۵۹۱/۲۰۰۵
۲۰۰۲

بسم الله الرحمن الرحیم

علوم و فناوری نانو
با رویکرد آزمایشگاهی

نویسنده
دکتر جرارد ادی جای پوینرن
دانشگاه مرداک
پرت، استرالیا

مترجمان:
معصومه قاسمی
(عضو هیئت علمی دانشگاه خلیج فارس بوشهر)
روح‌الله خلیلی بروجنی

www.ketab.ir

سرشناسه	:	پوینرن، جرارد ادی جای Poinern, Gérrard Eddy Jai
عنوان و نام پدیدآور	:	علوم و فناوری نانو با رویکرد آزمایشگاهی/ نویسنده جرارد.ادی. جای پوینرن؛ مترجمان معصومه قاسمی، روح‌الله خلیلی‌بروجنی؛ ویراستاران سیدهدایت سجادی، روح‌اله شاکرنژاد.
مشخصات نشر	:	تهران : صفار، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۲۵۷ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	978-964-388-569-4
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: .A laboratory course in nanoscience and nanotechnology, [2015]
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	نانوتکنولوژی — کتاب‌های درسی
موضوع	:	Nanotechnology -- Textbooks
موضوع	:	نانوتکنولوژی — دستنامه‌های آزمایشگاهی
موضوع	:	Nanotechnology -- Laboratory manuals
شناسه افزوده	:	قاسمی، معصومه، ۱۳۶۲ -، مترجم
شناسه افزوده	:	خلیلی، روح‌الله، ۱۳۵۰ -، مترجم
رده بندی کنگره	:	T۱۷۴/۷
رده بندی دیویی	:	۶۲۰/۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۸۷۸۰۰۷

فهرست‌نویسی پیش از انتشار: انتشارات صفّار

نام کتاب	:	علوم و فناوری نانو با رویکرد آزمایشگاهی
نویسنده	:	دکتر جرارد ادی جای پوینرن، پرث، استرالیا
مترجمان	:	معصومه قاسمی- روح‌الله خلیلی بروجنی
ویراستاران	:	سیدهدایت سجادی- روح‌اله شاکرنژاد
طرح جلد	:	فرهاد کمالی
حروفچینی	:	معرفت
لیتوگرافی	:	گنج شایگان
چاپخانه	:	گنج شایگان
تیراژ	:	۲۲۰ نسخه
قیمت	:	۳۹۰۰۰۰ریال
نوبت چاپ	:	اول- پاییز ۱۳۹۸
ناشر	:	انتشارات صفّار
مرکز پخش	:	خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب- طبقه همکف
		انتشارات اشراقی ۶۶۴۰۸۴۸۷ تلفن: ۶۶۹۷۰۹۹۲
		خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب- طبقه زیرین
		پخش کتاب بینش ۶۶۴۹۶۲۹۹
		کتابفروشی صفا ۶۶۹۷۸۸۴۶

شابک : ۴-۵۶۹-۳۸۸-۹۶۴-۹۷۸
ISBN 978-964-388-569-4

www.saffarpublishing.com
www.Eshraghipubpub.com
Email: saffar_publishing@yahoo.com

SMS
۳۰۰۰۰۵۳۵۱

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مدیریت واحد تولید انتشارات صفار: ۰۹۱۲-۱۰۷۳۰۰۳

www.ketab.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۱۵
مقدمه	۱۹
فصل ۱: جهان نانو	۲۳
۱-۱ مقدمه	۲۳
۱-۲ فناوری نانو	۲۴
۱-۳ علوم نانو	۲۶
۱-۴ سیر بیولوژیکی طبیعت	۲۸
۱-۵ مثال‌هایی از نانومواد و نانوساختارهای موجود در طبیعت	۲۸
۱-۵-۱ نیش ماهی مرکب هومبولت (*Dosidicus gigas*)	۲۹
۱-۵-۲ ریشِ صدف (*Mytilus edulis*)	۳۰
۱-۵-۳ ویژگی‌های آبرآب‌گریزی مشاهده شده در برگ‌های برخی گیاهان	۳۳
۱-۶ مروری بر فصل‌ها	۳۴
منابع	۳۵
فصل ۲: نانو مواد و روش‌های سنتز آن‌ها	۳۷
۲-۱ مقدمه	۳۷
۲-۲ مواد در مقیاس نانومتری	۳۸
۲-۳ انواع مواد نانومتری	۴۱
۲-۳-۱ فلزات در مقیاس نانومتری	۴۲
۲-۳-۱-۱ نانوطلا	۴۲

www.ketab.ir

۲-۳-۱-۲ نانونقره ۴۴
۲-۳-۱-۳ نانومس ۴۵
۲-۳-۱-۴ نانوآهن ۴۵
۲-۳-۲ نانواکسیدهای فلزی ۴۵
۲-۳-۲-۱ اکسید آلومینیم ۴۶
۲-۳-۲-۲ دی اکسید تیتانیوم ۴۷
۲-۳-۲-۳ اکسید روی ۴۷
۲-۳-۲-۴ اکسیدهای آهن ۴۸
۲-۳-۳ نانوپلیمرها (نانوپلیمرها) ۴۸
۲-۴-۱ نقطه‌های کوانتومی ۵۰
۲-۳-۵ فولرین‌ها ۵۱
۲-۳-۵-۱ نانولوله‌های کربن ۵۳
۲-۳-۵-۲ گرافن ۵۵
۲-۴ سنتز مواد در مقیاس نانومتری ۵۵
۲-۴-۱ مقدمه ۵۵
۲-۴-۲ روش‌های بالا به پایین ۵۷
۲-۴-۲-۱ لیتوگرافی نوری ۵۷
۲-۴-۲-۲ رو نشست باریکه‌ی مولکولی ۵۸
۲-۴-۳ روش‌های پایین به بالا ۵۹
۲-۴-۳-۱ کلوئیدها ۵۹
۲-۴-۳-۲ سُل-ژل ۶۰
۲-۴-۳-۳ رسوب بخار و رسوب بخار شیمیایی ۶۱
۲-۴-۳-۴ کند و پاش ۶۱
۲-۴-۳-۵ کَند و سوزِ لیزری ۶۲
۲-۴-۳-۶ قالب‌های اکسید آلومینیوم آندی ۶۲
۲-۴-۳-۷ آذرکافت یا پیرولیز افشانه‌ای ۶۳
۲-۴-۳-۸ سنتز فراصوت ۶۴
۲-۴-۳-۹ سنتز مایکروویو ۶۴
منابع ۶۵

www.ketab.ir

فصل ۳: روش‌های مشخصه‌یابی برای مطالعه نانو مواد ۶۷
۳-۱ مقدمه ۶۷
۳-۲ میکروسکوپ الکترونی روبشی ۶۹
۳-۳ میکروسکوپ الکترونی عبوری ۷۳
۳-۴ میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی ۷۴
۳-۵ میکروسکوپ نیروی اتمی ۷۶
۳-۶ پراش اشعه ایکس ۸۱
۳-۷ طیف‌سنجی UV-VIS ۸۴
۳-۸کروماتوگرافی لایه نازک ۸۶
۳-۹ طیف‌سنجی مادون ۸۸
۳-۱۰ پراکندگی دینامیکی ۹۰
منابع ۹۲
فصل ۴: ایمنی آزمایشگاه و نگارش گزارش علمی ۹۳
۴-۱ مرور فصل ۹۳
۴-۲ مقدمه‌ای بر ایمنی آزمایشگاهی ۹۴
۴-۲-۱ عملیات خوب آزمایشگاهی ۹۴
۴-۲-۲ آماده‌سازی ۹۶
۴-۲-۳ لباس‌های محافظ ۹۷
۴-۲-۴ محافظت از چشم ۹۸
۴-۲-۵ خطرات آزمایشگاهی ۹۹
۴-۲-۵-۱ خطر مواد شیمیایی ۹۹
۴-۲-۵-۲ خطرات ابزار شیشه‌ای ۱۰۰
۴-۲-۵-۳ نور لیزر ۱۰۰
۴-۲-۵-۴ خطرات آتش ۱۰۱
۴-۲-۶ برچسب‌گذاری خطر: انجمن ملی حفاظت در برابر آتش ۱۰۲
۴-۲-۷ خلاصه‌ای از قوانین ایمنی مهم ۱۰۴
۴-۲-۸ ایمنی در آزمایشگاه‌های آموزشی ۱۰۵
۴-۲-۹ روش‌های تخلیه ۱۰۶

www.ketab.ir

۴-۳ گزارش‌نویسی علمی ۱۰۷
۴-۳-۱ معرفی ۱۰۷
۴-۳-۲ شروع به کار ۱۰۸
۴-۳-۳ قالب گزارش ۱۱۰
۴-۳-۳-۱ چکیده ۱۱۰
۴-۳-۳-۲ مقدمه ۱۱۰
۴-۳-۳-۳ مواد لازم و مراحل آزمایش ۱۱۰
۴-۳-۳-۴ نتایج ۱۱۱
۴-۳-۳-۵ بحث و بررسی ۱۱۱
۴-۳-۳-۶ نتیجه‌گیری ۱۱۲
۴-۳-۳-۷ مراجع ۱۱۲
۴-۳-۴ کلام آخر ۱۱۴
منابع ۱۱۴

فصل ۵: آزمایشگاه‌های نانوفناوری ۱۱۵

۵-۱ سنتز نانو ذرات طلا با یک روش شیمیایی مرطوب ۱۱۵
۵-۱-۱ هدف ۱۱۵
۵-۱-۲ مقدمه ۱۱۵
۵-۱-۳ مفاهیم کلیدی ۱۱۸
۵-۱-۴ بخش تجربی ۱۱۹
۵-۱-۴-۱ واکنش‌گرها/ مواد ۱۱۹
۵-۱-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۱۱۹
۵-۱-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۱۹
۵-۱-۶ مراحل انجام آزمایش: تهیه نانوذرات طلا با روش شیمیایی مرطوب ۱۲۰
۵-۱-۶-۱ بخش I : نانوذره‌های متراکم طلا با سیترات سدیم ۱۲۰
۵-۱-۶-۲ بخش II : نانوذره‌های متراکم طلا بدون سیترات سدیم ۱۲۱
۵-۱-۶-۲بخش II : نانوذره‌های متراکم طلا بدون سیترات سدیم ۱۲۱
۵-۱-۶-۳ بخش *III* : نانوذره‌های رقیق طلا با سیترات سدیم ۱۲۲
۵-۱-۶-۴ بخش IV : نانوذره‌های رقیق طلا بدون سیترات سدیم ۱۲۳

www.ketab.ir

۵-۱-۷ مشخصه‌یابی نانوذرات طلا ۱۲۴
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۲۵
۵-۲ بیوسنتز نانوذره‌های نقره سازگار با محیط‌زیست ۱۲۶
۵-۲-۱ هدف ۱۲۶
۵-۲-۲ مقدمه ۱۲۶
۵-۲-۳ مفاهیم کلیدی ۱۲۸
۵-۲-۴ بخش تجربی ۱۲۸
۵-۲-۴-۱ مواد اولیه/ واکنشگرها ۱۲۸
۵-۲-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۱۲۹
۵-۲-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۲۹
۵-۲-۶ مراحل انجام آزمایش ۱۳۰
۵-۲-۶-۱ بخش I : بیوسنتز نانوذره‌های نقره با استفاده از عصاره برگ یا گیاه ... ۱۳۱
۵-۲-۶-۱ بخش I : بیوسنتز نانوذره‌های نقره با استفاده از عصاره برگ یا گیاه ... ۱۳۱
۵-۲-۶-۲ بخش II : بیوسنتز نانوذره‌های نقره با استفاده از چای سبز ۱۳۳
۵-۲-۶-۲ بخش II : بیوسنتز نانوذره‌های نقره با استفاده از چای سبز ۱۳۳
۵-۲-۷ مشخصه‌یابی نانوذره‌های نقره ۱۳۴
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۳۵
۵-۳ سنتز نانوذره‌های سولفید روی از روش میسل (روابط معکوس ۱۳۶
۵-۳-۱ هدف ۱۳۶
۵-۳-۲ مقدمه ۱۳۶
۵-۳-۳ مفاهیم کلیدی ۱۳۹
۵-۳-۴ بخش تجربی ۱۳۹
۵-۳-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۱۳۹
۵-۳-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/تجهیزات ۱۴۰
۵-۳-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۴۰
۵-۳-۶ مراحل: سنتز نانوبلورهای سولفید روی از طریق روش میسل معکوس ۱۴۰
۵-۳-۶-۱ بخش I : آماده‌سازی دوغاب فاز روغنی اولیه ۱۴۱
۵-۳-۶-۲ بخش II : آماده‌سازی قسمت‌های محلول ۱۴۲
۵-۳-۶-۳ بخش III : تهیه نانوبلورهای ZnS غلیظ ۱۴۳

www.ketab.ir

۵-۳-۶-۳ بخش *III* : تهیه نانوبلورهای ZnS غلیظ ۱۴۳
۵-۳-۶-۴ بخش *IV* : تهیه نانوبلورهای ZnS رقیق ۱۴۴
۵-۳-۷ مشخصه‌یابی نانوبلورهای سولفید روی ۱۴۵
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۴۵
۵-۴ سنتز نانوذره‌های فلوئورسان کربن از دودهٔ شمع ۱۴۶
۵-۴-۱ هدف ۱۴۶
۵-۴-۲ مقدمه ۱۴۶
۵-۴-۳ مفاهیم کلیدی ۱۴۸
۵-۴-۴ بخش تجربی ۱۴۸
۵-۴-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۱۴۸
۵-۴-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۱۴۸
۵-۴-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۴۹
۵-۴-۶ مراحل انجام ۱۴۹
۵-۴-۶-۱ بخش I : سنتز نانوذره‌های فلوئورسان از دوده شمع ۱۵۰
۵-۴-۶-۱ بخش *I* : سنتز نانوذره‌های کربنی فلوئورسان از دوده شمع ۱۵۰
۵-۴-۶-۲ بخش II : تفکیک نانوذره‌های کربن فلوئورسان با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک ۱۵۲
۵-۴-۷ مشخصه‌یابی نانوذره‌های کربنی ۱۵۳
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۵۴
۵-۵ سنتز نانومیله‌های اکسید روی یک روش مایکروویو ۱۵۵
۵-۵-۱ هدف ۱۵۵
۵-۵-۲ مقدمه ۱۵۵
۵-۵-۳ مفاهیم کلیدی ۱۵۶
۵-۵-۴ بخش تجربی ۱۵۶
۵-۵-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۱۵۶
۵-۵-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۱۵۷
۵-۵-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۵۷
۵-۵-۶ مراحل انجام آزمایش: تهیه نانومیله‌های ZnO با روش مایکروویوی ۱۵۷
۵-۵-۶-۱ بخش *I*: آماده‌سازی محلول‌های ZnO ۱۵۹

www.ketab.ir

۵-۵-۶-۲ بخش *II*: تفکیک نانوذره‌های کربن فلوئورسان با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک ۱۶۱
۵-۵-۶-۳ بخش *III* : مشاهده نانومیله‌های ZnO با نور فرابنفش و میکروسکوپ نور ۱۶۳
۵-۵-۷ مشخصه‌یابی نانومیله‌های اکسید روی ۱۶۴
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۶۴
۵-۶ سنتز نانوذره‌های دوفلزی با روش‌های شیمیایی مرطوب ۱۶۵
۵-۶-۱ هدف ۱۶۵
۵-۶-۲ مقدمه ۱۶۵
۵-۶-۳ مفاهیم کلیدی ۱۶۶
۵-۶-۴ بخش تجربی ۱۶۷
۵-۶-۴-۱ مواد و دستگاه‌ها ۱۶۷
۵-۶-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۱۶۷
۵-۶-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی و حرفه ۱۶۷
۵-۶-۶ مراحل: سنتز نانوذره‌های دوفلزی آهن- طلا و آهن- نقره به روش شیمیایی مرطوب ۱۶۸
۵-۶-۶-۱ بخش *I* : تفکیک نانوذره‌های دوفلزی آهن- طلا توسط عامل پوشش دهنده ۱۶۹
۵-۶-۶-۲ بخش *II* : تفکیک نانوذره‌های دو فلزی آهن- نقره توسط عامل پوشش دهنده ۱۷۱
۵-۶-۶-۲ بخش I : سنتز نانوذره‌های دوفلزی آهن- نقره توسط عامل پوشش‌دهنده ۱۷۱
۵-۶-۷ مشخصه‌یابی نانوذره‌های دوفلزی آهن- طلا و آهن- نقره ۱۷۲
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۷۲
۵-۷ سنتز نانوذره‌های پلیمری با استفاده از نسخهٔ اصلاح‌شدهٔ روش پخش حلال امولسیون‌سازی خودبه‌خودی ۱۷۳
۵-۷-۱ هدف ۱۷۳
۵-۷-۲ مقدمه ۱۷۳
۵-۷-۳ مفاهیم کلیدی ۱۷۵

www.ketab.ir

۵-۷-۴ بخش تجربی ۱۷۵
۵-۷-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۱۷۵
۵-۷-۴-۲ تجهیزات/ ظروف شیشه‌ای ۱۷۶
۵-۷-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۷۶
۵-۷-۶ مراحل: سنتز نانوذره‌های PLGA با یک نسخه اصلاح‌شده از روش پخش حلال امولوسیون‌سازی خودبه‌خودی ۱۷۶
۵-۷-۶-۱ بخش *I* : تهیه محلول پلیمری (PLGA) ۱۷۷
۵-۷-۶-۲ بخش *II* : تهیه سورفاکتانت (الکل پلی‌وینیل) ۱۷۸
۵-۷-۶-۳ بخش *III* : تهیه نانوذرات PLGA ۱۷۸
۵-۷-۷ مشخصه‌یابی نانوذرات پلیمری ۱۷۹
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۷۹
۵-۸ نانو کالبدشناسی: آنالیز اثر انگشت، قدمی به سمت جهان نانو ۱۸۰
۵-۸-۱ هدف ۱۸۰
۵-۸-۲ مقدمه ۱۸۰
۵-۸-۳ مفاهیم کلیدی ۱۸۳
۵-۸-۴ بخش تجربی ۱۸۳
۵-۸-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۱۸۳
۵-۸-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۱۸۳
۵-۸-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۸۴
۵-۸-۶ روش کار ۱۸۴
۵-۸-۶-۱بخش *I* : تهیه اسلایدهای اثرانگشت ۱۸۴
۵-۸-۶-۲ بخش *II* : تهیه اثرانگشت تونر کربنی ۱۸۵
۵-۸-۶-۳ بخش *III* : آماده‌سازی برای فرایند بخار دادن اثرانگشت با سوپرگلو ... ۱۸۶
۵-۸-۷ مشخصه‌یابی آنالیز اثرانگشت ۱۸۷
منابع برای مطالعه بیشتر ۱۸۸
۵-۹ سنتز دانه‌های آلژینات و بررسی انتشار اسید سیتریک از یک نانوپوسته پوششی پلیمر ۱۹۰
۵-۹-۱ هدف ۱۹۰
۵-۹-۲ مقدمه ۱۹۰

www.ketab.ir

۵-۹-۳ مفاهیم کلیدی ۱۹۳
۵-۹-۴ بخش تجربی ۱۹۳
۵-۹-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۱۹۳
۵-۹-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/تجهیزات ۱۹۳
۵-۹-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۱۹۴
۵-۹-۶ مراحل انجام: سنتز و وضعیت آزادسازی دارو از کپسول‌های آلژینات بارگذاری شده با دارو ۱۹۴
۵-۹-۶-۱ بخش *I* : تهیه محلول‌ها و دانه‌های آلژینات ۱۹۵
۵-۹-۶-۱ بخش *I* : تهیه محلول‌ها و دانه‌های آلژینات ۱۹۵
۵-۹-۶-۲ بخش *IIa* : تشکیل و کپسوله‌شدن کپسول‌های دانه‌ای آلژینات ۱۹۹
۵-۹-۶-۳ بخش *IIb* : تشکیل کپسول‌های دانه‌دار آلژینات پوشش داده شده با کیتوزان ۲۰۰
۵-۹-۶-۴ بخش *IIIa* : مطالعه آزادسازی رنگدانه کپسوله‌شده از کپسول‌های دانه‌ای آلژینات ۲۰۰
۵-۹-۶-۵ بخش *IIIb* : مطالعه آزادسازی اسید از کپسول‌های دانه‌ای آلژینات ۲۰۲
منابع برای مطالعه بیشتر ۲۰۶
۵-۱۰ اثر آبرآب‌گریزی و خودتمیزشوندگی سطح ۲۰۷
۵-۱۰-۱ هدف ۲۰۷
۵-۱۰-۲ مقدمه ۲۰۷
۵-۱۰-۳ مفاهیم کلیدی ۲۰۹
۵-۱۰-۴ بخش تجربی ۲۱۰
۵-۱۰-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۲۱۰
۵-۱۰-۴-۲ ظروف شیشه‌ای/ تجهیزات ۲۱۰
۵-۱۰-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۲۱۰
۵-۱۰-۶ مراحل انجام آزمایش: اثر آبرآب‌گریزی و خودتمیزشوندگی سطح ۲۱۰
۵-۱۰-۶-۱ قسمت *Ia* : آماده‌سازی برگ روی اسلایدهای میکروسکوپ– برگ‌های آب‌دوست ۲۱۱
۵-۱۰-۶-۲ قسمت *Ib* : آماده‌سازی برگ روی اسلایدهای میکروسکوپ – برگ‌های آبرآب‌گریز ۲۱۲

www.ketab.ir

۵-۱۰-۶-۳ قسمت *IIa* : تخمین زاویه تماس برگ‌های آب‌دوست با استفاده از عکس‌های دیجیتالی ۲۱۳
۵-۱۰-۶-۴ قسمت *IIb* : تخمین زاویه تماس برگ‌های آب‌گریز با استفاده از عکس‌های دیجیتالی ۲۱۴
۵-۱۰-۶-۵ قسمت *IIIa* : خواص خودتکثیریِ موم برگ– تخمین زاویه تماس برگ‌های آب‌دوست با استفاده از عکس‌های دیجیتالی ۲۱۵
۵-۱۰-۶-۶ قسمت *IIIb* : خواص خودتکثیریِ موم برگ– تخمین زاویه تماس برگ‌های آب‌گریز با استفاده از عکس‌های دیجیتالی ۲۱۶
۵-۱۰-۶-۷ قسمت *IVa* : آزمایش خودتمیزشوندگی با استفاده از تونر سیاه کربنی- برگ کامل آب‌دوست ۲۱۷
۵-۱۰-۶-۸ قسمت *IVb* : آزمایش خودتمیزشوندگی با استفاده از تونر سیاه کربنی- برگ کامل آب‌گریز ۲۱۸
۵-۱۰-۶-۹ قسمت *Va* : آزمایش خودتمیزشوندگی با استفاده از تونر سیاه کربنی، برگ‌های آب‌دوست– اسلایدهای میکروسکوپ ۲۱۹
۵-۱۰-۶-۱۰ قسمت *Vb* : آزمایش خودتمیزشوندگی با استفاده از تونر سیاه کربنی، برگ آبرآب‌گریز– اسلایدهای میکروسکوپ ۲۲۰
۵-۱۰-۷ تخمین زاویه تماس ۲۲۱
منابع برای مطالعه بیشتر ۲۲۱
۵-۱۱ تجزیه‌وتحلیل نمونه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی ۲۲۲
۵-۱۱-۱ هدف ۲۲۲
۵-۱۱-۲ مقدمه ۲۲۲
۵-۱۱-۳ مفاهیم کلیدی ۲۲۴
۵-۱۱-۴ بخش تجربی ۲۲۴
۵-۱۱-۴-۱ مواد/ واکنش‌گرها ۲۲۴
۵-۱۱-۴-۲ ظروف/ تجهیزات ۲۲۴
۵-۱۱-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۲۲۵
۵-۱۱-۶ مراحل انجام کار: آنالیز نمونه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی .. ۲۲۵
۵-۱۱-۶-۱ نمونه‌های جامد ۲۲۷
۵-۱۱-۶-۲ نمونه‌های زیستی ۲۲۸

www.ketab.ir

۵-۱۱-۶-۳ نمونه‌های پودری ۲۳۰
۵-۱۱-۶-۴ نمونه‌های مایع ۲۳۰
منابع برای مطالعه بیشتر ۲۳۲
۵-۱۲ تجزیه‌وتحلیل نمونه با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی ۲۳۳
۵-۱۲-۱ هدف ۲۳۳
۵-۱۲-۲ مقدمه ۲۳۳
۵-۱۲-۳ مفاهیم کلیدی ۲۳۵
۵-۱۲-۴ بخش تجربی ۲۳۶
۵-۱۲-۴-۱ مواد و تجهیزات ۲۳۶
۵-۱۲-۴-۲ ظروف/ تجهیزات ۲۳۶
۵-۱۲-۵ اقدامات احتیاطی ایمنی ویژه ۲۳۶
۵-۱۲-۶ مراحل: آنالیز نمونه با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی ۲۳۷
۵-۱۲-۶-۱ مایع‌ها ۲۳۸
۵-۱۲-۶-۲ جامدها ۲۳۹
۵-۱۲-۶-۳ نمونه‌های پودری ۲۳۹
منابع برای مطالعه بیشتر ۲۴۱

فصل ۶: پروژه‌های علوم و فناوری نانو ۲۴۳

۶-۱ مقدمه ۲۴۳
۶-۲ پروژه‌های نانوسنتز ۲۴۶
۶-۲-۱ نانوذره‌های طلا (آزمایش ۵-۱) ۲۴۷
۶-۲-۲ نانوذره‌های نقره (آزمایش ۵-۲) ۲۴۷
۶-۲-۳ نقطه‌های کوانتومی نانوذره‌های ZnS/Se (آزمایش ۵-۳) ۲۴۷
۶-۲-۴ نانوذره‌های ZnO (آزمایش ۵-۵) ۲۴۸
۶-۲-۵ نانوذره‌های دوفلزی (آزمایش ۵-۶) ۲۴۸
۶-۲-۶ نانوپلیمرها (آزمایش ۵-۷) ۲۴۸
۶-۲-۷ دانه‌های آلژینات/کیتوزان (آزمایش ۵-۹) ۲۴۸
۶-۲-۸ سطوح آبرآب‌گریز (آزمایش ۵-۱۰) ۲۴۸
۶-۳ پروژه‌های مشخصه‌یابی نانو ۲۴۹

www.ketab.ir

۶-۳-۱ میکروسکوپ نیروی اتمی ۲۴۹
۶-۳-۲ میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی ۲۴۹
۶-۳-۳ میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی ۲۵۰
۶-۳-۴ میکروسکوپ الکترونی عبوری ۲۵۰
۶-۳-۵ پراش اشعه ایکس ۲۵۰
۶-۳-۶ طیف‌سنجی رامان ۲۵۱
۶-۳-۷ طیف‌سنجی فرابنفش- مرئی (UV-Vis) ۲۵۱
۶-۳-۸ کروماتوگرافی لایه نازک ۲۵۲
۶-۴ پروژه‌های انرژی ۲۵۲
منابع ۲۵۳

www.ketab.ir

پیشگفتار

اثر نانوفناوری بر تصور عمومی، پژوهش‌های علمی و صنعت که از اواخر قرن بیستم آغاز شد، سرشار از وعده‌ها و شگفتی‌هایی است که بسیار فراتر از انقلاب صنعتی در قرن هجدهم بوده است. داستان‌هایی تخیلی دربارهٔ چگونگی تحولات آتی نانوفناوری، امروزه در بسیاری از کتاب‌ها و فیلم‌نامه‌ها یافت می‌شود، هر چند حقیقت در دنیای نانو، در واقع بسیار عجیب‌تر از این کتاب‌ها و فیلم‌های تخیلی است. برخلاف انتظارات ما، وقتی اندازه ذره‌ها به ۱۰ نانومتر یا کمتر می‌رسد، ویژگی‌های بنیادی مانند نقطه ذوب و رنگ، به شدت وابسته به اندازه می‌شود. مثلاً نقطه ذوب قطعه‌های طلا تا حدود $500^{\circ}C$ کاهش می‌یابد و رنگ آشنای طلایی به قرمز یاقوتی تبدیل می‌شود. حتی از این غیرمعمول‌تر، اثرهای پیش‌بینی‌شده نظریه کوانتومی است که می‌توان آن‌ها را برای مثال در رایانه‌های کوانتومی مهار و به کار برد.

یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی آن پایین وجود دارد[1]»، که در سال ۱۹۵۹ توسط فیزیکدان آمریکایی ریچارد فاینمن ارائه گردید الهام‌بخش آغاز نانوفناوری بود. فاینمن امکان ایجاد ساختارهایی را مطرح کرد که از طریق دستکاری مستقیم اتم‌های مجزا شکل می‌گیرد. فاینمن جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۶۵ را از آن خود کرد و علوم نانو ثابت کرد که زمینه‌های پربار برای جایزه‌های نوبل بیشتر در سال‌های بعدی است. برای مثال، جایزه نوبل شیمی سال ۱۹۹۶ به روبرت کِرل[2]، هارولد کروتو[3] و ریچارد اسمالی[4] برای کشف فولرن، ساختارهای ژئودزیکی در ابعاد نانومتری از اتم‌های کربن اهدا شد؛ جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۱۰ برای کار بر روی گرافن از آنِ آندره گیم[5] و کنستانتین نُوسِلوف[6] شد؛ و در سال ۲۰۱۲ جایزه نوبل فیزیک به سِرژ هاروچ[7] و دیوید واینلند[8] برای کار آن‌ها روی سامانه‌های کوانتومی منفرد داده شد.

این کتاب برای دانشجویان فرصتی فراهم می‌کند تا برخی از شگفتی‌های دنیای نانو را از طریق تعدادی آزمایش به خوبی طراحی شده تجربه کنند. اما با توجه به اندازه‌های درگیر (۱ نانومتر، یک

1. Tere's Plenty of Room at the Bottom
2. Richard Feynman
3. Robert Curl
4. Harold Kroto
5. Richard Smalley
6. Andre Geim
7. Konstantin Novoselov
8. Serge Haroche
9. David Wineland

www.ketab.ir

میلیونم از یک میلی‌متر است)، این آزمایش‌ها واقعاً چگونه «عملی» خواهند بود؟ پاسخ را در دو پیشرفت علمی دیگر می‌توان یافت که منجر به جایزه نوبل شد.

در سال ۱۹۳۲، وِرنر هایزنبرگ[1] جایزه نوبل فیزیک را برای خلق فیزیک کوانتومی از آن خود کرد و در سال ۱۹۸۶، جایزه نوبل فیزیک بین دو گروه تقسیم شد: نیمی از آن برای طراحی اولین میکروسکوپ الکترونی به ارنست روسکا و نیمی دیگر برای طراحی میکروسکوپ تونلزنی روبشی به جِرد بینیگ[2] و هنریک روهرر[3] رسید. فیزیک کوانتومی ما را قادر به درک نظری دنیای نانو می‌کند و میکروسکوپ‌های پیشرفته امکان مشاهده مستقیم و حتی لمس نانوساختارها را فراهم می‌نماید.

مضمون نانوفناوری که در این کتاب به خوبی نشان داده می‌شود این است که طبیعت از مدت‌ها پیش از مزایای نانوساختارها آگاه بوده و تمایل روزافزون علم و صنعت به حوزه نوظهور زیست تقلید[4] برای بهره‌برداری از این روند طبیعی وجود دارد. یک مثال شناخته شده «اثر نیلوفر آبی» است که در آن، ساختارهای نانومقیاس روی برگ‌های گیاه نیلوفر آبی آن‌ها را آبرآب‌گریز می‌کنند که در نتیجه آن قطره‌های آب روی برگ نمی‌مانند و همراه با خود ذرات گرد و غبار را نیز می‌برند. امروزه از این اثر به صورت تجاری در پنجره‌های خودتمیزشونده استفاده می‌شود. نویسنده این کتاب، اثر... را در یک گیاه بومی استرالیا کشف کرد و به علاوه نشان داد که می‌توان این نانوساختارها را از یک جدا و به سطحی دیگر انتقال داد. ترکیب سفتی و سبکی استخوان‌ها، از بلورهای ... نانومقیاسی ناشی می‌شود که در ماتریسی آلی جاگذاری شده‌اند؛ نویسنده این کتاب از این مضمون به طور موفقیت‌آمیزی برای ساخت استخوان مصنوعی استفاده کرد که به راحتی توسط بدن زنده میزبان پذیرفته می‌شود. نویسنده همچنین پیشگام در به‌کارگیری زیرلایه‌های دارای ساختارهای نانو برای کنترل تجمیع سلول‌های پوستی برای تشکیل بافت بوده است. از این رو نگارنده مطالب موجود در این دستورالعمل نه تنها دانش آن را داشته بلکه یکی از پیشگامان این حوزه نیز است.

این کتاب آزمایشگاهی، کتاب کمکی مناسب و عالی در کنار دیگر منابع موجود برای تدریس به دانشجویان مقطع کارشناسی و مقاطع بالاتر است که در حال کار در زمینه علوم نانو هستند. مطالب این کتاب که توسط یک متخصص مشهور بین‌المللی در این حوزه نوشته شده

1. Werner Heisenberg
2. Gerd Binnig
3. Heinrich Rohrer
4. Biomimicry

www.ketab.ir

است و مطالب آن به خوبی ارائه شده‌اند، نانوفناوری را برای دانشجویانی با پیشینه‌های تحصیلی متفاوت قابل دسترس می‌کند. گستره این کتاب، عنوان‌های مرتبط با نانو در فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم مواد را پوشش می‌دهد و علاوه بر تعداد زیادی آزمایش عملی که همگی طی سال‌ها تدریس توسط نویسنده آزمون و اصلاح شده‌اند، شامل نظریه‌های بنیادی این حوزه نیز می‌باشد. آزمایش‌های این کتاب با توصیفی کامل از نانومواد و فناوری‌های بسیار مهم برای مشخصه‌یابی نمونه‌ها که ماهیت کامل دنیای نانو را آشکار می‌کنند، پشتیبانی شده‌اند. این کتاب با تصاویری عالی و با جذابیت‌های بصری ارائه شده است. از همه مهم‌تر آن است که آزمایش‌ها نوآورانه و دیجان‌انگیز هستند و اشتیاق فراوان نویسنده از این بابت، در سراسر کتاب مشهود است و امیدوارم این آزمایش‌ها، الهام‌بخش نسل آینده دانشمندان و مهندسان برای کشف لذت‌های دنیای نانو، هم در طبیعت و هم در ساخته‌های آزمایشگاهی باشد. این کتاب می‌تواند کتابی کلاسیک در زمینه خود باشد و بسیار مفید واقع شود.

گوردون ام. پارکینسون
استاد کانی‌شناسی و انرژی‌های نو
رئیس موسسه، پژوهشی نانوشیمی
دانشگاه کورتین
پرت، استرالیا

www.ketab.ir