

بررسی مقایسه‌ای سینیتیک و ترمودینامیک جذب سرب از محلول‌های آبی توسط نانویوپلیمرهای طبیعی (نانوفیبر کیتین و نانوفیبر لیگنوسلولز)

سعیده رستگار^{۱*}، حسن رضایی^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استادیار گروه آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*نویسنده مسئول: saeedehrastgar@yahoo.com

چکیده

پساب صنایع مختلف شامل طیف وسیعی از فلز سنگین سرب هستند و فرایند جذب سطحی با استفاده از جاذب‌های نانویوپلیمر، روشی نوین با کارایی بالا برای تصفیه آن‌ها به حساب می‌آید. هدف از انجام این مطالعه بررسی و مقایسه مباحث مهم جذبی (سینیتیک و ترمودینامیک) جذب سرب توسط دو جاذب نانوفیبر کیتین و نانوفیبر سلولز بوده است. برای شناسایی ویژگی‌های ساختاری این جاذب‌ها، تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) تهیه شد. برای بررسی سرعت جذب واکنش، مدل‌های واکنشی سینیتیک شبه مرتبه صفر، شبه مرتبه اول، شبه مرتبه دوم، شبه مرتبه سوم و مدل‌های نفوذی سینیتیک از جمله انتشار بین ذره‌ای و الویچ بررسی گردید. برای بررسی دمای جذب واکنش پارامترهای ترمودینامیکی نظیر انرژی آزاد گیبس (ΔG)، آنتالپی (ΔH°) و آنتروپی (ΔS°) محاسبه شد. طبق نتایج به‌دست آمده از بخش سینیتیک، بیش‌ترین میزان ضریب همبستگی جاذب نانوفیبر لیگنوسلولز ($R^2=1$) با مدل سینیتیک درجه دوم و داده‌های کیتین با هر دو مدل سینیتیک شبه درجه دوم ($R^2=0.9992$) و سینیتیک الویچ ($R^2=0.9920$) مطابقت داشتند. بنابراین جذب سرب توسط هر دو جاذب از نوع شیمیایی بوده است. نتایج حاصل از ترمودینامیک هر دو جاذب به ترتیب بیانگر خود به خودی، گرمازا بودن و افزایش میزان بی‌نظمی واکنش بوده است. بررسی تصاویر TEM بیانگر فیبری و شبکه‌ای بودن جاذب‌ها بوده است.

واژه‌های کلیدی: ترمودینامیک، سرب، سینیتیک، نانوفیبر لیگنوسلولز، نانوفیبر کیتین.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر آلودگی محیط آبی به فلزات سنگین، به دلیل سمیت و خاصیت تجمع‌پذیری این فلزات در زنجیره غذایی، به یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی تبدیل شده است. سرب به عنوان فلزی سنگین و سمی که به واسطه خاصیت تجمع‌پذیری، سرطان‌زایی و عدم تجزیه بیولوژیکی حتی در غلظت‌های پایین نیز برای موجودات زنده تهدید جدی به شمار می‌آید به طور گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد در نتیجه حذف آن از پساب‌ها ضروری است (منشوری و همکاران، ۱۳۹۲). روش‌های فیزیکی و شیمیایی متداول حذف فلزات سنگین مانند رسوب شیمیایی، تبادل یونی و غیره گران قیمت و دارای محدودیت‌هایی هستند. در دهه‌های اخیر روش جذب سطحی با استفاده از نانویوپلیمرهای طبیعی با توجه به جذب سریع و ظرفیت بالای جذب، خاصیت انتخابی مواد جاذب طبیعی در جذب فلزات، قابلیت احیای جاذب و بازیافت فلزات جذب شده یکی از پرکاربردترین روش‌ها معرفی شده است. در این روش فلزات سنگین در سطح منافذ جاذب‌هایی که معمولاً غیر قابل حل در آب می‌باشند جذب می‌شوند (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). برای مطالعه جامع واکنش جذب سطحی فلزات سنگین در آب، آشنایی با مفاهیم سینیتیک و ترمودینامیک جذب ضروری است و چنین بررسی‌هایی مکمل یکدیگر می‌باشند. برای کنترل مراحل سرعت واکنش و به منظور بررسی عوامل موثر بر سرعت واکنش، مطالعه سینیتیک فرایند جذب ضروری است. ترمودینامیک شاخه‌ای از علوم طبیعی است که به بحث راجع به گرما و نسبت آن با انرژی و کار می‌پردازد (Gonzalez و همکاران، ۲۰۱۵). پژوهشگران مختلفی روی مدل‌سازی سینیتیک و ترمودینامیک با استفاده از جاذب‌های لیگنوسلولز و مشتقات آن (لیگنین+سلولز)، کیتین و مشتقات آن (کیتوزان) در مقیاس نانو و میکرو کار کردند در ادامه به چند مورد اشاره می‌شود. Calagui و همکاران (۲۰۱۴) از