



دانشگاه پیام نور

**سنتز، شناسایی و کاربرد نانوکاتالیزگرهای بین
فازی بر پایه نانومواد ارگانوسیلیکای متخلخل
تناوبی در واکنش‌های شیمیایی**

www.ketab.ir

دکتر فاطمه رجبی

سرشناسه	: رجبی، فاطمه، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدید آور	: سنتز، شناسایی و کاربرد نانوکاتالیزگرهای بین فازی بر پایه نانومواد ارگانوسیلیکای متخلخل تناوبی در واکنش‌های شیمیایی / فاطمه رجبی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام‌نور، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: شانزدهم، ۲۴۶ ص:، مصور، جدول، نمودار.
فروست	: دانشگاه پیام نور؛ ۲۸۶۶. گروه شیمی؛ ۱۶۲/ف.
شابک	: 978 - 964 - 14 - 0917 - 5
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۴۱.
موضوع	: ترکیب‌های آلی -- سنتز -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	: Organic compounds -- Synthesis -- Programmed instruction
موضوع	: ترکیب‌های آلی -- سنتز -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: Organic compounds -- Synthesis -- Study and teaching (Higher)
موضوع	: شیمی آلی -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	: Chemistry, Organic -- Programmed instruction
موضوع	: مواد نانوساختار -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	: Nanostructured materials -- Programmed instruction
موضوع	: مواد متخلخل -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	: Porous materials -- Programmed instruction
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	: Payam Noor University
رده بندی کنگره	: QD۲۴۲
رده بندی دیویی	: ۵۷۴/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۴۶۶۸۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا



دانشگاه پیام نور

چاپ : اول

شمارگان : ۱۰۰

قیمت (ریال) : ۴۲۰,۰۰۰

سنتز، شناسایی و کاربرد نانوکاتالیزگرهای بین فازی بر پایه نانومواد

ارگانوسیلیکای متخلخل تناوبی در واکنش‌های شیمیایی

مولف: دکتر فاطمه رجبی

تهیه و تولید: مرکز انتشارات دانشگاه پیام‌نور

شابک: ۵ - ۰۹۱۷ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0917 - 5

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(تولید کپی یا خلاصه‌نویسی، نشر و ترجمه، چاپ، فهرست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام‌نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

ترسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه پادآوران، تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۹۸۳۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	پانزده
فصل اول. نانو مواد.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
مقدمه.....	۱
۱-۱ خواص نانو مواد.....	۳
۲-۱ نانوکاتالیزورها.....	۴
۱-۲-۱ طراحی نانوکاتالیزورها.....	۶
۲-۲-۱ نانوکاتالیزورهای بین فازي.....	۶
۳-۲-۱ تهیه کاتالیزورهای بین فازي.....	۸
۳-۱ مواد نانو متخلخل.....	۹
۴-۱ روش‌های نوین تهیه کاتالیزورهای تثبیت شده روی بستر.....	۱۴
۱-۴-۱ تعویض یونی.....	۱۵
۲-۴-۱ استخلاف در استخوان‌بندی.....	۱۵
۳-۴-۱ کمپوله کردن کمپلکس‌های فلزي.....	۱۵
۵-۱ روش‌های تهیه سیلیکای اصلاح شده آلی حاوی گروه‌های عاملی.....	۱۶
۱-۵-۱ پیوند زدن نهایی و تشکیل سیلیکاهای دارای گروه‌های عاملی.....	۱۶
۲-۵-۱ تراکم هم‌زمان ارگانوسیلان و آلکوکسی سیلان (مستتر مستقیم).....	۱۸
۶-۱ ارگانوسیلان‌های مزو متخلخل متناوب (PMOs).....	۲۰
۱-۶-۱ ارگانوسیلیکان‌های کابریال.....	۲۳

فصل دوم. روش های شناسایی و مشخصه یابی نانومواد.....	۲۵
هدف کلی.....	۲۵
هدف های یادگیری.....	۲۵
مقدمه.....	۲۶
۱-۲ روش های متداول شناسایی و مشخصه یابی نانومواد.....	۲۶
۱-۱-۲ تجزیه گرمایی هم زمان (STA).....	۲۷
۲-۱-۲ اندازه گیری مساحت سطح و درجه تخلخل (تخلخل سنجی).....	۲۸
۱-۲-۱-۲ معادله لانگمیر.....	۳۳
۲-۲-۱-۲ معادله BET.....	۳۴
۳-۱-۲ طیف سنجی مادون قرمز انعکاسی.....	۳۵
۴-۱-۲ طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته در حالت جامد.....	۳۵
۵-۱-۲ طیف سنجی پراش پرتو ایکس.....	۳۵
۶-۱-۲ طیف سنجی فتو الکترونی پرتو ایکس.....	۳۶
۷-۱-۲ طیف سنجی ماوراء بنفش انعکاسی (DRIR-UV).....	۳۷
۸-۱-۲ میکروسکوپ الکترونی.....	۳۷
۹-۱-۲ تیتراسیون.....	۳۹
۱۰-۱-۲ روش طیف سنجی جذب پرتوی ایکس (XAS).....	۴۰
۱۱-۱-۲ طیف سنجی پراکندگی نور دینامیکی (DLS).....	۴۰
۱۲-۱-۲ طیف سنجی پراکندگی انرژی (EDS).....	۴۱
فصل سوم. سنتز و مشخصه یابی خانواده جدید از نانومواد متخلخل ارگانوسیلیکایی بسیار منظم (PMO) و کاربرد کاتالیزگری آن ها در واکنش های شیمیایی.....	۴۳
هدف کلی.....	۴۳
هدف های یادگیری.....	۴۳
مقدمه.....	۴۴
۱-۳ نانوساختارهای ارگانوسیلیکای مزو متخلخل تنابویی (PMO).....	۴۴
۱-۱-۳ کاربردهای نانوساختارهای ارگانوسیلیکای متخلخل تنابویی (PMO).....	۴۵
۱-۱-۱-۳ کاربرد نانومواد PMO در پزشکی.....	۴۶
۲-۱-۱-۳ کاربرد نانومواد PMO در تصفیه آب.....	۴۷
۳-۱-۱-۳ کاربرد نانومواد PMO در سوخت و انرژی.....	۵۰
۴-۱-۱-۳ کاربرد نانومواد PMO در صنایع آرایشی و بهداشتی.....	۵۱
۵-۱-۱-۳ کاربرد نانومواد PMO در نانو حسگرها.....	۵۲
۲-۳ سنتز، مشخصه یابی و کاربرد نانومواد متخلخل ارگانوسیلیکای بسیار منظم با کالبد پیریدین.....	۵۳
۱-۲-۳ سنتز نانومواد متخلخل ارگانوسیلیکای منظم بر پایه پیریدین.....	۵۳
۲-۲-۳ مشخصه یابی نانومواد متخلخل ارگانوسیلیکای منظم بر پایه پیریدین (PMO-Py).....	۵۴
۱-۲-۲-۳ آزمون جذب- واجذب و تعیین خواص فیزیکی نانومواد ارگانوسیلیکای PMO-Py.....	۵۴

پیشگفتار

در عصر حاضر، بسیاری از محققان و سیاستمداران جهان معتقدند که علم نانو می‌تواند تحولات اساسی در توسعه و پیشرفت علمی و صنعتی جهان ایجاد کند. با پیشرفت‌های سریع و شگرف در همگرایی فناوری نانو، شاهد تحولات عظیم و چشمگیر در آینده نزدیک خواهیم بود. نانو فناوری یک دانش میان رشته‌ای و فراگیر است که در زمینه‌های گوناگون از جمله صنعتی، نظامی، پزشکی، الکترونیک، انرژی، کشاورزی، داروسازی، محیط‌زیست، شیمی و مواد با سرعت زیاد در حال توسعه است و در آینده‌ای نزدیک تمامی جنبه‌های زندگی و نیازهای مختلف انسان‌ها را تحت تأثیر اساسی قرار می‌دهد. یکی از کاربردهای فناوری نانو در حوزه کاتالیزورها و ساخت نانوکاتالیزورها است که در صنایع مختلف شیمیایی و نفت و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. همواره تولید کاتالیزگر با فعالیت، گزینش‌پذیری و بازده بالا، قابلیت جداسازی و بازیابی از مخلوط واکنش، مصرف حداقل انرژی و عمر مفید بالا یکی از مهم‌ترین هدف‌های شیمی‌دان‌ها در فناوری کاتالیزورها بوده است. به همین منظور نانوکاتالیزگرهایی طراحی و سنتز شده‌اند که نسبت به کاتالیزگرهای مرسوم، کارایی و گزینش‌پذیری بالاتری دارند. بازده بالا، صرفه اقتصادی، هدر رفت کم مواد شیمیایی، مصرف حداقل گرما و انرژی، ایمنی بالا و استفاده بهینه از مواد شیمیایی اولیه، جداسازی آسان و بازیافت از مهم‌ترین مزایای نانوکاتالیزورها می‌باشند. کتاب حاضر یک اثر تصنیفی است و مجموعه‌ای از مطالعات و پژوهش‌های سال‌های اخیر گروه تحقیقاتی این جانب در زمینه طراحی،

ساخت، مشخصه‌یابی و کاربرد نانوکاتالیزگرهای بین فازی بر پایه نانومواد هیبریدی آلی معدنی است، که در راستای اصول شیمی سبز و توسعه شیمی پایدار صورت گرفته است. نانوکاتالیزگرهای بین فازی هم‌زمان مزایای کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن را دارا هستند. در این کتاب که مشتمل بر هشت فصل است، تلاش شده است تا متون مرتبط به این حوزه، به زبانی ساده و قابل فهم برای دانشجویان و سایر علاقه‌مندان نگارش شود. امید است این کتاب مورد استفاده علاقه‌مندان علم شیمی و فرایندهای کاتالیزگری قرار گیرد. پیشاپیش از کلیه صاحب‌نظران و خوانندگان که با نظرات و پیشنهادهای ارزشمند خود، این جانب را در راستای بهبود کیفیت کتاب در ویرایش‌های آتی یاری دهند، سپاسگزاری می‌کنم. در پایان از همکاری صمیمانه مسئولین محترم مؤسسه انتشارات دانشگاه پیام نور که امکان لازم برای چاپ این کتاب را فراهم کردند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

فاطمه رجبی

f_rajabi@pnu.ac.ir

تابستان ۱۴۰۰

www.ketab.ir