مقایسه کارایی صافی ماسه‌ای کند متداول با صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی از منابع آب

منصور سرافراز [۱]، سید عباس میرزایی [۱]، محمد مهدی احمد معظم [۱]، حسین فرخ زاده [۲]، افشین ابراهیمی [۳]، علی عبداله نژاد [۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از مطالعه حاضر مقایسه کارایی صافی ماسه‌ای کند متداول با صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خردشده در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی از منابع آب بود.

روش‌ها: در این مطالعه به مدت ۴ ماه کارایی صافی های ماسه‌ای کند متداول (صافی نوع ۱) و صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خردشده (صافی نوع ۲) در نمونه پایلوت ساخته شده مقایسه شد. آب مورد استفاده، آب چاه بود که مقادیر مناسب کدورت و کلیفرم به‌صورت سنتتیک به آن اضافه شد. در این مطالعه، کارایی حذف کدروت، و کلیفرم‌های کل و مدفوعی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تعیین مشخصات آب ورودی و خروجی از صافی‌ها و مقایسه با رهنمودهای موجود، سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب نیز مورد آنالیز قرار گرفت.

یافته‌ها: میزان حذف کدورت توسط صافی نوع ۱ و صافی نوع ۲ به ترتیب ۹۷/۲۸ و ۹۶/۹۳ درصد و میانگین کدورت خروجی نیز به ترتیب ۰/۱۹ ± ۰/۴۹ و NTU ۰/۳۶ ± ۰/۵۵ بودند. میزان حذف کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی برای صافی نوع ۱ به ترتیب ۲/۸۹ و log ۲/۲۹ و برای صافی نوع ۲ به ترتیب ۲/۶۲ و log ۲/۴۶ به‌دست آمد. هر دو صافی تأثیر چندانی بر سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی نداشتند، و مقادیر این پارامترها در آب تصفیه شده زیر حد استاندارد WHO و ۱۰۵۳ ایران بود.

نتیجه‌گیری: کارایی صافی نوع ۲ در حذف پارامترهای میکروبی و فیزیکوشیمیایی تقریباً مشابه صافی نوع ۱ بود. هم‌چنین بستر شیشه بازیافتی در مقایسه با بستر ماسه‌ای متداول دارای افت فشار کمتر، مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای صافی ماسه‌ای کند متداول باشد.

واژه‌های کلیدی: تصفیه آب، صافی ماسه‌ای کند، بستر شیشه بازیافتی خرد شده، پارامترهای فیزیکوشیمیایی، پارامترهای میکروبی

ارجاع: سرافراز منصور، میرزایی سید عباس، احمد معظم محمد مهدی، فرخ زاده حسین، ابراهیمی افشین، عبداله نژاد علی. **مقایسه کارایی صافی ماسه‌ای کند متداول با صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی از منابع آب.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۳؛ ۱۰(۳): ۶۱۷-۶۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۴**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. کارشناس ارشد مرکز تحقیقات محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳. دانشیار، مرکز تحقیقات محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران .(نویسنده مسؤول)
Email:ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir
۴. دانشجوی دکترای مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی صدوقی یزد، یزد، ایران

مقدمه

در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مشکلات جهان کمبود آب آشامیدنی سالم بوده که می‌توان گفت بحران آب و عدم دسترسی به منابع کافی آب در سطح جهانی مهم‌ترین چالش قرن بیست و یکم می‌باشد. با وجود این‌که آب در مقدار کافی و کیفیت مناسب برای زندگی ضروری است، گزارش سازمان

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

بهداشت جهانی (WHO یا World Health Organization) نشان می‌دهد که ۱/۱ بیلیون نفر (۱۷ درصد از کل جمعیت جهان) به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند. در مناطق با کمبود منابع آب سالم، اسهال و سایر بیماری‌های منتقله ازآب که از تماس با عوامل بیماری‌زای میکروبی در آب‌های غیرسالم ایجاد می‌شوند، تهدید جدی سلامت می‌باشند (۳-۱). صاف‌سازی (فیلتراسیون) یکی از قدیمی‌ترین روش‌های تصفیه آب بوده که در ابتدا برای حذف ذرات معلق شامل پاتوژن‌های انسانی، برای تولید آب آشامیدنی استفاده شده است که شامل عبور آب از یک محیط متخلخل نظیر شن،آنتراسیت، گارنت یا کربن فعال می‌باشد. صاف‌سازی به عنوان قلب تصفیه‌خانه بوده و حدود ۲۰ درصد هزینه کل احداث تصفیه‌خانه را شامل می‌گردد لذا طراحی بهینه این واحد از جنبه اقتصادی نیز حایز اهمیت است (۵-۴) . سیستم صافی شنی کند یکی از قدیمی‌ترین وساده‌ترین سیستم‌های تصفیه آب است که برای تولید آب آشامیدنی سالم از نظر پارامترهای فیزیکی و میکروبیولوژیکی استفاده می‌شود (۶). اولین بار صافی شنی کند به عنوان یک فرایند تصفیه آب در بریتانیا توسعه داده شد و سپس از سال ۱۸۲۰ در سایر کشورهای اروپایی برای تصفیه در سیستم‌های کوچک آب به‌کار برده شد (۴). سادگی فرایند، عدم نیاز به مواد منعقدکننده شیمیایی،کارایی بالا، اقتصادی بودن، بهره‌برداری ساده، طراحی با حداقل ابزار و کنترل الکترونیکی و انجام دستی عملیات بهره‌برداری از مزیت‌های صافی شنی کند است که در جوامع مختلف خصوصا در کشورهای در حال توسعه به عنوان یک سیستم مناسب تصفیه آب برای اجتماعات کوچک به شمار می‌رود (۸-۷). کارایی صافی شنی کند به خصوصیات منبع آب، دما و تشکیل بیوفیلم سطحی بستگی دارد. این سیستم‌ها به تدریج یک لایه از میکروب‌ها را بر روی سطح صافی که پوسته صافی (filter skin) (در زبان آلمانی شموتزدک schmutzdecke نامیده می‌شود) تشکیل می‌دهندکه نقش کلیدی در کارایی حذف بالای عوامل بیماری‌زا دارد. عوامل بیماری‌زا در سطح صافی به دام افتاده و توسط این میکروب‌ها احتمالا به عنوان ماده غذایی تجزیه می‌شوند. به‌دام اندازی نیز با ترکیبی از صاف‌سازی فیزیکی و جذب سطحی اتفاق می‌افتد (۱۰-۹).

انتخاب صحیح بستر صافی اهمیت زیادی در عملکرد صافی دارد. انواع مختلفی از بسترها به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر به صورت صافی‌های دو یا چند لایه می‌تواند به عنوان بستر صافی استفاده شوند (۱۱). با توجه به ویژگی‌های مختلف زمین‌شناسی و ملاحظات اقتصادی در نقاط مختلف جهان به علت عدم دسترسی به ماسه سیلیسی به عنوان بستر متداول صافی‌کند از بازالت و سنگ توف (۱۲)، پرلیت (۱۳)، کوارتز (۱۴)، سرباره کوره ذوب آهن (۱۵) و زغال چوب (۱۶) به عنوان موادی برای جایگزینی ماسه در صافی کند استفاده می‌کنند. هم‌چنین برخی تحقیقات در مورد استفاده از شیشه‌های خرد شده به عنوان بستر در صافی شنی کند وجود دارد (۱۷). این مطالعه بر روی استفاده از شیشه بازیافتی خرد شده و مقایسه کارایی آن با ماسه سیلیسی متداول در صافی‌های شنی کند تمرکز دارد. بر اساس آمارهای موجود روزانه در حدود ۳/۵ میلیون تن زباله در سراسر دنیا تولید می‌شود که سهم کشور ما در تولید آن ۴۰ هزار تن در روز است، که از این مقدار ۴/۱ ٪ آن مربوط به شیشه‌های دورریز می‌باشد (۱۸). کمینه‌سازی و بازیافت اجزاء پسماند شهری یکی از اولویت‌های اصلی مدیریت پسماند می‌باشد، بنابراین استفاده از شیشه‌های بازیافتی به عنوان بستر صافی علاوه بر بازیافت و متعاقب آن استفاده مجدد باعث کاهش استفاده از منابع طبیعی شده که در نهایت منجر به پایداری بیشتر محیط زیست و صرفه اقتصادی می‌شود.

در کشور ما در رابطه با استفاده از شیشه بازیافتی به عنوان بستر صافی مطالعه‌ای صورت نگرفته است. Soyer و همکاران کارایی شیشه بازیافتی خرد شده را به عنوان بستر صافی شنی با صافی شنی تند معمولی مقایسه کردند و نشان دادند که با استفاده از کواگولانت، صافی حاوی شیشه خرد شده بازیافتی پساب مشابه با صافی شنی تند معمولی از نظر کدورت و ذرات داشته درحالی‌که افت فشار بستر تمیز و

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

گرفتگی کمتری داشته است (۱۱). Horan و همکاران شیشه بازیافتی را به عنوان بستر صافی در تصفیه ثالثیه فاضلاب و در سه گروه از نظر اندازه (درشت، متوسط، ریز) به‌کار برده و نشان دادند که با کوچک شدن اندازه ذرات بستر کارایی صافی بالا رفته ولی به همان نسبت میزان گرفتگی صافی افزایش می‌یابد و در نهایت نتیجه‌گیری شد که انتخاب شیشه بازیافتی به عنوان بستر صافی ثالثیه باعث کاهش ۱۰ درصدی در بستر مورد نیاز در مقایسه با شن خواهد شد و هم‌چنین استفاده از یک ماده بازیافتی باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن شده و یک ماده سازگار با محیط زیست می‌باشد (۱۹). در یک مطالعه دیگر Campbell یک آنالیز مقایسه‌ای از شیشه بازیافتی خرد شده به عنوان بستر صافی دانه‌ای در تصفیه آب استخرهای شنا انجام داد و نتیجه‌گیری کردکه صافی با بستر شیشه خرد شده نسبت به بستر زئولیت و شن معمولی برای استفاده به عنوان بستر صافی دانه‌ای استخرهای شنا از نظر تئوریکی و آزمایشگاهی اثر بخش‌تر است (۲۰).

بنابراین هدف از این مطالعه مقایسه کارایی صافی ماسه‌ای کند متداول و اصلاح شده با استفاده از شیشه بازیافتی خرد شده در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی از منابع آب می‌باشد.

روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی، آزمایشگاهی بوده که در گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. در این مطالعه به مدت ۴ ماه کارایی صافی‌های ماسه‌ای کند متداول (صافی نوع ۱) و صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده (صافی نوع ۲) در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی در محلول آبی نیمه سنتتیک در دو صافی مجزا که به صورت پیوسته راهبری می‌شد، مورد بررسی قرار گرفت. مشخصات فنی نمونه آزمایشگاهی (پایلوت) صافی‌های ماسه‌ای متداول و اصلاح شده مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. ستون‌های صافی در حالت موازی (یکی بستر ماسه‌ای متداول و دیگری بستر شیشه بازیافتی خرد شده) در طول آزمایشات راهبری شدند. جدول ۲ ویژگی‌ها و لایه‌بندی سیستم پایلوت صافی‌های ماسه‌ای متداول و اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده در این مطالعه را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد. شکل (۱) شماتیک سیستم پایلوت مورد استفاده دراین مطالعه را نشان می‌دهد. پارامترها و دستگاه‌های مورد استفاده شامل سنجش pH (pH-meter Schott, CG824)، هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول (HACH /sension 5 conductivity)، کدورت (Turbidimeter, TN-100)، آهن باقی‌مانده (روش جذب اتمی، دستگاه مدل Perkin-elemer 2380)، سیلیس (DR-5000 HACH, LANGE)، سختی و قلیاییت به روش تیتراسیون، و غلظت کلیفرم‌های کل و مدفوعی به روش تخمیر چند لوله‌ای با تعیین MPN/100 میلی‌لیتر بود. نمونه‌های مورد نیاز از قسمت ورودی و خروجی صافی‌ها برداشت می‌شد. منبع آب ورودی از چاه تأمین شده که به طور پیوسته در یک مخزن ۱۰۰ لیتری ذخیره شده و با پمپ بر روی صافی‌ها تخلیه می‌شد. برای اندازه‌گیری کارایی صافی‌ها، ابتدا پارامترهای کدورت و باکتری‌های کلیفرم کل و مدفوعی به صورت مصنوعی به مخزن آب ورودی (آب چاه) اضافه شده و پس از عبور از صافی‌ها میزان حذف هر کدام از پارامترها اندازه گیری شد. کدورت‌های مورد نیاز با استفاده از کائولن (Merck, Germany) در دو محدوده ۱۵ و NTU ۲۰ و کلیفرم کل و مدفوعی(تهیه شده از پساب رقیق شده تصفیه ثانویه فاضلاب شهری قبل از واحد گندزدایی) به ترتیب در غلظت حدود ۲۴۰۰ و MPN/100 ۱۵۰ میلی‌لیتر به مخزن آب ورودی (آب چاه) اضافه می‌شد. لازم به ذکر است که جهت اطمینان از صحت نمونه‌گیری، نمونه‌برداری به صورت دوتایی انجام شد. پارامترهای مورد نظر با استفاده از دستورالعمل‌های ذکر شده در کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب سنجش شد (۲۱). جهت توصیف داده‌های جمع‌آوری شده، از نرم افزار SPSS 12 و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

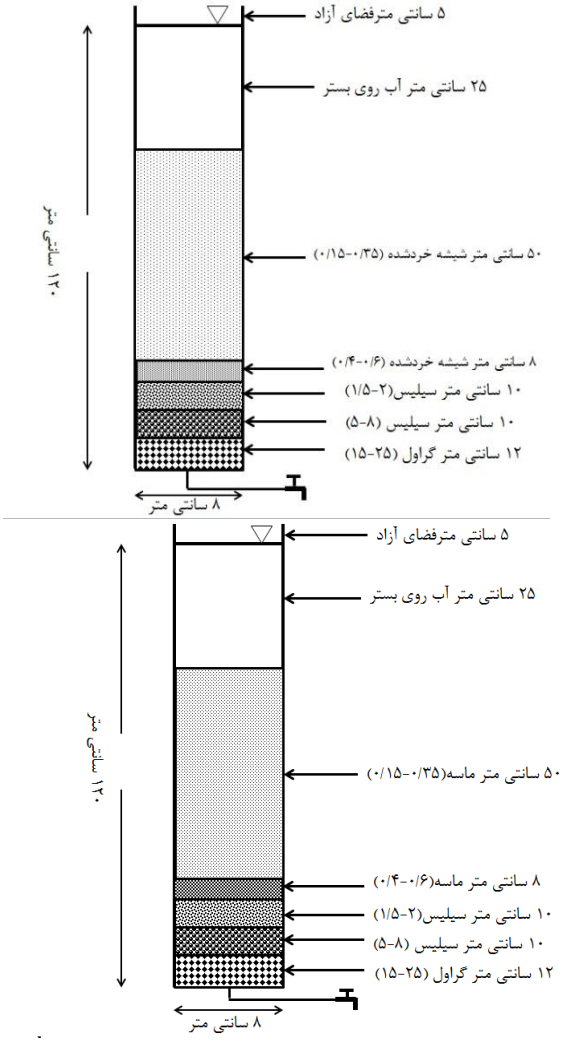
جدول ۱. مشخصات فنی پایلوت صافی‌های ماسه‌ای متداول و اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده در این مطالعه

مشخصات فنی	مقدار	مشخصات فنی	مقدار
جنس بدنه	پلکسی گلاس	ارتفاع آزاد صافی (سانتی متر)	۵
شکل هندسی	استوانه ای	بار سطحی (متر بر روز)	۰/۱-۰/۳
قطر صافی (سانتی متر)	۸	نوع سیستم زهکش	زهکش مشبک پلاستیکی
حجم مخزن ذخیره آب ورودی	۱۰۰ لیتر	روش شستشوی صافی	هم زدن لایه سطحی
پمپ تغذیه	پروانه ای	زمان شستشوی صافی	گرفتگی بستر
ارتفاع کلی صافی (سانتی‌متر)	۱۲۰	محل ورود آب به صافی	بالای صافی
ارتفاع بسترها (سانتی متر)	۵۸	محل نصب شیر خروجی	کف صافی
ارتفاع لایه نگهدارنده (سانتی‌متر)	۳۲	محل شیر سرریز به مخزن ورودی	۵ cm از بالای صافی
ارتفاع آب در بالای بسترها (سانتی‌متر)	۲۵	محل نصب شیر هوا	بین لایه های نگهدارنده

جدول ۲. ویژگی‌های سیستم پایلوت صافی‌های ماسه‌ای متداول و اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده در این مطالعه

لایه‌ها(از پایین به بالا)	جنس بستر در صافی‌ها		اندازه مؤثر(cm)	ارتفاع(cm)
	صافی نوع ۱	صافی نوع ۲		
لایه اول (نگهدارنده)	گراول	گراول	۱۵-۲۵	۱۲
لایه دوم (نگهدارنده)	سیلیس	سیلیس	۵-۸	۱۰
لایه سوم (نگهدارنده)	سیلیس	سیلیس	۱/۵-۲	۱۰
لایه چهارم (بستر)	ماسه	شیشه خردشده بازیافتی	۰/۴-۰/۶	۸
لایه پنجم (بستر)	ماسه	شیشه خردشده بازیافتی	۰/۱۵-۰/۳۵	۵۰

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]



(ب) (الف)

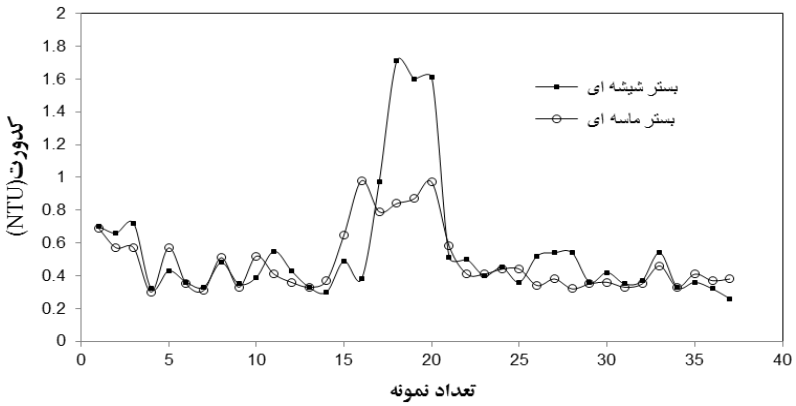
شکل (۱). شماتیک سیستم پایلوت مورد استفاده مطالعه، الف) صافی ماسه‌ای کند متداول (صافی نوع ۱) ب) صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده (صافی نوع ۲)

یافته‌ها

نمودار ۲ مربوط به کدورت خروجی از صافی با بستر ماسه‌ای متداول و صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده در کل دوره نمونه‌برداری نشان داده شده است. در جدول ۳ نتایج مربوط به پارامترهای میکروبی و کدورت در آب ورودی و خروجی پایلوت مورد استفاده و مقایسه آن‌ها با استانداردهای ایران (استاندارد ۱۰۵۳) و WHO را نشان می‌دهد.

در جدول۴ نتایج مربوط به پارامترهای فیزیکوشیمیایی در آب ورودی و خروجی سیستم پایلوت مورد استفاده و مقایسه آن‌ها با استانداردهای ۱۰۵۳ ایران و WHO نشان داده می‌شود.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]



نمودار ۲. نمودار کدورت خروجی از صافی با بستر ماسه‌ای متداول و صافی با بستر شیشه خردشده بازیافتی در کل دوره نمونه‌برداری

جدول۳. نتایج پارامترهای میکروبی و کدورت در ورودی و خروجی پایلوت مورد استفاده

پارامتر	صافی ماسه‌ای متداول	صافی اصلاح شده با بستر شیشه خرد شده
حذف کدورت(٪)	۹۷/۲۸	۹۶/۹۳
میانگین کدورت خروجی*	۰/۴۹±۰/۱۹	۰/۵۵±۰/۳۶
حذف لگاریتمی کلیفرم کل*	۲/۸۹	۲/۶۲
حذف لگاریتمی کلیفرم مدفوعی	۲/۲۹	۲/۴۶

*استاندارد خاصی برای میزان کلیفرم کل خروجی از صافی‌ها وجود ندارد اما درکتابچه راهنمای WHO حداقل و حداکثر کاهش باکتری‌ها در صافی به ترتیب ۲ و ۶ لگاریتم بیان شده است که بستگی به حضور لایه شموتزدک، سایز ذرات، بار سطحی و شرایط راهبری (دما و pH) دارد.

*استاندارد WHO و ۱۰۵۳ ایران برای کدورت NTU ۵-۱ می‌باشد

جدول۴. نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در ورودی و خروجی سیستم پایلوت مورد مطالعه

پارامتر	واحد	میانگین ورودی (± انحراف معیار)	میانگین خروجی (± انحراف معیار)		مقایسه با استاندارد	
			صافی نوع ۱	صافی نوع ۲	WHO	۱۰۵۳ ایران
pH		۸/۴±۰/۲	۸±۰/۲	۸/۲±۰/۲	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵
TDS	mg/l	۶۹۲/۸±۱۰۵/۶	۶۷۴/۳±۱۰۱/۲	۶۸۴/۵±۱۲۰	۵۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰
آهن	mg/l	۰/۲±۰/۱	۰/۰۸±۰/۰۷	۰/۰۶±۰/۰۳	۰/۳	۰/۳
سیلیس	mg/l SiO_2	۱۳/۷±۱/۲	۱۲/۹±۱/۰۱	۱۳/۵±۱/۶	–	–
سختی	mg/l $CaCO_3$	۴۶۷/۳±۲۷/۸	۴۳۱/۳±۱۸/۱	۴۵۱/۶±۲۷/۲	۵۰۰	۲۰۰-۵۰۰
قلیاییت	mg/l $CaCO_3$	۲۵۲/۶±۵۹/۶	۲۰۴/۴±۵۰/۹	۲۴۲/۲±۵۶/۹	۱۲۰-۲۵۰	–
EC	mohs/cmμ	۱۲۵۹/۴±۱۷۱	۱۱۸۳/۳±۱۶۶/۶	۱۲۲۱/۱±۱۵۶/۶	–	–

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

بحث

با توجه به اهمیت تأمین آب آشامیدنی سالم در جوامع مختلف مخصوصا کشورهای درحال توسعه استفاده از سیستم‌های ارزان با راهبری ساده برای تأمین این هدف از اهمیت زیادی برخوردار است. صافی‌ها سیستم‌هایی ارزان و ساده برای تصفیه آب آشامیدنی هستند که می‌توانند در مناطق مختلف مورد استفاده قرار گیرند. در این مطالعه کارایی صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خردشده در مقایسه با صافی کند متداول ماسه‌ای در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی از منابع آب آشامیدنی مورد بررسی قرار گرفته است.

در نمودار ۲ روند تغییرات کدورت خروجی در کل دوره راهبری سیستم پایلوت نشان داده شده است. کدورت خروجی برای هر دو صافی تقریبا زیر NTU ۰/۸ می‌باشد و اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p<0/05$). همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود پس از تقریبا ۳۵ روز از کارکرد صافی‌ها، افت فشار افزایش یافته و گرفتگی صافی اتفاق افتاده و بنابراین شستشوی صافی‌ها انجام شد. عمل شستشوی صافی‌های ماسه‌ای کند معمولا به دو روش برداشتن ۱-۲ سانتی‌متری بالای بستر (scraping) و هم زدن چند سانتی‌متری بالای بستر (harrowing) انجام می‌شود. که در این مطالعه پس از گرفتگی صافی‌ها به روش همزدن لایه رویی بستر عمل شستشو انجام شد که به طور موقت سبب افزایش کدورت خروجی شده و نمونه‌های گرفته شده از خروجی صافی‌ها تا رسیدن به نقطه پایداری صافی (ripening period) کدورت خروجی بیشتری داشتند. Jenkins و همکاران نشان دادند که همزدن شموتزدک با آب (wet harrowing) اثر کاهشی متوسطی بر روی حذف کدورت و باکتری ها در نمونه های اندازه گیری شده در ۷ روز یا بیشتر پس از اختلاط داشته است (۳). بلوغ یا پایداری صافی دوره‌ای است که بعد از شروع به کار یا بعد از شستن بستر باید طی شود تا حذف مناسب عوامل بیماری‌زا توسط صافی فراهم گردد. پس از دوره شستشو و بلوغ مجدد بستر، کارایی حذف کدورت افزایش یافته و حتی به زیر NTU ۰/۵ رسید با وجود این‌که کدورت ورودی از ۱۵ به ۲۰ NTU افزایش داده شد که دلیل این افزایش کارایی صافی با گذشت زمان را می توان به افزایش دما و سن شموتزدک نسبت داد. برخی مطالعات این مطلب را تأیید می‌کنند که شموتزدک فعال از نظر بیولوژیکی کاربرد صافی‌های شنی کند را افزایش می‌دهد هرچند توسعه یافتن شموتزدک می‌تواند منجر به افزایش مقاومت بستر صافی، گرفتگی بستر و در نهایت نیاز به شستشوی صافی شود (۱۰).

در جدول ۳ میانگین کدورت خروجی از صافی با بستر ماسه‌ای متداول و صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده با استانداردهای WHO و ۱۰۵۳ ایران مقایسه شده است. کدورت خروجی از صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده پایین‌تر از استانداردهای WHO و ۱۰۵۳ ایران می‌باشد که نشان می‌دهد بستر اصلاح شده با شیشه بازیافتی خردشده می‌تواند جایگزین قابل قبولی برای صافی با بستر ماسه‌ای متداول باشد. برخی مطالعات نیز این مطلب را تأیید می‌کنند. Campbell نشان داد که صافی با بستر شیشه خرد شده حذف ذرات و کاهش کدورت بهتری را نسبت به بستر زئولیت و شن معمولی ایجاد می‌کند (۲۰). در مطالعه‌ای Soyer و همکاران کارایی شیشه بازیافتی خرد شده را به عنوان بستر صافی شنی با صافی شنی تند معمولی مقایسه کرده و نشان دادند که صافی حاوی شیشه خرد شده بازیافتی پساب مشابه با صافی شنی تند معمولی از نظر کدورت و ذرات می‌کند (۲۲، ۱۱). مشابه با سایر مطالعات، در این مطالعه نیز مشاهده شد که صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده نسبت به صافی ماسه‌ای متداول افت فشار کمتری داشته و در مدت زمان طولانی‌تری گرفتگی بستر رخ می‌دهد که این امر نیاز به شستشوی بیشتر بستر و در نتیجه از بین رفتن و دورریز بستر را کاهش داده و در نتیجه دوره بهره‌برداری از آن افزایش می‌یابد (۲۳-۲۲، ۱۱).

همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده شده است، اندازه‌گیری پارامترهای میکروبی در طول دوره مطالعه نشان داد که ۲/۶۲ و ۲/۴۶ log حذف به ترتیب برای کلیفرم‌های کل و مدفوعی در صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده به‌دست آمد و

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

کارایی آن بسیار نزدیک به صافی با بستر ماسه‌ای متداول بوده است و هم‌چنین استانداردهای WHO و ۱۰۵۳ ایران را تأمین می‌کند. این نتایج با یافته‌های برخی مطالعات هم‌خوانی دارد و نشان می‌دهند که با افزایش سن شموتزدک کارایی حذف پارامترهای میکروبی افزایش می‌یابد (۱۰، ۳). مکانیسم واقعی حذف در لایه شموتزدک به احتمال زیاد ترکیبی از پالودن (مرتبط با مقاومت بستر صافی)، چسبیدن (مرتبط با کارایی گیر افتادن در بستر) و صید (فعالیت بیولوژیکی، مرتبط با درجه حرارت) است (۱۰).

در جدول۴ نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده مشابه با صافی با بستر ماسه‌ای متداول تأثیر چندانی بر روی این پارامترها نداشته و هم‌چنین مقادیر آن‌ها در آب تصفیه شده زیر حد استاندارد WHO و ۱۰۵۳ ایران بوده است. در رابطه با صافی با بستر شیشه بازیافتی خردشده نگرانی در مورد افزایش غلظت سیلیس در آب تصفیه شده وجود دارد که نتایج آزمایشات این تحقیق نشان داد که غلظت سیلیس در آب تصفیه شده تفاوت چندانی با غلظت آن در آب ورودی ندارد ($p<0/05$) (جدول۴).

نتیجه‌گیری

کارایی صافی اصلاح شده با بستر شیشه بازیافتی خرد شده در حذف کدورت و کلیفرم‌های کل و مدفوعی تقریبا مشابه صافی ماسه‌ای کند متداول می‌باشد. بستر شیشه بازیافتی خرد شده در مقایسه با صافی ماسه‌ای متداول دارای افت فشار کمتر، مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای صافی ماسه‌ای کند متداول باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی اصفهان در سال ۱۳۹۲ با کد ۲۹۱۳۰۱ است که با حمایت مرکز تحقیقات محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی اصفهان اجرا شده است.

References

1. Elliott M, Stauber C, Koksal F, DiGiano F, Sobsey M. Reductions of E. coli, echovirus type 12 and bacteriophages in an intermittently operated household-scale slow sand filter. Water research. 2008;42(10-11):2662-70.
2. Meierhofer R, Landolt G. Factors supporting the sustained use of solar water disinfection—Experiences from a global promotion and dissemination programme. Desalination. 2009;248(1):144-51.
3. Jenkins MW, Tiwari SK, Darby J. Bacterial, viral and turbidity removal by intermittent slow sand filtration for household use in developing countries: Experimental investigation and modeling. Water research. 2011;45(18):6227-39.
4. Schuler PF, Ghosh MM, Gopalan P. Slow sand and diatomaceous earth filtration of cysts and other particulates. Water research. 1991;25(8):995-1005.
5. Delbazi N, Ahmadi Moghadam M, Takdastan A, Jaafarzade haghighi fard N. Comparation of Mono Layer Filter (Sand) Dual Media Filter (Anthracite and Leca) and Performance in Removal of Organic Matter and Turbidity. Iranian Journal of Health & Environment 2011;4(3):301-12.
6. Hijnen WA, Dullemont YJ, Schijven JF, Hanzens-Brouwer AJ, Rosielle M, Medema G. Removal and fate of Cryptosporidium parvum, Clostridium perfringens and small-sized centric diatoms (Stephanodiscus hantzschii) in slow sand filters. Water research 2007;41(10):2151-62.
7. El-Taweel GE, Ali GH. Evaluation of roughing and slow sand filters for water treatment. Water, air, and soil pollution 2000;120(1-2):21-8.
8. Logsdon GS, Kohne R, Abel S, LaBonde S. Slow sand filtration for small water systems. Journal of Environmental Engineering and Science 2002;1(5):339-48.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

9. Lee E, Oki LR. Slow sand filters effectively reduce Phytophthora after a pathogen switch from Fusarium and a simulated pump failure. Water research 2013;47(14):5121-9.
10. Schijven JF, van den Berg HH, Colin M, Dullemont Y, Hijnen WA, Magic-Knezev A, et al. A mathematical model for removal of human pathogenic viruses and bacteria by slow sand filtration under variable operational conditions. Water research 2013;47(7):2592-602.
11. Soyer E, Akgiray Ö, Eldem NÖ, Saatçı AM. Crushed recycled glass as a filter medium and comparison with silica sand. CLEAN–Soil, Air, Water 2010;38(10):927-35.
12. Adin A, Hatukai S. Optimisation of multilayer filter beds. Filtration & separation 1991;28(1):38-41.
13. Uluatam SS. Assessing perlite as a sand substitute in filtration. Journal-American Water Works Association 1991;83(6):70-1.
14. Suthaker S, Smith DW, Stanley SJ. Evaluation of filter media for upgrading existing filter performance. Environmental technology 1995;16(7):625-43.
15. Abdolahnejad A, Ebrahimi A, Jafari N. Application of Iranian natural zeolite and blast furnace slag as slow sand filters media for water softening. 2013; 2(1): 12.
16. Agbanobi R. Using granulated wood charcoal as a filter medium. Journal of environmental quality 1999;28(3):1038-40.
17. Piccirillo J, Letterman R. Examination of pulverized waste recycled glass as filter media in slow sand filtration. Final report. Syracuse Univ, Dept. of Civil and Environmental Engineering, NY (United States); New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY (United States); Monroe County Div. of Solid Waste, Rochester, NY (United States):1997.
18. Alavi Moghaddam S, Ghasemi A, Alavi Moghaddam SB. Education and its role on integrated solid waste management in iran. Human & Environment: 14-23.
19. Horan N, Lowe M. Full-scale trials of recycled glass as tertiary filter medium for wastewater treatment. Water research. 2007;41(1):253-9.
20. Campbell J-L. Comparative Performance Analysis of Crushed Recycled Glass as Granular Filtration Media in Swimming Pool Water Treatment.[report]. Nathan; Griffith University; 2011.
21. Eaton AD, Franson MAH. Standard methods for the examination of water & wastewater. Washington: American Public Health Association; 2005.
22. Soyer E, Akgiray Ö, Eldem NÖ, Saatçı AM. On the Use of Crushed Recycled Glass Instead of Silica Sand in Dual-Media Filters. CLEAN–Soil, Air, Water. 2013;41(4):325-32.
23. Evans G, Dennis P, Cousins M, Campbell R. Use of recycled crushed glass as a filtration medium in municipal potable water treatment plants. Water Supply 2002;2(5-6):9-16.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]

Comparison of conventional slow sand and modified filters with recycled crushed glass media in removal of Turbidity and Total and Fecal coliforms from water resources

Mansour Sarafraz [1], Seyed Abas Mirzaee [1], Mohamad Mehdi Ahmad Mozam [1], Hosein Farokh Zadeh [2], Afshin Ebrahimi [3], Ali Abdollah Nejad [4]

Original Article

Abstract

Background: The aim of this study was to compare the efficiency of conventional slow sand filter with modified filter bed with crushed recycled glass in removing of turbidity and total and fecal coliforms from water resources.

Methods: In this study efficiency of conventional slow sand filter and modified filter bed with crushed recycled glass during 4 months was compared and their performance in removal of turbidity and total and fecal coliforms in synthetic water (influent turbidity and total and fecal coliform bacteria) with two separate filters which were operated in parallel and continuous flow was investigated.

Findings: The turbidity removal by conventional slow sand filters and modified filter bed with crushed recycled glass were % 97.28 and %96.93, respectively and the average of turbidity effluent were 0.49 ±0.19 and 0.55±0.36 NTU, respectively. The total and fecal coliform removal by conventional slow sand filter were 2.89 and 2.29 log, respectively and for modified filter bed with crushed recycled glass were 2.62 and 2.46 log, respectively. Both filters have slightly effect on other measured physicochemical parameters and their values in water below WHO and Iran standards.

Conclusion: The efficiency of modified filter bed with crushed recycled glass in removal of turbidity and total and fecal coliforms is approximately similar to a conventional slow sand filter. The crushed glass medium in comparison with conventional sand filter generate smaller head loss and smaller clogging, which is cost effective and environmental friendly and shows significant promise as an alternative to silica sand in slow sand filtration.

Key Words: Water Treatment- Slow Sand Filter- Crushed Recycled Glass Medium- Physicochemical Parameters- Microbial Parameters

Citation: Sarafraz M, Mirzaee S A, Ahmad Mozam M M, Farokh Zadeh H, EbrahimiA, Abdollah Nejad A. **Comparison of conventional slow sand and modified filters with recycled crushed glass media in removal of Turbidity and Total and Fecal coliforms from water resources.** J Health Syst Res 2014; 10(3):608-617

Received date:13.05.2014 **Accept date: 25.11.2014**

1. MSc Student, Student Research Center, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2. MSc, Environment Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
3. Associate Professor, Environment Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: a_ebrahimi@hlth.mui.ac.ir
4. PhD student, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-05-07]