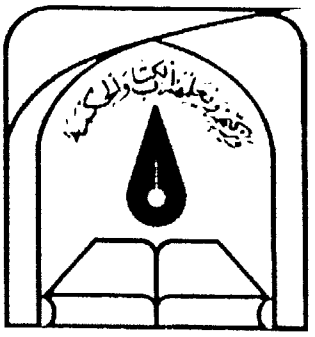
بسم الله الرحمن الرحيم

٤٠٥٨١

017106
۱۳۸۱ /۱/ ۲۰



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

۴۰۰۸۱

مهندسی عمران-محیط زیست

عنوان :

کاربرد فیلترهای بی هوازی بالارو درتصفیه بی هوازی - هوازی فاضلاب صنایع تولیدفیبر

نگارش :

حسین جمعه خالدی

استاد راهنما :

دکترحسین گنجی دوست

زمستان ۱۳۸۰

٤٠٠٨١

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای حسین جمعه خالدی پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **کاربرد فیلترهای بی‌هوازی بالارو در تصفیه بی‌هوازی ـ هوازی فاضلاب صنایع تولید فیبر** در تاریخ ۸۰/۱۱/۱۴ 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.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنما :	آقای دکتر گنجی‌دوست	
۲ـ استاد مشاور :	آقای دکتر بادکوبی	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر صدرعاملی	
	آقای دکتر برقعی	
۴ـ مدیر گروه :	آقای دکتر کمک‌پناه	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان‌نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما: ۸۰/۱۱/۲۴

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن 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:

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

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ مهندسی عمران عملی *است که در سال* ۱۳۸۰ *در دانشکدهٔ* فنی مهندسی *دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر* حسن گنجی دوست *مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر* احمد بادکوبی *و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر* —— *از آن دفاع شده است.»*

مادّهٔ 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 اهداکند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو 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 مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب حسن جمعه خالدی دانشجوی رشته مهندسی عمران عملی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: حسن جمعه خالدی

تاریخ و امضا: ۸۰/۱۱/۲۴

تقدیم به :

پدربزرگوارم

مادرعزیزم

وتمامی آنانی که درپیمودن این راه ازیاری آنها بهره جسته ام.

تشکر و قدردانی

اکنون که با توفیق و عنایت پروردگار کار نگارش این پایان نامه به اتمام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم از کلیه بزرگوارانی که به نحوی مرا در انجام این مهم صمیمانه یاری نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

جناب آقای دکتر حسین گنجی‌دوست، استاد راهنمای متعهد و گرانقدر که با راهنمایی های ارزشمند و بی‌دریغ خویش هدایت اصلی این تحقیق را بر عهده داشتند.

جناب آقای دکتر بادکوبی استاد مشاور گرامی که ازراهنمایی های مفید ایشان بسیاراستفاده نمودم.

جناب آقای دکتر برقعی استاد ارجمند که با راهنمایی ها و انتقال تجربیاتشان مراهمواره یاری نمودند.

جناب آقای مهندس نادر مختارانی، دوست بسیار خوبم که در پیشبرد هرچه بهتر کار زحمات زیادی را متقبل شده و از هیچ کوششی دریغ نکردند.

مدیریت محترم ومهندسین آزمایشگاه کارخانه فیبرایران به خصوص خانم نصیری وآقایان مهرکیان وحسن پور، که زحمات زیادی رادر جهت تامین امکانات و انجام آزمایشات کشیده و امکانات رفاهی مناسبی رادرمدت اقامت مهیاکردند.

وبالاخره از خانمها شعبانی و جیرانی که زحمت تایپ مطالب راکشیده و کلیه کارشناسان و کارکنان محترم شرکت جهش کیمیا که در تهیه این مجموعه مرا یاری دادند.

چکیده

فاضلاب صنایع سلولزی وازجمله صنعت تخته فیبرباحجم تولیدی بالاووجودترکیباتی نظیرلیگنین والیافهای سلولزی ازمهمترین منابع آلاینده آبهای سطحی به شمارمی آیند. کارخانه فیبرایران که تصفیه پساب آن به عنوان موضوع این پایان نامه انتخاب شده است، باتولیدروزانه ۷۰۰ مترمکعب پساب ازمهمترین صنایع آلوده کننده محیط زیست منطقه محسوب می شود.

این پژوهش درجهت بررسی توانایی سیستم فیلتربی هوازی باجریان روبه بالا درتصفیه فاضلاب صنایع فیبرانجام شده، ودرطی آن پارامترهای مختلفی نظیر افزایش بارگذاری، تغییرات زمان ماندوجریان برگشتی درعملکرد وراندمان سیستم موردبررسی قرارگرفت. همچنین دراین پژوهش برای اولین بارازبلوک سفالی ساختمانی به عنوان مدیادرفیلترهای بی هوازی استفاده شد.

این تحقیق درمقیاس پایلوت صنعتی ودرمحل کارخانه وبااستفاده ازیک سیستم بی هوازی - هوازی، شامل دوفیلتربی هوازی بالارو بصورت سری ویک راکتورلجن فعال، انجام گرفت. همچنین درابتدای سیستم چندواحدپیش تصفیه نظیر ته نشینی اولیه، خنثی سازی ومتعادل سازی پیش بینی شده بود. براساس اهداف تحقیق، آزمایشات مختلفی درطول دوره راه اندازی وراهبری پایلوت انجام گرفت. دراین راستا پس ازرسیدن به حداکثر بارآلی ورودی بایک برنامه زمان بندی مشخص، اثر زمان ماند و جریان برگشتی برعملکرد پایلوت بررسی گردید.

حذف بیش از ۹۰ درصد COD برای سیستم بی هوازی - هوازی ازعمده ترین نتایج حاصل ازاین کارتحقیقاتی بشمارمی رود. علاوه برآن حذف ۹۰ درصد ازجامدات معلق و BOD نیز ازدیگر یافته های این پژوهش می باشد. براین اساس راندمان حذف COD درراکتورهای بی هوازی اول ودوم وهوازی بترتیب ۳۰ ، ۵۰ و ۶۵ درصد وراندمان حذف جامدات معلق نیزبترتیب ۶۰ ، ۵۵و ۴۵ درصد شده است. همچنین درمدت تحقیقات، بلوک های سفالی درداخل راکتورهای بی هوازی درحفظ توده های بیولوژیکی عملکرد مناسبی داشته، وهیچگونه گرفتگی درفیلترها دیده نشد.

کلمات کلیدی : صنایع سلولزی،تخته فیبر،فاضلاب،بی‌هوازی،هوازی،فیلتر بی‌هوازی،بلوک سفالی.

فهرست

عنوان صفحه

مقدمه ۱

فصل اول : روشهای تصفیه بیولوژیکی

مقدمه ۴

۱ - ۱ - تصفیه بیولوژیکی ۵

۱ - ۲ - روشهای تصفیه بیولوژیکی ۶

۱ - ۳ - فرآیندهای تصفیه بی‌هوازی ۷

۱ - ۴ - میکروبیولوژی فرآیندهای بی‌هوازی ۹

۱ - ۵ - اثر فاکتورهای محیطی ۱۱

۱ - ۵ - ۱ - دما ۱۱

۱ - ۵ - ۲ - pH ۱۱

۱ - ۵ - ۳ - احتیاجات غذایی ۱۲

۱ - ۵ - ۴ - ترکیبات سمی و بازدارنده ۱۳

فصل دوم : فیلترهای بی‌هوازی بالارو

مقدمه ۱۷

۲ - ۱ - انواع فرآیندهای بیوفیلمی ۱۷

۲ - ۱ - ۱ - فرآیندهای بیوفیلمی بسترثابت ۱۸

۲ - ۱ - ۲ - فرآیندهای بیوفیلمی بسترمتحرک ۱۹

۲ - ۲ - فیلتر بی‌هوازی بالارو ۲۱

فهرست

عنوان صفحه

۳ـ۲ـ مکانیسم حذف مواد آلی ۲۲

۴ـ۲ـ کینتیک حذف مواد آلی ۲۴

۵ـ۲ـ پارامترهای موثربرعملکردفیلترهای بی‌هوازی ۲۶

۱ـ۵ـ۲ـ غلظت توده میکروبی و باردهی فرآیند ۲۶

۲ـ۵ـ۲ـ انتقال جرم ۲۸

۳ـ۵ـ۲ـ جریان برگشتی ۳۲

۴ـ۵ـ۲ـ غلظت فاضلاب ۳۳

۵ـ۵ـ۲ـ زمان ماند هیدرولیکی ۳۴

۶ـ۵ـ۲ـ دما ۳۶

۷ـ۵ـ۲ـ شکل راکتور ۳۶

۶ـ۲ـ راه‌اندازی فیلترهای بی‌هوازی بالارو ۳۷

۱ـ۶ـ۲ـ عوامل مؤثر بر راه‌اندازی ۳۸

فصل سوم: مروری برتحقیقات گذشته

مقدمه ۴۱

۱ـ۳ـ آشنایی بافرآیند تولید تخته فیبر ۴۱

۲ـ۳ـ مشکلات زیست محیطی پساب صنایع سلولزی ۴۳

۳ـ۳ـ وضعیت کمی و کیفی پساب کارخانه فیبرایران ۴۴

۴ـ۳ـ مروری برتحقیقات گذشته ۴۵

۱ـ۴ـ۳ـ تحقیقات برروی پساب صنایع سلولزی ۴۵

فهرست

عنوان صفحه

۲ـ۴ـ۳ـ تحقیقات برروی فیلترهای بی هوازی ۴۷

فصل چهارم: مواد و روش تحقیق

مقدمه ۵۱

۱ـ۴ـ شرح کلی سیستم ۵۱

۱ـ۱ـ۴ـ مخزن ذخیره سازی و ته‌نشینی اولیه ۵۲

۲ـ۱ـ۴ـ مخزن خنثی‌سازی ۵۴

۳ـ۱ـ۴ـ مخزن آهک‌زنی ۵۴

۴ـ۱ـ۴ـ مخزن متعادل‌سازی ۵۵

۵ـ۱ـ۴ـ مخازن بی‌هوازی ۵۶

۶ـ۱ـ۴ـ مخزن هوازی ۶۰

۷ـ۱ـ۴ـ مخزن جمع‌آوری ۶۱

۲ـ۴ـ تلقیح ۶۲

۳ـ۴ـ روش تحقیق ۶۳

۱ـ۳ـ۴ـ راه‌اندازی ۶۳

۲ـ۳ـ۴ـ افزایش بارگذاری ۶۴

۳ـ۳ـ۴ـ تغییر شرایط هیدرولیکی راکتور ۶۴

۴ـ۴ـ مواد شیمیایی مورد استفاده ۶۵

۱ـ۴ـ۴ـ مواد مغذی موردنیاز ۶۶

۵ـ۴ـ نمونه‌گیری ۶۷

فهرست

عنوان صفحه

فصل پنجم : نتایج

مقدمه ۶۹

۱ - ۵ - راه‌اندازی پایلوت ۶۹

۲ - ۵ - افزایش بارگذاری ۷۰

۱ - ۲ - ۵ - مرحله اول ۷۰

۲ - ۲ - ۵ - مرحله دوم ۷۴

۳ - ۲ - ۵ - مرحله سوم ۷۷

۴ - ۲ - ۵ - مرحله چهارم ۸۰

۵ - ۲ - ۵ - مرحله پنجم ۸۳

۶ - ۲ - ۵ - جمع‌بندی ۸۷

۳ - ۵ - تغییر شرایط هیدرولیکی ۸۷

۱ - ۳ - ۵ - راهبری پایلوت با جریان برگشتی ۸۷

۲ - ۳ - ۵ - راهبری پایلوت بدون جریان برگشتی ۹۱

۳ - ۳ - ۵ - جمع‌بندی ۹۴

۴ - ۵ - عملکرد پایلوت در حذف جامدات فاضلاب ۹۵

۵ - ۵ - عملکرد پایلوت در حذف BOD ۹۵

۶ - ۵ - عملکرد مدیادر راکتورهای بی هوازی ۹۶

فصل ششم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱ - ۶ - نتیجه‌گیری ۹۸

فهرست

عنوان صفحه

۲ـ۶ـ پیشنهادات ۱۰۱
مـــراجع ۱۰۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱ ـ ۱ ـ مهمترین روشهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ۷

جدول ۲ ـ ۱ ـ میکرونوترینتهای موردنیاز فرآیندهای بی‌هوازی ۱۳

جدول ۳ ـ ۱ ـ غلظتهای ترکیبات غیرآلی بازدارنده فرآیندهای بی‌هوازی ۱۴

جدول ۴ ـ ۱ ـ غلظت ترکیبات آلی با اثرات بازدارندگی روی باکتریهای متان‌ساز ۱۴

جدول ۱ ـ ۲ ـ غلظت و فعالیت توده میکروبی در راکتورهای بی‌هوازی فیلم ثابت ۲۷

جدول ۲ ـ ۲ ـ مقادیر سطح مخصوص آکنه‌های انتخابی نگهدارنده بیوفیلم ۲۹

جدول ۳ـ۲ـ مدل کلی $E=K(HRT)^a(S_0)^b(As)^c$ استفاده شده برای آکنه‌های Loose-Fill ۳۵

جدول ۴ـ۲ـ مدل کلی $E=K(HRT)^a(S_0)^b(As)^c(Cs)^d$ استفاده شده برای آکنه‌های Cross-Flow ۳۵

جدول ۱ ـ ۳ ـ مشخصات کیفی پساب کارخانه فیبر ایران ۴۵

جدول ۱ ـ ۴ ـ مشخصات مخازن بی‌هوازی اول و دوم ۵۷

جدول ۲ ـ ۴ ـ مشخصات بستر ۵۷

جدول ۳ ـ ۴ ـ میزان مواد مغذی موجود در فاضلاب کارخانه فیبر ایران ۶۶

جدول ۱ ـ ۵ ـ راندمان حذف جامدات فاضلاب در راکتورهای مختلف ۹۵

جدول ۲ ـ ۵ ـ راندمان حذف BOD در راکتورهای مختلف ۹۶

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱ ـ ۱ ـ روند کاهش COD در مسیرهای مختلف یک فرآیند بی‌هوازی ۱۰

شکل ۱ ـ ۲ ـ فیلتر بی‌هوازی با جریان بالارو ۲۱

شکل ۲ ـ ۲ ـ فرآیندهای رشد چسبیده ۲۳

شکل ۳ ـ ۲ ـ میزان حذف COD بر حسب غلظت COD محلول در نرخهای باردهی متفاوت ۲۶

شکل ۴ ـ ۲ ـ آکنه های مورداستفاده درراکتورهای بیوفیلمی ۲۹

شکل ۵ ـ ۲ ـ مقاومت نفوذی در یک بیوفیلم بی‌هوازی ۳۰

شکل ۶ ـ ۲ ـ ارتباط بین نسبت جریان برگشتی با نسبت ارتفاع به قطر ۳۳

شکل ۷ ـ ۲ ـ ارتباط بین غلظت فاضلاب و SRT مورد نیاز در نرخهای باردهی متفاوت ۳۴

شکل ۱ ـ ۳ ـ مراحل مختلف فرآیند ساخت تخته فیبر سخت ۴۲

شکل ۱ ـ ۴ ـ طرح شماتیکی از پایلوت مورد آزمایش ۵۲

شکل ۲ ـ ۴ ـ موقعیت استقرار واحدهای مختلف پایلوت ۵۲

شکل ۳ ـ ۴ ـ وضعیت مخزن ذخیره‌سازی و ته‌نشینی اولیه فاضلاب خام ۵۳

شکل ۴ ـ ۴ ـ وضعیت مخزن خنثی‌سازی ۵۴

شکل ۵ ـ ۴ ـ وضعیت و موقعیت قرارگیری مخزن آهک‌زنی ۵۵

شکل ۶ ـ ۴ ـ وضعیت مخزن متعادل‌سازی ۵۶

شکل ۷ ـ ۴ ـ شکل ظاهری بلوک استفاده شده به عنوان مدیای بستر ۵۸

شکل ۸ ـ ۴ ـ وضعیت چیدمان بلوک‌ها در مخازن بی‌هوازی ۵۸

شکل ۹ ـ ۴ ـ وضعیت پوشش سقف مخازن ۵۹

شکل ۱۰ ـ ۴ ـ جزئیات پوشش سقف مخازن ۵۹

شکل ۱۱ ـ ۴ ـ وضعیت مخزن هوازی در زمان هوادهی فاضلاب ۶۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱۲ ـ ۴ ـ وضعیت و موقعیت قرارگیری مخزن جمع‌آوری ۶۱

شکل ۱۳ ـ ۴ ـ شماتیک وضعیت پایلوت در شرایط هیدرولیکی جدید ۶۵

شکل ۱ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در مرحله اول افزایش بارگذاری ۷۲

شکل ۲ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در مرحله اول افزایش بارگذاری ۷۳

شکل ۳ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در مرحله دوم افزایش بارگذاری ۷۵

شکل ۴ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در مرحله دوم افزایش بارگذاری ۷۶

شکل ۵ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در مرحله سوم افزایش بارگذاری ۷۸

شکل ۶ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در مرحله سوم افزایش بارگذاری ۷۹

شکل ۷ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در مرحله چهارم افزایش بارگذاری ۸۱

شکل ۸ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در مرحله چهارم افزایش بارگذاری ۸۲

شکل ۹ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در مرحله پنجم افزایش بارگذاری ۸۴

شکل ۱۰ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در مرحله پنجم افزایش بارگذاری ۸۵

شکل ۱۱ ـ ۵ ـ مقایسه راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در مرحله افزایش بارگذاری ۸۶

شکل ۱۲ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در راهبری پایلوت با جریان برگشتی ۸۹

شکل ۱۳ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در راهبری پایلوت با جریان برگشتی ۹۰

شکل ۱۴ ـ ۵ ـ پارامترهای ورودی و خروجی از پایلوت در راهبری پایلوت بدون جریان برگشتی ۹۲

شکل ۱۵ ـ ۵ ـ راندمان حذف COD راکتورهای مختلف در راهبری پایلوت بدون جریان برگشتی ۹۳

شکل ۱۶ ـ ۵ ـ مقایسه راندمان حذف COD راکتورهای بی‌هوازی در راهبری پایلوت ۹۴