Archive of SID

مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
سال دوازدهم، پیوست شماره ۱، بهار ۱۳۸۳ ص:۷۲

حذف بیولوژیکی فسفر از فاضلاب توسط راکتور ناپیوسته متوالی (SBR)

با جریان پیوسته

دکتر امیر حسین محوی[1]، دکتر علیرضا مصداقی نیا[2]، فرهام کرکانی[3]

چکیده

مقدمه : راکتورهای ناپیوسته متوالی (SBR) به عنوان یک روش مؤثر تصفیه فاضلاب اثبات شده اند. ولی علیرغم مزایایی که دارند، دارای معایبی هم هستند. به منظور برطرف نمودن معایب، یک فرایند اصلاح شده SBR با جریان پیوسته مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از اجرای این تحقیق تعیین کارایی سیستم راکتور ناپیوسته متوالی با جریان پیوسته در حذف مؤثر آلاینده ها و بویژه فسفر از فاضلاب خام بود. فسفر علیرغم اینکه برای رشد جلبکها و سایر میکروارگانیسمها ضروری است، ولی به علت ایجاد اوتریفیکاسیون در آبهای پذیرنده و عوارض مختلفی که ایجاد می کنند آلاینده شدیدی بحساب می آید.

روش بررسی : آزمایشات با استفاده از یک پایلوت در دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به انجام رسید. راکتور مورد استفاده شامل دو قسمت پیش واکنش و منطقه اصلی واکنش بود. فاضلاب در ابتدا وارد منطقه پیش واکنش شده وسپس از طریق دریچه های تعبیه شده در کف دیواره بافل وارد منطقه اصلی می گردد و در آنجا مورد تصفیه قرار می گیرد. تحقیق در سه مرحله با زمان های ماند هیدرولیکی و میزان جریانهای مختلف انجام شد.

یافته ها : بررسی مراحل مختلف درصدهای حذف فسفر به ترتیب ۳۸/۵، ۵۲/۱ و ۵۵/۹ درصد را نشان داد که در مقایسه با سیستمهای متداول لجن فعال از میزان بالاتری برخوردار است.

نتیجه گیری : این سیستم قادر است با زمان ماند هیدرولیکی تقریباً مشابه با فرایندهای اختصاصی حذف فسفر و با هزینه کمتر، فسفر را به مقدار زیادی از فاضلاب شهری کاهش بدهد، در صورتیکه خود یک فرایند اختصاصی حذف فسفر به حساب نمی آید.

واژه های کلیدی: تصفیه فاضلاب، SBR با جریان پیوسته، حذف بیولوژیکی فسفر، فاضلاب خام

مقدمه

ترکیبات فسفر از جمله آلاینده های بالقوه آبهای پذیرنده می باشند که از طریق فاضلابهای مختلف وارد این منابع می شوند. فسفر برای رشدجلبکهاوسایرارگانیسمهای زنده ضروری است ولی به دلیل ایجاد اوتریفیکاسیون در آبها و عوارض مختلفی که ایجاد می کند، آلوده کننده شدید تلقی می گردند [1]. در روشهای مختلف تصفیه فاضلاب در کشور، انواع عوامل آلوده کننده از جمله ترکیبات فسفر کاهش داده می شوند، اما در مواردی این کاهش کافی نبوده و یا به دلیل اهمیت عامل فوق، حتی مقادیر کم آن نیز در پساب تخلیه شده دارای اهمیت زیادی است [2].

فسفر موجود در فاضلاب به اشکال مختلف وجود دارد که با توجه به خصوصیات فیزیکی به دو بخش محلول و ذرات (با توجه به صاف نمودن توسط صافی ۰/۴۵ میکرون) و با توجه به خصوصیات

۱-استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط
۲ - استاد گروه مهندسی بهداشت محیط
۳ - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط
- مرکز تحقیقات محیط زیست ، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
- دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

www.SID.ir

Archive of SID

به بخشهای شیمیایی به ارتوفسفات، پلی فسفات و فسفاتهای آلی تقسیم می شود. برای مثال ارتوفسفاتها H_3PO_4, H_2PO_4, HPO_4^{-2}, PO_4^{-3} برای متابولیسم بیولوژیکی بکار می روند. پلی فسفاتها شامل مولکولهایی با دو یا چند اتم اکسیژن و در برخی موارد اتمهای هیدروژن ترکیب شده در یک مولکول پیچیده می شوند. پلی فسفاتها در محلولهای آبی به صورت کاملاً آهسته هیدرولیز می‌شوند و به اشکال ارتوفسفات بر می گردند. فسفر باند به صورت آلی معمولاً از اهمیت کمتری در فاضلاب خانگی برخوردار است، ولی می تواند جزء مهمی از فاضلاب صنعتی و لجن های فاضلاب باشد [۱،۳].

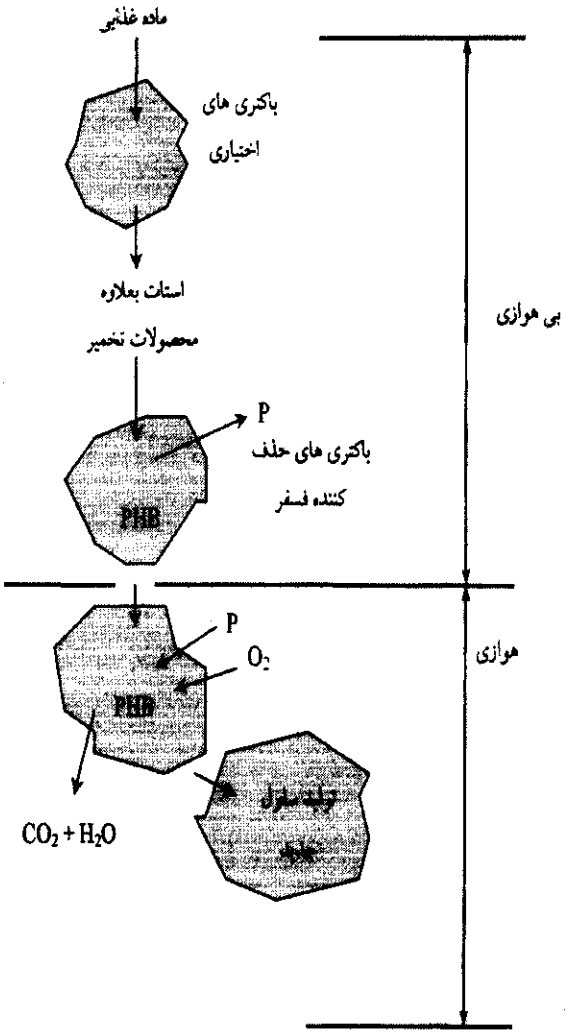
آمارهای موجود بیانگر وجود مقدار متوسط ۲۰ میلی گرم در لیتر ترکیبات فسفر در فاضلاب شهر تهران است که با توجه به حجم بالای فاضلاب تولیدی رقم بسیار مهمی در محیط زیست محسوب می شود [۲].

حذف فسفر از فاضلاب

حذف ترکیبات فسفر به دو صورت شیمیایی و بیولوژیکی امکان پذیر است. روشهای شیمیایی رسوب فسفر و تبدیل ارتوفسفات های محلول به فسفات غیرمحلول در قسمتهای مختلف فرایند با افزودن آهک و نمکهای آهن و آلومینیوم انجام می شود. افزایش یک ترکیب شیمیایی خارجی به محیط، تولید لجن شیمیایی حاصله و مشکلات مربوط به دفع آنها و اثرات احتمالی آنها بر آبهای پذیرنده و محیط، اهمیت استفاده از روشهای بیولوژیکی و بدون استفاده از عوامل شیمیایی خارجی را افزایش داده است.

حذف فسفر به روش بیولوژیکی یک تکنیک جدید و توسعه یافته است که با تغییر طراحی سیستم های رشد معلق انجام می شود. به این ترتیب بدون وارد کردن ماده شیمیایی و عملاً بدون ایجاد لجن اضافی، فسفر در پساب به حد قابل تخلیه به محیط زیست می رسد. اصول کار در حذف بیولوژیکی فسفر، ذخیره شدن در جرم بیولوژیکی است. این ذخیره شدن البته می تواند به کمک مواد شیمیایی در مجاورت باکتریها نیز صورت گیرد، اما در این مبحث از پدیده ذخیره شدن پلی فسفاتها توسط میکروارگانیسمهای لجن فعال صحبت می شود. ذخیره مزبور می تواند به صورت رزرو انرژی (نظیر زنجیره فسفات در سیستم (ATP/ADP) و رزروی از فسفر بکار گرفته شود [۳،۴].

مکانیزم حذف بیولوژیکی فسفر به این صورت است که است برقراری تماس بی هوازی- هوازی منجر به مصرف رقابتی سوبسترا و انتخاب شدن و غلبه یافتن میکروارگانیسمهای ذخیره کننده فسفر می شود. اصول کار در حذف بیولوژیکی در شکل(۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: شماتیکی از مکانیسم حذف بیولوژیکی فسفر

www.SID.ir

Archive of SID

مراحل حذف بیولوژیکی فسفر

۱ـ با ایجاد مرحله بیهوازی در ابتدای سیستم باکتریهای مولد استات نظیر آئروموناس که اختیاری هستند از کربن آلی موجود در فاضلاب برای تولید استات استفاده می کنند. وجود نیترات در این فاز در ایجاد استات مزاحمت ساز است و مادام که نیترات بعنوان پذیرنده الکترون در این محیط عمل می کند از متابولیسم تخمیر و استات سازی آئروموناس جلوگیری می شود. استات تولید شده توسط باکتریهایی از گروه استنوباکتر/موراکسلا مورد استفاده قرار می گیرد. این باکتریها هوازی هستند و سوبستراهای ساده نظیر استات را ترجیح می دهند. در این مرحله ترکیبات آلی کاهش و فسفر محلول ،افزایش پیدا می کند.

۲ـ استات مورد استفاده توسط اسینتو باکتر، به شکل پلی‌هیدروکسی بوتیرات (BHP) ذخیره می شود. انرژی مورد نیاز برای این ذخیره سازی از هیدرولیز پلی فسفاتهای ذخیره در دانه‌های ولوتین (موجود در پلاسما) تأمین می شود که آزاد شدن سریع پلی فسفاتها را در محیط بی هوازی توجیه می کند. افزایش BHP در باکتریها همزمان با کاهش یافتن اندازه دانه های پلی فسفات یا ملح آنها در ناحیه بی هوازی سیستمهای حذف بیولوژیکی فسفر به اثبات رسیده است.

۳ـ اسینتوباکتر در مرحله هوازی، پذیرنده الکترون (اکسیژن، نیترات) را برای متابولیسم خود ذخیره می نماید. BHP بعنوان سوبسترای آلی برای رشد آنها مورد استفاده قرار می گیرد و ذخیره سازی رزرو آنها از پلی فسفات از طریق جذب فسفر از محلول شروع می شود.

۴ـ دفع لجن مازاد باعث حذف فسفر ذخیره شده در باکتریها شده و در نتیجه فسفر کل پساب خروجی کاهش می یابد.

عوامل مختلف چون ترکیبات آلی ورودی به سیستم و نسبت این ترکیبات به فسفر ورودی، زمان ماند میکروبی، غلظت ازت نیتراتی در ناحیه بی هوازی، غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی، PH، دما، غلظتهای اسیدهای آلی حاصل از تخمیر و مقدار جامدات معلق کل پساب (TSS) در میزان حذف فسفر از فاضلاب در روشهای بیولوژیکی موثر می باشند [۲].

در سالهای اخیر، راکتورهای ناپیوسته متوالی (SBRs) به دلیل سادگی شکل توجه زیادی را به منظور تصفیه فاضلاب به خود جلب نموده اند (تمام فرایندهای ضروری بر اساس توالی زمانی در یک حوضچه انجام داده می شود). SBR می تواند حذف نوترینتها را با استفاده از تناوب مراحل بی اکسیژنی و هوازی بدست آورند[۵]، نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون در یک SBR با استفاده از این مراحل بدست آورده می شود، در حالیکه جداسازی فاضلاب و بیوماس توسط متوقف نمودن هوادهی و یا اختلاط در انتهای چرخه فرایند انجام داده می شود[۶]. به علت انعطاف پذیری SBR، افزایش راندمان آن در تصفیه فاضلاب توسط تغییر در مدت هر فاز به جای اضافه یا کم کردن تانکها در سیستمهای جریان پیوسته صورت می‌پذیرد [۷].

درحالیکه SBR مزایای زیادی دارد، تعدادی نقص هم دارد، نظیر:

(۱) نیاز به حداقل دو راکتور و یا یک تانک متعادل سازی دارد.

(۲) در صورت طراحی با دو تانک نیز امکان خارج کردن یک تانک از سرویس برای اهداف نگهداری و تعمیرات وجود ندارد.

(۳) جریان و بارگذاری به تصفیه خانه در طول روز تغییر می کند که می تواند باعث بارگذاری نامتعادل به حوضچه ها گردد.

(۴) سیستم کنترل برپایه سطح آب در راکتور است و چون تغییرات جریان روزانه رخ می دهد، نتیجه چرخه ای بودن تفاوت در زمان هوادهی واقعی برای واکنشهای بیولوژیکی است.

(۵) در سیستمهای حذف بیولوژیکی نوترینتها منبع دایمی کربن ضروری است. در این سیستمها فاضلاب خام بعنوان منبع کربن مورد استفاده قرار می گیرد، در حالیکه در SBR این منبع در طی فازها قطع می شود [۷].

به منظور حذف معایب ذکر شده یک مطالعه تجربی (پایلوت) انجام شده است. که سیستم اصلاح شده تکنولوژی قدیمی SBR متداول است. این سیستم امکان ورود دایم فاضلاب را به حوضچه فراهم می آورد. جریان ورودی به حوضچه در طی هیچیک از فازها قطع نمی شود.

www.SID.ir

Archive of SID

در SBR های متداول پنج فاز وجود دارد: پر شدن، واکنش (هوادهی)، ته نشینی، تخلیه و سکون [۸]؛ ولی در سیستم مورد مطالعه تنها سه فاز وجود دارد: واکنش، ته نشینی و تخلیه. بایستی مجدداً ذکر شود که جریان ورودی در طی هیچک از فازها قطع نمی شود. جریان ورودی به سیستم امکان می دهد که برپایه زمان (به جای جریان) کنترل شده باشد و بارگذاری برابری را به تمام حوضچه ها برساند. استفاده از سیستم کنترل برپایه زمان،تغییرات ساده را به برنامه کنترل فرایند امکان پذیر می سازد.

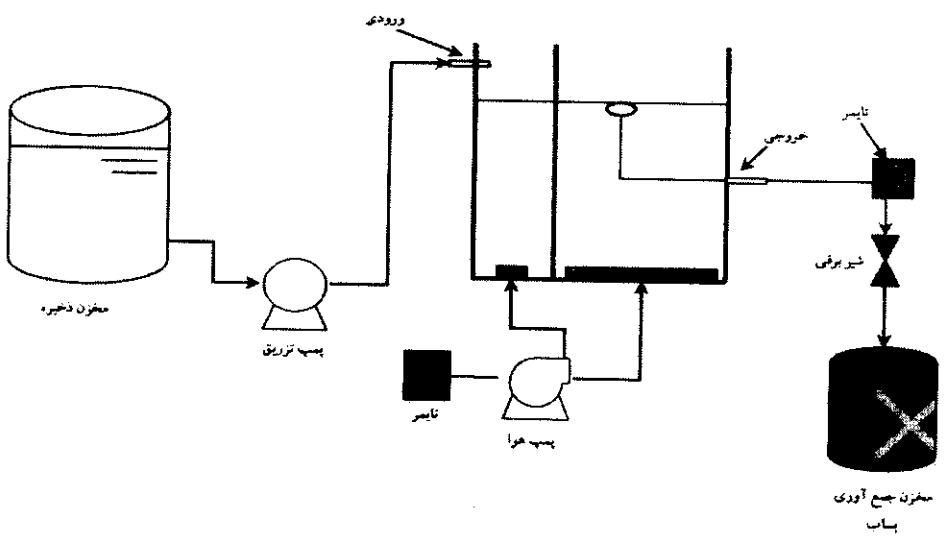
راکتور توسط یک دیوار بافل به دو منطقه تقسیم شده است (پیش واکنش و منطقه اصلی واکنش). منطقه پیش واکنش بعنوان انتخابگر بیولوژیکی که رشد اغلب میکروارگانیسمهای مطلوب را در کنار محدود نمودن رشد باکتریهای رشته ای، ارتقای می دهد و بعنوان یک تانک متعادل سازی و بعنوان یک چربی گیر عمل می کند [۱]. اهمیت موضوع در SBR جریان ورودی منقطع است و در مواردی که بخواهیم جریان ورودی پیوسته باشد، بایستی حداقل دو راکتور داشته باشیم که این مورد هزینه های ساخت را بالا می برد. بعلاوه جریان منقطع باعث بارگذاری نابرابر (از نظر آلی و هیدرولیکی) در حوضچه می شود که می تواند بر بیوماس اثر منفی بگذارد. این تحقیق به منظور برطرف نمودن معایب SBR و بویژه جریان ورودی منقطع صورت گرفته و هدف از تحقیق بررسی کارایی سیستم SBR با جریان پیوسته در تصفیه فاضلاب می باشد که بحث حذف بیولوژیکی فسفر در سیستم در این مقاله می آید.

روش بررسی

راکتور SBR با جریان پیوسته

آزمایش با استفاده از یک راکتور SBR با جریان پیوسته آزمایشگاهی با ظرفیت ۳۶ لیتر انجام شد. راکتور با استفاده از لجن فعال از خط برگشت لجن حوضچه ته نشینی ثانویه تصفیه خانه فاضلاب شهرک غرب راه اندازی شد. یک پمپ هوا و چندین دیفیوزر هوادهی و اختلاط مورد نیاز را فراهم می کردند. دما بین ۱۰ تا ۲۴ درجه سانتی گراد بود. فاضلاب با استفاده از پمپ تزریق وارد منطقه پیش واکنش می شد و از آنجا از طریق دریچه هایی در پایین دیواره بافل وارد منطقه اصلی واکنش می شد. پساب بصورت ثقلی و توسط شیر الکتریکی تخلیه می شد. تایمرهای آنالوگ راهبری سیستم را کنترل می کردند. شماتیکی از پایلوت در شکل (۲)آمده است.

خصوصیات فاضلاب خام :ترکیب معمول فاضلاب خانگی استفاده شده در جدول ۱ نشان داده شده است .



شکل ۲: نمای کلی از پایلوت مورد استفاده در آزمایشات

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: ترکیب معمول فاضلاب خانگی

سوبسترا	غلظت (mg/l)
COD	٤١٧
BOD	٢٣٠
TJN	٤٨
TSS	٢٥٥
Tot.P	١٦

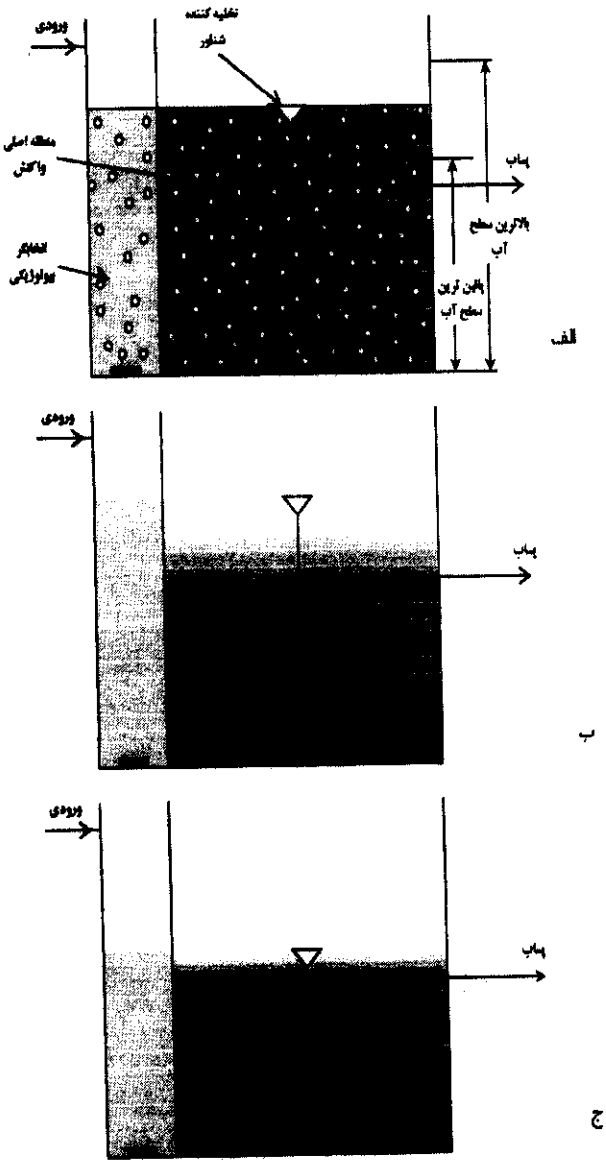
روش: بطور کلی یک SBR شامل پنج فاز می شود: پر شدن، واکنش، ته نشینی، تخلیه و سکون. در کار ارایه شده تنها سه فاز وجود دارد: واکنش، ته نشینی ،تخلیه که در تمام این فازها فاضلاب به راکتور جریان می یابد و قطع نمی شود. در ابتدا فاضلاب وارد منطقه پیش واکنش می شود که دارای غلظت MLSS کم است. این حالت نسبت F/M بالایی می آفریند و از رشد میکروارگانیسمهای رشته ای مولد حجیم شدن لجن جلوگیری می کند. پس از زمان ماند کوتاهی (در حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه) فاضلاب از طریق دریچه هایی در پایین دیواره بافل وارد منطقه اصلی واکنش می شود.

در فاز واکنش دیفیوزرهای هوا به منظور هوارسانی و اختلاط مایع مخلوط در حوضچه هوادهی عمل می کنند. در فاز ته نشینی، بستر لجن ضخیمی تشکیل می شود.

سنگینی این بستر به آن اندازه است که ته نشینی لجن در حین ورود فاضلاب مختل نمی شود. ترکیبات آلی درحین عبور فاضلاب از این لایه توسط میکروارگانیسمها مورد استفاده قرار می گیرند. در فاز تخلیه سوپرناتانت از طریق یک تخلیه شناور به خارج هدایت می‌شود.

شکل (۳)فازهای معمول این سیستم را نشان می دهد. تمام پساب تخلیه شده جمع آوری و آزمایش شده است.

این تحقیق در سه مرحله انجام گرفته است که مشخصات هر مرحله عبارت است از: مرحله اول دبی = ۱/۵ لیتر در ساعت، زمان ماند هیدرولیکی = ۱۶/۷ ساعت، مرحله دوم دبی = ۲ لیتر در ساعت، زمان ماند هیدرولیکی = ۱۴ ساعت و مرحله سوم دبی = ۲/۵ لیتر در ساعت، زمان ماند هیدرولیکی = ۱۲/۴ ساعت. همانگونه که قبلاً ذکر شد مراحل کارکرد سیستم در (چرخه کارکرد) شامل سه فاز



شکل ۳: فازهای مختلف یک SBR با جریان پیوسته: (الف) فاز هوادهی، (ب) فاز ته نشینی و (ج) فاز تخلیه

www.SID.ir

Archive of SID

می شود: واکنش، ته نشینی و تخلیه. مدت زمان انجام هر چرخه ٦ ساعت می باشد. مدت زمانی که هر فاز به طول می‌انجامد شامل : فاز واکنش سه ساعت، فاز ته نشینی یک و نیم ساعت و فاز تخلیه یک و نیم ساعت. در اصل فاز واکنش ۵۰٪ زمان کل چرخه و فاز ته نشینی و تخلیه هرکدام ۲۵٪ زمان کل چرخه را به خود اختصاص می دهند. کارکرد پایلوت مذکور با فاضلاب خامی که مراحل آشغالگیری و دانه گیری را گذارنده بود انجام داده شد. در هرسه مرحله فاضلاب خامی با مشخصات یکسان مورد آزمایش قرار گرفت و تنها مدت زمان انجام تصفیه تغییر می کرد. در هر مرحله از تحقیق، بطور روزانه نمونه برداری و آزمایش بر روی پساب حاصل از هر چرخه پس از رسیدن به حالت تثبیت انجام داده شد.

نتایج

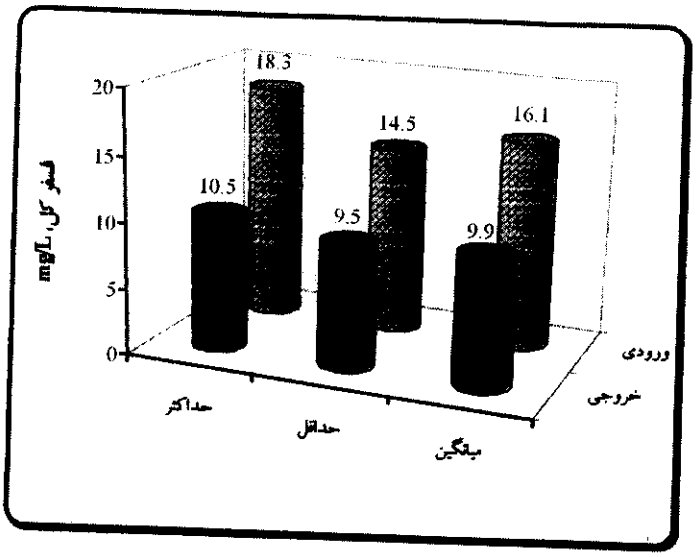
هر کدام از مراحل در حدود ۱ ماه به طول انجامید. میانگین شرایط اهبری و غلظتهای ورودی و خروجی برای هر مرحله در جدول (۲) ارایه شده است.

زمان ماند جامدات (SRT) در محدوده ۱۲/۵ تا ۲٤ روز، زمان توقف هیدرولیکی (HRT) در محدوده ۱۲/٤ تا ۱۷/٦ ساعت، MLSS در محدوده ٦۰۰۲ تا ٦۱٤٦ میلی گرم در لیتر و دما در محدوده ۱۰ تا ۲٤ درجه سانتی گراد قرار داشتند. غلظت فسفر کل در ورودی و خروجی در کل دوره کار اندازه گیری می‌شد. فسفرکل جریان ورودی در حدود ۱٦ میلی گرم در لیتر بود.

حذف فسفر در مراحل ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۳۸/۵، ۵۲/۱ و ۵۵/۹ درصد بود. شکلهای ٤ الی ٦ میزان ورودی و خروجی فسفر کل در هر سیستم و شکل(۷)کارایی مراحل مختلف آزمایش را در حذف فسفر نشان می دهند

جدول ۲: میانگین شرایط راهبری و غلظتهای ورودی و خروجی در هر فاز از آزمایش (اعداد داخل پرانتز مقادیر خروجی می باشند)

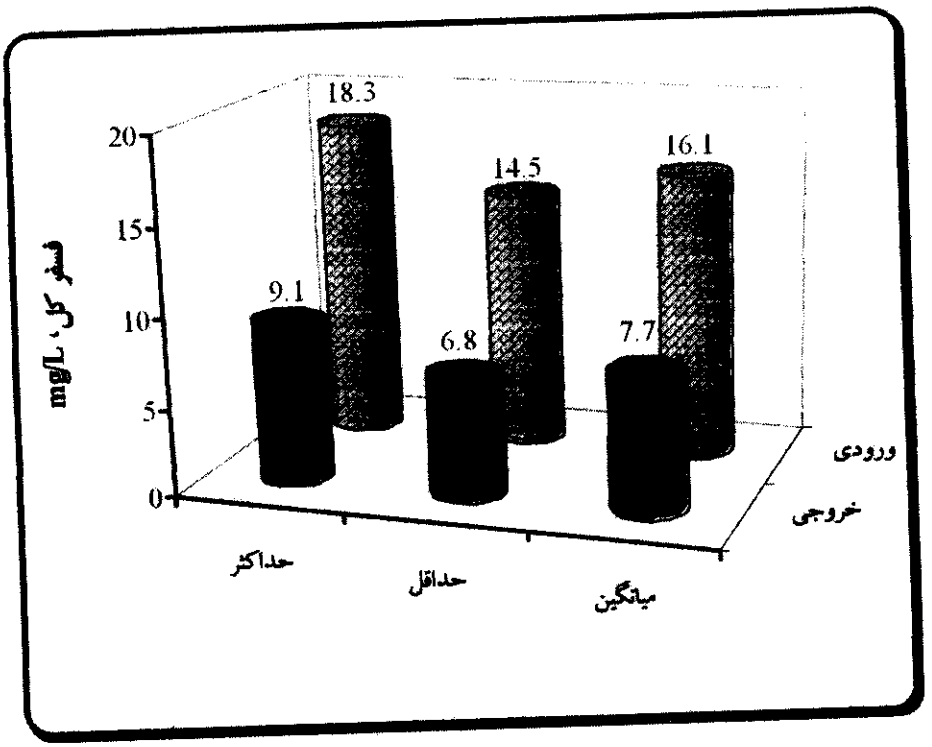
مرحله آزمایش	۱	۲	۳
زمان چرخه (ساعت)	٦	٦	٦
جزء مربوط به هوادهی	۰/۵	۰/۵	۰/۵
زمان ماند هیدرولیکی (ساعت)	۱٦/۷	۱٤	۱۲/٤
SRT (روز)	۲٤	۱٦	۱۲/۵
F/M	۰/۱۰۷	۰/۱۳۷	۰/۱۳۳
(mg/l) MLSS	٦۱٤٦	٦۰۰۲	٦۰۰۳
(mg/l) MLVSS	۳٦۷۸	۳٤۸۰	۳٤٦۹
دما(C^0)	۲۰	۱٦	۱۱
(mg/l) COD	(۲۱)٤۱۷	(۲۵)٤۱۷	(۲۹/۲)٤۱۷
(mg/l) BOD_5	(۵/۲)۲۳۰	(٦/۲)۲۳۰	(۷/۳)۲۳۰
	(۷/۱)٤۸	(۸/۳)٤۸	(۱٤/٦)٤۸
(mg/l-N)NO_3^-	(٦/۸)	(٦/۳)	(۵/٦)
(mg/l-N)NO_2^-	(۰/۱٤)	(۰/۱۳)	(۰/۱۳)
ازت کل (mg/l)	٤۸/۷ (۱٤/۰٤)	٤۸/۷ (۱٤/۷۳)	٤۸/۷ (۲۰/۳۳)
فسفر کل (mg/L-P)	۱٦/۱ (۹/۷)	۱٦/۱ (۷/۹)	۱٦/۱ (۷/۳)
PH	۷/۵	۷/۳	۷/۳



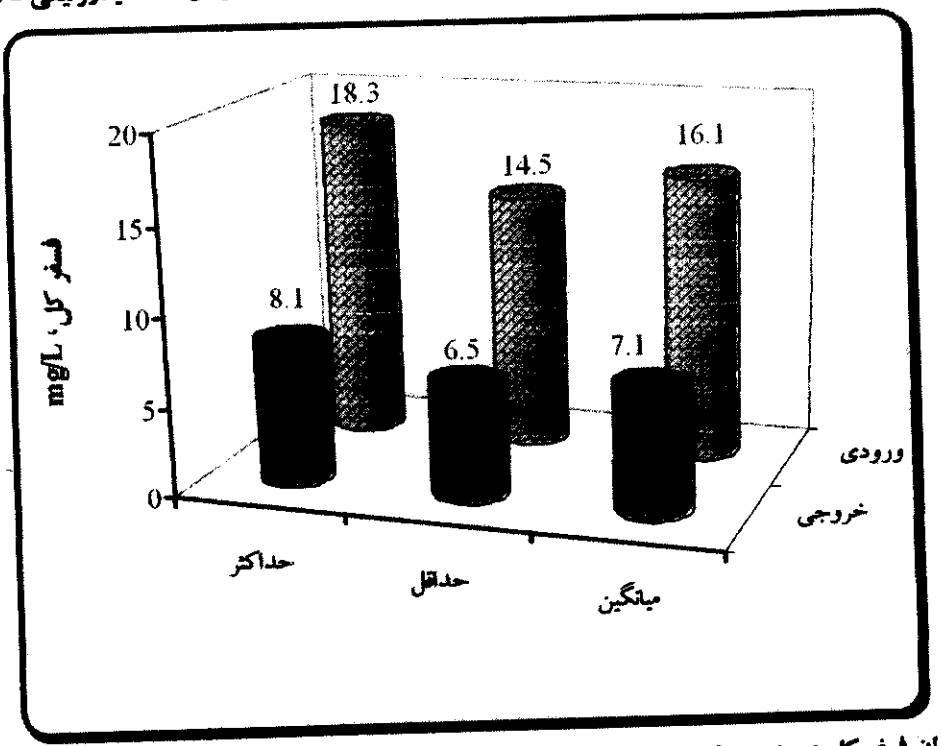
شکل ٤:میزان فسفر کل ورودی و خروجی در مرحله اول (دبی = ۱/۵ لیتر در ساعت، زمان ماند هیدرولیکی = ۱٦/۷ ساعت)

www.SID.ir

Archive of SID



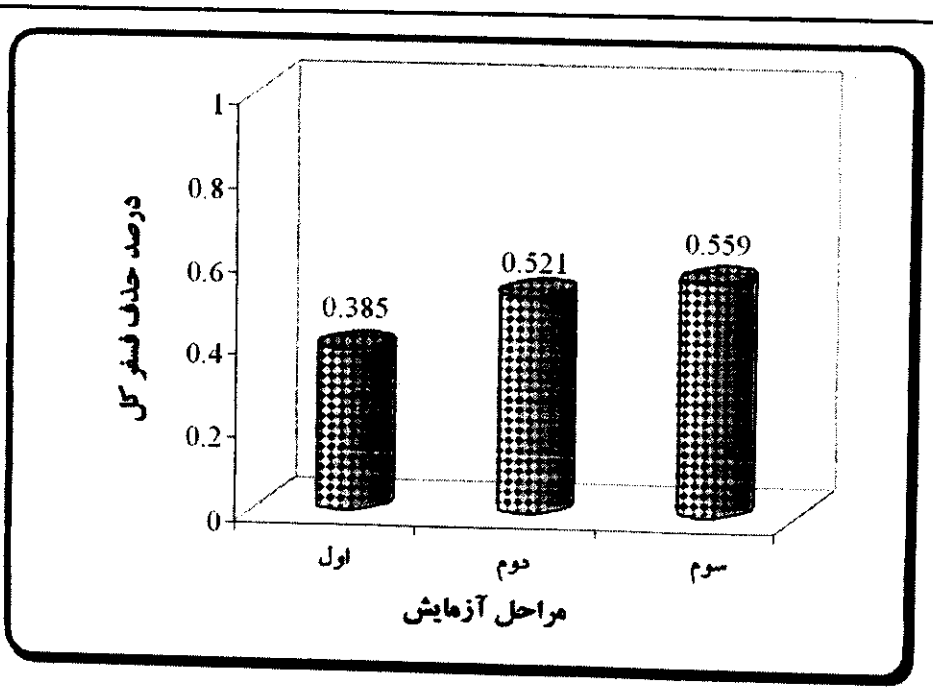
شکل ۵: میزان فسفر کل ورودی و خروجی در مرحله دوم (دبی = ۲ لیتر در ساعت، زمان ماند هیدرولیکی = ۱٤ ساعت)



شکل ٦: میزان فسفر کل ورودی و خروجی در مرحله سوم (دبی = ۲/۵ لیتر در ساعت، زمان ماند هیدرولیکی = ۱۲/٤ ساعت)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷:راندمان سیستم در حذف فسفر کل در مراحل مختلف

بحث

همانگونه که ذکر شد میزان حذف فسفر در مراحل مختلف آزمایش به ترتیب برابر با ۳۸/۵، ۵۲/۱ و ۵۵/۹ می باشد، در حالیکه در سیستمهای متداول لجن فعال این میزان حذف حداکثر ۲۰-۱۰ درصد است [۴]. این نشان دهنده این امر است که حتی در پایین ترین راندمان حذف فسفر، راندمان حذف در حدود ۲ برابر سایر سیستمها می باشد. با این حال میزان فسفر در پساب به منظور تخلیه به آبهای سطحی بالاتر از میزان استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست است درصورتیکه حذف بیشتری از فسفر نیاز باشد، ترسیب شیمیایی می‌تواند یک راه حل باشد، ولی این عمل سادگی راهبری را که یکی از خصوصیات سیستم است، از بین می برد.

از نظر زمان مورد نیاز برای تصفیه، در فرایندهای اختصاصی حذف فسفر مانند فستریپ و باردنفوی اصلاح شده، زمان ماند هیدرولیکی (HRT) مورد نیاز برای حذف فسفر به ترتیب عبارتست از: ۱۰ ساعت و ۲۳-۱۱/۵ ساعت[۹]، در صورتیکه در این سیستم که فرایند اختصاصی به حساب نمی آید در محدوده ۱۷/۶-۱۲/۴ ساعت قرار دارد. این نشان می دهد که سیستم می تواند در زمان تقریباً یکسانی عمل حذف فسفر را انجام دهد، با این تفاوت که پیچیدگی ها و تناوب مراحل هوازی و بی هوازی مربوط به فرایندهای اختصاصی را ندارد.

نکته مهم دیگر در این سیستم هزینه است. همانطور که قبلاً ذکر گردید در این سیستم فاضلاب بطور مستقیم از حوض دانه گیر دریافت می شود و همچنین اعمال هوادهی و ته نشینی در یک حوضچه انجام داده می شود. بنابراین دیگر نیازی به تانک ته نشینی اولیه و ثانویه و نیز پمپهای برگشت لجن که در سایر سیستمهای متداول تصفیه فاضلاب یک ضرورت است و هزینه های بسیار بالایی از نظر سرمایه گذاری اولیه برای ساخت تانکهای ته نشینی، پمپهای برگشت و همچنین هزینه های بهره برداری و نگهداری این تجهیزات و تاسیسات را در بر می گیرد، وجود ندارد. همچنین به دلیل عدم نیاز به حوضچه های ته نشینی اولیه و ثانویه، نیاز به زمین مورد نیاز نیز برطرف می گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایتهای مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به انجام رسیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Refreances

1-Metcalf & Eddy,Inc. ***Wastewater Engineering: Treatment and Reuse***,McGraw-Hill, New York 2003.

۲- نجف پور. علی اصغر، شریعت. سید محمود، مصداقی نیا. علیرضا، ناصری. سیمین، محوی. امیر حسین، ***حذف بیولوژیکی فسفر از فاضلاب های شهری با استفاده از راکتورهای بی‌هوازی- هوازی***، فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳ و ۴، ۱۳۷۸: صفحات ۵۳ -۴۶

3- Bowker, R. P. G. and. Stensel H. D ***Phosphorus Removal from Wastewater***, Noyes Data Corporation, New Jersey, 1990.

4- Bitton, G., , ***Wastewater Microbiology***, John Willey, New York. 1999

5 - Rim, Y. T., H. J. Yang, C. H. Yoon, Y. S. Kim, J. B. Seo, J. K. Ryu, and E. B. Shin, , ***A Full-Scale Test of a Biological Nutrients Removal System Using the Sequencing Batch Rector***, Water Sci. Technol. 1997,35, (1): 241-247.

6- Irvine, R. L. and W. B. Davis, , ***Use of Sequencing Batch Reactor for Wastewater Treatment- CPC International, Corpus Christi, TX.*** Presented at the 26th Annual Industrial Waste Conference, Purdue, University, West Lafayette, IN. 1971

7- U.S.EPA,***Sequencing Batch Reactors for Nitrification and Nutrient Removal, U.S. Environmental Protection Agency,*** EPA 832 R-92-002, Washington D.C. 1992

8- Crites, R. and G. Tchobanoglous, , ***Small and Decentralized Wastewater Management Systems***, Mc-Graw Hill, New York. 1998

۹- نجف پور. علی اصغر، ***بررسی کارایی راکتورهای هوازی- بی‌هوازی در حذف بیولوژیکی فسفر از فاضلاب شهری***، پایان نامه Ph.D، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، سال ۷۷-۱۳۷۶.

www.SID.ir