



# دانش و فناوری نانو کامپوزیت

Nanocomposite Science and Technology

تألیف

پی. ام. آجایان

ال. اس. اسکادر

پی. وی. براون

P. M. Ajayan, L. S. Schadler, P. V. Braun

مترجمین

دکتر سید حسن زوار موسوی

دکتر زهره دهاقین

سرشناسه : آجایان، پولیکل ام. (Ajayan, P. M. (Pulickel M

عنوان و نام پدیدآور : دانش و تکنولوژی نانو کامپوزیت / تألیف پی.ام. آجایان، ال.اس. اسکادلر - پی.وی. براون؛ مترجمین سیدحسن زوارموسوی، زهره دهاقین،

مشخصات نشر : تهران: جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری : ۳۱۵ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۴۷۹-۱۱۵-۴ : ۲۰۰۰۰۰ ریال.

فیبیا

عنوان اصلی: Nanocomposite science and technology, c2003.

یادداشت : کتاب حاضر با عناوین "علم و تکنولوژی نانو کامپوزیت" و "نانو کامپوزیت‌ها: علم و فناوری" توسط مترجمان و ناشران متفاوت در سال‌های مختلف منتشر شده است.

عنوان دیگر : علم و تکنولوژی نانو کامپوزیت.

عنوان دیگر : نانو کامپوزیت‌ها: علم و فناوری.

موضوع : مواد چندسازه

Composite materials : موضوع

مواد نانو ساختار : موضوع

Nanostructured materials : موضوع

نانو تکنولوژی : موضوع

Nanotechnology : موضوع

شناخته افزوده : اسکادلر، ال.اس. (Linda S. (Schadler, L. S.

شناخته افزوده : براون، پی.وی. (Paul V. (Braun, P. V.

شناخته افزوده : دهاقین، زهره - مترجم

شناخته افزوده : زوارموسوی، سیدحسن - مترجم

شناخته افزوده : جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی

رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۷ ج ۹۴۳ / ۱۸۹ / ۱۸۹

رده بندی دیویی : ۶۲۰ / ۱۱۸

شماره کتابشناسی ملی : ۵۳۲۷۳۵۶



شهر شهید بهشتی

عنوان: دانش و تکنولوژی نانو کامپوزیت

تألیف: پی.ام. آجایان - ال.اس. اسکادلر - پی.وی. براون

ترجمه: دکتر سید حسن زوار موسوی - دکتر زهره دهاقین

ناشر: جهاد دانشگاهی شهید بهشتی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۷

قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۷۹-۱۱۵-۴

مرکز پخش و توزیع:

اوین - دانشگاه شهید بهشتی - جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی معاونت فرهنگی مرکز انتشارات

تلفن: ۲۹۹۰۳۱۷۲

کلیه حقوق این اثر متعلق به جهاد دانشگاهی شهید بهشتی می‌باشد.

هرگونه چاپ و تکثیر کل یا قسمتی از محتویات اثر به هر صورت اعم از فتوکپی، برداشت به صورت دست نویس و غیره بدون اجازه کتبی از ناشر ممنوع است و متخلفان به موجب قانون حمایت از ناشران تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۶   | سخن مترجمین .....                                                            |
| ۷   | پیشگفتار .....                                                               |
| ۹   | ۱- نانو کامپوزیت های فلزی بالک و سرامیک .....                                |
| ۹   | ۱-۱ مقدمه .....                                                              |
| ۱۱  | ۱-۲ نانو کامپوزیت های سرامیک فلز .....                                       |
| ۱۵  | ۱-۲-۱ نانو کامپوزیت ها توسط آلیاژ مکانیکی .....                              |
| ۱۷  | ۱-۲-۲ نانو کامپوزیت ها از سنتز سل-ژل .....                                   |
| ۲۲  | ۱-۳-۱ نانو کامپوزیت ها توسط سنتز پاشش گرمایی .....                           |
| ۲۶  | ۱-۳-۲ نانو کامپوزیت های فلزی ماتریس .....                                    |
| ۳۱  | ۱-۴ نانو کامپوزیت های سرامیک توده برای ویژگی های مکانیکی مطلوب .....         |
| ۳۷  | ۱-۵ نانو کامپوزیت های لایه ای: چند لایه ای و لایه های دانه ای .....          |
| ۳۹  | ۱-۶ نانو کامپوزیت ها برای پوشش های سخت .....                                 |
| ۴۸  | ۱-۷ نانو کامپوزیت ها بر پایه ولوله های کربنی .....                           |
| ۵۲  | ۱-۸ نانو کامپوزیت های کاربردی با بعد کم .....                                |
| ۵۴  | ۱-۸-۱ نانو سیستم های کامپوزیتی کپسوله شده .....                              |
| ۶۵  | ۱-۸-۲ کاربرد سیم (رشته) های نانو کامپوزیت .....                              |
| ۶۶  | ۱-۸-۳ کاربردهای ذرات نانو کامپوزیت .....                                     |
| ۶۸  | ۱-۹ نانو کامپوزیت های معدنی برای کاربردهای اپتیک .....                       |
| ۷۲  | ۱-۱۰ نانو کامپوزیت های معدنی برای کاربردهای الکتریکی .....                   |
| ۷۳  | ۱-۱۱ اثرات پرکولاسیون و پدیده انتقال در سیستم های کامپوزیت .....             |
| ۷۶  | ۱-۱۲ ساختمان ها و غشاهای نانومتخلخل: نانو کامپوزیت های دیگر .....            |
| ۸۲  | ۱-۱۳ نانو کامپوزیت ها برای کاربردهای مغناطیسی .....                          |
| ۸۲  | ۱-۱۳-۱ نانو کامپوزیت های مغناطیسی با ذرات پراکنده شده .....                  |
| ۸۴  | ۱-۱۳-۲ نانو کامپوزیت های چند لایه ای مغناطیسی .....                          |
| ۸۵  | ۱-۱۳-۳ میکروساختار و پایداری گرمایی نانو کامپوزیت های مغناطیسی لایه ای ..... |
| ۸۷  | ۱-۱۳-۴ مواد واسطه .....                                                      |
| ۹۲  | ۱-۱۴ ساختارهای نانو کامپوزیت دارای ویژگی های متفرقه .....                    |
| ۹۹  | ۱-۱۵ نتایج بدست آمده از نانو کامپوزیت های فلز سرامیک .....                   |
| ۱۰۰ | مراجع .....                                                                  |
| ۱۱۳ | ۲- نانو کامپوزیت های بر پایه پلیمر و پر شده با پلیمر .....                   |
| ۱۱۳ | ۲-۱ مقدمه .....                                                              |
| ۱۱۸ | ۲-۲ پرکننده های مقیاس نانو .....                                             |
| ۱۱۸ | ۲-۲-۱ پرکننده های نانوالیاف یا نانولوله .....                                |

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۱۱۸ | ۱-۱-۲-۲- نانولوله های کربن                            |
| ۱۲۵ | ۲-۱-۲-۲- فراوری نانولوله                              |
| ۱۲۸ | ۳-۱-۲-۲- خلوص                                         |
| ۱۳۰ | ۴-۱-۲-۲- نانولوله های دیگر                            |
| ۱۳۱ | ۲-۲-۲- نانوپرکننده های شبیه بشقاب                     |
| ۱۳۵ | ۳-۲-۲- پرکننده نانوذرات محوری                         |
| ۱۳۹ | ۳-۲- ناحیه بین پرکننده معدنی- پلیمر                   |
| ۱۴۵ | ۴-۲- فراوری نانوکامپوزیت های پلیمر                    |
| ۱۴۶ | ۱-۴-۲- کامپوزیت های نانولوله/پلیمر                    |
| ۱۴۹ | ۲-۴-۲- فراوری کامپوزیت پرکننده-پلیمر لایه ای          |
| ۱۵۴ | ۱-۲-۴-۲- ماتریس های پلی آمید                          |
| ۱۵۴ | ۲-۲-۴-۲- ماتریس های پلی ائید                          |
| ۱۵۶ | ۳-۲-۴-۲- ماتریس های پلی پروپیلن و پلی اتیلن           |
| ۱۵۶ | ۴-۲-۴-۲- ماتریس های کریستالین                         |
| ۱۵۶ | ۵-۲-۴-۲- ماتریس های پلی سیلیکون/پلی استایرن           |
| ۱۵۷ | ۶-۲-۴-۲- ماتریس های اپوکسی و پلی رتان                 |
| ۱۵۸ | ۷-۲-۴-۲- ماتریس های پلی اکریلات                       |
| ۱۵۹ | ۸-۲-۴-۲- ماتریس های رابر                              |
| ۱۵۹ | ۹-۲-۴-۲- سایر                                         |
| ۱۶۰ | ۳-۴-۲- فراوری کامپوزیت نانوذره/پلیمر                  |
| ۱۶۰ | ۱-۳-۴-۲- اختلاط مستقیم                                |
| ۱۶۱ | ۲-۳-۴-۲- اختلاط محلول                                 |
| ۱۶۱ | ۳-۳-۴-۲- پلیمریزاسیون درجا                            |
| ۱۶۱ | ۴-۳-۴-۲- فراوری ذره درجا - کامپوزیت های سرامیک/پلیمر  |
| ۱۶۴ | ۵-۳-۴-۲- فراوری ذره درجا - نانوکامپوزیت های فلز/پلیمر |
| ۱۶۷ | ۴-۴-۲- اصلاح فصل مشترک                                |
| ۱۶۷ | ۱-۴-۴-۲- اصلاح نانولوله ها                            |
| ۱۷۰ | ۲-۴-۴-۲- اصلاح نانوذرات هم محور                       |
| ۱۷۰ | ۳-۴-۴-۲- اتصال مولکول کوچک                            |
| ۱۷۱ | ۴-۴-۴-۲- پوشش های پلیمر                               |
| ۱۷۳ | ۵-۴-۴-۲- پوشش های معدنی                               |
| ۱۷۴ | ۵-۲- ویژگی های کامپوزیت ها                            |
| ۱۷۴ | ۱-۵-۲- ویژگی های مکانیکی                              |
| ۱۷۴ | ۱-۱-۵-۲- مدول و سازگاری حمل بار نانوپرکننده ها        |
| ۱۸۱ | ۲-۱-۵-۲- شکست فشار و برش - سختی                       |
| ۱۸۷ | ۳-۱-۵-۲- انتقال شیشه و رفتار سستی                     |

|     |                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۸ | ۲-۵-۱-۴- سایش و مقاومت پوشش                                                                     |
| ۱۸۹ | ۲-۵-۲- نفوذپذیری                                                                                |
| ۱۹۲ | ۲-۵-۳- پایداری ابعادی                                                                           |
| ۱۹۴ | ۲-۵-۴- پایداری حرارتی و قابلیت اشتعال                                                           |
| ۱۹۶ | ۲-۵-۵- ویژگی های الکتریکی و نوری                                                                |
| ۱۹۷ | ۲-۵-۵-۱- مقاومت، نفوذ پذیری و قدرت تجزیه                                                        |
| ۱۹۸ | ۲-۵-۵-۲- شفافیت نوری                                                                            |
| ۲۰۰ | ۲-۵-۵-۳- کنترل شاخص انکسار                                                                      |
| ۲۰۰ | ۲-۵-۵-۴- دستگاه های گسیل کننده ی نور                                                            |
| ۲۰۱ | ۲-۵-۵-۵- فعال، های نوری دیگر                                                                    |
| ۲۰۳ | ۲-۶- خلاصه                                                                                      |
| ۲۰۴ | مراجع                                                                                           |
| ۲۲۵ | ۳- نانوکامپوزیت های زیستی، نانوکامپوزیت های زیستی جهشی و نانوکامپوزیت های تاثیر یافته بیولوژیکی |
| ۲۲۵ | ۳-۱- مقدمه                                                                                      |
| ۲۲۷ | ۳-۲- مواد نانوکامپوزیتی                                                                         |
| ۲۲۹ | ۳-۲-۱- نانوکامپوزیت های سنتزی بیولوژیکی                                                         |
| ۲۳۰ | ۳-۲-۲- نانوساختارهای سنتزی شده بیولوژیک                                                         |
| ۲۳۶ | ۳-۳- تولید نانوکامپوزیتهای مصنوعی به روش زیستی                                                  |
| ۲۳۶ | ۳-۳-۱- تشکیل نانو ساختار پروتئین پایه                                                           |
| ۲۳۹ | ۳-۳-۲- تشکیل نانوساختار الگو DNA                                                                |
| ۲۴۱ | ۳-۳-۳- قراردادی پروتئین                                                                         |
| ۲۴۳ | ۳-۴- نانوکامپوزیت های تاثیر یافته بیولوژیکی                                                     |
| ۲۵۱ | ۳-۴-۱- نمونه بندی کریستال مایع لیتولیفیک                                                        |
| ۲۷۲ | ۳-۴-۲- قالب بندی کریستال- مایع لایه های نازک                                                    |
| ۲۷۳ | ۳-۴-۳- قالب بندی کوپلیمر قطعه ای                                                                |
| ۲۷۵ | ۳-۴-۴- قالب بندی کلونیدی                                                                        |
| ۲۹۱ | ۳-۵- خلاصه                                                                                      |
| ۲۹۲ | مراجع                                                                                           |
| ۳۰۵ | ۴- مدل سازی نانوکامپوزیت ها                                                                     |
| ۳۰۵ | ۴-۱- مقدمه- نیاز به مدل سازی                                                                    |
| ۳۰۶ | ۴-۲- چارچوب مفهومی کنونی                                                                        |
| ۳۰۷ | ۴-۳- مدل سازی چند مقیاسی                                                                        |
| ۳۱۰ | ۴-۴- جنبه های چند فیزیک                                                                         |
| ۳۱۲ | ۴-۵- اعتبار بخشی                                                                                |
| ۳۱۳ | مراجع                                                                                           |

امروزه نانوکامپوزیت ها در زمینه های مختلف تحقیقات بنیادی و کاربردی و همچنین صنعت از جایگاه ویژه ای برخوردار هستند. این ترکیبات در حوزه های کاربردی متعددی از جمله نانو، پلیمر، پزشکی، الکترونیک، صنایع و ... به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند و انقلابی در این حوزه ها با تولید نانوکامپوزیت هایی با خواص منحصر به فرد بوجود آورده اند. در زمینه خواص نانوکامپوزیت ها و کاربرد های آن ها مقالات متعددی در طی سالیان گذشته انتشار یافته است و تعداد آن ها روز به روز در حال گسترش است، که نشانگر رشد فزاینده ی نانوکامپوزیت ها در میان شاخه های مختلف علوم و از جمله شیمی می باشد.

کتابی که پیش رو دارید، برگردانی از کتاب Nanocomposite Science and Technology نوشته آقایان بی. ام. آجاریان، ال. اس. اسکادر و بی. وی. براون می باشد که با حفظ امانتداری تهیه گردیده است. مطالعه کتاب حاضر به اساتید و دانش پژوهان و دانشجویان رشته های مختلف علوم تجربی، مهندسی پزشکی و ... می توصیه می گردد و امید است که مطالعه کنندگان با مطالعه این کتاب به اطلاعات مفید و ارزشمندی در حوزه نانوکامپوزیت ها دست یابند. در این کتاب سعی شده است که مطالب با ترجمه ای دقیق و در عین حال روان، همراه با تاکید بسیار زیاد بر روی اصل امانت داری و حفظ محتوای مطالب انجام شود، با این وجه به هیچ وجه معتقد نیستیم که ترجمه حاضر خالی از عیب و نقص است. بسیار سپاسگذار خواهیم بود که اساتید، دانش پژوهان و دانشجویان گرامی با یادآوری نقاط ضعف و اشتباهات احتمالی، ما را در اصلاح سبک و طرز چاپ های بعدی یاری نمایند.

در پایان بر خود لازم میدانیم که از تمامی دوستان و دوستان که در کلیه مراحل ترجمه، بازبینی و ویرایش کتاب همکاری نموده اند تشکر و قدر دانی نماییم. همچنین از هیأت کلیه پرسنل محترم چاپخانه جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی که با حوصله و دقت تمام در به انجام رسیدن فرآیند چاپ تلاش نموده اند، صمیمانه تشکر می نمایم.

سید حسن زوار، نویسنده، زهره دهاقین