بررسی راندمان جذب فلزات سنگین (مس، کادمیم و سرب) بر روی برگ گیاه زعفران در محلولهای آبی وتعیین ایزوترمهای جذب

محمد ملکوتیان[1*]، احمدرضا هراتی نژاد تربتی[2]

چکیده

زمینه و هدف: حضور فلزات سنگین در محیط و خصوصا در آب مشکلات بهداشتی زیادی به وجود می آورد. از تکنولوژی های موثر برای حذف آنها استفاده از جاذب ها است و برخی از این روشها از نقطه نظر اقتصادی، در دسترس بودن و قدرت حذف بالا بر سایر آنها مزیت دارد . هدف از این مطالعه بررسی جذب فلزات سنگین (مس، کادمیم و سرب) توسط برگ گیاه زعفران از محیط های آبی بعنوان یک جاذب در دسترس در منطقه می باشد.

روش بررسی: مطالعه تجربی است که در فاصله زمانی بهار وتابستان سال۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شد. از برگ خشک گیاه زعفران مزارع استان خراسان رضوی بعنوان جاذب استفاده شد. آزمایش ها در سیستم ناپیوسته در دمای محیط بر روی نمونه های سنتتیک و واقعی انجام شد. تاثیر پارامترهای PH محلول، دوز جاذب، غلظت اولیه فلزات سنگین و زمان تماس مورد بررسی قرار گرفته و ایزوترمهای جذب تعیین گردید. آزمایشات با دو بار تکرار انجام شد و جهت تعیین میانگین از نرم افزارspss نسخه ۱۵ استفاده گردید.

یافته ها: PH بهینه درحذف فلزات سنگین مس، کادمیم و سرب به وسیله جاذب برگ گیاه زعفران برابر۵ بود. میزان بهینه جاذب برای فلزات به ترتیب(۰/۵ ،۱/۵و۱/۵ گرم) و زمانهای تماس تعادلی (۴۵، ۹۰و۹۰ دقیقه) بدست آمد. در این شرایط بهینه راندمان حذف به ترتیب ۵۵/۷۴٪،۸۱/۸۹٪و ۸۳/۵۶٪ بدست آمد. با افزایش غلظت اولیه مس، کادمیم و سرب در محلول راندمان حذف کاهش یافت. PH نقش مهمتری در میزان جذب فلزات سنگین داشت. در نمونه های واقعی(صنعت مس شهید باهنر و باتری سازی نیرو الکترونیک کرمان) میزان بهینه جاذب (۱/۵ ،۲و۲ گرم) و زمانهای تماس (۶۰،۹۰و۹۰ دقیقه) بود. در شرایط بهینه راندمان حذف فلزات به ترتیب ۴۵/۱۲٪ ،۶۸/۷۸٪ و۷۳/۵۳٪ بدست آمد. نتایج حاصل از این مطالعه، بیشترین همبستگی را با مدل ایزوترم لانگمویر نشان داد.

نتیجه گیری: براساس نتایج بدست آمده برگ گیاه زعفران قابلیت بیشتری در جذب فلز سرب در مقایسه با مس وکادمیم دارد. ولی جذب مس و کادمیم با انرژی بیشتری صورت می گیرد. با توجه به نتایج آزمایشات و در دسترس بودن برگ گیاه در این منطقه، فصل رویش و ارزانی جاذب میتوان از این روش به عنوان یک روش کاربردی جهت حذف فلزات سنگین ازفاضلابهای صنعتی استفاده نمود .

کلید واژه ها: جذب، فلزات سنگین، برگ زعفران، محلولهای آبی

۱ - **نویسنده مسؤول:** استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط وگروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
آدرس: کرمان، ابتدای بزرگراه هفت باغ،مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت
کدپستی: ۷۶۱۶۹۱۳۵۵۵
تلفن: ۰۳۴۱-۳۲۰۵۰۷۴
فاکس: ۰۳۴۱-۳۲۰۵۱۰۵
پست الکترونیکی:
m.malakootian@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

مقدمه

آلودگی رو به افزایش فاضلاب های شهری و صنعتی به ترکیبات سمی در اثر توسعه و رشد صنایع مسئله نگران کننده ای است. فلزات سنگین به لحاظ طبیعت غیرقابل تجزیه، سمیت شدید، قابلیت تجمع و سرطان زائی نه تنها حیات موجودات آبزی را به مخاطره می اندازد بلکه آبهای پذیرنده را جهت مصارف گوناگون از جمله آشامیدن نامطلوب می سازند (۱).

فاضلاب بسیاری از فرآیندهای صنعتی همچون آبکاری، عکاسی، صنایع هوانوردی، تسهیلات انرژی اتمی وصنایع پتروشیمی در اثر تخلیه به منابع آبی آلودگی آنها را سبب می شوند. فلزات سنگین مثل سرب و کادمیم به واسطه تحریک و خاصیت تجمع پذیری، سرطان زائی و جهش زایی، حتی در غلظت های پایین نیز برای موجودات زنده تهدید جدی به شمار می روند (۲).

این فلزات غیرقابل تجزیه بوده و نسبت به تجزیه بیولوژیکی بسیار مقاومند. از عوارض نامطلوب حضور آنها در بدن می توان به اسهال، شکم درد و استفراغ شدید، شکستگی استخوان، عقیم شدن، آسیب به سیستم عصبی مرکزی، آسیب به سیستم ایمنی، ناهنجاری های روانی و آسیب احتمالی به DNA و سرطان اشاره نمود(۳،۱۰).

عملیات استخراج وفرآوری مس و استفاده وسیع این ماده درآفت کش های با پایه مس همانند هیدروکسید مس و سولفات مس برای کنترل قارچ، باکتری، بی مهرگان و جلبک به عنوان یک عامل سمیت مس برای گیاهان و آلودگی خاک مطرح است(۱۱, ۱۲).

روشهای متنوعی برای حذف فلزات سنگین شامل ته نشینی ،فیلتراسیون ،اکسیداسیون واحیا ،تبادل یونی وجداسازی غشایی وجود دارد. وقتی فلزات درحجم زیاد وغلظت کم محلول می باشند این روشها اغلب کم اثر یا گران می باشند(۱۳, ۱۴).

عبدالغنی و همکارانش در سال ۲۰۰۷ در مصردر مورد حذف سرب از محیط های آبی با استفاده از جاذب های ارزان قیمت (خاک اره) انجام دادند(۱۵).

تحقیقات زیادی روی حذف سرب از محلول آبی توسط برخی فراورده های جنبی محصولات کشاورزی مانند برگ ذرت ،خاک اره ،پوسته شلتوک اصلاح شده با اسید تارتاریک ،پوشال غله وسبوس گندم انجام یافته است(۱۶ ،۱۹).

درپژوهشهای دیگر از جمله توسط Muhammad Aqeel Ashraf و همکاران در سال ۲۰۱۱ درمالزی حذف مس ،سرب ،نیکل و روی توسط پوست گیاه موز و Lim و همکاران درسال ۲۰۱۱ در برونئی جهت حذف مس و کادمیم توسط Artocarpus odoratissimus of core وهمچنین Okafor وهمکاران در سال ۲۰۱۲ در نیجریه جهت حذف مس ،سرب ،کادمیم وآرسنیک از محلولهای آبی توسط shell Coconut انجام شد(**۲۰، ۲۲**).

در مطالعه ای توسط Patel KP و همکاران در سال ۲۰۱۳ در هند درحذف کادمیم و روی از محیط های آبی توسط دو نوع پوسته (برنج و نخود فرنگی) و همچنین Hidalgo-Vázquez A در سال ۲۰۱۱ در مکزیک جهت حذف کادمیم وسرب از محلولهای آبی توسط خاک اره درخت کاج را مورد بررسی قرار دادند(۲۳ ،۲۴).

کاربرد جاذب های ارزان طبیعی شامل مواد کربنی، زایدات کشاورزی در بسیاری ازمطالعات پیشین بررسی شده است وبه عنوان گزینه های جایگزین تکنولوژی های متداول مثل ته نشینی، تبادل یونی، استخراج غشایی برای حذف فلزات سنگین از فاضلاب صنعتی مطرح شده اند. زعفران با نام علمی Crocus sativus از تیره زنبقیان از با ارزش ترین محصولات ادویه ای و دارویی جهان است. سطح زیر کشت زعفران در استان خراسان رضوی در سال ۹۱، ۵۷ هزار هکتار معادل ۷۷ درصد کل کشور رسیده است. مطالعه اخیر با هدف بررسی راندمان جذب فلزات سنگین (مس، کادمیم و سرب) بر روی برگ گیاه زعفران در محلولهای سنتتیک و واقعی با استفاده از برگ گیاه زعفران بعنوان یک جاذب دردسترس و ارزان در منطقه مورد مطالعه می باشد .

روش بررسی

مطالعه تجربی است که در بازه زمانی بهار و تابستان(فروردین لغایت شهریور ماه) سال۱۳۹۲در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شد.

آماده سازی جاذب: با توجه به اینکه فصل رویش گیاه زعفران در نیمه دوم هر سال است برگ گیاه زعفران از مزارع زیر کشت اطراف شهرستان تربت حیدریه واقع در استان خراسان رضوی برداشت و در ظروف مناسب جمع آوری و به آزمایشگاه انتقال یافت. برگها با آب مقطر شستشو داده شد. سپس به مدت ۲۴ساعت در آون در دمای ۱۰۰

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

درجه سانتیگراد قرار گرفت تا خشک شوند. سپس برگ های خشک شده در هاون چینی خرد شده و از ۲ الک با اندازه مش ۱۰۰ و ۲۰ عبور داده شد ذرات جاذب در دو اندازه ۰/۸۵و ۰/۱۵ میلی متری دانه بندی شدند.

محلول های سنتتیک از یون های فلزات سنگین سرب، مس و کادمیم با استفاده ازنمکهای کلرورمس و نیترات سرب و نیترات کادمیم(ساخت شرکت Merck) تهیه گردید.

با توجه به حساسیت صنایع در نمونه برداری از فاضلاب با هماهنگی‌های انجام شده محلول واقعی از فاضلاب صنایع مجتمع مس شهید باهنر(مس) وباطری سازی نیرو الکترونیک (کادمیم و سرب)شهر کرمان نمونه برداری شد.

آزمایش‌های جذب روی محلول سنتتیک : در انجام مطالعه فاکتورهای موثر بر جذب زمان تماس (۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) و PH(۳، ۷،۵ و ۹) ، میزان برگ گیاه زعفران بعنوان جاذب (۰/۵ ،۱، ۱/۵ و ۲گرم) و غلظت اولیه فلزات سنگین (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم بر لیتر) در نظر گرفته شدند.کلیه آزمایش‌ها در سیستم ناپیوسته و در دمای محیط انجام شد.

جهت تعیین PH بهینه و زمان تماس تعادل میزان ۰/۲ گرم جاذب در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول سنتتیک به غلظت 30 ppm از هریک از فلزات تهیه گردید. سپس در زمان های تماس ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰دقیقه و PH های ۳، ۵، ۷ و ۹با دور اختلاط ۲۰۰ دور در دقیقه برای هر آلاینده به طور جداگانه در دمای محیط انجام شد. نمونه ها با استفاده از صافی کاغذی ۰/۴۵میکرون صاف شدند و با دستگاه جذب اتمی مدل YOUNGLIN ASS 8020 اندازه گیری گردیدند. پس از تعیین زمان های تماس تعادل و PH بهینه برای هر یک از آلاینده ها، غلظت های در نظر گرفته شده از جاذب (۰/۵ ،۱، ۱/۵ و ۲گرم) وغلظت آلاینده ها (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم بر لیتر) در شرایط بهینه مورد آزمایش قرار گرفتند. پس از صاف کردن نمونه ها نتایج توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد که در این مرحله غلظت بهینه آلاینده وجاذب تعیین گردیدند. در کلیه مراحل آزمایش جهت تنظیم PH از محلول های ۰/۱ نرمال سود و اسید سولفوریک استفاده گردید.

ایزوترمهای جذب به منظور تعریف جرم جذب شده از ماده جذب شونده به ازای واحد جرم ماده جاذب استفاده می‌شوند. جذب در یک سیستم جامد – مایع شامل حذف ماده حل شدنی از محلول و تجمع آن در سطح ماده جامد است. در این حالت بین غلظت ماده حل شدنی موجود در محلول با غلظت آن در سطح ماده جامد یک تعادل پویا وجود دارد. نسبت توزیع ماده حل شدنی بین دو فاز تابعی از غلظت ماده حل شدنی مورد نظر، غلظت و حضور حیات مواد حل شدنی رقیب حضور حیات محلول و ... می‌باشد

کارآیی حذف آلایندها با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید: $\%RE = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$ (۱)

که در این رابطه ، RE کارآیی روش مطالعه (٪)، C_0 غلظت اولیه آلاینده (mg/L) (و C_t غلظت فلز آلاینده mg/L در زمان t می باشد(۲۵).

جهت تعیین مقدار احتمالی فلزات تجمع یافته ناشی از محیط در برگ گیاه زعفران مطابق روش های استاندارد آب و فاضلاب ابتدا مقداری از برگ گیاه زعفران در دمای ۱۰۰ سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شد و سپس ۰/۵ گرم از برگ گیاه که کاملاً خرد شده را در یک بشر ریخته و مقدار ۵ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ ۱ نرمال به آن اضافه شد و سپس سوسپانسیون حاصل تا دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد در داخل کوره الکتریکی حرارت داده شد . پس از صاف نمودن با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده و به کمک دستگاه جذب اتمی مقدار فلزات سنگین موجود در برگ گیاه زعفران اندازه گیری شد.

با توجه به تعیین شرایط بهینه در نمونه های سنتتیک جهت بررسی راندمان حذف فلزات سنگین مس ،سرب و کادمیم درشرایط واقعی از فاضلاب صنایع مجتمع مس شهید باهنر(مس) وباطری سازی نیرو الکترونیک (کادمیم و سرب)شهر کرمان نمونه برداری گردید. سپس کیفیت فاضلاب در آزمایشگاه باروشهای استاندارد اندازه گیری گردید. جهت بررسی میزان حذف در نمونه های واقعی با توجه به PH بهینه در نمونه های سنتتیک با میزانهای متفاوت جاذب و زمانهای متفاوت تماس آزمایش مشابه شرایط سنتتیک انجام شد. پس از صاف نمودن غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. آزمایشات با دو بار تکرار انجام شد و جهت تعیین میانگین از نرم افزارspss نسخه ۱۸ استفاده گردید.

یافته ها

نتایج حاصل از بررسی کیفیت فاضلاب خام صنایع مس و باتری سازی در جدول ۱ نشان داده شده است.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

جدول۱: مشخصات نمونه فاضلاب خام صنایع مس و باتری سازی

کیفیت فاضلاب نوع فاضلاب	PH	سرب ppm	کادمیم ppm	مس ppm	کروم ppm	BOD mg/L	COD mg/L	TDS mg/L
مس	۴/۲۱	۱/۴	۰/۴	۵/۸۸	۰/۰۲	۶۰	۱۸۵	۲۶۰
باتری سازی	۵/۹	۵۳/۵۶	۲۰/۳۲	۲/۸	۲/۵	۱۸۰	۳۵۰	۱۱۰۰

در بررسی PH های متفاوت در جذب فلزات PH بهینه برابر ۵ بود که در PH های کمتر و بیشتر میزان جذب کاهش نشان داد.

طبق نتایج میزان جذب فلز مس در زمان ۴۵ دقیقه به تعادل رسیده که راندمان ۵۵/۶۶٪ بود که با افزایش زمان تماس تغییر قابل توجهی در میزان جذب مشاهده نشد. میزان جذب فلز سرب در ۹۰ دقیقه به تعادل می رسد اما تفاوت قابل توجهی در میزان جذب بین زمان های تعادل ۶۰ و ۹۰ دقیقه مشاهده نشد که به ترتیب ۸۹/۴٪ و ۸۹/۶۶٪ شد. در بررسی جذب فلز کادمیم در زمان ۹۰ دقیقه به تعادل رسید که میزان جذب ۷۶/۷۶٪ رسید که میزان جذب در زمان های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه به ترتیب ۷۱/۲۶٪و ۷۱/۴٪ و۷۳/۳۶٪ بودند. نتیجه آزمایش انجام شده جهت بررسی میزان فلزات سنگین سرب، کادمیم و مس در برگ گیاه زعفران به ترتیب ۱/۰۴ و ۰ و ۰/۱۸۷ ppm بود.

میزان ثابت از غلظت آلاینده ها به میزان ۵۰ppm بصورت جداگانه در PH بهینه برابر با ۵ و زمان تماس بهینه و میزان جاذب متغییر مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: میزان حذف فلزات سنگین در مقادیر متفاوت جاذب در زمان تماس تعادلی (PH بهینه برابر با ۵ و غلظت اولیه فلزات سنگین ۵۰ ppm)

فلزات سنگین	زمان تماس بهینه (دقیقه)	میزان جاذب (گرم)	غلظت نهایی فلز سنگین درنمونه سنتتیک(ppm)	میزان جذب درمحلول سنتتیک (٪)	میزان جذب در محلول واقعی (٪)
Pb^{+2}	۹۰	۰/۵	۱۰/۷۲	۷۸/۵۶	۶۵/۶۸
		۱	۱۱/۵۳	۷۶/۹۴	۶۹/۹۲
		۱/۵	۹/۹۵	۸۰/۱	۷۱/۲۶
		۲	۱۱/۲۰	۷۷/۶	۷۳/۵۳
Cu^{+2}	۴۵	۰/۵	۲۲/۱۳	۵۵/۷۴	۳۹/۱۲
		۱	۲۴/۳۸	۵۱/۲۴	۳۹/۹۵
		۱/۵	۲۴/۹۱	۵۰/۱۸	۴۱/۴۵
		۲	۲۵/۳۴	۴۹/۳۲	۴۳/۲۵
Cd^{+2}	۹۰	۰/۵	۱۶/۷۸	۶۶/۴۴	۵۶/۴۵
		۱	۱۳/۱۳	۷۳/۷۴	۵۸/۸۰
		۱/۵	۱۰/۲۵	۷۹/۵	۶۴/۷۵
		۲	۱۱/۱۰	۷۷/۸	۶۸/۷۸

با توجه به نتایج نسبت حذف فلزات سنگین در فاضلاب توسط برگ گیاه زعفران به ترتیب $Pb^{+2} > Cd^{+2} > Cu^{+2}$ می باشد.

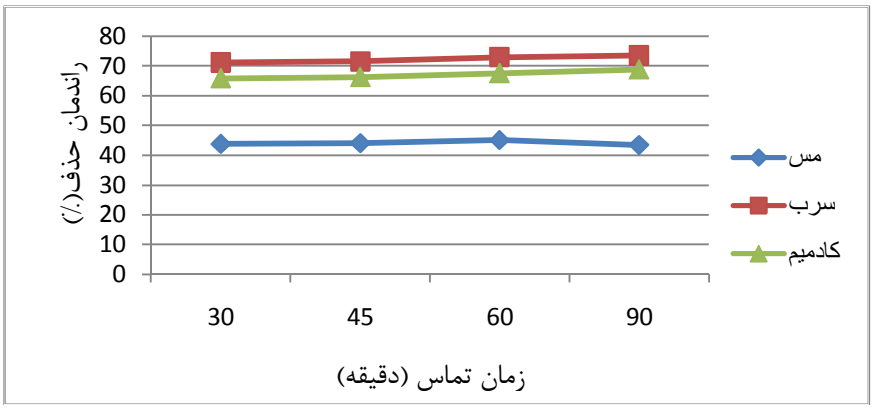
از نتایج آزمایشات چنین حاصل شد که فلز مس با توجه به زمان تعادل ۴۵ دقیقه، PH بهینه برابر ۵ ، بیشترین میزان حذف در غلظت اولیه ۵۰ ppm ، برابر با ۵۵/۷۴٪ شد و با ادامه زمان تماس در ۶۰ و ۹۰ دقیقه میزان حذف به ترتیب۵۴/۲۶٪ و ۵۲/۲۷٪ شد ودر بررسی بهترین میزان ماده جاذب ۰/۵ گرم شد و با افزایش میزان جاذب در زمان تعادلی میزان جذب به ترتیب ۵۱/۲۴٪ و ۵۰/۴۸٪و ۴۹/۳۲٪شد.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

در بررسی نتایج آزمایش فلز کادمیم، با توجه به زمان تعادل ۹۰دقیقه و PH بهینه ۵ بیشترین میزان حذف در این زمان تماس برابر با ۷۹/۵٪ شد که نتایج حذف در زمان های ۴۵،۳۰, و۶۰ دقیقه به ترتیب میزان حذف ۷۶/۵۶٪ و ۷۸/۶۶٪ و ۷۸/۵٪ شد و در بررسی میزان ماده جاذب بهترین میزان جاذب ۱/۵گرم شد.

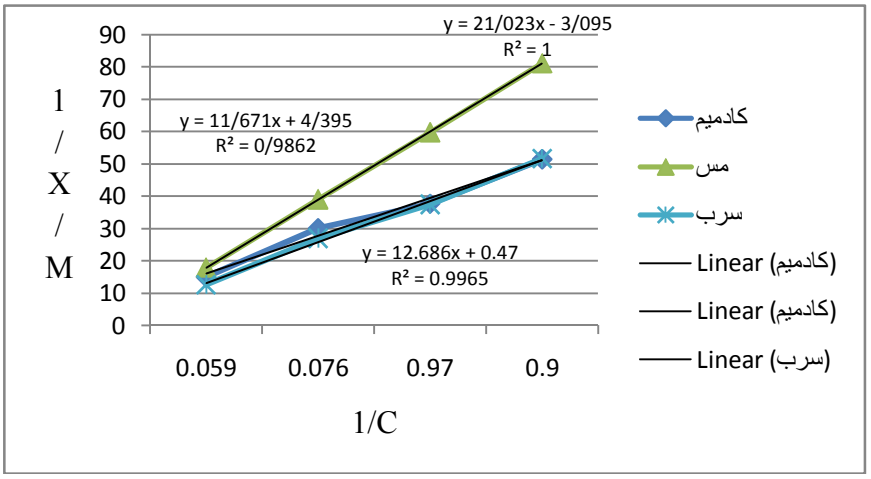
فلز سرب نیز همانند کادمیم بهترین زمان تعادلی ۹۰دقیقه و بهترین PH برابر ۵ شد. بیشترین میزان حذف در این زمان ۸۰/۱٪ شد. نتایج حذف در زمان های ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ دقیقه به ترتیب ۷۵/۷۲٪و ۷۶/۹۸٪ و ۷۹/۴۲٪ شد و بهترین میزان جاذب ۱/۵ گرم بدست آمد.

نتایج حاصل درآزمایشات واقعی درمورد فلز مس حاکی از آن بود که شرایط بهینه جاذب به ۱/۵گرم و زمان تماس به ۶۰ دقیقه افزایش یافت و میزان حذف به۴۵/۱۲٪ کاهش یافت. در مورد فلزات سرب و کادمیم نتایج چنین بود که زمان تماس بهینه ۹۰ دقیقه و میزان جاذب ۲گرم تعیین گردید . همچنین میزان جذب فلزات سرب و کادمیم به ترتیب ۷۳/۵۳ .٪و۶۸/۷۸ .٪مشاهده شد که کاهش جذب کادمیم بیشتر از سرب بودکه درنمودار۱وجدول ۲ نشان داده شده است .



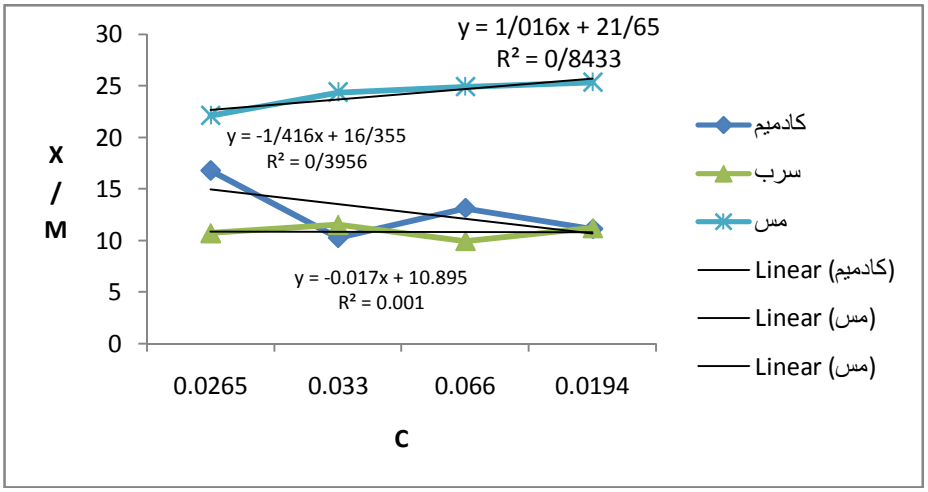
نمودار ۱: میزان حذف فلزات سنگین در شرایط واقعی بر اساس زمان تماس بهینه

جهت بررسی رفتار جاذب، ایزوترمهای جذب لانگمویر و فروندلیچ رسم گردیدند که در نمودارهای ۲و۳ نشان داده شده است وبا توجه و مشاهده نمودارها بیشترین همبستگی مربوط به ایزوترم لانگمویر مشاهده شد.



نمودار۲ : ایزو ترم جذب لانگمویرمس ،کادمیم وسرب برروی برگ گیاه زعفران

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]



نمودار ۳: ایزوترم جذب فروندلیچ مس،کادمیم وسرب بر روی برگ گیاه زعفران

بحث و نتیجه گیری

با استفاده از نتایج اثر زمان تماس بر راندمان جذب میتوان بیان کرد که با افزایش زمان تماس جاذب با محلولهای حاوی فلزات مس ، سرب و کادمیم کارایی جذب افزایش یافت. دلیل این امر افزایش تماس و برخورد بیشتر میان جسم جاذب و فلزات بود. نتایج تحقیقات Kumar و همکاران در سال ۲۰۰۹ در هند در حذف سرب از محلول سنتتیک بر روی پودر برگ درخت Bael و نتایج تحقیقات W.M.Mousaو همکاران در سال ۲۰۱۳ در مصر در حذف فلزات سنگین از محلول سنتتیک توسط شلتوک برنج با نتایج این مطالعه برای زمان تماس بهینه در جذب کادمیم وسرب همخوانی داشت. در تحقیق دیگری که توسط lim و همکاران در۲۰۱۱ در برونئی انجام شد زمان تماس بهینه در حذف مس و کادمیم از محلول سنتتیک توسط مخروط Artocarpus odoratissimus در مورد فلز کادمیم نیز همخوانی داشت(۵, ۲۱, ۲۶).

میزان pH بهینه در حذف فلزات سنگین(مس ،کادمیم وسرب) در محلول سنتتیک برابر ۵ بدست آمد دلیل این امر کارایی بالای جذب جاذبهای زیستی در محیط های اسیدی بود که در این حالت یونهای فلزی بر روی باند های مشخص شده جاذب که دارای H^+ است به خوبی جذب می گردند که با نتایج تحقیقاتی که توسط عبدالغنی و همکاران در مصر در سالهای ۲۰۰۸و ۲۰۰۷ در حذف مس ،کادمیم و سرب روی پوسته شلتوک و گیاه نیل رز و حسین گنجی دوست و همکاران در سال ۱۳۸۸ در حذف سرب از محلول سنتتیک توسط زایدات برگ چای و پوشال گندم و حذف مس توسط خاک اره و پوسته شلتوک برنج به عمل آمد همخوانی داشتند(۲۹،۲۷).

در مطالعات دیگری که توسط محمدباقر پاشازانوسی و همکاران در سال ۱۳۸۹در ایران جهت حذف فلزات سرب، مس و روی از محلول سنتتیک توسط برگ درختان پهن برگ و زوارموسوی و لطفی در ۲۰۱۲ در ایران در حذف مس و سرب از محلول سنتتیک توسط برگ درخت زیتون بررسی انجام دادند مطابقت داشت .همچنین در پژوهشی مشابه که توسط Velizar Stankovic و همکاران در سال۲۰۱۳ در صربستان در حذف مس از محلول سنتتیک توسط خاک اره درخت راش انجام شد نتایج مشابه حاصل شد(۳۲،۳۰).

مطابق نتایج بدست آمده از اثر وزن جاذب بر راندمان جذب ، با افزایش وزن جاذب کارایی حذف فلزات افزایش یافت این امر ناشی از ترکیبات سلولزی و لیگنین موجود در دیواره برگ زعفران ، سطح فعال جاذب و عوامل دینامیکی مانند افزایش میزان برخورد و افزایش باندهای آزاد بر روی جاذب است که از ایزومرهای جذب تبعیت می کند که این نتایج با تحقیقی که توسط عبدالغنی و همکاران در ۲۰۰۷در حذف مس ،کادمیم وسرب از محلول سنتتیک توسط گیاه نیل رز انجام شد در حذف سرب و کادمیم در این مطالعه همخوانی داشت(۲۷).

با افزایش غلظت اولیه فلزات چنانکه در جدول ۲ نشان داده شده کارایی حذف فلزات کاهش یافت این امر به دلیل کمتر بودن باندهای تبادل یونی می باشند که با مطالعه ای که توسط Kumar و همکاران در سال ۲۰۰۹ در هند در مورد حذف سرب در محلول سنتتیک بر روی پودر برگ درخت Bael انجام شد و همچنین با تحقیقی که توسط

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

عبدالغنی و همکاران در ۲۰۰۷در حذف مس ،کادمیم وسرب از محلول سنتتیک توسط گیاه نیـل رز انجـام شـد در حـذف سرب و کادمیم در این مطالعه همخوانی داشت(۵, ۲۷).

درتحقیقـی توسـط Muhammad Aqeel Ashraf و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مالزی درحذف مس ،سرب ،روی و نیکل توسط پوست موز انجـام شـد رانـدمان حـذف سـرب بیشتر از مس بود که با مطالعـه اخیـر همخـوانی داشـت ودر بررسی که G. Z. Kyzas و همکاران در سال۲۰۱۳ دریونـان در حذف مس از محلولهای آبی توسط زایدات قهوه انجام شد در فرایند جذب هر دو از ایزوترم لانگمویر تبعیـت مـی کـرد (۲۰, ۳۳).

از مقایسه نتایج مطالعه بر روی نمونه سـنتتیک و واقعـی مشخص شد کـه میـزان جـذب در فاضـلاب واقعـی کمتـر از فاضلاب سنتتیک است که با توجه به آنـالیز فاضـلاب واقعـی صنایع مورد نظر و وجود سایر ترکیبات رقابت کننده از جمله فلزات سنگین وسایر مواد در جذب موثر می باشند. با توجـه به فراوانی برگ گیاه زعفران در اسـتان خراسـان رضـوی کـه استفاده مناسبی نـدارد مـی تـوان در حـذف فلـزات سـنگین استفاده نمود . همچنین پیشنهاد می گردد در پژوهشی دیگر با انجام فرایند اصلاح برگ این گیاه نسبت به بررسی عملکرد حذف آلاینده ها اقدام ونتایج را مقایسه نمود .

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی است که زیر نظـر مرکـز تحقیقات مهندسی بهداشت محـیط دانشـگاه علـوم پزشـکی کرمان و با حمایت مالی معاونـت تحقیقـات و فـن آوری ایـن دانشگاه انجام یافته، بدینوسیله از مساعدتهای آنان که همـوار کننده انجام این پژوهش بوده است ، سپاسگزاری می نماید.

References:

7. Chojnacka K, Chojnacki A, Grecka H. Biosorption of Cr3+, Cd 2+ and Cu 2+ ions by blue“green algae Spirulina.: kinetics, equilibrium and the mechanism of the process. Chemosphere. 2005;59(1):75-84.

8. AjayKumar AV, Darwish NA, Hilal N. Study of various parameters in the biosorption of heavy metals on activated sludge. World Appl Sci J. 2009;5(Special Issue for Environment):32-40.

9. Vijayaraghavan K, Raj Jegan J, Palanivelu K, Velan M. Copper removal from aqueous solution by marine green alga Ulva reticulata. Electronic Journal of Biotechnology. 2004;7(1):47-54.

10. Zeid AAA, Hassanein WA, Salama HM, Fahd GAA. Biosorption of some heavy metal ions using bacterial species isolated from agriculture waste water drains in Egypt. J of Appl Sci Research. 2009;5(4):372-83.

11. Juang K-W, Lai H-Y, Chen B-C. Coupling bioaccumulation and phytotoxicity to predict copper removal by switchgrass grown hydroponically. Ecotoxicology.20(4):827-35.

12. Guo G, Yuan T, Wang W, Li D, Cheng J, Gao Y, et al. Bioavailability, mobility, and toxicity of Cu in soils around the Dexing Cu mine in China. Environmental geochemistry and health.33(2):217-24.

13. Blanco A, Sanz B, Llama MJ, Serra JL. Biosorption of heavy metals to immobilised Phormidium laminosum biomass. Journal of Biotechnology. 1999;69(2):227-40.

1. Ulmanu M, Marañón E, Fernández Y, Castrillón L, Anger I, Dumitriu D. Removal of copper and cadmium ions from diluted aqueous solutions by low cost and waste material adsorbents. Water, Air, and Soil Pollution. 2003;142(1-4):357-73.

2. Holan ZR, Volesky B. Biosorption of lead and nickel by biomass of marine algae. Biotechnology and Bioengineering. 1994;43(11):1001-9.

3. Sari A, Tuzen M. Biosorption of cadmium (II) from aqueous solution by red algae (Ceramium virgatum): equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. Journal of hazardous materials. 2008;157(2-3):448.

4. Vilar VJP, Loureiro JM, Botelho Cl, Boaventura RAR. Continuous biosorption of Pb/Cu and Pb/Cd in fixed-bed column using algae Gelidium and granulated agar extraction algal waste. Journal of hazardous materials. 2008;154(1):1173-82.

5. Kumar YP, King P, Prasad V. Removal of copper from aqueous solution using Ulva fasciata sp.-A marine green algae. Journal of hazardous materials. 2006;137(1):367-73.

6. Kaewsarn P, Yu Q. Cadmium (II) removal from aqueous solutions by pre-treated biomass of marine alga Padina. Environmental Pollution. 2001;112(2):209-13.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

14. Lee HS, Suh JH. Continuous biosorption of heavy metal ions by Ca-loadedlaminaria japonica in fixed bed column. Korean Journal of Chemical Engineering. 2000;17(4):477-9.

15. Abdel-Ghani N, Hefny M, El-Chaghaby GA. Removal of lead from aqueous solution using low cost abundantly available adsorbents. Int Journal Environment Science Tech. 2007;4(1):67-73.

16. Babarinde NAA, Babalola JO, Sanni RA. Biosorption of lead ions from aqueous solution by maize leaf. Int J Phys Sci. 2006;1(1):23-6.

17. Farajzadeh MA, Monji AB. Adsorption characteristics of wheat bran to wards heavy metal cations. Separation and purification technology. 2004;38(3):197-207.[origin farsi]

18. Han R, Zhang J, Zou W, Shi J, Liu H. Equilibrium biosorption isotherm for lead ion on chaff. Journal of hazardous materials. 2005;125(1):266-71.

19. Wong KK, Lee CK, Low KS, Haron MJ. Removal of Cu and Pb by tartaric acid modified rice husk from aqueous solutions. Chemosphere. 2003;50(1):23-8.

20. Ashraf MA, Wajid A, Mahmood K, Maah MJ, Yusoff I. Low cost biosorbent banana peel (Musa sapientum) for the removal of heavy metals. Scientific Research and Essays. 2011;6(19):4055-64.

21. Lim LB, Priyantha N, Tennakoon D, Dahri MK. Biosorption of cadmium (II) and copper (II) ions from aqueous solution by core of Artocarpus odoratissimus. Environmental Science and Pollution Research. 2012;19(8):3250-6.

22. Okafor P, Okon P, Daniel E, Ebenso E. Adsorption Capacity of Coconut (Cocos nucifera L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions. Int J Electrochem Sci. 2012;7:12354-69.

23. Patel KP, Tank S, Patel KM, Patel P. Removal of Cadmium and Zinc Ions From Aqueous Solution By Using Two Type of Husks. APCBEE Procedia. 2013;5:141-4.

24. Hidalgo-Vázquez A, Alfaro-Cuevas-Villanueva R, Márquez-Benavides L, Cortés-Martínez R. Camium and lead removal from aqueous solutions using pine sawdust as biosorbent. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation. 2011;6(4).

25. Weber WJ. Physicochemical processes for water quality control: Wiley Interscience; 1972.

26. Mousa W, Soliman S, El-Bialy A, Shier HA. Removal of some Heavy Metals from Aqueous Solution Using Rice Straw. Journal of Applied Sciences Research. 2013;9(3):1696-701.

27. Abdel-Ghani N, Elchaghaby G. Influence of operating conditions on the removal of Cu, Zn, Cd and Pb ions from wastewater by adsorption. Int Journal Environment Science Tech. 2007;4(4):451-6.

28. Abdel-Ghani and NE-D, El-Chaghaby GA. The use of low cost and environment friendly materials for the removal of heavy metals from aqueous solutions. Current World Environment. 2008;3(1):31-8.

29. Raftari H, Moazami H, Ganjidoust H, Ayati B. Effect of natural absorbents on copper and lead removal. Environmental science. 2011;8(3):97-108. .[origin farsi]

30. Pasha zanousi M, Raiesi M, Kord B. The capacity of tree leaves to remove of metal ion from waste water (Case study : Kojur of nowshahr area). Journal of science and techniques in natural resources 2010.

31. Zavvar Mousavi H, Lotfi Z. Adsorption of heavy metal ions on olive leaves: Equilibrium and kinetic studies. Journal of Applied Chemistry. 2012;7(23):49-56.[origin farsi].

32. Božić D, Gorgievski M, Stanković V, Štrbac N, Šerbula S, Petrović N. Adsorption of heavy metal ions by beech sawdust–Kinetics, mechanism and equilibrium of the process. Ecological Engineering. 2013;58:202-6.

33. Kyzas G, Bikiaris D, Kostoglou M, Lazaridis N, editors. Copper removal from aqueous systems with coffee wastes as low-cost materials. E3S Web of Conferences; 2013: EDP Sciences.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]

Survey Efficiency of Heavy Metals Adsorption (Cu, Cd and Pb) in Aqueous Solution on the Saffron Leaves and Determine the Adsorption Isotherms

Malakootian M[1] , Harati Nezhad Torbati Ar [2]

*1-**Corresponding Author:** Professor of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran*
***Email:** m.malakootian@yahoo.com*
Tel:+98 341-3205074

2-MSc student in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

Abstract

Background: The presence of heavy metals in the environment, especially in the water creates many health problems. Effective technology for the removal of some of the other methods that are attractive from an economic standpoint, the availability and high power in remove the rest of their advantages. The aim of this study was to investigate the uptake of heavy metals (Cu , Cd and Pb) by the saffron leaves of the aquatic environment in the area is available as an absorbent.

Materials & Methods: An experimental study in the spring and summer in 2013 in Environmental Health Engineering Research Center of Kerman University of medical was performed. Plantations of Razavi Khorasan dried saffron leaves were used as absorbents. Batch experiments were performed at room temperature on a synthetic and real sample. The effects of PH solution, absorbent dose, contact time, initial concentration of heavy metals absorption isotherms were determined and discussed. Experiments were performed in duplicate, to determine of mean was used the SPSS version 15.

Results: PH optimal removal of heavy metals copper, cadmium and lead saffron leaves the absorber was 5. The optimum absorbent for metals (0.5, 1.5 and 1.5 g) and the equilibrium contact times (45, 90 and 90 min), respectively. The optimum conditions for the removal of the 55.75 %, 81.89 % and 83.56 %, respectively. With increasing initial concentrations of copper, cadmium and lead in solution, the removal efficiency decreased. PH was important for the uptake of heavy metals. In actual samples (Martyr Bahonar Copper Industries and battery niruelectronics) optimal amount of adsorbent (1.5, 2and 2 g) and contact times (60, 90, and 90 minutes) respectively. The optimum conditions for the removal of metals, 45.12 %, 68.78 % and 73.53 % respectively. Results from this study showed the highest correlation with the Langmuir isotherm model.

Conclusion: The results of the saffron plant leaves absorb more lead than copper metal, copper and cadmium but with more energy will be absorbed. Readily available plant leaves in area and inexpensive absorbent according to the results of this method can be as a practical method to remove heavy metals from industrial waste water can be used.

Keywords: Adsorption, Heavy metal, Saffron leaves, aqueous solutions

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2026-10-17]