

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای مرتضی شاکری حسین آباد پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تعیین زمان ماند بهینه در راکتور USBF به منظور کاهش مواد مغذی فاضلاب شهری در تاریخ ۱۳۸۹/۴/۲۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست پیشنهاد می کنند.

| امضا | رتبه علمی | نام و نام خانوادگی | عضو هیات داوران |
|------|-----------|---------------------|--------------------------------------|
| | استاد | دکتر حسین گنجی دوست | استاد راهنما |
| | استادیار | دکتر بیتا آبی | استاد مشاور |
| | استادیار | دکتر نادر مختارانی | استاد ناظر |
| | استاد | دکتر احمد مهربانری | استاد ناظر |
| | استادیار | دکتر نادر مختارانی | مدیر گروه (با نماینده گروه تخصصی) |

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی یا هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم‌افزار و یا آثار ویژه (اثر هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

اینجانب محمد علی شوم گلیه نکات متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران قوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم.

امضاء: 
تاریخ: ۱۳۸۷/۴/۲۳

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مهندسی عمران- محیط زیست است که در تیرماه سال ۱۳۸۹ در دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر حسین گنجی دوست، مشاوره سرکار خانم دکتر بیتا آیتی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.
ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب مرتضی شاکری حسین آباد دانشجوی رشته مهندسی عمران- محیط زیست مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: مرتضی شاکری حسین آباد

تاریخ و امضا:



۹۵/۳/۱۵



دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

گروه مهندسی محیط زیست

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران (محیط زیست)

تعیین زمان ماند بهینه در راکتور USBF به منظور کاهش مواد مغذی فاضلاب شهری

مرتضی شاکری حسین آباد

استاد راهنما:

دکتر حسین گنجی دوست

استاد مشاور:

دکتر بیتا آیتی

تیرماه ۱۳۸۹

به پاس ایثار و گذشت بی انتهایشان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان و

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که رشد و اعتلایم را از وجود پر مهرشان به ارمغان دارم

و به پاس محبت های بی دریغش که هرگز فروکش نمی کند

تقدیم به همسر مهربان و فداکارم

که همراهی صمیمانه و دلگرمی هایش امید بخش زندگیم شده است

شکر و قدردانی

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر حسین کنجی دوست که صمیمانه و متعهدانه در هدایت و راهنمایی اینجانب از بیچ کوششی دریغ ننموده اند از صمیم قلب شکر و قدردانی نموده و سپاس و احترام بیکران خویش را تقدیمشان می‌نمایم.

در انجام این تحقیق مرهون رهنمودهای کراتقدر و حمایت‌های بی‌دریغ استاد مشاورم سرکار خانم دکتر میا آیتی، هستم که همواره راهنمایی‌های ارزشمندشان رهگشای کارم بوده است. از کمک‌های شایان و بذل توجه ایشان کمال شکر و قدردانی را دارم.

در اینجا لازم می‌دانم از دوستان عزیزم مهندس حسنی، مهندس زبردست، مهندس رضوی، مهندس آریا، مهندس بلورساز، مهندس شگری، مهندس عبدالحمیدی و مهندس شستی که بنده را در مراحل مختلف این پژوهش یاری نمودند، شکر و سپاس گزار می‌گردد و برایشان آرزوی سلامتی و توفیق از درگاه ایزدمنان می‌کنم.

چکیده

فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن یا به طور اختصار USBF یک روش موثر و نوین در تصفیه فاضلاب می‌باشد که در واقع یک نوع فرایند لجن فعال متعارف اصلاح شده می‌باشد. این سیستم که از ترکیب یک ناحیه غیرهوازی، قبل از حوض هوادهی و یک زلالساز با بستر لجن و جریان رو به بالا در یک بیوراکتور، تشکیل شده است در جهت عملیات حذف BOD، نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون و حذف فسفر کارایی اثبات شده دارد. هدف از انجام این تحقیق تعیین کارایی فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن در حذف بیولوژیکی نیتروژن و تعیین زمان ماند هیدرولیکی بهینه براساس بیشترین راندمان حذف نیتروژن در این سیستم می‌باشد. آزمایشات در یک پایلوت آزمایشگاهی USBF از جنس پلکسی گلس و به حجم ۶۰ لیتر با جریان پیوسته به انجام رسید. فاضلاب مصنوعی شامل ترکیبات گلوکز و اوره به‌عنوان منبع کربن و نیتروژن و با نسبت COD/N در حدود ۱۰ با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن براساس مجموع یون نیترات و نیتريت در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت و تحقیق در دو فاز راه‌اندازی و بهره‌برداری انجام داده شد، که در فاز بهره‌برداری برای تعیین زمان ماند هیدرولیکی بهینه براساس بیشترین راندمان حذف نیتروژن در خروجی سیستم، جریان فاضلاب با دبی‌های ۱/۰، ۱/۲، ۱/۴، ۱/۶، ۱/۸ و ۲/۰ لیتر بر ساعت به سیستم اعمال گردید. با توجه به نتایج اخذ شده، در ابتدا با افزایش دبی، راندمان حذف نیتروژن افزایش می‌یافت، چنانچه میانگین درصد حذف نیتروژن پس از رسیدن سیستم به شرایط پایدار در دبی‌های ۱/۰، ۱/۲ و ۱/۴ به ترتیب ۸۹/۴، ۹۲ و ۹۵/۱ درصد تعیین گردید ولی در ادامه با افزایش دبی به ۱/۴، ۱/۶، ۱/۸ و ۲/۰ لیتر بر ساعت میانگین درصد نیتروژن حذف شده کاهش یافته و به ترتیب به مقادیر ۹۳، ۸۸، ۸۳ و ۸۰ درصد رسید. در آخر با توجه به نتایج بدست آمده و در نظر گرفتن این نکته که با افزایش زمان ماند در سیستم، افزایش حجم حوضچه‌ها را خواهیم داشت، زمان ماند بهینه برای پایلوت USBF مقدار ۴۰ ساعت در کل سیستم (معادل ۵ ساعت در زلالساز) با بستر لجن و جریان رو به بالا، تعیین گردید.

کلمات کلیدی:

راکتور USBF- تصفیه بیولوژیکی- نیتریفیکاسیون- دنیتریفیکاسیون- زمان ماند هیدرولیکی- فاضلاب مصنوعی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

پیشگفتار ۱

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۴

۱-۲- اجزا تشکیل دهنده فاضلاب ۴

۱-۳- روش‌های تصفیه ۴

۱-۴- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ۵

۱-۵- فرایند لجن فعال ۶

۱-۶- متغیرهای طراحی فرایند لجن فعال ۶

۱-۶-۱- زمان ماند ۷

۱-۶-۲- میزان بارگذاری حجمی ۷

۱-۶-۳- بارگذاری جرمی (نسبت غذا به میکروارگانیسم) ۸

۱-۶-۴- سن لجن ۸

۱-۶-۵- جامدات معلق مایع مخلوط ۱۰

۱-۷- فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن ۱۰

۱-۷-۱- شرح فرایند USBF ۱۱

۱-۷-۲- طراحی فرایند USBF ۱۳

۱-۷-۳- پارامترهای بهره‌برداری ۱۴

۱-۷-۴- مزایای استفاده از فناوری USBF ۱۵

۱-۷-۵- معایب استفاده از فناوری USBF ۱۶

فصل دوم: نیتروژن، اثرات و روش‌های حذف آن

۱-۲- مقدمه ۱۸

۲-۲- نیتروژن و اشکال مختلف آن ۱۸

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۱۹ | ۳-۲- منابع نیتروژن در فاضلاب |
| ۲۰ | ۱-۳-۲- فاضلاب شهری |
| ۲۰ | ۲-۳-۲- فاضلاب صنعتی |
| ۲۰ | ۳-۳-۲- سایر موارد |
| ۲۰ | ۴-۳-۲- چرخه نیتروژن |
| ۲۱ | ۵-۳-۲- اثرات نیتروژن |
| ۲۲ | ۴-۲- روش‌های حذف نیتروژن از فاضلاب |
| ۲۲ | ۱-۴-۲- روش‌های بیولوژیکی |
| ۲۳ | ۲-۴-۲- میکروارگانیسم‌های موجود در فاضلاب |
| ۲۴ | ۵-۲- نیتریفیکاسیون |
| ۲۵ | ۱-۵-۲- میکروبیولوژی نیتریفیکاسیون |
| ۲۶ | ۱-۱-۵-۲- باکتری‌های اکساینده آمونیاک (AOB) |
| ۲۶ | ۲-۱-۵-۲- باکتری‌های اکساینده نیتريت (NOB) |
| ۲۷ | ۲-۵-۲- فاکتورهای موثر در نیتریفیکاسیون |
| ۲۹ | ۶-۲- دنیتریفیکاسیون |
| ۳۰ | ۱-۶-۲- میکروبیولوژی دنیتریفیکاسیون |
| ۳۰ | ۲-۶-۲- فاکتورهای موثر در دنیتریفیکاسیون |
| ۳۲ | ۷-۲- فرایندهای حذف بیولوژیکی نیتروژن |
| ۳۲ | ۱-۷-۲- فرایندهای انوکسیک مقدماتی |
| ۳۲ | ۱-۱-۷-۲- فرایند لودزاک-اتینگر |
| ۳۲ | ۲-۱-۷-۲- فرایند اصلاح‌شده لودزاک - اتینگر |
| ۳۳ | ۳-۱-۷-۲- تغذیه مرحله‌ای |
| ۳۴ | ۴-۱-۷-۲- راکتور ناپیوسته متوالی |
| ۳۵ | ۲-۷-۲- فرایندهای انوکسیک نهایی |
| ۳۵ | ۱-۲-۷-۲- فرایند لجن تک مرحله‌ای |
| ۳۶ | ۲-۲-۷-۲- فرایند چهار مرحله‌ای باردنفو |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|-------------------------------------|--|
| فصل سوم: مروری بر تحقیقات انجام شده | |
| ۳۸ | ۱-۳- مقدمه..... |
| ۳۸ | ۲-۳- مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر..... |
| ۴۵ | ۳-۳- مطالعات انجام شده در ایران..... |
| ۴۶ | ۴-۳- کارایی فرایند USBF..... |
| ۴۶ | ۵-۳- پروژه‌های انجام شده در مقیاس صنعتی..... |
| ۵۰ | ۶-۳- مطالعات انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی..... |
| ۵۳ | ۷-۳- جایگاه پایان‌نامه در بین مطالعات..... |
| فصل چهارم: مواد و روش تحقیق | |
| ۵۵ | ۱-۴- مقدمه..... |
| ۵۵ | ۲-۴- مشخصات پایلوت..... |
| ۵۷ | ۳-۴- مکانیسم تصفیه پایلوت..... |
| ۵۷ | ۴-۴- مخزن ذخیره فاضلاب..... |
| ۵۷ | ۵-۴- مشخصات تجهیزات بکار رفته..... |
| ۵۸ | ۱-۵-۴- پمپ هوادهی و متعلقات آن..... |
| ۵۸ | ۲-۵-۴- پمپ سیرکولاسیون..... |
| ۵۸ | ۳-۵-۴- پمپ برگشت جریان..... |
| ۵۸ | ۴-۵-۴- تایمر الکترونیکی دیجیتال..... |
| ۵۹ | ۵-۵-۴- هیتر ترموستات‌دار..... |
| ۵۹ | ۶-۵-۴- مشخصات محل‌های نمونه‌برداری..... |
| ۵۹ | ۶-۴- تهیه خوراک..... |
| ۶۱ | ۷-۴- راه‌اندازی سیستم..... |
| ۶۱ | ۱-۷-۴- تهیه بذر میکروبی جهت راه‌اندازی سیستم..... |
| ۶۳ | ۲-۷-۴- تلقیح لجن به پایلوت..... |
| ۶۳ | ۸-۴- طراحی آزمایشات جهت تعیین زمان ماند هیدرولیکی بهینه..... |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۶۴ | ۹-۴- لجن برگشتی و دفعی..... |
| ۶۵ | ۱۰-۴- اندازه گیری پارامترها..... |
| ۶۵ | ۱-۱۰-۴- پارامترهای کنترلی..... |
| ۶۶ | ۲-۱۰-۴- پارامترهای اصلی..... |
| ۶۷ | ۳-۱۰-۴- روش انجام آزمایشات..... |
| ۶۷ | ۴-۱۰-۴- مواد شیمیایی مورد استفاده جهت انجام آزمایشات..... |
| ۶۸ | ۱۱-۴- دستگاه‌های استفاده شده..... |

فصل پنجم: نتایج و بحث

| | |
|----|--|
| ۷۰ | ۱-۵- مقدمه..... |
| ۷۰ | ۲-۵- نتایج دوره راه‌اندازی سیستم..... |
| ۷۰ | ۱-۲-۵- دوره راه‌اندازی با جریان منقطع..... |
| ۷۴ | ۲-۲-۵- دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته..... |
| ۸۰ | ۳-۵- نتایج دوره بهره‌برداری..... |
| ۸۳ | ۱-۳-۵- میزان حذف نیتروژن..... |
| ۸۴ | ۲-۳-۵- میزان حذف COD..... |
| ۸۶ | ۳-۳-۵- میزان BOD و نسبت BOD ₅ /COD..... |
| ۸۷ | ۴-۳-۵- شاخص حجمی لجن..... |
| ۸۸ | ۵-۳-۵- میزان حذف مواد جامد معلق خروجی..... |
| ۸۹ | ۴-۵- بحث و تحلیل نتایج فاز بهره‌برداری..... |
| ۹۱ | ۵-۵- بررسی تاثیر شاخص حجمی لجن بر میزان مواد معلق در پساب خروجی..... |
| ۹۲ | ۶-۵- مقایسه نتایج تحقیق حاضر با سایر تحقیقات..... |

فصل ششم: جمع‌بندی و پیشنهادات

| | |
|----|--------------------|
| ۹۴ | ۱-۶- مقدمه..... |
| ۹۴ | ۲-۶- جمع‌بندی..... |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|-------|---------------------|
| ۹۵ | ۳-۶- پیشنهادات..... |
| ۹۷ | منابع و مراجع..... |
| الف-۱ | پیوست الف..... |
| ب-۱ | پیوست ب..... |

فهرست شکل‌ها

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۱۱ | شکل ۱-۱: فناوری USBF جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و بیمارستانی..... |
| ۲۱ | شکل ۱-۲: چرخه نیتروژن..... |
| ۲۲ | شکل ۲-۲: تغییر شکل‌های نیتروژن در سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی..... |
| ۳۲ | شکل ۳-۲: فرایند لودزاک-اتینگر..... |
| ۳۳ | شکل ۴-۲: فرایند اصلاح شده لودزاک - اتینگر..... |
| ۳۴ | شکل ۵-۲: فرایند تغذیه مرحله‌ای..... |
| ۳۵ | شکل ۶-۲: راکتور ناپیوسته متوالی..... |
| ۳۵ | شکل ۷-۲: فرایند لجن تک مرحله‌ای..... |
| ۳۶ | شکل ۸-۲: فرایند چهار مرحله‌ای باردنفو..... |
| ۵۶ | شکل ۱-۴: طرح شماتیک پایلوت و دی‌گرام جریان..... |
| ۶۰ | شکل ۲-۴: تصویری از پایلوت USBF در انتهای دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته..... |
| ۷۱ | شکل ۱-۵: تغییرات میزان MLSS و MLVSS و نسبت آنها در ناحیه هوازی در راه‌اندازی منقطع..... |
| ۷۲ | شکل ۲-۵: تغییرات میزان MLSS و MLVSS و نسبت آنها در ناحیه غیرهوازی در راه‌اندازی منقطع..... |
| ۷۲ | شکل ۳-۵: تغییرات COD در ناحیه غیرهوازی در چهار دوره ۱۰ روزه پس از خوراک‌دهی..... |
| ۷۳ | شکل ۴-۵: تغییرات COD در ناحیه هوازی در چهار دوره ۱۰ روزه پس از خوراک‌دهی..... |
| ۷۳ | شکل ۵-۵: راندمان حذف COD در ناحیه غیرهوازی در چهار دوره ۱۰ روزه پس از خوراک‌دهی..... |
| ۷۴ | شکل ۶-۵: راندمان حذف COD در ناحیه هوازی در چهار دوره ۱۰ روزه پس از خوراک‌دهی..... |
| ۷۷ | شکل ۷-۵: غلظت نیتروژن در دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته..... |
| ۷۸ | شکل ۸-۵: میزان COD در نواحی مختلف در طول دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته..... |
| ۷۸ | شکل ۹-۵: میزان BOD نمونه‌های نواحی مختلف در ابتدای دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته..... |
| ۷۹ | شکل ۱۰-۵: میزان مواد معلق در پساب خروجی و شاخص حجمی لجن در دوره راه‌اندازی..... |
| ۸۳ | شکل ۱۱-۵: تغییرات راندمان حذف نیتروژن در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری..... |
| ۸۴ | شکل ۱۲-۵: تغییرات غلظت نیتروژن در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری..... |
| ۸۵ | شکل ۱۳-۵: تغییرات راندمان حذف COD در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری..... |
| ۸۵ | شکل ۱۴-۵: تغییرات غلظت COD در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری..... |
| ۸۷ | شکل ۱۵-۵: تغییرات شاخص حجمی لجن (SVI) در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری..... |

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

-
-
- شکل ۵-۱۶ : میزان غلظت مواد جامد معلق در پساب خروجی در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری.....۸۸
- شکل ۵-۱۷ : مقایسه راندمان حذف نیتروژن در طول ۷ مرحله فاز بهره‌برداری.....۹۰
- شکل ۵-۱۸ : مقایسه راندمان حذف COD در طول ۷ مرحله بهره‌برداری.....۹۰
- شکل ۵-۱۹ : بررسی تاثیر شاخص حجمی لجن بر میزان مواد معلق در پساب خروجی.....۹۱

فهرست جدول‌ها

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| جدول ۱-۱ : اجزای تشکیل دهنده‌ی فاضلاب | ۵ |
| جدول ۱-۲ : فرم‌های مختلف اکسید شده و نشده نیتروژن در فاضلاب | ۱۸ |
| جدول ۲-۲ : اشکال و علائم اختصاری ترکیبات مختلف نیتروژنی | ۱۹ |
| جدول ۳-۲ : مشخصات باکتری‌های اکسید کننده آمونیاک | ۲۶ |
| جدول ۴-۲ : مشخصات باکتری‌های اکسید کننده نیتريت | ۲۷ |
| جدول ۱-۳ : نتایج سه پایلوت UCT/VIP در حذف نیتروژن و فسفر | ۳۹ |
| جدول ۲-۳ : مشخصات فاضلاب شهری استفاده شده در راکتورهای SBR | ۴۵ |
| جدول ۳-۳ : نتایج راهبری تصفیه‌خانه فاضلاب Strathmore با استفاده از فرایند USBF | ۴۸ |
| جدول ۴-۳ : نتایج راهبری تصفیه‌خانه فاضلاب سواحل Marco | ۴۸ |
| جدول ۵-۳ : نتایج حاصل از استفاده از راکتور USBF در تصفیه‌خانه‌های مختلف | ۵۰ |
| جدول ۱-۴ : مشخصات پایلوت | ۵۵ |
| جدول ۲-۴ : مشخصات محل‌های نمونه‌برداری روی بدنه پایلوت | ۵۹ |
| جدول ۳-۴ : ترکیبات شیمیایی فاضلاب مصنوعی | ۶۰ |
| جدول ۴-۴ : مشخصات لجن فعال تهیه شده از تصفیه‌خانه اکباتان | ۶۲ |
| جدول ۵-۴ : خلاصه مراحل مختلف انجام آزمایشات | ۶۴ |
| جدول ۶-۴ : پارامترهای کنترلی اندازه‌گیری شده و دامنه تغییرات | ۶۶ |
| جدول ۱-۵ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در طول دوره راه‌اندازی پیوسته | ۷۶ |
| جدول ۲-۵ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در طول دوره بهره‌برداری | ۸۱ |
| جدول ۳-۵ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در ناحیه غیرهوازی در دوره بهره‌برداری | ۸۱ |
| جدول ۴-۵ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در ناحیه هوازی در دوره بهره‌برداری | ۸۲ |
| جدول ۵-۵ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در زلال‌ساز در دوره بهره‌برداری | ۸۲ |
| جدول ۶-۵ : مقایسه نتایج تحقیق حاضر با سایر تحقیقات | ۹۲ |
| جدول پیوست ب-۱ : برآورد هزینه فرایند SBR برای تصفیه خانه های صاحبقرانیه و زرگنده | ب-۲ |
| جدول پیوست ب-۲ : برآورد هزینه فرایند باردنفو برای تصفیه خانه های صاحبقرانیه و زرگنده | ب-۳ |
| جدول پیوست ب-۳ : برآورد هزینه فرایند UCT برای تصفیه خانه های صاحبقرانیه و زرگنده | ب-۴ |
| جدول پیوست ب-۴ : برآورد هزینه فرایند USBF برای تصفیه خانه های صاحبقرانیه و زرگنده | ب-۵ |
| جدول پیوست ب-۵ : برآورد هزینه فرایند A ² /O برای تصفیه خانه های صاحبقرانیه و زرگنده | ب-۶ |

پیشگفتار

هدف از احداث تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری در گذشته عمدتاً حذف آلاینده‌های آلی، مواد معلق و آلاینده‌های میکروبی بوده است. سپس با توجه به مشخص شدن اثرات ترکیبات نیتروژنه و فسفره در محیط‌های آبی (سمیت آمونیاک، رشد زیاد گیاهان آبی و ایجاد پدیده یوتروفیکاسیون، آلودگی آب‌های زیرزمینی به نترات) باعث گردید که محدودیت‌هایی در غلظت این ترکیبات در پساب‌های ورودی به محیط و آب‌های پذیرنده اعمال گردد (Sedlak, 1991). امروزه باید در طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به حذف این ترکیبات از فاضلاب نیز توجه شود و سیستم‌های طرح شده جهت تصفیه فاضلاب شهری می‌بایست قادر به حذف ترکیبات ازته و فسفره، تا حد استاندارد باشند. در آینده روند حذف نیتروژن را می‌توان به علل زیر انتظار داشت: (Sedlak, 1991)

اولاً، در حال حاضر به منظور کاهش دسترسی این مواد مغذی برای گیاهان، حذف نیتروژن بطور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است.

ثانیاً، در مناطقی که توجه به عدم وجود ترکیبات نیتروژنه در آب‌های آشامیدنی زیرزمینی وجود دارد، حذف نیتروژن در مقیاس وسیعی مورد ملاحظه قرار گرفته است.

در این تحقیق با توجه به محدودیت زمان و امکانات تنها به بررسی نیتروژن به عنوان یک ماده مغذی فاضلاب اکتفا شده و از بررسی فسفر صرف نظر شده است. عمده مطالعات انجام شده در زمینه حذف نیتروژن در راکتورهایی به جز USBF¹ بوده است و در ۶ مورد مطالعه آزمایشگاهی و صنعتی فرایند USBF تنها در ۳ مورد بررسی حذف نیتروژن انجام شده است و تنها در یک مورد از این مطالعات، حذف نیتروژن در فرایند USBF به صورت هدف اصلی مورد توجه قرار گرفته است. لذا انجام این تحقیق در زمینه بررسی کارایی راکتور USBF در حذف مواد مغذی (نیتروژن) فاضلاب‌ها، تحقیقی نوین و کاربردی خواهد بود.

این تحقیق با هدف بررسی حذف بیولوژیکی نیتروژن از فاضلاب با استفاده از فرایند نوین فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن (USBF) که در واقع فرایند لجن فعال اصلاح شده می‌باشد،

¹ Upflow Sludge Blanket Filtration

انجام شده است. اهداف اصلی این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- ✓ بررسی کارائی و عملکرد سیستم USBF در تصفیه فاضلاب‌های شهری
 - ✓ مطالعه و ارزیابی کارائی حذف نیتروژن در سیستم USBF
 - ✓ تعیین زمان ماند بهینه در حذف نیتروژن در سیستم USBF
 - ✓ بررسی میزان حذف مواد آلی
 - ✓ بررسی مشخصات لجن تولیدی در سیستم
 - ✓ بررسی میزان حذف مواد جامد معلق
 - ✓ مقایسه نتایج بدست‌آمده در این تحقیق با تحقیقات قبلی
 - ✓ ارائه پیشنهادات تحقیقاتی در بررسی فرایندی و تاسیساتی قسمت‌های مختلف در روش USBF
- در فصل اول به بررسی کلیاتی در خصوص تصفیه فاضلاب، فرایند لجن فعال و متغیرهای طراحی این فرایند و نهایتاً شرح راکتور USBF پرداخته می‌شود.
- در فصل دوم انواع روش‌های حذف نیتروژن با رویکردی بیشتر به روش‌های بیولوژیکی که ترکیبی از سیستم‌های هوازی، بی‌هوازی و غیرهوازی مورد بررسی قرار می‌گیرد به‌علاوه عوامل موثر بر این فرایند و میکروبیولوژی فرایند ذکر خواهد شد.
- در فصل سوم مطالعات کتابخانه‌ای در خصوص مطالعات انجام شده در زمینه حذف بیولوژیکی نیتروژن از فاضلاب به علاوه پروژه‌ها و مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از راکتور USBF در چند سال اخیر در ایران و جهان مورد بررسی واقع می‌شود.
- در فصل چهارم، نحوه انجام تحقیق، شامل شرح پایلوت، تجهیزات و ویژگی‌های فاضلاب مصنوعی مورد استفاده به همراه آزمایشات (حذف نیتروژن و COD) انجام شده، بررسی می‌شود. در فصل پنجم، نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص میزان حذف نیتروژن و مواد مغذی و ترکیبات با منشأ نیتروژن، بارآلی (COD) به همراه شاخص حجمی لجن تولیدی در سیستم ارائه و مورد بحث قرار می‌گیرد که نهایتاً در فصل ششم نتایج حاصل از تحقیق جمع‌بندی شده و پیشنهاداتی در خصوص ادامه کار تحقیقاتی ارائه می‌گردد.

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

به عبارت ساده می‌توان گفت فاضلاب چیزی به جز آب مصرف شده یا مایع مازادی که در نتیجه فعالیت‌های گوناگون جامعه تولید می‌شود نیست، و حاوی ناخالصی‌های بیش از حد مجاز قانونی است. اما به لحاظ فنی فاضلاب می‌تواند به عنوان هر مایعی تعریف شود که حاوی غلظتی از ناخالصی‌ها یا آلاینده‌های جامد، مایع، گازی و یا ترکیبی از آنها است که اگر به محیط زیست دفع شود زیانبار خواهد بود.

ناخالصی‌ها در فاضلاب عمدتاً ناشی از جامدات موجود در آب است. جامدات ممکن است ذاتاً آلی یا غیرآلی باشند و ممکن است به شکل معلق، کلوئیدی، محلول یا ترکیبی از آنها وجود داشته باشند. حد معین یا میزان قابل قبولی از غلظت ناخالصی‌ها یا آلاینده‌ها توسط مراجع محلی همچون شرکت آب و فاضلاب یا اداره محیط زیست توصیه می‌شود. در نهایت فاضلاب معمولاً به آب‌ها یا به زمین تخلیه خواهد شد. آب‌های دریافت کننده ممکن است نهرها، دریاچه‌ها، استخرها، کانال‌ها، رودخانه‌ها، دریاها، برکه‌ها، و غیره باشند.

۲-۱- اجزا تشکیل دهنده فاضلاب

فاضلاب‌ها بسته به منبع تولید عمدتاً به دو دسته‌ی فاضلاب خانگی و فاضلاب صنعتی تقسیم می‌گردند. همانطوری که در جدول ۱-۱ نشان داده شده است اجزا تشکیل دهنده‌ی فاضلاب به گروه‌های اصلی مختلفی تقسیم می‌شود. ترکیب فاضلاب شهری و خانگی به‌طور قابل توجهی به مکان و زمان بستگی دارد (یزدانبخش و همکاران، ۱۳۸۶).

۳-۱- روش‌های تصفیه

اهداف تصفیه فاضلاب عبارت است از (میران‌زاده، ۱۳۸۳):

- ۱) حفاظت بهداشت عمومی جامعه و جلوگیری از انتشار بیماری‌های واگیردار
- ۲) استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده
- ۳) برطرف شدن مشکل حاد دفع فاضلاب ساکنین شهرها و روستاها به ویژه در مناطقی که دارای زمین‌های سنگی و غیر قابل نفوذ بوده و یا اینکه دارای سطح آب‌های زیر زمینی بالا می‌باشند.