



## نانوفناوری در علوم محیطی (جلد اول)

ویرایش شده توسط Ajay Kumar Mishra و Chaudhery Mustansar Hussain

مترجمان:

مهندس نازنین رحمتی (گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان)	مهندس سعید رجبی (مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شیراز)	دکتر مجید نوذری (استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی بم)	دکتر مجید هاشمی (استادیار، مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان)
مهندس شیما بهرامی (مرکز تحقیقات بیماری‌های غیرواگیر دانشگاه علوم پزشکی شیراز)		مهندس صبا فولادوند (گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران)	

ویراستار علمی:

دکتر علیرضا نصیری

(مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان)



URL: [www.khaniran.com](http://www.khaniran.com)

این کتاب به تصویب شورای انتشارات دانشگاه علوم پزشکی کرمان مورخ

۱۴۰۲/۱۱/۱۵ قرار گرفته است



دانشگاه علوم پزشکی کرمان

عنوان و نام پدیدآور: نانوفناوری در علوم محیطی/ویرایش شده توسط [چودری موستانسر حسین، آجایکومار میشر]؛ مترجمان مجید هاشمی... [و دیگران]؛ ویراستار علمی علیرضا نصیری؛ [برای] دانشگاه علوم پزشکی کرمان. مشخصات نشر: تهران: خانیران، ۱۴۰۳. مشخصات ظاهری: ج. ۲: مصور، جدول، نمودار.

شابک: (دوره)؛ ج. ۱-6-32-7631-622-978؛ ج. ۲-33-7631-622-978 وضعیت فهرست نویسی: فیپا یادداشت: مترجمان مجید هاشمی، مجید نوذری، سعید رجیبی، نازنین رحمتی، صبا فولادوند، شیما بهرامی.

یادداشت: عنوان اصلی: [Nanotechnology in environmental science, 2018].

موضوع: مواد نانوساختار -- جنبه‌های زیست‌محیطی Nanostructured materials-- Environmental aspects  
نانوتکنولوژی Nanotechnology زیست‌پالایی Bioremediation

شناسه افزوده: حسین، چودری موستانسرشناسه افزوده: Hussain, Chaudhery Mustansar  
شناسه افزوده: میشر، آجای کومار، ۱۹۶۵-م. ویراستار

شناسه افزوده: Mishra, Ajay Kumar, 1965-شناسه افزوده: هاشمی، مجید، ۱۳۶۴- مترجم

شناسه افزوده: دانشگاه علوم پزشکی کرمان رده بندی کنگره: ۹/TA۴۱۸

رده بندی دیویی: ۵/۶۲۰

شماره کتابشناسی ملی: ۹۶۶۹۰۴۵ اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

### نام کتاب: نانوفناوری در علوم محیطی (جلد اول)

ویرایش شده توسط Chaudhery Mustansar Hussain و Ajay Kumar Mishra

مترجمان: دکتر مجید هاشمی، دکتر مجید نوذری	تاریخ نشر:	۱۴۰۳
مهندس سعید رجیبی، مهندس نازنین رحمتی،	نوبت چاپ:	اول
مهندس صبا فولادوند، مهندس شیما بهرامی	شمارگان:	۷۰ نسخه
ویراستار علمی:	قیمت دوره دو جلدی:	۱۴۰۰۰۰ تومان
دکتر علیرضا نصیری	شابک دوره:	۹۷۸-۶۲۲-۷۶۳۱-۳۲-۶
«درصد سهم تمامی همکاران در ترجمه و نگارش این کتاب یکسان می باشد»	طراح جلد:	مهران خانی
ناشر:	انتشارات خانیران	

دفتر تولید و پخش: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر شمالی، ابتدای خیابان نصرت، کوچه باغ نو،

کوچه داوود آبادی شرقی، پلاک ۴، زنگ اول همراه: ۰۹۱۲۱۹۹۹۱۲۰ (مدیر فروش)

تلفکس: ۶۶۹۵۰۷۷۲ تلفن: ۶۶۹۵۳۹۶-۶۶۹۵۰۷۷۲-۶۶۹۵۴۰۵ (کد تهران ۰۲۱)

فروشگاه اینترنتی: [www.khaniranshop.com](http://www.khaniranshop.com)

## فهرست مطالب

۱۳	مقدمه ناشر.....	۱۳
۱۵	مقدمه مؤلف.....	۱۵
بخش اول: تغییر در دیدگاه به دلیل فناوری نانو برای تکنیک‌ها و دستگاه‌های محیط‌زیست.....		
۱۶	نانومواد برای علوم محیط‌زیست: چشم‌انداز اخیر و آینده.....	۱۶
۱۶	۱-۱-۱- مقدمه.....	۱۶
۱۷	۲-۱-۱- هدف مطالعه.....	۱۷
۱۷	۱-۲-۱- نیاز، منطق و دامنه مطالعه.....	۱۷
۱۸	۳-۱-۱- چشم‌انداز علمی و شناخت در زمینه نانوفناوری.....	۱۸
۱۸	۴-۱-۱- مرزهای فناوری نانو و چشم‌انداز آینده.....	۱۸
۱۸	۵-۱-۱- چشم‌انداز و پیشرفت در زمینه نانوفناوری.....	۱۸
۱۹	۶-۱-۱- تلاش‌های علمی اخیر در زمینه علوم نانو و فناوری نانو.....	۱۹
۲۱	۷-۱-۱- وضعیت امروز محیط‌زیست.....	۲۱
۲۱	۸-۱-۱- پایداری محیطی: چشم‌انداز آن برای آینده.....	۲۱
۲۲	۹-۱-۱- چشم‌انداز فناورانه و هدف علمی در زمینه کاربرد نانومواد.....	۲۲
۲۲	۱۰-۱-۱- تحقیقات علمی اخیر در زمینه نانومواد و کاربردهای آن.....	۲۲
۲۴	۱۱-۱-۱- مسیرهای پیش‌رو و کاربردهای فناوری نانو.....	۲۴
۲۵	۱۲-۱-۱- شناخت علمی و هوشمندانه مهندسی محیط‌زیست.....	۲۵
۲۵	۱۳-۱-۱- شیوه‌های نوین مهندسی محیط‌زیست.....	۲۵
۲۵	۱-۱۳-۱- اصول علمی فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته.....	۲۵
۲۷	۱-۱۴-۱- روندهای آینده و اصول علمی فرآیندهای جداسازی جدید.....	۲۷
۲۸	۱-۱۵-۱- تحقیقات علمی اخیر در علم غشاء.....	۲۸
۲۹	۱-۱۶-۱- روندهای آینده در تحقیق و توسعه در نانومواد.....	۲۹
۳۰	۱-۱۷-۱- جریان آینده افکار علمی و پیشرفت علمی.....	۳۰
۳۰	۱-۱۸-۱- نتیجه‌گیری.....	۳۰
۳۲	منابع.....	۳۲
۳۴	مطالعه مولکول‌های فولرن در سطوح نیمه هادی در مقیاس اتمی.....	۳۴
۳۴	۱-۲-۱- مقدمه.....	۳۴
۳۵	۲-۲-۱- مطالعه STM جذب $C_6$ روی سطح جامد.....	۳۵
۳۶	۳-۲-۱- $C_6.F_{18}$ بر روی $Si(111)$ .....	۳۶
۴۷	۴-۲-۱- $C_6.F_{18}$ روی $1 \times 2 - Si(100)$ .....	۴۷
۵۱	۵-۲-۱- $C_6.F_{36}$ در $7 \times 7 - Si(111)$ .....	۵۱
۵۴	۶-۲-۱- نتیجه‌گیری.....	۵۴

منابع.....	۵۶
پیشرفت‌های اخیر کاتالیست‌های نانو ساختار در تصفیه گازهای خروجی خودرو.....	۵۸
۱-۳-۱- مقدمه.....	۵۸
۲-۳-۱- کاتالیزور اکسیداسیون دیزل.....	۶۰
۳-۳-۱- فیلتر ذرات دیزل (DPF).....	۶۲
۴-۳-۱- مبدل‌های کاتالیستی سه راهه.....	۷۰
۵-۳-۱- کاهش کاتالیزوری انتخابی.....	۷۵
۶-۳-۱- تله NOx (LNT).....	۸۰
۷-۳-۱- نتیجه‌گیری.....	۸۷
منابع.....	۸۸
مروری بر دستگاه‌های آنالیز مورد استفاده در تصفیه مواد نانومقیاس از آب: یک مرور.....	۹۶
۱-۴-۱- مقدمه.....	۹۶
۲-۴-۱- اهمیت نانوفناوری برای تصفیه فاضلاب.....	۹۸
۳-۴-۱- طبقه‌بندی نانوجاذب‌ها.....	۱۰۰
۱-۳-۴-۱- نانوجاذب کربن.....	۱۰۰
۲-۳-۴-۱- نانوجاذب‌های فلزی.....	۱۰۱
۱-۲-۳-۴-۱- نانوذرات TiO <sub>2</sub> .....	۱۰۱
۲-۲-۳-۴-۱- نانوذرات CeO <sub>2</sub> .....	۱۰۲
۳-۲-۳-۴-۱- نانوذرات ZnO.....	۱۰۳
۴-۲-۳-۴-۱- نانوذرات Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	۱۰۵
۳-۳-۴-۱- نانوذرات فلزی.....	۱۰۵
۴-۳-۴-۱- نانوذرات مغناطیسی.....	۱۰۷
۵-۳-۴-۱- نانوذرات اکسید مخلوط.....	۱۰۹
۶-۳-۴-۱- نانوجاذب‌های پلیمری.....	۱۰۹
۷-۳-۴-۱- نانوالیاف.....	۱۱۰
۸-۳-۴-۱- نانو رس.....	۱۱۱
۴-۴-۱- کاربردهای تحلیلی.....	۱۱۲
۱-۴-۴-۱- نانومواد برای آنالیز ترکیبات معدنی.....	۱۱۲
۱-۱-۴-۴-۱- نانولوله‌های کربنی برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۱۷
۲-۱-۴-۴-۱- نانولوله‌های کربنی چند جداره برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۱۷
۱-۲-۱-۴-۴-۱- کاربردهای طیف‌سنجی نانولوله‌های کربنی چند جداره برای آنالیز مولکول‌های معدنی همراه با روش SPE.....	۱۱۷
۲-۲-۱-۴-۴-۱- کاربردهای الکتروشیمیایی نانولوله‌های کربنی چند جداره برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۱۹
۳-۲-۱-۴-۴-۱- کاربردهای الکتروشیمیایی نانولوله‌های کربنی تک‌جداره برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۲۱
۳-۱-۴-۴-۱- کاربرد نانوذرات برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۲۲
۴-۱-۴-۴-۱- کاربرد نانوذرات مگنتیت (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۲۳
۵-۱-۴-۴-۱- کاربرد نانوذرات ماگمیت (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....	۱۲۴

- ۱۲۵-۴-۱-۴-۶- کاربرد اکسیدهای فلزی برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....
- ۱۲۶-۴-۱-۴-۷- کاربرد نانوذرات مغناطیسی برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....
- ۱۲۷-۴-۱-۴-۸- کاربرد نانوالیاف برای آنالیز مولکول‌های معدنی.....
- ۱۲۸-۴-۱-۴-۲- کاربرد نانومواد برای آنالیز ترکیبات آلی در فاضلاب.....
- ۱-۲-۴-۴-۱- نانولوله‌های کربنی چند جداره متصل به SPE برای آنالیز مولکول‌های آلی توسط کروماتوگرافی مایع.....
- ۱-۲-۴-۴-۱- نانولوله‌های کربنی چند جداره متصل به SPE برای آنالیز مولکول‌های آلی با کروماتوگرافی گازی.....
- ۲-۲-۴-۴-۱- الکترودهای اصلاح شده با نانولوله‌های کربنی چند جداره برای آنالیز الکتروشیمیایی مولکول‌های آلی.....
- ۱-۲-۴-۴-۱- آنالیز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی مبتنی بر نانوکامپوزیت گرافن.....
- ۲-۲-۴-۴-۱- آنالیز الکتروشیمیایی مولکول‌های آلی مبتنی بر نانوذرات کربن.....
- ۳-۲-۴-۴-۱- کاربردهای طیف سنجی نانولوله‌های کربنی تک جداره برای آنالیز مولکول‌های آلی.....
- ۴-۲-۴-۴-۱- نانوذرات مبتنی بر فلز برای آنالیز الکتروشیمیایی مولکول‌های آلی.....
- ۵-۲-۴-۴-۱- نانوذرات مبتنی بر فلز برای آنالیز طیف سنجی مولکول‌های آلی.....
- ۵-۴-۱- جمع بندی اظهارات و چشم‌اندازها.....
- تشکر و قدردانی.....
- منابع.....
- بخش دوم: نانو مواد کربنی برای دستگاه‌ها و تکنولوژی‌های محیط‌زیستی.....
- نانوکامپوزیت برپایه نانومواد کربن به عنوان روشی جدید برای کنترل آلودگی.....
- ۱-۱-۲- مقدمه.....
- ۲-۱-۲- نانولوله‌های کربنی.....
- ۳-۱-۲- سنسورهای نانولوله‌های کربنی.....
- ۴-۱-۲- گرافن.....
- ۱-۴-۱-۲- کاربردها.....
- ۲-۴-۱-۲- آلودگی هوا.....
- ۵-۱-۲- فولرن.....
- تشکر و قدردانی.....
- منابع.....
- نانوکربن‌ها در گیاهان کشاورزی: آیا می‌توانند یک نانوکود بالقوه باشند؟.....
- ۱-۲-۲- مقدمه.....
- ۲-۲-۲- کود آلی مبتنی بر کربن به عنوان بیوجار.....
- ۱-۲-۲-۲- اثرات بیوجار بر حاصلخیزی خاک.....
- ۲-۲-۲-۲- اثرات بیوجار بر رشد گیاه.....
- ۲-۲-۳- نانوکربن‌ها در رشد گیاه.....
- ۱-۳-۲-۲- تأثیرات مثبت نانوکربن‌ها بر رشد گیاه.....
- ۲-۳-۲-۲- نانولوله‌های کربنی چند جداره.....

۲۰۹	..... نانولوله‌های کربنی تک جداره.....
۲۱۲	..... نانولوله‌های کربنی محلول در آب.....
۲۱۳	..... نانولوله‌های کربنی فنجان‌ی روی هم انباشته شده.....
۲۱۴	..... فولرن.....
۲۱۴	..... نانویون‌های کربن محلول در آب و نقاط کربنی.....
۲۱۶	..... اثرات منفی نانو کربن‌ها بر رشد گیاه.....
۲۱۷	..... نتیجه‌گیری.....
۲۱۸	..... تشکر و قدردانی.....
۲۱۹	..... منابع.....
۲۲۹	حذف جذبی آنتی‌بیوتیک‌ها بر روی کامپوزیت‌های آئروژل پروتئین گرافن - سویا از محلول‌های آبی.....
۲۲۹	..... ۱-۳-۲ مقدمه.....
۲۳۰	..... ۲-۳-۲ آزمایش.....
۲۳۰	..... ۱-۲-۳-۲ مواد.....
۲۳۱	..... ۲-۲-۳-۲ آماده سازی آئروژل‌های پروتئین گرافن- سویا.....
۲۳۱	..... ۳-۲-۳-۲ تعیین مشخصات.....
۲۳۲	..... ۴-۲-۳-۲ آزمایش‌های جذب بسته.....
۲۳۴	..... ۳-۳-۲ نتایج و بحث.....
۲۴۱	..... ۱-۳-۳-۲ ایزوترم جذب.....
۲۴۳	..... ۲-۳-۳-۲ سینتیک جذب تتراسایکلین.....
۲۴۴	..... ۳-۳-۳-۲ تأثیر pH بر جذب تتراسایکلین.....
۲۴۵	..... ۴-۳-۳-۲ آنالیز FTIR آئروژل قبل و بعد از جذب.....
۲۴۶	..... ۴-۳-۲ نتیجه‌گیری.....
۲۴۷	..... منابع.....
۲۵۱	بخش سوم - نانومواد عامل‌دار شده برای تکنیک‌های محیط‌زیست.....
۲۵۱	فوتوکاتالیز: فعالیت نانومواد.....
۲۵۱	..... ۱-۱-۳ نانومواد برای فوتوکاتالیز.....
۲۵۲	..... ۲-۱-۳ مکانیسم فوتوکاتالیز.....
۲۵۷	..... ۱-۲-۱-۳ افزایش جذب تابش.....
۲۶۱	..... ۲-۲-۱-۳ عوامل مؤثر بر روش فوتوکاتالیزی.....
۲۶۲	..... ۳-۱-۳ سنتز مواد فوتوکاتالیزی.....
۲۶۳	..... ۱-۳-۱-۳ روش هیدروترومال.....
۲۶۴	..... ۱-۱-۳-۱-۳ فوتوکاتالیست مبتنی بر تیتانیم.....
۲۶۶	..... ۲-۱-۳-۱-۳ فوتوکاتالیست‌های مبتنی بر نقره.....
۲۶۸	..... ۳-۱-۳-۱-۳ فوتوکاتالیست مبتنی بر اکسید روی.....
۲۷۰	..... ۲-۳-۱-۳ فرآیند سل-ژل.....
۲۷۰	..... ۱-۲-۳-۱-۳ مواد مبتنی بر تیتانیم.....
۲۷۲	..... ۲-۲-۳-۱-۳ مواد مبتنی بر آلومینیوم.....

۲۷۴	..... ۳-۳-۱-۳- سنتز فریت
۲۷۶	..... ۳-۳-۱-۳- روش مایکروویو
۲۷۷	..... ۳-۳-۱-۳- مواد مبتنی بر گرافن
۲۷۸	..... ۳-۳-۱-۳- مواد مبتنی بر روی
۲۷۹	..... ۳-۳-۱-۳- مواد مبتنی بر تیتانیم
۲۸۱	..... ۳-۳-۱-۳- روش سنتز هم‌رسوبی
۲۸۱	..... ۳-۳-۱-۳- کاتالیزور مبتنی بر نقره
۲۸۲	..... ۳-۳-۱-۳- کاتالیزور مبتنی بر روی
۲۸۳	..... ۳-۳-۱-۳- کاتالیزورهای فریت
۲۸۳	..... ۳-۳-۱-۳- کاتالیزورهای مبتنی بر تیتانیم
۲۸۴	..... ۳-۳-۱-۳- سنتز سولوفورمال مواد فوتوکاتالیستی
۲۸۵	..... ۳-۳-۱-۳- مواد مبتنی بر مس
۲۸۷	..... ۳-۳-۱-۳- کاتالیست مبتنی بر تیتانیم
۲۸۸	..... ۳-۳-۱-۳- انتقال فاز و میکروساختار مواد فوتوکاتالیستی
۲۸۸	..... ۳-۳-۱-۳- تشکیل و آنالیز فازهای تیتانیم
۲۸۹	..... ۳-۳-۱-۳- تبدیل آناتاز به روتیل
۲۹۰	..... ۳-۳-۱-۳- اثرات مورفولوژیکی
۲۹۱	..... ۳-۳-۱-۳- مطالعات انتقال فاز میکروساختارهای کروی $\text{Bi}_5\text{O}_7\text{I}$
۲۹۳	..... ۳-۳-۱-۳- مطالعات انتقال فاز نانوذرات دو کریستالی $\text{Cr-TiO}_2$
۲۹۵	..... ۳-۳-۱-۳- مطالعات انتقال فاز نانومواد دی اکسید تیتانیم دوپ شده به نیتروژن، گوگرد و کربن
۲۹۵	..... ۳-۳-۱-۳- خواص نوری و مغناطیسی
۲۹۷	..... ۳-۳-۱-۳- نانوذرات فلز نجیب - ساختار ناهمگن هیبریدی نیمه هادی
۲۹۸	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های ترکیبی اکسید روی - طلا
۲۹۹	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های هیبریدی اکسید روی - نقره
۳۰۰	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های هیبریدی اکسید روی - پلاتین
۳۰۲	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های هیبریدی دی اکسید تیتانیم - فلزات نجیب
۳۰۳	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های هیبریدی مغناطیسی
۳۰۴	..... ۳-۳-۱-۳- ساختارهای ناهمگن دو گانه
۳۰۶	..... ۳-۳-۱-۳- ساختارهای ناهمگن سه گانه
۳۰۷	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های مبتنی بر $\text{Fe}_3\text{O}_4$
۳۰۸	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های مبتنی بر ارتوفسفات نقره
۳۰۹	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های مبتنی بر $\text{g-C}_3\text{N}_4$
۳۱۰	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست‌های مبتنی بر اکسی‌هالیدهای بیسموت
۳۱۲	..... ۳-۳-۱-۳- فعالیت فوتوکاتالیستی
۳۱۲	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست برای تجزیه آب
۳۱۴	..... ۳-۳-۱-۳- فوتوکاتالیست برای تجزیه رنگ
۳۱۵	..... ۳-۳-۱-۳- متیلن بلو
۳۱۸	..... ۳-۳-۱-۳- متیل اورنژ

۳۱۹	..... رودامین بی ۳-۲-۶-۱-۳
۳۲۰	..... فوتوکاتالیست برای تجزیه داروها ۳-۶-۱-۳
۳۲۳	..... فوتوکاتالیست برای کاهش یون های فلزات سنگین ۴-۶-۱-۳
۳۲۴	..... فوتوکاتالیست برای کاهش دی اکسید کربن ۵-۶-۱-۳
۳۲۷	..... منابع
۳۵۴	..... نانومواد عاملدار فعال برای اصلاح محیط
۳۵۴	..... ۱-۲-۳-۱-۲-۳ مقدمه
۳۵۵	..... ۲-۲-۳-۲-۲-۳ مفهوم آلاینده های محیطی یکپارچه
۳۵۵	..... ۳-۲-۳-۳-۲-۳ هدف از نانومواد عاملدار فعال
۳۵۶	..... ۴-۲-۳-۴-۲-۳ نانومواد عاملدار فعال
۳۵۷	..... ۵-۲-۳-۵-۲-۳ روش های بالقوه برای اصلاح محیط
۳۵۷	..... ۱-۵-۲-۳-۱-۵-۲-۳ جذب سطحی و جداسازی غشایی
۳۵۸	..... ۲-۵-۲-۳-۲-۵-۲-۳ فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته
۳۵۹	..... ۳-۵-۲-۳-۳-۵-۲-۳ گندزدایی با استفاده از نانومواد
۳۶۰	..... ۴-۵-۲-۳-۴-۵-۲-۳ روش های حسگری و پایش
۳۶۰	..... ۶-۲-۳-۶-۲-۳ نانومواد عاملدار فعال برای پاکسازی آلاینده های محیطی
۳۶۱	..... ۱-۶-۲-۳-۱-۶-۲-۳ نانومواد کربنی و کامپوزیت آن
۳۶۴	..... ۲-۶-۲-۳-۲-۶-۲-۳ نانو ذرات فلزی
۳۶۷	..... ۳-۶-۲-۳-۳-۶-۲-۳ نانوذرات اکسید فلزی
۳۷۱	..... ۴-۶-۲-۳-۴-۶-۲-۳ نانوکامپوزیت ها و سایر نانومواد
۳۷۴	..... ۷-۲-۳-۷-۲-۳ نتیجه گیری و جهت گیری های آینده
۳۷۶	..... منابع
۳۸۴	..... نانومواد عاملدار شده برای تکنیک های محیط زیست
۳۸۴	..... ۱-۳-۳-۱-۳-۳ مقدمه
۳۸۵	..... ۲-۳-۳-۲-۳-۳ تکنیک های محیط زیست مبتنی بر نانومواد
۳۸۵	..... ۱-۲-۳-۳-۱-۲-۳-۳ نانو جذب
۳۸۵	..... ۲-۲-۳-۳-۲-۲-۳-۳ غشاء ها و فرآیندهای غشایی
۳۸۶	..... ۳-۲-۳-۳-۳-۲-۳-۳ نانوفتوکاتالیست
۳۸۶	..... ۴-۲-۳-۳-۴-۲-۳-۳ نانوحسگرها
۳۸۶	..... ۳-۳-۳-۳-۳-۳ محدودیت های نانومواد مورد استفاده برای تکنیک های محیط زیست
۳۸۷	..... ۴-۳-۳-۴-۳-۳ روش های عاملدارسازی نانومواد
۳۸۸	..... ۱-۴-۳-۳-۱-۴-۳-۳ عاملدارسازی مستقیم (هم رسوبی و در جا)
۳۸۸	..... ۲-۴-۳-۳-۲-۴-۳-۳ عاملدارسازی پیش سنتزی (پیوند زدن)
۳۸۹	..... ۳-۴-۳-۳-۳-۴-۳-۳ پلیمرها در عاملدارسازی
۳۸۹	..... ۱-۳-۴-۳-۱-۳-۴-۳-۳ پیوند زدن به
۳۸۹	..... ۲-۳-۴-۳-۲-۳-۴-۳-۳ پیوند زدن از
۳۸۹	..... ۳-۳-۴-۳-۳-۳-۴-۳-۳ پیوند زدن از طریق



۳۹۰	.....انواع پیوندزنی گروه‌های عاملی با نانومواد.....
۳۹۰	.....۱-۵-۳-۳ عاملدارسازی با پیوند غیرکووالانسی (فرایند جذب فیزیکی).....
۳۹۰	.....۲-۵-۳-۳ عاملدارسازی با پیوند کووالانسی (فرایند جذب شیمیایی).....
۳۹۱	.....۶-۳-۳ عاملدارسازی و کاربردهای نانومواد مبتنی بر سیلیس.....
۳۹۱	.....۱-۶-۳-۳ روش های عاملدارسازی.....
۳۹۳	.....۲-۶-۳-۳ کاربردهای نانومواد مبتنی برسیلیس عاملدارسازی شده.....
۳۹۳	.....۱-۲-۶-۳-۳ جذب یون‌های فلزات سنگین و واسطه.....
۳۹۴	.....۲-۲-۶-۳-۳ جذب ترکیبات آلی.....
۳۹۵	.....۳-۲-۶-۳-۳ جذب کربن دی اکسید.....
۳۹۵	.....۴-۲-۶-۳-۳ کاتالیز (جذب).....
۳۹۶	.....۷-۳-۳ عاملدارسازی و کاربردهای نانومواد کربنی.....
۳۹۶	.....۱-۷-۳-۳ روش‌های عاملدارسازی نانومواد کربنی.....
۳۹۷	.....۱-۱-۷-۳-۳ عاملدارسازی کووالانسی.....
۳۹۷	.....۱-۱-۷-۳-۳ اکسیداسیون سطحی.....
۳۹۷	.....۲-۱-۱-۷-۳-۳ دوپینگ هترو اتم‌ها.....
۳۹۸	.....۳-۱-۱-۷-۳-۳ فعال‌سازی قلیایی.....
۳۹۹	.....۴-۱-۱-۷-۳-۳ سولفوناسیون.....
۳۹۹	.....۵-۱-۱-۷-۳-۳ پیوند زدن.....
۴۰۰	.....۲-۱-۷-۳-۳ عاملدارسازی غیر کووالانسی نانولوله های کربنی.....
۴۰۰	.....۳-۱-۷-۳-۳ پوشش پلیمری.....
۴۰۱	.....۴-۱-۷-۳-۳ عاملدارسازی معدنی.....
۴۰۱	.....۲-۷-۳-۳ کاربردهای نانومواد کربنی عاملدارسازی شده.....
۴۰۱	.....۱-۲-۷-۳-۳ حذف یون‌های فلزی و آلاینده های آلی.....
۴۰۲	.....۲-۲-۷-۳-۳ حسگری و پایش.....
۴۰۳	.....۳-۳-۷-۳-۳ پشتیبان کاتالیست‌ها.....
۴۰۴	.....۴-۲-۷-۱۰ جداسازی مبتنی بر غشاء.....
۴۰۷	.....۸-۳-۳ عاملدارسازی و کاربردهای فلز و نانومواد مرکب فلزی.....
۴۰۷	.....۱-۸-۳-۳ عاملدارسازی نانوذرات.....
۴۱۰	.....۲-۸-۳-۳ کاربردهای فلزات و ترکیبات فلزی عاملدار.....
۴۱۰	.....۱-۲-۸-۳-۳ جذب.....
۴۱۱	.....۲-۲-۸-۳-۳ فتوکاتالیست.....
۴۱۲	.....۳-۲-۸-۳-۳ حسگری و پایش.....
۴۱۴	.....۹-۳-۳ نتیجه‌گیری.....
۴۱۵	.....منابع.....
۴۳۰	.....بخش چهارم: دستگاه‌های جداسازی نانو برای محیط‌زیست.....
۴۳۰	.....تصفیه جامع فاضلاب‌های صنعتی با فناوری جداسازی غشایی: از فرآیند هیبریدی تا دستگاه‌های جدید.....
۴۳۰	.....۱-۱-۴ مقدمه.....

- ۴۳۱ ..... فرآیند غشایی و غشاء برای تصفیه فاضلاب صنعتی.....
- ۴۳۱ ..... پایه و اساس غشاء.....
- ۴۳۲ ..... مواد غشاء.....
- ۴۳۲ ..... مشخصه غشاء.....
- ۴۳۳ ..... مدول غشایی.....
- ۴۳۴ ..... فرآیند غشایی.....
- ۴۳۶ ..... فرآیندهای غشایی تحت فشار.....
- ۴۴۰ ..... سایر فرآیندهای غشایی.....
- ۴۴۸ ..... کاربردهای فرآیند غشایی برای تصفیه فاضلاب و بازیابی جامع.....
- ۴۴۸ ..... فاضلاب صنعتی معدنی.....
- ۴۵۱ ..... فاضلاب آلی.....
- ۴۵۲ ..... فاضلاب نساجی.....
- ۴۵۴ ..... فاضلاب روغنی.....
- ۴۵۵ ..... فاضلاب کک‌سازی.....
- ۴۵۷ ..... فاضلاب رادیواکتیو.....
- ۴۵۹ ..... دستگاه‌های جدید برای تشدید فرآیند و کنترل گرفتگی غشاء.....
- ۴۵۹ ..... دستگاه‌های جدید برای تصفیه فاضلاب.....
- ۴۶۰ ..... گرفتگی غشایی و کنترل آن.....
- ۴۶۰ ..... گرفتگی غشایی.....
- ۴۶۲ ..... کنترل گرفتگی غشایی.....
- ۴۶۴ ..... تمیزسازی غشاء.....
- ۴۶۶ ..... نتیجه‌گیری و دیدگاه‌ها.....
- ۴۶۷ ..... تشکر و قدردانی.....
- ۴۶۸ ..... منابع.....
- ۴۷۹ ..... مروری بر پیشرفت‌های نانوغشاءها برای تصفیه آب.....
- ۴۷۹ ..... مقدمه.....
- ۴۸۰ ..... تاریخچه فیلتراسیون غشایی.....
- ۴۸۴ ..... مبانی فرآیند غشایی.....
- ۴۸۴ ..... مکانیسم‌های جداسازی در نانوفیلتراسیون.....
- ۴۸۵ ..... مشخصات غشاهای نانوفیلتراسیون.....
- ۴۸۶ ..... ساخت و اصلاح غشای نانوفیلتراسیون.....
- ۴۸۷ ..... پلیمریزاسیون سطحی.....
- ۴۸۹ ..... ادغام نانومواد.....
- ۴۹۲ ..... کاربرد در تصفیه آب.....
- ۴۹۲ ..... فاضلاب‌های زیرزمینی/سطحی برای آلاینده‌های آلی و معدنی.....
- ۴۹۷ ..... گرفتگی.....
- ۴۹۷ ..... مکانیسم گرفتگی غشایی.....

۴۹۸	..... انواع گرفتگی غشایی	۲-۵-۲-۴
۴۹۸	..... گرفتگی معدنی	۱-۲-۵-۲-۴
۴۹۸	..... گرفتگی ذرات	۲-۲-۵-۲-۴
۴۹۸	..... گرفتگی میکروبی	۳-۲-۵-۲-۴
۴۹۸	..... گرفتگی آلی	۴-۲-۵-۲-۴
۴۹۹	..... جلوگیری از گرفتگی	۵-۲-۵-۲-۴
۵۰۰	..... نتیجه‌گیری	۶-۲-۴
۵۰۰	..... تشکر و قدردانی	.....
۵۰۱	..... منابع	.....
دستکاری دینامیک گروه‌بندی ذرات بور در مقیاس نانو به عنوان پایه‌ای برای احتراق دوستدار محیط‌زیست و		
۵۰۶	..... فیلتراسیون کارآمدتر	.....
۵۰۶	..... ذرات و پودرهای بور: یک مرور	۱-۳-۴
۵۰۶	..... مقدمه	۱-۱-۳-۴
۵۰۸	..... پودرهای بور	۲-۱-۳-۴
۵۱۲	..... مکانیسم‌های احتراق	۳-۱-۳-۴
۵۱۶	..... مدل‌های احتراق	۴-۱-۳-۴
۵۱۷	..... خوشه‌بندی ذرات در جریان نوسانی: از نانومتری تا محدوده اندازه صد میکرومتری	۲-۳-۴
۵۱۷	..... مقدمه	۱-۲-۳-۴
۵۲۰	..... مدل ریاضی	۲-۲-۳-۴
۵۲۴	..... نتایج	۳-۲-۳-۴
۵۲۴	..... گروه‌بندی نانو ذرات	۱-۳-۲-۳-۴
۵۲۵	..... سرعت ذرات براونی و کشش القا شده	۲-۳-۲-۳-۴
۵۲۷	..... مدت زمان پیوستگی	۳-۳-۲-۳-۴
۵۲۸	..... گرایش پیوستگی محدوده اندازه ۱-۰۰۵ میکرومتر ( $St = 6 \times 10^{-7} - 3 \times 10^{-3}$ )	۱-۳-۳-۲-۳-۴
۵۳۰	..... گرایش پیوستگی محدوده اندازه ۱-۳۰ میکرومتر ( $St = 3 \times 10^{-2} - 2/6$ )	۲-۳-۳-۲-۳-۴
۵۳۱	..... گرایش پیوستگی ذرات بالای ۳۰ میکرومتر ( $St > 2/6$ )	۳-۳-۳-۲-۳-۴
۵۳۱	..... مدت زمان پیوستگی برای ذرات با اندازه‌های متفاوت	۴-۳-۳-۲-۳-۴
۵۳۲	..... خلاصه نتایج	۴-۲-۳-۴
۵۳۳	..... نتیجه‌گیری	۵-۲-۳-۴
۵۳۴	..... منابع	.....

تقدیم به

انسان‌هایی که

به فردایی

بهتر می‌اندیشند.

## مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال‌طلب و پویا می‌داند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند، علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این‌رو است که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان، پاسخگوی این نیاز خواهد بود. جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها، انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد، لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود. در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آن‌ها برخوردار بوده‌ام به خصوص **دکتر مجید هاشمی**، **دکتر مجید نوذری**، **مهندس سعید رجبی**، **مهندس نازنین رحمتی**، **مهندس صبا فولادوند**، **مهندس شیما بهرامی** (مترجمان) و **دکتر علیرضا نصیری** (ویراستار)، **مهندس علی محمد خانی** (مدیر تولید و فروش)، و **مهندس محمدحسین نوروزی**، سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

**محمد رضا خانی**

مدیر مسئول انتشارات خانیران

## فهرست عناوین جلد دوم

**بخش پنجم: نانو آزمایشگاه روی تراشه برای محیط زیست**

نانوحسگرها در پایش گازها: یک مرور

نانومواد پلاسمونیک برای تشخیص طیف سنجی رامان ارتقاء یافته سطحی از آلاینده‌های محیط زیست

**بخش ششم: دستگاه‌های محیط زیست مبتنی بر نانومواد زیستی**

نانومواد زیستی به عنوان حسگرهای نوظهور در مدیریت محیط زیست

نقش دستگاه‌های مبتنی بر نانومواد زیستی در سم‌زدایی آب

نانوسلولز به عنوان ماده امیدوارکننده برای کاربردهای محیط زیست

نانومواد عامل‌دار شده برای کاهش آلودگی

پلیمرزیستی: یک بستر طبیعی برای فوتوکاتالیست‌های بکار رفته در پالایش آلودگی

نانوکامپوزیت با منشاء زیستی برای آلودگی‌زدایی جذبی با کمک نور از فاضلاب

**بخش هفتم: سمیت، اقتصاد و قانونی شدن نانوفناوری**

جنبه‌های اقتصادی نانومواد عامل‌دار شده برای محیط زیست

سمیت نانوذرات مهندسی شده: جنبه‌های محیط زیست

**بخش هشتم: نانوفناوری - چشم انداز سبز و پایدار**

نانوفناوری: کلیدی برای آینده پایدار

نانوفناوری: رویکرد سبزتر برای پایداری محیط

## پیشگفتار مترجمین

استفاده از فناوری‌های نانو در علوم محیطی برای دسترسی مطمئن، پایدار و کارآمد به انرژی‌های پاک، آب و منابع طبیعی جهت رفع نیازهای حیاتی انسان در قرن بیست و یکم اهمیت بسیاری یافته است. نانوفناوری فرصتی را برای توسعه تکنولوژی‌های نوین در جهت تولید محصولات، فرمول‌بندی ترکیبات و مواد شیمیایی جدید با عملکرد بهبود یافته ارائه می‌دهد. این پدیده منجر به مصرف کمتر انرژی و مواد شده و بدنبال آن باعث کاهش آسیب به محیط‌زیست می‌گردد. برای بهره‌گیری از این فناوری جدید جهت حل مسائل بهداشتی و زیست‌محیطی، انسان نیازمند دانش بروز در زمینه نانوفناوری می‌باشد. فناوری در مقیاس نانو، الهام‌بخش پیشرفت و استفاده از تکنیک‌های جدید و مقرون به‌صرفه برای شناسایی آلاینده‌ها، تجزیه و تخریب کاتالیزوری، حذف آلاینده‌ها بر پایه فرایند جذب و استفاده از فناوری جداسازی غشایی در مقیاس نانو می‌باشد. از این بین نانومواد در زمینه‌های مختلفی مانند الکترونیک، فوتونیک، کاتالیست، ذخیره‌سازی اطلاعات، سنجش و تصویربرداری شیمیایی، داروسازی و برجسب‌گذاری بیولوژیکی استفاده می‌شوند. همچنین، نانومواد با موفقیت برای دستگاه‌ها و تکنیک‌های مدرن شناسایی و حذف آلاینده‌های زیست‌محیطی هم در مقیاس تحقیقاتی و هم صنعتی به کار گرفته شده‌اند و طی دهه‌های گذشته توجه محققان، دانشمندان و صنعت‌گران را به خود معطوف نموده است. ساختارهای نانو به دلیل اندازه بسیار کوچک، دارای خواص فیزیکی و شیمیایی ارتقاء یافته‌ای مانند خواص نوری، الکتریکی، حرارتی و جذبی هستند. مساحت سطح ویژه بالای نانومواد می‌تواند حساسیت تشخیص را بهبود بخشد. علاوه بر این، آزادی عمل نانومواد با گروه‌های شیمیایی مختلف نیز می‌تواند میل آن‌ها را به ترکیبات هدف افزایش دهد، که برای تشخیص انتخابی آنالیت‌های هدف در ماتریس‌های پیچیده محیطی بسیار مطلوب است. نظر به اهمیت نانوفناوری در حیطه محیط‌زیست و بهداشت محیط، بر آن شدیم تا کتاب حاضر را که یکی از معتبرین کتاب‌ها در حیطه نانوفناوری و محیط‌زیست می‌باشد را ترجمه نماییم تا مسیر روشنی برای درک کاربرد فناوری نانو در رفع معضلات زیست محیطی برای دانشجویان، محققین و فرهیختگان دانشگاهی باشد.

این کتاب پیشرفت‌های اخیر، تکنیک‌ها و دستگاه‌های محیطی را با استفاده از انواع نانومواد در مقیاس‌های مدل تجربی و نظری خلاصه می‌کند. توجه ویژه این کتاب به رویکردهای سبز و دوستدار محیط‌زیست نانوتکنولوژی است. در پایان، روند تحقیقات و چشم‌انداز آینده در راستای نانوتکنولوژی نیز به اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد. این کتاب کاوش گسترده‌ای را در مورد رویدادهای تحقیق و توسعه در حال انجام در علم محیط‌زیست توسط فناوری نانو ارائه می‌دهد. انتخاب این کتاب بر اساس جدیدترین تحقیقات و تجربیات عملی مولفان و محققان این زمینه است که به عنوان محرکی در جهت بهبود و ارتقاء تکنیک‌ها و دستگاه‌های محیطی به سمت نسل آینده می‌باشد. تنوع تخصص مترجمان برای هر فصل و سوابق رشته‌ای آنها، تأکید بر بین رشته‌ای بودن این کتاب را نشان می‌دهد. به دلیل ماهیت چند رشته‌ای موضوعات، خواننده می‌تواند دانش نسبتاً کاملی را در یک کتاب داشته باشد. پیش‌بینی می‌شود که این کتاب جذابیت قابل توجهی را برای اساتید، دانشجویان و پژوهشگرانی که بر روی موضوعات پیرامون کاربردهای نانوفناوری برای علوم محیطی فعالیت می‌کنند، داشته باشد. مخاطبان این کتاب محققین و دانشجویان رشته‌های مهندسی بهداشت محیط، داورسازی، پزشکی، سایر رشته‌های علوم پزشکی و علوم پایه در تمامی مقاطع تحصیلی از کارشناسی تا دکتری تخصصی هستند. به طور کلی، این کتاب به عنوان یک کتاب مرجع برای اساتید، دانشجویان و پژوهشگرانی که به دنبال مواد، تکنیک‌ها و دستگاه‌های جدید و پیشرفته در علوم محیطی هستند، برنامه‌ریزی شده است.