

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۷۹ / ۵ / ۲۵

# دانشگاه علم و صنعت ایران دانشکده عمران

مرکز اطلاعات مرکز علمی ایران  
تیمسیر مرکز

مطالعه و بررسی تصفیه خانه فاضلاب صنعتی کارخانه تولید خمیر کاغذ  
و ارائه راه حل جهت بهینه سازی آن

عبدالناصر جعفری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته مهندسی عمران  
گرایش مهندسی محیط زیست

۱۷۰۴۹

استاد راهنما: دکتر ناصر مهربادی

استاد مشاور: دکتر مسیح الله ادیبی

بهار ۱۳۷۹

۳۰/۱۱۲

تقدیم به تمامی عزیزان

چکیده: هدف از ایجاد یک تصفیه خانه فاضلاب، حذف آلاینده‌های زیست محیطی از طریق فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی میباشد. راهبری تصفیه خانه، یکی از مهمترین امور بعد از طراحی، نصب و راه اندازی یک واحد تصفیه خانه میباشد.

در این پروژه، تصفیه خانه فاضلاب صنعتی یک کارخانه تولید خمیر کاغذ (لینتر پاک) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. بدین منظور ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی جریانهای ورودی به تصفیه خانه اندازه گیری و محاسبه گردید. از جمله این پارامترها میتوان به دبی،  $COD$ ، رنگ و کدورت اشاره نمود که مقادیر متوسط هر یک در جریان خروجی از واحد شستشوی لینتر خام و رنگبری خمیر به ترتیب  $(m^3/h)$  ۱۰۵،  $(mg/L)$  ۹۲۰،  $(pt.co.)$  ۱۲۷۹ و  $(FTU)$  ۱۶۱۶ و در جریان خروجی از واحد پخت لینتر به ترتیب  $(m^3/h)$  ۱۲/۶،  $(mg/L)$  ۲۲۴۷۵،  $(pt.co.)$  ۱۳۴۰۴ و  $(FTU)$  ۲۹۵۸ میباشد. همچنین راندمان هر یک از واحدهای مختلف تصفیه خانه و در نهایت راندمان کل تصفیه خانه در حذف  $COD$ ،  $TSS$  و رنگ اندازه گیری و محاسبه گردید. راندمان متوسط تصفیه خانه در حذف آلاینده‌های مذکور به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۸۵ و ۰/۸۰ میباشد.

در ضمن پارامترهای مربوط به مشخصات فنی تصفیه به روش لجن فعال نیز اندازه گیری و محاسبه گردید، که از جمله آنها میتوان به نسبت  $FIM$ ،  $MLSS$ ،  $MLVSS$ ،  $SVI$ ،  $Q_2/Q_1$  اشاره نمود که مقادیر متوسط هر یک در تانک هوادهی شماره (۱) به ترتیب  $(d^{-1})$  ۰/۱۷،  $(mg/L)$  ۳۴۳۵،  $(mg/L)$  ۲۵۵۴، ۱۶۰، ۱/۹ و در تانک هوادهی شماره (۲) به ترتیب  $(d^{-1})$  ۰/۵،  $(mg/L)$  ۲۲۰۳، ۱۶۵ و ۱/۵ میباشد.

در نهایت تأثیر منعقد کننده‌های مختلف از جمله آهک، آلوم، فریک کلراید و پلی آلومینیوم کلراید در حذف آلاینده‌هایی همچون رنگ، کدورت و  $TSS$  مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

## تقدیر و تشکر :

ضمن سپاس بیگران فداوند، بر خود لازم می دانم از استاد ارجمند و بزرگوارم جناب آقای دکتر ناصر مهردادی که با ارائه راهنماییهای مدیرانه و دلسوزانه خود، نظارت و سرپرستی این پایان نامه را به عهده داشته اند و نیز جناب آقای دکتر مسیح‌اله ادیبی که مشاوری این پایان نامه را با رهنمودهای عالمانه خود عهده دار بوده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم . همچنین از اعضای هیات داورى بفاطر مضور در جلسه دفاعیه و فراهم نمودن امکان ارائه پر بار آن ، صمیمانه تشکر نموده و سپاس خود را به مضور شان تقدیم

می‌دارم .

## اصل پنجاهم قانون اساسی:

در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن، ملازمه پیدا کند، ممنوع است.

## اهداف اجرای پروژه

۱- مطالعه و بررسی وضع موجود تصفیه‌خانه کارخانه مورد نظر

الف - بررسی و ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی جریانهای مختلف ورودی به تصفیه‌خانه از جمله

دبی، COD، BOD(5)، Tss، رنگ، کدورت، PH، دما و نسبت BOD(5)/COD

ب - محاسبه راندمان واحدهای مختلف تصفیه‌خانه در حذف آلاینده‌های COD، BOD(5)، رنگ،

کدورت و Tss.

ج - محاسبه راندمان کلی تصفیه‌خانه در حذف آلاینده‌های مذکور در بند (ب).

د - بررسی تاثیر انواع منعقدکننده‌های مختلف در فرایند ترسیب شیمیایی.

ه - بررسی و اندازه‌گیری میزان مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) موجود در جریانهای ورودی به

تانک‌های هوادهی و نیز محاسبه مقدار مواد مغذی مورد نیاز میکروارگانیزمها.

و - محاسبه میزان C:N:P جریانهای ورودی به تانک هوادهی.

ز - محاسبه و بررسی پارامترهای مهم در طراحی فرایند لجن فعال از جمله SVI، F/M، زمان

ماند، MLSS، MLVSS، RSSS و  $Q^2$ .

۲- شناسایی مشکلات موجود در تصفیه‌خانه.

۳- ارائه راه‌حل‌های ممکن جهت بهینه‌سازی تصفیه‌خانه.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- اهمیت کاغذ ..... ۱
- ۱-۲- تعریف خمیر، کاغذ و مقوا ..... ۲
- ۱-۳- سوابق تاریخی تکوین تکنولوژی خمیر و کاغذ ..... ۲
- ۱-۴- ویژگیهای صنعت نوین خمیر و کاغذ ..... ۴
- ۱-۵- منابع الیاف کاغذسازی و ویژگیهای آنها ..... ۵
- ۱-۶- مقدمه‌ای بر شیمی الیاف ..... ۶
- ۱-۶-۱- سلولز ..... ۶
- ۱-۶-۲- همی سلولز ..... ۸
- ۱-۶-۳- لیگنین ..... ۸
- ۱-۶-۴- مواد عصاره‌ای ..... ۹
- ۱-۶-۵- رفتار الیاف سلولزی ..... ۹

### فصل دوم: مروری بر انواع روشهای تهیه خمیر کاغذ

- ۲-۱- مقدمه ..... ۱۲
- ۲-۲- خمیرسازی مکانیکی ..... ۱۳
- ۲-۳- خمیرسازی شیمیایی ..... ۱۴
- ۲-۳-۱- فرایند کرافت (kraft) ..... ۱۵
- ۲-۳-۲- فرایند سولفیت (sulfite) ..... ۱۶
- ۲-۴- خمیرسازی به روش نیمه شیمیایی ..... ۱۷
- ۲-۵- خمیرهای حل شونده ..... ۱۸

### فصل سوم: تهیه خمیر کاغذ از لیتتر

- ۳-۱- تاریخ تولید و مصرف لیتتر در جهان ..... ۱۹
- ۳-۲- تاریخ تولید و مصرف لیتتر در ایران ..... ۲۰

صفحه	عنوان
۲۰	۳-۳- مقایسه کیفی بین لینتر خام و چوب برای تولید آلفا سلولز
۲۱	۳-۴- شرح فرایند پالایش و تصفیه لینتر خام (فرایند تولید آلفا سلولز)
۲۱	۳-۴-۱- شستشوی لینتر و تهیه خمیر
۲۳	۳-۴-۲- پخت خمیر
۲۴	۳-۴-۳- رنگبری و آنگبری
۲۵	۳-۴-۴- خشک کن ها و عدل بندی

فصل چهارم: اثرات زیست محیطی فاضلاب صنعتی صنایع خمیر و کاغذ

۲۸	۴-۱- جامدات معلق
۲۸	۴-۲- کدورت
۲۹	۴-۳- رنگ
۲۹	۴-۴- دما
۳۰	۴-۵- جامدات محلول
۳۱	۴-۶- قلیائیت

فصل پنجم: استانداردهای دفع پساب

۳۲	۵-۱- مقدمه
۳۲	۵-۲- تعاریف
۳۳	۵-۳- ملاحظات کلی

فصل ششم: ویژگیهای پسابهای صنعتی صنایع خمیر و کاغذ و روشهای مختلف تصفیه آنها

۳۸	۶-۱- ویژگی پسابها
۴۲	۶-۲- روشهای مختلف تصفیه پسابها
۴۳	۶-۲-۱- فرایندهای بازیابی (Recovery Process)
۴۴	۶-۲-۲- ته نشینی و شناورسازی
۴۴	۶-۲-۳- ترسیب شیمیایی جهت حذف کلوئیدها و رنگها

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۶	۴-۲-۶- تصفیه بروش لجن فعال
۴۷	۵-۲-۶- لاگون (Lagoon)
<b>فصل هفتم: روش تحقیق</b>	
۴۸	۱-۷- بررسی وضع موجود
۴۹	۲-۷- بررسی ویژگیهای کمی و کیفی فاضلاب صنعتی کارخانه مورد نظر
۵۰	۳-۷- اندازه گیری دبی و زمان ماند
۵۱	۴-۷- اندازه گیری ویژگیهای مربوط به واحدهای مختلف تصفیه خانه
۵۲	۵-۷- تاثیر انواع مواد شیمیایی منعقدکننده در حذف آلاینده ها
<b>فصل هشتم: بحث و نتیجه گیری</b>	
۵۳	۱-۸- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)
۵۴	۲-۸- اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی [BOD(5)]
۵۹	۳-۸- رنگ
۵۹	۴-۸- کدورت
۶۰	۵-۸- کل جامدات معلق (TSS)
۶۷	۶-۸- مواد مغذی (Nutrients)
۶۷	۷-۸- اندیس حجمی لجن (SVI) و نسبت غذا به توده باکتری (F/M)
۶۸	۸-۸- لجن فعال برگشتی
۷۴	۹-۸- بررسی تاثیر منعقدکننده های مختلف بر عمل ترسیب شیمیایی
۷۴	۱-۹-۸- انعقاد با آهن
۷۴	۲-۹-۸- انعقاد با فریک کلراید
۷۵	۳-۹-۸- انعقاد با آلوم
۷۵	۴-۹-۸- انعقاد با پلی آلومینیوم کلراید
۷۵	۵-۹-۸- انعقاد با آلوم و آهن

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۶	۶-۹-۸- انقعاا با فریک کلرایا و آهک.....
۹۶	مشکلات موجود در تصفیه خانه .....
۹۷	راه حل های ممکن جهت بهینه سازی تصفیه خانه .....
۹۸	نتیجه گیری .....
۹۹	پیشنهادات .....
۱۰۰	منابع .....

## فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
<b>فصل اول:</b>	
۲	۱-۱ ساخت کاغذ از ساقه پاپیروس
۷	۱-۲ ساختار سلولز
۹	۱-۳ واحدهای تکرار شونده در لیگنین
<b>فصل سوم:</b>	
۲۷	۳-۱ فلودیاگرام تهیه آلفا سلولز از لینترخام
<b>فصل هفتم:</b>	
۴۹	۷-۱ فلودیاگرام جریان پساب در تصفیه خانه
<b>فصل هشتم:</b>	
۵۶	۸-۱ نمودار میزان ورودی و خروجی COD در تصفیه خانه و مقایسه آن با مقدار استاندارد خروجی
۵۸	۸-۲ نمودار میزان ورودی و خروجی BOD(5) در تصفیه خانه و مقایسه آن با مقدار استاندارد خروجی
۶۲	۸-۳ نمودار میزان ورودی و خروجی رنگ در تصفیه خانه و مقایسه آن با مقدار استاندارد خروجی
۶۴	۸-۴ نمودار میزان ورودی و خروجی کدورت در تصفیه خانه و مقایسه آن با مقدار استاندارد خروجی
۶۶	۸-۵ نمودار میزان ورودی و خروجی TSS در تصفیه خانه و مقایسه آن با مقدار استاندارد خروجی
۷۷	۸-۶ نمودار تاثیر مقادیر مختلف آهک بر عمل انعقاد در PH=۱۱
۷۸	۸-۷ نمودار تاثیر PH بر عمل انعقاد با آهک
۷۹	۸-۸ نمودار رابطه بین حذف رنگ و کدورت با استفاده از آهک در عمل انعقاد
۷۹	۸-۹ نمودار رابطه بین حذف کدورت و TSS با استفاده از آهک در عمل انعقاد

## فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۸۰	۸-۱۰ نمودار تاثیر مقادير مختلف فریک کلراید بر عمل انعقاد در $PH=6$ . . . . .
۸۱	۸-۱۱ نمودار تاثیر $PH$ بر عمل انعقاد با فریک کلراید . . . . .
۸۲	۸-۱۲ نمودار رابطه بین حذف رنگ و کدورت با استفاده از فریک کلراید در عمل انعقاد . . . . .
۸۲	۸-۱۳ نمودار رابطه بین حذف $TSS$ و کدورت با استفاده از فریک کلراید در عمل انعقاد . . . . .
۸۳	۸-۱۴ نمودار تاثیر مقادير مختلف آلوم بر عمل انعقاد در $PH=8$ . . . . .
۸۴	۸-۱۵ نمودار تاثیر $PH$ بر عمل انعقاد با آلوم . . . . .
۸۵	۸-۱۶ نمودار رابطه بین حذف رنگ و کدورت با استفاده از آلوم در عمل انعقاد . . . . .
۸۵	۸-۱۷ نمودار رابطه بین حذف $TSS$ و کدورت با استفاده از آلوم در عمل انعقاد . . . . .
۸۶	۸-۱۸ نمودار تاثیر مقادير مختلف پلی آلومینوم کلراید بر عمل انعقاد در $PH=9$ . . . . .
۸۷	۸-۱۹ نمودار تاثیر $PH$ بر عمل انعقاد با پلی آلومینیم کلراید . . . . .
۸۸	۸-۲۰ نمودار رابطه بین حذف رنگ و کدورت با استفاده از پلی آلومینیم کلراید در عمل انعقاد . . . . .
۸۸	۸-۲۱ نمودار رابطه بین حذف $TSS$ و کدورت با استفاده از پلی آلومینیم کلراید در عمل انعقاد . . . . .
۸۹	۸-۲۲ نمودار تاثیر مقادير مختلف آلوم و آهک بر عمل انعقاد در $PH=9$ . . . . .
۹۰	۸-۲۳ نمودار تاثیر $PH$ بر عمل انعقاد با آلوم و آهک . . . . .
۹۱	۸-۲۴ نمودار رابطه بین حذف رنگ و کدورت با استفاده از آلوم و آهک در عمل انعقاد . . . . .
۹۱	۸-۲۵ نمودار رابطه بین حذف $TSS$ و کدورت با استفاده از آلوم و آهک در عمل انعقاد . . . . .
۹۲	۸-۲۶ نمودار تاثیر مقادير مختلف فریک کلراید و آهک بر عمل انعقاد در $PH=10$ . . . . .
۹۳	۸-۲۷ نمودار تاثیر $PH$ بر عمل انعقاد با فریک کلراید و آهک . . . . .
۹۴	۸-۲۸ نمودار رابطه بین حذف رنگ و کدورت با استفاده از آهک و فریک کلراید در عمل انعقاد . . . . .

## فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۸-۲۹	نمودار رابطه بین حذف TSS و کدورت با استفاده از آهک و فریک کلراید در
۹۴	عمل انعقاد .....
۸-۳۰	نمودار تاثیر منعقد کننده های مختلف بر عمل انعقاد .....

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
<b>فصل اول:</b>	
۳	۱-۱ رویدادهای مهم در تکوین صنایع کاغذسازی.....
۶	۱-۲ ویژگیهای الیاف خمیرها.....
۷	۱-۳ درجه پلیمرشدگی (میانگین وزنی) انواع سلولزها.....
۱۰	۱-۴ خواص الیاف سلولزی.....
<b>فصل دوم:</b>	
۱۲	۲-۱ طبقه‌بندی عمومی فرآیندهای تبدیل چوب به خمیر کاغذ.....
۱۵	۲-۲ روشهای شیمیایی و نیمه شیمیایی مهم.....
۱۷	۲-۳ مزیت‌های نسبی دوروش شیمیایی مهم: کرافت در مقایسه با سولفیت.....
<b>فصل سوم:</b>	
۲۱	۳-۱ مقایسه ویژگیهای خمیر حاصل از لینتر و چوب.....
<b>فصل پنجم:</b>	
۳۶	۵-۱ استاندارد خروجی فاضلابها.....
<b>فصل ششم:</b>	
۳۸	۶-۱ آنالیز پسابهای صنعتی تهیه کاغذ بروش گروندوود.....
۳۹	۶-۲ ویژگیهای پساب کارخانه کرافت.....
۴۰	۶-۳ ویژگیهای پساب صنعتی کارخانه تولید خمیر بروش سولفیت.....
۴۰	۶-۴ ویژگیهای پساب اصلی تولید خمیر کاغذ بروش نیمه شیمیایی.....
۴۱	۶-۵ آنالیز پساب آب سفید کارخانه خمیر کاغذ.....
۴۲	۶-۶ آنالیز کلی پساب کارخانه ساخت مقوای کاهی.....
۴۲	۶-۷ ویژگیهای مهم پساب صنعتی حاصل از پخت کارخانجات رگ، روپ و جوت....
<b>فصل هفتم:</b>	
۴۹	۷-۱ حجم واحدهای مختلف تصفیه‌خانه موجود.....