

مواد نانوپروس

سنتز، شناسایی و کاربردها

مؤلفین:

دکتر منصور انبیاء

(عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

نورعلی محمدی

کاوه محمدی

سرشناسه : دکتر منصور انبیاء

عنوان و نام پدیدآور: مواد نانوپروس: سنتز، خواص و کاربردها/ مولفین منصور انبیاء ... و [دیگران].

مشخصات نشر : تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۶.

مشخصات ظاهری : ۲۰۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک : ۲۵۰۰۰ ریال: ۷-۱۷۰-۴۵۴-۹۶۴

فهرست نویسی : فیبا

یادداشت : مولفین منصور انبیاء، نورعلی محمدی، کاوه محمدی، زهره قاسمیان، فاتمه خسروی.

یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۹۸-۲۰۶.

موضوع : مواد متخلخل.

موضوع : مواد نانو ساختار.

شناسه افزوده : انبیاء، منصور، ۱۳۳۷-

شناسه افزوده : دانشگاه علم و صنعت ایران.

رده بندی کنگره : ۸ م ۲ م ۴۱۸/۹ TA

رده بندی دیویدی : ۶۲۰/۱۱۶

شماره کتابشناسی ملی: ۱۱۴۷۲۷۰

• مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران - تهران - نارمک صندوق پستی

۱۶۳-۱۶۷۶۵ تلفن: ۷۷۲۴۰۴۲۵ - دورنویس: ۷۷۲۴۰۴۲۵

• فروشگاه شماره ۱: میدان رسالت - خیابان هنگام - خیابان دانشگاه علم و صنعت -

دانشگاه علم و صنعت ایران - تلفن: ۷۷۲۴۰۳۸۳

• فروشگاه شماره ۲: روبروی دانشگاه تهران، برج فروزنده طبقه دوم شماره ۴۰۱

تلفن: ۵۰-۶۶۹۵۳۳۴۹

وب سایت: Publication.iust.ac.ir



نام کتاب: مواد نانوپروس سنتز، شناسایی و کاربردها

مولفین: دکتر منصور انبیاء - نورعلی محمدی - کاوه محمدی

چاپ اول: ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۲۵۰۰۰ ریال

شماره انتشارات: ۴۸۰

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

* حق چاپ برای دانشگاه علم و صنعت ایران محفوظ است.

ISBN: 964-454-170-7

شابک: ۷-۱۷۰-۴۵۴-۹۶۴

فهرست مطالب

فصل اول

نانوتکنولوژی و مواد متخلخل

- ۱-۱ مقدمه ای بر نانوتکنولوژی..... ۱
- ۲-۱ مواد متخلخل..... ۵
- ۳-۱ مواد نانوپروس..... ۶
- ۱-۳-۱ کاربردهای زیست محیطی..... ۱۰
- ۲-۳-۱ کاتالیز و فوتوکاتالیز..... ۱۱
- ۳-۳-۱ ساخت سنسورها..... ۱۲
- ۴-۳-۱ کاربردهای بیوتکنولوژیکی..... ۱۲

فصل دوم

آشنایی با ابزارها و اصول روش های شناسایی مواد نانوپروس

- ۱-۲ مقدمه..... ۱۵
- ۲-۲ پارامترهایی که در هنگام مطالعه یک محیط متخلخل باید شناسایی شوند..... ۱۶
- ۱-۲-۲ تخلخل..... ۱۶
- ۲-۲-۲ مساحت سطح..... ۱۶
- ۳-۲-۲ اندازه حفرات..... ۱۷
- ۳-۲ ابزارها و روشهای مورد استفاده برای شناسایی مواد نانوپروس..... ۱۸
- ۱-۳-۲ تکنیک پراش اشعه ایکس..... ۱۹
- ۲-۳-۲ میکروسکوپی عبوری الکترونی..... ۲۲
- ۴-۲ تکنیک جذب- واجذب نیتروژن..... ۲۶
- ۵-۲ آنالیز ترموگرافی متری..... ۳۰
- ۶-۲ اسپکتروسکوپی انعکاسی نفوذی مرئی- فرابنفش..... ۳۱
- ۷-۲ اسپکتروسکوپی زیر قرمز تبدیل فوریه..... ۳۱

- ۸-۲ رزونانس مغناطیسی هسته..... ۳۲
- ۹-۲ منابع خطا در روش های شناسایی..... ۳۲

فصل سوم

بررسی مواد میکروپروس

- ۱-۳ تعریف و دسته بندی مواد میکروپروس..... ۳۵
- ۱-۱-۳ آلومینوسیلیکات ها..... ۳۵
- ۲-۱-۳ آلومینیوفسفات ها..... ۳۸
- ۲-۳ کاربردهای مواد میکروپروس..... ۴۰
- ۱-۲-۳ کاربردهای کاتالیتیکی مواد میکروپروس..... ۴۰
- ۲-۲-۳ کاربرد مواد میکروپروس بعنوان مبادله کننده یون..... ۴۳
- ۳-۲-۳ جذب سطحی و غربال مولکولی در مواد میکروپروس..... ۴۵
- ۳-۳ محدودیت مواد میکروپروس..... ۴۷

فصل چهارم

سنتر و شناسایی ترکیبات مزوپروس

- ۱-۴ کشف مواد مزوپروس..... ۵۱
- ۲-۴ ترکیبات مزوپروس سیلیکاتی..... ۵۴
- ۱-۲-۴ ترکیبات M4IS..... ۵۴
- ۲-۲-۴ مواد SBA-n..... ۵۹
- ۳-۲-۴ ترکیبات FSM-n..... ۶۱
- ۳-۴ مکانیسم های پیشنهادی برای تشکیل مواد مزوپروس سیلیکاتی..... ۶۲
- ۱-۳-۴ مکانیسم قالب گیری کریستالهای مایع (LCT)..... ۶۵
- ۴-۴ اصلاح ترکیبات مزوپروس سیلیکاتی..... ۶۹
- ۱-۴-۴ مشارکت فلزات در ساختار مواد مزوپروس..... ۷۰
- ۲-۴-۴ واردسازی گروه های آلی به ساختار مواد مزوپروس..... ۷۱
- ۱-۲-۴-۴ روش های پیوند زنی..... ۷۲

- ۷۶..... ۴-۲-۲ روش تراکم همزمان
- ۷۷..... ۴-۳ ایجاد ذرات و رشته های نانو درون حفرات مواد مزوپروس
- ۷۹..... ۴-۵ ترکیبات مزوپروس غیر سیلیکاتی
- ۸۰..... ۴-۵-۱ ساختارهای اکسیدی
- ۸۲..... ۴-۵-۲ ساختارهای کربنی
- ۸۳..... ۴-۶ سنتز ترکیبات غیرسیلیکاتی
- ۸۳..... ۴-۶-۱ مکانیسم خود تجمعی مشتق شده از تشکیل کریستال های مایع
- ۸۷..... ۴-۶-۲ نانوکستینگ
- ۸۹..... ۴-۷ مثال هایی از شناسایی چند ماده مزوپروس

فصل پنجم

کاربردهای مواد مزوپروس

- ۱۰۳..... ۵-۱ کاربردهای کاتالیتیکی مواد مزوپروس
- ۱۰۳..... ۵-۱-۱ کاتالیز اسیدی
- ۱۰۴..... ۵-۱-۱-۱ کاتالیزورهای آلومینو سیلیکات
- ۱۰۹..... ۵-۱-۲ کاتالیز ردکس فاز مایع
- ۱۱۴..... ۵-۱-۳ سایر کاربردهای کاتالیتیکی
- ۱۱۶..... ۵-۲ کاربردهای مواد مزوپروس در فرایندهای جداسازی
- ۱۱۷..... ۵-۲-۱ جذب سطحی
- ۱۱۷..... ۵-۲-۱-۱ جذب سطحی گاز CO_2
- ۱۱۹..... ۵-۲-۱-۲ جذب سطحی یونهای فلزی
- ۱۴۲..... ۵-۲-۱-۳ جذب سطحی ترکیبات آلی
- ۱۴۷..... ۵-۲-۲ مواد مزوپروس به عنوان فازهای ثابت کروماتوگرافی
- ۱۵۱..... ۵-۲-۳ مواد مزوپروس به عنوان مبادله کننده یون
- ۱۵۱..... ۵-۲-۳-۱ جداسازی فلورید توسط تبادل یون
- ۱۵۲..... ۵-۲-۳-۲ جداسازی عناصر رادیو اکتیو با فرایند تبادل یون
- ۱۵۵..... ۵-۳ سایر کاربردهای مواد مزوپروس
- ۱۵۵..... ۵-۳-۱ ترکیب خواص کاتالیز و جداسازی

- ۱۵۹.....۲-۳-۵ غشاهای مزوپروس
- ۱۶۰.....۱-۲-۳-۵ تهیه فیلم های نازک و غشاها
- ۱۶۳.....۲-۲-۳-۵ کاربردهای غشاهای مزوپروس
- ۱۶۷.....۲-۲-۳-۵ الف غشاهای مزوپروس در کاربردهای کاتالیزوری
- ۱۶۸.....۲-۲-۳-۵ ب غشاهای مزوپروس در کاربردهای غیر کاتالیزوری
- ۱۷۰.....۳-۳-۵ ایجاد و ذخیره سازی انرژی پاک
- ۱۷۱.....۴-۳-۵ حس گرها

www.ketab.ir

پیشگفتار

که هست از عقل و وهم و فکر برتر

به نام کردگار پاک داور

والسماء بنیناها بایید و انا لموسعون

با توانایی گنبد فیروزه گون آسمان را برافراشتیم و دائماً آن را توسعه و گسترش می دهیم.

سوره الذاریات آیه ۴۷

از دانش گستر بزرگ آلبرت انیشتین نقل می کنند که گفت: یکی از سه عامل زیان آور و مخرب در جهان حاکم جهل است، و اندیشه ورزان برای مقابله با این عامل جهان ستیز، ابزار انسان ساز دانایی را بکار می برند. دانایی فرزند پژوهش و دانش است. پژوهشگران و دانش پروران بشر دوست در این اندیشه اند که مهندسی و نو مهندسی پدیده ها را از کجا و چگونه باید شروع کرد. ناگفته پیداست که در جهان آشفته و پریهایوی امروز، تلاش گسترده و فراگیری در مراکز علمی برای دستیابی به گنجینه های بکر و دست نخورده علم به چشم می خورد و این شور و شیفگی بیانگر بصیرتی عاری از هر نوع تعلق خاطر، برای درک واقعیت ها و کشف حقیقت ها است.

بدون تردید دستیابی انسان به دانش نوپدید نانو تکنولوژی، یکی از شگفتیهای جهان حاضر است که می توان آن را زمینه انقلاب فناوری در هزاره جدید دانست و کاربردهای آن، دگرگونی های شگرفی در علوم و صنایع مختلف از قبیل الکترونیک، فناوری اطلاعات، بیو تکنولوژی، صنایع هوا فضا، محیط زیست و حتی سیستم های اقتصادی و سیاسی پدید خواهد آورد. به دیگر سخن، این پدیده بین رشته ای بزودی تمامی جنبه های زندگی بشر، از داروهای که مصرف می شود تا توان و سرعت رایانه ها و منابع انرژی مورد نیاز انسان را تحت تاثیر اساسی قرار خواهد داد. شگفتی دیگر،

رشد سریع و خارق العاده این نوزاد نو ظهور است که بر اساس مطالعات بنیاد ملی علوم آمریکا، ارزش محصولات مبتنی بر فناوری نانو تا سال ۲۰۱۵ بالغ بر هزار میلیارد دلار خواهد شد و در این مسیر بیش از ۲۰۰ میلیون نیروی کار در صنایع مختلف به خدمت گرفته می‌شوند.

در سال‌های اخیر به دلیل کاربرد فراوان مواد متخلخل در حوزه های کاتالیزوری، جداسازی، فوتوکاتالیز و سنسورها، سنتز، شناسایی و کاربرد این مواد جدید مورد توجه فراوان قرار گرفته است. از میان آنها مواد متخلخلی با اندازه حفرات در حد نانومتر (مواد نانوپروس)، به دلیل دارا بودن خواص منحصر به فردی از قبیل مساحت سطح بسیار بالا، نفوذپذیری در برابر سیالات، ویژگی شکل گزینی، قابلیت کنترل اندازه حفرات در جریان سنتز، قابلیت تغییر ویژگی‌های سطحی با استفاده از فرآیندهای مختلف اصلاح، تغییر ساختار حفرات و... کاربردهای متفاوت و جالبی در زمینه های متنوع صنعتی پیدا کرده و مورد توجه کامل محققان و پژوهشگران در زمینه مواد متخلخل، قرار گرفته‌اند. از این رو تحقیق و پژوهش در زمینه نانوتکنولوژی امری حیاتی است و برای تعالی و ارتقاء علمی و صنعتی کشور ضروری به نظر می‌رسد.

بدیهی است تالیف کتاب‌های سودمند در زمینه‌هایی از نانوتکنولوژی - که به علت نوظهور بودن، در کشور ما کمتر به آنها پرداخته شده است - می‌تواند راهنمای مناسبی برای کمک به آن دسته از محققانی که سعی در اعتلای علمی و صنعتی کشور دارند، باشد.

کتاب حاضر مجموعه ای است از مطالعات، تحقیقات و پژوهش های سالهای اخیر محققان در زمینه مواد نانوپروس، که به زبانی ساده و قابل فهم برای دانشجویان

کارشناسی و تحصیلات تکمیلی رشته های شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی مواد و متالوژی و سایر علاقه مندان به این موضوع، نوشته شده است.

مطالب این کتاب مجموعاً در پنج فصل ساماندهی و تنظیم شده است. که در فصل اول بعد از ارائه مقدمه ای بر نانو تکنولوژی و مواد متخلخل، اهمیت، طبقه بندی و کاربردهای مواد نانوپروس مورد بحث قرار می گیرد. فصل دوم به بررسی روش های دستگاهی تعیین ساختار مواد نانوپروس می پردازد. مواد میکروپروس به عنوان زیر مجموعه ای از مواد نانوپروس، در فصل سوم معرفی و بررسی می شود. از آنجایی که مواد مزوپروس به رغم نوظهور بودن، نتایج جالب توجهی در کاربردهای مختلف از قبیل کاربردهای کاتالیزوری و جداسازی، در مقیاس صنعتی از خود نشان داده است، مهم ترین دسته از مواد نانوپروس به شمار می آید. لذا فصل چهارم و پنجم کتاب به روش های سنتز، تعیین ساختار و کاربردهای مواد مزوپروس اختصاص داده شد. لازم به ذکر است که تاکنون مطالعات و تالیفات محدودی در زمینه مواد مزوپروس، در کشور ما انجام شد و این نخستین کتابی است که به طور وسیع و گسترده به روشهای سنتز، شناسایی و کاربردهای مواد مزوپروس پرداخته است.

مباحث کتاب بیشتر به آن دسته از کاربردهای مواد نانوپروس که مورد نیاز صنایع مهم و مادر از قبیل نفت، گاز، پتروشیمی و پالایش نفت و همچنین کاربردهای زیست محیطی می باشد پرداخته و از ورود به مباحث تخصصی و جزئیات تحقیقات انجام شده اجتناب شده است تا برای طیف گسترده تری از مخاطبان قابل استفاده باشد. در قسمت هایی از متن که نیاز به توضیحات بیشتر در مورد جزئیات تحقیقات انجام شده

احساس می‌شد، منابع معتبری معرفی شده است تا علاقه‌مندان بتوانند به آنها مراجعه کنند.

بدون شک مدیون محققان زیادی هستم که زمینه ساز فراهم آمدن کتاب حاضر شدند. از این رو از همگی آنان قدردانی می‌نمایم. همچنین از خانم‌ها زهره قاسمیان و فائزه خسروی و به ویژه آقایان نورعلی محمدی و کاوه محمدی دانشجویان کارشناسی ارشد رشته شیمی تجزیه دانشگاه علم و صنعت ایران که در مراحل تالیف کتاب، کمک‌های شایانی نموده‌اند سپاسگزاری نموده، امیدوارم این کتاب بتواند مطالب مفیدی را هر چند اندک به علاقه‌مندان به تحقیق و پژوهش ارائه نماید.

منصور انبیاء

استادیار دانشکده شیمی دانشگاه علم و صنعت ایران

پاییز ۱۳۸۷