

مقدمه‌ای بر خواص فوتوکاتالیستی نانوساختارها و نانوکامپوزیت‌ها

آلف:

دکتر غلامرضا جیونی
(عضو هیات علمی دانشگاه اراک)

شمین مجموعه

دکتر داود قبری

سرشناسنامه	:	نیونی، غلامرضا، ۱۳۳۴-
عنوان و نام پدیدآور	:	مقدمه‌ای بر خواص فوتوکاتالیستی نانوساختارها و نانوکامپوزیت‌ها / تالیف غلامرضا نیونی، شمین معصومی، داود قنبری.
مشخصات نشر	:	اراک: دانشگاه اراک، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۳۰۲ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۷۷۳۱-۰۲-۴
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	کاتالیز نوری
موضوع	:	Photocatalysis
موضوع	:	مکانیسم‌های واکنش آلی
موضوع	:	Organic reaction mechanisms
موضوع	:	مواد نانوساختار
موضوع	:	Nanostructured materials
موضوع	:	نانوهندسی مواد
موضوع	:	Nanocomposites (Materials)
شناسه افزوده	:	قنبری، داود، ۱۳۶۳-
شناسه افزوده	:	معصومی، شمین، ۱۳۶۷-
شناسه افزوده	:	دانشگاه اراک
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۹۶ ن ۲۳ ک QDV۱۶۱
رده‌بندی دیویی	:	۵۴۱/۳۹۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۰۴۶۳۵۳

مقدمه‌ای بر خواص فوتوکاتالیستی نانوساختارها و نانوکامپوزیت‌ها

دکتر غلامرضا نیونی / شمین معصومی / دکتر داود قنبری

ناشر :	دانشگاه اراک
نوبت چاپ :	اول / ۱۳۹۷
شمارگان :	۱۰۰۰ نسخه
شابک :	۹۷۸-۶۰۰-۷۷۳۱-۰۲-۴
قیمت :	۲۵۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار.....	۱۱
علائم اختصاری.....	۱۳
فصل اول: مقدمه ای بر فوتوکاتالیست ها.....	۱۵
۱-۱- مقدمه.....	۱۵
۱-۲- مفاهیم اولیه ی انواع الکترود مغناطیس.....	۱۶
۱-۳- کاتالیست ها.....	۱۷
۱-۴- تعریف فوتوکاتالیست ها.....	۱۸
۱-۵- انواع فوتوکاتالیست ها.....	۱۸
۱-۵-۱- فوتوکاتالیست های همگن.....	۱۹
۱-۵-۲- فوتوکاتالیست های ناهمگن.....	۲۰
۱-۶- نیمه رساناها.....	۲۰
۱-۷- انواع گاف انرژی.....	۲۱
۱-۷-۱- گاف انرژی مستقیم.....	۲۱
۱-۷-۲- گاف انرژی غیر مستقیم.....	۲۱
۱-۸- ساز و کار فرایند فوتوکاتالیستی در نیمه رساناها.....	۲۳
۱-۸-۱- فعالیت فوتوکاتالیستی برای تولید سوخت (انرژی).....	۲۳
۱-۸-۱-۱- فعالیت فوتوکاتالیستی جهت تولید گاز اکسیژن و هیدروژن.....	۲۴
۱-۸-۱-۲- فعالیت فوتوکاتالیستی جهت تولید سوخت متان و متانول.....	۲۷
۱-۸-۱-۳- مشکلات تولید سوخت با استفاده از فعالیت فوتوکاتالیستی.....	۲۹
۱-۸-۲- فعالیت فوتوکاتالیستی جهت تخریب آلاینده ها.....	۲۹

۳۴	۹-۱- رنگ‌های آزو.....
۳۵	۱۰-۱- ویژگی نیمه‌رساناهای فوتوکاتالیست.....
۳۵	۱-۱۰-۱- ترازهای تله در نیمه‌رساناها.....
۳۷	۱۱-۱- تعیین موقعیت نوارهای انرژی در نیمه‌رساناها.....
۴۰	۱۲-۱- روش‌های تست فعالیت‌های فوتوکاتالیستی جهت تخریب آلاینده‌ها.....
۴۳	۱-۱۲-۱- طیف‌سنجی جذب فرابنفش-مرئی (UV- Vis).....
۴۳	۱-۱۲-۱- جزای اصلی دستگاه UV- Vis.....
۴۶	۱-۱۲-۲- قانون بیر-لامبرت.....
۵۳	فصل دوم: عوامل مؤثر بر فعالیت‌های فوتوکاتالیستی.....
۵۳	۱-۲- مقدمه.....
۵۴	۲-۲- اثر pH بر سرعت فرایندهای فوتوکاتالیستی.....
۵۷	۳-۲- اثر دما بر فرایند فوتوکاتالیستی.....
۵۸	۴-۲- اثر غلظت آلاینده بر فرایندهای فوتوکاتالیستی.....
۶۰	۵-۲- اثر مقدار ماده‌ی فوتوکاتالیست.....
۶۲	۶-۲- اثر اندازه‌ی ذرات فوتوکاتالیست.....
۶۴	۷-۲- اثر شدت نور فرودی بر فرایند فوتوکاتالیستی.....
۶۴	۸-۲- اثر افزودن اکسیدانت‌ها بر بازده فعالیت‌های فوتوکاتالیستی.....
۶۷	۹-۲- نوع راکتور فوتوکاتالیستی مورد استفاده.....
۶۷	۱۰-۲- راکتورهای فوتوکاتالیستی.....
۶۷	۱-۱۰-۲- فرایند غشا.....
۶۸	۲-۱۰-۲- راکتورهای فوتوکاتالیستی غشایی (PMRs).....
۷۷	فصل سوم: بررسی فعالیت فوتوکاتالیستی نانو ساختارها.....
۷۷	۱-۳- مقدمه.....

- ۷۷ ۳-۲- ویژگی نانومواد و کاربردهای آن‌ها
- ۷۸ ۳-۲-۱- افزایش سطح نانومواد
- ۷۹ ۳-۲-۲- محدودیت کوانتومی نانومواد
- ۸۲ ۳-۳- نانو ساختارها
- ۸۵ ۳-۴- اکسیدهای فلزی
- ۸۶ ۳-۴-۱- تیتانیوم دی اکساید
- ۸۶ ۳-۴-۱-۱- ساختار تیتانیوم دی اکساید
- ۸۹ ۳-۴-۱-۲- خواص تیتانیوم دی اکساید
- ۹۳ ۳-۴-۱-۳- فعالیت فوتوکاتالیستی تیتانیوم دی اکساید
- ۹۹ ۳-۴-۱-۴- فعالیت فوتوکاتالیستی نانو ساختارهای تیتانیوم دی اکساید
- ۱۱۱ ۳-۴-۱-۵- اثر سطوح بر روی فعالیت فوتوکاتالیستی تیتانیوم دی اکساید
- ۱۱۷ ۳-۴-۱-۶- کاربردهای نانومواد تیتانیوم دی اکساید
- ۱۲۰ ۳-۴-۱-۷- اصلاح رفتار فوتوکاتالیستی تیتانیوم دی اکساید
- ۱۴۳ ۳-۴-۲- اکسید روی (ZnO)
- ۱۴۳ ۳-۴-۲-۱- ساختار بلوری اکسید روی
- ۱۴۴ ۳-۴-۲-۲- خواص نوری اکسید روی
- ۱۴۶ ۳-۴-۲-۳- بررسی فعالیت فوتوکاتالیستی اکسید روی
- ۱۵۳ ۳-۵- اکسیدهای پروسکایت
- ۱۵۵ ۳-۵-۱- کاربرد پروسکایت‌ها
- ۱۵۵ ۳-۵-۲- فعالیت فوتوکاتالیستی پروسکایت‌ها
- ۱۵۵ ۳-۵-۲-۱- نوع کاتیون فلزی
- ۱۵۶ ۳-۵-۲-۲- زاویه بین پیوندها
- ۱۵۷ ۳-۵-۲-۳- اثر استفاده از ناخالصی‌های فلزی و جایگزینی با کاتیون‌ها
- ۱۶۰ ۳-۶- واندات‌ها

- ۱۶۰ ۳-۶-۱-وانادات بیسموت
- ۱۶۰ ۳-۶-۱-۱-ساختر کریستالی وانادات بیسموت
- ۱۶۱ ۳-۶-۱-۲-ساختر الکترونیکی و اپتیکی BiVO_4
- ۱۶۲ ۳-۶-۱-۳-فعالیت فوتوکاتالیستی وانادات بیسموت
- ۱۶۵ ۳-۷-۱-تنگستات ها
- ۱۶۵ ۳-۷-۱-۱-تنگستات مس
- ۱۶۷ ۳-۷-۲-تنگستات آهن
- ۱۶۸ ۳-۷-۳-تنگستات بیسموت
- ۱۷۳ ۳-۷-۴-تنگستات روی
- ۱۷۴ ۳-۸-۱-سولفیدهای فلزات واسطه
- ۱۷۵ ۳-۸-۱-۱-خواص نوری کادمیوم سولفید سولفید روی
- ۱۷۵ ۳-۸-۱-۱-۱-خوردگی نوری در سولفیدهای فلزی
- ۱۷۶ ۳-۸-۲-بررسی فعالیت فوتوکاتالیستی سولفید روی و کادمیوم سولفید
- ۱۸۱ ۳-۹-۱-نیتراید کربن گرافیت ($\text{g-C}_3\text{N}_4$)
- ۱۸۱ ۳-۹-۱-۱-ویژگی ساختاری نیترایدهای کربن گرافیت
- ۱۸۲ ۳-۹-۱-۱-۱-ساختار تری-اس-تریازین
- ۱۸۳ ۳-۹-۲-فعالیت فوتوکاتالیستی نیترایدهای کربن گرافیت
- ۱۸۵ ۳-۹-۲-۱-فعالیت فوتوکاتالیستی نانو ساختارهای نیتراید کربن گرافیت
- ۱۸۹ ۳-۱۰-۱-فلزات واسطه
- ۱۸۹ ۳-۱۰-۱-۱-تشدید پلاسمون سطحی (SPR)
- ۱۸۹ ۳-۱۰-۲-نانو ساختارهای فلزی
- ۱۹۲ ۳-۱۰-۲-۱-قطبش و میدان الکتریکی جایگزیده
- ۱۹۵ ۳-۱۰-۲-۲-تقریبی برای تعیین فرکانس تشدید پلاسمونی
- ۱۹۶ ۳-۱۰-۲-۳-جذب و پراکندگی نانو ذرات فلزی
- ۱۹۷ ۳-۱۰-۲-۴-فعالیت فوتوکاتالیستی نانو ساختارهای فلزی

فصل چهارم: بررسی فعالیت فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت‌ها.....	۲۱۷
۱-۴- مقدمه.....	۲۱۷
۲-۴- کامپوزیت‌ها.....	۲۱۷
۳-۴- نانوکامپوزیت‌ها.....	۲۱۸
۴-۴- خواص فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت‌ها.....	۲۱۸
۱-۴-۴- کامپوزیت نیمه‌رساناهای معدنی.....	۲۱۹
۱-۴-۴- کامپوزیت دو نیمه‌رسانای نوع n و نوع p.....	۲۳۹
۲-۴-۴- نانوکامپوزیت‌های شامل نیمه‌رساناها و نانوذرات فلزی.....	۲۴۳
۱-۲-۴-۴- تور الکترولیت در نانوساختارهای فلزی و تأثیر آن بر فعالیت فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت.....	۲۴۳
۳-۴-۴- نانوکامپوزیت‌های شامل پلیمرها.....	۲۴۹
۱-۳-۴-۴- پلیمرهای رسانا.....	۲۴۹
۲-۳-۴-۴- فعالیت فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت‌های شامل پلیمر کربن نیتراید گرافیت.....	۲۵۴
۴-۴-۴- نانوکامپوزیت‌های فوتوکاتالیستی و مغناطیسی.....	۲۵۸
۱-۴-۴-۴- نانومواد مغناطیسی.....	۲۵۸
۲-۴-۴-۴- مزایای استفاده از نانوکامپوزیت‌های مغناطیسی در فعالیت‌های فوتوکاتالیستی.....	۲۵۹
۵-۴-۴- نانوفوتوکاتالیست‌های بر پایه‌ی گرافن و زئولیت.....	۲۶۶
۱-۵-۴-۴- گرافن.....	۲۶۶
۲-۵-۴-۴- نقش زئولیت در فعالیت‌های فوتوکاتالیستی.....	۲۷۳
۶-۴-۴- کامپوزیت فوتوکاتالیست‌ها با نانولوله‌های کربنی (CNT).....	۲۷۵
۱-۶-۴-۴- نانولوله‌های کربنی.....	۲۷۵
واژه‌نامه.....	۲۸۷
فهرست اعلام.....	۲۹۷

پیشگفتار

از نظر مقدار و حجم، ۹۷/۲ درصد از آب‌های موجود در سیاره زمین در اقیانوس‌ها و دریاها انباشته شده‌اند. حجم آب‌های شیرین در جهان بسیار کم و فقط ۲/۸ درصد آب‌ها است از این میزان نیز، مقدار زیادی به شکل یخ در یخچال‌های قطبی و کوهستانی (۲/۱۵ درصد) و آب‌های زیرزمینی (۰/۶۲ درصد) قرار دارد و تنها ۰/۰۰۰۱ درصد از کل حجم آب‌های جهان در دسترس انسان است. این میزان نیز در اثر عوامل متعدد که مهم‌ترین آن‌ها مواد شیمیایی آلی و پساب‌های صنعتی است در معرض آلودگی قرار دارد.

آلودگی آب و موایکی از مشکلات اصلی محیط‌زیست در سراسر جهان است و در دهه‌های گذشته احیای محیط‌زیست رزدن آلودگی از آن، یکی از اولویت‌های جهانی و ملی بوده است. علاوه بر این به کارگیری روش‌های مقرون به صرفه برای کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی همواره مورد توجه قرار گرفته است، چرا که توسعه‌ی فناوری‌های پیشرفته و استفاده از ماشین‌آلات صنعتی در دهه‌ی اخیر، آلودگی‌های زیست‌محیطی را به افزایش است و از بین بردن آن نیازمند استفاده از روش‌های کم‌هزینه و توجه‌های اقتصادی است.

هدف اصلی این کتاب، معرفی فوتوکاتالیست‌ها و به کارگیری دانش و فناوری نانو و استفاده از فوتوکاتالیست‌های نانو ساختار به عنوان روشی نوین و مقرون به صرفه به منظور کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی است.

در پدید آوردن این اثر از تعداد زیادی مقاله و کتاب استفاده شده است و در نگارش کتاب سعی بر این بوده تا از ورود به جزئیات پرهیز شود و با ارائه‌ی شکل‌ها و طرح‌ها و نمودارها درک آن برای کلیه‌ی دانشجویان و پژوهش‌گران در تمامی رشته‌های مرتبط آسان گردد.

این کتاب از ۴ فصل تشکیل شده است. فصل اول نگاهی کلی بر سازوکار فوتوکاتالیست‌ها به‌ویژه فوتوکاتالیست‌های نیمه‌رسانا است. در فصل دوم عوامل مؤثر بر افزایش بازدهی فوتوکاتالیستی مطرح گردیده است. فصل سوم به معرفی مطرح‌ترین و متداول‌ترین فوتوکاتالیست‌ها و انواع نانو ساختارهای فوتوکاتالیستی پرداخته شده است. در فصل چهارم نیز نانوکامپوزیت‌ها به عنوان مؤثرترین فوتوکاتالیست‌ها در افزایش سرعت فرایندهای فوتوکاتالیستی، معرفی شده‌اند. در پایان هر فصل مقاله‌ها و منابع بسیاری که می‌تواند برای خواننده‌ی کتاب مفید باشد آورده شده است.

مخاطب اصلی این کتاب دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری در رشته‌های مرتبط با علوم و فناوری نانو، اعم از فیزیک، شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد است ولی برای کلیه پژوهشگرانی که در این حیطه کار می‌کنند می‌تواند مفید باشد.

از خوانندگان کتاب درخواست داریم نقاط قوت و ضعف کتاب را به نویسندگان منتقل نمایند تا در چاپ بعدی نقاط قوت را تقویت و نقاط ضعف را برطرف نماییم. باشد که بتوانیم از طریق نشر این کتاب سهم کوچکی در گسترش پژوهش در زمینه علوم و فناوری نانو داشته باشیم.

www.ketab.ir

علائم اختصاری

BET	آنالیز اندازه گیری تخلخل و سطح ویژه
CB	نوار رسانش
CV	ولتاژ پیک
CNT	نانولوله های کربن
HOMO	بالا ترین اوربیتال اشغال شده
LUMO	پایین ترین اوربیتال اشغال نشده
LSPR	تشدید پلاسمون سطحی جایگزیده
MF	میکرو فیلتراسیون
NHE	الکترو د نرمال هیدروژن
NF	نانو فیلتراسیون
PMRs	راکتورهای فوتوکاتالیستی غشایی
SEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی
STM	میکروسکوپ تونلی روبشی
SWCNT	نانولوله های کربنی تک دیواره
SPR	تشدید پلاسمون سطحی
TEM	میکروسکوپ الکترونی عبوری
UV-Vis	طیف سنجی جذب فرابنفش - مرئی
VB	نوار ظرفیت
XPS	طیف سنجی فوتوالکترونی اشعه ایکس