



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۹۲-۳

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

18392-3

1st.Edition

2015

فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۳: نانواشیای
کربنی

**Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3:
Carbon 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 ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 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)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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) و 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) و 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 - واژه نامه - قسمت ۳: نانواشیای کربنی "

رئیس:

رحیمی، اعظم
(دکترای شیمی)

سمت و / یا نمایندگی
عضو هیئت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی
ایران و عضو گروه تخصص شیمی فرهنگستان
زبان و ادب فارسی

دبیر:

آل علی، هدی
(دکترای فیزیک)

عضو هیئت علمی پژوهشگاه استاندارد

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آگند، فریما
(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

اسلامی پور، الهه
(کارشناسی ارشد زیست شناسی)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

پوی پوی، حسن
(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

چوخابی زاده مقدم، امین
(کارشناسی ارشد فناوری نانو)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

سرخوش، لیلا
(دکترای فیزیک)

عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی ایران

سیفی، مهوش
(کارشناس ارشد مدیریت دولتی)

کارشناس استاندارد

شهابی زاده، میثم
(کارشناسی ارشد فیزیک هسته‌ای)

کارشناس سازمان انرژی اتمی ایران

مسروری، حسن
(دکترای شیمی)

عضو هیئت علمی پژوهشگاه استاندارد

عضو هیئت علمی پژوهشگاه استاندارد

میرزایی کجانی، مریم
(دکترای فیزیک)

کارشناس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

نجم الدین، نجمه
(دکترای مهندسی مواد)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ اصطلاحات اصلی مورد استفاده در توصیف نانوآشپای کربنی
۴	۳ اصطلاحات توصیف کننده انواع خاص نانوذرات کربنی
۶	۴ اصطلاحات توصیف کننده انواع خاص نانولیفها و نانوصفحه‌های کربنی
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی) مواد نانومقیاس کربنی مرتبط
۱۳	پیوست ب (اطلاعاتی) کتابنامه
۱۴	پیوست پ (اطلاعاتی) فهرست راهنما (به ترتیب حروف الفبا)

پیش‌گفتار

استاندارد " فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۳: نانواشیای کربنی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی ایران تهیه و تدوین شده و در هجدهمین اجلاس کمیته ملی فناوری نانو مورخ ۱۳۹۴/۰۲/۲۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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.

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 مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

1- ISO/TS 80004-3:2010, Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano-objects

مقدمه

در دو دهه اخیر ترکیبات جدید و متنوعی از مواد کربنی نانومقیاس شامل فولرن‌ها و نانولوله‌های کربنی کشف، سنتز و ساخته شده‌اند. این مواد به دلیل داشتن خواص منحصر به فرد الکترونیکی، الکترومغناطیسی، حرارتی، نوری و مکانیکی چشم‌اندازی نویدبخش برای صنایع مرتبط با فناوری نانو به همراه دارند. با افزایش دانش علمی و تعداد رو به رشد عبارات فنی در زمینه فناوری نانو (به کتابنامه مراجعه کنید)، این استاندارد با هدف تعریف اصطلاحات مهم و مفاهیم مرتبط با نانوآشپای کربنی به صورت دقیق و منسجم برای شفاف‌سازی ارتباط متقابل اصطلاحات و رابطه آنها با اصطلاحات موجود برای مواد کربنی معمول تدوین شده است.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای واژگان فناوری نانو است که جنبه‌های مختلفی از آن را پوشش می‌دهند. بسیاری از تعاریف در این استاندارد آگاهانه به گونه‌ای ارائه شده‌اند که با سیستم سلسله‌مراتبی واژگان و اصطلاحات تحت توسعه برای فناوری نانو هماهنگ باشند، ولی در بعضی موارد رویکرد سلسله‌مراتبی باید به دلیل استفاده ویژه از عبارات منفرد مورد توافق قرار گیرد.

فناوری نانو- واژه‌نامه - قسمت ۳: نانواشیای کربنی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه اصطلاحات و تعاریف مرتبط با نانواشیای کربنی در زمینه فناوری نانو است. این استاندارد برای تسهیل ارتباطات میان سازمان‌ها و صنعتگران و آنهایی که در تعامل با این سازمان‌ها و صنایع هستند، کاربرد دارد.

۲ اصطلاحات اصلی مورد استفاده در توصیف نانواشیای کربنی

۱-۲

نانومقیاس (Nanoscale)

محدوده اندازه از تقریباً ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

یادآوری ۱- خواصی که از یک اندازه بزرگتر به کوچکتر برون‌یابی نمی‌شوند، نوعاً اما نه منحصرأ در این محدوده اندازه نشان داده می‌شوند. برای چنین خواصی این حدود اندازه تقریبی است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۴۴]

یادآوری ۲- برای اینکه گروه‌های تکی و کوچک از اتم‌ها به عنوان نانواشیا یا جزئی از نانساختارها در نظر گرفته نشود، یک حد پایینی (تقریباً ۱ nm) معرفی می‌شود. در صورت عدم وجود یک حد پایین، احتمال چنین اشتباهی وجود دارد.

[ISO/TS 27687: 2008، تعریف ۲-۱]

۲-۲

نانوشی (Nano-object)

ماده‌ای که یک، دو یا سه بعد خارجی آن نانومقیاس است.

یادآوری- این یک اصطلاح عمومی برای اشیای نانومقیاس مجزاست.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۲۵]

۳-۲

نانوذره (Nanoparticle)

نانوشیئی که هر سه بعد خارجی آن نانومقیاس است.

یادآوری - چنانچه طول بلندترین محور و طول کوتاه‌ترین محور یک نانوشیئی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای (به‌طور معمول بیش از سه برابر) داشته باشند، اصطلاحات نانولیف یا نانوصفحه به جای اصطلاح نانوذره منظور می‌شود.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۲۰]

۴-۲

نانوصفحه (Nanoplate)

نانوشیئی که یک بعد خارجی آن نانومقیاس و دو بعد خارجی دیگر آن خیلی بزرگتر است.

یادآوری ۱ - کوچک‌ترین بعد خارجی، ضخامت نانوصفحه است.

یادآوری ۲ - منظور از «دو بعد خیلی بزرگتر»، تفاوتی بیش از سه برابر بعد نانومقیاس است.

یادآوری ۳ - ابعاد خارجی بزرگتر لزوماً نانومقیاس نیستند.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۲۷]

۵-۲

نانولیف (Nanofibre)

نانوشیئی که دو بعد خارجی آن نانومقیاس و مشابه هم بوده و سومین بعد آن خیلی بزرگتر باشد.

یادآوری ۱ - یک نانولیف می‌تواند انعطاف‌پذیر یا صلب باشد.

یادآوری ۲ - منظور از «ابعاد خارجی مشابه» این است که اختلاف آنها کمتر از سه برابر باشد و منظور از «بعد خارجی خیلی

بزرگتر» یعنی اختلاف آن با دو بعد دیگر بیشتر از سه برابر باشد.

یادآوری ۳ - بزرگترین بعد خارجی لزوماً نانومقیاس نیست.

[ISO/TS 27687: 2008 ، تعریف ۴-۳]

۶-۲

نانولوله (Nanotube)

نانولیفی که توخالی است.

[ISO/TS 27687: 2008 ، تعریف ۲-۶]

۷-۲

نانومیله (nanorod)

نانولیفی که توپر است.

[ISO/TS 27687: 2008 ، تعریف ۲-۷]

۸-۲

نانوپایز (Nano-onion)

نانو ذره‌ای (مراجعه شود به بند ۲-۳) کروی و دارای ساختار چند لایه‌ای هم‌مرکز است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۱۵]

۹-۲

نانوقیف (Nanococone)

نانولیف (مراجعه شود به بند ۲-۵) یا نانوذره‌ای (مراجعه شود به بند ۲-۳) که قیف مانند است.

۱۰-۲

نانونوار (Nanoribbon)

نانوصفحه‌ای (مراجعه شود به بند ۲-۴) که یکی از دو بعد بزرگتر آن نانومقیاس (مراجعه شود به بند ۲-۱) و دیگری خیلی بزرگتر باشد.

۱۱-۲

گرافن (Graphene)

تک لایه‌ای از اتم‌های کربن که در آن هر اتم به سه اتم همسایه در یک ساختار لانه زنبوری متصل شده است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۸]

یادآوری- گرافن واحد سازنده مهم بسیاری از نانوآشپای کربنی است.

۱۲-۲

گرافیت (Graphite)

یکی از شکل‌های آلوتروپی^۱ عنصر کربن است که شامل لایه‌های گرافنی موازی با هم که به طور سه بعدی، بلوری، با نظم بلنددامنه^۲ روی هم چیده شده‌اند.

یادآوری ۱- از فرهنگ جامع اصطلاح شناسی شیمی IUPAC اقتباس شده است [۷].

یادآوری ۲- دو شکل آلوتروپی دیگر با چیدمان متفاوت وجود دارد: شش‌وجهی^۳ و شش‌وجهی با وجوه لوزی شکل^۴.

۳ اصطلاحات توصیف‌کننده انواع نانوذرات کربنی

۱-۳

فولرن (Fullerene)

مولکولی که تنها از تعداد زوج اتم‌های کربن تشکیل شده است و سامانه‌ای چندحلقه‌ای جوش‌خورده قفس‌مانند بسته تشکیل می‌دهد. این سامانه ۱۲ حلقه پنج‌عضوی دارد و بقیه حلقه‌های آن ۶ عضوی هستند.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۵]

یادآوری ۱- از فرهنگ جامع اصطلاح شناسی شیمی IUPAC اقتباس شده است [۷].

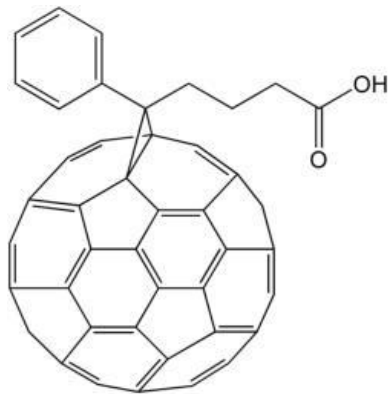
یادآوری ۲- یکی از نمونه‌های مشهور فولرن C₆₀ است که کروی شکل و بعد خارجی آن در حدود ۱ nm است.

۲-۳

مشتق فولرن (Fullerene derivative)

ترکیبی است که با استخلاف^۱ کربن یا اتصال کووالانسی یک گروه به فولرن (مراجعه شود به بند ۳-۱) ایجاد می‌شود.

1- Allotropic
2- Long-range order
3- Hexagonal
4- Rhombohedral

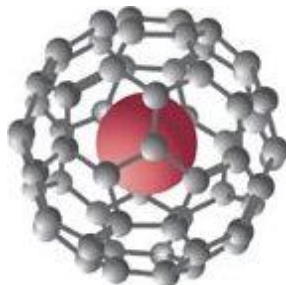


شکل ۱- طرح شماتیک نمونه‌ای از مشتق فولرن [۹]

۳-۳

فولرن درون وجهی (Endohedral fullerene)

فولرن (مراجعه شود به بند ۱-۳) با اتم یا اتم‌های اضافی که درون پوسته فولرن محبوس شده است.



شکل ۲- طرح شماتیک فولرن درون وجهی [۱۰]

۴-۳

فولرن فلزی (Metallofullerene)

فولرن (مراجعه شود به بند ۱-۳) درون وجهی که یک یا چند یون فلزی درون آن محبوس شده است.

۵-۳

نانوپایز کربنی (Carbon nano-onion)

نانوپایزی (مراجعه شود به بند ۲-۸) که از کربن تشکیل شده است.

۴ اصطلاحات توصیف‌کننده انواع خاص نانوالیاف و نانوصفحه‌های کربنی

۱-۴

نانولیف کربنی (Carbon nanofibre)

CNF

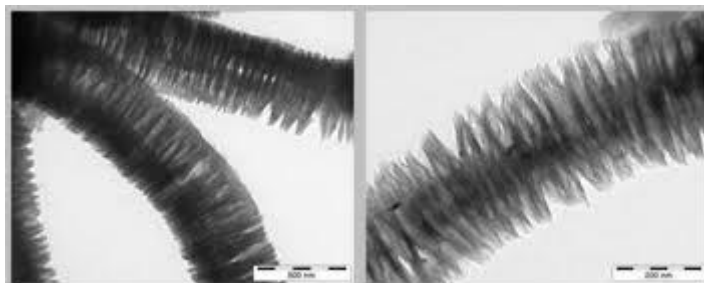
نانولیفی (مراجعه شود به بند ۲-۵) که از کربن تشکیل شده است.

۲-۴

نانولیف گرافیتی (Graphitic nanofibre)

نانولیف کربنی (مراجعه شود به بند ۴-۱) که از ساختارهای چندلایه‌ای گرافن تشکیل شده است.

یادآوری- لایه‌های گرافن می‌توانند هر جهت‌گیری نسبت به محور لیف، بدون نظم بلند دامنه داشته باشند.



شکل ۳- نانولیف گرافیتی [۱۱]

۳-۴

نانولوله کربنی (Carbon nanotube)

CNT

نانولوله‌ای (مراجعه شود به بند ۲-۶) که از کربن تشکیل شده است.

یادآوری- نانولوله‌های کربنی معمولا از لایه‌های گرافنی (مراجعه شود به بند ۲-۱۱) خمیده تشکیل می‌شوند که شامل نانولوله-های کربنی تک‌جداره (مراجعه شود به بند ۴-۴) و نانولوله‌های کربنی چندجداره (مراجعه شود به بند ۴-۶) هستند. [استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۳۶]

۴-۴

نانولوله کربنی تک‌جداره (Single-wall carbon nanotube)

SWCNT

نانولوله کربنی (مراجعه شود به بند ۴-۳) که از یک لایه گرافنی استوانه‌ای (مراجعه شود به بند ۲-۱۱) تشکیل شده است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۴۰]

یادآوری- این ساختار را می‌توان به شکل یک ورقه گرافنی با ساختار لانه زنبوری که به صورت یک استوانه لوله شده است، مجسم کرد.

۵-۴

بردار کایرال SWCNT

یک نماد برداری است که ساختار مارپیچی یک نانولوله کربنی تک‌جداره را توصیف می‌کند.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۴]

۶-۴

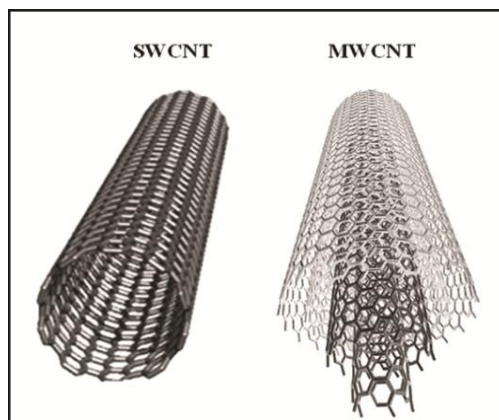
نانولوله کربنی چندجداره (Multiwall-wall carbon nanotube)

MWCNT

نانولوله کربنی (مراجعه شود به بند ۴-۳) که از ورقه‌های گرافنی (مراجعه شود به بند ۲-۱۱) تودرتوی هم مرکز یا تقریبا هم مرکز با فواصل بین لایه‌ای مشابه با گرافیت تشکیل شده است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۳۷]

یادآوری - ساختار نانولوله کربنی چندجداره معمولاً به صورت تعداد زیادی نانولوله‌های کربنی تک‌جداره (۴-۴) 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



شکل ۴- طرح شماتیک نانولوله کربنی تک‌جداره و چندجداره [۱۲]

۷-۴

نانولوله کربنی دوجداره (Double-wall carbon nanotube)

DWCNT

نانولوله کربنی چندجداره‌ای (مراجعه شود به بند ۴-۶) که تنها از دو نانولوله کربنی تک‌جداره (مراجعه شود به بند ۴-۴) که به‌طور هم‌مرکز درون هم قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است.

یادآوری - با اینکه از نظر مفهومی نوعی نانولوله کربنی چندجداره است، اما خواص آن به نانولوله‌های کربنی تک‌جداره نزدیکتر است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۳۸]

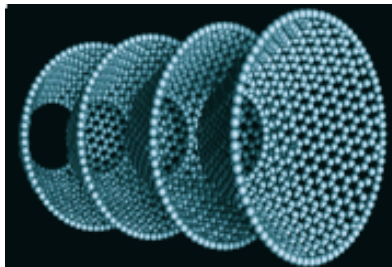
۸-۴

نانولوله کربنی فنجان-کپه‌ای (Cup-stack carbon nanotube)

نانولوله کربنی که از نانوقیف‌های (مراجعه شود به بند ۲-۹) گرافنی بدون راس که روی هم چیده شده‌اند، تشکیل شده است.

[استاندارد ملی شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، تعریف ۲-۳۹]

یادآوری- این ماده از نظر ساختاری کاملا متفاوت با نانولوله‌های کربنی تک‌جداره و چندجداره است. لبه‌های باز بالا و پایین نانوقیف‌های گرافنی بدون راس به ترتیب روی سطوح داخلی و بیرونی نانولوله ظاهر می‌شوند.



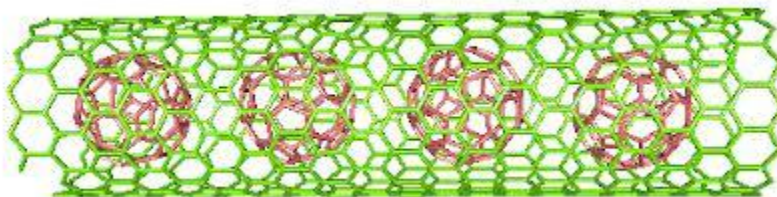
شکل ۵- طرح شماتیک نانولوله کربنی فنجان-کپه‌ای [۱۳]

۹-۴

نانو پی پاد کربنی (Carbon nanopeapod)

آرایه خطی از فولرن‌ها (مراجعه شود به بند ۳-۱) که در یک نانولوله کربنی (مراجعه شود به بند ۴-۳) محبوس شده است.

یادآوری- نانو پی پاد کربنی نمونه‌ای از یک نانولیف مرکب است.



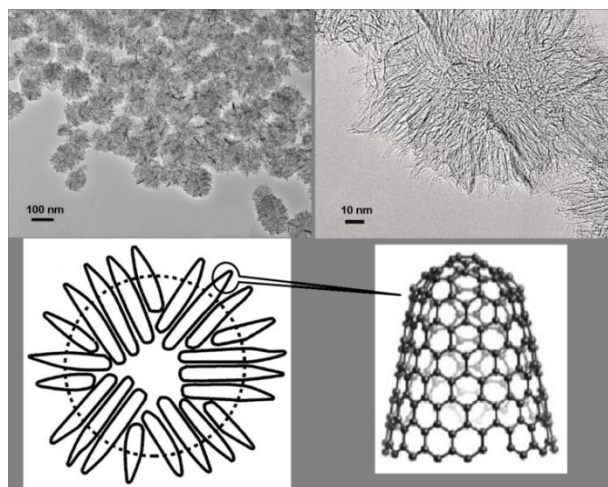
شکل ۶ - طرح شماتیک نانو پی پاد کربنی [۱۴]

۱۰-۴

نانوشیپور کربنی (Carbon nanohorn)

نانولوله کربنی (مراجعه شود به بند ۴-۳) کوتاه، با شکلی نامنظم که راس آن نانوقیفی (مراجعه شود به بند ۲-۹) است.

یادآوری - معمولاً صدها نانوشیپور کربنی یک نانوذره انبوهه‌ای^۱ را تشکیل می‌دهند.



شکل ۷ - تصویر TEM و طرح شماتیک نانوشیپور کربنی تک جداره [۱۵]

۱۱-۴

نانونوار کربنی (Carbon nanoribbon)

نانونواری (مراجعه شود به بند ۲-۱۰) که از کربن تشکیل شده است.

یادآوری - نانونوار کربنی، اغلب به صورت چندین لایه گرافن است. در مورد یک تک لایه گرافنی، اصطلاح نوار گرافنی استفاده می‌شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مواد کربنی نانومقیاس مرتبط

الف-۱ کلیات

انواع مختلفی از مواد کربنی معمول سالها است که به طور گسترده در صنعت تولید و استفاده می‌شوند. برخی از آنها با پیشرفت‌های اخیر که در کنترل ابعاد در مقیاس نانو حاصل شده است در دسته‌بندی فناوری نانو قرار می‌گیرند.

الف-۲ نانوذرات الماس و ساختارهای مرتبط

نانوذرات الماس (اغلب نانوالماس نامیده می‌شوند) به گروه بزرگی از مواد کربنی گفته می‌شود که با روش‌های مختلفی مانند روش‌های انفجاری، رسوب‌دهی شیمیایی بخار، رسوب‌دهی فیزیکی بخار تولید می‌شوند و دارای شکل ظاهری، اندازه، خواص و کاربردهای مختلف‌اند. برخی نانوذرات با پایه الماس، مانند الماس‌واره‌ها^۱ به طور طبیعی وجود دارند و از رسوب‌های هیدروکربنی استخراج می‌شوند. بعضی از عبارات و تعاریف مرتبط با نانوذرات الماس در BS PAS 134: 2007 ارائه شده‌اند [۳].

الف-۳ فیلم‌های کربنی

فیلم‌های کربنی از نظر تجاری در صنعت پوشش‌دهی^۲ برای ایجاد خواصی معین به مواد استفاده شده‌اند. فیلم‌های کربنی با استفاده از فناوری‌های مختلفی مانند قوس کاتدی^۳ و کندوپاش مگنترونی^۴ تولید می‌شوند. اصطلاحات مختلفی در متون علمی در مورد پوشش‌دهی با پایه کربن، مانند کربن الماس مانند (DLC)^۵، کربن شیشه‌ای و کربن آمورف چهاروجهی استفاده می‌شود. اساساً این فیلم‌ها به دلیل وجود بخش‌های مختلفی از هیبریداسیون sp^2 ، sp^3 و مقدار هیدروژن درون آنها با هم تفاوت دارند. به عنوان مثال، کربن الماس مانند معمولاً برای کاهش اثر سایش کاربرد دارد در حالی که کربن شیشه‌ای در مواردی استفاده می‌شود که مقاومت در برابر دمای بالا، حمله شیمیایی^۶ و نفوذناپذیری در مقابل گاز و مایع مورد نیاز است. بعضی از عبارات و تعاریف مرتبط به فیلم‌های کربنی در BS PAS 134: 2007 ارائه شده‌اند [۳].

-
- 1- Diamondoids
 - 2- Coating
 - 3- Cathodic arc
 - 4- Magnetron sputtering
 - 5- Diamond-like carbon
 - 6- Chemical attack

الف- ۴ کربن سیاه

کربن سیاه یک ماده کربنی کلوئیدی است که به صورت کروی شکل و انبوهه با اندازه‌ای کوچکتر از ۱۰۰۰ نانومتر به‌طور صنعتی ساخته می‌شود (به فرهنگ جامع اصطلاح شناسی شیمی IUPAC مراجعه شود [۷]). اندازه ذره اولیه به‌طور معمول بین ۵ nm و ۵۰ nm است. کربن سیاه به عنوان تقویت‌کننده در تایرهای لاستیکی و به عنوان رنگدانه در جوهرها، رنگ‌ها و تونرها^۱ استفاده می‌شود. این ماده با تجزیه گرمایی^۲ از جمله انفجار یا با احتراق ناقص ترکیبات هیدروکربنی ساخته می‌شود و ریخت‌شناسی کاملاً مشخص با کمترین مقدار قیر یا مواد اضافی دیگر دارد. کربن سیاه از دوده‌ای که به صورت تصادفی شکل می‌گیرد، بر اساس مقدار خاکستر، قیر و ناخالصی‌ها قابل تشخیص است.

1- Toners
2- Thermal decomposition

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [1] ISO/TS 27687:20082, Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects— Nanoparticle, nanofibre and nanoplate.
- [2] BS PAS 71: 2005, Vocabulary — Nanoparticles.
- [3] BS PAS 134: 2007, Terminology for carbon nanostructures.
- [4] ASTM E2456-06, Standard Terminology Relating to Nanotechnology.
- [5] SAC GB/T 19619-2004, Terminology for nanomaterials.
- [6] Setton R., Bernier P. and Lefrant S., ed., *Carbon Molecules and Materials* (Taylor & Francis, London 2002).
- [7] IUPAC Compendium of Chemical Terminology, available at: <http://goldbook.iupac.org/>.
- [8] Fetzer E., Köchling K. H., Boehm H. P. and Marsh H., *Recommended Terminology for the Description of Carbon as a Solid*, Pure & Appl. Chem., Vol. 67, No. 3, pp. 473-506 (IUPAC, 1995).
- [9] www.solennebv.com/specials.html
- [10] www.nature.com/nmat/journal/v6/n5/fig_tab/nmat1898_F1.html
- [11] [www.gitc21.net/co/carbonnano/GC00513434/CA00513471/Graphite_Nanofiber_\(GNF-LSA\).html](http://www.gitc21.net/co/carbonnano/GC00513434/CA00513471/Graphite_Nanofiber_(GNF-LSA).html)
- [12] www.intechopen.com/books/carbon-nanotubes-polymer-nanocomposites/polymer-carbon-nanotube-nanocomposites
- [13] khelmart.org/yonex-badminton-racket-arc-saber-10/
- [14] www.org-chem.org/yuuki/nanotube/nanotube_en.html
- [15] www.nec.com/en/press/photo/rd.html

[۱۶] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، فناوری نانو- واژه‌ها، اصطلاحات و تعاریف اصلی

پیوست پ
فهرست راهنما
(به ترتیب حروف الفبا)

شماره بند	شماره بند	ف
۵-۲	۱-۳	فولرن
۹-۲	۳-۳	فولرن درون وجهی
۶-۲	۴-۳	فولرن فلزی
۸-۲		
۱۰-۲		گ
۲-۲	۱۱-۲	گرافن
۳-۲	۱۲-۲	گرافیت
۴-۲		
۷-۲		ن
۱-۲	۱-۴	نانولیف کربنی
	۱۰-۴	نانوشیپور کربنی
	۳-۴	نانولوله کربنی
	۵-۳	نانوپایز کربنی
	۹-۴	نانو پی پاد کربنی
	۱۱-۴	نانونوار کربنی
	۵-۴	بردار کایرال SWCNT
	۸-۴	نانولوله کربنی فنجان کپه‌ای
	۷-۴	نانولوله کربنی دوجداره
	۴-۴	نانولوله کربنی تک‌جداره
	۶-۴	نانولوله کربنی چندجداره
	۲-۴	نانولیف گرافیتی
۲-۳		
م		
مشتقات فولرن		