

# حذف آلاینده‌های آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی

سال انتشار: ۱۳۹۴

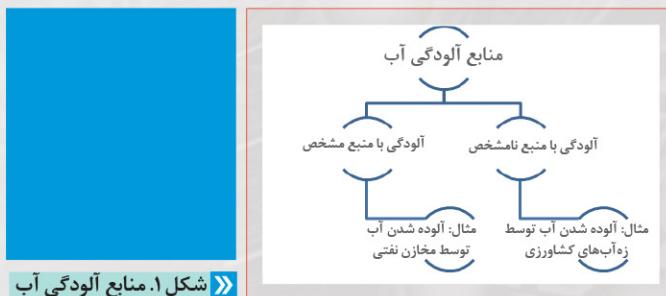
ویرایش نخست



آب، این عنصر حیات، از مهمترین و اساسی‌ترین ضروریات زندگی محسوب می‌شود و کمبود و یا نبود آن ادامه حیات را برای هر موجود زنده‌ای دچار مشکل می‌سازد. چرخه تولید غذا و صنعت کشاورزی به آب وابسته است و بدون آن کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی کاهش یافته و امنیت غذایی جامعه به خطر می‌افتد. رشد روزافزون جمیعت، تغیرات آب و هوایی و افزایش بیابان‌ها از یک سو و رشد صنعت و آلوده شدن محیط زیست از طرف دیگر، موجب شده است تا منابع آب، آلوده شده و تهیه آبی سالم و کافی، به یکی از مهمترین چالش‌های قرن حاضر تبدیل شود. به منظور مقابله با این چالش، امروزه می‌توان از فناوری‌های نوینی چون فناوری نانو استفاده کرد. این فناوری می‌تواند نقش مهمی در بهینه‌سازی تکنیک‌های تصفیه و بازیابی آب‌های غیرمتعارف ایفا کند و با به کارگیری آن علاوه بر این که مراحل و هزینه‌های تصفیه و بازیابی آب کاهش می‌یابد، می‌توان امید بیشتری نیز داشت تا آبی با کیفیت بهتر و سالم‌تر برای مصرف در اختیار انسان‌ها، جانوران و گیاهان قرار گیرد.

### آلودگی آب

براساس تعییف سازمان بهداشت جهانی<sup>۱</sup>، وجود هر نوع ماده‌ای از قبیل گازها، ذرات معلق، مواد شیمیایی یا بیولوژیکی در آب که تاثیر نامطلوب بر سلامت موجودات زنده بگذارد و مانع از استفاده مطلوب از آن شود را آلوودگی آب گویند. بهمین اساس دو نوع منبع آلوودگی برای آب مشخص شده‌است که این منابع آلوودگی در شکل ۱ مشاهده می‌شود<sup>[۲]</sup>.



شکل ۱. منابع آلوودگی آب

### اثرات آلوودگی آب

کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی به دلایل مختلفی چون افزایش آلوودگی محیط‌زیست و وارد شدن فاضلاب‌های شهری و صنعتی به آن، نشت شیراه‌های ناشی از دفن غیراصولی زباله و ورود روابط‌های زده‌آب‌های کشاورزی به منابع آب، رو به کاهش می‌باشد (شکل ۲). آب‌های آلوود سطحی و زیرزمینی از طرق گوناگونی سلامتی انسان و جامعه را به خطر می‌اندازد که از جمله این موارد می‌توان به مصرف و تماس مستقیم انسان با این آب‌ها، مصرف محصولات کشاورزی آبیاری شده با آب‌های آلوده و مصرف آبزیان موجود در این آب‌ها، اشاره داشت. براساس گزارشی که در روز جهانی آب و در سال ۲۰۱۰ در موسسه Pacific ارائه شد، روزانه حدود ۲ میلیون تن، لجن و فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی به درون رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها

تخلیه می شود و ۲/۵ میلیارد نفر از جمعیت جهان در تماس مستقیم با آب های آلوده هستند که از این میزان حدود ۱/۶ میلیارد نفر، در آسیا زندگی می کنند. در کشورهای در حال توسعه حدود ۷۰ درصد از فاضلاب های صنعتی بدون هیچ گونه تصفیه ای به منابع آب وارد می شوند، همین امر موجب شده است که در برخی نواحی بیش از ۵۰ درصد گونه های آبیزبان در معرض انقراض قرار گیرند و ۳/۱ درصد از مرگ و میرهای جهان نیز ناشی از مصرف آب های آلوده باشد.<sup>[۳]</sup>



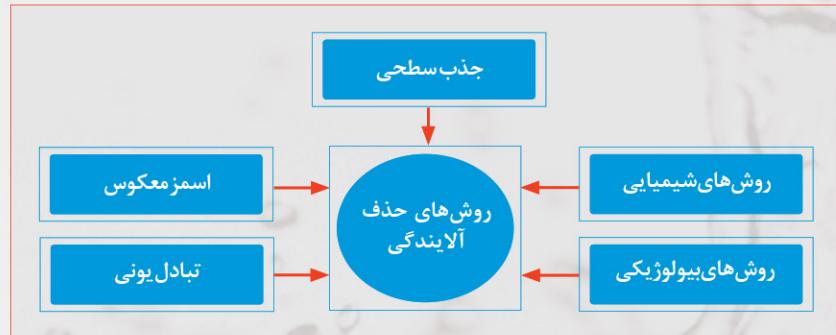
شکل ۲. نمونه هایی از آلودگی های ایجاد شده در آب توسط فاضلاب های صنعتی و شهری و زه آب های کشاورزی

بخشی از این فاضلاب ها سالانه به عنوان کود در زمین های کشاورزی استفاده می شود، اما این فاضلاب ها دارای عناصری سمية چون سرب، کadmium، جیوه، نیکل و سایر عناصر مضر می باشند. این عناصر سمية در اثر استفاده مکرر از فاضلاب ها در آبیاری مزارع و گیاهان، در خاک تجمع پیدا کرده و توسط گیاه جذب می شوند. به موجب این امر، علاوه بر اینکه گیاه دچار مسمومیت ناشی از عناصر سمية می گردد، جذب عناصر ضروری مانند آهن، روی، منیزیم و کلسیم توسط گیاه کاهش یافته و اختلالاتی در رشد گیاه ایجاد می شود. در نتیجه رشد ریشه، ساقه و برگ گیاه کاهش یافته و حتی متوقف می شود و امکان از بین رفتن گیاه وجود دارد. تمامی این مسائل به معنی تهدید سلامتی انسان، جانوران و گیاهان است. بدین منظور محققان در صدد ابداع راه کارهایی هستند تامیاز آلودگی در منابع آب را به حداقل ممکن کاهش دهند. تلاش های انجام شده در جهت ابداع روش هایی است که سازگاری پیشتری با محیط زیست داشته و از منظر اقتصادی نیز مفرونه صرفه باشند.

### روش های حذف آلودگی از آب

از دیرباز تا کنون روش های مختلفی به منظور حذف آلودگی از منابع آب ابداع شده است که می توان این روش ها را در پنج دسته کلی قرار داد (شکل ۳).<sup>[۶]</sup>

اما روش های ذکر شده دارای معایبی هستند که از جمله آن ها می توان به غیراقتصادی بودن این روش ها، عدم سهولت در انجام این مراحل و تولید مواد زائد زیاد اشاره نمود. به طور مثال روش های اسمز معکوس و تبادل یونی موجب تولید آب شور می شوند و یا دنیتریفیکاسیون<sup>۱</sup> بیولوژیکی نیاز به تامین مستمر سترهای آلی دارد و از مشکلات این روش نیز می توان به تولید لجن اشاره نمود. به همین دلیل، محققان به دنبال فناوری هایی هستند که مشکلات بیان شده را درآشته باشد و یا به حداقل برساند و برای حذف طیف وسیعی از آلانیده ها نیز کاربرد داشته باشند. به همین منظور فناوری نانو توجه محققان محیط زیست را به خود جلب کرده و به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته است. برخی از نانوساختارهایی که برای رفع آلودگی آب استفاده می شوند عبارتند از:



شکل ۳. روش‌های مرسوم حذف آلایندگی از آب [۶]

- نانوجاذب‌ها (کربنی، فلزی و پلیمری)
- غشاها نانویی (نانوفیر، نانو کامپوزیت و بیولوژیکی)
- نانوفوتوكاتالیست‌ها
- نانوذرات آهن صفرظرفیتی [۱]

### نانوذرات آهن صفرظرفیتی

در دو دهه اخیر، آهن صفرظرفیتی ( $\text{Fe}^{60}$ ) به عنوان ماده تامین کننده الکترون توجه محققان محیط‌زیست را به خود جلب کرده و به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. از این نانوذرات تاکنون برای بالایش محیط‌زیست از انواع آلاینده‌های آلی و معدنی نظیر مواد آلی هالوژنه، فلزات سنگین، احیاء آلاینده‌های آلی و غیرآلی، آرسنات، پر کلرایت، نیترات، نیتروآرماتیک‌ها و اکسیدان‌های سمی استفاده شده است. آهن صفرظرفیتی بطور نسبی فراوان، ارزان و قابل دسترس است. نانوذرات آهن صفرظرفیتی نسبت به میکروذرات آهن صفرظرفیتی دارای سطح ویژه و واکنش‌پذیری بسیار بالاتری هستند.

اکثر صنایع دارای پساب‌های آلوده می‌باشند که رهاسازی این پساب‌ها در محیط‌زیست موجب آلودگی آن و ایجاد خطر برای گیاهان، جانوران و انسان می‌شود. نانوذرات آهن صفرظرفیتی از طریق واکنش‌های اکسیداسیون و احیا و جذب سطحی، آلاینده‌ها را از محیط حذف می‌کنند. مکانیزم عملکرد این نانوذرات بدین صورت است که این ذرات بخشی از آلاینده‌های موجود در آب نظیر نیترات، نیتریت و ترکیبات کلریددار را یا به طور کلی از محیط حذف کرده و یا با تبدیل آلاینده به شکل‌های دیگر، درجه سمیت آن‌ها را کاهش می‌دهند. نانوذرات آهن صفرظرفیتی گونه‌های دیگری از آلاینده‌ها نظیر فلزات سنگین، فسفات و آرسنات را روی سطح اکسید شده خود جذب سطحی می‌کنند و بدین ترتیب غلظت این آلاینده‌ها را در محیط کاهش می‌دهند.

### نانوذرات آهن صفرظرفیتی ثبت شده<sup>۵</sup>

ذرات آهن صفرظرفیتی در مقیاس نانو، تعاملی به تجمع دارند که در این صورت سطح ویژه کاهش یافته و

به موجب آن درصد حذف آلایندگی نیز کاهش می‌یابد. همچنین این نگرانی وجود دارد که نانوذرات آهن صفرظرفیتی به درون آب گسیل شده و منجر به بروز خطرات زیست‌محیطی شوند. به همین منظور این ذرات را روی موادی از قبیل رس، گرافیت، شن و بسیاری از مواد دیگر ثبت می‌کنند تا سطح ویژه افزایش یافته و این ذرات بتوانند عکس‌العمل بهتری از خود در مقابل با آلاینده‌ها نشان دهند. همچنین این امر باعث می‌شود با مصرف مقادیر کمتر از این ذرات، غلطت‌های بیشتری از آلاینده‌ها از بین برود و نگرانی‌ها درخصوص گسیل شدن این ذرات به درون آب نیز کاهش می‌یابد. در کنار تمامی این مسائل، عمل ثبت کردن موجب می‌شود تا جداسازی ذرات از محیط آب به راحتی صورت پذیرد.

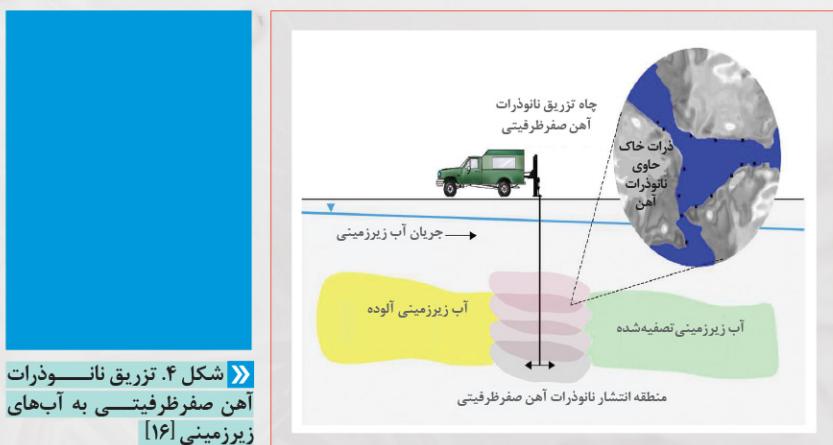
### روش‌های استفاده از نانوذرات آهن صفرظرفیتی

همانطور که اشاره شد از نانوذرات آهن صفرظرفیتی برای ازبین بردن طیف وسیعی از آلاینده‌ها از منابع آب‌های زیزمنی، رودخانه‌ها و پساب‌های صنعتی و کشاورزی استفاده می‌شود. در طرح‌های نیمه‌صنعتی صورت گرفته، از این ذرات به دو طریق برای رفع آلودگی آب‌های زیزمنی استفاده شده است:

#### ۱ تزریق ذرات به چاهک‌های حفر شده

#### ۲ استفاده از دیوارهای نفوذپذیر یا فیلترهای حاوی نانوذرات.

در روش اول نانوذرات آهن صفرظرفیتی را تحت فشار و از طریق چاهک‌های حفر شده به منابع آب تزریق می‌کنند. این عمل باعث می‌شود تا نانوذرات تحت فشار روی ذرات خاک موجود در سفره‌های آب زیزمنی قرار گیرند و منطقه‌ای را تشکیل دهند که آلودگی‌های آب با عبور آن از این ناحیه و تماس با این نانوذرات، از بین برود (شکل ۴).



» شکل ۴. تزریق نانوذرات آهن صفرظرفیتی به آب‌های زیزمنی [۱]

در روش دوم، نانوذرات آهن صفرظرفیتی را در دیوارهای نفوذپذیری که در مسیر جریان آب قرار گرفته‌اند، می‌ریزند. در این روش نیز مشابه روش قبلی، آب آلوده با عبور از این دیوار نفوذپذیر، تصفیه می‌شود. در فواصل

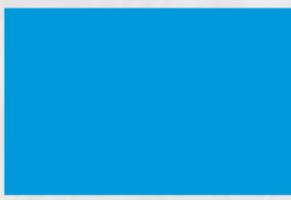
زمانی مناسب (بسته به اندازه فیلتر و میزان آلودگی آب یا پساب) فیلتر را می‌توان تعویض کرد و با احیای مجدد نانوذرات آن را بازیابی کرد (شکل ۵).



» شکل ۵. تصفیه آب آلوده با عبور کردن آن از دیوارهای نفوذپذیر [۱۶]



با استفاده از فیلترهای حاوی نانوذرات و قرار دادن آن در مسیر عبور آب می‌توان انواع آلاینده‌ها را هم‌زمان جذب و یا حذف کرد. بنابراین دور از انتظار نیست که بتوان از فیلترهای محتوى این نانوذرات در دستگاه‌های تصفیه آب نیز بهره‌برد (شکل ۶).



» شکل ۶. نمونه‌ای از دستگاه‌های تصفیه آب با قابلیت به کارگیری فیلترهای حاوی نانوذرات آهن صفر طرفیتی

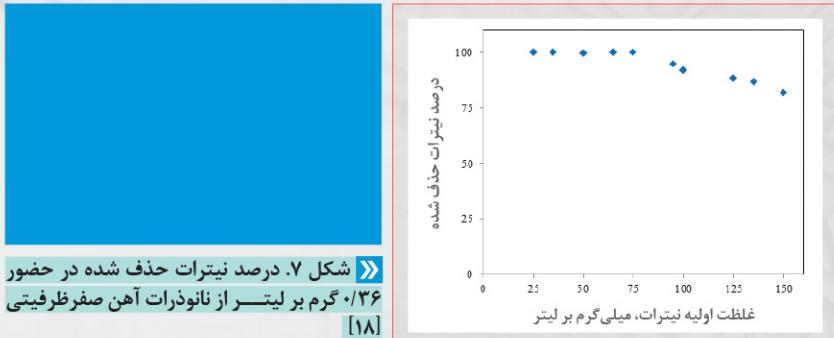


#### برتری نانوذرات آهن صفر‌ظرفیتی نسبت به سایر روش‌ها

برتری نانوذرات آهن صفر‌ظرفیتی به این دلیل است که می‌تواند طیف وسیعی از آلاینده‌های آلی و فلزات سنگین را طی دو مرحله و توسط واکنش‌های اکسیداسیون و احیا و جذب سطحی از محیط حذف کند. از قابلیت‌های بارز این ذرات می‌توان به استفاده چندین و چند باره از آن در رفع آلودگی اشاره داشت به طوریکه پس از حذف

آلایندگی توسط این ذرات می‌توان آن‌ها را با یک فرآیند بسیار ساده بازیابی کرده و بار دیگر به منظور حذف آلایندگی مورد استفاده قرار داد، بدون آنکه خللی در کارایی آن‌ها پدیدار شود. غلظت‌های کم نانوذرات آهن صفرظرفیتی نیز قادر است حجم بالایی از آلایندگی را از بین ببرد.

در مطالعه‌ای، اثر نانوذرات آهن صفرظرفیتی بر میزان حذف نیترات از آب مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور به محلول‌های حاوی غلظت‌های مختلف نیترات (۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر)، مقدار ۰/۳۶ گرم بر لیتر از نانوذرات آهن صفرظرفیتی اضافه گردید. نتایج نشان داد که در دامنه غلظت اولیه ۲۵ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر نیترات، درصد بالایی از نیترات در اثر واکنش با نانوذرات آهن احیا گردیده و از محیط حذف شده است. به طوریکه این میزان از نانو ذرات (۰/۳۶ گرم بر لیتر) توانسته حدود ۸۵ درصد آلدگی محلول حاوی نیترات با غلظت ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر را حذف کند (شکل ۷) [۱۸].



شکل ۷. درصد نیترات حذف شده در حضور ۰/۳۶ گرم بر لیتر از نانوذرات آهن صفرظرفیتی [۱۸]

در پژوهشی دیگر، که به منظور حذف فلزات سنگین از محیط‌های آبی صورت گرفت، از غلظت ۵ گرم بر لیتر نانوذرات آهن صفرظرفیتی برای حذف فلزاتی چون نیکل، کادمیوم، روی، نقره، کروم، سرب و مس استفاده شد. درصد حذف این عناصر از آب با توجه به نوع عنصر ۹۹ تا ۳۷ درصد به دست آمد که این امر کارایی بالای این ذرات در حذف آلاینده‌های فلزی را نشان می‌دهد [۱۹].

جدول ۱. شرکت‌ها و موسسات تحقیقاتی فعال در زمینه نانوذرات آهن تک‌ظرفیتی

کشور	نام موسسه تحقیقاتی
ایران	دانشگاه تربیت مدرس [۱۴]
جمهوری چک [۲۰]	NANO IRON, s.r.o
کانادا [۲۱]	Golder Associates
آمریکا [۲۲]	Geosyntec

## محصولات تجاری در حوزه نانوذرات آهن صفرظرفیتی

امروزه به دلیل افزایش آلدگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و ظهور مشکلات بسیار در سلامتی و بهداشت جامعه، محققان درصد استفاده از فناوری نانو برای حذف آلاینده‌ها از آب هستند. بدین منظور برخی از موسسه‌های تحقیقاتی و شرکت‌های موجود در نقاط مختلف دنیا به ساخت نانوذرات آهن صفرظرفیتی روی آورده‌اند

تا با استفاده از یک روش ساده، زمینه حذف آلاینده‌ها را از آب‌های سطحی و زیرزمینی فراهم کنند که نام برخی از این شرکت‌ها را در جدول ۱ مشاهده می‌گردد.

اکثر شرکت‌های سازنده، از این نانوذرات در طرح‌های نیمه‌صنعتی استفاده کرده‌اند. در ایران نیز محققان دانشگاه تربیت مدرس اقدام به ساخت نانوذرات آهن صفر-ظرفیتی ثبت شده روی شن کرده‌اند که با استفاده از این ذرات آلدگی آب‌های سطحی و زیرزمینی به طور موثری کاهش می‌یابد و به دلیل برخورداری از ذرات طبیعی شن، این نانوذرات ثبت شده سازگاری بیشتری با محیط‌زیست داشته و فرآیند جداسازی آن از محیط‌های آبی نیز آسان‌تر می‌باشد [۱۴].

### مزیت‌های استفاده از نانوذرات آهن صفر-ظرفیتی

- کاهش هزینه‌های فرآیند تصفیه آب، به طوری که نیازی به ساخت تجهیزات پیچیده و گران‌قیمت نمی‌باشد.
- نانوذرات آهن صفر-ظرفیتی قابلیت این را دارند که بتواند در مدت زمان کوتاهی، غلظت‌های زیادی از آلدگی را از بین ببرند.
- قابلیت استفاده از این نانوذرات برای حذف انواع آلاینده‌های آلی و معدنی و فلزات سنگین.
- کاربردهای متنوع (قابلیت استفاده در آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها، چاه‌های آبیاری و دستگاه‌های تصفیه آب).

- قابلیت بازیابی مجدد و استفاده دوباره از آن‌ها برای حذف آلاینده‌گی
- سازگاری بیشتر با محیط‌زیست (نانوذرات آهن صفر-ظرفیتی ثبت شده روی شن).

### پی‌نوشت‌ها

- 1 WHO
- 2 Denitrification
- 3 Redox reaction
- 4 Adsorption

5 منظور از ثبت کردن یعنی فراهم کردن سطحی برای نانوذرات آهن صفر-ظرفیتی تا در اثر وجود نیروهای مقناطیسی به هم متصل شده و سطح ویژه این ذرات افزایش یابد.

- 6 agglomeration

### مراجع

- 1 Qu, X., Alvarez, P.J.J., Li, Q., (2013). Applications of Nanotechnology in Water and Wastewater Treatment, Water Research. doi: 10.1016/j.watres.2012.09.058.
- 2 WHO, 2015, Quantifying environmental health impacts. Definition of the modifiable environment. WHO programmes. www.who.int
- 3 Ross, N., (2010). World water quality facts and statistics, Clean water for healthy world, World water day 2010, Pacific institute, 4p.
- 4 کربی، ن. خان‌احمدی، م. مرادی، ب. ۱۹۹۲. اثر غلظت‌های مخفف اول. مجله پژوهش‌های تولید گاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

- ۵** نورانی آزاد، ح. کنیل زاده، ف. (۱۳۹۰). تاثیر سختی کادمیوم بر رشد، فندهای مغولو، رنگکارهای فوتوسترنی و برخی آنزیمه‌ها در گلارنک (Carthamus tinctorius L.). *مجله زیست‌شناسی ایران*. مقاله ۱۶ دوره ۸، شماره ۹، صفحات ۸۵۸-۸۶۷.
- ۶** Bhatnagar, A. and Sillanpää, M. (2011). A review of emerging adsorbents for nitrate removal from water. *Chemical Engineering Journal*, 168(2): 493-504.
- ۷** Ahn, S.C., Oh, S.Y. and Cha, D.K. (2008). Enhanced reduction of nitrate by zero-valent iron at elevated temperatures. *J Hazard Mater*, 156(1-3): 17-22.
- ۸** Zhang, Y., Li, Y., Li, J., Hu, L. and Zheng, X. (2011). Enhanced removal of nitrate by a novel composite: Nanoscale zero valent iron supported on pillarized clay. *Chemical Engineering Journal*, 171(2): 526-531.
- ۹** Ryu, A., Jeong, S.-W., Jang, A. and Choi, H. (2011). Reduction of highly concentrated nitrate using nanoscale zero-valent iron: Effects of aggregation and catalyst on reactivity. *Applied Catalysis B: Environmental*, 105(1-2): 128-135.
- ۱۰** Zhang, J., Hao, Z., Zhang, Z., Yang, Y. and Xu, X. (2010). Kinetics of nitrate reductive denitrification by nanoscale zero-valent iron. *Process Safety and Environmental Protection*, 88(6): 439-445.
- ۱۱** Su, Y., Adeleye, A.S., Huang, Y., Sun, X., Dai, C., Zhou, X., Zhang, Y. and Keller, A.A. (2014). Simultaneous removal of cadmium and nitrate in aqueous media by nanoscale zerovalent iron (nZVI) and Au doped nZVI particles. *Water Res*, 63: 102-111.
- ۱۲** Jabeen, H., Kemp, K.C. and Chandra, V. (2013). Synthesis of nano zerovalent iron nanoparticles-graphene composite for the treatment of lead contaminated water. *J Environ Manage*, 130:
- ۱۳** Cho, D.W., Chon, C.M., Jeon, B.H., Kim, Y., Khan, M.A. and Song, H. (2010). The role of clay minerals in the reduction of nitrate in groundwater by zero-valent iron. *Chemosphere*, 81(5): 611-616.
- ۱۴** میخک، آ. خلیلی، ب. فولادشکن، ف. خوش کلام، ا. فرجی، م. راهنمایی، ر. کسانی، م. (۱۳۹۳). تأثیر ذرات آهن صفر-ظرفیت ثابت شده روی شرط جوی تصفیه آب و خاک گواهی نسبت اختصار به شماره بیت ۸۳۵۹۵ دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۱۵** Khara D. Grieger, Annika Fjordbøge, Nanna B. Hartmann, Eva Eriksson, Poul L. Bjerg, Anders Baun, Environmental benefits and risks of zero-valent iron nanoparticles (nZVI) for in situ remediation: Risk mitigation or trade-off?, *Journal of Contaminant Hydrology*, Volume 118, Issues 3–4, 25 November 2010, Pages 165-183, ISSN 0169-7722,
- ۱۶** Center of Grondwater Research. <http://cgr.ieh.ohsu.edu/iron/>
- ۱۷** فولاد شکن، ف. (۱۳۹۰). کیتیک احیای نترات به وسیله تأثیر ذرات آهن صفر-ظرفیت شده بر شرط بیان تامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۷۰، ص.
- ۱۸** E. Khoshkalam, R. Rahnamaei, 2014, Mechanism of Nitrate Reduction by Iron Nanoparticles in the Presence of MnO<sub>2</sub>, Iran Nano Safety Congress, Tehran, Iran, 2014
- ۱۹** Geiger, C., et al., (2009). Environmental Applications of Nanoscale and Microscale Reactive Metal Particles.Chapter 8. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, 2009.
- ۲۰** [www.nanoricon.cz](http://www.nanoricon.cz)
- ۲۱** [www.golder.com](http://www.golder.com)
- ۲۲** [www.geosyntec.com](http://www.geosyntec.com)

## مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «فت»، «خودرو»، «نساجی»، «اساخت و ساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: [www.nanosun.ir](http://www.nanosun.ir) – ۸۸۰ ۲۳۹۶۴

## از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی با استفاده از نانوکودهای بیولوژیک
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصوفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصوفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتنهای سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتنهای سبک
- نانولیپوزوم‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربرد فناوری نانو در محیط‌های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربردهای فناوری نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب

- نمایه‌ای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظرف‌آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضدآتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌ای جدید برای دارورسانی
- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانوبلوک‌های دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم محلول

- نقش فناوری نانو در توسعه پچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی
- بهره‌گیری از جاذبهای نانو بر پایه آترووژل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصوفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل شده به پادتن
- تصوفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون
- نانوحسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول خون (تعیین میزان قند، چربی و...)
- نانوکامپوزیت‌های زیست تخریب‌پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خودتمیزشونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش

۰۲۱-۶۳۱۰۰

تلفن:

۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

نامبر:

[www.nano.ir](http://www.nano.ir)

پایگاه اینترنتی:

report@nano.ir

پست الکترونیک:

agrofood@nano.ir

۱۴۵۶۵-۳۴۴

صندوق پستی:

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهرو بیژن

داؤد قرایلو

احسان خوش کلام

نظارت:

نهیمه کننده: