

حذف آلومینیوم توسط پودر ریشه، ساقه و برگ بلند مازو

هدیه افصح وکیلی^{۱*}، سید مصطفی خضری^۲

*۱ و ۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده محیط زیست و انرژی، گروه علوم محیط زیست- تنوع زیستی،

صندوق پستی: ۴۹۳۳-۱۴۱۵۵

hediyehvakili@yahoo.com

چکیده

فلزات سنگین به راحتی در محیط زیست تجزیه نمی شوند و اثرات زیانباری را حتی در غلظت های کم برای انسان و سایر موجودات زنده دارند. جنس بلوط بیش از ۲۰۰ گونه است. بلوط بلند مازو که در مناطق مختلف نیمکره شمالی پراکندگی دارد، مورد مطالعه قرار گرفت. تحقیق حاضر که برای اولین بار صورت پذیرفت، نیروی بالقوه ریشه، ساقه و برگ بلوط بلند مازو به عنوان جذب کننده آلومینیوم در دمای محیط را بررسی نمود. حدود ۴۰ نمونه از درخت بلوط بلند مازو (یکساله) بصورت تصادفی جمع آوری شد. نمونه های آسیاب شده برگ، ریشه و ساقه بلند مازو با محلول فلزی آلوم مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج بدست آمده از دستگاه جذب اتمی نشان داد که برگ بیشترین مقدار جذب را دارد به طوری که برگ ۸۴ درصد، ساقه ۶۲ درصد و ریشه ۶۷ درصد توانایی جذب آلومینیوم را دارد. آزمایشات نمونه های توده گیاهی بلند مازو در برخورد با محلول شامل فلز آلومینیوم نشان دادند که pH و طول مدت تماس نمونه با محلول فلزی فاکتورهای مهمی برای انتقال فلز می باشند. به طوری که بیشترین مقدار جذب پس از سه روز در pH اسیدی بین دامنه ۴ تا ۴/۵ است. روند بازجذب این توده گیاهی به کمک EDTA (اتیلن دی آمین تترااستیک اسید) به عنوان زدا کننده مواد جذب شده تا ۶۳ درصد موثر است. با توجه به فراوانی و در دسترس بودن این گیاه در جنگل های شمال و نیز علاوه بر آن چون این گیاه می تواند بیش از یک بار مورد استفاده قرار گیرد (در آزمایشات باز جذب نشان داده شد) استفاده از آن به صرفه است و نیاز به گیاه زیاد برای حذف آلومینیوم ندارد.

کلمات کلیدی: بلوط بلند مازو، آلومینیوم، جذب.

مقدمه

یکی از ابعاد تصفیه بیولوژیکی، استفاده از گیاهان در تصفیه فاضلاب و به خصوص فاضلاب‌های صنعتی حاوی فلزات سنگین از جمله آلومینیوم، جیوه، کروم، سیانید و... است که در چند دهه اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است.

این فلزات به راحتی در محیط زیست تجزیه نشده و اثرات زیانباری را حتی در غلظت‌های کم برای انسان و سایر موجودات به همراه دارند (۶).

فلزات سنگین با روش‌های بسیار پیشرفته تصفیه نیز به سختی تخریب می‌شوند اما با استفاده از گیاهان و کاشت آن‌ها در استخرهای تصفیه و بکارگیری تکنیک‌های جدید این شیوه، درصد قابل ملاحظه‌ای از فلزات سنگین جذب گیاهان شده و از محیط حذف می‌شوند. در حال حاضر کشورهای آسیای جنوب شرقی از آلمان، کانادا، چین و کشورهای آسیای جنوب شرقی از این روش استفاده می‌کنند (۱).

جایگاه گیاه بلوط را می‌توان در تیره فگاسه جستجو نمود. این گیاهان به صورت درخت یا درختچه و دارای انواع پراکنده در جنگل‌های مناطق معتدل نیم کره شمالی می‌باشند. عموماً برگ‌هایی کامل و یا لوبدار و گل‌های یک‌پارچه دارند.

حذف آلومینیوم توسط پودر برگ، ریشه و ساقه بلند مازو که هدف این تحقیق است جدید و نو می‌باشد و انجام آزمایشات آن نیز به تازگی مورد توجه قرار گرفته است. کشور ایران دارای گونه‌های گیاهی بسیار متنوعی است که تا امروز ناشناخته مانده و چه بسا می‌توان از گیاهان شناسایی شده برای حذف و تصفیه فلزات سنگین با هزینه کمتر و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی استفاده نمود.

جنس بلوط متجاوز از دوپست گونه است که در مناطق مختلف نیمکره شمالی مخصوصاً مناطق معتدله پراکندگی دارند. شکل ظاهری آن‌ها بر حسب گونه تفاوت دارد. برخی به صورت عظیم‌الجثه و بعضی دیگر دارای ارتفاع کم و حتی درختچه‌مانند هستند. از اختصاصات آن‌ها این است که به سهولت منطقه وسیعی از محل رویش را اشغال کرده، آن ناحیه را به صورت جنگل در می‌آورند (۲).

در بین درختان بلوط گونه‌های مفید متعددی یافت می‌گردد که از چوب یا چوب پنبه و یا پوست تانن‌دار یا مان ترش‌حی و بالاخره میوه و گال آن‌ها استفاده صنعتی و دارویی و غیره به عمل می‌آورند.

به طور کلی بلوط دارای گونه‌های زیاد و متعددی است در ایران نیز گونه‌ها و ارقام چندی از آن‌ها وجود دارد.

درخت بلوط بلند مازو که یکی از گونه‌های بلوط ایران می‌باشد برای حذف آلومینیوم از فاضلاب آبکاری در این تحقیق بکار رفته است.

درخت بلوط بلند مازو مخصوص جنگل‌های قفقاز و خزر می‌باشد و در جنگل‌های شمال از جلگه‌های ساحلی دریای خزر تا ارتفاعات فوقانی از جنگل‌های گلی داغ و گلستان و گردنه چناران تا آستارا کشیده شده است و جامعه‌هایی خالص و یا مخلوط بامرمز را تشکیل می‌دهد و در ارتفاعات مینودشت تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا بالا می‌رود. درختی است بلند قامت که ارتفاع آن به ۴۰ متر بالغ می‌گردد و در درختان کهنسال در پایین تنه درخت گویچه‌هایی ظاهر شده و مقطع تنه آن را سینوسی شکل می‌نماید (۲).

مواد و روش‌ها

موادی که در این آزمایش بکار می‌رود شامل:

برگ، ریشه، ساقه خشک شده درخت بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) - فاضلاب آبکاری آلومینیوم (به طور مصنوعی به کمک آلوم $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ در آزمایشگاه ساخته شد) - اسید سولفوریک و NaOH (برای تغییر pH) - دستگاه شیکر برای تکان دادن نمونه‌ها - دستگاه جذب اتمی.

حدود ۴۰ عدد نمونه از درخت بلوط بلند مازو (گیاهان یک‌ساله) به صورت تصادفی از ایستگاه تحقیقاتی شهر سلمان در استان گیلان جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در $65^\circ C$ در طول دو شب در فر خشک شدند. نمونه‌های برگ، ساقه و ریشه به طور جداگانه با هاون کوبیده شدند و برای به دست آوردن پودر همگن در دستگاه آسیاب خرد شدند (اندازه ذرات کمتر از ۲۰۰ میکرون).

نمونه‌های برگ، ساقه و ریشه پودر شده بلوط را جداگانه به اندازه ۱ گرم به ۱۰۰ میلی‌لیتر شامل 10 mg/L محلول فلز اضافه می‌نماییم. محلول فلزی که استفاده شده شامل ۱ گرم آلوم است که توسط رقیق کردن با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ CC رسانده شده.

نمونه‌ها در بسترهای جداگانه در دمای اتاق ($22 \pm 2^\circ C$) به مدت ۱ ساعت در دستگاه شیکر تکان داده شدند.

تأثیر زمان ماند بر حذف آلومینیوم: این آزمایش تا ۳ روز ادامه داشت و نتایج نمونه‌ها به طور جداگانه از روز اول تا روز سوم در دستگاه جذب اتمی مدل SpectrAA خوانده شد.

تأثیر pH بر حذف آلومینیوم: جهت بررسی تأثیر pH بر میزان حذف توسط بلوط، محلول

نمونه‌ها به pHهای مختلف اسیدی، خنثی و قلیایی رسانده شد (با استفاده از NaOH و H_2SO_4) و سپس نتایج به کمک دستگاه جذب اتمی خوانده شده است. آزمایش باز جذب آلومینیوم بر روی نمونه‌های برگ، ساقه، ریشه درخت بلوط بلند مازو را که قبلاً یک‌بار مورد استفاده بوده و جذب آلومینیوم در آن صورت گرفته را برای تست نیروی بالقوه گیاه برای مصرف مجدد مورد آزمایش قرار گرفت.

نمونه‌های فوق برگ، ساقه، ریشه بلوط را ۳ مرتبه با آب مقطر خوب شسته می‌شود و در طول شب در دمای $70^\circ C$ در فر گذاشته می‌شود تا خشک شوند.

نمونه‌های خشک شده را به طور جداگانه در ۱۰۰ ml از 0.5 ml EDTA (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید به عنوان زدااینده مواد جذب شده (Desorber) می‌باشد که اثر چندانی بر توده سلولی ندارد) به مدت ۵ ساعت گذاشته می‌شود.

بعد از ۵ ساعت نمونه‌ها را از صافی می‌گذرانیم و با آب مقطر می‌شوئیم و پس از یک شب در فر خشک می‌شود و دوباره همان آزمایشات اول را روی این نمونه‌های برگ، ساقه، ریشه انجام می‌دهیم تا ببینیم درصد جذب آلومینیوم برای بار دوم از نمونه‌های فوق چند درصد است.

آنالیز فلز: پس از ۳ روز جذب تجمع باقیمانده یون‌های فلز آلومینیوم توسط طیف سنج جذب اتمی برآورده شد. نتایج فلز سنگین آلومینیوم دفع شده برای ریشه، ساقه و برگ درخت بلوط توسط فرمول زیر تعیین گردید.

نتایج

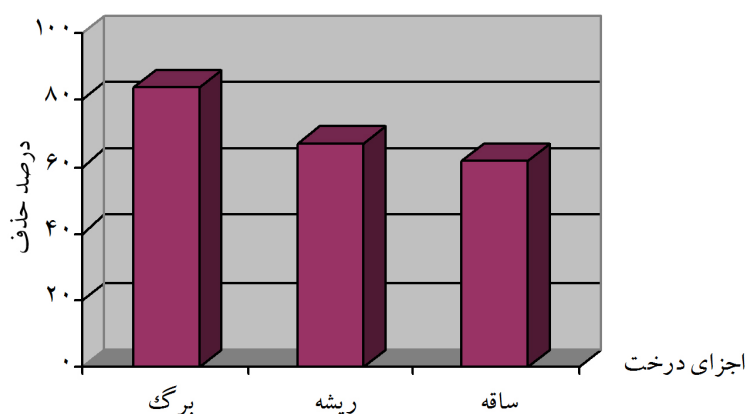
نتایج بدست آمده از دستگاه جذب اتمی نشان داد که برگ بیشترین مقدار جذب را دارد به طوری که برگ ۸۴ درصد، ساقه ۶۲ درصد و ریشه ۶۷ درصد توانایی جذب آلومینیوم را دارد.

$$R = \frac{C_i - C_r}{C_i} \times 100$$

R = درصد فلز جذب شده از غلظت اولیه

C_i = غلظت اولیه فلز در شروع جذب

C_r = غلظت باقیمانده فلز بعد از ۳ روز



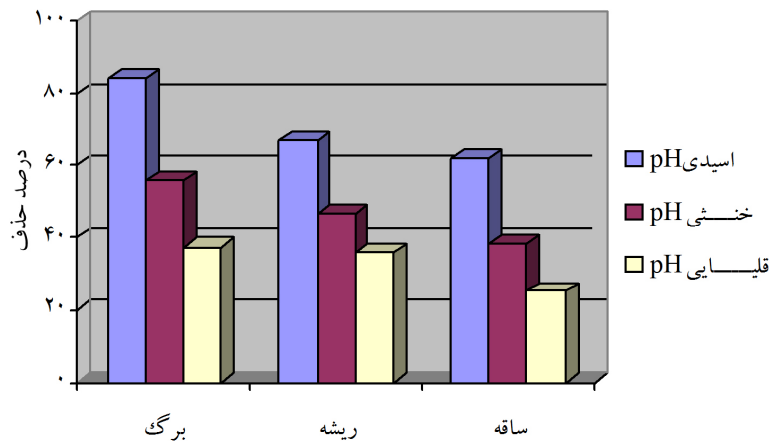
نمودار ۱: درصد حذف آلومینیوم توسط برگ، ریشه، ساقه بلوط بلند مازو

بین pH های خنثی، اسیدی و قلیایی بیشترین مقدار جذب را pH اسیدی دارد.

آزمایشات نمونه‌های فیتوتوده در برخورد با محلول شامل فلز آلومینیوم نشان دادند که pH و طول مدت زمان تماس فیتوتوده با محلول فلزی فاکتورهای مهمی برای انتقال فلز می‌باشند.

جدول ۱: نتایج آنالیز برگ، ریشه، ساقه بلوط بلند مازو در pH های متفاوت

| pH خنثی | | pH قلیایی | | pH اسیدی | | pH |
|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------|
| غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب %R | غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب %R | غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب %R | اندام گیاه |
| ۱/۸ | ۵۶ | ۲/۶ | ۳۷ | ۰/۶۵ | ۸۴ | برگ |
| ۲/۱۸ | ۴۷ | ۲/۶۶ | ۳۶ | ۱/۳۶ | ۶۷ | ریشه |
| ۳ | ۳۸ | ۳/۲ | ۲۵ | ۱/۵۶ | ۶۲ | ساقه |

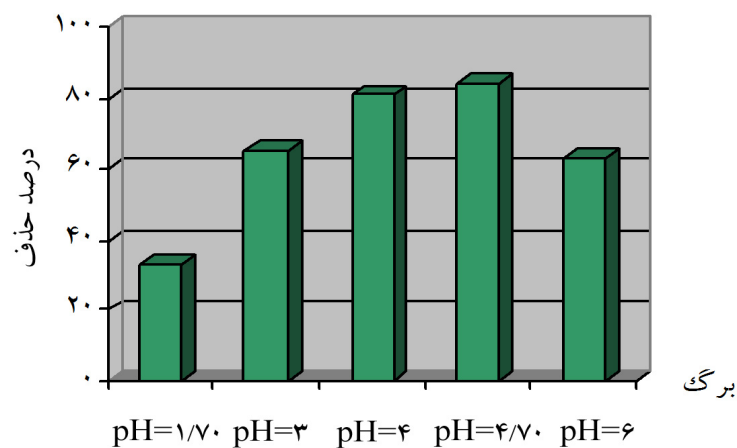


نمودار ۲: درصد حذف Al توسط برگ، ریشه، ساقه بلوط بلند مازو در pH های متفاوت

در pH اسیدی بیشترین مقدار رنج جذب بین pH ۴ تا ۴/۵ است.

جدول ۲: نتایج آنالیز برگ بلوط بلند مازو در pH های متفاوت اسیدی

| برگ pH | غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب R% |
|--------|--------------------|-------------|
| ۱/۷ | ۲/۷۷ | ۳۳ |
| ۳ | ۱/۳۸ | ۶۵ |
| ۴ | ۰/۷۹ | ۸۱ |
| ۴/۷ | ۰/۶۵ | ۸۴ |
| ۶ | ۱/۳۸ | ۶۵ |

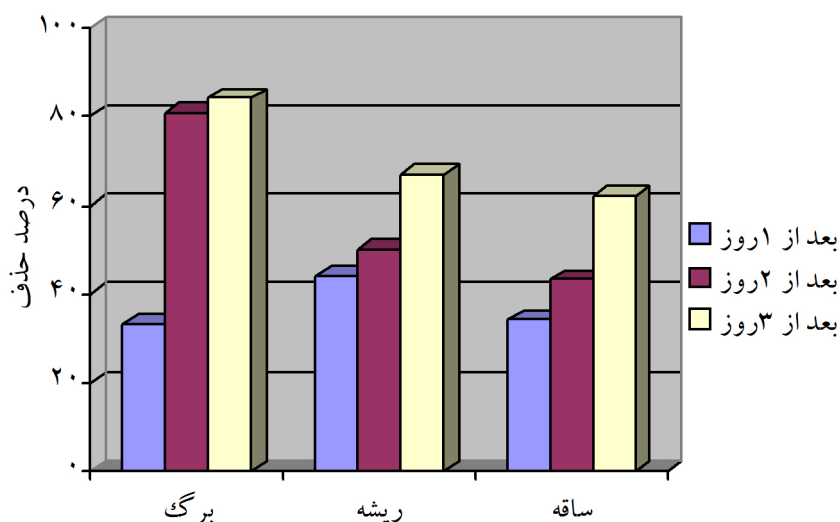


نمودار ۳: درصد حذف Al توسط برگ بلوط بلند مازو در pH های متفاوت اسیدی

بیشترین مقدار جذب پس از سه روز بدست آمد.

جدول ۳: نتایج آنالیز برگ، ریشه، ساقه بلوط بلند مازو در طی ۳ روز

| بعد از ۳ روز | | بعد از ۲ روز | | بعد از ۱ روز | | مدت آنالیز اندام گیاه |
|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب %R | غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب %R | غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد جذب %R | |
| ۰/۶۵ | ۸۴ | ۰/۷۹ | ۸۱ | ۲/۷۷ | ۳۳ | برگ |
| ۱/۳۶ | ۶۷ | ۲/۰۶ | ۵۰ | ۲/۳ | ۴۴ | ریشه |
| ۱/۵۶ | ۶۲ | ۲/۳۷ | ۴۳ | ۲/۷۱ | ۳۴ | ساقه |



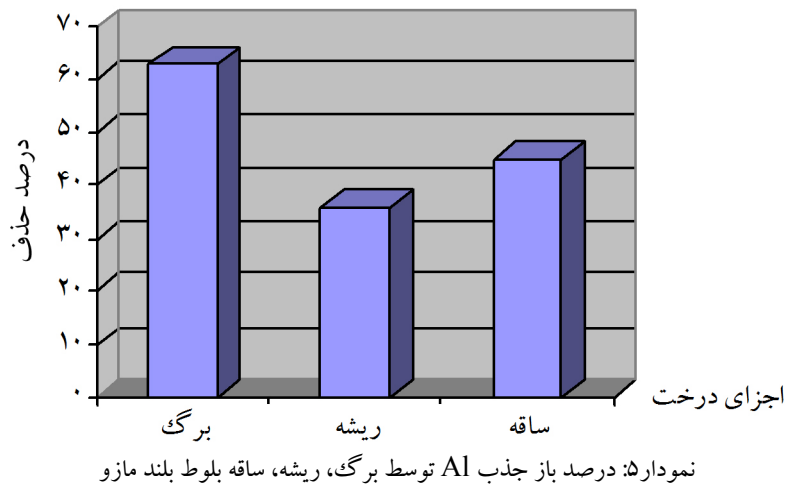
نمودار ۴: درصد حذف Al توسط برگ، ریشه، ساقه بلوط بلند مازو طی ۳ روز

اجزای درخت بلوط توانایی جذب دوباره آلومینیوم را تا ۶۳ درصد دارا می‌باشند.

پس از تعیین مقادیر جذب، آزمایشی مبنی بر توانایی باز جذب درخت بلوط انجام شد که نشان داد

جدول ۴: نتایج آنالیز برگ، ریشه، ساقه بلوط بلند مازو برای باز جذب Al

| آنالیز اندام گیاه | غلظت فلز Cr (mg/l) | درصد باز جذب %R |
|----------------------|--------------------|-----------------|
| برگ | ۴۸/۱ | ۶۳ |
| ریشه | ۵۸/۲ | ۳۶ |
| ساقه | ۱۴/۲ | ۴۵ |



نمونه آزمایش فوق بر روی اجزای بلوط همیشه سبز *Quercus ilex* به صورت غیر زنده توسط پروفیسور Prasad صورت پذیرفت. که ریشه بلوط همیشه سبز بیشترین توانایی را در حذف نیکل دارد و ساقه کمترین میزان جذب را به علت درشت بودن و همچنین سختی بافت در مدت تماس این فلز که حدود ۳ روز بوده، داشته است (۴).

نتایج ریشه و برگ بلوط بلند مازو با نتایج Prasad همخوانی ندارد. به نظر می‌رسد که علت این امر این باشد که چون آزمایش انجام شده بر روی بلوط همیشه سبز توسط Prasad در مقایسه با این تحقیق که بلوط بلند مازو بوده، بافت ریشه بلوط همیشه سبز نرمتر از برگ آن بوده است. علاوه بر آن امکان این که خلل و فرج موجود بر روی برگ‌های بلوط بلند مازو احتمالاً بیشتر از بلوط همیشه سبز است. بلوط همیشه سبز مختص اروپا بوده و شرایط اکولوژیک رویش گیاه با شرایط اکولوژیکی بلوط بلند مازو در ایران متفاوت می‌باشد. علاوه بر آن امکان دارد که عمر درخت بلوط و مرحله رشد آن نیز بر روی قدرت جذب آن تأثیر زیادی داشته باشد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده

بحث

طبق تحقیقات انجام شده توسط خانم Giulia Maisto (۲۰۰۴) که بر روی برگ یک‌ساله بلوط همیشه سبز در دو منطقه، یکی دور از شهرها که به طور مستقیم تحت تأثیر منابع آلودگی نباشند و دیگری در مسیر جاده‌های شلوغ در کامپانیا ایتالیا صورت گرفت، دریافتند که برگ بلوط توانایی جذب فلزات سنگین Cr و Cd را در مسیر جاده‌های شلوغ آلوده دارد (۵). همچنین در تحقیق مشابهی که توسط Alfani در شهر ناپلز انجام گرفت نتیجه این بود که Fe، Pb و Cu در رسوب سطح و بافت برگ بلوط همیشه سبز جاده‌ای به طور چشمگیری از برگ‌های بلوط در پارک‌ها بیشتر است (۳).

پس می‌توان نتیجه گرفت که با کاشتن بلوط همیشه سبز در مسیر جاده‌ها علاوه بر زیبایی، می‌توان به طور طبیعی باعث جذب فلزات سنگین شد. و بر عکس سیستم‌های مصنوعی ضروری برای محیط زیست ندارد (بلوط همیشه سبز مختص اروپا بوده و در ایران وجود ندارد) (Prasad).

سپاسگزاری

وظیفه خود می‌دانیم از مساعدت و راهنمایی بی‌دریغ استاد ارجمند جناب آقای دکتر مصطفی خضری صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. برخوردار، ب.، ۱۳۸۲. بررسی حذف و بازیافت فلزات سنگین Ni-Cu-Cr توسط توده خشک جلبکی - واحد علوم و تحقیقات دانشکده محیط زیست - رساله دکتری. صفحه های ۳۵-۱۸.
۲. باباخانجانی شیراز و همتی، ا.، ۱۳۸۵. تعیین مناسب‌ترین زمان جنگل کاری با گونه بلند مازو در گیلان، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۰. صفحه های ۶-۲.
3. Alfania, A., 1996. Trace metal biomonitoring in the soil and leaves of *Quercus ilex* in the urban area of Naples, ScienceDirect. pp 51-55.
4. Prasad, M.N.V., 2000. Removal of toxic metals from solution by leaf, stem and root phytomass of *Quercus ilex*- ScienceDirect-Environmental pollution. pp 277-283.
5. Maisto Giulia, 2004. Trace metals in the soil and in *Quercus ilex* "leaves" at anthropic and remote sites of the Campania Region of Italy- ScienceDirect. pp 269-279.
6. Tin Win.David, 2002, Iron Removal from Industrial Waters by Water Hyacinth- ScienceDirect Environmental pollution pp 55-60.

درصد جذب ساقه در مدت تماس‌های بیشتر که امکان نرم شدن بافت ساقه وجود داشته باشد آزمایشات بیشتری انجام گیرد.

همان‌طور که در منحنی‌ها نشان داده شد با افزایش زمان تماس میزان جذب افزایش می‌یابد که دلیل این امر می‌تواند ناشی از این باشد که با زیاد شدن زمان تماس امکان جذب بیشتر فلز توسط گیاه افزایش می‌یابد و علاوه بر آن با زیاد شدن زمان تماس، بافت گیاه نرم‌تر می‌شود در نتیجه امکان جذب بیشتر می‌شود.

همچنین در منحنی‌ها نشان داده شد که در pH اسیدی بیشترین میزان جذب را دارد برای این که امکان تغییر بافت با pH اسیدی بیشتر از سایر pH ها است که در نتیجه جذب بیشتر می‌شود. در خاتمه استفاده از این گیاه به علت قدرت جذب بالای آن که در حدود بالاتر از ۸۰ درصد فلز آلومینیوم را دارد پیشنهاد می‌شود.

با توجه به فراوانی و در دسترس بودن این گیاه در جنگل‌های شمال و نیز علاوه بر آن چون این گیاه می‌تواند به دفعات مورد استفاده قرار گیرد (همان‌طور که در آزمایشات باز جذب نشان داده شد) استفاده از آن به صرفه است و نیاز به گیاه زیاد برای حذف فلزات سنگین ندارد.

همچنین پیشنهاد می‌شود این گیاه برای جذب سایر فلزات سنگین نیز مورد آزمایش قرار گیرد.