مقاله اصیل پژوهشی

بررسی حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از دانه گرانولی اسپند از فاضلاب سنتتیک

علی‌اکبر تقی‌زاده[۱]، مریم خدادادی[۲]، طاهر شهریاری[۲]، حدیقه دری[۳]، مهلا زعفرانیه[۴]، رسول خسروی[۵]

چکیده

زمینه و هدف: تخلیه پساب صنایع حاوی کروم شش ظرفیتی به داخل محیط می‌تواند اثرات مضری را برای انواع موجودات زنده به همراه داشته باشد، بنابراین کروم باید با یک روش مؤثر قبل از تخلیه به محیط از آب‌های آلوده حذف گردد. هدف از این مطالعه، بررسی حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از دانه‌های گرانولی اسپند بوده است.

روش تحقیق: در این مطالعه تجربی، حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از دانه‌های گرانولی اسپند، با تغییر در زمان تماس، pH، مقدار دوز جاذب، غلظت اولیه کروم و سرعت اختلاط انجام گردید. آزمایش‌ها به صورت ناپیوسته بر روی شیکر انجام گرفت. در پایان برای سنجش کروم شش ظرفیتی از اسپکتروفتومتر UV/VIS Spectrometer T80+ در طول موج ۵۴۰ nm نانومتر استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

یافته‌ها: بیشترین حذف کروم شش ظرفیتی در pH برابر ۱/۵ اتفاق افتاد و دوز بهینه جاذب ۱۰ g/l به دست آمد. به دلیل محل‌های فعال محدود در جاذب با افزایش غلظت اولیه کروم، راندمان حذف کاهش می‌یابد و با افزایش زمان تماس و سرعت اختلاط، راندمان افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: دانه گرانولی اسپند به طور مؤثری حذف کروم شش ظرفیتی از محیط‌های آبی را انجام می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: جاذب، فاضلاب، کروم شش ظرفیتی، اسپند

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۱؛ ۱۹(۲): ۱۷۳-۱۸۱

دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۱۷ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۲۴

[۱] کارشناس، گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات سلامت خانواده و محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[۲] مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات سلامت خانواده و محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[۳] کارشناس شیمی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[۴] دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[۵] نویسنده مسؤول، مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات سلامت خانواده و محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

آدرس: خراسان جنوبی، بیرجند، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

تلفن: ۰۵۶۱-۸۸۲۵۴۶۱ نمابر: ۰۵۶۱-۴۴۴۰۱۷۷ پست الکترونیکی: khosravi.r89@gmail.com

مقدمه

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های موجود در طبیعت با سمیت و سرطان‌زایی بسیار بالا می‌باشند. سمیت زیاد این مواد حتی در غلظت‌های کم، نگرانی‌های زیادی را ایجاد کرده است (۱). یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین فلزات سنگین کروم می‌باشد (۲) که در پساب صنایع مختلفی از جمله آب‌کاری‌ها، معدن‌کاری‌ها، رنگریزی‌ها، دباغی‌ها و صنایع کودسازی وجود دارد (۳).

ترکیبات کروم به طور معمول در دو حالت کروم سه ظرفیتی و کروم شش ظرفیتی در محیط دیده می‌شود که کروم شش ظرفیتی ۵۰۰ برابر سمی‌تر از کروم سه ظرفیتی می‌باشد (۴). حد مجاز غلظت کروم در پساب صنایع مختلف ۰/۱ mg/l است (۵) و اگر کروم توسط بدن انسان جذب شود، خاصیت تجمعی دارد و می‌تواند در غلظت‌های مشخصی، آسیب‌های جدی را به بدن انسان وارد نماید؛ به طوری که اگر غلظت آن در بدن به ۰/۱ mg/kg از بدن انسان برسد، می‌تواند سبب مرگ انسان شود (۶).

برای کاهش کروم شش ظرفیتی در حد استانداردهای پساب، یک روش ارزان و با راندمان بالا مورد نیاز است که بدین منظور روش‌های تصفیه مختلفی از جمله ترسیب شیمیایی، تبادل یون، ترسیب الکتروشیمی، احیا، جذب، جداسازی ممبرانی، تغلیظ و اسمز معکوس مورد استفاده قرار گرفته است (۷). اما کاربرد این روش‌ها به دلیل معایبی از قبیل حذف ناکامل فلز، نیاز به تجهیزات هزینه‌بر، نیاز به پایش منظم سیستم‌ها، نیاز به انرژی و یا تولید لجن‌های سمی (۸) و در کل نیاز به سرمایه اولیه زیاد و بهای بهره‌برداری بالا، محدود شده است (۹).

در تحقیقات مختلف مشاهده شد که فرایند جذب می‌تواند یک روش اساسی برای حذف انواع ترکیبات کروم از محلول‌های آبی باشد. برای این منظور، گروه وسیعی از مواد طبیعی و سنتتیک برای جذب کروم مورد آزمایش قرار گرفته است (۱۰) که از این جمله می‌توان مواد زاید ارزان قیمت صنعت کودسازی (۱۱)، کربن فعال گرانولی (۱۲)، Boehmite (۱۳)، پوکه معدنی (۱۴)، کربن فعال و جاذب‌های ارزان قیمت (۱۵)، کربن زایدات کشاورزی (۱۶) و زایدات بیولوژیکی و جاذب‌های ارزان قیمت (۱۷، ۸) را نام برد.

در سال‌های اخیر، چندین مطالعه استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت منطقه‌ای (از جمله خاکستر، زغال سنگ، جرم بیولوژیکی و محصولات جانبی کشاورزی) را برای حذف فلزات سنگین منتشر کرده‌اند. اما این تحقیقات هنوز برای حل مشکل کروم کافی نیست و لازم است تحقیقات بیشتری با استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت منطقه‌ای در دسترس و ارزان برای حذف کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی صورت پذیرد (۹).

اسپند یک گیاه خودرو است که در مناطق اطراف شهرستان بیرجند به وفور یافت می‌شود و به راحتی قابل تهیه و استفاده می‌باشد. با بررسی مطالعات انجام شده، مشخص شد که تاکنون هیچ مطالعه‌ای با استفاده از دانه‌های اسپند بر روی حذف کروم شش ظرفیتی انجام نشده است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، استفاده از دانه گرانولی اسپند به عنوان یک جاذب ارزان قیمت برای حذف کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی بود.

روش تحقیق

الف) آماده‌سازی جاذب

در فصل خشک شدن اسپند، دانه‌های اسپند به همراه غلافشان از مناطق اطراف شهرستان بیرجند، جمع‌آوری و پس از کوبیدن آرام، با استفاده از الک، جداسازی و تمیزسازی شدند. پس از آن، دانه‌های تمیز شده در زیر آفتاب نگهداری شد تا رطوبت آن‌ها به طور کامل گرفته شود. سپس دانه‌های گرانولی با مش ۱۰ جداسازی و جهت استفاده در ظرف مخصوص نگهداری شد. مورفولوژی و ساختار سطح جاذب، سطح ویژه جاذب و گروه‌های عاملی موجود بر روی سطح جاذب‌ها و نقش آن‌ها نیز مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت.

ب) روش آزمایش

این مطالعه تجربی به صورت ناپیوسته در ارلن‌هایی به حجم ۱۰۰ cc بر روی شیکر انجام گرفت. برای تهیه غلظت‌های مختلف کروم از محلول استوک (Stock) mg/l ۱۰۰۰ تهیه شده از دی کرومات پتاسیم استفاده شد.

برای انجام آزمایش‌ها، ابتدا مقدار ۵۰ cc نمونه با غلظت مورد نظر توسط استوانه مدرج برداشته و داخل ارلن ریخته شد، پس از آن تنظیم pH، با استفاده از HCl و NaOH یک نرمال، انجام گردید. سپس دوز مورد نظر جاذب برای هر مرحله از آزمایش وزن شد و به نمونه داخل ارلن اضافه گردید و بی‌درنگ بر روی شیکر گذاشته شد و سرعت اختلاط تنظیم گردید. پس از زمان تماس تعیین شده برای آن مرحله آزمایش، نمونه از روی شیکر برداشته و از کاغذ صافی واتمن ۰/۴۵ میکرون عبور داده شد. نمونه صاف شده جهت سنجش مقدار کروم شش ظرفیتی باقی مانده مورد استفاده قرار گرفت.

مهم‌ترین متغیرهای مورد بررسی در این آزمایش، pH اولیه محلول با دامنه ۸–۱/۵ (۸–۷–۶–۵–۴–۳–۲/۵–۲–۱/۵)، دوز جاذب g/l ۲۰–۲ (۲۰–۱۵–۱۰–۸–۶–۴–۲) زمان واکنش ۸۰–۲ دقیقه (۸۰–۷۰–۶۰–۵۰–۴۰–۳۰–۲۰–۱۵–۱۰–۵–۲)، و غلظت اولیه کروم mg/l ۵۰–۵ (۵۰–۲۵–۱۵–۵) و سرعت هم زدن rpm (دور بر دقیقه) ۲۰۰–۰ (۲۰۰–۱۵۰–۱۰۰–۵۰–۰) بود. برای اطمینان از صحت نتایج، هر مرحله از آزمایش دو بار تکرار و میانگین نتایج گزارش شد.

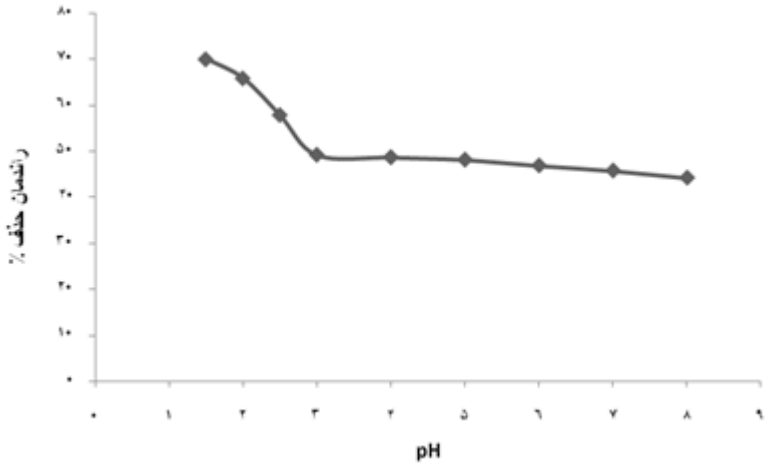
ج) روش‌های آنالیز

در این آزمایش برای سنجش مقدار کروم شش ظرفیتی، از روش رنگ‌سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/VIS Spectrometer T80+ در طول موج ۵۴۰ nm بر اساس روش‌های ارایه شده در کتاب استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب (۱۸) استفاده گردید. تمام مواد مورد استفاده در این آزمایش محصول شرکت مرک بود و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

یافته‌ها

اثر pH

pH محلول اثر مشخصی در جذب کروم نشان داد. با افزایش pH، جذب کروم به طور چشم‌گیری کاهش یافت؛ به طوری که راندمان از ۷۰/۰۵ در pH برابر با ۱/۵، به ۴۴/۱۹ در pH برابر ۸ رسیده است (نمودار ۱).



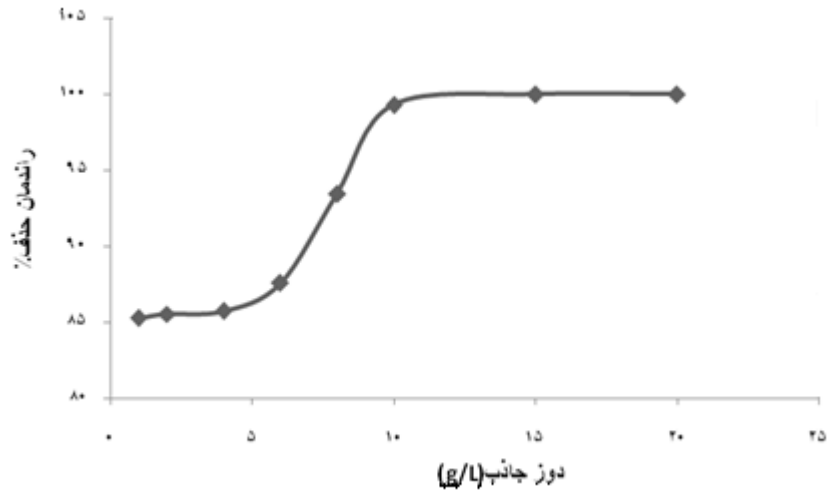
نمودار ۱- اثر pH اولیه محلول در راندمان حذف کروم شش ظرفیتی
(دوز جاذب g/l ۱۰، غلظت اولیه کروم mg/l ۵۰، زمان تماس ۳۰ دقیقه و سرعت اختلاط rpm۲۰۰).

اثر دوز جاذب

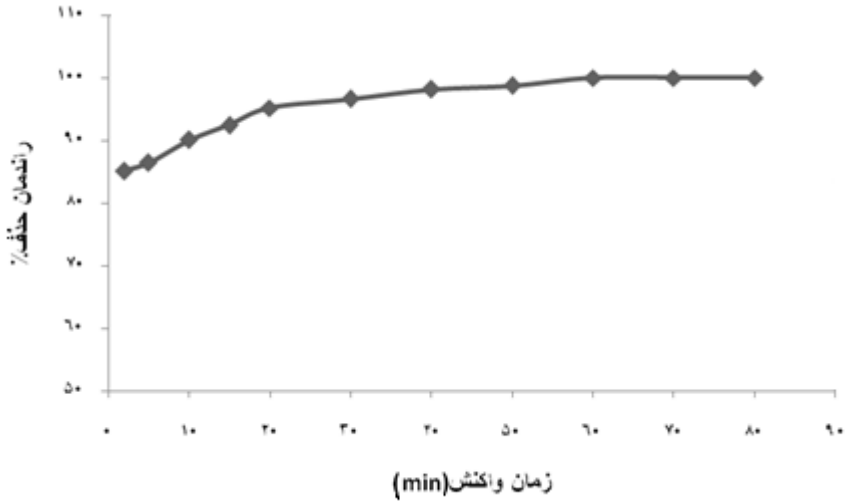
نمودار ۲ اثر دوز جاذب بر روی کارایی حذف کروم را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشخص است، با افزایش دوز جاذب از ۱ به ۲۰ g/l کارایی حذف از ۸۵/۲۷ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش یافته است. دوز بهینه برابر با ۱۰ g/l و دارای کارایی حذف ۹۹/۳۰ درصد می‌باشد.

اثر زمان واکنش:

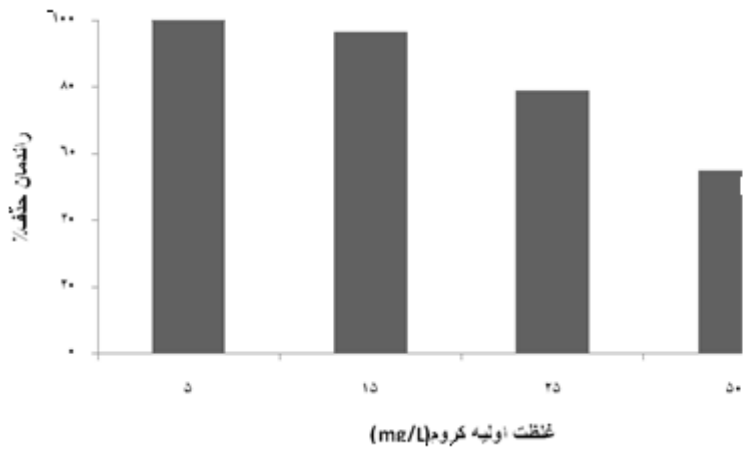
همان‌طور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش زمان تماس از ۲ به ۸۰ دقیقه، کارایی حذف با غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی برابر با ۱۵ mg/l از ۸۵/۱۵ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش یافت. در زمان تماس ۶۰ دقیقه راندمان حذف ۹۹/۹۷ درصد بود.



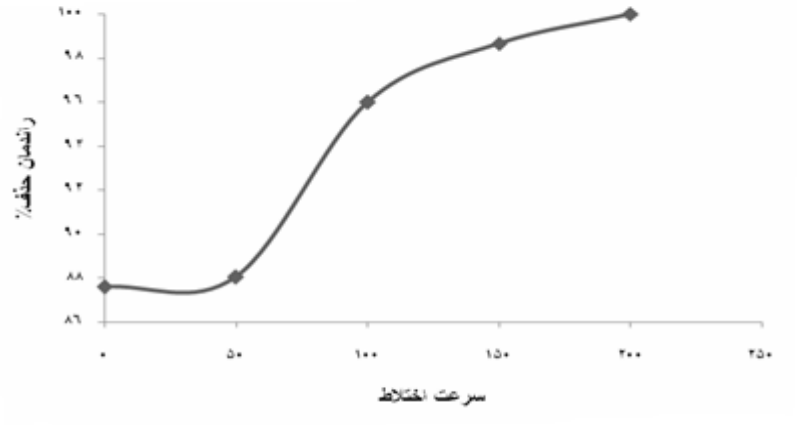
نمودار ۲- اثر دوز جاذب در راندمان حذف کروم شش ظرفیتی
(pH اولیه محلول ۱/۵، غلظت اولیه کروم ۱۵ mg/l، زمان تماس ۳۰ دقیقه و سرعت اختلاط ۲۰۰ rpm).



نمودار ۳- اثر زمان تماس در راندمان حذف کروم شش ظرفیتی
(pH اولیه محلول ۱/۵، دوز جاذب ۱۰ g/l، غلظت اولیه کروم ۱۵ mg/l و سرعت اختلاط ۲۰۰ rpm).



نمودار ٤- اثر غلظت اولیه کروم در راندمان حذف کروم شش ظرفیتی (pH اولیه محلول ۱/۵، دوز جاذب g/l ۱۰، زمان تماس ۳۰ دقیقه و سرعت اختلاط rpm ۲۰۰ دور بر دقیقه).



نمودار ٥- اثر سرعت اختلاط در راندمان حذف کروم شش ظرفیتی (pH اولیه محلول ۱/۵، دوز جاذب g/l ۱۰، غلظت اولیه کروم mg/l ۱۵و زمان تماس ۳۰ دقیقه).

اثر غلظت اولیه کروم

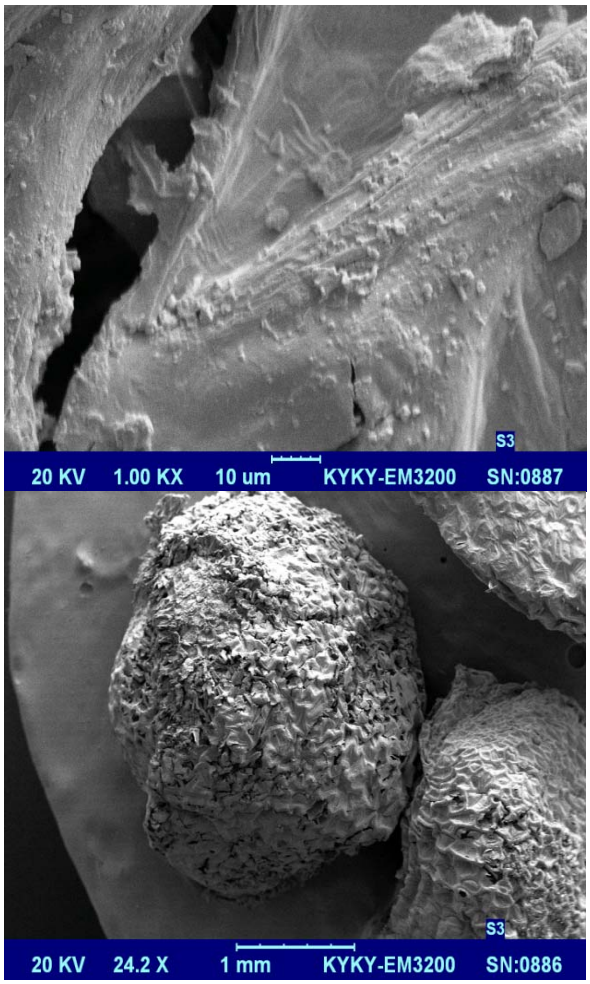
با توجه به نمودار ۴، کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی کاهش می‌یابد؛ به طوری که با افزایش غلظت از mg/l ۵ به mg/l ۵۰، کارایی حذف از ۱۰۰ درصد به ۵۵/۲ درصد کاهش می‌یابد.

اثر سرعت اختلاط

نمودار ۵ اثر سرعت اختلاط بر روی راندمان حذف را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، مشاهده می‌شود که با افزایش سرعت از ۰ به rpm ۲۰۰، کارایی حذف از ۸۷/۶ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش یافته است.

بحث

شکل۱ شامل چندین میکروگراف در بزرگ‌نمایی‌های مختلف از دانه گرانولی اسپند توسط SEM می‌باشد. با توجه به این شکل، مشخص می‌شود که سطح دانه گرانولی دارای خلل و فرج عمقی است و سطحی به نسبت هموار دارد. آزمایش BET نشان داد که سطح ویژه جاذب ۱/۱۵ m^2/g می‌باشد که سطح ویژه به نسبت پایینی است. این مسأله نشان می‌دهدکه جذب کروم بر روی دانه گرانولی اسپند نمی‌تواند فقط به دلیل جذب فیزیکی بوده باشد. با آزمایش FTIR مشخص شد که بر روی سطح جاذب، گروه‌های عاملی مهمی از جمله گروه‌های فنلی، کربوکسیل و هیدوکسیل وجود دارند.



شکل ۱: میکروگراف های گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی در بزرگنمایی های مختلف از دانه گرانولی اسپند

با مقایسه FTIR دانه گرانولی قبل از استفاده و FTIR دانه گرانولی استفاده شده، مشاهده شد که پیک‌های مربوط به گروه‌های عاملی موجود بر روی دانه گرانولی اولیه، پس از استفاده جاذب، کاهش چشم‌گیری داشته‌اند که این امر بیان‌گر واکنش بین گروه‌های عاملی و کروم موجود در محلول می‌باشد و نقش واکنش‌های شیمیایی در عمل جذب را نشان می‌دهد.

مقدار pH اولیه محلول یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که فرایند جذب کروم شش ظرفیتی را کنترل می‌کند (۱۹).

نمودار ۱ محدوده جذب کروم شش ظرفیتی را با pH نشان می‌دهد و همچنین مشخص می‌کند که در pH پایین‌تر، کارایی حذف کروم شش ظرفیتی بیشتر می‌باشد و در pH بالاتر، جذب کروم به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. با توجه به نمودار ۱، بیشترین حذف کروم در pH برابر ۱/۵ اتفاق افتاده است و پس از آن، راندمان حذف تا pH برابر ۳ به سرعت کاهش یافته است و سپس به یک پایداری نسبی رسیده است. کروم شش ظرفیتی در pH بهینه جذب، در محلول به دو شکل $HCrO_4^-$ و $Cr_2O_7^{2-}$ وجود دارد. شکل غالب کروم شش ظرفیتی در pH اسیدی $HCrO_4^-$ است که از واکنش هیدورولیز یون دی کرومات ($Cr_2O_7^{2-}$) آزاد می‌گردد و با افزایش pH غلظت از $HCrO_4^-$ به $Cr_2O_7^{2-}$ و $HCrO_4^-$ تغییر می‌یابد (۸). نتایج مطالعه Sharma و Forster در حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت نشان داد که بهترین pH برای حذف کروم بین ۱/۵ تا ۳ است (۱۷). در مطالعه‌ی دیگری که توسط Malkoc و همکاران بر روی حذف کروم با استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت مانند پوسته برنج، آلومینای فعال و خاکستر انجام گرفت، نیز مشاهده شد که بهترین pH برای حذف کروم بین ۲ و ۳ می‌باشد (۱۴). از دیگر پارامترهای مهم در فرایند جذب به مقدار جاذب می‌توان اشاره نمود.

همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش دوز جاذب، راندمان حذف به طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. دوز

بهینه جاذب g/l ۱۰ در نظر گرفته شده است که دارای راندمان حذف ۹۹/۳۰ درصد می‌باشد. با افزایش دوز جاذب در حقیقت مقدار سطح جاذب افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث افزایش محل‌های فعال برای جذب کروم می‌گردد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Selvi و همکاران، که بر روی جذب کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی بر روی کربن فعال انجام گردید، مطابقت دارد (۲۰). همچنین طی مطالعه‌ای که Garg و همکاران بر روی جذب کروم از محلول‌های آبی بر روی خاک اره انجام دادند، نتیجه آن شد که با افزایش مقدار ماده جاذب، کارایی حذف افزایش می‌یابد (۲۱).

نمودار ۳، درصد حذف کروم را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، زمان بهینه به منظور جذب کروم برای اسپند در حدود ۳۰ دقیقه است؛ به طوری که در این زمان راندمان جذب به ۹۶/۵۷ درصد رسیده است. اما مقدار قابل توجهی (حدود ۹۰ درصد) در ۱۰ دقیقه توسط اسپند جذب می‌گردد. مطالعات مشابه از قبیل استفاده از چوب بلوط و زغال پوسته بلوط برای حذف کروم شش ظرفیتی توسط Mohan و همکاران (۲۲)، استفاده از نانوتیوب‌های کربنی بر روی حذف کروم شش ظرفیتی توسط Pillay و همکاران (۲۳) و نیز تحقیق Gupta و همکاران (۱۱) بر روی حذف کروم با استفاده از زایدات ارزان قیمت صنعت کودسازی افزایش راندمان حذف با افزایش زمان تماس را تأیید می‌کنند.

حذف کروم با افزایش غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی کاهش می‌یابد. دلیل این امر آن است که جاذب‌ها محل‌های فعال محدودی دارند و این محل‌ها در غلظت‌های بالا اشباع می‌شوند. مطالعه Karthikeyan و همکاران بر روی جذب کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی بر روی کربن فعال تهیه شده از خاک اره، نشان داد که با افزایش غلظت اولیه کروم، راندمان حذف کاهش می‌یابد (۵).

آخرین پارامتر مورد بررسی بر روی حذف کروم، سرعت اختلاط است که نتایج حاکی از افزایش راندمان حذف با افزایش سرعت اختلاط می‌باشد. این مسأله می‌تواند به دلیل افزایش حرکت و جابه‌جایی جاذب در محیط مایی باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که دانه گرانولی اسپند می‌تواند کروم شش ظرفیتی به غلظت mg/l ۱۵ را با دوز جاذب g/l ۱۰ در pH برابر ۱/۵ با زمان تماس ۶۰ دقیقه و سرعت rpm ۲۰۰ به میزان بیش از ۹۹/۹ درصد حذف نماید.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی بیرجند به خاطر حمایت‌های مالی در اجرای این مطالعه سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع:

1- Gupta VK, Ali I. Removal of lead and chromium from wastewater using bagasse fly ash—a sugar industry waste. J Colloid Interface Sci. 2004; 271(2): 321-8.

2- Sharma YC, Uma, Upadhyay SN, Weng CH. Studies on an economically viable remediation of chromium rich waters and wastewaters by PTPS fly ash. Colloids Surf A Physicochem Eng Asp. 2008; 317(1-3): 222-8.

3- Yue Z, Bender SE, Wang J, Economy J. Removal of chromium Cr(VI) by low-cost chemically activated carbon materials from water. J Hazard Mater. 2009; 166(1): 74-8.

4- Sarin V, Pant KK. Removal of chromium from industrial waste by using eucalyptus bark. Bioresour Technol. 2006; 97(1): 15-20.

5- Karthikeyan T, Rajgopal S, Miranda LR. Chromium(VI) adsorption from aqueous solution by Hevea Brasilinesis sawdust activated carbon. J Hazard Mater. 2005; 124(1-3): 192-9.

6- Schneider RM, Cavalin CF, Barros MASD, Tavares CRG. Adsorption of chromium ions in activated carbon. Chem Eng J. 2007; 132(1-3): 355-62.

7-Pehlivan E, Altun T. Biosorption of chromium(VI) ion from aqueous solutions using walnut, hazelnut and almond shell. J Hazard Mater. 2008; 155(1-2): 378-84.

8- Bansal M, Singh D, Garg VK. A comparative study for the removal of hexavalent chromium from aqueous solution by agriculture wastes carbons. J Hazard Mater. 2009; 171(1-3): 83-92.

9- Agarwal GS, Bhuptawat HK, Chaudhari S. Biosorption of aqueous chromium(VI) by Tamarindus indica seeds. Bioresour Technol. 2006; 97(7): 949-56.

10- Klimaviciute R, Bendoraitiene J, Rutkaite R, Zemaitaitis A. Adsorption of hexavalent chromium on cationic cross-linked starches of different botanic origins. J Hazard Mater. 2010; 181(1-3): 624-32.

11- Gupta VK, Rastogi A, Nayak A. Adsorption studies on the removal of hexavalent chromium from aqueous solution using a low cost fertilizer industry waste material. J Colloid Interface Sci. 2010; 342(1): 135-41.

12- Vivek Narayanan N, Ganesan M. Use of adsorption using granular activated carbon (GAC) for the enhancement of removal of chromium from synthetic wastewater by electrocoagulation. J Hazard Mater. 2009; 161(1): 575-80.

13- Granados-Correa F, Jiménez-Becerril J. Chromium (VI) adsorption on boehmite. J Hazard Mater. 2009; 162(2-3): 1178-84.

14- Malkoc E, Nuhoglu Y, Dundar M. Adsorption of chromium(VI) on pomace- an olive oil industry waste: batch and column studies. J Hazard Mater. 2006; 138(1): 142-51.

15- Mohan D, Pittman CU Jr. Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water. J Hazard Mater. 2006; 137(2): 762-811.

16- Levankumar L, Muthukumaran V, Gobinath MB. Batch adsorption and kinetics of chromium (VI) removal from aqueous solutions by Ocimum americanum L.seed pods. J Hazard Mater. 2009; 161(2-3): 709-13.

17- Sharma DC, Forster CF. A preliminary examination into the adsorption of hexavalent chromium using low-cost adsorbents. Bioresour Technol. 1994; 47(3): 257-64.

18- APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. American Public Health Association, Washington DC; 2005.

19- Dubey SP, Gopal K. Adsorption of chromium(VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material: A comparative study. J Hazard Mater. 2007; 145(3): 465-70.

20- Selvi K, Pattabhi S, Kadirvelu K. Removal of Cr(VI) from aqueous solution by adsorption onto activated carbon. Bioresour Technol. 2001; 80(1): 87-9.

21- Garg VK, Gupta R, Kumar R, Gupta RK. Adsorption of chromium from aqueous solution on treated sawdust. Bioresour Technol. 2004; 92(1): 79-81.

22- Mohan D, Rajput S, Singh VK, Steele PH, Pittman CU Jr. Modeling and evaluation of chromium remediation from water using low cost bio-char, a green adsorbent. J Hazard Mater. 2011; 188(1-3): 319-33.

23- Pillay K, Cukrowska EM, Coville NJ. Multi-walled carbon nanotubes as adsorbents for the removal of parts per billion levels of hexavalent chromium from aqueous solution. J Hazard Mater. 2009; 166(2-3): 1067-75.

Abstract *Original Article*

Investigation of hexavalent chromium removal from Synthetic wastewater by using Peaganum harmala Granular Seed

Ali Akbar Taghizadeh[1], Maryam Khodadadi[2], Taher Shahriary[2], Hadighe Dorri[3], Mahla Zaferanieh[4], Rasoul Khosravi[5]

Background and Aim: Discharge of industrial wastewater containing hexavalent chromium into the environment can have harmful effects to the types of organisms. Therefore, chromium must be removed using an effective method before being discharged into the environment. The purpose of the present study was to examine hexavalent chromium removal using Peganum harmala granular seeds (PGS).

Materials and Methods: In this experimental study, removal of hexavalent chromium was performed using PGS considering changes in time, pH, adsorbent dose, initial concentration of chromium , and mixing speed. . Experiments were performed in batch reactor in flasks on Shaker. For chromium VI determining UV/VIS Spectrophotometer T80+ at a wavelength of 540 nm was used. The obtained data was analyzed by means of n Excel software.

Results: It was found that the most removal of hexavalent chromium occurred in pH equal to 1.5 and optimum adsorbent dose was 10 grams per liter. Because of the limited active sites of the absorbent material, with an increase in the initial concentration of chromium, removal outcome decreased with increasing of contact time and mixing speed.

Conclusion: PGS can remove hexavalent chromium from aqueous solution effectively.

Key Words: Absorbent, wastewater, Hexavalent chromium

Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2012; 19(2): 173-181

Received: May 06, 2012 Accepted: August 14, 2012

[1] *BSc in Environmental health engineering, Faculty of Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*
[2] *Instructor of Environmental Health, Faculty of Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*
[3] *BSc chemistry, Faculty of Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*
[4] *BSc Student in Environmental Health, Faculty of Health, member of Student Research Committee, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*
[5] *Corresponding Author, Instructor of Environmental Health, Faculty of Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran khosravi.r89@gmail.com*