کنترل پذیری معمولاً بالا ایجاد می‌شود. یادآوری ۱- این فرآیند همچنین ممکن است به‌عنوان حکاکی آندی نیز اشاره شود.

۳-۶-۶

اینترکالاشن

#### intercalation

فرآیندی که ماده ناهمگن (اتم، مولکول‌های کوچک) را به یک ساختار میزبان (بلور شبکه یا سایر ساختارهای بزرگ مولکولی) وارد می‌کند.



۴-۶-۶

## روش‌های دوفازی

### two-phase methods

حرارت دادن و سپس سرمایش سریع مخلوط دوتایی از مواد برای تولید یک چندسازه جامد با ویژگی‌های نانومقیاس (۲-۷) است.

۷ ساخت

### ۷-۱ لیتوگرافی الگوناتویی

### nanopatterning lithography

۷-۱-۱

### لیتوگرافی سه‌بعدی

### 3D lithography

فرآیندی که در آن می‌توان به الگوها یا ساختارهای نانومقیاس (۲-۷) در سه‌بعد دست یافت.

۷-۱-۲

### فرآیند افزایشی

### additive processing

اضافه کردن لایه‌ای از ماده جدید جهت ایجاد الگویی از ماده رسوب‌یافته روی بستره است.

یادآوری ۱ - دو عبارت بلند کردن و شابلون برای توصیف فرآیند افزایشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بلند کردن؛ لایه ماده جدید روی تمام سطح اعمال شده و الگو پس از برداشتن عامل مقاوم غیرتماسی در برابر مواد پوشش داده شده، ظاهر می‌شود.

در شابلون، مواد جدید فقط در محلی اضافه می‌شود که سطح، توسط عامل مقاومی محافظت نشده است. [مانند رسوب‌دهی الکتریکی (۲-۷) با یک لایه مقاوم در آن محل]

۷-۱-۳

### لیتوگرافی هم‌بسپاربلوکی

### block copolymer lithography

استفاده از جدایش میکروفاز در هم‌بسپار بلوکی که برای ایجاد قالب‌های بسپاری با الگوی نانومقیاس (۲-۷) را می‌گویند.

۴-۱-۷

لیتوگرافی قالبی بلور کلوئیدی

**colloidal crystal template lithography**

استفاده از ذرات کلوئیدی بلوری برای ایجاد چارچوب دو یا سه‌بعدی برای رسوب‌دهی یا حکاکی بعدی است.

۵-۱-۷

لیتوگرافی فرابنفش عمیق

**deep ultraviolet lithography**

**DUV**

الگوگیری یک بسپار نورفعال با استفاده از یک نور فرا بنفش در محدوده طول موج ۱۰۰ نانومتر تا ۲۸۰ نانومتر است.

۶-۱-۷

نانولیتوگرافی قلم شیب‌دار

**dip-pen nanolithography**

روشی است که در آن نوک روبشگر برای انتقال مواد مشخص از یک حلال بر سطح بستره و برای الگودهی به زیرلایه در مقیاس طولی زیر ۱۰۰ نانومتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری ۱ - این نوک معمولاً یک نوک AFM پوشش‌دهی شده از مولکول‌های مخصوصی است که روی لایه‌ای از سطح رسوب داده شده است (این لایه می‌تواند تک‌لایه باشد). در موارد دیگر، مواد پوشش‌دهی شده می‌توانند نانوذره (۲-۶) باشند.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۶-۴۰ از استاندارد ISO 18115-2: 2010]

۷-۱-۷

لیتوگرافی باریکه‌الکترونی

**electron-beam lithography**

فرآیند الگودهی نوشتاری مستقیمی که از یک جریان هم‌کانون و متمرکز الکترونی برای اصلاح حلالیت یک لایه مقاوم استفاده می‌شود.

۷-۱-۸

لیتوگرافی فرابنفش شدید

**extreme ultraviolet lithography**

**EUV**

قرار گرفتن ماده مقاوم در برابر تابش الکترومغناطیسی با طول موجی در حدود ۱۰ نانومتر تا ۲۰ نانومتر است.

یادآوری ۱ - برای متمرکز کردن تابش معمولاً از اپتیک‌های انعکاسی استفاده می‌شود.

۷-۱-۹

لیتوگرافی باریکه یونی متمرکز

**focused ion-beam lithography**

**FIB**

فرآیند الگودهی نوشتاری مستقیمی است که از یک باریکه یونی متمرکز برای اصلاح حلالیت یک لایه مقاوم استفاده می‌شود.

۷-۱-۱۰

اپتیک غوطه‌وری

**immersion optics**

فرآیند لیتوگرافی (۳-۶) نوری که عدسی چشمی را برای تطابق ضریب شکست در یک مایع غوطه‌ور می‌کند.

۷-۱-۱۱

لیتوگرافی تداخلی

**interference lithography**

استفاده از شبکه‌های پراش برای ایجاد الگوی تداخل تابش و به دنبال آن ایجاد الگوهای ظاهرشدنی نانومقیاس (۲-۷) است.

۱۲-۱-۷

### رسوبدهی یون القایی

#### ion induced deposition

استفاده از جریانی هم‌کانون و متمرکز از یون‌ها برای ایجاد واکنش موضعی یک مولکول جذب شده با مواد رسوبی است.

۱۳-۱-۷

### حکاکی یون القایی

#### ion induced etching

استفاده از باریکه یونی متمرکز برای ایجاد واکنش موضعی یک مولکول جذب شده برای حکاکی ماده بستره را می‌گویند.

۱۴-۱-۷

### لیتوگرافی یون افکنش

#### ion projection lithography

استفاده از یون‌های شتاب‌یافته در تماس با ماسک برای ایجاد الگوهای نانومقیاس (۲-۷) در مقابل لایه مقاومت است.

۱۵-۱-۷

### چاپ ریز تماسی

#### micro-contact printing

شکلی از لیتوگرافی (۳-۶) نرم که در آن یک قالب نرم در یک جوهر فرو برده شده و الگو توسط فشار دادن به یک بستره منتقل می‌شود.

یادآوری ۱ - برای مواد خاصی که به عنوان جوهر استفاده می‌شوند، درستی انتقال به شدت به ویژگی‌های سطحی موضعی بستره وابسته است.

۱۶-۱-۷

### رسوبدهی ریزشاره‌ای

#### microfluidic deposition

استفاده از کانال‌هایی با مقیاس میکرومتری یا نانومتری در یک جامد چندجزیی برای آسان کردن انتقال ماده از حالت مایع یا محلول به حالت جامد بر سطح بستره است.

۱۷-۱-۷

#### برجسته‌سازی نانویی (۲-۷)

#### nano-embossing

انتقال یک الگو به یک ماده توده (به جای انتقال به فیلم نازک) با استفاده از قالب را می‌گویند.

یادآوری ۱ - این تعریف شامل الگوی سه‌بعدی نیز می‌شود.

یادآوری ۲ - در برجسته‌سازی، جریان مواد جایگزین شده با قالب، محدود نمی‌شود. نقش برجسته مصنوعی، معمولاً محصول نهایی است. در حالی که در منقوش کردن، مقاومتی الگودار در پردازش بعدی استفاده می‌شود.

۱۸-۱-۷

#### لیتوگرافی منقوش کردن نانویی (۲-۷)

#### nano-imprint lithography

#### NIL

فرآیندی است که در آن، یک الگو با پرس یک قالب نانومقیاس (۲-۷) (که معمولاً «قالب، مهر، ماسک، یا قالب الگو» نامیده می‌شود) به الگوی مورد نظر با یک ماده مقاوم در برابر تغییر شکل به همراه پخت گرمایی یا نوری متعاقب، تبدیل می‌شود.

یادآوری ۱ - چون الگو با توپوگرافی قالب تعریف شده‌است، این یک فرآیند چاپ بوده و یک لیتوگرافی (۳-۶) اولیه به شمار نمی‌رود.

یادآوری ۲ - معمولاً انواع لیتوگرافی منقوش کردن نانومقیاس (۲-۷) با استفاده از نوع خاصی از مقاومت در برابر چاپ، تقسیم‌بندی می‌شوند. در مواد پلیمری گرمومسانی، این عامل مقاومت حرارت داده شده به طوری که بتواند هنگام اعمال فشار به قالب، سیلان کند. در مقاومت‌های گرمایی، گرمادهی بعد از جابه‌جایی مقاومت اولیه مایع با قالب اعمال می‌شود. مقاومت حساس در برابر نور می‌تواند با استفاده از نور در قالب تنظیم شود (در موارد شفاف). فرآیندهایی که از مقاومت حساس به نور استفاده می‌کنند توسط کارگران مختلف، «منقوش کردن نوری، منقوش کردن نانومقیاس (۲-۷) یا گام و فلاش» نامیده می‌شود.

۱۹-۱-۷

### لیتوگرافی طبیعی

#### **natural lithography**

فرآیندی است که در آن الگوی اولیه با تکرار الگوهای اولیه‌ای که در طبیعت رخ می‌دهند، تعریف شده است. مثال: رشته‌هایی که روی الیاف کلاژن یا الگوی تشکیل شده توسط رشته های RNA رخ می‌دهد. این عبارت اشاره به استفاده از یک ماسک یا قالبی دارد که برای تعریف الگو نیازی به استفاده از یک باریکهٔ متمرکزی از یک تابش ندارد. [12]

۲۰-۱-۷

### فوتولیتوگرافی

#### لیتوگرافی اپتیکی

#### **photolithography**

#### **optical lithography**

فرآیندی است که در آن از تابش الکترومغناطیسی برای انتقال یک ماسک از طریق یک زیرشبکه و ایجاد الگو استفاده می‌شود.

یادآوری ۱ - برای ایجاد ماسک معمولا از یک ماده مقاوم استفاده می‌شود.

۲۱-۱-۷

### فوتولیتوگرافی نوری تباین فازی

#### **phase-contrast photolithography**

قرارگرفتن مواد مقاوم در برابر زیرشبکه‌های تغییر فیزیکی برای افزایش تفکیک‌پذیری الگوهای نانومقیاس (۷-۲) است.

۲۲-۱-۷

### لیتوگرافی پلاسمونی

#### **plasmonic lithography**

به استفاده از الگوهای فلزی نانومقیاس (۲-۷) برای هدایت تابش نوری میدان نزدیک برای ایجاد الگوهای مقاوم نانومقیاس (۲-۷) ظاهرشدنی فوتولیتوگرافی می گویند.

۲۳-۱-۷

نوشتن پرابی با نیروی روبشی

**scanning force probe writing**

استفاده از نوک میکروسکوپ پراب روبشی (SPM) برای علامت‌زنی، جوهرزنی و یا اصلاح موضعی سطح یک بستره است.

۲۴-۱-۷

رسوب شیمیایی فاز بخار میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی

**scanning tunnelling microscope chemical vapour deposition**

**STM CVD**

اعمال یک ولتاژ به نوک STM برای تسهیل فرآیند CVD (۲-۷-۳) نانومقیاس (۲-۷) در نزدیکی نوک واقع بر روی بستره است.

۲۵-۱-۷

لیتوگرافی نرم

**soft lithography**

فرآیندهای چاپ مکانیکی که در آن برای انتقال الگو از قالب الاستومر (یا نرم) استفاده می شود.

۲۶-۱-۷

این زیربند در استاندارد اصلی تعریف نشده است.

۲۷-۱-۷

فرآیند تفریقی

**subtractive processing**

حذف ماده به جز در محلی از سطح که توسط عامل مقاوم در برابر الگو محافظت می‌شود.

۲۸-۱-۷

### لیتوگرافی پرتو ایکس

#### x-ray lithography

فرآیندی است که در آن از تابش پرتو ایکس برای ظاهرشدن با ماسک و ایجاد الگوی لیتوگرافی استفاده می‌کند.

**یادآوری ۱** - چون متمرکز کردن پرتو ایکس در باریکه‌ای با ابعاد نانومقیاس (۲-۷) دشوار است (لیتوگرافی فرابنفش شدید را ملاحظه کنید)، لیتوگرافی پرتو ایکس برای اشاره به فرآیند چاپ با استفاده از یک ماسک با الگویی شامل مناطق شفاف و مات نسبت به پرتو ایکس استفاده می‌شود. این ماسک معمولاً شامل غشایی از یک ماده با جذب پرتو ایکس کم به همراه الگویی از مواد بسیار جاذب (مانند یک فلز) است. برای تولید یک ماسک معمولاً از مواد مقاوم استفاده می‌شود.

### ۲-۷ فرآیندهای رسوبدهی

۱-۲-۷

#### برجذب

#### adsorption

ماندن مولکول‌های گازی مواد حل شده یا مایع در سطوح جامدات و یا مایعات در تماس با آنها با نیروهای فیزیکی و شیمیایی است.

[برگرفته شده از زیربند ۲-۲-۲-۷ از استاندارد ISO 14532: 2001]

۲-۲-۷

### رسوبدهی لایه اتمی

#### atomic layer deposition

#### ALD

فرآیند ساخت لایه‌های نازک یکپارچه و یکنواخت از طریق رسوبدهی چرخه‌ای مواد با واکنش‌های خودتخریب سطحی که کنترل ضخامت در مقیاس اتمی را ممکن می‌کنند.



یادآوری ۱ - این فرآیند اغلب شامل استفاده از حداقل دو واکنش متوالی برای تکمیل یک چرخه است که می‌تواند برای ایجاد ضخامت مورد نظر چندین بار تکرار شود.

۳-۲-۷

رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار

**chemical vapour deposition**

**CVD**

رسوب یک ماده جامد به وسیله واکنش شیمیایی یک ترکیبی از چند پیش ماده گازی است که معمولاً به وسیله گرما روی یک بستره آغاز می‌شود.

[منبع: برگرفته شده از زیربند ۲-۲ از استاندارد ISO 2080: 2008]

۴-۲-۷

رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار کاتالیزوری

**catalytic chemical vapour deposition**

**CCVD**

نوعی *CVD* (۳-۲-۷) بر پایه تجزیه مولکول‌های گازی در حضور کاتالیزوری است.

یادآوری ۱ - CCVD برای سنتز نانولوله‌های کربنی (۲-۹) بر روی یک بستره از پیش ماده‌های گازی مانند هیدروکربن‌ها (به عنوان مثال متان) با کاتالیزگرهایی مانند Ni، Fe، یا Co انجام می‌شود.

یادآوری ۲ - استفاده عبارت CCVD با فرآیند کاتالیزوری متفاوت ارتباط ندارد.

۵-۲-۷

پوشش‌دهی باریکه‌خوشه‌ای

**cluster beam coating**

رسوب‌دهی *نانوذرات* (۲-۶) برای ساخت یک لایه نازک با ساختار جامد با استفاده از یک باریکه منبع را می‌گویند.

۶-۲-۷

### پوشش‌دهی غوطه‌وری

#### **dip coating**

ایجاد یک لایه نازک با فرو بردن یک بستره در یک محلول حاوی ماده مورد نظر است.

۷-۲-۷

رسوب‌دهی الکتریکی

آبکاری الکتریکی

#### **electrodeposition**

#### **electroplating**

رسوب مواد در اثر کاهش الکتروشیمیایی یون‌های موجود در محلول بر روی سطح یک الکتروود را می‌گویند.

۸-۲-۷

رسوب‌دهی الکتروولس

#### **electroless deposition**

رسوب‌دهی خودکاتالیز مواد، از یون‌های موجود در محلول و در حضور عامل کاهنده قابل حل، روی یک سطح جامد را می‌گویند.

۹-۲-۷

پاشش الکتریکی

#### **electro-spray**

رسوب‌دهی مواد بر روی یک سطح با افزایش فشار از طریق یک نازل نگهداری شده در یک ولتاژی اعمالی را می‌گویند.

۱۰-۲-۷

تبخیر

#### **evaporation**

فرآیندی که در آن ماده‌ای با حرارت‌دهی در شرایط خلاء بالا یا فوق بالا برای رسوب‌دهی بعدی روی بستره تبخیر می‌شود.

۱۱-۲-۷

رسوب‌دهی باریکه الکترونی متمرکز

### **focused electron-beam deposition**

رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار (۷-۲-۳) با استفاده از یک جریان هم‌کانون و متمرکز از الکترون‌ها برای ایجاد واکنش موضعی القایی مولکول‌های یک گاز پیش‌ماده روی یک سطح را می‌گویند.

۱۲-۲-۷

رسوب‌دهی باریکه یونی متمرکز

### **focused ion-beam deposition**

#### **FIB**

تشکیل و انتقال القایی از یون یک ماده به سطح بستره را می‌گویند.

**یادآوری ۱** - رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار با کمک FIB زمانی رخ می‌دهد که گازی مانند کربونیل تنگستن (6 (CO) W) به محفظه خلاء وارد شده و به آن امکان جذب شیمیایی به نمونه داده شود. با روبش یک منطقه توسط باریکه، گاز پیش‌ماده به اجزای فرار و غیرفرار تجزیه می‌شود. جزء غیرفرار، مانند تنگستن، به عنوان یک رسوب در سطح باقی می‌مانند. هرچه فلز رسوب بتواند برای محافظت نمونه پایه از کندوپاش مخرب باریکه، به عنوان یک لایه فداشونده استفاده شود، مفیدتر خواهد بود. مواد دیگر مانند پلاتین نیز می‌توانند رسوب‌دهی شوند.

۱۳-۲-۷

روشنایی باریکه مولکولی

### **molecular beam epitaxy**

فرآیند رشد تک بلورها که در آن باریکه‌ای از اتم یا مولکول‌ها، در خلاء بر روی یک زیرلایه تک بلور رسوب می‌کنند که باعث ایجاد بلورهایی با جهت گیری بلورشناختی منطبق با آن بستره می‌شود.

**یادآوری ۱** - باریکه با فراهم کردن امکان فرار بخار از طریق یک سوراخ کوچک، از منطقه تبخیر به منطقه‌ای با خلاء بالا تعریف شده است.

**یادآوری ۲** - ساختارهایی با ویژگی‌های نانومقیاس (۷-۲) (مانند نقاط InAs بر روی بستره GaAs) می‌توانند در این روش و با بکارگیری کرنش رشد کنند.

**یادآوری ۳** - از مرجع [۱۳] اقتباس شده است.

۱۴-۲-۷

رسوبدهی فیزیکی فاز بخار

**physical vapour deposition**

**PVD**

فرآیند رسوبدهی یک پوشش با تبخیر و سپس چگالش یک عنصر یا ترکیب (معمولا در یک خلاء بالا) است.

[برگرفته شده از زیربند ۲-۱۲ از استاندارد ISO 2080: 2008]

۱۵-۲-۷

(رسوبدهی) لایه به لایه پلی الکترولیتی

**polyelectrolyte layer-by-layer**

**LbL**

رسوبدهی متناوب تکرارشونده بسپارهای با بار مخالف بر روی یک سطح است.

۱۶-۲-۷

پاشش گرمایی

**thermal spray**

در حوزه فناوری نانو رسوب نانوذرات (۲-۶) برای تشکیل یک لایه نازک جامد از یک منبع نانوذرات مبتنی بر احتراق یا پلاسما را می گویند.

۱۷-۲-۷

پوششدهی چرخشی

**spin coating**

ایجاد فیلم نازک از رسوب یک ماده موجود در محلول بر روی یک بستره در حال چرخش با استفاده از نیروی گریز از مرکز را می گویند.

۱۸-۲-۷

رسوبدهی افشانه‌ای

### **spray deposition**

فرآیندی برای رسوب مواد روی لایه خارجی یا زیرین یک بستره با فشار شدید یک مایع از یک افشانه برای ایجاد قطرات یا هواسل‌ها را می‌گویند.

۱۹-۲-۷

رسوب‌دهی کندوپاشی

### **sputter deposition**

رسوب‌دهی فیزیکی فاز بخار (۷-۲-۱۴) با استفاده از ذرات پر انرژی برای انتقال اتم‌های یک ماده هدف به یک بستره است.

۲۰-۲-۷

بسپارش سطحی

### **surface polymerization**

ایجاد یک لایه نازک بسپاری از تک‌پارهای فاز بخار یا مایع بر روی سطح است.

۷-۳ فرآیندهای حکاکی

۱-۳-۷

حکاکی ناهمسانگرد

### **anisotropic etching**

فرآیندی است که در آن سرعت حکاکی در جهت عمود به سطح بسیار بیشتر از جهت موازی با سطح است.

۲-۳-۷

حکاکی بوش

### **Bosch etching**

فرآیندی است متناوب بین حالت حکاکی و حالت رویین است تا دسترسی به حکاکی ساختارهای تقریباً عمودی را ممکن سازد.

۳-۳-۷

### حکاکای شیمیایی

#### chemical etching

فرآیند استفاده از اسیدها، بازها یا سایر مواد شیمیایی برای انحلال مواد ناخواسته از یک بستره است. یادآوری ۱ - محصولات یک حکاکای شیمیایی، یا در محلول حکاکای قابل حل بوده (مانند حکاکای مرطوب) و یا در فشار پایین فرآر هستند (مانند حکاکای خشک).

۴-۳-۷

### حکاکای باریکه یونی تقویت شده شیمیایی

#### chemically assisted ion beam etching

(روش حکاکای که در آن گازهای واکنش دهنده (فعال) در حین فرآیند حکاکای از طریق سوزن یا حلقه‌های گازی بالای بستره وارد (واکنش حکاکای) می‌شوند.

۵-۳-۷

### حکاکای زم‌زایشی

#### cryogenic etching

فرآیندی است که در آن بستره تقریباً تا دمای ۱۶۳ کلوین خنک می‌شود تا ساختارهای جانبی تقریباً عمودی ایجاد شود.

یادآوری ۱- درجه حرارت کم، سرعت واکنش شیمیایی ایجادکننده حکاکای همسانگرد را کاهش می‌دهد. یون‌ها همچنان به ممبران سطوح بالایی ادامه داده و از ایجاد دیوارهای جانبی شیب‌دار جلوگیری می‌کنند.

۶-۳-۷

### حکاکای بلورشناختی

#### crystallographic etching

فرآیندی است که در آن سرعت حکاکای در جهت‌های بلورشناختی مختلف، متفاوت است.

۷-۳-۷

### حکاکای یونی واکنشی عمیق

## deep reactive ion etching

### DRIE

فرآیند حکاکی بسیار ناهمسانگردی که برای ایجاد ساختارهایی با نسبت منظری بزرگ استفاده می‌شود.  
مثال: سوراخ‌های جانبی شیبدار و حفرات.

یادآوری ۱ - دو فناوری اصلی برای DRIE وجود دارد: حکاکی زم‌زدایشی (۷-۳-۵) و حکاکی بوش (۷-۳-۲).

۸-۳-۷

### خاکسترسازی خشک

## dry-ashing

نوعی حکاکی شیمیایی که در آن ماده سطح به‌طور لحظه‌ای توسط یک گاز خنثی یا فعال، حک شده و محصولات حکاکی فرآری را تشکیل می‌دهد.  
مثال: حذف ماسک نورمقاوم در یک محیط پلاسمای اکسیژن.

۹-۳-۷

### حکاکی خشک

## dry-etching

فرآیندی که از گازهای جزیبی یونی شده برای حذف ماده از یک بستره استفاده می‌کند.

۱۰-۳-۷

### حکاکی باریکه یونی متمرکز

## focused ion-beam etching

### FIB

باریکه یون ها (معمولا گالیم) از طریق مجموعه‌ای از عدسی الکترواستاتیک متمرکز شده تا یک نقطه کوچک روی بستره ایجاد شود.

یادآوری ۱ - باریکه از طریق کند و پاش فیزیکی مواد را از بستره حذف می‌کند. نقطه باریکه می‌تواند برای ایجاد الگو، در سراسر سطح اسکن شود. در این فرآیند می‌توان به تفکیک پذیری نانومقیاس (۲-۷) دست یافت.

یادآوری ۲ - این فرآیند همچنین به عنوان آسیاکاری FIB شناخته شده است.

۱۱-۳-۷

حکّاکي پلاسما با چگالي بالا

#### high-density plasma etching

نوعي حکّاکي پلاسمايي (۷-۳-۱۸) که چون از روش‌هايي مانند تشديد سيليكوترون الکتروني، هليکان، مگنترون يا القايي ايجاد شده‌است، از باريکه يوني با چگالي بالا (معمولا ۱۰۱۱ يون تا ۱۰۱۲ يون در هر سانتی مترمکعب) استفاده مي‌کند.

يادآوری ۱ - برحسب محل بستره مي‌توان از پلاسما براي حکّاکي و يا رسوب استفاده کرد.

۱۲-۳-۷

پلاسمای جفت شده القايي

#### inductive coupled plasma

##### ICP

روشي است که در آن انرژی، توسط یک حلقه حامل جريان و در اطراف محفظه، به‌صورت مغناطيسي با یک پلاسما جفت مي‌شود.

۱۳-۳-۷

حکّاکي باريکه يوني

آسياکاري باريکه يوني

#### ion beam etching

##### ion beam milling

استفاده از یک منبع پلاسما براي توليد یک باريکه يوني براي حذف مواد از یک بستره را مي‌گویند.

۱۴-۳-۷

حکّاکي همسانگرد

#### isotropic etching

فرآيندي (معمولا مرطوب) است که در آن سرعت حکّاکي در جهت افقي و عمودي یکسان است.

۱۵-۳-۷

برسایش ليزري



### **laser ablation**

استفاده از انرژی یک لیزر تپشی برای برسایش مواد از سطح یک هدف را می‌گویند.  
یادآوری ۱ - روشی برای تولید ویژگی‌های نانومقیاس (۲-۷) بر روی یک سطح است.

۱۶-۳-۷

حکاکی با کمک نور

حکاکی فتوشیمیایی

### **light-assisted etching**

#### **photochemical etching**

فرآیندهایی که در آن از نور برای کنترل یا تأثیر بر فرآیند حکاکی استفاده می‌شود.  
یادآوری ۱ - حکاکی با کمک نور مبتنی بر حساسیت به نور حکاکی شیمیایی تحت شرایطی معین است. یک ساختار جانبی دلخواه می‌تواند بسته به الگوی تابندگی تعریف شده با تصویربرداری نوری در طی فرآیند حکاکی ایجاد شود. این فرآیند برای تهیه ساختارهای جانبی مانند سیلیکون متخلخل تابنده استفاده شده است.

۱۷-۳-۷

حکاکی فیزیکی

حکاکی کندوپاشی

### **physical etching**

#### **sputter etching**

فرآیند حکاکی از طریق برهم‌کنش‌های فیزیکی (انتقال شتاب) بین یون‌های نجیب شیمیایی شتابدار (مانند آرگون) و جامد حک شده است.  
یادآوری ۱ - این فرآیند ناهمسانگرد و غیر انتخابی است.

۱۸-۳-۷

حکاکی پلاسمایی

### **plasma etching**

فرآیندی است که در سامانه‌ی گازی شامل یون‌ها و الکترون‌های تشکیل شده از تخلیه‌ی الکتریکی برای حذف مواد از بستره رخ می‌دهد.

**یادآوری ۱** - اصطلاح دستگاه حکاکی پلاسمایی معمولاً محدود به ماشینی با دو الکتروود خازنی می‌شود که در آن موادی که باید حذف شوند، در پلاسما غوطه‌ور می‌شوند.

**یادآوری ۲** - چون یونی‌شدن گازی به ندرت کامل است، گونه‌هایی خنثی نیز وجود دارند که برخی از آنها در حالت برانگیخته (رادیکال‌ها) می‌توانند در حکاکی شرکت کنند.

۱۹-۳-۷

### حکاکی مسیر تابش

#### radiation track etching

تشکیل ساختاری با حکاکی، در مسیرهایی که به‌وسیله آسیب تابشی در یک جامد تشکیل شده‌است. مثال: بسیاری متخلخل که در آن مسیرها با استفاده از یک حلال انتخابی که فقط زنجیره‌های کوتاه را حل می‌کند، حکاکی می‌شوند.

۲۰-۳-۷

### حکاکی یون واکنشی

#### reactive ion etching

#### RIE

نوعی از حکاکی پلاسمایی (۷-۳-۱۸) که در آن ویفر بر روی یک الکتروود با فرکانس رادیویی قرار گرفته و الکتروود شمارنده سطحی بزرگتر از الکتروود (با فرکانس رادیویی) دارد.

**یادآوری ۱** - باریکه پلاسمایی تحت فشار کم توسط یک میدان الکترومغناطیسی تولید می‌شود. یون‌های پر انرژی عمدتاً سطح را به‌صورت عمود بمباران کرده و رادیکال‌هایی ایجاد می‌کنند که با سطح واکنش می‌دهند. RIE می‌تواند در مقایسه با پروفیل-های ناهمسانگرد تولید شده توسط حکاکی مرطوب (۷-۳-۲۲)، پروفیل‌های بسیار همسانگرد تولید کند.

۲۱-۳-۷

### حکاکی انتخابی

#### selective etching

فرآیندی که در آن یک ماده سطحی به سرعت حذف می‌شود، در حالی که مواد دیگر بسیار آهسته حذف شده و یا اصلاً حذف نمی‌شود.

مثال: محلول آب HF، SiO<sub>2</sub> را بسیار سریع حک می‌کند، در حالی که سیلیکون را حکاکی نمی‌کند.

۲۲-۳-۷

حکاکای مرطوب

**wet etching**

حذف شیمیایی یک ماده سطحی با استفاده از یک محلول حکاکای مایع است.

۴-۷ چاپ و پوشش دهی

۱-۴-۷

برجسته‌سازی

منقوش کردن

**embossing**

**imprinting**

انتقال یک الگو به یک ماده توده قابل شکل‌پذیری توسط فشار دادن یک قالب اصلی غلتان را می‌گویند.

۲-۴-۷

فرآیند فیلم چندلایه

**multilayer film process**

در حوزه فناوری نانو ایجاد یک چندلایه با پیوند دادن لایه‌های نازک منفرد به یکدیگر در یک فرآیند غلتکی است.

۳-۴-۷

رسوب نانوالیاف

**nanofibre precipitation**

رسوب کردن نانوالیاف (۲-۳) از محلول بر روی یک بستره را می‌گویند.

۴-۴-۷

پوشش‌دهی افشانه‌ای نانوذرات

**nanoparticle spray coating**

رسوب نانوذرات (۲-۶) از یک حلال، یک پلاسما، یک باریکه خوشه‌ای یا از منبعی دیگر از نانوذرات است.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

تشخیص خروجی حاصل از فرآیندهای سنتز معین

فرآیند ماده نانوساختار	فرآیند نانوشیء	عبارتی از فرآیند ساخت نانومواد که باید تعریف شود	سرفصل‌ها	فاز فرآیند
√		پاشش پویای گاز سرد		فرآیندهای فاز گازی - روش‌های فیزیکی
	√	تبخیر باریکه الکترونی		
	√	رسوب‌دهی جرقه الکتریکی	فرآیندهای رسوب‌دهی جرقه الکتریکی	
	√	سنتز نور گرمایی		
√		پاشش پلاسما محلول پیش‌ماده		
	√	کندوپاش		
	√	خشک کردن انجمادی	فرآیندهای خشک کردن افشانه‌ای	
	√	خشک کردن افشانه‌ای	فرآیندهای خشک کردن افشانه‌ای	
	√	انبساط فوق بحرانی		
	√	پاشش گرمایی احتراقی تعلیق		
	√	انفجار الکتریکی سیمی		
	√	تبخیر		
√		رسوب‌دهی لایه اتمی		
√	√	رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار		
√	√	رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار کاتالیزوری		
√	√	احتراق پیش ماده مایع	فرآیندهای سنتز شعله‌ای	
	√	پاشش پلاسمایی	فرآیندهای سنتز شعله‌ای	
√	√	پایروجنسیس	فرآیندهای سنتز شعله‌ای	
√	√	تف کافت پاشش گرمایی	فرآیندهای سنتز شعله‌ای	

√		رونشانی مکانی		
√	√	واکنش دیواره لوله‌ای داغ		
	√	سنتز فوتوگرمایی		
√	√	پاشش گرمایی پیش‌ماده محلولی		
	√	سنتز نانولیف بخار- مایع- جامد		
√	√	خردایش		فرآیندهای فاز مایع- روش‌های فیزیکی
√	√	الکتروریسی		
√	√	بسپارش میان لایه‌ای درجا	فرآیندهای کاهش اندازه در مایع (خردایش)	
	√	پراکنش نانوذرات		
√		ریخته‌گری نواری		
√	√	آسیاکاری گلوله‌ای تر		
	√	آبکافت اسیدی سلولز		فرآیند مایع- روش- های شیمیایی
	√	رسوب نانوذرات		
	√	چگالش معدنی سریع		
√	√	فرآیند ریشالی معکوس		
√	√	فرآیند سل ژل		
	√	قالب‌گیری مواد سطح فعال		
√	√	فرآیند استوبر		
√		پیچش با فشار بالا	فرآیندهای تغییر شکل پلاستیک شدید	فرآیند جامد- روش- های فیزیکی
√		شکافت شیمیایی هم‌بسپار بلوکی	فرآیندهای جفت پلیمرهای توده‌ای	
√			فرآیندهای هم‌بسپاری زم- زایشی	
√		قالب‌گیری هم‌بسپار بلوکی	فرآیندهای جفت پلیمرهای توده‌ای	
√		فشرده‌سازی سرد		
√		برش پیوسته نوار محدود		
√		واشیشه‌ای کردن		
	√	خردکردن		
√		ریزماشینکاری سرعت بالا		
√		کاشت یونی		
	√	آسیاکاری زم‌زایشی	فرآیندهای آسیاکاری	

	√	آسیاکاری گلوله‌ای خشک		
	√	آهنگری چندمرحله ای سکه		
√	√	رشد در نانو قالب		
√		پرسکاری داغ	فرآیندهای تفجوشی	
	√	تف جوشی نانوذره‌ای		
√	√	تفجوشی پلاسمایی جرقه‌ای		
√		<b>پراکنش رس</b>		فرآیندهای جامد- روش‌های شیمیایی
√		آندایز الکتروشیمیایی		
√	√	اینترکالاشن		
√		پراکنش نانوذرات بسپاری		
√		روش‌های دو فازی		

پیوست ب  
(آگاهی دهنده)  
نمایه

۱-۴-۶	acid hydrolysis of cellulose	آبکافت اسیدی سلولز
۲-۱-۷	additive processing	فرآیند افزایشی
۱-۲-۷	adsorption	برجذب
۱-۳-۷	anisotropic etching	حکاکی ناهمسانگرد
۲-۲-۷	atomic layer deposition	رسوب‌دهی لایه اتمی
۱-۶-۶	block copolymer chemical derivatization	شکافت شیمیایی هم‌بسیار بلوکی
۱-۱-۵-۶	block copolymer phase segregation	جدایش فاز هم‌بسیار بلوکی
۲-۱-۵-۶	block copolymer templating	قالب‌گیری هم‌بسیار بلوکی
۳-۱-۷	block copolymer lithography	لیتوگرافی هم‌بسیار بلوکی
۲-۳-۷	Bosch etching	حکاکی بوش
۱-۳	bottom up nanomanufacturing	نانوساخت پایین به بالا
۱-۲	carbon nanotube	نانولوله کربنی
۴-۲-۷	catalytic chemical vapour deposition	رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار کاتالیزوری
۳-۲-۷	chemical vapour deposition	رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار
۴-۳-۷	chemically assisted ion beam etching	حکاکی باریکه یونی تقویت‌شده شیمیایی
۲-۵-۶	clay dispersion	پراکنش رس
۵-۲-۷	cluster beam coating	پوشش‌دهی باریکه خوشه‌ای

۲-۳	co-deposition	رسوب همزمان
۱-۱-۶	cold gas dynamic spraying	پاشش پویای گاز سرد
۳-۵-۶	cold pressing	فشرده‌سازی سرد
۴-۱-۷	colloidal crystal template lithography	لیتوگرافی قالبی بلور کلوئیدی
۱-۵	colloidal crystallization	تبلور کلوئیدی
۳-۳	communion	خردایش
۴-۵-۶	conshearing continuous confined strip shearing	برش پیوسته نوار محدود
۵-۳-۷	cryogenic etching	حکاکی زم‌زایشی
۱-۹-۵-۶	cryogenic milling	آسیاکاری زم‌زایشی
۶-۳-۷	crystallographic etching	حکاکی بلورشناختی
۷-۳-۷	deep reactive ion etching	حکاکی یونی واکنشی عمیق
۵-۱-۷	deep ultraviolet lithography	لیتوگرافی فرابنفش عمیق
۵-۵-۶	devitrification	واشیشه‌ای کردن
۶-۲-۷	dip coating	پوشش‌دهی غوطه‌وری
۶-۱-۷	dip-pen nanolithography	نانولیتوگرافی قلم شبیدار
۴-۳	directed assembly	چیدمان هدفمند
۵-۳	directed self-assembly	خودآرایی هدفمند
۸-۳-۷	dry-ashing	خاکسترسازی خشک
۲-۹-۵-۶	dry ball milling	آسیاکاری گلوله‌ای خشک
۹-۳-۷	dry-etching	حکاکی خشک
۱-۳-۱-۶	electro-spark deposition	رسوب‌دهی جرقه الکتریکی
۹-۲-۷	electro-spray	پاشش الکتریکی
۲-۶-۶	electrochemical anodization	آندایز الکتروشیمیایی
۷-۲-۷	electrodeposition	رسوب‌دهی الکتریکی
۸-۲-۷	electroless deposition	رسوب‌دهی الکترولس



۶-۱-۶	electron-beam evaporation	تبخیر باریکه الکترونی
۱-۳-۶	electrospinning	الکتروریسی
۱-۴	electrostatic driven assembly	چیدمان الکترواستاتیکی
۱-۴-۷	Embossing	برجسته‌سازی
۱۰-۲-۷	evaporation	تبخیر
۸-۱-۷	extreme ultraviolet lithography	لیتوگرافی فرابنفش شدید
۲-۴	fluidic alignment	همترازی سیالی
۱۱-۲-۷	focused electron-beam deposition	رسوب‌دهی باریکه الکترونی متمرکز
۱۲-۲-۷	focused ion-beam deposition	رسوب‌دهی باریکه یونی متمرکز
۱۰-۳-۷	focused ion-beam etching	حکاکی باریکه یونی متمرکز
۹-۱-۷	focused ion-beam lithography	لیتوگرافی باریکه یونی متمرکز
۱-۴-۱-۶	freeze drying	خشک کردن انجمادی
۱-۵	graphioepitaxy	روشنانی مکانی
۶-۵-۶	grinding	خردایش
۳-۴	hierarchical assembly	چیدمان سلسله مراتبی
۱۱-۳-۷	high-density plasma etching	حکاکی پلاسما با چگالی بالا
۷-۵-۶	high-speed micromachining	ریزمایشکاری سرعت بالا
۱-۱۳-۵-۶	hot pressing	پرسکاری داغ
۲-۲-۶	hot wall tubular reaction	واکنش دیواره لوله‌ای داغ
۱۰-۱-۷	immersion optics	اپتیک غوطه‌وری
۱-۴-۷	imprinting	منقوش کردن
۲-۳-۶	<i>in-situ</i> intercalative polymerization	بسپارش میان لایه‌ای درجا
۳-۶-۶	intercalation	اینترکالاشن
۱۲-۳-۷	inductive coupled plasma	پلاسمای جفت شده القایی
۱۱-۱-۷	interference lithography	لیتوگرافی تداخلی

۱۳-۳-۷	ion beam etching	حکاکی باریکه یونی
۱۳-۳-۷	ion beam milling	آسیاکاری باریکه یونی
۳-۵	ion beam surface reconstruction	بازسازی سطحی باریکه یونی
۸-۵-۶	ion implantation	کاشت یونی
۱۲-۱-۷	ion induced deposition	رسوبدهی یون القایی
۱۳-۱-۷	ion induced etching	حکاکی یون القایی
۱۴-۱-۷	ion projection lithography	لیتوگرافی یون افکنش
۱۴-۳-۷	isotropic etching	حکاکی همسانگرد
۴-۵	Langmuir-Blodgett film formation	تشکیل لایه نازک لانگمویر-بلاجت
۵-۵	Langmuir-Blodgett film transfer	انتقال لایه لانگمویر-بلاجت
۱۵-۳-۷	laser ablation	برسایش لیزری
۶-۵	layer-by-layer deposition	رسوب لایه به لایه
۱۶-۳-۷	light-assisted etching	حکاکی با کمک نور
۱۱-۲-۶	liquid precursor combustion	احتراق پیش ماده مایع
۶-۳	lithography	لیتوگرافی
۴-۴	magnetic driven assembly	چیدمان مغناطیسی
۱۵-۱-۷	micro-contact printing	چاپ ریزتماسی
۱۶-۱-۷	microfluidic deposition	رسوبدهی ریزشاره‌ای
۱۳-۲-۷	molecular beam epitaxy	رونشانی باریکه مولکولی
۱۰-۵-۶	multi-pass coin forging	آهنگری چندمرحله‌ای سکه
۲-۴-۷	multilayer film process	فرآیند فیلم چندلایه
۲-۲	nanocomposite	نانو چندسازه
۱۷-۱-۷	nano-embossing	برجسته‌سازی نانویی
۸-۳	nanofabrication	نانوتولید
۳-۲	nanofibre	نانولیف

۳-۴-۷	nanofibre precipitation	رسوب نانوالیاف
۷-۱-۷	nano-imprint lithography	لیتوگرافی منقوش کردن نانویی
۱۸-۱-۷	nano-imprint lithography	لیتوگرافی منقوش کردن نانویی
۹-۳	nanomanufacturing	نانوساخت
۱۰-۳	nanomanufacturing process	فرآیند نانوساخت
۴-۲	Nanomaterial	نانوماده
۵-۲	nano-object	نانوشیء
۶-۲	Nanoparticle	نانوذره
۳-۳-۶	nanoparticle dispersion	پراکنش نانوذرات
۲-۴-۶	nanoparticle precipitation	رسوب نانوذرات
۲-۱۳-۵-۶	nanoparticle sintering	تف جوشی نانوذره‌ای
۴-۴-۷	nanoparticle spray coating	پوشش دهی افشانه‌ای نانوذرات
۷-۲	Nano-scale	نانومقیاس
۸-۲	nanostuctured material	ماده نانو ساختاری
۱۱-۵-۶	nanotemplated growth	رشد در نانو قالب
۹-۲	nanotube	نانولوله
۱۹-۱-۷	natural lithography	لیتوگرافی طبیعی
۲۱-۱-۷	phase-contrast photolithography	فوتولیتوگرافی نوری تباین فازی
۳-۳-۷	photochemical etching	حکاکی فتوشیمیایی
۳-۲-۶	photothermal synthesis	سنتز فوتوگرمایی
۱۳-۳-۷	physical etching	حکاکی فیزیکی
۱۴-۲-۷	physical vapour deposition	رسوب دهی فیزیکی فاز بخار
۱۸-۳-۷	plasma etching	حکاکی پلاسمایی
۲-۱-۲-۶	plasma spray	پاشش پلاسمایی
۲۲-۱-۷	plasmonic lithography	لیتوگرافی پلاسمونی

۱۵-۲-۷	polyelectrolyte layer-by-layer	رسوب‌دهی لایه‌به‌لایه پلی‌الکترولیتی
۱۲-۵-۶	polymer nanoparticle dispersion	پراکنش نانوذرات بسپاری
۳-۴-۶	prompt inorganic condensation	چگالش معدنی سریع
۳-۱-۲-۶	Pyrogenesis	پایروجنسیس (فرآیند ساخت گرمایی)
۱۹-۳-۷	radiation track etching	حکاکی مسیر تابش
۲۰-۳-۷	reactive ion etching	حکاکی یون واکنشی
۴-۴-۶	reverse micelle process	فرآیند ریشالی معکوس
۲۴-۱-۷	scanning tunnelling microscope chemical vapour deposition	رسوب شیمیایی فاز بخار میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی
۲۱-۳-۷	selective etching	حکاکی انتخابی
۱۱-۳	self-assembly	خودآرایی
۸-۵	self-assembled monolayer formation	تشکیل تک‌لایه خودآرا
۵-۴	shape-based assembly	چیدمان مبتنی بر شکل
۲۵-۱-۷	soft lithography	لیتوگرافی نرم
۵-۴-۶	sol-gel processing	فرآیند سل‌ژل
۴-۱-۲-۶	solution precursor plasma spray	پاشش پلاسمایی پیش‌ماده - محلولی
۳-۱۳-۵-۶	spark plasma sintering	تف‌جوشی پلاسمایی جرقه‌ای
۱۷-۲-۷	spin coating	پوشش‌دهی چرخشی
۲-۴-۱-۶	spray drying	خشک کردن افشانه‌ای
۱۹-۲-۷	sputter deposition	رسوب‌دهی کندوپاشی
۱۷-۳-۷	sputter etching	حکاکی کند و پاشی
۷-۴-۶	Stober process	فرآیند استوبر
۹-۵	Stranski-Krastanow growth	رشد استرانسکی-کراستانوو
۲۷-۱-۷	subtractive processing	فرآیند تفریقی

۵-۱-۶	supercritical expansion	انبساط فوق بحرانی
۴-۶	supramolecular assembly	چیدمان ابرمولکولی
۱۲-۳	surface functionalization	عامل دار کردن سطح
۲۰-۲-۷	surface polymerization	بسپارش سطحی
۷-۴	surface-to-surface transfer	انتقال سطح به سطح
۶-۴-۶	surfactant templating	قالب گیری مواد سطح فعال
۶-۱-۶	suspension combustion thermal spray	پاشش گرمایی احتراقی تعلیقه
۱۳-۳	top-down nanomanufacturing	نانوساخت بالا به پایین
۵-۳-۶	tape casting	ریخته گری نواری
۴-۶-۶	two-phase methods	روش های دوفازی
۱۶-۲-۷	thermal spray	پاشش گرمایی
۵-۱-۲-۶	thermal spray pyrolysis	تف کافت پاشش گرمایی
۸-۱-۶	Vaporization	تبخیر
۴-۲-۶	vapour-liquid-solid nanofibre synthesis	سنتز نانوالیاف بخار-مایع-جامد
۶-۳-۶	wet ball milling	آسیابکاری گلوله ای تر
۲۲-۳-۷	wet etching	حکاکی مرطوب
۷-۱-۶	wire electric explosion	انفجار الکتریکی سیم
۲۸-۱-۷	X-ray lithography	لیتوگرافی پرتو ایکس

### کتابنامه

- [1] BSI PAS 135, *Terminology for nanofabrication*
- [2] ISO/TS 80004-6, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 6: Nano-object characterization*
- [3] ISO/TS 80004-3:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects*
- [4] ISO/TS 80004-4:2011, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials*
- [5] ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*
- [6] ISO/TS 80004-1:2010, *Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms*
- [7] ISO 2080:2008, *Metallic and other inorganic coatings — Surface treatment, metallic and other inorganic coatings — Vocabulary*
- [8] ISO 19353, *Safety of machinery — Fire prevention and protection*
- [9] ISO 11074:2005, *Soil quality — Vocabulary*
- [10] ISO 3252:1999, *Powder metallurgy — Vocabulary*
- [11] ISO 836:2001, *Terminology for refractories*
- [12]. *Appl.Phys. Lett.* 1982, **41** pp. 377-379
- [13] *McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms*, 6th ed. September 2002