محور مقاله: آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

پسماندهای کشاورزی جاذب‌هایی کارآمد در حذف انواع آلاینده‌ها از محلول‌های آبی آلوده

*سمانه عبدالرحیمی[۱]، نسرین قربان‌زاده[۲]، محمد باقر فرهنگی[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۲]استادیار علوم خاک، دانشگاه گیلان

چکیده

افزایش فعالیت‌های کشاورزی و همچنین گسترش صنایع سبب ورود انواع آلاینده‌ها به محیط زیست و به ویژه منابع آبی می‌شود. با توجه به بحران شدید کمبود آب در جهان طی دو دهه آینده بازیافت آب و استفاده دوباره از فاضلاب تصفیه شده برای مقاصد مفید مانند آبیاری کشاورزی و در بعضی مواقع مصارف شهری ضروری است. بنابراین توجه به روش‌های اقتصادی و کارآمد به منظور حذف آلاینده‌ها از پساب‌ها امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. استفاده از مواد ارزان‌قیمت به عنوان جاذب مورد توجه بسیاری از پژوهشگران در این زمینه قرار گرفته است. در این میان پسماندهای کشاورزی به عنوان جاذب‌هایی با هزینه کم و بازده مناسب بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. هدف این مقاله سازماندهی اطلاعات در دسترس و اما پراکنده‌ای می‌باشد که در رابطه با طیف گسترده‌ای از پسماندهای کشاورزی و تا حدودی جنگلی به عنوان جاذب‌های کم‌هزینه با قابلیت حذف آلاینده‌ها هستند. پژوهش‌های انجام شده گنجایش پسماندهای کشاورزی را به عنوان جاذب برای حذف انواع آلاینده‌های آلی و غیرآلی مشخص می‌کند. اصلاح پسماندهای کشاورزی به عنوان جاذب می‌تواند گنجایش جذب این مواد را افزایش دهد. بنابراین حذف آلاینده‌ها از محلول‌های آلوده توسط پسماندهای کشاورزی هم از جنبه زیست¬محیطی و هم از جنبه استفاده بهینه از این پسماندها بسیار قابل ملاحظه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: جذب سطحی، پسماندهای جنگلی، فلز سنگین، شلتوک برنج

مقدمه

طبیعت به طور پیوسته با مقدار زیادی از مواد شیمیایی پرخطر با ساختارها و درجات مختلف سمیت آلوده می‌شود. منابع اصلی آلودگی شامل فعالیت‌های صنعتی (نساجی، چرم، کاغذ، پلاستیک، زغال سنگ، مواد غذایی، پتروشیمی، داروسازی، صنایع رنگی و غیره)، فعالیت‌های کشاورزی (استفاده از آفت کش‌ها، علف‌کش‌ها، سموم و کودها، داروهای دامپزشکی و آبزی‌پروری)، استفاده از فاضلاب‌های شهری و سایر تغییرات زیست‌محیطی و جهانی می‌باشند که سلامت انسان را از راه مصرف غذا و آب آلوده در معرض خطر قرار می‌دهند (Schutz و همکاران ۲۰۱۳). توسعه صنایع سبب تولید ترکیب‌های شیمیایی گوناگون مانند علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها، سوخت‌ها، حلال‌ها، هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای[۱](PAHS)، مواد منفجر شونده و رنگ‌ها شده است (Lee و همکاران ۲۰۱۱). فلزهای سنگین گروه عمده‌ای از آلاینده‌های غیرآلی هستند و با توجه به این‌که در لجن‌های فاضلاب، پساب‌ها، کودها، علف‌کش‌ها، معادن رها شده و صنایع ذوب فلزها وجود دارند، مناطق وسیعی را آلوده می‌کنند (Halim و همکاران ۲۰۰۲). بنابراین برای مهار آسیب‌های زیست‌محیطی ایجاد شده از روش‌های مختلف پالایش منابع آب و خاک بهره گیری می‌شود. فن‌آوری‌های متعددی برای حذف آلاینده‌های فلزی از منابع آبی آلوده وجود دارد. روش‌های تصفیه معمول شامل رسوب، تبادل یونی، فیلتراسیون غشایی، اسمز معکوس و جذب سطحی می‌باشند (Banerjee و همکاران ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر، به استفاده از پسماندهای کشاورزی و جنگلی به عنوان جاذب‌ها توجه قابل ملاحظه‌ای شده است. تعدادی از این پسماندها شامل شلتوک برنج، کاه گندم، پوست برخی میوه‌ها (پرتقال، هندوانه، موز و ...)، پوسته سویا، پنبه دانه، الیاف نارگیل، پوست بادام زمینی، گردو، پسته و فندق، ضایعات چای و قهوه، تفاله نیشکر، پوست درخت کاج، خاک اره و ... می‌باشند که به طور طبیعی یا به عنوان پسماندهای حاصل از عملیات کشاورزی و صنعتی بسیار فراوان می‌باشند. خلاصه‌ی از پژوهش‌های انجام شده در رابطه با استفاده از پسماندهای کشاورزی به عنوان جاذب در حذف انواع آلاینده‌ها در جدول ۱ آمده است و در ادامه نیز به توضیح مختصری در رابطه با برخی انواع جاذب‌های پرکاربردتر حاصل از پسماندهای کشاورزی پرداخته شده است.

ویژگی‌های ساختاری پسماندهای کشاورزی

در دسترس و کم هزینه بودن، امکان اصلاح فیزیکی و شیمیایی و قابلیت جذب بالای فلزهای سنگین از فاضلاب‌ها این پسماندهای کشاورزی را به جاذب‌هایی مؤثر تبدیل می‌کند. پسماندهای کشاورزی و جنگلی بیشترین تولید و دسترسی را در سراسر جهان دارند. این پسماندها موادی مقرون به صرفه و دوست‌دار محیط زیست هستند و این امر به سبب داشتن ترکیب‌های شیمیایی منحصر به فرد، دسترسی

* نویسنده مسئول: samaneh.abduolrahimi@gmail.com

[1] Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

فراوان، طبیعت تجدیدپذیر و هزینه‌ی کم آن‌ها است. ترکیب‌های اصلی پسماندهای کشاورزی همی‌سلولز، لیگنین، لیپیدها، پروتئین‌ها، قندهای ساده، آب، هیدروکربن‌ها و نشاسته است که حاوی گروه‌های عاملی مختلف مانند استامیدو، الکلی، کربونیل، فنولیک، آمید، آمین و سولفیدریل می‌باشند. این گروه‌ها توانایی اتصال به یون‌های فلزی را از طریق دادن جفت الکترون از این گروه‌ها به منظور تشکیل ترکیبات پیچیده با یون‌های فلزی در محلول دارند (Sene و همکاران ۲۰۰۲).

جدول-۱- پژوهش‌های انجام شده در رابطه با استفاده از پسماندهای کشاورزی به عنوان جاذب در حذف انواع آلاینده‌ها

جاذب(ها)	آلاینده‌های آلی	فلزهای سنگین
شلتوک برنج	مالاکیت سبز، زرد اسیدی۳۶، آبی اسیدی	
تفاله نیشکر	رنگ نارنجی اسیدی ۱۰	
پوسته نارگیل		کروم
تفاله نیشکر		کروم
پوست درخت کاج		کادمیوم
خاک اره چوب درخت سپیدار		مس، کادمیوم، روی
پوست پرتقال		نیکل
مغز ساقه چغندر قند		مس
خاک اره چوب و تفاله نیشکر اصلاح شده با EDTA		روی
پوست پرتقال اصلاح شده با استیک اسید مرکاپتو		کادمیوم
پوست پرتقال، خاک اره و تفاله نیشکر		مس
ضایعات پرتقال		کادمیوم
پوست نخودفرنگی و ازگیل، برگ انجیر، ضایعات باقلا		کادمیوم
سبوس برنج		کادمیوم، مس، سرب، روی
خاک اره درخت سپیدار		کادمیوم، مس، روی
ضایعات چای		نیکل
پوست سیب‌زمینی		مس
الیاف نارگیل		آرسنیک
پوست پیاز		سرب
برگ کاج		آرسنیک
پوسته بادام‌زمینی	رنگ قرمز کنگوو و سبز بریلیانت	
پوست پسته		مس
ساقه سویا اصلاح شده با اسید سیتریک		سرب
پوست خردل		سرب و کادمیوم
سبوس گندم		مس
سبوس برنج		کادمیوم، مس، سرب و روی
تفاله زیتون		سرب و مس و کادمیوم
ضایعات ساقه درخت تاک		مس و نیکل
خاک اره کاج		مس
پوست موز		سرب و کادمیوم
پوست درخت کاج	هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای	

ساقه چغندر قند	Gemazol turquoise blue-G	
ضایعات چای	آبی متیلن	
پوست لیمو	سبز مالاکیت	
پوست تخمه آفتابگردان		سرب
پوست مرکبات		سرب
چوب ذرت		سرب
ضایعات چای و قهوه		مس، روی، کادمیوم و سرب
پوست درخت کاج	آبی متیلن	

ضایعات چای

در سال‌های اخیر از ضایعات کارخانه چای به دلیل توانایی بالای آن برای حذف فلزهای سنگین استفاده می‌شود. دیواره سلولی نامحلول برگ‌های چای حاوی مقادیر زیادی از سلولز و همی‌سلولز، لیگنین، تانن‌های متراکم و پروتئین‌های ساختاری می‌باشد. به عبارت دیگر یک سوم کل ماده خشک برگ چای به دلیل دارا بودن گروه‌های عاملی زیاد گنجایش زیادی برای جذب فلزهای سنگین دارند. گروه‌های مسئول در لیگنین، تانن یا سایر ترکیب‌های فنلی عمدتاً کربوکسیلات، کربوکسیلات آروماتیک و گروه هیدروکسیل فنل هستند (Wasewar و همکاران ۲۰۰۸). حذف مس، روی، کادمیوم کروم شش ظرفیتی نیز توسط ضایعات چای گزارش شده است. نتایج محمدپور و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که فیلتر زیستی[1]ستونی تهیه شده با چای کمپوست کارایی بالایی در حذف فلزهای سنگین کبالت، مس، نیکل و سرب دارد و قادر است بیش از ۹۵ درصد از فلزهای مذکور را در مدت زمان ۳۰ دقیقه حذف کند (Mohamadpuor و همکاران ۲۰۱۶). حسینی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که پسماندهای چای اصلاح شده با نانو ذرات مگنتیت برای حذف فلزهای سنگین از محلول‌های آبی بسیار مناسب و کارآمد است. ضمن این‌که جداسازی پسماندهای چای اصلاح شده با نانو ذرات مگنتیت پس از جذب مس از محلول‌های آبی راحت‌تر انجام می‌شود (Hosseini و همکاران ۲۰۱۲).

تفاله نیشکر

تفاله نیشکر یک محصول فرعی از فرآوری نیشکر است. تفاله نیشکر هم به عنوان سوخت و هم به عنوان مواد اولیه کارخانه تولید کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Garg و همکاران ۲۰۰۷). پژوهش بر روی تفاله نیشکر و سلولز اصلاح شده با انیدرید سوکسینیک حذف Cu^{+2},Cd^{+2} و Pb^{+2} را از محلول‌های آبی را نشان داد (Gurgel و همکاران ۲۰۰۸). گروه‌های هیدروکسیل و فنولیک در تفاله نیشکر به آسانی از طریق اصلاح با انیدرید سوکسینیک به گروه‌های کربوکسیلیک تبدیل می‌شوند و مواد اصلاح شده یون‌های مس، کادمیوم و سرب را از محلول‌های آبی حذف می‌کنند (Li و همکاران ۲۰۰۸).

خاک اره چوب

خاک اره چوب که یک ماده زیستی جامد به دست آمده از پردازش مکانیکی چوب است که به سبب ترکیب لیگنوسلولزی‌اش می‌تواند به عنوان یک جاذب ارزان قیمت برای حذف فلزهای سنگین مورد استفاده قرار گیرد. این ترکیب بطور عمده از سلولز (۴۵-۵۰ درصد) و لیگنین (۲۳-۳۰ درصد) تشکیل شده است. سلولز و لیگنین به دلیل گروه‌های هیدروکسیل، کربوکسیلیک و فنول موجود در ساختار آن‌ها گنجایش اتصال با فلزهای کاتدی را دارند. علاوه بر این، خاک اره چوب به طور گسترده‌ای در دسترس است و دارای ثبات مکانیکی خوب و همچنین برخی از مزایای دیگر می‌باشد. حداکثر کارایی خاک اره در حذف رنگ قرمز کاتیونی و مس به ترتیب برابر با ۹۸/۳ و ۹۹/۹ درصد گزارش شده است (Mehrabpuor و همکاران ۲۰۱۶).

پوست پرتقال

توانایی پوست پرتقال به عنوان یک ماده جاذب، با توجه به مقدار بالای سلولز، پکتین (اسید گالاکتورونیک)، همی‌سلولز و لیگنین بالا است. این اجزاء دارای گروه‌های عملکردی قطبی مختلف از جمله گروه‌های اسید کربوکسیلیک و فنولیک درگیر اتصال با فلز هستند (Ajmal و همکاران ۲۰۰۰). بعضی از پژوهشگران استفاده از ضایعات پرتقال را به عنوان پیش ماده‌ای برای آماده‌سازی یک جاذب از طریق اصلاح شیمیایی مانند تیمار قلیایی، اسیدی، اتانول و استون گزارش کردند (Liang و همکاران ۲۰۰۹). برگ درخت پرتقال قابلیت حذف فلزات سرب، روی و مس از پساب را نیز دارد (Pashazanosi, 2013). حذف فلزات سرب و مس از محلول‌های آبی نیز به وسیله پوست پرتقال اصلاح شده با سود و اسید نیتریک گزارش شده است (Akati, 2013).

[1] Biofilter

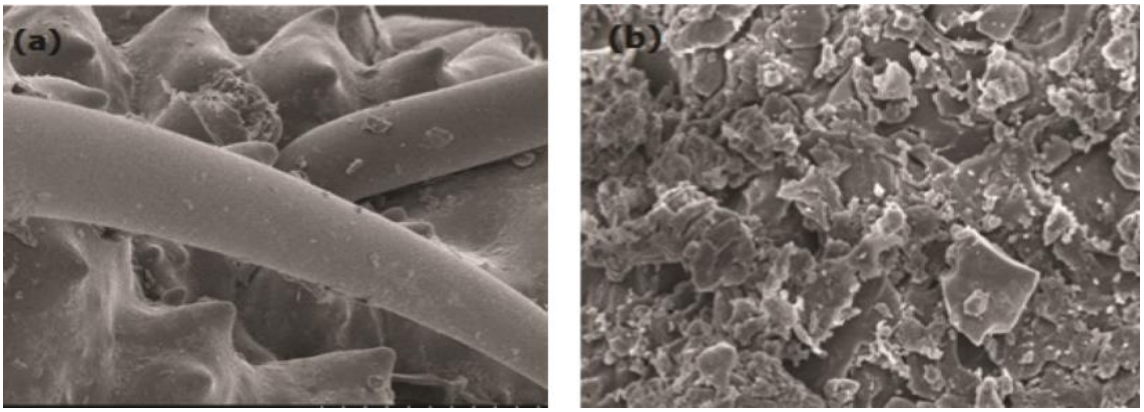
شلتوک برنج

شلتوک ۲۰٪ از کل دانه‌ی برنج را شامل می‌شود و دارای حدود ۲۰٪ سیلیس می‌باشد و دارای ساختار دانه‌ای، نامحلول در آب، ثبات شیمیایی و استحکام مکانیکی بالا و سطح ویژه ۲۷۲/۵ مترمربع بر گرم می‌باشد(Chuah و همکاران ۲۰۰۵). شلتوک برنج یک نوع ماده‌ی فیبری شامل مقدار زیادی سیلیس به مقدار تقریبی ۹۶/۳۴ درصد می‌باشد (WanNgah and Hanafiah, 2008). به علاوه سلولز، همی-سلولز و لیگنین ترکیب‌های آلی عمده‌ی شلتوک برنج هستند که سبب می‌شود شلتوک برنج به عنوان یک جاذب مناسب مطرح باشد. پژوهش‌ها نشان داده است که شلتوک برنج برای حذف رنگ‌های یونی از محلول‌های آبی نیز کاربرد دارند (Chuah و همکاران ۲۰۰۵). جاذب‌های طبیعی مثل شلتوک برنج به علت داشتن گروه‌های عاملی مختلف مانند پلی‌ساکارید، لیگنین و غیره از طریق فرایندهای تشکیل کمپلکس و تبادل یونی قابلیت جذب یون‌های فلزی را دارند. سطح شلتوک برنج اصلاح شده با تیمار اسیدی دارای گروه‌های عاملی اسیدی حاوی کربن مانند COOH– و OH– هستند که مسئول تبادل یونی می‌باشند و می‌توانند کاتیون‌های عناصر سنگین مانند کادمیوم را جذب نمایند. اصلاح شلتوک برنج با اسید فسفریک به دلیل داشتن گروه‌های فعال اسیدی هیدروکسیل، کربوکسیل و گروه‌های هیدروکاربیل سبب افزایش گنجایش جذب سطحی آن می‌شود (Zhang و همکاران ۲۰۱۴). جذب فلزهای سنگین به وسیله‌ی شلتوک برنج به شرایط آزمایشگاهی مانند pH، غلظت فلزهای سنگین، دما، زمان تماس و اندازه‌ی ذره‌ی شلتوک برنج وابسته است (Chuah و همکاران ۲۰۰۵). حداکثر جذب فلز سنگین کادمیوم توسط شلتوک برنج ۲۱/۳۶ میلی‌گرم بر گرم در محلول آلوده گزارش شده است (Roy و همکاران ۱۹۹۳). جاذب‌های طبیعی مثل شلتوک برنج به علت داشتن گروه‌های عاملی مختلف مانند پلی‌ساکارید، لیگنین و غیره از طریق فرآیندهای تشکیل کمپلکس و تبادل یونی قابلیت جذب یون‌های فلزی را دارند. سطح شلتوک برنج اصلاح شده با تیمار اسیدی دارای گروه‌های عاملی اسیدی حاوی کربن مانند COOH– و OH– هستند که مسئول تبادل یونی می‌باشند و می‌توانند کاتیون‌های عناصر سنگین مانند کادمیوم را جذب نمایند که در روابط ۱-۱ و ۱-۲ نشان داده شده است (El-Shafey, 2007).

$$2-COOH + Cd^{2+} = -(COO)_2Cd + 2H^+ \quad (۱-۱)$$

$$2-COH + Cd^{2+} = -(CO)_2Cd + 2H^+ \quad (۱-۲)$$

حذف کادمیوم دو ظرفیتی به وسیله‌ی شلتوک برنج طبیعی و اصلاح شده با اسید فسفریک از خاک آلوده مشخص کرد که شلتوک برنج اصلاح شده با اسید فسفریک توانایی جذب آلودگی بیشتری از شلتوک برنج طبیعی و اصلاح نشده دارد (Abduolrahimi و همکاران ۲۰۱۸). نتایج حاصل از تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی[1]شلتوک برنج طبیعی و اصلاح شده با اسید فسفریک نشان داد که در سطح شلتوک برنج طبیعی ساختمان منظم و بعضاً متقاطع وجود دارد که در پوسته بیرونی آن ساختارهایی به صورت مخروطی، سوزنی و شبیه کُرک دیده می‌شود. بعد از اصلاح با تیمار اسیدی، شلتوک برنج ساختار سطحی نامنظم و متخلخل پیدا می‌کند (شکل ۱). منافذ باز و حفره مانند روی سطح شلتوک برنج اصلاح شده با اسید فسفریک جریان محلول آلوده را به داخل حفره‌های آن تسهیل و سرعت جذب را افزایش می‌دهد. نتایج حاصل از طیف‌سنجی فلوروسانس پرتو ایکس[2]نیز نشان داد که شلتوک برنج تیمار شده با اسید فسفریک افزایش نسبی در مقدار عناصر سدیم، سلیسیم و فسفر و کاهش در مقدار عناصر پتاسیم و کلسیم در مقایسه با شلتوک برنج طبیعی دارند (Zhang و همکاران ۲۰۱۴).



شکل۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از (a) شلتوک برنج طبیعی با ۱۰۰۰ برابر بزرگنمایی و (b) شلتوک برنج اصلاح شده با اسید فسفریک با ۳۰۰۰ برابر بزرگنمایی (Zhang و همکاران ۲۰۱۴).

[1]Scanning electron micrographs
[2]X-Ray fluorescence

پوست درخت کاج

پوست درخت کاج یک محصول جانبی در صنعت چوب است که گنجایش جذب بالای آن نسبت به فلزهای سنگین توجه پژوهشگران و مهندسین محیط زیست را به خود جلب کرده است. پژوهشگران عنوان کردند که پوست درخت کاج در حفظ و نگهداری ترکیب‌های آلی هیدروفوبیک مانند آفت‌کش‌های ارگانوکلرین، پنتاکلروفنول و PAHs موثر است. پنتاکلروفنول می‌تواند به شدت با پوست درخت کاج پیوند برقرار کند و میانگین حذف با ۰/۱ گرم پنتاکلروفنول پوست درخت کاج ۹۲ درصد گزارش شده است (Seo و همکاران ۲۰۰۷). استفاده از پوست درخت کاج در حذف آلودگی PAHsها از آب‌های زیرزمینی راندمان بالایی را نشان داد که همبستگی بالا با مواد هیدروفوبیکی پوست درخت کاج به ترکیب آلی نسبت داده شده است (Ratola و همکاران ۲۰۰۳). ترکیب‌های عمده‌ی لیگنین موجود در پوست درخت کاج شامل پلی‌فنولیک‌ها (۴۴ درصد وزنی)، پلی‌ساکاریدها، (۳۹ درصد وزنی) آب و عصاره‌های حلال آلی (۱۷ درصد وزنی) به‌علاوه خاکستر (۱ درصد وزنی) می‌باشد که لیگنین در پوست درخت کاج محیط عمده و اصلی جذب آلودگی‌های آلی به دلیل ماهیت نسبتا هیدروفوبیکی آن است (Huang و همکاران ۲۰۰۶).

نتیجه‌گیری

جذب سطحی یک روش نسبتا جدید است که روند بسیار امیدوار کننده‌ایی در حذف آلاینده‌ها از محلول‌های آبی آلوده نشان داده است. بهترین جاذب در فرآیند جذب سطحی، کربن فعال است اما بسیار گران بوده و نیاز به بازیابی و احیای مجدد آن بعد از فرآیند جذب دارد. بنابراین کربن فعال تجاری می‌تواند به وسیله‌ی انواع مواد فرعی و پسماندهای کشاورزی ارزان قیمت، دردسترس و دارای راندمان بالا در جذب انواع آلاینده‌های آلی و غیرآلی جایگزین شود. استفاده از جاذب‌های کم‌هزینه در تیمار فاضلاب‌ها و محلول‌های آبی برای پژوهشگران زیست‌محیطی و مقامات دولتی به سبب ارزان بودن و در دسترس بودن این نوع جاذب‌ها بسیار رضایت‌بخش است. اگرچه مقالات زیادی در این موضوع در دسترس هستند، اما استفاده از این جاذب‌ها در مقیاس وسیع توسعه نیافته‌اند و بنابراین نیاز به پژوهش‌هایی برای بررسی پیامد و کارایی این پسماندها به منظور حذف آلاینده‌ها از پساب‌های کشاورزی و صنعتی در مقیاس واقعی وجود دارد.

منابع

Abduolrahimi, S., Ghorbanzadeh, N., Ramezanpuor, H and Farhangi, M.B. 2018. Efficiency of Natural and Modified Bentonite and Rice Husk on Immobilization of Cadmium and Its Effect on Some Biological Properties of Soil. Water and Soil J. 32, 1.169-183. (In Persian)

Ajmal, M., Rao, R A K., Ahmad, R and Ahmad, J. 2000. Adsorption studies on *Citrus reticulata* (fruit peel of orange): Removal and recovery of Ni(II) from electroplating wastewater. Hazard Mater J. 79, 117−131.

Akati, N. 2013. Use of modified orange peel as absorbent to remove lead and copper heavy metals from aqueous solution. Journal of Environmental Science. 56, 45-56. (In Persian)

Banerjee, K., Ramesh, S.T., Nidheesh, P.V and Bharathi, K.S. 2012. A novel agricultural waste adsorbent, watermelon shell for the removal of copper from aqueous solutions. Iranica Energy Environ J. 3, 143-156.

Chuah, T.G., Jumasiah, A., Azni, I., Katayon, S and Choong, S.Y. T. 2005. Rice husk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview. Desalination J. 175(3), 305–316.

El-Shafey, E.I. 2007. Sorption of Cd(II) and Se(IV) from aqueous solution using modified rice husk. Journal of hazarduoz material. 147, 546–555.

Gurgel, L.V.A., de Freitas, R.P and Gil, L.F. 2008. Adsorption of Cu(II), Cd(II), and Pb(II) from aqueous single metal solutions by sugarcane bagasse and mercerized sugarcane bagasse chemically modified with succinic anhydride, Carbohydr. Polym J. 74, 922–929.

Garg, U.K., Kaur, M.P., Garg, V.K and Sud, D. 2007. Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by agricultural waste biomass. Hazardous Materials J. 140, 60–68.

Halim, M., Conte, P and Piccolo, A. 2002. Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils induced by exogenous humic substances. Chemosphere J. 52, 26–75.

Hosseini, S.M., Farrokhian Firouzi, A., Babaei, A.A and Heidarizadeh, F. 2012. Removal of Cu(II) from Aqueous Solution by Modified Tea Waste with Magnetic Nanoparticles. Water and Wastewater J. 4, 112–119. (In Persian)

Huang, L., Boving, T.B and Xing, B. 2006. Sorption of PAHs by aspen wood fibers as affected by chemical alterations. Environ. Sci. Technol J. 40: 3279–3284

Lee, S., Kim, H., Park, E.Y., Yun, H.J and Kim, J.G. 2011. In situ stabilization of arsenic and metal-contaminated agricultural soil using industrial by-products. Geoderma J. 161(1), 1–7.

Li, X.M., Tang, Y.R., Cao, X.J., Lu, D.D., Luo, F and Shao, W.J. 2008. Preparation and evaluation of orange peel cellulose adsorbents for effective removal of cadmium, zinc, cobalt and nickel, Colloids Surf. Agriculture J. 317, 512–521.

Liang, S., Guo, X., Feng, N and Tian, Q. 2009. Adsorption of Cu^{2+} and Cd^{2+} from aqueous solution by mercapto-acetic acid modified orange peel Colloids Surf. B: Biointerfaces J. 73, 10–14.

Mohamadpuor, E., Yaftiyan, M., Zamani, A.A and Gharbani, P. 2016. Study of the efficiency of a composting compost column filter to remove some heavy metal ions from aqueous solutions. New Materials Magazine. 7(4), 67–80. (In Persian).

Mehrabpuor, M., Davoodi, M., Alidadi, H and Dolatabadi, M. 2016. Evaluation of the efficiency of bitter olive tree sawdust in removal of heavy metals and heavy metals from the textile industry. Health J. 3(2), 55-69. (In Persian)

Pashazanosi, M.B. 2013. Removal of metal ions from wastewater using orange leaves with atomic absorption spectrometry technique (Case study: Nowshahr city). Journal of Quantum Chemistry and Spectroscopy. 3(8), 21–26. (In Persian)

Ratola, N., Botelho, C., and Alves, A. 2003. The use of pine bark as a natural adsorbent for persistent organic pollutants-study of lindane and heptachlor adsorption. Chem. Technol. Biotechnol J. 78: 347–351.

Roy, D., Greenlaw, P.N and Shane, B.S. 1993. Adsorption of heavy metals by green algae and ground rice hulls. Journal of Environmental Science and Health. 28, 37–50.

Schutz, T., Dolinska, S and Mockovciakova, A. 2013. Characterization of bentonite modified by manganese oxides. Universal Journal of Geoscience J. 1(2), 114–119.

Sene, L., Converti, A., Felipi, M.G.A and Zilli, M. 2002. Sugarcane bagasse as alternative packing material for bio-filtration of benzene polluted gaseous streams: Apreliminary study. Bioresour. Technol J. 83, 153–157.

Seo, Y., Jang, A., and Bishop, P.L. 2007. Organic mulch biowall for PAH contaminated groundwater remediation. Eur Soil Biol J. 43: 304–309.

Wasewar, K.L., Mohammad, A., Prasad, B and Mishra, I.M. 2008. Adsorption of Zn using factory tea waste: kinetics, equilibrium and thermodynamics. Clean: Soil, Water, Air J. 36(3), 320–329.

Wan Ngah, W.S., and Hanafiah, M.A.K.M, (2008), "Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A review", Bioresource Technology, Vol. 99, pp 3935-3948.

Zhang, Y., Zheng, R., Zhao, J., Ma, F., Zhang, Y and Meng, Q. 2014. Characterization of H_3PO_4 treated rice husk adsorbent and adsorption of copper(II) from aqueous solution. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International, pp 1–8.

Topic for submission: Ecosystem pollution, human health and Bioremediation

Agricultural wastes effective adsorbents in removing various types of pollutants from contaminated water solutions

*Samaneh Abduolrahimi[1], Nasrin Ghorbanzadeh[2], Mohammad Bagher Farhangi[2]

[1]M.Sc., Dept. of Soil Science, University of Guilan,

[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, University of Guilan

Abstract

Released pollutants from agricultural activities and the extension of industries will lead to the entry of various pollutants into the environment, especially water resources. As for the severe water deficiency in the world over the next two decades, water recycling and reuse of refined wastewaters is essential for useful purposes, such as irrigation of agriculture and in some cases urban consumption. Therefore, consideration of economical and efficient methods for the removal of pollutants from wastewaters is necessary and inevitable. The use of inexpensive materials has attracted many researchers in this field. Agricultural wastes are considered as low cost and good return adsorbents. The purpose of this paper is to organize accessible but dispersed information that relates to a wide range of agricultural wastes and, to a lesser extent, forests as low-cost adsorbents capable of removing pollutants. Research has shown the capacity of agricultural wastes as adsorbents for the removal of organic and inorganic pollutants. Modified of agricultural wastes as adsorbents can increase the adsorption capacity of these materials. So, removing pollutants from contaminated solutions by agricultural wastes from the environmental point of view and as well as optimal utilization of this wastes is very significant.

Keywords: Adsorption, Forest waste, Heavy metals, Rice husk

*Corresponding author: samaneh.abduolrahimi@gmail.com