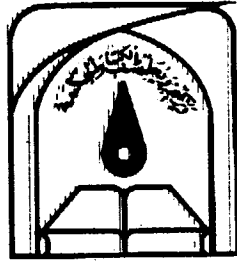


١٣٧٨ / ٤ / ٢٠

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٢٤١١٩



دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد  
مهندسی عمران - مهندسی محیط زیست

تصفیه فیزیکی و شیمیایی فاضلاب کارخانه فیبر ایران با  
استفاده از روش شناورسازی با هوای محلول DAF

نگارش:

سید محمد جواد حسینی

استاد راهنما:

آقای دکتر حسین گنجی دوست

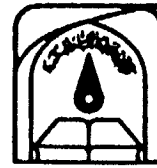
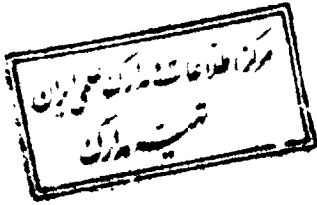
استاد مشاور:

آقای دکتر احمد بادکوبی

بهار ۱۳۷۸

۲۴۸۱۹

1808/2



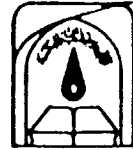
دانشگاه تربیت مدرس

## تاییدیه هیات داوران

آقای سیدمحمد جواد حسینی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تصفیه فیزیکی و شیمیایی فاضلاب کارخانه فیبر ایران با استفاده از روش شناورسازی با هوای محلول DAF در تاریخ ۷۸/۱/۲۲ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران با گرایش محیط زیست پیشنهاد می کنند. ۱۲ ب ۲۳

<u>امضاء</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>اعضای هیات داوران</u>
	آقای دکتر گنجی دوست	۱- استاد راهنما:
	آقای دکتر بادکوبی	۲- استاد مشاور:
	آقای دکتر امیدخواه	۳- استادان ممتحن:
	آقای دکتر وثوقی	
	آقای دکتر بادکوبی	۴- مدیر گروه:
		(یا نماینده گروه تخصصی)

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



شماره: .....  
تاریخ: .....  
پوست: .....

## 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 مبنای بحثی در 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 مرکز نشر 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 <sup>مهندسی عمران - مهندسی مدیریت</sup> است  
که در سال ۱۳۷۸ در دانشکده <sup>فنی و هنری</sup> دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر حسین کجی <sup>دو مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر احمد بازرگونی</sup> از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر 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، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب ذینفذه <sup>حسینی دانشجوی رشته عمران - مهندس</sup> <sup>مستقطع کارشناسی ارشد</sup> تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

حسینی

« کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری،  
ترجمه، اقتباس،... از این پایان نامه برای دانشگاه  
تربیت مدرس محفوظ است، نقل مطالب با ذکر  
مأخذ بلا مانع است.»

تقدیم به:

پدر بزرگوارم

مادر عزیزم

همسر صبورم

و تمامی آنانی که در پیمودن این راه از یاری آنها بهره جستهم.

## تشکر و قدردانی:

مَنّت خدای راعزّ و جلّ که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت مراتب تشکر و قدردانی خود را از کلیه بزرگوارانی که به نحوی مرا در انجام این تحقیق یاری نموده‌اند ابراز می‌نمایم. از استاد ارجمند جناب آقای دکتر حسین گنجی دوست، استاد محترم راهنما که در کلیه مراحل انجام پایان‌نامه از راهنمایی و مساعدتهای بی‌شائبه ایشان بهره‌مند بوده‌ام، صمیمانه قدردانی و سپاسگزاری می‌کنم. از استاد ارجمند جناب آقای دکتر احمد بادکوبی، مدیر محترم گروه و استاد مشاور که در تمامی مراحل تحصیل و انجام پایان‌نامه از راهنماییهای ایشان استفاده نمودم صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر رضا نامور گلپیان که در مدت تحصیل همواره راهنمای اینجانب بوده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از مدیریت محترم، مسئول آزمایشگاه و تکنیسینهای شیفت آزمایشگاه کارخانه فیبر ایران که امکانات رفاهی و آزمایشگاهی را در مدت اقامت مهیا کردند صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

در انتها بر خود لازم می‌دانم که از برادرم سید رسول حسینی صمیمانه تشکر و قدردانی کنم.

چکیده:

فاضلاب صنایع سلولزی و از جمله صعت تخته فیبر از مهمترین منابع آلاینده آبهای سطحی میباشند. رنگی نمودن آبهای پذیرنده و ایجاد کدورت در آنها در اثر موادی نظیر الیافهای سلولزی و ترکیبات لیگنین، از عمده ترین آلودگیهای این گونه صنایع میباشد.

در این مطالعه پیش تصفیه فاضلاب کارخانه فیبر ایران با استفاده از روش شناورسازی با هوای محلول (DAF) مورد ارزیابی قرار می گیرد. در مرحله اول فاضلابهای الیافدار، پرس گرم و مخلوط بصورت مجزا در فشارهای (1-5bar) و زمان ماندهای متفاوت (5-50min) در مخزن شناورسازی مورد آزمایش قرار گرفتند.

فاضلاب الیافدار در فشار 3 بار و زمان ماند 15 دقیقه بهترین راندمان حذف را نسبت به سایر فشارها و زمان ماندها داشت. در فشار و زمان ماند مذکور 40٪ مواد معلق، 10٪ کل مواد جامد و 16/4 درصد COD از فاضلاب الیافدار حذف گردید.

در فشار 5 بار و زمان ماند 15 دقیقه، 45٪ مواد معلق، 6/5٪ کل مواد جامد و 29/75 درصد COD از فاضلاب پرس گرم حذف گردید. فاضلاب مخلوط در فشار 4 بار و زمان ماند 15 دقیقه، راندمان حذف 38٪ از مواد معلق، 10٪ از کل مواد جامد و 17/03 درصد COD را نشان داد.

استفاده از آهک و آلوم به عنوان تنظیم کننده pH و منعقد کننده قبل از انجام عمل شناورسازی صورت گرفته است. فاضلاب پس از تزریق آهک و آلوم و اختلاط سریع، وارد سیستم شناورسازی گردید. استفاده از آهک در pH=7.9، 22 درصد COD را از فاضلاب الیافدار حذف کرد.

استفاده از آهک در pH=8.5 باعث حذف 28 درصد COD از فاضلاب مخلوط گردید. استفاده از آلوم در غلظت 600mg/l بترتیب باعث حذف 23٪ و 28٪، COD از فاضلابهای الیافدار و مخلوط گردید. افزودن آهک و آلوم به فاضلاب پرس گرم تأثیری در حذف آلودگی با استفاده از روش شناورسازی با هوای محلول نداشت.

**کلمات کلیدی:** صنایع سلولزی، تخته فیبر، تصفیه فیزیکی و شیمیایی، فاضلاب، چوب و کاغذ،

شناورسازی با هوای محلول



مقدمه	۱
اهداف تحقیق	۱

### فصل اول: فرایند تولید تخته فیبر

مقدمه	۴
۱-۱ تاریخچه صنعت تخته فیبر	۴
۲-۱ تولید تخته فیبر	۵
۳-۱ مقایسه فرایندهای تر و خشک تولید تخته فیبر	۶
۴-۱ بعضی از جنبه‌های شیمیایی ساخت تخته فیبر	۷
۵-۱ ترکیب شیمیایی غشاء سلولزی	۸
۶-۱ واکنشهای شیمیایی در فرایندهای تخته فیبر	۹
۱-۶-۱ هیدرولیز	۹
۲-۶-۱ کندانس شدن	۹
۳-۶-۱ پیرولیز	۱۰
۷-۱ فرایندهای تولید خمیر	۱۰
۱-۷-۱ فرایند مازونیت	۱۱
۲-۷-۱ فرایندهای دیسک ریفاتر	۱۱
۸-۱ کیفیت پخت خمیر	۱۱
۹-۱ آهارزنی تخته فیبر	۱۲
۱-۹-۱ آهار پارافین	۱۲
۱۰-۱ فرایند تولید در کارخانه فیبر ایران	۱۲

## فهرست مطالب

## صفحه

- ۱۱-۱ منابع عمده تولید پساب در کارخانه فیبر ایران ..... ۱۶
- ۱-۱۱-۱ پساب حاصل از آبیگری از طریق خلاء ..... ۱۶
- ۲-۱۱-۱ پساب حاصل از دستگاه پرس گرم ..... ۱۷
- ۳-۱۱-۱ پساب ناشی از سرریز مخزن جمع آوری پسابهای نسبتاً تمیز ..... ۱۷
- ۴-۱۱-۱ فاضلابهای ناشی از شستشوی سالن‌ها و ماشین‌آلات ..... ۱۷
- ۵-۱۱-۱ فاضلاب ناشی از کارگاههای جنبی ..... ۱۸
- ۶-۱۱-۱ پساب حاصل از شستشوی صفحات توری ..... ۱۸
- ۷-۱۱-۱ فاضلاب بهداشتی ..... ۱۸
- ۱۲-۱ آلودگی ناشی از صنایع تولید تخته فیبر ..... ۱۹
- ۱۳-۱ مشکلات زیست محیطی ناشی از تخلیه فاضلابهای صنایع سلولزی به آبهای پذیرنده .. ۱۹
- ۱۴-۱ وضعیت کمی و کیفی پساب تولیدی ..... ۲۰
- ۱۵-۱ وضعیت فعلی تصفیه‌خانه کارخانه فیبر ایران ..... ۲۰

## فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

- مقدمه ..... ۲۴
- ۱-۲ تصفیه فاضلاب ..... ۲۴
- ۱-۱-۲ تصفیه فیزیکی ..... ۲۵
- ۲-۱-۲ تصفیه شیمیایی ..... ۲۵
- ۳-۱-۲ تصفیه بیولوژیکی ..... ۲۵
- ۲-۲ شناورسازی ..... ۲۶
- ۱-۲-۲ شناورسازی به کمک هوای محلول DAF ..... ۲۷

## فهرست مطالب

صفحه

۲۹	۲-۲-۲ شناورسازی به کمک هوا Air Flotation
۲۹	۳-۲-۲ شناورسازی به کمک خلاء
۲۹	۳-۲ مکانیزم فرایند شناورسازی
۳۲	۴-۲ عوامل مؤثر در فرایند شناورسازی
۳۲	۱-۴-۲ زمان ماند حوض شناورسازی
۳۲	۲-۴-۲ تأثیر فشار
۳۲	۳-۴-۲ تأثیر دما
۳۳	۵-۲ مزایا و معایب فرایند شناورسازی
۳۳	۱-۵-۲ مزایا
۳۳	۲-۵-۲ معایب
۳۴	۶-۲ تجربه‌هایی از کاربرد شناورسازی با هوای محلول در تصفیه فاضلاب
۳۵	۷-۲ نگاهی به تحقیقات اخیر
۳۶	۱-۷-۲ روشهای فیزیکی و شیمیایی
۳۹	۲-۷-۱ فرایندهای بیولوژیکی

## فصل سوم: روش تحقیق

۲۵	مقدمه
۲۵	۱-۳ مشخصات سیستم شناورسازی با هوای محلول
۲۷	۲-۳ روش تحقیق
۵۰	۳-۳ مواد شیمیایی مورد استفاده
۵۰	۴-۳ نمونه‌گیری و انجام آزمایشات

۱-۲-۳ تجهیزات، وسایل آزمایشگاهی و روش انجام آزمایشات .....	۵۰
۲-۲-۳ دستگاههای مورد استفاده .....	۵۲

### فصل چهارم: بحث و نتایج

مقدمه .....	۵۴
۱-۲ عملکرد سیستم شناورسازی با هوای محلول در تصفیه فاضلاب الیافدار .....	۵۴
۲-۲ عملکرد سیستم شناورسازی با هوای محلول در تصفیه فاضلاب پرس گرم .....	۵۹
۳-۲ عملکرد سیستم شناورسازی با هوای محلول در تصفیه فاضلاب مخلوط .....	۶۳
۴-۲ تأثیر استفاده از آهک و سولفات آلومینیم بر کارایی سیستم شناورسازی با هوای محلول ...	۶۶
۵-۲ بحث .....	۷۲
۶-۲ بحث و بررسی آماری .....	۷۳
۷-۲ کاهش آلودگی .....	۷۵
۱-۷-۴ تستشوی چپیس .....	۷۵
۸-۲ شناورسازی در فشار جوّ بر روی فاضلاب پرس گرم کارخانه فیبر بابلسر .....	۷۹

### فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۱-۵ نتایج .....	۸۱
۲-۵ پیشنهادات .....	۸۲
فهرست منابع و مراجع .....	۸۳

- شکل ۱-۱ مراحل مختلف فرایند ساخت نخته فیبر سخت (الف) فرایند تر (ب) فرایند خشک ... ۶
- شکل ۱-۲ نمودار فرایند تولید نخته فیبرو منابع عمده تولید پساب در هر یک از فرایندها ..... ۱۴
- شکل ۱-۳ شمای کلی از واحدهای مختلف تصفیه خانه فعلی پساب کارخانه فیبر ایران همراه با مسیر حرکت پساب ..... ۲۲
- شکل ۱-۲ شناور سازی با هوای محلول (الف) بدون برگشت جریان خروجی (ب) با برگشت قسمتی از جریان خروجی ..... ۲۸
- شکل ۲-۲ سه روش شناور سازی با هوای محلول (الف) چسبیدن حباب گاز به مایع معلق با فاز جامد (ب) به دام افتادن حبابهای گاز در ساختار لخته ای در حالی که حبابهای گاز بالا می آید (پ) جذب سطحی حبابهای گاز در ساختار لخته ای در حالی که لخته شکل می گیرد ..... ۳۱
- شکل ۲-۳ قابلیت انحلال هوا در آب مقطر در درجات حرارت مختلف ..... ۳۳
- شکل ۱-۳ طرح شماتیکی از سیستم شناور سازی تحت فشار ..... ۴۶
- شکل ۲-۳ عکس گرفته شده از پایلوت مورد آزمایش ..... ۴۶
- نمودار ۱-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در فشار یک بار ..... ۵۶
- نمودار ۲-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در فشار دو بار ..... ۵۶
- نمودار ۳-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در فشار سه بار ..... ۵۷
- نمودار ۴-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در فشار چهار بار ..... ۵۷
- نمودار ۵-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در فشار پنج بار ..... ۵۸
- نمودار ۶-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در فشارهای مختلف ..... ۵۸
- نمودار ۷-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب پرس گرم در فشار یک بار ..... ۶۰
- نمودار ۸-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب پرس گرم در فشار دو بار ..... ۶۰
- نمودار ۹-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب پرس گرم در فشار سه بار ..... ۶۱

## فهرست اشکال

## صفحه

- نمودار ۱۰-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب پرس گرم در فشار چهار بار ..... ۶۱
- نمودار ۱۱-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب پرس گرم در فشار پنج بار ..... ۶۲
- نمودار ۱۲-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب پرس گرم در فشارهای مختلف ..... ۶۲
- نمودار ۱۳-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط در فشار سه بار ..... ۶۲
- نمودار ۱۴-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط در فشار چهار بار ..... ۶۲
- نمودار ۱۵-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط در فشار پنج بار ..... ۶۵
- نمودار ۱۶-۴ راندمان جذب آلودگی از فاضلاب مخلوط در فشارهای مختلف ..... ۶۵
- نمودار ۱۷-۴ تأثیر استفاده از آمک در حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار ..... ۶۷
- نمودار ۱۸-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در  $pH=7/9$  (نسبت به بعد از عمل اختلاط) ..... ۶۷
- نمودار ۱۹-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در  $pH=7/9$  نسبت به فاضلاب خام ..... ۶۸
- نمودار ۲۰-۴ تأثیر میزان سولفات آلومینیوم در حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار ..... ۶۸
- نمودار ۲۱-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب الیافدار در دوز ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر سولفات آلومینیوم ..... ۶۹
- نمودار ۲۲-۴ تأثیر استفاده از آمک در حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط ..... ۶۹
- نمودار ۲۳-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط در  $pH=8/5$  ..... ۷۰
- نمودار ۲۴-۴ تأثیر سولفات آلومینیوم در حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط ..... ۷۰
- نمودار ۲۵-۴ راندمان حذف آلودگی از فاضلاب مخلوط در دوز ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر سولفات آلومینیوم ..... ۷۱
- شکل ۲۶-۴ شنستشو و تمیز کردن چپیس (۱) چپیس تمیز شده (۲) پساب ناشی از شنستشوی چپیس با آب (۳) پساب ناشی از شنستشوی چپیس بعد از مرحله تمیز کردن با هوا ..... ۷۸

## لهرست جداول

## صفحه

- ۱-۱ میانگین درصد ترکیبات شیمیایی چوب پهن برگان و سوزن برگان ..... ۸
- ۲-۱ متوسط پارامترهای مهم حساب در لاگونهای تصفیه خانه ..... ۲۱
- ۱-۲ تجربه‌هایی از کاربرد شناورسازی با هوای محلول در تصفیه بعضی از فاضلابها ..... ۳۶
- ۱-۳ مقادیر متوسط پارامترهای حساب کارخانه فیبر ایران ..... ۵۰
- ۱-۴ آلودگی ناشی از شستشوی چپس با استفاده از آب ..... ۷۶
- ۲-۲ مقایسه آلودگی آب شستشوی چپس با تمیز کردن چپس برسيله آب و هوا ..... ۷۷