







دانشگاه صنعت آب برق

دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

دانشکده آب و محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش آب و فاضلاب

عنوان پایان نامه:

آسیب شناسی حوض های زلال ساز پولساتوری، بررسی نقاط ضعف و ارائه راهکار

های مناسب

تحقیق و تدوین:

میثم اولیایی کلور

استاد راهنما:

دکتر مجتبی فاضلی

استاد مشاور:

دکتر عبدالله رشیدی مهرآبادی

بهمن ۱۳۹۰



دانشگاه صنعت آب و برق

دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

دانشکده آب و محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش آب و فاضلاب آقای میثم اولیایی کلور

تحت عنوان

آسیب شناسی حوض های زلال ساز پولساتوری، بررسی نقاط ضعف و ارائه راهکارهای مناسب

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر مجتبی فاضلی امضاء

۲- استاد مشاور پایان نامه دکتر عبدالله رشیدی مهرآبادی امضاء

۳- استاد داور داخلی دکتر مریم میرابی امضاء

۴- استاد داور خارجی دکتر غلامرضا نبی بیدهندی امضاء



## تشکر و قدردانی:

- جناب آقای دکتر **مجتبی فاضلی** که از راهنمایی های بی دریغ ایشان در انجام و به ثمر رساندن پروژه بهره زیادی بردم.
- جناب آقای دکتر **عبداله رشیدی مهرآبادی** که با مشاوره و راهنمایی خود اینجانب را در انجام پروژه یاری فرمودند.
- جناب آقای مهندس شهرکی که در اجرای پایلوت کمک فراوانی را نسبت به اینجانب ابراز نمودند.
- جناب مهندس شیری مسئول بخش پژوهش و بهبود مدیریت شرکت آب و فاضلاب تهران

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که قشنگترین لحظه هایشان را به خاطر

بخشیدن لحظه ها به من از دست داده اند تا امروز را ببینم.

تقدیم به برادران و خواهران عزیزم که همیشه مشوق من در این راه بوده اند.

اصالت اثر :

اینجانب میثم اولیایی کلور تایید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه، حاصل کار پژوهشی

اینجانب می باشد و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده

شده است، طبق مقررات ارجاع گردیده است.

این پایان نامه قبلا برای احراز هیچ مدرک هم سطح، پایین تر و بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) می باشد.

میثم اولیایی کلور

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
نمایه.....	۱.....
چکیده.....	۳.....

### فصل اول: کلیات

۱_۱ تعریف پروژه .....	۴.....
۱_۲ ضرورت و معرفی اهداف پروژه.....	۵.....
۱_۳ فرضیه .....	۵.....
۱_۴ معرفی فصول پایان نامه .....	۵.....

### فصل دوم: تئوری و ادبیات موضوع

۱_۲ تاریخچه تامین آب شهر .....	۷.....
۲_۲ مشخصات تصفیه خانه های تهران.....	۸.....
۲_۳ اصول تصفیه آب .....	۱۳.....
۲-۴ فرایند ته نشینی .....	۱۷.....
۲_۵ انواع حوض های ته نشینی .....	۲۰.....
۲-۶ انواع زلال سازها.....	۲۴.....
۲_۷ شکل تانک های ته نشینی .....	۲۶.....
۲_۸ راهنمای انتخاب کلاریفایرها.....	۲۷.....
۲_۹ کلاریفایر با پتوی لجن .....	۳۲.....

۱۰\_۲ زلال ساز با تماس لجن ..... ۳۲

### فصل سوم: زلال های ضربانی (پولساتوری)

۱\_۳ زلال سازهای پولساتور (pulsates) با پتوی لجن (sludge blanket) ..... ۳۵

۲-۳ عملکرد پولساتور ..... ۳۷

۳\_۳ مشخصات فیزیکی پولساتور های تصفیه خانه های تهرانپارس ..... ۳۸

۴\_۳ فرایند انعقاد ..... ۳۹

۵\_۳ پارامتر های موثر بر تشکیل پتوی لجن ..... ۴۱

۶\_۳ فرایند های کنترلی ..... ۴۵

۷-۳ مهم ترین مزایا و معایب پولساتورها ..... ۴۵

۹\_۳ ساختمان و روش کلی بهره برداری از حوضهای زلال ساز پولساتوری ..... ۴۸

۱۰\_۳ سوپر پولساتور Super Pulsator ..... ۵۵

۱۱\_۳ پولساتیوپ Pulsatube ..... ۵۷

۱۲\_۳ اولتراپولساتور UltraPulsator ..... ۵۷

۱۳\_۳ مقایسه بین بار سطحی انواع پولساتور ..... ۵۸

### فصل چهارم: ابزار و روش ها

۱\_۴ بخش آسیب شناسی ..... ۶۰

۲\_۴ بخش آزمایشگاهی: ..... ۶۲

۳-۴ تجهیزات پایلوتی پولساتور ..... ۶۳

۴\_۴ تجهیزات جانبی: ..... ۶۴

۵\_۴ مراحل اجرای پایلوت ..... ۶۵

۶\_۴ آزمایشات انجام شده ..... ۶۸

۶۹..... ۷\_۴ روشهای اندازه گیری و دستگاهها و لوازم مورد نیاز

### فصل پنجم: نتایج

۷۰..... ۱\_۵ مراحل مختلف آسیب شناسی:

۷۱..... ۲\_۵ آسیب شناسی در فاز طراحی و اجرا

۷۵..... ۳\_۵ آسیب شناسی فاز بهره برداری:

۷۹..... ۴\_۵ مشکلات بهره برداری استخرپولساتور و راه های برطرف کردن آن

۸۲..... ۵\_۵ تاثیر تغییرات دمایی در عملکرد پولساتورها

۸۵..... ۶\_۵ بررسی راندمان حذف کدورت در ماه های مختلف سال در زلال ساز های پولساتوری

۸۶..... ۷\_۵ نقش کیفیت آب ورودی بر عملکرد پولساتورها:

۸۷..... ۸\_۵ نقش کیفیت لجن بر راندمان حذف کدورت:

۸۸..... ۹\_۵ مقایسه بین عملکرد زلال ساز های پولساتوری داخل و خارج کشور:

۹۲..... ۹\_۵ بررسی وضعیت بالا آمدگی پتوی لجن در پولساتورها:

۹۷..... ۱۰\_۵ نتایج آزمایشگاهی

### فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۱۳..... ۱\_۶ نتایج مطالعات

۱۱۵..... ۲\_۶ پیشنهادات

### منابع

۱۱۷..... الف- منابع فارسی

۱۱۸..... ب- منابع لاتین

۱۲۰..... چکیده انگلیسی



## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۲	جدول ۱_۲ تحقیقات صورت گرفته در مورد سیستمهای جریان رو به بالا
۲۸	جدول ۲-۲ راهنمای انتخاب کلاریفایر مناسب
۲۹	جدول ۳_۲ راهنمای انتخاب بعضی از زلال سازها
۴۰	جدول ۱_۳ نتایج آزمایش تعیین غلظت کلرو فریک
۴۲	جدول ۲_۳ مقادیر GT توصیه شده برای اختلاط سریع
۴۷	جدول ۳_۳ مقایسه بین بار سطحی پولساتورها با زلال سازهای دیگر
۴۷	جدول ۴_۳ مقایسه بین عملکرد پولساتورها با دیگر زلال سازها
۵۷	جدول ۵_۳ نقش لوله های ته نشینی در افزایش راندمان حذف
۵۹	جدول ۶_۳ مقایسه بین بار سطحی انواع پولساتورها
۵۹	جدول ۷_۳ مقایسه بین بار سطحی انواع پولساتورها
۶۱	جدول ۱_۴ پرسشنامه های ارائه شده به بهره برداران (معرفی تصفیه خانه)
۶۲	جدول ۲_۴ پرسشنامه های ارائه شده به بهره برداران (مشکلات زلال سازها)
۶۳	جدول ۳-۴ ابعاد و اندازه های مدل
۷۴	جدول ۱_۵ پرسشنامه ارائه شده به بهره برداران
۸۴	جدول ۲_۵ غلظت حجمی لجن در ماه های مختلف
۹۲	جدول ۳_۵ تعیین میزان بالا آمدگی بستر لجن
۹۴	جدول ۴_۵ نتایج بررسی میزان بالا آمدگی پتوی لجن در پولساتورها



## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۹۹.....	جدول ۵_۵ نتایج آزمایشات حذف کدورت در دبی ۱ لیتر بر دقیقه.....
۱۰۲.....	جدول ۶_۵ نتایج آزمایشات حذف کدورت در دبی ۲ لیتر بر دقیقه.....
۱۰۵.....	جدول ۷_۵ نتایج آزمایشات حذف کدورت در دبی ۳ لیتر بر دقیقه.....
۱۰۸.....	جدول ۸_۵ نتایج آزمایشات حذف کدورت در دبی ۴ لیتر بر دقیقه.....

## فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۱_۵ منحنی مربوط به کدورت ورودی و خروجی در دبی ۱ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۰
نمودار ۲_۵ مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت در سه حالت در دبی ۱ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۱
نمودار ۳_۵ منحنی مربوط به کدورت ورودی و خروجی در دبی ۲ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۳
نمودار ۴_۵ مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت در سه حالت در دبی ۲ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۴
نمودار ۵_۵ منحنی مربوط به کدورت ورودی و خروجی در دبی ۳ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۶
نمودار ۶_۵ مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت در سه حالت در دبی ۳ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۷
نمودار ۷_۵ منحنی مربوط به کدورت ورودی و خروجی در دبی ۴ لیتر بر دقیقه.....	۱۰۹
نمودار ۸_۵ مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت در سه حالت در دبی ۴ لیتر بر دقیقه.....	۱۱۰
نمودار (۹_۵) تغییرات راندمان حذف کدورت با افزایش بار سطحی.....	۱۱۱

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱ دیاگرام تصفیه.....	۱۴
شکل ۲-۲ حوض ته نشینی ساده .....	۱۸
شکل ۲-۳ حوضهای زلال ساز مستقل از نوع ته نشینی طبقه.....	۲۱
شکل ۲-۴ حوض زلال ساز اکسیلاتور.....	۲۲
شکل ۲-۵ حوض زلال ساز از نوع بستر لجن (پولساتورها).....	۲۳
شکل ۲-۶ نمای چند زلال ساز .....	۳۱
شکل ۲-۷ زلال ساز با ذرات شن میکرونی.....	۳۴
شکل ۳-۱۱ اجزا پولساتور.....	۳۶
شکل ۳-۲ نحوه قرار گیری لوله های توزیع و پالونک ها .....	۳۹
شکل ۳-۳ پمپ های خلا برای ایجاد پالس .....	۴۴
شکل ۳-۴ تخلیه پولساتور .....	۵۵
شکل ۳-۵ شستشوی پولساتورها.....	۵۵
شکل ۳-۱۶ جزای سوپر پولساتور.....	۵۶
شکل ۳-۷ اولتراپولساتور.....	۵۸
شکل ۴-۱ نمای کلی اجرای پایلوت .....	۶۵
شکل ۴-۲ سیستم تامین آب خام.....	۶۶
شکل ۴-۳ محفظه اختلاط سریع.....	۶۷

- شکل ۴-۴ پابلوت پولساتور ..... ۶۸
- شکل ۴-۵ کنترلر برقی برای تنظیم زمان مکش و رانش ..... ۶۸
- شکل ۵-۱ سیستم کنترل مکش و رانش ..... ۷۲
- شکل ۵-۲ نتایج آنالیز مربوط به مشکلات و محدودیت های پولساتور ..... ۷۶
- شکل ۵-۳ نتایج مربوط به آنالیز راهکارهای پیشنهادی ..... ۷۷
- شکل ۵-۴ نمونه ای از فرار فلوک و تجمع در سطح ..... ۷۹
- شکل ۵-۵ بالا آمدگی پتوی لجن ..... ۸۱
- شکل ۵-۶ مقایسه غلظت حجمی لجن در سه ماه مختلف ..... ۸۳
- شکل ۵-۷ مقایسه میانگین غلظت حجمی لجن ..... ۸۴
- شکل ۵-۸ راندمان حذف کدورت در ماه های مختلف ..... ۸۵
- شکل ۵-۹ مقایسه کدورت ورودی و خروجی در ماه های مختلف ..... ۸۶
- شکل ۵-۱۰ مقایسه راندمان حذف کدورت و کیفیت لجن ..... ۸۷
- شکل ۵-۱۱ مقایسه بین خروجی پولساتورها در داخل و خارج کشور ..... ۸۸
- شکل ۵-۱۲ مقایسه راندمان حذف کدورت در داخل و خارج کشور ..... ۸۹
- شکل ۵-۱۳ مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت در داخل و خارج کشور ..... ۸۹
- شکل ۵-۱۴ مقایسه راندمان حذف TOC در داخل و خارج کشور ..... ۹۰
- شکل ۵-۱۵ مقایسه میانگین راندمان حذف TOC در داخل و خارج کشور ..... ۹۱
- شکل ۵-۱۶ تقسیم بندی قسمتهای پایش شده در پولساتور ..... ۹۳
- شکل ۵-۱۷ بالا آمدگی پتوی لجن ..... ۹۳

شکل ۵-۱۸ مقایسه پروفیل حجمی لجن در سه پولساتور..... ۹۵

شکل ۵-۱۹ دلایل گرفتگی لوله های توزیع پولساتور..... ۹۶

شکل ۵-۲۰ پتوی لجن شکل گرفته در پولساتور..... ۹۸

Dosage	دوزینگ (مقدار ماده شیمیایی تزریق شده)
Flow	جریان
Upflow	جریان رو به بالا
Flow rate	دبی جریان
Upflow clarifier	زالال ساز با جریان رو به بالا
Turbidity	کدورت
Sludge	لجن
Rapid mixing	اختلاط سریع
Poly-electrolytes	پلی الکترولیت ها
Algae	جلبک
Lamella separator	جدا کننده های صفحه ای
Inlet and outlet	ورودی و خروجی
Detention time	زمان ماند
Coagulant	ماده منعقد کننده
Coagulant aids	مواد کمک منعقد کننده
Solid contact unit	واحد تماس دهنده لجن

Coagulation	فرایند انعقاد
Flocculation	فرایند لخته سازی.
Sedimentation	ته نشینی
Plane Sedimentation	ته نشینی ساده
Discret Settling	ته نشینی مجزا
Falocculant Settling	ته نشینی لخته ای
Hindered or zone Settling	ته نشینی ناحیه ای
Compression settling	ته نشینی متراکم
Pulsator clarifier	زالال ساز ضربانی
Super Pulsator clarifier	زالال ساز ضربانی مجهز شده با صفحات لاملا
Pulsatube	زالال ساز ضربانی مجهز شده با لوله های ته نشینی
Ultra pulsator	زالال ساز ضربانی مجهز شده با صفحات لاملا و لوله های ته نشینی
Vaccume chamber	پمپ خلاء برای ایجاد ضربه
Solid contact clarifier	زالال ساز با تماس لجن
Sludge blanket clarifier	زالال ساز با پتوی لجن

## چکیده:

سرزمین پهناور ما در روند توسعه اجتماعی-اقتصادی، علیرغم امکانات بالقوه خود با محدودیتهایی روبروست که از آن جمله می‌توان به رشد بالای جمعیت و پی آمدهای آن، تنگناهای اقتصادی، کمبود امکانات و نیروهای متخصص بخصوص در شهرهای کوچک و دور افتاده اشاره کرد.

از بخشهای بسیار مهم و زیر بنایی در امر توسعه، تامین آب سالم برای مصارف شرب و بهداشت است. تصفیه خانه های آب تامین کننده سلامت آب بوده و متناسب با کیفیت آب خام و استانداردهای کیفیت آب مصرفی اعم از شرب و صنعت، طراحی و به اجرا در می آیند. در تصفیه خانه های متعارف آب های سطحی، واحد ته نشینی از جمله اصلی ترین واحدها محسوب می شود و فرایند های انعقاد و لخته سازی برای توسعه فرایند قبل از آن مورد استفاده قرار می گیرند. سرمایه گذاری و اهمیت دادن به نوآوری‌ها در این زمینه حایز اهمیت است.

واحد ته نشینی، حوضچه ای با طرح مناسب برای ته نشین کردن مواد قابل رسوب در آب است. در تصفیه خانه‌های با ظرفیت بالا معمولا واحدهای لخته سازی و ته نشینی در یک واحد در نظر گرفته می‌شوند و به همین منظور از حوض‌های ته نشینی مرکب استفاده می گردد، در این حوض‌ها معمولاً دو عمل لخته سازی و ته نشینی در یک واحد انجام می گیرد و از تماس دوباره لجن برای افزایش بهره وری ته نشینی مواد معلق استفاده می گردد.

پولساتوراز جمله واحدهای تصفیه خانه‌های آب است، که در زمره حوض‌های ته نشینی مرکب با پتوی لجن (Sludge blanket) دسته بندی می شود. در پولساتور عمل لخته سازی و ته نشینی با هم در یک واحد انجام می‌شود، به علت اینکه ساخت پولساتور تحت امتیاز شرکت دگرمونت<sup>1</sup> فرانسه بوده است، تحقیقات انجام شده در مورد آن بسیار محدود بوده و بهره برداری از این زلال سازها در کشور عموماً با مشکلات زیادی مواجه می باشد.

هدف از انجام این تحقیق آسیب شناسی این زلال سازها و نحوه تاثیر پارامترهای مختلف بر راندمان آنها در تصفیه خانه های تهران می باشد.

کلمات کلیدی: آسیب شناسی، زلال ساز پولساتوری، سوپر پولساتور، راندمان حذف کدورت