

به نام خدا

نگرشی بر نانولوله‌های کربنی

www.ketab.ir

الهیہ غیاث بیگی

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب برای انتشارات پژوهشی نوآوران شریف محفوظ است و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق چاپ و نشر تمام یا بخشی از این اثر را بدون موافقت کتبی ناشر به هر صورت اعم از فتوکپی، پلی‌کپی، جزوه و ... ندارد و متخلفین به موجب بند ۵ ماده ۲ قانون حمایت از ناشرین مصوب مجلس محترم شورای اسلامی تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

(انتشارات پژوهشی نوآوران شریف)

{حقوق مؤلف محفوظ است}

سرشناسه: غیاث‌یگی، الهه، ۱۳۶۴ -

عنوان و نام پدیدآورنده: نگرشی بر نانولوله‌های کربنی / الهه غیاث‌یگی.

مشخصات نشر: تهران: پژوهشی نوآوران شریف، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری: ۱۶۴ ص.

شابک: 978-622-6937-36-8

وضعیت فهرست نویسی: فیا

موضوع: نانو لوله‌های کربنی

موضوع: Carbon nanotubes

رده‌بندی کنگره: TA۴۱۸/۹

رده‌بندی دیویی: ۶۲۰/۵

شماره کتابشناسی ملی: ۸۷۵۷۹۰۲

تهران - انقلاب - خیابان جمال‌زاده جنوبی - بعد از جمهوری - خیابان چنگیزی - خیابان زرین قدم -

بن بست مهربان - پلاک ۱ - واحد ۱

تلفن: ۰۲۱۶۶۹۱۶۷۹۶ - ۰۲۱۶۶۹۱۶۷۳۴ - ۰۹۱۲۳۰۱۷۶۱۶ - ۰۹۱۰۹۱۹۲۵۷۳

پ
نشر پژوهشی
نوآوران شریف

عنوان: نگرشی بر نانولوله‌های کربنی

مؤلف: دکتر الهه غیاث‌یگی

ناشر: پژوهشی نوآوران شریف

نوبت چاپ: چاپ اول / نیمه اول ۱۴۰۱

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

صفحه‌آرایی: سحر ابراهیمی

قیمت: ۱۱۰۰۰۰۰ ریال

برای کسب اطلاعات بیشتر از این مجموعه به آدرس تلگرامی زیر مراجعه فرمایید.

https://t.me/khf_sharif

کانال‌های تلگرامی بخش شیمی:

https://t.me/chemistry_sharif

https://t.me/chemistry1_sharif

۹	پیش گفتار
---	-----------

فصل اول: تاریخچه کشف نانولوله های کربنی

۱۱	هدف کلی
۱۲	هدف یادگیری
۱۲	۱-۱- آلوتروپ های کربن
۱۴	۲-۱- تاریخچه کشف آلوتروپ های کربن
۱۷	۱-۲-۱- تاریخچه کشف فولرن
۱۸	۲-۲-۱- تاریخچه کشف الیاف کربن
۲۰	۳-۲-۱- تاریخچه کشف نانولوله های کربنی *
۲۳	۳-۱- دستاوردهای سنتز نانولوله های کربنی
۲۷	خلاصه فصل اول
۲۸	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۲۹	کلمات کلیدی
۳۰	منابع

فصل دوم: ساختار نانولوله های کربنی

۳۱	هدف کلی
۳۱	هدف یادگیری
۳۳	۱-۲- ساختار آلوتروپ های کربن
۳۵	۲-۲- ساختار نانولوله های کربن
۳۶	۳-۲- انواع نانولوله های کربنی
۳۶	۱-۳-۲- نانولوله های کربنی تک جداره
۴۰	۲-۳-۲- نانولوله های کربنی دو جداره
۴۰	۳-۳-۲- نانولوله های کربنی چند جداره
۴۲	۴-۲- نقص ساختاری نانولوله های کربنی تک جداره
۴۲	۱-۴-۲- نقص زانو مانند، نانولوله های کربنی تک جداره
۴۴	۲-۴-۲- نقص توروس مانند، نانولوله های کربنی تک جداره
۴۴	۳-۴-۲- نقص ساختاری نانولوله های کربنی تک جداره دارای ترکیبات مختلف هتروسیکلی

۴۶	۴-۴-۲- نقص ساختاری نانولوله های کربنی تک جداره عامل دار شده
۴۸	خلاصه فصل دوم
۴۹	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۵۰	کلمات کلیدی
۵۱	منابع

فصل سوم: روش های سنتز نانولوله های کربنی

۵۳	هدف کلی
۵۳	هدف یادگیری
۵۵	۳-۱- مقدمه
۵۵	۳-۲- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش تخلیه قوس
۵۷	۳-۳- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش سایش لیزری
۵۹	۳-۴- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش حرارتی
۵۹	۳-۴-۱- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش شعله
۶۰	۳-۴-۲- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش تسهیم نامتسلب CO در فشار بالا (HiPco)
۶۱	۳-۴-۳- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش رسوب بخار شیمیایی (CVD)
۶۴	۳-۴-۳-۱- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش رسوب شیمیایی بخار حرارتی (TCVD)
۶۴	۳-۴-۳-۲- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش رسوب بخار شیمیایی کانالیزور
۶۵	شناور (FCCVD)
۶۵	۳-۴-۳-۳- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش رسوب بخار شیمیایی تقویت شده
۶۷	با پلاسما (PECVD)
۶۹	۳-۴-۳-۴- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش اسپری پیرولیز
۷۰	۳-۵- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از روش الکترولیز
۷۲	۳-۶- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از دیگر روشها
۷۳	خلاصه فصل سوم
۷۴	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۷۵	کلمات کلیدی
۷۶	منابع

فصل چهارم: عوامل موثر بر رشد نانولوله های کربنی

۷۹	هدف کلی
۷۹	هدف یادگیری
۸۱	۴-۱- مقدمه

- ۸۱-۲-۴- تأثیر شرایط روش رسوب بخار شیمیایی بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی
- ۸۲-۲-۴- تأثیر پیش ماده کربن بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۴-۱-۲-۴- تأثیر منبع متوکسید کربن بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۴-۲-۱-۲-۴- تأثیر منبع متان بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۴-۳-۱-۲-۴- تأثیر منبع متانول، اتانول و اتیلن بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۵-۴-۱-۲-۴- تأثیر بیوگاز بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۶-۲-۲-۴- تأثیر غلظت کربن بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۷-۳-۲-۴- تأثیر فشار منبع کربن بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۷-۴-۲-۴- تأثیر دما بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۸-۵-۲-۴- تأثیر گونه های افزودنی بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۸۹-۶-۲-۴- تأثیر محیط رشد بر رشد انتخابی نانولوله های کربنی در روش رسوب بخار شیمیایی
- ۹۰-۳-۴- تأثیر کاتالیزور در سنتز نانولوله های کربنی
- ۹۰-۴-۴- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از کاتالیزور فلزی
- ۹۱-۱-۴-۴- مکانیسم رشد نانولوله های کربنی با استفاده از کاتالیزور فلزی
- ۹۴-۱-۱-۴-۴- مکانیسم رشد نانولوله های کربنی با استفاده از کاتالیزور شناور
- ۹۶-۲-۱-۴-۴- مکانیسم رشد نانولوله های کربنی با استفاده از کاتالیزور پشتیبانی شده
- ۹۹-۵-۴- سنتز نانولوله های کربنی با استفاده از کاتالیزور غیر فلزی
- ۱۰۰-۱-۵-۴- مکانیسم رشد نانولوله های کربنی با استفاده از کاتالیزور غیر فلزی
- ۱۰۰-۶-۴- سنتز نانولوله های کربنی بدون استفاده از کاتالیزور
- ۱۰۰-۱-۶-۴- مکانیسم رشد نانولوله های کربنی بدون استفاده از کاتالیزور
- ۱۰۲- خلاصه فصل چهارم
- ۱۰۳- خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
- ۱۰۴- کلمات کلیدی
- ۱۰۵- منابع

فصل پنجم: خالص سازی و عامل دار کردن نانولوله های کربنی

- ۱۰۹- هدف کلی
- ۱۰۹- هدف یادگیری
- ۱۱۱- ۱-۵- خالص سازی نانولوله های کربنی
- ۱۱۱- ۱-۱-۵- خالص سازی شیمیایی نانولوله های کربنی
- ۱۱۲- ۲-۱-۵- خالص سازی فیزیکی نانولوله های کربنی

۱۱۲	۲-۵- عامل دار کردن نانولوله های کربنی
۱۱۳	۲-۵-۱- عامل دار کردن دیوار مجانبی نانولوله های کربنی
۱۱۴	۲-۵-۱-۱- آمین دار کردن نانولوله های کربنی
۱۱۵	۲-۵-۱-۲- فلوتور دار کردن نانولوله های کربنی
۱۱۵	۲-۵-۱-۳- بروم دار کردن نانولوله های کربنی
۱۱۵	۲-۵-۱-۴- هیدروژنه کردن (هیدروژناسیون) نانولوله های کربنی
۱۱۶	۲-۵-۱-۵- واکنش جانشینی الکترون دوستی نانولوله های کربنی
۱۱۸	۲-۵-۲- عامل دار کردن درون وجهی نانولوله های کربنی
۱۱۸	۲-۵-۳- عامل دار کردن برون وجهی نانولوله های کربنی
۱۱۹	۲-۵-۳-۱- عامل دار کردن کووالانسی برون وجهی نانولوله های کربنی
۱۱۹	۲-۵-۳-۲- عامل دار کردن غیر کووالانسی برون وجهی نانولوله های کربنی
۱۲۱	خلاصه فصل پنجم
۱۲۲	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۲۳	کلمات کلیدی
۱۲۴	منابع

فصل ششم: روش های دستگاهی جهت شناسایی نانولوله های کربنی

۱۲۵	هدف کلی
۱۲۵	هدف یادگیری
۱۲۷	۶-۱- روش های دستگاهی جهت شناسایی نانولوله های کربنی
۱۲۷	۶-۱-۱- طیف سنجی الکترومغناطیسی
۱۲۸	۶-۱-۲- طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته ای (NMR)
۱۲۸	۶-۱-۳- پراش اشعه ایکس (XRD)
۱۲۹	۶-۱-۴- روش های پراکندگی نور
۱۲۹	۶-۱-۵- میکروسکوپ الکترونی
۱۳۰	۶-۱-۶- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
۱۳۰	۶-۱-۷- طیف سنجی فوتوالکترون پرتو ایکس (XPS)
۱۳۱	۶-۱-۸- آنالیز گرماسنجی حرارتی (TGA)
۱۳۱	۶-۱-۹- کروماتوگرافی گازی- طیف سنج جرمی (GC-MS)
۱۳۲	خلاصه فصل ششم
۱۳۳	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۳۴	کلمات کلیدی
۱۳۵	منابع

فصل هفتم: کاربردهای نانولوله های کربنی

هدف کلی	۱۳۶
هدف یادگیری	۱۳۶
۱-۷- کاربرد های نانولوله های کربن	۱۳۸
۱-۱-۷- کاربرد الکتروشیمیایی نانولوله های کربنی	۱۳۹
۲-۱-۷- کاربرد خازن دو لایه الکتریکی نانولوله های کربنی	۱۴۰
۳-۱-۷- کاربرد نانولوله های کربنی در حسگرهای شیمیایی	۱۴۱
۴-۱-۷- کاربرد دارویی نانولوله های کربنی	۱۴۱
۵-۱-۷- کاربرد سیستم غشایی نانو متخلخل نانولوله های کربنی	۱۴۲
۶-۱-۷- کاربرد کامپوزیت حاوی نانولوله های کربنی	۱۴۲
۷-۱-۷- کاربرد نانولوله های کربنی به عنوان کاتالیزور	۱۴۳
۸-۱-۷- کاربرد نانولوله های کربنی برای جذب و تصفیه آب	۱۴۳
۹-۱-۷- کاربرد نانولوله های کربنی در سلول های خورشیدی	۱۴۴
۱۰-۱-۷- کاربرد نانولوله های کربنی در صنعت نفت و گاز	۱۴۶
۲-۷- پیشرفت در تولید و کاربرد نانولوله های کربنی	۱۴۶
خلاصه فصل هفتم	۱۴۸
خودآزمایی تشریحی فصل هفتم	۱۴۹
کلمات کلیدی	۱۵۰
منابع	۱۵۱
واژه نامه	۱۵۳
فهرست علائم	۱۵۷
منابع جهت مطالعه	۱۶۱

پیش گفتار

از دهه ۱۹۹۰ نانولوله‌های کربنی (CNTs) در دسته مهمترین مواد، در تحقیقات علمی و کاربردهای فنی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این نانوساختارها به علت شکل هندسی خاص، اندازه کوچک و مساحت سطح بالا، دارای خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی هستند؛ که اهمیت نانولوله‌های کربنی را از نظری علمی و کاربردی در صنایع متعدد نشان می‌دهد. تاکنون دستاوردهای بسیاری در زمینه نانو ساختارها توسط محققان گزارش شده است. محققان، علم نانوساختارها را یک علم آینده گرامی دانند؛ به این معنا که پیشرفت و توسعه در آن حد و مرزی ندارد. لذا با توجه به اینکه هم‌اکنون علم نانوساختارها در زندگی ما وجود دارد و ما در حال استفاده از محصولات هستیم که با کمک این علم ساخته شده‌اند؛ با مطالعاتی در زمینه نانولوله‌های کربنی، تصمیم به تألیف کتاب حاضر گرفتیم.

روشی که برای نگارش کتاب حاضر بکار برده شده، استفاده از طرح نمودار درختی در ابتدای هر فصل می‌باشد؛ با استفاده از روش نمودار درختی اطلاعات کلی از آن فصل حاصل می‌شود. کتاب حاضر شامل ۷ فصل است که موضوعاتی در زمینه تاریخچه کشف، ساختار، روش‌های سنتز، عوامل موثر بر رشد، خالص سازی، عامل دار کردن، روش‌های شناسایی و کاربردهای نانولوله‌های کربنی را پوشش می‌دهد. از آنجایی که تاریخچه همیشه اساس معرفی است؛ بنابراین مجموعه حاضر را با تاریخچه کشف برخی از آلوتروپ‌های کربن آغاز می‌کنیم. در فصل ساختار نانولوله‌های کربنی، ساختار و نقص ساختاری نانولوله‌های کربنی مورد مطالعه قرار گرفته شده است. سپس روش‌های سنتز نانولوله‌های کربنی با توجه به تحقیقات مورد توجه محققان ارائه شده است؛ از جمله تولید نانوساختار کربن از طریق الکترولیز کربنات مذاب با استفاده از دی اکسید کربن اتمسفر. در فصل چهارم، عوامل موثر بر رشد نانولوله‌های کربنی ارائه شده است. در این فصل،

براساس جدیدترین مطالعات انجام شده توسط محققان در سال ۲۰۲۱، بیوگاز به عنوان یک پیش ساز کربن «سبز» معرفی شده است. در فصل پنجم، خالص سازی و عامل دار کردن نانولوله‌های کربنی مورد مطالعه قرار گرفته شده است. در ادامه روش‌های دستگاهی جهت شناسایی نانولوله‌های کربنی تدوین شده است. در پایان هم تعدادی از کاربردهای نانولوله‌های کربنی؛ همچنین نقش مهم نانولوله‌های کربنی در ساخت سلول‌های خورشیدی و صنعت نفت و گاز ارائه شده است. ما معتقدیم این مجموعه می‌تواند اطلاعات جامعی در مورد نانولوله‌های کربنی نسبت به آینده در حال ظهور در این زمینه به شما ارائه دهد. امیدوارم اثر حاضر در افزایش دانش و آگاهی اساتید و دانشجویان عزیز مفید باشد.

این کتاب نیز مانند هر اثر دیگری، خالی از ایراد نیست، رفع کاستی‌های موجود و بهبود آن نیاز به راهنمایی شما عزیزان دارد. موجب امتنان خواهد بود ما را از طریق پست الکترونیکی elahe.ghiasbeigi@gmail.com راهنمایی نمایید.

با تشکر

الهه غیاث بیگی

دکتری شیمی آلی