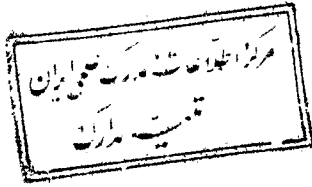
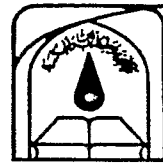


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



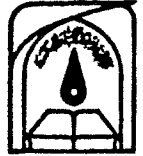
تاییدیه هیات داوران

آقای مصطفی تیزقدم غازانی پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان بهینه‌سازی زمان ماند در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری در تاریخ ۷۸/۴/۱۲ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران با گرایش محیط زیست پیشنهاد می‌کنند. ب.۲.۴

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱- استاد راهنما:	آقای دکتر بادکوبی	
۲- استاد مشاور:	آقای دکتر گنجی دوست	
۳- استادان ممتحن:	آقای دکتر محمدعلی نجف‌آبادی	
	آقای دکتر اردستانی	
۴- مدیر گروه:	آقای دکتر گنجی دوست	

(یا نماینده گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان‌نامه / رساله مورد تأیید است.
 امضای استاد راهنما:



بسمه تعالی

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (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 پایان‌نامه کارشناسی ارشد / ~~دانشجوی~~ نگارنده در رشته ~~مهندسی~~ ~~معماری~~ است که در سال ۱۳۷۸ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر احمد بارکزی، مشاور سرکار خانم / جناب آقای دکتر حسین گنجی‌زهرت 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 نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

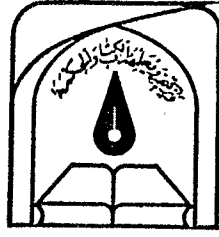
ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشگاه تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت 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 شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب مصطفی تیزقدم غازانی دانشجوی رشته مهندسی عمران مهندسی معماری مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: مصطفی تیزقدم غازانی

تاریخ و امضا: ۱۳۷۸/۴/۵



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران-مهندسی محیط زیست

بهینه سازی زمان ماند در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری

مصطفی تیزقدم غازانی

استاد راهنما

دکتر احمد بادکوبی

ک 3608

استاد مشاور

دکتر حسین گنجی دوست

تابستان ۱۳۷۸

تقدیم به :

پدرم

و

مادرم

تقدیم به :

همه عاشقان وطن

مراتب سپاس و تشکر را از دکتر احمد بادکوبی، استاد محترم راهنما که بدون راهنمایی و کمک ایشان انجام این تحقیق ممکن نبود ابراز می دارم.

از دکتر حسین گنجی دوست، استاد محترم مشاور، بخاطر راهنمایی های مفید ایشان در انجام این تحقیق تشکر می نمایم.

باتشکر از مسئولین محترم شرکت آب و فاضلاب مشهد بویژه آقای مهندس شریف واقفی مدیریت عامل محترم سابق، آقای مهندس اکبرزاده مدیریت محترم عامل، آقای مهندس اسماعیلی معاونت محترم، بی شک مساعدت تمامی این عزیزان در انجام این تحقیق بسیار مؤثر بوده است.

چکیده

در روشهای مرسوم سیستم لجن فعال که برای تصفیه فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرند زمان ماند هیدرولیکی (HRT) در حوض هوادهی یکی از فاکتورهای مهم است. بالای بودن HRT یکی از دلایل زیاد شدن ظرفیت تصفیه خانه فاضلاب می باشد. همچنین تصفیه خانه های فاضلاب لجن فعالی در کشور و بویژه در تهران وجود دارند که به دلیل افزایش تراکم جمعیت در اثر رشد بی رویه جمعیت با ظرفیتی بیش از ظرفیت طراحی در حال بهره برداری می باشند. این مساله موجب پایین آمدن کیفیت پساب خروجی این تصفیه خانه ها شده است.

این پژوهش روش آزمایشگاهی برای بهینه کردن زمان ماند هیدرولیکی فاضلاب شهری در حوض هوادهی با حداقل تاثیرات نامطلوب بر کیفیت پساب خروجی و مشکلات راهبری کمینه را ارائه می دهد. بدین منظور راکتور لجن فعالی از جنس شیشه در مقیاس آزمایشگاهی ساخته شد. در این راکتور راهبندهایی بصورت ایستاده و آویزان به منظور تماس بیشتر توده میکروب و فاضلاب تعبیه گردید. به منظور بهبود عملکرد راکتور از بستر پلاستیکی (شاخه های پلاستیکی) در حوض هوادهی استفاده شد. رشد میکروبی در راکتور ترکیبی از دو نوع رشد میکروبی معلق و چسبیده بود.

این سیستم "راکتور چند واحدی لجن فعال با لایه میکروبی معلق" یا به اختصار CASSBR نامگذاری شد. آزمایشها نشان دادند راندمان حذف COD در کمترین زمان ماند هیدرولیکی (۳ ساعت) با شدت COD فاضلاب وزودی 400 mg/L ، بیش از ۹۰ درصد بود. راندمان حذف COD در راکتور CASSBR، ۲۵-۳۰ درصد بالاتر از راندمان حذف COD در راکتور لجن فعال اختلاط کامل در شرایط راهبری یکسان بود. در عین حال مشکلات راهبری CASSBR در مقایسه با راکتور لجن فعال اختلاط کامل کمتر و مقدار تولید لجن در آن ۳۰٪ راکتور لجن فعال اختلاط کامل بود. نوع جریان راکتور بکار رفته در این پژوهش بصورت سری راکتور اختلاط کامل بنظر می رسد. مزیت این راکتور سادگی ساختمان آن و کارایی مناسب آن است.

واژه های کلیدی: تصفیه فاضلاب- فاضلاب شهری - سیستم لجن فعال - زمان ماند

هیدرولیکی - رشد میکروبی معلق - رشد میکروبی چسبیده - لایه میکروبی غوطه ور

فهرست مطالب

۱	فصل ۱- مقدمه
۴	فصل ۲- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب- مروری بر مطالعات انجام شده
۴	۱-۲- مقدمه
۴	۲-۲- اهداف تصفیه بیولوژیکی فاضلاب
۵	۳-۲- مقدمه ای بر سوخت و ساز میکروبی
۵	۱-۳-۲- مواد غذایی مورد نیاز برای رشد میکروبی
۵	۲-۳-۲- منابع کربن و انرژی
۶	۴-۲- دسته بندی روشهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب بر اساس محیط رشد میکروبی
۶	۱-۴-۲- محیط رشد میکروبی معلق
۶	۲-۴-۲- محیط رشد میکروبی چسبیده
۶	۳-۴-۲- محیط رشد میکروبی مرکب
۷	۵-۲- تصفیه فاضلاب با روشهای لجن فعال و لایه های میکروبی
۷	۱-۵-۲- مقدمه
۷	۲-۵-۲- شرح فرآیند
۸	۳-۵-۲- اجرای تصفیه ثانویه در روش لجن فعال
۸	۱-۳-۵-۲- حوضچه هوادهی
۸	۲-۳-۵-۲- سیستم هوادهی
۸	۳-۳-۵-۲- حوضچه ته نشینی
۹	۴-۵-۲- فاکتورهای مؤثر در بهره برداری فرآیند لجن فعال
۹	۱-۴-۵-۲- شدت آلودگی فاضلاب خام
۹	۲-۴-۵-۲- مواد غذایی
۹	۳-۴-۵-۲- اکسیژن محلول
۱۰	۴-۴-۵-۲- زمان ماند
۱۰	۵-۴-۵-۲- pH

۱۰	۲-۵-۴-۶- مواد سمی
۱۰	۲-۵-۴-۷- دما
۱۱	۲-۵-۴-۸- میزان اختلاط در حوضچه هوادهی
۱۱	۲-۵-۴-۹- بار هیدرولیکی فاضلاب خام
۱۱	۲-۶- فرآیند فیلم میکروبی
۱۲	۲-۶-۱- مبانی فرآیند فیلم میکروبی
۱۲	۲-۶-۱-۱- جذب مواد غذایی و پالایش فاضلاب
۱۳	۲-۶-۱-۲- رشد و انحلال فیلم میکروبی
۱۴	۲-۶-۲- خصوصیات فرآیند فیلم میکروبی
۱۴	۲-۶-۲-۱- خصوصیات بیولوژیکی
۱۵	۲-۶-۲-۲- خاصیت جذب مواد معلق با عمل به تله انداختن
۱۵	۲-۶-۳- صافی (شناور) به شکل بستر غوطه ور
۱۸	۲-۷- کاربرد بیوفیلم در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال
۱۸	۲-۷-۱- تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از بیوفیلم در تصفیه فاضلاب
۱۹	۲-۷-۲- اثرات کاربرد بیوفیلم در سیستم لجن فعال
۲۱	۲-۸- راکتور راهبنددار بیهوازی (ABR)
	فصل سوم- مواد و روشها
۲۴	۳-۱- تجهیزات بکار رفته
۲۴	۳-۱-۱- راکتور هوادهی
۲۶	۳-۱-۲- حوض ته نشینی
۲۶	۳-۱-۳- بستر غوطه ور
۲۶	۳-۱-۴- پمپ هوادهی
۲۸	۳-۱-۵- مخزن ذخیره فاضلاب
۲۸	۳-۱-۶- راکتور تأمین لجن
۲۸	۳-۲- فاضلاب مصنوعی
۲۹	۳-۳- راه اندازی سیستم

۳۱	۴-۳- روشهای راهبری
۳۱	۳-۴-۱- طراحی آزمایشها
۳۲	۳-۴-۲- لجن برگشتی
۳۳	۳-۴-۳- نمونه گیری
۳۳	۳-۲- روشهای آزمایش
۳۴	۳-۶- جرم بیوماس روی بستر غوطه ور
۳۴	۳-۶-۱- مقدار جرم بیوماس بر روی بستر مستغرق
۳۴	۳-۶-۲- تست ته نشینی لجن حاصل از بیوماس
	فصل چهارم- نتایج راهبری و بحث
۳۵	۴-۱- مقدمه
۳۵	۴-۲- نتایج راه اندازی اول راکتور
۴۲	۴-۳- نتایج راهبری فاز ۱
۴۳	۴-۳-۱- راندمان حذف COD کل
۴۵	۴-۳-۲- تغییرات غلظت COD در واحدهای راکتور
۴۷	۴-۳-۳- تغییرات SVI
۴۹	۴-۳-۴- تغییرات نسبت $\frac{F}{M}$
۵۰	۴-۳-۵- تغییرات مواد معلق در خروجی (Sse)
۵۱	۴-۳-۶- تغییرات زمان اقامت لجن (SRT) و شاخص تراکمی لجن (SDI)
۵۲	۴-۳-۷- تغییرات q مقدار حذف مواد غذایی
۵۳	۴-۳-۸- تغییرات DO , pH
۵۴	۴-۴- نتایج راه اندازی دوم راکتور
۵۹	۴-۵- نتایج راهبری فاز ۲
۵۹	۴-۵-۱- راندمان حذف COD کل
۵۹	۴-۵-۲- تغییرات غلظت COD در واحدهای راکتور
۶۲	۴-۵-۳- تغییرات SVI
۶۵	۴-۵-۴- تغییرات $\frac{F}{M}$

۶۵	۵-۵-۴- تغییرات مواد معلق در خروجی (Sse)
۶۶	۶-۵-۴- تغییرات زمان اقامت لجن (SRT) و شاخص تراکمی لجن (SDI)
۶۷	۷-۵-۴- تغییرات q مقدار حذف مواد غذایی
۶۷	۸-۵-۴- تغییرات DO , PH
۶۸	۶-۴- تعیین ویژگیهای راکتور CASSBR
۶۸	۱-۶-۴- کیتیکهای بیوشیمیایی
۷۰	۲-۶-۴- مقدار لجن تولیدشده
۷۰	۳-۶-۴- شوک بار آلی
۷۱	۴-۶-۴- مقایسه سرعت ته نشینی لجن حاصل از رشد معلق بالجن حاصل از رشد چسبیده
۷۳	۵-۶-۴- تعیین راندمان حذف نیترژن راکتور CASSBR
۷۳	۶-۶-۴- راهبری راکتور بدون برگشت لجن
۷۴	۷-۴- نتایج فاز ۳
۷۴	۱-۷-۴- مقدمه
۷۶	۲-۷-۴- راهبری راکتور راهبنددار بدون بیوفیلم
۸۰	۳-۷-۴- راهبری راکتور بدون راهبند بیوفیلم دار
۸۴	۴-۷-۴- راهبری راکتور لجن فعال اختلاط کامل
۸۶	۸-۴- آنالیز آماری
۸۸	۹-۴- بحث
۸۸	۱-۹-۴- بحث نتایج راهبری فاز ۱ و فاز ۲
۱۰۱	۲-۹-۴- بحث نتایج فاز ۳
	فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادها
۱۰۶	۱-۵- نتیجه گیری
۱۰۷	۲-۵- پیشنهادها
۱۰۹	مراجع
۱۱۴	ضمایم

فهرست جدولها

- جدول ۱-۳- خصوصیات راکتور هوادهی آزمایشگاهی
- جدول ۲-۳- ترکیب فاضلاب مصنوعی
- جدول ۳-۳- خصوصیات آب شهری مورد استفاده در تهیه فاضلاب مصنوعی
- جدول ۱-۴- نتایج راهبری راه اندازی اول
- جدول ۲-۴- مقادیر راندمان حذف COD در راکتور- فاز ۱
- جدول ۳-۴- مقادیر غلظت COD در واحدهای راکتور- فاز ۱
- جدول ۴-۴- مقادیر SVI در فاز ۱
- جدول ۵-۴- تغییرات F/M در راکتور- فاز ۱
- جدول ۶-۴- مقادیر مواد معلق خروجی از حوض ته نشینی- فاز ۱
- جدول ۷-۴- مقادیر سن لجن - فاز ۱
- جدول ۸-۴- مقادیر SDI شاخص تراکم لجن- فاز ۱
- جدول ۹-۴- مقادیر q در راکتور- فاز ۱
- جدول ۱۰-۴- مقادیر pH و DO در راکتور- فاز ۱
- جدول ۱۱-۴- نتایج راهبری راکتور برای راه اندازی دوم
- جدول ۱۲-۴- مقادیر غلظت COD در واحدهای راکتور- فاز ۲
- جدول ۱۳-۴- مقادیر SVI در فاز ۲
- جدول ۱۴-۴- تغییرات F/M در راکتور- فاز ۲
- جدول ۱۵-۴- مقادیر مواد معلق خروجی از حوض ته نشینی- فاز ۲
- جدول ۱۶-۴- مقادیر سن لجن SDI در راکتور - فاز ۲
- جدول ۱۷-۴- مقادیر q در راکتور - فاز ۲
- جدول ۱۸-۴- مقادیر pH و DO در راکتور- فاز ۲
- جدول ۱۹-۴- نتایج آزمایش تعیین میزان حذف نیتروژن
- جدول ۲۰-۴- نتایج راهبری راکتور بدون لایه میکروبی - فاز ۳
- جدول ۲۱-۴- نتایج راهبری راکتور بدون راهبند- فاز ۳
- جدول ۲۲-۴- نتایج راهبری راکتور لجن فعال اختلاط کامل- فاز ۳

جدول ۴-۲۳- خلاصه نتایج راهبری فاز ۱

جدول ۴-۲۴- خلاصه نتایج راهبری فاز ۲

جدول ۴-۲۵- خلاصه نتایج راهبری فاز

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۲-۱- اجزای یک سیستم لجن فعال متعارف
- شکل ۲-۲-۲- دیاگرام شماتیک یک لایه میکروبی
- شکل ۲-۳-۲- توالی میکروبهای تشکیل دهنده یک لایه میکروبی
- شکل ۲-۴-۲- راکتور با بستر غوطه ور به صورت جریان لوله ای شکل
- شکل ۲-۵-۲- انواع مختلف راکتور ها با بستر غوطه ور
- شکل ۲-۶-۲- انواع توده میکروبی بکار رفته در تصفیه فاضلاب
- شکل ۳-۱-۱- دیاگرام جریان در راکتور CASSBR
- شکل ۳-۲-۲- تصویر راکتور CASSBR
- شکل ۳-۳-۳- بستر پلاستیکی مورد استفاده جهت رشد توده میکروبی
- شکل ۳-۴-۳- لایه میکروبی تشکیل شده بر روی بستر
- شکل ۴-۱-۴- تغییرات متوسط غلظت COD در راه اندازی منقطع
- شکل ۴-۲-۴- تغییرات متوسط غلظت MLSS در راه اندازی منقطع
- شکل ۴-۳-۴- تغییرات راندمان حذف COD در راه اندازی منقطع
- شکل ۴-۴-۴- تغییرات راندمان حذف COD در راه اندازی اول
- شکل ۴-۵-۴- تغییرات غلظت COD در راه اندازی اول
- شکل ۴-۶-۴- تغییرات SVI در راه اندازی اول
- شکل ۴-۷-۴- تغییرات راندمان حذف COD در فاز ۱
- شکل ۴-۸-۴- تغییرات غلظت COD در هر واحد در فاز ۱
- شکل ۴-۹-۴- تغییرات SVI در فاز ۱
- شکل ۴-۱۰-۴- تغییرات راندمان حذف COD در راه اندازی دوم
- شکل ۴-۱۱-۴- تغییرات غلظت COD در راه اندازی دوم
- شکل ۴-۱۲-۴- تغییرات SVI در راه اندازی دوم
- شکل ۴-۱۳-۴- تغییرات راندمان حذف COD در فاز ۲
- شکل ۴-۱۴-۴- تغییرات راندمان حذف COD در فاز ۲
- شکل ۴-۱۵-۴- تغییرات SVI در فاز ۲
- شکل ۴-۱۶-۴- تغییرات COD در راکتور تحت شوک بار آلی

- شکل ۴-۱۷- تغییرات راندمان حذف COD در راکتور تحت شوک بار آلی
- شکل ۴-۱۸- آزمایش سرعت ته نشینی لجن
- شکل ۴-۱۹- تغییرات متوسط MLSS در راکتور بدون برگشت لجن
- شکل ۴-۲۰- تغییرات متوسط غلظت COD در راکتور بدون برگشت لجن
- شکل ۴-۲۱- تغییرات راندمان حذف COD در راکتور بدون برگشت لجن
- شکل ۴-۲۲- تغییرات راندمان حذف COD در راکتور بدون لایه میکروبی در فاز ۳
- شکل ۴-۲۳- تغییرات غلظت COD در راکتور بدون لایه میکروبی در فاز ۳
- شکل ۴-۲۴- تغییرات SVI در راکتور بدون لایه میکروبی در فاز ۳
- شکل ۴-۲۵- تغییرات راندمان حذف COD در راکتور بدون راهبند در فاز ۳
- شکل ۴-۲۶- تغییرات غلظت COD در راکتور بدون راهبند در فاز ۳
- شکل ۴-۲۷- تغییرات SVI در راکتور بدون راهبند در فاز ۳
- شکل ۴-۲۸- تغییرات راندمان حذف COD در راکتور لجن فعال اختلاط کامل در فاز ۳
- شکل ۴-۲۹- تغییرات غلظت COD در راکتور لجن فعال اختلاط کامل در فاز ۳
- شکل ۴-۳۰- تغییرات SVI در راکتور لجن فعال اختلاط کامل در فاز ۳
- شکل ۴-۳۱- راندمان نسبی حذف COD در C1
- شکل ۴-۳۲- راندمان نسبی حذف COD در C2
- شکل ۴-۳۳- راندمان نسبی حذف COD در C3
- شکل ۴-۳۴- راندمان نسبی حذف COD در C4
- شکل ۴-۳۵- تغییرات F/M با زمان ماند
- شکل ۴-۳۶- تغییرات SRT با زمان ماند
- شکل ۴-۳۷- تغییرات SS_e با زمان ماند
- شکل ۴-۳۸- تغییرات SVI با زمان ماند
- شکل ۴-۳۹- تغییرات SDI با زمان ماند
- شکل ۴-۴۰- تغییرات با q زمان ماند
- شکل ۴-۴۱- راندمان حذف COD در حالت‌های مختلف راکتور
- شکل ۴-۴۲- مقادیر SVI در حالت‌های مختلف راکتور
- شکل ۴-۴۲- مقادیر SVI در حالت‌های مختلف راکتور