Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار
تهران - ۸ اسفندماه ۱۳۹۲

ارزیابی روش‌های حذف کروم از پساب با استفاده از جاذب‌های زیستی و غیر زیستی

مرتضی غلامی[۱]، علی شهیدی[۲]، عباس خاشعی سیوکی[۳]، صادق صادقی طبس[۴]، سید رضا هاشمی[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه بیرجند * gholami.morteza87@gmail.com
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند ashahidi@ birjand.ac.ir
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند abbaskhashei@birjand.ac.ir
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه بیرجند sadeghitabas@yahoo.com
۵- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند srezahashemi@yahoo.com

چکیده

انتشار فلزات سنگین در محیط زیست به دلیل صنعتی شدن و گسترش شهرنشینی مشکلات بزرگی در سراسر جهان به همراه داشته است و همچنین افزایش آلودگی محیط زیست توسط فلزات سنگین سبب نگرانی‌های بسیار جدی به دلیل خصوصیات سرطان‌زایی، تجزیه ناپذیری و تجمع بیولوژیکی آن‌ها شده است. جذب فلزات سنگین از پساب‌های صنعتی یکی از مباحث مهم زیست محیطی محسوب می‌شود. تاکنون روش‌های مختلفی برای جذب کروم مورد توجه قرار گرفته است که استفاده از جاذب‌های زیستی از جمله این روش‌ها بشمار می‌رود. در این تحقیق اساس عملکرد، مزایا و معایب روش‌های مختلف انجام گرفته توسط محققین، جهت جذب کروم مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد، در تحقیق‌های صورت گرفته توسط محققین، سبوس برنج با درصد حذف ۹۹/۸ درصد در مقایسه با دیگر جاذب‌های زیستی و غیر زیستی، بیشترین کارایی را در جهت حذف کروم شش ظرفیتی در بین روش‌های زیستی و غیر زیستی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

واژه های کلیدی : جاذب زیستی، فلزات سنگین، پساب، کروم

مقدمه

فعالیت‌های انسانی به طرق مختلف و خطرناکی، محیط زیست را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تولید پساب‌های نامطلوب، گازها و مایعات زاید و همچنین باقی مانده‌های جامد در طول مراحل واکنش‌های شیمیایی اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. یکی از مهم‌ترین و خطرناک ترین آلوده کننده‌های زیست محیطی، آلودگی های ناشی از یون‌های فلزات سنگین موجود در

www.SID.ir

Archive of SID

پساب‌های واحدهای صنعتی می‌باشد. در بسیاری از کشورهای جهان سوم و همچنین کشورهای در حال توسعه کنترل مناسبی بر سیستم‌های کنترل پساب که وارد محیط زیست می شود صورت نمی‌گیرد. به طور کلی فلزات سنگین در نتیجه تخلیه پساب حاصل از صنایع گوناگون از جمله ذوب فلزات، آبکاری فلزات، پلاستیک سازی، تولید و مصرف مواد حاوی فلزات، کاغذسازی، رنگرزی، فرآیندهای متالوژیکی و غیره به اکوسیستم آبی وارد می‌شوند. همین امر به آلودگی‌های حاد و مزمن جمعیت‌های زیستی اعم از گیاهی، حیوانی و انسانی منجر می شود(رخشانی و روحانی، ۱۳۸۴).

جذب اندک فلزاتی مانند جیوه، سرب، کادمیم، کبالت و غیره، در بدن جانداران باعث بروز عوارض سوء بی شماری می‌گردد. زندگی انسانی نسبت به آلودگی محیط‌های آبی و کمبود آب پاکیزه حساستر می‌باشد. دلیل این امر نیاز ضروری و فوری روزمره به آب سالم است، در صورتی که هوای آلوده در طولانی مدت و به آهستگی بر تندرستی انسان اثر می‌گذارد. صنایع نساجی حجم زیادی از آب و مواد شیمیایی را برای انجام فرآیندهای تر مصرف می‌کنند. هر فرآیندی در این صنعت مشکلات زیست محیطی خاصی را ایجاب می‌کند. بهره‌گیری از فناوری پاک و تصفیه آلودگی راه حل عملی این‌گونه مشکلات زیست محیطی است. با توجه به کمبود آب و هزینه‌ی زیاد تهیه‌ی آب مناسب برای فرآیندهای تولید، استفاده‌ی مجدد از پساب هدفی است که مورد توجه محققان قرار گرفته است، سال‌هاست که روش های متعددی از جمله رسوب دادن شیمیایی، تعویض یونی، تقطیر، استخراج با حلال، جذب سطحی، آهک‌زنی، کاربرد صافی‌های شنی و کربنی و غیره جهت تصفیه آب به کار برده می‌شوند. این‌گونه فرآیندها که معمولا برای تصفیه‌ی پساب‌های حاوی یون‌های فلزات سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیازمند صرف هزینه‌ی بالایند و به‌ویژه برای صنایع کوچک با محدوده‌ی وسیعی از پساب‌های حاوی یون‌های فلزات سنگین عملی نیستند. به همین دلیل، روش‌های جذبی به عنوان یکی از راه‌های موثر برای حذف آلاینده‌ها مورد توجه قرار می‌گیرند. عمل تصفیه بیولوژیکی فاضلاب‌ها توسط باکتری‌ها، قارچ‌ها، تک سلولی‌ها و جلبک‌ها انجام می‌گیرد تا تغییرات تبدیل فاضلاب به حالتی بی ضرر مورد بررسی قرار گیرد.

تصفیه بیولوژیکی یکی از روش های استاندارد و قابل قبول درسطح جهان است که در جهت استفاده مجدد و بازیافت پساب-های صنعتی از آن استفاده می‌شود. این روش‌ها در شرایطی که ماده جاذب ارزان و در دسترس بوده و همچنین ظرفیت جذب مناسبی داشته باشد، از کارایی بیشتری برخوردارند. مواد جاذب می‌توانند منشا معدنی، گیاهی، حیوانی، ساختگی و زیستی داشته باشند. استفاده از پسماندهای طبیعی و ارزان به عنوان مواد جاذب می‌تواند بسیاری از مشکلات را از میان بردارد. مواد طبیعی، جاذب‌های زیستی و پسماندهای صنعتی و کشاورزی از کارایی خوبی به عنوان مواد جاذب ارزان برخوردارند. این مواد علاوه بر ارزانی، نیاز کمی به فرآیندهای آماده سازی داشته، از قابلیت دسترسی آسانی برخوردار بوده و در محیط زیست تجزیه پذیرند. جذب یون‌های فلزات سنگین به خواص این مواد و ساختار آن‌ها، اندازه ذرات، دما و زمان بستگی دارد(بابل و همکاران، ۲۰۰۳). در حال حاضر از جاذب‌های گوناگونی مانند پوست بادام‌زمینی، پیاز، پشم، خاک اره، پوست نارگیل، خاک رس، خزه، گزانتات، نشاسته، پوست درختان، میوه‌ها و کیتوسان جهت حذف آلودگی‌ها از آب استفاده می‌شود.

هدف از این تحقیق بررسی میزان کارایی جاذب‌های زیستی و غیر زیستی در جهت حذف و یا کاهش آلاینده کروم شش ظرفیتی از آب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

فلزات سنگین که سرب، آلومنیوم، جیوه، مس، کادمیوم، کروم، نیکل و آرسنیک را شامل می‌گردد از سموم پرخطر پیرامون ما می‌باشند. این سموم در هوای تنفسی، آب آشامیدنی، مصالح ساختمانی، لوازم آشپزخانه و حتی البسه موجود می‌باشند. برخی فلزات به مقدار ناچیز برای عملکرد طبیعی بدن ضروری می‌باشند اما ورود بیش‌از اندازه آن‌ها به بدن مسمومیت ایجاد خواهد کرد. ایراد اصلی فلزات سنگین این است که در بدن متابولیزه نمی‌گردند. در واقع این فلزات پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده و در بافت‌های بدن انباشته می‌گردند. همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود.

معرفی کروم

www.SID.ir

Archive of SID

کروم با داشتن عدد اتمی ۲۴ و جرم اتمی حدود ۵۲ در گروه چهارم، جدول تناوبی قرار گرفته و تابحال ۵ ایزوتوب متفاوت برای آن شناخته شده است. عنصر کروم از لحاظ فراوانی در میان عناصر پیوسته زمین عنصر ۲۱ محسوب شده ولی در میان فلزات سنگین لیتوسفر، رتبه دهم را بخود اختصاص می‌دهد. مقدار کروم در خاک و پوسته زمین متفاوت است. مقدار آن در پوسته زمین حدود ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک کمتر از این است. به طور کلی در خاک‌های مناطق مختلف با توجه به شرایط پیدایش تکامل این خاک‌ها ممکن است مقادیر مختلفی از کروم مشاهده شود. کروم را به صورت سنگ معدن کرومیت از معدن استخراج می‌کنند. مقدار کروم موجود در خاک‌های طبیعی به نوع خاک وهمچنین رسوبات منطقه بستگی دارد.

این فلز برای اولین بار در صنعت در سال ۱۸۷۷ برای تولیدبرخی آلیاژها استفاده شد. از آن پس با توجه به ویژگی‌های منحصربفرد کروم مانند مقاومت در برابر اکسید شدن، استفاده از آن در صنعت رواج یافت تا این‌که در سال ۱۹۲۶ اولین تلاش-ها برای استفاده از کروم در صنعت آبکاری فلزات به نتیجه رسید. از آن به بعد میزان استفاده از کروم همچنان رو به افزایش است و کاربردهای متعدد این فلز ترکیبات حاوی آن روز به روز گسترش می‌یابد(محمد پوران، ۱۳۸۲)

کروم یکی از فلزات سنگین است که در محلول‌های آبی به دو شکل ۳ و ۶ ظرفیتی وجود دارد که شکل ۶ ظرفیتی آن بسیار سمی و خطرناک است و به عنوان یکی از فلزات سنگین به دلیل ویژگی عدم تجزیه‌پذیری و خاصیت تجمع‌پذیری و انتقال در زنجیره غذایی، مشکلات زیست محیطی فراوانی ایجاد کرده است. آب‌هایی که غلظت بالای از کروم را دارند، علاوه بر مشکلات زیست محیطی باعث تشدید سمیت و مشکلات سرطان‌زایی در انسان می‌شوند. بنابراین، حذف مقادیر مازاد این فلز از منابع آب ضروری است (گولای و یاکوب اریکا، ۲۰۰۸).

به طور کلی بیماری‌های ناشی از کروم شش ظرفیتی از دو ویژگی سمیت و سرطان‌زایی آن می‌باشد.

سمیت کروم

سمیت کروم به ظرفیت آن وابسته است. کروم شش ظرفیتی نسبت به کروم سه ظرفیتی بسیار سمی‌تر است. ترکیبات کروم شش ظرفیتی شامل کرومات، بیکرومات و اسید کرومیک خطرات ویژه‌ای دارند. از علایم ناشی از مسمومیت کروم شش ظرفیتی می‌توان به التهاب قسمت فوقانی دستگاه تنفس، سوزش ریه، آسیب چشمی در اثر پاشش مواد به درون آن، زخم وسوراخ شدن تیغه میانی بینی، اختلالات گوارشی و صدمه به کلیه، کبد، گردش خون و بافت‌های عصبی اشاره کرد. بالاترین تمرکز کروم در کلیه‌ها، کبد، طحال، قلب و شش‌ها دیده شده است. همچنین نمک‌های کرومیک خاصیت خورندگی دارند و ممکن است باعث ایجاد زخم وسوراخ کرومی بدون درمان پوست شود که موارد متعددی در این زمینه مشاهده شده است. البته قابلیت کروم سه ظرفیتی برای ایجاد زخم‌های پوستی ناچیز است.

تاثیر بر ژن وسرطان زایی

ترکیبات شش ظرفیتی به وضوح به عنوان عامل سرطان‌زا در افرادی که در معرض آن قرار دارند و نیز به طور تجربی در حیوانات آزمایشگاهی، شناخته شده است. در حالی که ترکیبات کروم سه ظرفیتی چنین خصوصیتی ندارند. مکانیسم سرطان-زایی کروم شش ظرفیتی بطور کامل شناخته نشده است، اما شکست های رشته DNA که توسط کروم شش ظرفیتی القا می-شود در انسان و حیوان مشاهده شده است. آسیب وارده بر DNA بنیان ژن را تحت تاثیر قرار می‌دهد و این مسئله ممکن است در فعالیت سرطان‌زایی کروم شش ظرفیتی اهمیت داشته باشد (احمدیان، ۱۳۹۱).

راه‌های ورود کروم به بدن موجودات زنده

شاید مهمترین خطری که در اثر آلودگی خاک و منابع آبی بوجود می‌آید، صدمه زدن به چرخه زندگی و آلودگی منابع تغذیه باشد. خوردن غذاهای حاوی کروم و همچنین استفاده از منابع آب آلوده شده از عواملی است که باعث ایجاد عوارض

www.SID.ir

Archive of SID

متعددی می‌شود. علاوه بر این ترکیبات کروم از طریق استنشاق گرد غبارات، فیوم ها[1]، میست‌ها[2] و تماس پوستی با محلول-های دارای کروم یا کروم جامد وارد بدن موجودات زنده می شود.

حد مجاز کروم

حد مجاز کروم شش ظرفیتی در استاندارد برای تخلیه به آب‌های سطحی ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر و برای آب آشامیدنی ۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر می باشد. استاندارد ملی ایران نیز حداکثر غلظت کروم را در آب آشامیدنی ۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر اعلام نموده است(نامنی وهمکاران، ۱۳۸۷).

تاکنون روش‌های مختلفی برای جذب کروم مورد توجه قرار گرفته است که استفاده از جاذب‌های زیستی از جمله این روش‌ها بشمار می‌رود. این امر به دلیل اقتصادی بودن، دستیابی راحت و منطبق با استانداردهای زیست محیطی است.

در جدول (۱) تحقیقات انجام شده در جهت حذف زیستی و غیر زیستی کروم آورده شده است:

جدول ۱- تحقیقات انجام شده در جهت حذف زیستی و غیر زیستی کروم

روش حذف	جاذب	محقق	سال تحقیق	توضیحات
زیستی	پوسته بادام زمینی	دوبی و گوپال	۲۰۰۶	حذف کروم شش ظرفیتی از آب آشامیدنی را طی مطالعاتی ناپیوسته، با استفاده از پوسته بادام زمینی بررسی کردند.
زیستی	چوب درخت آلوچه	آشاریا وهمکاران	۲۰۰۹	در پژوهشی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از چوب درخت آلوچه کروم شش ظرفیتی را از محلول های آبی حذف نمودند.
زیستی	کاه برنج	اجسو و همکاران	۲۰۰۹	با استفاده از کربن تهیه شده از کاه برنج به عنوان جاذبی ارزان قیمت کروم شش ظرفیتی را از محلول های آبی اسیدی حذف نمودند.
زیستی	ضایعات کارخانه چای	مالکوک و ناهاگلو	۲۰۰۷	در مطالعه ای به منظور بررسی خذف کروم شش ظرفیتی ازمحلول های آبی از ضایعات کارخانه چای استفاده نمودند.
زیستی	زیست توده‌های گیاهی مختلف	پازوکی و همکاران	۱۳۸۳	در تحقیقی از زیست توده‌های گیاهی مختلف جهت حذف کرم شش ظرفیتی استفاده نمودند.
زیستی	سبوس ذرت	حسن و همکاران	۲۰۰۷	در مطالعه‌ای پارامترهای موثر بر فرآیند جذب کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی را بوسیله سبوس ذرت بهینه کردند.
زیستی	سبوس برنج	نامنی و همکاران	۱۳۸۷	جذب کروم شش ظرفیتی را توسط سبوس برنج بصورت ناپیوسته مورد مطالعه قرار دادند.
زیستی	ضایعات آفتابگردان	جین وهمکاران	۲۰۰۹	با استفاده از ضایعات آفتابگردان تحت شرایط مختلف مانند PH، غلظت فلز، مقدار جاذب و زمان تماس اقدام به جداسازی کروم شش ظرفیتی از فاضلاب شبیه‌سازی شده نمودند.
زیستی	پوست گردو	سونگ وانگ و همکاران	۲۰۰۹	در مطالعه‌ای حذف کروم شش ظرفیتی از محلول آبی توسط پوست گردو را مورد مطالعه قرار دادند.
زیستی	پوسته غلاف میوه آلوچه هندی	آهالیا و همکاران	۲۰۰۸	در تحقیقی حذف کروم شش ظرفیتی توسط پوسته غلاف میوه آلوچه هندی را بررسی کردند.
زیستی	تفاله نیشکر و چوب ذرت	گارگ وهمکاران	۲۰۰۷	جذب کروم شش ظرفیتی را با استفاده از تفاله نیشکر و چوب ذرت تحت شرایط مختلف تجربی مورد مطالعه قرار دادند.
زیستی	پوست میوه موز	پارک و همکاران	۲۰۰۸	بر روی پوست میوه موز جهت حذف کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی کار کردند.
زیستی	سلول‌های زنده قارچ فانروکیت کرایزوسپوریوم[3]	نوری و همکاران	۱۳۸۹	در تحقیقی از کاربرد سلول‌های زنده قارچ فانروکیت کرایزوسپوریوم در حذف بیولوژیکی کروم از فاضلاب صنایع چرمسازی را در مقیاس آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند.

[1] Fume
[2] Mist

www.SID.ir

Archive of SID

غیر زیستی	کانی رس بنتونیت اصلاح شده	سرکار و همکاران	۲۰۱۰	در یک کار تحقیقاتی از کانی رس بنتونیت اصلاح شده با یک نوع سورفاکتانت، برای حذف کروم شش ظرفیتی از محلول آبی استفاده کردند.
غیر زیستی	نانو ذرات مگهمایت	خدابخشی و همکاران	۱۳۸۸	حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه‌سازی شده صنایع آبکاری را توسط نانو ذرات مگهمایت انجام دادند.
غیر زیستی	زئولیتNaX	شارما و همکاران	۲۰۱۰	سینتیک و تعادل جذب کروم را با استفاده از زئولیت NaX مورد مطالعه قرار دادند.
غیر زیستی	اسمز معکوس	غلامی وهمکاران	۱۳۸۷	در تحقیقی از اسمز معکوس جهت حذف کروم از پساب صنایع آبکاری استفاده نمودند.
غیر زیستی	نانو ذرات مگنتیت	خدابخشی و همکاران	۱۳۸۹	حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه‌سازی شده صنایع آبکاری را توسط نانو ذرات مگنتیت انجام دادند.
غیر زیستی	مواد خشک شده حاصل از لجن فعال دفعی فاضلاب بهداشتی	محمدی و همکاران	۱۳۹۰	در تحقیقی جذب کروم شش ظرفیتی از محلول های آبی را توسط مواد خشک شده حاصل از لجن فعال دفعی فاضلاب بهداشتی مورد بررسی قرار دادند.

در تمام تحقیقات صورت گرفته، محققین ۴ پارامتر را برای بررسی اثرات جاذب و کاهش آلاینده ها در روند آزمایشات پیگیریی کردند که بعنوان مثال برای جاذب ضایعات آفتابگردان پارامترهای درنظر گرفته شده به صورت زیر بود:

اولین پارامتر تاثیر زمان تعادل بر روند حذف کروم شش ظرفیتی بود. در گام بعدی اثر پارامتر PH در کاهش آلاینده کروم شش ظرفیتی در نظر گرفته شد. در گام سوم اثر تغییرات مقدار جاذب بر روند کاهش کروم شش ظرفیتی بررسی گردید و در گام پایانی با تغییر دادن غلظت کروم شش ظرفیتی روند آزمایشات طی گردید.

نتایج و بحث

جهت حذف کروم شش ظرفیتی از پساب از انواع مختلفی از جاذب‌های زیستی و غیر زیستی استفاده گردیده است.

جاذب‌های زیستی

دوبی و گوپال (۲۰۰۶) در تحقیق خود که حذف کروم شش ظرفیتی از آب آشامیدنی را با استفاده از کربن تهیه شده از پوسته بادام زمینی مورد آزمایش قراردادند، دریافتند که حدود ۹۷ درصد از کروم محلول در PH برابر ۳ و پس از گذشت ۵ ساعت حذف گردید. آشاریا و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش انجام شده در جهت کروم شش ظرفیتی از محلول های آبی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از چوب درخت آلوچه نتیجه گرفتند که کربن تهیه شده از چوب درخت آلوچه توانایی جذب ۹۹ درصد فلز کروم شش ظرفیتی را داراست. حداکثر ظرفیت جذب جاذب برای کروم ۲۸/۰۱۹ بود. اجسو و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی با هدف حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از کربن تهیه شده از کاه برنج نتیجه گرفتند، کارایی جاذب تحت تاثیر PH محلول است و حداکثر حذف یون فلزی در PH برابر۱ رخ می دهد.

مالکوک و ناهاگلو (۲۰۰۷) طی بررسی هایی که با استفاده از جاذب زیستی ضایعات کارخانه چای جهت حذف کروم شش ظرفیتی ازمحلول های آبی داشتند، دریافتند راندمان حذف تحت تاثیر PH محلول است و حداکثر حذف در PH برابر ۲ و دوز جاذب ۵ گرم بر لیتر رخ می دهد. پازوکی وهمکاران (۱۳۸۳) طی تحقیقاتی جهت حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از زیست توده های گیاهی مختلف، برگ یونجه با حذف ۹۸ درصد از کروم به عنوان زیست توده مناسب انتخاب کردند. شرایط جذب بهینه برای این زیست توده با غلظت اولیه کروم ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و مقدار ۱۵ گرم بر لیتر یونجه و بهترین زمان ۲ ساعت بدست آمد. حسن و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه ای پارامتر های موثربر فرآیند جذب کروم شش ظرفیتی از محلول

3 Phanerocate chrysosporium

www.SID.ir

Archive of SID

های آبی را بوسیله سبوس ذرت بهینه کردند و نتیجه گرفتند که حداکثر ظرفیت جذب جاذب زیستی برای کروم شش ظرفیتی در PH برابر۲، دمای ۴۰ درجه سانتی گراد، غلظت کروم ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۳۱۲/۵۲ میلی‌گرم بر گرم است.

نامنی و همکاران (۱۳۸۷) جذب کروم شش ظرفیتی را توسط سبوس برنج بصورت ناپیوسته مورد مطالعه قرار دادند. در تحقیق صورت گرفته اثرات پارامترهای مختلف مانند PH محلول، غلظت اولیه کروم و زمان تماس را مورد بررسی قرار دادند و در نهایت دریافتند که حداکثر جذب پس از ۱۲۰ دقیقه در PH برابر ۲ وبرای غلظت اولیه کروم ۵ میلی گرم بر لیتر۹۹/۸ درصد خواهد بود. جین وهمکاران (۲۰۰۹) با استفاده از ضایعات آفتابگردان تحت شرایط مختلف مانند PH، غلظت فلز، مقدار جاذب و زمان تماس اقدام به جداسازی کروم شش ظرفیتی از فاضلاب شبیه سازی شده نمودند و در مطالعه صورت گرفته دریافتند که حذف کروم با افزایش غلظت اولیه یون‌های فلز از ۱۰ تا۷۰ میلی‌گرم بر لیتر، از ۹۰ به ۴۵/۲ درصد کاهش می یابد. همچنین با افزایش مقدار جاذب از ۴ تا۲۰ گرم در لیتر در محلولی با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر حذف کروم از ۳۱/۴ به ۵۲/۴ درصد افزایش می‌یابد و زمان ۱۲۰ دقیقه و PH برابر ۲ به عنوان مقادیر بهینه اعلام نمودند. سونگ وانگ و همکاران (۲۰۰۹)، حذف کروم شش ظرفیتی از محلول آبی توسط پوست گردو را مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه صورت گرفته میزان جذب به عنوان تابعی از PH محلول، زمان تماس، غلظت جاذب، غلظت اولیه یون های فلز ودما را بررسی قرار دادند و دریافتند، حذف کروم شش ظرفیتی وابسته به PH بوده و رسیدن به حداکثر جذب ۹۷ درصد در PH برابر۱ است و همچنین جذب با افزایش در غلظت جاذب و کاهش غلظت ماده جذب شده و افزایش دما افزایش می یابد.

آهالیا و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی حذف کروم شش ظرفیتی توسط پوسته غلاف میوه آلوچه هندی را بررسی کردند.حداکثر حذف کروم بالای ۹۰ درصد به دست آمد.گارگ و همکاران (۲۰۰۷) جذب کروم شش ظرفیتی مختلف کشاورزی، یعنی، تفاله نیشکر و چوب ذرت تحت شرایط مختلف تجربی مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که کروم حذف شده توسط چوب ذرت ۶۲ درصد و باگاس نیشکر ۹۲ درصد بدست آمد. حذف کروم به شدت وابسته به PH، غلظت اولیه کروم، جرم جاذب وزمان تماس است. پارک و همکاران (۲۰۰۸) بر روی پوست میوه موز جهت حذف کروم شش ظرفیتی از محلول های آبی کار کردند و پوست موز را به عنوان کارآمدترین جاذب برای حذف کروم سمی شش ظرفیتی از محلول آبی انتخاب نمودند. نوری وهمکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی از کاربرد سلولهای زنده قارچ فانروکیت کرایزوسپوریوم در حذف بیولوژیکی کروم از فاضلاب صنایع چرمسازی را در مقیاس آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند نتایج این مطالعه نشان داد، گونه فانروکیت کرایزوسپوریوم، که یکی از قارچهای مهم خانواده بازیدیومیستها است، می تواند کروم را از پساب دباغی با غلظت کروم ۲۴۰ میلی‌گرم بر لیتر، در PH برابر۵ و درجه حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد و با اختلاط ۲۰۰ دور در دقیقه با استفاده از ماده مغذی دی هیدروژن فسفات آمونیوم، با تلقیح ۰/۰۷ درصد (وزن خشک)، به میزان ۹۵/۸ درصد پس از ۲۶ ساعت زمان ماند حذف نماید.

جاذب‌های غیر زیستی

سرکار و همکاران (۲۰۱۰) در یک کار تحقیقاتی از کانی رس بنتونیت اصلاح شده با یک نوع سورفاکتانت، برای حذف کروم شش ظرفیتی از محلول آبی استفاده کردند و دریافتند که در شرایط معمول خاک و آب آلوده (از لحاظ PH، دما، غلظت،الکترولیت وغلظت ماده آلی طبیعی) عملکرد جذب، مناسب است و جاذب رسی ارگانیک توانایی خوبی برای کاهش کروم تحت شرایط محیطی واقعی دارد. خدابخشی وهمکاران (۱۳۸۸) حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه سازی شده صنایع آبکاری را توسط نانو ذرات مگهمایت انجام دادند و یافته های این تحقیق نشان که در شرایط PH برابر ۲، غلظت اولیه کروم ۱۰ میلی گرم بر لیتر، نانو ذرات مگهمایت تولید شده با دوز ۱ گرم برلیتر، زمان تماس ۵ دقیقه و سرعت همزن ۲۵۰ دور در دقیقه ۸۶ در صد از کروم شش ظرفیتی حذف گردید. شارما و همکاران (۲۰۱۰)، سینتیک و تعادل جذب کروم بر روی زئولیت NaX را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، میزان جذب کروم در دو دمای ۱±۲۰ و ۱±۳۰ درجه سانتیگراد با pH و غلظت های ورودی مختلف سنجیده شد. نتایج نشان داد که کروم در دمای ۱±۲۰ درجه سانتیگراد و غلظت اولیه ۲۰میلی-گرم برلیتر، در pH=4 و زمان ماند ۶۰ دقیقه به میزان ۵۰ درصد حذف می گردد. بررسی سینتیک برگشت جذب کروم

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص نمود، کروم جذب شده برروی جاذب نسبتا پایدار است و داده های تعادلی جذب از مدل ایزوترمی لانگمیر پیروی می-کند.

غلامی وهمکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی از اسمز معکوس (RO) جهت حذف کروم از پساب صنایع آبکاری استفاده نمودند. که نتایج حاصل از آزمایشات و اندازه گیری‌ها نشان داد که راندمان حذف کروم از پساب صنایع آبکاری در شرایط بهینه سیستم PH برابر ۶-۷، در محدوده فشار ۲۰۰ (PSI)، غلظت ۱۰گرم بر لیتر و دما در محدوده ۲۵ درجه سانتی گراد تا بیش از ۹۹ درصد کاهش را در بر داشته است. خدابخشی وهمکاران (۱۳۸۹) حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه‌سازی شده صنایع آبکاری را توسط نانو ذرات مگنتیت انجام دادند و یافته‌های این تحقیق نشان که در شرایط PH برابر ۲، غلظت اولیه کروم ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، نانو ذرات مگنتیت تولید شده با دوز ۱ گرم برلیتر، زمان تماس ۵ دقیقه و سرعت همزن ۲۵۰ دور در دقیقه ۸۲ در صد از کروم شش ظرفیتی حذف شده بود. راندمان حذف با افزایش سرعت اختلاط افزایش معنی داری داشت. همچنین راندمان حذف با افزایش PH و افزایش غلظت کروم کاهش معنی‌داری داشت. محمدی وهمکاران (۱۳۹۰) در این تحقیق، جذب کروم شش ظرفیتی از محلول های آبی، توسط مواد خشک شده حاصل از لجن فعال دفعی فاضلاب بهداشتی، مورد بررسی قرار گرفت وتاثیر عوامل مختلف بر جذب را مورد بررسی قرار دادند. که در شرایط بهینه غلظت اولیه ۶۹۰ میلی گرم بر لیتر، PH معادل ۲، زمان تعادل ۱۲۰ دقیقه، سرعت اختلاط ۲۰۰ دور بر دقیقه و دز ۴ میلی گرم در لیتر بازدهی جذب به ۹۶ درصد رسیده است.

نتیجه گیری

با توجه به بحث‌های صورت گرفته دریافتیم که جذب سطحی روشی موثر برای حذف فلزات سنگین از پساب می‌باشد و جاذب‌های زیستی کارایی بالایی برای حذف فلزات سنگین دارند. در این تحقیق اساس عملکرد، مزایا و معایب روش‌های مختلف صورت گرفته توسط محققین پیشین، جهت جذب کروم شش ظرفیتی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد سبوس برنج با درصد حذف ۹۹/۸ ، بیشترین کارایی را در جهت حذف کروم شش ظرفیتی در بین روش‌های زیستی و غیر زیستی دارد. بطوری‌که حداکثر بازده جذب کروم در آزمایشات در زمان ۱۲۰ دقیقه در PH برابر ۲ بدست آمد. در نتیجه با توجه به کارایی بالا، اقتصادی بودن، دستیابی راحت و منطبق با استانداردهای زیست محیطی استفاده از جاذب زیستی سبوس برنج در حذف کروم شش ظرفیتی پیشنهاد می‌گردد.

مراجع

۱- احمدیان، ف. ۱۳۹۱. حذف کروم شش ظرفیتی از پساب به کمک نانو ذرات اکسید آهن و فرایند نانو فیلتراسیون. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده فنی ومهندسی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.

۲- خدابخشی، ع. امین، م، م. مظفری، م. بینا، ب. حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه سازی شده توسط صنایع آبکاری توسط نانو ذرات مگهمایت.پایان نامه دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

۳- خدابخشی، ع. امین، م، م. سدهی، م. حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه سازی شده توسط صنایع آبکاری توسط نانو ذرات مگنتیت. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد. دوره ۱۳، شماره ۴. ۱۰۱-۹۴.

۴- رخشائی، ا. روحانی، ح. ۱۳۸۴. بررسی و بهینه سازی از Pb, Cd, Ni, Zn شرایط حذف فلزات سنگین پساب ها به وسیله سرخس آبزی آزولا، پایان نامه دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صفحه ۲.

۵- غلامی، م. محمدی، ح. عامری، ا. رحیمی، م. استفاده از فن آوری اسمز معکوس جهت حذف کروم از پساب صنایع آبکاری. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان. دوره ۱۳، ۹۲-۸۲.

۶- محمدپوران، ح، ر. ۱۳۸۲. اثر فاضلاب کارخانجات چرم سازی بر میزان کروم وتعیین شکل های شیمیایی آن در خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۸۸..

www.SID.ir

Archive of SID

۷- نامنی، م. علوی مقدم،س، م. آرامی، م.، ۱۳۸۷. مطالعه جذب تعادلی کروم شش ظرفیتی از محلول آبی با استفاده از سبوس برنج. علوم وتکنولوژی محیط زیست. ۴: ۱۸۴- ۱۹۵.

8- Acharyaa, J.N. Sahoob, B.K. Mohantyc, C.R., Meikap, C.B.,2009. Removal of chromium(VI) from wastewater by activated carbon developed from Tamarind wood activated with zinc chloride. Chemical Engineering Journal. 150: 25-39.

9- Dubey, S.P., andGopal, K., 2007. Adsorption of chromium(VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material. Journal from waste water .Internationa journal of the physical sciences. 6(8): 2152-2157.

10- Garg, U.K, Kaur, M.P., Sud, S., and Garg, V.K., 2009. Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by adsorption on treated sugarcane bagasse using respon surface methodological approach. Desalination.249: 475-479.

11- Gulay, B., and Yakup Arica, M., 2008. Adsorrption of Cr9VI) Onto PEI Immobilized Acrylate- based Magnetic Beads: Isotherms, Kinetics and Thermodynamics Study Chemistry Engineering Journal.139(1): 20-28.

12- Hasan, S.H., Singh, K.K., Prakash, O., Talat, M., and Ho, Y.S., 2008. Removal of Cr(VI) FROM aqueos solutions using agricultural waste maizw bran. Journal of Hazardous Material. 152: 356-365.

13- Jain, M., Garg, V.K., and Kadirvelu. K., 2010. Adsorbents of hexavalent chromium from aqurous medium onto carbonaceous adsorbebts prepared from waste biomass. Journal of Environmental Managemental. 91: 949-957.

14- Malkoc, E., Nuhoglu, Y., Dundar, M., 2006. Adsorption of chromium(VI) on pomace-an olive oil industry waste: Batch Talhviand column studiws. Journal of Hazardous Materials. 138: 142-151.

15- Sarkar, B. Xi, Y. Megharaj, M., Krishnamurti, G. S., Rajarathnam, Dh., andNaidua, R., 2010. Remediation of hexavalent chromium through adsorption by bentonite based Arquad 2HT-75 organoclays. Journal of Hazardous Materials, 183: 87- 97.

www.SID.ir