علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره دو ، تابستان ۹۳

تأثیر زمان ماند و دما بر کارایی سیستم برکه ی تثبیت در تصفیه فاضلاب نفت

عبداله درگاهی [۱*]
a.dargahi29@yahoo.com
مقداد پیرصاحب [۲]
محمدتقی سوادپور [۳]
مرتضی عالیقدری [٤]
مهرداد فرخی [٥]

تاریخ دریافت:۹۲/۴/۶ تاریخ پذیرش:۹۳/۱/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: بهترین و کم هزینه ترین روش تصفیه پساب های آلوده، استفاده از روش های تصفیه بیولوژیکی است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر زمان ماند و دما بر کارایی سیستم برکه های تثبیت در حذف ترکیبات آلی، ازت آمونیاکی و فسفات از فاضلاب پالایشگاه نفت می باشد.

روش بررسی: این مطالعه از نوع تجربی است که در آن برکه تثبیت بی هوازی با ابعاد ۱×۰/۲×۱ متر و برکه اختیاری در مقیاس آزمایشگاهی با ظرفیت ۴۰۰ لیتر با استفاده از ورقه فایبرگلاس با ضخامت ۶ میلی متر طراحی، ساخته و راه اندازی گردید. زمان ماند هیدرولیکی ۲ و ۵ روز برای برکه بی هوازی و برای برکه اختیاری ۵ و ۱۰ روز در دو دمای سرد و گرم منظور گردید. سپس پارامترهای ازت آمونیاکی و فسفات به ترتیب در طول موج nm ۴۲۵ و ۶۹۰ و همچنین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی کل، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی محلول، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی کل، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی محلول و pH نمونه ها طبق روش های استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب،اندازه گیری شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که زمان ماند و دما تاثیر چشمگیری بر کارایی برکه های تثبیت فاضلاب دارند. به طوری که کارایی برکه های تثبیت بی هوازی و اختیاری در حذف ترکیبات آلی با افزایش دما و زمان ماند، افزایش پیدا می کند($p<۰/۰۵$). بیش ترین بازده حذف

۱- مربی و عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی خلخال، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ایران*(نویسنده مسئول)
۲- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه
۳- مربی و عضو هیئت علمی گروه پرستاری، دانشکده علوم پزشکی خلخال، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ایران
۴- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ایران
۵- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، ازت آمونیاکی و فسفات به ترتیب ۹۳/۳۱، ۹۳/۶۶، ۸۸/۱۵ و ۷۳/۱۷٪ (در زمان ماند ۵ روز بی هوازی و ۱۰ روز اختیاری و دمای گرم) و کم ترین بازده حذف این پارامترها توسط این سیستم به ترتیب ۴۱/۴۷، ۴۰/۵۵، ۳۴/۲۶ و ۲۲/۴۶ ٪ (در زمان ماند ۲ روز بی هوازی و ۵ روز اختیاری و دمای سرد) به دست آمد. همچنین تنها جلبک موجود در برکه اختیاری، فرمدیوم بوده که در غلظت های بالای سولفور قادر به رشد می باشد.

نتیجه گیری: نتیجه این بررسی نشان داد که برکه های تثبیت در مقیاس پایلوت، برای دمای گرم در صورت راهبری مناسب، قابلیت حذف ترکیبات آلی با کارایی بالا را دارا است، لکن برای هوای سرد کارایی آن پایین اما در حد مقبول می باشد.

واژه های کلیدی: برکه تثبیت، زمان ماند، دما، حذف زیستی ترکیبات آلی، فاضلاب نفت.

مقدمه

فاضلاب ها به عنوان یکی از مهم ترین عوامل آلوده کننده زیست محیطی شناخته شده و چنانچه پساب خروجی، حاوی فاکتورهای آلاینده‌ای با غلظت بیشتر از استاندارد دفع باشد، آثار سوء ناشی از آن به صورت تهدید در سلامت محیط زیست پذیرنده ظاهر می شود(۱). یکی از انواع فاضلاب های صنعتی، فاضلاب پالایشگاه نفت می باشد که دارای مقادیر زیادی روغن و چربی به صورت ذرات معلق، هیدروکربن های سبک و سنگین، فنل و مواد آلی حل شده دیگر است که اگر بدون تصفیه، به محیط تخلیه شود خطر آلودگی محیط زیست را در پی خواهد داشت(۲ و ۳). برکه های تثبیت فاضلاب ساده ترین فرآیندی است که انسان توسط آن سعی در تثبیت مواد قابل تجزیه زیستی دارد که دراین جا انسان شرایط مطلوب را برای فرآیندهای طبیعی پالایش ایجاد می کند و نیروهای طبیعت(نور خورشید، باد، درجه حرارت، گیاهان خودرو و حیات جانوری) امکان می یابند تا بر روی فاضلاب عمل کنند(۴). برکه های تثبیت ابتدایی ترین فرآیند تصفیه بیولوژیکی را به کار می گیرند. این برکه ها به منظور ایجاد پساب خروجی مناسب جهت تخلیه در آب های پذیرنده و همچنین بازیافت آب با کم ترین هزینه و نیروی کار ماهر توسعه داده شده اند(۵). اولین سیستم برکه تثبیت جهت تصفیه فاضلاب در شهر سان انتونیو در ایالت تگزاس آمریکا به بهره برداری رسید و بعد از آن کالیفرنیا، داکوتای شمالی و دیگر ایالت های آمریکا از برکه تثبیت برای تصفیه فاضلاب استفاده کردند و به این ترتیب تا سال۱۹۸۰، تقریبا" ۷۰۰۰ برکه تثبیت فاضلاب در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت(۶). در حال حاضر تعداد بسیاری از برکه های تثبیت فاضلاب در سایر کشورهای جهان مانند فرانسه، آلمان، پرتغال، هند، پاکستان، اردن و تایلند جهت تصفیه فاضلاب های خانگی و صنعتی به طور چشمگیری مورد استفاده قرار گرفته است(۷ و ۸). از مزایای برکه ها می توان به ارزان بودن، بازده بالا، قابلیت تحمل شوک مواد آلی و سمی و بالا بودن بازده حذف فلزات سنگین اشاره کرد. هر چند معایبی مانند تولید و پرورش حشرات، بالا بودن غلظت جامدات معلق، نیاز به زمین بالا، اتلاف زیاد آب و احتمال آلودگی آب های زیرزمینی می تواند از معایب آن باشد(۹). معمولاً برکه های تثبیت به صورت یک رشته از برکه های بی هوازی، اختیاری و تکمیلی می باشد. در این سیستم، آلاینده ها از طریق ته نشینی و یا تبدیل طی فرآیندهای بیولوژیکی و شیمیایی از جریان فاضلاب حذف می شوند(۹). برکه های بی هوازی با عمق ۵-۳ متر و زمان ماند ۵-۲ روز احداث می گردند(۴) و جهت شرایط بی هوازی میزان بار حجمی آن ها به ۴۰۰-۱۰۰ $gBOD/m^3.d$ می رسد(۱۰). این برکه ها در فصل سرد عموماً به عنوان ته نشینی جامدات عمل می کنند، ولی در فصل گرم با افزایش دمای محیط($T>20^{\circ}C$) تا ۷۰ ٪ کاهش BOD_5 دارند(۱۱). برکه های اختیاری متداول ترین نوع برکه ها هستند که در لایه های فوقانی آن ها به دلیل وجود اکسیژن محلول شرایط هوازی وجود دارد و در لایه های تحتانی به دلیل عدم اکسیژن محلول شرایط بی هوازی غالب است. لایه حد وسط نیز در بین لایه هوازی شناسایی شده است. عمق این برکه ها معمولاً بین ۲/۵-

Archive of SID

www.SID.ir

۱/۵ متر و زمان ماند آن ها بین ۷۰-۳۰ روز می باشد(۱۲). تصفیه فاضلاب در برکه های تثبیت به طور اساسی در اثر کمپلکس جلبک ها و باکتری ها حاصل می شود. در حالی که اکسیداسیون مواد آلی به وسیله باکتری ها صورت می گیرد و عمل اکسیداسیون ناشی از اکسیژن محلولی است که توسط جلبک ها در اختیار باکتری ها قرار داده می شود(۱۳).

با توجه به این که در خصوص حذف ترکیبات آلی از فاضلاب پالایشگاه نفت توسط سیستم برکه ای تحقیقات گسترده ای صورت نگرفته است، لذا در این تحقیق با ساخت پایلوت برکه های تثبیت بی هوازی و اختیاری به صورت سری و بهره برداری از آن در جریان پیوسته به بررسی تأثیر زمان ماند و دما بر کارایی سیستم برکه های تثبیت در حذف ترکیبات آلی، ازت آمونیاکی و فسفات از فاضلاب پالایشگاه نفت کرمانشاه پرداخته شده است. همچنین با توجه به نیاز به صرف هزینه زیاد سرمایه گذاری و راهبری برای تصفیه کامل فاضلاب پالایشگاه های نفت با روش های مکانیکی تصفیه، ضرورت دارد تا روشهای ساده که نیاز به نیروی انسانی بهره بردار ماهر نداشته باشد و هزینه راهبری آن نیز پایین باشد، به عنوان یک پیش تصفیه که بتواند حداکثر کاهش آلاینده ها را در بر داشته باشد، مورد مطالعه قرار گیرد.

روش بررسی

این مطالعه از نوع تجربی است، که برای انجام آن، پایلوت سیستم برکه های تثبیت بی هوازی و اختیاری ساخته شد.

طراحی سیستم برکه های تثبیت

در این مطالعه، سیستم برکه تثبیت متشکل از بی هوازی در مقیاس پایلوت با ابعاد ۱×۰/۲×۱ متر و برکه اختیاری درهمان مقیاس با ظرفیت ۴۰۰ لیتر با استفاده از ورقه فایبرگلاس با ضخامت mm ۶ طراحی، ساخته و راه اندازی گردید. دمای هوای محیط بین ۲۵ تا ۴۲ درجه سانتی گراد متغیر بود. متوسط دمای داخل برکه۲±۲۱درجه سانتی گراد نگه داری شد.

ورودی برکه تثبیت در ۳۰ساتی متری بالاتر از کف، تعبیه گردید. مشخصات کامل پایلوت مورد استفاده، در شکل شماتیک ۱ نشان داده شده است. برکه با استفاده از فاضلاب خروجی از واحد جداکننده روغن و گریس پالایشگاه نفت کرمانشاه به صورت روزانه بارگذاری گردید نتایج آزمایش های اولیه برای تعیین کیفیت این فاضلاب در جدول ۱ ارایه شده است.

برای تامین نور مورد نیاز برکه اختیاری از لامپ های فلورسنت با میزان روشنایی ۶۹۰ لوکس در ۱۲ ساعت در روز تامین گردید. همچنین برای تامین باد سیستم از یک دمنده برقی در سطح استفاده شد.

بذرپاشی سیستم برکه های تثبیت

قبل از راه اندازی سیستم نسبت به بذر پاشی و تلقیح آن اقدام گردید. بدین ترتیب که قبل از بارگذاری سیستم با فاضلاب، مقدار ۱/۵ لیتر لجن فاضلاب شهری و یک لیتر لجن حاصل از تصفیه خانه پالایشگاه نفت که از قبل آماده شده بود، پس از به هم زدن و یکنواخت نمودن به ورودی سیستم منتقل گردید. پس از بذر پاشی به مدت ۳ ماه، سیستم برکه تثبیت جهت راه اندازی آماده گردید.

راه اندازی سیستم برکه های تثبیت

منظور از راه اندازی سیستم، آماده کردن آن برای تصفیه فاضلاب مورد نظر می باشد. یکی از پارامترهای مهم در تصفیه فاضلاب به وسیله سیستم های بی هوازی، آمایش سیستم و تدارک ابزارهای موثر در تصفیه، به ویژه فراهم نمودن جمعیت میکروبی مناسب برای عملیات تصفیه می باشد. بذر پاشی و تلقیح سیستم با بذر مناسب، دستیابی به جمعیت میکروبی را تسهیل می کند. در این مطالعه پس از بذر پاشی و تلقیح سیستم، تغذیه آن با ترکیبی از ملاس به عنوان غذای کمکی جهت تنظیم بار آلی سیستم و فاضلاب پالایشگاه نفت آغاز گردید. ملاس به عنوان منبع مناسبی از کربن و انرژی برای اغلب باکتری های بی هوازی قابل استفاده می باشد. زمان ماند هیدرولیکی برکه بی هوازی در این مطالعه ۲ و ۵ روز و بارهیدرولیکی این سیستم ۹۵ و۴۰ لیتر در روز برای دو دمای گرم(دمای بیشتر از ۲۰ درجه سانتی گراد) و سرد(دمای کم تر از ۱۰ درجه سانتی گراد) منظور گردید. (برای زمان ماند ۵ روز

Archive of SID

www.SID.ir

جهت تنظیم بار حجمی در برکه بی هوازی به ورودی سیستم ملاس اضافه گردید.) زمان ماند برای برکه اختیاری ۵ و ۱۰ روز و بار سطحی آن به ترتیب ۸۹/۹۷ و (kgBOD/ha).day ۹۹/۴۶ تنظیم گردید.

سپس پارامترهای ازت آمونیاکی و فسفات به ترتیب در طول موج ۴۲۵ و ۶۹۰ nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Varian مدل UV-120-02 برای هریک از نمونه ها و همچنین TCOD، SCOD، TBOD، SBOD و pH آن ها در دو دمای گرم(بالای ۲۰ درجه سانتی گراد) و سرد(کم تر از ۱۰ درجه سانتی گراد) مطابق روش های استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب اندازه گیری شد(۱۴).

برای نگه داری و تحقق شرایط بی هوازی برکه توان اکسیداسیون و احیای برکه اندازه گیری شد. این پارامتر با استفاده از دستگاه Kent ORP meter مدل ۷۰۲۰ با سنسور مدل Eil تعیین مقدار گردید. پس از تعیین مقدار پارامترهای انتخابی، محاسبه ٪ حذف پارامترهای آلاینده مورد نظر صورت گرفت.

در این تحقیق برای دو زمان ماند و دو دما، مجموعاً ۲۵۲۰ نمونه مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای مقایسه کارایی برکه های تثبیت در حذف پارامترهای مورد اندازه گیری در دو دما و دو زمان ماند مختلف از نرم افزار spss-17 و آزمون آماری آنووا یک‌طرفه و T-Test تک گروهی استفاده شد.

تمامی مراحل نمونه برداری و انجام آزمایش در این تحقیق مطابق با دستورالعمل های کتاب استاندارد متدز انجام یافت(۱۴). شرایط بهره برداری سیستم برکه تثبیت بر اساس تجارب االماسی و پسکاد(۱۹۹۴) می باشد(۱۵).

اندازه گیری ازت آمونیاکی: ازت آمونیاکی فاضلاب ورودی و خروجی سیستم با استفاده از روش نسلریزاسیون مستقیم(Method 4500 C) به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر Varian مدلUV-120-02 در طول موج ۴۲۵ نانومتر اندازه گیری شده است.

اندازه گیری فسفات: فسفات فاضلاب ورودی و خروجی سیستم با استفاده از روش کلرور قلع (Method 4500 P) به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر Varian مدل UV-120-02 در طول موج ۶۹۰ نانومتر اندازه گیری شده است.

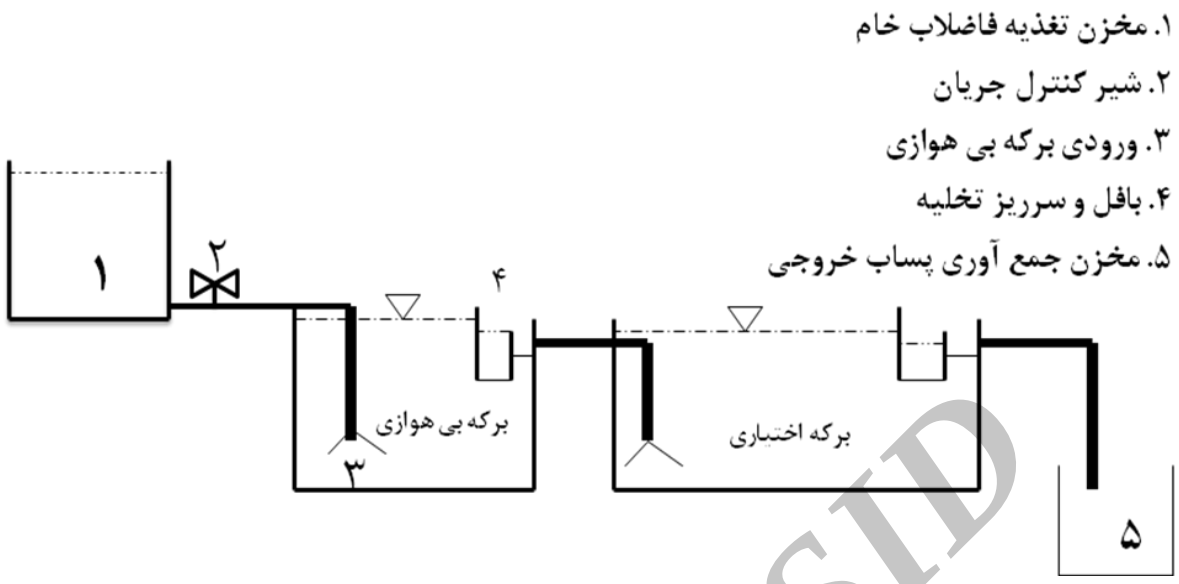
اندازه گیری SCOD: برای اندازه گیری SCOD، مقدار لازم از نمونه های برداشت شده از کاغذ صافی(Whatman 42) عبور داده شد. سپس مقدار ۲/۵ میلی لیتر از نمونه صاف شده(محلول زیر صافی) جهت اندازه گیری SCOD مورد استفاده قرارگرفت. مقدار ۱/۵ میلی لیتر محلول استاندارد پتاسیم دی کرومات ۰/۱۲۵ نرمال و ۳/۵ میلی لیتر اسید سولفوریک مخصوص COD به نمونه اضافه گردید. نمونه بلانک(Blank) و نمونه استاندارد نیز به موازات نمونه های اصلی تدارک گردید. پس از آماده شدن نمونه ها در پیچ لوله ها را محکم بسته و جهت رفلاکس در رآکتور COD قرار داده شد و تمام لوله ها به مدت ۲ ساعت تحت درجه حرارت ۱۵۰ قرار گرفت. پس از اتمام عمل رفلاکس، لوله ها از بلوک حرارتی خارج و تا درجه حرارت محیط آزمایشگاه سرد شد. به نمونه ها یک قطره معرف فروئین اضافه گردید و با استفاده از محلول استاندارد فروآمونیوم سولفات ۰/۰۵ نرمال تا تغییر رنگ معرف تیتر شد و سپس مقدار SCOD نمونه ها با توجه به مقدار فرو آمونیوم سولفات(FAS) مصرفی محاسبه شد.

جدول۱- نتایج کیفیت فاضلاب خام پالایشگاه نفت کرمانشاه بعد از واحد جداسازی روغن و گریس

پارامتر	میزان
TCOD	۶۲۲ mg/l
SCOD	۴۹۵mg/l
TBOD	۲۰۴ mg/l
SBOD	۱۲۶ mg/l
TSS	۵۶ mg/l
VSS	۴۴mg/l
N-NH3	۱۳/۱mg/l
pH	۷/۹

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- شماتیک سیستم برکه ای

یافته ها

نتایج حاصل از آزمایش های فاضلاب ورودی و پساب خروجی از برکه های تثبیت جهت تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت کرمانشاه برای برکه بی هوازی با زمان ماند ۲ روز و برکه اختیاری با زمان ماند ۵ روز در جدول ۲ و نمودارهای ۱ و۲ ارایه شده است. همان‌طور که در این جدول و نمودارها مشاهده می گردد، در سیستم برکه های تثبیت با افزایش دما، میزان حذف پارامترهای مورد مطالعه افزایش یافته است. به طوری که بیش ترین میزان حذف پارامترهای TBOD، SBOD، TCOD، SCOD، NH3 و PO4 از فاضلاب نفت در خروجی نهایی سیستم برکه ای به ترتیب ۸۶/۲۹، ۸۲/۴، ۸۷/۷۳، ۸۶/۳۵، ۸۵/۵ و ۶۹/۱۸ ٪ در دمای گرم و کم ترین میزان آن ها به ترتیب ۴۰/۵۵، ۲۶/۴۶، ۴۱/۴۷، ۲۷/۹۲، ۳۴/۲۹ و ۲۲/۴۶ ٪ در دمای سرد و زمان ماندهای مختلف سیستم برکه ای(زمان ماند ۲ روز برکه بی هوازی و ۵ روز برکه اختیاری) صورت گرفته است.

همچنین با توجه به نتایج آزمایش های فاضلاب ورودی و پساب خروجی از برکه های تثبیت جهت تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت کرمانشاه برای برکه بی هوازی با زمان ماند ۵ روز و برکه اختیاری با زمان ماند ۱۰ روز در جدول ۳ و نمودارهای ۳ و۴مشاهده می‌گردد که با افزایش زمان ماند و افزایش دما، میزان حذف پارامترهای مورد مطالعه توسط سیستم برکه های تثبیت افزایش یافته است. چنان که که بیش ترین میزان حذف پارامترهای TBOD، TCOD،SBOD ، SCOD، NH3 و PO4 از فاضلاب نفت در خروجی نهایی سیستم برکه ای به ترتیب ۹۳/۶۶، ۹۱/۶۸، ۹۳/۳۱، ۹۱/۲۵، ۸۸/۱۵ و ۷۳/۱۷ ٪ در دمای گرم و کم ترین میزان حذف آنها توسط این سیستم به ترتیب ۵۵/۹۵، ۴۱/۸۲، ۶۴/۱۲، ۵۸/۸۵، ۳۹/۲۵ و ۳۱/۲۷ ٪ در دمای سرد و زمان ماندهای مختلف سیستم برکه ای(زمان ماند ۵ روز برکه بی هوازی و ۱۰ روز برکه اختیاری) به دست آمد. قابل توجه است که جهت تنظیم بار حجمی برای زمان ماند ۵ روز در برکه بی هوازی به ورودی سیستم ملاس اضافه گردید.

جدول ۴ خلاصه آنالیز واریانس برای پارامتر های متغیر مستقل جهت مطالعه تعیین اثر دما و زمان ماند بر کارایی سیستم برکه‌های تثبیت را نشان می دهد. همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود با افزایش زمان ماند و دما، میزان

Archive of SID

www.SID.ir

حذف پارامترهای مورد بررسی به طور معنی داری کاهش می یابد($p = ۰/۰۰۱$)

لازم به ذکر است که در تمام مدت تحقیق مقدار pH در ورودی برکه تثبیت(فاضلاب خام) در محدوده ۸-۷/۵، در پساب برکه بی هوازی حدود ۷/۵- ۶/۵ و در پساب برکه تثبیت اختیاری حدود ۸/۵-۷/۵ به دست آمد. در برکه تثبیت اختیاری مقدار اکسیژن محلول ۴-۲ میلی گرم در لیتر بود، که سبب رشد زیاد لارو حشرات از جمله پشه در سطح برکه اختیاری شد.

قابل ذکر است که در این مطالعه با ترکیب فاضلاب نفت و خانگی تنوع مختلفی از جلبک ها در برکه اختیاری مشاهده گردید که دلیل آن کاهش مقدار سولفور موجود در فاضلاب ورودی به برکه اختیاری می باشد. سپس فاضلاب نفت به تنهایی به سیستم برکه اختیاری اضافه گردید با وجود شرایط کاملا مناسب برای برکه اختیاری فقط جلبک فورمدیوم مشاهده شد که علت وجود آن مقاومت در برابر سولفور فاضلاب ورودی بود. همچنین در پساب خروجی از سیستم برکه تثبیت، بوی نفت که در فاضلاب خام و برکه بی هوازی قابل تشخیص بود یافت نشد.

علاوه بر این متوسط توان اکسیداسیون و احیای برکه بی هوازی (ORP< -۲۴۶) شرایط بی هوازی را در درون برکه بی هوازی در دو زمان ماند ۲ و ۵ روز و دو دمای گرم و سرد تایید می نماید.

جدول۲- مشخصات فاضلاب ورودی و پساب خروجی از برکه ها جهت تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت کرمانشاه (زمان ماند برای برکه بی هوازی ۲ روز و برکه اختیاری ۵ روز)

پارامتر		فاضلاب ورودی به برکه بی هوازی		پساب خروجی از برکه بی هوازی		پساب خروجی از برکه اختیاری	
		دمای گرم	دمای سرد	زمان ماند ۲ روز		زمان ماند ۵ روز	
				گرم	سرد	گرم	سرد
BOD_5 (mg/l)	TBOD	۲۱۰/۶۳±۳۱/۲۶	۲۱۹/۳۷±۳۰/۷۴	۵۹/۸۳±۲۰/۳۱	۱۳۵/۶±۱۸/۲۹	۲۸/۸۶±۹/۸۹	۱۳۰/۴۰±۱۴/۵۳
	SBOD	۱۳۱/۲۴±۲۶/۷۳	۱۴۵/۸±۲۸/۹۶	۴۰/۸±۱۶/۰۴	۱۲۷/۲۲±۱۷/۰۴	۲۳/۰۶±۸/۹۵	۱۰۷/۲۲±۱۷/۰۴
COD (mg/l)	TCOD	۶۵۱/۰۰۷±۷۹/۸۵	۶۶۴/۶۵±۷۱/۴۵	۱۶۲/۷۶±۹۱/۷۲	۴۳۰/۹۶±۵۱/۰۵	۷۹/۸۳±۴۴/۹۱	۳۸۸/۹۶±۵۱/۰۵
	SCOD	۵۱۰/۹۵±۷۸/۶۵	۵۲۰/۷۵±۷۹/۸۳	۱۳۶/۱۷±۷۳/۳۶	۴۰۷/۳۱±۵۲/۰۸	۶۹/۷۴±۳۷/۷۹	۳۷۵/۳۱±۵۰/۰۳
NH_3(mg/l)		۱۳/۷۱±۵/۱۶	۱۴/۳±۳/۷	۶/۵۹±۳/۰۳	۱۱/۷±۳/۰۷	۱/۹۸±۰/۹۱	۹/۴±۱/۷۸
فسفات (mg/l)		۱/۷۲±۰/۸۲	۷/۷۹±۰/۳۷	۰/۶۱±۰/۳۳	۷/۰۵±۰/۳۲	۰/۵۳±۰/۲۸	۶/۰۴±۰/۴۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مشخصات فاضلاب ورودی و پساب خروجی از برکه ها جهت تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت کرمانشاه

(زمان ماند برای برکه بی‌هوازی ۵ روز و برکه اختیاری ۱۰ روز)

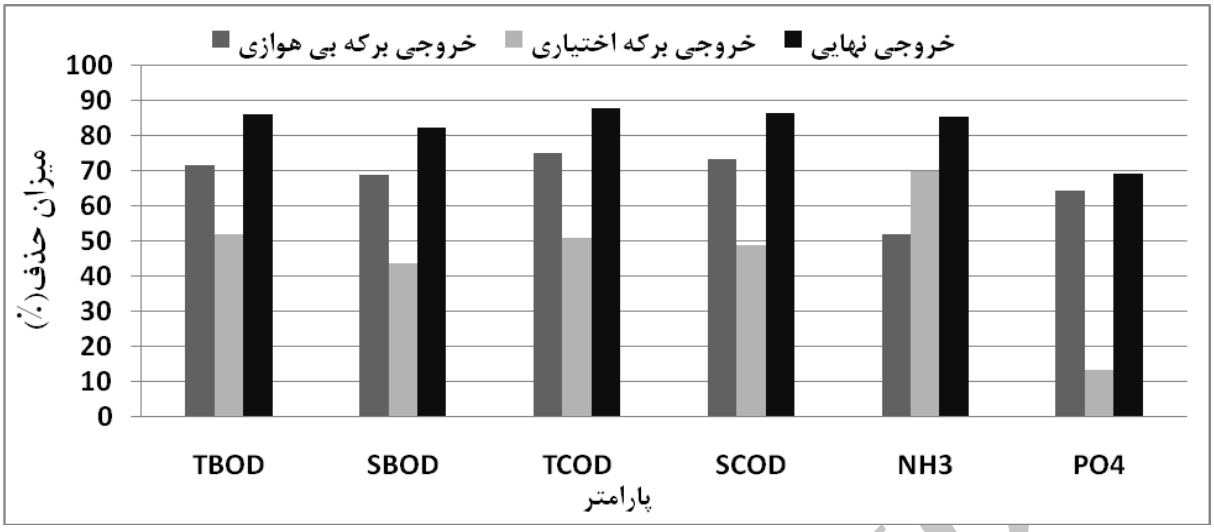
پارامتر		فاضلاب ورودی به برکه بی هوازی		پساب خروجی از برکه بی هوازی		پساب خروجی از برکه اختیاری	
		دمای گرم	دمای سرد	زمان ماند ۵ روز		زمان ماند ۱۰ روز	
				گرم	سرد	گرم	سرد
BOD_5 (mg/l)	TBOD	۵۰۰/۰۷±۳۴/۸۱	۵۲۱/۰۳±۳۵/۶۱	۱۰۶/۴۸±۱۶/۹۸	۲۹۳/۵±۳۳/۷۲	۳۱/۶۶±۱۰/۹۹	۲۲۹/۵±۳۳/۷۲
	SBOD	۴۱۸/۶۷±۳۴/۸۱	۳۷۹/۲۳±۳۳/۵۵	۹۶/۹۲±۱۰/۶۹	۲۷۱/۶±۳۳/۷۲	۳۴/۸۱±۱۱/۴۳	۲۲۰/۶±۵۳/۱۳
COD (mg/l)	TCOD	۱۵۸۶/۰۶±۱۹۹/۶۶	۱۶۱۳/۲۱±۲۰۳/۶۵	۳۱۶/۳۲±۶۹/۴۲	۹۰۰/۶±۱۲۴/۸	۱۰۶/۰۶±۵۵/۹۵	۵۷۸/۶۷±۱۲۳/۷۶
	SCOD	۱۴۳۵/۴۶±۱۹۹/۶۶	۱۳۳۷/۰۱±۱۹۷/۸۹	۳۰۳/۶۲±۵۶/۸۲	۸۹۷/۱±۱۱۹/۹۷	/۵±۴۶/۹۲	۵۵۰/۱۴±۱۱۹/۹۷
NH_3(mg/l)		۱۶/۳۸±۲/۱۸	۱۱/۸۲±۲/۱۶	۶/۳۹±۱/۰۶	۱۱/۴±۲/۱۴	۱/۹۴±۱/۰۵	۷/۱۸±۱/۴
فسفات (mg/l)		۲/۴۶±۰/۴۷	۲/۲۷±۰/۴۶	۰/۷۳±۰/۱۷	۱/۸۸±۰/۲	۰/۶۶±۰/۱۶	۱/۵۶±۰/۲

جدول ۴- خلاصه آنالیز واریانس برای پارامتر های متغیر مستقل جهت مطالعه تعیین اثر دما و زمان ماند بر کارایی سیستم برکه های تثبیت

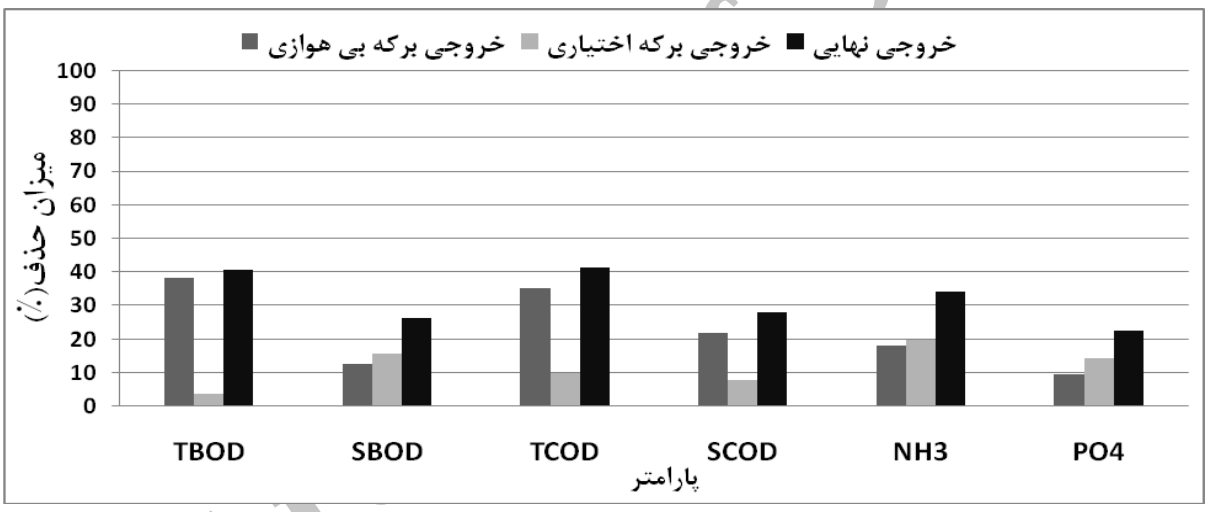
پارامتر	زمان ماند	دما	زمان ماند -
SCOD	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
TCOD	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲
SBOD	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
TBOD	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
NH3	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فسفات	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵
فنل	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲

Archive of SID

www.SID.ir

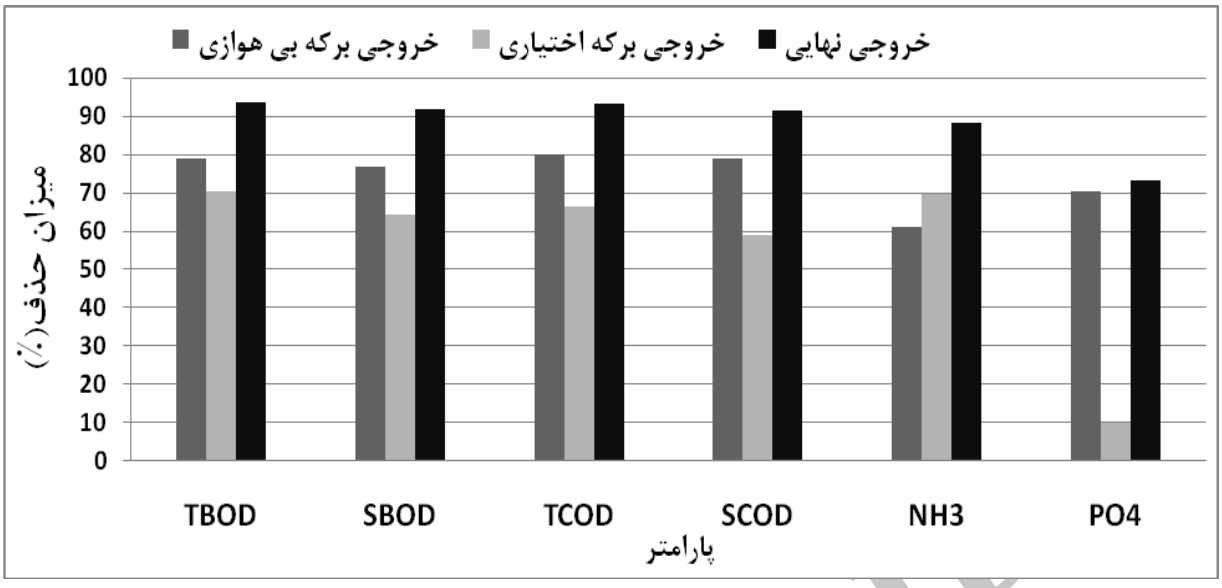


نمودار۱- میانگین بازده حذف پارامترهای اندازه گیری شده در پساب خروجی از پایلوت برکه های تثبیت پالایشگاه نفت کرمانشاه در دمای گرم (زمان ماند ۲ روز برکه بی هوازی و ۵ روز برکه اختیاری)

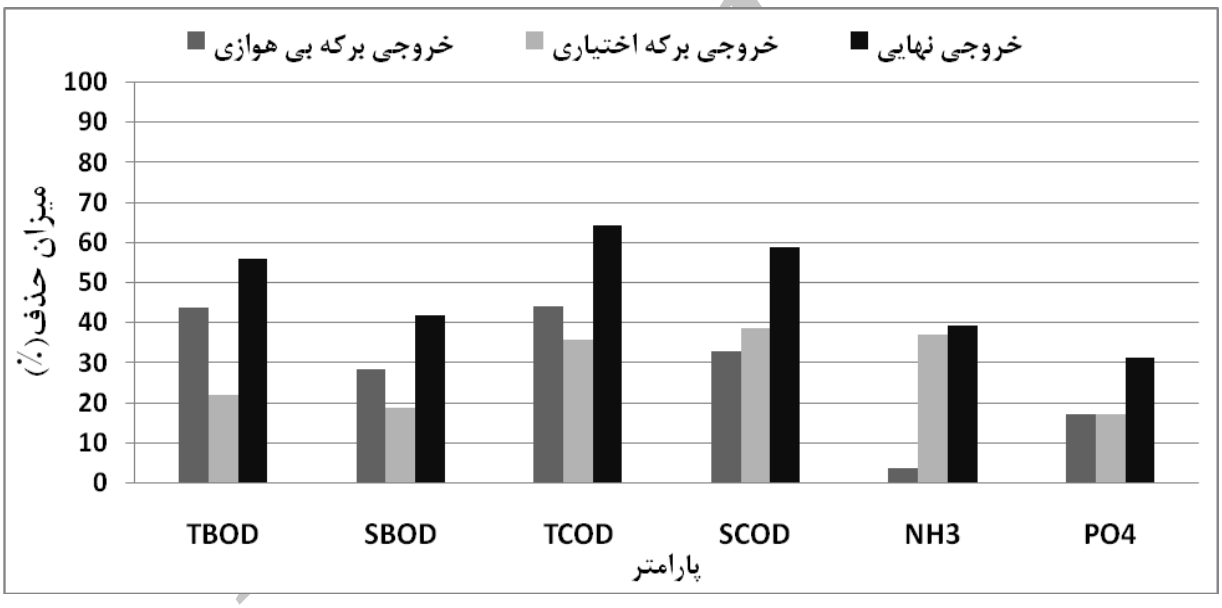


نمودار۲- میانگین بازده حذف پارامترهای اندازه گیری شده در پساب خروجی از پایلوت برکه های تثبیت پالایشگاه نفت کرمانشاه در دمای سرد (زمان ماند ۲ روز برکه بی هوازی و ۵ روز برکه اختیاری)

www.SID.ir



نمودار۳- میانگین بازده حذف پارامترهای اندازه گیری شده در پساب خروجی از پایلوت برکه های تثبیت پالایشگاه نفت کرمانشاه در دمای گرم (زمان ماند ۵ روز برکه بی هوازی و ۱۰ روز برکه اختیاری)



نمودار۴- میانگین بازده حذف پارامترهای اندازه گیری شده در پساب خروجی از پایلوت برکه های تثبیت پالایشگاه نفت کرمانشاه در دمای سرد (زمان ماند ۵ روز برکه بی هوازی و ۱۰ روز برکه اختیاری)

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج ارایه شده و انجام آزمون آماری T-Test تک گروهی می توان گفت که مقدار میانگین به دست آمده برای BOD و COD پساب نهایی سیستم برکه ای برای دمای گرم و زمان ماند ماکزیمم با اختلاف معنی داری از استانداردهای استفاده مجدد از پساب در مصارف آبیاری کشاورزی(۱۶) کم تر است($p < ۰/۰۵$).

تجزیه و تحلیل آماری آنووای یک طرفه داده ها مبین این واقعیت بود که پارامترهای مستقل مورد مطالعه(دما و

www.SID.ir

زمان ماند) به طور چشمگیری کارآیی برکه های تثبیت بی هوازی و اختیاری در مقیاس آزمایشگاهی تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت را تحت تاثیر قرار داده اند، به طوری که کارایی سیستم در دمای گرم و زمان ماند بیشینه سیستم، به طور معنی دار افزایش پیدا کرد($P<۰/۰۰۱$).

همچنین با توجه به نتایج آنالیزهای فاضلاب ورودی و پساب خروجی مندرج در جداول و نمودارها، متوسط بازده کل سیستم برکه های تثبیت در حذف پارامترهای TBOD, TCOD, SCOD و SBOD در بهترین شرایط(زمان ماند۵روز برای بی هوازی، ۱۰ روز اختیاری و دمای گرم) به ترتیب ۹۱/۲۵، ۹۳/۳۱، ۹۳/۶۶ و ۹۱/۶۸ ٪ و در بدترین شرایط(زمان ماند۲ روز برکه بی هوازی, ۵ روز اختیاری و دمای سرد) به ترتیب ۲۷/۹۲، ۴۱/۴۷، ۴۰/۵۵ و ۲۶/۴۶ ٪ به دست آمد.

نتایج مطالعه Mahssen و همکاران که از برکه های تثبیت به صورت سری(بی هوازی، اختیاری و تکمیلی) برای تصفیه فاضلاب شهری در مصر استفاده کرده بودند، نشان داد که بازده حذف COD، BOD5 و PO4 توسط سیستم برکه بی هوازی به ترتیب ۲۸/۸۹، ۲۲/۲۱ و ۱۶/۹۱٪ و برای برکه تکمیلی به ترتیب ۴۸/۹، ۵۰/۶۵ و ۴۷/۷۶٪ بوده است(۱۷). با توجه به این نتایج می توان گفت که برکه های بی هوازی برای حذف ترکیبات شیمیایی اکسید شده مناسب تر از ترکیبات بیولوژیکی است، به خاطر همین، حذف COD در این سیستم بالاتر از BOD_5 می باشد. به عبارت دیگر حذف مواد آلی بیولوژیکی در برکه های اختیاری و هوازی در مقایسه با برکه های بی هوازی بیشتر از COD بوده است.

مطالعه موسوی و همکاران نشان داد که بازده حذف COD با استفاده از روش بیولوژیکی (MSBR) ۳۴/۷٪ به دست آمد(۱۸)،که با مطالعه حاضر در زمان ماند ۵ روز برکه تثبیت اختیاری مشابهت دارد.

ندافی و همکاران در بررسی که بر روی عملکرد لاگون های هوادهی در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان انجام دادند پارامتر های TSS, BOD5 و COD را مورد ارزیابی قرار دادند که راندان حذف به ترتیب ۷۳/۵، ۹۱/۵۸ و ۸۹/۹۵٪ به دست آمد(۱۹).

محمدیاری و همکاران عملکرد راکتور بیوفیلم بستر متحرک در تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی در زمان ماند و بارهای آلودگی های مختلف مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بیانگر این بود که در بدترین شرایط COD به میزان ۷۶٪ حذف گردید(۲۰) که به نظر می رسد علت اصلی کارایی بالای سیستم در حذف COD مخلوط فاضلاب شهری و صنعتی بوده که مانع ایجاد شوک به سیستم می شد.

مطالعه موسوی و همکاران نشان داد که میزان حذف COD به روش تجزیه زیستی فرایند(MSCR)، ۹۶ ٪ به دست آمد(۲۱). همچنین مطالعه Khan و همکاران نشان داد که میزان حذف COD توسط فن آوری گرانول هوازی در حدود ۹۵٪ به دست آمد(۲۲) که با میزان حذف این پارامترها در دمای گرم و زمان ماند بالا در مطالعه حاضر همخوانی دارد.

در مطالعه ای که قیصری و کاظمی با هدف تعیین کارایی تصفیه خانه فاضلاب در یک شرکت شیر پاستوریزه انجام دادند، بازده حذفCOD و BOD5 در سیستم لاگون بی هوازی در حدود ۳۵٪ و در بخش لجن فعال حدود ۶۱٪ و بازده مجموع دو سیستم بی هوازی و لجن فعال که بازده کل تصفیه خانه را شامل می شود حدود ۹۶٪ به دست آمد(۲۳) که با بازده کل سیستم برکه مطالعه حاضر مشابهت دارد، ولی بیشتر از بازده برکه اختیاری در حذف این آلاینده ها می باشد.

در سال های اخیر پژوهش بر روی روش های مختلف تصفیه بیولوژیکی از جمله تجزیه بیولوژیکی پساب های پالایشگاه نفت در یک پایلوت از نوع تماس دهنده بیولوژیکی چرخان(RBC) انجام یافت. نتایج نشان داده که بازده حذف TCOD توسط این سیستم ۹۹٪ بوده است(۲۴). لازم به توضیح است فن اوری مورد استفاده هزینه بر و نیازمند به نیروی متخصص است. در حالی که فناوری مورد استفاده در این مطالعه ساده ترین و انعطاف پذیرترین فن اوری زیست محیطی می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

به طور کلی می توان نتیجه گرفت که برکه های تثبیت فاضلاب در صورت راهبری مناسب، قابلیت حذف ترکیبات آلی درزمان ماند بالاو دمای بیشتر، کارایی نسبتاً مطلوبی دارند. با توجه به ویژگی های خوب این سیستم نظیر انعطاف پذیری، سهولت اجرا، سادگی بهره برداری، بازده نسبتاً خوب می توان از این روش به عنوان یک روش پیش تصفیه موثر در حذف آلاینده های فاضلاب پالایشگاه نفت استفاده نمود. همچنین با توجه به استقرار چاه های نفت کشور در جنوب با دمای مناسب برای راهبری برکه های تثبیت و نیز وجود زمینهای لم یزرع در برخی از نقاط که نفت فراوری می شود، می توان از این روش پیشنهادی به عنوان یک پیش تصفیه موثر که به غیر از هزینه سرمایه گذاری هزینه دیگری را در بر ندارد، استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر خود را از مدیریت پژوهش پالایشگاه نفت کرمانشاه به خاطر تامین بودجه پروژه تحقیقاتی و نیز مدیریت دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه به خاطر در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی بعمل می آورند.

منابع

۱. عباسپور، مجید، "مهندسی محیط زیست"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، چاپ اول، ۱۳۷۷، ۱۲۴-۱۲۲.

2. Tchobanoglous, George., Burton, Franklin., Stensel, David, “Wastewater Engineering: Treatment and Reuse”, McGraw-Hill, Inc, 5th Edition, 2000, 360-389.
3. Kiely, Gil, (1998), “Environmental Engineering”, Irwing, McGraw- Hill. 156-170.

۴. ندافی، کاظم؛ نبی زاده، رامین، " برکه های تثبیت: اصول طراحی و اجراء"، چاپ اول، انتشارات موسسه علمی فرهنگی نصر تهران، ۱۳۷۵، ۵۵-۲۶.

5. EPA, “Wastewater treatement facilities for sewered small communites”. EPA;; 625/1 . 1997, 77-99.

۶. مارا، دانکن،گفتگو با پروفسور دانکن مارا. مجله آب و فاضلاب اصفهان، ۱۳۷۲، ۳(۲): ۳۸-۳۴.

۷. پور عشق، محمد، " بررسی کارایی برکه های تثبیت فاضلاب در استان اصفهان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۸، ۶۳-۴۸.

۸. میران زاده، محمدباقر، " برکه های تثبیت فاضلاب(تئوری و طراحی"، چاپ اول، انتشارات مرسل اصفهان، ۱۳۸۳، ۷۰-۵۰.

۹. مذهب، سید علیرضا؛ فلاح زاده، محمود؛ قانعیان، محمدتقی؛ رحمانی شمسی، جعفر، " تأثیر تغییرات بار آلی، pH، EC فاضلاب ورودی و شرایط آب و هوایی بر کارایی برکه های تثبیت فاضلاب شهر یزد"، ۱۳۸۸، ۷۰(۲۰): ۶۱-۵۵.

10. Metcalf & Eddy, “wastewater Engineering Treatment , Disposal Reuse”, 3th Edition, Mcgraw – Hill International Edition Engineering series, 1991, 326-331.
11. Silva, Spoika., Mara, Danken, “ Treatmentos biologicos de Aguas residuarias :lagoas de estabili zacao (Biological wastewater treatment : stabilization pond) , ABES” , Rio de Janeiro , BraziL, 1970, 45-61.
12. Benefield, Larry., Randal, Clifford, “Biological Process design for wastewater treatment”, Englewood cliffs: Prentie-Hall, 1980, 251-260.
13. Beran, Bora., Kargi, Fikret, “A dynamic mathematical model for wastewater stabilization Ponds”. Ecological modeling Journal, 2005,181(1);181:39-57.

Archive of SID

www.SID.ir

14. APHA. “Standard methods for the examination of water and wastewater”. 22th P ed. USA: American Public Health Association; 2014: 458- 493.
15. Almasi, Ali., “Wastewater Treatment Mechanisms in Anoxic Stabilization Ponds”. J Water Sci Tech. 1996, 33(7), 125-132.
۱۶. شقاقی، شهنام؛ اسدی، رضا، " راهنمای طراحی برکه های تثبیت در ایران". تهران، انتشارات شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۳۷۳، ۸۹-۶۱.
17. Mahassen, Ghazy, “Performance Evaluation of a Waste Stabilization Pond in a Rural Area in Egypt”. American Journal of Environmental Sciences, 2008, 4 (4): 316-325.
18. Moussavi, Gholamreza ., Mahmoudi, Maryam. , Barikbin, Behnam , “Biological removal of phenol from strong wastewaters using a novel MSBR”. J. Water Research , 2009, 43(5):1295-302.
۱۹. ندافی، کاظم؛ واعظی، فرغ؛ فرزادکیا، مهدی؛ کیمیایی طلب، علیرضا، " بررسی عملکرد لاگون های هوادهی در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی بوعلی همدان"، مجله آب و فاضلاب اصفهان، ۱۳۸۴، ۵۴(۱۶): ۵۳-۴۷.
۲۰. محمدیاری، نسرین؛ بلادر، علی، " بررسی عملکرد بیوفیلمی بستر متحرک(MBBR) در تصفیه مخلوط فاضلاب های شهری و صنعتی مطالعه موردی: تصفیه خانه فاضلاب پرکندآباد مشهد"، مجله آب و فاضلاب اصفهان، ۱۳۸۷، ۶۵(۱۹): ۳۸-۴۶.
21. Moussavi, Gholamreza., Heidarizad Mahdi, “Biodegradation of mixture of phenol and formaldehyde in wastewater using a single-basin MSCR process”. Journal of Biotechnology, 2010, 150(2): 240–245.
22. Khan, Faj., Zain, Kims., Qamar, Ustra, “Biodegradation of phenol by aerobic granulation technology”. J Water Sci Technol, 2009, 59(2): 273-278.
۲۳. قیصری، علی؛ کاظمی، محمد علی؛ فرازمند، عباس، "تعیین کارایی تصفیه خانه فاضلاب در یک شرکت شیر پاستوریزه"، مجله آب و فاضلاب اصفهان، ۱۳۸۲، ۴۶(۱۲): ۶۵-۶۰.
24. Tyagi, Ramis, "A Pilot Study of Biodegradation of Petroleum Refinery Wastewater in a Polyurethane- Attached RBC". J Process Biochemistry, 1993, 28(2): 75-82.

Archive of SID

www.SID.ir