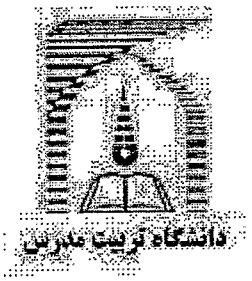
٩٩٧٩

٠٤٦٠٠٢٠١ - ٨٥٢٤٦١١



دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط زیست

تعیین زمان ماند بهینه جهت تصفیه فاضلاب محتوی فسفر در راکتور USBF

سمیرا فرتوس

استاد راهنما:

دکتر حسین گنجی‌دوست

استاد مشاور:

دکتر بیتا آیتی

۱۳۸۸/۴/ ۱

خرداد ۱۳۸۷

۱۱۴۶۵۸

کد رهگیری ۲۰۰۱۶۴۰

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

خانم سمیرا فرتوس پایان نامه ٦ واحدی خود را با عنوان تعیین زمان ماند بهینه جهت تصفیه فاضلاب محتوی فسفر درراکتور USBF در تاریخ ۱۳۸۷/۳/٤ 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.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر حسین گنجی دوست	استاد	
استاد مشاور	دکتر بیتا آیتی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر احمد خدادادی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر احمد میرباقری	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر احمد خدادادی	استادیار	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (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 می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» 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/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

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

ماده ۶: اینجانب سمیرا فریوس دانشجوی رشته مهندسی عمران - محیط زیست مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سمیرا فریوس

تاریخ و امضا: ۸۸/۳/۵

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

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

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

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

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی شمس افروز

امضاء

۸۸/۳/۵

تقدیم به:

پدر عزیزم که هرچه آموختم حاصل فداکاری و محبت اوست

مادر فداکارم که همواره یار و یاورم در تمام لحظات زندگیم بوده است

همسر مهربانم که در پایان این راه مرا همراهی نمود

و آنانکه صمیمانه دوستشان می‌دارم.

تشکر و قدردانی

سپاس سزای خداوندی است که پیش از آنکه کرسی، عرش، آسمان، زمین، جن و یا آدمی موجود شود، بوده است، به اندیشه درک نمی‌شود و به فهم تعیین نمی‌گردد و درخواست کننده‌ای او را مشغول نمی‌نماید، عطا و بخشش او را کم نمی‌گرداند و به چشم دیده نمی‌شود و نمی‌توان گفت در کجاست و به مانند وصف نمی‌شود و به کمک، عضوی نمی‌آفریند و به حواس درک نمی‌گردد و به مردم قیاس نمی‌شود.

بعد از سپاس خداوند متعادل بر خود لازم می‌دانم مراتب تقدیر و تشکر خود را از استاد گرانقدر و ارجمند جناب آقای دکتر گنجی دوست و استاد مشاور محترم سرکار خانم دکتر آیتی که در تهیه و تدوین این پایان‌نامه کمال مساعدت و راهنمایی را ابراز داشته‌اند، اعلام نمایم.

همچنین از سرکار خانم تیموری که از راهنمایی‌ها و رهنمودهای ایشان در این دوره بهره‌مند شده و کلیه عزیزانی که در انجام این تحقیق مرا یاری نموده‌اند صمیمانه تشکر می‌نمایم. در خاتمه از خداوند متعادل خواهانم تا همواره مدارج عالی علمی و معنوی را نصیب این عزیزان نماید. انشاالله ...

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 حذفBOD، 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 فسفر و تعیین زمان ماند هیدرولیکی بهینه براساس بیشترین راندمان حذف فسفر در این سیستم می‌باشد. آزمایشات در یک پایلوت آزمایشگاهی USBF از جنس پلکسی گلس و به حجم ۶۰ لیتر با جریان پیوسته فاضلاب در آزمایشگاه مهندسی محیط‌زیست دانشگاه تربیت مدرس به انجام رسید. فاضلاب مصنوعی شامل ترکیبات گلوکز و استات بعنوان منبع کربن و با نسبت COD/P در حدود ۵۰ با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر براساس یون فسفات در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت و تحقیق در سه فاز راه‌اندازی، بهره‌برداری و بررسی اثر شوک به سیستم انجام داده شد، که در فاز بهره‌برداری برای تعیین زمان ماند هیدرولیکی بهینه براساس بیشترین راندمان حذف فسفر در خروجی سیستم، جریان فاضلاب با دبی‌های ۰/۵۷،۰/۶۷، ۰/۸، ۱، ۱/۳۳ و ۲ لیتر بر ساعت به سیستم اعمال گردید. با توجه به نتایج اخذ شده، در ابتدا با افزایش دبی، راندمان حذف فسفر افزایش می‌یافت، چنانچه میانگین درصد حذف فسفر پس از رسیدن سیستم به شرایط پایدار در دبی‌های ۰/۵۷،۰/۶۷ و ۰/۸ به ترتیب ۹۱/۴، ۹۵ و ۹۴/۴ درصد تعیین گردید ولی در ادامه با افزایش دبی به ۱، ۱/۳۳ و ۲ لیتر بر ساعت میانگین درصد فسفر حذف شده کاهش یافته و به ترتیب به مقادیر ۸۹/۹۲،۴/۹ و ۸۴/۲ درصد رسید. در نتیجه با تحلیل‌های آماری انجام شده و در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی هر پروژه، که با افزایش زمان ماند در یک دبی ورودی ثابت، افزایش حجم حوضچه‌ها را در بر دارد، زمان ماند بهینه برای پایلوت USBF مقدار ۱۰ ساعت در زلالساز با بستر لجن و جریان رو به بالا، تعیین گردید.

کلمات کلیدی:

تصفیه فاضلاب - فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن (USBF)- حذف بیولوژیکی فسفر - زمان ماند هیدرولیکی- فاضلاب مصنوعی

فهرست واژگان اختصاری

علامت اختصاری	انگلیسی	فارسی
VFA	Volatile fatty acid	اسید چرب
SFA	Short-chain fatty acid	اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه
BOD	Biochemical Oxygen Demand	اکسیژن خواهی بیوشیمیایی
COD	Chemical Oxygen Demand	اکسیژن خواهی شیمیایی
DO	Dissolved Oxygen	اکسیژن محلول
CFBB	circulating fluidized bed bioreactor	بیوراکتور بستر شناور سیرکوله شونده
PHA	poly-β-hydroxylalkanoates	پلی هیدروکسی آلکانات
PHB	poly-β-hydroxybuterate	پلی هیدروکسی بوتیرات
PHV	poly-β-hydroxyvalerate	پلی هیدروکسی والرات
TSS	Total Suspended Solid	جامدات معلق کل
BPR	Biological phosphorus removal	حذف بیولوژیکی فسفر
SBR	sequencing batch reactor	راکتور ناپیوسته متوالی
SRT	Solids Retention Time	زمان ماند سلولی
HRT	Hydraulic Retention Time	زمان ماند هیدرولیکی
SVI	Sludge Volume Index	شاخص حجمی لجن
SDI	sludge density Index	شاخص دانسیته لجن
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solid	غلظت مایع مخلوط جامدات معلق
MLVSS	Mixed Liquor Volatile Suspended Solid	غلظت مایع مخلوط جامدات معلق فرار
USBF	Upflow Sludge Blanket Filtration	فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن
IFAS	Integrated fixed film activated sludge	فرایند لجن فعال بهمراه فیلم ثابت
MCRT	Mean cell residence time	میانگین زمان ماندگاری سلول
OLR	Organic load rate	میزان بارگذاری آلی
PAO	phosphate accumulating organism	میکروارگانیزم‌های ذخیره‌کننده فسفات
GAO	glycogen accumulating organisms	میکروارگانیزم‌های ذخیره‌کننده گلیکوژن
F/M	Food to micro-organism Ratio	نسبت غذا به میکروارگانیزم
TKN	Total Kjeldahl nitrogen	نیتروژن کجلدال
DAF	dissolved air flotation unit	واحد شناورسازی تحت هوای فشرده

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱-مقدمه ۱

۱-۲-اصول کلی تصفیه فاضلاب ۱

۱-۲-۱-تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ۲

۱-۳-راکتورهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ۳

۱-۳-۱-فرایند لجن فعال ۳

۱-۳-۱-۱-متغیرهای طراحی فرایند لجن فعال ۴

۱-۳-۲-فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن ۸

۱-۳-۲-۱-شرح فرایند USBF ۹

۱-۳-۲-۲-طراحی فرایند ۱۱

۱-۳-۲-۳-پارامترهای بهره‌برداری ۱۲

۱-۳-۲-۴-مزایای استفاده از تکنولوژی USBF ۱۳

۱-۳-۲-۵-معایب استفاده از تکنولوژی USBF ۱۵

فصل دوم: روش‌های حذف فسفر

۲-۱-مقدمه ۱۶

۲-۲-اهمیت و میزان فسفر در فاضلاب ۱۶

۲-۳-روشهای تصفیه برای حذف فسفر ۱۷

۲-۳-۱-روش فیزیکی ۱۸

۲-۳-۲-روش شیمیایی ۱۹

۲-۳-۳-روش بیولوژیکی ۲۰

۲-۳-۳-۱-مکانیسم زدایش بیولوژیکی فسفر ۲۱

۲-۳-۳-۲-میکروبیولوژی فرایند حذف بیولوژیکی فسفر ۲۳

۲-۳-۳-۳-انواع فرایندهای بیولوژیکی حذف فسفر ۲۴

۲-۳-۳-۴-عوامل موثر در حذف بیولوژیکی فسفر ۳۲

۲-۳-۳-۵-فرایند حذف فسفر در تکنولوژی USBF ۳۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل سوم: مطالعات کتابخانه‌ای

۳-۱-مقدمه ۳۹

۳-۲-فرایند حذف بیولوژیکی فسفر ۳۹

۳-۲-۱-تاریخچه حذف بیولوژیکی فسفر ۴۰

۳-۲-۲-مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر ۴۲

۳-۲-۳-مطالعات انجام شده در ایران ۴۷

۳-۳-کارایی فرایند USBF ۴۹

۳-۳-۱-پروژه‌های انجام شده در مقیاس صنعتی ۵۰

۳-۳-۲-مطالعات انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی ۵۴

فصل چهارم: مواد و روش‌ها

۴-۱-مقدمه ۵۶

۴-۲-مشخصات پایلوت ۵۶

۴-۳-مکانیسم تصفیه پایلوت ۵۸

۴-۴-مخزن ذخیره فاضلاب ۵۹

۴-۵-مشخصات تجهیزات بکار رفته ۵۹

۴-۵-۱-پمپ هوادهی و متعلقات آن ۵۹

۴-۵-۲-پمپ سیرکولاسیون ۶۰

۴-۵-۳-هیتر ترموستات‌دار ۶۰

۴-۶-مشخصات محلهای نمونه‌برداری ۶۰

۴-۷-فاضلاب مصنوعی ۶۲

۴-۸-راه‌اندازی سیستم ۶۳

۴-۸-۱-مرحله اول : تهیه بذر میکروبی جهت راه‌اندازی سیستم ۶۳

۴-۸-۲-مرحله دوم : تلقیح لجن به پایلوت ۶۵

۴-۹-طراحی آزمایشات جهت تعیین زمان ماند هیدرولیکی بهینه ۶۶

۴-۱۰-اندازه‌گیری پارامترها ۶۶

۴-۱۰-۱-پارامترهای کنترلی ۶۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۱۰-۲-پارامترهای اصلی ۶۸
۴-۱۱-روش انجام آزمایشات ۶۸
۴-۱۱-۱-مواد شیمیایی مورد استفاده جهت انجام آزمایشات ۶۸
۴-۱۱-۲-دستگاههای استفاده شده جهت اندازه‌گیری‌ها ۶۹

فصل پنجم: نتایج و بحث
۵-۱-مقدمه ۷۱
۵-۲-نتایج دوره راه‌اندازی سیستم ۷۱
۵-۲-۱-دوره راه‌اندازی با جریان منقطع ۷۱
۵-۲-۲-دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته ۷۷
۵-۳-نتایج دوره بهره‌برداری ۸۴
۵-۳-۱-میزان حذف فسفر ۸۴
۵-۳-۲-میزان حذف COD ۸۸
۵-۳-۳-میزان BOD و نسبت BOD_5/COD ۹۰
۵-۳-۴-میزان حذف مواد جامد معلق خروجی ۹۱
۵-۳-۵-شاخص حجمی لجن ۹۲
۵-۴-بحث و تحلیل نتایج فاز بهره‌برداری ۹۲
۵-۵-نتایج بررسی شوک بر سیستم ۹۶

فصل ششم: جمع‌بندی و پیشنهادات
۶-۱-مقدمه ۹۹
۶-۲-جمع‌بندی ۹۹
۶-۳-پیشنهادات ۱۰۰

منابع و مراجع ۱۰۱

پیوست یک الف-۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ : انواع روشهای مختلف حذف و بازیافت فسفر ۱۸
جدول ۲-۲ : مزایا و محدودیتهای فرایندهای اختصاصی حذف فسفر ۳۱
جدول ۲-۳ : اطلاعات طراحی برای فرایندهای معمول حذف بیولوژیکی فسفر ۳۲
جدول ۳-۱ : خلاصه نتایج تحقیق سه پایلوت آزمایشگاهی UCT/VIP ۴۴
جدول ۳-۲ : مشخصات فاضلاب شهری استفاده شده در راکتورهای SBR ۴۸
جدول ۳-۳ : نتایج راهبری تصفیه‌خانه فاضلاب استراتمور با استفاده از فرایند USBF ۵۱
جدول ۳-۴ : نتایج راهبری تصفیه‌خانه فاضلاب سواحل مارکو ۵۲
جدول ۳-۵ : نتایج حاصل از استفاده از راکتور USBF در تصفیه‌خانه‌های مختلف ۵۳
جدول ۴-۱ : مشخصات پایلوت ۵۶
جدول ۴-۲ : مشخصات محلهای نمونه‌برداری روی بدنه پایلوت ۶۱
جدول ۴-۳ : ترکیبات شیمیایی فاضلاب مصنوعی ۶۲
جدول ۴-۴ : مشخصات لجن فعال تهیه شده از تصفیه‌خانه اکباتان ۶۴
جدول ۴-۵ : خلاصه مراحل مختلف انجام آزمایشات ۶۶
جدول ۴-۶ : پارامترهای کنترلی اندازه‌گیری شده و دامنه تغییرات ۶۷
جدول ۵-۱ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در طول دوره راه‌اندازی پیوسته ۸۰
جدول ۵-۲ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در طول دوره بهره‌برداری ۸۵
جدول ۵-۳ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در ناحیه غیرهوازی در دوره بهره‌برداری ۸۵
جدول ۵-۴ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در ناحیه هوازی در دوره بهره‌برداری ۸۶
جدول ۵-۵ : خلاصه نتایج راهبری پایلوت USBF در زلال‌ساز در دوره بهره‌برداری ۸۶
جدول ۵-۶ : مقایسه کمی نتایج راندمان حذف COD و فسفر ۹۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: تکنولوژی USBF جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و بیمارستانی ۹
شکل ۲-۱ : اصول حذف بیولوژیکی فسفر ۲۲
شکل ۲-۲ : شمایی از فرایند A/O ۲۵
شکل ۲-۳ : شمایی از فرایند فستریپ ۲۶
شکل ۲-۴ : شمایی از فرایند A^2O ۲۷
شکل ۲-۵ : شمایی از فرایند باردنفو پنج مرحله‌ای ۲۸
شکل ۲-۶ : شمایی از فرایند اصلاح شده UCT ۲۹
شکل ۲-۷ شمایی از فرایند VIP ۳۰
شکل ۴-۱ : طرح شماتیک پایلوت طراحی شده از روبرو ۵۷
شکل ۴-۲ : طرح شماتیک پایلوت و دیاگرام جریان از نمای پشت ۵۸
شکل ۴-۳ : تصویری از پایلوت USBF در انتهای دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته ۶۱
شکل ۵-۱ : تغییرات بار آلی فاضلاب ورودی و نسبت F/M در طول دوره راه‌اندازی منقطع ۷۲
شکل ۵-۲ : تغییرات میزان MLSS و MLVSS و ... در ناحیه هوازی در راه‌اندازی منقطع ۷۳
شکل ۵-۳ : تغییرات COD در ناحیه غیرهوازی در یک دوره ۲۴ ساعته پس از خوراک‌دهی ۷۴
شکل ۵-۴ : تغییرات COD در ناحیه هوازی در یک دوره ۲۴ ساعته پس از خوراک‌دهی ۷۴
شکل ۵-۵ : بررسی راندمان حذف COD در طول دوره راه‌اندازی منقطع ۷۵
شکل ۵-۶ : میزان فسفر در ناحیه غیرهوازی در طول یک دوره ۲۴ ساعته پس از خوراک‌دهی ۷۶
شکل ۵-۷ : میزان فسفر در ناحیه هوازی در طول یک دوره ۲۴ ساعته پس از خوراک‌دهی ۷۶
شکل ۵-۸ : راندمان کل حذف فسفر در طول دوره راه‌اندازی منقطع ۷۷
شکل ۵-۹ : روند تغییرات MLSS و MLVSS و ...در ناحیه غیرهوازی در راه‌اندازی منقطع ۷۸
شکل ۵-۱۰ : غلظت فسفر براساس غلظت یون فسفات در دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته ۸۱
شکل ۵-۱۱ : میزان COD در نواحی مختلف در طول دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته ۸۲
شکل ۵-۱۲ : میزان BOD نمونه‌های نواحی مختلف در ابتدای دوره راه‌اندازی با جریان پیوسته ۸۳
شکل ۵-۱۳ : میزان مواد معلق در پساب خروجی و شاخص حجمی لجن در دوره راه‌اندازی ۸۳
شکل ۵-۱۴ : تغییرات راندمان حذف فسفر در طول ۶ مرحله فاز بهره‌برداری ۸۷
شکل ۵-۱۵ :تغییرات غلظت فسفر براساس یون فسفات در طول ۶ مرحله فاز بهره‌برداری ۸۸
شکل ۵-۱۶ : تغییرات راندمان حذف COD در طول ۶ مرحله فاز بهره‌برداری ۸۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۵-۱۷ : تغییرات غلظت COD در طول ۶ مرحله فاز بهره‌برداری..... ۸۹
شکل ۵-۱۸ : میزان غلظت مواد جامد معلق در پساب خروجی در طول ۶ مرحله فاز بهره‌برداری..... ۹۱
شکل ۵-۱۹ : تغییرات شاخص حجمی لجن (SVI) در طول ۶ مرحله فاز بهره‌برداری..... ۹۲
شکل ۵-۲۰ : مقایسه راندمان حذف فسفر در طول هر مرحله با زمان ماندهای متفاوت..... ۹۳
شکل ۵-۲۱ : مقایسه راندمان حذف COD در طول هر مرحله با زمان ماندهای متفاوت..... ۹۴
شکل ۵-۲۲ : تعیین بهترین مدل رابطه بین راندمان حذف فسفر و زمان ماند هیدرولیکی..... ۹۵
شکل ۵-۲۳ : بررسی تاثیر شاخص حجمی لجن بر میزان مواد معلق در پساب خروجی..... ۹۶
شکل ۵-۲۴ : میزان غلظت فسفر و درصد فسفر حذف شده پس از اعمال شوک..... ۹۷
شکل ۵-۲۵ : میزان غلظت COD و درصد COD حذف شده پس از اعمال شوک..... ۹۷

پیشگفتار

با نگاهی اجمالی به تاریخچه تصفیه فاضلاب مشاهده می‌شود که ابتدا حذف مواد معلق و آلی از فاضلاب مدنظر بوده ولی با گذشت زمان و بروز برخی مشکلات از قبیل بر هم خوردن تعادل اکوسیستم‌های آبی و پیدایش پدیده تغذیه‌گرایی در منابع پذیرنده فاضلاب، روشهای حذف عناصر مغذی نیتروژن و فسفر از فاضلاب مورد توجه قرار گرفته‌است. فسفر که در آب بعنوان یک عنصر مغذی، برای رشد جلبک‌ها و سایر میکروارگانیزم‌ها ضروری می‌باشد، بعلت ایجاد برخی عوارض ناشی از رشد بی‌رویه جلبک‌ها و سایر ارگانیزم‌های فتوسنتزکننده از جمله سیانوباکترهای سمی، در غلظت‌های بالاتر از ۶ میلی‌گرم در لیتر آلودگی محسوب می‌شود.

در این تحقیق که با هدف بررسی حذف بیولوژیکی فسفر 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، انجام شده است. 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 فسفر با رویکردی بیشتر به روش‌های بیولوژیکی که ترکیبی از سیستم‌های هوازی، بی‌هوازی و غیرهوازی نظیر فرایند A/O، فوستریپ و راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) می‌باشند، بعلاوه عوامل موثر بر این فرایند مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل سوم مطالعات کتابخانه‌ای در خصوص مطالعات انجام شده در زمینه حذف بیولوژیکی فسفر 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 پایلوت، تجهیزات و فاضلاب مصنوعی مورد استفاده به همراه آزمایشات انجام شده، بررسی می‌شود. در فصل پنجم، نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص میزان حذف فسفر، COD و مواد معلق جامد به همراه شاخص حجمی لجن تولیدی در سیستم ارایه و مورد بحث قرار می‌گیرد که نهایتاً در فصل ششم نتایج حاصل از تحقیق جمع‌بندی شده و پیشنهاداتی در خصوص ادامه کار تحقیقاتی ارایه می‌گردد.

۱

فصل اول

کلیات

۱-۱-مقدمه

فاضلاب اساساً همان آب مصرفی جوامع است که در نتیجه کاربردهای مختلف آلوده شده است. از نظر منابع تولید، فاضلاب‌ها را می‌توان ترکیبی از مایعات و فضولاتی دانست که توسط آب از مناطق مسکونی، اداری و تأسیسات تجاری و صنعتی حمل شده و برحسب مورد با آبهای زیرزمینی، سطحی و سیلابها آمیخته شده است. در صورت عدم تصفیه فاضلاب‌ها، تجزیه مواد آلی آن ممکن است منجر به تولید مقدار زیادی گازهای بدبو شود. بعلاوه فاضلابهای تصفیه نشده، معمولاً حاوی میکروارگانیزم‌های بیماریزای فراوانی هستند که در صورت عدم تصفیه ممکن است باعث شیوع انواع بیماری‌ها در جامعه گردند. مواد مغذی موجود در فاضلاب‌ها نیز می‌تواند سبب تحریک رشد گیاهان آبزی گردد و نیز ترکیبات سمی آن موجبات آلوده شدن منابع آبهای سطحی و زیرزمینی را فراهم سازد. بنا به این دلایل انتقال سریع فاضلاب از منابع تولید و سپس تصفیه و دفع آن، نه فقط مطلوب، بلکه در جوامع صنعتی ضروری می‌باشد[۱].

۱-۲-اصول کلی تصفیه فاضلاب

هدف از تصفیه فاضلاب، جداسازی مواد معلق و شناور، جداسازی مواد سمی محلول و نامحلول از فاضلاب نظیر فلزات سنگین، گندزدایی و از بین بردن میکروب‌ها و ارگانیزم‌های بیماریزا در فاضلاب و اکسید کردن مواد ناپایدار آلی و تبدیل آنها به مواد پایدار مانند نیترات‌ها، سولفات‌ها و فسفات‌ها و سپس ته‌نشینی و جداسازی آنها می‌باشد. تمام این اهداف در طبیعت و در مدت زمان نسبتاً طولانی، بطور خودبخود انجام می‌گیرد، لذا هدف از ساختن تأسیسات تصفیه‌خانه فاضلاب، سرعت بخشیدن به این کارها و کوتاه نمودن زمان تصفیه و از طرفی تکامل این روش‌ها و جلوگیری از آلوده شدن منابع طبیعی آب و محیط زیست می‌باشد. تصفیه فاضلاب چه بصورت طبیعی و خودبخود و چه بصورت مصنوعی و در تصفیه‌خانه به یکی از روش‌های زیر انجام می‌شود:

۱- تصفیه مکانیکی یا تصفیه فیزیکی

۲- تصفیه شیمیایی

۳- تصفیه زیستی یا تصفیه بیولوژیکی [۱۴]

در هر تصفیه‌خانه‌ای بسته به اهداف پروژه و مشخصات فاضلاب ورودی و کیفیت پساب خروجی، عموماً ترکیبی از این روش‌ها جهت تصفیه فاضلاب بکار برده می‌شود. روش‌های فیزیکی و شیمیایی غالباً برای حذف آلاینده‌های معلق و کلوئیدی و روشهای بیولوژیکی برای حذف آلاینده‌های آلی با غلظت بین ۵۰ تا ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مورد استفاده قرار می‌گیرند[۱].

۱-۲-۱-تصفیه بیولوژیکی فاضلاب

یکی از مهمترین و متداولترین روشهای تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی، استفاده از فرایندهای بیولوژیکی تصفیه است. هدف اصلی در این فرایند تبدیل مواد آلی به محصولات ثانویه، با استفاده از میکروارگانیزم‌ها است، به نحوی که محصولات تولید شده برای محیط زیست کم ضرر یا بی‌ضرر و یا قابل جداسازی باشند. در این فرایند انواع موجودات ریز ذره‌بینی از جمله باکتری‌ها، پروتوزوآها، قارچ‌ها و جلبک‌ها نقش فعالی ایفا می‌کنند. در این فرایند یک توده میکروبی فعال را در تماس با فاضلاب قرار می‌دهند و میکروارگانیزم‌ها، آلاینده‌های موجود در فاضلاب را بعنوان غذا مصرف کرده و تولیدمثل می‌نمایند که در نتیجه جرم توده میکروبی افزایش می‌یابد. در مرحله دیگر با جداسازی توده میکروبی از فاضلاب که معمولاً به روش ثقلی صورت می‌پذیرد پساب تصفیه شده را دفع و یا در صورت لزوم مورد استفاده مجدد قرار می‌دهند[۹].

تصفیه بیولوژیکی فاضلاب در لخته‌سازی و جداسازی مواد جامد کلوئیدی غیرقابل ته‌نشینی، تثبیت مواد آلی کربن‌دار و حذف مواد مغذی نیتروژن و فسفر از فاضلاب کاربرد دارد. هدف عمده تصفیه بیولوژیکی در مورد فاضلاب‌های خانگی کاهش محتوای آلی آن بوده و در مورد فاضلاب‌های کشاورزی، عموماً هدف جداسازی مواد مغذی به ویژه نیتروژن و فسفر است که می‌توانند موجب ازدیاد

رشد گیاهان آبی و جلبک‌ها شود. در فاضلاب‌های صنعتی نیز هدف جداسازی یا کاهش غلظت ترکیبات آلی و غیرآلی می‌باشد[۱].

۱-۳-راکتورهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، جهت تصفیه بیولوژیکی فاضلاب می‌توان انواع متعددی از راکتورها را مورد استفاده قرار داد. انواع راکتورها با رشد میکروبی معلق یا چسبیده ارگانیزم‌های لجن بیولوژیک، جریان پیوسته یا منقطع فاضلاب ورودی و انجام فرایند هوازی، بی‌هوازی یا غیرهوازی در حوضچه واکنش، مشخص می‌شوند[۱]. در ادامه به بررسی راکتور مهم و متداول لجن فعال و راکتور مورد استفاده در این تحقیق یعنی، فرایند فیلتراسیون جریان رو به بالا با بستر لجن[1] (USBF) که در واقع فرایند لجن فعال متعارف اصلاح شده می‌باشد، پرداخته می‌شود.

۱-۳-۱-فرایند لجن فعال

فرایند لجن فعال یک فرایند رشد معلق هوازی است که برای اولین بار در انگلستان و در سال ۱۹۱۴ بکار گرفته شد. لجن فعال در اثر وجود مواد غذایی و اکسیژن کافی، از رشد و تکثیر انواع مختلف باکتری‌ها و همچنین میکروارگانیزم‌های دیگر به وجود می‌آید[۵،۹].

دلیل نامگذاری این فرایند بعنوان لجن فعال بخاطر لجن ته‌نشین شده حاوی میکروارگانیزم‌های زنده و فعال است که برای افزایش جرم زنده و تسریع واکنش‌ها به ابتدای فرایند بازگردانیده می‌شود. بنابراین فرایند لجن فعال از نوع کشت میکروبی معلق با لجن برگشتی می‌باشد که این فرایند هوازی بوده و اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیزم‌ها به وسیله تزریق هوا تأمین می‌شود[۱۲].

[1] Upflow Sludge Blanket Filtration