۱۳۷۸

بسم ا... الرحمن الرحیم

تصفیه بیهوازی- هوازی فاضلاب اجتماعات کوچک در محل

بوسیله

محمد علی بقاءپور

پایان نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی عمران - مهندسی محیط زیست

از

دانشگاه شیراز
شیراز،ایران

5101

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه :عالی

امضاء اعضاء کمیته پایان نامه :

دکتر پرویز منجّمی،استاد یار مهندسی عمران (رئیس کمیته)

دکتر ناصر طالب بیدختی، دانشیار مهندسی عمران

دکتر غلامرضا رخشنده رو، استاد یار مهندسی عمران

اسفند ماه ۱۳۷۷

۲۷۳۸۵

تقدیم به پدر ،مادر

و

همسر گرامیم

۲۷۳۸۵

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات بی دریغ جناب آقای دکتر پرویز منجمی استاد راهنمای اینجانب که در همه مراحل بذل عنایت فرمودند قدردانی مینمایم. از سرکار خانم طباطبائی و سرکار خانم سجادیان مسئولین آزمایشگاه محیط زیست، آقای مهندس همتیان و دیگر دوستان که در انجام آزمایشات و ساخت مدل آزمایشگاهی مساعدت فرمودند نیز کمال تشکر را دارم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جداول ح
فهرست اشکال ط
فهرست علائم اختصاری ل
فصل اول : تصفیه بیولوژیک فاضلاب شهری ۱
۱- تقسیم بندی فرآیندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب ۳
۱-۱- فرآیند تصفیه هوازی ۳
۱-۱-۱- ضریب جذب اکسیژن ۴
۱-۲- فرآیند تصفیه بیهوازی ۵
۱-۲-۱- مرحله اول : تخمیر اسیدی ۶
۱-۲-۲- مرحله دوم : تخمیر متانی ۶
۱-۳- فرآیند تصفیه بیولوژیک رشد چسبیده ۷
۱-۳-۱- فرآیند تصفیه بیولوژیک رشد چسبیده هوازی ۷
۱-۳-۱-۱- صافیهای چکنده هوازی ۸
۱-۳-۱-۲- فیلترهای هوادهی مستغرق ۱۰
۱-۳-۲- فرآیند تصفیه بیولوژیک رشد چسبیده بی هوازی ۱۱
۱-۳-۲-۱- فیلتر چکنده بی هوازی ۱۱
۱-۳-۲-۲- فیلتر بیهوازی مستغرق ۱۲
فصل دوم : مروری بر کارهای دیگران ۱۴
۲-۱- بیوفیلترهای مستغرق غیر هوازی ۱۴

عنوان	صفحه
۲-۲-بیوفیلترهای مستغرق غیر هوازی	۱۷
۲-۳- ترکیب فیلتر بیهوازی و هوازی مستغرق	۱۹
فصل سوم : روش آزمایش	۲۰
۳-۱- مشخصات فیزیکی فیلترها	۲۳
۳-۲- فاضلاب مصنوعی	۲۴
۳-۳- تنظیم هوای مورد نیاز	۲۵
۳-۴- بکار گیری سیستم	۲۶
۳-۴-۱- برگشت جریان	۲۷
۳-۵- آزمایشات	۲۸
۳-۵-۱- نمونه برداری	۲۸
۳-۶-شرح آزمایشات	۲۹
۳-۶-۱-آزمایش COD	۳۰
۳-۶-۲-آزمایش DO	۳۰
۳-۶-۳- آزمایش PH	۳۱
۳-۶-۴-تعیین درجه حرارت	۳۲
۳-۶-۵-جامدات معلق	۳۲
فصل چهارم : نتایج	۳۵
۴-۱- تغییر درجه حرارت	۳۷
۴-۲- آزمایشات انجام شده	۳۸
فصل پنجم : بحث و نتیجه گیری	۶۱
مقدمه	۶۱

عنوان	صفحه
۵-۱- نوع رآکتور	۶۲
۵-۲-اثر درجه حرارت بر کارایی سیستم	۶۲
۵-۳-بارگذاری فیلتر ها و میزان حذف مواد آلی	۶۶
۵-۴-پایداری فیلترها در برابر تغییرات PH	۷۱
۵-۵-حذف مواد معلق در فیلتر	۷۲
۵-۶-اکسیژن محلول	۷۵
۵-۷- اثر بر گشت جریان بر راندمان فیلتر ها	۷۵
۵-۸-نتیجه گیری کلی و پیشنهادات	۷۷
۵-۸-۱-نتیجه گیری	۷۷
۵-۸-۲-پیشنهادات	۷۸
مراجع	
چکیده و صفحه عنوان انگلیسی	

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۳-۱)-قسمتهای مختلف سیستم ۲۱

جدول (۳-۲)-جزئیات سیستم ۲۳

جدول (۳-۳)-مشخصات فیزیکی فیلترها ۲۳

جدول (۳-۴)-ترکیب فاضلاب مصنوعی ۲۴

جدول (۳-۵)-حالات بکارگیری سیستم ۲۷

جدول (۳-۶)-محل قرارگیری نقاط نمونه برداری ۲۹

جدول (۴-۱)-برنامه‌زمانبندی‌اجرای حالات مختلف سیستم ۳۹

جدول (۵-۱)-COD فاضلاب در نقاط نمونه برداری از فیلترها در T^0C ۶۳

جدول (۵-۲)-مقادیر K در T^0C ۶۴

جدول (۵-۳)-مقادیر K در 20^0C ۶۵

جدول (۵-۴)-COD فاضلاب خروجی نقاط نمونه برداری از فیلترها در 20^0C ۶۶

جدول (۵-۵)-بکار گیری فیلتر بی هوازی در حالت ماندگار 20^0C (Steady state) ۷۰

جدول (۵-۶)-بکار گیری فیلتر هوازی در حالت ماندگار(Steady state) 20^0C ۷۰

جدول (۵-۷)- تغییر PH در اثر تغییر HRT در فیلتر بی هوازی در حالت ماندگار ۷۱

جدول (۵-۸)- تغییرات PH در اثر تغییر HRT در فیلتر هوازی در حالت ماندگار ۷۲

جدول (۵-۹)-تغییر راندمان سیستم با افزایش میزان جریان برگشتی ۷۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱)-حجم کنترل لایه بیولوژیک و فاز مایع در صافی چکنده ۸

شکل (۳-۱)-طرح PILOT PLANT ۲۰

شکل (۳-۲)- سیستم تصفیه بیهوازی -هوازی در مقیاس Bench ۲۲

شکل (۳-۳)-تنظیم دبی خروجی از راکتور ۲۲

شکل (۳-۴)-تنظیم هوای ورودی به فیلتر هوازی ۲۵

شکل (۳-۵)-سطح فیلتر هوازی قبل از هوادهی ۲۵

شکل (۳-۶)- سطح فیلتر در خلال هوادهی ۲۶

شکل (۳-۷)-نحوه نمونه برداری از فیلترها ۳۴

شکل (۴-۱)-تغییرات COD محلول با زمان در خلال دوران سازگاری ۳۶

شکل (۴-۲)-تغییر درجه حرارت با زمان در خلال آزمایشات ۳۷

شکل (۴-۳)-تغییرات COD محلول باقیمانده با زمان در [Mode 1] ۴۰

شکل (۴-۴)-تغییرات PH با زمان در [Mode 1] ۴۱

شکل (۴-۵)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 1] ۴۲

شکل (۴-۶)-تغییرات VSS با زمان در [Mode 1] ۴۲

شکل (۴-۷)-تغییرات CODمحلول باقیمانده با زمان در [Mode 2] ۴۳

شکل (۴-۸)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 2] ۴۳

شکل(۴-۹)-تغییرات PH با زمان در[Mode 2] ۴۴

شکل (۴-۱۰)-تغییرات VSS با زمان در[Mode 2] ۴۴

عنوان	صفحه

شکل (۴-۱۱)-تغییرات COD محلول باقیمانده با زمان در [Mode 3] ۴۵

شکل (۴-۱۲)-تغییرات درجه حرارت با زمان [Mode 3] ۴۵

شکل (۴-۱۳)-تغییرات PH با زمان در [Mode 3] ۴۶

شکل (۴-۱۴)-تغییرات VSS با زمان در [Mode 3] ۴۶

شکل (۴-۱۵)-تغییرات CODمحلول با قیمانده با زمان در [Mode 4] ۴۷

شکل(۴-۱۶)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 4] ۴۷

شکل (۴-۱۷)-تغییرات PH با زمان در [Mode 4] ۴۸

شکل(۴-۱۸)-تغییرات VSS با زمان در[Mode 4] ۴۸

شکل (۴-۱۹)-تغییرات CODمحلول باقیمانده با زمان در[Mode 5] ۴۹

شکل (۴-۲۰)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 5] ۴۹

شکل (۴-۲۱)-تغییرات PH با زمان در [Mode 5] ۵۰

شکل (۴-۲۲)-تغییرات VSSبا زمان در [Mode 5] ۵۰

شکل (۴-۲۳)-تغییرات COD محلول باقیمانده با زمان در[Mode 6] ۵۱

شکل (۴-۲۴)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 6] ۵۱

شکل (۴-۲۵)-تغییرات PH با زمان در [Mode 6] ۵۲

شکل(۴-۲۶)- تغییرات VSSبا زمان در [Mode 6] ۵۲

شکل (۴-۲۷)-تغییرات COD محلول باقیمانده با زمان در[Mode 7] ۵۳

شکل (۴-۲۸)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 7] ۵۳

شکل (۴-۲۹)-تغییرات PHبا زمان در [Mode 7] ۵۴

شکل (۴-۳۰)-تغییرات VSSبا زمان در [Mode 7] ۵۴

شکل (۴-۳۱)-تغییرات CODمحلول باقیمانده با زمان در [Mode 8] ۵۵

عنوان	صفحه

شکل (۴-۳۲)-تغییرات درجه حرارت با زمان در [Mode 8] ۵۵

شکل (۴-۳۳)-تغییرات PH با زمان در [Mode 8] ۵۶

شکل (۴-۳۴)-تغییرات VSSبا زمان در [Mode 8] ۵۶

شکل (۴-۳۵)-تغییرات CODمحلول باقیمانده با زمان در [Mode 9] ۵۷

شکل(۴-۳۶)-تغییراتدرجه‌حرارت‌بازمان‌در[Mode 9] ۵۷

شکل (۴-۳۷)-تغییرات PHبا زمان در [Mode 9] ۵۸

شکل (۴-۳۸)-تغییرات VSS با زمان در [Mode 9] ۵۸

شکل(۴-۳۹)-تغییرات اکسیژن محلول با زمان درانتهای فیلتر بیهوازی ۵۹

شکل (۴-۴۰)-تغییرات اکسیژن محلول با زمان در فیلتر هوازی ۶۰

شکل (۵-۱)-تغییرات میزان حذف COD محلول با بارگذاری آلی در فیلتر بیهوازی ۶۹

شکل (۵-۲)-تغییرات میزان حذف COD محلول با بارگذاری آلی در فیلتر هوازی ۶۹

شکل (۵-۳)-حذف توده های بیولوژیک در فیلتر بیهوازی ۷۳

شکل (۵-۴)-حذف توده های بیولوژیک در فیلتر هوازی ۷۴

شکل (۵-۵)-مقایسه اکسیژن محلول فیلتر هوازی با حالت اشباع(DOs) ۷۶

چکیده

تصفیه بیهوازی- هوازی فاضلاب اجتماعات کوچک در محل

توسط

محمد علی بقاء پور

جهت بررسی میزان تصفیه پذیری فاضلاب شهری با استفاده از روش بیهوازی- هوازی در حالت رشد چسبیده اقدام به ساخت یک مدل آزمایشگاهی شد که شامل دو فیلتر مستغرق بیهوازی و هوازی بود که بصورت سری بدنبال هم قرار گرفتند و از نظر مشخصات فیزیکی کاملاً شبیه بهم بودند. جهت تغذیه فیلترها از جریان پیوسته ای از فاضلاب مصنوعی با COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیائی) ۴۰۰ میلی گرم در لیتر با مادهٔ غذائی (Substrate) ساکاروز (Sucrose) استفاده شد. زمان ماند هیدرولیکی (HRT) برای هر فیلتر بتدریج از ۳۶۰ ساعت به ۱ ساعت کاهش پیدا کرد و طی این مدت راندمان حذف COD محلول در واحد سطح و حجم هر دو فیلتر با انجام آزمایش مرتباً تعیین گردید. با کاهش زمان ماند هیدرولیکی راندمان فیلتر بیهوازی از ۵۹/۳ به ۳۶ درصد و راندمان فیلتر هوازی از ۹۳/۳ به ۶۰/۹ درصد کاهش یافت. برگشت جریان از فیلتر هوازی به بیهوازی به میزان ۳۹۸۳ لیتر در روز در زمان ماند هیدرولیکی ۲ ساعت (مجموع دو فیلتر)، کارآیی سیستم را به میزان ۳/۷ درصد افزایش داد. هر دو فیلتر تا زمان ماند هیدرولیکی ۱ ساعت در برابر تغییرات PH پایداری خوبی از خود نشان دادند و در هیچ حالتی PH از ۶/۷ پائین تر نیامد. دو معادلهٔ $r_{COD} = 105\frac{B_{COD}}{B_{COD}+221}$ و $r_{COD} = 144\frac{B_{COD}}{B_{COD}+192}$ به ترتیب برای پیش بینی رفتار فیلتر بیهوازی و فیلتر هوازی فوق الذکر بدست آمده اند.

نهایتاً به علت حذف حجمی COD به میزان ۲۲۰۰ و ۳۶۶۵ گرم بازاء هر متر مکعب فیلتر بیهوازی و فیلتر هوازی، این سیستم به عنوان یک روش تصفیه فشرده (Compact) برای تصفیه فاضلاب اجتماعات کوچک پیشنهاد می شود .

فهرست علائم اختصاری

علامت اختصاری	تعریف	واحد بکار برده شده
B_{COD}	بارآلی وارد بر سطح در واحد زمان	$g.COD/m^2.day$
b	نرخ مرگ و میر باکتریها	d^{-1}
C	غلظت ماده آلی در فاضلاب خروجی	mg/l
C_0	غلظت ماده آلی در فاضلاب ورودی	mg/l
C_s	غلظت اکسیژن محلول در حالت اشباع	mg/l
C_x	غلظت اکسیژن محلول فاضلاب	mg/l
E	راندمان	%
F	ضریب برگشت جریان	--
f	فاکتور شستشور	--
K	آهنگ کاهش ماده آلی	d^{-1}
K_s	ثابت نصف سرعت	mg/l
K_T	آهنگ کاهش ماده آلی در ToC	d^{-1}
K_{20}	آهنگ کاهش ماده آلی در 20 oC	d^{-1}
O_c	مقدار اکسیژن ورودی به فاضلاب	kg 0_2/ day
O_v	مقدار اکسیژن جذب شده توسط فاضلاب	kg 0_2 / day
Q	میزان جریان فاضلاب	L/day
Q_r	میزان جریان برگشتی	L/day
R	نسبت برگشت جریان	---
r_{COD}	میزان حذف ماده آلی در واحد سطح	g. $COD/m^2.day$
r_{max}	حداکثر نرخ حذف ماده آلی	g. COD/ $m^2.day$

علامت اختصاری	تعریف	واحد بکار برده شده
S	غلظت ماده آلی در رآکتور	mg/l
S_0	غلظت ماده آلی در ورودی رآکتور	mg/l
V	حجم رآکتور	Lit
W	بارگذاری BOD بر صافی	kg/day
X	غلظت توده بیولوژیک	mg/l
Y_x	ضریب تبدیل ماده غذایی به توده بیولوژیک	---
α	ضریب جذب اکسیژن	---
θ	ضریب تصحیح درجه حرارت	---
θ_h	زمان ماندهیدرولیکی	day
μ_m	حداکثر نرخ رشد باکتریایی	d^{-1}

CFSTR	Continuous Flow Stirred Tank Reactor
COD	Chemical Oxygen Demand
DO	Dissolved Oxygen
DSF	Downflow Stationary Fixed Film Reactor
FSS	Fixed Suspended Solids
HRT	Hydraulic Retention Time
PFR	Plug Flow Reactor
S.COD	Soluble Chemical Oxygen Demand
SRT	Solids Retention Time
SS	Suspended Solids
VSS	Volatile Suspended Solids

فصل اول

تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری

"Biological Treatment of Domestic Wastewater"

مقدمه

مسئله افزایش روزافزون جمعیت و کمبود زمینهای مناسب و گران بودن زمین در شهرهای بزرگ سبب شده که سیاست دولت بر آن قرار گیرد که با احداث مجتمع های آپارتمانی و برج سازی جمعیت زیادی را در ناحیه ای با وسعت کم اسکان دهد و از این طریق مسئله مسکن را تا حدودی حل نماید .

در بسیاری از شهرها نیز منازل مسکونی واقع در نواحی مرغوب شهری توسط بخش خصوصی و یا دولتی خریداری شده خراب میشوند و مورد ساخت و ساز بصورت آپارتمان و برج قرار می گیرند و بدین صورت تراکم جمعیت در قسمتهای بخصوصی از شهر بالا میرود . در خصوص مسئله دفع فاضلاب ، در شهرهایی که شبکهٔ فاضلاب دارند اغلب پیش بینی لازم در این مورد صورت نگرفته و خطوط موجود نیز ظرفیت کافی جهت هدایت این مقدار فاضلاب اضافی را ندارند و البته عوض کردن این خطوط و استفاده از لوله های قطورتر نیز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست . و البته این مسئله در مناطقی که فاقد شبکه جمع آوری فاضلابند شکل جدی تری به خود می گیرد . همچنین به علت تراکم جمعیت در اینگونه نواحی استفاده از روشهای سنتی دفع فاضلاب نظیر حفر چاههای جذبی جوابگو نخواهد بود و حتی اگر زمین نیز از قدرت هدایت و نفوذ پذیری خوبی برخوردار باشد به علت حجم زیاد فاضلاب دفع آن سریعاً با مشکل مواجه خواهد شد .

لذا چنانچه فاضلاب تولید شده در اینگونه نواحی مسکونی را با روشی مناسب در محل تصفیه کنیم دیگر نیازی به گسترش شبکه فاضلاب و اختصاص هزینه های گزاف نخواهد بود و در صورت امکان می توان از فاضلاب تصفیه شده در محل جهت آبیاری و توسعه فضای سبز استفاده نمود . بنابراین جهت کاهش هزینه ها ، استفاده از فرایندهای تصفیه فشرده (Compact)ضروری است .

- اهداف

با توجه به مطالبی که در خصوص اهمیت موضوع ذکر شد موارد زیر به عنوان اهداف کار مطرحند :

۱- بررسی راندمان حذف مواد آلی در واحد سطح فیلترهای بی‌هوازی مستغرق

۲- بررسی راندمان حذف مواد آلی در واحد سطح فیلترهای هوازی مستغرق

۳- بررسی کارآیی فیلترها در حذف مواد آلی در حالتیکه با یکدیگر سری شده‌اند

۴- پایداری فیلترها در برابر تغییرات PH

۵- اثر درجه حرارت بر کارآیی فیلترها

۶- میزان تودهٔ بیولوژیک تولیدی در هر فیلتر