

دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد علوم و تحقیقات

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب  
(M.Sc)

عنوان:

ارزیابی فنی ، اقتصادی ، زیست محیطی فرایندهای تصفیه فاضلاب شهری با استفاده از  
تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره (مطالعه موردی استانهای اردبیل و آذربایجان شرقی  
و آذربایجان غربی )

اساتید راهنما :

دکتر علی ترابیان

دکتر ابرهیم فتایی

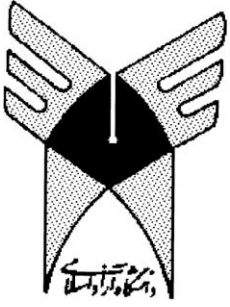
استاد مشاور:

دکتر مرتضی عالیقدری

نگارنده:

مهناز حسین زاده کلخوران

سال تحصیلی ۱۳۹۱-۱۳۹۲



**Science and Research Branch  
Islamic Azad University**

**Title :**

**Technical, Economical and Environmental Assessment of  
Municipal Wastewater Treatment Alternatives Using Multi  
Criteria Decision Making Techniques**

**Supervisors:**

**Ali Torabian**

**Ebrahim Fatayi**

**Advisor:**

**Morteza Alighadri**

**Writer:**

**Mahnaz Hosseinzadeh Kalkhoran**

**۲۰۱۲ – ۲۰۱۳**

## با تشکر و سپاسگذاری فراوان از:

جناب آقای دکتر علی ترابیان

جناب آقای دکتر ابراهیم فتایی

جناب آقای دکتر مرتضی عالیقدری

سرکار خانم عنایاتی

آقای مهندس نوخواه

آقای مهندس نخستین

آقای مهندس شیخ قاسمی

آقای مهندس اناری

آقای مهندس بایرامی

آقای مهندس رحیمی زاد

آقای مهندس پناهی اوصالو

آقای مهندس حسینی

آقای مهندس موسوی

آقای مهندس باقری

تقدیم به :

روح بزرگ پدرم که تندیس صلابت، عشق و مهربانی بوده و افتخار امروز من حاصل رنج های بیکران دیروز اوست.

مادرم که مهربانترین یاور و بهترین مشوقم در تمام مراحل زندگی است.  
برادران عزیزم و خواهر خوبم

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	فصل اول : کلیات
۳	مقدمه
۴	بیان مسئله تحقیق
۵	اهمیت موضوع
۶	اهداف تحقیق
۷	سوالات تحقیق
۷	فرضیه های تحقیق
۸	مطالعات انجام شده در جهان
۱۰	مطالعات انجام شده در ایران
۱۲	۱-۱- انواع فرایندهای تصفیه فاضلاب
۱۶	۱-۱-۱- فرایندهای تصفیه هوازی
۱۶	الف- لجن فعال
۲۱	ب- لاگون هوادهی
۲۶	ج- بیولاک
۲۸	۲-۱-۱- فرایندهای تصفیه بی هوازی
۲۹	۲-۱- مدل های تصمیم گیری چند معیاره
۳۵	۱-۲-۱- مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

- فهرست علائم و اختصارات ..... ۴۲
- فصل دوم : معرفی تصفیه خانه های فاضلاب مورد مطالعه ..... ۴۳
- ۱-۲- تصفیه خانه های فاضلاب مورد مطالعه ..... ۴۴
- ۱-۱-۲- تصفیه خانه های فاضلاب شهر اردبیل ..... ۴۴
- ۲-۱-۲- تصفیه خانه فاضلاب شهر تبریز ..... ۵۲
- ۳-۱-۲- تصفیه خانه فاضلاب شهر ارومیه ..... ۶۳
- فصل سوم : روش شناسی ..... ۷۰
- ۱-۳- نمونه گیری ..... ۷۱
- ۲-۳- گزینه های تصمیم ..... ۷۲
- ۳-۳- معیارهای تصمیم گیری ..... ۷۲
- ۱-۳-۳- معیار فنی ..... ۷۲
- ۲-۳-۳- معیار اقتصادی ..... ۷۳
- ۳-۳-۳- معیار زیست محیطی ..... ۷۳
- ۴-۳- نحوه امتیاز دهی به پارامترها ..... ۷۳
- ۵-۳- تحلیل و مقایسه نتایج به روش تحلیل سلسله مراتبی ..... ۷۴
- فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۷۸
- ۱-۴- بحث و نتیجه گیری ..... ۷۹
- ۲-۴- پیشنهادات ..... ۹۳
- پیوست ها ..... ۹۴
- پیوست الف : پرسشنامه ۱ ..... ۹۵

پیوست ب : پرسشنامه ۲ ..... ۹۸

منابع و مآخذ ..... ۱۰۶

چکیده انگلیسی ..... ۱۱۲



## فهرست جداول

- جدول ۱-۱: انواع روش های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ..... ۱۵
- جدول ۱-۲: مشخصات انواع فرایندهای لجن فعال ..... ۱۹
- جدول ۱-۳: مشخصات معمول انواع مختلف لاگون های هوادهی ..... ۲۵
- جدول ۱-۴: مقیاس ترجیحات بین دو عنصر برای مقایسه های زوجی ..... ۳۹
- جدول ۱-۵: شاخص ناسازگاری ماتریس های تصادفی ..... ۴۰
- جدول ۱-۲: مشخصات تصفیه خانه های فاضلاب مورد مطالعه ..... ۴۴
- جدول ۱-۳: ماتریس مقاسه زوجی ..... ۷۴
- جدول ۱-۴: وزن نرمال معیارها و زیرمعیارها ..... ۸۱
- جدول ۲-۴: وزن نسبی گزینه ها نسبت به معیارها ..... ۸۲

## فهرست نمودارها

- نمودار ۴-۱: اولویت بندی گزینه های تصفیه نسبت به معیار فنی [۸۳.....](#)
- نمودار ۴-۲: اولویت بندی گزینه های تصفیه نسبت به معیار اقتصادی [۸۳.....](#)
- نمودار ۴-۳: اولویت بندی گزینه های تصفیه نسبت به معیار زیست محیطی [۸۳.....](#)
- نمودار ۴-۴: اولویت بندی گزینه های تصفیه نسبت به هدف کلی [۸۳.....](#)
- نمودار ۴-۵: تحلیل حساسیت بر اساس کارایی نسبت به هدف کلی [۸۶.....](#)
- نمودار ۴-۶: تحلیل حساسیت بر اساس پویایی نسبت به هدف کلی [۸۷.....](#)
- نمودار ۴-۷: تحلیل حساسیت بر اساس شیب نسبت به هدف کلی [۸۸.....](#)
- نمودار ۴-۸: تحلیل حساسیت بر اساس سر به سر نسبت به هدف کلی [۸۹.....](#)
- نمودار ۴-۹: تحلیل حساسیت دو بعدی نسبت به هدف کلی [۹۰.....](#)

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: سیستم لاگون یکبار گذر ترکیبی ..... ۲۴
- شکل ۲-۱: ساختار سلسله مراتبی انتخاب گزینه برتر ..... ۳۸
- شکل ۱-۲: ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه اردبیل ..... ۴۶
- شکل ۲-۲: آشغالگیر دهانه درشت تصفیه خانه اردبیل ..... ۴۷
- شکل ۳-۲: پارشال فلوم تصفیه خانه اردبیل ..... ۴۸
- شکل ۴-۲: لاگون هوادهی تصفیه خانه اردبیل ..... ۴۹
- شکل ۵-۲: لاگون ته نشینی تصفیه خانه اردبیل ..... ۵۱
- شکل ۶-۲: کانال ورودی تصفیه خانه تبریز ..... ۵۳
- شکل ۷-۲: آشغالگیر دهانه درشت تصفیه خانه تبریز ..... ۵۴
- شکل ۸-۲: پارشال فلوم تصفیه خانه تبریز ..... ۵۵
- شکل ۹-۲: حوض دانه گیر تصفیه خانه تبریز ..... ۵۶
- شکل ۱۰-۲: حوض ته نشینی اولیه تصفیه خانه تبریز ..... ۵۷
- شکل ۱۱-۲: حوض ته نشینی ثانویه تصفیه خانه تبریز ..... ۵۹
- شکل ۱۲-۲: هاضم بیهوازی تصفیه خانه تبریز ..... ۶۰
- شکل ۱۳-۲: مخزن ذخیره گاز تصفیه خانه تبریز ..... ۶۱
- شکل ۱۴-۲: بسترهای لجن خشک کن تصفیه خانه تبریز ..... ۶۲
- شکل ۱۵-۲: لاگون ذخیره لجن تصفیه خانه تبریز ..... ۶۳
- شکل ۱۶-۲: آشغالگیر دهانه ریز تصفیه خانه ارومیه ..... ۶۵

شکل ۲-۱۷: حوض دانه گیر تصفیه خانه ارومیه [۶۶.....](#)

شکل ۲-۱۸: قسمت بیهوازی حذف فسفر [۶۷.....](#)

شکل ۲-۱۹: برکه هوادهی تصفیه خانه ارومیه [۶۷.....](#)

شکل ۲-۲۰: برکه ته نشینی تصفیه خانه ارومیه [۶۸.....](#)

شکل ۲-۲۱: برکه هوادهی ثانویه تصفیه خانه ارومیه [۶۸.....](#)

شکل ۲-۲۲: برکه زلال ساز تصفیه خانه ارومیه [۶۸.....](#)

شکل ۲-۲۳: برکه لجن خشک کن تصفیه خانه ارومیه [۶۹.....](#)

شکل ۳-۱: ساختار سلسله مراتبی انتخاب فرایند تصفیه [۷۵.....](#)

## فهرست روابط

رابطه ۱-۱: محاسبه شاخص ناسازگاری ..... ۴۰

رابطه ۱-۳: نرمالیزه کردن ماتریس مقایسه زوجی ..... ۷۶

رابطه ۲-۳: محاسبه وزن نسبی ..... ۷۶

رابطه ۳-۳: محاسبه مقدار ویژه ..... ۷۶

رابطه ۴-۳: محاسبه نرخ ناسازگاری ..... ۷۶

## چکیده :

یکی از مهمترین موضوعات قبل از طراحی و اجرای هر تصفیه خانه فاضلاب، انتخاب فرایند تصفیه مناسب است، بطوری که انتخاب اشتباه می تواند تاثیر زیادی در افزایش هزینه ها و همچنین عدم دستیابی به نتیجه مورد نظر داشته باشد. لذا با توجه به اهمیت کلیدی موضوع، این مطالعه با هدف ارزیابی تصفیه خانه های فاضلاب در حال بهره برداری در شهرهای اردبیل، تبریز و ارومیه و اولویت بندی و انتخاب مناسبترین فرایند تصفیه انجام شد. در این مطالعه، بر اساس معیارهای فنی، اقتصادی و زیست محیطی و زیر معیارهای مربوطه از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، برای انتخاب بهترین فرایند تصفیه فاضلاب در شهرهای مورد مطالعه، استفاده گردید. فرایندهای تصفیه در این شهرها شامل: لاگون هوادهی، لجن فعال و بیولاک بود. در این تحقیق، ابتدا معیارها و زیرمعیارهای موثر در انتخاب فرایند تصفیه فاضلاب شهری، توسط گروه کارشناسان و خبرگان و بوسیله پرسشنامه تعیین شدند. سپس وزن دهی معیارها و زیرمعیارها از طریق مقایسه زوجی و با استفاده از نرم افزار Expert Choice انجام گرفت. در مرحله بعد پس از محاسبه وزن هر کدام از پارامترها، گزینه های تصفیه فاضلاب به صورت دوه دو نسبت به هر پارامتر مقایسه زوجی شده و سپس بهترین گزینه انتخاب گردید. نتیجه حاصل از این بررسی نشان داد که فرایند بیولاک با وزن ۰/۴۲۱ به عنوان بهترین فرایند تصفیه و فرایندهای لجن فعال و لاگون هوادهی به ترتیب با ۰/۳۵۶ و ۰/۲۲۳ امتیاز در اولویتهای بعدی قرار گرفتند. در بین معیارها نیز معیار فنی با وزن ۰/۴۰۷ به عنوان موثرترین معیار مشخص شد و معیارهای زیست محیطی و اقتصادی در اولویتهای بعدی قرار گرفتند.

**واژه های کلیدی :** تصمیم گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، فرایندهای تصفیه فاضلاب، انتخاب تکنولوژی تصفیه فاضلاب

فصل اول:

کلیات

## مقدمه :

در حال حاضر تولید حجم زیاد فاضلاب خانگی و تخلیه کنترل نشده آن به منابع آب پذیرنده و زیرزمینی، مشکلات جدی و قابل طرحی را پیش روی برنامه ریزان کشور نهاده است. به طوری که پیش بینی می شود تا سال ۱۴۰۰، حدود ۸۰۰ تصفیه خانه فاضلاب شهری در کشور به وجود آید که سرمایه گذاری مالی و انسانی عظیمی را در بر خواهد داشت. چنین سرمایه گذاری ایجاب می نماید که بر انتخاب فرایند تصفیه با توجه به معیارهای اقتصادی و مهندسی توجه خاصی مبذول گردد (شیرزاد، سیامک، و همکاران، ۱۳۷۸؛ جزایری، سید راشد ، و همکاران، ۱۳۸۸).

با توجه به اینکه در مورد هر یک از تصفیه خانه های فاضلاب شهری گزینه های متعددی ممکن است مطرح شود که از میان آنها باید مناسبترین گزینه انتخاب شود. تعدد گزینه های تصفیه فاضلاب شهری از آنجا ناشی می شود که از یک طرف در تصفیه فاضلاب های شهری فرایندها و روشهای مختلفی وجود دارد و از طرف دیگر در هر یک از این فرایندها و روش ها می توان از انواع واحدهای تصفیه استفاده کرد و هر یک از واحدهای تصفیه نیز بر حسب شرایط عملکرد آن و نوع تجهیزات و ماشین آلاتی که در آن بکار می رود خود انواع متعدد و مختلف دارد. مناسبترین گزینه تصفیه در مورد هر یک از طرح های تصفیه فاضلاب شهری آن است که دارای شرایط زیر باشد:

- تامین ضوابط و استانداردهای زیست محیطی مربوط به تخلیه پساب
- انعطاف پذیری در برابر شوک های آلی و هیدرولیکی
- متناسب بودن گزینه مورد نظر با شرایط اقلیمی و محیطی منطقه
- کاهش هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری و نگهداری
- عدم وابستگی به تکنولوژی کشور سازنده و عدم نیاز به اقلام وارداتی
- دسترس پذیری زمین و تامین اراضی لازم برای ایجاد تصفیه خانه در محل مورد نظر (محمدیان، مهران ، ۱۳۷۵).

یکی از مهمترین موضوعات قبل از طراحی و اجرای هر تصفیه خانه فاضلاب، انتخاب گزینه مناسب می باشد که به میزان زیادی به هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری تصفیه خانه بستگی دارد. انتخاب گزینه تصفیه مناسب معمولاً پیچیده بوده و دارای عدم قطعتهای زیادی می باشد. با این دیدگاه این پژوهش تعریف گردیده تا ضمن ارزیابی جامع تصفیه خانه های فاضلاب در حال بهره برداری شهرهای اردبیل ، تبریز و ارومیه، با ارائه روش سیستماتیک برنامه ریزی هزینه ها و مدل انتخاب فرایند تصفیه مناسب ، تصمیم گیری در خصوص انتخاب بهترین فرایند تصفیه تسهیل گردد.