

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

دوره ترمین

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

دوره ترمین

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دوره ترمین

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

حذف کادمیوم از محلول های آبی توسط نانورس

هادی معاضد^۱، فرزانه معتمدی^۲، نعمت اله جعفرزاده حقیقی فرد^۳، نادر حسینی زارع^۴.

1. دانشیار گروه مهندسی عمران- محیط زیست، دانشگاه شهید چمران، اهواز
2. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست، دانشگاه شهید چمران، اهواز
3. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوریهای زیست محیطی، دانشگاه جندی شاپور، اهواز
4. کارشناس ارشد خاکشناسی، مدیر امور آزمایشگاه های منابع آب و خاک و رسوب سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

در سال های اخیر نگرانی در مورد آثار دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده های زیست محیطی افزایش یافته است. رس ها نقش مهمی در محیط زیست با تنظیم طبیعی آلاینده به وسیله دریافت بالای کاتیون ها و آنیون ها از طریق تبادل کاتیونی یا جذب سطحی و یا هر دو بازی می کنند. هدف از بررسی مواد در مقیاس نانو، یافتن طبقه ی جدیدی از مصالح با عملکردهای نوین است، که آن ها را می توان به عنوان مصالحی با عملکرد ویژه و چند منظوره بیان نمود. در این تحقیق، حذف کادمیوم از محیط آبی توسط نانورس به عنوان تابعی از زمان تماس، pH، غلظت کادمیوم و مقدار نانورس در سیستم ناپیوسته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که pH بهینه جذب برای نانورس در غلظت 1000 میلی گرم بر لیتر برابر با 5.5 و زمان تماس بهینه 20 دقیقه می باشد. با افزایش غلظت یون های کادمیوم و کاهش مقدار جاذب، ظرفیت جذب افزایش و بازه جذب کاهش یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که نانورس دارای مزایایی از قبیل کارایی حذف در غلظت های بالا و زمان واکنش کوتاه می باشد و می تواند به عنوان یک روش مؤثر در حذف کادمیوم از محلول های آبی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: نانورس - کادمیوم - محلول آبی - جذب

1 دانشیار گروه مهندسی عمران- محیط زیست، دانشگاه شهید چمران، اهواز (hmoazed955@yahoo.com)
2 دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست، دانشگاه شهید چمران، اهواز (motamedi.farzane@gmail.com)

4 مقدمه

در سال های اخیر نگرانی در مورد آثار دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده های زیست محیطی افزایش یافته است. کادمیوم، مس، سرب، جیوه، نیکل و روی جزء خطرناک ترین آلاینده ها به شمار می روند، و در فهرست آلاینده های اولویت دار¹ سازمان حفاظت محیط زیست امریکا² قرار دارند. منابع این فلزات شامل فاضلاب های صنعتی و خانگی، اتمسفر، رواناب و لیتوسفر می باشد [1].

فلزات سنگین به دلیل خاصیت غیر قابل تجزیه بودن، پایداری و تجمع پذیری در مقادیر کم نیز سمی و به عنوان یکی از نگرانی های عمده ی زیست محیطی به شمار می آیند [2,4]. سمی بودن در سطوح بسیار کم منجر به اثرات سوء بر سلامت است که با قرار گرفتن در معرض سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک حاصل می شود. طیف وسیعی از صنایع (استخراج معادن، پردازش فلزات، آبکاری، الکترونیک و ...) باعث رها سازی این فلزات به محیط زیست می شوند در مقادیری که می تواند سلامت انسان را به خطر اندازد. بنابراین عمل تصفیه فاضلاب قبل از تخلیه آن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است [3,4].

محدودیت های سخت گیرانه در تخلیه فلزات سنگین و همچنین پیچیدگی فاضلاب ها، فرآیند تصفیه فاضلاب را مشکل تر می کند. علاوه بر این، مواد آلی حل شده و جذب شده مانند اسید هیومیک در محیط های آبی طبیعی وجود دارد. این مواد شامل اجزاء مختلفی از قبیل کینون، فنل، کاتکول و نیمه قند می باشند که نقش مهمی در کنترل رفتارهای فیزیکی شیمیایی یون های فلزی ایفا می کنند و بنابراین اصلاح فلزات مستلزم حضور چنین مواد آلی می باشد [4,5].

کادمیوم و سرب به دلیل استفاده گسترده از آن ها در اکثر آلاینده های فلزات سنگین وجود دارند. آن ها به دلیل اثرات سمی خود توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. کادمیوم به طور گسترده ای در باتری ها و رنگدانه ها استفاده می شود به عنوان یک ماده ی سرطانزا و عامل بیماری ایتای - ایتای شناخته شده است. غلظت بالای فلزات سنگین در رسوبات باعث آزاد شدن آن ها در آب و در نتیجه به خطر انداختن موجودات آبی و سلامت انسان می شود [6].

جذب به عنوان یک روش مؤثر، کارآمد و اقتصادی برای تصفیه آب مطرح می باشد. از آن جا که عملکرد جذب سطحی به طور مستقیم وابسته به کیفیت و مقرون به صرفه بودن جاذب می باشد، در دهه ی گذشته بهبود مستمری در توسعه ی مؤثر جاذب های اصیل مانند کربن فعال، زئولیت ها، کانی های رسی، کیتوزان، لیگنوسلولوزها، مواد معدنی طبیعی، پلیمرهای عاملدار شده و ... بوجود آمده است [4].

جهان هیجان انگیز نانو، زندگی تازه ای را برای مواد قدیمی ایجاد کرده است. محصولات زیادی که به ظاهر به نقطه اوج خود رسیده بودند با حضور نانومواد توسعه جدیدی را آغاز کردند. بعضی از سودهای آن از قبیل، محافظت در مقابل اشعه فرابنفش، افزایش مقاومت، ضد باکتری ها، ضد قارچ ها، در سراسر جهان، هزاران سود را برای مصرف کنندگان ایجاد کرده است. نانوتکنولوژی، فناوری نوظهور و یکی از اجزای کلیدی پیشرفت های فنی قرن حاضر است. بکارگیری مواد با ساختارهای بر پایه ابعاد نانومتری، از قبل ما را به سمت توسعه و ارائه راه حل های نویدبخش برای تولید محصولات برتر در آینده، رهنمون ساخته است [9].

رس ها نقش مهمی در محیط زیست با تنظیم طبیعی آلاینده به وسیله دریافت بالای کاتیون ها و آنیون ها از طریق تبادل کاتیونی یا جذب سطحی و یا هر دو بازی می کنند. بنابراین، رس ها همواره در حال تبادل کاتیون ها و آنیون های نگه داشته شده

¹ Priority pollutants

² Environmental Protection Agency (EPA)



در سطح هستند برجسته ترین کاتیون ها و آنیون های یافته شده در سطح رس ها Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , K^+ , NH_4^+ , Na^+ و شامل NO_3^- , PO_4^{3-} , CL^- , SO_4^{2-} است. این یون ها می توانند نسبتاً آزاد با دیگر یون ها بدون تأثیر بر ساختار سازه کانی رسی تبادل داشته باشند [9].

یکی از نانومواد که مقدار زیادی درباره آن تحقیق شده است و در امور تجاری کاربرد فراوان دارد نانو ذرات رسی می باشد. نانورس ها، پودرهای رسی هستند که به مقدار زیادی تصفیه شده و به عنوان یک ماده افزودنی برای افزایش مقاومت، مقابله در برابر اشعه فرابنفش، افزایش مقاومت حرارتی، بازدارنده شعله، جذب آلاینده های موجود در محیط زیست و در بعضی مواقع خواص ضد باکتری استفاده می شود. نانوذرات رسی به صورت گسترده در صنعت پلاستیک سازی استفاده می شوند و زمینه های وسیعی را در لوازم آرایشی، سفال گری و پوشش ها ایجاد کرده اند. در ضمن نانوذرات رسی یک جسم مرکب معدنی ایمن است [9,10].

نانو مواد یک کارکرد نویدبخشی را در محیط های مختلف به دلیل سطح مخصوص بالا، واکنش پذیری و توانایی شان در پراکنده شدن در محلول های آبی مطرح می کند. نانو مواد معمولاً نمایش واکنش بالاتر و توانایی جذب بیشتر نسبت به همان مواد با اندازه ی طبیعی می باشند [6,7,8].

2 مواد و روش ها

در این پژوهش، از نانورس صنعتی استفاده شده است. هدف از این انتخاب تعیین قابلیت جذب و نگهداری فلز سنگین کادمیوم توسط نانوذرات رسی می باشد. بدین منظور از نانو ماده رسی اصلاح شده با نام تجاری کلوزایت Na^+ استفاده شده است. این نانورس از شرکت "تولید رس جنوب امریکا" تهیه شده است. برای ساخت محلول استاندارد کادمیوم از نیترات کادمیوم $(Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O)$ استفاده شد که محصول شرکت مرک می باشد. از آب مقطر یک بار تقطیر در آزمایش ها و رقیق سازی ها استفاده شده است. تمام محلول های آزمایش به طور مصنوعی با استفاده از نمک نیترات کادمیوم و آب دیونیزه تهیه شدند. pH اولیه محلول های مصنوعی با استفاده از HCL و NaOH رقیق و به وسیله یک pH متر در مقادیر دلخواه تنظیم شد. تمام آزمایش ها در دمای ثابت و در محدوده 20 ± 2 انجام گرفت.

دستگاه های مورد استفاده در این تحقیق شامل لرزاننده الکتریکی، دستگاه سانتریفیوژ، pH متر، ترازوی دیجیتال با دقت 0.001 گرم و دستگاه جذب اتمی می باشند. اندازه گیری سطح مخصوص خاک (SSA) با استفاده از محلول EGME انجام شد. برای تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC)، از محلول باریم کلراید استفاده شد. در جدول زیر برخی مشخصات جاذب مورد مطالعه آورده شده است [11].

جدول شماره 1. [11]

Physical and geo-environmental engineering properties	Cloisite Na^+
pH (1:10 ; soil : water)	10.03
Carbonate content (%)	0
Organic content (%)	6
Organic modifier	-
Modifier Concentration	-
Surface Area ($m^2 / kg \cdot 10^{-3}$)	524.8 ± 5
CEC (cmol / kg soil)	Na^+ 47.02 Ca^{+2} 2.68 Mg^{+2} 0.58 K^+ 0.88
	Total: 51.16
Gs	2.86
Classification	CH



Mineral Composition

Montmorillonite

2 4 آزمایش های جذب

تمام آزمایش های جذب در سیستم ناپیوسته¹ انجام گردید. آزمایش ها در دمای 20 ± 2 درجه سانتیگراد و در ظروف پلی پروپیلن 100 میلی لیتری به عنوان ظرف واکنش انجام شد. تأثیر فاکتورهای pH، زمان تماس، مقدار جاذب و غلظت محلول کادمیوم بر کارایی حذف و ظرفیت جذب نانورس مورد بررسی قرار گرفت. در هر مرحله با ثابت نگهداشتن تمامی پارامترها و تغییر دادن یکی از آنها اثر پارامتر مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور دستیابی به pH بهینه جذب، مقدار 1 گرم جاذب در ظروف پلی پروپیلن حاوی 50 میلی لیتر محلول فلزی با غلظت اولیه 1000 میلی گرم بر لیتر ریخته شد، سپس pH آنها در دامنه 2 تا 8 تنظیم شد و به مدت 24 ساعت در دمای 20 ± 2 درجه سانتیگراد با سرعت 150 دور در دقیقه روی شیکر قرار داده شدند.

برای مطالعه اثر زمان تماس محلول فلزی با جاذب بر راندمان جذب کادمیوم، مقدار 1 گرم جاذب در ظروف پلی پروپیلن حاوی 50 میلی لیتر محلول فلزی با غلظت اولیه 1000 میلی گرم بر لیتر ریخته شد. pH محلولها بر روی مقدار بهینه تنظیم و برای مدت زمانهای 5 تا 360 دقیقه بر روی شیکر با سرعت 150 دور در دقیقه گذاشته شدند.

به منظور مطالعه اثر مقدار جاذب بر راندمان جذب کادمیوم مقدار 1 تا 20 گرم بر لیتر جاذب در 50 میلی لیتر محلول با غلظت های 100، 200، 500 و 1000 میلی گرم بر لیتر ریخته شد. pH محلولها بر روی مقدار بهینه تنظیم و برای مدت زمان بهینه بر روی شیکر با سرعت 150 دور در دقیقه گذاشته شدند.

اثر پارامترهای مذکور با ثابت نگه داشتن تمامی پارامترها و تغییر دادن یکی از آنها مورد بررسی قرار می گرفت. در طول زمان واکنش، ظرف بر روی دستگاه لرزاننده با سرعت 150 دور در دقیقه قرار گرفت و پس از اتمام زمان واکنش، جاذب توسط دستگاه سانتریفیوژ از محلول جدا گردید. سپس فاز مایع رویی ظرف برداشته شد و غلظت باقیمانده یون فلز کادمیوم با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله ای مدل AA220 ساخت شرکت Varian کشور استرالیا اندازه گیری شد.

برای محاسبه بازده جذب نانورس از رابطه (1) و ظرفیت جذب تعادلی آن از رابطه (2) استفاده شد.

$$E_a = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

$$q = \frac{C_0 - C_t}{m} V \quad (2)$$

که در آن E_a بازده جذب، q مقدار یون جذب شده، C_0 غلظت اولیه یون فلز در محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر و C_t غلظت ثانویه یون فلز در محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر، m جرم جاذب بر حسب گرم و V حجم محلول بر حسب لیتر می باشد.

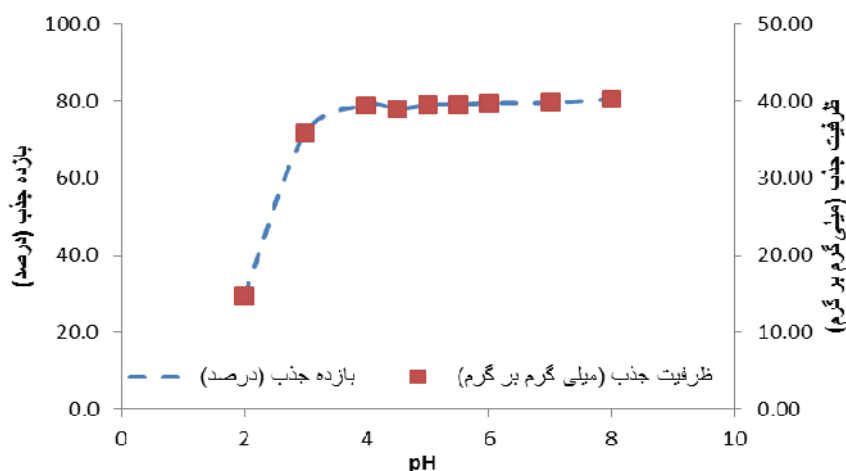
3 نتایج و بحث

3 4 اثر pH

¹ Batch

در مرحله اول غلظت کادمیوم، مقدار جاذب و زمان تماس به عنوان فاکتورهای ثابت در نظر گرفته شد و تأثیر pH مورد بررسی قرار گرفت. pH از مهمترین متغیرهایی است که در آزمایش های جذب مورد بررسی قرار می گیرد زیرا اغلب اثرات چشمگیری در جذب یون های فلزی دارد.

نتایج حاصل از تأثیر pH بر جذب یون کادمیوم در شکل 1 نشان داده شده است. نتایج کادمیوم توسط نانورس یک افزایش پیوسته و تدریجی را نشان داد. حداقل ظرفیت و بازده جذب به ترتیب برابر با 14.78 میلی گرم بر گرم و 29.6 درصد و در pH = 2 اتفاق افتاده است. با افزایش pH ظرفیت و بازده جذب کادمیوم افزایش یافت به طوری که در pH = 5.5 بازده و ظرفیت جذب به حداکثر مقدار و به ترتیب 79.1 درصد و 39.55 میلی گرم بر گرم رسید. سپس در pH های بالاتر بازده و ظرفیت جذب تقریباً ثابت ماند. لذا pH = 5.5 به عنوان pH بهینه انتخاب گردید. در pH های 2، 3 و 4 افزایش یون هیدروژن باعث رقابت بیشتر H^+ با کاتیون های محلول گردیده و H^+ به جای یون های فلزی جذب می گردد و در نتیجه بازده و ظرفیت جذب کاهش می یابد. نتایج به دست آمده در این قسمت از پژوهش، با مطالعات هفن و همکاران¹، گوپتا و همکاران²، متیالاگان و ویراراقوان³ مطابقت دارد [12,13,14].



شکل 4 تأثیر تغییرات pH محلول بر بازده و ظرفیت جذب (مقدار جاذب: 1 گرم، غلظت کادمیوم: 1000 میلی گرم در لیتر و زمان تماس: 24 ساعت)

3.2 اثر زمان تماس

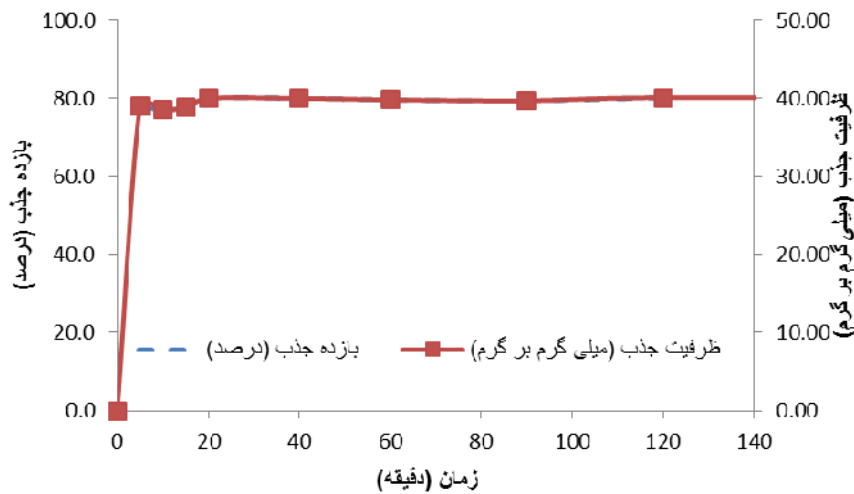
طبیعتاً با افزایش زمان تماس، و افزایش فرصت و شانس برخورد یون های فلزی با جاذب، مقدار جذب افزایش می یابد [15]. در زمان های اولیه سرعت جذب بسیار بالاست. به طوری که در 5 دقیقه اول بیش از 78 درصد و در 20 دقیقه 80 درصد

کادمیوم از محلول جدا گردید. نتایج نشان داد که با گذشت زمان، بازده و ظرفیت جذب افزایش اما شدت جذب کاهش یافت تا این که بعد از 20 دقیقه زمان تماس، بازده و ظرفیت جذب به ترتیب به 80 درصد و 40 میلی گرم بر گرم رسید و پس از آن مقدار جذب تقریباً ثابت ماند. بنابراین زمان تعادل جذب 20 دقیقه می باشد. محققان دیگر در تحقیقات خود، اثر مثبت افزایش زمان تماس جاذب و محلول را در حذف آلاینده بیان نموده اند.

¹ Hefne et al.

² Gupta et al.

³ Mathialagan and Viraraghavan

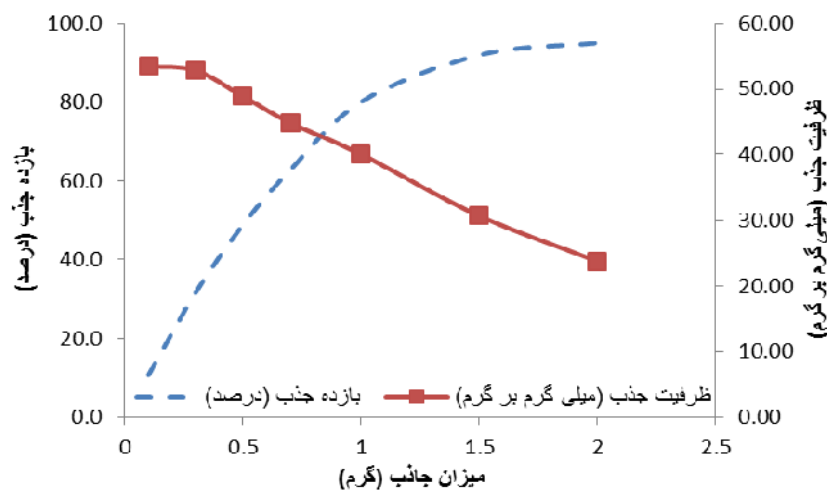


شکل 2 تأثیر تغییرات زمان تماس بر بازده جذب (مقدار جذب: 1 گرم، غلظت کادمیوم: 1000 میلی گرم بر لیتر و $\text{pH}=5.5$)

3.3 اثر مقدار جاذب و غلظت های مختلف آلاینده

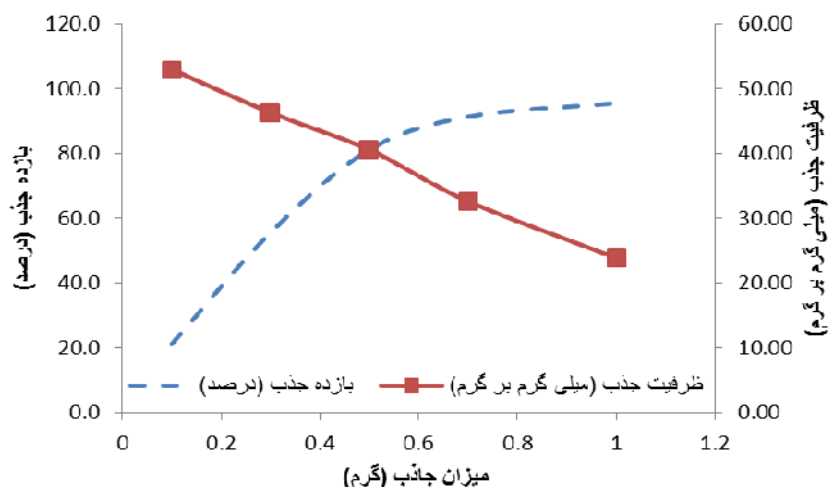
در مرحله سوم غلظت کادمیوم، pH و زمان تماس به عنوان فاکتورهای ثابت در نظر گرفته شد و تأثیر مقدار نانوذرات و غلظت آلاینده مورد بررسی قرار گرفت. شکل 3 تا 6 بازده و ظرفیت جذب کادمیوم را با تغییر در میزان جاذب و در 4 غلظت متفاوت نشان می دهد. در غلظت 1000 میلی گرم بر لیتر با افزایش میزان جاذب از 0/1 تا 1.5 گرم، بازده جذب از 10.7 تا 92 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 53.5 تا 30.67 میلی گرم بر گرم کاهش یافت و از 1.5 تا 2 گرم، بازده جذب از 92 تا 95 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 30.67 تا 23.75 میلی گرم بر گرم کاهش یافت. با افزایش میزان جاذب از 1.5 تا 2 گرم تغییر چندانی در بازده و ظرفیت جذب کادمیوم مشاهده نگردید.

با توجه به شکل (3) اثر مقدار جاذب بر راندمان جذب عنصر کادمیوم با غلظت محلول فلزی 1000 میلی گرم بر لیتر را نشان می دهد. با افزایش مقدار جاذب از 1 گرم بر لیتر به 40 گرم بر لیتر احتمال برخورد جاذب با کاتیون های فلزی افزایش یافته و سبب افزایش جذب آلاینده می شود.



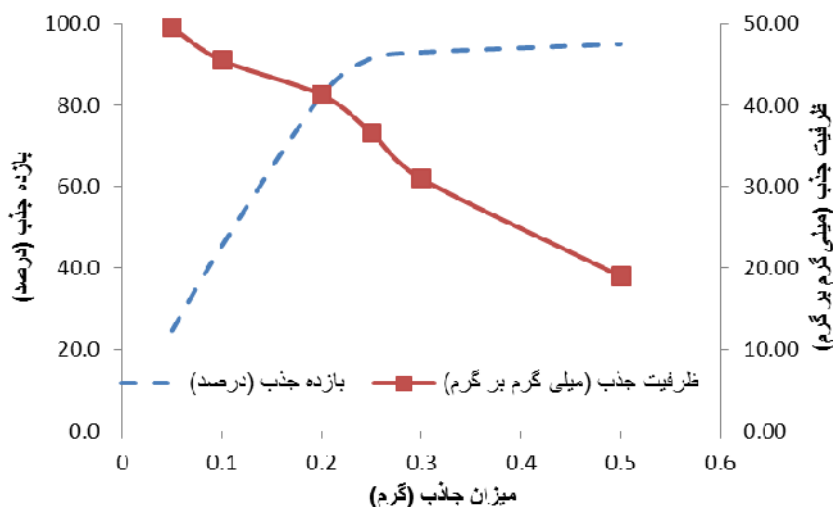
شکل 3 تأثیر تغییر میزان جاذب بر بازده و ظرفیت جذب (غلظت کادمیوم: 1000 میلی گرم بر لیتر و $\text{pH}=5.5$)

در غلظت 500 میلی گرم بر لیتر با افزایش میزان جاذب از 0/1 تا 0.7 گرم، بازده جذب از 21.2 تا 91.4 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 53 تا 32.64 میلی گرم بر گرم کاهش یافت و از 0.7 تا 1 گرم، بازده جذب از 91.4 تا 95.6 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 32.64 تا 23.9 میلی گرم بر گرم کاهش یافت. با افزایش میزان جاذب از 0.7 تا 1 گرم تغییر چندانی در بازده و ظرفیت جذب کادمیوم مشاهده نگردید.



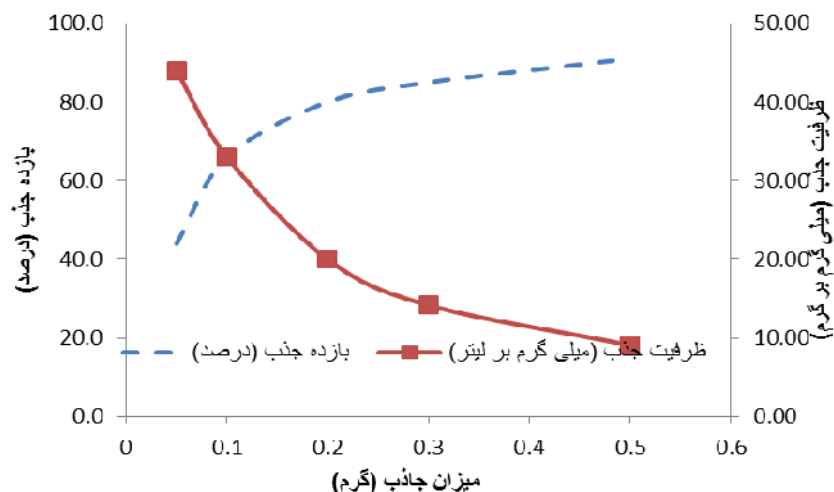
شکل 4 تأثیر تغییر میزان جاذب بر بازده و ظرفیت جذب (غلظت کادمیوم: 500 میلی گرم بر لیتر و $\text{pH} = 5.5$)

در غلظت 200 میلی گرم بر لیتر با افزایش میزان جاذب از 0.05 تا 0.25 گرم، بازده جذب از 24.8 تا 91.5 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 49.5 تا 36.6 میلی گرم بر گرم کاهش یافت و از 0.25 تا 0.5 گرم، بازده جذب از 91.5 تا 95 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 36.6 تا 19 میلی گرم بر گرم کاهش یافت. با افزایش میزان جاذب از 0.7 تا 1 گرم تغییر چندانی در بازده جذب کادمیوم مشاهده نگردید.



شکل 5 تأثیر تغییر میزان جاذب بر بازده و ظرفیت جذب (غلظت کادمیوم: 200 میلی گرم بر لیتر و $\text{pH} = 5.5$)

در غلظت 100 میلی گرم بر لیتر با افزایش میزان جاذب از 0.05 تا 0.2 گرم، بازده جذب از 44 تا 80 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 44 تا 20 میلی گرم بر گرم کاهش یافت و از 0.2 تا 0.5 گرم، بازده جذب از 80 تا 91 درصد افزایش و ظرفیت جذب از 20 تا 9 میلی گرم بر گرم کاهش یافت. با افزایش میزان جاذب از 0.2 تا 0.5 گرم تغییر چندانی در بازده جذب کادمیوم مشاهده نگردید.



شکل 6 تأثیر تغییر میزان جاذب بر بازده و ظرفیت جذب (غلظت کادمیوم: 100 میلی گرم بر لیتر و pH = 5.5)

4 نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش حاکی از آن است که نانو ذرات رس در pH = 5.5 و در مدت زمان کوتاهی، غلظت‌های بالای کادمیوم را به طور مؤثری از آب حذف می نماید. به عبارت دیگر نانوسرها دارای مزایایی از قبیل کارایی حذف در غلظت‌های بالا و زمان واکنش کوتاه است و می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر در حذف کادمیوم از محلول‌های آبی استفاده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از امور آزمایشگاه‌های منابع آب و خاک و رسوب سازمان آب و برق خوزستان و خصوصا جناب آقای مهندس روشنفکر برای تهیه بخشی از مواد و وسایل این تحقیق تشکر و قدردانی می نمایند.



مراجع:

- [1] Mulligan, C.N., Yong, R.N., Gibbs, B.F. (2001), "Remediation technologies for metal-contaminated soils and groundwater: an evaluation", *Engineering Geology* 60, 193-207.
- [2] V.K. Gupta, I. Ali, "Removal of lead and chromium from wastewater using bagasse fly ash – a sugar industry waste", *J. Colloid Interface Sci.* 271 (2004)
- [3] D.H.F. Liu, B.G. Liptack, P.A. Bouis, *Environmental Engineer's Handbook*, 2nd edn, Lewis, Boca Raton, FL, USA, 1997.
- [4] Gupta, V.K., Nayak, A., (2012), "Cadmium removal and recovery from aqueous solutions by novel adsorbents prepared from orange peel and Fe_2O_3 nanoparticles", *Chemical Engineering Journal* 180, 81-90.
- [5] S.B. Yang, J. Hu, C.L. Chen, D.D. Shao, X.K. Wang, Mutual effect of Pb(II) and humic acid adsorption onto multiwalled carbon nanotubes/poly(acrylamide) composites from aqueous solution, *Environ. Sci. Technol.* 45 (2011) 3621–3627.
- [6] Zhang, Z., Li, M., Chen, W., Zhu, Sh., Liu, N., Zhu, L., (2010), "Immobilization of lead and cadmium from aqueous solution and contaminated sediment using nano-hydroxyapatite", *Environmental Pollution* 158, 514–519.
- [7] Elliott, D.W., Lien, H.L., Zhang, W.X., 2007. Nanoscale zero-valent iron (nZVI) for site remediation. In: Fryxell, G.E., Cao, G. (Eds.), *Environmental Applications of Nanomaterials: Synthesis, Sorbents, and Sensors*. Imperial College Press, London, UK, pp. 25–48.
- [8] Koper, O.B., Rajagopalan, S., Winecki, S., Klabunde, K.J., 2007. Nanoparticle metal oxides for chlorocarbon and organophosphonate remediation. In: Fryxell, G.E., Cao, G. (Eds.), *Environmental Applications of Nanomaterials: Synthesis, Sorbents, and Sensors*. Imperial College Press, London, UK, pp. 3–24.
- [9] امیری، محمد. (1387). "استفاده از نانوسها در پروژه های ژئوتکنیک زیست محیطی به منظور جذب آلاینده های فلز سنگین"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا، 197 صفحه.
- [10] Spedding, I., (2005). "Nanoclay- a new beginning for old products". Director, Acme Nano Products Pty. Ltd
- [11] Ouhadi, V.R., and Amiri, M., (2011), "Geo-environmental Behaviour of Nanoclays in Interaction with Heavy Metals Contaminant", *Amirkabir J, Civil*, 42, 3, pp 29-36.
- [12] Hefne, J. A. Mekhemer, W. K. Alandis, N. M. Aldayel. Alajyan1, T. 2008. Kinetic and thermodynamic study of the adsorption of Pb (II) from aqueous solution to the natural and treated bentonite. *International Journal of Physical Sciences* Vol. 3 (11), pp. 281-288, November
- [13] Gupta, S.S., Bhattacharyya, K.G., (2008) "Immobilization of Pb(II), Cd(II) and Ni(II) ions on kaolinite and montmorillonite surfaces from aqueous medium, *Journal of Environmental Management*, 87, 46– 58
- [14] Mathialagan, T., Viraraghavan, T., 2002. Adsorption of cadmium from aqueous solutions by perlite. *Journal of Hazardous Materials* 94, 291–303.
- [15] سید حسن زوار موسوی و آزاده ارجمندی " حذف فلزات سنگین از پساب صنعتی به وسیله ضایعات روده گوسفند " مجله آب و فاضلاب شماره 1، 1389، صفحات 68 63.



Removal of Cadmium(II) from Aqueous Solutions by Nanoclay

Hadi Moazed¹, Farzaneh Motamedi², Nematollah Jaafarzadeh Haghighi Fard³,
Nader Hoseini Zare⁴

1- Associated prof. ,Shahid Chamran University, Ahvaz (hmoazed955@yahoo.com)

2- Master Student, Shahid Chamran University, Ahvaz (motamedi.farzane@gmail.com)

3- Associated prof. & Environmental Technology Research Center Ahvaz Jondishapoor of Medical Sciences.

Abstract

In recent years, concerns about long-term effects of heavy metals as environmental pollutants has increased. Clays play an important role in the environment with Natural Cleaning by high intakes of cation and anion through cation exchange or adsorption or both of them. In this study, removal of cadmium from aqueous Solution by nanoclay as a function of contact time, pH, cadmium concentration and amount of nanoclay was studied in batch system. Results showed that the optimum pH for the nanoclay in 1000 mg/l Cd concentration is 5.5, and optimum contact time is 20 minutes. The adsorption capacity increased and the adsorption efficiency decreased with increasing concentration of Cadmium ions and reducing the amount of adsorbent. The results showed that the nanoclay has many advantages such as removal efficiency at high concentrations, short reaction time and can be an effective method in removal of cadmium from aqueous solutions.

Keywords: Nanoclay - Cadmium(II) - Aqueous Solutions – Removal.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو