Archive of SID

نشریه دانشگاه علوم پزشکی البرز،پاییز۱۳۹۹، سال ۹، شماره ۴، صفحه‌های ۴۵۳-۴۶۳

AUMJ Journal Alborz University of Medical Sciences

مقاله تحقیقی

بررسی مقایسه‌ای کارائی لجن فعال گرانوله و لجن فعال متداول در حذف کروم (VI) از محلول‌های سنتیتیک

رقیه نوروزی[۱و۲]، محمد نوری سپهر [۱و۲*] ، محمد درویش متولی [۱و۲]، عماد دهقانی‌فرد [۱و۲]

[۱] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

[۲] مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط (RCHSE)، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۲/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۱

چکیده

زمینه و هدف: گرانول‌های هوازی توانایی ته نشینی بسیار عالی و ساختاری با تخلخل بالا دارند. در این مقاله قابلیت گرانول‌های هوازی به عنوان یک نوع جدیدی از جاذب برای حذف کروم (VI) از محلولهای سنتیتیک و مقایسه آن با لجن فعال متداول مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها: در این تحقیق تأثیر پارامترهای مهم فرآیند از قبیل pH (۵و ۷و ۹)، غلظت اولیه کروم (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰میلی گرم بر لیتر) و مدت زمان موازنه (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰، ۳۰۰ و ۳۶۰ دقیقه) در حذف کروم از محلولهای سنتیتیک در سیستم Batch بررسی گردید. مقدار کروم (VI) با استفاده از اسپکتروفتومتر در ۵۴۰ نانومتر تعیین شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که در pH= ۵، غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر کروم، و زمان موازنه ۱۲۰ دقیقه، ۹۷/۶۵ ٪ کروم با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی حذف شده است. در مرحله دوم، حذف کروم با استفاده از لجن فعال متداول در شرایط بهینه مورد بررسی قرار گرفت و راندمان حذف کروم در pH= ۵، غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر نیترات و زمان ماند ۱۲۰ دقیقه ۵۸٪ به دست آمد.

نتیجه گیری: بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که لجن فعال گرانوله به عنوان یک جاذب زیست تجزیه پذیر و ارزان قیمت، عملکرد مناسبی برای حذف کروم از محلولهای آبی دارد.

کلمات کلیدی: لجن فعال، گرانول هوازی، کروم (VI)، بیو جذب

نویسنده مسئول:
مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط (RCHSE)، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

۰۹۱۲۳۳۴۴۰۷۲
E-mail: dr.nooriseper@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فعالیت‌های صنعتی انسان باعث تولید و نشر آلاینده‌های مختلفی از قبیل ترکیبات آلی سمی، فلزات سنگین و مواد سرطانزا در محیط زیست می‌شود. فلزات سنگین به دلیل سمیت، غیر قابل تجزیه بودن و پایداری خود از اصلی ترین آلاینده‌ها در محیط زیست محسوب می‌شوند و تهدیدی جدی برای سلامت انسان در غلظت‌های بالا می‌باشند [۱-۳].

اغلب فلزات سنگین، در واکنش‌های بیولوژیک سلول‌های موجودات زنده دخیل هستند و باعث اختلال در فعالیت‌های بیولوژیکی می‌شوند. برخی فلزات سنگین مانند جیوه، سرب، کادمیوم، مس، کروم و نیکل حتی در مقادیر کم و جزئی نیز سمی می‌باشند [۴، ۵].

کروم یکی از مهمترین فلزات سنگین می‌باشد که به صورت وسیع در صنایع آبکاری، نساجی، دباغی، چرم سازی و ساخت و پردازش آلیاژها و فلزات به کار می‌رود و در بیشتر کشورها به یک معضل جدی تبدیل شده است [۶-۸].

این فلز در محیط زیست اغلب به دو شکل اکسید شده سه ظرفیتی و شش طرفیتی موجود است. کروم سه ظرفیتی برای انسان سودمند بوده و از نظر تغذیه ای ضروری است اما در حضور نمک‌های منگنز به کروم ٦ ظرفیتی تبدیل می‌شود که بسیار سمی است و دفع آن در محیط زیست خطرناک می‌باشد [۹، ۱۰].

وجود کروم ٦ ظرفیتی در منابع آب آشامیدنی باعث ایجاد بیماری‌های مختلفی مانند سرطان ریه و مجاری تنفسی، سرطان استخوان و در غلظت‌های کمتر باعث سردرد، سرگیجه، تهوع، سرفه‌های خشک و سخت می‌شود. براساس رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت (WHO) حد مجاز کروم ٦ ظرفیتی در آب آشامیدنی ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر می‌باشد و میزان کل کروم در فاضلاب‌های تخلیه شونده به آب‌های پذیرنده باید کمتر از ۲ میلی‌گرم بر لیتر باشد [۶، ۱۱].

روش‌های مختلفی برای حذف یون‌های کروم ٦ ظرفیتی از محلول‌های آبی و فاضلاب‌های صنعتی وجود دارد. از جمله روش‌های مورد استفاده ترسیب شیمیایی، ترسیب الکتروشیمیایی، تبادل یون، اسمز معکوس، فرایندهای غشایی و جذب توسط جاذب‌های مختلف می‌باشد. استفاده از این روش‌ها به دلیل هزینه‌های بالا، عدم کارایی لازم و تولید لجن زیاد و عدم حذف کامل فلزات، ناکارآمد می‌باشند. بنابراین توسعه روش‌های جدید که چنین محدودیت‌هایی را نداشته باشد لازم و ضروری است. حذف بیولوژیکی فاضلاب‌های حاوی کروم اخیرا به عنوان یک روش برای تصفیه محیط‌های آلوده به کروم مورد توجه زیادی قرار گرفته است [۱۲-۱۶]

در مطالعات مختلفی حذف بیولوژیکی کروم توسط باکتری‌های خاصی مورد بررسی قرار گرفته شده است [۹]. در این مطالعات شرایط بهره برداری ویژه ای جهت جلوگیری از آلودگی توسط سایر میکروب‌ها مورد نیاز می‌باشد. Kabacinsi و همکاران با استفاده از فرایند لجن فعال موفق به حذف کروم از فاضلاب شدند [۱۷]. همچنین Iddou و همکاران و Wu و همکاران با استفاده از زائدات لجن فعال یک کارخانه لبنیات و بیومس خشک لجن فعال موفق به حذف کروم ۳ ظرفیتی شدند [۱۸، ۱۹].

از آنجایی که لجن تصفیه خانه حاوی مخلوطی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد، می‌تواند به عنوان یک روش جهت تصفیه و حذف کروم مورد استفاده قرار گیرد [۹]. بنابراین هدف از مطالعه حاضر تعیین و مقایسه کارائی لجن فعال گرانوله و لجن فعال متداول در حذف کروم (**VI**) از محلول‌های سنتتیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع مطالعه بنیادی-کاربردی بوده ودر ابتدا اقدام به تهیه بذر میکروبی و تشکیل گرانولهای بیولوژیکی هوازی گردید و سپس کارآیی این گرانولهای بیولوژیکی هوازی با لجن فعال در حذف کروم (VI) مورد مقایسه قرار گرفت.

اندازه‌گیری کروم

برای اندازه گیری کروم (VI) با توجه به روش پیشنهادی شماره Cr D3500 – کتاب روشهای استاندارد در ابتدا رسم منحنی کالیبراسیون کروم شش ظرفیتی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 540 nm بر اساس مقدار جذب نور صورت گرفت[۲۰]. مراحل کار به شرح زیر است:

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه گرانول‌های بیولوژیکی هوازی

در این پژوهش ابتدا پسابی از قسمت حوض هوادهی تصفیه خانه شرکت زر ماکارون تهیه شد. پساب را صاف کرده و به مدت ۳۰ دقیقه ته نشین شد.سپس پساب ته نشین شده را به ٤ مزور ۱۰۰۰میلی لیتر تقسیم کرده و پس از تهیه بذر میکروبی، به منظور رشد و گرانولی شدن باکتری‌ها از گلوکز و استات سدیم به عنوان منبع کربن و سوبسترہ اصلی استفاده و عناصر ضروری برای رشد میکروارگانیسم‌ها به مقدار لازم اضافه گردید. این غذادهی به پساب‌ها روزی ۳ مرتبه بوده و در ساعت‌های مشخصی اضافه می شد.

حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی

جهت انجام تحقیق غلظت های مورد استفاده کروم در محدوده ۲۵،۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر با استفاده از محلول اصلی با غلظت ۵۰۰ mg/l تهیه گردید. محدوده غلظتهای مورد نظر بر اساس مطالعات قبلی در حذف کروم (VI) از محلولهای آبی انتخاب شده است [۲۱]. دامنه تغییرات pH برکارآیی حذف نیز در محدوده ۵ ،۷ و۹ مورد بررسی قرار گرفته است. جهت تنظیم pH از اسید نیتریک رقیق و سود ۰/۱ نرمال استفاده گردید. زمان تماس در راکتور نیز در محدوده ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲٤۰، ۳۰۰ و ۳٦۰ دقیقه انتخاب گردید. سپس در تمام مراحل انجام آزمایش گرانولهای بیولوژیکی هوازی در رآکتور Batch با محلول سنتتیک حاوی غلظت های مشخص کروم شش ظرفیتی در تماس قرار گرفت. بعد از تکمیل واکنش، سوسپانسیون جدا شده و از فیلتر غشایی۰/٤٥ میکرون عبور داده می‌شد. براساس تغییرات عوامل مورد مطالعه، نمونه برداری از محلول قبل و بعد از تماس محلول با گرانولهای بیولوژیکی هوازی مورد انجام قرار گرفته و طبق روشهای استاندارد مورد آزمایش قرار گرفت [۲۰]. هر یک از آزمایشات دو بار تکرار شده و از میانگین نتایج جهت محاسبه کارآیی حذف استفاده گردید. در هر مرحله از تحقیق کارآیی حذف با استفاده از رابطه $\eta\% = \frac{Ci - Ce}{Ci}$ مورد محاسبه قرار گرفت. که در این رابطه Ci غلظت اولیه کروم و Ce غلظت نهایی آن برحسب میلی گرم بر لیتر می‌باشد.

مراحل انجام این بخش از تحقیق به شرح ذیل می‌باشد:

تاثیر تغییرات غلظت کروم (VI)

به منظور بررسی اثر تغییرات غلظت کروم ، نمونه پساب با غلظت‌های کروم ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر با گرانولهای بیولوژیکی هوازی در pHهای مختلف ۵ ، ۷ و۹ در طی زمان تماس‌های ۳۰ تا ۳٦۰ دقیقه و در مراحل جداگانه مجاورت داده شد و با توجه به نتایج حاصله اثر متغیر مذکور بر راندمان حذف مورد محاسبه قرار گرفت.

تاثیر تغییرات pH

در این مرحله نیز اثر متغیر pH در محدوده ۵ ، ۷ و۹ مورد مطالعه قرار گرفت. در هر مرحله pH به عنوان عامل متغیر و زمان ماند ۳۰ تا ۳٦۰ دقیقه و غلظت کروم (VI) ثابت نگه داشته شده و در انتهای هر مرحله کارآیی حذف مورد محاسبه قرار گرفت.

تاثیر تغییرات زمان تماس

در این حالت اثر متغیر زمان در محدوده ۳۰ تا ۳٦۰ دقیقه مورد مطالعه قرار گرفت. در هر مرحله زمان ماند به عنوان عامل متغیر و pH و غلظت های مختلف کروم (VI) ثابت نگه داشته شده و کارآیی حذف روش مورد مطالعه مورد محاسبه قرار گرفت.

بررسی عملکرد لجن فعال متداول در حذف کروم (VI) از محلولهای آبی

جهت انجام این قسمت از پژوهش تمام شرایط مشابه شرایط گرانولهای بیولوژیکی هوازی در نظر گرفته شد. و تاثیر متغیرهای pH، زمان تماس و غلظت اولیه کروم بر کارایی حذف آن در رآکتور Batch مورد مطالعه قرار گرفت.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

با توجه به مشخصات نمونه‌های برداشت شده قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض روش حذف مورد مطالعه، داده‌های بدست

www.SID.ir

Archive of SID

آمده از آزمایشات ستون ناپیوسته با استفاده از نرم افزار اکسل مـورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

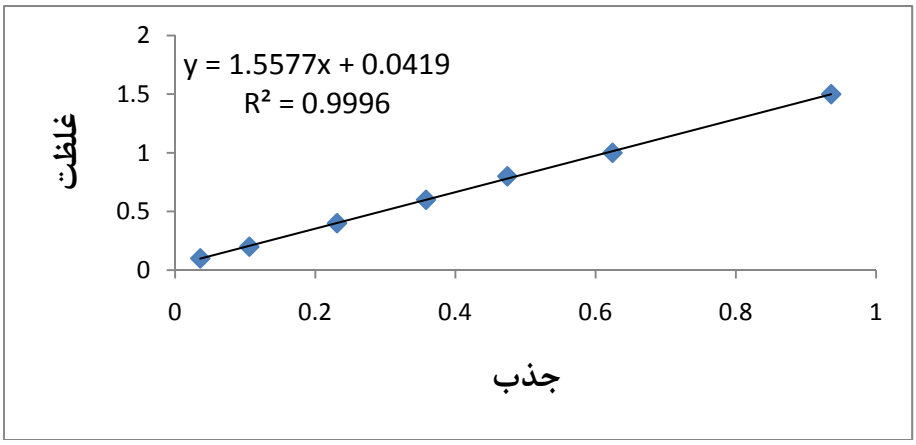
محاسبه و رسم منحنی کالیبراسیون

جهت رسم منحنی کالیبراسیون، میزان جذب نور در نمونه هـای آماده شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول مـوج ٥٤٠ نـانومتر اندازه گیری و منحنی مربوطه توسط دسـتگاه اسـپکتروفتومتر رسـم گردید. با استفاده از اطلاعات بـه دسـت آمـده منحنـی کالیبراسـیون کروم شش ظرفیتی رسم گردید (شکل ۱).

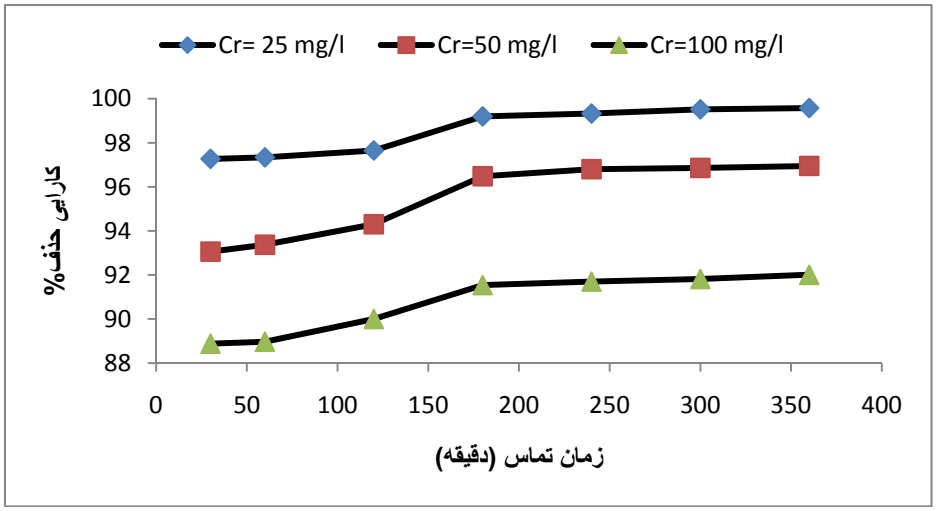
یافته‌ها

نتایج حاصـل از حـذف کـروم (VI) بـا اسـتفاده از گرانولهـای بیولوژیکی هوازی

در این بخش از تحقیق نتایج حاصل از تـاثیر تغییـرات غلظـت Cr^{6+} با غلظتهای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بر کـارایی حـذف با گرانولهای بیولوژیکی هوازی در زمان‌های تمـاس ۳۰ ، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲٤۰، ۳۰۰و ۳٦۰ دقیقه و در pHهای ۵ ، ۷، ۹ کـه در مراحـل جداگانه و در رآکتور Batch مورد بررسی قرار گرفته، در اشـکال ۲ تا ٤ آورده شده است.



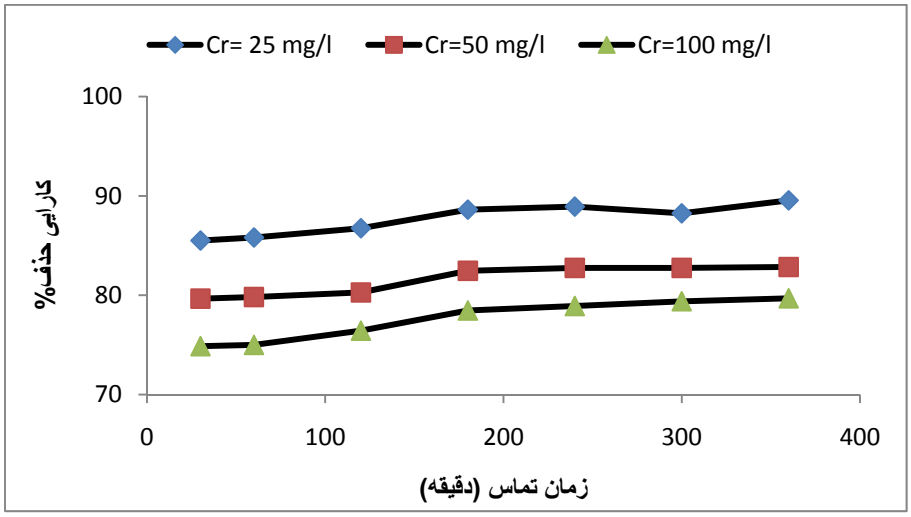
شکل ۱: منحنی کالیبراسیون کروم شش ظرفیتی



شکل ۲: کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی : pH=۵ و غلظت‌های مختلف کروم

www.SID.ir

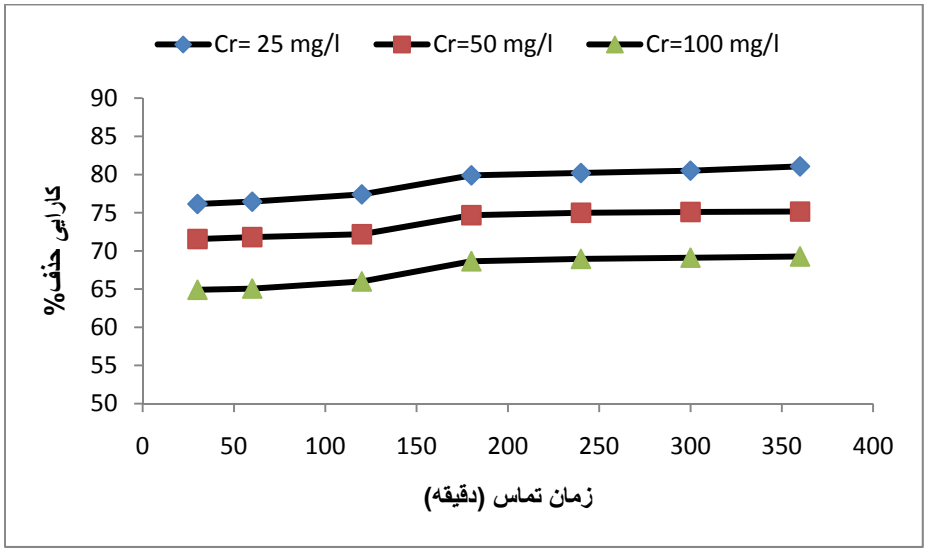
Archive of SID



شکل ۳: کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی : pH=۷ و غلظت‌های مختلف کروم

نتایج حاصل از حذف کروم (VI) با استفاده از لجن فعال متداول

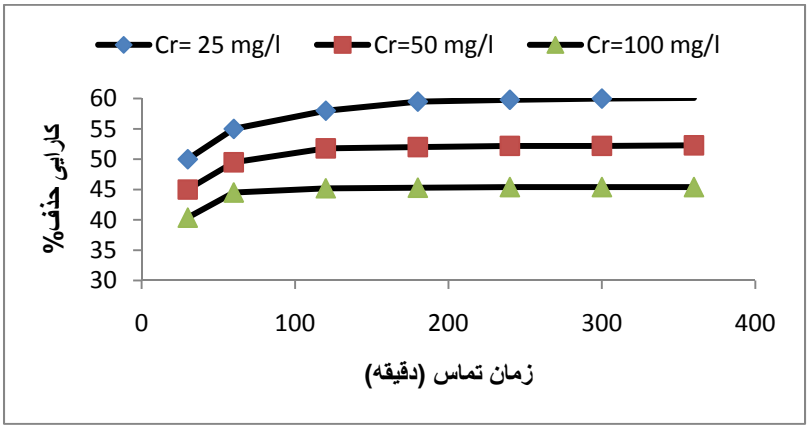
در این بخش از تحقیق نتایج حاصل از تـاثیر تغییـرات غلظـت Cr^{6+} با غلظتهای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بر کـارایی حـذف با لجن فعال متداول در زمان‌های تمـاس ۳۰ ، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰، ۳۰۰و ۳۶۰ دقیقه و در pHهای ۵ ، ۷، ۹ که در مراحل جداگانه و در رآکتور Batch مورد بررسی قرار گرفته و در اشـکال ۵ تـا ۷ آورده شده است.



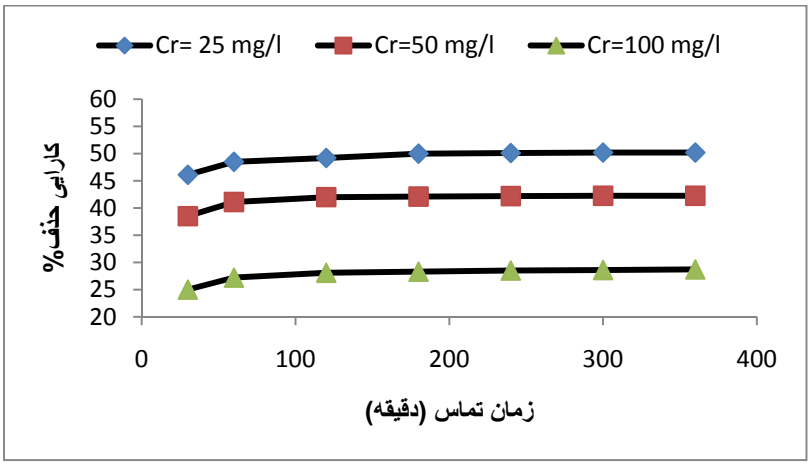
شکل ٤: کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی : pH=۹ و غلظت‌های مختلف کروم

www.SID.ir

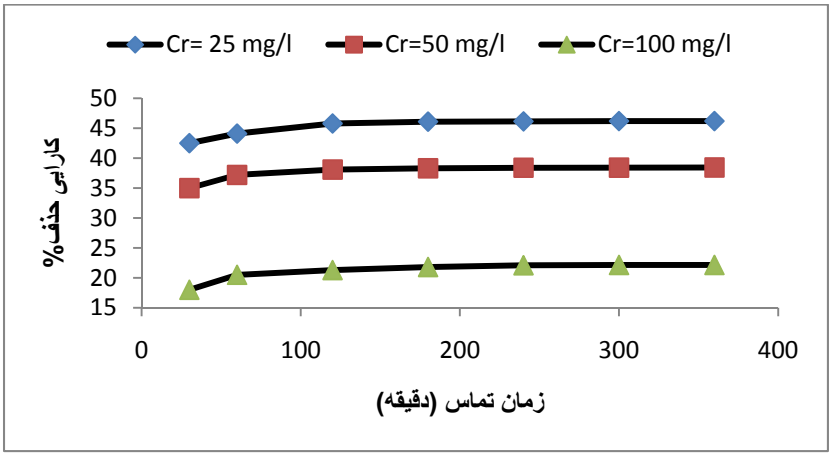
Archive of SID



شکل ۵: کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی : pH=۵ و غلظت‌های مختلف کروم



شکل ٦: کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی : pH=۷ و غلظت‌های مختلف کروم



شکل ۷: کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از گرانولهای بیولوژیکی هوازی : pH=۹ و غلظت‌های مختلف کروم

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی محیط‌های زنده باکتریایی هستند که با مصرف مواد آلی و مغذی فاضلاب آلودگی آن را از بین می‌برند. ساختار لخته های لجن بسیار متخلخل بوده و در عوض گرانول‌های میکروبی توده‌های فشرده ای از میکروارگانیسمهای مختلف هستند. امروزه تکنیک هایی برای برانگیختن تشکیل یک لجن ته نشین شونده خوب بوجود آمده است، یک روش پیشرفته جدید در تصفیه فاضلاب استفاده از فناوری لجن گرانوله هوازی می باشد که تحت شرایط خاصی ایجاد می شود. بیومس گرانوله به دو شکل عمده گرانولاسیون بی هوازی و هوازی تقسیم می‌شود. از زمان معرفی لجن گرانوله هوازی، تحقیقات بر روی عملکرد و میکروبیولوژی گرانول‌های میکروبی متمرکز گشته است. گرانول هوازی نتیجه توسعه بیوتکنولوژی محیط زیست در جهت نیل به راندمان بالای تصفیه فاضلاب در شرایط نامتعارف از قبیل حضور مواد سمی و بازدارنده می باشد. مقایسه لخته‌های بیولوژیکی متداول با گرانولهای هوازی که دارای ساختار میکروبی قوی، پایداری بالا، توده میکروبی حجیم و مقاومت در برابر ترکیبات سمی هستند نشان می‌دهد که این گرانولها می‌توانند به عنوان جاذب بیولوژیکی برای حذف فلزات سنگین مورد استفاده قرار گیرند[۹].

تاثیر تغییرات pH بر کارایی حذف کروم با استفاده گرانولهای بیولوژیکی هوازی

به منظور بررسی اثر پارامتر pH بر راندمان حذف کروم (VI)، مطالعات در۳ محدوده pH (۵، ۷، ۹) انجام پذیرفت که نتایج مرتبط با تاثیر تغییرات pH بر کارآیی حذف در روش مورد مطالعه در اشکال شماره(٤-۲) آمده است. براین اساس مشخص گردید که با کاهش pH درصد حذف نیز افزایش یافته است. بیشترین میزان حذف کروم (VI) در غلظت برابر ۲۵ mg/l و زمان تماس ۱۲۰ دقیقه، در pH ۵ با درصد حذف کروم ٦ ظرفیتی ۹۷/٦۵ درصد حاصل شده است. در همین شرایط در pH ۹ درصد حذف حدود ۷۷/٤۰ درصد می‌باشد. همچنین برای غلظتهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کروم (VI) و در همان شرایط کارایی حذف در pH ۵ به ترتیب ۹٤/۳۰٪ و ۹۰ ٪ و در pH ۹ به ترتیب حدود ۷۲/۱۸٪ و ٦٦٪ می‌باشد.

مهمترین دلیل افزایش کارایی حذف کروم (VI) در pHهای اسیدی افزایش تولید یون H^+ می‌باشد. زیرا در این شرایط تعدادی از گروه‌های عامل، مانند گروه‌های آمینی موجود در سطح جاذب بر پایه زیستی، در pH اسیدی پروتونه شده و یون‌های کرومات با بار منفی را از طریق برهمکنش الکترواستاتیکی جذب می‌کنند. در pH>۸ به دلیل تشکیل رسوب $Fe(OH)_3$ سرعت واکنش کاهش می‌یابد. چون واکنش ترسیب اتفاق افتاده است.

نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات شاهین و اوزترک در سال ۲۰۰۵ و ژائو و همکاران در سال ۲۰۰۷ هماهنگی دارد. در مطالعات انجام شده توسط سن و همکاران در سال ۲۰۱۱، زیاگو و همکاران در سال ۲۰۰۷ و ازدمیر و همکاران در سال ۲۰۰٤، مقدار pH بهینه در محدوده اسیدی ٤ به دست آمده است [۲۲-۲٤].

نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه Shao-Feng Niu و همکاران مطابقت دارد. در آن مطالعه با کاربرد نانو ذرات Fe0 مشخص گردید که با کاهش pH از ۱۰ به ۳ کارآیی حذف کروم (VI) از ۳۵٪ به بیش از ۹۹٪ افزایش می‌یابد [۲۵].

همچنین در مطالعات انجام شده توسط Huijing Qian با عنوان سینتیک احیای کروم شش ظرفیتی به وسیله فلز آهن نشان داده شد که با کاهش pH از ۱۰ به ٤ ، کارایی حذف کروم (VI)، در غلظت ٦ گرم بر لیتر کروم و زمان ماند ۱۲۰ دقیقه از ۳۹٪ به ۹۱٪ افزایش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر سازگار می‌باشد [۲٦].

تاثیر تغییرات زمان تماس

به منظور بررسی تاثیر زمان تماس بر راندمان حذف غلظتهای مختلف کروم (VI)، مطالعات در ٦ محدوده زمانی (۳۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲٤۰، ۳۰۰ و۳٦۰ دقیقه) انجام پذیرفت. نتایج حاصل از این بخش از مطالعات در اشکال٤ -۲ آمده است. این نتایج نشان می دهند که میزان حذف کروم با افزایش زمان تماس جاذب با محلول مورد نظر افزایش می‌یابد و پس از رسیدن به زمان تعادل، درصد حذف ثابت می‌ماند. بر این اساس، زمان تعادل جذب کروم در محدوده غلظت مورد مطالعه معادل ۱۲۰ دقیقه به دست آمد. به طوری که در pH ۵، غلظت های۲۵، ۵۰ و ۱۰۰میلی گرم بر

www.SID.ir

Archive of SID

لیترکروم (VI) کارایی حذف کروم (VI) در ۱۲۰ دقیقه به ترتیب ۹۷/٦۵، ۹٤/۳۰ و ۹۰٪ می‌باشد. همچنین در همین شرایط برای غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر کروم (VI) با افزایش زمان ماند از ۳۰ به ۳٦۰ دقیقه کارایی حذف کروم (VI) از ۹۷/۲۷٪ به بیش از ۹۹٪ افزایش یافته است.

همچنین در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر کروم (VI) با افزایش زمان تماس از ۳۰ دقیقه به ۳٦۰ دقیقه کارایی حذف کروم (VI) از حدود ۹۳/۰٦ ٪ به ۹۸/۲۰ ٪ و در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کروم از ۸۸/۸۸ به ۹۳/۵۷ درصد افزایش یافته است.

در مطالعه‌ای که شمس خرم آبادی و همکاران در سال ۱۳۸۹ با مطالعه جذب کادمیوم بر روی لجن مازاد فرآیند لجن فعال انجام دادند نتایج مشابهی در این مورد دست یافته اند [۲۳].

در مطالعه ای که Yu Liu و همکاران بر روی بیوجذب کادمیوم روی لجن فعال گرانوله انجام دادند نتایج حاکی از آن است که زمان تعادل جذب کادمیوم حدود ۱۲۰ دقیقه می‌باشد و پس از این زمان درصد حذف ثابت می‌باشد [۲۷]. زمان تعادل به دست آمده در این مطالعه با نتایج لاکید و همکاران در سال ۲۰۰٤ مطابقت دارد[۲۸].

تاثیر تغییرات غلظت اولیه کروم (VI)

به منظور بررسی اثرغلظت کروم (VI) اولیه بر راندمان حذف، مطالعات در ۳ غلظت (mg/l، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰) انجام پذیرفت که نتایج آنالیز تغییرات غلظت کروم (VI) بر میزان حذف آن در اشکال ٤-۲ آمده است. براساس نتایج حاصله مشخص گردید که با افزایش غلظت کروم (VI) میزان کارآیی روش مورد مطالعه در حذف کروم (VI) کاهش یافته است. همچنین بر اساس مندرجات حاصل از اشکال ۳-۱ مشخص گردید که در شرایط pH ۵، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه افزایش کارایی حذف برای غلظتهای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کروم (VI) به ترتیب حدود ۹۷/٦۵ ٪، ۹٤/۳٪و ۹۰ ٪ می باشد. بنابراین با افزایش غلظت کروم میزان جذب کاهش می‌یابد که می‌تواند ناشی از کاهش ظرفیت جاذب و کاهش مکانهای فعال جذب باشد.

حذف کروم (VI) با استفاده از لجن فعال متداول

تأثیر تغییرات غلظت کروم (VI) اولیه

جهت بررسی تغییرات غلظت کروم (VI) اولیه بر راندمان حذف، مطالعات در ۳ محدوده غلظت (mg/l، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰) انجام پذیرفت که نتایج مربوط به آن در اشکال ۷-۵ آمده است. براساس این مطالعات مشخص گردید که با افزایش غلظت اولیه کروم (VI) کارآیی حذف کاهش می‌یابد. براساس مندرجات حاصل از شکل ۵ مشخص گردید که در شرایط pH ۵، زمان ماند ۱۲۰ دقیقه، غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر کروم (VI) کارایی حذف ۵۸ ٪ و در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر کروم ۵۱/۸ ٪ و برای غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کروم ٦ حدود ٤۵/۲ ٪ می باشد.

مطالعات انجام شده توسط دمرندی و همکاران در حذف بیولوژیکی کروم شش ظرفیتی از پساب توسط قارچ بیومس فانروکائت کریزوسپوریوم نشان داد که با افزایش غلظت اولیه از ۲۰ تا ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر میزان جذب به ازای واحد خشک افزایش یافته و ماکزیمم این مقدار حدود ٤۸/٦ ٪ می‌باشد [۲۹] که با نتایج مطالعه حاضر سازگار می‌باشد.

تاثیر تغییرات pH

به منظور بررسی اثر پارامتر pH بر راندمان حذف کروم(VI) ، مطالعات در۳ محدوده pH (۵، ۷ و۹) انجام پذیرفت که نتایج مرتبط با تاثیر تغییرات pH بر کارآیی حذف در روش مورد مطالعه در اشکال شماره ۵-۷ آمده است. براین اساس مشخص گردید که در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر کروم ٦، و زمان ماند ۱۲۰ دقیقه کارایی حذف در pH ۵ حدود ۵۸ ٪ و در pH ۹ حدود ٤۵/۸ ٪ می‌باشد. همچنین در همین شرایط برای غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کروم (VI) کارایی حذف آن در pH ۵ به ترتیب حدود ۵۱/۸ ٪ و ٤۵/۲ ٪ و در pH۹ به ترتیب حدود ۳۸/۱ ٪ و ۲۱/۳ ٪ می‌باشد.

مهمترین دلیل افزایش کارایی حذف کروم (VI) در pHهای اسیدی افزایش تولید یون H^+ می‌باشد. زیرا در این شرایط تعدادی از گروه‌های عامل، مانند گروه‌های آمینی موجود در سطح جاذب بر پایه زیستی، در pH اسیدی پروتونه شده و یون‌های کرومات با بار

www.SID.ir

Archive of SID

منفی را از طریق برهمکنش الکترواستاتیکی جذب می‌کنند. در pH>۸ به دلیل تشکیل رسوب $Fe(OH)_3$ سرعت واکنش کاهش می‌یابد. چون واکنش ترسیب اتفاق افتاده است [۹].

تأثیر تغییرات زمان تماس

به منظور بررسی تاثیر زمان بر راندمان حذف کروم (VI)، مطالعات بر روی حذف در ۵ محدوده زمانی (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰، ۳۰۰ و ۳۶۰ دقیقه) با استفاده از لجن فعال متداول و غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کروم (VI) انجام پذیرفت که نتایج مربوط به آن در اشکال ۷-۵ آمده است. براساس این مطالعات مشخص گردید، که با افزایش زمان تماس غلظت کروم (VI) کاهش می‌یابد. به طوریکه در زمان تماس ۳۰ دقیقه در pH ۵، غلظت کروم (VI) برابر ۲۵ mg/l کارایی حذف کروم (VI) ۵۰٪ و در زمان تماس ۳۶۰ دقیقه کارایی حذف کروم (VI) بالای ۶۰/۱ ٪ می‌باشد. همچنین در همین شرایط کارایی حذف کروم ٦ برای غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در زمان تماس ۳۰ دقیقه به ترتیب حدود ٤٥ ٪ و ٤٠/٣٦ ٪ و در زمان تماس ٣٦٠ دقیقه به ترتیب حدود ٥٢/٣ ٪ و ٤٥/٤ ٪ می باشد.

نتیجه‌گیری

انجام آزمون آماری t نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین کارایی دو روش در حذف کروم شش ظرفیتی وجود دارد ($p < ۰/۰۵$). همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که روش استفاده از گرانولهای بیولوژیکی از نظر کاربرد تاثیر بالایی در حذف کروم شش ظرفیتی از محیط‌های آبی دارد .

تشکر و سپاسگزاری

این مقاله حاصل از طرح تحقیقاتی با عنوان" بررسی مقایسه ای کارائی لجن فعال گرانوله و لجن فعال متداول در حذف کروم (VI) از محلول‌های سنتیتیک"مصوب دانشگاه علوم پرشکی البرز (کد طرح ٢٤٢٨٨٥٦)می باشد.

References

1. Cheremisinoff N. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. Butterworth-Heinemann. United States of America 2002.
2. Wuana RA, Okieimen FE. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. Isrn Ecology 2011.
3. Mansourian N, Javedan G, Darvishmotevalli M, et al. Efficiency evaluation of zeolite powder, as an adsorbent for the removal of nickel and chromium from aqueous solution: isotherm and kinetic study. International Journal of Pharmacy and Technology 2016;8(2): 13891-907.
4. Aseman E, Sayyaf H. Evaluation of Chromium (VI) Removal Process Fromaqueous Solutions Using Powdered Algae Spirogyra porticalis. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences 2017;24(3):165-71.
5. Nasseh N, Taghavi L, Barikbin B, Harifi A. Investigation of Cr(VI) removal from aqueous solutionsefficiency by almond green hull and its ash. Journal of Birjand University of Medical Sciences 2013;20(3): 220-32.
6. Deng L, Zhang Y, Qin J, et al. Biosorption of Cr (VI) from aqueous solutions by nonliving green algae Cladophora albida. Minerals Engineering 2009;22(4): 372-7.
7. Malkoc E, Nuhoglu Y, Dundar M. Adsorption of chromium (VI) on pomace—an olive oil industry waste: batch and column studies. Journal of Hazardous Materials 2006;138(1): 142-51.
8. Miretzky P, Cirelli AF. Cr (VI) and Cr (III) removal from aqueous solution by raw and modified lignocellulosic materials: a review. Journal of hazardous materials 2010;180(1-3): 1-19.
9. Najafi-Chaleshtori A, Yazdanbakhsh AR, Khodabakhshi A, Shakeri K. The efficiency of biological sludge on hexavalent chromium removal from aqueous solution. Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences 2015;16(6): 40-7.
10. Sahu J, Acharya J, Meikap B. Response surface modeling and optimization of chromium (VI) removal from aqueous solution using Tamarind wood activated carbon in batch process. Journal of hazardous materials 2009;172(2-3): 818-25.
11. Darvishmotevalli M, Moradnia M, Noorisepehr M, et al. Evaluation of carcinogenic risks related to nitrate exposure in drinking water in Iran. MethodsX 2019;6: 1716-27.
12. Aseman E, Sayyaf H. Evaluation of chromium (VI)

www.SID.ir

Archive of SID

removal process from aqueous solutions using powdered algae spirogyra porticlis. 2017.

13. Darvishmotevalli M, Zarei A, Moradnia M, et al. Optimization of saline wastewater treatment using electrochemical oxidation process: Prediction by RSM method. MethodsX 2019;6: 1101-13.
14. Taherkhani S, Darvishmotevalli M, Karimyan K, et al. Dataset on photodegradation of tetracycline antibiotic with zinc stannate nanoflower in aqueous solution – Application of response surface methodology. Data in Brief 2018;19: 1997-2007.
15. Sepehr MN, Allani F, Zarrabi M, et al. Dataset for adsorptive removal of tetracycline (TC) from aqueous solution via natural light weight expanded clay aggregate (LECA) and LECA coated with manganese oxide nanoparticles in the presence of H2O2. Data in Brief 2019;22: 676-86.
16. Moradi M, Heydari M, Darvishmotevalli M, et al. Kinetic and modeling data on phenol removal by Iron-modified Scoria Powder (FSP) from aqueous solutions. Data in Brief 2018;20: 957-68.
17. Kabacinski M, Hultman B, Plaza E, Trela J. Strategies for improvement of sludge quality and process performance of sequencing batch reactor plant treating municipal and tannery wastewater. Water science and technology 1998;38(4-5): 69.
18. Iddou A, Ouali M. Waste-activated sludge (WAS) as Cr (III) sorbent biosolid from wastewater effluent. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 2008;66(2): 240-5.
19. Wu J, Zhang H, He P-J, et al. Cr (VI) removal from aqueous solution by dried activated sludge biomass. Journal of Hazardous Materials 2010;176(1-3): 697-703.
20. Association APH, Association AWW, Federation WPC, Federation WE. Standard methods for the examination of water and wastewater: American Public Health Association ; 1920.
21. Rahmani A, Norozi R, Samadi M, Afkhami A. Hexavalent chromium removal from rqueous solution by produced iron nanoparticles. Iranian Journal of Health and Environment 2009;1(2): 67-74.
22. Sen M, GHOSH DM. Biosorption of Cr (VI) by resting cells of Fusarium solani. 2011.
23. SHAMS KGA, DARVISHI CSR, Jorfi S. Cd (II) adsorption using waste sludge from a municipal wastewater treatment system. 2010.
24. Zhou M, Liu Y, Zeng G, et al. Kinetic and equilibrium studies of Cr (VI) biosorption by dead Bacillus licheniformis biomass. World Journal of Microbiology and Biotechnology 2007;23(1): 43-8.
25. Shao-feng N, Yong L, Xin-Hua X, Zhang-hua L. Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by iron nanoparticles. Journal of Zhejiang University Science B 2005;6(10): 1022-7.
26. Qian H, Wu Y, Liu Y, Xu X. Kinetics of hexavalent chromium reduction by iron metal. Frontiers of Environmental Science & Engineering in China 2008;2(1): 51-6.
27. Yao L, Ye Z-f, Tong M-p, et al. Removal of Cr3+ from aqueous solution by biosorption with aerobic granules. Journal of hazardous materials 2009;165(1-3): 250-5.
28. Loukidou MX, Zouboulis AI, Karapantsios TD, Matis KA. Equilibrium and kinetic modeling of chromium (VI) biosorption by Aeromonas caviae. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 2004;242(1-3): 93-104.
29. Marandi R. Biosorption of hexavalent chromium from aqueous solution by dead fungal biomass of Phanerochaete crysosporium: batch and fixed bed studies. Can J Chem Eng Technol 2011;2(2): 8-22.

www.SID.ir

Archive of SID

AUMJ Alborz University of Medical Sciences Journal

Alborz University of Medical Sciences Journal, October 2020, Vol. 9, No. 4: 453-463 *Original Article*

A Comparative Study of the Efficiency of Granular Activated Sludge and Common Activated Sludge in the Removal of Chromium (VI) from Synthetic Solutions

Roghayeh Noroozi[1,2], Mohammad Noorisepehr[1,2*], Mohammad Darvishmotevalli[1,2], Emad Dehghanifard[1,2]

[1] *Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran*

[2] *Research Center for Health, Safety and Environment, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran*

***Corresponding Author:**
Research Center for Health, Safety and Environment, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

Tel: 09123344072
E-mail: dr.nooriseper@gmail.com

Received: 28 Apr. 2020; Accepted: 22 Jul. 2020

Abstract

Introduction: Aerobic granules as a novel type of bio-sorbent have an excellent settling ability and high-porosity structure. This study investigated the feasibility of aerobic granules for chromium (VI) removal from synthetic aqueous solution and compare it with conventional activated sludge.

Method: In this research the effect of some important parameters including pH (5, 7, and 9), initial chromium (VI) concentration (25, 50, and 100 mg/l), and equilibration time (30, 60, 120, 180, 240, and 360 minutes) in removal of chromium (VI) from synthetic aqueous solution in batch system have been studied. The amount of chromium (VI) was determined using Spectrophotometer at 540 nm.

Results: The results indicated that at pH=5, initial chromium concentration of 25 mg/L and equilibration time of 120 minutes, 97.65 % of chromium (VI) was found by aerobic granules. In the second stage, chromium (VI) removal was examined using conventional activated sludge which the efficiency of chromium (VI) were obtained 58% in the optimum conditions (pH=5, initial chromium (VI) concentration =25 mg/l, and retention time=120 minutes).

Conclusion: Totally, it can be concluded that aerobic granules sludge as an effective and low-cost biodegradable adsorbent has a good performance for the removal of chromium (VI) from aqueous solutions.

Key words: Activated Sludge, Aerobic granules, Chromium (VI), Bio-sorption

www.SID.ir