

# کاربردهای نانو فناوری در خدمت آب پاک راه‌حل‌های بهبود کیفیت آب

مترجم:

اکبر تقی یان اقدم

کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند، باشگاه، روه نگران جوان و نخبگان، مرند

بهنام رجب پور

کارشناس ارشد مترجمی زبان انگلیسی

|                     |                                                                                                                                                      |                     |                   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| شماره کتابشناسی ملی | 4400325                                                                                                                                              | شماره کتابشناسی ملی | 978-600-356-543-2 |
| عنوان و نام پدیدآور | کاربردهای نانوفناوری در خدمت آب پاک: راه حل های بهبود کیفیت آب / اویراستاران آنیتا استریت ... [و دیگران]؛ مترجمین اکبر تقی یان اقدام، بهنام رجب پور. | عنوان و نام پدیدآور |                   |
| مشخصات نشر          | تهران: آرنا، ۱۳۹۵.                                                                                                                                   | مشخصات نشر          |                   |
| مشخصات ظاهری        | ۵۸۳ ص.: مصور، جدول، نمودار (بخشی رنگی).                                                                                                              | مشخصات ظاهری        |                   |
| یادداشت             | Nanotechnology applications for clean water: solutions<br>for improving water quality, 2nd ed., 2014                                                 | یادداشت             |                   |
| یادداشت             | واژه نامه.                                                                                                                                           | یادداشت             |                   |
| یادداشت             | کتابنامه.                                                                                                                                            | یادداشت             |                   |
| عنوان دیگر          | راه حل های بهبود کیفیت آب.                                                                                                                           | عنوان دیگر          |                   |
| موضوع               | آب -- منابع -- مهندسی -- نوآوری                                                                                                                      | موضوع               |                   |
| موضوع               | Water-supply engineering -- Technological innovations                                                                                                | موضوع               |                   |
| موضوع               | آب -- تصفیه -- نوآوری                                                                                                                                | موضوع               |                   |
| موضوع               | -- Technological innovations Water -- Purification                                                                                                   | موضوع               |                   |
| موضوع               | آب -- آلودگی -- پیشگیری                                                                                                                              | موضوع               |                   |
| موضوع               | Water -- Pollution -- Prevention                                                                                                                     | موضوع               |                   |
| موضوع               | مواد نانوساختار                                                                                                                                      | موضوع               |                   |
| موضوع               | Nanostructured materials                                                                                                                             | موضوع               |                   |
| رده بندی دیویی      | ۱/۶۲۸                                                                                                                                                | رده بندی دیویی      |                   |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۵ ۲ک/۳۵۳TD                                                                                                                                        | رده بندی کنگره      |                   |
| شناسه افزوده        | استریت، آنیتا، ویراستار                                                                                                                              | شناسه افزوده        |                   |
| شناسه افزوده        | Street, Anita                                                                                                                                        | شناسه افزوده        |                   |
| شناسه افزوده        | تقی یان اقدام، اکبر، ۱۳۶۵ - مترجم                                                                                                                    | شناسه افزوده        |                   |
| شناسه افزوده        | رجب پور، بهنام، ۱۳۶۳ - مترجم                                                                                                                         | شناسه افزوده        |                   |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیا                                                                                                                                                  | وضعیت فهرست نویسی   |                   |

عنوان : کاربردهای نانو فناوری در خدمت آب پاک: راه حل های بهبود کیفیت آب

مترجمین : اکبر تقی یان اقدام- بهنام رجب پور

ناشر : آرنا

چاپ : اول ۱۳۹۵

شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۳۸۰۰۰ تومان

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۳۵۶-۵۴۳-۲



## فهرست مطالب

|    |                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------|
| ۲۲ | پیش گفتار                                                        |
| ۲۴ | پیش در آمد                                                       |
| ۲۴ | مقدمه                                                            |
| ۲۴ | ساختار و محتوای کتاب                                             |
| ۲۵ | رفع مسئولیت                                                      |
| ۲۶ | مقدمه: صفیه آب در قرن ۲۱: چالش‌ها و فرصت‌ها                      |
| ۳۰ | تأثیر آب: تأثیرها و فرصت‌ها                                      |
| ۳۰ | ۱-۲-۱. رابطه آب و محیط زیست                                      |
| ۳۰ | ۱-۲-۲. رابطه آب و انرژی                                          |
| ۳۰ | ۱-۲-۳. رابطه آب و غذا                                            |
| ۳۱ | ۱-۲-۴. رابطه آب و سلامت                                          |
| ۳۱ | ۱-۲-۵. رابطه آب و اقتصاد                                         |
| ۳۱ | ۱-۲-۶. رابطه آب و امنیت                                          |
| ۳۲ | مشکلات مهم در تحقیقات آب                                         |
| ۳۲ | ۱-۳-۱. دسترسی و مراقبت از منابع آب                               |
| ۳۲ | ۱-۳-۲. منابع آب جدید                                             |
| ۳۳ | ۱-۳-۳. تشخیص آلاینده و حذف انتخابی گندزدایی                      |
| ۳۳ | ۱-۳-۴. غیرفعال سازی و جداسازی پاتوژن                             |
| ۳۳ | ۱-۳-۵. مراقبت و استفاده مجدد                                     |
| ۳۳ | ۱-۳-۶. مقیاس پذیری، کارآمدی و گسترش فناوری                       |
| ۳۴ | نتیجه گیری                                                       |
| ۳۴ | منابع                                                            |
| ۳۵ | فصل ۱: حسگرهای بر پایه آرایه نانولوله کربنی و گرافن برای پایش آب |
| ۳۵ | ۱-۱. مقدمه                                                       |
| ۳۶ | ۱-۲. حسگرهای الکتروشیمیایی نانولوله کربنی                        |
| ۳۷ | ۱-۲-۱. ساخت آرایه نانو الکترودی نانولوله کربنی هم تراز           |
| ۳۹ | ۱-۲-۳. کاربردهای حسگرهای نانولوله کربنی برای پایش یون فلزی       |
| ۳۹ | ۱-۳. حسگرهای گرافن                                               |
| ۳۹ | ۱-۳-۱. حسگرهای گرافنی الکتروشیمیایی                              |

|    |                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۰ | ۲-۳-۱. حسگرهای آفت کش گرافنی                                                 |
| ۴۵ | ۳-۳-۱. حسگرهای گرافن برای دیگر آلاینده ها                                    |
| ۴۶ | نتایج و تحقیقات آینده                                                        |
| ۴۷ | منابع                                                                        |
| ۵۰ | فصل ۲: نانو حسگرهای پیشرفته برای پایش زیست محیطی                             |
| ۵۰ | ۱-۲. مقدمه                                                                   |
| ۵۱ | ۲-۲. مواد حسگر نانو ساختار                                                   |
| ۵۲ | ۱-۲-۲. ترکیب نانو ذرات فلزی در پلیمرهای هادی ارگانیکی فوتوپلیمری             |
| ۵۴ | ۲-۲-۲. غشاهای PAA نانو ساختار به عنوان مواد الکتروود جدید                    |
| ۵۷ | ۳-۲. آرایه حسگر شیمیایی و بازشناخت الگو                                      |
| ۵۸ | ۱-۳-۲. پردازش داده، بازشناخت الگو، ماشین های بردار پشتیبانی                  |
| ۶۰ | ۲-۳-۲. یکپارچگی آرایه حسگر با سیستم های کروماتوگرافی                         |
| ۶۰ | ۴-۱. سارف - جری زیستی در مواد نانو ساختار                                    |
| ۶۱ | ۴-۲. حسگرهای زیستی برای بی فنیل های پلی کلرینه                               |
| ۶۲ | ۲-۴-۲. مواد شیمیایی متراکننده اندوکراین، ارگانیکی های کلری، و سایر آنالیت ها |
|    | ۳-۴-۲. حسگرهای الکروشیمیایی چند آرایه برای پایش باکتری های فوتوزنیکی،        |
| ۶۶ | زیستایی سلولی، و حساسیت امپدانس                                              |
| ۶۸ | ۵-۲. نتیجه گیری و چشم انداز آینده                                            |
| ۶۹ | منابع                                                                        |
|    | فصل ۳: حسگرهای زیستی الکتروشیمیایی بر پایه نانو مواد برای تشخیص              |
| ۷۲ | آفتکشا و مواد منفجره                                                         |
| ۷۲ | ۱-۳. مقدمه                                                                   |
| ۷۳ | ۲-۳. حسگرهای زیستی بر پایه نانو مواد برای آفتکشا                             |
| ۷۳ | ۱-۲-۳. حسگر زیستی بر پایه AChE                                               |
| ۷۴ | ۲-۲-۳. حسگر زیستی بر پایه دو آنزیم ChO/AChE                                  |
| ۷۶ | ۳-۲-۳. حسگر بر پایه اسمبلی LBL در AChE روی CNT                               |
| ۷۸ | ۴-۲-۳. حسگر زیستی بر پایه OPH                                                |
| ۸۰ | ۳-۳. ایمنی سنجی نانوذرات محصور و الکتروشیمیایی برای TNT                      |
| ۸۰ | ۱-۳-۳. اصل حسگر TNT بر پایه نانو ذرات                                        |
| ۸۱ | ۲-۳-۳. عملکرد تحلیلی حسگر TNT                                                |

۴-۳. نتیجه گیری ..... ۸۲

منابع ..... ۸۳

#### فصل ۴: نوارهای آزمایش با پوشش نانوذره رنگی برای تشخیص یونهای بسیار ریز

در آب ..... ۸۵

۱-۴. مقدمه ..... ۸۵

۲-۴. نوار آزمایش با پوشش نانوذره رنگی ..... ۸۶

۱-۲-۴. ویژگی های ساختاری نوار آزمایش با پوشش نانوذره رنگی ..... ۸۶

۱-۳-۴. ماده های ساده و کارآمد ساخت SNTS ..... ۸۶

۲-۲. ویژگی های تشخیص با DNTS ..... ۸۸

۳-۴. راسپرد برای DNTS مناسب برای یون هدف ..... ۹۰

۴-۴. تشخیص یون های سبز در آب با DNTS ..... ۹۰

۱-۴-۴. DNTS نانوذره برای تشخیص  $Zn(II)$  ..... ۹۰

۲-۴-۴. DNTS نانوذره فیبر برای تشخیص  $Hg(II)$  ..... ۹۱

۵-۴. نتیجه گیری و چشم اندازها، آیند ..... ۹۲

منابع ..... ۹۳

#### فصل ۵: اسمبلی نانو مواد بر پایه اسید نوکلئیک عاملی و مصارف آنها به عنوان

حسگرهای رنگسنجی و فلورسنت برای آلاینده های آبی در آب ..... ۹۴

۱-۵. تشخیص آلاینده های ردیابی در آب ..... ۹۴

۲-۵. اسید نوکلئیک عاملی برای باز شناخت مولکولی ..... ۹۴

۱-۲-۵. انتخاب آزمایشگاهی اسیدهای نوکلئیک عاملی که برای دارو وسیله از

آنالیت های هدف انتخابی هستند ..... ۹۵

۲-۲-۵. آنالیت ها یا آلاینده های انتخابی با اسیدهای نوکلئیک عاملی ..... ۹۷

۳-۵. اسمبلی اسید نوکلئیک عاملی نانو مواد برای آلاینده های حسگری ..... ۹۸

۱-۳-۵. حسگرهای فلورسنت ..... ۹۸

۲-۳-۵. حسگرهای رنگ سنجی ..... ۱۰۰

۴-۵. تشخیص تسهیم همزمان با استفاده از نقاط کوانتوم و نانو ذرات طلا ..... ۱۰۲

۵-۵. حسگرهای روی پستی های جامد ..... ۱۰۴

۱-۵-۵. نوارهای سنجش ..... ۱۰۴

۲-۵-۵. اتصال حسگرها به دستگاهها ..... ۱۰۵

۶-۵. سایر طرحهای حسگری با استفاده از الکتروشیمی و تصویربرداری رزونانس

مغناطیسی (MRI) ..... ۱۰۵

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ۷-۵. نتیجه گیری و چشم اندازهای آینده .....                                          | ۱۰۶ |
| منابع .....                                                                         | ۱۰۶ |
| فصل ۶: غشاهای نانوساختاری در خدمت تصفیه آب .....                                    | ۱۱۲ |
| ۱-۶. مقدمه .....                                                                    | ۱۱۲ |
| ۲-۶. غشاهای رسانای PAA .....                                                        | ۱۱۴ |
| ۱-۲-۶. غشاهای PAA برای نانوفیلتراسیون ENP .....                                     | ۱۱۶ |
| ۲-۲-۶. کاربرد غشاهای PAA برای ضد عفونی کامل آب آشامیدنی .....                       | ۱۱۷ |
| ۳-۶. نتیجه گیری .....                                                               | ۱۱۹ |
| منابع .....                                                                         | ۱۱۹ |
| فصل ۷: پیشرفتهایی در غشاهای نانوساختاری برای نمک زدایی آب .....                     | ۱۲۴ |
| ۱-۷. مقدمه .....                                                                    | ۱۲۴ |
| ۲-۷. فناوریهای نمکزدایی .....                                                       | ۱۲۴ |
| ۱-۲-۷. جدایش سمز معکوس (RO) .....                                                   | ۱۲۴ |
| ۲-۲-۷. جدایش بر مبنای برکد در MD .....                                              | ۱۲۶ |
| ۳-۷. غشاهای نانو ساختاری .....                                                      | ۱۲۶ |
| ۱-۳-۷. غشاهای نانو: نول .....                                                       | ۱۲۷ |
| ۲-۳-۷. غشاهای نانوکامپوزیت ریس .....                                                | ۱۲۷ |
| ۳-۳-۷. غشاهای CNT .....                                                             | ۱۲۸ |
| ۱-۳-۳-۷. غشا کامپوزیت CNT .....                                                     | ۱۲۸ |
| ۲-۳-۳-۷. غشا CNT همپتراز .....                                                      | ۱۲۹ |
| ۴-۷. کاربرد غشاهای نانوساختار .....                                                 | ۱۳۰ |
| ۱-۴-۷. غشاهای CNT در RO .....                                                       | ۱۳۰ |
| ۲-۴-۷. غشاهای CNT در MD .....                                                       | ۱۳۱ |
| ۵-۷. تلاشهای تجاری تابهاامروز .....                                                 | ۱۳۳ |
| ۶-۷. چالشهای پیشروی غشاهای CNT مقرون بصره برای نمکزدایی .....                       | ۱۳۳ |
| منابع .....                                                                         | ۱۳۴ |
| فصل ۸: فوتوکاتالیز نانوساختار بر پایه فیلم اکسید تیتانیوم و غشا برای تصفیه آب ..... | ۱۳۶ |
| ۱-۸. فوتوکاتالیز دی اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ ) و چالش ها .....                      | ۱۳۶ |
| ۲-۸. سنتز سل-ژل (sol-gel) برای $TiO_2$ متخلخل: خوداسمبلی سورفاکتانت .....           | ۱۳۶ |

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۳۸ | ۳-۸. تثبیت $TiO_2$ در قالب لایه ها و غشاها                                   |
| ۱۳۹ | ۴-۸. فعالسازی $TiO_2$ تحت تابشدهی نور مرئی                                   |
| ۱۴۱ | ۵-۸. تجزیه گزینشی از آلایندهای هدف                                           |
| ۱۴۲ | ۶-۸. مصارف زیست محیطی فراوان                                                 |
| ۱۴۲ | ۷-۸. پیشنهادات و کاربردها                                                    |
| ۱۴۳ | منابع                                                                        |
| ۱۴۵ | فصل ۹: غشاهای برپایه نانوفناوری برای تصفیه آب                                |
| ۱۴۵ | ۱-۹. مقدمه                                                                   |
| ۱۴۶ | ۲-۹. غشاهای سرامیک باروکش زنولیت                                             |
| ۱۴۸ | ۳-۹. غشاها، TFN، میک - غیر ارگانیک                                           |
| ۱۵۲ | ۴-۹. غشاهای زیست - پلیمری - پروتئینی هیبریدی                                 |
| ۱۵۵ | ۵-۹. غشاهای نانولوله کربنی هم (CNT)                                          |
| ۱۵۷ | ۶-۹. غشاهای جفت پلیمر - استر (رنگ) خوداسمبلی                                 |
| ۱۵۸ | ۷-۹. غشاهای برپای گرافن                                                      |
| ۱۵۹ | ۸-۹. نتیجه گیری                                                              |
| ۱۶۰ | منابع                                                                        |
| ۱۶۶ | فصل ۱۰: غشاهای چندعاملی برپایه نانومواد برای تصفیه آب                        |
| ۱۶۶ | ۱-۱۰. مقدمه                                                                  |
| ۱۶۷ | ۲-۱۰. غشاهای نانوساختار با نانوذرات عاملی                                    |
| ۱۶۷ | ۱-۲-۱۰. مروری بر پیشرفت های اخیر در توسعه غشاهای چندعاملی                    |
| ۱۶۸ | ۲-۲-۱۰. غشاهای نانوکامپوزیت پلیمر متخلخل: جوانب ساختاری                      |
| ۱۷۰ | ۳-۲-۱۰. نمونه: تاثیر مسیر تعامل پرکننده بر روی ویژگی های ساختاری و زیستکشی   |
| ۱۷۰ | غشاهای نانوکامپوزیتی پلیسولفون-نقره با تخلخلهای متفاوت                       |
| ۱۷۳ | ۴-۲-۱۰. نمونه: غشا خودپاک کن برای فرآیند هیبریدی اوزونزنی - اولترافیلتراسیون |
| ۱۷۵ | ۳-۱۰. مسیرهای بالقوه تحقیقات آینده                                           |
| ۱۷۶ | منابع                                                                        |

#### فصل ۱۱: غشاهای نانوسیالی نانولوله کربنی: کاربردهایی برای تصفیه آب و

|     |                                                      |
|-----|------------------------------------------------------|
| ۱۸۱ | نمکزدایی                                             |
| ۱۸۱ | ۱-۱۱. مقدمه: فناوری غشا نانولوله کربنی برای تصفیه آب |
| ۱۸۲ | ۲-۱۱. ساختار پایه و ویژگی های نانولوله های کربنی     |

|     |                                                                                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۳ | ۳-۱۱. انتقال آب در حفره های نانولوله کربنی: شبیه سازی دینامیک مولکولی (MD)                    |
| ۱۸۳ | ۱-۳-۱۱. آب درون نانولوله های کربنی                                                            |
| ۱۸۴ | ۲-۳-۱۱. نانولوله های کربنی بعنوان آنالوگهای کانال بیولوژیکی                                   |
| ۱۸۵ | ۴-۱۱. ساخت غشاهای نانولوله کربنی                                                              |
| ۱۸۵ | ۱-۴-۱۱. غشاهای پلیمری / CNT                                                                   |
| ۱۸۵ | ۲-۴-۱۱. غشاهای CNT نیتريد سيليكون                                                             |
| ۱۸۶ | ۳-۴-۱۱. توليد شبکه پلیمر CNT                                                                  |
| ۱۸۷ | ۵-۱۱. مشاهدات تجربی انتقال آب در غشاهای نانولوله کربنی دودیواره و چنددیواره                   |
| ۱۸۸ | ۶-۱۱. ویژگی های نانوفیلتراسیون غشاهای نانولوله کربنی                                          |
| ۱۸۸ | ۱-۶-۱۱. آزمایشات حذف اندازه در بازه اندازه ۱ الی ۱۰ نانومتر                                   |
| ۱۸۹ | ۲-۶-۱۱. حذف یون در غشاهای نانولوله کربنی                                                      |
| ۱۹۰ | ۷-۱۱. اصلاح گزینش پذیری انتقال با عاملیت غشایی                                                |
| ۱۹۱ | ۸-۱۱. آب نمک داغ و تصفیه آب مقرون به صرفه با غشاهای نانولوله کربنی ممکن و عاملی است؟          |
| ۱۹۲ | منابع                                                                                         |
| ۱۹۵ | فصل ۱۲: طراحی غشاهای ربرقش های پیشرفته برای تصفیه آب و نمکزدایی                               |
| ۱۹۵ | ۱-۱۲. مرور                                                                                    |
| ۱۹۶ | ۲-۱۲. متد جدید برای ساختن غشای نیمه نفوذناپذیر از حفره با شیمی اصلاح شده                      |
| ۱۹۸ | ۳-۱۲. روسگیری فیلمهای کمپلکس پلیالکترولیت تحت فشار و از حلالهای ارگانیکی                      |
| ۱۹۹ | ۴-۱۲. غشاهای هیدرولیزی پلی-آکریلو-نیتریل (PAN) در برابر حلال                                  |
| ۲۰۰ | ۵-۱۲. غشاهای پلی-ایمید برای نانوفیلتراسیون                                                    |
| ۲۰۲ | ۶-۱۲. نتیجه گیری                                                                              |
| ۲۰۳ | منابع                                                                                         |
| ۲۰۵ | فصل ۱۳: سفارشی سازی و مصارف نانوفیلتراسیون چندمرحله ای برای تصفیه، و استفاده مجدد آب آشامیدنی |
| ۲۰۵ | ۱-۱۳. آب آشامیدنی                                                                             |
| ۲۰۵ | ۱-۱-۱۳. غشاهای نانوفیلتراسیون بعنوان راه حل تصفیه آب                                          |
| ۲۰۶ | ۲-۱-۱۳. نانوفیلتراسیون منابع آب پاک                                                           |
| ۲۰۸ | ۳-۱-۱۳. نانوفیلتراسیون برای نمکزدایی آب دریا                                                  |



|     |                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------|
| ۲۰۹ | ۲-۱۳. تصفیه و استفاده مجدد آب                                     |
| ۲۰۹ | ۱-۲-۱۳. نانوفیلتراسیون برای تیمار و استفاده مجدد آب               |
| ۲۱۱ | منابع                                                             |
| ۲۱۲ | فصل ۱۴: تجاری سازی نانوفناوری برای حذف فلزات سنگین از آب آشامیدنی |
| ۲۱۲ | ۱-۱۴. بیان مساله                                                  |
| ۲۱۳ | ۲-۱۴. رویکردهای متعارف                                            |
| ۲۱۶ | ۳-۱۴. فناوری مخصوص استفاده شده توسط CCT و نتایج                   |
| ۲۲۲ | ۲-۱۴. آمپاشات پیوندی فلزی                                         |
| ۲۲۴ | ۴-۱۴. پیشبرد فناوری به مرحله بعدی                                 |
| ۲۲۵ | منابع                                                             |
| ۲۲۶ | فصل ۱۵: تصفیه آب بوب - فیلتراسیون دندرایمری: اصول و مصارف         |
| ۲۲۶ | ۱-۱۵. مقدمه                                                       |
| ۲۲۷ | ۲-۱۵. دندرایمرها بعنوان کاتیون ها                                 |
| ۲۳۰ | ۳-۱۵. دندرایمرها بعنوان لیگاند ای فلز برای آنیونها                |
| ۲۳۲ | ۴-۱۵. فیلتراسیون دندرایمر افزایش یافته در مصارف                   |
| ۲۳۴ | ۵-۱۵. خلاصه و چشم انداز                                           |
| ۲۳۴ | منابع                                                             |
|     | فصل ۱۶: تشخیص و حذف آفت کش ها از آب آشامیدنی استفاده از           |
| ۲۳۶ | نانوفناوریها                                                      |
| ۲۳۶ | ۱-۱۶. مقدمه                                                       |
| ۲۳۷ | ۲-۱۶. نیاز به نانومواد و نانوفناوری                               |
| ۲۳۸ | ۳-۱۶. تلاش های اخیر برای حذف آفت کش                               |
| ۲۳۸ | ۱-۳-۱۶. جذب سطحی                                                  |
| ۲۳۹ | ۲-۳-۱۶. تجزیه بیولوژیکی                                           |
| ۲۳۹ | ۳-۳-۱۶. فیلتراسیون غشا                                            |
| ۲۴۱ | ۴-۱۶. شیمی برپایه نانومواد: رویکردهای اخیر                        |
| ۲۴۱ | ۱-۴-۱۶. شیمی همگن و ناهمگن                                        |
| ۲۴۳ | ۲-۴-۱۶. نانوسیستمها                                               |
| ۲۴۷ | ۵-۱۶. حذف آفتکش از آب آشامیدنی: بررسی موردی                       |
| ۲۴۷ | ۱-۵-۱۶. کانیزایی برپایه نانوذره فلز نجیب در آفتکشاها              |

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۵۲ | ۱۶-۵-۲. تشخیص آلودگی آفتکش خیلی پایین در آب                                  |
| ۲۵۴ | ۱۶-۵-۳. مروری بر یک فناوری تولید                                             |
| ۲۵۵ | ۱۶-۶. چشم اندازهای آینده                                                     |
| ۲۵۶ | ۱۶-۷. نتیجه گیری                                                             |
| ۲۵۷ | منابع                                                                        |
| ۲۶۱ | فصل ۱۷: فرایند تبادل یون الکتریکی و نانو مواد برای تصفیه آب                  |
| ۲۶۱ | ۱۷-۱. مقدمه                                                                  |
| ۲۶۱ | ۱۷-۲. اصل فناوری تبادل یون الکتریکی                                          |
| ۲۶۲ | ۱۷-۳. تبادل یون الکتریکی نانو ماده پیش رفته برای از بین بردن سزیم-۱۳۷ پرتوزا |
| ۲۶۵ | ۱۷-۴. افزایش تبادل یونی نانو مواد برای حذف کلرات و پر کلرات                  |
| ۲۶۸ | ۱-۵. نتیجه گیری                                                              |
| ۲۶۹ | منابع                                                                        |
| ۲۷۰ | فصل ۱۸: اثرات مزایا و معایب میکروبی اولیگو دینامیک                           |
| ۲۷۰ | ۱۸-۱. مقدمه                                                                  |
| ۲۷۰ | ۱۸-۲. اثر اقتصادی سیستم های گندزدایی نوین                                    |
| ۲۷۱ | ۱۸-۳. اثر سلامت بر مواد و کاربردهای گندزدایی آب                              |
| ۲۷۲ | ۱۸-۴. سیستم های گندزدایی نوین                                                |
| ۲۷۲ | ۱۸-۵. اثرات نانوفلتر در سیستم های تصفیه آب جایگزین                           |
| ۲۷۳ | ۱۸-۵-۱. نانوذرات نقره ای                                                     |
| ۲۷۳ | ۱۸-۵-۲. سنتز و ساخت                                                          |
| ۲۷۴ | ۱۸-۵-۳. تجهیزات و امکانات                                                    |
| ۲۷۷ | ۱۸-۶. نتیجه گیری                                                             |
| ۲۷۸ | منابع                                                                        |
| ۲۷۹ | فصل ۱۹: فوتوکاتالیزهای مرئی نانوساختاری برای تصفیه آب                        |
| ۲۸۰ | ۱۹-۱. فوتوکاتالیزهای مرئی با اکسیدهای تیتانیوم                               |
| ۲۸۳ | ۱۹-۲. ساخت سول-ژل فوتوکاتالیزهای نانوذره تیتانیم اکسید با تزریق نیتروژن      |
| ۲۸۷ | ۱۹-۵. فوتوکاتالیزهای تیتانیم اکسید با تزریق نیتروژن و اصلاح یون فلزی         |
| ۲۹۱ | ۱۹-۴. فوتوکاتالیزهای تیتانیم اکسید با نیتروژن تزریقی و نانوساختاری           |
| ۲۹۲ | ۱۹-۵. ویژگی های زیست محیطی فوتوکاتالیزهای تیتانیم اکسید با نیتروژن تزریقی    |
| ۲۹۴ | ۱۹-۶. نتیجه گیری و تحقیقات آینده                                             |

|     |                                                                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۹۵ | منابع                                                                                                         |
|     | فصل ۲۰: گندزدایی و کنترل میکروبی آب با استفاده از نانوفناوری: مزایا و محدودیت ها                              |
| ۲۹۹ | ۱-۲۰- مقدمه                                                                                                   |
| ۲۹۹ | ۲-۲۰- مصارف بالقوه و فعلی                                                                                     |
| ۳۰۰ | ۳-۲۰-۱- نانوقره                                                                                               |
| ۳۰۱ | ۴-۲۰-۲- تیتانیم اکسید                                                                                         |
| ۳۰۲ | ۵-۲۰-۳- فولرین ها                                                                                             |
| ۳۰۲ | ۶-۲۰-۴- ترکیب فناوری های فعلی با نانوفن آوری                                                                  |
|     | ۳-۲۰- نگاه به نقش نانوفناوری در کنترل میکروبی: محدودیت ها و نیاز های تحقیقاتی                                 |
| ۳۰۳ | منابع                                                                                                         |
| ۳۰۵ | فصل ۲۱: مصارف احتمالی نانومواد در بین در تیمار آب و استفاده مجدد                                              |
| ۳۰۷ | ۱-۲۱- مقدمه                                                                                                   |
| ۳۰۷ | ۲-۲۱- شیمی نانومواد فولرینی                                                                                   |
| ۳۰۹ | ۳-۲۱- مصارف نانومواد فولرینی                                                                                  |
| ۳۰۹ | ۴-۲۱-۱- ساخت غشا با استفاده از نانومواد فولرینی                                                               |
| ۳۱۱ | ۵-۲۱-۲- اکسیداسیون ترکیبات ارگانیک                                                                            |
| ۳۱۲ | ۶-۲۱-۳- غیرفعالسازی باکتریایی و ویروسی                                                                        |
| ۳۱۳ | ۷-۲۱-۴- خلاصه                                                                                                 |
| ۳۱۳ | منابع                                                                                                         |
|     | فصل ۲۲: کاهش کاتالیزوری ناهمگن برای تصفیه آب: اثراتی در مقیاس نانو بر فعالیت، گزینش پذیری و پایداری کاتالیزور |
| ۳۱۶ | ۱-۲۲- مقدمه                                                                                                   |
| ۳۱۶ | ۲-۲۲- هیدروکالوژن زدایی کاتالیزوری: محیط تقابل اشعه X                                                         |
| ۳۱۹ | ۳-۲۲- کاهش نیترات کاتالیزوری گزینشی                                                                           |
| ۳۲۱ | ۴-۲۲- نتیجه گیری و احتمالات                                                                                   |
| ۳۲۲ | منابع                                                                                                         |
|     | فصل ۲۳: کلرزدایی افزایشی تری-کلرواتیلن با نانوذرات دوفلزی و آهن دارای پشتیبان غشا                             |
| ۳۲۵ |                                                                                                               |

|     |        |                                                              |
|-----|--------|--------------------------------------------------------------|
| ۳۲۵ | ۱-۲۳   | مقدمه                                                        |
| ۳۲۵ | ۲-۲۳   | تشکیل نانوذره                                                |
| ۳۲۶ | ۱-۲-۲۳ | تکنیک های امولسیون و انحلال                                  |
| ۳۲۷ | ۲-۲-۲۳ | تشکیل منطقه ای نانوذرات                                      |
| ۳۲۷ | ۳-۲-۲۳ | افزودن فلزات ثانویه                                          |
| ۳۲۸ | ۴-۲-۲۳ | حفظ والانس صفر                                               |
| ۳۲۸ | ۳-۲۳   | پلیمرها                                                      |
| ۳۳۰ | ۴-۲۳   | ماده کامپوزیت                                                |
| ۳۳۱ | ۵-۲۳   | تصفیه آب                                                     |
| ۳۳۲ | ۱-۵-۲۳ | ساختار ذره فلزی                                              |
| ۳۳۵ | ۲-۸-۲۳ | جذب در پلیمر پشته‌پیان                                       |
| ۳۳۶ | ۶-۲۱   | نتیجه گیری                                                   |
| ۳۳۶ |        | منابع                                                        |
|     | فصل ۲  | سنتز نانوساختار در غشا های عاملی- پلی لیگاند برای            |
| ۳۳۸ |        | مصارف احیا و بازسازی                                         |
| ۳۳۸ | ۱-۲۴   | مقدمه                                                        |
| ۳۴۰ | ۲-۲۴   | سنتز نانوذرات در غشاهای عاملی                                |
| ۳۴۰ | ۱-۲-۲۴ | عاملی سازی غشای با پلی فلورید با پلی اکریلیک اسید            |
| ۳۴۱ | ۲-۲-۲۴ | سنتز نانوذرات دوفلزی آهن (Fe) محور لایه های پلی اکریلیک اسید |
| ۳۴۲ | ۳-۲۴   | شناسایی غشاهای عملی شده با پلی اکریلیک اسید                  |
| ۳۴۴ | ۴-۲۴   | شناسایی نانوذرات در غشاهای                                   |
| ۳۴۴ | ۱-۴-۲۴ | تفاعل کی لیتی بین یون های آهنی و پلی اکریلیک اسید            |
| ۳۴۶ | ۲-۴-۲۴ | شناسایی نانوذره Fe/Pd                                        |
| ۳۴۷ | ۵-۲۴   | واکنش دهی نانوذرات غشا محور                                  |
| ۳۴۷ | ۱-۵-۲۴ | هیدروکلزدایی کاتالیزوری تری کلرواتیلن                        |
| ۳۴۸ | ۲-۵-۲۴ | اثر ماده دهنده (الکترون) و ساختار نانوذره                    |
| ۳۴۹ | ۳-۵-۲۴ | هیدروکلزدایی کاتالیزوری بی فنیل های پلی کلری منتخب           |
| ۳۵۲ | ۴-۵-۲۴ | بازده کلرزدایی بی فنیل های پلی کلری مختلف                    |
| ۳۵۲ | ۵-۵-۲۴ | فعالیت کاتالیزوری به عنوان تابعی از محتوی پوشش پالادیم       |
| ۳۵۳ | ۶-۲۴   | نتیجه گیری                                                   |

|     |                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| ۳۵۴ | منابع                                                                   |
| ۳۵۷ | فصل ۲۵: نانوسلول های خوردگی بر پایه منیزیم برای انتقال کاهشی آلاینده ها |
| ۳۵۷ | ۱-۲۵- مقدمه                                                             |
| ۳۵۷ | ۲-۲۵- سیستم های دوفلزی بر پایه منیزیم                                   |
| ۳۵۸ | ۳-۲۵- ویژگی های منحصر بفرد خوردگی منیزیم                                |
| ۳۵۹ | ۴-۲۵- تزریق پالادیم در مقیاس نانو روی منیزیم؛ مسیر کاهش الکل اصلاح شده  |
| ۳۶۱ | ۵-۲۵- نقش نانوسنتز در کاهش دغدغه و نگرانی های استفاده از پالادیم        |
| ۳۶۱ | ۶-۲۵- جانش هایی در نانومقیاس سازی منیزیم                                |
| ۳۶۲ | ۷-۲۵- سایر مصارف زیست محیطی                                             |
| ۳۶۳ | منابع                                                                   |

#### فصل ۲۶: مواد - عوامل - عامل آهن صفر - والاس ریزنانو در میکروگره های

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۳۶۵ | کربنی برای احیاء خوشخبر هیدروکربنهای کلری                             |
| ۳۶۵ | ۱-۲۶- مقدمه                                                           |
| ۳۶۷ | ۲-۲۶- سنتز مواد                                                       |
| ۳۶۹ | ۱-۲-۲۶- مطالعات جذب سطحی و آب                                         |
| ۳۷۲ | ۳-۲۶- مشخصات پایداری و انتقال                                         |
| ۳۷۴ | ۴-۲۶- تقسیم بندی در رابط های TCE - آب                                 |
| ۳۷۵ | ۵-۲۶- خلاصه                                                           |
| ۳۷۶ | منابع                                                                 |
| ۳۷۹ | فصل ۲۷: گندزدایی آب با استفاده از نانوذرات آهن و اکسید آهن            |
| ۳۷۹ | ۱-۲۷- مقدمه                                                           |
| ۳۷۹ | ۲-۲۷- سنتز و ویژگی های نانوذرات آهن و آهن اکسید                       |
| ۳۷۹ | ۱-۲-۲۷- نانوذرات آهن                                                  |
| ۳۸۱ | ۲-۲-۲۷- نانوذرات آهن اکسید                                            |
| ۳۸۲ | ۳-۲۷- حذف آلاینده ها از طریق جذب/کلرزدایی توسط نانوذرات آهن/آهن اکسید |
| ۳۸۲ | ۱-۳-۲۷- حذف آرسنیک از آب                                              |
| ۳۸۵ | ۲-۳-۲۷- حذف کروم از آب                                                |
| ۳۸۵ | ۳-۳-۲۷- حذف فسفات ها از آب                                            |
| ۳۸۷ | ۴-۳-۲۷- حذف کلروارگانیک ها از آب                                      |
| ۳۸۹ | ۵-۳-۲۷- حذف ای.کولی از آب                                             |

|     |                                                                            |      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|------|
| ۳۹۰ | نتیجه گیری                                                                 | ۲۷-۴ |
| ۳۹۱ | منابع                                                                      |      |
| ۳۹۳ | فصل ۲۸: نانوفناوری برای احیای زیرسطح آلوده: احتمالات و چالش ها             |      |
| ۳۹۳ | ۱-۲۸- مقدمه                                                                |      |
| ۳۹۳ | ۲-۲۸- منابع آلودگی آب زیرزمینی و هزینه های احیا                            |      |
| ۳۹۵ | ۳-۲۸- جایگزین های احیا                                                     |      |
| ۳۹۵ | ۴-۲۸- احیای مکان آلوده از طریق نانومواد واکنش دهنده (راکتیو)               |      |
| ۳۹۷ | ۵-۲۸- نمونه ای از احیای مکان آلوده از طریق نانوفلزات واکنش دهنده           |      |
| ۴۰۳ | ۶-۲۸- خلاصه                                                                |      |
| ۴۰۳ | منابع                                                                      |      |
|     | فصل ۲۹: احیای سبز کروم شش ظرفیتی (هگزاولانسن) با استفاده از فلاوونیدها     |      |
| ۴۰۷ | نانوذرات مهندسی شده طبیعی                                                  |      |
| ۴۰۷ | ۱-۲۹- مقدمه                                                                |      |
| ۴۰۹ | ۲-۲۹- نانوفناوری برای احیای مکان و تیمار پساب                              |      |
| ۴۱۰ | ۱-۲-۲۹- رویکرد احیای نانوذرات دوفلزی                                       |      |
| ۴۱۲ | ۲-۲-۲۹- احیای کروم با استفاده از نانوفناوری                                |      |
| ۴۱۳ | ۳-۲-۲۹- تعیین تراکم کروم (VI)                                              |      |
| ۴۱۴ | ۴-۲-۲۹- حذف کروم (VI) از محوطه آلوده                                       |      |
| ۴۱۵ | ۳-۲۹- فلاوونیدهای طبیعی به عنوان عوامل کاهش برای کروم هگزاولانسن           |      |
| ۴۱۷ | ۴-۲۹- نتیجه گیری                                                           |      |
| ۴۱۸ | منابع                                                                      |      |
|     | فصل ۳۰: شیمی فیزیک برای پوشش های پلی الکترولیت کربن: یک افزایش             |      |
|     | پایداری، تحرک و اختصاصی بودن آلاینده های نانوذرات را با استفاده از         |      |
| ۴۲۰ | احیای آب های زیر زمینی می شوند                                             |      |
| ۴۲۰ | ۱-۳۰- چالش های استفاده از نانومواد برای احیای آب زیرزمینی منطقه ای و واقعی |      |
| ۴۲۱ | ۲-۳۰- اصلاح و عاملی سازی سطح پلیمری                                        |      |
| ۴۲۱ | ۱-۲-۳۰- تعاریف و مفاد (اصول)                                               |      |
| ۴۲۲ | ۲-۲-۳۰- رویکرد های اصلاح سطحی نانوذره                                      |      |
| ۴۲۴ | ۳-۳۰- تاثیر اصلاحکننده های سطحی بر تحرک نانومواد در زیرسطح                 |      |
| ۴۲۵ | ۱-۳-۳۰- نیرو های کلوییدی و نظریه درواگین-لاندائو-روی-اوربیک                |      |

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۴۲۹ | ۳۰-۳-۲۰- شناسایی لایه جذب شده                                         |
| ۴۳۰ | ۳۰-۴- هدف گیری آلاینده نانوذرات عاملی شده پلیمری                      |
| ۴۳۱ | ۳۰-۵- اثر اصلاح/عاملی سازی سطحی بر تجزیه آلاینده                      |
| ۴۳۲ | ۳۰-۶- چالش های باقی مانده، تحقیقات در حال انجام و نیز فرصت های پیشرفت |
| ۴۳۳ | منابع                                                                 |

### فصل ۳۱: تثبیت نانوذرات آهن با ظرفیت صفر برای تخریب منطقه ای افزایشی

|     |                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۳۶ | حلال های کلری در خاک و آب زیرزمینی                                                 |
| ۴۳۶ | ۳۱-۱- مقدمه                                                                        |
| ۴۳۷ | ۳۱-۲- پایدار سازی و تثبیت نانوذرات آهن با ظرفیت صفر با استفاده از پلی ساکارید ها   |
| ۴۴۱ | ۳۱-۳- راکتور نانوذرات آهن با ظرفیت صفر و تثبیت شده با نشاسته یا کربوکسی متیل سلولز |
| ۴۴۲ | منابع                                                                              |

### فصل ۳۲: کاهش قابلیت شست و شو (از صافی) و بیودسترسی فلزات سمی در خاک، رسوب ها و زباله های خطرناک جامد با استفاده از نانوذرات تثبیت شده

|     |                                                                                              |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۴۶ | ۳۲-۱- تثبیت کاهشی کرومات در خاک و آب با استفاده از نانوذرات تثبیتی آهن با والانس صفر         |
| ۴۴۶ | ۳۲-۱-۱- مقدمه                                                                                |
| ۴۴۷ | ۳۲-۱-۲- کاهش و حذف کروم(VI) در آب                                                            |
| ۴۴۸ | ۳۲-۱-۳- کاهش و تثبیت (ماندگاری) کروم(VI) جذب شده در خاک                                      |
| ۴۵۰ | ۳۲-۲- تثبیت و ماندگاری منطقه ای واقعی سرب در خاک ها با استفاده از نانوذرات ویوانیت تثبیت شده |

|     |                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| ۴۵۱ | ۳۲-۳- ساز و کار های تثبیت نانوذره توسط کربوکسی متیل سلولز |
| ۴۵۲ | ۳۲-۴- نتیجه گیری                                          |
| ۴۵۲ | منابع                                                     |

### فصل ۳۳: ملاحظات اجتماعی: پیشرفتهای آبی نانوفناوری

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۴۵۶ | منابع                                                       |
| ۴۵۷ | ۳۴: نانو فناوری در آب: ملاحظات اجتماعی، اخلاقی و زیست محیطی |
| ۴۵۷ | ۳۴-۱- مقدمه                                                 |
| ۴۵۷ | ۳۴-۲- پیشرفت مسئول: دغدغه های اخلاقی، اجتماعی و زیست محیطی  |
| ۴۵۹ | ۳۴-۲-۱- دسترسی، توازن و اثرات پیشرفت نانوفناوری             |

|          |                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| ۴۶۰..... | ۲-۲-۳۴- تاثیرها بر روی سلامت انسان و محیط زیست                 |
| ۴۶۳..... | ۳-۳۴- شرکت عمومی: عموم مردم چه نقشی باید داشته باشند؟          |
| ۴۶۴..... | ۴-۳۴- نتیجه گیری                                               |
| ۴۶۴..... | منابع                                                          |
| ۴۶۵..... | فصل ۳۵: رقابت برای آب                                          |
| ۴۶۶..... | ۱-۳۵- مقدمه                                                    |
| ۴۶۷..... | ۲-۳۵- اثرات جمعیتی و فنی بر آب                                 |
| ۴۶۹..... | ۳-۳۵- دسترسی به آب                                             |
| ۴۷۰..... | ۴-۳۵- فساد مالی (رشوه خواری)، مدیریت نامناسب و استفاده افراطی  |
| ۴۷۱..... | ۵-۳۵- تغییر آب و هوا و گرم شدن زمین                            |
| ۴۷۱..... | ۶-۳۵- اختراعات: مسائل توازن و دسترسی                           |
| ۴۷۲..... | ۷-۳۵- تقاضاهای سیاسی                                           |
| ۴۷۳..... | ۸-۳۵- تضاد املاف                                               |
| ۴۷۳..... | ۹-۳۵- سیاست های فسیلی                                          |
| ۴۷۳..... | ۱۰-۳۵- موردی سوخت های فسیلی                                    |
| ۴۷۵..... | ۱۱-۳۵- سیاست سوخت های فسیلی جهانی                              |
| ۴۷۷..... | ۱۲-۳۵- سوخت های زیستی: آیا ایجاد مسئله؟                        |
| ۴۸۲..... | ۱۳-۳۵- راه احتمالی آینده برای سوخت های زیستی                   |
| ۴۸۴..... | ۱۴-۳۵- بطری های آب (فروش آب بطری)                              |
| ۴۸۶..... | ۱۵-۳۵- روند های آینده                                          |
| ۴۸۶..... | ۱۶-۳۵- نتیجه گیری                                              |
| ۴۸۷..... | نکات                                                           |
| ۴۸۸..... | منابع                                                          |
| ۴۹۳..... | فصل ۳۶: چهارچوبی برای استفاده از نانو فناوری در بهبود کیفیت آب |
| ۴۹۳..... | ۱-۳۶- مقدمه                                                    |
| ۴۹۴..... | ۲-۳۶- اهداف فوق عرضی                                           |
| ۴۹۵..... | ۳-۳۶- نواحی معاملاتی و تجاری                                   |
| ۴۹۶..... | ۴-۳۶- تخصص و تجربه تعاملی                                      |
| ۴۹۷..... | ۵-۳۶- جسم مرزی                                                 |
| ۴۹۸..... | ۶-۳۶- تجسم اخلاقی                                              |



|     |                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۴۹۹ | ۵-۳۶- مدیریت سازگار .....                                                   |
| ۵۰۰ | ۶-۳۶- نظارت پیشگویانه (آینده نگر) .....                                     |
| ۵۰۱ | ۱-۶-۳۶- انتخاب متخصص نخبه به عنوان روشی برای تسهیل نظارت پیشگویانه .....    |
| ۵۰۳ | ۲-۶-۳۶- سفالگران به دنبال صلح .....                                         |
| ۵۰۴ | ۷-۳۶- نتیجه گیری .....                                                      |
| ۵۰۵ | منابع .....                                                                 |
| ۵۰۸ | فصل ۳۷: نگرش و اهداف مدیریت بین المللی درباره نوآوری آب با نانوفناوری ..... |
| ۵۰۸ | ۳۷-۱- مقدمه .....                                                           |
| ۵۰۸ | ۳۷-۲- تشخیص نیاز .....                                                      |
| ۵۱۱ | ۳۷-۳- نقش سیاست .....                                                       |
| ۵۱۴ | ۳۷-۴- نتیجه گیری .....                                                      |
| ۵۱۵ | منابع .....                                                                 |
| ۵۱۸ | فصل ۳۸: علم نانو و آب مشارکت می در مقیاس کلان و خرد .....                   |
| ۵۱۸ | ۳۸-۱- مقدمه .....                                                           |
| ۵۱۹ | ۳۸-۲- آب و عموم مردم .....                                                  |
| ۵۲۰ | ۳۸-۳- استراتژی های تصفیه نانوفناوری .....                                   |
| ۵۲۲ | ۳۸-۴- فرایند .....                                                          |
| ۵۲۲ | ۳۸-۴-۱- سیستم های شهری .....                                                |
| ۵۲۳ | ۳۸-۴-۲- سیستم های نقطه استفاده .....                                        |
| ۵۲۳ | ۳۸-۴-۳- سیستم های هدف گذاری شده .....                                       |
| ۵۲۴ | ۳۸-۵- آب و مشارکت عمومی .....                                               |
| ۵۲۵ | ۳۸-۵-۱- سیستم های شهری .....                                                |
| ۵۲۶ | ۳۸-۵-۲- استراتژی های کاربردی .....                                          |
| ۵۲۸ | ۳۸-۶- نتیجه گیری .....                                                      |
| ۵۲۸ | منابع .....                                                                 |

#### فصل ۳۹: چگونه نانوفناوری می تواند نیازهای کشورهای درحال پیشرفت را

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
| ۵۳۰ | برآورده سازد؟ .....                                          |
| ۵۳۰ | ۱-۳۹- نانوفناوری و کشورهای درحالپیشرفت .....                 |
| ۵۳۱ | ۲-۳۹- چگونه نانوفناوری میتواند ارزش عمومی را پاسخ دهد؟ ..... |
| ۵۳۲ | ۳-۳۹- نانودیالوگها در زمینه آب .....                         |

|     |                                                                              |      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|------|
| ۵۴۰ | ..... تعادل ریسک و فرصت                                                      | ۴-۳۹ |
| ۵۴۲ | ..... چشم اندازهای آینده                                                     | ۵-۳۹ |
| ۵۴۲ | ..... منابع                                                                  |      |
| ۵۴۴ | ..... فصل ۴۰: چالشهای پیش روی راه حل‌های نانو فناوری برای مسائل آب در آفریقا |      |
| ۵۴۴ | ..... ۱-۴۰ مقدمه                                                             |      |
| ۵۴۴ | ..... ۲-۴۰ مشارکت یا مالکیت اجتماعی                                          |      |
| ۵۴۵ | ..... ۳-۴۰ نیاز جامعه برای فناوری                                            |      |
| ۵۴۸ | ..... ۴-۴۰ پایش کیفیت آب                                                     |      |
| ۵۴۸ | ..... ۵-۴۰ زیرساخت                                                           |      |
| ۵۴۹ | ..... ۶-۴۰ بهبود ظرفیت                                                       |      |
| ۵۴۹ | ..... ۷-۴۰ بهبود کیفیت زندگی                                                 |      |
| ۵۵۱ | ..... ۸-۲ تجاری سازی نانوفناوریها                                            |      |
| ۵۵۱ | ..... ۹-۲ نتیجه                                                              |      |
| ۵۵۲ | ..... منابع                                                                  |      |
|     | ..... فصل ۴۱: موجودی چرخه حیات نقاط کوانتوم سلنید کادمیوم نیمه هادی برای     |      |
| ۵۵۳ | ..... مصارف زیست محیط                                                        |      |
| ۵۵۳ | ..... ۱-۴۱ مقدمه                                                             |      |
| ۵۵۵ | ..... ۲-۴۱ مصارف و سنتز نقاط کوانتوم                                         |      |
| ۵۵۹ | ..... ۳-۴۱ روش شناسی                                                         |      |
| ۵۶۲ | ..... ۴-۴۱ موجودی چرخه حیات برای سنتز نقاط کوانتوم CdSe                      |      |
| ۵۷۱ | ..... ۵-۴۱ نتیجه گیری و چشم انداز آینده                                      |      |
| ۵۷۲ | ..... منابع                                                                  |      |
| ۵۷۸ | ..... راه حل‌های نانو فناوری برای بهبود کیفیت آب                             |      |
| ۵۸۱ | ..... واژه‌نامه انگلیسی به فارسی                                             |      |

## پیش گفتار

تصور کنید که دندان‌هایتان را با آب فاضلاب اصلاح‌شده مسواک می‌زنید. آیا همچنان آسوده‌خاطر به این کار ادامه خواهید داد؟ آیا قصد آن خواهید داشت که ثابت کنید این آب تمیزتر از آب درون شهری است تا وجودتان را از هرگونه آشتگی رها سازید؟ در سفری که به‌تازگی داشتیم درباره آب نو<sup>۱</sup> سنگاپور آموخته‌هایی داشتیم. باوجود احاطه شدن توسط دریا، کمبود منابع آب سطحی و ظرفیت مخازن و افزایش جمعیت، سنگاپور ازجمله کشورهایی است که به فناوری‌های پیشرفته‌ای همچون نانو فناوری مجهز گردیده تا بتواند نیازهای اولیه آب کشورش را تأمین سازد.

این برنامه با ارائه فناوری‌های فیلتراسیون پیشرفته، خواص اسمزی معکوس و عفونت‌زدایی موفق گردیده است. تا آب‌های فاضلاب را به آب آشامیدنی تبدیل کند. در آزمایش‌ها ثابت شده است که آب نو سنگاپور به‌مراتب پاک‌تر از آب آشامیدنی درون‌شهری است ولی (هنوز) به سطح مصرف همگانی نرسیده است. درگذشته، مخازن شارژی بودند (آب آشامیدنی غیرمستقیم) یا روش‌های صنعتی همچون تولید تراشه که ختم‌ناز به آب فرا پاک دارد بکار می‌رفتند. این امر نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین با استقبال عمومی روبرو شده‌اند چون از یکسو ابزارهایی در اختیار دارد که بیش‌ازپیش پیشرفت کرده‌اند و از سری در ملاحظات اجتماعی را نیز مدنظر قرار می‌دهند و نسبت به آن‌ها آگاهی دارند. هنوز هم پیشرفت نیز است. گر بخواهیم تدارک آب سالم به ۷ میلیارد انسان درحال-افزایش بر روی کره زمین هستیم. کتابی که در این کتابخانه شماسنت حاصل آخرین تفکرات در زمینه‌های نظری و کاربردی نانوتکنولوژی برای افزایش کیفیت آب در سراسر جهان است. جوامع بشری از تاریخچه‌ای طولانی در استفاده از فناوری برای بهبود آب برخوردار هستند. فیلتراسیون، استفاده از نور خورشید و دیگر فناوری‌ها ازجمله روش‌هایی بودند که هزاران سال پیش مورد استفاده بودند. نقاشی‌های روی قبرها نشان می‌دهند که مصریان باستان مخترع انعقاد سازی با آب بودند که هنوز هم در تسهیلات تیمار مدرن آب بکار می‌روند. یونانیان و رومیان سلامتی و آب را به‌هم پیوند داده و روش‌هایی برای افزایش کیفیت آب یافته بودند. درحالی‌که پیشرفت‌هایی در راستای افزایش بهبود کیفیت آب صورت گرفته است، باین‌حال چند قرن است که دغدغه پاتوزنها (مواد بیماری‌زا) در وجود دارد. جهش بزرگی در حوزه سلامت آب صورت گرفته که استفاده از ضدعفونی‌کننده‌هایی ازجمله کلر و اوزون از آن جمله می‌باشد. برآورد می‌شود که فناوری‌های پالودن آب بالأخص کلرزی به آب آشامیدنی (که در سال ۱۹۰۸ میلادی در ایالات‌متحده شروع شد) در جوامع آمریکایی مابین سال‌های ۱۹۰۰ الی ۱۹۳۶ میلادی تا ۵۰ درصد در کاهش مرگ‌ومیر و تا ۷۵ درصد در کاهش مرگ‌ومیر نوزادان شمر ثمر بوده است. پیشرفت‌های به دست‌آمده در حوزه سلامت آب منجر به پیشرفت‌ها و نتایج معناداری در حوزه سلامت اجتماع شده است. ولی باید بیشتر تلاش کرد. بسیاری از نقاط این کره خاکی همچنان به فناوری‌های مؤثر و مناسب کیفیت آب دسترسی ندارند. باین‌حال گرچه پیشرفت‌های حاصل‌شده است،

لذا هنوز شاهد ۷۰۰,۰۰۰ مرگ ناشی از بیماری‌های آب هستیم. آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز سفره‌های آب و کیفیت آب را در معرض تهدید قرار می‌دهد. کمبودهای آبی مایه بروز رنجش و اختلافات هستند. اکنون در قله یک جهش فناوری دیگری هستیم: استفاده از نانو فناوری برای مانیتورینگ، آلودگی‌زدایی و ضد عفونی کردن آب. در کتابی که می‌خوانید این جهش به صورت یکپارچه و هدفمند فرآیند سازی شده است. آخرین اطلاعات این حوزه، عناوین نوین و چارچوبی که نشانگر بازدهی گسترده نانو فناوری در راستای کیفیت آب است محتوای این اثر را تشکیل می‌دهند. ملاحظات اجتماعی از دیگر بخش‌های این کتاب است که بیانگر نقش و آینده روشن نانو فناوری در کیفیت آب است. با تأسیس «موسسه نانو فناوری ملی<sup>۲</sup>»، دولت ایالات متحده یک برنامه تحقیق و پژوهش بر پایه کاربردهای فراوان و بالقوه فناوری در مقیاس نانو و همچنین تعیین حداکثر دامنه کاربردهای ممکن نانو فناوری برای سلامتی، بهداشت و محیط‌زیست آغاز کرد.

شروع بکار این موسسه از اولین اقداماتی بود که در راستای مسائل مهمی همچون سلامتی و استقبال عمومی از نانو با پیشرفت فناوری صورت بشمار می‌رفت. وقتی که بنده معاونت «موسسه سلامت و ایمنی» (سمتی از NNI) را بر عهده گرفتم، سازمان‌های خصوصی در حال گردآوری مطالب و تحقیق برای شناسایی و مدیریت خطرهای احتمالی نانو مواد بودند و همچنان تلاش آن‌ها ادامه دارد. در دوران تصدی‌گری من در این سازمان، سلامت محیط‌زیست ایالات متحده (EPA)، واحد تحقیق و توسعه، بودجه سازمان به دلیل شکل‌گیری طالع در زمینه‌های نانو فناوری بیش از دو برابر افزایش یافت. این مؤسسات با همکاری همدیگر در حوزه دستگاه و بخش خصوصی پیشرفت‌های توصیف داده‌شده در این جلد را کاربردی ساخته‌اند.

هرکدام از ویراستاران این مجموعه به نوعی با سازمان حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده چه به عنوان دانشمند، همراه یا مشاور در ارتباط بوده‌اند. آن‌ها به آینده نانو فناوری در کیفیت آب و همچنین به کاهش خطرات نانو فناوری در مقابل آب کاملاً آگاه می‌باشند. تک تک افرادی که در کتاب سهمی دارند به اهمیت کیفیت آب برای آینده جوامع بشری کاملاً واقف هستند. امروزه ما به نقطه‌ای رسیده‌ایم که این مسیر طی شده را آشکار ساخته و فناوری‌های نوین نیز آندمان عظیم برای افزایش کیفیت آب پیش‌بینی می‌کنند. به‌روزترین افکار و پیشرفت‌های علمی بیان شده در این اثر بیانگر نبوغ و تعهد این دانشمندان به بهبود کیفیت آب برای همگان می‌باشد. در صورتی که نویسنده‌ای این اثر راه خودشان را ادامه بدهند، به‌زودی همه می‌توانند با اطمینان بیشتری آب سالم بنوشند و نسل‌هایشان را مسواک بزنند.

جورج گری

دانشگاه جورج واشنگتن.

<sup>2</sup> National Nanotechnology Initiative (NNI)

## پیش در آمد

### مقدمه

موسسه ملی نانو فناوری (NNI) علم نانو را چنین تعریف می‌کند: «هر نوع تحقیقی که بتواند رفتارها و ویژگی‌های جدید مواد با ابعاد نانومقیاس را تشخیص دهد و از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر (nm) درجه‌بندی می‌شود». هدف اصلی نانو فناوری توسعه مواد، ابزارها و سیستم‌ها با ویژگی‌های کاملاً متفاوت است که به وسیله بهره‌برداری از ویژگی‌های منحصر به فرد سیستم‌های مولکولی و فرا مولکولی در مقیاس نانو میسر می‌شود. تقریباً هر علمی تحت تأثیر ایده‌های نانو فناوری بوده است. این تأثیرات در علوم محاسباتی، پزشکی، روان‌شناسی، فنی مهندسی و زیست‌شناسی مشاهده شده است. همچنان با گذشت چهار سال از انتشار اولین ویرایش این کتاب استفاده از نانو فناوری و نانو ذرات روبه بلوغ است. ویرایش اول استفاده از نانو فناوری را با هدف برجسته کردن کیفیت آب و توسعه ملاحظات اجتماعی به همگان معرفی کرد که توانست با استقبال عموم مواجه شود. کاربردهای گسترده‌ای پیدا کند. اهداف عمده ویرایش اول عبارت بود از: ارائه خلاصه‌ای از موقعیت این رشته به دانشمندان، مهندسان و سیاست‌گذاران علاقه‌مند به این رشته؛ مدنظر قرار دادن پیشرفت‌های فناوری در دسترمانافع و نیازهای جامعه؛ و شناسایی چالش‌ها و مسیرهای ممکن برای تحقیقات آتی در این حوزه. این کتاب درصدد بازتعریف این اهداف اجرایی ارائه به ورزشانی‌ها در این عرصه می‌باشد.

### ساختار و محتوای کتاب

این کتاب شامل ۴۱ همکاری یا فصل می‌باشد. چهار فصل اول به بررسی کاربردهای اساسی نانو فناوری بیشتر از مصارف پیش‌بینی شده می‌پردازند. به تبعیت از ویرایش اول، قسمت انتهایی (بخش ۵) به ملاحظات اجتماعی می‌پردازد.

فصل اول معرف نانو فناوری‌هایی برای از بین بردن ناخالصی‌های موجود در آب در سطوح معنی‌دار تراکم برای سلامت بشر و پیروی از مقررات می‌باشد.

فصل دوم بیانگر فناوری‌هایی جداکننده است که آلوده‌کننده‌ها را جداسازی می‌کند تا آب به راحتی از میان موانع عبور کند. فناوری‌هایی جداکننده با توجه به اندازه و وزن عمل کنند. بخش سوم به فناوری‌های انتقال اختصاص دارد که قابلیت کاهش تأثیرات سمی آلوده‌کننده‌ها را دارند و عفونت پاتوژهای موجود در آب را از بین ببرند یا کاهش دهند. فناوری‌های انتقال شامل ذرات کاتالیتی و فوتوکاتالیستی، فیبرها و لایه‌ها می‌باشند.

فصل چهارم فناوری‌های ترسیب و بی‌ثباتی را معرفی می‌کند که می‌توانند آلوده سازی را به منظور خارج سازی یا احیا یا به منظور تثبیت انجام بدهند و از آلاینده‌هایی که به آب زیرزمینی سایت تیمار نفوذ می‌کنند جلوگیری به عمل آورند.

بخش پنجم برای کاربردی سازی فناوری‌های نوین درصدد بررسی ملاحظات اجتماعی از قبیل دغدغه‌های فرهنگی، اخلاقی و زیست‌محیطی می‌باشد. امیدواریم که با بازسازی و به‌روزرسانی اکثریت

فصل‌ها و مطالب جدید ارائه‌شده بتوانیم الهام‌بخش پیشرفت و کاربردی سازی راه‌حل‌های نانو محور در عرصه مسائل مهم آب باشیم.

### رفع مسئولیت

نظرات بیان‌شده در بخش‌های مربوط به *نورا ساویج* و *آنی‌تا استریت* تداعی گر نظرات «آژانس حفاظت از محیط‌زیست» یا «وزارت نیرو» نمی‌باشند و هیچ‌گونه تأیید رسمی نباید استنباط شود.

آنی‌تا استریت

ریچارد ساستیج

جرمی دونکن

نورا ساویج

www.ketab.ir