

عنوان :

نانولوله های کربنی

تالیف :

طاهره رادسر

سرشناسه	:	رادسر، طاهره، ۱۳۵۶
عنوان و نام پدید آور	:	نانولوله های کربنی/ تالیف طاهره رادسر
مشخصات نشر	:	تهران: رادسر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	۲۳۶ ص: جدول.
شابک	:	8-3-95553-600-978-۱۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۲۳۶.
موضوع	:	نانولوله های کربنی
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۵ ۲۲ ن/ ۹/ ۴۱۸ TA
رده بندی دیوبند	:	۶۲۰/۵
شماره کتاب شناسی ملی	:	۴۲۱۶۶۱۶

نام کتاب	:	نانولوله های کربنی
مؤلف	:	رادسر، طاهره
ویراستار علمی	:	حسین سلطانی
ناشر	:	انتشارات رادسر
نوبت چاپ	:	اول
تیراژ	:	۱۰۰
طراح جلد	:	طاهره رادسر
قیمت	:	۱۵۰۰۰۰ ریال
شابک	:	8-3-95553-600-978

کلیه حقوق این اثر برای مؤلف محفوظ می باشد.

پیشگفتار.....	۱۵
فصل اول : مقدمه ای بر نانو فناوری.....	۱۷
۱-۱- مفهوم نانو.....	۱۸
۲-۱- مفهوم نانو فناوری.....	۲۰
۳-۱- شروع فناوری نانو.....	۲۱
۴-۱- تسلط بر قلمرو مولکول ها.....	۲۱
۵-۱- ماکروساختار، میکروساختار و نانو ساختار.....	۲۳
۶-۱- شاخه های فناوری نانو.....	۲۳
۱-۶-۱- فناوری نانو مواد.....	۲۳
۲-۶-۱- فناوری نانو خشک.....	۲۳
۳-۶-۱- فناوری نانو محاسباتی.....	۲۴
۷-۱- رویکرد های ساخت در فناوری نانو.....	۲۴
۱-۷-۱- خودآرایی.....	۲۵
۸-۱- تاریخچه استفاده بشر از نانو در ساختار مواد.....	۲۵
۹-۱- دسته بندی نانو مواد الحاظ ابعاد.....	۲۸
۱-۹-۱- نانو مواد صفر بعدی.....	۲۸
الف) نانو پودرها.....	۲۹
ب) فولرین ها.....	۳۰
پ) درخت سان ها.....	۳۰
۱-۹-۲- نانو مواد یک بعدی.....	۳۱
الف) نانو سیم ها.....	۳۱

۳۲	 (ب) نانوالیاف
۳۲	 (ج) نانولوله ها
۳۲	 ۱-۹-۳- نانو مواد دو بعدی
۳۳	 ۱-۹-۴- نانو مواد سه بعدی
۳۴	 ۱-۱۰-۱- طبیعت، پیشگام در فناوری نانو
۳۵	 ۱-۱۰-۱- ساختمان های زنده نانو
۳۵	 ۱-۱۰-۲- بیم مولکول ها
۳۶	 ۱-۱۰-۳- DN ⁺ به عنوان نانوسیم های رسانا
۳۷	 ۱-۱۰-۴- تقسیم بندی ساختارهای آلی
۳۸	 ۱-۱۰-۵- دندریمر (دختل ها)
۳۹	 ۱-۱۰-۶- برگ نیلوفر آبی
۴۰	 ۱-۱۰-۷- تار عنکبوت
۴۰	 ۱-۱۰-۸- باکتری های مغناطیسی
۴۳	 فصل دوم: مشاهده نانومقیاس ها
۴۴	 ۱-۲- میکروسکوپ نیروی اتمی
۴۵	 ۲-۱-۱- روش کار میکروسکوپ نیروی اتمی
۴۶	 ۲-۱-۲- روش های جارو کردن
۴۶	 ۱- روش تماسی
۴۶	 ۲- روش غیر تماسی
۴۶	 ۳- روش ضربه ای
۴۷	 ۲-۱-۳- مزایا و معایب استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی
۴۷	 ۲-۲- میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)

۴۸	۲-۱-۲- تاریخچه
۴۹	۲-۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۴۹	۲-۳-۱- تاریخچه
۴۹	۲-۳-۲- نحوه کار میکروسکوپ الکترونی روبشی
۵۰	۲-۳-۳- محدودیت ها
۵۰	۲-۴- میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)
۵۱	۲-۴-۱- نحوه کارکرد
۵۳	فصل سوم: م اصولات کربنی
۵۴	۳-۱- گرافیت
۵۵	۳-۲- الماس
۵۶	۳-۳- فولرین ها
۵۷	۳-۴- نانولوله ها
۵۷	۳-۴-۱- مقدمه
۵۸	۳-۴-۲- کشف نانولوله ها
۶۰	۳-۴-۳- ساختار نانولوله
۶۱	۳-۴-۴- انواع نانولوله ها
۶۱	۱- نانولوله کربنی تک جداره
۷۲	۲- نانولوله کربنی چند جداره
۷۳	۳- نانو جوانه ها
۷۴	۴- Peapod
۷۴	۵- فولرایت
۷۵	۶- تروس یا حلقه ای

- ۷- ساختار های غیر ایده آل ۷۵
- فصل چهارم: روش های رشد، تولید، خالص سازی و پر کردن نانولوله های کربنی ۷۷
- ۱-۴- مکانیزم رشد نانولوله های کربنی ۷۸
- ۱-۱-۴- مکانیزم رشد نانولوله کربنی چند جداره ۷۹
- ۱-۱-۱-۴- مکانیزم رشد به وسیله جذب اتم های کربن در انتهای نانولوله ۸۰
- ۱-۱-۲-۴- مکانیزم رشد از نوع برهمکنش لبه به لبه ۸۰
- ۱-۱-۳-۴- رشد نانولوله های کربنی چند جداره تولید شده از طریق روش تخلیه قوس الکتریکی ۸۲
- ۲-۱-۴- مکانیزم رشد نانولوله کربنی تک جداره ۸۵
- ۳-۱-۴- رشد نانولوله در حضور کاتالیز ۹۰
- ۴-۱-۴- رشد جهت دار نانولوله کربنی ۹۳
- ۲-۴- روش های تولید نانولوله های کربنی ۹۷
- ۱-۲-۴- تخلیه قوس الکتریکی ۹۸
- ۱-۱-۲-۴- ساخت نانوله های تک جداره ۱۰۱
- (الف) گازی اثر ۱۰۱
- (ب) کنترل نوری پلاسما ۱۰۲
- (ج) کاتالیز ۱۰۲
- (د) افزایش مقاومت در برابر اکسیداسیون ۱۰۲
- (ه) روش ساخت در هوای آزاد با مشعل جوش کماتی ۱۰۳
- ۲-۱-۲-۴- ساخت نانولوله های چند جداره ۱۰۴
- (الف) ساخت در نیتروژن مایع ۱۰۵
- (ب) روش ساخت به کمک میدان مغناطیسی ۱۰۶

- (ج) تخلیه قوس الکتریکی با پلاسمای دوار ۱۰۸
- ۲-۲-۴- تبخیر لیزری ۱۰۸
- ۱-۲-۲-۴- نانولوله های تک جداره در مقابل نانولوله های چند جداره ۱۱۰
- ۲-۲-۲-۴- ساخت نانولوله های کربنی تک جداره در مقیاس وسیع ۱۱۱
- ۳-۲-۲-۴- روش پالس های فوق العاده سریع از یک لیزر الکترون آزاد ۱۱۱
- ۴-۲-۲-۴- روش پودر لیزر موج پیوسته ۱۱۳
- ۳-۲-۴- روش نشست بخار شیمیایی ۱۱۴
- ۳-۲-۴- روش نشست بخار شیمیایی بهبود یافته توسط پلازما (PECVD) ۱۱۵
- ۲-۳-۲-۴- روش نشست بخار شیمیایی حرارتی ۱۱۶
- ۳-۳-۲-۴- روش نشست بخار شیمیایی کاتالیز الکلی ۱۱۷
- ۴-۳-۲-۴- رشد حالت بخار ۱۱۸
- ۵-۳-۲-۴- روش نشست بخار شیمیایی تهیه شده با ژل متخلخل ۱۱۹
- ۶-۳-۲-۴- روش نشست بخار شیمیایی حرارتی از یک لیزر ۱۲۰
- ۷-۳-۲-۴- فرآیند کاتالیز کبالت مولیبدنوم ۱۲۱
- ۸-۳-۲-۴- فرآیند CO فشار بالا ۱۲۳
- ۹-۳-۲-۴- ساخت نانولوله به روش پلاسمای DC ۱۲۴
- ۱-۹-۳-۲-۴- نتایج و بحث ۱۲۵
- ۱۰-۳-۲-۴- تولید پیوسته نانولوله ۱۲۸
- ۱-۱۰-۳-۲-۴- دستگاه تولید پیوسته ۱۲۸
- ۲-۱۰-۳-۲-۴- کیفیت محصول ۱۲۹
- ۱۱-۳-۲-۴- حذف پیوسته کربن آئرفوس در روش CCVD ۱۳۰
- ۱۲-۳-۲-۴- روش ساخت با شعله ۱۳۱

- ۱۳۲..... خلاصه ۴-۲-۴
- ۱۳۵..... تخلیص نانولوله های کربنی ۳-۴
- ۱۳۵..... مقدمه ۱-۳-۴
- ۱۳۶..... روش های تخلیص ۲-۳-۴
- ۱۳۶..... اکسیداسیون ۱-۲-۳-۴
- ۱۳۷..... خالص سازی با اسید ۲-۲-۳-۴
- ۱۳۸..... بخت یا عملیات حرارتی ۳-۲-۳-۴
- ۱۳۸..... اتناونیک ۴-۲-۳-۴
- ۱۳۸..... تخلیص و ناطیسی ۵-۲-۳-۴
- ۱۳۹..... میکرو لنتا یون ۶-۲-۳-۴
- ۱۴۰..... برش نانولوله ها ۷-۲-۳-۴
- ۱۴۱..... فعال سازی ۸-۲-۳-۴
- ۱۴۱..... کروماتوگرافی ۹-۲-۳-۴
- ۱۴۲..... نتیجه گیری ۳-۳-۴
- ۱۴۸..... پر کردن نانولوله های کربنی ۴-۴
- ۱۴۹..... مکانیزم پر کردن نانولوله کربنی ۱-۴-۴
- ۱۵۱..... پر نمودن در حین سنتز و رشد نانولوله ۱-۱-۴-۴
- ۱۵۱..... روش رسوب شیمیایی بخار ۱-۱-۱-۴-۴
- ۱۵۲..... پر نمودن در حین سنتز با قوس الکتریکی ۲-۱-۱-۴-۴
- ۱۵۳..... پر نمودن نانولوله های کربنی آماده ۲-۱-۴-۴
- ۱۵۵..... باز نمودن سرهای نانولوله کربنی ۲-۴-۴
- ۱۵۷..... پر نمودن نانولوله کربنی از طریق فاز گازی ۱-۲-۴-۴

۱۵۸.....	۴-۲-۲- پر نمودن نانولوله کربنی از طریق فاز مایع
۱۶۳.....	۴-۳- مواد پر کننده
۱۶۳.....	۴-۳-۱- اتم ها
۱۶۴.....	۴-۳-۲- مولکول ها
۱۶۵.....	۴-۳-۳- عناصر خالص (نانوسیم ها یا نانو ذرات
۱۶۶.....	۴-۳-۴- ترکیبات (نانوسیم یا نانو ذرات)
۱۶۷.....	۴-۴-۴- بزرگی ها و رفتارهای نانولوله های کربنی پر شده
۱۶۹.....	۴-۴-۵- کار ردهای نانولوله های کربنی پر شده
۱۷۱.....	فصل پنجم: خواص و کاربردهای نانولوله های کربنی
۱۷۲.....	۵-۱- کاربردهای نانولوله های کربنی
۱۷۲.....	۵-۱-۱- قدرت تفکیک گاز ها و فیلتر های آلودگی هوا
۱۷۳.....	۵-۱-۲- محفظه های بایو
۱۷۳.....	۵-۱-۳- تصفیه آب
۱۷۳.....	۵-۱-۴- نانو سیم های شیمیایی
۱۷۳.....	۵-۱-۵- قابلیت ذخیره سازی
۱۷۴.....	۵-۱-۶- واکنش پذیری شیمیایی
۱۷۵.....	۵-۲- خواص مکانیکی نانولوله ها
۱۷۵.....	۵-۲-۱- استحکام بالای نانولوله ها
۱۸۰.....	۵-۲-۲- رفتار نانولوله کربنی در حین فشار
۱۸۳.....	۵-۲-۳- رفتار نانولوله کربنی در حین خمش
۱۸۴.....	۵-۲-۴- رفتار نانولوله کربنی در حین کشش
۱۸۴.....	۵-۲-۵- کمانش نانولوله

- ۱۸۷..... ۳-۵- کاربرد نانولوله ها در ساختار مواد
- ۱۸۷..... ۱-۳-۵- بالابرنده یا آسانسورهای فضایی
- ۱۸۷..... ۲-۳-۵- استحکام دهی کامپوزیت ها
- ۱۸۸..... ۳-۳-۵- چرخ طیار فوق سریع
- ۱۸۸..... ۴-۳-۵- ریسمان (فیبر) و ورق
- ۱۸۹..... Buckypaper- ۵-۳-۵
- ۱۸۹..... ۶-۳-۵- استفاده در مواد
- ۱۸۹..... ۴-۵- خواص حرکی
- ۱۹۱..... ۵-۵- خواص حرارتی
- ۱۹۴..... ۶-۵- خواص و کاربرد های الکتریکی و مغناطیسی
- ۱۹۴..... ۱-۶-۵- حساس به تغییرات کوچک نیروی اعمال شده
- ۱۹۴..... ۲-۶-۵- تولید ولتاژ
- ۱۹۵..... ۳-۶-۵- ضربه تحریک الکتریسته بسیار باد
- ۱۹۵..... ۴-۶-۵- خواص انتقال الکتریکی (انتقال ballistic)
- ۱۹۸..... ۵-۶-۵- خاصیت مغناطیسی، ممان مغناطیسی بسیار
- ۱۹۹..... ۶-۶-۵- داشتن خاصیت ابررسانایی
- ۱۹۹..... ۷-۶-۵- خاصیت یکسوکنندگی نانولوله
- ۲۰۰..... ۸-۶-۵- ساخت مدارات الکترونیکی تمام نانولوله ای
- ۲۰۱..... ۹-۶-۵- لایه های هادی
- ۲۰۱..... ۱۰-۶-۵- جاروبک موتورهای الکتریکی
- ۲۰۲..... ۱۱-۶-۵- ابر خازن ها
- ۲۰۲..... ۱۲-۶-۵- نمایشگر های گسیل میدانی

- ۵-۶-۱۳- حافظه های نانولوله ای ۲۰۳
- ۵-۶-۱۴- پدیده مگنتورزیستانس یا ام.آر. ۲۰۳
- ۵-۷-۷- خواص نوری ۲۰۴
- ۵-۷-۱- بررسی رفتار نوری نانولوله ها ۲۰۴
- ۵-۷-۲- گسیل و جذب نور ۲۰۵
- ۵-۷-۳- احتراق نوری ۲۰۶
- ۵-۷-۴- سابل های خورشیدی ۲۰۶
- ۵-۸- تاثیر نواحی بر خواص نانولوله ۲۰۷
- ۵-۹- خلاصه خواص و ابعاد های کربنی ۲۰۸
- پیوست ها
- ۱- معرفی دکتر ریچارد فایب ۲۱۲
- ۲- معرفی دکتر کی اریک درکسلر ۲۱۲
- ۳- معرفی گرد بینینگ ۲۱۳
- ۴- سخنرانی فاینمن در ۱۹۵۹ : "آن پایین فضای بسیارن هست" ۲۱۳
- ۵- کربن ۲۲۸
- منابع و مآخذ
- فهرست منابع فارسی ۲۳۵
- فهرست منابع انگلیسی ۲۳۵

فناوری نانو در سال ۱۹۵۹، به هنگام سخنرانی تاریخی ریچارد فاینمن با عنوان "آن پایین فضای بسیاری هست" آغاز گردید. نانو تکنولوژی فهم و به کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم هایی در ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است که متاثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک می باشد. فناوری نانو متعلق به حوزه به خصوصی از علم نیست و پدیده ای عظیم است که در تمامی گرایش های علمی راه یافته و از فناوری های نوینی است که به سرعت در حال توسعه است. در واقع می توان چنین بیان کرد که نانو فناوری یک دانش میان رشته ای است و به رشته هایی چون مهندسی مواد، پزشکی، داروسازی، زیست شناسی، فیزیک، شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی برق و ... مربوط است.

از جمله پدیده های مورد بحث در این حوزه از دانش، نانولوله های کربنی است که از صفحات کربن به ضخامت یک اتم به شکل استوانه ای توخالی تشکیل شده است و در سال ۱۹۹۱ توسط سامیو ایجیما در شرکت NEC راپاز به طور اتفاقی کشف شد. از آن زمان پژوهش های زیادی در خصوص نانولوله ها انجام شده است.

نانولوله ها خواص شگفت انگیزی دارند که آن ها را برای بکارگیری در بسیاری از کاربردهای نانوفناوری، الکترونیک، اپتیک و حوزه های دیگر علم واد مناسب می سازد. نانولوله ها سهم عمده ای از نانو فناوری را به خود اختصاص داده اند و شمار می رود به سرعت در بسیاری از کاربردهای روزمره انسان وارد شوند.

این کتاب مقدمه ای بر نانولوله های کربنی می باشد. در ابتدا به معرفی فناوری نانو می پردازیم، سپس به صورت مختصر میکروسکوپ های مخصوص مشاهده نانو ساختارها را بررسی می کنیم. در ادامه روش های رشد، تولید، خالص سازی و پر کردن نانولوله های کربنی را مورد بحث قرار می دهیم و خواص و کاربردهای آن را معرفی می کنیم.