

تولید کامپوزیت نانوذرات آهن صفر ظرفیتی بر پایه‌ی کربن فعال گرانوله با استفاده از روش سبز کاهش با عصاره‌ی برگ انار

مرضیه دیلم‌صالحی^۱، کیوان شایسته^۲، مهدی اسکندری^۳، بهرام عبدالحی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی
Email: marzieh.day@gmail.com

۲- استادیار گروه مهندسی شیمی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی
Email: k.shayesteh@uma.ac.ir

۳ و ۴ - عضو هیئت علمی گروه پژوهشی تکنولوژی نانوذرات جهاد دانشگاهی واحد تربیت مدرس

خلاصه

در سال‌های اخیر استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی (nZVI) در کاربردهایی نظیر حذف آلاینده‌های محیطی، مورد توجه قرار گرفته است. علیرغم خواص خوب این نانوذرات در کاربردهای مختلف، واکنش‌پذیری بالا، طبیعت کلوییدی و اکسید شدن سریع آن، کاربرد آن را دشوار نموده و مانعی برای رواج گسترده‌ی آن شده است. یکی از راه‌های مقابله با این چالش‌ها تثبیت نانوذرات بر روی بک ماده‌ی پایه است. همچنین در سال‌های اخیر روش سنتز سبز با استفاده از عصاره‌های گیاهی، مورد استقبال قرار گرفته است. عصاره‌های گیاهی حاوی آنتی‌اکسیدان‌های پلی‌فنولی هستند که علاوه بر کاهندگی مناسب، پوششی بر روی نانوذرات ایجاد می‌کنند که خود مانع تجمع آن‌ها شده و اکسید شدن را نیز دشوار می‌کند. گفتنی است، روش‌های سنتز سبز دارای امتیاز استفاده از مواد ارزان قیمت و غیرسمی نیز هستند. در مطالعه‌ی پیش‌رو، نانوذرات آهن کاهیده با عصاره‌ی برگ انار، بر پایه‌ی کربن فعال گرانوله (GAC) تثبیت شدند و به‌وسیله‌ی آنالیز XRD ساختارهای ایجاد شده بررسی شدند. همچنین پارامترهای مختلفی به‌وسیله‌ی تصویربرداری SEM، بررسی شدند که عبارت بودند از: ارزیابی نانوذرات آهن سبز حاصل در قیاس با نانوذرات تولیدی با NaBH_4 در شرایط مشابه؛ تاثیر محلول آهن به کار گرفته شده؛ تاثیر سرعت تزریق عصاره‌ی برگ انار؛ و تاثیر سرعت اختلاط واکنشگرها. آنالیز XRD وجود نانوذرات آهن صفر را تایید نمود و به همین

¹ nano Zero Valent Iron

² Granular Activated Carbon

دلیل کامپوزیت تولیدی PL-nZVI/GAC^۳ نام نهاده شد. تصاویر SEM حاصل برای PL-nZVI/GAC نانوذراتی کروی در محدوده‌ی کوچکتر از ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر (عمدتا ۵۰-۲۰ نانومتر) را نشان داد. حال آنکه، کامپوزیت تولیدی با NaBH₄ دارای اشکال میله‌ای و کرمی شکل در محدوده‌ی قطر ۴۰-۲۵ نانومتر و محدوده‌ی طول ۳۰۰-۱۰۰ نانومتر را نشان دادند. نانوذرات حاصل در سرعت تزریق عصاره‌ی بالا، کوچکتر بودند و تجمع کمتری را نشان می‌دادند. همچنین با افزایش سرعت اختلاط در حین سنتز شاهد کاهش فاحش تراکم نانوذرات بر سطح GAC بودیم. در مجموع، با توجه به تعیین مشخصات صورت گرفته، و امتیازات نانو کامپوزیت PL-nZVI/GAC می‌توان آن را به عنوان نامزد خوبی برای استفاده به عنوان جاذب در کاربردهای زیست محیطی نظیر تصفیه آب و فاضلاب مطرح نمود.

کلمات کلیدی: نانوذرات آهن صفر ظرفیتی، کربن فعال گرانوله، سنتز سبز، عصاره‌ی برگ انار، PL-nZVI/GAC

۱. مقدمه

آهن چهارمین عنصر فراوان پسته زمین است، و در دهه اخیر بدلیل ارزانی، غیرسمی بودن، فراوانی و... پژوهش‌های زیادی به استفاده از آهن صفر ظرفیتی (ZVI) برای حذف آلاینده‌ها معطوف گردیده است [1]. از طرف دیگر با رونق نانو فناوری در ۲۰ سال اخیر می‌توان با ایجاد تغییرات در آرایش و ساختار مواد در مقیاس‌های کوچک (عمدتا زیر ۱۰۰ نانومتر)، علاوه بر تغییر در خواص فیزیکی، تغییرات دلخواه را در واکنش‌پذیری شیمیایی مواد به وجود آورد. با توجه به افزایش مساحت سطح آهن در مقیاس نانو و افزایش امکان دسترسی به اتم‌های آن، نانوذرات آهن خنثی^۴ نسبت به ابعاد بزرگتر آهن خنثی واکنش-پذیرترند [1]. نانوذرات آهن به واسطه طبیعت کلوییدی‌شان، تمایل بسیاری به تجمع با هم دارند، همچنین بدلیل واکنش‌پذیری بسیارشان به سرعت اکسید می‌شوند. این مسایل سبب ایجاد چالش‌هایی در بهره‌برداری از نانوذرات آهن می‌شود. این مشکلات در کنار نبود استراتژی واحد برای تولید و نیز گران بودن تولید این نانوذرات، موجب شده که با وجود قدمت بیست ساله‌ی مطالعاتی که عملکرد خوب نانوذرات آهن را در حذف آلاینده‌ها و بطور خاص آرسنیک نشان می‌دهد، کاربرد nZVI چندان متداول نشود. برای رفع محدودیت‌های موجود در کار با nZVI، روش‌های بسیاری گزارش شده است. برای مثال، با استفاده از مواد اصلاح کننده‌ی سطح مانند انواع سورفکتانت‌ها، ایجاد دافعه الکترواستاتیک بین ذرات و ایجاد پوشش‌های پلیمری روی ذرات می‌توان به کلویدهای پایداری از نانوذرات آهن دست یافت. نانوذرات آهن در ابتدا بطور محدود در سایتهای آلوده به صورت «موانع تراوای واکنش‌پذیر»^۵ در مسیر جریان آب قرار داده شدند و اخیرا نیز با توجه به پیشرفت‌هایی که در اصلاح آنها جهت جلوگیری از اکسیداسیون سریع، انباشته و کلوخه شدن صورت گرفته، استفاده‌ی درجا از آنها برای حذف آلودگی از چاه‌ها رو به افزایش است. علاوه بر روش‌های اصلاح سطح، با سنتز نانوذرات به شکل هیبریدی یا توامان با فلزی دیگر (بی‌متال) و نیز با نشان دادن این نانوذرات بر روی یک پایه می‌توان بر بخشی از مشکلات ذکر شده فائق آمد و نیز جاذبه‌های مناسبی تولید نمود تا در کنار بهره‌مندی از خواص این نانوذرات از مزایای روش جذب نیز بهره‌مند شد.

³ Pomegranate leaf extract- nano Zero Valent Iron/ Granular Activated Carbon

⁴ nZVI (nano Zero Valent Iron)

⁵ Permeable Reactive Barriers (PRBs)