کارایی جاذب ساقه جو در حذف یون کادمیوم از محلول‌های آبی باروش جریان پیوسته

نویسندگان: محمد حسین سلمانی ندوشن[۱] محمد حسن احرام پوش[۲] حسین مسعودی[۳]
محمد تقی قانعیان [۴] محسن عسکرشاهی [۵]رضا رحمانیان[۶]

۱.مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۲.استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۳. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزدتلفن: ۰۹۱۷۱۵۳۴۱۰۴ Email:htaleby@yahoo.com

۴. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۵. مربی گروه آمار واپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۶. دانشجوی دکتری شیمی تجزیه، پژوهشکده فناوریهای شیمیایی، تهران

طلوع بهداشت

فصلنامهٔ علمی پژوهشی
دانشکده بهداشت یزد
سال دوازدهم
شماره: دوم
تابستان ۱۳۹۲
شماره مسلسل: ۳۹

تاریخ وصول: ۹۰/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۴/۲۴

چکیده

مقدمه: انتشار فلزات سنگین در محیط زیست ناشی از صنعتی شدن و شهرنشینی، یک مسئله نگران کننده در سراسر جهان می‌باشد. یون کادمیوم یکی از فلزات سنگین غیر ضروری، غیر مفید و خیلی سمی برای انسان، حیوانات و گیاهان است که حداکثر غلظت مجاز آن ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر توسط WHO تعیین شده است. روش‌های مختلفی برای حذف فلزات سنگین مطالعه شده اما استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت برای حذف این فلزات در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در این تحقیق روش جریان پیوسته را برای حذف یون کادمیوم از محلول‌های آبی توسط جاذب تهیه شده از ساقه جو مطالعه شد.

روش‌بررسی : این مطالعه تجربی ـ آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۰ انجام شد. ذرات ساقه جو در محدوده ۱/۱۹ تا ۲ میلیمتر در ستونی با جریان روبه پایین برای حذف یون کادمیوم مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی pH برابر ۶ ودمای $27^{o}C$ آزمایش‌ها ثابت بود واثر متغیرهای غلظت اولیه ورودی، دبی جریان ورودی و ارتفاع بستر جاذب بر میزان حذف یون کادمیوم مطالعه شد. برای هر آزمایش مقدار ۶ میلی لیتر نمونه در زمان‌های ۳۰ دقیقه از خروجی ستون جمع آوری و غلظت یون کادمیوم در هر نمونه با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

یافته‌ها : نتایج آزمایش‌ها نشان داد که منحنی شکست ستون جاذب به متغیرهای مطالعه شده وابسته است. افزایش دبی و غلظت، زمان رسیدن به نقاط شکست و اشباع جاذب راکوتاه‌تر و افزایش عمق بستر آنرا طولانی‌تر می‌کند. ماکزیمم یون کادمیوم جذب شده بر روی جاذب۱۰/۰۷ mg/gدر شرایط دبی ۳ ml/min ، عمق بستر ۳۰ cm و غلظت اولیه ۳۰ mg/l بدست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده، با افزایش دبی ورودی میزان ظرفیت جاذب و راندمان جذب کاهش می‌یابد. در دبی ورودی ۲ ml/min یون کادمیوم بخوبی از روی ستون با جاذب ساقه جو حذف می‌شود.داده ها نشان دادند که این جاذب برای جذب یون کادمیوم ظرفیت جذب نسبتاً بالایی دارد. لذا پیشنهاد می‌شود روش جریان پیوسته با پارامترهای بدست آمده در این مطالعه در فرآیند تصفیه شیمیایی آب وفاضلاب مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جاذب طبیعی، جریان پیوسته، ساقه جو، محلول‌های آبی، یون کادمیوم

این مقاله حاصل از پایان نامه دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت مهندسی محیط دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می باشد.

مقدمه

انتشار فلزات سنگین در محیط زیست ناشی از صنعتی شدن و شهرنشینی، یک مسئله نگران کننده در سراسر جهان می‌باشد. این آلاینده‌ها به دلیل سمیت زیاد، غیر قابل تجزیه بودن و اثرات تجمعی مورد توجه محققین می باشند. یون کادمیوم یکی از فلزات سنگین غیر ضروری، غیر مفید و خیلی سمی برای انسان، حیوانات و گیاهان است. کادمیوم یکی از محصولات فرعی ذوب فلزات دیگر مانند سرب، روی و مس می باشد و به طور طبیعی در اثر عوامل سایش و فرسایش خاک و صخره‌ها و فوران آتشفشان‌ها به مقدار کم در آب، هوا و خاک یافت و از طریق زنجیره غذایی منتقل می‌شود(۱). یون کادمیوم در غلظت‌های پایین برای انسان نیز سمی بوده و سبب صدمات کلیوی، افزایش فشار خون، سرطانزایی، ضایعات استخوانی، تخریب گلبولهای خون، کم خونی، افسردگی، کم وزنی و بیماری ایتای ـ ایتای می‌شود. به منظور پیشگیری از بروز مضرات یون کادمیوم استانداردهایی در خصوص حداکثر غلظت مجاز آن در محیط های آبی تدوین شده است. طبق جدیدترین استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر غلظت مجاز در آب آشامیدنی ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر است(۲).این یون در فاضلاب‌های صنایع ذوب فلزات، آبکاری، باتری‌های ذخیره‌ای نیکل-کادمیوم، آلیاژی، رنگ سازی، استخراج فلزات، کودهای شیمیایی،آفت کش‌ها، پلاستیک سازی وجود دارد(۱،۳).

روش‌های مختلف فیزیکی وشیمیایی همچون ترسیب شیمیایی، تبادل یون، اسمز معکوس، الکترودیالیز، الکتروشیمیایی، شناورسازی یونی و جذب سطحی جهت حذف فلزات سنگین از فاضلاب و آب‌های آلوده مطالعه شده است (۴،۵). روش‌های ترسیب شیمیایی و تصفیه الکتروشیمیایی در غلظت کم فلزات در محدود ۱۰۰ – ۱ میلی گرم در لیتر غیر موثرند و در غلظت های بالای فلزات کاربرد دارند و مقادیر زیادی لجن تولید می‌کنند. روش‌های تبادل یون، فنآوری‌های غشایی و فرآیند جذب کربن فعال فوق‌العاده گران هستند بخصوص موقعی که حجم زیادی آب و فاضلاب حاوی فلزات سنگین با غلظت کم مورد تصفیه قرار گیرد، بنابراین این روش‌ها در مقیاس بزرگ خیلی گران هستند(۶،۷).

روش جذب سطحی با توجه به کارآیی و کاربرد آسان آن یکی از پرکاربردترین روش‌ها معرفی شده است که در سال‌های اخیر مطالعات مختلف در زمینه حذف آلاینده‌ها با استفاده از این روش انجام شده است (۹، ۸).در این روش فلزات سنگین محلول در فاز مایع در سطح فاز جامد جذب شده و از فاز محلول خارجمی‌شوندسپس از روی سطح به منافذ فاز جامد منتقل می‌شوند. یکی از جاذب‌هایی که بسیار برای جذب یون فلزات سنگین و جذب ترکیبات آلی بکار گرفته شده است زغال فعال تهیه شده از مواد گوناگون می‌باشد. این جاذب به علت هزینه بالایی که در مراحل تولید و احیاء آن صرف می‌شود بسیار گران قیمتمی‌باشد(۱۰).در سال‌های اخیر استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. جاذب‌های ارزان قیمت جاذب‌هایی هستند که به فراوانی یافت شده و در دسترس می‌باشند و هزینه آماده‌سازی آنها بسیار پایین می‌باشد. این جاذب‌ها عمدتاً از مواد زائد حاصل از فعالیت‌های صنعتی و بخصوص کشاورزی تهیه می‌شود و بیشتر پایه سلولزی دارند (۱۱،۱۲). استفاده از ساقه گندم،شلتوک برنج، خاک اره،

پوست درختان، برگ درختان، تفاله نیشکر، تفاله چغندر قند، ساقه پنبه، پوسته گردو، زائدات چای، ساقه آفتابگردان، پوسته بادام و بادام زمینی، الیاف سخت نارگیل و بسیار موارد دیگر که توسط محققین مختلف به عنوان جاذب گزارش شده است کارآیی خوبی را جهت جذب فلزات از خود نشان داده‌اند. سادگی تکنیک استفاده، عدم نیاز به فرآیندهای فرآوری و اصلاح پیچیده، کارآیی جذب سطحی بالا و انتخابی جهت فلزات سنگین از مزایای این جاذب‌ها می‌باشد (۱۵-۱۳).

هر چند مطالعات و آزمایش‌های انجام شده به روش ناپیوسته (Batch) اطلاعات دقیقی در زمینه ایزوترم جذب و ظرفیت تعادلی جاذب برای حذف آلاینده‌های خاص و انتخابی ارائه می‌دهد اما تجزیه وتحلیل اطلاعات حاصله از روش ناپیوسته برای طراحی یک سیستم تصفیه در مقیاس صنعتی کافی نیست(۱۶). امروزه از روش بستر ثابت و جریان پیوسته درحذف آلاینده‌های مختلف از آب و فاضلاب به طور گسترده استفاده می‌شود. در روش پیوسته بعلت اینکه زمان تماس کوتاه است لازم است مطالعات جزء جذب شونده ـ جاذب بطورمداوم بررسی شود(۱۷). به منظور بدست آوردن شرایط بهینه ، یک فرایند جذب در مقیاس صنعتی و کاربردی لازم است تا مدل دقیق و مناسبی از رفتارهای دینامیکی سیستم جذب سطحی بستر ثابت بدست آید. هدف از این مطالعه حذف یون کادمیوم با جاذب تهیه شده از ساقه جو به عنوان یک جاذب ارزان به روش پیوسته می‌باشد تا شرایط بهینه برای حذف این یون (منطبق با جریان طبیعی فاضلاب) در یک ستون با بستر ثابت و جریان روبه پایین بدست آید.

روش بررسی

مواد و دستگاه‌ها :

محلول اصلی و استانداردهای یون از کادمیوم سولفات هیدارته ($3CdSO_4.8H_2O$) با درجه خلوص۹۹/۹۹ درصد(تجزیه‌ای) با استفاده ازآب مقطر دی یونیزه با هدایت الکتریکی ۲/۱µs تهیه شد. pH نمونه‌ها با محلول استیک اسید(CH_3OOH) وتوسط pHمتر دیجیتال با دقت۰/۰۱± مدل1004 ptmتنظیم شد و از جاذب تهیه شده از ساقه جو بعنوان جذب کننده یون کادمیوم در این مطالعه استفاده شد.

ستون شیشه‌ای به طول ۵۰ cm و قطر۱/۵۵cm با مخزن محلول ورودی و شیر تنظیم دبی ورودی برای برقراری جریان پیوسته استفادهگردید. کورنومتر مدل Fortex با دقت ۰/۰۱±ثانیه، ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱± مدلSartorius ED124S، الک با مش‌های۱۰ و ۱۶ و انکوباتور ساخت شرکت ایران خودساز مدلB-30استفاده شد. غلظت یون کادمیوم محلول خروجی نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Spectra AA-20 Plusاندازه گیری شد.

آماده سازی ستون جاذب:

ساقه جو ابتدا از مزارع کشاورزی بریده و پس از پاکسازی در هوای محیط و در معرض نور خورشید خشک شدند. سپس با آسیاب برقی خرد و از الک‌های با مش ۱۰ و ۱۶ عبور داده تا اندازه ذرات در محدوده ۱/۱۹ تا ۲ میلیمتر قرار گیرند. ساقه‌های سایزبندی شده را با آب مقطر شستشو و در دمای ۷۰°C در داخل انکوباتور نگهداری تا خشک و رطوبت آن گرفته شود و به وزن ثابت برسد(۱۸). ابتدا توری مشبک پلاستیکی فـشرده به

ارتفاع ۲ سانتیمتر در انتهای سطح پایین جاذب داخل ستون شیشه‌ای جهت جلوگیری از خارج شدن جاذب و بعنوان زهکش و نگهدارنده جاذب در ستون قرار دادیم. سپس ساقه‌های جو خشک و سایز بندی شده را در ستونی با عمق مشخص پر شد. قبل از پرکردن جاذب در ستون مقدار جرم جاذب به منظور تامین هریک از ارتفاع‌های۲۰cm ، ۳۰ و ۴۰ به ترتیب ۴ ، ۶ و ۸ گرم توزین شد. دانسیته جاذب جهت تمام ارتفاع‌ها یکسان و برابر با ۱۰۶/۰۴ g/L تعیین کردیم تا ضریب نفوذپذیری جاذب برای تمام آزمایش‌ها یکسان باشد. توری مشبک پلاستیکی فشرده به ارتفاع ۱ سانتیمتر بر روی سطح رویی جاذب جهت توزیع یکنواخت محلول ورودی بر روی سطح جاذب استفاده شد. جهت کاهش خطاهای احتمالی ناشی از مسدود شدن و یا کانالیزه شدن بستر، ابتدا آب مقطر دیونیزه شده به مدت نیم ساعت با جریان رو به پایین از بستر عبور داده و پس از اینکه آب مقطر به صورت کامل از بستر خارج گردید، محلول یون کادمیوم از ستون عبور داده شد (۱۹).

روش بررسی

همه آزمایش‌ها در pH برابر ۶ و در دمای آزمایشگاه ۲۷°C انجام شد. سه سری آزمایش با شرایط مختلف طراحی و انجام شد. سری اول بررسی اثر غلظت بر کارایی ستون بود. محلول با غلظت موثر ورودی یون کادمیوم ۱۰mg/l ، ۲۰ و ۳۰ با شرایط دبی ۳ ml/min ، عمق بستر ۳۰ cm را از بستر ثابت ساقه جو عبور دادیم. در مرحله دوم با شرایط غلظت اولیه یون کادمیوم ثابت برابر ۲۰mg/l ، عمق بستر ۳۰cm اثر دبی‌های مختلف ورودی۲ml/min ، ۳ و ۴ مطالعه گردید. سپس محلول یون کادمیوم با غلظت اولیه ۲۰mg/L و دبی ثابت ۳ ml/min از بستر جاذب به ارتفاع‌های ۲۰cm ، ۳۰ و ۴۰ عبور داده شد. برای کلیه مراحل فوق در فواصل زمانی هر ۳۰ دقیقه از محلول خروجی ستون ۶ میلی لیتر نمونه تهیه و مقدار یون کادمیوم نمونه‌ها را با دستگاه جذب اتمی را در طول موج ۲۲۸/۸ نانومتر، پهنای دریچه ۰/۵نانومتر اندازه‌گیری شدند. نمونه‌گیری از خروجی ستون تا زمانی که غلظت یون کادمیوم خروجی برابر غلظت یون کادمیوم ورودی باشد یا بعبارت دیگر تعادل برقرار شود، ادامه داده شد. مقدار کل یون کادمیوم وارده به ستون از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$M_{total} = Q \times t_e \times 0.001 \times C_1$$

در این رابطهM_{total} : مقدار کل یون کادمیوم که وارد ستون می‌شود (mg)، C_1 : غلظت اولیه یون کادمیوم (mg/l)، Q : دبی جریان (ml/min) وt_e : زمان خارج شده (min) است. سپس با استفاده از نتایج جذب اتمی درصد حذف یون کادمیوم وظرفیت جاذب از نسبت میزان یون کادمیوم جذب شده به جرم جاذب داخل ستون محاسبه شد(۲۰).

یافته‌ها

بررسی اثرغلظت برکارآیی ستون:

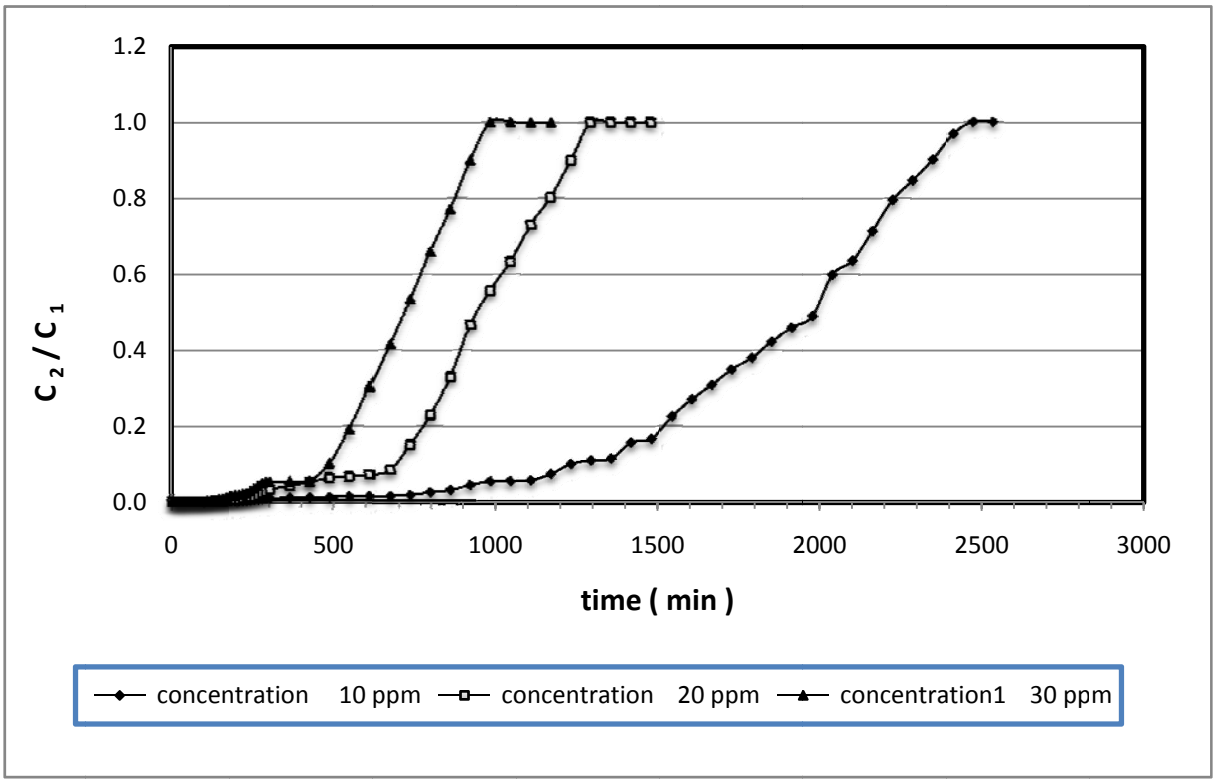
اثر غلظت‌های اولیه ۱۰mg/l ، ۲۰ و ۳۰ یون کادمیوم (Cd^{2+}) با شرایط ثابت دبی ورودی ۳ ml/min ، عمق بستر ۳۰cm بر میزان جذب یون کادمیوم در بستر ثابت جاذب ساقه جو بررسی که منحنی شکست ستون در شکل ۱ نشان داده شده است.

باتوجه به منحنی شکست ستون با جاذب ساقه جومشاهده می‌شودکه زمان رسیدن به نقاط شکست و اشباع ستون باافزایش غلظت یون کادمیوم ورودی از۱۰ به ۳۰ میلی گرم بر لیتر به ترتیب از ۱۲۳۲ به ۴۸۸ دقیقه و زمان اشباع از ۲۳۴۸ به ۹۲۲ دقیقه

کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش غلظت، درصد جذب یون کادمیوم از ۷۷/۵۶ درصد به ۷۲/۸۲ درصد کاهش یافته است. نتایج اثر غلظت‌های مختلف بر کارآیی ستون با جاذب ساقه جودر جدول ۱ آورده شده است.

بررسی اثر دبی برکارآیی ستون:

اثر دبی‌های۲ml/min ، ۳ و ۴ با شرایط ثابت غلظت اولیه ورودی یون کادمیوم ۲۰mg/l و عمق بستر ۳۰cm بر میزان جذب یون کادمیوم در بستر ثابت جاذب ساقه جو آزمایش شد.



شکل۱: اثر غلظت‌های ورودی یون کادمیوم بر منحنی شکست ستون پرشده ازجاذب ساقه جو با شرایط: دبی ورودی ml/min ۳ و عمق بستر ۳۰cm

جدول ۱:پارامترهای به دست آمده از مطالعه کارآیی ستون در غلظت‌های اولیه مختلف

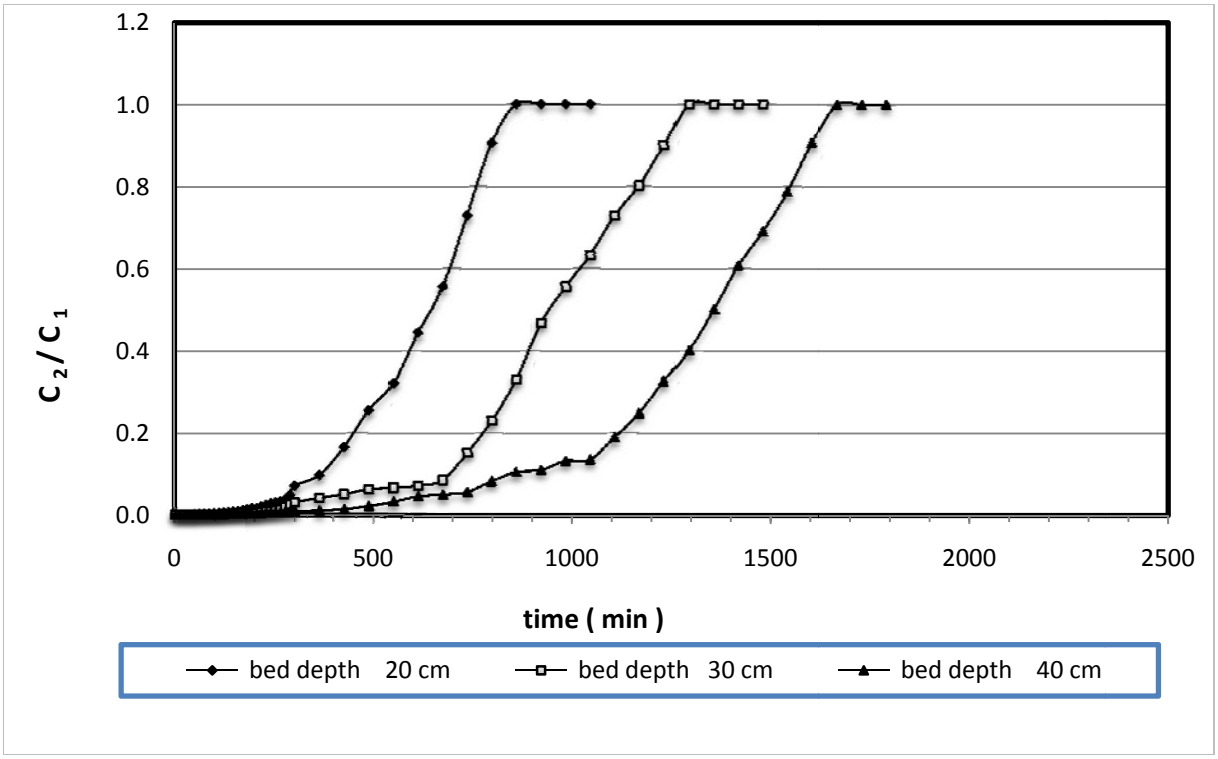
غلظت اولیه mg/l	زمان شکست (T_b) min	زمان اشباع (T_S) min	M_T mg	M_{ad} mg	q_{max} mg/g	درصد جذب یون کادمیوم
۱۰	۱۲۳۲	۲۳۴۸	۷۰/۳۱	۵۴/۵۴	۹/۰۹	۷۷/۵۶
۲۰	۶۷۴	۱۲۳۲	۷۳/۳۹	۵۴/۱۷	۹/۰۲۸	۷۳/۸۲
۳۰	۴۸۸	۹۲۲	۸۲/۹۷	۶۰/۲۴	۱۰/۰۷	۷۲/۸۲

باتوجه به نتایج، مشاهده می‌شودکه زمان رسیدن به نقاط شکست و اشباع ستون باافزایش دبی از ۲ به ۴ میلی لیتر بر دقیقه به ترتیب از ۹۹۵ به ۳۶۲ دقیقه و زمان اشباع از ۱۸۱۴ به ۹۱۵ دقیقه کاهش می‌یابد. با تغییر دبی از ۲ به ۴ میلی‌لیتر بر دقیقه، ماکزیمم جذب یون کادمیوم در واحد جرم جاذب از ۹/۵۲۳ به ۸/۸۰۳ میلی گرم بر گرم و درصد جذب کادمیوم از ۷۸/۷۴درصد به ۷۱/۹۰ درصد کاهش یافته است. داده‌های بدست آمده از اثر دبی‌های مختلف برکارآیی ستون با ساقه جو در جدول ۲ ارائه شده است.

بررسی اثر عمق برکارآیی ستون:

اثر عمق‌های۲۰،۳۰cm و ۴۰ با شرایط ثابت دبی۳ ml/ min و غلظت اولیه یون کادمیوم ۲۰mg/l بر میزان جذب یون کادمیوم در بستر ثابت جاذب ساقه جو بررسی که منحنی شکست ستون در شکل۲ نشان داده شده است.

باتوجه به منحنی شکست ستون مشاهده می‌شودکه زمان رسیدن به نقاط شکست و اشباع ستون با افزایش عمق از ۲۰ به ۴۰ سانتیمتر به ترتیب از ۳۶۴ به ۸۶۰ دقیقه و زمان اشباع از ۷۹۸ به ۱۶۰۴ دقیقه افزایش می‌یابد. با افزایش عمق بستر ، منحنی‌های شکست کشیده‌ترشده وشیب آنهاکمترمی‌شودوبه مراتب نقاط شکست واشباع ستون در زمان‌های طولانی تری اتفاق می‌افتد.



شکل۲: اثرعمق‌های بستر برمنحنی شکست ستون پرشده ازجاذب ساقه جو با شرایط : دبی۳ ml/min وغلظت ورودی یون کادمیوم ۲۰mg/l

جدول ۲: پارامترهای به دست آمده از مطالعه کارآیی ستون در دبی‌های مختلف

دبی ml/min	زمان شکست (T_b) min	زمان اشباع (T_S) min	M_T mg	M_{ad} mg	q_{max} mg/g	درصد حذف یون کادمیوم
۲	۹۹۵	۱۸۱۴	۷۲/۵۷	۵۷/۱۴	۹/۵۲۳	۷۸/۷۴
۳	۶۷۴	۱۲۳۲	۷۳/۳۹	۵۴/۱۷	۹/۰۲۸	۷۳/۸۲
۴	۳۶۲	۹۱۵	۷۳/۴۷	۵۲/۸۲	۸/۸۰۳	۷۱/۹۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتیجه مطالعه نشان داد که ماکزیمم یون کادمیوم جذب شده درشرایط دبی ml/min ۳، عمق بستر ۳۰cm و غلظت اولیه mg/l ۳۰ برابر با ۱۰/۰۷mg/g بدست آمد که در این صورت جاذب تهیه شده از ساقه جو به دلایل فراوانی آن در طبیعت، هزینه پایین آماده‌سازی، سادگی در روش تهیه، سازگاری با محیط زیست و دارا بودن ظرفیت جذب۱۰/۰۷mg/g یون کادمیوم از محلول‌های آبی می‌تواند بعنوان یک جاذب ارزان مورد استفاده در حذف این یون قرار گیرد.

شکل ۱ نشان می‌دهد که هرچه غلظت اولیه ورودی بیشترباشد، شیب منحنی‌های شکست بیشترشده وشکست بستردر طی زمان کمتری اتفاق می‌افتد. این موضوع بیانگراین نکته است که تغییردرگرادیان غلظت برزمان‌های شکست و اشباع بستراثرگذار است.می‌توان اینگونه توضیح دادکه باافزایش غلظت یون کادمیوم، تعداد بیشتری جایگاه‌های جذب درساختارجاذب توسط یون کادمیوم اشغال می‌شوند. ازاین رومی‌توان نتیجه‌گیری کردکه فرآیندجذب به غلظت یون کادمیوم ورودی به بستروابسته است. بعبارت دیگر، باافزایش غلظت اولیه ورودی، میزان بارگذاری یون کادمیوم بربسترافزایش یافته و نیروی رانش به منظورانتقال جرم بیشترمی‌شودوضمن کوتاه‌تر شدن طول ناحیه انتقال جرم، شکست بستردر زمان کوتاه‌تری اتفاق می‌افتد و همین امر موجب شده تا با افزایش غلظت از ۱۰ به ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر، ماکزیمم جذب یون کادمیوم در واحد جرم جاذب از ۹/۰۹ به۱۰/۰۷ افزایش یابد. نتایج مطالعه Mohd Azmier Ahmad و همکاران در زمینه جذب یون مس بر شلتوک برنج اصلاح شده در بستر ثابت نشان می‌دهد که زمان‌های شکست و اشباع ستون با افزایش غلظت، کاهش یافته است و مقدار ماکزیمم یون کادمیوم جذب شده در واحد جرم جاذب (q_0) با افزایش غلظت اولیه یون کادمیوم ورودی به ستون، افزایش می‌یابد(۲۱). همچنین Rao و همکاران از پودر برگ زیره (Syzygium cumini L leaf) در بسترثابت استفاده کردند. آنها بدست آوردند که زمان‌های شکست و اشباع ستون با افزایش غلظت،کاهش داشته است و مقدار ماکزیمم یون کادمیوم جذب شده در واحد جرم جاذب (q_0) با افزایش غلظت، افزایش اما درصد حذف کاهش می‌یابد(۲۲).

در ادامه مطالعه حذف یون کادمیوم با جریان پیوسته، دبی ورودی از ۲ به ۴ میلی لیتر تغییر دادیم. تغییرات غلظت خروجی ازستون بر حسب زمان در دبی‌های مختلف درجدول ۲ مشخص می‌کند که فرآیند جذب به دبی ورودی به بستروابسته است وافزایش دردبی ورودی منجر به کوتاه‌تر شدن زمان‌های شکست و اشباع بسترمی‌شود. وقتی دبی ورودی افزایش می‌یابد تعداد جایگاه‌های موجود در بستر ثابت است ولی سرعت ورود

یون‌های جذب شونده افزایش دارد. این پدیده باعث می‌شود که بین جاذب وجذب شونده تعادل برقرار نشود یا بعبارت دیگر زمان باقی ماندن یون بر روی جاذب کافی نیست. وقتی زمان ناکافی باشد ظرفیت جذب یون‌های کادمیوم بر روی جایگاه‌های جاذب کاهش می‌یابد و متقابلا راندمان حذف کاهش دارد. جدول ۲ نشان می‌دهد که در دبی ۴ میلی لیتر در دقیقه ظرفیت جاذب ۸/۸۰۳ و راندمان حذف ۷۱/۹۰ درصد است که کاهش چشم‌گیری داشته است. همچنین شکل ۲ نشان می دهد که با افزایش دبی شیب منحنی شکست ستون بیشتر و فرصت به تعادل رسیدن جاذب و یون کادمیوم در ستون حاصل نمی‌شود. این نتایج با مطالعات دیگران نیز مطابقت دارد.Nilanjana Das وهمکاران در زمینه جذب یون کادمیوم بر جاذبmacrofungus pleurotus platypus در بستر ثابت مطالعه کردند. آنها بدست آوردند که زمان‌های شکست و اشباع ستون با افزایش دبی،کاهش یافته است و مقدار ماکزیمم یون کادمیوم جذب شده در واحد جرم جاذب (q_0) با افزایش دبی ورودی به ستون، کاهش می‌یابد(۲۳).

تغییر در عمق بستر رابطه مستقیم با همه پارامترها دارد زیرا هرچه عمق بستر بیشترباشد، نسبت تعدادجایگاه‌های جذب بستر درساختارجاذب به تعداد ذرات جذب شونده یون کادمیوم افزایش می‌یابد، به طوری که در شکل ۲دیده می‌شود با افزایش عمق از ۲۰ به ۴۰ سانتیمتر، ماکزیمم جذب یون کادمیوم در واحد جرم جاذب از ۸/۶۸۳ به ۹/۵۰۴ میلی‌گرم یون کادمیوم به ازای هرگرم جاذب افزایش و درصد جذب کادمیوم از ۷۲/۲۶ درصد به ۷۸/۹۷درصد افزایش یافته است. نتایج مطالعه Nalini Sankararamakrishnan و همکاران در زمینه جذب یون کادمیوم برجاذب (Xanthated Chitosan) در بستر ثابت نشان داد که با افزایش عمق بستر از ۹ به ۱۵ سانتی‌متر در دبی ثابت راندمان حذف از ۷۱/۴ درصد به ۷۸/۱ درصد افزایش داشته و همچنین ظرفیت جذب از ۱۳۲/۳ به ۱۶۹/۸ تغییر داشته است(۲۴).

نتایج بدست آمده، نشان داد که ساقه جو یک جاذب ارزان توانایی حذف یون کادمیوم از محلول‌های آبی دارد. ظرفیت جذب به غلظت ودبی ورودی یون کادمیوم وابسته است. بیشترین جذب کادمیوم در ستون جاذب با بستر ثابت در pH برابر۶، غلظت اولیه کادمیوم۲۰ mg/l، دبی ورودی۳ml/min وعمق بستر ۴۰ سانتی متر ۷۸/۹۷ درصد بود. بنظر می‌رسد که روش جریان پیوسته برای حذف آلاینده‌ها آب وفاضلاب در مقیاس صنعتی با ارزش می‌باشد. برای بکارگیری این روش در تصفیه صنعتی لازم است تا مدل دقیق و بهینه شده در اختیار باشد. از نتایج بدست آمده می‌توان با توجه به مقدار آلودگی محلول مورد تصفیه، مقدار جاذب را محاسبه کرد وبا اعمال این شرایط بهترین درصدحذف را بدست آورد.

تقدیر و تشکر

این پایان نامه با حمایت مالی دانشکده بهداشت یزد انجام گرفته است. از کارشناسان آزمایشگاه شیمی محیط و آنالیز دستگاهی که در انجام این تحقیق از مساعدت آنها برخوردار بوده‌ام، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایم.

References

1-Rao K. S, Mohapatra M, Anand S, et al. Review on cadmium removal from aqueous solutions. International Journal of Engineering, Science and Technology 2010; 2(7); 81-103.

2-WHO Drinking water standards, Cadmium review, 2006.

3-Saikaew W, Kaewsarn P,Saikaew W;Pomelo Peel:Agricultural Waste for Biosorption of Cadmium Ions from Aqueous Solutions, World Academy of Science, Engineering and Technology;2009; 56; 287-91.

4-Lewinsky A A., Hazardous materials and wastewater: treatment, removal and analysis, NOVA Science Pub Inc, 2006; 182-276.

5-Salmani M.H, Ehrampoush M.H, Aboueian-Jahromi M, et al., ability of iron oxide nanoparticles in ion silver removal from synthetic wastewater, tolooebehdasht 2011; 29, 62-9 [Persian].

6-Cheremisinoff N. P, Handbook of water and wastewater treatment technologies; Butterworth-Heinemann, 2002; 98-153

7-Johnson T A, Jain N, Joshi H C, et al. Agricultural and agro - processing wastes as low cost adsorbents for metal removal from wastewater: A review. Journal of Scientific & Industrial Research. 2008; 67: 647- 58.

8-Mahvi A. H, Gholami F, Nasseri S. Cadmium biosorption from wastewater by Ulmus leaves and their ash, European Journal of scientific Research (2008);23(2), 197-203.

9- Singh K.K, Singh A.K, Hassan S.H, Low cost bio- sorbent ‘wheat bran ‘for the removal of cadmium from wastewater: Kinetic and equilibrium studies. Bioresource Technology, 2006; 97, 994–1001.

10-Das N, Vimala R, Karthika P. Biosorption of heavy metals - An overview. Indian Journal of Biotechnology. 2008; 7: 159-169.

11-Ahmad Khan N, Subramaniam S I, Subramaniam P. Elimination of Heavy Metals from Wastewater Using Agricultural Wastes as Adsorbents. Malaysian Journal of Science. 2004; 23: 43-51.

12- Wan Ngah W S, Hanafiah M A K M. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A review. Bioresource Technology, 2008; 99; 3935-3948.

13- Dhir B, Kumar R. Adsorption of Heavy Metals by Salvinia Biomass and Agricultural Residues. Intertional Jounal Environmental Research 2010; 4(3); 427-432.

14- Hanan E O, Reham K B, Hanan F A. Usage of some agricultural by - products in the removal of some heavy metals from industrial wastewater. Journal of Phytology 2010; 2 (3); 51-62.

15- Farooq U, Kozinski J.A, Khan M.A, AtharM, Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents – A review of the recent literature, Bioresource Technology, 2010; 101; 5043–5053.

16-Nouri L, Ghodbane I, Hamdaoui O, Chiha M;Batch sorption dynamics and equilibrium for the removal of cadmium ions from aqueous phase using wheat bran; Journal of Hazardous Materials, 2007; 149 (1); 115–125.

17- Miralles N, Valderrama C, Casas I, et al. Cadmium and Lead Removal from Aqueous Solution by Grape Stalk Wastes: Modeling of a Fixed - Bed Column. Journal Chemical Engineering. 2010; 55: 3548-3554.

18- Singh K K, Singh U, Singh P B, et al. Removal of Heavy Metals from Highway Run off Using Agricultural Waste Wheat Bran. Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research 2011; 1 (1); 9-18.

19-Ekpete O.A,Horsfall M jnr,Tarawou T.;Evaluation of Activated Carbon from Fluted Pumpkin Stem Waste for Phenol and Chlorophenol Adsorption in a Fixed – Bed Micro-Column; Journal Applied Science Environmental Management, 2011;15(1): 141 –146.

20- Muhamad H, Doan H, Lohi A. Batch and continuous fixed-bed column biosorption of Cd^{2+} and Cu^{2+} Chemical Engineering Journal. 2010; 158: 369-377.

21- YahayaN K E M, Abustana I, Latiffa M F P M, et al. Fixed- bed column study for Cu(II) removal from aqueous solutions using rice husk based activated carbon. International Journal of Engineering & Technology 2011; 11 (01): 248-250.

22-Rao K.S, Anand S, Venkateswarlu P,Modeling the kinetics of Cd(II) adsorption on Syzygium cumini L leaf powder in a fixed bed mini column, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2011; 17: 174–181.

23-Sankararamakrishnan N, Kumar P, Chauhan V S. Modeling fixed bed column for cadmium removal from electroplating wastewater. Separation and Purification Technology. 2008; 63: 213-219.

24- VimalaR , CharumathiD, Nilanjana Das. Packed bed column studies on Cd(II) removal from industrial wastewater by macrofungus Pleurotus platypus, Desalination, 2011; 275; 291–296.

Performance of Barley Stem Sorbent on Cadmium Removal from Aqueous Solution by Continuous Flow Processes

Salmani M H(Ph D Student)[1] Ehrampoush M H (PhD)[2] Masoudi H (M.Sc)[3] Ghaneian M T(PhD)[4] Askarshahi M (PhD)[5] Rahmanian R(PhD Student)[6]

1.Instructor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

2.Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

3.Corresponding Author: MSc Student in Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

4.Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University Medical Sciences, Yazd, Iran.

5. Instructor Department Biostatistics and Epidemiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

6.Ph D Student in Analytical Chemistry, Department of Chemical Technologies, Tehran, Iran

Abstract

Background: Releasing of heavy metals in the environment caused by industrialization and urban, is a concern worldwide. Cadmium ion is toxic contaminants for Humans, Animals and plants that the maximum allowable concentration in water (0.005 mg/l) is defined by WHO. Different methods for removing heavy metals have been studied. In recent years, the use of low-cost adsorbent for removal of these metals has been considered by researchers. In this study, removal of cadmium ions from aqueous solutions with continues flow method was studied by prepared adsorbent from barley stems.

Methods: This experimental- laboratory study done in 2011. Barley stem particles in the range of 1.19 to 2 mm were investigated for removal of cadmium ions with continues down-flow by a column. All tests performed at constant pH of 6 and temperature of 27°C. The effective variables such as initial concentration, adsorbent bed height and inlet flow rate was studied for removal of cadmium ions. For each trial, value of 6 ml samples was collected at every 30 minutes of the output column. Cadmium ion concentration in each sample was measured with atomic absorption spectrophotometer.

Results: Test results showed that the absorption breakthrough curve related to the studied variables. Increasing flow rate and input concentration decreases the saturation point and breakthrough time but increase the depth of adsorbent bed makes it longer. Maximum uptake of cadmium ions was obtained 10.07mg/g in a flow3ml/min, bed depth 30cm, and initial concentration 30mg/l.

Conclusion: According to obtained results, increasing flow rate decreases the maximum of uptake of cadmium ions per gram of absorbent and the absorption efficiency. The input flow 2 ml/min on the adsorbent column with Barley stem was removed cadmium ions as well and also has a large absorption capacity. It is recommended that continuous flow method with the obtained parameters in this study be used in the chemically refining process.

Keyword: Aqueous solution, Barley stem, Cadmium ion, Continuous flow, Natural sorbent