

روش های اندازه گیری در مقیاس نانو

مؤلفین:

دکتر ایمان فرح بخش

استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان

دکتر صاحبعلی مزاری

دانشیار و عضو هیات علمی دانشکده آزاد اسلامی، واحد شاهرود

دکتر مهدی شاهی

استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه محقق اردبیلی

مهندس بهزاد ناییبی

دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علم و صنعت ایران

عنوان و نام پدیدآور	: روش های اندازه گیری در مقیاس نانو / تألیف ایمان فرحبخش ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات، ۱۳۹۵ با همکاری واحد قوچان
مشخصات ظاهری	: ۳۹۳ ص.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۲۱۲-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: تألیف ایمان فرحبخش، صاحبعلی منافی، مهدی شامعی اصل، بهزاد نایی.
موضوع	: میکروسکوپی الکترونی Electron microscopy
موضوع	: میکروسکوپی الکترونی تراکسیل Transmission electron microscopy
موضوع	: میکروسکوپ های الکترونی رویی Scanning electron microscopes
موضوع	: میکروسکوپی پروب رویی Scanning probe microscopy
موضوع	: میکروسکوپی تونل زنی رویی Scanning tunneling microscopy
موضوع	: میکروسکوپی نیروی اتمی Atomic force microscopy
موضوع	: اشعه ایکس -- پراش سنج X-ray diffract meter
موضوع	: طیف نمایی اشعه ایکس X-ray spectroscopy
موضوع	: طیف نمایی فوتوالکترونی Photoelectron spectroscopy
موضوع	: طیف نمایی جذبی اتمی Atomic absorption spectroscopy
شناسه افزوده	: ۱۳۶۰ - بخش، ایمان،
شناسه افزوده	: دانش، آزاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات
شناسه افزوده	: Islamic Azad University Publications
رده بندی کنگره	: ۵۴۲.۱۲/۹ ۱۳۹۵
رده بندی دیویی	: ۵۰۲/۸۲۵
شماره کتاب شناسی ملی	: ۴۳۶۷۹۷

عنوان کتاب: روش های اندازه گیری در مقیاس نانو

تألیف: ایمان فرحبخش - صاحبعلی منافی - مهدی شامعی اصل - بهزاد نایی

حق چاپ برای این کتاب محفوظ است

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۵

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

ناشر: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی (با همکاری واحد قوچان)

صاحب امتیاز: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان

چاپ: شایسته

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۲۱۲-۹

قیمت: ۲۳۰۰۰۰ ریال

محل توزیع: استان خراسان رضوی، کیلومتر ۴ جاده قوچان-مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان،

تلفن ۰۵۱ ۴۷۰۱۱۰۰۱ الی ۴۷۰۱۱۰۰۹ با پیش شماره ۰۵۱ نمابر ۴۷۰۱۱۰۱۰ با پیش شماره ۰۵۱

مطالعه و بررسی ویژگی ها و خواص مواد بدون در نظر گرفتن ریزساختار آنها امکان پذیر نمی باشد. بررسی آرایش اتمی به همراه آنالیز موضعی، اطلاعات ارزشمندی برای درک کامل خواص و رفتار مواد و طراحی مواد نو و پیش بینی خواص مورد نظر فراهم نموده است. توسعه دنیای نانو تکنولوژی - مرهون پیشرفت و تکامل ابزارشناسایی ریزساختار و خواص موضعی مواد می باشد. محققان با استفاده از تکنیک های جدید بر اساس استفاده از پروب های الکترونی، یونی، مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی و فوتونی بر محدودیتهای نور مرئی به عنوان یک پروب شناسایی، فائق آمده اند به گونه ای که امروزه بزرگنمایی های بالاتر از یک میلیون برابر و در مقیاس سه بعدی با حد تفکیک اتمی، امکان پذیر شده است.

این کتاب بر اساس سرفصل هایی که وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای درس "اندازه گیری مواد در مقیاس نانو" در سطح کارشناسی ارشد ارائه نموده، تنظیم و تدوین شده است. در این مجموعه سعی بر آن است که مفاهیم، روشها، دستگاه های مورد استفاده در اندازه گیری مواد در مقیاس نانومتر به شکلی ساده و روان به خوانندگان منتقل گردد. منابع مورد استفاده در تدوین و گردآوری این کتاب از مراجع معتبر و جدید انتخاب شده است. از بین ر دانشجویان و فارغ التحصیلان دوره های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری رشته های مهندسی مواد و متالورژی، مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، شیمی، فیزیک، کلیه گرایشهای نانو تکنولوژی، پلیمر، مهندسی نساجی، علوم کشاورزی، داروسازی، پزشکی و سایر رشته های مرتبط با علم نانو می تواند از این کتاب بهره مند شوند. همچنین مطالعه ی این کتاب به محققان و دانش پژوهان فناوری نانو و طرح های تحقیق و توسعه ی شرکتهای مراکز پژوهشی تحقیقاتی توصیه می گردد. کتاب حاضر دربردارنده ی ۱۱ فصل است که هر فصل به بررسی و معرفی یکی از دستگاه های پر کاربرد در اندازه گیری پیشرفت در مقیاس نانو پرداخته است.

در انتها، از ژرفای جان خداوند بخشنده و مهربان را شاکریم که توانایی نگارش و تالیف این کتاب را به ما عطا فرمود. در واقع، تلاش بسیاری صورت گرفته تا کتاب عاری از اشتباه باشد. بی قطعاً چنین نیست، پیشاپیش از این بابت پوزش می طلبیم و بدون شک رفع کاستی های موجود نیازمند راهنمایی دوستان و صاحب نظران می باشد که کمال امتنان خواهد بود.

دکتر ایمان فرخ منش و همکاران

پاییز ۱۳۹۵

۱	فصل ۱: مقدمه
۳	فصل ۲: برهم کنش پرتوی الکترونی با نمونه
۴	۱-۲- مقدمه
۶	۲-۲- اثرات ثانویه
۷	۳-۲- بازشناسی
۱۱	فصل ۳: میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۱۲	۱-۳- مقدمه
۱۲	۲-۳- میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۱۵	۳-۳- مکانیزم کار میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۱۷	۴-۳- مقایسه میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۱۸	۵-۳- سیستم های اساسی تشکیل دهنده میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۱۸	۱-۵-۳- سیستم روشنایی
۲۲	۲-۵-۳- سیستم جاسازی نمونه
۲۲	۳-۵-۳- سیستم تصویرگیری
۲۵	۴-۵-۳- سیستم خلاء
۳۰	۶-۳- جنبه های تئوری میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۳۰	۱-۶-۳- تصویر برداری و پراش
۳۷	۲-۶-۳- الگوهای پراش پرتوی همگرا
۳۸	۳-۶-۳- ریزنگاری الکترونی ولتاژ بالا
۴۰	۷-۳- تهیه نمونه میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM
۴۱	۱-۷-۳- جداسازی تکه های باریک از نمونه
۴۱	۲-۷-۳- ایجاد حفره در نمونه
۴۴	۸-۳- کاربرد میکروسکوپهای الکترونی عبوری TEM
۴۵	۱-۸-۳- کاربرد در کاتالیزها
۴۹	فصل ۴: میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM

۵۰	۱-۴- مقدمه.....
۵۱	۲-۴- مقایسه میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM با میکروسکوپ نوری.....
۵۲	۳-۴- اصول و حالات عملکرد.....
۵۵	۱-۳-۴- حجم اندرکنش.....
۵۶	۲-۳-۴- الکترون های برگشتی (BSE).....
۵۸	۳-۳-۴- الکترون های ثانویه (SE).....
۵۹	۴-۳-۴- اشعه ایکس.....
۶۰	۵-۳-۴- مقایسه الکترون برگشتی، ثانویه و اوزه.....
۶۱	۴-۴- اجزای میکروسکوپ الکترونی روبشی.....
۶۱	۱-۴- سیستم روشن سازی-تصویرسازی.....
۶۵	۲-۴-۴- سیستم اطلاعات.....
۶۸	۳-۴-۴- سیستم نمایشگر.....
۶۸	۴-۴-۴- سیستم.....
۶۹	۵-۴- عمده خطاهای وجود در استفاده از SEM.....
۶۹	۱-۵-۴- خطاهای گروه اول.....
۷۰	۲-۵-۴- خطاهای گروه دوم.....
۷۰	۳-۵-۴- خطاهای گروه سوم.....
۷۱	۶-۴- آماده سازی نمونه برای SEM.....
۷۱	۱-۶-۴- تمیز کاری.....
۷۲	۲-۶-۴- مانت کردن.....
۷۳	۳-۶-۴- پوشش.....
۷۴	۴-۶-۴- اچ کردن.....
۷۵	فصل ۵: آنالیزهای عنصری با استفاده از اشعه ایکس EDS و WDS.....
۷۶	۱-۵- مقدمه.....
۷۷	۲-۵- اساس کار سیستم های WDS و EDS.....
۷۹	۳-۵- کاربرد سیستم EDS.....
۸۱	۴-۵- کاربرد سیستم WDS.....
۸۲	۵-۵- مزایای استفاده از سیستم WDS و EDS.....
۸۳	۶-۵- مقایسه دو سیستم WDS و EDS.....
۸۴	۷-۵- میکروآنالیز پروب الکترونی EPMA.....

۸۸	۵-۷-۱- استخراج مشخصات اشعه‌های ایکس توسط دستگاه EPMA
۹۲	۵-۷-۲- میکروآنالیز الکترونی فویل‌های نازک
۹۳	۵-۸-۸- کاربردهای عمده میکروسکوپ الکترونی SEM و آنالیز عنصری در تحقیقات مواد
۹۴	۵-۸-۱- نمونه‌ی آجر منیزی
۹۸	۵-۸-۲- نمونه مربوط به سطح شکست آلیاژ آلومینیوم
۱۰۰	۵-۸-۳- نمونه کامپوزیت سه جزئی
۱۰۲	۵-۸-۴- نمونه فولاد ابزار
۱۰۳	۵-۹- جمع بندی
۱۰۵	فصل ۶: میکروسکوپ پروب روبشی SPM
۱۰۶	۶-۱- مقدمه
۱۱۱	فصل ۷: میکروسکوپ تونلی روبشی STM
۱۱۲	۷-۱- مقدمه
۱۱۴	۷-۲- طراحی یک مدل میکروسکوپ تونلی روبشی STM
۱۱۵	۷-۳- میکروسکوپهای تونلی روبشی تجاری
۱۱۹	۷-۳-۱- ساختار پروب میکروسکوپ تونلی روبشی
۱۲۳	فصل ۸: میکروسکوپ نیروی اتمی AFM
۱۲۴	۸-۱- مقدمه
۱۳۰	۸-۲- نحوه عملکرد AFM
۱۳۲	۸-۳- طراحی یک مدل میکروسکوپ نیروی اتمی
۱۳۳	۸-۳-۱- میکروسکوپهای نیروی اتمی تجاری
۱۴۵	۸-۴- ساختمان پروب میکروسکوپ نیروی اتمی
۱۵۴	۸-۴-۱- آشکارسازی جهت گیری تیرک
۱۶۰	۸-۴-۲- نحوه برهم کنش سوزن با سطح
۱۶۱	۸-۵- مدهای مختلف AFM
۱۶۲	۸-۵-۱- مد تماسی
۱۶۲	۸-۵-۲- مد نیرو ثابت
۱۶۳	۸-۵-۳- مد ارتفاع ثابت
۱۶۴	۸-۵-۴- روشهای شبه تماسی
۱۶۵	۸-۵-۵- مد دامنه ثابت

۱۶۶	۸-۵-۶- مد تصویر برداری از اختلاف فاز
۱۶۶	۸-۶- کاربردهای میکروسکوپ AFM
۱۶۷	۸-۶-۱- روش های اندازه گیری اصطکاک و تحول ادوات تحت اصطکاک در ابعاد نانومتر
۱۷۵	۸-۶-۲- متالورژی و خوردگی ادوات
۱۷۵	۸-۶-۳- غشاها و فیلترها
۱۷۵	۸-۶-۴- کنترل کیفیت و بررسی میزان نقص های سطحی در واحدهای حافظه مغناطیسی
۱۷۹	فصل ۹: آنالیز پراش اشعه ایکس XRD
۱۸۰	۹-۱- مقدمه
۱۸۰	۹-۲- تاریخچه
۱۸۱	۹-۳- مبانی فیزیکی پراش اشعه X
۱۸۱	۹-۳-۱- اشعه
۱۸۱	۹-۳-۲- پراش
۱۸۵	۹-۴- تولید اشعه X
۱۸۷	۹-۴-۱- پراش اشعه
۱۸۷	۹-۴-۲- قانون براگ Bragg
۱۸۹	۹-۴-۳- اجزاء دستگاه
۱۹۱	۹-۴-۴- آماده سازی نمونه
۱۹۳	۹-۴-۵- تولید و جذب اشعه های ایکس
۱۹۵	۹-۴-۶- پراش اشعه ایکس توسط کریستالها
۱۹۸	۹-۴-۷- روشهای پراش اشعه ایکس
۲۰۴	۹-۴-۸- روند تفسیر عادی الگوهای پراش
۲۱۰	۹-۴-۹- مفهوم شبکه معکوس
۲۱۳	۹-۵- آنالیز ترکیب شیمیایی توسط پراش اشعه ایکس XRD
۲۱۴	۹-۵-۱- تجزیه کیفی
۲۱۷	۹-۵-۲- مثالهای تحلیلی
۲۲۱	۹-۵-۳- تجزیه کمی
۲۲۹	۹-۶- کاربردهای دستگاه پراش اشعه ایکس XRD
۲۳۶	۹-۶-۱- XRD درجا: سینتیک واکنش های حالت جامد
۲۳۹	۹-۶-۲- XRD در سنکروترون ها
۲۳۹	۹-۶-۳- مزایا و توانایی های دستگاه آنالیز XRD

۲۴۰..... ۴-۶-۹ محدودیت های دستگاه آنالیز XRD

۲۴۰..... ۵-۶-۹ روش های جایگزین XRD

۲۴۲..... ۶-۶-۹ استنباط

فصل ۱۰: آنالیز فلورسانس اشعه ایکس XRF..... ۲۴۳

۲۴۴..... ۱-۱۰-۱ مقدمه

۲۴۶..... ۲-۱۰-۱ برخورد الکترون با ماده

۲۴۸..... ۳-۱۰-۱ تولید اشعه X

۲۵۳..... ۴-۱۰-۱ طرز کار اسپکترומتری

۲۵۳..... ۱۰-۱-۱ اصول کلی

۲۵۷..... ۵-۱۰-۱ بخش های متفاوت دستگاه XRF

۲۵۷..... ۱۰-۱-۱ منابع تولید اشعه ایکس

۲۶۰..... ۱۰-۵-۲ دگرگون های منبع تولید اشعه اولیه

۲۶۵..... ۱۰-۵-۳ دیتکتورها

۲۶۹..... ۱۰-۵-۴ نکاتی در مورد آماده سازی نمونه های XRF

۲۶۹..... ۱۰-۵-۵ انواع سیستم های XRF

۲۶۹..... ۱۰-۵-۶ نکاتی راجع به (Energy dispersive XRF) EDXRF

۲۷۰..... ۱۰-۵-۷ نکاتی راجع به (Wave length Dispersive XRF) WDXRF

۲۷۰..... ۱۰-۶-۱ خلاصه ای از کاربردهای دستگاه XRF

فصل ۱۱: آنالیز توزیع اندازه ذرات DLS جهت تعیین پتانسیل زتا..... ۲۷۳

۲۷۴..... ۱-۱۱-۱ مقدمه

۲۷۴..... ۲-۱۱-۱ مزایای دستگاه DLS در علوم و صنایع

۲۷۵..... ۱۱-۳-۱ پتانسیل زتا و لایه مضاعف الکتریکی

۲۷۶..... ۱۱-۳-۱ اثرات الکتروستاتیک

۲۷۷..... ۱۱-۳-۲ اثر الکتروفریتیک

۲۷۷..... ۱۱-۳-۳ محاسبه تحرک الکتروفریتیکی توسط معادله هنری

۲۷۸..... ۱۱-۳-۴ روش های تعیین تحرک الکتروفریتیکی

۲۷۹..... ۱۱-۳-۵ تلفیق کننده اپتیک

۲۷۹..... ۱۱-۳-۶ روش PALS

۲۸۱..... ۱۱-۴-۱ کاربرد دستگاه DLS

۲۸۱..... ۱۱-۴-۱ تعیین اندازه و یکنواختی نانوبودهای تولید شده

۲۸۲	۱۱-۴-۲- تعیین میزان ناخالصی و اجرام خارجی در محصول
۲۸۳	۱۱-۵- نتیجه گیری

فصل ۱۲: طیف نگاری فوتوالکترون اشعهی ایکس XPS..... ۲۸۵

۲۸۶	۱۲-۱- مقدمه
۲۸۹	۱۲-۲- شدتهای XPS و ترکیب نمونه
۲۹۲	۱۲-۳- انرژیهای پیوند XPS و حالتهای اکسیداسیون
	۱۲-۴- برانگیختگی رو به بالا، برانگیختگی رو به پایین، شکافتگی چند گانه و برانگیختگی پلاسمون
۲۹۷	
۲۹۸	۲-۵- جنبه های آزمایشگاهی XPS
۳۰۰	۲-۶- بار گذاری و آسیب به نمونه
۳۰۱	۱۲-۷- ترق و پاش ذرات تقویت شده در XPS
۳۰۸	۱۲-۸- XPS وابسته به زاویه

فصل ۱۳: طیف نگاری فوتوالکترونی ماورای بنفش UPS..... ۳۱۵

۳۱۶	۱۳-۱- مقدمه
۳۲۲	۱۳-۲- تابش نوری زنون جذب شده

فصل ۱۴: طیف نگاری الکترون اوزنه AES..... ۳۲۷

۳۲۸	۱۴-۱- مقدمه
۳۲۸	۱۴-۲- انرژی پیک های اوزنه
۳۳۱	۱۴-۳- شدت پیک های اوزنه
۳۳۳	۱۴-۴- کاربرد AES در علم سطح کانالیتیک
۳۳۵	۱۴-۵- میکروسکوپ اوزنه روبشی AES
۳۳۶	۱۴-۶- اطلاعات حساس به عمق حاصل از AES

فصل ۱۵: روشهای مختلف آنالیز حرارتی DTA، TGA و DTG..... ۳۳۹

۳۴۰	۱۵-۱- مقدمه
۳۴۱	۱۵-۲- آنالیز تجزیه حرارتی افتراقی DTA
۳۴۴	۱۵-۳- آنالیز توزین حرارتی TGA
۳۴۸	۱۵-۴- مشتق توزین حرارتی DTG

فصل ۱۶: طیف‌سنجی جذب اتمی AAS ۳۵۱

۳۵۲ ۱-۱۶- مقدمه

۳۵۳ ۲-۱۶- طیف‌های جذب اتمی

۳۵۳ ۳-۱۶- اندازه‌گیری جذب اتمی

۳۵۳ ۴-۱۶- دستگاه‌ها

۳۵۴ ۱-۴-۱۶- منابع تابش

۳۵۵ ۲-۴-۱۶- تشکیل بخار اتمی

۳۵۶ ۳-۴-۱۶- انواع مشعل‌ها

۳۵۶ ۴-۴-۱۶- سوخت‌ها و اکسندة‌ها

۳۵۷ ۵-۴-۱۶- تکفام‌سازها یا صافی‌ها

۳۵۷ ۶-۴-۱۶- آشکار سازها و شناساگرها

۳۵۷ ۵-۱۶- موارد کاربرد: توانایی‌ها

۳۵۷ ۱-۵-۱۶- مزایا و معایب: روش طیف‌سنجی جذب اتمی

۳۵۸ ۲-۵-۱۶- یک نمونه کاربردی