

## بررسی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی آبادان به روش برکه های تثبیت

ایران برای<sup>۱</sup>\*

[iran.baraae@yahoo.com](mailto:iran.baraae@yahoo.com)

مهدی فرزادکیا<sup>۲</sup>

نعمت الله جعفرزاده<sup>۳</sup>

منصور محمدی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۳

### چکیده

برکه های تثبیت فاضلاب به دلیل توان پذیرش شوک های بارآلی و هیدرولیکی، روش مناسبی برای تصفیه فاضلاب های شهری و بسیاری از فاضلاب های صنعتی محسوب می شوند. هدف اصلی از این تحقیق ارزیابی کارایی تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی آبادان به روش برکه تثبیت می باشد. در حال حاضر یک مدول از این طرح به اجرا در آمده است و مدول های بعدی با توسعه طرح به اجرا در می آیند.

این تحقیق از اسفند ماه سال ۱۳۸۳ به مدت ۱۰ ماه بر روی تصفیه خانه شهرک صنعتی آبادان انجام یافت. در این طرح ضمن بررسی وضعیت عملکرد برکه های تثبیت، شاخص های کیفی تصفیه فاضلاب مانند pH، COD، BOD<sub>5</sub>، TSS، کل باکتری های کلیفرم، باکتری های کلیفرم مدفوعی و تخم انگل ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. حد اکثر بازده حذف آلاینده ها در تصفیه خانه فاضلاب مربوط به مرداد ماه بود، در این ماه میانگین مقادیر COD، BOD<sub>5</sub>، TSS در پساب خروجی برکه های تثبیت به ترتیب ۸۰۵ mg/l، ۴۴۰ mg/l، ۳۰ mg/l و کل باکتری های کلیفرم، باکتری های کلیفرم مدفوعی و تخم انگل ها در پساب خروجی به ترتیب ۹/۲× ۱۰<sup>۵</sup> MPN/۱۰۰ml، ۶/۱× ۱۰<sup>۵</sup> MPN/۱۰۰ml و ۲۲ ova/l بود. این نتایج نشان داد که مقادیر به دست آمده به جزء TSS با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت تخلیه پساب به آب های سطحی و استفاده مجدد در کشاورزی

۱- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب\* (مسئول مکاتبات).

۲- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران.

۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست- آب و فاضلاب

فاصله زیادی دارد. جهت دفع بهداشتی و یا استفاده مجدد از این پساب ها بایستی بهینه سازی عملکرد برکه های موجود مورد توجه قرار گیرد. کاربرد نتایج این تحقیق می تواند در طراحی و اجرای بهینه واحدهای بعدی تصفیه خانه این مجموعه نقش موثری داشته باشد.

**واژه های کلیدی:** برکه های تثبیت، تصفیه فاضلاب های صنعتی، شهرک صنعتی آبادان.

## مقدمه

این تصفیه خانه و اقدامات اساسی در جهت بهینه سازی آن مورد توجه قرار گرفته است.

شهرک صنعتی آبادان واقع در ۵ کیلومتری شمال آبادان و غرب جاده اهواز- آبادان در زمینی به مساحت ۴۰۵ هکتار و در دو فاز (هر فاز ۳ مدول) در دست احداث می باشد. هم اکنون مدول ۱ از فاز اول با مساحت حدود ۲۰ هکتار اجرا شده است. از کل مساحت شهرک، ۲۵۶ هکتار جهت کاربری صنعتی اختصاص یافته است که ۶۰ هکتار در فاز اول اجرا شده و بیش از ۱۹۶ هکتار آن در فاز دوم احداث خواهد شد (۴).

بر طبق مطالعات انجام یافته متوسط مصرف آب در فاز اول این شهرک ۴۶۰ متر مکعب در روز است که با در نظر گرفتن ضریب تبدیل آب به فاضلاب (۰/۸۵) میزان فاضلاب تولیدی به طور متوسط ۴۰۰ متر مکعب در روز برآورد می گردد.

جهت تصفیه فاضلاب های تولیدی در شهرک صنعتی آبادان از دو واحد برکه بی هوای هر یک به مساحت  $11538 \text{ m}^2$  (با زمان ماند هیدرولیکی  $3/2$  روز)، یک واحد برکه اختیاری به مساحت  $25401 \text{ m}^2$  (با زمان ماند هیدرولیکی  $11/4$  روز) و یک واحد برکه تکمیلی با مساحت  $19104 \text{ m}^2$  (با زمان ماند  $9/5$  روز) به صورت سری استفاده شده است. مطابق طرح اولیه، پساب خروجی از این تصفیه خانه برای آبیاری کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته و در صورت عدم نیاز به رودخانه بهمن شیر تخلیه می گردد (۴). هدف از این تحقیق، بررسی وضعیت عملکرد برکه های تثبیت شهرک صنعتی آبادان در حذف شاخص های کیفی تصفیه فاضلاب مانند  $\text{pH}$ ،  $\text{COD}$ ،  $\text{BOD}_5$ ،  $\text{TSS}$ ، کل باکتری های کلیفرم، باکتری های کلیفرم مدفوعی و تخم انگل ها است.

دفع غیر بهداشتی فاضلاب های شهری و صنعتی به محیط زیست، آلودگی های آب، خاک، هوا و محصولات کشاورزی را در پی داشته و اثرات زیانباری بر بهداشت عمومی مردم دارد. امروزه اساسی ترین اقدام در جهت کنترل آلودگی های فاضلاب و استفاده مجدد از پساب های آن ها، احداث تصفیه خانه های فاضلاب و نظارت دقیق بر عملکرد آن ها می باشد (۱، ۲).

برکه های تثبیت به دلیل سادگی عملکرد و راهبری و عدم نیاز به تجهیزات مکانیکی و الکتریکی در مقایسه با سایر سیستم های تصفیه فاضلاب از مقبولیت خاصی برخوردار است. از مزایای دیگر برکه های تثبیت می توان به بازده بسیار بالای آن ها در حذف ارگانسیم های بیماریزا و شوک پذیری در مقابل موادمسمی و بارهای آلی و هیدرولیکی اشاره کرد (۳، ۴ و ۵). در حال حاضر تعداد بسیار زیادی از برکه های تثبیت فاضلاب در کشورهای نظیر هند، پاکستان، اردن و تایلند ساخته و به کار گرفته شده است (۳). در ایران نیز تعدادی از این واحدها برای تصفیه فاضلاب های شهرهای اراک، گیلان غرب و فولاد شهر اصفهان ساخته شده و شمار این واحدها در کشور رو به افزایش است (۳). شهرک صنعتی آبادان یکی از مراکز صنعتی کشور است که در آن از برکه های تثبیت برای تصفیه فاضلاب استفاده می شود. اطلاعات جامعی از عملکرد این برکه ها در دست نیست. اما بررسی های اولیه نشان می دهد که فاضلاب های خروجی از این برکه ها در اکثر موارد شرایط تخلیه و یا استفاده مجدد از پساب ها را برابر استانداردهای سازمان محیط زیست کشور ندارند. از این رو در این پژوهش ضمن ارزیابی دقیق کیفیت پساب خروجی، مسایل و مشکلات

## مواد و روش ها

این تحقیق به مدت ده ماه از اسفند ماه ۱۳۸۳ بر روی برکه های تثبیت فاضلاب شهرک صنعتی آبادان انجام یافت. با توجه به نتایج آزمون های مقدماتی مقرر گردید که در هر هفته یک نمونه و در کل چهار نمونه در ماه از فاضلاب ورودی و چهار نمونه از پساب خروجی برداشته شود.

به منظور تعیین کارایی برکه ها پارامترهای  $BOD_5$  (اکسیژن خواهی بیوشیمیایی پنج روزه)، COD (اکسیژن خواهی شیمیایی)، TSS (کل جامدات معلق)، FC (کلیفرم مدفوعی)، TC (کل باکتری های کلیفرم) و تخم انگل در فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی از تصفیه خانه و هر یک از برکه ها به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس به منظور بررسی قابلیت دفع و یا استفاده مجدد از پساب خروجی از برکه ها نتایج به دست آمده با معیارها و استانداردهای سازمان حفاظت محیط ایران و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی مقایسه گردید (۷ و ۶). کلیه عملیات نمونه برداری و آزمایش های براساس رهنمودهای موجود در کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب انجام یافت (۸).

روش آنالیز  $BOD_5$ ، TSS، TC، FC، Helminths ova به ترتیب: تقطیر برگشتی، مانومتریک، وزن سنجی، تخمیر چند لوله ای و Bailenger می باشد (۱۰ و ۹).

در روش Bailenger نمونه تصادفی از فاضلاب تحت شرایط کنترل شده و در دمای محیط به آزمایشگاه انتقال می یابد. قسمت شناور نمونه حذف، رسوبات باقی مانده جدا و به مدت ۱۵ دقیقه تحت ۱۰۰۰ گرم سانتیفریژ می شود. مجدداً قسمت شناور حذف و پس از افزودن بافر استواستیک هم حجم نمونه، مخلوط به هم زده می شود و اثر به میزان دو برابر حجم بافر افزوده شده و ۱۰ دقیقه به هم زده می شود و به مدت ۶ دقیقه تحت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریژ می شود. مجدداً قسمت شناور نمونه جداسازی و دفع شده و نمونه توسط ۵ میلی لیتر محلول استاندارد سولفات روی دوباره به حالت محلول در آمده و حجم آن اندازه گیری می شود (V). قسمتی

از محلول حاصل (P) به سلول شمارش Mc Master منتقل شده و تعداد تخم انگل ها توسط میکروسکوپ با بزرگ نمایی  $100\times$  شمارش می شود. تعداد مجموع تخم انگل ها در لیتر (N) نمونه اولیه فاضلاب توسط فرمول زیر محاسبه می شود:

$$N = (X / P) / (V / S)$$

X: تعداد تخم انگل های شمارش شده

S: حجم نمونه فاضلاب بر حسب لیتر (۷ و ۱۰).

## نتایج و بحث

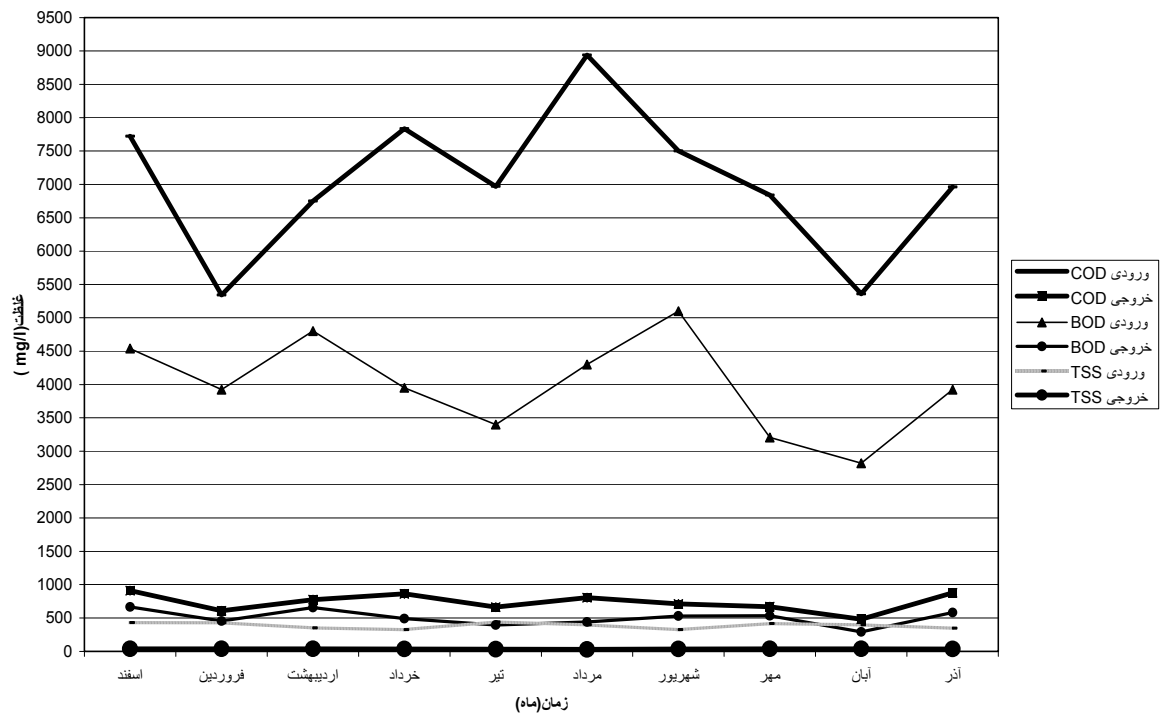
نتایج کلی آزمایش های انجام یافته بر روی فاضلاب های ورودی به تصفیه خانه در جدول ۱، میانگین غلظت پارامترهای مورد نظر در فاضلاب ورودی و خروجی در نمودارهای ۱ و ۲ و بازده حذف پارامترهای مذکور در نمودار ۳ ارائه شده است.

بالاترین بازده حذف آلاینده ها از برکه های تثبیت آبادان مربوط به مرداد ماه می باشد. میانگین ماهیانه پارامترهای کیفی مورد سنجش در فاضلاب ورودی در این ماه برابر: pH ۶/۶، COD ۸۹۴۰،  $BOD_5$  ۴۳۰۰، TSS ۳۹۷/۵ میلی گرم بر لیتر بوده، همچنین میانگین هندسی کل باکتری های کلیفرم  $MPN/100\text{ ml}$   $5/5 \times 10^6$ ، میانگین هندسی باکتری های کلیفرم مدفوعی  $MPN/100\text{ ml}$   $4/7 \times 10^6$  و میانگین تخم انگل ها  $ova/l$  ۶۲۳ می باشد.

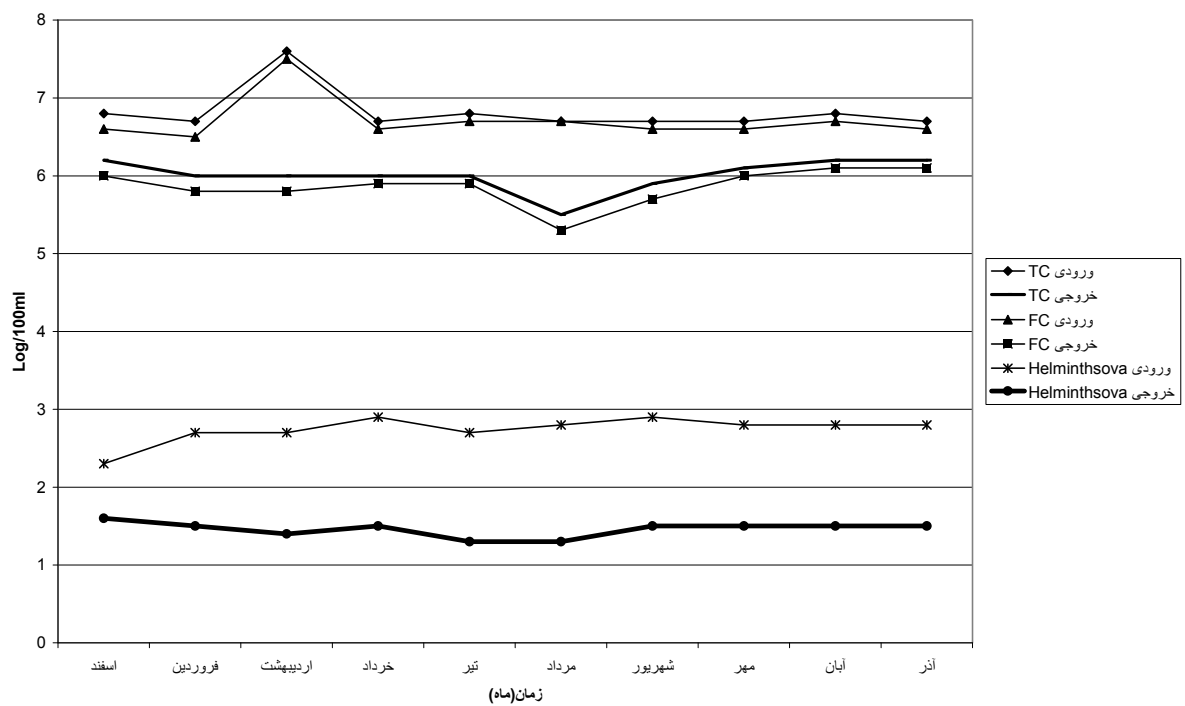
نتایج آنالیزهای انجام یافته بر روی پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب و هر یک از برکه ها به تفکیک در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول میانگین ماهیانه پارامترهای کیفی در پساب خروجی برکه های تثبیت در مرداد ماه برابر: pH ۷/۸، COD ۸۰۵،  $BOD_5$  ۴۴۰، TSS ۳۰ میلی گرم بر لیتر، میانگین هندسی کل باکتری های کلیفرم  $MPN/100\text{ ml}$   $9/2 \times 10^5$ ، میانگین هندسی باکتری های کلیفرم مدفوعی  $MPN/100\text{ ml}$   $6/1 \times 10^5$  و میانگین تخم انگل ها  $ova/l$  ۲۲ است.

۹۶/۴٪ و پایین ترین درصد حذف آلاینده ها در آذر ماه برابر است:  
 BOD<sub>5</sub> ۸۸/۹۲٪، TC ۶۸٪،  
 FC ۶۳٪ و تخم انگل ها ۹۳/۴٪ می باشد.

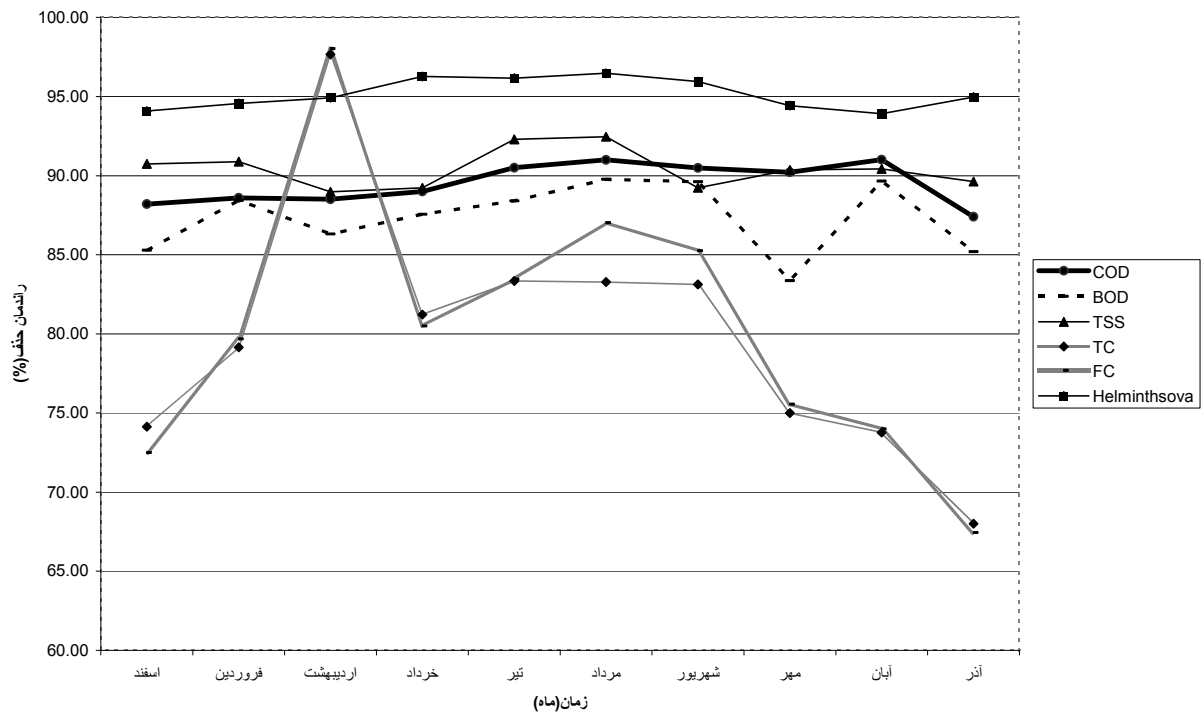
بر اساس نتایج مندرج در نمودار (۳) بالاترین درصد حذف  
 آلاینده های مزبور در مرداد ماه برابر است: BOD ۹۱٪،  
 TC ۸۳٪، FC ۸۷٪، TSS ۹۲/۴۵٪، تخم انگل ها ۸۹/۷۷٪



نمودار ۱- غلظت ورودی و خروجی پارامترهای شیمیایی در ماه های مورد نظر



نمودار ۲- تعداد لگاریتمی پارامترهای میکروبی ورودی و خروجی در ماه های مورد نظر



### نمودار ۳- بازده حذف پارامترهای موردنظر در ماه های مورد نظر

جهانی (۷) (حداکثر ۴۰۰ کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی لیتر، ۱۰۰۰ کلیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر و تعداد تخم انگل ها صفر در ۱ لیتر) اختلاف معنی داری وجود دارد. (به ترتیب  $P < 0/031$ ،  $P < 0/028$  و  $P < 0/01$ ). تنها در مورد TSS در تمام ماه ها میانگین پارامتر جامدات معلق در پساب خروجی به حد استاندارد مصارف آبیاری کشاورزی و تخلیه به آب های سطحی سازمان محیط زیست ایران (۱) مندرج در جدول ۱ رسیده است.

نتایج آزمون های آماری نشان داد که بین میانگین پارامترهای، COD، BOD<sub>5</sub>، TC، FC و تخم انگل ها در پساب خروجی با استانداردهای دفع پساب به آب های سطحی و مصارف آبیاری کشاورزی سازمان محیط زیست ایران (۱) مندرج در جدول ۱ در تمامی موارد حتی در ماه مرداد (بیشترین درصد حذف آلاینده ها) اختلاف معنی داری وجود دارد. ( $P < 0/01$ ). همچنین آزمون های آماری نشان داد که بین میانگین هندسی تعداد باکتری های کلیفرم مدفوعی و کل کلیفرم ها و تخم انگل ها در رهنمودهای سازمان بهداشت

جدول ۱- نتایج کلی آنالیز فاضلاب ورودی، پساب خروجی و میزان حذف در تصفیه خانه آبادان طی ۱۰ ماه

پارامتر	فاضلاب ورودی		پساب خروجی		بازده حذف (%)		استانداردهای سازمان محیط زیست	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	تخلیه به آب های سطحی	مصرف در کشاورزی
pH	۷/۲۱	-	۷/۹	-	-	-	-	-
COD	۷۰۲۱/۵	۱۰۹۳	۷۳۶/۷	۱۳۵	۸۹/۵	۱/۳	۶۰	۲۰۰
BOD <sub>5</sub>	۳۹۹۵/۲	۷۱۷/۴	۴۸۴/۱	۱۲۷/۳	۸۷/۹۸	۱/۸	۳۰	۱۰۰
TSS	۳۸۶/۲	۴۴/۷	۳۶/۶	۳/۲	۹۰/۴	۱/۲۴	۴۰	۱۰۰
TC	۶/۵۲×۱۰ <sup>۶</sup>	-	۱/۳۹×۱۰ <sup>۶</sup>	-	۷۸	-	۱۰۰۰	۱۰۰۰
FC	۵/۱۶×۱۰ <sup>۶</sup>	-	۸/۷×۱۰ <sup>۵</sup>	-	۷۷	-	۴۰۰	۴۰۰
Helminths ova	۶۲/۷۱	-	۳۰	-	۹۵	-	-	۱

جدول ۲- بازده حذف واحد های مختلف تصفیه خانه (%)

پارامتر	برکه های بی هوای		برکه اختیاری		برکه تکمیلی		راندمان کل	
	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه
COD	۶۹	۴۷	۷۳	۵۲	۱۹	۱۶	۹۱	۸۷
BOD <sub>5</sub>	۶۳	۵۶	۶۸	۶۰	۲۷	۱۸	۹۰	۸۵
TSS	۶۵	۶۰	۶۰	۴۹	۵۴	۴۰	۹۲	۸۹
TC	۳۵	۲۲	۴۹	۳۴	۹۴	۳۶	۹۸	۶۸
FC	۳۸	۲۶	۷۲	۴۵	۵۳	۳۰	۸۷	۶۳
Helminths ova	۷۲	۵۶	۷۷	۶۸	۵۵	۳۹	۹۶	۹۴

## نتیجه گیری

## ۱- ارزیابی عملکرد برکه ها

در طرح این تصفیه خانه مقرر شده است که پساب خروجی از برکه تکمیلی در تابستان جهت آبیاری فضای سبز مورد استفاده قرار گیرد و در سایر فصول به رودخانه بهمین شیر تخلیه شود از این رو در این بخش قابلیت استفاده مجدد از پساب خروجی در آبیاری کشاورزی و یا دفع به آب های سطحی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

استفاده از فاضلاب برای آبیاری در بسیاری از کشورها به خصوص در نواحی گرم و خشک متداول است (۱۱).

مقایسه میزان آلاینده ها در پساب خروجی با مقادیر استاندارد استفاده از پساب در آبیاری کشاورزی سازمان محیط زیست ایران نشان می دهد که مقادیر آلاینده های موجود در پساب چندین برابر مقادیر حدود مجاز است. همچنین آنالیزهای آماری نشان داد که در تمامی موارد (به جز جامدات معلق)، بین میانگین غلظت آلاینده ها در پساب خروجی با این استانداردها اختلاف معنی داری وجود دارد. لذا، استفاده از این پساب جهت آبیاری کشاورزی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران مغایرت دارد. مقایسه میانگین هندسی تعداد کلیفرم های مدفوعی، کل کلیفرم ها و تخم انگل ها در پساب خروجی با

به ترتیب  $1173 \text{ m}^3/\text{d}$  و  $16148 \text{ m}^3/\text{d}$  برآورد شده است. بررسی گزارش مطالعات اولیه این طرح موید این واقعیت است که طراحی این تصفیه خانه بر اساس فاضلاب ورودی با مشخصه  $\text{BOD}_5 = 602 \text{ mg/l}$  بوده است (۴) در صورتی که آنالیز فاضلاب ورودی نشان داد که هم اکنون متوسط غلظت  $\text{BOD}_5$   $5100 \text{ mg/l}$  می باشد. لذا با وجود این که بازده حذف  $\text{COD}$  و  $\text{BOD}_5$  در این تصفیه خانه قابل قبول و در حدود ۹۰-۸۵٪ است، به دلیل غلظت  $\text{BOD}_5$  ورودی بیش از حد در این تصفیه خانه، استانداردهای پساب خروجی تامین نمی گردد.

جهت تامین زمان ماند مطلوب در برکه ها از معیارهای بارگذاری مجاز آلودگی در واحد حجم و یا سطح استفاده می گردد (۱۱). مقایسه میزان بارگذاری فعلی برکه های تثبیت با حدود بارگذاری طراحی نیز موید این واقعیت است. بیشترین و کم ترین میزان بارگذاری حجمی در هر برکه بی هوای  $694/6$  و  $384/1 \text{ BOD}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  و بیشترین و کم ترین میزان بارگذاری سطحی در برکه اختیاری به ترتیب  $554$  و  $272/06 \text{ Kg BOD}_5/\text{ha} \cdot \text{d}$  بوده است. از طرفی گزارش های فنی طرح نشان می دهد که میزان بارگذاری حجمی و سطحی در برکه های بی هوای و اختیاری به ترتیب:  $300 \text{ g BOD}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  و  $253 \text{ Kg BOD}_5/\text{ha} \cdot \text{d}$  انتخاب شده است. براین اساس میزان بارگذاری حجمی در برکه های بی هوای به طور متوسط  $3/6$  برابر و میزان بارگذاری سطحی در برکه های اختیاری به طور متوسط  $3/3$  برابر شده است که این مسئله قطعاً موجب عدم کارایی مطلوب برکه ها شده است. از طرف دیگر عدم عملکرد مناسب برکه های بی هوای و اختیاری موجب ورود بار آلی بیش از حد به برکه های تکمیلی شده و کارایی آن ها را مختل نموده است این مسئله بازده این برکه ها را در کاهش و حذف باکتری های کلیفرم به شدت کاهش داده است.

با توجه به نتایج به دست آمده از برکه های تثبیت شهرک صنعتی آبادان، مهم ترین راهکارهای اصلاحی سیستم موجود را می توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

رهنمود های سازمان بهداشت جهانی در مورد کیفیت میکرو بیولوژیکی پساب برای مصارف آبیاری، نیز موید وجود اختلاف معنی دار بین این دو مقدار و عدم قابلیت استفاده از پساب در آبیاری نامحدود است (۷).

مقایسه میزان آلاینده ها در پساب خروجی با استانداردهای دفع پساب به آب های سطحی سازمان محیط زیست ایران در جدول ۱ نشان می دهد که مقادیر آلاینده های موجود در پساب بسیار بیشتر از حدود مجاز است. همچنین نتایج آنالیز آماری نیز نشان داد که در تمامی موارد بین میزان آلاینده های پساب با استانداردهای دفع پساب به آب های سطحی اختلاف معنی داری وجود دارد. در نتیجه می توان گفت تخلیه این پساب به رودخانه بهمن شیر مغایر با اصول حفاظت از محیط زیست کشور بوده و موجب آلودگی آب این رودخانه می گردد.

## ۲- بررسی مشکلات موجود و ارایه راهکارهای بهینه سازی سیستم

در حال حاضر صنایعی که فاضلاب خود را به تصفیه خانه این شهرک تخلیه می کنند صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، برق و الکترونیک، چوب و سلولز، فلزی و ماشین سازی، کانی غیر فلزی، نساجی و شیمیایی می باشند. در این میان بیشترین تعداد مربوط به صنایع غذایی و آشامیدنی نظیر تن ماهی و نوشابه سازی می گردد. تخلیه این فاضلاب ها با بار هیدرولیکی و آلی زیاد به این تصفیه خانه موجب شده که فاضلاب شهرک صنعتی آبادان در گروه فاضلاب های قوی قرار گیرد. آنالیز فاضلاب خام ورودی به تصفیه خانه طی ۱۰ ماه موید این موضوع می باشد. از طرف دیگر غلظت پارامترهای فاضلاب ورودی به تصفیه خانه دارای نوسانات زیادی بوده که این موضوع بستگی به تنوع در تولید محصولات با توجه به تغییرات فصل و متعاقب آن تغییرات میزان مصرف آب در هر کارخانه دارد.

در تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی آبادان مدول ۱ از فاز اول با مساحت حدود ۲۰ هکتار اجرا شده است و متوسط حجم فاضلاب تولیدی در حال حاضر و در پایان طرح

Countries “، European Investments Bank. Leeds. London.

۶. سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۱۳۷۸). " ضوابط و استانداردهای زیست محیطی ". تهران : انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ص: ۵-۶.

7. World Health Organization . (1989). " Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture “. Geneva: Technical Report Series 778, PP : 38-40.
8. American Public Health Association .(1998).” Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater .U.S.A.: APHA-AWWA-WPCF. 14 th Edition
9. AWWA, APHA.(1992),” Standard methods for water and wastewater examination”.18 thed.
10. Kruse, H, WHO Bulletin. (1962).” reuse of this effluent for irrigation” .Vol.26.p.542.
11. Arceivala.(1980),” wastewater Treatment and Disposal”, Marcel Dekker, New york. USA(1980).

الف- ایجاد پیش تصفیه های لازم جهت کاهش بار آلی واحدهای پربار

ب- افزایش تعداد برکه های بی هوازی، اختیاری و تکمیلی به منظور افزایش زمان ماند فاضلاب ورودی

ج- همزمان با اجرای فاز دوم ، اتصال پساب کارخانجاتی که بار آلی کم دارند در جهت ترقیق فاضلاب ورودی به سیستم و کاهش بار آلی آن.

د- ساخت یک واحد نمونه آزمایشگاهی از سیستم موجود و انجام اصلاحات لازم بر روی آن جهت بهینه سازی عملکرد واحدها.

#### منابع

1. Eckenfelder W W. (1989). “ Industrial water pollution Control “. New york : Mc Graw – Hill , 2 nd ed , PP : 189-193
2. Hamzeh, R. Victor, P.(2004).“ Design and Performance of Waste Stabilization Ponds”.PP:1-2.
۳. فرزادکیا، م . (۱۳۷۹). " کاربرد برکه های تثبیت پر بار در تصفیه فاضلاب های صنعتی"، نشریه آب و فاضلاب ، شماره ۹ .
۴. شرکت شهرک های صنعتی خوزستان، (۱۳۷۶). " مطالعات مرحله اول تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی آبادان "
5. Mara . D.D.and Pearson , H. (1998).” Design Manual for Waste Stabilization Ponds in Mediterranean