

علم و مهندسی مواد پیشرفته هوشمند و نانوساختار

جلد ۱
مواد نانوساختار

مؤلفان

پروفسور علی شکوه‌فر
مهندس میلاد سبزه‌پرور
مهندس فاطمه کیانی

سرشناسه	: شکوه‌فر، علی، ۱۳۳۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: علم و مهندسی مواد پیشرفته هوشمند و نانوساختار
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۳-
مشخصات ظاهری	: ج. ۱: مصور، جدول، نمودار
شابک	: 978-600-6383-92-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: نمایه .
مندرجات	: ج. ۱. مواد نانوساختار
شناسه افزوده	: سبزه پرور، میلاد، ۱۳۶۸-
شناسه افزوده	: کیانی، فاطمه، ۱۳۶۹-
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. انتشارات
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۶۸۹۷۸

ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  <http://publication.kntu.ac.ir>

نام کتاب: علم و مهندسی مواد پیشرفته هوشمند و نانوساختار جلد ۱: مواد نانوساختار

تألیف: دکتر علی شکوه فر عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی

خواجه نصیرالدین طوسی، میلاد سبزه پرور، فاطمه کیانی

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۳

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۲۱۰۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۷۸

ISBN: 978- 600-6383-92-7

شابک: ۹۷۸- ۶۰۰-۶۳۸۳-۹۲-۷

صحافی: گرنامی

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر (عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد، روبروی

ساختمان اسکان (۰۲۱-۸۸۷۷۲۲۷۷)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

به نام خدا

فهرست مطالب

ک	پیشگفتار.....
۱	فصل ۱ معرفی مواد پیرزفته.....
۱-۱	۱-۱- مقدمه.....
۲	۲-۱- علم و مهندسی مواد.....
۳	۳-۱- دسته‌بندی مواد.....
۵	۱-۳-۱- فلزات.....
۵	۲-۳-۱- سرامیک‌ها.....
۹	۳-۳-۱- پلیمرها.....
۱۰	۴-۳-۱- مواد مرکب.....
۱۰	۴-۱- مواد پیشرفته.....
۱۳	۱-۴-۱- مواد نیمه‌رسانا.....
۱۴	۲-۴-۱- بیومواد.....
۱۸	۳-۴-۱- نانومواد: موادی برای آینده.....
۲۱	۴-۴-۱- نانوکامپوزیت‌ها.....
۲۷	۱-۴-۴-۱- نانوکامپوزیت‌های زمینه پلیمری.....
۲۸	۲-۴-۴-۱- نانوکامپوزیت‌های زمینه فلزی.....
۳۷	۳-۴-۴-۱- نانوکامپوزیت‌های زمینه سرامیکی.....
۳۹	۵-۴-۱- فرامواد.....
۴۱	۶-۴-۱- مواد زیست‌الهام‌گرفته یا زیست‌تقلید شده.....
۴۳	۷-۴-۱- مواد هوشمند: موادی برای آینده.....
۴۵	

۵۱	مسائل
۵۲	مراجع
۵۵	فصل ۲ مبانی مواد نانوساختار
۵۶	۱-۲- مقدمه
۵۶	۲-۲- تعریف و دسته‌بندی نانومواد
۵۹	۳-۲- اثرات اندازه بر خصوصیات ماده
۶۰	۲-۳-۲- نسبت سطح به حجم
۶۴	۲-۳-۲- اعداد جادویی
۶۸	۳-۳-۲- انحنا سطح
۷۴	۴-۳-۲- شبکه
۷۶	۵-۳-۲- نمودار مواد نانوساختار
۷۷	۶-۳-۲- مفید شدن کربن
۷۸	۷-۳-۲- اثرات کربن
۸۱	۴-۲- نانوکاتالیزورها
۸۳	مسائل
۸۸	مراجع
۹۱	فصل ۳ خواص مواد نانوساختار
۹۲	۱-۳- مقدمه
۹۳	۲-۳- خواص مکانیکی
۹۳	۱-۲-۳- نانوپراکنندگی‌ها
۱۰۰	۲-۲-۳- جامدات نانوکریستالی
۱۰۸	۳-۲-۳- نانولمینیت‌ها (نانوکامپوزیت‌های لایه‌ای)
۱۱۰	۴-۲-۳- مواد آمورف
۱۱۵	۳-۳- خواص حرارتی نانومواد
۱۱۵	۱-۳-۳- نقطه ذوب
۱۱۸	۲-۳-۳- انتقال حرارت
۱۲۲	۴-۳- خواص الکتریکی
۱۲۶	۵-۳- خواص مغناطیسی
۱۳۱	۶-۳- خواص نوری
۱۳۸	۷-۳- خواص صوتی
۱۳۹	۸-۳- خواص شیمیایی
۱۴۱	مسائل

۱۴۳.....	مراجع
۱۴۷.....	فصل ۴ سنتز مواد نانوساختار
۱۴۸.....	۴-۱- مقدمه
۱۴۸.....	۴-۲- روش‌های ساخت نانوذرات صفر بعدی
۱۴۹.....	۴-۲-۱- چگالش گاز خنثی
۱۵۰.....	۴-۲-۲- انبساط گاز خنثی
۱۵۱.....	۴-۲-۳- روش تخلیه الکتریکی
۱۵۴.....	۴-۲-۴- فرآیند صوتی-شیمیایی (سونوکمیکال)
۱۵۶.....	۴-۲-۵- رسوب‌دهی سل-زل
۱۵۸.....	۴-۲-۶- خودآرایی مولکولی
۱۶۰.....	۴-۳- روش‌های ساخت نانومواد یک‌بعدی و دو بعدی
۱۶۴.....	۴-۳-۱- رسوب‌دهی الکتریکی
۱۶۶.....	۴-۳-۲- رسوب فیزیکی بخار
۱۶۸.....	۴-۳-۳- رسوب شیمیایی بخار
۱۷۰.....	۴-۴- روش‌های ساخت نانومواد سه‌بعدی
۱۷۳.....	۴-۴-۱- فرآیندهای بالابردن
۱۷۳.....	۴-۴-۱-۱- انجماد سریع
۱۷۷.....	۴-۴-۱-۲- اکستروژن هم‌زاویه (فرایند ECA)
۱۷۸.....	۴-۴-۲- فرآیندهای میانی
۱۷۹.....	۴-۴-۲-۱- آسیاکاری و آلیاژسازی مکانیکی
۱۸۴.....	۴-۴-۲-۲- میکروماشینکاری
۱۸۵.....	۴-۴-۳- فرآیندهای پایین به بالا
۱۸۵.....	۴-۴-۳-۱- منسجم‌سازی نانوخوشه‌ها و پودرهای آسیا شده
۱۸۸.....	مسائل
۱۹۰.....	مراجع
۱۹۵.....	فصل ۵ مشخصه‌یابی مواد نانوساختار
۱۹۶.....	۵-۱- مقدمه
۱۹۶.....	۵-۲- روش‌های تصویرسازی
۱۹۶.....	۵-۲-۱- میکروسکوپ نوری میدان نزدیک روبشی (SNOM)
۱۹۷.....	۵-۲-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۱۹۸.....	۵-۲-۲-۱- اندرکنش یا تاثیر متقابل پرتو الکترونی و مواد
۲۰۰.....	۵-۲-۲-۲- تولید و کنترل پرتو الکترونی

۲۰۲.....	۳-۲-۲-۵- آشکارسازی پرتوهای ساطع شده
۲۰۳.....	۳-۲-۵- میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
۲۰۸.....	۴-۲-۵- میکروسکوپ الکترونی روبشی عبوری
۲۰۸.....	۵-۲-۵- میکروسکوپ یونی میدانی (FIM)
۲۱۰.....	۶-۲-۵- میکروسکوپ‌های پروبی روبشی (SPMs)
۲۱۲.....	۱-۶-۲-۵- تجهیزات
۲۱۳.....	۱-۱-۶-۲-۵- پروب و روبش‌گر
۲۱۵.....	۲-۱-۶-۲-۵- سیستم کنترل و عایق لرزشی
۲۱۶.....	۲-۶-۲-۵- میکروسکوپ تونلی روبشی
۲۱۶.....	۱-۲-۶-۲-۵- جریان تونلی
۲۲۰.....	۲-۶-۲-۵- انواع سوزن (پروپ) و محیط‌های کاری
۲۲۰.....	۲-۶-۲-۵- حالات (مدهای) کاری
۲۲۳.....	۳-۶-۲-۵- میکروسکوپ نیروی اتمی
۲۲۵.....	۱-۳-۶-۲-۵- نیروهای میدان نزدیک
۲۲۶.....	۱-۱-۳-۶-۲-۵- نیروهای کوتاه برد
۲۲۶.....	۲-۱-۳-۶-۲-۵- نیروهای وندروال
۲۲۶.....	۳-۱-۳-۶-۲-۵- نیروهای الکترواستاتیک
۲۲۷.....	۴-۱-۳-۶-۲-۵- نیروهای کاپیلاری
۲۲۷.....	۲-۳-۶-۲-۵- حسگرهای نیرو
۲۲۹.....	۳-۳-۶-۲-۵- حالات (مدهای) کاری
۲۳۰.....	۱-۳-۳-۶-۲-۵- حالت ارتفاع ثابت
۲۳۰.....	۲-۳-۳-۶-۲-۵- حالت نیروی ثابت
۲۳۱.....	۳-۳-۳-۶-۲-۵- حالت دینامیک
۲۳۲.....	۳-۵- روش‌های آنالیزی
۲۳۲.....	۱-۳-۵- طیف‌سنجی تفکیک انرژی (EDS)
۲۳۳.....	۲-۳-۵- طیف‌سنجی افت انرژی الکترون (EELS)
۲۳۵.....	۳-۳-۵- طیف‌سنجی مادون قرمز و رامان
۲۳۷.....	۴-۵- روش‌های پراشی
۲۴۱.....	مسائل
۲۴۲.....	مراجع
۲۴۳.....	فهرست راهنما

پیشگفتار

در قلب آنچه که با عنوان علم و مهندسی مواد با آن آشنا هستیم توسعه مواد از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. همان‌گونه که در دنیای صنعتی امروز مشهود است ملاحظه می‌نماییم که در طول چند دهه اخیر پیشرفت‌های زیادی در مسائل صنعتی و فناوری صورت گرفته است. اینگونه پیشرفت‌ها در سطح گسترده‌ای در صنایع و فناوری‌های مختلف از جمله صنایع الکترونیک، هوافضا، حمل و نقل، فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، فناوری‌های نوین و غیره به خوبی قابل ملاحظه و تشخیص می‌باشند.

از دیدگاه اغلب دانشمندان و صاحب‌نظران، شناسایی و توسعه مواد از عوامل تاثیرگذار در توسعه صنعتی و فناوری می‌باشند. واضح است که در موضوع صنعت و فناوری شناسایی مواد لازم بوده و از اهمیت زیادی برخوردار است ولی در این راستا تنها شناسایی مواد کافی نبوده، بلکه باید به توسعه مواد با هدف معرفی و ارائه مواد پیشرفته نیز بهای لازم داده شود.

شاید برای اغلب محققین و مهندسين گروه‌هایی از مواد به نام مواد هوشمند و نیز مواد نانوساختار بطور کامل شناخته شده نمی‌باشند. در حقیقت اینگونه مواد در وضعیت فعلی گروهی از مواد پیشرفته را تشکیل داده و توسعه آن‌ها دستیابی به مواد جدیدی به نام "مواد آینده" (*materials of the future*) را به دنبال خواهد داشت.

در متن و فصول مختلف این کتاب جزئیات بیشتری از آنچه که به نام مواد پیشرفته و هوشمند معرفی شده است بیان گردیده و خواننده پی خواهد برد که گروهی از مواد هستند که در راستای ایفای نقش بهتر در کاربردهای مختلف و پیچیده از خصوصیات ویژه‌ای برخوردار می‌باشند که باید مورد شناسایی و استفاده قرار گیرند.

بعلاوه در راستای استفاده بهینه از مواد موجود می‌توان مطابق اصل پذیرفته شده مهندسی مواد ریز و مولکولی به موضوع نانومواد در حوزه نانوفناوری پرداخت. درون آنچه که ما آن را نانوفناوری می‌نامیم فرد می‌تواند کوچکترین واحد سازنده متشکل از اتم‌ها و مولکول‌ها را در

راستای بدست آوردن بهترین خواص، کیفیت و ایفای نقش طراحی کرده و به صورت نانومواد به دنیای صنعت و فناوری معرفی نماید. در ادامه مباحث کتاب، مواد نانوساختار از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و جزئیات بیشتری از مکانیزم تشکیل، ساختارهای نانومتری، مواد نانوساختار، خواص و نقش این مواد در فناوری‌های نوین بیان گردیده است.

نهایتاً مواد هوشمند و نانوساختار از جنبه‌های مختلف بالاخص مباحث منطبق بر نتایج تحقیقاتی مؤلفین مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته و مؤکداً می‌توان گفت که مطالعه آن برای دانشجویان رشته‌های علوم کاربردی از جمله مهندسی مواد، مکانیک، برق و الکترونیک، شیمی، زیستی و حتی رشته‌های مختلف علوم و ... مفید بوده و نیز مرجع مناسبی برای مدرسين و اساتید این رشته‌ها محسوب می‌شود. بعلاوه به مقتضای موضوعی، کلیه محققین و علاقه‌مندان می‌توانند از مباحث این کتاب در زمینه‌های مختلف توسعه تحقیقات خود استفاده بهینه را داشته باشند.

علی شکوه‌فر

میلاد سبزه‌پرور

فاطمه کیانی

زمستان ۱۳۹۳