بررسی سینتیک جذب کادمیوم بر روی نانوذره آهن صفر ظرفیتی

رقیه حمزه نژاد [۱]، ابراهیم سپهر [۲] ، محمدحسین داودی [۳]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ۳- استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
در این مطالعه، تاثیر زمان تماس بر کارایی حذف کادمیم بر روی نانو ذره آهن صفر ظرفیتی از محلول‌های آبی، مورد بررسی قرار گرفت. نانوذره آهن صفر ظرفیتی با استفاده از سدیم‌بورهیدرید به عنوان عامل احیاکننده سنتز گردید و آزمایش سینتیک جذب در زمان‌های مختلف (۰ تا ۱۴۴۰ دقیقه) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم بر روی nZVI انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان تماس، کارایی حذف و ظرفیت جذب کادمیم افزایش یافت و بیشترین کارایی حذف (RE=۹۶%) و ظرفیت جذب ($mg\ g^{-1}$) در زمان ۱۲۰ دقیقه بدست آمد. داده‌ها برازش خوبی با مدل شبه درجه دوم (R^2=۰/۹۹) در مقایسه با مدل شبه درجه اول (R^2=۰/۹۴) و ایلوویچ (R^2=۰/۸۸) داشت و ظرفیت جذب کادمیوم در مدل شبه درجه دوم ۱۰۰ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد.
واژه‌های کلیدی: نانوذره آهن صفر ظرفیتی، کادمیوم، مدل‌های سنتیکی.

مقدمه
امروزه به دلیل فعالیت‌های صنعتی، وجود فلزات سنگین در مواد غذایی و محیط به عنوان عوامل مخاطره انگیز مورد توجه قرار گرفته است. فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و آثار زیان بار فیزیولوژیک بر جانداران در غلظت‌های کم، اهمّیت ویژه‌ای دارند. کادمیوم از جمله آلاینده‌هایی است که در غلظت‌های بالا در منابع آبی و محیط زیست، سلامتی جانداران را تهدید می‌کند (Alloway, ۱۹۹۰). روش‌های متعددی برای حذف و جداسازی یون‌های فلزات سنگین از محلول‌های آبی وجود دارد. از مهمترین روش‌هایی که برای این منظور استفاده می‌شوند می‌توان به رسوب‌دهی شیمیایی، تعویض یونی، اسمز معکوس، فرآیندهای غشایی، تبخیر، استخراج با حلال و جذب اشاره کرد (Zouboulis and Matis, ۱۹۹۷). از جمله روش‌های کارآمد در حذف این فلزات، جذب سطحی آن‌ها توسط مواد جاذب می‌باشد. جذب سطحی فلزات به وسیله نانو ذرات یک فناوری سازگار با محیط زیست است که طی سالیان اخیر به عنوان عاملی موثر برای از بین بردن آلودگی‌های آلی و یون‌های فلزات سنگین از آب و فاضلاب مورد بررسی قرار گرفته است (Zhang et al., ۲۰۱۰). در بین نانو ذرات، آهن صفر ظرفیتی (ZVI) به دلیل فراوانی، ارزانی، غیرسمی‌بودن، واکنش سریع و توانایی و بازده بالا در تجزیه آلاینده ها نظیر آرسنیک، آرسنیت، آرسنات، کادمیوم، کروم، نیترات، فلوراید، پر کلرات، سرب، مس و روی از آب‌های زیر زمینی بیشتر مورد توجه بوده است. نانوذره آهن صفر ظرفیتی توانایی تبدیل مواد سمی به مواد غیر سمی و همچنین احیا و رسوب فلزات سنگین را دارد. به طورکلی برای تهیه نانو ذره آهن صفر ظرفیتی از روش احیای آهن با استفاده از یک احیاکننده شیمیایی، استفاده می‌کنند (Dickinson and Scott,۲۰۱۰). Boparai و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای که برای بررسی سینتیک حذف یون کادمیوم به وسیله جذب سطحی بر روی نانو ذرات صفرظرفیتی انجام دادند، ماکزیمم ظرفیت جذب کادمیوم بر روی نانو ذرات آهن، در دمای ۲۹۷ درجه کلوین، ۲/۲۶۹ میلی‌گرم درگرم بدست آوردند، همچنین سینتیک جذب از مدل سینتیک مرتبه دوم پیروی کرده و ایزوترم لانگمیر نسبت به مدل فروندلیچ برازش بهتری بر داده‌های جذب تعادلی داشت. Sotoodeh و همکاران در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی مشابه بر روی حذف سرب از آب توسط نانو ذرات آهن صفرظرفیتی اصلاح شده مشاهده نمودند که در ابتدای آزمایش با افزایش زمان تماس، میزان حذف سرب به شدت افزایش یافت و پس از گذشت ۲۵ دقیقه از آزمایش، میزان حذف تغییر چندانی نکرد و به تعادل رسید. هدف از این پژوهش سنتز نانو ذرات آهن صفر (nZVI) به روش احیای شیمیایی و مطالعه سنیتیک جذب کادمیوم بر روی نانو ذرات آهن صفر از محلول های آبی است.

مواد و روش‌ها
سنتز نانو ذره آهن صفر ظرفیتی
ابتدا مقدار ۵۴۰۶/۰ گرم $FeCl_2.6H_2O$ در محلولی حاوی ۲۴ میلی‌لیتر اتانول و ۶ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل شد. سپس مقدار ۳۷۸۳/۰ گرم سدیم بروهیدرید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل گردیده و قطره قطره به محلول اولی افزوده و پیوسته هم زده شد (هر قطره در عرض ۲ ثانیه). پس از مشاهده ذرات سیاه، هم‌زدن به مدت ۱۰ دقیقه ادامه یافت. در مرحله جداسازی، ذرات آهن سیاه رنگ تولید شده توسط فیلتر جدا شدند. در مرحله شستشو ذرات آهن ۳ بار با استفاده از ۲۵ میلی‌لیتر اتانول شستشو داده و در نهایت نمونه به مدت یک شب در آون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید (Rashmi و همکاران، ۲۰۱۳).