Journal of Research in Environmental Health

Volume 6, Issue 2, Summer 2020

Evaluating the Performance of Ardakan Wastewater Treatment Plant and Feasibility of Effluent Reuse for Various Purposes

ABSTRACT

Background and Aim: Establishing wastewater treatment plants alone will not resolve environmental concerns. For achieving optimal environmental standards, the performance of treatment plants must be constantly monitored and evaluated. This study aimed to determine the reuse feasibility of Ardakan wastewater treatment plant effluent.

Materials and Methods: A descriptive cross-sectional study was conducted for six months from April 2019 to September 2019 with 48 influent and effluent samples. The parameters studied included COD, BOD_5, TSS, total coliform, and fecal coliform, which were measured according to the Standard Methods for Water and Wastewater Examination. Finally, the data were analyzed by statistical tests.

Results: The results showed that the mean COD, BOD_5, TSS, fecal coliform, and total coliform in the effluent were 14.36 mg/L, 4.56 mg/L, 2.6 mg/L, 41 MPN/100 mL, and 11.2 MPN/100 mL, respectively. Also, the removal efficiencies of COD, BOD5, TSS, total coliform, and fecal coliform were 96.27%, 96.81%, 98.84%, 99.99%, and 99.99%, respectively.

Conclusions: The results showed that the Ardakan wastewater treatment plant could significantly reduce organic matter and microbial contamination and it complied with the standards of effluent reuse in agriculture, discharge into surface water, and discharge into injection wells.

Keywords: Feasibility, Reuse, Wastewater Treatment Plant, Effluent.

Tahereh Zarei Mahmoudabadi
* MSc, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. (Corresponding author):
Email: Taherehzarei92@gmail.com
Laboratory Expert, Wastewater Treatment Plant of Ardakan, Yazd, Iran

Behrooz Behnejad
MSc, Master of Business Administration, Operation Manager of Wastewater Treatment Plant of Ardakan, Yazd, Iran.

Pirooz Pasdar
BSc, Process Expert, Wastewater Treatment Plant of Ardakan, Yazd, Iran.

Saeed Amooee
MSc, Environmental Engineering (Water and Wastewater Sub-field), School of Environment, Tehran University, Tehran, Iran.

Baktash Behnejad
BSc, Department of Laboratory Sciences, Faculty of Paramedicine, Isfahan University of Medical Sciences, Iran

Received: 2019/09/30
Accepted: 2020/04/05

Document Type: Research article

▶ **Citation:** Zarei Mahmoudabadi T, Behnejad B, Pasdar P, Amooee S, Behnejad B. Evaluating the Performance of Ardakan Wastewater Treatment Plant and Feasibility of Effluent Reuse for Various Purposes. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Summer 2020; 6(2): 134-144.

ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان و امکان‌سنجی استفاده مجدد از پساب خروجی جهت مصارف مختلف

طاهره زارعی محمودآبادی
* کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول):
taherehzarei92@gmail.com
کارشناس آزمایشگاه تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان، یزد، ایران.

بهروز به‌نژاد
کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، مدیر بهره‌برداری تصفیه‌خانه فاضلاب شهری اردکان، یزد، ایران.

پیروز پاسدار
کارشناس فرآیند تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان، یزد، ایران.

سعید عمویی
کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست (گرایش آب و فاضلاب)، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

بکتاش به‌نژاد
کارشناس علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۷
نوع مقاله: مقاله اصیل پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌تنهایی نگرانی‌های زیست محیطی را برطرف نمی‌کند، بلکه برای رسیدن به استانداردهای مطلوب زیست‌محیطی باید عملکرد تصفیه‌خانه‌ها به‌طور مدام تحت بررسی و ارزیابی قرار گیرد، لذا مطالعه حاضر با هدف امکان‌سنجی مجدد از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی - مقطعی در یک دوره ۶ ماهه از فروردین ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۳۹۸ بر روی ۴۸ نمونه ورودی و خروجی انجام گرفت. پارامترهای مورد بررسی شامل اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD۵)، کل جامدات معلق (TSS)، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی بود که طبق روش‌های ارائه شده در کتاب استاندارد متد برای آزمایشات آب و فاضلاب اندازه‌گیری شدند. در نهایت نتایج با آزمون‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، میانگین BOD۵، COD، TSS، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در خروجی به‌ترتیب ۱۴/۳۶، ۴/۵۶، ۲/۶ میلی‌گرم بر لیتر، ۴۱ و ۱۱/۲ تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر به‌دست آمد. همچنین راندمان حذف برای BOD۵، COD، TSS، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی به‌ترتیب ۹۶/۲۷، ۹۶/۸۱، ۹۸/۸۴، ۹۹/۹۹ و ۹۹/۹۹ درصد به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان در مجموع موجب کاهش قابل توجهی از مواد آلی و آلودگی میکروبی شده و دارای وضعیت مناسبی می‌باشد و با استانداردها در استفاده مجدد از پساب برای مصارف کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی و تخلیه به چاه جاذب مطابقت دارد.

کلید واژه‌ها: امکان‌سنجی، استفاده مجدد، پساب خروجی، تصفیه فاضلاب

◀ **استناد:** زارعی محمودآبادی ط، به‌نژاد ب، پاسدار پ، عمویی س، به‌نژاد ب. ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان و امکان‌سنجی استفاده مجدد از پساب خروجی جهت مصارف مختلف. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۹؛۶ (۲): ۱۳۴-۱۴۴.

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعت و در نتیجه فشار بیش از حد به منابع آب شیرین سبب شده است تا به پساب‌ها به‌عنوان یکی از منابع آب نامتعارف و جدید نگریسته شود و تلاش‌ها برای بازیافت و استفاده مجدد از آن‌ها در مصارف مختلف رو به افزایش باشد (۱، ۲). این امر در مناطق خشک و نیمه‌خشکی مانند کشور ایران که با تغییرات اقلیمی و کمبود بارش‌های جوی مواجه هستند ضروری‌تر به‌نظر می‌رسد. فاضلاب‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل آلوده کننده زیست‌محیطی شناخته شده است و از نظر شدت آلودگی به سه نوع فاضلاب‌های خانگی ضعیف، متوسط و قوی تقسیم‌بندی می‌گردد (۳).

چنانچه پساب خروجی حاوی آلاینده‌هایی باشد که غلظت آن‌ها بیشتر از استانداردهای دفع باشد، در نهایت خطرات سوء بهداشتی آن متوجه بهداشت و سلامت جامعه خواهد بود. اثرات نامطلوب محیط زیستی ناشی از دفع نادرست فاضلاب در حدی است که امروزه اجرای طرح‌های فاضلاب در مناطق شهری و صنعتی، امری ضروری و بنیادی تلقی می‌شود. از مهم‌ترین اهداف ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ارتقاء سطح بهداشت عمومی در جوامع، حفاظت محیط زیست و جلوگیری از آلودگی منابع آب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی و صنعت می‌باشد. ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌تنهایی نگرانی‌های زیست‌محیطی را برطرف نمی‌کند، بلکه برای رسیدن به استانداردهای مطلوب زیست‌محیطی باید عملکرد تصفیه‌خانه‌ها به‌طور مداوم تحت بررسی و ارزیابی قرار گیرد (۴).

از مهم‌ترین پارامترهایی که در بررسی عملکرد تصفیه‌خانه باید مدنظر قرار بگیرد، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، مواد معلق و pH پساب خروجی از تصفیه‌خانه است. فرآیندهای مختلف بیولوژیکی برای کاهش مواد آلاینده موجود در فاضلاب وجود دارد که هرکدام از آن‌ها دارای مزایا و معایب خاص خود می‌باشند، اما در میان فرآیندهای مختلف تصفیه، فرآیند لجن فعال با وجود نیاز به تجهیزات مکانیکی، الکتریکی و صرف انرژی، یکی از بهترین و کارآمدترین فرآیندها در تصفیه فاضلاب‌های شهری به شمار می‌رود (۵).

در بین سیستم‌های لجن فعال، بیشترین میزان حذف اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)[1] با راندمان ۹۰-۹۸٪ مربوط به فرآیند هوادهی گسترده می‌باشد (۶) که به‌طور وسیع جهت تصفیه فاضلاب جوامع کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷، ۸). در این فرآیند رژیم جریان هیدرولیکی آن از نوع اختلاط کامل و حجم لجن تولیدی در این فرآیند در مقایسه با سایر فرآیندهای لجن فعال کمتر است. علاوه بر این، لجن به‌دست آمده از این روش پایدار بوده و به‌خوبی آبگیری و خشک می‌شود. زمان ماند هیدرولیکی بالای آن (حدود ۱۸-۳۶ ساعت)، تحمل این فرآیند را نسبت به شوک‌های ناشی از افزایش بار آلی، بیشتر کرده و عمل یکنواخت‌سازی به‌خوبی انجام می‌شود (۹).

در مطالعه یزدان‌بخش و همکاران که به ارزیابی عملکرد سیستم لجن فعال به روش آنوکسیک - اکسیک در مهدیشهر سمنان پرداختند، راندمان حذف ۸۷/۲۵، ۹۱/۷۷ و ۸۷/۲۹٪ به‌ترتیب برای پارامترهای اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5)، کل جامدات معلق (TSS)[2] و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)[3] محاسبه شد و نتایج نشان داد که این فرآیند تصفیه‌خانه کارآمد بوده و پساب تولیدی از نظر پارامترهای مورد مطالعه با استاندارد سازمان محیط زیست ایران مطابقت داشته و دارای قابلیت استفاده مجدد یا تخلیه به آب‌های پذیرنده است (۱۰). در مطالعه شکوهی و همکاران که به مقایسه کارایی سیستم‌های نیزار مصنوعی و هوادهی گسترده در حذف مواد آلی از فاضلاب شهری پرداختند، کارایی سیستم هوادهی گسترده در صورت راهبری مطلوب در حذف تمامی پارامترها در تمام فصول مورد بررسی، بیشتر از سیستم نیزار مصنوعی بود (۱۱).

1. Biochemical Oxygen Demand
2. Total suspended solids
3. Chemical Oxygen Demand

شهرستان اردکان یکی از شهرستان‌های استان یزد با مساحت ۲۳۶۶۵ کیلومتر مربع در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۰۳۸ متر از سطح دریا واقع شده و دارای آب‌وهوای گرم و خشک می‌باشد. تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان در زمینی به مساحت ۱۴ هکتار با طول شرقی ۵۳ درجه و ۵۶ دقیقه و عرض شمالی ۳۲ درجه و ۴۱ دقیقه واقع شده است. موقعیت مکانی این تصفیه‌خانه به‌گونه‌ای است که فاضلاب به‌طور ثقلی وارد آن می‌گردد.

فرآیند تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان از نوع A_2O[1] که در دو مدول طراحی شده است. این سیستم دارای آشغال‌گیر درشت، آشغال‌گیر ریز، دانه‌گیر، واحد متعادل‌ساز، ایستگاه پمپاژ، حوضچه بی‌هوازی، حوضچه آنوکسیک، حوضچه هوادهی، حوضچه زلال‌ساز، واحد تزریق کلر، دیسک فیلتر و گندزدایی با UV می‌باشد. در حال حاضر سیستم تصفیه فاضلاب اردکان، با فرآیند لجن فعال - هوادهی گسترده در حال بهره‌برداری می‌باشد؛ به‌این‌صورت که ابتدا فاضلاب وارد آشغال‌گیر درشت، آشغال‌گیر ریز، دانه‌گیر، واحد متعادل‌ساز و ایستگاه پمپاژ می‌شود و سپس فاضلاب وارد تصفیه بیولوژیکی که شامل حوضچه هوادهی و حوض زلالساز است شده که میکروارگانیسم‌ها در شرایط هوازی به‌صورت معلق در تانک هوادهی رشد می‌کنند و تثبیت مواد آلی را انجام می‌دهند و سپس در زلالسازها ته‌نشین شده و در نهایت ضمن دفع بخشی از لجن به‌صورت مازاد، قسمت اعظمی از لجن (تحت عنوان لجن برگشتی) به تانک هوادهی برمی‌گردد. سپس فاضلاب وارد واحد تزریق کلر (هیپوکلریت کلسیم ۶۵٪)، دیسک فیلتر و در نهایت وارد واحد گندزدایی با UV می‌گردد. در شهر اردکان ۳۴۰ کیلومتر شبکه فاضلاب اجرا شده است که ۳۱۰ کیلومتر آن فرعی و ۳۰ کیلومتر آن خط انتقال است.

با توجه به اهمیت دفع بهداشتی فاضلاب و استفاده سالم و مطمئن از پساب حاصل برای مصارف کشاورزی و همچنین تخلیه آن به آب‌های پذیرنده بدون اینکه تهدیدی برای سلامت جامعه ایجاد گردد، مطالعه حاضر با هدف امکان‌سنجی استفاده مجدد از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان انجام شد و نتایج با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران (IRNDOE)[2]، سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (USEPA)[3]، سازمان بهداشت جهانی (WHO)[4] و سازمان کشاورزی ملل متحد (FAO)[5] مقایسه گردید.

روش کار

این پژوهش توصیفی - مقطعی در مدت ۶ ماه (فروردین ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۳۹۸) بر روی فاضلاب ورودی و پساب خروجی (بعد از سیستم گندزدایی UV) از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان انجام گرفت.

نمونه‌برداری از فاضلاب ورودی و پساب خروجی به‌صورت نمونه‌برداری مرکب[6] انجام شد. در نتیجه تعداد ۸ نمونه در ماه و در طول دوره ۶ ماهه ۲۴ نمونه از فاضلاب ورودی و ۲۴ نمونه از پساب خروجی در مجموع ۴۸ نمونه برداشت شد. برای انجام آزمایشات میکروبی نمونه به‌صورت لحظه‌ای برداشت گردید.

به‌منظور آنالیز و بررسی عملکرد تصفیه‌خانه پارامترهای اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5)، کل جامدات معلق (TSS)، کلیفرم کل (TC[7]) و کلیفرم مدفوعی (FC[8]) مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت. جهت آزمایشات شیمیایی از ظروف پلی‌اتیلنی به حجم یک لیتر و برای آزمایش‌های میکروبی از ظروف شیشه‌ای سر سمباده‌ای استریل شده به حجم ۳۰۰ لیتر برای نمونه‌برداری استفاده گردید. تمام آزمایشات طبق روش‌های ارائه شده در استاندارد متد برای آزمایشات آب و فاضلاب و در آزمایشگاه تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان انجام گرفت. پارامتر COD با استفاده از ویال

1. Anaerobic/Anoxic/Aerobic

2. Iranian Department Of Environment
3. United States Environmental Protection Agency
4. World Health Organization
5. Food and Agriculture Organization
6. Composite Sampling
7. Total coliform
8. Fecal coliform

COD (Lovibond) و هضم به‌مدت ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با دستگاه هاضم مدل DRB200 ساخت شرکت HACH و در نهایت قرائت با دستگاه فتومتر Lovibond در طول موج ۶۱۰ نانومتر برای نمونه‌های خروجی و طول موج ۴۳۰ نانومتر برای نمونه‌های ورودی و BOD_5 توسط دستگاه BODمتر Lovibond مدل BD600 ساخت Velp ایتالیا مورد سنجش قرار گرفت. اندازه‌گیری TSS با استفاده از روش وزن‌سنجی (D-۲۵۴۰) انجام شد.

بررسی آلودگی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی نیز با روش استاندارد تخمیر چند لوله‌ای[1] انجام شد. در مطالعه حاضر از روش تخمیر چند لوله‌ای به‌صورت ۹ لوله‌ای بر اساس روش ذکر شده در استاندارد متد (B-۹۲۳۰) استفاده شد؛ بدین‌صورت که از محیط کشت لاکتوز براث برای تعیین کلیفرم کل استفاده گردید. بعد از افزودن نمونه به محیط کشت و نگهداری محیط کشت در انکوباتور در دمای ۳۵±۰/۵ به‌مدت ۲۴-۴۸ ساعت، کدورت و تولید گاز در لوله‌ها مورد بررسی قرار گرفت. وجود کدورت و گاز در لوله‌ها طی ۴۸ ساعت نشان‌دهنده واکنش احتمالی مثبت بود. در ادامه یک قطره از لوله‌های مثبت در مرحله احتمالی به محیط کشت برلیانت گرین لاکتوز بیل براث (BGB[2]) و یک قطره هم به محیط کشت (EC[3]) اضافه گردید، سپس محیط کشت BGB در انکوباتور ۳۵±۰/۵ درجه و محیط کشت EC در بن ماری ۴۴±۰/۵ درجه به‌مدت ۲۴-۴۸ ساعت قرار گرفت و پس از آن وجود کدورت و تولید گاز بررسی شد. تعداد کلیفرم کل با استفاده از نتایج مثبت محیط کشت BGB و تعداد کلیفرم مدفوعی با استفاده از نتایج مثبت محیط کشت EC و با مراجعه به جدول MPN[4] در استاندارد متد[5] به‌دست آمد (۱۲). در نهایت نتایج با استانداردهای مختلف مقایسه گردید.

در این مطالعه از نرم‌افزار اکسل جهت رسم نمودارها و نرم‌افزار SPSS، ورژن ۲۳ برای آنالیز داده استفاده گردید. برای آنالیز بین داده‌های ورودی و خروجی فاضلاب از آزمون آماری آنووا و جهت مقایسه داده‌های خروجی با استانداردها از آزمون تی تست یک نمونه ای با $p=۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین کل کیفیت فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان در طی مدت ۶ ماه نمونه‌برداری در جدول ۱ گزارش شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، میانگین کل پارامترهای BOD_5، COD و TSS در فاضلاب ورودی به‌ترتیب ۳۸۵/۴، ۲۰۵/۵۴ و ۲۲۵/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین BOD_5، COD و TSS در پساب خروجی از تصفیه‌خانه ۱۴/۳۶، ۶/۵۴ و ۲/۶ میلی‌گرم بر لیتر گزارش گردید.

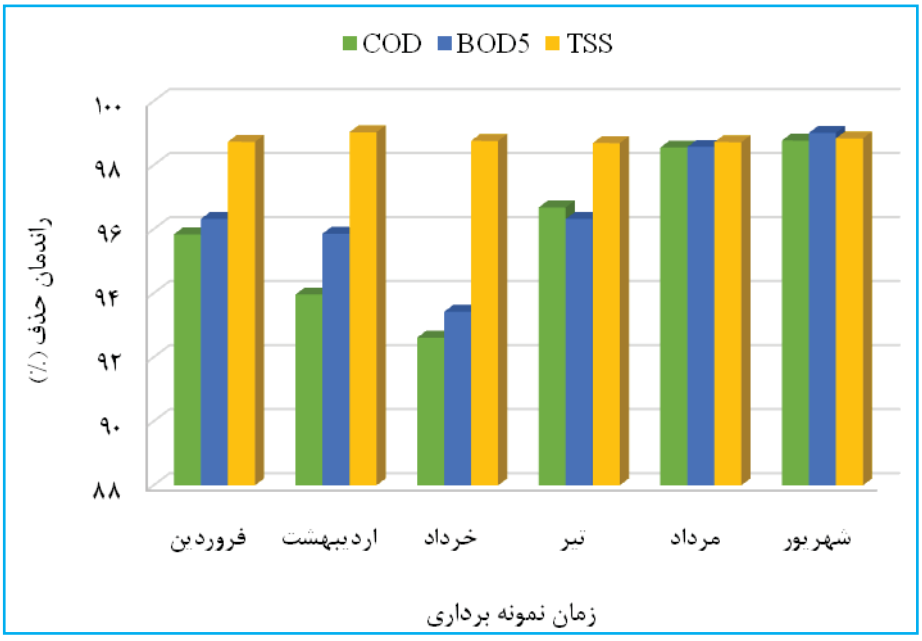
جدول ۱. میانگین میزان COD و BOD_5 در فاضلاب ورودی و پساب خروجی در طول دوره ۶ ماهه نمونه‌برداری

زمان نمونه‌برداری	COD (میلی‌گرم بر لیتر) انحراف معیار± میانگین		BOD_5 (میلی‌گرم بر لیتر) انحراف معیار± میانگین		TSS (میلی‌گرم بر لیتر) انحراف معیار± میانگین	
	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
فروردین	۴۲۶ ± ۱۳۲/۳۲	۱۷/۷ ± ۶۲/۵	۲۱۱ ± ۶۴/۲۷	۷/۷۵ ± ۲/۸	۲۳۶/۵ ± ۴۵/۳	۳ ± ۱/۶۳
اردیبهشت	۳۵۴/۴ ± ۱۱۱/۳۲	۲۱/۴ ± ۳/۱۳	۲۰۵/۵ ± ۵۱/۱۹	۸/۵ ± ۲/۰۷	۲۹۰/۲ ± ۹۲/۰۴	۲/۸ ± ۱/۳
خرداد	۳۲۱ ± ۶۱/۳	۲۳/۷ ± ۵/۲۵	۱۵۹/۷۵ ± ۳۴/۷۶	۱۰/۵ ± ۳	۲۰۲/۲۵ ± ۱۵/۹۴	۲/۵ ± ۰/۵۷
تیر	۳۶۸/۲۵ ± ۴۰/۶۳	۱۲/۲ ± ۵/۴۵	۱۹۱/۲۵ ± ۲۱/۷۴	۷ ± ۲/۷	۲۱۰/۵ ± ۲۳/۳	۲/۷۵ ± ۰/۵
مرداد	۳۹۲/۷۵ ± ۴۰/۱۶	۵/۶۹ ± ۱/۴۸	۲۱۰/۷۵ ± ۳۳/۸۷	۳ ± ۰/۸۱۶	۱۹۵/۷۵ ± ۲۷/۸۶	۲/۵ ± ۰/۵۷
شهریور	۴۵۰ ± ۳۶/۰۶	۵/۵ ± ۲/۸۲	۲۵۵ ± ۳۴/۶۴	۲/۵ ± ۲/۱۲	۲۱۵/۷۵ ± ۲۲/۶۷	۲/۲۵ ± ۱/۵
میانگین کل	۳۸۵/۴ ± ۴۷/۴۹	۱۴/۳۶ ± ۱۳/۴۳	۲۰۵/۵۴ ± ۴۰/۰۷	۶/۵۴ ± ۲/۲۵	۲۲۵/۱۵ ± ۳۷/۸۵	۲/۶ ± ۱/۰۱

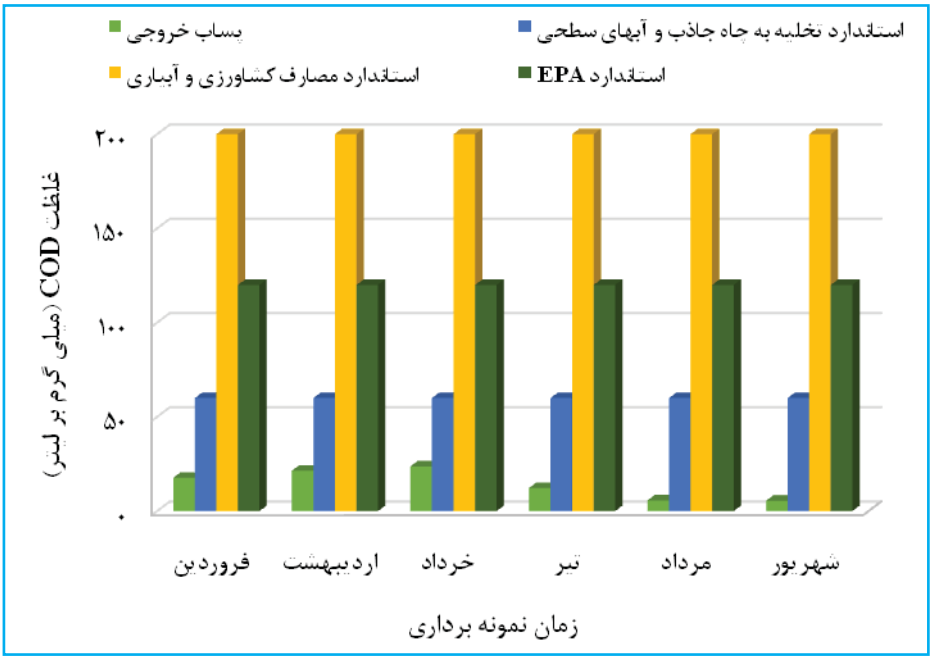
1. Multiple tube fermentation
2. Brilliant Green Lactose Bile
3. Escherichia Coli broth
4. Most probable number
5. One-Sample T-Test

راندمان حذف BOD_5، COD و TSS در تصفیه‌خانه در طول دوره ۶ ماهه در نمودار ۱ نشان داده شده است.

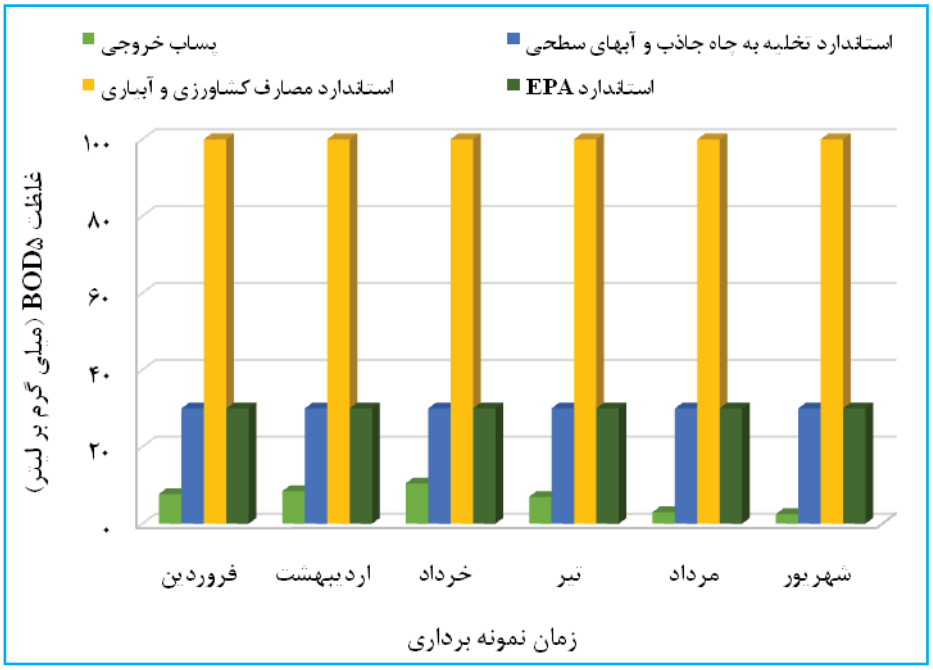
نمودارهای ۲، ۳ و ۴ مقایسه مقادیر BOD_5، COD و TSS با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران برای مصارف مختلف و EPA برای مصارف آبیاری در پساب خروجی را نشان می‌دهد. WHO و FAO فاقد استاندارد برای BOD_5، COD و TSS می‌باشند.



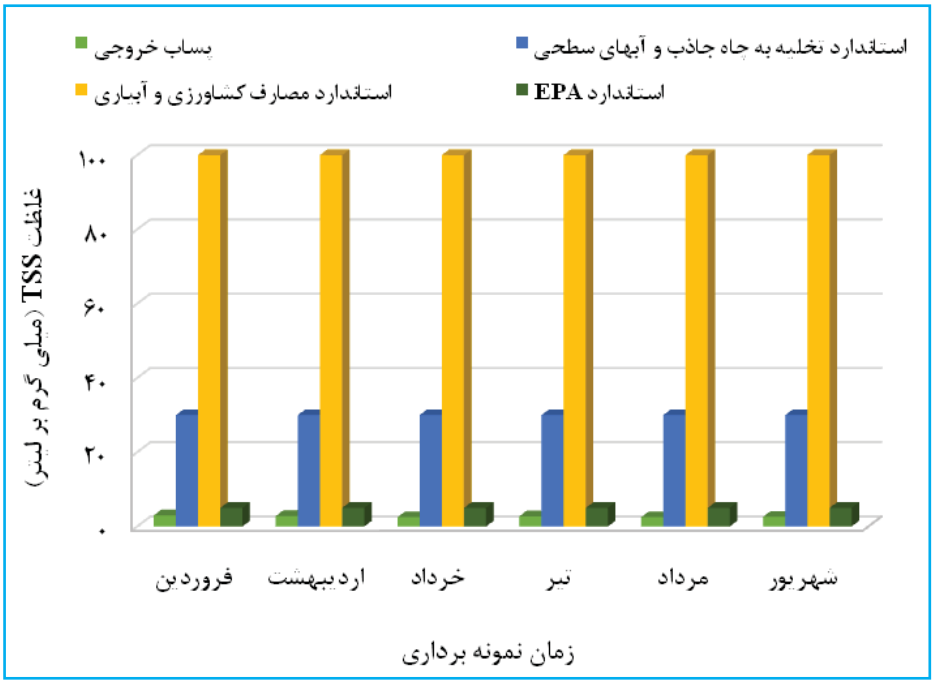
نمودار ۱. راندمان حذف BOD_5، COD و TSS در طول دوره ۶ ماهه نمونه‌برداری



نمودار ۲. مقایسه مقادیر COD در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان با استاندارد



نمودار ۳. مقایسه مقادیر BOD_5 در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان با استاندارد



نمودار ۴. مقایسه مقادیر TSS در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان با استاندارد

روند تغییرات کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب در مدت زمان نمونه‌برداری و مقایسه با استانداردهای مختلف در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲. میانگین پارامترهای کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در فاضلاب ورودی و خروجی در طی ۶ ماه نمونه‌برداری

پارامتر	کلیفرم کل (TC)(۱۰۰ml/MPN)		کلیفرم مدفوعی (FC) (۱۰۰ml/MPN)	
	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
فروردین	۷/۵ ×۱۰^{۶}	۳۹ ± ۴۷/۵۶	۷/۵ ×۱۰^{۶}	۳/۵ ± ۰/۷
اردیبهشت	۷/۵ ×۱۰^{۶}	۳۹ ± ۳۴/۷	۷/۵ ×۱۰^{۶}	۱۴ ± ۱۱/۶۸
خرداد	۶/۳ ×۱۰^{۶}	۶۸ ± ۷/۰۷	۶/۳ ×۱۰^{۶}	۳۳ ± ۱۹/۳۵
تیر	۲/۱ ×۱۰^{۷}	۳۸ ± ۲۹/۴	۲/۱ ×۱۰^{۷}	۴/۵ ± ۱/۷
مرداد	۱/۵ ×۱۰^{۷}	۴۲ ± ۲۸/۵	۱/۵ ×۱۰^{۷}	۹/۱ ± ۲/۳
شهریور	۹/۳ ×۱۰^{۵}	۲۰ ± ۱۴/۱۵	۹/۳ ×۱۰^{۵}	۳/۶ ± ۱/۶
میانگین کل	۹/۷×۱۰^{۶}	۴۱ ± ۲۶/۸	۹/۷×۱۰^{۶}	۱۱/۲ ± ۶/۲۲

جدول ۳. مقایسه تعداد کلیفرم کل (TC) و کلیفرم مدفوعی (FC) در پساب خروجی در مقایسه با استاندارد بر حسب ۱۰۰mL/MPN

پارامتر	میانگین	استاندارد خروجی							
		IRONED	P value	EPA	P value	FAO	P value	WHO	P value
کلیفرم کل (TC)	۴۱	۱۰۰۰	P≤۰/۰۰۱	۲۰۰	P≤۰/۰۰۱	_	P≤۰/۰۰۱	۱۰۰۰	P≤۰/۰۰۱
کلیفرم مدفوعی (FC)	۱۱/۲	۴۰۰	P≤۰/۰۰۱	_	_	۱۰۰۰	P≤۰/۰۰۱	۱۰۰۰	P≤۰/۰۰۱

بحث

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱، در طول دوره ۶ ماهه مطالعه، میزان COD فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه در محدوده ۳۲۱-۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، BOD_5 در محدوده ۱۵۹-۲۰۵ میلی‌گرم بر لیتر و TSS در محدوده ۱۹۵/۷۵-۲۹۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر بود که از نظر آلودگی جزء فاضلاب‌های با شدت آلودگی متوسط تقسیم‌بندی می‌شود (۱۳). نتایج آزمایشات در طی مدت نمونه‌برداری نشان داد که تصفیه‌خانه دارای راندمان حذف ۹۶/۲۷٪ برای COD (از ۳۸۵/۴ به ۱۴/۳۶ میلی‌گرم بر لیتر)، راندمان حذف ۹۶/۸۱٪ برای BOD_5 (از ۲۰۵/۵۴ به ۶/۵۴ میلی‌گرم بر لیتر) و راندمان حذف ۹۸/۸۴٪ برای TSS (از ۲۲۵/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر به ۲/۶ میلی‌گرم بر لیتر) بود. حذف قابل توجه COD و BOD_5 در پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان بیانگر عملکرد مناسب سیستم تصفیه‌خانه است و با این شاخص می‌توان نحوه راهبرد صحیح یا غلط را ارزیابی کرد. بر اساس آزمون آماری آنووا، ارتباط معنی‌داری بین میانگین BOD_5، COD و TSS در ورودی و خروجی وجود داشت (P≤۰/۰۰۱). مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب انجام شده است؛ از جمله مطالعه شهمرادی و همکاران که به راندمان حذف ۸۳/۷۴٪ برای BOD_5 و ۸۸/۴٪ برای COD در سیستم تصفیه لجن فعال (نوع هوادهی گسترده) در خراسان شمالی دست یافتند (۱۴). نتایج مطالعه نیک‌منش و همکاران در ارزیابی عملکرد سیستم لجن فعال هوادهی گسترده در تصفیه‌خانه فاضلاب نوشهر، راندمان حذف ۵۷/۷٪ و ۶۱/۴٪ را برای COD و BOD_5 نشان داد (۱). شریعتمداری و آقایی در ارزیابی کارایی فرآیند لجن فعال در تصفیه فاضلاب شهر خلخال به راندمان حذف ۹۲/۴٪ برای COD (از ۵۰۲/۳۲ به میلی‌گرم بر لیتر) و ۹۱/۲٪ برای BOD_5 (از ۲۶۹ به میلی‌گرم بر لیتر) رسیدند که از راندمان حذف به‌دست آمده از تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان کمتر بود. البته این می‌تواند به‌دلیل بیشتر بودن مقدار COD و BOD_5 ورودی نیز باشد (۱۵). در ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب زنجان توسط اردبیلیان و همکاران، نتایج نشان داد که با راندمان ۸۴ درصدی تصفیه‌خانه زنجان در حذف آلاینده‌ها، سیستم مورد استفاده در این تصفیه‌خانه کارآمد بوده و پساب با استانداردهای رایج مطابقت دارد (۵). زولی و همکاران در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی آق‌قلا گلستان

راندمان حذف BOD_5، COD و TSS را به‌ترتیب ۹۶/۶۶، ۹۸/۲ و ۹۷/۶٪ اعلام کردند (۱۶). همانطور که در نمودارهای ۲ و ۳ مشاهده می‌گردد، میزان مواد آلی در پساب خروجی در طول دوره ۶ ماهه به مراتب پایین‌تر از حد استاندارد بود. استاندارد خروجی سازمان محیط زیست ایران برای COD به‌منظور تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر و به‌منظور مصارف کشاورزی و آبیاری ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و استاندارد EPA برای مصارف آبیاری ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که میانگین کل COD پساب خروجی کمتر از حد استاندارد برای تخلیه به آب‌های سطحی، چاه جاذب و مصارف کشاورزی و آبیاری می‌باشد. بر اساس آزمون تی تست یک نمونه ای بین میانگین کل COD پساب خروجی با استانداردها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P\leq ۰/۰۰۱$). در ارتباط با BOD_5 پساب خروجی از سیستم تصفیه، استاندارد سازمان محیط زیست ایران به‌منظور تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای مصارف کشاورزی و آبیاری ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و استاندارد USEPA برای مصارف آبیاری ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. بر اساس آزمون تی تست یک نمونه ای بین میانگین کل BOD_5 پساب خروجی با استانداردها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P\leq ۰/۰۰۱$). استاندارد خروجی سازمان محیط زیست ایران برای TSS به‌منظور تخلیه به چاه جاذب ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای مصارف کشاورزی ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و استاندارد EPA برای مصارف آبیاری ۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار ۴، میزان کل جامدات معلق در تمام ماه‌های نمونه‌برداری از حد استاندارد پایین‌تر و دارای راندمان‌های حذف نسبتاً یکسان می‌باشند. پس از این نظر نیز کاربرد پساب برای مصارف مختلف نگران کننده نمی‌باشد. بر اساس آزمون تی تست یک نمونه ای بین میانگین کل TSS پساب خروجی با استانداردها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P\leq ۰/۰۰۱$). گندزدایی پساب و تولید پسابی مطمئن و مطابق با استانداردهای تعریف شده از اقدامات اولیه در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشورهای پیشرفته و صنعتی محسوب می‌شود. در این کشورها سازمان‌های حفاظت محیط زیست با پایش‌های محسوس و نامحسوس به شدت این مسئله را تعقیب می‌کنند. سازمان جهانی بهداشت اعلام داشته است که علت اصلی کیفیت نامطلوب پساب دفعی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کشورهای در حال توسعه، عدم گندزدایی این پساب‌ها می‌باشد (۱۷). مقدار مجاز کلیفرم کل و کلیفرم‌های مدفوعی برای تخلیه به آب‌های سطحی، تخلیه به چاه جاذب و مصارف کشاورزی بر اساس استاندارد محیط زیست به ترتیب ۱۰۰۰ و ۴۰۰ تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر اعلام شده است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲، میانگین کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در طول دوره ۶ ماهه ۴۱ و ۱۱/۲ تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر با راندمان حذف ۹۹/۹۹٪ و ۹۹/۹۹٪ به‌دست آمد. مقادیر کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در پساب خروجی بسیار کمتر از حد استانداردها بوده و اختلاف معنی‌داری بین کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در پساب خروجی با استانداردها وجود داشت ($P\leq ۰/۰۰۱$) (جدول ۳). در نتیجه پساب خروجی تصفیه‌خانه از لحاظ بار میکروبی قابلیت استفاده مجدد در مصارف کشاورزی و آبیاری تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب را دارد. نورمردای و همکاران در ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر ایلام در حذف کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی به‌ترتیب به راندمان حذف ۲۳/۷۵٪ (۶۱۰۰ تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر) و ۵۱/۸۵٪ (۱۱/۵ تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر) دست یافتند (۱۸). همچنین فرزادکیا و همکاران در ارزیابی کیفیت میکروبی پساب خروجی از چهار تصفیه‌خانه فاضلاب شهر تهران با سیستم لجن فعال گزارش کردند که هیچ یک از نمونه‌های پساب، استانداردهای محیط زیست ایران را تأمین نمی‌کردند (۱۹). سیستم گندزدایی تصفیه‌خانه فاضلاب اردکان شامل تزریق کلر که قبل از دیسک فیلتر قرار دارد و سیستم UV می‌باشد که با انجام گندزدایی مناسب در فرآیند تصفیه باعث راندمان حذف بالای کلیفرم کل و مدفوعی شده است.

نتیجه‌گیری

استفاده مجدد از پساب دفعی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در صورت

انطباق کیفیت آنها با استانداردها می‌تواند تا حدود زیادی نیاز آبی کشاورزی کشور را تأمین نماید. با توجه به نتایج به‌دست آمده در طی دوره ۶ ماهه این مطالعه، نشان می‌دهد که تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اردکان دارای شرایط مناسب بوده؛ به‌طوری‌که در مجموع موجب کاهش قابل توجهی از BOD_5، COD، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی شده و دارای وضعیت خوب و قابل قبولی می‌باشد و با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران، استاندارد USEPA، سازمان جهانی بهداشت و سازمان کشاورزی ملل متحد در استفاده مجدد از پساب در مصارف آبیاری، تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب مطابقت دارد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مهندس محمود مصری‌نژاد مدیر عامل مجتمع صنعتی چارملو اردکان به‌منظور حمایت مالی و تأمین امکانات آزمایشگاهی و همچنین از کلیه کارکنان محترم تصفیه‌خانه فاضلاب شهری اردکان که ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Nikmanesh AS, Eslami H, Momtaz SM , et al. Performance Evaluation of the Extended Aeration Activated Sludge System in the Removal of Physicochemical and Microbial Parameters of Municipal Wastewater: A Case Study of Nowshahr Wastewater Treatment Plant. JEHSD 2018;3(2):509-17.
2. Mohammadi Moghadam F, Mahdavi M, Ebrahimi A, et al. Feasibility study of wastewater reuse for irrigation in Isfahan, Iran. Middle East J Sci Res 2015; 10 (23): 2366-2373.
3. Misiti T, Tezel U, Pavlostathis SG. Fate and effect of naphthenic acids on oil refinery activated sludge wastewater treatment systems. Water Res 2013;47(1):449-60.
4. Wang H, Wang H. Mitigation of lake eutrophication: Loosen nitrogen control and focus on phosphorus abatement. Prog Nat Sci 2009; 6:1445-1451.
5. Bagheri Ardebilian P, Sadeghi H, Nabaii A, et al. Assessment of Wastewater Treatment Plant Efficiency: a Case Study in Zanjan. J.Health 2010; 1(3): 67-75.(Persian)
6. Mousavian S, Takdastan A, Seyedsalehi M, et al. Determining the kinetic's coefficients in treatment of sugarcane industry using aerobic activated sludge by complete-mix regime. J Chem Pharm Res 2016; 8(4):1342-9.
7. Pirsaheb M, Khamutian R, Khodadadian M. A comparison between extended aeration sludge and conventional activated sludge treatment for removal of linear alkylbenzene sulfonates (Case study: Kermanshah and Paveh WWTP). Desalin Water Treat 2014; 52(25-27):4673-80.
8. Lopsik K. Life cycle assessment of smallscale constructed wetland and extended aeration activated sludge wastewater treatment system. Int J Environ Sci Technol 2013; 10(6):
9. Pirsaheb M, Dargahi A, Zinatizadeh A, et al. Evaluating the performance of extended aeration process in treatment of hospital wastewater and determining its kinetic coefficients-Case study: Wastewater Treatment Plant of Quds Hospital in Sanandaj. J Environ Sci Technol 2017;19(5):1-11. (Persian)
10. Yazdanbakhsh AR, Rafiee M, Feizabadi G K. Evaluating the performance of activated sludge system by anoxic - oxic process (Case study in Mahdishahr). JSUMS 2019; 26 (1): 109-118. (Persian)
11. Shokoohi R, Dargahi A, Karami A, et al. Application of response surface method to compare the performance of Wetland and extended aeration system for the removal of organic matter from sanitary wastewater. PSJ 2017;15(3):1-9. (Persian)
12. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA), Washington, DC. 2012.
13. Metcalf, Eddy, Burton FL, Stensel HD, Tchobanoglous G. Wastewater engineering: treatment and reuse: McGraw Hill; 2003.
14. Shahmoradi M, Gholami M, Mahaee M, et al., Ghorbanpoor R, Investigation into organic matter and nutrient removal in an activated sludge wastewater treatment system: case study of Bojnurd. J North Khorasan Uni Med Sci 2013; 5: 927-933. (Persian)
15. Shariatmadari M, Aghaei M. Survey of Activated Sludge

Process Performance in Khalkhal Wastewater Treatment Plant During 2014. Int J Occup Med Environ Health 2016; 2(2):150-8. (Persian)

16. Zazouli MA, Ghahramani E, Ghorbanian AlahAbad M, et al. Survey of Activated Sludge Process Performance in Treatment of Agghala Industrial TownWastewater in Golestan Province in 2007. IJHE 2010;3(1):59-66. (Persian)
17. Binavapour EM, Koulivand A, Sabzevari A, et al. Investigation of irrigation reuse potential of wastewater treatment effluent from Hamedan Atieh-sazan general hospital. J Water and Wastewater 2008; 64: 83-87. (Persian)
18. nourmoradi h, karimi h, alihosseini a, et al. farokhimoghadam k, Survey on the Performance of Ilam Wastewater Treatment Plant in the Removal of Coliform, Fecal Coliforms and other Parameters Effected on Water Quality. IJHE 2014;22(1):77-83. (Persian)
19. Farzadkia M, Mirzaiee R, Ghaffarkhani M, et al. Microbial quality assessment of disposal effluent and sludge from four decentralized wastewater. J Health in the Field 2013;1(3). (Persian)