مجله محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

Journal of Environment and Water Engineering
ISSN: 2476-3683

آسیب‌شناسی و ارائه راه‌کارهای بهسازی سیستم تصفیه‌خانه آب شرب روستای زنگلانلو شهرستان درگز

علی‌اصغر نجف‌پور، عصمت کوهزاد، عطیه کوهزاد و حسن مسعودی

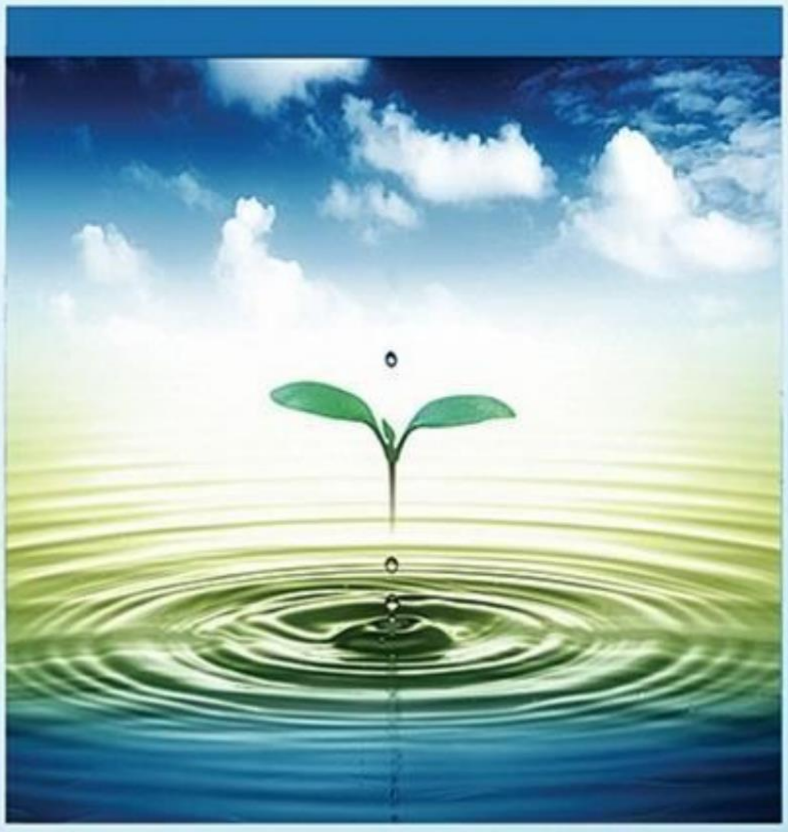
دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۶۵- ۱۶۰

Vol. 5(2), Summer 2019, 160 – 165

DOI: 10.22034/jewe.2019.177626.1317

Pathology and Presenting Alternatives to Improve Drinking Water Treatment Plant in Zangalanlou Village, Dargaz City, Iran

Najafpoor A. A., Kouhzad E., Kouhzad A. and Masoudi H.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: نجف‌پور ع. ا.، کوهزاد ع.، کوهزاد ع. مسعودی ح. (۱۳۹۸). آسیب‌شناسی و ارائه راه‌کارهای بهسازی سیستم تصفیه‌خانه آب شرب روستای زنگلانلو شهرستان درگز. مجله محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۵، شماره ۲، صفحات: ۱۶۵–۱۶۰.

Citing this paper: Najafpoor A. A., Kouhzad E., Kouhzad A. and Masoudi H. (2019). Pathology and presenting alternatives to improve drinking water treatment plant in Zangalanlou Village, Dargaz city, Iran. J. Environ. Water Eng., 5(2), 160-165**.** DOI: 10.22034/jewe.2019.177626.1317

www.SID.ir

آسیب‌شناسی و ارائه راه‌کارهای بهسازی سیستم تصفیه‌خانه آب شرب روستای زنگلانلو شهرستان درگز

علی اصغر نجف‌پور[۱]، عصمت کوهزاد[۲] *، عطیه کوهزاد[۳]، حسن مسعودی[۴]

[۱]استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت مشهد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

[۲]کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی، مشهد، ایران

[۳]کارشناس، گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی، مشهد، ایران

[۴]دکتری، شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان رضوی، مشهد، ایران

***نویسنده مسئول:** ekohzad@yahoo.com

یادداشت فنی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۸/۰۲/۰۷] **تاریخ بازنگری: [۱۳۹۸/۰۳/۰۷]** **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۸/۰۵/۰۵]**

چکیده

بررسی کیفیت زیستی و طرح ایمنی آب در تصفیه‌خانه‌های کوچک با توجه به محرومیت‌های بهداشتی و امکان آلودگی بیشتر، باید جزئی از الزامات کنترلی قرار گیرد. تصفیه‌خانه آب زنگلانلو اغلب بر اثر سیلاب دچار آلودگی می‌شود که پس از آسیب‌شناسی، عملیات بهسازی در جهت حذف و جلوگیری از ورود آلودگی مجدد، اجرا و توسط برخی پارامترها، کارایی سیستم کنترل شد. این مطالعه از نوع کاربردی مقطعی در مقیاس واقعی در سال ۱۳۹۶ در تصفیه‌خانه زنگلانلو انجام شد. عملیات بهسازی اجرا و مقایسه راندمان حذف فرآیندهای تصفیه (حوضچه شن‌گیر، صافی شنی کند و حوضچه آرامش) توسط کدورت، باکتری‌های هتروتروف (HPC)، کلی‌فرم کل (TC) و کلی‌فرم مدفوعی (FC) قبل و بعد از بهسازی‌ها با روش‌های آماری محاسبه شد. انگل‌های کریپتوسپوریدیوم، ژیاردیا و مقادیر کربن آلی کل (TOC) نیز پس از بهسازی بررسی شدند. سپس پارامترهای فیزیک و شیمیایی منبع آبی طی ۱۴ سال تحلیل شدند. نتایج نشان داد که مقادیر کدورت و HPC در شبکه توزیع و صافی، HPC در حوضچه آرامش به نسبت قبل از بهسازی به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. مقادیر FC، TC و TOC در بازه استاندارد بوده و انگل‌های کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا مشاهده نشد. حضور انگل بلاستوسیستیس در آب خام و ورودی صافی تائید اما در خروجی آن مشاهده نشد. بررسی آنالیز فیزیکی شیمیایی حاکی از افزایش سختی کل، هدایت الکتریکی، کلسیم، سولفات، و منیزیم بود. به‌طورکلی بهسازی‌ها در حذف آلودگی در خروجی تصفیه،صافی و حوضچه آرامش تأثیر مطلوبی داشته و پارامترهای فیزیکی شیمیایی نیز شوری آب در آینده را پیش‌بینی نمود.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌شناسی؛ بهسازی؛ تصفیه‌خانه آب؛ ژیاردیا؛ کریپتوسپوریدیوم.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

بیش‌تر آب‌های سطحی دارای کدورتی بیش از مقدار تعیین-شده توسط استاندارد می‌باشند. هر چند جریان‌های آبی که با سرعت زیاد در حرکت هستند، ممکن است دارای مواد بزرگ‌تر به حالت معلق باشند اما بیش‌تر جامدات در اندازه کلوئیدی بوده و برای جداسازی آن‌ها استفاده از فرآیندهای تصفیه مورد نیاز است (Plutzer and Karanis 2016). خطرناک‌ترین بیماری‌های میکروبی با آب ناشی از فضولات آلوده می‌باشد. بسیاری از ساختارهای کوچک مانند بیوفیلم هم در سطوحی که با آب در تماس هستند، قابلیت رشد دارند. به‌غیراز چند مورد خاص مانند لژیونلا بیش‌تر این ساختارها باعث بیماری نمی‌شوند و ممکن است در طعم و بو و یا رنگ آب مؤثر باشد (World Health Organization 2013).

قانون تصفیه آب‌های سطحی هم‌چنین سیستم‌های آب سطحی را ملزم به رعایت مقادیر خاص C در t (غلظت گندزدا در زمان) در فرآیند آب در سیستم تصفیه می‌سازد. نقاط تزریق ماده گندزدا و زمان تماس در حوضچه‌های مختلف دو فاکتوری هستند که در رسیدن به زمان تماس مناسب بین ماده گندزدا و آب قبل از خروج آب از واحد بسیار حائز اهمیت می‌باشند (Bazrafshan and Zazuli 2014). هدف از انجام این پژوهش تعیین نقاط آسیب‌پذیر سیستم تصفیه‌خانه آب شرب روستای زنگلانلو می‌باشد که با تعیین این نقاط نسبت به رفع آن عملیات عمرانی و بهسازی انجام شود و در پایان سیستم تصفیه از نقطه‌نظر استانداردهای آب شرب با پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش روند تصفیه آب شرب رودخانه زنگلانلو که در مرز ایران و ترکمنستان و در فاصله ۳۰ km از شهرستان درگز در شمال‌شرق خراسان رضوی قرار گرفته است، بررسی شد. این بررسی‌ها شامل تعیین نقاط آسیب‌پذیر و اجرای عملیات عمرانی جهت رفع خسارات و ارزیابی تأثیرات بهسازی با استفاده از پارامترهای فیزیکی، میکروبی، شیمیایی و بیولوژی در محل آبگیر، حوضچه شن‌گیر، حوضچه آرامش و صافی می‌باشد و در ادامه با نگاه کلی بر روند تغییرات فیزیکی و شیمیایی منبع آب طی دوره ۱۴ ساله، پارامترهایی که نسبت به استاندارد در حال افزایش هستند مشخص و جهت حذف و یا کاهش آن‌ها راه‌کار مناسب ارائه شد. با بررسی‌های میدانی پس از سیلاب نقاط آسیب ارزیابی و مقرر گردید عملیات اجرایی جهت رفع آسیب در تصفیه‌خانه انجام گردد. نقاط آسیب به شرح ذیل می‌باشد: بند آبگیر (تخریب با سیلاب)؛ کانال‌های انتقال آب (مملو از گل‌ولای)؛ حوضچه شن‌گیر (مملو از گل‌ولای)؛ تخریب خط انتقال؛ حوضچه‌های آرامش (مملو از گل‌ولای)؛ صافی‌ها (مملو از گل‌ولای)؛ و شبکه توزیع در برخی نقاط با کدورت بالا به‌ویژه انتهای خطوط.

عملیات اجرای بهسازی در نقاط مشخص شده به جهت رفع مشکل و پیشگیری از رخداد با بهسازی محل بند آبگیر و محافظت با سنگ و ملات انجام شد. لایروبی کانال‌ها و سوپرکلریناسیون ۲۰۰ppm انجام و دریچه ورود به جهت انسداد آن در مواقع بروز سیلاب نصب شد. سپس بهسازی حوضچه شن‌گیر در دستور کار قرار گرفت که مجموع بهسازی شامل لایروبی و سوپرکلریناسیون ۲۰۰ppm حوضچه شن-گیر، پاک‌سازی و تخلیه لجن از محل و افزایش فضای ماند حوضچه که موجب بالا رفتن بازدهی سیستم گردید. بهسازی خط انتقال با پوشش خط انتقال با مصالح مقاوم انجام شد. برای بهسازی حوضچه آرامش نیز اقداماتی انجام شد. حوضچه آرامش شامل دو حوضچه با ابعاد مجموع ۳۰m در ۲۰m و عمق ۳/۵ m جهت ته‌نشینی و حذف رسوبات تعبیه شد که آب از یک سمت وارد حوضچه اول شده و با چرخش از طریق سرریزهایی به حوضچه شماره ۲ منتقل می‌شود. عملیات لایروبی انجام و پس از گودبرداری سیستم عایق‌کاری (پوشش آهک و رس مخلوط) به جهت عدم رشد گیاهان در کف حوضچه‌ها اجرا شد. در پایان با استفاده از آستر پلاستیک به جهت کاهش احتمال تماس آهک با آب و تغییر کیفیت آن سیستم تقریباً به حالت نفوذناپذیر تبدیل شد. سپس به جهت کاهش رشد خرده‌زیستمندها ،سیستم به واحد پیش‌کلرزنی مجهز گردید. در انتها، بهسازی صافی به‌صورت ذیل انجام گردید: این مرحله از فرآیند تصفیه شامل دو واحد صافی به ابعاد مجموع هر دو صافی ۵ m در ۱۰ m به عمق ۳ m می‌باشد که از انواع مصالح تشکیل شده و یکی از صافی‌ها به‌عنوان رزرو بود. صافی‌ها با توجه به نوع دانه‌بندی در اغلب اوقات مسدود و به‌جهت عدم حفاظ در سطح رویی، آلوده می‌گردید. با بررسی صافی و با وجود این‌که اغلب آب با کدورت کم‌تر از ۳۰ NTU وارد صافی می‌گردید موجب انسداد شده و با توجه به این‌که شست‌شوی صافی‌ها به‌صورت دستی انجام می‌گردید، ترتیب دانه‌بندی‌ها از بین رفته و سایزهای مختلف آن با هم مخلوط می‌شدند. لذا جهت رفع مشکل اقدام به

www.SID.ir
Archive of SID

یکسان نمودن نوع دانه‌بندی سیلیس شد. این تغییرات دانه‌بندی سیلیس از سه سایز ۰/۲، ۰/۵، ۰/۸ به تک سایز ۰/۵mm تبدیل شد. در هر بار شست‌وشوی سیلیس‌ها، مجدد شارژ می‌گردید. با این کار از به هم ریختگی و نوع دانه‌بندی آن‌ها جلوگیری و می‌توان پس از هر بار تعویض سیلیس، استفاده مجدد نمود. پس از تخلیه، کلیه دیواره‌های صافی‌ها با کلر۲۰۰ ppmپاک‌سازی و دوباره با تغییر دانه‌بندی وارد مدار و سطح صافی با توری مسدود شد تا محافظت شود. شبکه توزیع با کلر ۵۰ ppm شست‌وشو و رسوبات آن تخلیه شد.

۲-۱- پارامترهای مورد بررسی

پارامترهای مورد بررسی شامل کدورت، HPC، TOC، TC و FC، انگل‌های تک‌یاخته کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا، و پارامترهای فیزیکوشیمیایی منبع تأمین آب بودند. مقادیر کدورت توسط دستگاه پرتابل و برحسب NTU اندازه‌گیری گردید. تعداد ۳۹ داده مربوط به کدورت در شبکه توزیع و ۷۸ داده در ورودی و خروجی صافی، حوضچه آرامش و شن‌گیر برداشت و ثبت گردید. نمونه‌برداری‌های میکروبی بر اساس استاندارد متد (Cleary 2005) به شماره9060A, B برداشت و HPC در آزمایشگاه میکروبیولوژی و بر اساس استاندارد روش به شماره 9215:B آزمایش شد. برای تعیین TC و FC تعداد ۴۰ نمونه با حفظ شرایط سردسازی به آزمایشگاه میکروبیولوژی منتقل و بر اساس استاندارد روش به شماره‌های9221D و 9221E آزمایش شدند. برای پایش مقادیر TOC تعداد ۸ نمونه از محل آب خام و خروجی صافی برداشت و بر طبق استاندارد روش به شماره5310 B آزمایش شد. برای بررسی انگل‌های تک‌یاخته کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا طی یک دوره یک‌ماهه و در هر هفته یک‌بار نمونه‌برداری به میزان ۱۰l از محل آبگیر (آب خام)، ورودی و خروجی صافی برداشت و به آزمایشگاه بیولوژی منتقل و به روش فرمالین اتر رنگ‌آمیزی و با میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت (Lora-Suaresz et al. 2016). برای پایش کیفی منبع آب مورد مطالعه، پارامترهای فیزیکوشیمیایی آن طی یک دوره ۱۴ ساله طبق استاندارد ۱۰۵۳ تحلیل شد.

۳- یافته‌ها و بحث

نتایج کدورت در شبکه توزیع را در دوره قبل بهسازی و با استفاده از مقایسه میانگین با مقدار مطلوب و مجاز استانداردها بررسی و در هر دو مقایسه ($p<0.05$) اختلاف معنی‌دار و در نتیجه کدورت بیش از حد مطلوب و مجاز بود. در ادامه وضعیت کدورت قبل و بعد از بهسازی‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه حاکی از معنی‌دار بودن اختلاف ($p<0.05$) در آزمون t می‌باشد. لذا بهسازی تأثیر معنی‌داری بر کدورت داشت. در ادامه مقادیر کدورت در دوره قبل و بعد بهسازی صافی، حوضچه شن‌گیر و آرامش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است. جد.ل (۱) نشان می‌دهد که برای حذف کدورت تنها صافی راندمان مطلوبی از خود نشان داده و سایر فرآیندها تغییر محسوسی بعد از بهسازی در حذف کدورت از خود نشان نداده و در برخی موارد نتیجه معکوس ارائه دادند. بر اساس مطالعه Nourmoradi et al.(2017) امکان وجود این قبیل نتایج در خروجی سیستم‌های تصفیه وجود دارد.

برای بررسی تأثیر بهسازی بر روی متغیر HPC از مقایسه میانگین HPC شبکه توزیع قبل و بعد از بهسازی استفاده شد. نتیجه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف ($p<0.05$) بود و بدان معنی است که متغیر HPC بعد از بهسازی تفاوت معنی‌داری با قبل از بهسازی دارد و به میزان زیادی از باکتری‌های هتروتروف پس از بهسازی کاهش یافته‌اند. طبق نتایج مطالعه Fatahi and Arjomandzadegan (2016) مقادیر باکتری‌های هتروتروف رابطه مستقیمی با کدورت داشته و پس از بهسازی و لایروبی سیستم و کاهش کدورت مقادیر HPC نیز کاهش یافت.

جدول ۱- نتایج راندمان حذف کدورت در فرایندهای تصفیه

Table1Results of Turbidity removal efficiency in Treatment processes

Parameter متغیرها (NTU)	Treatment processes فرایند تصفیه	Removal efficiency راندمان حذف		
		قبل بهسازی	بعد بهسازی	درصد رشد
Turbidity	Slow Sand Filter	57%	75%	18%
	Pre-treatment ponds	30%	24%	-6%
	relaxation pool	-8%	-3%	5%

Archive of SID
www.SID.ir

مقادیر HPC در دوره قبل و بعد بهسازی در صافی، حوضچه‌های شن‌گیر و آرامش بررسی و نتایج طبق جدول (۲) گزارش گردید. جدول (۲) نشان می‌دهد که HPC در فرآیندهای صافی و حوضچه آرامش به جهت بهسازی و پیش‌کلرزنی کاهش محسوسی یافتند. بر اساس مطالعه Chowdhury (2012) مشخص شد که باکتری‌های هتروتروف در فرآیندهای تصفیه می‌توانند شاخص خوبی برای کنترل عملکرد سیستم‌های تصفیه باشند.

جدول۲- نتایج راندمان حذف باکتری‌های هتروتروف در فرآیندهای تصفیه

Table 2 Efficiency of removal of heterostrophic bacteria in treatment processes

Parameter متغیرها (CFU/m)	Treatment processes فرایند تصفیه	Removal efficiency راندمان حذف		
		Prepare for improvement قبل بهسازی	After improvement بعد بهسازی	percent of growth درصد رشد
HPC	Slow Sandy Filter	44%	60%	16%
	Pre-treatment ponds	8%	9%	1%
	relaxation pool	-59%	42%	100%

نتایج آزمایش‌های میکروبی۴۰ نمونه از شبکه توزیع برای TC، FC در تمامی نقاط منفی بود. نتایج آزمایش شده برای TOC در هر ۸ نمونه مطابق استاندارد و کم‌تر از ۲ mg/l اندازه‌گیری گردید (American Public Health Association 2013) . گزارش انگل‌شناسی نیز حاکی از عدم وجود انگل‌های کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا بود(Saeedi et al. 2018) . در پژوهش‌های پیشین هنگام بررسی در منبع آب خام و ورودی به صافی مواردی مبنی بر حضور انگل بلاستو سیستیس مشاهده شده است. حال آن‌که نتایج کلیه انگل‌های بررسی شده در خروجی صافی و شبکه توزیع منفی اعلام گردید .Mosaviyan et al (2014).

۴- نتیجه‌گیری

۱- راندمان حذف کدورت در خروجی تصفیه‌خانه (شبکه توزیع) و محل صافی به نسبت سایر فرایندها در اثر عملیات بهسازی افزایش می‌یابد.

۲- مقدار HPC در شبکه توزیع به نسبت قبل از بهسازی کاهش و به جز حوضچه شن‌گیر سایر فرآیندها به‌خوبی HPC را کاهش می‌دهند.

۳- در نمونه های مورد بررسی مقادیر TOC ، FC و TC در حد استاندارد مشاهده ولی انگل کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا مشاهده نشد. ضمن بررسی‌ها، حضور بلاستوسیستیس در آب خام و ورودی صافی تائید و نتایج در خروجی آن منفی بود که حاکی از توانایی حذف این انگل در صافی می‌باشد.

۵-سپاسگزاری

سپاس از سرکار خانم دکتر الهام مقدس استاد محترم گروه انگل‌شناسی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد در خصوص همکاری صمیمانه در روند اجرای این پژوهش.

Referances

American Public Health Association. (2013). Standard methods for the examination of water and wastewater. Theclassics Us.

Bazrafshan E. and Zazuli M. A. (2014). Water design: Theoretical and practical principles of exploitation and design criteria. Mashhad, Iran [In Persian].

Chowdhury S. (2012). Heterotrophic bacteria in drinking water distribution system: a review. Environ. Monit. Assess., 184, 6087-6137.

Cleary S. A. (2005). Sustainable drinking water treatment for small communities using multistage slow sand filtration. University of Waterloo. Available at: https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/926

Archive of SID
www.SID.ir

Fatahi F., Arjomandzadegan M. (2019). Microbial heterotrophic analysis of water network in Arak city and its correlation with MPN, water physicochemical parameters and pipe material. J. Environ. Sci. Technol., 20**,** 125-137.

Lora-Suarez F., Rivera R, Triviño-Valencia J. and Gomez-Marin J. E. (2016). Detection of protozoa in water samples by formalin/ether concentration method. Water Res., 100**,** 377-381.

Mosaviyan Z., Rastegari A., Abedi S. (2014). The study of the multilayer filtration process efficiency on *Giardia lamblia* Elimination in Isfahan water treatment plant. Bio. J. Micro., 3(9), 97-107.

Nourmoradi H., Karimi N., Karimi S. and Mazloomi S. (2017). Investigation on the effect of household water treatment plants on the drinking water quality of Ilam City. J. Environ. Health Eng., 5(1)**,** 57-64.

Plutzer J. and Karanis P. (2016). Neglected Waterborne parasitic protozoa and their detection in water. Water Res**,** 101, 318-322.

Saeedi E., Joneidi Jafari N. and Salehzadeh A. (2018). Detection of Giardia Lambelia cysts in surface waters of Rasht City, Iran. JoMMID, 6(1), 8-12.

World Health Organization, WHO. (2013). Guidelines for drinking-water quality, World Health Organization. 631 pp. Available at:www.who.int/water_sanitation health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/

Archive of SID

www.SID.ir

Pathology and Solutions to Improve Drinking Water Treatment System in Zangalanlou Village, Dargaz City, Iran

Ali Asghar Najafpoor[1], Essmat Kouhzad[2], Atiyeh Kouhzad[3], Hassan Masoudi[4]

[1]Assist. Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical sciences, Mashhad, Iran
[2]M.Sc. Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Mashhad University of Medical sciences, Mashhad, Iran
[3]B.Sc. Student, Department of Laboratory Sciences, School of Paramedical Science, Mashhad University of Medical sciences, Mashhad, Iran
[4]Quality Control and Laboratory Unit, Rural Water and Wastewater Company, Khorasan Razavi, Mashhad, Iran

*Corresponding author: ekohzad@yahoo.com

Technical Note
Received: April 27, 2019 **Revised:** May 28, 2019 **Accepted:** July 27, 2019

Abstract
Routine biological quality check and water safety plan at small treatment plants should be considered as a part of the control requirements due to the health deprivation and the possibility of further contamination. Zangalanlou Water Treatment Plant is often contaminated due to flood. After examining the damage, improvement was performed to remove and prevent the introduction of contamination and the system's efficiency was controlled considering some parameters. This cross-sectional study was carried out on a real scale in Zangalanlou Treatment Plant in 2017. Improvement performance and comparison of the efficiency of the treatment processes (grit removal chamber, slow sand filter and equalization pond) was statistically analyzed and calculated through measurement of turbidity, heterotrophic bacteria count (HPC), total coliform (TC), fecal coliform (FC) before and after the improvement. *Cryptosperidium*, *Giardia* and total organic carbon (TOC) were also examined after improvement. Then, the measured physicochemical parameters of water resource were analyzed for 14 years. The turbidity and HPC in the distribution network and Filter, and HPC in the equalization pond were significantly reduced compared with before improvement. FC, TC and TOC were within the standard limits and the two parasites were not observed but the presence of *Blastocystis* was confirmed in both raw water and filter inlet, but absent in the output. The physicochemical analysis indicated an increase in total hardness, electrical conductivity, calcium, sulfate and magnesium. Generally, improvements had a significant effect in the removal of contamination at the outlet of the treatment plant, filter and equalization pond, and the physicochemical parameters pridected the water salinity in future.

Keywords: *Cryptosporidium*; *Giardia*; Improvement; Pathology; Water Treatment.

Archive of SID

www.SID.ir