

# مبانی شیمی نانو

دکتر حسین شیرازی

فرهاد غلامپور

نشر کاروان ایرانگردان

۱۳۹۸

|                     |                                                |
|---------------------|------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : شیرانی، حسین، ۱۳۶۱ -                         |
| عنوان و نام پدیدآور | : مبانی شیمی نانو/ حسین شیرانی، فرهاد غلامپور. |
| مشخصات نشر          | : تهران: کاروان ایرانگردان، ۱۳۹۸.              |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۲۴ ص.                                       |
| شابک                | : ۹۷۲۸۶-۱-۹-۶۰۰-۹۷۸ : ۲۴۰۰۰۰ ریال              |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیپا                                         |
| یادداشت             | : کتابنامه: ص. ۲۲۱.                            |
| موضوع               | : نانوشیمی                                     |
| رِصوع               | : NANO CHEMISTRY                               |
| شناسه افزوده        | : غلامپور، فرهاد، ۱۳۶۰ -                       |
| رده‌بندی کن         | : QC۱۷۶/۸                                      |
| رده‌بندی دیویی      | : ۶۲۰/۵                                        |
| شماره کتابداسی ملی  | : ۵۷۱۰۰۷۶                                      |

نام کتاب □ مبانی شیمی نانو

مولفین □ حسین شیرانی - فرهاد غلامپور

طرح جلد □ عسل جعفری‌ثانی

ناشر □ کاروان ایرانگردان

چاپ □ اول - ۱۳۹۸

شابک □ ۹۷۲۸۶-۱-۹-۶۰۰-۹۷۸

تیراژ □ ۵۰۰

قیمت □ ۲۴۰۰۰ تومان

## فهرست

|    |                                                  |
|----|--------------------------------------------------|
| ۹  | مقدمه مولفین                                     |
| ۱۱ | فصل اول: مقدمه‌ی تاریخی                          |
| ۱۳ | ۱-۱- تاریخ اولیه                                 |
| ۱۴ | ۲-۱- مشاهده‌ی نجومی                              |
| ۱۵ | ۳-۱- مطالعه‌ی گروه کربن                          |
| ۱۸ | ۴-۱- تاریخ اخیر                                  |
| ۱۹ | ۵-۱- آنالیزهای معماری                            |
| ۲۲ | ۶-۱- نمونه‌های زیست‌شناختی و زمین‌شناسی          |
| ۲۴ | ۷-۱- مباحث کاربردی                               |
| ۲۵ | فصل دوم: فناوری نانو                             |
| ۲۵ | ۱-۲- مقدمه                                       |
| ۲۷ | ۲-۲- نانو آلوتروپ‌های کربن و کاربردهای آن        |
| ۲۷ | ۱-۲-۲- الماس                                     |
| ۲۸ | ۲-۲-۲- گرافیت                                    |
| ۲۹ | ۳-۲-۲- کربن‌های آمورف                            |
| ۲۹ | ۴-۲-۲- نانو لوله‌های کربنی                       |
| ۳۰ | ۵-۲-۲- نانو بادهای کربنی                         |
| ۳۱ | ۶-۲-۲- کربن‌های شیشه‌ای                          |
| ۳۲ | ۷-۲-۲- کربن‌های نانوفوم                          |
| ۳۲ | ۸-۲-۲- لونسدالیت                                 |
| ۳۹ | فصل سوم: نانو لوله‌های کربن؛ ویژگی‌ها و کاربردها |
| ۳۹ | ۱-۳- عنصر کربن                                   |
| ۴۰ | ۲-۳- آلوتروپ‌های کربن                            |
| ۴۱ | ۳-۳- تاریخچه                                     |
| ۴۳ | ۴-۳- سازه                                        |
| ۴۴ | ۵-۳- پیشرفت تحقیقات نانو لوله‌های کربنی تک محور  |

|    |                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------|
| ۵۵ | فصل چهارم: سنتز نانو لوله‌های کربنی                            |
| ۵۵ | ۱-۴- مقدمه                                                     |
| ۵۸ | ۲-۴- بررسی کلی روش‌های سنتز نانو لوله‌های کربنی                |
| ۵۸ | ۱-۲-۴- سنتز تخلیه‌ی قوس                                        |
| ۵۹ | ۲-۲-۴- سنتز تخلیه‌ی لیزر                                       |
| ۶۰ | ۳-۲-۴- سنتز حرارتی                                             |
| ۶۲ | ۴-۲-۴- سنتز رسوب بخار شیمیایی ارتقایافته با پلاسما             |
| ۶۳ | ۳-۴- ویژگی روش رشد رسوب بخار شیمیایی                           |
| ۶۳ | ۱-۳-۴- مانع رشد                                                |
| ۶۶ | ۲-۳-۴- یاد اولیه‌ی کربن                                        |
| ۶۷ | ۳-۳-۴- کانالیست                                                |
| ۷۰ | ۴-۴- پیشرفت‌های اخیر در سنتز رشد نانو لوله‌های کربنی تک دیواره |
| ۷۰ | ۱-۴-۴- کنترل مکان و جهت‌گیری                                   |
| ۷۲ | ۲-۴-۴- رشد نانو لوله‌های کربنی تک دیواره‌ی فوق‌العاده بلند     |
| ۷۳ | ۳-۴-۴- رشد نانو لوله‌های کربنی تک دیواره با یا بدون کمک آب     |
| ۷۳ | ۴-۴-۴- کنترل قطر و کایرالیته                                   |
| ۷۵ | ۵-۴- نتیجه‌گیری                                                |
| ۷۷ | فصل پنجم: مواد کربنی                                           |
| ۷۷ | ۱-۵- ملاحظه‌های کلی                                            |
| ۸۱ | ۲-۵- گرافیت                                                    |
| ۸۳ | ۳-۵- مواد گرافیتی                                              |
| ۸۵ | ۴-۵- پیمایش‌های گرافیتی                                        |
| ۸۶ | ۵-۵- فیبرها و الیاف کربن                                       |
| ۸۸ | ۶-۵- کربن شیشه‌ای                                              |
| ۹۰ | ۷-۵- تیرگی‌های کربن                                            |
| ۹۵ | ۸-۵- کربن پوشش داده شده با کربید                               |
| ۹۷ | ۹-۵- کاربن‌ها                                                  |
| ۹۹ | ۱۰-۵- کاربولیت‌ها                                              |

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۱۰۰ | ۱۱-۵- کربن آمورفوس                                 |
| ۱۰۲ | ۱۲-۵- کربن های متخلخل                              |
| ۱۰۴ | ۱۳-۵- کربن مایع                                    |
| ۱۰۵ | ۱۴-۵- ترکیبات تقویت گرافیتی                        |
| ۱۰۸ | ۱۵-۵- الماس                                        |
| ۱۱۱ | ۱۶-۵- دیگر مواد الماس                              |
| ۱۱۱ | ۱-۱۶-۵- فیلم های الماس ته نشین شده ی بخار شیمیایی  |
| ۱۱۲ | ۲-۱۶-۵- فیلم های کربن های الماس مانند              |
| ۱۱۳ | ۱۷-۵- مواد ول های هیدروکربن قفسه مانند و شبه الماس |

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۱۱۹ | فصل ششم: ساختار فولرن                              |
| ۱۱۹ | ۱-۶- ساختار C <sub>60</sub> و تئوری اوبلر          |
| ۱۲۶ | ۲-۶- ساختار C <sub>70</sub> و فعل های الایتر       |
| ۱۳۶ | ۳-۶- روش پرتو افکنی برای شدن فولرن ها              |
| ۱۴۰ | ۴-۶- رابطه ی بین لوله ها و فولرن ها                |
| ۱۴۴ | ۵-۶- مشاهده ی تجربی نانولوله های کربنی             |
| ۱۴۴ | ۱-۵-۶- مشاهده ی نانولوله های کربنی جاذب دیوارهای   |
| ۱۴۹ | ۲-۵-۶- مشاهده ی نانولوله های کربنی تک دیواره ای    |
| ۱۵۳ | ۳-۵-۶- شکل های کلاهی چسبیده به نانو لوله های کربنی |
| ۱۶۰ | ۴-۵-۶- نانو مخروط های کربن                         |
| ۱۶۶ | ۵-۵-۶- هم تراز ی نانولوله ها                       |
| ۱۶۷ | ۶-۶- مکانیسم رشد                                   |

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۱۷۳ | فصل هفتم: خواص نانولوله های کربنی دوبه شده                  |
| ۱۷۳ | ۱-۷- مقدمه                                                  |
| ۱۷۴ | ۲-۷- نانو لوله های دوبه شده ی (۱۰،۰)                        |
| ۱۷۴ | ۱-۲-۷- روش مدلسازی و مدل پایه ای نانو لوله ی (۱۰،۰)         |
| ۱۷۸ | ۲-۲-۷- دوبه شدن نانو لوله ی کربنی (۱۰،۰) توسط اتم بور       |
| ۱۸۰ | ۳-۲-۷- دوبه شدن نانو لوله ی کربنی (۱۰،۰) توسط اتم نیتروژن   |
| ۱۸۲ | ۴-۲-۷- دوبه شدن نانو لوله ی کربنی (۱۰،۰) توسط اتم آلومینیوم |

|     |                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۴ | ۵-۲-۷- دپوه شدن نانو لوله‌ی کربنی (۱۰،۰) توسط اتم فسفر             |
| ۱۸۶ | ۳-۷- خواص نانو لوله‌ی کربنی دپوه شده‌ی (۶،۵)                       |
| ۱۸۶ | ۱-۳-۷- مدل پایه‌ای نانولوله‌ی کربنی (۶،۵)                          |
| ۱۸۶ | ۲-۳-۷- نانولوله‌ی کربنی (۶،۵) دپوه شده با اتم بور                  |
| ۱۸۶ | ۳-۳-۷- نانولوله‌ی کربنی (۶،۵) دپوه شده با اتم نیتروژن              |
| ۱۸۶ | ۴-۳-۷- خواص نانو لوله‌ی کربنی (۶،۵) دپوه شده با اتم آلومینیوم      |
| ۱۸۶ | ۵-۳-۷- دپوه شدن یک نانولوله‌ی (۶،۵) با اتم فسفر                    |
| ۱۸۸ | ۴-۷- نانولوله‌ی کربنی دپوه شده‌ی (۶،۵) با اتم بور                  |
| ۱۹۰ | ۵-۷- نانولوله‌ی کربنی دپوه شده‌ی (۶،۵) با اتم نیتروژن              |
| ۱۹۳ | ۶-۷- خواص نانولوله‌ی کربنی (۶،۵) که با اتم آلومینیوم اعمال شده است |
| ۱۹۵ | ۷-۷- دپوه شدن یک نانولوله‌ی (۶،۵) با اتم فسفر                      |
| ۱۹۸ | ۸-۷- خلاصه فصل                                                     |

|     |                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۰۱ | فصل هشتم: وابستگی نانولوله‌ی کربنی به فلز-اهمیت کاربرد آن                      |
| ۲۰۱ | ۱-۸- مقدمه                                                                     |
| ۲۰۲ | ۲-۸- روش‌های محاسباتی                                                          |
| ۲۰۲ | ۱-۲-۸- محرک عملکرد پتانسیلی                                                    |
| ۲۰۵ | ۲-۲-۸- رسوب بخار فیزیکی بر روی نانولوله‌های کربنی دیواره که عمودی تراز شده‌اند |
| ۲۰۶ | ۳-۲-۸- پوشاندن نانولوله با فلز                                                 |
| ۲۰۷ | ۳-۸- نتایج و بحث                                                               |
| ۲۰۷ | ۱-۳-۸- رسوب بخار فیزیکی روی سطح نانولوله کربنی تک دیواره آرایش یافته صوت عمودی |
| ۲۱۰ | ۲-۳-۸- پوشاندن                                                                 |
| ۲۱۵ | ۳-۳-۸- خصوصیت‌های فیزیکی                                                       |
| ۲۱۷ | ۴-۸- نتیجه گیری                                                                |

|     |            |
|-----|------------|
| ۲۲۱ | References |
|-----|------------|

## مقدمه مولفین

فناوری‌های عام مجموعه چند فناوری هستند که با یک پشتوانه علمی مشترک کاربردهای مختلفی در صنایع گوناگون دارند. در قرن بیستم و بیست و یکم، شاهد توسعه سه فناوری عام مهم و کلیدی حالت جامد، علوم زیستی و نانو در دنیا هستیم. فناوری نانو یک فناوری عام بین‌رشته‌ای است که بر پایه روش‌های مشترک مبتنی بر شیمی، فیزیک و مهندسی در مقیاس کوچک، می‌تواند تقریباً در تمامی صنایع، خصوصاً در صنایع پزشکی، دارویی، هسته‌ای، بهداشت، الکترونیک، نودر، صنایع شیمیایی و... کاربردهای فراوان داشته باشد. نانو بر پایه فیزیک حالت جامد و کوانتوم توسعه پیدا می‌کند. هم‌اکنون، در اوایل دوره رشد این حوزه تخصصی قرار داریم و تحقیقات و مقالات فراوانی در این حوزه منتشر و پتنت‌های زیادی نیز ثبت می‌شوند، اما هنوز محصولات معدودی با ابعاد از این فناوری به بازار راه پیدا کرده‌اند. باید در دهه‌های آینده منتظر ورود گسترده‌ی محصولات نانو به بازار باشیم.

بیشترین تأثیر بر اجتماع مربوط به نانو در دهه‌ی ۲۰۵۰ میلادی پیش‌بینی می‌شود که محصولات مورد استفاده روزمره‌ی مردم به میزان ۷۰ درصد تحت تأثیر فناوری نانو تغییر خواهد کرد. نکته قابل توجه دیگر این است که فناوری نانو نیز به‌طور خاص خود را خواهد داشت. پیش‌بینی می‌شود که نانو از دهه‌ی ۲۰۶۰ وارد دوره‌ی زوال خواهد شد و فناوری عام دیگری که هم اکنون اطلاعات چندانی در مورد آن وجود ندارد، رشد خواهد کرد.

نانو نه یک ماده است نه یک جسم، فقط یک مقیاس است با تئوری بسیار بزرگ در زندگی انسان. نانومتر، به اندازه‌ی چیدن ۵ الی ۱۰ اتم در کنار یکدیگر است. مکعبی با ابعاد ۲/۵ نانومتر تقریباً ۱۰۰۰ اتم را شامل می‌شود. در ابعاد نانو اثرات کوانتومی قابل توجه هستند. در این مقیاس خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تک‌تک اتم‌ها، ملکول‌ها با خواص توده‌ی ماده متفاوت است. نانو ذرات در چنین مقیاسی موجب پیدایش دستاوردهای نوینی در علوم می‌شوند. امکان سنتز بلوک‌های ساختمانی نانو با اندازه و ترکیب کنترل شده و سپس چیدمان آن‌ها در ساختارهای بزرگ‌تر که دارای خواص و کارکرد منحصر به فرد باشند، انقلابی در مواد ایجاد می‌کند. محققین

قادر به ایجاد ساختارهایی از این دست از مواد خواهند شد که در طبیعت وجود نداشته و شیمی مرسوم نیز قادر به ایجاد آنها نبوده است.

با توجه به نوظهور بودن موضوع نانو، در کتاب حاضر تلاش کرده‌ایم مطالب جدیدی در خصوص برخی از نانوسیستم‌ها، عمدتاً از منظر شیمی ارائه کنیم. این کتاب برای دانشجویان دوره کارشناسی نانوشیمی نوشته شده است و با علم بر کمبودها و کاستی‌های غیر قابل انکار آن، پیشنهادات و انتقادات خوانندگان محترم را با اشتیاق پذیرا می‌باشیم.

حسین شیرانی

فرهاد غلام پور

بهار ۱۳۹۸

www.ketab.ir