علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره یازدهم، شماره سه، پاییز۸۸

بررسی تصفیه پذیری شیرابه کارخانه کمپوست شرکت کود آلی گیلان با استفاده از فیلترهای بیهوازی (با جریان رو به پایین و رو به بالا)

امیر حسام حسنی [۱]
نادر مختارانی [۲]
اصغر بیات فرد [۳]*

تاریخ دریافت:۸۵/۸/۲۰ تاریخ پذیرش:۸۶/۱/۲۶

چکیده

روش های متفاوتی در تصفیه بیهوازی فاضلاب های غلیظ وجود دارد. هدف تحقیق حاضر بررسی تصفیه پذیری شیرابه کارخانه کمپوست شرکت کود آلی گیلان با استفاده از فیلترهای بیهوازی (با جریان پایین رو و بالا رو) بوده است.

به منظور اطلاع از نتایج تحقیقات مشابه مطالعاتی انجام گرفت که متاسفانه در زمینه تصفیه شیرابه کارخانه کمپوست با فیلترهای بیهوازی مطلبی به دست نیامد. سپس تحقیق حاضر در طول مدت ۱۲ ماه در مقیاس فول اسکیل انجام گرفت و نهایتا از نرم افزار های مربوطه در رسم و تجزیه و تحلیل نتایج استفاده شد. مدیای به کار رفته در راکتور از نوع سفال ساختمانی با سطح موثر $۸۷ \frac{m^۲}{m^۳}$ بود. درصد ارتفاعی بستر در حدود ۳۳ ٪ راکتورها و توالی راکتورها بترتیب با جریان رو به پایین و رو به بالا بود. متوسط غلظت COD ورودی به راکتورها در طول انجام تحقیق mg/l ۸۵۰۰۰ بود. راکتورها COD حداکثر ۱۴۰۰۰۰ و حداقل ۳۹۴۰۰ میلی گرم بر لیتر را نیز تجربه نمودند. pH شیرابه ورودی به راکتور توسط محلول شیرآهک خنثی گردیده و متوسط دمای راکتور در طول انجام تحقیق ^oc ۲۵ بود. پارامتر های مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از میزان بازده حذفCOD، حداکثر میزان بارگذاری، تغییرات pH راکتور بیهوازی با بارگذاری های مختلف و حد بحرانی دما در راکتور بیهوازی. بهترین کارایی سیستم در تصفیه شیرابه در غلظت COD ورودی mg/l ۷۵۰۰۰ و زمان ماند هیدرولیکی ۱۱ ساعت و OLR برابر ۴/۶ $KgCOD/m^3.d$ بود که بیشترین بازده حذف COD برابر ۹۷/۷٪ به دست آمد. حداکثر بار آلی ورودی به راکتور بیهوازی برابر$KgCOD/m^3.d$ ۱۱/۱ با COD ورودی mg/l ۷۵۰۰۰ بود که بازده حذف ۸۶/۲٪ به دست آمد. حداقل بار هیدرولیکی ورودی به راکتور بیهوازی در ابتدای راه اندازی راکتور $۱m^۳$ در روز و حداکثر آن نیز در حداکثر بازده حذف COD $۴۰m^۳$ در روز بود. راه اندازی راکتورهای بستر ثابت با غلظت های پایین $MLSS$ نیز امکان پذیر است

۱- استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲- استادیار، گروه مهندسی محیط زیست ،دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانش آموخته، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران*(مسئول مکاتبات)

Archive of SID
www.SID.ir

به طوری که در این تحقیق غلظت $MLSS$ راکتور در ابتدا mg/l ۴۰۰ بود و رفته رفته با افزایش غلظت $MLSS$ بازده راکتور در حذف COD نیز افزایش یافت و به حد نهایی اش یعنی۹۷/۷٪ رسید. البته در برهه ای از زمان اقدام به تلقیح راکتور با لجن کشتارگاه شد. حد بحرانی دما ^{o}c۱۹ تشخیص داده شد، به طوری که با پایین تر رفتن دما از این حد بازده راکتور به شدت کاهش یافت و به حدود ۵-۴٪ رسید.

راکتورهای با بستر ثابت توانایی تصفیه فاضلاب هایی(در این تحقیق شیرابه) با COD درحد mg/l ۱۴۰۰۰۰و بازده حذف COD برابر۹۷/۷٪ را دارا می باشند.

واژه های کلیدی: شیرابه،کارخانه کمپوست، فیلترهای بیهوازی، مدیا (آکنه)، شرکت کود آلی گیلان.

مقدمه

شیرابه فقط در مراکز دفن زباله تولید نمی شود، بلکه کارخانه های کود کمپوست نیز در مقیاس بزرگ تولید شیرابه می کنند.البته بین این دو نوع شیرابه از نظر کیفی تفاوت هایی وجود دارد، بدین صورت که در شیرابه کارخانجات کمپوست عناصر سنگین، مواد سمی، حلال ها وآنتی بیوتیک ها وجود ندارند و همین عامل در صورت مناسب بودن نسبت $\frac{BOD}{COD}$ اقبال روش بیولوژیکی در تصفیه شیرابه را افزایش می دهد.

شیرابه عوارض سوء متفاوتی را برای محیط زیست به وجود می آورد. از جمله موجب آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی شده و با ایجاد مناظر زشت و نازیبا روح زیباشناختی هر بیننده ای را می آزارد.

تصفیه پذیری شیرابه محل دفن شهر استانبول با استفاده از روش $Fixed\ Bed$ با جریان بالا رو مورد مطالعه قرار گرفت، COD این شیرابه از ۱۸۸۰۰ تا ۴۷۸۰۰ میلی گرم بر لیتر و BOD_5 آن نیز از ۶۸۲۰ تا ۳۸۵۰۰ میلی گرم بر لیتر متغیر بود. نتیجه اینکه راکتور بازدهی بین ۹۰-۸۰ ٪ را نشان داد. (۱)

مهرداد فرهادیان در سال ۱۳۷۶ در تحقیقات خود از فیلترهای بیهوازی بالا رو جهت تصفیه فاضلاب کارخانه قند استفاده کرد. پس از راه اندازی، با راهبری راکتورها در غلظت COD برابر mg/l ۸۰۰۰-۲۰۰۰ بازده حذف حداکثر ۹۳-۷۵٪ در راکتور حاصل گردید.(۲)

Thriumurthi و همکاران مطالعاتی راجع به استفاده از فیلتر بیهوازی در تصفیه شیرابه انجام دادند. آن ها ضمن تاکید بر قابلیت تصفیه پذیری این نوع فاضلاب دریافتند که از نظر باکتری های بیهوازی هیچ ترجیهی نسبت به فرمول های مختلف فسفر وجود ندارد.(۳)

Miyahara و همکاران ارتباط بین آکنه ها و رفتار باکتری های بیهوازی را در فیلتر های بیهوازی بالارو مورد بررسی قرار دادند. مطالعات آن ها نشان داد هر چه زمان ماند طولانی تر شود (HRT=۴۸) میزان باکتر های اسید ساز نسبت به باکترهای چسبیده به سطوح آکنه ها بیشتر می شود. همچنین آن ها دریافتند که تجمع باکتری های چسبیده با کاهش HRT راکتور افزایش می یابد.(۴)

اهداف تحقیق

اهداف این تحقیق شامل پیدا نمودن مناسب ترین بارگذاری در راکتورهای بیهوازی، حد بهینه غلظت MLSS در درون راکتورها، حد بهینه دما و ... بود که در نهایت هدف کلی از انجام این تحقیق بررسی تصفیه پذیری شیرابه کارخانجات کمپوست با استفاده از روش بیهوازی بود. در این تحقیق یکی از اهداف جزئی، بررسی عملکرد و کارایی مدیا های بکار رفته در مخزن بیهوازی جهت افزایش سطح تماس میکرو ارگانیزم ها با مواد مغذی در راکتور ها بود. سطح موثر این مدیا ها $A=87m^2/m^3$ بوده و جنس آن از بلوک های سفالی

Archive of SID

www.SID.ir

ساختمانی است و از نظر ارتفاعی در حدود $\frac{1}{3}$ ارتفاع راکتور بیهوازی یعنی (۱/۷متر) را پر می کرد.

روش تحقیق

برای دستیابی به اهداف تحقیق در طول مدت ۱۲ ماه مطالعات اجرایی در آزمایشگاه تصفیه خانه شیرابه شرکت کود آلی گیلان صورت گرفت.

در این تحقیق عملکرد فیلترهای بیهوازی با جریان رو به پایین و رو به بالا در تصفیه شیرابه کارخانه کمپوست بررسی شد. دو مخزن بتنی مستطیلی شکل هر یک به ابعاد m ×۴/۲m ۴/۷m×۱۳/۳ و حجم مفید ۲۳۷/۵m^3 به عنوان فیلترهای بیهوازی با جریان روبه پایین و رو به بالا به صورت سری مورد استفاده قرار گرفت، به طوری که خروجی مخزن اول به منزله ورودی مخزن بالارو بود.در این مخازن از بستر استفاده شد و ارتفاع بستر در هر یک از راکتور های مساوی و برابر ۱۲۷ سانتی متر یعنی ۳۳ ٪ ارتفاعی بستر بود. آکنه از جنس سفال ساختمانی با سطح مخصوص $\frac{m^2}{m^3}$ ۸۷ بود.

شرح کار به دین ترتیب بود که شیرابه با دبی حداکثر ۴۰ m^3/d و غلظت های مختلفی از COD با متوسط mg/l ۸۵۰۰۰ وارد ابتدای راکتور اول و متعاقبا وارد راکتور دوم گردید.pH شیرابه خام اسیدی بود و جهت خنثی سازیpH شیرابه از محلول شیرآهک استفاده شد. نسبت $\frac{BOD}{COD}$ برابر ۴۵٪ بود. به طور کلی نسبت $COD: N:P$ برای فاضلاب های سخت تجزیه پذیر$(high-strength\ wastes)$ در بارگذاری های پایین۳۵۰:۷:۱ می باشدکه در این تحقیق از نسبت ۱۰۰۰:۷:۱ برای این منظور استفاده شد(۵).

تحقیق با بارگذاری$KgCOD/m^3.d$ ۲/۴ شروع شد و افزایش بارگذاری با روند پله ای به میزان ۱۱- ۶٪ برابر نسبت به بارگذاری قبلی بود. در افزایش پله ای بارگذاری جلوگیری از افت شدید pH و درصد بازده راکتور بیهوازی مد نظر قرار گرفت. پس از تلقیح اولیه راکتور با لجن کشتارگاه غلظت $MLSS$ آن به ۴۰۰ mg/l رسید و راکتور آماده بارگذاری شد. جهت تسریع در راه اندازی راکتور از کود تازه گاوی استفاده شد.

سرعت رو به بالا در راکتور جریان روبه بالا در حد ۱۶ m/d بود که در محدوده مناسبی قرار داشت.(۶) جهت انجام آنالیز نمونه ها از نرم افزار $EXCEL$ استفاده شد.

روش مورد استفاده در اندازه گیری COD روش کووت یا ویال بود. نوع هاضم $HB.1$ دوازده خانه در محدوده درجه حرارت ^oC ۲۰۰ -۳۰، نوع فتومتر $Photometer\ palintest\ 5000$ و محـــدوده طـول موج۶۴۰nm-۴ بود.pH متر مورد استفاده از نوع $jenway\ 3510$ مدل الکترود شیشه ای، محدوده۱۴-۰=pH و محدوده درجه حرارت ۱۰۰-۰ ^oc بود.

میانگین غلظت ازت در شیرابه کارخانه کمپوست ۶۲ mg/l بود که با توجه به نسبت ۳۵۰:۷:۱ برای $C:N:P$ جهت جبران ازت در این تحقیق از« اوره »استفاده شد. میانگین غلظت فسفر نیز ۵۷ mg/l بود که در این تحقیق از « سوپر فسفات تریپل» جهت جبران کمبود فسفر استفاده شد.

در تمام طول مدت تحقیق جریان برگشتی(سیرکولاسیون) از انتهای مخزن با جریان بالا رو به ابتدای مخزن با جریان پایین رو برقرار بود و برداشت نمونه ها از این خط انجام گرفت. نمونه های برداشت شده طبق دستورالعمل های ارائه شده در کتاب استاندارد متد آزمایش گردید.

پارامتر های مورد بررسی در این تحقیق میزان بازده حذفCOD، حداکثر میزان بارگذاری، تغییرات pH راکتور بیهوازی با بارگذاری های مختلف و حد بحرانی دما در راکتور بیهوازی بود.

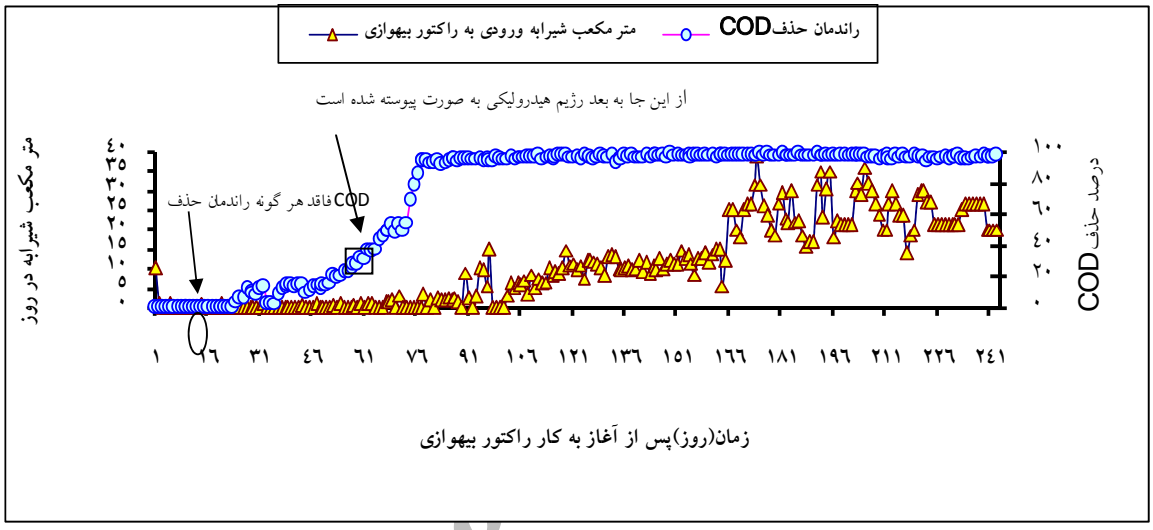
نتایج

همان طور که از نمودار ۱ مشخص است، مدت زمانی که سیستم به سازگاری رسید حدود سه ماه به طول انجامید .میانگین دبی شیرابه تزریق شده به راکتور بیهوازی ۱۱m^3/d و حداکثر آن نیز در حدود ۴۰ m^3/d بود. متوسط COD شیرابه

Archive of SID

www.SID.ir

خام ورودی به راکتور بیهوازی برابر با mg/l ۸۵۰۰۰ و میانگین بازده حذف COD برابر ۹۷٪ بود. حداکثر و حداقل غلظت COD ورودی نیز بترتیب ۱۴۰۰۰۰ و ۳۹۴۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. علت نوسانات مشهود در غلظت COD ورودی نیز فقدان سیستم زهکشی مناسب در اطراف چاله پمپاژ بود، بدین شکل که پس از هر بارش، آب باران به داخل چاله پمپاژ نفوذ کرده و شیرابه خام رقیق می شد. حداکثر و حداقل بازده حذف COD نیز در این مدت به ترتیب ۹۱/۹ و ۹۸/۸٪ بود. در کل روند حاکم بر بازده حذف یک روند افزایشی با شیب بسیار ملایم بود.

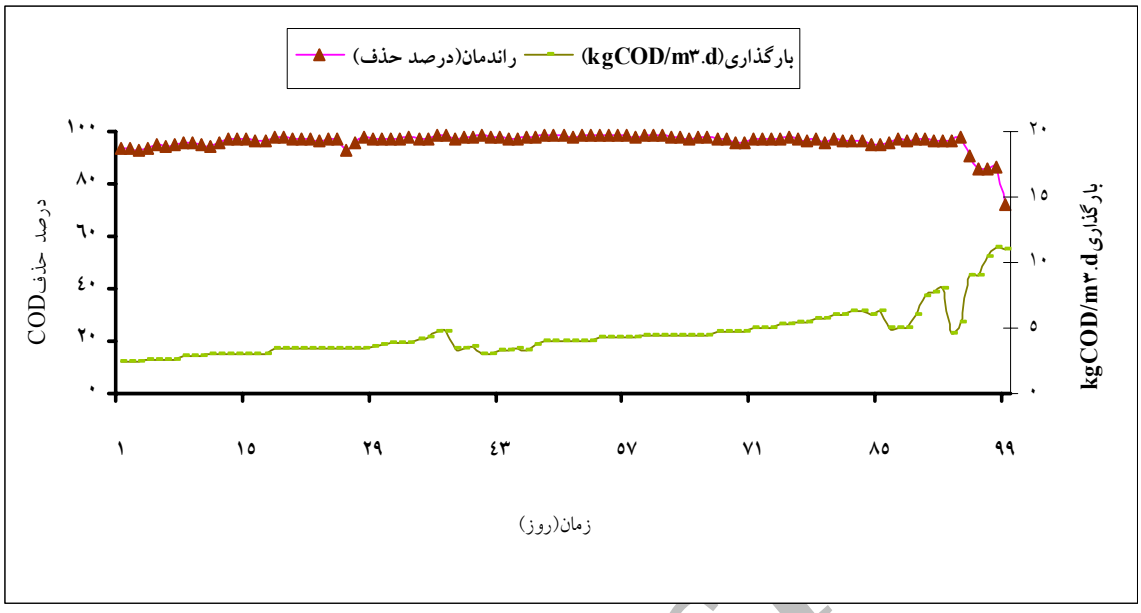


نمودار ۱- تغییرات دبی شیرابه ورودی و بازده حذف COD توسط راکتور بیهوازی

پس از سازگاری سیستم، همان طور که از نمودار شماره۲مشخص است، بیشترین بار آلی ورودی به راکتور بیهوازی $۱۱/۱KgCOD/m^3.d$ و با COD ورودی mg/l ۷۵۰۰۰ بود که بازده حذف حدود ۸۶/۲٪ به دست آمد. بهترین کارایی سیستم در تصفیه شیرابه در غلظت COD ورودی mg/l ۷۵۰۰۰ و زمان ماند هیدرولیکی ۱۱ ساعت و OLR ، $۴/۶ KgCOD/m^3.d$ بود که بازده حذف COD برابر ۹۷/۷٪ به دست آمد.

Archive

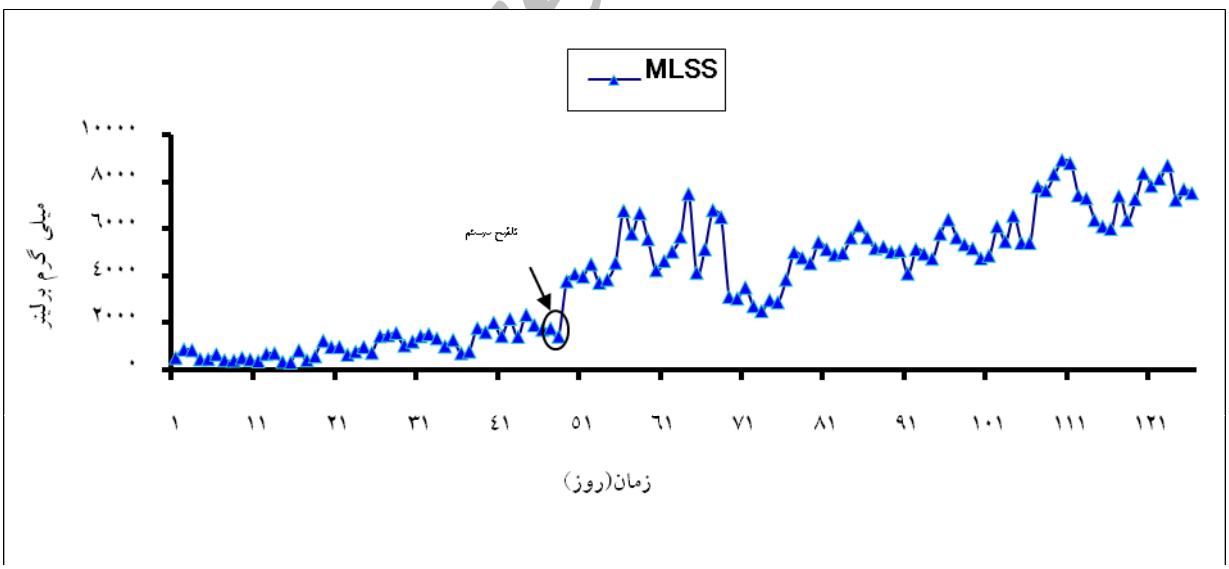
www.SID.ir



نمودار ۲- میزان بار گذاری و بازده حذف *COD* در راکتور بیهوازی

در ابتدای راه اندازی راکتور غلظت *MLSS* *mg/l* ۴۰۰ بود و در دمای متوسط $۱۷^{o}c$ راه اندازی راکتور۳ ماه به طول انجامید. میانگین غلظت *MLSS* در طول مدت بهره برداری در راکتور ۳۸۶۵*mg/l* بود.

همان طور که از نمودار ۳ مشخص است یک روند افزایشی بر غلظت MLSS حاکم بود و پس از تلقیح راکتور با لجن کشتارگاه که نوساناتی را در غلظت MLSS پدید آورد، مجدداً روند ثابت و تقریباً یکنواختی در نمودار MLSS رخ داد.

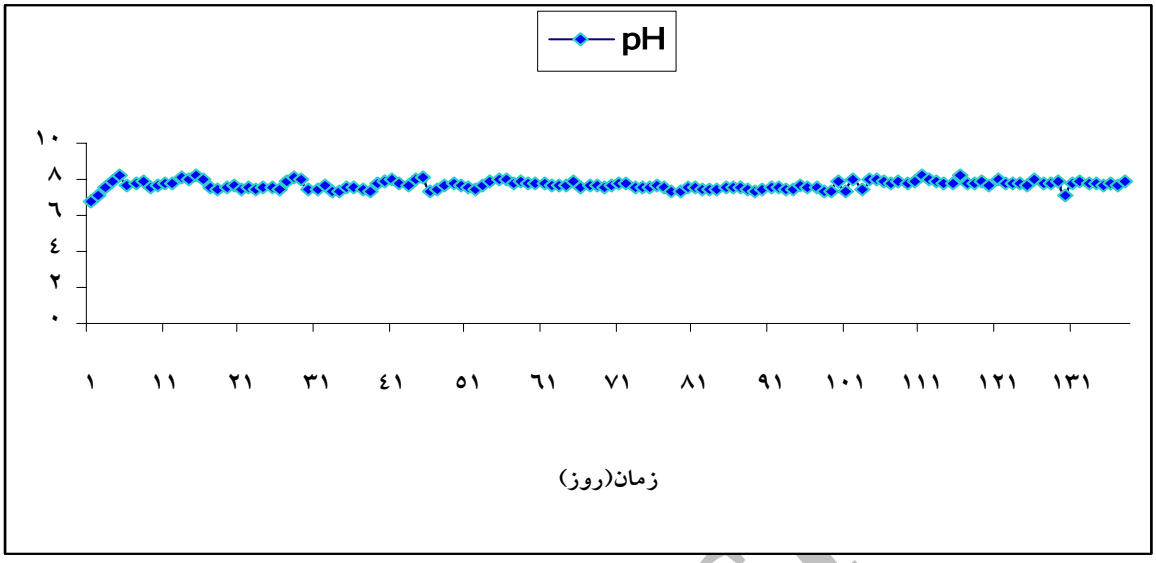


نمودار ۳ - تغییرات *MLSS* در راکتور بیهوازی

میانگین *pH* راکتور بیهوازی ۷/۷ ، حداقل و حداکثر آن نیز ۶/۸۲ و ۸/۲ بود.

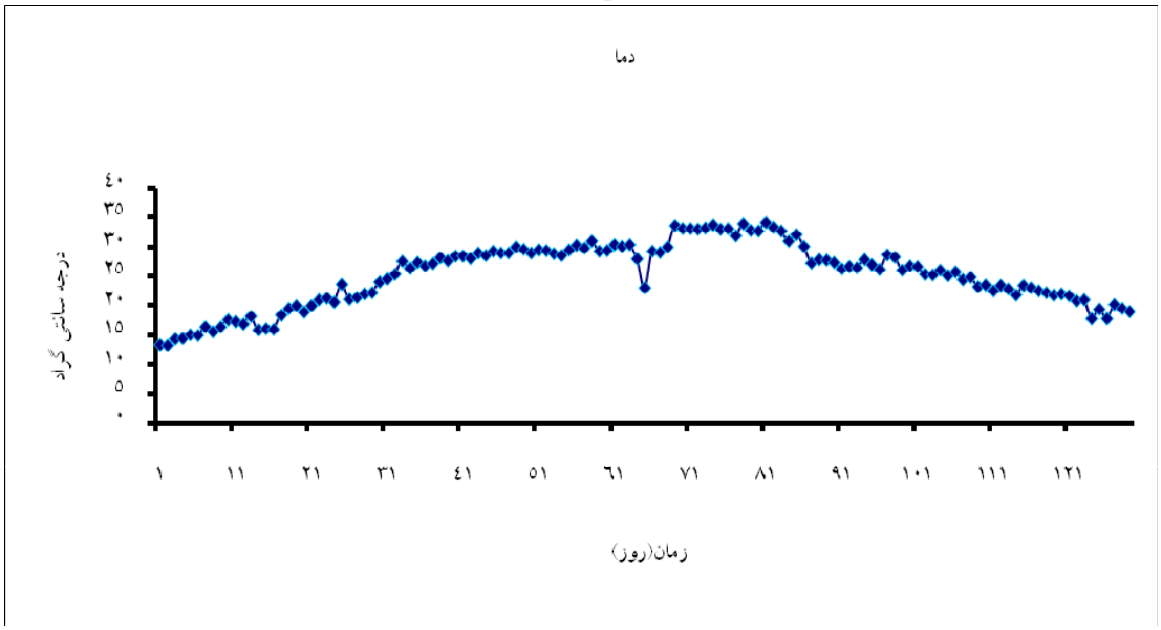
افت محسوس *pH* پس از بارگذاری های بالا و افزایش *pH* نیز به خاطر تاخیر در انجام بارگذاری و تغذیه راکتور بود . تغییرات *pH* راکتور در طول مدت انجام تحقیق در نمودار۴ آمده است.

www.SID.ir



نمودار ۴- تغییرات pH راکتور بیهوازی

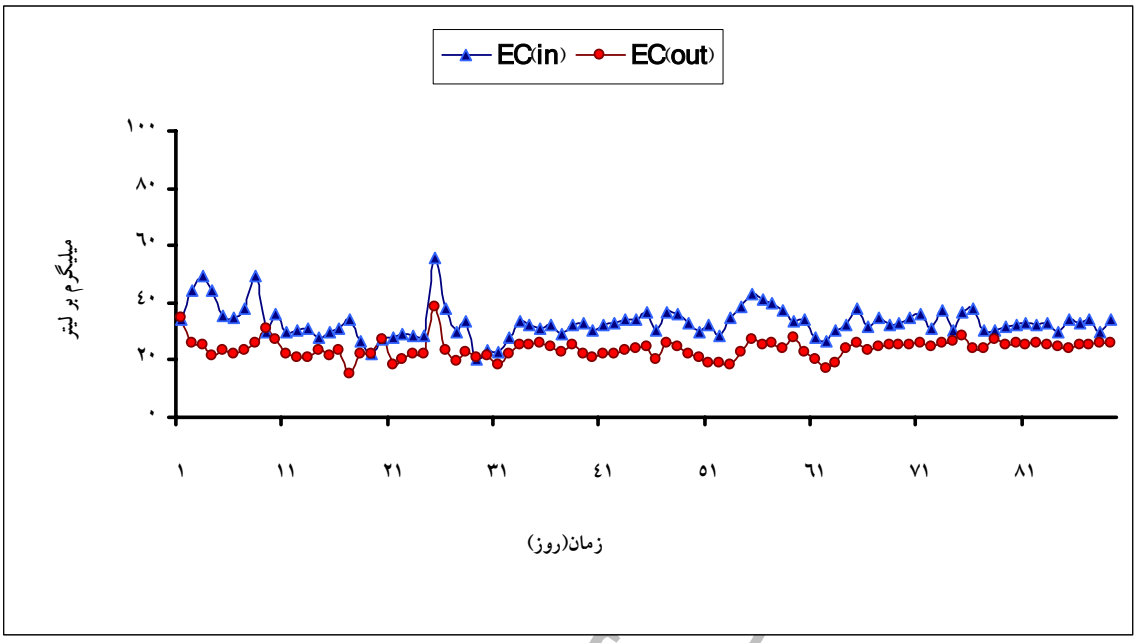
میانگین دمای راکتور بیهوازی در طول مدت بهره برداری $25^{o}c$ بود و این در حالی است که راکتور در حداقل و حداکثر به ترتیب دماهای ۱۳/۳ و ۳۴/۲ درجه سانتی گراد را تجربه کرد. روند تغییرات دمای راکتور بیهوازی در نمودار ۵ آمده است.



نمودار ۵- تغییرات دما در راکتور بیهوازی

در طول مدت بهره برداری میانگین غلظت EC ورودی به راکتور بیهوازی برابر $32/5 ms/cm$ بود.حداکثر و حداقل EC در طول مدت بهره برداری به ترتیب ۴۹و۲۲ بود. میانگین EC خروجی از راکتور ۲۳/۵ بوده، حداکثر و حداقل EC خروجی نیز در این مدت به ترتیب ۳۵ و ۱۵ بود. نمودار ۶ روند تغییرات EC شیرابه ورودی و خروجی در راکتور بیهوازی را نشان می دهد.

www.SID.ir



نمودار ۶ - تغییرات EC ورودی و خروجی در راکتور بیهوازی

از اهداف این تحقیق بررسی عملکرد و کارایی مدیاهای به کار رفته در مخزن بیهوازی جهت افزایش سطح تماس میکروارگانیسم ها با مواد مغذی در راکتورها بود. سطح موثر این مدیا ها A =۸۷ $\frac{m^2}{m^3}$ بود. جنس آن ها از بلوک های سفالی ساختمانی و از نظر ارتفاعی در حدود $\frac{1}{3}$ ارتفاع راکتور بیهوازی یعنی۱/۲۷متر را پر می کرد. مشاهده مدیاها رشد قابل توجهی از لایه میکروبی را در سطوح خارجی و درونی آن نشان داد و نیز این مدیاها از خروج میکروارگانیسم های شناور جلوگیری کرده به طوری که در خروجی این راکتورها لجن مشاهده نشد.

بحث و تفسیر نتایج

حداکثر بازده حذف COD در بار آلی ورودی ۴/۶ $KgCOD/m^3.d$ و زمان ماند هیدرولیکی ۱۱ ساعت ۹۷/۷٪ به دست آمد و این در حالی است که بازده راکتور های $Fixed\ Bed$ جریان بالارو در تصفیه شیرابه محل دفن شهر استانبول نیز بین ۹۰-۸۰ ٪ بوده ا ست.

حداکثر بارگذاری این راکتورها $KgCOD/m^3.d$ ۱۱/۱ بود که در بارگذاری های بالاتر pH راکتور افت نموده و بازده به شدت کاهش می یافت.

راه اندازی راکتورهای بستر ثابت با غلظت های پایین $MLSS$ نیز امکان پذیر است. به طوری که در این تحقیق غلظت $MLSS$ راکتور در ابتدا در حد ۴۰۰ mg/l بود و رفته رفته غلظت $MLSS$ راکتور افزایش یافت. البته در برهه ای از زمان اقدام به تلقیح راکتور با لجن کشتارگاه شد.

پس از انجام هر بارگذاری به دلیل تولید اسیدهای چرب فرار (VFA)اندکی افت در pH راکتور مشاهده شد و این تغییرات به طوری بود که می شد حداکثر ظرفیت بارگذاری در راکتور را از روی آن مشخص کرد.

بدین شکل می توان اقدام به بارگذاری در راکتور بیهوازی نمود، البته به شرط آن که pH از محدوده مجاز افت نکند و در صورت بروز افت شدید می توان انجام بارگذاری جدید را به تاخیر انداخت تا اسیدهای چرب تولید شده توسط متانوژن ها مصرف شود.

با توجه به حساسیت توده میکروبی سیستم های بیهوازی و کاهش شدید بازده حذف COD در هنگام افت دما،

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از این سیستم در تصفیه شیرابه در مناطق سردسیر پیشنهاد نمی گردد، مگر این که تدابیر لازم جهت گرم کردن سیستم در نظر گرفته شود که استفاده از بیوگاز تولیدی جهت گرم کردن سیستم می تواند کاربرد آن را توجیه نماید. در این تحقیق حد بحرانی دمای $۱۹^{o}c$ تشخیص داده شد که با پایین تر رفتن از این حد بازده راکتور به شدت کاهش یافت.

متوسط بازده حذف EC در راکتور ۲۸/۱۵٪ بود. نکته قابل تامل این جا است که راکتور EC های بالایی را (ms/cm ۴۹) تجربه کرد و علی رغم این بدون هیچ گونه مشکلی به فعالیت خود ادامه داد.

انجام عمل سیرکولاسیون در راکتور بیهوازی می تواند در کوتاه کردن زمان راه اندازی موثر باشد. با این عمل محتویات تانک دائماً در حال اختلاط بوده و به خصوص به تشکیل لایه بیولوژیکی بر روی مدیاهای بستر کمک می کند. این در حالی است که *Miyahara* و همکاران در مطالعات خود نشان دادند هر چه زمان ماند طـــولانی تر شود *(HRT=48)* میزان باکتری های اسید ساز نسبت به باکتری های چسبیده به سطوح آکنه ها بیشتر می شود.همچنین آن ها دریافتند که تجمع باکتری های چسبیده با کاهش HRT راکتور افـزایش می یابد.

جهت تامین قلیائیت سیستم از $Ca(oH)_2$ استفاده شد. البته به شرطی که غلظت Ca^{2+} در سیستم به حد نهایی خود (حدود mg/l ۴۰۰۰) که به عنوان یک ماده سمی تلقی می شود، نرسد(۷) .

راکتورهای بیهوازی با بستر ثابت توانایی تصفیه فاضلاب هایی(در این تحقیق شیرابه) با COD در حد mg/l۱۴۰۰۰۰را دارند بنابراین می توان در مقیاس صنعتی جهت تصفیه و پالایش فاضلاب های بسیار غلیظ از این بیوراکتور ها استفاده نمود. *Thrimurthi* و همکاران نیز در سال ۱۹۹۸ راجع به استفاده از فیلتر بیهوازی در تصفیه شیرابه تحقیقاتی انجام دادند و تاکید بر تصفیه پذیر بودن شیرابه کردند.

منابع

۱. احمدی ارس، آرزو، ۱۳۸۲، "تصفیه پساب های صنعتی حاوی فنل با استفاده از راکتور های بیهوازی با بستر ثابت و بهره گیری از جریان های روبه بالاو رو به پایین"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۲. فرهادیان، مهرداد، ۱۳۷۶، "طراحی، ساخت،راه اندازی و تعیین پارامتر های مؤثر بر فیلتر های بیهوازی بالارو"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف،تهران.

3. Thiramurthi.et.al,1998, ‘‘phosphate requirement for anaerobic fixed film treatment of landfill leachate’’, Canadian journal of civil engineering, vol.15,no.3,p:334-337.
4. Okubo.et.al,1991, ‘‘Development of a new domestic wastewater treatment system using an up flow filter raw wastewater’’, LAWPRC Conf. Kyoto, Japan.
5. Kennedy et. al 1991‘’Anaerobic WasteWater Treatment in Down-Flow Stationary Fixed-Film Reactors’. Water Science &Technology, Vol.24, No.8, PP: 157-177.

۶. خالدی،حسین جمعه،۱۳۸۰،"کاربرد فیلتر های بیهوازی با لارو در تصفیه بیهوازی فاضلاب صنایع تولید فیبر"،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. اویسی،داود،۱۳۸۳،"مطالعه و طراحی بهینه راکتور بیولوژیکی بیهوازی جهت تصفیه شیرابه جوان مراکز دفن زباله شهری" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

Archive of SID

www.SID.ir