طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی
دانشکده بهداشت یزد
سال چهاردهم
شماره: ششم
ویژه نامه ۱۳۹۴
شماره مسلسل: ۵۴

تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۳

مقایسه کارایی بسترهای سربارهای، زئولیتی و معمولی در صافی‌های شنی کند جهت حذف سرب و کادمیوم از منابع آب

نویسندگان: افشین ابراهیمی [۱] ،مختار مهدوی [۲] ،مهرداد خدا رحمی [۳] ،عزت اله رحمتی [۴] ، علی عبداله نژاد [۵]

۱.دانشیار مرکز تحقیقات محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۲.دانشجوی دکتری گروه مهندسی بهداشت محیط و کمیته تحقیقات دانشجویی ، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۳.دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی بهداشت محیط و کمیته تحقیقات دانشجویی ، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۴.نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی بهداشت محیط و کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
تلفن تماس: ۰۹۱۶۸۵۵۳۵۴۴ Email: rahmatiezat@yahoo.com
۵.دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد

چکیده

مقدمه: فلزات سنگین به علت مخاطرات بهداشتی و سمیتی که در غلظت‌های کم برای انسان و محیط دارند بسیار مورد توجه هستند. یکی از روش‌های ساده و مقرون به‌صرفه جهت حذف این آلاینده‌ها صافی شنی کند می‌باشد. نوع بستر نقش موثری در حذف آلودگی وارده به این سیستم‌ها را دارد. لذا هدف از این طرح تحقیقاتی بررسی اثر بسترهای مختلفی چون ماسه معمولی، زئولیتی و سربارهای در حذف سرب و کادمیوم می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق از سه فیلتر با بستر ماسه‌ای معمول، سرباره و زئولیتی در مقیاس پایلوت جهت بررسی حذف سرب و کادمیوم در سه غلظت ۰/۱، ۱ و ۱۰ ppm استفاده شده است. فیلترها از جنس پلکسی گلاس و دارای قطر ۸ و ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر بوده‌اند که به صورت جریان پیوسته بهره برداری شده‌اند.

یافته‌ها: راندمان حذف کدورت برای سه بستر ماسه معمولی، سرباره و زئولیتی با کدورت اولیه ۱۳ NTU به ترتیب ۴۶، ۷۷ و ۸۹٪ بوده است. راندمان حذف سرب نیز در حالت عدم وجود کدورت و غلظت ۰/۱ پی پی‌ام سرب به ترتیب ۷۰/۳٪، ۷۹٪ و ۵۹/۸٪ بوده و برای غلظت ppm ۱ به ترتیب ۵۱/۸٪، ۵۲/۷٪ و ۵۲/۶٪ بوده و برای غلظت ppm ۱۰ سرب به ترتیب ۵۳/۴٪، ۵۷/۸٪ و ۵۹/۸٪ بوده است. راندمان حذف کادمیوم نیز در غلظت ppm ۰/۱ کادمیوم به ترتیب ۲۳/۴٪، ۳۷/۵٪ و ۵۹/۴٪ بوده وبرای غلظت ppm ۱ به ترتیب ۳۷/۹٪، ۴۵٪ و ۴۱/۳٪ و در غلظت ppm ۱۰ به ترتیب ۶۸/۳٪، ۶۸/۶٪ و ۶۷٪ بوده است.

نتیجه‌گیری: بسترهای سرباره و زئولیتی راندمان بیشتری در حذف سرب و کادمیوم نسبت به بسترهای ماسه‌ای معمولی دارند لذا جهت حذف فلزات از منابع آبی می‌توان این نوع بسترها را به جای ماسه معمول استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: صافی شنی کند، سرب، کادمیوم، تصفیه آب، بستر سرباره، بستر زئولیتی

مقدمه

فلزات سنگین به گروهی از فلزات گفته می‌شود که چگالی آن‌ها بالاتر از ۵۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد. مهم‌ترین عناصر این گروه عبارت‌اند از سرب، کادمیوم، کروم، مس، جیوه، نیکل، روی و وانادیوم می‌باشند که اثرات سمی و شدیدی روی سلامت انسان دارند. از مهم‌ترین خصوصیات این مواد، خاصیت تجمع پذیری در بدن موجودات زنده است که با ورود به سلول‌های بدن عملکرد بیوشیمیایی آنان را تغییر می‌دهند (۱،۲). فلزات سنگین صنایع مختلفی ازجمله آبکاری، صنایع رنگ و پردازش فلزات، باتری‌سازی، فلزکاری، تولید کود و معدن کاری، مقادیر زیادی از این فلزات را وارد محیط و نهایتاً جریان‌های آب می‌کنند (۳،۴). ازجمله این فلزات که در این مطالعه موردبررسی قرارگرفته سرب و کادمیوم است. کادمیوم سبب ازکارافتادن کلیه، مرده زایی و شکستگی استخوان می‌گردد (۵،۶). سرب نیز باعث بیماری‌هایی همچون آسیب‌های مغزی، تجمع در ریه، تغییر ساختار خون، تخریب کلیه، تجمع در استخوان و لثه آبی می‌گردد (۷،۸). حداکثر مجاز سرب و کادمیوم در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد آب ایران به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر است.

روش‌های مختلفی برای تصفیه و حذف فلزات سنگین از آب استفاده‌شده است، ازجمله این روش‌ها می‌توان به تقطیر(۹)، ترسیب شیمیایی(۱۰)، تعویض یون(۱۱)، اسمز معکوس(۱۲)، جذب سطحی (۱۷-۱۳) و الکترودیالیز(۱۸) اشاره کرد. از دیگر روش‌های حذف فلزات سنگین از آب، استفاده از صافی‌های شنی کند است این فرایند ساده و ارزان‌قیمت بوده و در تصفیه آب در جوامع کوچک بسیار مؤثر است و به نظر می‌رسد که در صورت انتخاب بستر مناسب بتوانند اثر چشمگیری در کاهش فلزات نیز داشته باشند(۱۹).

پارامترهای متعددی درزمینهٔ انتخاب فرایند حذف فلزات سنگین اثرگذار است که در کشورهای درحال‌توسعه مواردی همچون در دسترس بودن مواد، سادگی فرایند و کم‌هزینه بودن آن در اولویت است. سرباره کوره (یک نوع فراورده زائد دفعی حاصله از صنعت فولاد) از انفجار مواد آهنی و مخلوط پیچیده‌ای از سیلیکات‌ها و آلومیناهای قلیایی خاکی در دمای بالا تشکیل می‌شود. زئولیت های طبیعی نیز شامل هیدرات‌های آلومیناسیلیکات معدنی بوده که به کلاس تکتوسیلیکات تعلق دارند. از این ترکیبات که عموماً در صنایع پتروشیمی و پالایش استفاده می‌شوند نیز می‌توان به‌عنوان پلیمرهای معدنی استفاده نمود(۲۰).

فرایند اصلی حذف فلزات سنگین توسط زئولیت تبادل یون، ترسیب شیمیایی و جذب الکترواستاتیک فلز کاتیونی روی محل با بار منفی روی سطح زئولیت است. در حالت عادی بارهای منفی در برهمکنش متقابل با کاتیون‌های قابل تعویض همچون سدیم، پتاسیم و کلسیم هستند و در صورت حضور فلز درمحلول مورد آزمایش این کاتیون‌ها قادر به تعویض و دادن جای خود به فلزاتی همچون سرب و کادمیوم هستند (۲۳-۲۱).

تحقیقات قبلی نشان داده است که سرباره کوره بلند ذوب فلزات، جاذبی مناسب و ماده‌ای مؤثر برای حذف یون‌های مس، روی، نیکل و سرب از محلول‌های آب و فاضلاب است(۲۴). آپک و

همکاران و دیمیتروا و همکاران طی پژوهش‌هایی مجزا دریافتند که بسیاری از مواد زائد مثل خاکستر فرار، خاک سرخ و سرباره کوره می‌توانند در حذف فلزات سنگین از آب استفاده شوند(۲۵،۲۶). در مقایسه با بسترهای ماسه‌ای، بستر زئولیتی نیز دارای سطح جذب بیشتری بوده وذرات و رسوبات بیشتری را در میان منافذ و بستر خود حفظ می‌کند(۲۹-۲۷).

هدف از انجام مطالعه تعیین کارایی صافی‌های شنی کند معمولی در مقایسه با صافی‌های اصلاح‌شده با بستر زئولیتی و سرباره‌ای در حذف فلزات سنگین سرب و کادمیوم از منابع آب است. درصورتی‌که بتوان با کاربرد مصالح ارزان‌قیمت و در دسترس محلی مانند زئولیت و یا سرباره ناشی از کوره ذوب فلزات به حذف بیشتری از فلزات سنگین‌دست یافت می‌توان آن را به‌عنوان گزینه‌ای جهت جایگزین شدن در فیلترهای شنی به‌جای ماسه معمولی معرفی نمود.

روش بررسی

در این طرح تحقیقاتی جهت بررسی و مقایسه راندمان حذف سرب و کادمیوم توسط بسترهای ماسه‌ای معمولی، اصلاح‌شده با زئولیت و سرباره کوره ذوب فلزات، از آب‌های سطحی جوامع کوچک، از سه فیلتر مجزا با قطر داخلی ۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر با جنس پلکسی گلاس با جریان پیوسته ۱/۵ لیتر در ساعت در هر فیلتر استفاده گردید.

بستر در فیلتر ماسه‌ای کند معمولی از پائین به بالا شامل یک‌لایه ۱۲ سانتی‌متر از گراول با اندازه مؤثر ۱۵ تا ۲۵ میلی‌متر، یک‌لایه ۶ سانتی‌متر از سیلیکا با اندازه مؤثر ۵ تا ۸ میلی‌متر، یک‌لایه سیلیکا باضخامت ۵ سانتی‌متر و اندازه مؤثر ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر، یک‌لایه سیلیکا باضخامت ۴ سانتی‌متر و اندازه مؤثر ۰/۴ تا ۰/۶ میلی‌متر (این چهار لایه در هر سه فیلتر یکسان انتخاب‌شده است) و یک‌لایه ماسه سیلیس باضخامت ۴۲ سانتی‌متر با اندازه مؤثر ۰/۳۵-۰/۱۵ میلی‌متر بود. ارتفاع آب نیز ۵۱ سانتیمتر بود که بالای لایه ماسه قرار می‌گرفت. بستر فیلتر دوم (اصلاح‌شده نوع ۱) نیز از پائین به بالا شامل چهار لایه اول فیلتر قبلی، یک‌لایه زئولیتی از جنس کلینوپتیلولیت باضخامت ۲۰ سانتی‌متر و اندازه مؤثر ۰/۳۵-۰/۱۵ میلی‌متر و یک‌لایه ۲۲ سانتی‌متری از ماسه سیلیس با همان اندازه مؤثر در بالای آن بود. بستر فیلتر سوم (اصلاح‌شده نوع ۲) نیز از پائین به بالا شامل چهار لایه ثابت اولیه قبلی در دیگر فیلترها، یک‌لایه سرباره (حاصل از کوره بلند ذوب فلزات) باضخامت ۲۰ سانتی‌متر و اندازه مؤثر ۰/۳۵-۰/۱۵ میلی‌متر و یک‌لایه ۲۲ سانتی‌متری از ماسه سیلیس با همان اندازه مؤثر در بالای آن بود.طول کل دوره نمونه‌برداری ۱ ماه بود که طی این مدت ۷۲ نمونه از فلزات آنالیز گردید. قبل از شروع به کار فیلترها، بستر را با اسید نیتریک ۸ درصد به مدت ۲۴ ساعت شستشو داده به‌طوری‌که pH آب حاصل از آبکشی نهایی به ۷ (خنثی) رسید. مصالح بستر نیز بعد از تماس با اسید کلریدریک ۴۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت کمتر از ۵ درصد وزن خود را از دست دادند. در ادامه به‌منظور آماده‌سازی بسترها و تشکیل لایه بیولوژیکی، هر ۳ فیلتر ۱۴ روز به‌صورت پیوسته در مدار (لوله‌کشی آب متصل به شبکه آب شهری) قرار گرفتند. سپس نمونه‌های فلزات با غلظت ۰/۱، ۱ و ۱۰ ppm مورد تصفیه قرار گرفتند.برای ساخت غلظت‌های ۰/۱، ۱

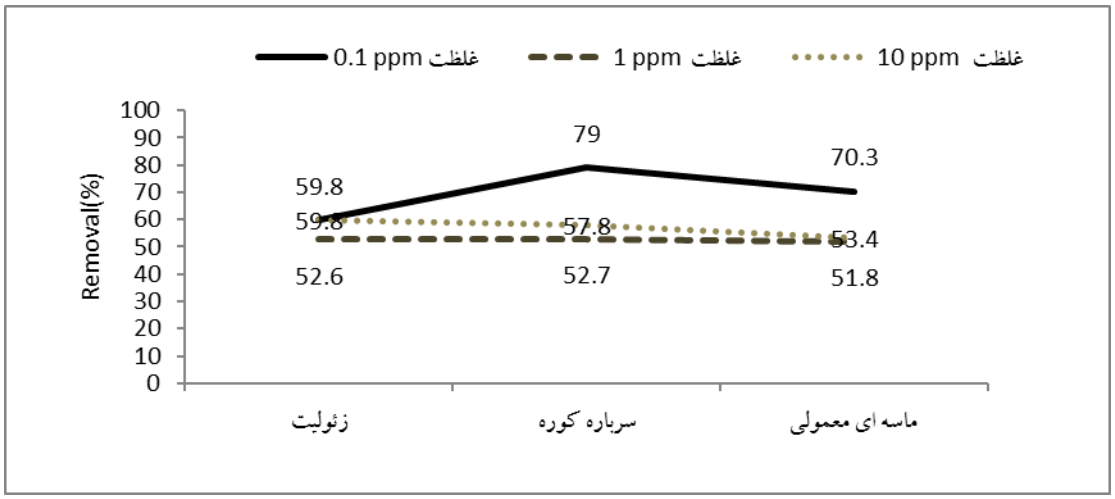
و ppm ۱۰ کادمیوم و سرب از سولفات کادمیوم و نیترات سرب و برای ساخت نمونه‌های کدورت به میزان NTU ۱۳ از کائولن استفاده گردید.آنالیز نمونه‌های اخذشده از ورودی و خروجی صافی‌ها مطابق با روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام‌شده است. برای آنالیز فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) از دستگاه کوره گرافیتی مدل ۴۱۰۰ZL استفاده‌شده است. اندازه‌گیری کدورت نیز با دستگاه کدورت سنج EUTECH مدل TN_100 انجام‌شده است. جهت بررسی اثر کدورت روی راندمان حذف فلزات سنگین مورد آزمایش، نمونه‌هایی بدون کدورت و نمونه‌هایی حاوی کدورت و فلزات سنگین مورد آزمایش قرار گرفت.

یافته‌ها

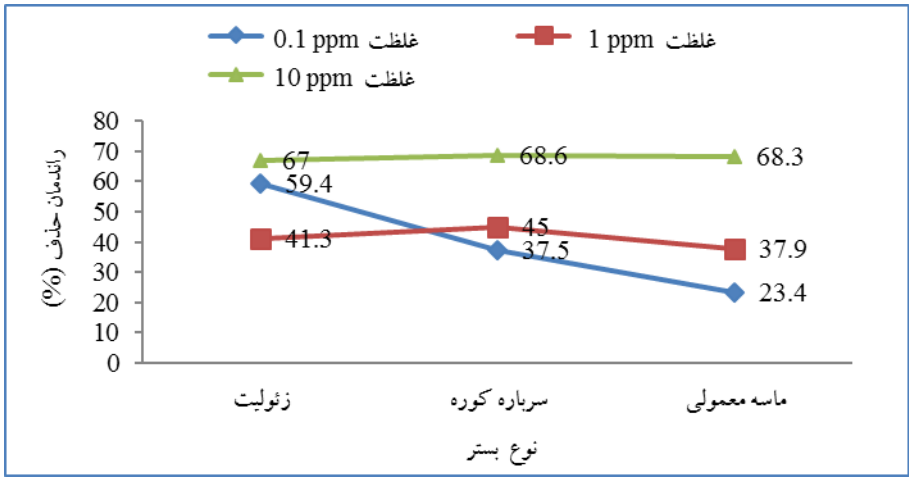
جهت بررسی راندمان حذف کدورت در فیلترهای موردمطالعه، نمونه آب با کدورت اولیه حدود NTU ۱۳ مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج حاصل از اثر بسترهای موردمطالعه در فیلترها روی حذف کدورت را می‌توان در شکل ۱ مشاهده نمود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود راندمان حذف کدورت برای سه بستر ماسه‌ای معمولی، سرباره و زئولیتی به ترتیب ۴۶، ۷۷ و ۸۹٪ بوده است.

شکل‌های ۲ و ۳ نیز نتایج حاصل از اثر بسترهای مختلف (بسترهای اصلاح‌شده زئولیتی و سرباره‌ای و معمولی) در حذف سرب و کادمیوم در حالت عدم وجود کدورت را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در غلظت ۰/۱ و ppm ۱ سرب، بستر سرباره‌ای راندمان حذف بیشتری نسبت به سایر بسترها از خود نشان داده است. همچنین با افزایش غلظت سرب، راندمان حذف در بسترها کاهش داشته است. مقایسه بین بسترها نیز نشان داد که در غلظت ۰/۱ppm کادمیوم، بیشترین راندمان حذف به ترتیب مربوط به بستر زئولیتی، سرباره و ماسه‌ای بوده است. اما در غلظت ۱ و ۱۰ppm کادمیوم، بیشترین راندمان حذف به ترتیب مربوط به بستر سرباره، زئولیتی و ماسه‌ای بوده است. جهت بررسی اثر کدروت در عملکرد فیلترها روی حذف فلزات سنگین، از یک نمونه ساختگی با کدورت حدود NTU ۱۳ و غلظت‌های مختلف ۰/۱، ۱ و ppm ۱۰ از فلزات سنگین سرب و کادمیوم استفاده گردید. نتایج حاصل از این رویکرد را می‌توان در شکل‌های ۴ و ۵ مشاهده نمود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با اضافه شدن کدورت به آب راندمان بستر ماسه‌ای و سرباره‌ای کاهش‌یافته است ولی بستر زئولیتی رفتاری غیرمعمول از خود نشان داده است.

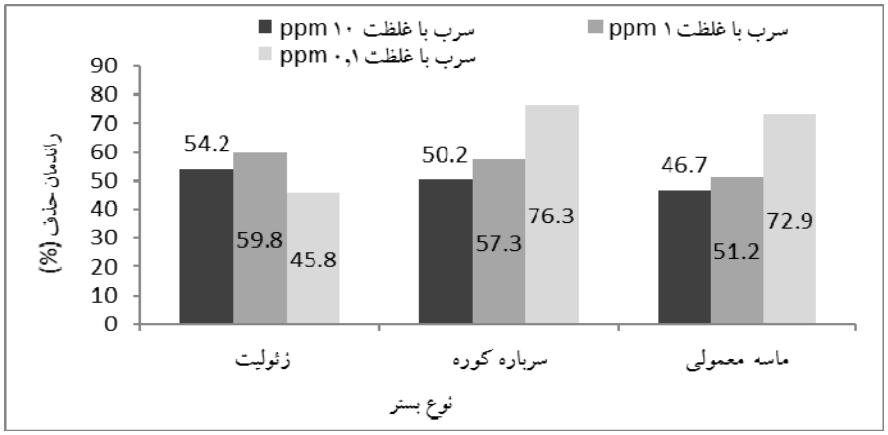
شکل ۱: راندمان حذف کدورت در سه بستر مختلف، کدورت اولیه حدود NTU ۱۳



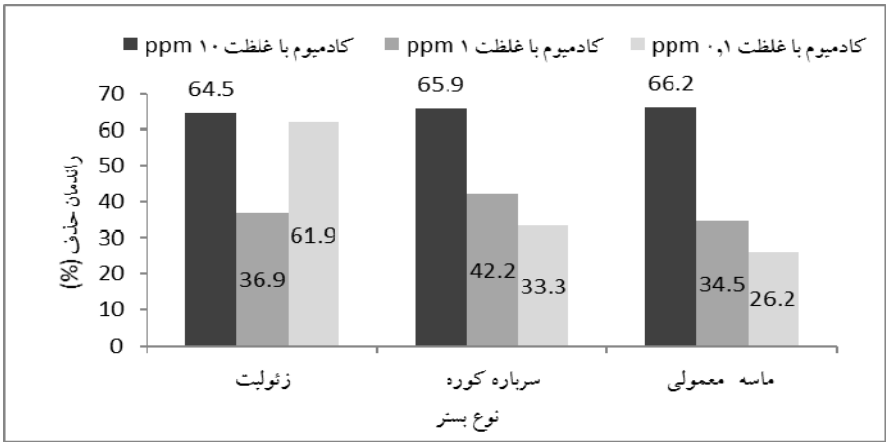
شکل ۲: راندمان حذف سرب توسط صافی‌های اصلاح‌شده (زئولیتیو سرباره‌ای) و معمولی در غلظت‌های ۰/۱، ۱ و ppm ۱۰ از سرب



شکل ۳: راندمان حذف کادمیوم توسط صافی‌های اصلاح‌شده (زئولیتیو سرباره‌ای) و معمولی در غلظت‌های ۰/۱، ۱ و ۱۰ ppm از کادمیوم.



شکل ۴: راندمان حذف سرب توسط سه بستر زئولیتی،سرباره‌ای و معمولی در نمونه آب با کدورت حدود NTU ۱۳



شکل ۵: راندمان حذف کادمیوم توسط سه بستر زئولیتی،سرباره‌ای و معمولی در نمونه آب با کدورت حدود NTU ۱۳

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق نمونه آب کدر بعد از ۱۴ روز کار کردن فیلترها با آب شبکه شهری و تشکیل مقداری لایه بیولوژیکی فعال شیموتزدک به فیلترها افزوده شد. نتایج (شکل ۱) نشان داد که فیلتر ماسه‌ای، راندمان کمتری در حذف کدورت را از خود نشان داده است به صورتی که کدورت آب خروجی حدود NTU ۷ بوده و مقدار آن بالاتر از استاندارد تعیین‌شده آن در ایران (یعنی NTU ۵) است. از طرفی بستر سرباره و زئولیتی، راندمان خوبی را در این زمینه نشان داده‌اند به صورتی که کدورت آب خروجی از آن‌ها به ترتیب حدود ۴ وNTU ۱/۵ بوده است. راندمان کم فیلتر ماسه‌ای در حذف کدورت به‌احتمال‌زیاد ناشی از مواد خیلی ریز کائولین استفاده‌شده برای کدورت است. یکی از مهم‌ترین فرایندهای حذف ذرات جامد در صافی‌های شنی کند در کنار سایر فرایندهایی همچون ترسیب و کمپلکس سازی جذب و به دام اندازی سطحی است که ذرات بزرگ‌تر از اجزاء فیلتر را به دام می‌اندازد. مهلونگا و همکاران و تانر و همکارانش نیز در تحقیقات جداگانه‌ای راندمان کم فیلترهای ماسه‌ای موردمطالعه خود را به علت حضور ذرات خیلی ریز رس و کائولین در نمونه آب ساختگی بیان نموده‌اند (۳۱-۳۰). برای بسترهای زئولیتی و سرباره‌ای فرایندهایی همچون کمپلکس سازی و ترسیب می‌تواند اثر حذف کدورت را بیشتر نماید چراکه کائولین باوجود بار منفی و اندازه ریزی که دارد می‌تواند با عوامل فعال سطحی و مثبت روی سطوح این بسترها پیوندهای نسبتاً محکمی ایجاد و از بدنه آب جدا نماید.

شکل ۲ راندمان حذف سرب در غلظت‌های ۰/۱، ۱ و ppm ۱۰ برای سه نوع بستر سه بستر ماسه‌ای، سرباره و زئولیتی را نشان می‌دهد. راندمان حذف برای سه بستر مذکور در غلظت ppm ۰/۱ به ترتیب ۷۰/۳٪، ۷۹٪ و ۵۹/۸٪ است و برای غلظت ppm ۱ به ترتیب ۵۱/۸٪، ۵۲/۷٪ و ۵۲/۶٪ است. همچنین در غلظت ppm ۱۰ سرب راندمان حذف به ترتیب ۵۳/۴٪، ۵۷/۸٪ و ۵۹/۸٪ است. شکل ۳ نیز راندمان حذف کادمیوم در غلظت‌های ۰/۱، ۱ و ppm ۱۰ برای سه نوع بستر ماسه‌ای، سرباره و زئولیتی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که راندمان حذف برای سه بستر مذکور در غلظت ppm ۰/۱ به ترتیب ۲۳/۴٪، ۳۷/۵٪ و ۵۹/۴٪ است و برای غلظت ppm ۱ به ترتیب ۳۷/۹٪، ۴۵٪ و ۴۱/۳٪ است. همچنین در غلظت ppm۱۰ راندمان حذف به ترتیب ۶۸/۳٪، ۶۸/۶٪ و ۶۷٪ برای سه بستر مذکور است. از مهم‌ترین مکانیسم‌هایی که فرایند فیلتر شنی کند را کنترل می‌کند شامل لایه بیولوژیکی و فعال شیموتزدک (باضخامتی بین ۰/۵ تا ۲ سانتیمتر) است. مکانیسم‌های مهمی که برای حذف فلزات توسط صافی شنی کند بیان‌شده شامل جذب شدن روی ماسه، مواد آلی ته‌نشین شده روی بستر، ترسیب و تجمع بیولوژیکی روی لایه فعال شیموتزدک است. در این مطالعه با افزایش غلظت سرب و ایجاد اثرات نامطلوب روی لایه فعال بیولوژیکی، راندمان حذف در بستر ماسه‌ای نیز کاهش‌یافته است. بر طبق نتایج

ارائه‌شده، در غلظت ۰/۱ و ppm ۱ سرب راندمان حذف در بستر سرباره‌ای بیش از سایر بسترها بوده و همچنین با افزایش غلظت سرب، راندمان حذف آن کاهش‌یافته است(شکل ۲). در رابطه با کادمیوم نتایج نشان داد که بستر ماسه‌ای و سرباره با افزایش غلظت کادمیوم، راندمان حذف بالاتری را از خود نشان داده‌اند. اما برای بستر زئولیتی چنین نبوده و این راندمان کاهش داشته است. در این قسمت بستر زئولیتی رفتاری غیرمعمول را از خود نشان داده به صورتی که در غلظت ppm ۱ کادمیوم، راندمان حذف (۴۱/۳٪) نسبت به غلظت ۰/۱ و ppm ۱۰ کادمیوم (به ترتیب ۵۹/۴ و ۶۷٪) کاهش پیداکرده است. مطالعات قبلی نشان دادند که با افزایش غلظت سرب و کادمیوم راندمان حذف با زئولیت کاهش‌یافته است که علت آن به‌احتمال‌زیاد کاهش سطوح قابل‌دسترسی برای جذب است (۳۲).

پاپالاردو و همکارانش در بررسی حذف کادمیوم و سرب با ماسه، راندمان حذف کادمیوم و سرب در غلظت ppm۲۰ را به ترتیب ۵۰ و بیش از ۹۰٪ گزارش دادند (۳۳). در این مطالعه نیز میزان حذف کادمیوم و سرب با بستر ماسه‌ای برای غلظت ppm ۱۰ کادمیوم و سرب، به ترتیب ۶۶/۲ و ۴۶/۷٪ بوده است(اشکال ۵ و ۴). هیوفن و همکاران نیز حذف سرب و کادمیوم با سرباره را موردبررسی قرار داده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که این مواد، راندمان حذف ۹۹٪ برای سرب و کادمیوم داشته‌اند (۳۴). اما در مطالعه حاضر حداکثر راندمان حذف برای غلظت ppm ۰/۱ سرب و کادمیوم به ترتیب ۷۹ و ۳۷/۵٪ بوده است. از طرفی هالبرگ و همکاران در بررسی حذف فلزات با فرایند جذب توسط سرباره به این نتیجه رسیدند که سرباره توانایی حذف ۹۰٪ کادمیوم را از خود نشان داده است (۳۵). برخی تحقیقات نیز نشان داده‌اند که فیلتر شنی ۳/۵ تا ۸٪ راندمان حذف برای کادمیوم و ۱/۲ تا ۱۷٪ راندمان حذف برای سرب داشته است اما در این تحقیق ما به راندمان ۲۳ تا ۶۸٪ برای کادمیوم و ۵۱/۸ تا ۷۹٪ برای سرب رسیدیم. اگرچه بررسی متون راندمان حذف ۸۰ تا ۹۰٪ برای حذف سرب را با زئولیت نشان داده اما بر اساس خصوصیات زئولیت در برخی مطالعات مثل مطالعه خاچاتریان ۴۱/۶٪ بوده است. در این تحقیق نیز بر اساس غلظت‌های یادشده راندمان حذف سرب توسط زئولیت ۵۲/۶٪ تا ۵۹/۸٪ بوده است (۳۶). همچنین ووآ و همکارانش در سال ۲۰۱۴ راندمان حذف ۹۲٪ برای حذف سرب توسط سرباره سولفور زدایی شده را در نتایج کار خود بیان نموده‌اند اما نتایج کار ما حداکثر حذف ۶۸/۵٪ را از خود نشان داده است (۳۷).

شکل ۵ و ۴ راندمان حذف سرب و کادمیوم در سه غلظت مختلف ۰/۱، ۱ و ppm ۱۰ سرب و کادمیوم همراه با کدورت حدود NTU ۱۳ توسط سه بستر سه بستر ماسه‌ای، سرباره و زئولیتی را نشان می‌دهد. در این بخش از مطالعه غلظت‌های ساخته‌شده فلزات همراه با نمونه آب کدر مخلوط و سپس وارد بستر شده است.

در این بخش از مطالعه راندمان حذف برای سه بستر مذکور در غلظت ppm ۰/۱ سرب به ترتیب ۷۲/۹٪، ۷۶/۳٪ و ۴۵/۸٪

به‌دست‌آمده است و برای غلظت ۱ ppm به ترتیب ۵۱/۲٪، ۵۷/۳٪ و ۵۹/۸٪ است. همچنین در غلظت ۱۰ ppm سرب راندمان حذف به ترتیب ۴۶/۷٪، ۵۰/۲٪ و ۵۴/۲٪ برای سه بستر مذکور است. راندمان حذف برای سه بستر مذکور در غلظت ۰/۱ ppm کادمیوم به ترتیب ۲۶/۲٪، ۳۳/۳٪ و ۶۱/۹٪ است و برای غلظت ۱ ppm به ترتیب ۳۴/۵٪، ۴۲/۲٪ و ۳۶/۹٪ است. همچنین در غلظت ۱۰ ppm راندمان حذف به ترتیب ۶۶/۲٪، ۶۵/۹٪ و ۶۴/۵٪ است.

نتایج نشان داد که در دو بستر ماسه‌ای و سرباره‌ای، با افزایش غلظت سرب، راندمان حذف کاهش داشته است. بستر زئولیتی نیز رفتاری غیرمعمول را از خود نشان داده‌اند به‌طوری‌که در غلظت ۰/۱ ppm راندمان ۴۵/۸٪ بوده و در غلظت ۱ ppm سرب راندمان به ۵۹/۸٪ رسیده است. اما مجدداً در غلظت ۱۰ ppm راندمان حذف به ۵۴/۲٪ رسیده است. نتایج کارهای قبلی نشان داده که حضور مواد آلی و کدورت سبب کاهش راندمان حذف فلزات توسط بستر سرباره می‌شود (۳۸). جذب فلزات به روی سطوح ماسه‌ای و شنی فیلتر به‌صورت جذب غیرانتخابی الکترواستاتیک به گروهای فعال منفی روی سطوح آن‌هاست که زیاد قوی نبوده و لذا سبب جذب ضعیف می‌شود.

بسترهای موردمطالعه در آب کدر، مقدار راندمان حذف کمتری را در مقایسه با آب بدون کدورت از خود نشان دادند که این امر تا حدودی ناشی از اثر کدورت ورودی است که روی بسترها را پوشانده و لذا برجذب آلاینده‌ها روی این بسترها اثر گذاشته و از طرفی خاصیت جذب انتخابی برای فلزات را کاهش داده است. رنمن و همکاران در تحقیقات خود مشاهده نمودند که سرباره توانایی حذف ۵۳ تا ۸۳ درصدی سرب از فاضلاب را دارد اما بستر ماسه‌ای راندمان بسیار کمی داشته است (۳۹). ما نیز در این تحقیق به راندمان ۵۰ تا ۷۶٪ حذف سرب با سرباره رسیده‌ایم.

درمجموع نتایج این تحقیق نشان داد که بسترهای سرباره و زئولیتی راندمان بیشتری نسبت به بسترهای ماسه‌ای معمول در فیلترهای شنی کند از خود نشان داده‌اند، لذا جهت حذف فلزات از منابع آبی می‌توان این نوع بسترها را به‌جای ماسه‌های معمول استفاده نمود. ازآنجایی‌که سرباره بسیاری از کوره‌های بلند بدون استفاده است لذا می‌توان تحت عنوان استفاده مجدد از مواد ارزان و در دسترس از آن‌ها استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب به شماره ۱۹۱۱۴۲ کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بوده است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند مراتب قدردانی و سپاس خود را از مسئولین دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و همچنین آقای مهندس فدایی که نهایت همکاری را در انجام این پژوهش مبذول داشتند اعلام نمایند.

References

1- Ashrafi F, Babanejad S, Bayani M, Norozi M. Remove Of The Heavy Metals From Their Solutions By Mineral Zeolite. Peike Noor Jornal Science 2008; 2(1): 94-102.

2- Singh A, Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Health risk assessment of heavy metals via dietary intakeof foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. Food and Chemical Toxicology 2010; 48(2): 611-9.

3- Eloussaief M, Benzina M. Efficiency of natural and acid-activated clays in the removal of Pb (II) from aqueous solutions. Journal of hazardous materials 2010; 178(1): 753-7.

4- Saeed A, Iqbal M, Akhtar MW. Removal and recovery of lead (II) from single and multimetal (Cd, Cu, Ni, Zn) solutions by crop milling waste (black gram husk). Journal of Hazardous Materials 2005; 117: 173-65.

5- Bawaskar HS, Bawaskar PH, Bawaskar PH. Chronic renal failure associated with heavy metal contamination of drinking water: A clinical report from a small village in Maharashtra. Clinical Toxicology 2010; 48(7): 768-768.

6- Von Ehrenstein OS, Guha Mazumder DN, Hira-Smith M, Ghosh N, Yuan Y, Windham G, et al. Pregnancy outcomes, infant mortality, and arsenic in drinking water in west Bengal, India. American Journal of Epidemiology 2006; 163(7): 662-69.

7- Holmstrup M, Sørensen JG, Overgaard J, Bayley M, Bindesbøl AM, Slotsbo S, et al. Body metal concentrations and glycogen reserves in earthworms (Dendrobaena octaedra) from contaminated and uncontaminated forest soil. Environmental Pollution 2011; 159(1): 190-7.

8- Medeiros RJ, dos Santos LMG, Freire AS, Santelli RE, Braga AMC, Krauss TM, et al. Determination of inorganic trace elements in edible marine fish from Rio de Janeiro State, Brazil. Food Control 2012; 23(2): 535-41.

9- Sivakumar M, Ramezanianpour M, O'Halloran G. Mine water treatment using a vacuum membrane distillation system. APCBEE Procedia 2013; 5: 157-62.

10- Mahdavi S., Jalali M., & Afkhami A. Removal of heavy metals from aqueous solutions using Fe_3O_4, ZnO, and CuO nanoparticles. In Nanotechnology for Sustainable Development. Springer International Publishing; 2014: 171-188.

11- AlOthman ZA, Alam MM, Naushad M. Heavy toxic metal ion exchange kinetics: Validation of ion exchange process on composite cation exchanger nylon 6, 6 Zr (IV) phosphate. Journal of Industrial and Engineering Chemistry 2013; 19(3): 956-60.

12- Qdais HA, Moussa H. Removal of heavy metals from wastewater by membrane processes: a comparative study. Desalination 2004; 164(2): 105-10.

13- Gupta VK, Carrott PJM, Ribeiro Carrott MML, & Suhas. Low-cost adsorbents: growing approach to wastewater treatment—a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 2009; 39(10): 783-842.

14- Li YH, Wang S, Wei J, Zhang X, Xu C, Luan Z, et al. Lead adsorption on carbon nanotubes. Chemical Physics Letters 2002; 357(3): 263-6.

15- Biniak S, Pakula M, Szymanski G, Swiatkowski A. Effect of activated carbon surface oxygen-and/or nitrogen-containing groups on adsorption of copper (II) ions from aqueous solution. Langmuir 1999; 15(18): 6117–122

16- Di Z-C, Ding J, Peng X-J, Li Y-H, Luan Z-K, Liang J. Chromium adsorption by aligned carbon nanotubes supported ceria nanoparticles. Chemosphere 2006; 62(5): 861-5.

17- Lu C, Liu C. Removal of nickel (II) from aqueous solution by carbon nanotubes. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 2006; 81(12): 1932-40.

18- Tao H-C, Zhang L-J, Gao Z-Y, Wu W-M. Copper reduction in a pilot-scale membrane-free bioelectrochemical reactor. Bioresource technology 2011; 102(22): 10334-9.

19- Muhammad N, Parr J, Smith MD, & Wheatley AD. Removal of heavy metals by slow sand filtration. In WEDC Conference, Water, Engineering and Development Centre 1997; 23: 167-70.

20- Ruggieri F, Marín V, Gimeno D, Fernandez-Turiel J, García-Valles M, Gutierrez L. Application of zeolitic volcanic rocks for arsenic removal from water. Engineering Geology 2008; 101(3): 245-50.

21- Genc-Fuhrman H, Mikkelsen P.S, Ledin A. Simultaneous removal of As, Cd, Cr, Cu, Ni and Zn from stormwater: experimental comparison of 11 different sorbents, Water Research 2007; 41: 591–602.

22- Rios CA, Williams CD, Roberts CL. Removal of heavy metals from acid mine drainage (AMD) using coal fly ash, natural clinker and synthetic zeolites. Journal of Hazardous Materials 2008; 156: 23–35.

23- Wu P, and Zhou YS. Simultaneous removal of coexistent heavy metals from simulated urban stormwater using four sorbents: a porous iron sorbent and its mixtures with zeolite and crystal gravel. Journal of Hazardous Materials 2009; 168: 674–80.

24- Erdem E, Karapinar N, Donat R. The removal of heavy metal cations by natural zeolites. Journal of colloid and interface science 2004; 280(2): 309-14.

25- Apak R, Tütem E, Hügül M, Hizal J. Heavy metal cation retention by unconventional sorbents (red muds and fly ashes). Water Research 1998; 32(2): 430-40.

26- Dimitrova S. Metal sorption on blast-furnace slag. Water Research 1996; 30(1): 228-32

27- Feng D, van Deventer JSJ, Aldrich C. Removal of pollutants from acid mine wastewater using metallurgical by-product slags. Separation and purification technology2004: 40(1): 61–67.

28- Westholm LJ, Repo E, & Sillanpää M. Filter materials for metal removal from mine drainage—a review. Environmental Science and Pollution Research 2014; 21(15): 9109-128.

29- Westholm LJ. The use of blast furnace slag for removal of phosphorus from wastewater in Sweden—A review. Water 2010; 2(4): 826-837.

30- Mahlangu TO, Mpenyana-Monyatsi L, Mamba BB, & Momba MNB. A simplified cost-effective biosand filter (BSFZ) for removal of chemical contaminants from water. Journal of Chemical Engineering and Materials Science 2011; 2(10): 156-67.

31- Tanner SA, and Ongerth JE. Evaluation of slow sand filters in northern Idaho. Journal of American Water Works Association 1990; 82(12): 51-61.

32- Erdem E, Karapinar N, Donat R. The removal of heavy metal cations by natural zeolites. Journal of Colloid and Interface Science 2004; 280: 309–14.

33- Pappalardo L, Jumean F, Abdo N. Removal of Cadmium, Copper, Lead and Nickel from Aqueous Solution by White, Yellow and Red United Arab Emirates Sand. American Journal of Environmental Sciences 2010; 6(1): 41-4.

34- Huifen Y, Wen M, Weina Z, & Zhiyong W. Steel slag as multi-functional material for removal of heavy metal ions in wastewater. In Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring (CDCIEM). International Conference on IEEE, Civil & Environ. Eng. Sch., Univ. of Sci. & Technol. Beijing, China 2011; 1287-90.

35- Hallberg M, Renman G. Removal of heavy metals from road runoff by filtration in granular slag columns. 11th International Conference on Urban Drainage. Edinburgh, Scotland 2008; 100-106.

36- Khachatryan Sh. V. Heavy Metal Adsorption By Armenian Natural Zeolit From Natural Aqueous Solutions. Chemistry and Biology 2014; 2: 31–5.

37- Wua Q, You R, Clark M, Yu Y. Pb(II) removal from aqueous solution by a low-cost adsorbent dry desulfurization slag. Applied Surface Science 2014; 314: 129–37.

38- Berggren Kleja D, Gustafsson J.P. Metallavskiljning från deponilakvatten och dagvatten med mineralbaserade filtermaterial, Slutrapport MinBas (In Swedish). 2005.

39- Renman A, Renman G, Gustafsson J.P, Hylander L. Metal removal by bed filter materials used in domestic wastewater treatment. Journal of Hazardous Materials 2009; 166: 734–39.

Comparison between Removal Efficiency of Slag, zeolite, and Conventional media in slow sand Filter for Removal of Lead and Cadmium from Water Resources

Ebrahimi A(PhD)[1], Mahdavi M(PhD student)[2], Khodarahmi M(BS)[3] ,Rahmati E(BS)[4], Abdolahnejad A(PhD student)[5]

1. Associate professor, Department of Environmental Health Engineering and Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2.PhD student in Department of Environmental Health Engineering and Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3.BS in Department of Environmental Health Engineering and Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
4. Corresponding Author: BS in Environmental Health Engineering, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
5.PhD student in Department of Environmental Health Engineering, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Heavy metals owing to their health hazards and high toxicity in low concentration for human and environment have very concern and attention. Slow sand filter is one of the simple and cost-effective for removal of these pollutants. In this method, media play an important role for removal of pollutant. Therefore, the aim of this study was investigation of different media like slag, zeolite, and conventional media in slow sand filter for removal of lead and cadmium.

Methods: In this research there are three beds filter include typical filter bed, slag and zeolite that used in pilot plant for investigation of lead and cadmium removal at three concentration of 0.1T 1 and 10 ppm. Each of filters has an internal diameter of 8 cm and a height of 120 cm with Plexiglas, which have a continuous flow operation.

Results: The removal efficiency of turbidity by three typical filter bed, slag, and zeolite with initial turbidity of 13 NTU was 46%, 77%, and 89% respectively. Removal efficiency of lead without turbidity was 70.3%, 79%, and 59.8% respectively for 0.1 ppm lead. For 1 ppm, concentration of lead removal efficiency was 51.8%, 52.7% and 52.6% respectively and for 10 ppm it was 53.4%, 57.8%, and 59.8% respectively. Cadmium removal for these media was 23.4%, 37.5%, and 59.4% respectively at 0.1 ppm cadmium. At 1 ppm of cadmium concentration, it was 37.9%, 45% and 41.3% respectively and at 10 ppm concentration of cadmium it was 68.3%, 68.6% and 67% respectively.

Conclusion: Slag and zeolite beds are more efficiently than the conventional sand beds in the slow sand filter, so it can be used instead of the usual sand for removing lead and cadmium from resources water.

Keywords: slow sand filter, lead, cadmium, water treatment, slag bed. Zeolite bed