

ارزیابی جاذب نوین نانوذرات آهن صفر ظرفیتی بارگذاری شده بر کربن فعال گرانوله به کمک عصاره‌ی برگ انار، در حذف آرسنیک از محلول‌های آبی

مرضیه دیلم‌صالحی^۱، کیوان شایسته^۲، جابر صالح‌زاده^۳

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- کارشناس ارشد، آب و فاضلاب روستایی استان اردبیل

خلاصه

آرسنیک یکی از آلاینده‌های بسیار سمی و سرطانزا است که از راه‌های طبیعی مانند فرسایش کانی‌ها و نیز از طریق فعالیت‌های انسانی مانند معدنکاری، به درون منابع آبی راه می‌یابد. گستردگی مناطق درگیر با این معضل، منجر به کاربرد روش‌های گوناگونی با توجه به شرایط و امکانات محلی شده است. اما در میان تمامی روش‌ها، روش جذب سطحی به دلیل کاربری آسان، کارایی خوب و هزینه‌ی مناسب، متداول‌ترین روش برای حذف آرسنیک است. در میان انواع جاذب‌ها، آهن و اکسید/هیدروکسیدهایش بهترین کارایی را برای حذف آرسنیک از خود نشان داده‌اند و به همین دلیل در مطالعه‌ی پیش رو، تلاش شد تا با استفاده از روش سبز، نانوذرات آهن صفر ظرفیتی (nZVI) بر پایه‌ی جاذب متداول کربن فعال گرانوله (GAC) بارگذاری شود تا بتوان بطور همزمان از مزایای هر دو ماده بهره مند شد. در این روش سبز از عصاره‌ی برگ انار به‌عنوان کاهنده استفاده شد و جاذب نوین حاصل، PL-nZVI/GAC نامگذاری شد. برای ارزیابی کارایی PL-nZVI/GAC، جاذبی نیز در شرایط مشابه توسط کاهنده‌ی متداول سدیم بروهیدراید (NaBH₄) تولید شد. برای بررسی تاثیر متغیرهای «غلظت محلول آهن مصرفی»، «زمان بارورسازی GAC»، «دوز برگ مصرفی» و «اندازه‌ی گرانول‌های کربن»، بر قابلیت حذف آرسنیک، جاذب‌های مختلفی تولید شدند. عملکرد تمامی جاذب‌های تولیدی در آزمایش حذف آرسنات در سیستم بسته، محک زده شد. PL-nZVI/GAC نسبت به NaBH₄-nZVI/GAC آرسنات بیشتری را حذف نمود و عملکرد خوب این جاذب نوین را در قیاس با جاذب تولیدی به روش متداول، نشان داد. متغیرهای «غلظت محلول آهن مصرفی» و «زمان بارورسازی GAC»، محتوای آهن در جاذب‌های

¹ nano Zero Valent Iron

² Granular Activated Carbon

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

حاصل را تغییر دادند و با توجه به روندهای به دست آمده در غلظت‌های مختلف محلول آهن، با افزایش زمان بارورسازی (افزایش محتوای آهن) در ابتدا عملکرد جاذب بهبود یافت؛ اما پس از مدتی با افزایش بیشتر زمان بارورسازی و متعاقباً با افزایش بیشتر محتوای آهن، بازده حذف آرسنیک کاهش یافت. در غلظتهای بالا با افزایش بیشتر زمان بارورسازی مجدداً بهبود نسبی در جذب آرسنات مشاهده شد. افزایش دوز برگ مصرفی در جاذب‌های با محتوای آهن پایین، ابتدا منجر به بهبود عملکرد شد. اما افزایش بیشتر، موجب تضعیف در کارایی جذب آرسنیک گردید. در جاذب‌های با محتوای آهن بالا، با افزایش دوز برگ مصرفی، کاملاً عکس این روند دیده شد. تاثیر اندازه‌ی GAC نیز با توجه به محتوای آهن بارگذاری شده متفاوت بود. به طوریکه، در محتوای کم و متوسط آهن، جاذب تولیدی با گرانول‌های کوچکتر عملکرد بهتری را نشان داد. اما نتیجه در جاذب‌های دارای محتوای آهن بالا (در اثر غلظت محلول آهن بالا و یا زمان بارورسازی طولانی) عکس بود.

کلمات کلیدی: آرسنیک، تصفیه‌ی آب، جذب، سنتز سبز، عصاره‌ی برگ انار، نانوذرات آهن صفر ظرفیتی، PL-nZVI/GAC. محتوای آهن.

۱. مقدمه

ابتدایی‌ترین مواجهه‌ی هر انسان با علوم و فناوری‌های جداسازی از رهگذر فعالیت‌های مربوط به تصفیه‌ی آب و پساب است. امروزه، در حدود ۲ میلیارد نفر از جمعیت جهان دسترسی به آب پاک و کافی ندارند [۱] و افزون بر این، رشد انواع صنایع موجب تحمیل آلودگی‌های بیشتر به منابع آبی شده است. یکی از آلاینده‌های سمی موجود در برخی از منابع آبی کره زمین ترکیبات آرسنیک است و گستردگی آن به‌گونه‌ای است که غلظتهای بالای آرسنیک در آبهای زیرزمینی سلامت بیش از ۱۰۰ میلیون نفر را در جهان به مخاطره افکنده است [۲]. آلودگی طبیعی منابع آبی به آرسنیک معمولاً ناشی از فرسایش سنگها و مواد معدنی در مناطق معدنی، ژئوترمال، سنگهای آذرین، بسترهای رسوبی، سواحل و دشت‌های آبرفتی است [۳،۴،۵،۶]. همچنین فعالیت‌های انسانی نظیر استفاده از سموم کشاورزی، معدنکاری، متالوژی، صنایع شیمیایی، رنگ، پالایش نفت، کود شیمیایی و غیره، از عوامل ورود ترکیبات آرسنیک به محیط است [۷]. کانی‌های آرسنیکدار از قرن‌ها پیش از میلاد در ایران شناخته شده بودند و برگرفتن نام آرسنیک از واژه فارسی زرنیخ، مؤید این حقیقت است [۸]. امروزه نیز در ایران، در اثر عوامل طبیعی مانند وجود کانی‌های آرسنیک‌دار و نیز در اثر عوامل انسانی، آلودگی منابع آبی به ترکیبات این عنصر در مناطق گسترده‌ای همچون کردستان [۹]، ناحیه‌ی ژئوترمال کوه سبلان [۵]، قم [۱۰]، دشت‌رزن همدان [۱۱]، مناطقی از دریای مازندران و گرگانرود [۱۲]، رودخانه‌ی بروجرد [۱۳]، سرشاخه‌های رود چلیو در منطقه کوهسرخ کاشمر [۱۴] و البرز شرقی [۱۵] مشاهده شده است.

مسمومیت با آرسنیک سبب بیماری‌های گوناگونی همچون اختلال در سیستم گوارشی، ضایعات پوستی، فشارخون بالا، بیماری‌های قلبی‌عروقی، اختلال در سیستم عصبی و نیز انواع سرطان‌ها خواهد شد [۱۶،۱۷،۱۸،۱۹،۲۰،۲۱]. با افزایش شواهد به‌دست آمده درباره مسمومیت‌های ناشی از قرارگیری در معرض آرسنیک، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، در سال ۱۹۹۳ حداکثر غلظت مجاز این آلاینده را در آب آشامیدنی از ۵۰ به ۱۰ میکروگرم‌برلیتر کاهش داد [۲۲،۲۳].