

بررسی کارایی جاذب نانولیف لیگنوسلولوزی در حذف مس از محلول‌های آبی

سیده هما حسینی، سعیده رستگار و حسن رضایی

دوره ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۱۱۵ - ۱۲۲

Vol. 4(2), Summer 2018, 115 – 122

DOI: 10.22034/jewe.2018.118098.1238

**Evaluation of Lignocellulose Nanofiber  
Adsorbent Efficacy in Cu(II) Removal from  
Aqueous Solutions**

Hosseini S. H., Rastgar S. and Rezaei H.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: حسینی س. ه.، رستگار س. و رضایی ح. (۱۳۹۷). بررسی کارایی جاذب نانولیف لیگنوسلولوزی در حذف مس از محلول‌های آبی.

محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۴، شماره ۲، صفحات: ۱۱۵ - ۱۲۲

**Citing this paper:** Hosseini S. H., Rastgar S., and Rezaei H. (2018). Evaluation of lignocellulose nanofiber adsorbent efficacy in Cu(II) removal from aqueous solutions. J. Environ. Water Eng., 4(2), 115 – 122. DOI: 10.22034/jewe.2018.118098.1238

## بررسی کارایی جاذب نانولیف لیگنوسلولزی در حذف مس از محلول‌های آبی

سیده هما حسینی<sup>۱\*</sup>، سعیده رستگار<sup>۲</sup> و حسن رضایی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد، آلودگی محیط‌زیست، موسسه آموزش عالی بهاران گرگان، گرگان، ایران  
<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد، آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران  
<sup>۳</sup> دکترای تخصصی، گروه آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

\* نویسنده مسئول: homahossina@yahoo.com

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۱۱/۰۱۶]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۷/۰۱/۲۶]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۷/۰۳/۰۲]

چکیده

امروزه به علت توسعه سریع صنایع شیمیایی، آلودگی محیط‌زیست در نتیجه ورود ترکیبات شیمیایی آلی و معدنی و همچنین فلزات سنگین به مشکلی جدی تبدیل شده است. جذب سطحی با استفاده پلیمرهای زیستی (نانوفیبرلیگنوسلولز و نانوفیبرکیتین) فناوری نوینی است که دوستدار محیط زیست برای کاهش و حذف فلزات سنگین از فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی کارایی جاذب نانولیف لیگنوسلولزی (نانوفیبرسلولز حاوی لیگنین و همی سلولزها) در حذف فلزسنگین مس از محیط‌های آبی بود. درسیستم ناپیوسته پارامترهای pH (۴-۸)، دوز جاذب (۰/۵-۱/۵ g/l)، زمان تماس (۱۵-۱۲۰ min)، غلظت اولیه فلز مس (۵-۵۰ mg/l) و درجه حرارت (۴۰-۱۵ °C) بررسی شد. نتایج با تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن جهت برآورد معنی‌داری تغییرات پارامترها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بر اساس نتایج، بیش‌ترین درصد حذف فلز مس در pH برابر ۷، غلظت اولیه فلز ۵ mg/l، مقدار جاذب ۰/۳ g/l و دمای ۲۵ °C برابر ۹۹/۸ mg/g مشاهده شد. با توجه به نتایج این تحقیق، از جاذب نانولیف لیگنوسلولزی (با کارایی بالای ۹۸٪) برای حذف مس از پساب‌های صنایع می‌توان استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: جذب زیستی؛ نانولیف لیگنوسلولز؛ مس؛ محلول‌های آبی.

## ۱- مقدمه

سازمان جهانی بهداشت، فلزاتی مانند کروم، کادمیم، جیوه، سرب، مس، آلومینیوم، کبالت، نیکل، روی، منیزیم و آهن را به دلیل داشتن وزن مخصوص یا وزن اتمی بالا به عنوان فلزات سنگین معرفی کرده است (Lopicic et al. 2016). امروزه به علت توسعه سریع صنایع شیمیایی، آلودگی محیط زیست در نتیجه ورود ترکیبات شیمیایی آلی و معدنی و همچنین فلزات سنگین به تهدیدی جدی تبدیل شده است (Ahluwalia and Goyal 2007). به طوری که فلزات سنگین به علت عدم قابلیت تجزیه زیستی، سمیت بسیار بالا، قابلیت تحرک زیاد، تجمع در بافت‌های موجودات زنده، مشکلات بسیار جدی را برای انسان‌ها و سایر موجودات در محیط زیست سبب شده است (Alizadeh et al. 2010). روش‌های مختلفی برای حذف فلزات سنگین از آب توصیه شده است که از میان آن‌ها می‌توان به روش‌هایی نظیر صاف‌سازی (عمدتاً غشایی)، تبخیر، ترسیب شیمیایی تبادل یون، اکسیداسیون شیمیایی یا احیا و نظیر این‌ها اشاره کرد، این روش‌ها بسیار گران و پرهزینه هستند (Pamukoglu and Kargi 2006; Forutan et al. 2016). بیشتر روش‌های مذکور، نه تنها گستره محدودی دارند، بلکه نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌های عملیاتی و بهره‌برداری زیاد داشته و حتی باعث تولید پساب ثانویه می‌شود (Wang et al. 2008). لذا در سال‌های اخیر، جذب سطحی به عنوان یکی از بهترین روش‌های موجود مطرح شده در مقابل انواع متداول از مزایایی همچون مقرون به صرفه بودن، قابلیت جذب انتخابی، قابلیت احیا و بازیابی فلزات، زیاد بودن نسبی سرعت فرآیند و عدم تولید لجن برخوردار است. به خصوص در رابطه با جاذب‌های طبیعی که ارزان قیمت بوده و به راحتی در دسترس می‌باشند. برخی از انواع آن‌ها در طبیعت به وفور یافت و در برخی از فعالیت‌ها هم به صورت ضایعات تولید می‌شوند (Wang et al. 2008). جذب زیستی از فناوری ارزان، در دسترس و ضایعات آلی برای جداسازی آلاینده‌های فاضلاب استفاده می‌کند (Lopicic et

al. 2016). امروزه نانو فناوری نقش بسیار مهمی در پیشرفت‌های علمی و فناوری کشورهای مختلف جهان دارد. اساس این فناوری بر پایه ساخت و طراحی مواد و سیستم‌هایی با ساختارهای نانو است. از ویژگی‌های اصلی نانومواد، ابعاد بسیار کوچک و دارا بودن نسبت زیاد سطح به حجم است، که قابلیت بهتری را برای جذب یون‌های فلزی از محلول‌های آبی فراهم می‌نماید (Ramesh et al. 2008). اخیراً تولید نانوپلیمرهای زیستی به علت عدم سمیت در محیط، در دسترس بودن و هزینه کم مواد اولیه آنها و زیست تخریب پذیر بودن به عنوان ابزاری برای جذب عناصر سنگین مورد توجه اکثر محققان قرار گرفته است (Chu 2002). سلولز فراوان‌ترین پلیمر زیستی و ماده تجدید شونده طبیعی بر روی زمین است. نانوالیاف سلولز، یکی از نازک‌ترین و ظریف‌ترین الیاف در جهان طبیعت است که دارای ویژگی‌های جالبی، همچون تجدیدپذیری، مقاومت مکانیکی زیاد، سطح ویژه زیاد و مواد اولیه ارزان و فراوان می‌باشند (Shukla et al. 2002). نانولیف لیگنوسلولزی متشکل از نانولیف سلولزی است که حاوی سلولز، لیگنین و همی سلولزها است و ماده اولیه آن، نیز خمیر رنگبری نشده مواد لیگنوسلولزی، مانند چوب است. برای مطالعه جامع واکنش جذب سطحی فلزات سنگین در آب، آشنایی با مفهوم ایزوترم تعادل جذب ضروری است. ایزوترم‌ها عمدتاً به منظور پیش‌بینی رفتار ماده جاذب در مقابل فلز سنگین و همچنین به بررسی واکنش‌های شیمیایی آلاینده‌ها پرداخته و در بهینه‌سازی مصرف جاذب نقش اساسی ایفا می‌کند (Kardam et al. 2014). در سال‌های اخیر محققین مختلف مواد مختلف را با اهداف جاذب برای حذف فلزات سنگین از محلول‌های آبی مورد مطالعه قرار داده‌اند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به بررسی حذف فلز مس از محلول‌های آبی با جاذب نانوفیبر لیگنوسلولز توسط (Lopicic et al. 2016)، بررسی حذف سرب از محلول‌های آبی با جاذب نانو فیبر الکتروزیستی توسط (Deng et al. 2011)، حذف سرب و کادمیم از محلول‌های آبی با استفاده از نانوسلولز اصلاح شده

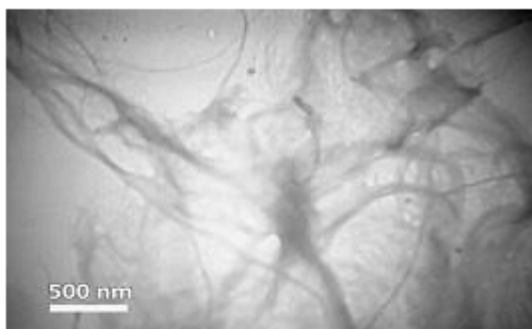
### ۳-۲- روش کلی آزمایش جذب مس

به منظور بررسی درصد حذف و ظرفیت جذب مس، با ثابت در نظر گرفتن سایر پارامترها مانند pH برابر ۶، غلظت مس ۱۰ mg/l، زمان ۶۰ min، دمای ۲۵ °C و اضافه کردن مقادیر متفاوتی از جاذب (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ g) به محلول استاندارد مس سولفات ۵ آبسه (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) با غلظت ۱۰۰۰ mg/l انجام شد. در پایان ارلن‌های مورد استفاده از داخل شیکر انکوباتور خارج و با استفاده از دستگاه سانتیفریوژ مدل HERMLE Z300 (با دور ۴۰۰۰ rpm و زمان ۵ min) دو فاز شد. محلول فلز سنگین باقیمانده به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله (ASS) مدل Unicam- 919 اندازه‌گیری شد. پس از به تعادل رسیدن فرایند جذب، درصد حذف و ظرفیت جذب مس به ترتیب از طریق رابطه‌های (۱) و (۲) محاسبه شدند.

$$q = \frac{(C_0 - C_e)V}{M} \quad (1)$$

$$\% \text{Removal} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100 \quad (2)$$

q بیانگر مقدار یون‌های فلزی جذب شده به ازای واحد جرم جاذب بر حسب mg/g، C<sub>0</sub> غلظت اولیه فلز قبل از جذب بر حسب mg/l، C<sub>e</sub> غلظت فلز باقیمانده در محلول در حالت تعادل بعد از جذب بر حسب mg/g، V حجم محلول بر حسب L، M جرم جاذب بر حسب g می‌باشد. لازم به ذکر است که تمامی آزمایش‌ها سه بار تکرار گردید و میانگین داده‌ها و نتایج مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) از جاذب نانولیف لیگنوسلولزی

Fig. 1 Transmission electron microscopy (TEM) image of lignocellulose nanofiber adsorbent

با کربن توسط (Rajawat et al. 2013)، اشاره نمود. هدف از مطالعه حاضر، تعیین کارایی جاذب نانولیف لیگنوسلولز (نانولیف سلولز حاوی لیگنین و همی سلولزها) در حذف فلز سنگین مس از محیط آبی می‌باشد.

### ۲- مواد و روش‌ها

#### ۲-۱- تهیه جاذب و مواد شیمیایی

جاذب مورد استفاده (نانولیف لیگنوسلولز) از شرکت دانش‌بنیان نانو نوین پلیمر تهیه شد. مس سولفات ۵ آبسه (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O)، سود (NaOH) و کلریدریک اسید (HCl) از شرکت مرک آلمان تهیه شدند و آب مقطر (دو بار تقطیر جهت انجام آزمایش‌های ناپیوسته و رقیق‌سازی) خریداری گردید. برای تنظیم pH از ۱/۱ mol / ۱۰۰۰ mg/l (NaOH) و ۰/۱ mol / ۱۰۰۰ mg/l (HCL) استفاده شد. استوک ۱۰۰۰ mg/l از مس سولفات ۵ آبسه (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) در آب دیونیزه تهیه شد.

#### ۲-۲- آماده‌سازی محلول استاندارد مس

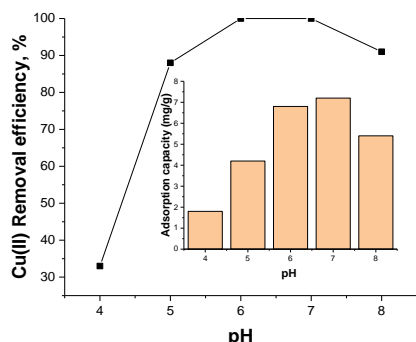
از مس سولفات ۵ آبسه (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) با آب مقطر دو بار دیونیزه، محلول استاندارد (مادری) فلز مس ۱۰۰۰ mg/l تهیه شد. برای آماده‌سازی این محلول باید مقدار ۱۰۰۰ mg مس سولفات ۵ آبسه (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) در ۱۱ آب مقطر دوبار دیونیزه حل شود. پس از وزن کردن این مقدار مس سولفات ۵ آبسه (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) با رقیق‌سازی آن با استفاده از آب مقطر دوبار دیونیزه، در بالن حجمی ۱۰۰۰ ml تهیه گردید. سایر محلول‌های مورد نیاز آزمایش از رقیق‌سازی محلول استوک با استفاده از آب مقطر دو بار دیونیزه شده به‌طور روزانه تهیه گردیدند.

### ۳- یافته‌ها و بحث

#### ۳-۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)

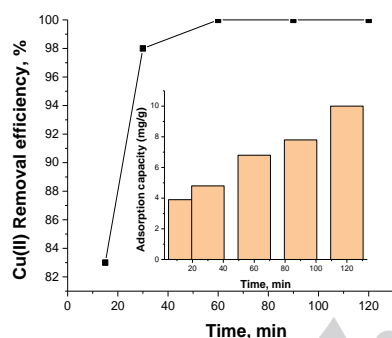
شکل (۱) تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری به‌دست آمده از نانوفیبر لیگنوسلولز را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱)، این جاذب دارای قطر کمتر از ۱۰۰ nm (محدوده نانومتری) و دارای ساختار فیبری و شبکه‌ای است. متوسط قطر آن ۱۰۶۵±۵۵ nm اندازه‌گیری شد.

حذف و ظرفیت جذب یون مس با استفاده از نانوفیبرلیگنوسلولوزی با افزایش زمان از ۱۵ به ۱۲۰ min افزایش یافت، زیرا فرصت و شانس برخورد یون‌های مس با ذرات جاذب، افزایش یافته است.



شکل ۲- اثر تغییرات pH در جذب سطحی مس توسط جاذب نانولیف لیگنوسلولوزی

Fig.2 Effect of pH changes on the adsorption of copper using lignocellulose nanofiber



شکل ۳- اثر زمان تماس در جذب سطحی مس توسط جاذب نانوفیبر لیگنوسلولوزی

Fig. 3 Effect of contact time on adsorption of copper using lignocellulose nanofiber

جذب مس با جاذب نانولیف لیگنوسلولوز با سرعت بالایی انجام شد، دلیل این امر حضور مکان‌های فعال زیاد در سطوح جاذب، در ابتدای فرایند جذب می‌باشد که بعد از حدود ۳۰min تقریباً به مرز اشباع نزدیک شدند و نرخ جذب کاسته شد (Arias et al. 2017). از طرفی علت ثابت شدن جذب بعد از یک مدت معین را می‌توان وجود مکان‌های خالی در دسترس برای جذب مس دانست که، در ابتدا بسیار زیاد بوده و با گذشت زمان و اشغال مکان‌های خالی

### ۳-۲- تغییرات pH در جذب

طبق آزمون آنالیز واریانس، اختلاف معنی‌داری بین pH در تمام تیمارها در سطح  $p < 0.05$  مشاهده گردید. pH فاکتور بسیار مهمی در فرآیند جذب زیستی است. تغییرات، pH بر فعالیت شیمیایی یون‌های فلزی موجود در محلول و همچنین فعالیت گروه‌های پایه و رقابت یون‌های فلزی با یکدیگر بسیار موثر است. در این آزمایش حد فاصل تغییرات pH برای فلز مس، در محدوده ۴ تا ۸ است. داده‌های به دست آمده از آزمایش نشان می‌دهد، حداکثر جذب فلز سنگین مس در محدوده pH ۶ تا ۷ می‌باشد، شکل (۲) (Sposito et al. 2001; Yan and Viraraghavan 2001).

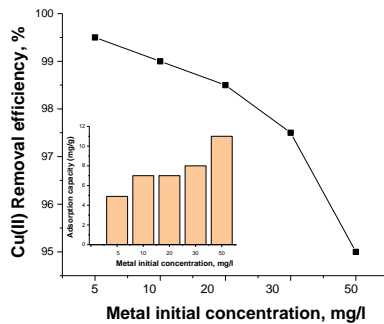
افزایش جذب با افزایش pH می‌تواند، به دلیل در دسترس بودن گروه‌های آنیونی، در سطح جاذب در فرآیند جذب فلز باشد. در مقادیر pH پایین‌تر، بین یون‌های مثبت H<sup>+</sup> و یون فلزی برای اتصال به سطح جاذب رقابت به وجود می‌آید. در نتیجه میزان جذب فلز در pH‌های پایین، کم است. افزایش pH، باعث افزایش بارهای منفی و یونیزاسیون محل‌های اتصال در گروه‌های پایه می‌شود. افزایش pH ثانویه بیش از ۶ باعث رسوب یون‌های فلزی به صورت هیدروکسید شده، بنابراین میزان یون‌ها در محلول کاهش یافته و میزان جذب کم می‌شود (Yan and Viraraghavan 2001). در pH کم، غلظت یون H<sup>+</sup> زیاد است، به همین دلیل پروتون‌ها با یون مس می‌توانند برای اشغال سایت‌های سطح جاذب رقابت کنند و در نتیجه سطح جاذب را اشغال نمایند. با افزایش pH میزان یون هیدروکسید افزایش یافته و در نتیجه سایت‌های کافی و مطلوب برای جذب یون مس فراهم می‌شود (Kula et al. 2008).

### ۳-۳- اثر زمان تماس در جذب

طبق آزمون آنالیز واریانس، اختلاف معنی‌داری بین زمان‌ها در سطح  $p < 0.05$  مشاهده گردید. در این مطالعه از ۵ زمان مختلف (۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰min) برای بررسی پایداری جاذب در طول زمان استفاده گردید. اثر تغییرات نوع جاذب و زمان در شکل (۳) نشان داده شده است. درصد



بسیار کم و محلول اشباع شده است. با افزایش غلظت اولیه فلز، تعداد یون‌های فلزی در محلول زیاد می‌شود، رقابت برای دسترسی به محل‌های اتصال در سطح تماس افزایش یافته و تمام محل‌ها در معرض برخورد با یون‌ها قرار گرفته و فعال شده‌اند. با پر شدن محل‌ها در غلظت‌های زیادتر، سطوح اشباع می‌شوند و میزان جذب دیگر افزایش قابل ملاحظه‌ای ندارد (Quintelas et al. 2009).



شکل ۵- اثر تغییرات غلظت اولیه فلز در جذب سطحی مس به وسیله

جاذب نانوفیبر لیگنوسلولوزی

Fig. 5 Effect of changes in the metal initial concentration on the copper adsorption using lignocellulose nanofiber

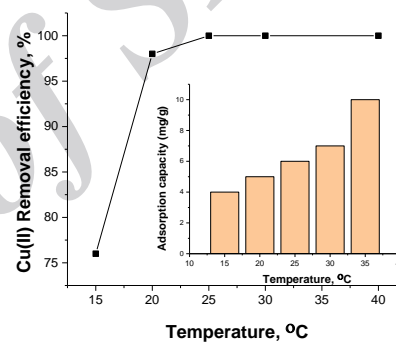
### ۳-۶- اثر تغییرات غلظت جاذب در جذب

به‌منظور تعیین دوز موثر جاذب، آزمایش‌های بررسی اثر مقدار جاذب بر فرآیند جذب یون‌های فلزی مس، توسط نانولیف لیگنوسلولوزی انجام شد و با در نظر گرفتن مقدار جاذب، که می‌تواند بیش‌ترین مقدار جذب را داشته باشد، محدوده مقدار جاذب در نظر گرفته شد. شکل (۶) درصد حذف و ظرفیت جذب را نشان می‌دهد. با افزایش مقدار جاذب از ۰/۱ به ۰/۵g/l، درصد حذف یون‌های فلزی مس از ۹۸/۶ به ۹۹/۷٪ افزایش و سپس کاهش جزئی یافته است. این روند برای ظرفیت جذب مشابه بوده است. با افزایش مقدار جاذب، شمار مکان‌های جذب در دسترس افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مقدار فلز جذب شده می‌شود. کاهش ظرفیت جذب با افزایش مقدار جاذب، عمدتاً به دلیل سیرنشدن مکان‌های جذب در طی فرآیند جذب و تجمع ذرات در مقادیر زیاد جاذب است، که منجر

باقیمانده، به دلیل نیروی دافعه بین مولکول‌های ماده حل‌شونده فاز جامد و محلول دانست (Sanati et al. 2013).

### ۳-۴- اثر درجه حرارت در جذب

طبق آزمون آنالیز واریانس، اختلاف معنی‌داری بین درجه حرارت در تمام تیمارها در سطح  $p < 0.05$  مشاهده گردید. در این مطالعه از ۵ دمای مختلف ( $20^{\circ}\text{C}$ ،  $25^{\circ}\text{C}$ ،  $30^{\circ}\text{C}$ ،  $40^{\circ}\text{C}$ ) برای بررسی اثر درجه حرارت بر کارایی جاذب‌ها استفاده گردید. اثر تغییرات نوع جاذب و دما در شکل (۴) نشان داده شده است. درصد حذف و ظرفیت جذب یون مس با استفاده از جاذب نانوفیبر لیگنوسلولوزی با افزایش دما از ۱۵ به  $40^{\circ}\text{C}$  افزایش یافت؛ زیرا به علت افزایش سرعت برخورد یون‌های مس با سطح جاذب‌ها، انبساط جاذب و در نتیجه بیش‌تر شدن مکان‌های فعال برای حذف مس به دست آمد (Zhang and Rolandi 2017).



شکل ۴- اثر درجه حرارت در جذب سطحی مس توسط جاذب نانو فیبر

لیگنوسلولوزی

Fig.4 Effect of temperature on adsorption of copper using lignocellulose nanofiber

### ۳-۵- اثر تغییرات غلظت اولیه فلز در جذب

طبق آزمون آنالیز واریانس، اختلاف معنی‌داری بین غلظت اولیه فلز مس در تمام تیمارها در سطح  $p < 0.05$  مشاهده گردید. اثرات تغییرات غلظت اولیه فلز مس بر ظرفیت جذب زیستی در شکل (۵) نشان داده شده است. تغییرات غلظت از ۵ تا  $50\text{ mg/l}$  مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در نمودار شکل (۵) مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت اولیه فلز میزان جذب افزایش یافت، تا جایی که تقریباً تغییرات

## References

Ahluwalia S. S. and Goyal D. (2007). Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *J. Bioresour. Technol.*, 98(12), 2243-2257.

Alizadeh R., Abedini S., Nabibidehnedi G. and Amoabedini G. (2010). Removal of lead from wastewater battery industries using magnetic nanoparticles of iron. *Iran. J. Chem. Chem. Eng. (IJCCE)*, 30(1), 71-77. [In Persian].

Arias F., Beneduci A., Chidichimo F., Furia E., and Straface S. (2017). Study of the adsorption of mercury (II) on lignocellulosic materials under static and dynamic conditions. *Chemosphere*, 180, 11-23.

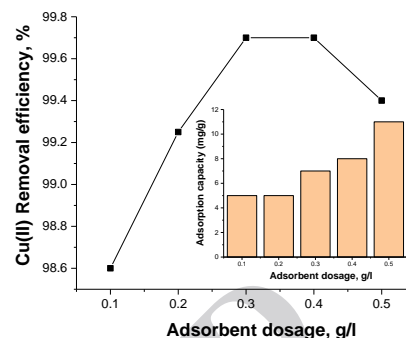
Chu K.H. (2002). Removal of copper from aqueous solution by chitosan in prawn shell: Adsorption equilibrium and kinetics. *Hazard. Mater.*, 90(1), 77-95.

Dang V.B.H., Doan H.D., Dang-Vu T. and Lohi A. (2009). Equilibrium and kinetics of biosorption of cadmium (II) and copper (II) ions by wheat straw. *J. Bioresour. Technol.*, 100, 211-219.

Deng J., Kang X., Chen L., Wang Y., Gu Z. and Lu Z. (2011). A nanofiber functionalized with dithizone by Co-electrospinning for Lead (II) Adsorption from aqueous media. *Hazard. Mater.*, 196, 187-193.

Forutan R., Ehsandoost E., Hadipour S., Mobaraki Z., Saleki M. and Mohebbi G. (2016). Kinetic and equilibrium studies on the adsorption of lead by the chitin of pink shrimp (*Solenocera melanthero*). *Entomol. Appl. Sci. Lett.*, 3, 20-26.

به کاهش مساحت سطح آن می‌شود. در کاربردهای واقعی باید کم‌ترین مقدار از جاذب که قادر به پاسخگویی به نیازها باشد انتخاب گردد (Maleki et al. 2011, Dang et al. 2009).



شکل ۶- اثر تغییرات دوز جاذب نانوفیبر لیگنوسلولوزی در جذب سطحی مس

Fig. 6 Effect of changes in the adsorbent dosage on the adsorption of copper

## ۴- نتیجه‌گیری

جذب زیستی با استفاده از نانو مواد، تکنیک نسبتاً جدیدی است که توانایی و پتانسیل زیادی را در زمینه حذف آلاینده‌ها از محیط‌های آبی، در تحقیقات گوناگون از خود نشان داده است. در این تحقیق جذب زیستی یون‌های فلزی مس که جزء فلزات سنگین و سمی می‌باشد، با استفاده از نانولیف لیگنوسلولوزی با تأکید بر تغییرات pH، زمان تماس، دما، دوز جاذب و غلظت اولیه فلز سنگین مورد بررسی قرار گرفت. در شرایط بهینه حداکثر حذف موثر در pH برابر ۷، غلظت اولیه فلز ۵ mg/l، مقدار جاذب ۰/۳ g/l، زمان دمای ۲۵°C برابر ۹۹/۸ mg/g بوده است. در نهایت این که نانولیف لیگنوسلولوز به دلیل کارایی بالایی که دارد، با وجود تغییرات دما، زمان تماس و دوز جاذب قادر به جذب زیاد فلز مس از محلول آبی بوده و به دلیل سطح تماس وسیع و ساختار شبکه‌ای و فیبری می‌تواند برای حذف سایر فلزات سنگین از منابع آبی به کار گرفته شود.

- Kardam A., Raj K.R., Srivastava S. and Srivastava M.M. (2014). Nanocellulose fibers for biosorption of cadmium, nickel, and lead ions from aqueous solution. *J. Clean Technol. Environ. Policy.*, (16), 385-393.
- Kula I., Uğurlu, M., Karaoğlu, H. and Çelik, A. (2008). Adsorption of Cd(II) ions from aqueous solutions using activated carbon prepared from olive stone by ZnCl<sub>2</sub> activation. *Bioresour. Technol.*, 3, 492-501.
- Lopicic Z.R., Stojanovic M.D., Marovic S.B., Milojkovic J.V., Mihajilovic M.L., Radoicic T.S. and Kijevcanin M.L. (2016). Effects of different mechanical treatments on structural changes of lignocellulosic waste biomass and subsequent Cu(II) removal kinetics. *Arab. J. Chem.*, 5, 120-129.
- Maleki A., Mahvi A.H., Zazouli M.A., Izanloo H. and Barati A.H. (2011). Aqueous cadmium removal by adsorption on barley hull and barley hull ash. *Asian J. Chem.*, 23, 1373-1376.
- Pamukoglu M.Y. and Kargi F. (2006). Batch kinetics and isotherms for biosorption of copper (II) ions onto pre-treated powdered waste sludge (PWS). *Hazard. Mater.*, 138(3), 479-484.
- Quintelas C. Rocha Z. Silva B. Fonseca, B. Figueiredo, H. Tavares, T. (2009). Absorptive performance of an *Escherichia coli* biofilm supported on zeolite NaY for the removal of Cr (VI), Cd (II), Fe(III) and Ni(II). *Chem. Eng. J.*, 152, 110-115.
- Rajawat D.S., Kardam A., Srivastava S., and Satsangee S.P. (2013). Nanocellulosic fiber-modified Carbon paste electrode for Ultra trace determination of Cd(II) and pb(II) in aqueous solution. *Environ. Sci. Pollut. Res. (ESPR) J.*, 20(5), 3068-3076.
- Ramesh A., Hasegawa H., Sugimoto W., Maki T. and Ueda K. (2008). Adsorption of gold (III), platinum (IV) and palladium (II) onto glycine modified crosslinked chitosan resin. *J. Bioresour. Technol.*, 99(9), 3801-3809.
- Sanati A.M., Bahramifar N., Mehraban Z., Younesi H. (2013). Lead removal from aqueous solution using date-palm leaf ash in batch system. *Water Wastewater J.*, 25(4), 51-58. [In Persian]
- Shukla A., Zhang Y.H., Dubey P., Margrave J.L. and Shukla S.S. (2002). The role of sawdust in the removal of unwanted materials from water. *Hazard. Mater.*, 95(1-2), 137-152.
- Sposito A. Pagnanelli F. Lodi, Solisio C. and Veglio F. (2001). Biosorption of heavy metals by *Sphaerotilus natants*: An equilibrium study at different pH and biomass concentration. *J. Hydromet.*, 60, 129-141.
- Wang L., Meng C.G., Han M. and Ma W. (2008). Lithium uptake in fixed-pH solution by ion sieves. *J. Colloid Inter. Sci.*, 325(1), 31-40.
- Yan G. and Viraraghavan T. (2001). Heavy metal removal in a biosorption column by immobilized *M. rouxii* biomass. *J. Bioresour. Technol.*, 78, 243-249.
- Zhang X. and Rolandi M. (2017). Engineering strategies for chitin nanofibers. *J. Mater. Chem. B Mater. Bio. Medicine*, 5, 2547-2559



## Evaluation of Lignocellulose Nanofiber Adsorbent Efficacy in Cu(II) Removal from Aqueous Solutions

Sydeh Homa Hosseini<sup>1\*</sup>, Saeedeh Rastgar<sup>2</sup>, Hassan Rezaei<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M.Sc. Graduate in Environmental Pollution, Baharan Higher Education Institute, Gorgan, Iran

<sup>2</sup> M.Sc. Graduate in Environmental Pollution, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Environmental Pollution, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran

\*Corresponding author: homahossina@yahoo.com

### Original Paper

Received: February 05, 2018

Revised: April 15, 2018

Accepted: May 23, 2018

### Abstract

Nowadays, rapid development of the chemical industry has brought about environmental pollution, a serious threat, as a result of the entry of organic and inorganic chemicals, as well as heavy metals. Surface adsorption by the use of biological polymers is a novel environmentally friendly technology for reducing and removing heavy metals from industrial wastewater. The objective of this study was to investigate the performance of lignocellulose nanofiber (LCNFs) adsorbents in the removal of Cu(II) from aqueous media. The test conditions are considered for two completely identical adsorbents. In the batch system, parameters of pH (4-8), adsorbent dosage (0.1- 0.5 g/l), contact time (15-120 min), Cu(II) initial concentration (5-50 mg/l), and temperature (15-40 °C) were studied. The results were analyzed by one-way ANOVA and Duncan's tests for significant evaluation of changes in parameters. Results showed that the highest percentage of removal of Cu(II) (99.8%.) for LCNFs at pH 7, Cu(II) concentration of 10 mg/l, adsorbent dosage of 0.3 g/l, contact time of 60 min at temperature of 25 °C was obtained. This study showed that LCNFs adsorbents are considered as an optimal adsorbent for removal Cu(II) by removing more than 98% of Cu(II) from aqueous solutions.

**Keywords:** Bioadsorbent; Lignocellulose Nano-fibers; Cu(II); Aqueous solutions.