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]

۱.مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات 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 یزد تلفن تماس : ۰۹۱۷۱۵۳۴۱۰۴ Email: h.talebi@yahoo.com

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

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

طلوع بهداشت

فصلنامهٔ علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد

سال دوازدهم

شماره: دوم

تابستان۱۳۹۲

شماره مسلسل: ۳۹

تاریخ وصول: ۹۱/۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۹

چکیده

مقدمه: انتشار فلزات سنگین در محیط زیست ناشی از صنعتی شدن و شهرنشینی، یک مسئله نگران کننده در سراسر جهان می باشد. 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 توسطWHO تعیین شده است. روشهای مختلفی برای حذف فلزات سنگین مطالعه شده اما استفاده از جاذب های 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 محلول های آبی توسط جاذب تهیه شده از ساقه جو مطالعه شد.

روش بررسی : این مطالعه تجربی- 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$^{\circ}C$۲۷ 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 اوری و غلظت یون کادمیوم در هر نمونه با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

یافته ها : نتایج آزمایش ها 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 طولانی تر می کند. ماکزیمم یون کادمیوم جذب شده ۶/۸۰۸ میلی گرم بر گرم جاذب در شرایط دبی ۳ ml/min ، عمق بستر ۳۰ cm و غلظت اولیه ۳۰ mg/l بدست آمد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج بدست امده، افزایش دبی میزان ظرفیت جاذب و راندمان جذب راکاهش می یابد. از روی ستون با جاذب ساقه جو در دبی ورودی ۲ ml/min یون کادمیوم بخوبی حذف می شود و همچنین این جاذب برای کادمیوم ظرفیت جذب نسبتا بالایی دارد. لذا پیشنهاد می شود روش جریان پیوسته با پارامترهای بدست آمده در این مطالعه در فرایند تصفیه شیمیایی آب وفاضلاب بکار گرفته شود.

واژه های کلیدی: جاذب طبیعی، جریان پیوسته،ساقه جو، محلول های آبی، یون کادمیوم

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

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

انتشار فلزات سنگین در محیط زیست ناشی از صنعتی شدن و شهرنشینی ، یک مسئله نگران کننده در سراسر جهان می باشد. این آلاینده ها 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 صخره ها و فوران آتشفشان ها به مقدار کم در آب، هوا و خاک یافت و از طریق زنجیره غذایی منتقل می شود (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 می شود. به منظور پیشگیری از بروز مضرات یون کادمیوم استانداردهایی در خصوص حداکثر غلظت مجاز آن در محیط های آبی تدوین شده است. طبق جدیدترین استاندردها سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر غلظت مجاز در آب آشامیدنی ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر است(۲).این یون در فاضلاب های صنایع ذوب فلزات، آبکاری، باتریهای ذخیره ای نیکل ـ کادمیوم، آلیاژی، رنگ سازی، استخراج فلزات، کود های شیمیایی، آفت کشها، پلاستیک سازی وجود دارد(۳،۱).

روشهای مختلف فیزیکی وشیمیایی همچون ترکیب شیمیایی، تبادل یون، اسمز معکوس، الکترودیالیز، الکتروشیمایی، شناور سازی 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 می کنند. روشهای تبادل یون، تکنولوژیهای غشایی و فرایند جذب کربن فعال فوق العاده 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(۷،۶).

روش جذب سطحی با توجه به کارآیی و کاربرد آسان آنها یکی از پرکاربردترین روشها معرفی شده است که در سالهای اخیر مطالعات مختلف در زمینه حذف آلاینده ها با استفاده از انها انجام شده است (۹،۸).در این روش فلزات سنگین محلول در فاز مایع در سطح منافذ فاز جامد جذب می شوند و از فاز محلول خارج شده به فاز جامد منتقل می شود. یکی از جاذب هایی که بسیار برای جذب یون فلزات سنگین و جذب ترکیبات آلی بکار گرفته شده است زغال فعال تهیه شده از مواد گوناگون می باشد . این جاذب به علت هزینه بالایی که در مراحل تولید و احیاء آن صرف می شود بسیار گران قیمت می باشد(۱۰) .در سالهای اخیر استفاده از جاذب های ارزان قیمت مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است . جاذب های ارزان قیمت جاذب هایی هستند که به فراوانی یافت شده و در دسترس می باشند و هزینه آماده سازی آنها بسیار پایین می باشد. این جاذب ها عمدتاً از مواد زائد حاصل از فعالیت های صنعتی و بخصوص کشاورزی تهیه می شود و بیشتر پایه سلولزی دارند (۱۱،۱۲).استفاده از ساقه گندم، شلتوک برنج، خاک اره، پوست

Archive of SID

www.SID.ir

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 داده اند. سادگی تکنیک استفاده، عدم نیاز به فرایندهای فرآوری و اصلاح پیچیده ، کارآیی جذب سطحی بالا و انتخابی جهت فلزات سنگین از مزایای این جاذب ها می باشد (۱۳،۱۵).

هر چند مطالعات و آزمایش های انجام شده به روش ناپیوسته (Batch) اطلاعات دقیقی در زمینه ایزوترم جذب و ظرفیت تعادلی جاذب برای حذف آلاینده های خاص و انتخابی ارائه می دهد 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 آلاینده های مختلف از آب و فاضلاب به طور گسترده استفاده می شود. 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 می باشد تا شرایط بهینه برای حذف این یون (منطبق با جریان طبیعی فاضلاب) در یک راکتور 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(تجزیه ای) با استفاده ازآب مقطر دی یونیزه با هدایت الکتریکی ۲/۱µs تهیه شد. pH نمونه ها با محلول استیک اسید (CH_3OOH) و pHمتر دیجیتال با دقت۰۱/. ± مدل1004 ptm تنظیم شد و از جاذب تهیه شده از ساقه جو بعنوان جذب کننده یون کادمیوم در این مطالعه استفاده شد.

از یک ستون شیشه ای به طول ۵۰ cm و قطر ۱/۵۵ cm با مخزن محلول ورودی و شیر تنظیم دبی ورودی برای برقراری جریان پیوسته استفاده گردید. کورنومتر مدل FORTEX با دقت ۰۱/. ± ثانیه، ترازوی دیجیتال با دقت ۰۰۰۱/. ± مدلSartorius ED124S، الک با مش های۱۰ و ۱۶ و انکوباتور ساخت شرکت ایران خودساز مدلBاستفاده شد . غلظت یون کادمیوم محلول خروجی نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل spectra AA-20 Plus اندازه 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 و سپس با آسیاب برقی خرد و از الک های با مش ۱۰ و ۱۶ عبور داده تا اندازه ذرات در محدوده ۱/۱۹ تا ۲ میلیمتر قرار گیرند . ساقه های سایز بندی 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 فشرده به ارتفاع ۲

Archive of SID
www.SID.ir

سانتیمتر در انتهای سطح پایین جاذب داخل ستون شیشه ای جهت جلوگیری از خارج شدن جاذب و بعنوان زهکش و نگهدارنده جاذب در ستون قرار دادیم. سپس ساقه های جو خشک و سایز بندی شده را در ستونی با اندازه طولی۵۰ و عرض داخلی ۱/۵۵ سانتیمتر به عمق مشخص پر شد . قبل از پرکردن جاذب در ستون مقدار جرم جاذب به منظور تامین هر یک از ارتفاعهای۲۰ ، ۳۰ و ۴۰ سانتیمتر به ترتیب ۴ ، ۶ و ۸ گرم توزین شد. دانسیته جاذب جهت تمام ارتفاع ها 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 دی یونیزه 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 کادمیوم از ستون عبور داده شد (۱۹).

روش بررسی

همه آزمایش ها در pH برابر ۶ و در دمای آزمایشگاه ۲۷°C انجام شد. سه سری ازمایش با شرایط مختلف طراحی و انجام شد. سری اول بررسی اثر غلظت بر کارایی ستون بود. محلول با غلظت موثر ورودی یون کادمیوم ۱۰ ،۲۰ و ۳۰ میلی گرم بر لیتر با شرایط دبی ml/min ۳ ، عمق بستر cm ۳۰ 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 دبی های مختلف ورودی۲ ،۳ و ۴ میلی لیتر بر دقیقه مطالعه گردید. سپس محلول یون کادمیوم با غلظت اولیه ۲۰mg/L و دبی ثابت ml/min ۳ از بستر جاذب به ارتفاع های ۲۰ ،۳۰ و۴۰ سانتیمتر 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 نمونه ها را با دستگاه جذب اتمی را در طول موج ۲۲۸/۸ نانومتر ، پهنای دریچه ۵/ نانومتر تعیین شدند. نمونه گیری 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 . با استفاده از نتایج جذب اتمی 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 رابطه M_{total} : مقدار کل یون کادمیوم که وارد ستون می شود (mg) C_1 : غلظت اولیه یون کادمیوم (mg / l)

Q : دبی جریان (ml/min) و t_e : زمان خارج شده (min) است. سپس درصد حذف یون کادمیوم وظرفیت جاذب از نسبت میزان یون کادمیوم جذب شده به جرم جاذب داخل ستون محاسبه شد(۲۰).

یافته ها

بررسی اثرغلظت برکارایی ستون:

اثر غلظت های اولیه ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ میلی گرم بر لیتر یون کادمیوم (cd^{2+}) با شرایط ثابت دبی ورودی ml/min ۳ ، 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.

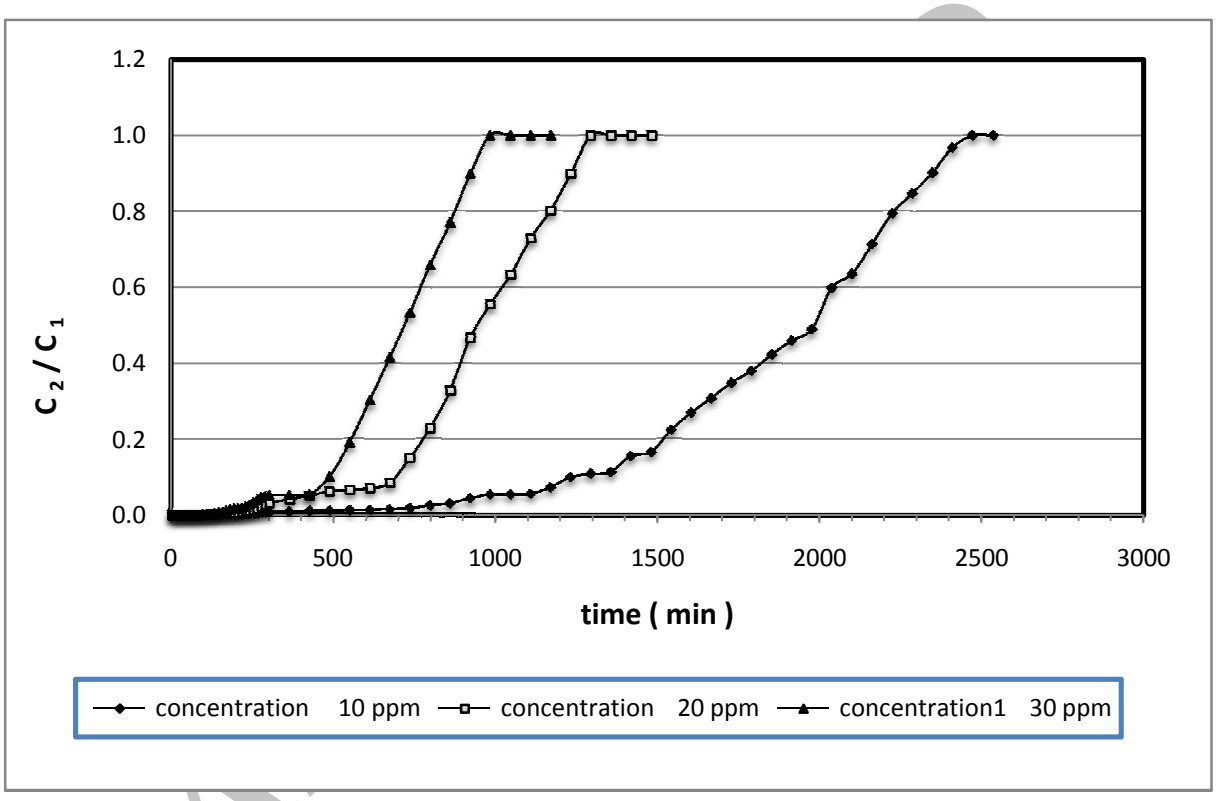
باتوجه به منحنی شکست ستون با جاذب ساقه جو مشاهده می شودکه زمان رسیدن به نقاط شکست و اشباع ستون باافزایش

Archive of SID
www.SID.ir

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 می یابد. همچنین با افزایش غلظت، درصد جذب کادمیوم از ۷۷/۵۶ درصد به ۷۲/۶۱ درصد کاهش یافته است. نتایج اثر غلظت های مختلف بر کارایی ستون با جاذب ساقه جودر جدول ۱ آورده شده است.

بررسی اثر دبی برکارایی ستون

اثر دبی های ۲ ، ۳ و ۴ میلی لیتر بر دقیقه 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. منحنی شکست این ستون در شکل۲ رسم شده است.



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

جدول ۱:پارامترهای به دست آمده از مطالعه کارایی ستون در غلظت های 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 کادمیوم
۱۰	۱۲۳۲	۲۳۴۸	۷۰/۳۱	۵۴/۵۴	۶/۰۴۸	۷۷/۵۶
۲۰	۶۷۴	۱۲۳۲	۷۳/۳۹	۵۴/۱۷	۶/۲۵۱	۷۳/۸۲
۳۰	۴۸۸	۹۲۲	۸۲/۹۷	۶۰/۲۴	۶/۸۰۸	۷۲/۶۱

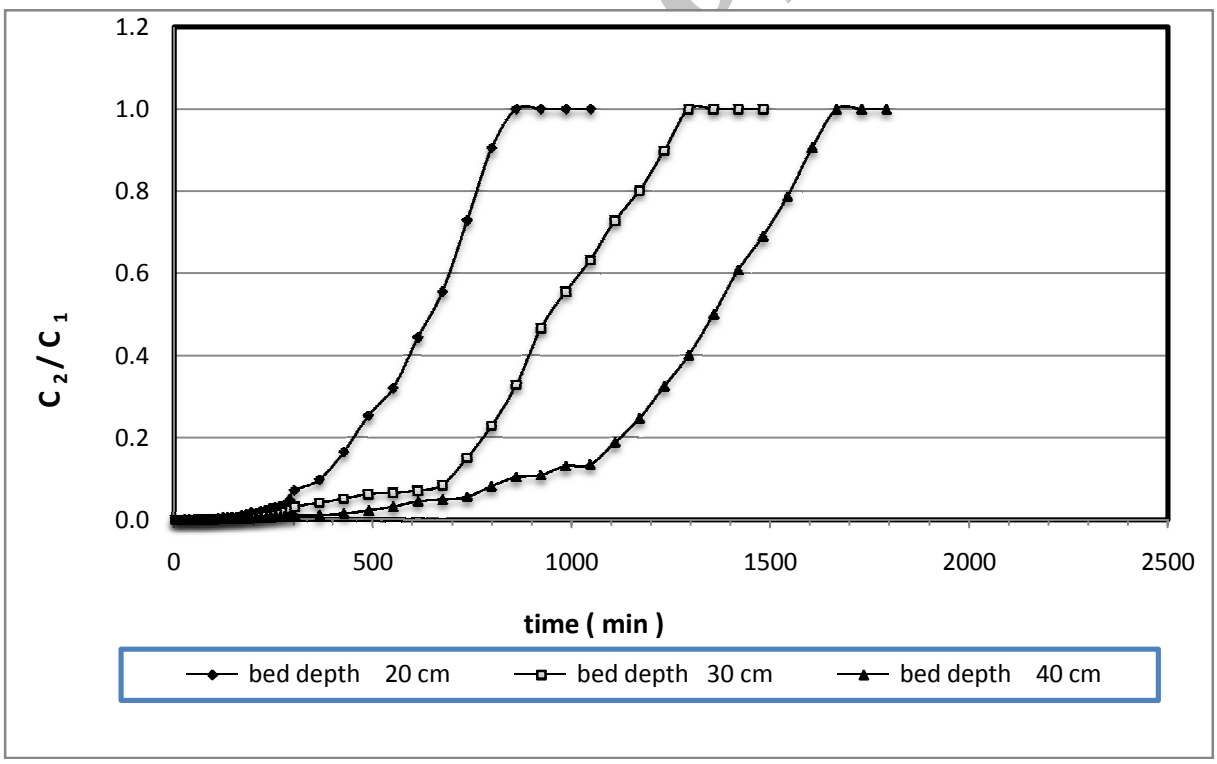
www.SID.ir

باتوجه به منحنی شکست ستون مشاهده می شودکه 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 می یابد. همچنین با تغییر دبی از ۲ به ۴ میلی لیتر بر دقیقه، ماکزیمم جذب یون کادمیوم در واحد حجم جاذب از ۶/۳۷۹ به ۵/۶۹۳ و درصد جذب کادمیوم از ۷۷/۵۶ درصد به ۷۲/۶۱ درصد کاهش یافته است .داده های بدست آمده از اثر دبی های مختلف برکارایی ستون با جاذب ساقه جو در جدول ۲ ارائه شده است.

بررسی اثر عمق برکارایی ستون:

اثر عمق های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتیمتر با شرایط ثابت دبی ml / min ۳ و غلظت اولیه یون کادمیوم ۲۰mg / l بر میزان جذب یون کادمیوم در بستر ثابت جاذب ساقه جو بررسی که منحنی شکست ستون در شکل۳ نشان داده شده است.

باتوجه به منحنی شکست ستون مشاهده می شودکه زمان رسیدن به نقاط شکست و اشباع ستون باافزایش عمق از ۲۰ به ۴۰ سانتیمتر به ترتیب از ۳۶۴ به ۸۶۰ دقیقه و زمان اشباع از ۷۹۸ به ۱۶۰۴ دقیقه افزایش می یابد . در عمق کمتر،منحنیهای شکست کشیده ترشده وشیب آنهاکمترمی شودوبه مراتب نقاط شکست واشبا ع ستون در زمان های کوتاه تری اتفاق می افتد . نتایج اثر عمق های مختلف بر عملکرد ستون با جاذب ساقه جو در جدول ۳ نشان داده شده است.



شکل۳: اثرعمق های بستر برمنحنی شکست ستون پرشده ازجاذب ساقه جو با شرایط : دبی ml / min ۳ وغلظت ورودی یون کادمیوم ۲۰mg / l

www.SID.ir

جدول ۳: پارامترهای به دست آمده از مطالعه کارایی ستون در ارتفاع بسترهای مختلف

ارتفاع بستر cm	زمان شکست (T_b) min	زمان اشباع (T_S) min	M_T mg	M_{ad} mg	q_{max} mg/g	درصد حذف کادمیوم
۲۰	۳۶۴	۷۹۸	۴۸/۰۶	۳۴/۷۳	۵/۷۷۹	۷۲/۲۶
۳۰	۶۷۴	۱۲۳۲	۷۳/۳۹	۵۴/۱۷	۶/۲۵۱	۷۳/۸۲
۴۰	۸۶۰	۱۶۰۴	۹۶/۲۸	۷۶/۰۳	۶/۷۹۰	۷۸/۹۷

بحث و نتیجه گیری

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 mg/g ۶/۸۰۸ بدست آمد که در این صورت جاذب تهیه شده از ساقه جو به دلایل فراوانی آن در طبیعت، هزینه پایین آماده سازی ، سادگی در روش تهیه، سازگاری با محیط زیست و دارا بودن ظرفیت جذب mg/g ۶/۸۰۸ یون کادمیوم از محلولهای آبی می تواند بعنوان یک جاذب ارزان مورد استفاده در حذف این یون قرار گیرد.

هر چه غلظت اولیه ورودی بیشترباشد،شیب منحنی های شکست بیشترشده وشکست بستردر طی زمان کمتری اتفاق می افتد. این موضوع بیانگراین نکته است که تغییردرگرادیان غلظت برزمانهای شکست و اشباع بستراثرگذار است (شکل ۱). می توان اینگونه توضیح دادکه با افزایش غلظت یون کادمیوم،تعداد جایگاههای جذب بیشتری در ساختار جاذب توسط یون کادمیوم اشغال میشود .ازاین رومیتوان نتیجه گیری کردکه فرایندجذب به غلظت یون کادمیوم ورودی به بستروابسته است. باافزایش غلظت اولیه ورودی،میزان بارگذاری یون کادمیوم بربسترافزایش یافته و نیروی رانش به منظورانتقال جرم بیشترمی شودوضمن کوتاهتر شدن طول ناحیه انتقال جرم ،شکست بستردرزمان کوتاهتری اتفاق می افتد و همین امر موجب شده تا با افزایش غلظت از ۱۰ به ۳۰ میلی گرم بر لیتر ، ماکزیمم جذب یون کادمیوم در واحد حجم جاذب از ۶/۰۴۸ به ۶/۸۰۸ افزایش یابد .نتایج مطالعه Mohd Azmier Ahmad و همکاران در زمینه جذب یون مس بر شلتوک برنج اصلاح شده در بستر ثابت نشان می دهد 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 می یابد(۲۱). همچنین Rao و همکاران از پودر برگ زیره (Syzygium cumini L leaf) در بسترثابت استفاده کردند. آنها بدست اوردند 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 می یابد(۲۲).

در ادامه مطالعه حذف یون کادمیوم با جریان پیوسته، دبی ورودی از ۲ به ۴ میلی لیتر تغییر دادیم. منحنی تغییرات غلظت خروجی ازستون بر حسب زمان در دبی های مختلف درشکل ۲ مشخص می کند که فرایند جذب به دبی ورودی به بستروابسته است وافزایش دردبی ورودی منجر به کوتاه تر شدن زمانهای شکست و اشباع بسترمی شود. وقتی دبی ورودی افزایش می یابد تعداد جایگاههای موجود در بستر ثابت است ولی سرعت ورود

Archive of SID

www.SID.ir

یونهای جذب شونده افزایش دارد. این پدیده باعث می شود 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 یون های کادمیوم بر روی جایگاه های جاذب کاهش می یابد و متقابلا راندمان حذف کاهش دارد. جدول ۲ نشان می دهد که در سرعت ۴ میلی لیتر در دقیقه ظرفیت جاذب ۵/۶۹۳ و راندمان حذف ۷۱/۹۰ درصد است که کاهش چشم گیری داشته است. همچنین در شکل مشخص است که شیب نمودار شکست ستون کند است و فرصت به تعادل رسیدن جاذب و یون کادمیوم در ستون حاصل نمی شود. این نتایج با مطالعات دیگران نیز مطابقت دارد. Nilanjana Das و همکاران 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 می یابد(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 می یابد، به طوری که در جدول ۳ دیده می شود با افزایش عمق از ۲۰ به ۴۰ سانتیمتر ، ماکزیمم جذب یون کادمیوم در واحد حجم جاذب از ۵/۷۷۹ به ۶/۷۹۰ میلی گرم 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 سانتی متر 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 کارایی زیاد درحذف یون کادمیوم از محلول های 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 کادمیوم ۲۰ میلی گرم بر لیتر، دبی ورودی ۲ میلی لیتر بر دقیقه و عمق بستر ۴۰ سانتی متر ۷۸/۹۷ درصد بود. بنظر می رسد که روش جریان پیوسته برای حذف آلاینده ها آب وفاضلاب در مقیاس صنعتی با ارزش می باشد. برای بکارگیری این روش در تصفیه صنعتی لازم است تا مدل دقیق و بهینه شده در اختیار باشد. از نتایج بدست آمده می توان با توجه به مقدار آلودگی محلول مورد تصفیه، مقدار جاذب را محاسبه کرد وبا اعمال این شرایط بهترین درصدحذف را بدست اورد.

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 راهنمایی و مساعدت آنها برخوردار بوده ام، صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم.

Archive of SID
www.SID.ir

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, 2006

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

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, Zare H.R, 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-Thomas Anish Johnson, Niveta Jain, H C Joshi and Shiv Prasad . Usage of some agricultural by – products in the removal of some heavy metals from industrial wastewater." A review, J. of Scientific & Industrial Research. September 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., Hasan 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-Nilanjana Das, R Vimala and P Karthika ., Biosorption of heavy metals – An overview, Indian Journal of Biotechnology, April 2008; 7: 159 –69.

11-Nasim Ahmad Khan, Shaliza Ibrahim and Piarapakaran Subramani ., 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: 3935–48

Archive of SID

www.SID.ir

13-Dhir B. Kumar R. Adsorption of Heavy Metals by Salvinia Biomass and Agricultural Residues, Int. J. Environ. Res.; summer 2010; 4(3): 427-32.

14-Hanan E. sman O, Reham K. Badwy, Hanan F. Ahmad. , 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-Umar Farooq , Janusz A . Kozinski , Misbahul Ain Khan , Makshoof Athar ., Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents – A review of the recent literature, Bioresource Technology , 2010; 10(1): 5043–53.

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: 115–25.

17-Nuria Miralles, Cesar Valderrama, Ignasi Casas, Marı a Martı nez , Antonio Florido . , Cadmium and Lead Removal from Aqueous Solution by Grape Stalk Wastes: Modeling of a Fixed-Bed Column, J. Chem. Eng. Data2010; 55: 3548–54

18-Kishor Kumar Singh , Upasana Singh , Bhanu Pratap Singh and Abhimanyu Yadav . , Removal of Heavy Metals from Highway Run off Using Agricultural Waste Wheat Bran , Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research 2011; 1 (1): 2231-60.

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; J .Appl .Sci .Environ .Manage. 2011;15 (1): 141 –6.

20- Muhamad H, Doan H, Lohi A. Bacth and Fixed-Bed column biosorption of Cd^{2+} and Cu^{2+} onto Wheat Straw, Department of Chemical Engineering, Ryerson University 350 Victoria Street, Toronto, Ontario, Canada M5B 2K3.

21-Nasehir Khan E M Yahaya, Ismail Abustan, Muhamad Faizal Pakir Mohamed Latiff, Olugbenga Solomon Bello, Mohd Azmier Ahmad. Fixed-bed column study for Cu (II) removal from aqueous solutions using rice husk based activated carbon , Inter. J.of Eng. & Tech. IJET-IJENS 2011, 11 (01), 248-52.

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, J. of Ind. and Eng. Chem., 2011; 17: 174–81.

Archive of SID

www.SID.ir

23-Nalini.Sankararamakrishnan, Pramod. Kumar, Vivek Singh. Chauhan. Modeling fixed bed column for cadmium removal from electroplating wastewater, Separation and Purification Technology, 2008; 63: 213–19.

24- Vimala R , Charumathi D, Nilanjana Das., Packed bed column studies on Cd(II) removal from industrial wastewater by macrofungus Pleurotus platypus, Desalination, 2011; 275: 291–96.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

1.Instructor and Ph.D Student, 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: M Sc 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.

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.

Method: 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, the 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 breakthrough curve absorption 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 6.808 mg/g in a flow 3ml/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

Archive of SID

www.SID.ir