

۱۳۹۷.۱۱
۹۵,۲۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نانو فناوری در شیمی تجزیه

تألیف

دکتر حسن سرشتی

اسناد دانشکده شیمی دانشگاه تهران

افراد زیر در تألیف، تهیه و تنظیم این کتاب همکاری موثر داشته‌اند:

۱- دکتر فرنوش فریدبد (عضو هیأت علمی دانشگاه تهران)

۲- سجاد بختیاری

۳- مریم کریمی

۴- غزاله علی اکبرزاده حسنلوئی

۵- حمید نجارزادگان

۶- یگانه انتظاری هروی

لازم به ذکر است تألیف فصل ۸ کتاب به طور کامل توسط سرکار خانم دکتر فرنوش فریدبد عضو هیأت علمی دانشکده شیمی دانشگاه تهران انجام شده است.



شماره مسلسل ۸۶۹۴

شماره انتشار ۳۶۹۵

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه: سرشتی، حسن، ۱۳۴۴-
عنوان و نام پدیدآور: نانوفناوری در شیمی تجزیه / تألیف حسن سرشتی.
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری: د، ۲۴۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست: انتشارات دانشگاه تهران: شماره انتشار ۳۶۹۵.
شابک: 978-964-03-6844-2
وضعیت فهرست نویسی: فیا.
یادداشت: واژه نامه، کتابنامه.
موضوع: نانوشیمی
موضوع: شیمی تجزیه
شماره افزوده: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده بندی کنگره: ۱۳۹۴ ۴ س ۲۳ ن ۱۷۶ / ۱ QC
رده بندی دیسی: ۶۲۰/۵
شماره کتابخانه ملی: ۴۰۹۵۰۴۴

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل های دیجیتال، کپی برداری در وبلاگ ها، سایت ها، مجله ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می شود.

ISBN: 978-964-03-6844-2



9 789640 368442

عنوان: نانوفناوری در شیمی تجزیه

تألیف: دکتر حسن سرشتی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۴

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۱۴۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

۱	فصل اول: نانو ساختارها
۱	۱-۱-۱ نانو علم و نانو فناوری
۳	۱-۱-۱-۱ نانو مواد
۵	۱-۱-۲ خواص نانو مواد
۶	۲-۱ نانو ذرات
۷	۱-۲-۱ انواع نانو ذرات
۷	۲-۲-۱ خواص نانو ذرات
۸	۳-۲-۱ روش های سنتز نانو ذرات
۹	۳-۱ روش های شناسایی نانو ذرات
۹	۱-۳-۱ روش های بررسی ساختار و ریخت شناسی
۱۲	۲-۳-۱ روش های تعیین ساختار و تجزیه عنصری
۱۳	۳-۳-۱ روش های تعیین ویژگی های سطح
۱۴	منابع
۱۷	فصل دوم: نانو ذرات مغناطیسی
۱۷	۱-۲ مواد مغناطیسی
۱۸	۱-۱-۲ مواد پارامغناطیس
۱۹	۲-۱-۲ مواد دیامغناطیس
۱۹	۳-۱-۲ مواد فرومغناطیس
۲۱	۴-۱-۲ مواد آنتی فرومغناطیس
۲۱	۵-۱-۲ مواد فری مغناطیس
۲۲	۲-۲ نانو ذرات مغناطیسی
۲۲	۳-۲ روش های سنتز نانو ذرات مغناطیسی
۲۳	۱-۳-۲ فرآوری نانو ذرات از فاز مایع
۲۳	۱-۳-۲-۱ روش هم رسوبی
۲۴	۲-۳-۲-۱ روش سُل-ژل
۲۵	۳-۳-۲-۱ روش میکرو و نانو امولسیون
۲۶	۴-۳-۲-۱ روش تجزیه حرارتی

۲۷	۵-۱-۳-۲- روش های هیدروترمال و سلووترمال
۲۹	۶-۱-۳-۲- روش سونوشیمی
۳۰	۷-۱-۳-۲- روش مایکروویو
۳۰	۲-۳-۲- سنتز نانوذرات در فاز گاز
۳۰	۱-۲-۳-۲- فرآیند تراکم گاز بی اثر
۳۱	۲-۲-۳-۲- رسوب شیمیایی فاز بخار
۳۲	۳-۲-۳-۲- روش تخلیه قوس الکتریکی
۳۲	۳-۳-۲- فرآیندهای حالت جامد
۳۲	۱-۳-۳-۲- آلیاژسازی مکانیکی
۳۳	۴-۲- حفاظت و پایداری رسوبات نانوذرات مغناطیسی
۳۳	۵-۲- اصلاح سطح نانوذرات مغناطیسی
۳۴	۱-۵-۲- پوشش با سورتانت ها و پلیمرها
۳۵	۲-۵-۲- پوشش با اکسیدهای فلز
۳۵	۳-۵-۲- پوشش با فلزات گران بها
۳۶	۴-۵-۲- پوشش با سیلیکا
۳۶	۵-۵-۲- پوشش با کربن
۳۶	۶-۲- کاربرد نانوذرات مغناطیسی
۳۷	۱-۶-۲- کاربردهای زیست محیطی
۴۰	منابع

۴۳	فصل سوم: نانوکامپوزیت های پلیمر-نانولوله های کربنی
۴۳	۱-۳- کامپوزیت
۴۳	۲-۳- نانوکامپوزیت ها
۴۳	۱-۲-۳- نانوکامپوزیت های پلیمری
۴۴	۱-۱-۲-۳- طبقه بندی نانوکامپوزیت های پلیمری براساس بافت
۴۴	۲-۱-۲-۳- طبقه بندی نانوکامپوزیت ها براساس فاز تقویت کننده
۴۸	۳-۳- روش های سنتز نانوکامپوزیت های پلیمری
۴۹	۴-۳- فرآیند تهیه نانوکامپوزیت های پلیمر-CNT
۵۰	۱-۴-۳- اختلاط محلول

۵۱	۲-۴-۳- اختلاط مذاب
۵۲	۳-۴-۳- پلیمریزاسیون درجا
۵۲	۴-۴-۳- روش‌های دیگر
۵۳	۵-۴-۳- تهیه نانوکامپوزیت‌های پلیمر-CNT ردیف‌شده
۵۴	۵-۳- خواص الکتریکی کامپوزیت‌های پلیمر-CNT
۵۴	۶-۳- کاربرد
۵۴	۱-۶-۳- حسگرها
۵۵	۱-۶-۳- حسگرهای شیمیایی
۵۶	۲-۱-۶-۳- نانو حسگرها
۵۶	۲-۶-۳- کاربرد کامپوزیت‌های پلیمر-CNT در حسگرها
۵۹	منابع

فصل چهارم: گرافن و گرافن اکسید

۶۱	۱-۴- گرافن و گرافن اکسید
۶۴	۲-۴- جذب ترکیبات آلی و یون‌های فلزی، یون‌ذرات گرافن و گرافن اکسید
۶۹	۳-۴- استخراج فاز جامد با نانوذرات گرافن و گرافن اکسید
۷۳	۴-۴- میکرواستخراج فاز جامد با استفاده از نانوساختارهای گرافن و گرافن اکسید
۷۸	۵-۴- استخراج فاز جامد با نانومواد مغناطیسی
۸۰	۶-۴- نتیجه‌گیری و چشم‌انداز
۸۱	منابع

فصل پنجم: نانولوله‌های کربنی

۸۵	۱-۵- نانولوله‌های کربنی
۸۶	۲-۵- انواع نانولوله‌های کربنی
۸۷	۳-۵- ساختار نانولوله‌های کربنی
۸۹	۴-۵- خواص نانولوله‌های کربنی
۹۱	۵-۵- کاربردهای نانولوله‌های کربنی
۹۲	۶-۵- حسگرهای گازی
۹۵	۷-۵- استخراج فاز جامد

- ۱۱۰..... ۸-۵ میکرواستخراج فاز جامد.....
 ۱۲۲..... ۹-۵ فاز ساکن در کروماتوگرافی و الکتروکروماتوگرافی.....
 ۱۲۵..... منابع.....

فصل ششم: نانوالیافها..... ۱۳۳

- ۱۳۳..... ۱-۶- الکتروریسی.....
 ۱۳۵..... ۲-۶- عوامل موثر بر فرایند الکتروریسی.....
 ۱۳۵..... ۱-۲-۶- رنگ های محلول پلیمری.....
 ۱۳۷..... ۲-۲-۶- شرایط فرایند الکتروریسی.....
 ۱۴۰..... ۳-۲-۶- شرایط فرایند.....
 ۱۴۰..... ۳-۶- تهیه نانوالیاف.....
 ۱۴۲..... ۴-۶- کاربردهای نانوالیاف.....
 ۱۴۴..... ۵-۶- کاربرد نانوالیاف در شیمی تجزیه.....
 ۱۴۵..... ۱۰-۵-۶- کاربرد نانوالیافها در جداسازی (آماده سازی نمونه).....
 ۱۴۹..... ۲-۵-۶- کاربرد نانوالیاف در کروماتوگرافی.....
 ۱۵۴..... ۳-۵-۶- کاربرد نانوالیاف در سیستم های آشکارسازی.....
 ۱۵۵..... ۴-۵-۶- کاربرد نانوالیاف در دستگاه های نورسنجی تجزیه.....
 ۱۵۹..... منابع.....

فصل هفتم: نقاط کوانتومی..... ۱۶۵

- ۱۶۵..... ۱-۷- نقاط کوانتومی.....
 ۱۶۸..... ۲-۷- خواص نوری و شیمی سطح.....
 ۱۷۱..... ۳-۷- روش های سنتز نقاط کوانتومی.....
 ۱۷۱..... ۱-۳-۷- روش سنتز کلئیدی.....
 ۱۷۵..... ۲-۳-۷- روش رشد برآرای و/یا الگودهی در مقیاس نانو (روش لیتوگرافی).....
 ۱۷۷..... ۳-۳-۷- روش خود آرای و ویروسی.....
 ۱۷۷..... ۴-۳-۷- تهیه نقاط کوانتومی زیست سازگار.....
 ۱۷۸..... ۴-۷- روش های شناسایی و تعیین خواص نقاط کوانتومی.....
 ۱۸۰..... ۵-۷- کاربردهای نقاط کوانتومی در شیمی تجزیه.....

۱۸۰	۷-۵-۱- فلورتابی
۱۸۰	۷-۵-۲- اندازه‌گیری مستقیم فلورتابی
۱۸۲	۷-۵-۳- نورتابی شیمیایی
۱۸۳	۷-۵-۳-۱- نورتابی شیمیایی مستقیم
۱۸۴	۷-۵-۳-۲- نورتابی شیمیایی کاتالیزوری
۱۸۵	۷-۵-۳-۳- انتقال انرژی رزونانس نورتابی شیمیایی
۱۸۶	۷-۵-۳-۴- نورتابی الکتروشیمیایی تولید الکترون
۱۸۷	۷-۵-۴- روماتوگرافی مایع
۱۸۸	۷-۵-۵- "لشروفورز موین"
۱۸۹	۷-۵-۶- چشم‌انداز آینده
۱۸۹	۷-۶-۱- واکنش‌دهنده‌های فاز جامد
۱۹۰	۷-۶-۲- نانوکامپوزیت‌های غنی‌شده
۱۹۰	۷-۶-۳- تزریق مهره
۱۹۱	منابع

۱۹۷ فصل هشتم: زیست‌حسگرها بر پایه نانو مواد

۱۹۷	۸-۱- حسگرها، زیست‌حسگرها و نانوحسگرهای شایع
۲۰۰	۸-۲- اجزای تشکیل‌دهنده یک زیست‌حسگر
۲۰۰	۸-۳- طبقه‌بندی زیست‌حسگرها
۲۰۲	۸-۴- اصول طراحی و ساخت یک زیست‌حسگر
۲۰۲	۸-۴-۱- جذب سطحی
۲۰۳	۸-۴-۲- پیوند کووالانسی
۲۰۳	۸-۴-۳- به‌دام انداختن
۲۰۳	۸-۴-۴- کپسوله کردن
۲۰۴	۸-۴-۵- اتصال عرضی
۲۰۵	۸-۵- کاربردهای متنوع زیست‌حسگرها
۲۰۶	۸-۶- نسل جدید زیست‌حسگرها بر پایه نانو مواد
۲۰۷	۸-۷- نانوساختارها برای بهینه‌سازی تثبیت
۲۱۰	۸-۸- نانوساختارها برای بهینه‌سازی عملکرد میدل

- ۸-۹- نانوزیست حسگرها..... ۲۱۵
- ۸-۱۰- آینده زیست حسگرها و تجاری شدن..... ۲۱۷
- منابع..... ۲۱۸

فصل نهم: مزوپورها..... ۲۲۱

- ۹-۱- مواد متخلخل و طبقه‌بندی آنها..... ۲۲۱
- ۹-۲- ویژگی‌های مواد نانوپور..... ۲۲۳
- ۹-۳- مکانیسم‌های تشکیل مزوپورها..... ۲۲۳
- ۹-۴- انواع مزوپورها..... ۲۲۷
- ۹-۴-۱- مزوپورها سیلکانی..... ۲۲۷
- ۹-۴-۱-۱- روش‌های سنتز مزوپورها سیلیکانی..... ۲۲۷
- ۹-۴-۲- مزوپورهای غیرسیلیکاتی..... ۲۲۹
- ۹-۵- کنترل اندازه حفره‌ها..... ۲۲۹
- ۹-۶- سنتز مزوپورهای کربنی..... ۲۳۰
- ۹-۷- روش‌های شناسایی مزوپورها..... ۲۳۲
- ۹-۷-۱- پراش پرتو ایکس..... ۲۳۲
- ۹-۷-۲- میکروسکوپ عبوری الکترونی..... ۲۳۲
- ۹-۷-۳- روش جذب و واجذب نیتروژن..... ۲۳۳
- ۹-۷-۴- طیف‌بینی نفوذی انعکاسی..... ۲۳۳
- ۹-۷-۵- طیف‌بینی تبدیل فوریه-مادون قرمز..... ۲۳۴
- ۹-۷-۶- تجزیه گرما وزن سنجی..... ۲۳۴
- ۹-۸- کاربرد مزوپورها..... ۲۳۴
- منابع..... ۲۳۶

بسمه تعالی

پیشگفتار

نانوشیمی، مطالعه سنتز و آنالیز مواد در گستره نانومقیاس شامل مولکول‌های بزرگ آلی، ترکیبات معدنی و ذرات فلزی یا نیمه‌رسانا است. در سال‌های اخیر، علوم و فناوری نانومقیاس به سرعت رشد کرده است. نانوشیمی، بطور خاص، روش‌های منحصر به فردی برای ساخت ابزارهایی با دقت در مقیاس مولکولی ارائه می‌کند. می‌توان مزایای استفاده از نانواپزارها در طب، محاسبات، اکتشافات علمی و الکترونیک که در آن نانوشیمی، وعده ساخت اشیاء را اتم به اتم پیش‌بینی می‌کند تصور کرد. چالش اصلی برای بهره‌گیری کامل از نانوشیمی درک قوانین جدید رفتار مواد در مقیاس نانو است، زیرا این سیستم‌ها در آستانه بین رفتار کلاسیک و کوانتومی قرار دارند و رفتارهایی نشان می‌دهند که در دستگاه‌های بزرگتر وجود ندارد. مطالعه سیستم‌های نانوشیمیایی بسیاری از حوزه‌ها، از مطالعه برهم-کنش اتم‌ها و چگونگی دستکاری آنها به کنترل واکنش‌های شیمیایی در سطح اتمی، تا مطالعه مجموعه‌های مولکولی بزرگتر، مانند ذرات نان، خوشه‌ها، پلیمرها را در بر می‌گیرند. از مطالعات مجموعه‌ها، ساختارهای جدید و مهمی از جمله نانولوله‌ها، نانوسیم‌ها، مجموعه‌های مولکولی سه‌بعدی و آزمایشگاه روی یک تراشه را برای پژوهش‌های اساسی و بیولوژیکی توسعه داده است.

مرز نهایی نانوشیمی دستکاری شیمیایی اتم‌ها است. با استفاده از ابزارهای بسیار پیشرفته امروزی، محققان واکنش‌های شیمیایی بین دو اتم را روی یک سطح مشاهده کرده‌اند. استفاده از اتم به عنوان واحدهای ساختمانی راه‌های جدیدی به سوی مواد جدید می‌گشاید. نگاه‌های در مقیاس اتمی، اگر چه امیدوار کننده هستند، اما چالش‌های عمده‌ای در چگونگی دستیابی به کنترل و ثبات فضایی نشان می‌دهند.

شیمی تجزیه با جهت‌گیری نانوفناوری، یا نانوشیمی تجزیه، در مقیاس نانو در یک زمینه جدید با قابلیت بسیار زیاد است. مفاهیم نانوشیمی تجزیه به سرعت در بیولوژی مولکولی و سایر زمینه‌ها در حال پذیرش است. طراحی نانوساختارهای توین با خواص نوری و الکتروشیمیایی ویژه و اتصال آنها با سیستم‌های زیست حس‌کننده تنها یک جنبه از تحقیقات در این زمینه جدید است. شیمی تجزیه با جهت‌گیری نانوفناوری ابزار جدیدی برای کاربردهای مختلف در زمینه‌هایی مانند پزشکی، مطالعات زیست‌محیطی و صنعت فراهم می‌آورد. این کتاب با محتوای اصول نانوعلم و نانوفناوری تجزیه‌ای، تعیین مشخصات تجزیه‌ای نانومواد همچنین کاربرد نانو مواد در شیمی تجزیه به تمام پژوهشگران عزیز علاقمند در این زمینه تقدیم می‌شود. امید است با معرفی بخشی از کاربرد نانوفناوری در شیمی تجزیه

بتوانیم گام کوچک ولی مفید را برای پژوهشگران عزیزی که در دنیای وسیع و روبه رشد نانو علاقه به تحقیق دارند برداشته باشیم. بدون تردید این اثر عاری از نقص نیست اما تلاش خواهیم کرد تا در ویرایش‌های بعدی علاوه بر افزودن مطالب جدید نسبت به رفع نواقص نیز بکوشیم. همچنین از همکاری و زحمات افرادی که در تالیف، تهیه و تنظیم این اثر نقش موثری داشته‌اند به ویژه سرکار خانم دکتر فرنوش فریدبند عضو محترم هیات علمی دانشکده شیمی دانشگاه تهران که با حمایت و مشارکت خود بر ارزش این اثر افزوده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

حسن سرشتی

www.ketab.ir