بررسی عملکرد برکه‌های تثبیت شهرستان خمین و ارائه راهکارها جهت بهبود

مهری اکبری*[۱]، افشین تکدستان[۲] و مهدی احمدی مقدم[۳]

۱)کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست - آب فاضلاب دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان.

۲ و۳) عضو هیئت علمی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Ara200438@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش:۹۰/۰۷/۰۴

چکیده

این مطالعه، بر روی برکه‌های تثبیت شهرستان خمین، به صورت مطالعه مداخله ای، از نوع تحلیلی- مقطعی انجام شد و نمونه‌ها به صورت احتمالی برداشت گردید. بر روی فاضلاب خام و پساب خروجی از برکه‌هاو خروجی تصفیه خانه، آزمایشات شمارش تعدادکلیفرم، تخم انگل(نماتود) و pH، BOD_5، COD، TSS، TDS، TS وDO انجام شد و در تجزیه داده‌ها، از میانگین واریانس‌ها و correlationاستفاده شد و نتایج بر روی نمودار matlab و excell رسم گردید.366 نمونه، جهت انجام آزمایشات فیزیک و شیمیایی و کلی فرم و تخم انگل از برکه‌ها، برداشت گردید. این مطالعه نشان داد که بین درجه حرارت و بار سطحی و نیز میزان حذف BOD، COD ، TCOLIFORM با زمان ماند، رابطه معنی دار وجود دارد (pvalu>0.05) . از طرفی در آنالیز آماری، با کمک پارا مترهای اندازه گیری شده، سرعت باد، میزان تبخیر و روزهای آفتابی و بارا نی، مشخص شد که برکه‌های تثبیت شهرستان خمین که در آب و هوای سرد در حال بهره برداری می باشند به شدت تحت تاثیر عوامل طبیعی می باشد. مقایسه نتایج خروجی بااستانداردها نیز نشان داد که پساب خروجی از آنها، برای آبیاری پارک‌های عمومی قابل استفاده است و استانداردهای زیست محیطی را از نظر تخم انگل (نماتود)و کلی فرم مدفوعی را در این خصوص بر آورده می سازند.

واژهای کلیدی: برکه تثبیت ،شهرخمین، بارسطحی BOD –کلیفرم – تخم انگل.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بر خلاف فن‌های آب رسانی شهری و جمع آوری فاضلاب که تاریخچه ای نسبتا" طولانی و چند هزار ساله دارند، پالایش و تصفیه به شکل امروزی خود، دارای سابقه تاریخی کوتاهی می باشد. تنها در نوشته‌های تاریخی، از گفته‌ها و فرمان‌هایی که در پرهیز از آلوده سازی منابع طبیعی آب، به ویژه رودخانه‌ها یاد شده است، نتیجه گیری می شود که نیاکان ما، بجز آگاهی از بدی‌های آلوده نمودن منابع طبیعی، از برخی روش‌های تصفیه طبیعی نیز، به طور تجربی و محدود آگاهی داشته اند. نخست از حدود یک صدسال پیش که رابطه میان اثر باکتری‌ها و میکروب‌های بیماری زا، در واگیری وشیوع بیماری‌ها آشکار گشت، انسان به فکر پاک سازی آب‌های آلوده افتاد. به عبارت دیگر فن، تصفیه آب و فاضلاب، در روند امروزی خود، بیشتر در اثر پیشرفت علم زیست شناسی و پزشکی بوجود آمده است. در حالیکه موقعیت فعلی در مورد تامین آب آشامیدنی بحرانی است، در خصوص تصفیه فاضلاب، حتی وضع حادتر می باشد. از این رو، یک چالش واقعی در مورد برنامه ریزی ساخت و موسسات سرمایه گذاری کننده وجود دارد و برای دست یابی به آن، باید روش‌های کم هزینه به کار گرفته شود. پژوهش‌های بسیاری در خصوص تصفیه فاضلاب، با استفاده از برکه‌های تثبیت در کشورهای پیشرفته ودر حال توسعه انجام شده و تجربیات بهره برداری در طول مدت ۵۰ سال، جمع آوری گردیده است. اینک یک برکه تثبیت با طراحی خوب را می توان فرایندی مطمئن، کار آمد و اقتصادی و آسان، جهت تصفیه فاضلاب خانگی و صنعتی در نظر گرفت. تاریخچه برکه‌های تثبیت فاضلاب، به حدود ۳۰۰۰سال قبل باز می گردد. از آنجا که فرایندهای طبیعی تصفیه فاضلاب در برکه، نقش اساسی دارد و با توجه به پایین بودن سرعت فرایندهای تصفیه طبیعی، به زمان ماند طولانی برای تصفیه فاضلاب مورد نیاز می باشد که این زمان ماند با توجه به شرایط آب و هوایی مناسب، از چند روز تا چندین ماه، متغیر است و به راحتی می توان برای تصفیه طیف وسیعی ازفاضلاب‌های شهری و صنعتی از آنها استفاده نمود. در این واحدها، عمل ته نشینی و تثبیت، هر دو با هم انجام می شود (Brook et al., 2009). طی مطالعاتی که سال‌ها بر روی عملکرد برکه‌های تثبیت صورت گرفته، نتایج مختلفی حاصل شده است. ازجمله طی مطالعاتی که ندافی و همکاران در سال ۱۳۷۵بر روی مدول ۱و مدول۲ برکه‌های تثبیت شهرستان اراک انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که; پساب خروجی از حوضچه‌های مدول ۱با استانداردهای تصفیه ایران، جهت کشاورزی برای استفاده مجدد از لحاظ غلظت COD،BODمطابقت ندارد. هم چنین با مطالعه ای که بر روی برکه‌های مدول دوم انجام دادند ،پساب خروجی از این برکه‌ها را با استانداردهای در نظر گرفته شده در تمام پارامترهای مورد مطالعه مطابق دانستند .

برروی برکه‌های تثبیت گیلان غرب با موضوع بررسی عمکرد برکه تثبیت در حذف ترکیبات آلی از فاضلاب گیلان غرب انجام دادند، خروجی از این سیستم‌ها را جهت کشاورزی مناسب دانستند. هم چنین طی مطالعه ای که دانشگاه نیجریه بر روی اثر پرش هیدرولیکی در تصفیه، توسط برکه‌های تثبیت در سال ۲۰۱۰انجام داد به این نتیجه دست یافتند که هزینه تصفیه فاضلاب، با استفاده از برکه‌های تثبیت باپرش هیدرولیکی، حدود ۱.۵برابر، کمتر از برکه‌های تثبیت متعارف می باشد ، درنتیجه به کاهش زمین مورد نیاز منجرخواهد شد. طی مطالعاتی که Kame در سال ۲۰۰۸ برروی عملکرد برکه‌های تثبیت بیمارستان Hawassa انجام دادند، پساب خروجی از این سیستم‌ها را حاوی مقادیر زیادی باکتری یافتند که برای مصارف آبیاری و آبزی پروری، نامناسب بوده و جهت بهتر شدن عملکرد این سیستم‌ها، استفاده از وتلنت‌ها را همراه با این سیستم‌ها پیشنهاد نمودند .

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱ : انواع و هدف از احداث برکه‌های تثبیت فاضلاب

نوع برکه	هدف	نوع فاضلاب قابل تصفیه
هوازی کم بار	تولید جلبک و زدایش مواد مغذی	مواد آلی محلول
هوازی پر بار	جلادهی پساب ثانویه وزدایش مواد آلی و نابود سازی عوامل بیماری زا	پساب ثانویه
هوازی (تکمیلی)	جلادهی پساب ثانویه و زدایش مواد آلی و نابود سازی عوامل بیماری زا	پساب ثانویه
اختیاری	زدایش مواد آلی از طریق فرایندهای هوازی بی هوازی	فاضلاب ته نشین شده ویا فاضلاب خام
بی هوازی	زدایش مواد آلی به عنوان پیش تصفیه و هم چنین نابود سازی عوامل بیماری زا نیز در آنها اتفاق می افتد	فاضلاب خام (شهری و صنعتی)

مواد و روش‌ها

به منظور تامین اطلاعات پایه شامل داده‌های مربوط به مبانی سیستم تصفیه فاضلاب شهر خمین، اطلاعات اقلیمی و جغرافیایی و نیز دست یافت‌های حاصل از مطالعات دیگر پژوهشگران، در عرصه ملی و جهانی، و نیز گزارش نهایی مهندسین مشاور و طراح سیستم فاضلاب شهر خمین گزارش اوضاع اقتصادی و اجتماعی اطلاعات مو جود در شرکت آب و فاضلاب استان مر کزی واطلاعات موجود در اداره هواشناسی شهر خمین در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، تحقیق با مقالات و متون انتشار یافته در منابع معتبر داخلی و خارجی ارائه شده در منابع ملی و بین المللی، مورد مقایسه قرار گرفت وپس از طبقه بندی اطلاعات، این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت.این تحقیق، از نوع تحلیلی- مقطعی بوده و نمونه برداری، به صورت احتمالی انجام گرفت .نمونه‌ها از فاضلاب خام ورودی به تصفیه خانه و خروجی از برکه‌ها وخروجی از تصفیه خانه به صورت لحظه ای و با تواتر ۱ هفته، یک بار به مدت یک سال و در چهار فصل در سال ۱۳۸۹ انجام پذیرفت .

Archive of SID

www.SID.ir

در هر ماه به طور متوسط، ۲۸ نمونه فاضلاب از برکه‌ها گرفته شد و در کل، تعداد۳۳۶ نمونه برداشت گردید و بر روی آنها آزمایش BOD،COD،TSS،TSدر طی یک سال از تاریخ ۸۹/۱/۱الی ۸۹/۱۲/۲۹ صورت پذیرفت .هم چنین تعداد ۴۸مرتبه pH،DOبه طور روزانه از فاضلاب خام ورودی به برکه‌های بی هوازی، پساب ورودی به برکه‌های بی هوازی، پساب ورودی به برکه‌های اختیاری و تکمیلی، و پساب خروجی نهایی از برکه، اندازه گیری شد. ضمنا" نمونه گیری شمارش تک یاخته‌ها، به تعداد ماهیانه ۳ عدد، در پساب ورودی به برکه، ۳عدد در خروجی پساب نهایی انجام گرفته است . درمحل نقاط ورودی به برکه‌ها، حدود ۳۰۰میلی لیتر از نمونه در عمق ۲.۵متری، مستقیما"جمع آوری گردید (در برکه اختیاری درعمق ۱متری). اکسیژن محلول وpH و دما در محل، اندازه گیری شدند و نمونه‌ها به منظور تعین پارامترهای دیگر، ازقبیل جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و شمارش تک یاخته ای، به آزمایشگاه محل و مطابق با روش‌های استاندارد، مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

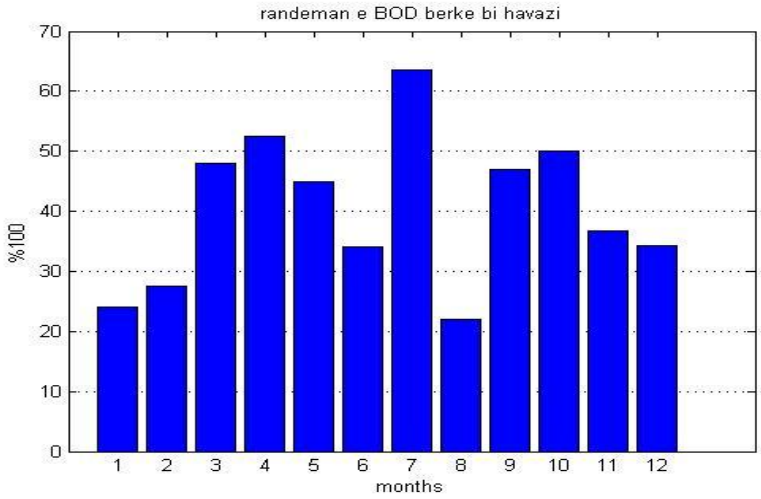
سیستم‌های تصفیه فاضلاب به روش برکه ای، تحت تاثیر شدید عوامل طبیعی نظیردما، نور خورشید، تبخیرو بارش بوده و توسط انسان، قابل کنترل نمی باشد. در این واحدها، عمل ته نشینی و تثبیت، هر دو با هم انجام می گیرد. از آنجا که فرایندهای طبیعی، در تصفیه فاضلاب در برکه‌ها، نقش اساسی داشته و با توجه به پایین بودن سرعت فرایندهای تصفیه طبیعی، به زمان ماند طولانی برای تصفیه فاضلاب مورد نیاز می باشد که این زمان با توجه به شرایط آب وهوایی از چند روز تا چندین ماه متغیر است. در مناطق سردسیر، زمان ماند طولانی تری برای تصفیه فاضلاب مورد نیاز می باشد. اربابی مطاله ای که در سال ۱۳۷۷بر روی برکه‌های تثبیت یزد انجام دادند ،دلایل متعددی جهت کارکرد نامناسب برکه‌ها، بر شمردند. این دلایل عبارتند از: نوع پیش تصفیه فاضلاب، افزایش بار آلی ورودی به برکه، نگه داری ناکافی، طراحی نامناسب و زمان ماند ناکافی که دلایل عدم مطلوبیت کارکرد برکه‌ها شمرده می شوند. طی مطالعه و پژوهشی که بر روی بـرکه‌های تثبیت در مدیتـــرانه انجـام دادند: طراحی ضعیف، موقعیت‌های ناسازگار محیطی ، بالا بودن میزان هیدرولیک اتال کوتاه وضعیف بودن نگهداری از این سیستم‌ها را عوامل مشکل در آنها دانستند.

با توجه به تجزیه وتحلیل نتایج به دست آمده، اطلاعات مندرج در جداول آورده شده در متن، مطابق با استانداردهای موجود گزارش شده این نتایج با سایر تحقیقات انجام شده در خصوص عملکرد برکه‌های تثبیت، مورد مقایسه قرار گرفت و در نهایت، نتیجه گیری نهایی در خصوص نحوه عملکرد برکه‌های تثبیت. از آنجا که دبی ورودی به تصفیه خانه، دارای نوسانات شدیدی است، غلظت پارامترهای ورودی، دارای تغییرات بسیار زیادی بوده و بر روی عملکرد برکه، تاثیر می گذارد. در مجموع عملکرد برکه‌ها مطلوب نمی باشد تا حدی که خصوصا در برکه‌های اختیاری، پارامترها در ورودی و خروجی، تفاوت چندانی نمی کنند. در واقع برکه بی هوازی موجود در تصفیه خانه است که بیشترین بار تصفیه را، بر دوش داشته و تاحدودی پارامترها را کاهش می دهد (زاکی زاده، ۱۳۸۳).

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد برکه بی هوازی سیستم تصفیه خانه شهر خمین



شکل۱ : راندمان برکه بی هوازی در حذف BOD

باتوجه به ارقام بدست آمده از نتایج آنالیز فاضلاب تصفیه خانه شهرستان خمین و استانداردهای موجود دراین زمینه، در خصوص راندمان حذف BOD مورد انتظار، توسط برکه‌های بی هوازی می توان گفت :

براساس نتایج حاصل در نمودار 1، حذف BOD توسط برکه، همان طور که مشاهده می شود در بهترین شرایط ممکن در مهرماه است که برکه، راندمان ۷۰ درصد را حاصل کرده و در پایین ترین میزان در آبان ماه، را ندمان حذف ۲۵ درصد را دارا می باشد و در تیر ماه، بین ۳۰ تا ۶۰درصد، متغیر است. این مقادیر نشان دهنده این است که : برکه‌های بی هوازی (که هم اکنون از ۲برکه ۱برکه درحال بهره برداری است) تقریبا"عمل کرد مطلوبی را در این سیستم، در حذف BOD از خود نشان داده است .همان طور که در جدول(۱)قابل مشاهده است با زمان ماند یک روز که برکه مذکور در حال کار می باشد.۵۰درصد حذفBOD مطلوب و قابل انتظار است .

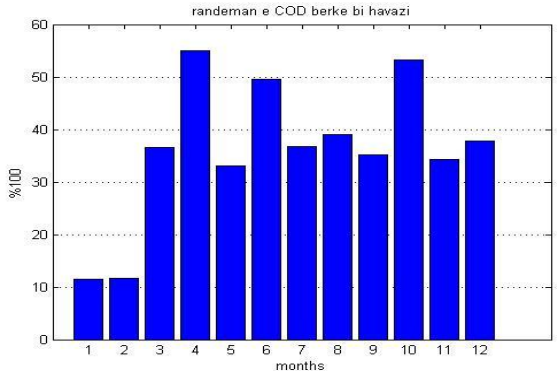
جدول ۲: حذف BODدر برکه‌های بی هوازی به صورتدردرجه حرارت بالای ۲۰سانتی گراد

زمان ماند (روز)	درصد حذف BOD_5
۱	۵۰
۲/۵	۶۰
۵	۷۰

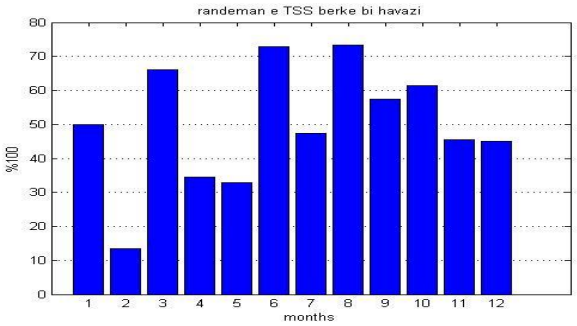
ماخذ: میران زاده۱۳۸

Archive of SID

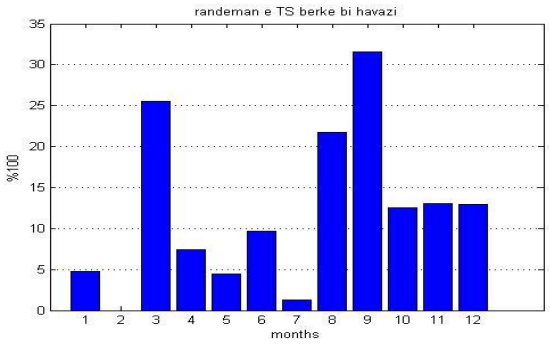
www.SID.ir



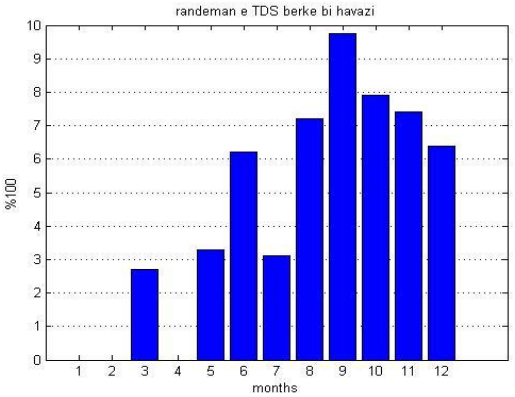
شکل ۲ :درصد حذف COD برکه بی هوازی



شکل ۳ :راندمان برکه بی هوازی در حذفTSS

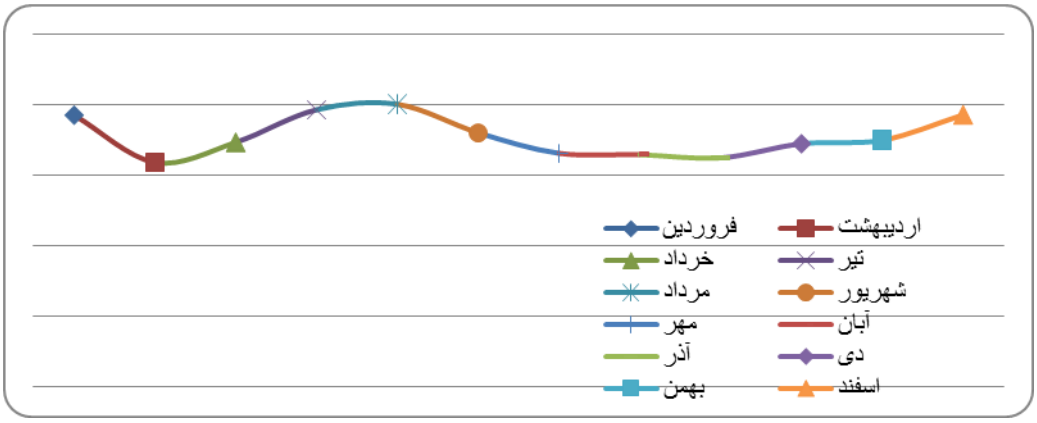


شکل ۴ : راندمان برکه بی هوازی در حذف TS



شکل ۵ :راندمان برکه بی هوازی در حذفTDS

www.SID.ir



شکل۶ :میانگین کاهش کلی فرم مدفوعی در برکه بی هوازی

جدول:۳درصد تجمعی زدایش کلی فرم‌ها وBODدر سیستم‌های مختلف برکه تثبیت

درجه سانتی گراد	BOD			کلی فرم مدفوعی		
نوع برکه	12	20	25	12	20	25
A	۴۵	۶۴	۷۰	۱۲	۲۰	۲۵
A+F	۸۰	۸۸	۹۰	۶۰	۸۶	۹۳
A+F+M	۸۶	۹۲	۹۲	۹۹	۹۹/۹۷۵	۹۹/۹۵
A+F+M+M	۹۴	۹۵	>۹۵	۹۹/۹۵	۹۹/۹۹۹۶	۹۹/۹۹۹۹۹
F	۷۵	۸۰	۸۴	۹۱	۹۷	۹۸
F+M	۸۶	۹۰	۹۳	۹۸/۲	۹۹/۹۴	۹۹/۹۹۸
F+M+M	۹۳	۹۵	>۹۵	۹۹/۹	۹۹/۹۹۸	۹۹/۹۹۹۹۳
AL	۷۰	۸۰	۸۲	۷۲	۹۳	۹۶
AL+M	۸۴	۹۲	۹۳	۹۵	۹۹/۵	۹۹/۵
AL+M+M+M	۹۳	۹۵	>۹۵	۹۹/۹	۹۹/۹۹۶	۹۹/۹۹۹

A:برکه بی هوازی(زمان ماند ۲روز)

ماخذ:احرامپوش۱۳۷۶

Archive of SID

نتایج کلی، در خصوص عملکرد برکه‌های بی هوازی تصفیه خانه شهر خمین

از آنجا که برکه‌های بی هوازی، اغلب بیش از برکه‌های اختیاری، جهت کاهش زمین مورد نیاز به کار برده می شود و در بسیاری از موارد نیز، نقش آنها به عنوان پیش تصفیه برای کاهش بار آلودگی فاضلاب می باشد و پساب خروجی از آنها، جهت تصفیه بیشتر، وارد برکه اختیاری می شود و با توجه به جدول (۲)در خصوص راندمان حذف مورد انتظار BOD توسط برکه‌های بی هوازی می توان گفت: برکه بی هوازی، سیستم تصفیه خانه خمین، عملکرد مطلوبی در حذف پارامترBOD در این مطالعه از خود نشان داده است. البته می باید خاطر نشان نمود، درکاهش جامدات معلق و قابل ته نشین، مانند یک سپتیک تانک خوب عمل نمی کند و هم چنین درنمودار ۶ که نشان دهنده کاهش میزان کلی فرم مدفوعی توسط برکه بی هوازی در این سیستم، می باشد می توان گفت که برکه بی هوازی، عملکرد قابل

www.SID.ir

قبولی را با توجه به استانداردهای آورده شده در جدول(۳) در کاهش کلی فرم مدفوعی با راندمان ۶۰ تا ۸۰درصد دراین سیستم، از خود نشان داده است .

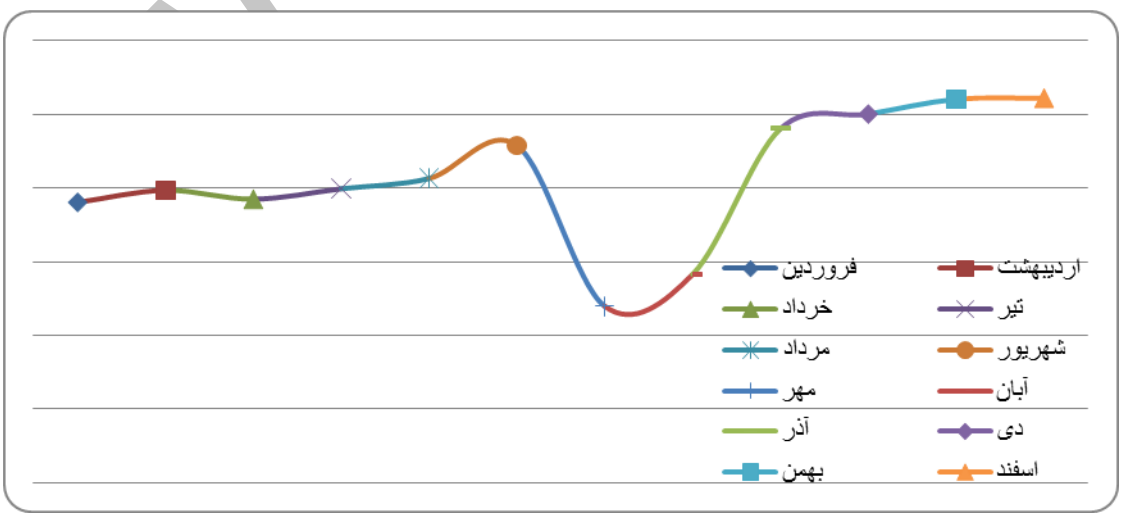
بار حجمی برکه بی هوازی

بار حجمی، برحسب گرم BOD_5 در متر مکعب در روز بیان می شود ($g\ BOD_5/m^3.d$). این معیار طراحی، شبیه اساس طراحی هاضم‌های بی هوازی لجن و فرایندهای بی هوازی، دارای رشد معلق است. طراحی بر اساس این معیار، هنوز متداول نبوده و توصیه‌هایی که برای بار حجمی وجود دارد، به شرح زیر قابل استناد است:مارا توصیه می کند که بار، نبایستی از $g\ BOD_5/m^3.d$ ۴۰۰ تجاوز نماید، تا از بوی بد جلوگیری شود. سنرا برای جلوگیری از مشکل بو، حد بالای $g\ BOD_5/m^3.d$ ۷۰را پیشنهاد می کند. با توجه به استانداردهای موجود و آورده شده در جدول۳ و مقایسه آن با نمودار بارحجمی برکه مذکور، می توان گفت: برکه بی هوازی تصفیه خانه شهرستان خمین، در سال ۱۳۸۹ در محدوده استانداردهای موجود، از لحاظ بار حجمی، عمل کرده است .لازم به ذکر است برکه‌های تثبیت شهرستان خمین در متوسط درجه حرارت 13.2 °C در حال بهره برداری می باشند .

جدول۴:مقادیر طراحی بار حجمی در برکه‌های بی هوازی بر اساس تجربیات کشور آلمان

درجه حرارت (درجه سانتی گراد)	بارحجمی $gBOD5/M^3$-d	درصد حذف BOD
>10	100	40
10-20	20T*-100	2T+20
20-25	10T*+100	2T+20
>25	350	70

ماخذ: ندافی ۱۳۷۵



شکل۷: بارحجمی برکه بی هوازی

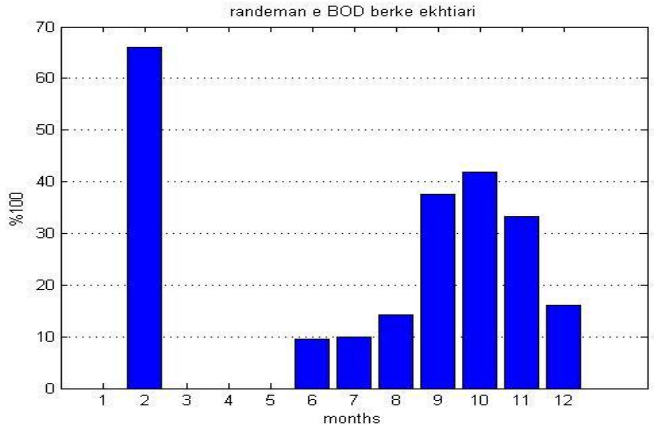
Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد برکه اختیاری سیستم تصفیه خانه شهر خمین

طراحی برکه‌های اختیاری، بر اساس حذف BODانجام گرفته و در عین حال، قسمت عمده جامدات معلق در برکه اختیاری اولیه، ته نشین شده واز فاضلاب جدا می شوند (میران زاده ۱۳۸۳).

در زیر، نمودارهای مربوط به عملکرد برکه اختیاری سیستم تصفیه خانه شهر خمین، آورده شده و مورد بحث قرار می گیرد .



شکل۸:راندمان برکه اختیاری در حذفBOD

جدول۵:میزان بار سطحی در برکه اختیاری در درجه حرارت‌های مختلف

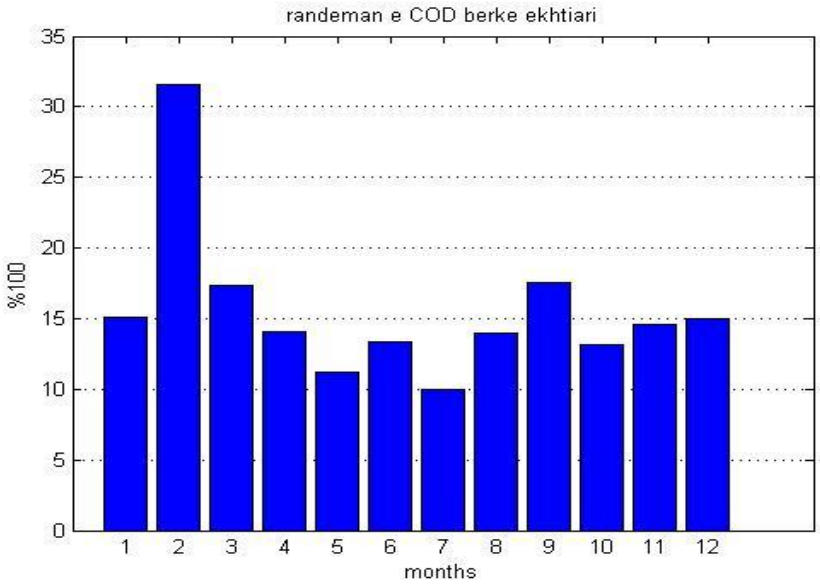
درجه حرارت (سانتی گراد)	LS(kg BOD_5/ha-d)	درجه حرارت (سانتی گراد)	LS(kg BOD_5/ha-d)
۸<	۸۰	۱۷	۱۹۹
۹	۸۹	۱۸	۲۱۷
۱۰	۱۰۰	۱۹	۲۳۵
۱۱	۱۱۲	۲۰	۲۵۳
۱۲	۱۲۴	۲۱	۲۷۲
۱۳	۱۳۷	۲۲	۲۹۱
۱۴	۱۵۲	۲۳	۳۱۱
۱۶	۱۶۷	۲۴	۳۳۱
۱۷	۱۸۳	۲۵	۳۵۰

ماخذ:میران زاده۱۳۸۳

Archive of SID

www.SID.ir

از آنجا که متوسط در جه حرارتی که براساس آن برکه، طراحی شده است، $13/2C^{\circ}$می باشد، لذا انتظار می رود برکه اختیاری درمقایسه با جدول(۵)۸۰ درصد حذف BODرا داشته باشد . برکه اختیاری طراحی شده دراین سیستم، با زمان ماند۱۵روز، در حذف BOD در بهترین حالت در اردیبهشت ماه، بالای ۶۰درصدودر ماه‌های خرداد، تیر و مرداد ماه، BOD ورودی به برکه با BOD خروجی، تفاوتی نداشته و برکه، در این ماها در کاهش این پارامتر، بسیار نامطلوب عمل کرده است. در ماه‌های دی، بهمن و اسفند نیز دارای راندمان زیر ۴۰درصد ودر ماه‌های شهریور، مهر و آبان، راندمان زیر ۲۰درصد داشته است. ودر کل درحذف پارامتر BOD خوب عمل نکرده است .



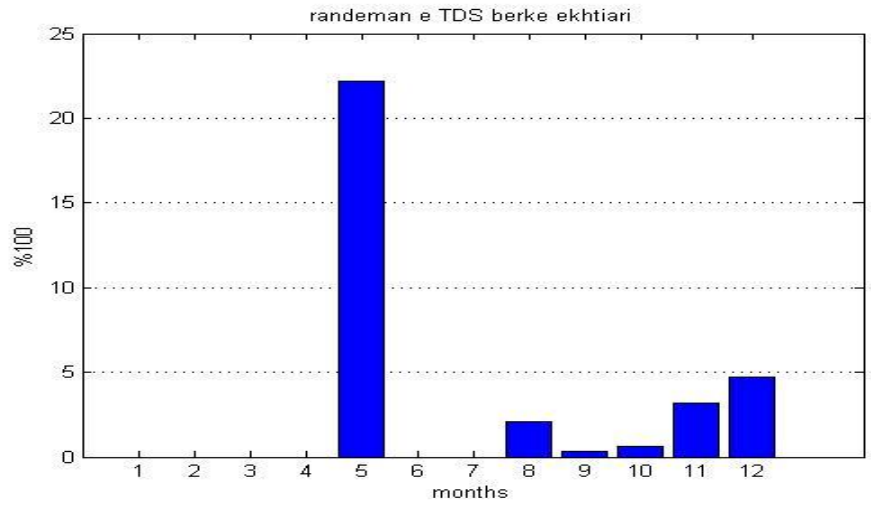
شکل۹:عملکرد برکه اختیاری، در کاهش پارامترCOD

همان طور که گفته شد، در پساب خروجی از برکه‌های تثبیت، به دلیل رشد بیش از حد جلبک‌ها، غلظت جامدات معلق، بالا خواهد بود. بالا بودن غلظت جامدات معلق، در مواردی، جهت استفاده مجدد از پساب، ممکن است مشکل ساز باشد به ویژه برای تغذیه آب‌های زیر زمینی. در سیستم آبیاری تحت فشار و قطره ای نیز، سبب مسدود شدن نازل‌ها می گردد، زیرا قسمت عمده جامدات معلق در پساب خروجی از برکه‌ها، (۹۰-۷۰درصد) شامل جلبک می باشد که از نظر زیست محیطی، دارای خطرات کمتری است. در صورت نیاز، از طریق روش‌های ارزان قیمت، می توان نسبت به جداسازی جلبک از پساب خروجی برکه‌ها اقدام نمود (موحدیان و همکاران، ۱۳۷۷). تصفیه فاضلاب در سیستم‌های برکه ای، علی رقم اینکه در زدایش BODو کلی فرم‌ها، بسیار موثر است ولی کارایی آنها در تولید پساب با غلظت پائین مواد معلق، نتیجه بخش نمی باشد. بالا بودن غلظت مواد معلق در پساب خروجی از برکه‌ها، محدود به ۴-۲ ماه از سال است که غلظت آنها، حتی در مواقعی به بیش از $100mg/l$می رسد. بالا بودن غلظت مواد معلق، به عنوان یکی از معایب سیستم برکه ای، مطرح است. در برکه‌های تثبیت، به دلیل رشد شدید جلبک‌ها، به ویژه در مناطق دارای آب و هوای گرم و آفتابی، در بسیاری از مواقع، پساب به صورت سبز رنگ بوده که علت آن، بالا بودن غلظت جلبک‌ها است. جامدات موجود در پساب خروجی از برکه‌ها عمدتا" شامل جلبک‌هاست واز نوع مواد معلق فاضلاب خام نمی باشد (میران زاده و همکاران ۱۳۷۰). در برکه اختیاری سیستم تصفیه خانه خمین، میزان حذف TSS

Archive

www.SID.ir

و نیز TS بسیار کم و در کل، در این سیستم خروجی TSS و در مواردی TS از ورودی، بیشتر می باشد (لذا نموداری در این خصوص تهیه نشد).



شکل۱۰: راندمان برکه اختیاری در حذفTDS

میزان TDSخروجی از سیستم‌های تصفیه فاضلاب، بیشتر زمانی اهمیت پیدا می کند که خروجی از تصفیه خانه، جهت مصارف کشاورزی و پرورش آبزیان و تغذیه آب‌های زیر زمینی، قرار است مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به استانداردهای موجود در این زمینه و مقایسه آنها با نتیجه حاصل شده می توان گفت: آنچه از نتایج آنالیز بر می آید این است که در کل سال، پارامتر TSS کمتر از ۱۰۰نبوده و پارامتر TDS نیز بالای ۱۵۰۰نرفته است. لذا می توان نتیجه گرفت که خروجی از این سیستم، جهت مصارف کشاورزی و پرورش ماهی، مطلوب نمی باشد.

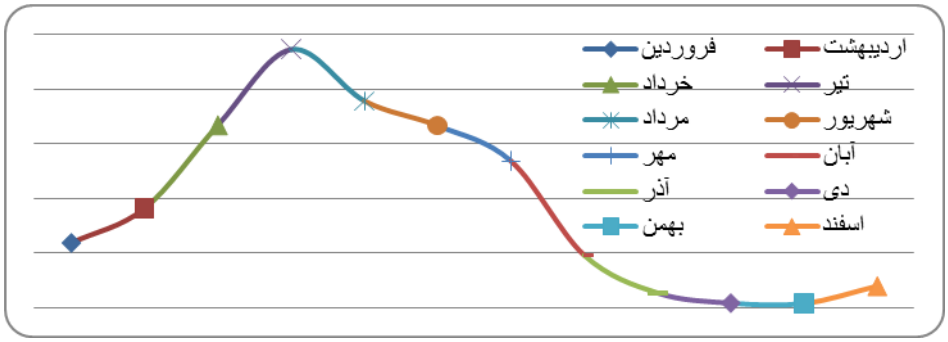
با رسطحی برکه اختیاری

با توجه به استانداردهای موجود، در خصوص بار سطحی برکه‌های اختیاری و از آنجا که متوسط سالانه دما در منطقه، با توجه به آمارهای موجود در ایستگاه کلیماتولوژی گلپایگان (۱۳/۲C°) درجه می باشد، برکه‌ها براین مبنا طراحی شده اند. متوسط حداکثر درجه حرارت در دوره آماری، در ماه تیر با حداکثر مطلق (۴۰C°)وحداقل مطلق (C° ۲۸-) درجه سانتی‌گراد گزارش شده‌است. متوسط حداکثر دمای ماهانه در ماه تیر با درجه حرارت (C° ۳۴) درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل ماهیانه دما در ماه دی، با درجه حرارت (۵/۷C°-)درجه سانتی‌گراد گزارش شده‌است. لذا عمکرد برکه‌ها در صورتی قابل توجیه است که :

در متوسط درجه حر ارت (۱۳/۲C°) با توجه به استانداردها، بار سطحی ۱۳۷ قابل انتظار می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

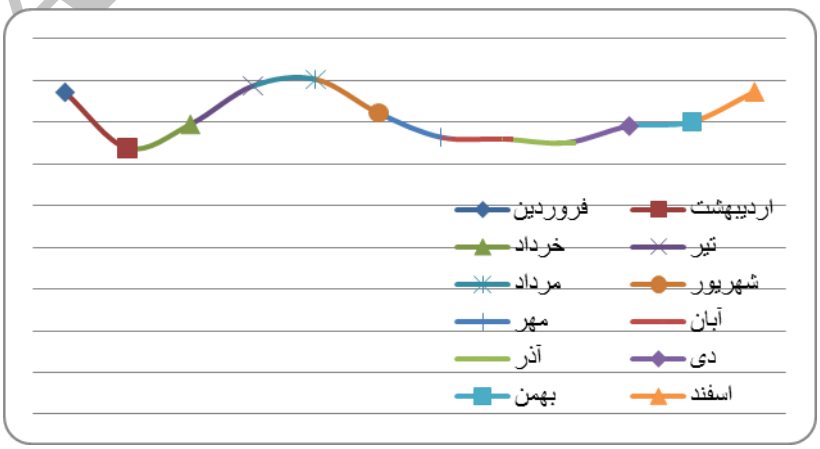


شکل ۱۱:بار سطحی ماهیانه برکه اختیاری در سال ۱۳۸۹

نتیجه کلی در خصوص عملکرد بار سطحی برکه اختیاری

با توجه به استانداردهای موجود و پارامتر تاثیر گذار دمای هوا بر روی بارسطحی برکه اختیاری و نیز میزان حداقل دمای هوا وحداکثر آن دراین شهرستان، می توان گفت برکه اختیاری، با میزان بار سطحی مطلوبی کار نمی کند .

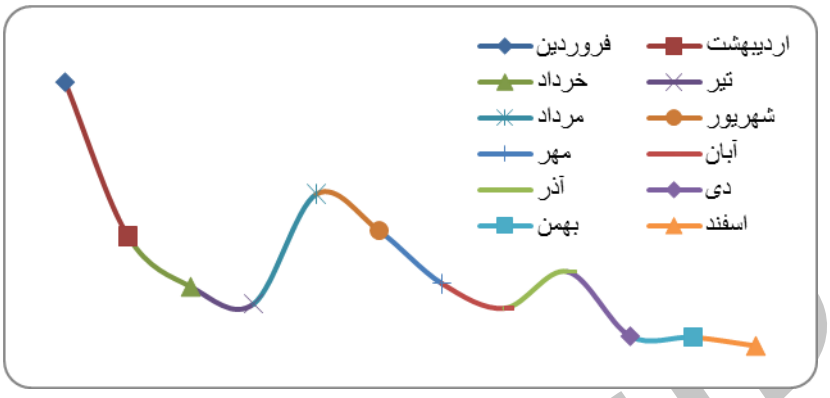
نمایی از برکه اختیاری



شکل ۱۳: میانگین درصد حذف کلی فرم در برکه بی هوازی در سال ۱۳۸۹

www.SID.ir

همان طور که از نمودار۱۳ قابل مشاهده می باشد، برکه بی هوازی، در حذف کلی فرم مدفوعی با میانگین درصد حذف، در محدوده ۸۰-۶۰ درصد عمل کرده و از آنجا که طبق محاسبات انجام شده زمان ماند برکه بی هوازی ۱روز برآورد شده است، درصد زدایش ۶۷/ ۷۴، مطابق استانداردها مورد انتظار می باشد و برکه مذکور، این انتظار را به حد مطلوبی برآورده است .



شکل ۱۴ : میانگین درصد حذف کلی فرم مدفوعی در برکه اختیاری در سال ۱۳۸۹

برکه اختیاری با زمان ماند محاسبه شده ۱۵ روز، انتظار می رود درصد زدایش ۹۷/۹۹درصد را داشته باشد که در بهترین حالت ممکن، در فروردین ماه، ۲۵.۷درصد حذف را داشته که بسیار نامطلوب عمل کرده است .

شکل ۱۵ : میانگین حذف تخم انگل در خروجی نهایی بعد از کلرزنی

نمودار ۱۵و۱۶ کیفیت پساب خروجی را از نظر کلی فرم مدفوعی وکل کلی فرم وتخم انگل نشان می دهند با توجه به جدول ۱ آورده شده در ذیل، می توان این طور بحث نمود که :

www.SID.ir

شکل ۱۶ :میانگین حذف تخم انگل بعد از کلر

جدول۶:کیفیت میکروبی پساب مورد استفاده در کشاورزی

نوع استفاده مجدد	گروه در معرض خطر	میانگین حسابی تخم نماتود روده ای(تعداد در یک لیتر)	میانگین هندسی کلی فرم مدفوعی (تعداد در ۱۰۰میلی لیتر)
آبیاری نامحدود	کارگران	<=۱	=<۱۰۰۰
محصولاتی که خام مصرف می شوند	مصرف کنندگان		
زمین‌های ورزشی	عموم جامعه		
پارک‌های عمومی			
آبیاری محدود	کارگران	<=۱	معیاری لازم نمی باشد
غلات گیاهان صنعتی			
علوف درختان مراتع			

ماخذ :میران زاده ۱۳۸۳

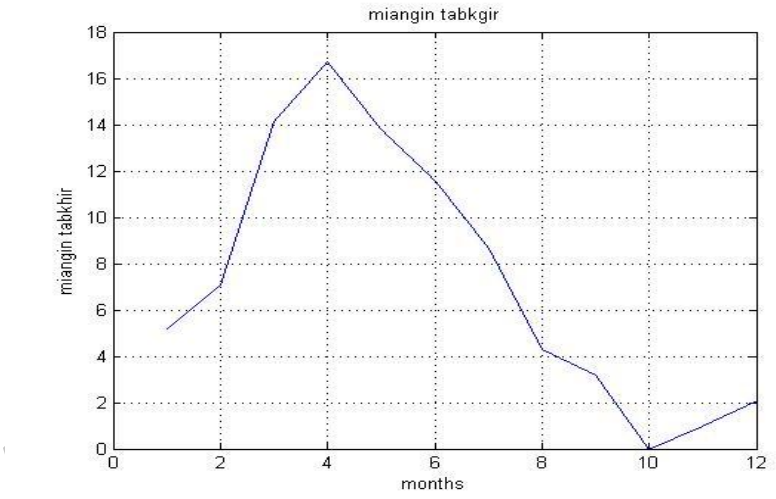
در کشور ما مسئولیت تدوین ضوابط و معیارهای استفاده مجدد از پساب، درحیطه وظایف سازمان حفاظت محیط زیست و با همکاری وزارت بهداشت و درمان ،وزارت نیرو و سازمان مدیریت و برنامه ریزی است. در این خصوص در سال ۱۳۷۸ از سوی معاونت امور محیط زیست انسانی این سازمان، ضوابط و استانداردهای زیست محیطی برای ۳نوع استفاده مجدد، شامل مصارف کشاورزی، تخلیه به آب‌های سطحی و تخلیه در چاه جاذب بیان شده است، لذا می توان گفت پساب خروجی از برکه‌های تثبیت شهرستان خمین، با درصد حذف ۹۹/۸-۹۹ ، برای کلی فرم مدفوعی وتخم انگل ۹۷-۹۰ درصد، و کل کلی فرم ۱۰۰-۹۶ درصد، بعد از واحد کلر زنی و با توجه به سایر پارا مترهای موجود مانند : خروجی..TSS،TDS، COD، BOD آنکه از نظر کل کلی فرم وکلی فرم‌های مدفوعی و تخم انگل، راندمان مطلوبی دارد .

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۷:میانگین ماهیانه pH فاضلاب برکه‌های تثبیت شهرستان خمین

PHفاضلاب ورودی		PHبرکه بی هوازی		PHبرکه اختیاری	
فروردین	۸.۱	فروردین	۸.۵	فروردین	۸.۵
اردیبهشت	۸.۶	اردیبهشت	۸.۴	اردیبهشت	۸.۶
خرداد	۸	خرداد	۸.۳	خرداد	۸.۷
تیر	۷.۲	تیر	۸.۴	تیر	۸.۶
مرداد	۸.۵	مرداد	۸.۸	مرداد	۸.۸
شهریور	۸.۱	شهریور	۸.۲	شهریور	۸.۷
مهر	۷.۹	مهر	۸.۴	مهر	۸.۴
آبان	۸.۶	آبان	۸.۳	آبان	۸.۳
آذر	۸.۲	آذر	۸.۱	آذر	۸.۵
دی	۸.۶	دی	۸.۵	دی	۸.۵
بهمن	۸.۱	بهمن	۸.۴	بهمن	۸.۷
اسفند	۸.۳	اسفند	۸.۴	اسفند	۸.۶
میانگین	۸.۳		۸.۳۹		۸.۵۷



شکل ۱۸: میانگین تبخیر در سال ۱۳۸۹

نتیجه گیری

در کل، نتاج حاصل شده از سیتم برکه‌های تثبیت شهرستان خمین به شرح زیر می باشد :

برکه‌های بی هوازی

می توان گفت برکه بی هوازی سیستم تصفیه خانه خمین در کل، عملکرد مطلوبی را دارا می باشد. البته در کاهش جامدات معلق و قابل ته نشین، مانند یک سپتیک تانک، خوب عمل نمی کند. همان طور که در نمودارکاهش میزان کلی فرم مدفوعی توسط برکه بی هوازی

www.SID.ir

می توان دید، برکه بی هوازی، عملکرد قابل قبولی را با توجه به استانداردها، در خصوص زدایش عوامل بیماری زا و با توجه به زمان ماند طراحی، دارا می باشد. درکل، برکه بی هوازی در این سیستم، در کاهش کلی فرم مدفوعی بار اندمان ۶۰ تا ۸۰ درصد، عملکرد مطلوبی را از خود نشان می دهد هم چنین برکه بی هوازی، از نظر بو، مشکل چندانی را ندارد .

برکه اختیاری

۱- با توجه به استانداردهای موجود، وپارامتر تاثیر گذار دمای هوا بر روی بارسطحی برکه اختیاری و میزان حداقل دمای هوا وحداکثر آن در این شهرستان، می توان گفت برکه اختیاری در این سیستم، با میزان بار سطحی، مطلوب کار نمی کند. و در بیشتر ماه‌های سال با بارسطحی بالاتر از استاندارد در حال کار بوده و در کاهش پارامترهای اساسی فاضلاب، هم چون COD، BOD، TOTAL COLIFOMتخم انگل، بد عمل کرده است .

۲- غلظت جامدات معلق در پساب خروجی ازسیستم، طبق نتایج آورده شده و مطابقت آن با استانداردها، بسیار بالا می باشد .

۳- همان طور که گفته شد، پساب خروجی از برکه‌های تثبیت شهرستان خمین با درصد حذف ۹۹/۸-۹۹، برای کلی فرم مدفوعی و تخم انگل، ۹۷-۹۰ درصدو کل کلی فرم ،۱۰۰-۹۶ درصد بعد از واحد کلر زنی، از نظرمیزان حذف کل کلی فرم وکلی فرم‌های مدفوعی و تخم انگل، راندمان مطلوبی دارد.

۴- از آنجا که برکه‌های اختیاری در این سیستم، عملکرد مناسبی را از خود نشان ندادند و همان طور که با استناد به منابع و جداول استانداردهای موجود و پارامتر طراحی گفته شد، این برکه‌ها در آب وهوای سرد در حال بهره برداری می باشند و به شدت تحت تاثیر فاکتورهای طبیعی، از جمله دما هستند .

۵- به دلیل اینکه بخشی از خط انتقال فاضلاب در نزدیکی تصفیه خانه، از میان زمینهای کشاورزی عبور می‌کند و دارای جاده دسترسی نیز نمی‌باشد، همواره از اواخر زمستان تا اوایل پاییز سال بعد، حجم زیادی از فاضلاب، بین راه برداشت می‌شود که نه تنها موجب کاهش حجم فاضلاب ورودی به تصفیه خانه شده، بلکه موجب نوسانات شدید فاضلاب ورودی در طول سال شده است. در طی انجام این پروژه به مدت ۶ماه از این عمل جلوگیری شده است. در واقع در ۶ماه اول سال، دبی ورودی به برکه، دارای نوسان زیادی بوده ولی در کل برکه‌های بی هوازی، در محدوده استاندارد بار حجمی کار کرده اند .

۶- از نظر نشت آب‌های زیر زمینی، از آنجا که کف برکه‌ها با ورقه‌های PVC آب بندی شده اند، احتمال نشت به آب‌های زیر زمینی دور از ذهن می باشد .

۷- در طی انجام این پروژه معلوم گردید. که بر اساس تصور موجود، بهره برداری از برکه‌های تثبیت، آسان بوده و نیاز به نیروی متخصص ندارد. در این سیستم نیروی غیرمتخصص و آموزش ندیده. عمل نمونه گیری‌های قبل از این پروژه را به طرز کاملا"اشتباه انجام داده و در نتیجه نتایج آزمایشات قبلی موجود در شرکت، آن چنان قابل استناد نمی باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه کلی

برکه‌های تثبیت شهرستان خمین که در آب و هوای سرد در حال بهره بردای می باشند، به شدت تحت تاثیر عوامل طبیعی بوده و پساب خروجی از آنها برای آبیاری زمین‌های ورزشی و آبیاری پار ک‌های عمومی، قابل استفادهبوده و استانداردهای زیست محیطی را از نظر تخم انگل و نماتود وکلی فرم‌های مدفوعی در این خصوص برآورده می سازند. هم چنین با توجه به تحقیق صورت گرفته و مقایسه آن با تحقیقات انجام شده در ایران و خارج از کشور، تاکید می شود که این سیستم‌ها نیاز به راهبری صحیح داشته و در عملکرد آنها و نتایج پساب خروجی، بسیار موثر می باشد .

پیشنهادات

طی تحقیقات صورت گرفته مشخص شده که راهبری برکه‌های تثبیت، نیاز به نیروی متخصص ندارند اما باید گفت: راهبری صحیح با نیروی متخصص، می تواند پساب خروجی مناسب تری را حاصل نماید .چنانچه قبل از شروع این پروژه و نیز در مطالعات پیش آزمون مشخص گردید، نمونه گیری از برکه‌ها توسط نیروی غیر متخصص و به طرزی نا صحیح صورت گرفته و در نتیجه در خصوص تفسیر عملکرد برکه‌ها، اثر سو به همراه دارد، لذا درراهبری برکه‌های موجود بهتر است از نیروی متخصص استفاده شود. از آنجا که برکه‌های تثبیت شهرستان خمین طبق نتایج به دست آمده، دارای نوسانات شدید بار حجمی و بار سطحی می باشد و دلایل آن نیز برداشت از فاضلاب، قبل از ورود به تصفیه خانه و بر داشت از برکه‌های اختیاری در داخل تصفیه خانه می باشد، این عمل بر زمان ماند برکه‌ها نیز تاثیر گذاشته و باعث می شود برکه‌ها با زمان ماند واقعی خود کار نکنند و در نتیجه خروجی نامناسبی را به همراه داشته باشد. لذا بهتر است از برداشت قبل و در داخل تصفیه خانه جلوگیری به عمل آید. هم چنین از آنجا که برکه‌ها در شرایط آب و هوایی سرد در حال کار می باشند و در فصل زمستان، ممکن است برکه‌ها با یخ و برف پوشیده شوند و نور خورشید در این شرایط به جلبک‌ها نرسیده و اکسیژن از طریق اتمسفر وارد برکه‌ها نمی شود و در صورت عدم وجود اکسیژن برای تجزیه هوازی تجزیه جامدات به صورت بی هوازی شروع می شود و تجزیه بی هوازی نیز به علت دمای پائین با سرعت کمی صورت می گیرد. در مقایسه با فصل گرم، در فصل سرد همان طور که نتایج آنالیز نشان می دهد، عملکرد نامطلوبی از سیستم مشاهده می شود. لذا پیشنهاد می شود به عنوان راهکار حل مشکل، در زمستان‌ها با بالا بردن سطح (فاضلاب)و کاهش عمق، از میزان اتلاف گرما کاسته شده و در این شرایط آب و هوایی، به بهبود عملکرد سیستم کمک گردد. از آنجا که برکه‌های اختیاری موجود در این سیستم با توجه به بررسی و محاسبات صورت گرفته و نیز نتایج موجود در خصوص بار سطحی مجاز با بار سطحی بیش از حد مجاز در حال کار می باشند، با افزایش زمان ماند، می توان بارگذاری بیش از حد آن را جبران نمود. هم چنین با توجه به مطالعه صورت گرفته و نیز اندازه گیری پارامترها و BOD بالای فاضلاب ورودی به تصفیه خانه، مشخص شد فاضلاب بیمارستان امام خمینی واقع در این شهرستان، بدون انجام پیش تصفیه، مستقیما" وارد تصفیه خانه می شود. این عمل، بار گذاری BOD در برکه‌ها را بالا می برد خواهد برد. در این شرایط پیشنهاد می شود جهت جلوگیری از این امر، در فاضلاب بیمارستان در ابتدا پیش تصفیه صورت گرفته و سپس به تصفیه خانه وارد شود. در صورتی که کل جمعیتی که طراحی برای آنها صورت پذیرفته به شبکه متصل شوند، برکه‌ها با دبی واقعی و نوسانات کمتر، کار خواهند کرد و در نتیجه در عملکرد آنها بهبود حاصل خواهد شد .

Archive of SID

www.SID.ir

از آنجا که در این مطالعه مشخص شد برکه‌های اختیاری عملکرد نامطلوبی را در این سیستم از خود نشان می دهند، پیشنهاد می گردد بر روی برکه اختیاری از نظر نوع جلبک، جلبک‌های غالب و... در این شرایط آب و هوایی، مطالعاتی انجام پذیرد تا تاثیر جلبک‌ها بر روی عملکرد برکه سنجیده شود .

هم چنین پیشنهاد می گردد پس از پایان یافتن ساخت مدول ۱ و اتصال کلیه انشعابات محاسبه شده در طراحی و را ه اندازی برکه تکمیلی، مطالعه ای بر روی عملکرد برکه‌ها و پارامترهای خروجی صورت پذیرفته واثر وجود برکه تکمیلی و راندمان خروجی نهایی از تصفیه خانه و در کل، نتایج بررسی عملکرد با مطالعه مذکور مقایسه گردد (لازم به ذکر است مطالعه انجام شده بر روی مدول ۱ تصفیه خانه صورت پذیرفته است).

لازم می دانم از زحمات بی دریغ استاد گرانقدر و ارجمندم جناب آقای دکتر افشین تکدستان به خاطر همراهی و صرف وقت و حوصله بسیار برای انجام کار در کلیه مراحل انجام پروژه، قدرانی وتشکر نمایم و ازخداوند متعال توفیق روز افزون این استاد گرانقدر را خواستارم. هم چنین با تشکر و قدردانی فراوان از جناب آقای دکتر امیر حسام حسنی و جناب آقای دکتر مهدی احمدی مقدم که با دقت نظر و صبر و حوصله وافر در مراحل انجام این تحقیق، بنده را یاری نمودند، توفیق روز افزون ایشان را در کلیه مراحل زندگی از خداوند متعال خواستارم.

منابع

- **زاکی زاده،ب.(۱۳۸۳)**.برسی عملکرد برکه‌های تثبیت در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی آبادان و ارائه روشهای آن .پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد.دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران.صفحه ۲۵-۲۹.
- **موحدیان، ح. و تکدستان،الف.(۱۳۷۷)**.ضوابط بهداشتی جهت استفاده و یادفع لجن فاضلاب شهری,مجله آب و فاضلاب شماره .۲۷.
- **میران زاده .م، و زاهدی، م. (۱۳۷۰)**.ارزیابی عملکرد برکه‌های تثبیت در تصفیه فاضلاب شهری (در آب و هوای سرد) ،انتشارات مرسل . صفحه ۱۵۹.
- **ساکیان دزفولی ،م.بدلیانس ،گ و جعفرزاده ،ن.(۱۳۷۷)**.بررسی علل کاهش کارایی تصفیه خانه به روش برکه تثبیت هویزه جنوبی در مواقع مشخصی از سال،دومین سمینار کشوری بهداشت محیط.
- **Ayres, R.M. (1989).** Enumeration of parasitic helminthes Raw and Treated aste Water 18th.Edition.
- **Brook, A.s., Rozenwald, M.N., Gehoring, L.D., Lion,. w and Steenhuis, T.S. (2000).** Phosphors Removal by Wolastonite:a Constracted Wetland Subestere .Ecological Engineering,15,121,132**.**
- **Kame, M. .(2008).** Performance Evaluation of a Waste Stabilization Pond in a Rural Area in Egypt.4(4), pp.316-325.

Archive of SID

www.SID.ir