

بررسی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان شهدای بهشهر در سال

۱۳۹۳-۹۴

سکینه ملایی توانی^۱، عماد دهقانی فرد^۲، صهبا حاجی باقر تهرانی^۳، ام کلثوم ابراهیمی^۲

^۱ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

^۲ مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

^۳ کارشناس بهداشت محیط بیمارستان شهدای بهشهر، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۱۹ : تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: فاضلاب بیمارستانی به دلیل دارا بودن آلاینده‌هایی چون مواد دارویی و آنتی بیوتیک‌ها، ترکیبات شیمیایی و فلزات سنگین و ... در صورت عدم تصفیه مناسب و ورود آن به آب‌های پذیرنده موجب مخاطرات بهداشتی می‌گردند. این مطالعه به بررسی وضعیت تصفیه و کیفیت پساب خروجی از فاضلاب بیمارستان تک تخصصی زنان و زایمان شهدای بهشهر و مقایسه پساب خروجی آن با استانداردهای محیط زیست پرداخته است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در سال ۹۴-۱۳۹۳ بر روی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان تک تخصصی زنان و زایمان شهدای بهشهر به روش توصیفی-تحلیلی انجام گرفته است. به منظور تعیین کیفیت فاضلاب و کارایی تصفیه خانه عمل نمونه برداری از پساب خروجی تصفیه‌خانه صورت گرفت. نمونه‌ها از نظر مقادیر DO، TSS، TDS، COD، BOD، کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل به روش استاندارد آنالیز شدند.

یافته‌ها: متوسط مصرف روزانه آب بیمارستان ۳۳ مترمکعب و متوسط فاضلاب تولیدی به ازای هر تخت فعال ۲۶/۴ مترمکعب در روز می‌باشد. میانگین پارامترهای DO، TSS، TDS، COD، BOD، کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل در پساب خروجی تصفیه‌خانه به ترتیب ۱۱۲/۲۵ mg/L، ۱۰۷ mg/L، ۱۱۲/۲۵ mg/L، ۱۳۸/۷۵ mg/L، ۴/۷۵ MPN/100mL، ۴۶ MPN/100mL می‌باشد.

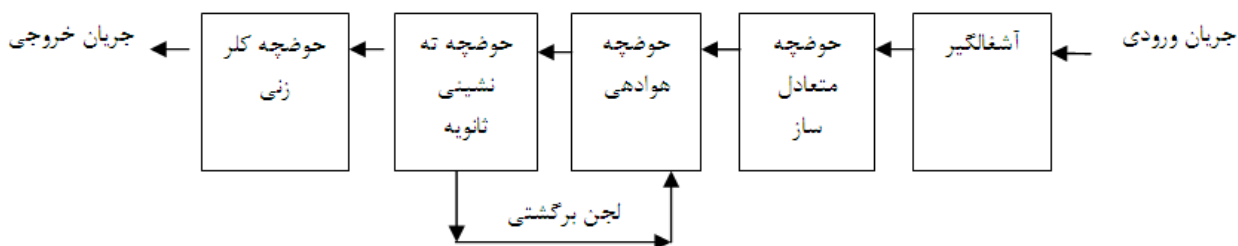
نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که همه پارامترها بالاتر از سطح استاندارد مناسب دفع پساب به آب‌های پذیرنده قرار داشته، بنابراین راندمان فرایند نامناسب می‌باشد و نیازمند مدیریت و راهبری دقیق‌تری می‌باشد. همچنین پساب این تصفیه‌خانه قابلیت استفاده برای مصارف کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب را نداشته و تنها مقادیر سنجش شده کلی‌فرم و کلی‌فرم مدفوعی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران مطابقت داشت.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب بیمارستانی، استاندارد دفع، تصفیه‌خانه فاضلاب بهشهر

مقدمه

جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌های بیمارستانی مطابق ضوابط فنی و بهداشتی، یکی از روش‌های حفاظت از بهداشت و محیط زیست جوامع می‌باشد.^۱ توجه به تصفیه فاضلاب بیمارستانی به دلیل حضور آلاینده‌هایی چون ویروس‌ها، باکتری‌های بیماری‌زا، مولکول‌های ناشی از مواد دارویی متابولیزه نشده، ترکیبات ارگانوهایلوژن مانند ترکیبات آلی هالوژن‌دار قابل جذب روی کربن فعال، مواد دارویی و آنتی بیوتیک‌ها، هورمون‌ها، رادیوایزوتوپ، عوامل سیتو استاتیک، داروهای بیهوش کننده، عناصر رادیواکتیو، مواد حاجب اشعه ایکس و دیگر ترکیبات شیمیایی مقاوم و خطرناک، گندزداها و... برای تامین سلامت جامعه و جلوگیری از آلودگی محیط زیست از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد.^{۲-۴} همچنین حضور ترکیبات آلی حاوی کلر و فلزات سنگین جیوه و سرب، نقره و کادمیوم نیز در فاضلاب خروجی از سیستم‌های تصفیه فاضلاب بیمارستانی گزارش شده است.^{۲-۴} استنشاق بیواتروسول‌ها تولید شده در طول فرایند تصفیه فاضلاب باعث به خطر انداختن سلامت کارگران تصفیه خانه‌های فاضلاب و یا ساکنین اطراف آن می‌گردد. مطالعات متعددی از افزایش شیوع بیماری‌های دستگاه گوارش و علائم تنفسی در میان کارگران تصفیه فاضلاب گزارش گردیده است.^۵ در برخی از کشورهای در حال توسعه و کشورهای صنعتی، شیوع وبا به صورت دوره ای نیز گزارش شده است.^۶ از این رو تصفیه ناقص فاضلاب (شهری، بیمارستان‌ها، مراکز تولید دارو و دامپروری) منبع بالقوه برای حضور این داروها در محیط زیست، از جمله رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی می‌باشند.^۷ استفاده از لجن فاضلاب‌ها به عنوان کود در خاک نیز زمینه را برای ایجاد یک مسیر بالقوه برای انتقال مداوم این داروها به محیط‌های خشکی زی فراهم می‌کند.^۸ ورود چنین ترکیباتی (مواد دارویی

و آنتی بیوتیک‌ها و...) از طریق مصرف و دفع انسان و یا متابولیسم‌های حاصل از آنها به محیط‌های آبی باعث به خطر انداختن زندگی آبزیان و برهم زدن تعادل بیولوژیکی آب‌های پذیرنده می‌گردد.^۹ حتی ممکن است حضور آنها در محیط زیست افراد و گونه‌های غیر هدف از جمله انسان را تحت تاثیر قرار دهد.^{۱۰} تجمع این ترکیبات در موجودات آبزی باعث قرار گرفتن دائمی انسان از طریق زنجیره ی غذایی می‌شود.^{۱۱} و حتی ممکن است سبب افزایش باکتریهای مقاوم به آنتی بیوتیک گردد.^۹ از سویی دیگر کمبود ذخیره آب شیرین در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک، به خصوص هنگامی که همراه با ضرورت دفع حجم زیادی از پساب فاضلاب‌های تصفیه شده باشد، نیاز به استفاده مجدد از آب‌های باز یافتی (تقویت سفره های آب زیرزمینی و آبیاری) را مسلم می‌کند.^{۱۲} بنابراین برای حفظ سلامت و بقای اکوسیستم و افراد جامعه آگاهی از کمیت و کیفیت فاضلاب بیمارستانی نقش بسزایی در ورود این عوامل به محیط زیست را دارد.^{۱۳} عواملی از جمله نوع، اندازه و قدمت بیمارستان، تعداد تخت‌های فعال، تعداد و نوع بخش‌ها، وضعیت بهداشت بیمارستان، و امکانات موجود در بیمارستان، شرایط آب و هوایی و جغرافیایی منطقه، موقعیت اجتماعی فرهنگی جامعه، وضعیت بهداشت بیمارستان، تعداد روزهای ملاقات، تعداد مراجعه‌کنندگان، دسترسی به آب، خدمات عمومی (وجود آشپزخانه، رختشویخانه و تهویه مطبوع)، دستگاه زباله‌سوز، سیاست‌های مدیریت سازمان و توجه به حفاظت از محیط زیست بر کمیت و کیفیت فاضلاب بیمارستانی موثر است.^{۱۴، ۱۳} در این مطالعه، علاوه بر بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی فاضلاب، بررسی کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان تک تخصصی زنان و زایمان شهدای بهشهر و مقایسه پساب خروجی با استانداردهای محیط زیست انتخاب شد.



شکل ۱: شمای کلی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان بهشهر

چهار فصل متوالی (پاییز، زمستان، بهار و تابستان) نمونه برداری شد. پارامترهای PH و دما در محل نمونه برداری، اندازه‌گیری شد. مجموعاً ۱۶ نمونه از پساب خروجی تصفیه‌خانه بیمارستان، با استفاده از نمونه برداری لحظه‌ای و مرکب بدست آمد. سپس نمونه‌ها جهت آنالیز، تفسیر و گزارش کیفیت نمونه‌ها، به آزمایشگاه انتقال داده شد. اندازه‌گیری BOD با دستگاه مانومتریک، COD به روش تقطیر برگشتی، TSS از طریق وزن سنجی، و کلیفرم کل و مدفوعی به روش تخمیر چند لوله‌ای انجام شد. کلیه پارامترهای مزبور مطابق کتاب روش‌های استاندارد متد مورد سنجش قرار گرفت. سپس داده‌های مورد نظر پس از جمع‌آوری، وارد نرم افزار Excel و SPSS (با آزمون One Sample T-test و One-way ANOVA) گردیده و آنالیز شدند.

یافته‌ها

بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، مشخصات کلی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان مورد مطالعه در جدول ۱ و نمودارهای زیر قابل مشاهده می‌باشد. بررسی مقادیر کمی و کیفی فاضلاب بیمارستان نشان داد که از لحاظ شاخص‌های BOD، COD، TSS، کدورت، کلر آزاد، کلیفرم مدفوعی، کلیفرم کل آنالیز شد. میانگین شاخص‌های BOD، COD، TSS، کدورت، کلر آزاد، کلیفرم مدفوعی، کلیفرم کل در خروجی بدست آمد. جهت بررسی قابلیت استفاده مجدد از پساب، نتایج بدست آمده با استاندارد سازمان حفاظت از محیط زیست ایران، مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

- مشخصات تصفیه‌خانه

تصفیه‌خانه این بیمارستان در سال ۱۳۸۱ بهره‌برداری شد و دارای ۴۸ تخت فعال و متوسط مصرف روزانه آب بیمارستان ۳۳ متر مکعب و مصرف آب برای هر تخت ۰.۶۸ متر مکعب می‌باشد. دبی ورودی فاضلاب ۲۶.۴ متر مکعب در روز می‌باشد. همچنین دارای واحدهای تصفیه این بیمارستان شامل، ایستگاه پمپاژ، متعادل ساز، حوض هوادهی، ته نشینی ثانویه، حوض کلر زنی می‌باشد. نوع فرایند مورد استفاده در این تصفیه‌خانه لجن فعال متداول، با هوادهی گسترده می‌باشد. این بیمارستان دارای ایستگاه پمپاژ به حجم ۱۱ متر مکعب، تانک متعادل ساز ۱۵ متر مکعب، تانک هوادهی ۴۰ متر مکعب، تانک ته نشینی ۱۸ متر مکعب، حوض کلر زنی ۶ متر مکعب می‌باشد.

- روش نمونه‌برداری

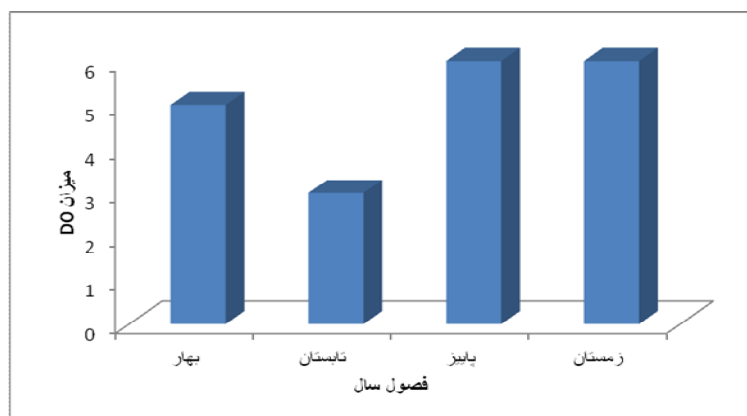
این مطالعه از تابستان سال ۱۳۹۳ تا مهر ۱۳۹۴ بر روی تصفیه‌خانه بیمارستان تک تخصصی زنان و زایمان شهدای بهشهر به روش توصیفی - تحلیلی انجام گرفته است. به منظور تعیین کیفیت فاضلاب و کارایی تصفیه‌خانه بیمارستان مورد مطالعه، نمونه‌برداری صورت گرفت. پایش پارامترهای BOD، COD، TDS، DO، کدورت، کلر آزاد، کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل، از پساب خروجی تصفیه‌خانه، در

جدول ۱: مشخصات فاضلاب بیمارستان مورد مطالعه

بیمارستان	سیستم تصفیه	سرانه آب (m3.d)	تولید روزانه فاضلاب (m3.d)	تخت فعال
تک تخصصی زنان و زایمان شهدای بهشهر	لجن فعال هوادهی گسترده	۳۳	۲۶.۴	۴۸

جدول ۲: استاندارد سازمان حفاظت از محیط زیست ایران برای دفع فاضلاب و استفاده مجدد از پساب^{۱۵}

آلاینده	تخلیه به آب‌های سطحی	تخلیه به چاه جاذب	مصارف کشاورزی و آبیاری
BOD(mg/L)	۳۰ (لحظه ای ۵۰)	۳۰ (لحظه ای ۵۰)	۱۰۰
COD(mg/L)	۶۰ (لحظه ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه ای ۱۰۰)	۲۰۰
TSS(mg/L)	۴۰ (لحظه ای ۶۰)	-	۱۰۰
کلیفرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
کلیفرم کل (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰



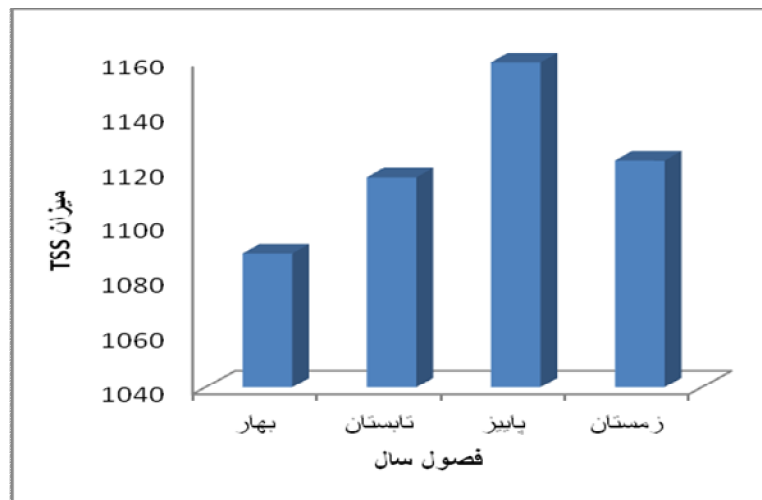
شکل ۲: نمودار روند تغییرات غلظت DO در فصول مختلف مورد مطالعه

پاییز و زمستان (۶mg/L) و کمترین میزان آن در

تابستان (۳mg/L) مشاهده شد.

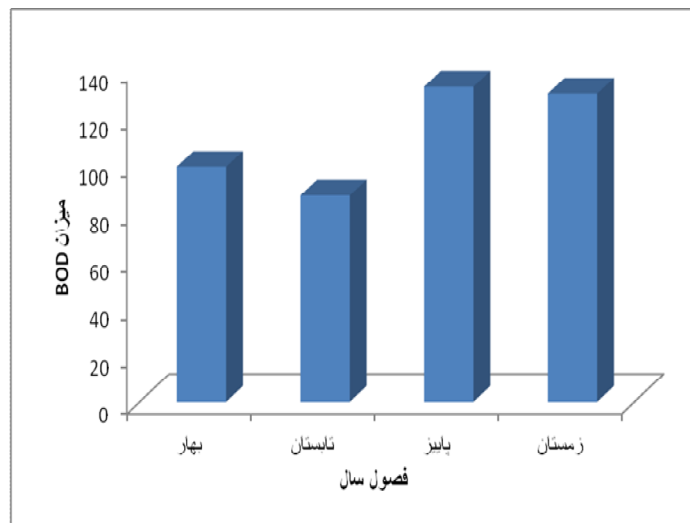
نتایج بررسی DO نشان می‌دهد که بیشترین میزان DO در

سکینه ملایی توانی و همکاران



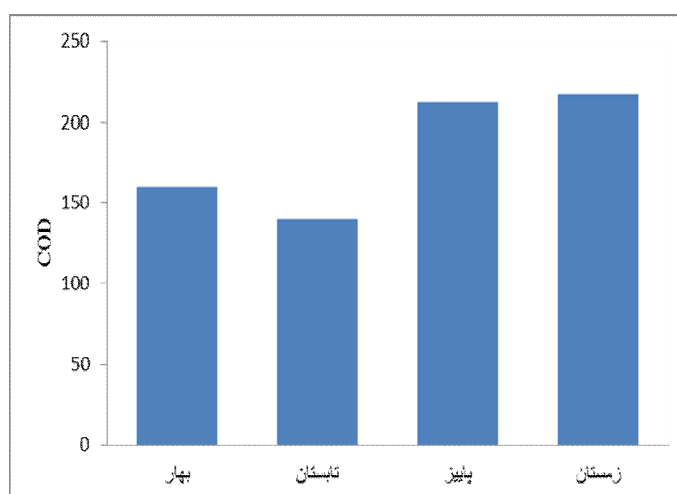
شکل ۳: نمودار روند تغییرات غلظت TSS در فصول مختلف مورد مطالعه

با مقایسه نتایج TSS این پارامتر در پاییز بیشترین (220 mg/L)، و بهار (69 mg/L) کمترین میزان را نشان داد.



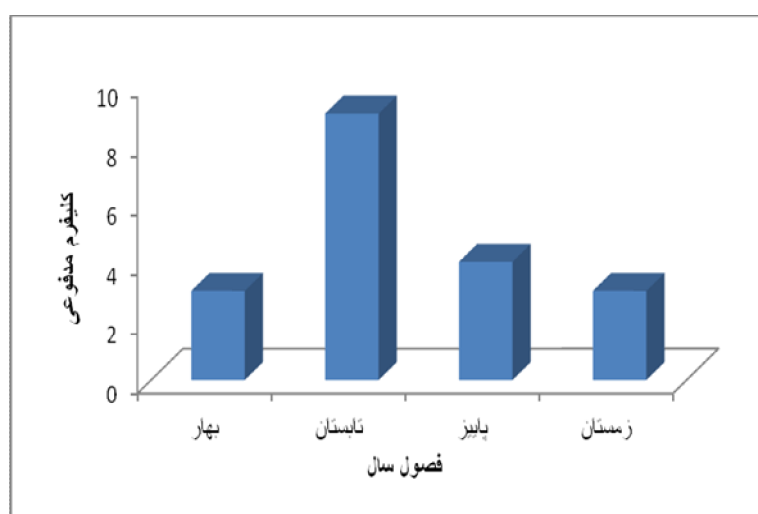
شکل ۴: نمودار روند تغییرات غلظت BOD در فصول مختلف مورد مطالعه

با بررسی BOD مشخص شد که پاییز بیشترین (133 mg/L)، و تابستان (87 mg/L) کمترین میزان را دارند.



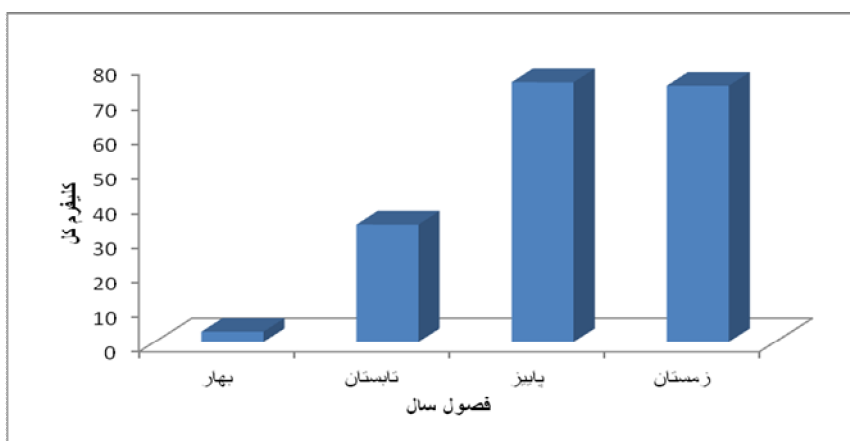
شکل ۵: نمودار میزان COD بر اساس فصول سال

نتایج بررسی COD نشان می‌دهد که کمترین میزان در تابستان (140 mg/L) و بیشترین میزان آن در زمستان (220 mg/L) مشاهده شد. (۲۱۷)



شکل ۶: نمودار روند تغییرات تعداد کلیرم های مدفوعی در فصول مختلف مورد مطالعه

مقایسه نتایج کلیرم مدفوعی، در تابستان بیشترین (9.5 NTU)، و بهار (3 NTU) کمترین میزان را نشان داد.



شکل ۷: نمودار روند تغییرات تعداد کلیرم کل در فصول مختلف مورد مطالعه

با بررسی کلیرم کل نشان داده شد که پاییز بیشترین (۷۵ NTU)، و بهار (<۳ NTU) کمترین میزان را دارند.

۳۱/۵ ± ۸۴ میلی گرم در لیتر بوده است.^{۱۹} در مطالعه تقوی راد و همکارانش، میانگین میزان BOD در پساب خروجی از بیمارستان مهر ۲۲ ± ۹ میلی گرم در لیتر بوده است.^۳ بر اساس مطالعه دهقان کنگ و همکارانش میانگین BOD در فاضلاب تصفیه شده بیمارستان های مورد مطالعه ۶۵/۲ میلی گرم در لیتر بود. در مطالعه خرسندی و همکارانش، متوسط غلظت BOD₅، ۶۰/۵ میلی گرم در لیتر بود.^۱

از دیگر پارامترهای مهم برای ارزیابی کارایی سیستم تصفیه فاضلاب، تعیین میزان غلظت COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی) می باشد. در این پژوهش میانگین این پارامتر ۲۵۷/۲۵ میلی گرم در لیتر بدست آمد. بر اساس مطالعه انجام شده توسط مختاری آذر و همکارانش میانگین COD در نمونه برداری مرکب فاضلاب تصفیه شده ۶۶ میلی گرم در لیتر بود. حداقل و حداکثر، COD در نمونه برداری مرکب برای فاضلاب تصفیه شده برابر ۳۷ و ۱۱۳ میلی گرم در لیتر می باشد. در مطالعه بینوا پور و همکارانش مقدار میانگین برای COD در پساب خروجی ۷۷ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۸} در مطالعه عمویی و همکارانش، میانگین میزان COD در پساب خروجی از بیمارستان های مورد مطالعه ۱۵۰ ± ۵۱ میلی گرم در لیتر بوده است.^{۱۹} در مطالعه تقوی راد و همکارانش، میانگین میزان COD در پساب خروجی از بیمارستان مهر ۴۳ ± ۱۶ میلی گرم در لیتر بوده است.^۳ بر اساس مطالعه دهقان کنگ و

همکارانش، میانگین میزان BOD در پساب خروجی از بیمارستان مهر ۲۲ ± ۹ میلی گرم در لیتر بوده است.^۳ بر اساس مطالعه دهقان کنگ و همکارانش میانگین BOD در فاضلاب تصفیه شده بیمارستان های مورد مطالعه ۶۵/۲ میلی گرم در لیتر بود. در مطالعه خرسندی و همکارانش، متوسط غلظت BOD₅، ۶۰/۵ میلی گرم در لیتر بود.^۱

بحث و نتیجه گیری

از پارامترهای مهم برای ارزیابی کارایی سیستم تصفیه فاضلاب، تعیین میزان غلظت BOD (اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی) DO (اکسیژن محلول) در فاضلاب تصفیه شده می باشد. در این مطالعه میانگین این پارامترها ۱۱۲/۲۵ و ۵ میلی گرم در لیتر (۶۶۰، ۲۹۵۶.۸ و ۱۳۲ kg/d) بدست آمد. نتایج تحقیق مظلومی و همکارانش نشان می دهد که میزان دفع روزانه آلاینده BOD₅ برابر ۷۸۸/۱۴ kg/d می باشد.^{۱۶} بر اساس مطالعه انجام شده توسط مختاری آذر و همکارانش میانگین BOD در نمونه برداری مرکب فاضلاب تصفیه شده ۴۲ میلی گرم در لیتر بود. حداقل و حداکثر BOD₅ در نمونه برداری مرکب برای فاضلاب تصفیه شده ۲۵ و ۶۸ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۷} در مطالعه بینوا پور و همکارانش مقدار میانگین برای BOD در پساب خروجی حدود ۳۵ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۸} نتایج مطالعه عمویی و همکارانش نشان داد که میانگین میزان BOD در پساب خروجی از بیمارستان های مورد مطالعه

همکارانش میانگین COD در فاضلاب تصفیه شده بیمارستان های مورد مطالعه ۱۳۵/۲ میلی گرم در لیتر بود. ۱۵ در مطالعه خرسندی و همکارانش، متوسط غلظت COD ۳۷۴ میلی گرم در لیتر بود.^۱

در مطالعه حاضر بیشترین میزان BOD در پساب تصفیه شده در فصل پاییز (۱۳۳ mg/L)، و کمترین میزان آن در فصل تابستان (۸۷ mg/L) مشاهده شد. بیشترین میزان COD در پساب تصفیه شده در فصل زمستان (۲۱۷ mg/L) و کمترین میزان آن در فصل تابستان (۱۴۰ mg/L) مشاهده گردید.

در مطالعه دهقان کنگ و همکارانش، بالاترین و کمترین راندمان حذف COD، BOD به ترتیب در بیمارستان های شهید مطهری و شهید هاشمی نژاد مشاهده شد. کارایی حذف BOD در فرایندهای لجن فعال هوادهی گسترده بین ۷۵-۹۵ درصد می باشد. ۱۵ نسبت BOD/ COD فاضلاب تولیدی در بیمارستان برابر ۰/۷۱ می باشد. همچنین pH پساب بین ۷/۵ تا ۷/۱ می باشد. با توجه به نسبت BOD/ COD که برابر ۰/۵ یا بزرگتر است و PH پساب، این نوع فاضلاب به عنوان فاضلاب قابل تصفیه به روش بیولوژیکی محسوب می شود.

در مطالعه دهقان کنگ و همکارانش نسبت COD / BOD فاضلاب تولیدی در بیمارستان برابر ۰/۵۶ بود همچنین pH پساب بین ۷/۱ تا ۷/۷ بود که با مطالعه حاضر اختلاف زیادی را نشان نمی دهد. ۱۵ در پژوهش حاضر میانگین pH ppm ۷/۳ در پساب خروجی بدست آمد. تخلیه فاضلاب بیمارستانی به آب های سطحی و رودخانه ها با pH ۶/۵-۸/۵، و برای تخلیه در چاه های جذبی با PH ۵-۹ و برای مصارف کشاورزی و صنعتی با PH ۶-۸/۵ قابل قبول می باشد. ۱۳ در مطالعه مختاری آذر و همکارانش در نمونه برداری مرکب فاضلاب تصفیه شده ppm ۷/۱ بود. حداقل و حداکثر pH نمونه برداری مرکب برای فاضلاب تصفیه شده برابر ۶/۵ و ۷/۸ میلی گرم در لیتر سنجیده شد. ۱۱۷ در مطالعه بینوا پور و

همکارانش مقدار میانگین برای PH در پساب خروجی ۷/۵ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۸}

بررسی ها در مطالعه حاضر نشان می دهد که میزان BOD و COD در فصول زمستان و پاییز بیشتر از بهار و تابستان است. این امر می تواند به دلیل سرد شدن هوا، کاهش مصرف آب و کاهش دمای فاضلاب می باشد. و همچنین میزان حذف BOD و COD در فصل تابستان بیشتر از فصل بهار و پاییز است. این امر کاهش کارایی سیستم تصفیه در فصل سرما به علت کندتر شدن سرعت فعالیت بیولوژیکی نشان می دهد.^{۲۰}

پارامتر مهم دیگر TSS (کل جامدات معلق) می باشد میانگین این پارامتر ۱۵۷.۲۵ میلی گرم در لیتر در پساب خروجی بدست آمد. در مطالعه مختاری آذر و همکارانش در نمونه برداری مرکب فاضلاب تصفیه شده، میزان TSS اندازه گیری شده ۵۴ میلی گرم در لیتر بود. حداقل و حداکثر TSS در نمونه برداری مرکب برای فاضلاب تصفیه شده برابر ۲۸ و ۸۲ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۷} در مطالعه تقوی راد و همکارانش، میانگین میزان TSS در پساب خروجی از بیمارستان مهر ۲۷ ± ۱۰ میلی گرم در لیتر بوده است.^۳ بر اساس مطالعه دهقان کنگ و همکارانش میانگین TSS در فاضلاب تصفیه شده بیمارستان های مورد مطالعه ۷۸/۹ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۵} در مطالعه خرسندی و همکارانش، متوسط غلظت TSS، ۵۰ میلی گرم در لیتر بود.^۱ بیشترین میزان TSS در پساب تصفیه شده در فصل پاییز (۲۲۰ mg/L) به علت بارگذاری هیدرولیکی (SOR) بسیار پایین روی واحد ته نشینی ثانویه می باشد و کمترین میزان آن در فصل تابستان (۶۸ mg/L) به علت بارگذاری هیدرولیکی (SOR) بسیار بالا روی واحد ته نشینی ثانویه می باشد، مشاهده گردید. در مطالعه دهقان کنگ و همکارانش، بیشترین میزان حذف TSS در فاضلاب بیمارستان فیروزگر که به علت بارگذاری هیدرولیکی (SOR) بسیار پایین روی واحد ته نشینی ثانویه بود و کمترین میزان

آن در فاضلاب بیمارستان شهید مطهری به علت بارگذاری هیدرولیکی (SOR) بسیار بالا روی واحد ته نشینی ثانویه مشاهده گردید. به دلیل تخریب فلاک در مقادیر بسیار بالای غلظت، TSS در فرایندهای هوادهی گسترده ممکن است از ۷۰ تجاوز کند.^{۱۵}

از دیگر پارامترهای مهم برای ارزیابی کارایی سیستم تصفیه فاضلاب، تعیین میزان غلظت TDS (کل جامدات محلول) می باشد میانگین این پارامتر در مطالعه حاضر ۱۱۲۲ میلی گرم در لیتر در پساب خروجی بدست آمد. در مطالعه مختاری آذر و همکارانش در نمونه برداری مرکب فاضلاب تصفیه شده ۷۸۶ میلی گرم در لیتر بود. حداقل و حداکثر TDS در نمونه برداری مرکب برای فاضلاب تصفیه شده برابر ۶۲۶ و ۸۵۷ میلی گرم در لیتر بود.^{۱۷}

نتایج بررسی نشان داد که TDS، TSS، BOD، کدورت در فصل پاییز بیش از سایر فصل هاست. زیرا با کاهش دمای محیط از میزان تبخیر کاسته شده و به تبع آن با کاهش مصرف اکسیژن محلول، فعالیت میکروارگانیسم ها نیز محدود می گردد. از سویی دیگر با افزایش دمای محیط، فعالیت میکروارگانیسم ها افزایش یافته و منجر به مصرف بیشتر اکسیژن محلول می شود. در نتیجه COD در فصل زمستان بیش از سایر فصل هاست.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان TDS، TSS در فصول زمستان و پاییز بیشتر از بهار و تابستان است. با توجه به اینکه متوسط دمای فاضلاب و هوای محیط در فصل تابستان بیشتر از فصل پاییز است و سرد بودن هوا و پایین بودن مصرف سرانه آب علت اصلی افزایش غلظت مواد آلاینده به خصوص TDS، TSS در فاضلاب خام ورودی است. ولی مقایسه کارایی سیستم تصفیه در فصول بهار و تابستان نشان داد که میزان حذف مواد آلاینده فاضلاب مانند TSS در فصل تابستان بیش از سایر فصول می باشد.^{۲۱} با مقایسه اعداد بدست آمده با استانداردهای سازمان

حفاظت محیط زیست ایران، که در جدول ۲ آمده است. میانگین BOD، COD، TSS در پژوهش حاضر با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست دارای اختلاف معنی داری نمی باشد ($p \geq 0.05$). با این حال، با توجه به میانگین اعداد بدست آمده، پساب خروجی تصفیه خانه قابلیت استفاده برای مصارف کشاورزی، دفع به ابهای سطحی و چاههای جذبی را ندارد.

در مطالعه عمویی و همکارانش، با توجه به میانگین میزان COD و BOD، TSS در فاضلاب تصفیه شده بیمارستان های مورد مطالعه، دارای اختلاف معنی دار می باشد ($p < 0.05$).^{۱۳} تحقیق دیگری که توسط پوردارا و همکارانش صورت گرفت مقدار حذف پارامترهای BOD، COD، TSS، PH، در فاضلاب خروجی تصفیه شده ۷.۲، ۴۵، ۷۵، ۶۰ میلی گرم در لیتر می باشد. کیفیت فاضلاب تصفیه شده در مقایسه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای استفاده مجدد در فضای سبز با کلیه پارامترها مطابقت دارد.^{۲۲} در مطالعه دهقان کنگ و همکارانش، که تنها در بیمارستانهای شهید هاشمی نژاد میانگین BOD، COD، TSS با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست دارای اختلاف معنی دار می باشد ($p < 0.001$) و پساب قابلیت تخلیه برای مصارف کشاورزی و آبیاری را دارد.^{۱۵}

یکی از شاخص های مهم ارزیابی وضعیت آلودگی میکروبی آب یا فاضلاب، مجموع کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل می باشد. میانگین این پارامتر به ترتیب MPN/100mL ۴/۷۵ و ۴۷/۵ MPN/100mL در پساب خروجی بدست آمد. همچنین در فاضلاب تصفیه شده تعداد کلیفرم مدفوعی در فصل تابستان و کلیفرم کل در فصل پاییز بیشترین و در فصل بهار کمترین تعداد را نشان داد. بر اساس مطالعه دهقان کنگ و همکارانش میانگین MPN در فاضلاب تصفیه شده بیمارستان های مورد مطالعه ۹/۲×۴۱۰ تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر بود.^{۱۵} در مطالعه خرسندی و همکارانش، متوسط تعداد کلیفرم های

مدفوعی آن بیش تر از 1000 عدد در 100 سی سی می باشد.^۱ با بررسی کلیفرم مدفوعی پساب خروجی و استاندارد های کلیفرم مدفوعی سازمان حفاظت از محیط زیست ایران مشخص گردید پساب خروجی تصفیه خانه، برای مصارف کشاورزی و آبیاری و همچنین تخلیه به آب های سطحی و چاه جاذب مناسب می باشد. مقایسه نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان کلیفرم کل، در فصول پاییز و زمستان بیشترین میزان را نسبت به فصول بهار و تابستان دارا می باشد. این امر به علت بالاتر بودن دمای هوا در فصل تابستان، درصد زدایش کلی فرم های مدفوعی بیش از فصل پاییز و زمستان می باشد. افزایش درجه حرارت تاثیر مستقیمی بر روی مرگ و میر کلی فرم ها دارد. کاهش میزان زدایش کلی فرم ها در فصل زمستان و پاییز به علت سرد شدن هوا، کاهش مصرف آب و کاهش دمای فاضلاب می باشد.^{۳۳}

با توجه به مقایسه مقادیر سنجش شده، کل کلی فرم و کلی فرم های مدفوعی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران دارای اختلاف معنی داری می باشد و می توان پساب را برای مصارف کشاورزی استفاده کرد و یا به آب های سطحی و چاه جاذب تخلیه کرد ($p < 0.000$). در مطالعه بینوا پور و همکارانش مقدار میانگین MPN برای کل کلیفرم در پساب خروجی حدود ۱۵۶۱ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بود. مقدار میانگین بدست آمده MPN برای کلیفرم کل با اختلاف معناداری از استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پساب بیشتر است ($p < 0.01$).^{۱۸} نتایج حاصل از مطالعه تقوی راد و همکارانش نشان داد که تعداد کلیفرم کل بر حسب MPN در 100 میلی لیتر در پساب تصفیه شده، ۳۴ بوده که در حد استاندارد سازمان محیط زیست می باشد.^۳

تحقیق دیگری که توسط پوردارا و همکارانش صورت گرفت مقدار حذف کلیفرم کل در فاضلاب خروجی تصفیه شده $104 \times 3/5$ در ۱۰۰ میلی لیتر می باشد. و کیفیت فاضلاب

تصفیه شده در مقایسه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای استفاده مجدد در فضای سبز با پارامتر MPN مطابقت ندارد.^{۲۲} در مطالعه دهقان کنگ و همکارانش، برای MPN کلیفرم مدفوعی با استانداردهای موجود در رابطه با مصارف کشاورزی و آبیاری دارای اختلاف معنی دار مشاهده شد و پساب هیچ یک از بیمارستان ها قابل استفاده برای مصارف کشاورزی و آبیاری و آب های سطحی نمی باشد.^{۱۵}

باتوجه به اینکه تصفیه خانه مجهز به آشغالگیر دستی می باشد. اما با پرشدن سبد و عدم تخلیه به موقع منجر به بسته شدن منافذ آن و عبور آشغال از آشغالگیر شده، همچنین گاه ها واحد هوادهی به خوبی کار نمی کند و ایجاد پساب قهوه ای تیره و سیاه را می کند. ورودی هوادهی به ته نشینی دچار اختلال شده است و دریچه کنترل جریان وجود ندارد. با ورود حجم بالای جریان در حوضچه ته نشینی تلاطم ایجاد شده و حجم بالایی از جریان بدون تصفیه از این واحد عبور می کند. کارایی ضعیف تصفیه خانه در نتیجه عدم بهره برداری و نگهداری مناسب از سیستم می باشد. بنابراین ضرورت وجود برنامه زمان بندی مناسب برای تخلیه به موقع سبد آشغالگیری، و اصلاح دیفیوزرها در حوضچه هوادهی، برگشت لجن از حوضچه ته نشینی ثانویه، و نصب دریچه های کنترل جریان، توصیه می گردد. بنابراین، اصلاح عملکرد تصفیه خانه در راستای ارتقای بازنگری اساسی در زمینه های طراحی، بهره برداری و نگهداری امکان پذیر می باشد.

با توجه به مقایسه پارامترهای کمی و کیفی بیمارستان و مقایسه آن با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست نشان می دهد که همه پارامترها بالاتر از سطح استاندارد قرار داشته، بنابراین راندمان فرایند نامناسب می باشد و نیازمند مدیریت و راهبری دقیق تری می باشد. پساب این تصفیه خانه قابلیت استفاده برای مصارف کشاورزی، تخلیه به آب های سطحی و چاه جاذب را نداشته و تنها مقادیر سنجش شده کل

کلی فرم و کلی فرم‌های مدفوعی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران مطابقت داشته که در نتیجه می‌توان این پساب را برای مصارف کشاورزی و یا تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب استفاده کرد.

منابع

1. khorsandi H, navid jooy N. Evaluation of the efficiency of wastewater treatment plants in Imam Khomeini hospital in Urmia in the summer of 2003 and operational approaches. J Orumiyeh U Med Sci 2005; 16(1):1-6. [In Persian].
2. Ghafouri Safa S, Mirza ali A, Ghorbanpour R, Kamali H, Gholizadeh A. Study of the quality of hospital wastewater treatment: A Case Study, hospitals, city of Boroujerd in 2012-2013 years. J North Khorasan U Med Sci 2014;6(2):371-9. [In Persian].
3. Taghva Rad S, Takdastan A, Mohamadi M, Montazeri Zadeh S. Evaluation of wastewater treatment plant Specialty and subspecialty Hospital Mehr Ahvaz, Iran in 2013. J Torbat Heydariyeh U Med Sci 2014;2(1):47-54. [In Persian].
4. Sharafi K, Karami A, Navazesh Khah F, Moradi M. Hospital wastewater management more important than the home wastewater Case Study of Kermanshah Province hospitals. J Ilam U Med Sci 2014;22:9-17. [In Persian].
5. Uhrbrand, K., et al., Assessment of airborne bacteria and noroviruses in air emission from a new highly-advanced hospital wastewater treatment plant. Water Res 2017. 112: 110-119.
6. Nasr, M.M. and A. Yazdanbakhsh, Study on wastewater treatment systems in hospitals of Iran. J Environ Health Sci Eng 2008; 5(3): 211-215.
7. Jana, P., et al., Processing of polymer-derived silicon carbide foams and their adsorption capacity for non-steroidal anti-inflammatory drugs. Ceramics Int 2016; 42(16):18937-18943.
8. Saleh, A., et al., Hollow fiber liquid phase microextraction as a preconcentration and clean-up step after pressurized hot water extraction for the determination of non-steroidal anti-inflammatory drugs in sewage sludge. J Chromatography A 2011 1218(10): 1331-1339.
9. Farokhi M, Ebrahimpour Koumleh M, Amir Mozafari N, Esazadeh K, Naeemi Jovini M, Omid S. Comparison of the Efficiency of Municipal and Industrial Activated Sludge for Hospital Wastewater Treatment. J Gilan U Med Sci 2013;22(85):9-14. [In Persian].
10. Escapa, C., et al., Comparative assessment of diclofenac removal from water by different microalgae strains. Algal Res 2016; 18:127-134.
11. Nam, S.-W., et al., Adsorption characteristics of diclofenac and sulfamethoxazole to graphene oxide in aqueous solution. Chemosphere 2015; 136:20-26.
12. Lin, K. and J. Gan, Sorption and degradation of wastewater-associated non-steroidal anti-inflammatory drugs and antibiotics in soils. Chemosphere 2011; 83(3):240-246.
13. Amouee A, Asgharniya H, Goudarzi J, Salehi A. Features Babol University of Medical Sciences hospital wastewater. J Babol U Med Sci 2010;12(2):77-82 [In Persian].
14. Ghaneiyani M, Ehrampoush M, Karegar M. Surveying water and wastewater management in Hospitals of Qom Province. J Hospital 2015;4(1):127-35 [In Persian].
15. Dehghan Kong Zeytoun A, Gholami M, Farzadkiya M, Javadi Z, Moubedi E. Performance Evaluation of iran Medical Sciences hospital wastewater treatment. Iran J Occup Health 2010;6(4):44-51 [In Persian].
16. Mazloumi S, Mahvi A, Mamghani Nejad M, Kamalzadeh M, Daryaee G, Khodayari M. Quantitative and Qualitative Assessment of Arak city Hospital Wastewater on Sewage Network and Treatment Plant of Arak City, (from Point of Organic Pollutants and Heavy Metals). J Environ Health Eng 2014;1(2):84-

- 92 [In Persian].
17. Mokhtari Azar A, Hasani A, Khani M. Survey of Quantitative and qualitative parameters of Tehran hospitals wastewater. J Environ Technol Sci 2012;14(1):1-16 [In Persian].
18. Binavapour M, Sabzevari A, Farzadkiya M, Mmidi S, Kolivand A, Zafaripour H, Et al. Investigation of Irrigation Reuse Potential of Wastewater Treatment Effluent from Hamedan Atieh-Sazan General Hospital. J Water Wastewater 2007;64:83-7 [In Persian].
19. Amouei A, Ghanbari N, Kazemitabar M. Study of Wastewater Treatment System in The Educational Hospitals of Babol University of Medical Sciences (2009). J Mazand U Med Sci 2010;20(76):78-86 [In Persian].
20. Hoseini M, Babalou E, Vafadar Afshar M. Aerated Lagoon mechanical efficiency in reducing biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand and suspended solids in wastewater treatment in Khoy. J Urmia U Med Sci 2003;14(3):9-15 [In Persian].
21. Hoseini M, Rahimzadeh E. Survey of the efficiency of mechanically aerated lagoons to reduce TDS, COD, BOD5 in wastewater treatment in Bukan in 2006-2007. Environmental Health Seminar;2006. [In Persian].
22. Pourdara H, Zeyni M, Falah G. Use of hospital treated wastewater to irrigate green. J Water Wastewater 2004;15(49): 43-49 [In Persian].
23. Miranzadeh M, Mahvi A. Survey of removing fecal coliforms in sewage stabilization ponds shoush of Tehran in 2000. J Res fayz 2002; 5(20):54-60 [In Persian].

Survey the performance of the Shohada of Behshahr the wastewater treatment plant hospital in 2015-2016

Sakine Mollaie Tavani¹, Emad Dehghanifard^{1,2}, Sahba Hajibagher Tehrani^{1 *}, UmKolsom Ebrahimi³

¹ Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

² Research Center for Health, Safety & Environment, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

³ Expert Responsible for Environmental Health, Shohada'ye Behshahr Hospital, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

**E-mail: tehrani.sahba@gmail.com*

Received: 10 Oct 2016 ; Accepted: 14 Feb 2017

ABSTRACT

Background and Objective: Hospital wastewater due to having pollutants like pharmaceuticals and antibiotics, chemical and heavy metals and ... In the absence of proper treatment and its entry into the receiving waters are causing health risks. This study evaluate treatment and the quality of effluents from a single wastewater hospital Behshahr's Shohada gynecology and compare effluent with environmental standards.

Materials and Methods: The study on wastewater treatment plant was to Descriptive - analytical method 2015-2016 in the hospital A single gynecologic Behshahr's Shohada. In order to determine the sewage quality and efficiency Wastewater treatment plant outlet effluent sampling was performed. Samples of BOD, COD, TDS, TSS, DO, turbidity, free chlorine, fecal coliform and total coliform were analyzed using standard methods.

Results: The average daily water consumption of 33 m³ and the average hospital wastewater generated per bed is 26.4 m³/day. Average parameters BOD, COD, TDS, TSS, DO, turbidity, free chlorine, fecal coliform and total coliform in the outlet effluent treatment plant respectively is 112/25 mg /l, 157 mg / L, 1122/25 mg / L, 138/75 mg / L, 59/5 mg / L, 13 NTU, 1mg / L, 4/75 MPN / 100mL, 46 MPN / 100mL.

Conclusion: The results showed that all parameters are above the standard level suitable effluent disposal to receiving the waters were, therefore efficiency is unsuitable the process of and requires management and leadership is more accurate. This wastewater treatment plant also can be used for agricultural use, Discharge into surface waters and catchy wells are not and Total coliform and fecal coliform amounts were measured only by the standards of the Iran Environmental Protection Agency were compatible.

Keywords: Hospital wastewater, standard disposal, wastewater treatment plant Behshahr