

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۷۸ / ۷ / ۱۲



دانشکده عمران

بررسی و تعیین علل عدم ته نشینی و کاهش حجم لجن ثانویه

در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده تهران

غلامرضا شقاقی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی محیط زیست

۴۴۳۵

اساتید راهنما:

دکتر علی اکبر عظیمی

دکتر عباس قاهری

شهریور ۱۳۷۷

۲۷۵/۱

## چکیده

یکی از مشکلاتی که اغلب در تصفیه خانه های فاضلاب بروش لجن فعال ایجاد می شود عدم ته نشینی مناسب لجن و فشردگی آن در حوض ته نشینی ثانویه می باشد. عدم ته نشینی مناسب لجن علاوه بر افت کیفیت فاضلاب خروجی باعث افزایش هزینه های تصفیه لجن می شود. در این طرح که در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده انجام شده است، علل عدم ته نشینی مناسب و فشردگی لجن بروش آزمایشگاهی بررسی شده است.

در مرحله اول خصوصیات ته نشینی لجن در تصفیه خانه زرگنده با محاسبه شاخص حجمی لجن انجام شد. در مرحله دوم با اندازه گیری شکل های مختلف نیتروژن پدیده دنیتریفیکاسیون مورد بررسی قرار گرفت. زیرا یکی از دلایل عدم ته نشینی و بالا آمدن و شناور شدن لجن پدیده دنیتریفیکاسیون می باشد. در مرحله سوم بررسی میکروسکوپی لخته ها انجام شد تا وضعیت تشکیل لخته و پدیده بالکینگ بررسی شود که منجر به شناسایی باکتریهای رشته ای ایجاد کننده بالکینگ در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده گردید. باکتریهای ایجاد کننده بالکینگ در تصفیه خانه به ترتیب اولویت ام. پارویسلا و تیپ ۹۲۰۰ می باشد. رشد این باکتریها احتمالاً بدلیل پایین بودن نسبت غذابه میکروارگانیزم، کمبود اکسیژن محلول در حوض هوادهی و رژیم اختلاط کامل حوض هوادهی تصفیه خانه فاضلاب زرگنده می باشد. در مرحله چهارم مبانی طراحی و راهبری تصفیه خانه کنترل شد که در نتیجه مشخص شد که این تصفیه خانه با مشکل بار اضافی هیدرولیکی نیز مواجه است.

## تقدیر و تشکر

با سپاس از خداوند متعال در اینجابر خود لازم می دانم از استاد محترم جناب آقای دکتر علی اکبر عظیمی که ایده اصلی طرح از ایشان بوده و در طول پروژه از راهنمایی های ایشان بهره مند شدم و استاد محترم جناب آقای دکتر عباس قاهری بخاطر راهنمایی های بی دریغشان در طول پروژه و دوره و از اساتید محترم جناب آقایان دکتر مسیح ... ادیبی و دکتر ناصر مهردادای بخاطر کمک و راهنمایی هایشان در طول دوره و آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب استان تهران بخاطر انجام آزمایشهای شیمیایی و همچنین مدیریت و معاونت محترم بهره برداری شرکت فاضلاب تهران بخاطر پشتیبانی و مساعدتهای همه جانبه، کمال تشکر را داشته باشم.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
<b>فصل ۱: کلیات</b>	
۵	۱-۱- فرایند لجن فعال
۵	۱-۱-۱- تعریف و عملکرد
۷	۱-۱-۱-۱- مراحل رشد باکتریها
۹	۱-۱-۲- چگونگی تشکیل لخته‌های بیولوژیکی
۹	۱-۱-۴-۱- سرعت رشد باکتریها و نوع آنها
۱۲	۱-۱-۴-۲- نوع ترکیبات غذایی و توازن آنها
۱۳	۱-۱-۴-۳- عمر لجن مناسب
۱۳	۱-۱-۴-۴- وجود مواد معدنی و سمی
۱۴	۱-۱-۵- نظریه‌های مختلف راجع به نحوه تشکیل لخته‌های بیولوژیک
۱۶	۱-۱-۵-۱- بحث و نتیجه‌گیری در مورد چگونگی تشکیل لخته‌های بیولوژیک
۱۸	۱-۲- مشکلات لخته‌های بیولوژیک
۲۰	۱-۲-۱- رشد پراکنده
۲۱	۱-۲-۲- لخته‌های سرسوزنی
۲۲	۱-۲-۳- بالا آمدن مجدد لجن ته نشین شده

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۴	۱-۲-۴- ایجاد کف
۲۷	۱-۲-۵- حجیم شدن لجن
۲۸	۱-۲-۵-۱- حجیم شدن غیر رشته‌ای لجن
۲۹	۱-۲-۵-۲- حجیم شدن رشته‌ای لجن

## فصل دوم: بررسی منابع

۳۵	۲-۱- تشخیص عدم ته نشینی لجن و علت آن
۳۵	۲-۱-۱- تشخیص خصوصیات ته نشینی
۴۰	۲-۱-۲- تعیین علل عدم ته نشینی
۴۶	۲-۲- تاثیر رژیم هیدرولیکی یا الگوی جریان حوض هوادهی در پدیده بالکینگ
۴۷	۲-۲-۱- تعیین نوع راکتور به کمک مواد ردیاب
۴۸	۲-۲-۲- راکتور با جریان اختلاط کامل ایده‌ال
۴۹	۲-۲-۳- راکتور با جریان نه‌رگونه ایده‌ال
۵۱	۲-۲-۴- راکتور با جریان اختیاری یا مابینی یا پراکنده
۵۱	۲-۲-۵- عدد پراکندگی
۵۳	۲-۲-۶- عوامل موثر بر عدد پراکندگی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۳	۲-۲-۷- تخمین عدد پراکنندگی .....
۵۶	۲-۲-۸- نحوه توزیع مواد غذایی در راکتورهای مختلف .....
۵۷	۲-۲-۹- تاثیر رژیم هیدرولیکی بر پدیده بالکینگ .....
۵۸	۲-۲-۱۰- پیشگیری و کنترل بالکینگ .....

## فصل سوم: موادوروش تحقیق

۶۱	۳-۱- مشخصات تصفیه خانه فاضلاب زرگنده تهران .....
۶۳	۳-۱-۱- استخرهای هوادهی .....
۶۵	۳-۱-۲- مشخصات حوضهای ته نشینی ثانویه .....
۶۵	۳-۲- مراحل مختلف مطالعه .....
۶۵	۳-۲-۱- تعیین خصوصیات ته نشینی لجن در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده تهران .....
۶۷	۳-۲-۲- تشخیص عدم ته نشینی مناسب لجن .....
۶۷	۳-۲-۲-۱- بررسی پدیده دنیتریفیکاسیون .....
۶۷	۳-۲-۲-۲- بررسی میکروسکپی لخته ها .....
۶۸	۳-۲-۲-۳- بررسی پارامترهای طراحی تصفیه خانه و راهبری آن .....
۶۹	۳-۲-۳- بررسی کارآیی تصفیه خانه .....

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل چهارم: تحلیل نتایج</b>
۷۳	۴-۱- نتایج مربوط به تعیین خصوصیات ته‌نشینی لجن
۷۶	۴-۲- نتایج مربوط به بررسی پدیده دنیتریفیکاسیون
۸۵	۴-۳- بررسی میکروسکوپی لخته‌ها
۸۵	۴-۳-۱- عوامل ایجاد کننده بالکینگ در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده
۸۸	۴-۳-۲- تخمین عدد پراکندگی
۸۸	۴-۳-۳- نتایج مربوط به اکسیژن محلول
۹۱	۴-۴- بررسی خصوصیات فاضلاب ورودی و خروجی و کارایی تصفیه خانه
۹۶	۴-۵- بررسی پارامترهای طراحی تصفیه خانه و راهبری آن
۹۹	۴-۶- کنترل بالکینگ در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده
۱۰۰	۴-۷- نتیجه گیری
۱۰۲	۴-۸- پیشنهادات
۱۰۳	فهرست منابع



## فهرست تصاویر

### عنوان

### صفحه

#### فصل ۱

شکل ۱-۱ نمای راکتور اختلاط کامل با بازگشت لجن و دفع آن ..... ۵

شکل ۲-۱ منحنی رشد باکتریها ..... ۷

#### فصل ۲

شکل ۱-۲ خصوصیات اصلی مرفولوژی که برای شناسائی باکتریهای رشته‌ای بکار میرود ..... ۴۵

شکل ۲-۲ سی دیاگرامهایی را برای انواع مختلف راکتور ..... ۴۸

شکل ۳-۲ انواع مختلف راکتور ..... ۵۰

#### فصل ۳

شکل ۱-۳ منطقه تحت پوشش تصفیه خانه فاضلاب زرگنده ..... ۶۲

شکل ۲-۳ شمای کلی تصفیه‌خانه فاضلاب زرگنده ..... ۶۴

#### فصل ۴

نمودار ۱-۴ تغییرات میزان SVI و MLSS ..... ۷۵

نمودار ۲-۴ تغییرات غلظت نیتروژن کل در فاضلاب ورودی و خروجی ..... ۷۹

نمودار ۳-۴ تغییرات غلظت آمونیاک در فاضلاب ورودی و خروجی ..... ۸۰

نمودار ۴-۴ تغییرات غلظت نیتروژن آلی در فاضلاب ورودی و خروجی ..... ۸۱

نمودار ۵-۴ تغییرات غلظت نترات در فاضلاب ورودی و خروجی و استخر هوادهی ..... ۸۲

نمودار ۶-۴ تغییرات غلظت نیتريت در فاضلاب ورودی و خروجی و استخر هوادهی ..... ۸۳

## فهرست تصاویر

### عنوان

### فصل ۴

### صفحه

- نمودار ۴-۷ تغییرات غلظت اکسیژن محلول در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده..... ۹۰
- نمودار ۴-۸ تغییرات غلظت اکسیژن خواهی بیولوژیکی پنج روزه در فاضلاب ورودی و خروجی ..... ۹۳
- نمودار ۴-۹ تغییرات غلظت اکسیژن خواهی شیمیایی در فاضلاب ورودی و خروجی ..... ۹۴
- نمودار ۴-۱۰ تغییرات غلظت مواد معلق در فاضلاب ورودی و خروجی ..... ۹۵

## فهرست جداول

صفحه

عنوان

### فصل ۱

جدول ۱-۱ مشکلاتی که غالباً در لجن فعال در رابطه با لخته‌های بیولوژیک ایجاد می‌شود. . . . . ۱۹

جدول ۲-۱ میزان فراوانی باکتریهای رشته‌ای در سیستمهای لجن فعال در نقاط مختلف دنیا . . . . . ۳۲

### فصل ۲

جدول ۱-۲ کاهش سرعت ته‌نشینی با افزایش غلظت مواد معلق حوض هوادهی در شاخص حجمی لجن ثابت. . . . . ۳۵

جدول ۲-۲ درجه بندی لجن فعال از لحاظ فراوانی باکتریهای رشته‌ای در آن. . . . . ۴۲

جدول ۳-۲ کلید شناسائی باکتریهای رشته‌ای با استفاده از خصوصیات مرفولوژیکی . . . . . ۴۴

### فصل ۳

جدول ۱-۳ آزمایشهای انجام شده در این تحقیق . . . . . ۷۰

### فصل ۴

جدول ۱-۴ نتایج غلظت مواد معلق و تعیین SVI در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده . . . . . ۷۴

جدول ۲-۴ غلظت به اشکال مختلف نیتروژن در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده . . . . . ۷۸

جدول ۳-۴ نتایج اندازه‌گیری غلظت اکسیژن محلول در تصفیه خانه فاضلاب زرگنده تهران. . . . . ۸۹

جدول ۴-۴ غلظت اکسیژن خواهی بیولوژیکی پنج روزه و اکسیژن خواهی شیمیایی در تصفیه خانه . . . . . ۹۲

جدول ۵-۴ پارامترهای مهم طراحی تصفیه خانه فاضلاب زرگنده. . . . . ۹۸

## مقدمه:

رشد روز افزون جمعیت و توسعه افزایش یابنده شهرها و همچنین توسعه صنعت به معنای مصرف بیشتر آب و تولید بیشتر فاضلاب بوده و ضرورت برنامه ریزی برای تامین، تصفیه و توزیع آب از سویی و برنامه ریزی برای جلوگیری از تخریب محیط زیست و بهره گیری مجدد از فاضلاب های تولید شده را نشان می دهد. اگر فاضلابها بدون تصفیه وارد محیط شوند باعث آلودگی منابع آبهای سطحی و زیر زمینی و همچنین آلودگی خاک خواهند شد. خسارتهای وارده به این منابع با ارزش در بسیاری موارد غیر قابل جبران بوده یا برای اصلاح آنها باید هزینه های سنگین صرف شود. کمبود منابع آب و رشد روز افزون مصرف آب، برنامه ریزی اقتصادی و علمی را در بهره گیری از منابع موجود و استفاده مجدد از آن به یکی از مسائل مبرم جامعه ما مبدل کرده است.

تاریخچه تصفیه فاضلاب به حدود یکصد سال قبل باز می گردد که رابطه بین شیوع بیماریها و استفاده از آبهای آلوده به فاضلاب آشکار گردیده و بدین ترتیب قوانینی در جهت ممنوعیت آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی وضع گردید. وضع این قوانین نیاز به تصفیه تکامل روشهای آنرا ایجاب نمود. به تدریج با توسعه شهرها و صنایع خطر آلودگی محیط زیست و در نتیجه نیاز به تصفیه فاضلاب شدت بیشتری یافت.

به طور کلی تصفیه فاضلاب معمولاً در سه مرحله انجام می گیرد:

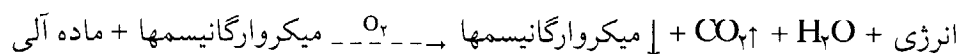
۱- تصفیه مقدماتی که شامل روشهای فیزیکی مانند آشغالگیری، ته نشینی مواد جامد و جدا سازی مواد شناور و غیره.

۲- تصفیه بیولوژیکی

### ۳- تصفیه تکمیلی با استفاده از روشهای فیزیکوشیمیایی

با توجه به خصوصیات فاضلاب، آب و هوا، منبع دریافت کننده پساب تصفیه شده و کاربرد آن مسائل اقتصادی روشهای بیولوژیکی مختلف اعم از هوازی یا بی هوازی و یا تلفیقی از آنها به کار برده می شود. در سالهای اخیر در بسیاری از کشورهای جهان، خصوصاً کشورهایی که با کمبود زمین مواجه هستند. برای تصفیه فاضلابهای شهری و پسابهای صنعتی از روشهای مختلف سیستم لجن فعال، بیش از سایر روشهای تصفیه بهره برده اند و دلیل این امر عمدتاً، ضمانت این سیستم در تولید یک پساب با کیفیت مطلوب، نیاز به زمین کمتر و عدم ایجاد بوی بد می باشد.

فرآیند لجن فعال در سال ۱۹۱۴ توسط دو محقق انگلیسی به نامهای آردرن و لاکت<sup>(۱)</sup> تکمیل گردید. این فرآیند تصفیه شامل زندگی میکروارگانیسمها همراه ماده آلی در یک محیط هوازی است. فرآیند حذف آلوده کننده ها شامل مراحل زیر است، استفاده میکروارگانیسمها از مواد آلی پیچیده به عنوان منبع غذایی برای تولید میکروارگانیسمهای بیشتر که نهایتاً ته نشین و خارج می شوند. گاز انیدرید کربنیک که در جو پراکنده میشود. آب که به همراه پساب خارج میشود و انرژی که میکروارگانیسمها برای ادامه زندگی خود مصرف می کنند. به عبارت ساده مواد آلی موجود در فاضلاب به میکروارگانیسم تبدیل شده و پس از ته نشین شدن از فاضلاب خارج می شوند. مکانیسم اصلی فرایند لجن فعال توسط واکنش بیولوژیکی زیر نشان داده شده است:



به طور کلی در فرایند لجن فعال صرف نظر از واحدهای جنبی وجود حوض هوادهی و حوض ته نشینی

ثانویه ضروری است. در حوض هوادهی شرایط مناسب رشد از لحاظ مواد غذایی و غیره فراهم می شود تا میکرو ارگانیسم ها به رشد و تکثیر پردازند. به این ترتیب میکروارگانیسمها با تغذیه از مواد آلی و معدنی موجود در فاضلاب غلظت این مواد را تا حد زیادی کاهش می دهند. نکته قابل توجه این است که میکروارگانیسم های موجود در لجن فعال به صورت منفرد عمل نمی کنند بلکه در توده های بزرگتری جمع می شود که اصطلاحاً به آن لخته<sup>(۱)</sup> یا کلوخه می گویند.

در نهایت در حوض هوادهی مخلوطی از لخته های بیولوژیک و فاضلاب تصفیه شده به وجود می آید. به منظور جدا کردن لخته های بیولوژیک از فاضلاب تصفیه شده باید شرایط مناسب برای ته نشینی ثقلی فراهم شود. البته در سالهای اخیر برای زلال سازی فاضلاب تصفیه شده از عمل شناور سازی با هوای حل شده<sup>(۲)</sup> نیز استفاده میشود ولی در تمامی تصفیه خانه هایی که در گذشته ساخته شده اند. این عمل با به کارگیری حوض ته نشینی ثانویه انجام می شود. کار حوض ته نشینی ثانویه اولاً تولید پساب شفاف و زلال در قسمت بالای حوض ته نشینی و ثانیاً تغلیظ لجن فعال در کف حوض می باشد. بازده تصفیه در این تصفیه خانه ها تا حد زیادی به تشکیل لخته های مناسب وابسته است، که چگالی نسبی بیشتری از فاضلاب تصفیه شده داشته و همچنین ساختمانی مقاوم در برابر تلاطم موجود در حوض هوادهی داشته باشند. مشکلاتی که در فرایند لجن فعال ایجاد میشود بیشتر به تشکیل نشدن لخته های بیولوژیک یا تشکیل نامناسب مربوط است. بیش از نیمی از تصفیه خانه های فاضلاب بر روش لجن فعال در سراسر جهان به طور دائم یا گهگاه با این مشکل مواجه هستند.

عدم ته نشینی مناسب لجن سبب خروج لخته های بیولوژیکی همراه با فاضلاب تصفیه شده و عدم

تغلیظ لجن می‌گردد. کاهش غلظت لجن از طریق کاهش غلظت لجن برگشتی باعث کاهش غلظت میکروارگانیسرها در حوض هوادهی می‌شود و کار حوض هوادهی دچار اشکال می‌شود. از طرف دیگر باعث رقیق شدن لجن دفعی می‌شود که این مطلب نیز باعث افزایش هزینه‌های پمپاژ لجن، تغلیظ، هضم و آبگیری از لجن می‌شود.

بنابر این عدم نشینی مناسب لجن علاوه بر کاهش بازده تصفیه باعث تحمیل هزینه‌های اضافی در تصفیه می‌شود. با توجه به اینکه بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب در ایران بروش لجن فعال می باشد و هم اکنون نیز بامشکل عدم ته نشینی مناسب لجن مواجه هستند و در سالهای آینده در بسیاری از شهرهای ایران تصفیه خانه های فاضلاب ساخته خواهد شد و احتمال روبرو شدن با این مشکل وجود دارد، ضرورت شناخت و تعیین علل احتمالی عدم ته نشینی مناسب و فشردگی لجن لازم است. تا بتوان با شناسایی صحیح علل آن، راه حلهای مناسب را برای حل مشکل ارائه داد.

از طرف دیگر با شناخت علل ته نشینی نامناسب لجن می توان در طراحی و راهبری تصفیه خانه هایی که در آینده ساخته خواهند شد این عوامل را در نظر گرفته تا با این مشکل مواجه نشویم.