



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization



استاندارد ملی ایران - ایزو

۳-۸۰۰۰۴

تجدیدنظر اول

۱۴۰۲

INSO-ISO

80004-3

1st Revision

2023

Identical with
ISO/TS 80004-3:
2020

فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۳:
نانواشیاء کربنی

Nanotechnologies - Vocabulary -
Part 3: Carbon nano-objects

CS: 07.120; 01.40.07

استاندارد ملی ایران ایزو شماره ۳-۸۰۰۰۴ (تجدیدنظر اول): سال ۱۴۰۲

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: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@inso.gov.ir

وبگاه: <http://www.inso.gov.ir>

Iran National Standards 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@inso.gov.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی ایران را بر 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، نهادهای 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 استانداردهای 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 واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

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

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۳: نانواشیاء کربنی»

رئیس:

صادق حسنی، صدیقه
(دکتری شیمی تجزیه - الکتروشیمی)

سمت و/یا محل اشتغال:

مدیر تحقیق و توسعه - شرکت آرال تجهیز آزما

دبیر:

سیفی، مهوش
(کارشناسی ارشد - مدیریت دولتی)

مشاور - گروه استاندارد و ایمنی ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی‌پور، الهه
(کارشناسی ارشد - زیست‌شناسی)

کارشناس مسئول - گروه استاندارد و ایمنی ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

دارابی، عادل
(دکتری تخصصی فیزیک - حالت جامد)

عضو مستقل

سهرابی جهرمی، ابوذر
(دکتری فناوری نانو)

رئیس هیئت مدیره - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

ظریف، محمود
(کارشناسی ارشد - زبان‌شناسی همگانی)

پژوهشگر - فرهنگستان زبان و ادب فارسی

منتظری، مانی
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

مدیرعامل - شرکت نوین فن سنجش آویسا

علم‌خواه، حسن
(دکتری فناوری نانو - نانومواد)

معاونت پژوهشی - دانشگاه بوعلی سینا همدان

نجفی اصلی پاشاکی، شبلم
(دکتری شیمی تجزیه)

مدیر فنی - آزمایشگاه‌های مرکز پژوهش‌های کاربردی علوم زمین البرز

ویراستار

شاکری، روشنک
(کارشناس ارشد فیزیک اتمی - مولکولی)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس استاندارد - سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱	۱-۳ اصطلاحات اصلی توصیف‌کننده نانواشیاء کربنی
۸	۲-۳ اصطلاحات توصیف‌کننده انواع خاصی از نانوذرات کربنی
۹	۳-۳ اصطلاحات توصیف‌کننده انواع خاصی از نانولیف‌ها و نانوصفحه‌های کربنی
۱۲	۴-۳ اصطلاحات توصیف‌کننده نانواشیاء کربنی نانساختاری
۱۳	پیوست الف (آگاهی دهنده) مواد کربنی نانومقیاس مرتبط
۱۴	کتاب‌نامه
۱۵	نمایه فارسی (فهرست اصطلاحات به ترتیب الفبای فارسی)
۱۸	نمایه انگلیسی (فهرست اصطلاحات به ترتیب الفبای انگلیسی)

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۳: نانواشیاء کربنی» که نخستین بار در سال ۱۳۹۴ تدوین و منتشر شد، براساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یکصدوسی‌وسومین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۱۴۰۲/۰۹/۲۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۳۹۲: سال ۱۳۹۴ می‌شود.

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

ISO/TS 80004-3: 2020, Nanotechnologies - Vocabulary - Part 3: Carbon nano-objects

مقدمه

طی سه دهه گذشته شکل‌های جدید و متنوعی از مواد کربنی نانومقیاس شامل فولرن‌ها، گرافن و نانولوله‌های کربنی کشف، سنتز و ساخته شده‌اند. این شکل‌های جدید مواد کربنی به‌علت خواص منحصر به فرد الکترونی، الکترومغناطیسی، گرمایی، نوری و مکانیکی، مواد نویدبخشی برای بسیاری از زمینه‌های صنعتی در ارتباط با فناوری نانو محسوب می‌شوند.

با توجه به روند پیشرفت روزافزون دانش تخصصی و رشد فزاینده اصطلاحات و مفاهیم فنی در حوزه فناوری نانو (به کتاب‌نامه مراجعه شود)، هدف این استاندارد تعریف اصطلاحات و مفاهیم مهم برای نانواشیاء کربنی به روشی دقیق، سازگار و در عین حال روشن‌گر ارتباط متقابل اصطلاحات این استاندارد و همچنین ارتباط با اصطلاحاتی است که پیش از این برای مواد کربنی، متداول بوده است.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران- ایزو ۸۰۰۰۴ است که جنبه‌های مختلف فناوری نانو را پوشش می‌دهد. به‌منظور هماهنگی با نظام سلسه مراتبی که در اصطلاح‌شناسی حوزه فناوری نانو در دست تدوین است، بسیاری از تعاریف این استاندارد آگاهانه انتخاب شده‌اند. هرچند، در پاره‌ای موارد، این رویکرد سلسه مراتبی به‌علت کاربرد خاص اصطلاحات مجزا، نادیده گرفته شده است. قسمت ۱۳ مجموعه استانداردهای ملی ایران- ایزو ۸۰۰۰۴ در مورد گرافن و مواد دوبعدی، مکمل این استاندارد است. بخش‌هایی جزئی از استاندارد مذکور در این استاندارد مطرح شده است.

مجموعه استانداردهای ملی ایران- ایزو ۸۰۰۰۴، و مجموعه استانداردهای ملی شماره ۱۸۳۹۲، قسمت‌های ۳، ۴، ۵ و ۷ تحت‌عنوان کلی فناوری نانو- واژه‌نامه، شامل قسمت‌های زیر می‌شود:

- قسمت ۱: واژگان پایه
- قسمت ۲: نانواشیاء
- قسمت ۳: نانواشیاء کربنی
- قسمت ۴: مواد نانو ساختاری
- قسمت ۵: فصل مشترک نانوزیست
- قسمت ۶: مشخصه‌یابی نانواشیاء
- قسمت ۷: تشخیص و درمان برای سلامتی
- قسمت ۸: فرآیندهای ساخت نانومواد
- قسمت ۹: محصولات و سامانه‌های برقی نانوپدید
- قسمت ۱۰: اجزاء و سامانه‌های فوتونیک نانوپدید
- قسمت ۱۱: نانولابه‌ها، نانوپوشش‌ها، نانولابه‌های نازک و واژه‌نامه مربوط به آن
- قسمت ۱۲: پدیده‌های کوانتومی در فناوری نانو
- قسمت ۱۳: گرافن و سایر مواد دوبعدی

فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۳: نانواشیاء کربنی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعریف اصطلاحات مربوط به نانواشیاء کربنی در حوزه فناوری نانو است. این استاندارد به منظور تسهیل ارتباطات بین پژوهش‌های سازمان‌ها و افراد در صنعت و همه کسانی که با آنها در تعامل هستند در نظر گرفته شده است. اصطلاحات تکمیلی و تعاریف آنها در رابطه با گرافن و مواد دوبعدی (2D) در استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۳-۸۰۰۰۴ ارائه شده است.

مواد نانومقیاس کربنی مرتبط در پیوست الف ارائه شده است.

۲ مراجع الزامی

در این استاندارد، مراجع الزامی وجود ندارد.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱ اصطلاحات اصلی توصیف‌کننده نانواشیاء کربنی

۳-۱-۱

نانومقیاس

مقیاس نانو

nanoscale

گستره طول بین تقریباً ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

یادآوری- خواصی که از اندازه‌های بزرگتر برون‌یابی نمی‌شوند غالباً در این گستره طول نشان داده می‌شوند.

[منبع: زیربند ۲-۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۲-۱-۳

نانوماده

nanomaterial

ماده‌ای که حداقل یک بعد خارجی آن در مقیاس نانو (۱-۳) است یا ساختار داخلی یا ساختار سطحی آن در مقیاس نانو است.

یادآوری ۱- این اصطلاح عمومی شامل *نانوشیاء* (۳-۱-۳) و مواد *نانوساختاری* (۴-۱-۳) می‌شود.

یادآوری ۲- همچنین به «نانومواد مهندسی‌شده»، «نانومواد ساخته‌شده» و «نانومواد تصادفی» مراجعه شود.

[منبع: زیربند ۲-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۳-۱-۳

نانوشیء

nano-object

قطعه مجزا از ماده با یک، دو و یا سه بعد خارجی در مقیاس نانو (۱-۳) است.

یادآوری- ابعاد خارجی دوم و سوم عمود بر بعد اول و همچنین عمود بر یکدیگر هستند.

[منبع: زیربند ۲-۵، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۴-۱-۳

ماده نانساختاری

nanostuctured material

ماده‌ای که دارای نانساختار داخلی و یا نانساختار سطحی است.

یادآوری- این تعریف، امکان این‌که *نانوشیء* (۳-۱-۳) ساختار داخلی و یا ساختار سطحی نانومقیاس داشته باشد را رد نمی‌کند. اگر بعد (ابعاد) خارجی شیئی در مقیاس نانو (۱-۳) باشد، عبارت *نانوشیء* توصیه می‌شود.

[منبع: زیربند ۲-۷، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۵-۱-۳

نانوذره

nanoparticle

نانوشیئی (۳-۱-۳) با تمام ابعاد خارجی در مقیاس نانو (۱-۳) است که در آن طول بلندترین و کوتاهترین محورهای *نانوشیء* به‌طور قابل توجهی با یکدیگر تفاوت نداشته باشد.

یادآوری- چنانچه ابعاد به‌طور قابل توجهی با یکدیگر تفاوت داشته باشند (معمولاً بیشتر از سه برابر)، ممکن است اصطلاحاتی مانند *نانولیف* (۷-۱-۳) یا *نانوصفحه* (۶-۱-۳) بر نانوذره ترجیح داده شود.

[منبع: زیربند ۴-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۳-۱-۶

نانوصفحه

nanoplate

نانوشیئی (۳-۱-۳) با یک بعد خارجی در مقیاس نانو (۳-۱-۱) و دو بعد خارجی دیگر که به‌طور قابل توجهی بزرگترند.

یادآوری ۱ - ابعاد خارجی بزرگتر لزوماً در مقیاس نانو نیستند.

یادآوری ۲ - به یادآوری زیربند ۳-۱-۳، مراجعه شود. کوچکترین بعد خارجی، ضخامت نانوصفحه است.

[منبع: زیربند ۴-۶، استاندارد ملی ایران - ایزو ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، تغییریافته - یادآوری ۲ جایگزین شده است.]

۳-۱-۷

نانولیف

nanofibre

نانوشیئی (۳-۱-۳) با دو بعد خارجی در مقیاس نانو (۳-۱-۱) و بعد سوم که به‌طور قابل توجهی بزرگتر است.

یادآوری ۱ - بزرگترین بعد خارجی لزوماً در مقیاس نانو نیست.

یادآوری ۲ - از اصطلاحات «نانولیفچه»^۱ و «نانورشته»^۲ نیز می‌توان استفاده کرد.

یادآوری ۳ - به یادآوری زیربند ۳-۱-۳، مراجعه شود. نانوشیئی با دو بُعد خارجی مشابه در مقیاس نانو و بُعد سوم که به‌طور قابل توجهی بلندتر است.

[منبع: زیربند ۴-۵، استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، تغییر یافته - یادآوری ۳ جایگزین شده است.]

۳-۱-۸

نانولوله

nanotube

نانولیف (۳-۱-۷) توخالی است.

[منبع: زیربند ۴-۸، استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

1- Nanofibril
2- Nanofilament

۹-۱-۳

نانومیله

nanorod

نانولیف (۷-۱-۳) توپُر است.

[منبع: زیربند ۴-۷، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۱۰-۱-۳

نانوپایز

nano-onion

نانوذره‌ای (۵-۱-۳) کروی با ساختار چندپوسته‌ای هم‌مرکز است.

۱۱-۱-۳

نانومخروط

nanocone

نانولیف (۷-۱-۳) یا نانوذره (۵-۱-۳) مخروطی شکل است.

۱۲-۱-۳

نانونوار

nanoribbon

nanotape

نانوصفحه‌ای (۶-۱-۳) با دو بعد بزرگتر که به‌طور قابل توجهی متفاوت از یکدیگرند.

یادآوری- به یادآوری زیربند ۳-۱-۳، مراجعه شود.

[منبع: زیربند ۴-۱۰، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۱۳-۱-۳

گرافن

گرافن تک‌لایه

گرافن یک‌لایه

graphene

monolayer graphene

single-layer graphen

تکلایه‌ی (۳-۱-۱۵) از اتم‌های کربن که در آن هر اتم به سه اتم همسایه در یک ساختار لانه‌زنبوری متصل شده است.

یادآوری ۱- گرافن، واحد سازنده مهم، در بسیاری از *نانوشیاء* (۳-۱-۳) کربنی است.

یادآوری ۲- از آنجا که گرافن تک‌لایه است، گاهی برای متمایز شدن از گرافن دولایه (2LG) (۱-۱-۱۷) و گرافن کم‌لایه (FLG) (۳-۱-۱۸)، «گرافن تک‌لایه» یا «یک‌لایه» به اختصار (1LG) نامیده می‌شود.

یادآوری ۳- گرافن لبه‌هایی دارد و می‌تواند نقص‌ها و مرزهای دانه‌ای داشته باشد که در آن‌جا پیوندها از هم گسیخته می‌شود.

[منبع: زیربند ۳-۱-۲-۱، استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷]

۱۴-۱-۳

گرافیت

graphite

یکی از شکل‌های آلوتروپی^۱ (حالت چند شکلی) عنصر کربن، متشکل از لایه‌های گرافن (۳-۱-۱۳) است که به صورت موازی با هم و به‌طور سه‌بعدی، بلوری و با نظم بلنددامنه روی هم انباشته شده است.

یادآوری ۱- از فرهنگ جامع اصطلاح‌شناسی شیمی (IUPAC)^۲ [6] اقتباس شده است.

یادآوری ۲- دو شکل آلوتروپی اولیه دیگر با انباشت متفاوت وجود دارد: شش‌وجهی و لوزوجهی.

[منبع: ۳-۱-۲-۲، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷]

۱۵-۱-۳

لایه

layer

ماده‌ای مجزا در سطح یا داخل یک فاز چگال که در یک بُعد محدود شده است

[منبع: زیربند ۳-۱-۲، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷]

1- Allotropic

2- International Union of Pure and Applied Chemistry

۱۶-۱-۳

ماده دوبعدی

two-dimensional material 2D material

ماده‌ای متشکل از یک یا چند لایه (۳-۱-۱۵) که اتم‌های هر لایه با اتم‌های همسایه خود در همان لایه پیوند قوی دارند و یک بعد، ضخامت آن، در مقیاس نانو (۳-۱-۱) یا کوچکتر است و ابعاد دیگر به‌طور کلی دارای مقیاس بزرگتر است.

یادآوری ۱- هنگامی که تعدادی از لایه‌های یک ماده دوبعدی به یک ماده توده‌ای تبدیل می‌شود، بسته به مواد موردنظر و خواص آن متفاوت است. در مورد *گرافن* (۳-۱-۱۳)، یک ماده دوبعدی است که بیشتر از ۱۰ لایه برای اندازه‌گیری‌های الکتریکی ضخیم است [7] و بیشتر از آن (اگر تعداد لایه‌ها بیشتر از ۱۰ لایه شود) خواص الکتریکی مواد با خواص توده [که به‌عنوان *گرافیت* (۳-۱-۱۴) شناخته می‌شود] یکسان است.

یادآوری ۲- اتصال بین لایه‌ای، متفاوت و ضعیف‌تر از پیوند درون لایه‌ای است.

یادآوری ۳- هر لایه ممکن است شامل بیش از یک عنصر باشد.

یادآوری ۴- یک ماده دوبعدی می‌تواند یک *نانوصفحه* (۳-۱-۶) باشد.

[منبع: زیربند ۳-۱-۱-۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷]

۱۷-۱-۳

گرافن دولایه

bilayer graphene 2LG

ماده دوبعدی (۳-۱-۱۶) شامل دو لایه *گرافن* (۳-۱-۱۳) انباشتی متمایز که روی یکدیگر قرار گرفته‌اند.

یادآوری- اگر ماهیت انباشت معلوم باشد، می‌توان آن را به‌طور جداگانه مشخص کرد، مثلاً، «گرافن دولایه با انباشت برنال».

[منبع: زیربند ۳-۱-۲-۶، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷]

۱۸-۱-۳

گرافن کم‌لایه

few-layer graphene FLG

ماده دوبعدی (۳-۱-۱۶) شامل سه تا ده لایه *گرافن* (۳-۱-۱۳) متمایز که روی یکدیگر انباشته شده‌اند.

[منبع: زیربند ۳-۱-۲-۱۰، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷]

۱۹-۱-۳

انگوره شکل

aciniform

شیء یا ساختاری همانند خوشه‌های انگور است.

یادآوری- انگوره شکل‌ها اغلب متشکل از گرهک‌ها (۳-۱-۲۰) یا ذرات هستند.

۲۰-۱-۳

گرهک

nodule

شاخصه‌ای به شکل گرد یا غیرعادی متمایز از محیط اطراف آن است.

یادآوری- گرهک‌ها در نقطه اتصال به شیء، مرزهای مجزایی ندارند.

۲۱-۱-۳

طول موج دوبروی

de broglie wavelength

طول موج منتسب به هر ذره مادی که انعکاسی از ماهیت موجی آن، طبق فرمول دوبروی است.

یادآوری- فرمول دوبروی به صورت زیر است:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

که در آن:

λ طول موج؛

h ثابت پلانک؛

p تکانه ذره مادی است.

[منبع: زیربند ۲-۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۲۲-۱-۳

محصورشدن کوانتومی

quantum confinement

محدود شدن حرکت یک ذره در فضای یک، دو یا سه بعدی است هنگامی که اندازه یک سامانه فیزیکی از

همان مرتبه بزرگی طول موج دوبروی (۳-۱-۲۱) آن ذره باشد.

یادآوری ۱- طول‌های مشخصه اصلی که منجر به محصورشدن کوانتومی می‌شوند می‌تواند طول موج دوبروی، طول موج فرمی^۱، پویش آزاد میانگین، شعاع بوهر (برای اکسیتون‌ها) یا طول همدوسی آن‌ها باشد.

یادآوری ۲- به مرجع [8] مراجعه شود.

[منبع: زیربند ۲-۵، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۲۳-۱-۳

نقطه کوانتومی

quantum dot

QD

نانوذره (۳-۱-۵) یا ناحیه‌ای که محصورشدن کوانتومی (۳-۱-۲۲) را در هر سه بعد فضایی نشان می‌دهد.

یادآوری ۱- به مراجع [8] تا [12] مراجعه شود.

[منبع: زیربند ۲-۵، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۲-۳ اصطلاحات توصیف‌کننده انواع خاصی از نانوذرات کربنی

۱-۲-۳

فولرن

fullerene

مولکولی صرفاً متشکل از تعداد زوج اتم‌های کربن که یک سامانه چند حلقه‌ای از حلقه ذوب‌شده^۲ قفس‌مانند بسته را با ۱۲ حلقه پنج عضوی و سایر حلقه‌ها شش عضوی، تشکیل می‌دهد.

یادآوری ۱- برگرفته از تعریف مندرج در «مجموعه اصطلاحات شیمیایی آیوپاک» (IUPAC).

یادآوری ۲- نمونه به‌خوبی شناخته‌شده آن C₆₀ است که شکل کروی با ابعاد خارجی در حدود ۱ nm دارد.

۲-۲-۳

مشتق فولرن

fullerene derivative

ترکیبی که از فولرن (۳-۲-۱) با جایگزینی کربن یا اتصال کووالانسی یک قسمت، تشکیل شده است.

1- Fermi wavelength

2- Fused

۳-۲-۳

فولرن اندوهدرال

endohedral fullerene

فولرن (۳-۲-۱) با یک اتم اضافی یا اتم‌هایی محصور شده درون یک پوسته فولرن است.

۴-۲-۳

فولرن فلزی

metallofullerene

فولرن اندوهدرال (۳-۲-۳) با یک یا چند یون فلزی محصور شده است.

۵-۲-۳

نانوپایز کربنی

carbon nano-onion

نانوپایزی (۳-۱-۱۰) که از کربن تشکیل شده است.

۳-۳ اصطلاحات توصیف‌کننده انواع خاصی از نانولیف‌ها و نانوصفحه‌های کربنی

۱-۳-۳

نانولیف کربنی

**carbon nanofibre
CNF**

نانولیفی (۳-۱-۷) که از کربن تشکیل شده است.

۲-۳-۳

نانولیف گرافیتی

graphite nanofibre

نانولیف (۳-۳-۱) کربنی که از ساختارهای چندلایه‌ای گرافیتی (۳-۱-۱۴) تشکیل شده است.

یادآوری - لایه‌های گرافیتی می‌توانند هرگونه جهت‌گیری نسبت به محور لیف، بدون نظم بلنددامنه داشته باشند.

۳-۳-۳

نانولوله کربنی

carbon nanotube

CNT

نانولوله‌ای (۳-۱-۸) که از کربن تشکیل شده است.

یادآوری- نانولوله‌های کربنی معمولاً از لایه‌های گرافنی (۳-۱-۱۳) خمیده تشکیل می‌شوند که شامل نانولوله‌های کربنی

تک‌دیواره (۳-۳-۴) و نانولوله‌های کربنی چنددیواره (۳-۳-۶) می‌شوند.

۴-۳-۳

نانولوله کربنی تک‌دیواره

single-walled carbon nanotube

SWCNT

نانولوله کربنی (۳-۳-۳) که از یک لایه گرافنی (۳-۱-۱۳) استوانه‌ای تشکیل شده است.

یادآوری- این ساختار را می‌توان به شکل یک ورقه گرافنی با ساختار لانه‌زنبوری که به صورت یک استوانه لوله شده است،

مجسم کرد.

۵-۳-۳

بردار دستوار نانولوله کربنی تک‌دیواره

chiral vector of single-walled carbon nanotube

chiral vector of SWCNT

یک نماد برداری است که ساختار مارپیچی یک نانولوله کربنی تک‌دیواره (۳-۳-۴) را توصیف می‌کند.

۶-۳-۳

نانولوله کربنی چنددیواره

multil-walled carbon nanotube

MWCNT

نانولوله کربنی (۳-۳-۳) که از ورقه‌های گرافنی (۳-۱-۱۳) تودرتوی هم‌مرکز یا تقریباً هم‌مرکز با فواصل بین

لایه‌ای مشابه با گرافیت (۳-۱-۱۴) تشکیل شده است.

یادآوری- ساختار نانولوله کربنی چنددیواره معمولاً به صورت تعداد زیادی نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره (۳-۳-۴) که درون هم

قرار گرفته‌اند، در نظر گرفته می‌شود. این ساختار برای قطرهای کوچک، استوانه‌ای شکل است، اما با افزایش قطر، سطح مقطعی

چندگوشه پیدا خواهد کرد

۷-۳-۳

نانولوله کربنی دودیواره

double-walled carbon nanotube DWCNT

نانولوله کربنی چنددیواره‌ای (۳-۳-۶) که فقط از دو نانولوله کربنی تک‌دیواره (۳-۳-۴) که به‌طور هم‌مرکز درون هم قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است.

یادآوری- با اینکه از نظر مفهومی این نانولوله نوعی نانولوله کربنی چنددیواره است، اما خواص آن به نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره تقریباً نزدیکتر است.

۸-۳-۳

نانوییاد (نانوغلاف) کربنی

carbon nanopeapod

آرایه خطی از فولرن (۳-۲-۱) که در یک نانولوله کربنی (۳-۳-۳) محصور شده است.
یادآوری- نانوییاد کربنی، نمونه‌ای از یک نانولیف (۳-۱-۷) چندسازه‌ای است.

۹-۳-۳

نانوشیپور کربنی

carbon nanohorn

نانولوله کربنی (۳-۳-۳) کوتاه با شکلی نامنظم با یک نوک نانومخروطی (۳-۱-۱۱) است.
یادآوری- معمولاً صدها نانوشیپور کربنی انبوهه نانوذره (۳-۱-۵) را تشکیل می‌دهد.

۱۰-۳-۳

نانونوار کربنی

carbon nanoribbon

نانونواری (۳-۱-۱۲) متشکل از کربن است.

یادآوری- نانونواری اغلب به‌صورت گرافن‌های (۳-۱-۱۳) چندلایه هستند. اگر گرافن تک باشد، «نوارگرافنی» نامیده می‌شود.

۱۱-۳-۳

نقطه کوانتومی کربنی

carbon quantum dot
carbon dot

نقطه کوانتومی (۳-۱-۲۳) متشکل از کربن است.

۴-۳ اصطلاحات توصیف‌کننده نانو اشیاء کربنی نانو ساختاری

۱-۴-۳

دوده

soot

مواد کربن‌دار حاصل از سوختن ناقص و کنترل نشده مواد آلی همچون ریخت‌شناسی‌های گوناگون و یکنواختی محدود در یک انبوهه معین است.

یادآوری ۱- دوده نوعاً از کربن عنصری (که می‌تواند بین ۹۰ درصد تا ۶۰ درصد تغییر کند) و با بقایای آلی و معدنی تشکیل می‌شود.

یادآوری ۲- دوده ممکن است از اشیاء بزرگتر از نانومقیاس (۳-۱-۱) تشکیل شود.

یادآوری ۳- دوده ممکن است شامل مواد انگوره/ی (۳-۱-۱۹) باشد.

۲-۴-۳

کربن سیاه

carbon black

مواد کربن‌دار عنصری مهندسی شده صنعتی/انگوره شکل (۳-۱-۱۹) که از سوختن ناقص هیدروکربن‌ها تولید شده است.

یادآوری ۱- ذرات مجزا به صورت انبوهه‌ها یا گرهک‌های خوشه‌ای (۳-۱-۲۰) وجود دارند.

یادآوری ۲- کربن سیاه ممکن است متشکل از اشیائی بزرگتر از نانومقیاس باشد.

یادآوری ۳- ذرات مجزای کربن سیاه اغلب بزرگتر از نانومقیاس هستند.

یادآوری ۴- کربن سیاه نوعاً متشکل از بیش از ۹۵ درصد کربن عنصری است.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مواد کربنی نانومقیاس مرتبط

الف-۱ کلیات

انواع مختلفی از مواد کربنی متداول در طول سالیان متمادی به‌طور گسترده در صنعت تولید و استفاده شده‌اند. برخی از آنها ممکن است به علت پیشرفت‌های اخیر در کنترل ابعاد نانومقیاس، در رده فناوری نانو قرار گیرند. با این حال، اصطلاحات مربوط به آنها در حال حاضر کافی و رضایت‌بخش است و نیازی نیست در این استاندارد مجدداً تعریف شوند.

الف-۲ نانوذرات الماس و ساختارهای مرتبط

نانوذرات الماس (اغلب «نانوالماس» نامیده می‌شوند) به یک گروه بزرگ مواد کربنی که با روش‌های تولید (به‌عنوان مثال، روش‌های انفجاری، نهشت شیمیایی بخار (CVD)^۱، نهشت فیزیکی بخار (PVD)^۲ و ظاهر، اندازه، خواص و کاربرد بسیار متفاوت مربوط می‌شوند. بعضی از نانوذرات بر پایه الماس «الماسواره‌ها»^۳ به‌صورت طبیعی به‌وجود می‌آیند و می‌توان آن‌ها را از رسوبات هیدروکربنی استخراج کرد. برخی از اصطلاحات و تعاریف مربوط به نانوذرات الماس در استاندارد [13] BS PAS 134: 2007 موجود است.

الف-۳ فیلم کربنی

فیلم‌های کربنی به‌صورت تجاری در صنعت پوشش‌دهی برای ایجاد خواصی معین در مواد، استفاده شده است. فیلم‌های کربنی به روش‌های مختلفی تولید می‌شوند، از جمله، قوس کاتدی و کندوپاش مغناطیسی (مگنترون). امروزه در متون علمی از اصطلاحات مختلفی مانند کربن الماس‌گونه (DLC)^۴، کربن شیشه‌ای و کربن بی‌شکل چهاروجهی برای پوشش‌دهی بر پایه کربن استفاده می‌شود. اساساً این فیلم‌ها به علت نسبت‌های مختلف هیبریداسیون sp^2 ، sp^3 و محتوای هیدروژنی درون آنها با هم تفاوت دارند. به‌عنوان مثال، کربن الماس‌گونه برای سایش خراشان^۵ به‌کار می‌رود، در حالی که کربن شیشه‌ای در جایی که مقاومت به دمای بالا، اثرات شیمیایی و ناتراوایی گاز و مایع الزامی است، استفاده می‌شود. برخی اصطلاحات مرتبط با فیلم‌های کربنی در استاندارد [13] BS PAS 134: 2007 موجود است.

1- Chemical Vapour Deposit
2- Physiacal Vapour Deposit
3- Diamondoid
4- Diamomod Like Carbon
5- Abrasive

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱: واژه‌های اصلی
- [۲] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۲: نانواشیاء
- [۳] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷، فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱۱: نانولایه، نانوپوشش و نانوفیلیم و اصطلاحات مرتبط
- [۴] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷، فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱۲: پدیده کوانتوم در فناوری نانو
- [۵] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۷، فناوری نانو- واژه نامه - قسمت ۱۳: گرافن و مواد دوبعدی مرتبط
- [6] IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*. Available from: [http:// goldbook .iupac .org/](http://goldbook.iupac.org/)
- [7] Partoens B., Peeters F.M. From graphene to graphite: Electronic structure around the K point. *Phys. Rev. B*. 2006, 74, p. 075404
- [8] *Glossary of nanotechnology and related terms*. Available from: [http:// eng .thesaurus .rusnano .com](http://eng.thesaurus.rusnano.com)
- [9] Kovalchuk M.V., Todua P.A. (eds.) *Nanotechnology, metrology, standardization and certification in terms and definitions*. Tekhnosfera, Moscow, 2009
- [10] *McGraw-Hill dictionary of scientific and technical terms*. McGraw-Hill Companies, Inc., 2003
- [11] *Encyclopedia Britannica Online*. Encyclopedia Britannica Inc., 2013
- [12] *Computer Desktop Encyclopedia* Computer Language Company Inc., 2013
- [13] S PAS 134:2007, *Terminology for carbon nanostructures*

نمایه

فهرست الفبایی اصطلاحات به ترتیب الفبای فارسی

اصطلاح انگلیسی	نشانی	معادل فارسی
Aciniform	۱۹-۱-۳	انگوره شکل
chiral vector of single-walled carbon nanotube	۵-۳-۳	بردار دستوار نانولوله کربنی تک دیواره
soot	۱-۴-۳	دوده
de Broglie wavelength	۲۱-۱-۳	طول موج دو بروی
fullerene	۱-۲-۳	فولرن
endohedral fullerene	۳-۲-۳	فولرن اندوهدرال
metallofullerene	۴-۲-۳	فولرن فلزی
carbon black	۲-۴-۳	کربن سیاه
graphene	۱۳-۱-۳	گرافن
single-layer graphene	۱۳-۱-۳	گرافن تک لایه
2LG	۱۷-۱-۳	گرافن دولایه
bilayer graphene	۱۷-۱-۳	گرافن دولایه
few-layer graphene	۱۸-۱-۳	گرافن کم لایه
FLG	۱۸-۱-۳	گرافن کم لایه
monolayer graphene	۱۳-۱-۳	گرافن یک لایه
graphite	۱۴-۱-۳	گرافیت
nodule	۲۰-۱-۳	گرهک
layer	۱۵-۱-۳	لایه
2D material	۱۶-۱-۳	ماده دوبعدی
two-dimensional material	۱۶-۱-۳	ماده دوبعدی
nanostructured material	۴-۱-۳	ماده نانوساختار یافته

quantum confinement	۲۲-۱-۳	محصورشدن کوانتومی
fullerene derivative	۲-۲-۳	مشتق فولرن
nano-onion	۱۰-۱-۳	نانوپایز
carbon nano-onion	۵-۲-۳	نانوپایز کربنی
carbon nanopeapod	۸-۳-۳	نانویی پاد کربنی
nanoparticle	۵-۱-۳	نانوذره
nanoribbon	۱۲-۱-۳	نانورویان
carbon nanoribbon	۱۰-۳-۳	نانورویان کربنی
nano-object	۳-۱-۳	نانوشیء
carbon nanohorn	۹-۳-۳	نانوشیپور کربنی
nanocone	۱۱-۱-۳	نانوقیف
nanotube	۸-۱-۳	نانولوله
carbon nanofibre	۱-۳-۳	نانولوله کربنی
carbon nanotube	۳-۳-۳	نانولوله کربنی
CNT	۳-۳-۳	نانولوله کربنی
single-wall carbon nanotube	۴-۳-۳	نانولوله کربنی تک دیواره
SWCNT	۴-۳-۳	نانولوله کربنی تک دیواره
multi-walled carbon nanotube	۶-۳-۳	نانولوله کربنی چنددیواره
MWCNT	۶-۳-۳	نانولوله کربنی چنددیواره
double-wall carbon nanotube	۷-۳-۳	نانولوله کربنی دودیواره
DWCNT	۷-۳-۳	نانولوله کربنی دودیواره
nanofibre	۷-۱-۳	نانولیف
CNF	۱-۳-۳	نانولیف کربنی
graphite nanofibre	۲-۳-۳	نانولیف گرافیتی

nanomaterial	۲-۱-۳	نانوماده
nanoscale	۱-۱-۳	نانومقیاس
nanorod	۹-۱-۳	نانومیله
nanoplate	۶-۱-۳	نانوورق
QD	۲۳-۱-۳	نقطه کوانتومی
quantum dot	۲۳-۱-۳	نقطه کوانتومی
carbon dot	۹-۳-۳	نقطه کوانتومی کربنی
carbon quantum dot	۹-۳-۳	نقطه کوانتومی کربنی

نمایه

فهرست اصطلاحات به ترتیب الفبای انگلیسی

اصطلاح انگلیسی	نشانی	معادل فارسی
2D material	۱۶-۱-۳	ماده دوبعدی
2LG	۱۷-۱-۳	گرافن دولایه
aciniform	۱۹-۱-۳	انگوره‌ای شکل/انگوره‌ای
bilayer graphene	۱۷-۱-۳	گرافن دولایه
carbon black	۲-۴-۳	کربن سیاه
carbon dot	۹-۳-۳	نقطه کوانتومی کربنی
carbon nanofibre	۱-۳-۳	نانولوله کربنی
carbon nanohorn	۹-۳-۳	نانوشیپور کربنی
carbon nano-onion	۵-۲-۳	نانوپایز کربنی
carbon nanopeapod	۸-۳-۳	نانویی پاد کربنی
carbon nanoribbon	۱۰-۳-۳	نانوروبان کربنی
carbon nanotube	۳-۳-۳	نانولوله کربنی
carbon quantum dot	۹-۳-۳	نقطه کوانتومی کربنی
chiral vector of single-walled carbon nanotube	۵-۳-۳	بردار دستوار نانولوله کربنی تک‌دیواره
CNF	۱-۳-۳	نانولیف کربنی
CNT	۳-۳-۳	نانولوله کربنی
de Broglie wavelength	۲۱-۱-۳	طول موج دو بروی
double-walled carbon nanotube	۷-۳-۳	نانولوله کربنی دودیواره
DWCNT	۷-۳-۳	نانولوله کربنی دودیواره
endohedral fullerene	۳-۲-۳	فولرن اندوهدرال
few-layer graphene	۱۸-۱-۳	گرافن کم‌لایه

FLG	۱۸-۱-۳	گرافن کم لایه
fullerene	۱-۲-۳	فولرن
fullerene derivative	۲-۲-۳	مشتق فولرن
graphene	۱۳-۱-۳	گرافن
graphite	۱۴-۱-۳	گرافیت
graphite nanofibre	۲-۳-۳	نانولیف گرافیتی
layer	۱۵-۱-۳	لایه
metallofullerene	۴-۲-۳	فولرن فلزی
monolayer graphene	۱۳-۱-۳	گرافن تک لایه
multi-walled carbon nanotube	۶-۳-۳	نانولوله کربنی چنددیواره
MWCNT	۶-۳-۳	نانولوله کربنی چنددیواره
nanocone	۱۱-۱-۳	نانوقیف
nanofibre	۷-۱-۳	نانولیف
nanomaterial	۲-۱-۳	نانوماده
nano-object	۳-۱-۳	نانوشیء
nano-onion	۱۰-۱-۳	نانوپپاز
nanoparticle	۵-۱-۳	نانوذره
nanoplate	۶-۱-۳	نانوورق
nanoribbon	۱۲-۱-۳	نانوروبان
nanorod	۹-۱-۳	نانومیله
nanoscale	۱-۱-۳	نانومقیاس
nanostructured material	۴-۱-۳	ماده نانوساختاریافته
nanotube	۸-۱-۳	نانولوله
nodule	۲۰-۱-۳	گرهک

QD	۲۳-۱-۳	نقطه کوانتومی
quantum confinement	۲۲-۱-۳	محصورشدن کوانتومی
quantum dot	۲۳-۱-۳	نقطه کوانتومی
single-layer graphene	۱۳-۱-۳	گرافن تک‌لایه
single-walled carbon nanotube	۴-۳-۳	نانولوله کربنی تک‌دیواره
soot	۱-۴-۳	دوده
SWCNT	۴-۳-۳	نانولوله کربنی تک‌دیواره
Two- two-dimensional material		