DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012 Published by Vesnu Publications

حذف یون‌های مس از پساب صنعتی توسط جاذب هیدروژل بر پایه اکریلیک اسید/ سبوس گندم/ مونت موریلونیت

محمدرضا وصالی ناصح[۱]، ابوالفضل براتی[۲]، مسعود وصالی ناصح[۳]، الهام عبدالهی مقدم[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: جذب سطحی یکی از کارامدترین روش‌های حذف فلزات سنگین به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های منابع آبی به شمار می‌رود. هدف از انجام مطالعه حاضر، حذف یون‌های مس از پساب صنعتی توسط جاذب هیدروژل بود.

روش‌ها: در این مطالعه، جاذب هیدروژل بر پایه اکریلیک اسید، سبوس گندم و نانو ساختار مونت موریلونیت به روش پلیمریزاسیون درجا ساخته شده و کارایی آن در جذب کاتیون‌های مس از محلول‌های آبی مورد بررسی قرار گرفت. سپس، تأثیر پارامترهای مختلف نظیر غلظت اولیه مس، pH و درصد وزنی مونت موریلونیت ارزیابی گردید. در نهایت، رفتار جذبی این جاذب توسط مدل‌های ایزوترم Langmuir و Freundlich بررسی شد.

یافته‌ها: افزایش غلظت اولیه یون‌های مس در محلول، باعث افزایش میزان جذب آن‌ها گردید. بیشترین کارایی جاذب در حذف یون مس با مقدار ۳ درصد وزنی نانو ساختار مونت موریلونیت در ساختار هیدروژل به دست آمد. جاذب هیدروژل بیشترین مقدار جذب را در pH حدود ۷ نشان داد. تطابق داده‌های جذب ایزوترم این جاذب با مدل Langmuir همبستگی مناسبی با ضریب R^2 = ۰/۹۹ داشت.

نتیجه‌گیری: جاذب هیدروژل سنتز شده بر پایه اکریلیک اسید اصلاح شده با نانو ساختار مونت موریلونیت قابلیت مناسبی در حذف فلز مس از پساب صنعتی دارد.

واژه‌های کلیدی: جذب سطحی، هیدروژل، مونت موریلونیت، مس

ارجاع: وصالی ناصح محمدرضا، براتی ابوالفضل، وصالی ناصح مسعود، عبدالهی مقدم الهام. **حذف یون‌های مس از پساب صنعتی توسط جاذب هیدروژل بر پایه اکریلیک اسید/ سبوس گندم/ مونت موریلونیت.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۲): ۲۳۵-۲۳۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۹/۱۸ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱/۱۹

مقدمه

رشد و توسعه روزافزون فعالیت‌های شهری و صنعتی در طی چند دهه اخیر، منجر به آلودگی محیط زیست شده است. از جمله مهم‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی که منابع آبی را به مخاطره می‌اندازد، می‌توان به فلزات سنگین اشاره نمود. فلزات سنگین موادی سمی به شمار می‌رود که به دلیل پایداری یون‌های محلول این فلزات در محیط آبی سلامت موجودات زنده را تهدید می‌کند. حضور این مواد همچنین، به دلیل بروز مشکلاتی نظیر تولید رسوب، یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنایع مختلف به حساب می‌آید. مطالعات و تحقیقات فراوان انجام شده در زمینه حذف فلزات سنگین از منابع آبی، بیانگر اهمیت موضوع می‌باشد (۴-۱). از متداول‌ترین فلزات یافت شده در فاضلاب و پساب‌های صنعتی می‌توان به سرب، مس، روی، کادمیوم، کروم و نیکل اشاره نمود (۵).

فلز مس یک عنصر مورد نیاز موجودات زنده به شمار می‌رود که کمبود آن می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی برای آن‌ها شود. همچنین، این فلز و نمک‌های آن کاربرد گسترده‌ای در صنایع شیمیایی همچون قارچ‌کش‌های کشاورزی و حمام‌های آب‌کاری الکتریکی دارد. با این وجود، مس در محیط زیست تجزیه نمی‌شود و می‌تواند در بدن موجودات زنده تجمع یابد و غلظت بیش از حد مجاز آن منجر به بروز مشکلاتی نظیر بیماری‌های معده و روده در انسان شود. برای حذف یون مس از محیط آبی، روش‌های مختلفی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به فرایندهای ترسیب شیمیایی (۶)، تبادل یونی (۷)، الکترو دیالیز (۸)، فیلتراسیون غشایی (۹)، استخراج به کمک حلال (۶) و جذب سطحی (۱۰) اشاره نمود. روش جذب سطحی به دلیل ارزانی و سادگی فرایند آن و همچنین، عدم تولید فراورده‌های جانبی مضر، در مقایسه با دیگر روش‌ها کاربرد بیشتری پیدا کرده است.

از مهم‌ترین جاذب‌های مورد استفاده در این روش، کربن فعال، زئولیت، خاکستر و خاک رس است. یکی از جاذب‌های نوظهور در این روش، ژل‌های پلیمری است که با داشتن خواصی نظیر تورم‌پذیری بالا، فعالیت اسمزی، داشتن اتصالات عرضی و وزن مولکولی بالا، نظر بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است (۱۱). یک نوع خاص از این ژل‌ها، هیدروژل‌ها است که به دلیل

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی همدان، همدان، ایران
۴- کارشناس ارشد، گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
نویسنده مسؤول: مسعود وصالی ناصح
Email: masood.vesali@hut.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-14]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012]

وجود حلال آبی در شبکه سه بعدی خود دارای خاصیت جذب فوق‌العاده آب در محلول‌های رقیق الکترولیت‌ها و همچنین، دفع آن در شرایط متفاوت با مرحله جذب از نظر دما و pH است. کاربرد هیدروژل‌های پلیمری در تصفیه پساب به دلیل قیمت نسبی ارزان آن‌ها در مقایسه با رزین‌های یونی اهمیت روزافزونی یافته است. برای بهبود کارایی هیدروژل‌ها در جذب فلزات سنگین، می‌توان از افزودن مواد نانو ساختار نظیر مونت موریلونیت به شبکه آن‌ها استفاده کرد. مونت موریلونیت یک نوع خاک رس است که به دلیل ارزان و در دسترس بودن و همچنین، داشتن ساختار لایه‌ای و متخلخل با مساحت سطحی بالا می‌تواند جذب یون‌های فلزی را افزایش دهد (۱۳، ۱۲).

در تحقیق حاضر، جاذب هیدروژل بر پایه اکریلیک اسید، در حضور سبوس گندم و نانو ساختار مونت موریلونیت به روش پلیمریزاسیون درجا (In-situ polymerization) ساخته شد. سپس، درصد جذب یون‌های مس از محلول آبی توسط این جاذب در شرایط مختلف مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین رفتار ایزوترمی جاذب هیدروژلی مورد استفاده مدل‌های جذب Langmuir و Freundlich به کار گرفته شد.

روش‌ها

مونت موریلونیت (CAS 1318-93-0) از شرکت سوترن کلی (Southern clay)، سبوس گندم (CAS 116469-86-4) از شرکت گودسنت (Good scents) و دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده در تحقیق از شرکت مرک خریداری شد. تمامی محلول‌های آبی مورد استفاده توسط آب دیونیزه تهیه گردید.

به منظور تعیین پارامترهای بهینه جهت سنتز جاذب هیدروژل، طراحی آزمایشات به روش Taguchi صورت گرفت. توسط این روش ۱۶ آزمایش جهت تعیین مقدار اکریلیک اسید، محلول هیدروکسید سدیم، متیلن بیس اکریل آمید، سبوس گندم و آمونیوم پرسولفات انجام شد. برای ساخت جاذب هیدروژل پایه، محلول همگنی از اکریلیک اسید با غلظت ۲/۶ mol/l تهیه و به منظور هیدرولیز کردن آن، ۵/۰ ml محلول هیدروکسید سدیم (غلظت ۱/۰ mol/l) به صورت قطره‌ای به آن افزوده گردید. سپس، ۰/۵ g متیلن بیس اکریل آمید به عنوان اتصال دهنده عرضی به آن اضافه شده تا محلول همگنی حاصل شود. این محلول به سوسپانسیونی از سبوس گندم که با افزودن ۵/۰ g از آن به ۱۰۰ml آب دیونیزه تهیه شده و به مدت ۱ ساعت درون حمام آب گرم در دمای ۷۰°C قرار گرفته، اضافه شد. با افزودن ۱/۲ ml از ماده آغازگر آمونیوم پرسولفات به محلول مذکور تحت هم زدن شدید، در مدت ۱ ساعت واکنش پلیمریزاسیون انجام گردید. در ادامه، هیدروژل تهیه شده به مدت ۱۲ h داخل آون در دمای ۸۰–۹۰ °C خشک شد. به منظور ساخت هیدروژل اصلاح شده با نانو ساختار مونت موریلونیت، ابتدا محلول همگن مونومر همانند هیدروژل پایه تهیه و سپس، مقدار بهینه ۳ درصد وزنی محلول مونومر از نانو ساختار مونت موریلونیت به آن افزوده و بعد از هم زدن به مدت ۱۵ دقیقه در حمام اولتراسونیک، ۱/۲ ml از ماده آغازگر آمونیوم پرسولفات تحت هم زدن به آن اضافه شد. بعد از ۱ ساعت واکنش پلیمریزاسیون درجا، هیدروژل تهیه شده در دمای ۸۰–۹۰ °C خشک گردید. برای تعیین مقدار بهینه مونت موریلونیت، مقدار آن در محدوده ۵–۱ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور بررسی کارایی جاذب هیدروژل سنتز شده، محلول‌های همگنی از یون مس در محدوده ۱۰۰–۲۵ mg/l و با حجم‌های یکسان ۱۰۰ ml تهیه شد. این محلول‌ها از محلول مرجع با غلظت ۱۰۰ mg/l به دست آمده است. برای تنظیم pH محلول‌ها، از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم استفاده شد. محلول‌ها پس از تنظیم pH و افزودن جاذب به آن‌ها، در شرایط یکسان هم زده شد. به منظور تعیین pH بهینه، مقدار آن در محدوده ۱۲–۲ مورد بررسی قرار گرفت. زمان تماس جاذب و محلول‌ها در محدوده ۱۸۰–۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. آزمایش‌های جذب به صورت ناپیوسته و در دمای محیط انجام گردید. مقدار باقی مانده مس در هر مرحله زمانی به روش اسپکتروفتومتری با استفاده از دستگاه UV مدل PerkinElmer Lambda 20 در طول موج ۸۰۰ nm اندازه‌گیری شد. به منظور حصول اطمینان از نتایج، کلیه آزمایشات سه بار تکرار و از میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده به عنوان غلظت مورد سنجش استفاده گردید.

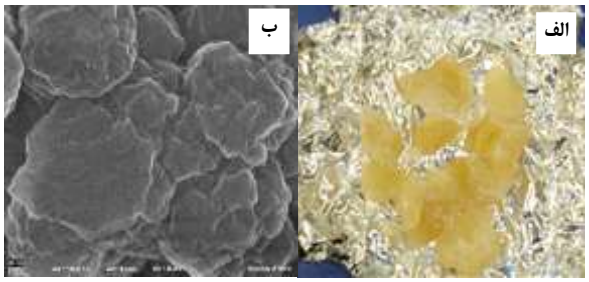
ظرفیت جذب یون‌های مس (q_e) عبارت است از مقدار ماده جذب شده به ازای جرم جاذب (mg/g) که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$q_e = [(C_0-C_e)\ V] / m$$

C_0 و C_e به ترتیب غلظت اولیه و نهایی مس در محلول (mg/l)، V حجم محلول (L) و m جرم جاذب (g) می‌باشد.

یافته‌ها

شکل ۱ الف تصویر واقعی جاذب هیدروژل سنتز شده و شکل ۱ ب تصویر میکروسکوپ الکترونی آن را نشان می‌دهد. جاذب هیدروژل با اندازه متوسط حدود ۲۰۰ نانومتر ساختار حفره‌داری با مساحت سطحی به نسبت بالا را نشان می‌دهد که قابلیت جذب یون‌های مس را دارا است.

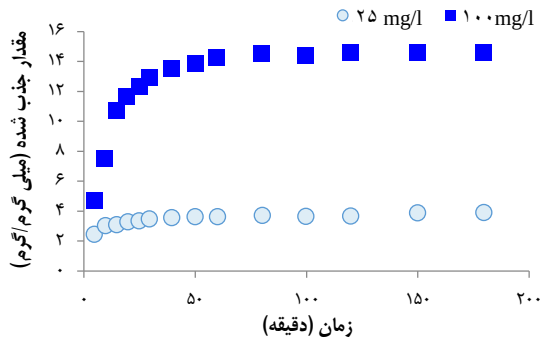


شکل ۱. الف) نمونه‌ای از هیدروژل ساخته شده و ب) تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی

شکل ۲ میزان جذب یون مس توسط جاذب هیدروژل را در دو غلظت اولیه ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در بازه زمانی ۱۸۰–۰ دقیقه نشان می‌دهد. ظرفیت جذب در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/l، بعد از زمان ۴۰ دقیقه به مقدار تعادلی ۱۴ mg/g و در غلظت اولیه ۲۵ mg/l بعد از زمان ۳۰ دقیقه به مقدار تعادلی ۳ mg/g رسید.

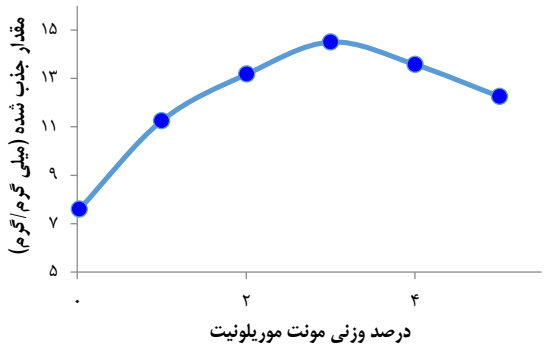
شکل ۳ تأثیر درصد وزنی نانو ذرات مونت موریلونیت را بر فرایند جذب یون مس نشان می‌دهد. با افزایش درصد وزنی مونت موریلونیت تا ۳٪ وزنی، میزان جذب یون مس افزایش یافته است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-14]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012]



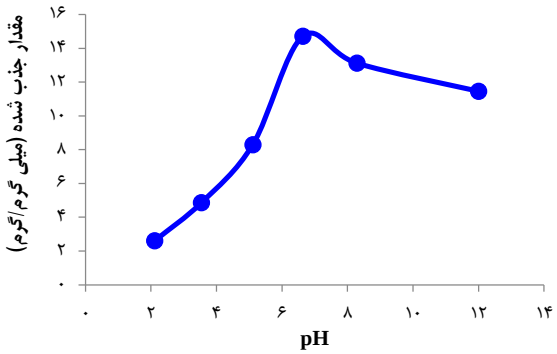
شکل ۲. میزان جذب یون‌های مس توسط جاذب هیدروژل در دو غلظت اولیه متفاوت یون مس

نتایج مربوط به تأثیر pH محلول در بازه ۱۲-۲، بر حذف یون مس از محلول آبی در شکل ۴ آمده است.



شکل ۳. تأثیر درصد وزنی نانو ساختار مونت موریلونیت بر جذب یون‌های مس توسط جاذب هیدروژل

جدول ۱ مقدار ثابت‌های مدل‌های ایزوترم Langmuir و Freundlich را نشان می‌دهد.



شکل ۴. تأثیر pH محلول بر میزان جذب یون‌های مس توسط جاذب هیدروژل

جدول ۱. ضرایب مدل‌های ایزوترم

ایزوترم Langmuir			ایزوترم Freundlich		
b	q_m	R^2	K_F	n	R^2
۴۵/۰	۶۴/۱۷	۹۹/۰	۷۴/۴	۶۷/۱	۹۳/۰

بحث

همان طور که از شکل ۲ مشهود است، ظرفیت جذب مس در غلظت اولیه بالاتر، بیشتر است. با توجه به آنیونی بودن شبکه هیدروژل، کاتیون‌های مس قابلیت جذب توسط این شبکه را دارد. با افزایش اختلاف غلظت یون مس درون محلول، نیرو محرکه انتقال جرم نیز افزایش یافته و در نتیجه جذب این یون‌ها توسط جاذب افزایش می‌یابد (۱۲). Chen و همکاران نیز در بررسی جذب فلزات گوناگونی نظیر مس، کبالت و کادمیم توسط ساختارهای مختلف مونت موریلونیت گزارش کرده‌اند که افزایش غلظت یون اولیه فلزات در محلول موجب افزایش میزان جذب آن‌ها می‌شود (۱۴). زمان متوسط اشباع شدن جاذب هیدروژل اصلاح شده با نانو ساختار مونت موریلونیت حدود ۳۵ min است که در محدوده زمان تعادل جاذب‌های نانو رسی مورد استفاده در تحقیقات دیگر می‌باشد (۱۵).

مونت موریلونیت به دلیل مساحت سطح بالایی که دارد، می‌تواند میزان جذب یون‌های مس را افزایش دهد. این نانو ساختار همچنین، با داشتن ساختار لایه‌ای، قادر است که استحکام شبکه جاذب را بالا برده و نفوذ و به دام انداختن یون‌های مس را شدت بخشد. از آن‌جایی که نانو ساختار مونت موریلونیت ظرفیت جذب معینی دارد، افزودن بیشتر از ۳ درصد وزنی آن به شبکه جاذب، میزان جذب مس بر واحد جرم جاذب را کاهش داده است (۱۶). در تحقیق مشابهی، مشاهده شد که افزودن مقدار بهینه کاتالیست آهن، مقاومت فرایند آب‌گیری از لجن فعال توسط نانو ساختار اکسید کلسیم اصلاح شده با مونت موریلونیت را مینیمم می‌کند (۱۳).

pH محلول یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر جذب یون‌های فلزی است که با تغییر بار سطحی جاذب و همچنین، میزان یونیزه شدن، مقدار جذب را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۷). همان طور که شکل ۴ نشان می‌دهد، نرخ جذب یون مس با افزایش pH بین ۲ تا ۷، از ۲ تا ۱۴ میلی‌گرم بر گرم افزایش یافت. در محدوده اسیدی به دلیل غلظت بالای یون‌های مثبت هیدروژن و رقابت آن‌ها با یون‌های مس در جذب بر روی سایت‌های آنیونی فعال جاذب، میزان جذب یون‌های مس کم بود. در واقع با تغییر pH، جاذبه الکترواستاتیکی افزایش و به تبع آن تبادل یونی و مقدار جذب یون مس بهبود پیدا کرد. با افزایش بیشتر pH از مقدار ۷، به دلیل احتمال تشکیل رسوب یون‌های هیدروکسید فلزات و همچنین، انقباض شبکه هیدروژل، میزان جذب یون‌های مس کاهش یافت (۱۲). Yu و همکاران نیز pH بهینه را در جذب یون‌های مس توسط جاذب خاک اره در مقدار ۷ به دست آورده‌اند (۱۸). همچنین، Akpomie و همکاران در بررسی جذب فلز نیکل از محلول‌های آبی توسط جاذب مونت موریلونیت، مقدار بهینه pH را در محدوده ۷-۶ گزارش کرده‌اند (۱۲).

ایزوترم‌های جذب، داده‌های تعادلی مربوط به ماده جذب شونده درون محلول و روی سطح جاذب در دمای ثابت است. از مهم‌ترین مدل‌های جذب ایزوترم می‌توان به مدل‌های Langmuir و Freundlich اشاره نمود (۲۰، ۱۹). مدل جذب Langmuir بر پایه این فرض استوار است که همه

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-14]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012]

مکان‌های جذب یکسان بوده و یک جذب تک لایه در سطح جاذب رخ می‌دهد. شکل خطی مدل Langmuir به شرح زیر است:

$$1/q_e = (1/bq_m)(1/C_e) + 1/q_m$$

q_m (mg/g) و b (mg/l) ثابت‌های Langmuir بوده و به ترتیب متناظر با ظرفیت جذب و نرخ جذب می‌باشد. ظرفیت و نرخ جذب جاذب مورد استفاده در پژوهش (جدول ۱) در مقایسه با تحقیق مشابه Akpomie و همکاران که مقادیر ثابت‌های فوق را به ترتیب ۱/۸ mg/g و ۰/۳۲ mg/l به دست آورده‌اند (۱۲)، نشان دهنده رفتار جذبی مناسب جاذب هیدروژل اصلاح شده با مونت مورلونیت است (۱۲). مدل ایزوترم Freundlich برای توصیف جذب غیر ایده‌آل بر روی سطح جاذب ناهمگن به کار می‌رود. شکل خطی معادله Freundlich به صورت زیر است:

$$Lnq_e = (1/n)(LnC_e) + LnK_F$$

که K_F و n ثابت‌های معادله Freundlich بوده و مقدار آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. به طور کلی هر چقدر مقدار K_F افزایش یابد، ظرفیت جذب جاذب نیز افزایش می‌یابد. n نیز مشخصه یک جذب مطلوب است و اگر مقدار آن در محدوده ۱۰-۱ قرار گیرد، بیانگر یک جذب مناسب است. با مقایسه مقادیر ثابت‌های K_F و n مربوط به جاذب هیدروژل پژوهش حاضر و تحقیق Akpomie و همکاران که مقادیر K_F و n را به ترتیب ۰/۹۵ و ۱/۶ گزارش کرده‌اند (۱۲)، می‌توان نتیجه گرفت که جاذب هیدروژل اصلاح شده با مونت موریلونیت عملکرد مناسبی برای جذب یون‌های مس دارا است. به طور کلی، داده‌های ایزوترم جذب مربوط به جاذب هیدروژل با هر دو مدل Langmuir و Freundlich همبستگی مناسبی داشت. با این حال، مدل ایزوترم Langmuir با ضریب همبستگی بالاتر، تناسب بیشتری نسبت به مدل ایزوترم Freundlich نشان داد.

نتیجه‌گیری

جاذب هیدروژل بر پایه اکریلیک اسید و سبوس گندم اصلاح شده با نانو ساختار مونت موریلونیت به روش پلیمریزاسیون درجا ساخته شد و رفتار جذبی آن در حذف یون‌های مس مورد بررسی قرار گرفت. ظرفیت بیشینه جذب در مقدار بهینه ۳ درصد وزنی مونت موریلونیت و در pH = ۷ رخ داد. فرایند جذب یون مس از هر دو مدل Langmuir و Freundlich پیروی کرده و مدل Langmuir همبستگی بیشتری نشان داد. جاذب هیدروژل اصلاح شده با نانو ساختار مونت موریلونیت کارایی قابل قبولی در حذف فلز مس از پساب‌های صنعتی‌دارا است.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد انجام شده است و نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی دانشگاه اراک به جهت همکاری در انجام پژوهش تشکر و قدردانی به عمل آورند.

References

1. Salomons W, Forstner U. Metals in the hydrocycle. Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1984.
2. Fang TH, Hong E. Mechanisms influencing the spatial distribution of trace metals in surficial sediments off the south-western Taiwan. Mar Pollut Bull 1999; 38(11): 1026-37.
3. Bellucci LG, Frignani M, Paolucci D, Ravanelli M. Distribution of heavy metals in sediments of the Venice Lagoon: The role of the industrial area. Sci Total Environ 2002; 295(1-3): 35-49.
4. Yuan CG, Shi JB, He B, Liu JF, Liang LN, Jiang GB. Speciation of heavy metals in marine sediments from the East China Sea by ICP-MS with sequential extraction. Environ Int 2004; 30(6): 769-83.
5. Elzahabi M, Yong RN. pH influence on sorption characteristics of heavy metal in the vadose zone. Eng Geol 2001; 60(1): 61-8.
6. Kurniawan TA, Chan GY, Lo WH, Babel S. Comparisons of low-cost adsorbents for treating wastewaters laden with heavy metals. Sci Total Environ 2006; 366(2-3): 409-26.
7. Ruixia L, Jinlong G, Hongxiao T. Adsorption of fluoride, phosphate, and arsenate ions on a new type of ion exchange fiber. J Colloid Interface Sci 2002; 248(2): 268-74.
8. Amor Z, Bariou B, Mameri N, Taky M, Nicolas S, Elmidaoui A. Fluoride removal from brackish water by electrodialysis. Desalination 2001; 133(3): 215-23.
9. Ndiaye PI, Moulin P, Dominguez L, Millet JC, Charbit F. Removal of fluoride from electronic industrial effluentby RO membrane separation. Desalination 2005; 173(1): 25-32.
10. Ku Y, Chiou HM. The adsorption of fluoride ion from aqueous solution by activated alumina. Water Air Soil Pollut 2002; 133(1-4): 349-61.
11. Zhou G, Liu C, Chu L, Tang Y, Luo S. Rapid and efficient treatment of wastewater with high-concentration heavy metals using a new type of hydrogel-based adsorption process. Bioresour Technol 2016; 219: 451-7.
12. Akpomie KG, Dawodu FA, Adebowale KO. Mechanism on the sorption of heavy metals from binary-solution by a low cost montmorillonite and its desorption potential. Alexandria Eng J 2015; 54(3): 757-67.
13. Wu B, Su L, Dai X, Chai X. Development of montmorillonite-supported nano CaO2 for enhanced dewatering of waste-activated sludge by synergistic effects of filtration aid and peroxidation. Chem Eng J 2017; 307: 418-26.
14. Chen C, Liu H, Chen T, Chen D, Frost RL. An insight into the removal of Pb(II), Cu(II), Co(II), Cd(II), Zn(II), Ag(I), Hg(I), Cr(VI) by Na(I)-montmorillonite and Ca(II)-montmorillonite. Appl Clay Sci 2015; 118: 239-47.
15. Ozdemir G, Yapar S. Adsorption and desorption behavior of copper ions on Na-montmorillonite: Effect of rhamnolipids and pH. J Hazard Mater 2009; 166(2-3): 1307-13.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-14]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012]

16. Shukla A, Zhang YH, Dubey P, Margrave JL, Shukla SS. The role of sawdust in the removal of unwanted materials from water. J Hazard Mater 2002; 95(1-2): 137-52.
17. Vinod VT, Sashidhar RB, Sukumar AA. Competitive adsorption of toxic heavy metal contaminants by gum kondagogu (Cochlospermum gossypium): A natural hydrocolloid. Colloids Surf B Biointerfaces 2010; 75(2): 490-5.
18. Yu B, Zhang Y, Shukla A, Shukla SS, Dorris KL. The removal of heavy metal from aqueous solutions by sawdust adsorption-removal of copper. J Hazard Mater 2000; 80(1-3): 33-42.
19. Shen L, Liu Y, Paul E. A simple geometric approach for simplification of Langmuir kinetics for adsorption. Colloids Surf A Physicochem Eng Asp 2009; 349(1): 78-82.
20. Azizian S, Haerifar M, Basiri-Parsa J. Extended geometric method: A simple approach to derive adsorption rate constants of Langmuir-Freundlich kinetics. Chemosphere 2007; 68(11): 2040-6.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-14]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012]

DOI: *10.22122/jhsr.v13i2.3012* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research Received: 04.12.2016

Vol. 13, No. 2, Summer 2017 Accepted: 08.04.2017

Copper Removal from Industrial Wastewater Using Acrylic-Based Wheat Bran/Montmorillonite Hydrogel

Mohammad Reza Vesali-Naseh[1], Aboulfazl Barati[2], Masoud Vesali-Naseh[3], Elham Abdollahi-Moghaddam[4]

Original Article

Abstract

Background: Adsorption method has been considered as one of the most effective approaches for removal of heavy metals, as hazardous pollutants, in water resources.

Methods: In this study, a hydrogel nanocomposite based on the acrylic acid, wheat bran, and montmorinollite was synthesized using in-situ polymerization and utilized for the removal of Cu cations from aqueous solution. The effect of various parameters such as initial Cu concentration, pH, and amount of montmorillonite on the amount of adsorbed ion was investigated. The adsorption behavior of the nanocomposite hydrogel was studied using Langmuir and Freundlich isotherm models.

Findings: Increasing initial Cu concentration tended to increased adsorption capacity of the hydrogel. The maximum adsorption capacity of the adsorbent occurred in pH of 7.0, and 3% weight nano-sized montmorinollite in hydrogel structure. The Langmuir model showed a correlation coefficient of $R^2 = 0.99$.

Conclusion: The synthesized acrylic-based montmorillonite hydrogel has a considerable capacity in Cu removal from industrial wastewater.

Keywords: Adsorption, Hydrogel, Montmorillonite, Copper

Citation: Vesali-Naseh MR, Barati A, Vesali-Naseh M, Abdollahi-Moghaddam E. **Copper Removal from Industrial Wastewater Using Acrylic-Based Wheat Bran/Montmorillonite Hydrogel.** J Health Syst Res 2017; 13(2): 230-5.

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, School of Engineering, Arak University, Arak, Iran
2- Associate Professor, Department of Chemical Engineering, School of Engineering, Arak University, Arak, Iran
3- Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Hamedan University of Technology, Hamedan, Iran
4- Department of Chemical Engineering, School of Engineering, Arak University, Arak, Iran
Corresponding Author: Masoud Vesali-Naseh, Email: masood.vesali@hut.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-14]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3012]