

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مرکز اطلاع‌رسانی و آرکایو ملی ایران
سپتبر ۱۳۸۰

۱۳۸۰ / ۲ / ۳۰



دانشگاه مازندران

دانشگاه مازندران

دانشکده فنی مهندسی بابل

موضوع:

**مقایسه تصفیه پذیری فاضلاب مناطق گرمسیری توسط
برکه های تثبیت و تالاب های مصنوعی با توجه به
شاخص های فنی و اقتصادی**

جهت اخذ درجه کارشناس ارشد

رشته: مهندسی عمران گرایش محیط زیست

اساتید راهنما:

آقای دکتر حسن امینی راد

آقای دکتر انوشیروان محسنی

نگارش: ابوالفضل رحمانی ثانی

۳۵۷۱۶

بهمن ۷۹

012529

تشکر و قدر دانی :

بدین وسیله از زحمات بیدریغ استادان ارجمندم آقای دکتر امینی راه
و آقای دکتر انوشیروان مهسنی کمال تشکر را می نمایم . همچنین از
کلیه پرسنل کمیته تحقیقات آب و فاضلاب خراسان بویژه
آقای مهندس هادی رئیسی که در این مدت به عنوان یک محقق
دلسوز صمیمانه مرا یاری کردند سپاسگذاری می نمایم . از کلیه
پرسنل آب و فاضلاب سبزوار و مدیر محترم امور این اداره
آقای مهندس مهری و نگهبان مهربان تصفیه خانه آقای عوضی
کمال تشکر را داشته و برای تمام این عزیزان آرزوی عزت از درگاه
خداوند منان را خواهان می باشم .

اهداء :

بدین وسیله این پایان نامه را به تمام شهیدان
ارجمند دانشجو که فضای آرام دانشگاهها در
امروز مدیون خون این عزیزان می باشد، تقدیم
می نمایم.

چکیده:

طی چند سال اخیر استفاده از روش های تصفیه طبیعی فاضلاب از جمله برکه های تثبیت فاضلاب و نی زارهای مصنوعی به خصوص در مناطق گرمسیری همواره توجه صاحب نظران و محققین را به خود جلب نموده است. استفاده از این روش ها در کشور ایران به دلائلی از قبیل عدم ارزیابی، کاربری آسان و آب و هوای مناسب رو به رشد می باشد، ولیکن تاکنون ارزیابی فنی و اقتصادی آن در اشل پایلوت در سایت مورد بررسی قرار نگرفته است.

در این تحقیق پایلوت های صحرایی برکه های تثبیت (اعم از اختیاری و تکمیلی) و تلند در منطقه سبزوار به درخواست آب و فاضلاب خراسان با توجه به معیارهای فنی اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفت و بهترین گزینه برای منطقه توصیه گردید. بررسیهای انجام شده نشان داد که برکه های تثبیت در ازای هر نفر با کاربری زمین کمتر، بار آلی بیشتر و راندمان حذف بالای تخم انگل و کلی فرم نسبت به تلند بوده است.

فهرست مطالب

فصل اول

۱۳	۱-۱ مقدمه
۱۷	فصل دوم : روشهای تصفیه طبیعی فاضلاب
	بخش اول
۱۷	۲-۱ کلیات
۱۹	۲-۱-۱ آبیاری
۲۰	۲-۱-۲ مراحل تصفیه فاضلاب به روش آبیاری
۲۲	۲-۱-۳ نفوذ سریع
۲۲	۲-۱-۴ مراحل طراحی فاضلاب به روش نفوذ سریع
۲۲	۲-۱-۵ روش های توزیع در نفوذ سریع
۲۵	۲-۱-۶ غرقاب سازی
۲۵	۲-۱-۷ مراحل تصفیه فاضلاب به روش غرقاب سازی
۲۵	۲-۱-۸ روش های توزیع در غرقاب سازی
۲۷	۲-۱-۹ تصفیه توسط گیاهان آبی
۲۸	۲-۱-۱۰ سیستم گیاهان آبی شناور
۲۹	۲-۲-۱۱ نی زارهای طبیعی
۳۱	بخش دوم
	(شناخت نی زارهای مصنوعی (وتلند) و برکه های تثبیت فاضلاب
۳۱	۲-۲ کلیات
۳۱	۲-۲-۱ نی زارهای مصنوعی (شناخت عمومی)
۳۲	۲-۲-۲ نی زارهای مصنوعی با جریان سطحی
۳۴	۲-۲-۳ نی زارهای مصنوعی با جریان زیر سطحی
۳۶	۲-۲-۴ برکه های تثبیت فاضلاب (شناخت عمومی)
۳۷	۲-۲-۵ برکه های بی هوازی
۳۹	۲-۲-۶ برکه های اختیاری
۴۱	۲-۲-۷ برکه های تکمیلی
	بخش سوم
۴۱	عوامل تأثیر گذار در طراحی برکه های تثبیت

۴۲	۲-۳ عوامل طبیعی
۴۲	۲-۳-۱ باد
۴۲	۲-۳-۲ دما
۴۴	۲-۳-۳ بارش
۴۴	۲-۳-۴ تابش خورشید
۴۷	۲-۳-۵ تبخیر
۴۷	۲-۳-۶ نشت
۴۷	عوامل فیزیکی
۴۷	۲-۳-۷ عمق آب
۴۸	۲-۳-۸ اتصال کوتاه
۴۸	۲-۳-۹ محل برکه
۴۸	۲-۳-۱۰ ملاحظات ژئوتکنیکی
۴۹	۲-۳-۱۱ موازنه هیدرولیکی
۴۹	۲-۳-۱۲ شکل هندسی
۵۰	۲-۳-۱۳ ساختمان ورودی و خروجی
۵۱	۲-۳-۱۴ کمربند سبز
۵۱	۲-۳-۱۵ زمان شسته شدن جلبک
۵۲	۲-۳-۱۶ رشد جلبکی و تولید اکسیژن
۵۲	عوامل شیمیایی
۵۲	PH ۲-۳-۱۷
۵۲	۲-۳-۱۸ مواد سمی
۵۳	۲-۳-۱۹ اکسیژن محلول
۵۳	۲-۳-۲۰ مواد غذایی
۵۴	۲-۳-۲۱ مواد غذایی جلبکها
	بخش چهارم
۵۴	فرآیند حذف در برکه های تثبیت
۵۴	۲-۴-۱ حذف BOD در برکه ها
۵۷	۲-۴-۲ حذف میکروارگانیزم های بیماریزا
۶۰	۲-۴-۳ حذف مواد مغذی (ازت - فسفر)

بخش پنجم

۶۱	عوامل تأثیر گذار در طراحی وتلند و فرآیند های حذف مواد
۶۱	۲-۵-۱ نقشه برداری
۶۱	۲-۵-۲ مشخصات خاک
۶۱	۲-۵-۳ خطر سیل
۶۲	۲-۵-۴ زمین انتخابی
۶۲	۲-۵-۵ آب و هوا
۶۲	۲-۵-۶ پیش تصفیه
۶۲	۲-۵-۷ انتخاب گیاه
۶۳	۲-۵-۸ فرآیند تصفیه در FWS
۶۳	۲-۵-۹ فرآیند تصفیه در SFS

بخش ششم

۶۵	طراحی برکه های تثبیت فاضلاب
۶۵	۲-۶-۱ برکه های بی هوازی
۶۸	۲-۶-۲ برکه های اختیاری
۷۵	۲-۶-۳ برکه های تکمیلی

بخش هفتم

۷۹	طراحی سیستم نی زار مصنوعی (وتلند)
۷۹	۲-۷ پارامترهای طراحی
۷۹	۲-۷-۱ زمان ماند هیدرولیکی
۸۲	۲-۷-۲ عمق آب
۸۲	۲-۷-۳ سطح و شکل هندسی بستر
۸۳	۲-۷-۴ نرخ بارگذاری BOD_5
۸۴	۲-۷-۵ نرخ بارگذاری هیدرولیکی
۸۴	۲-۷-۶ کنترل حشرات
۸۵	۲-۷-۷ مبانی طراحی نیزارهای یا سیستم FWS
۸۷	۲-۷-۸ مبانی طراحی نیزارهای یا سیستم SFS

فصل سوم

۹۱	بخش اول
۹۱	۳-۱ کلیات

۹۳	۳-۱-۱ چگونگی انتقال فاضلاب به تصفیه خانه
۹۳	۳-۱-۲- محل پایلوت
۹۳	۳-۱-۳ دبی ورودی به تصفیه خانه
۹۴	۳-۱-۴ -> شن آشغالگیر
۹۴	بخش دو
۹۴	۳-۲ عملیات ساخت پایلوت های برکه اختیاری تکمیلی
۹۴	۳-۲-۱ مکان یابی و تعیین شیب ها
۹۴	۳-۲-۲ رنگ ریزی برکه ها
۹۴	۳-۲-۳ رنگ ریزی کانال ورودی و خروجی
۹۴	۳-۲-۴ حفاری کانال ورودی و خروجی
۹۵	۳-۲-۵ حفاری برکه اختیاری
۹۵	۳-۲-۶ کانال بین دو برکه اختیاری و تکمیلی
۹۵	۳-۲-۷ حفاری برکه تکمیلی
۹۵	۳-۲-۸ حفاری کانال خروجی
۹۶	۳-۲-۹ محاسبه خاکبرداری کانال ها و برکه ها
۹۹	۳-۲-۱۰ شفته کاری کف برکه ها
۹۹	۳-۲-۱۱ شفته کاری دیواره ها
۹۹	۳-۲-۱۲ آجر چینی دیواره ها
۹۹	۳-۲-۱۳ آب دادن سیمان ها
۹۹	۳-۲-۱۴ ساخت ورودی ها و خروجی ها
۱۰۰	۳-۲-۱۵ طول برکه ها
۱۰۰	۳-۲-۱۶ موقعیت لوله ورودی و خروجی
۱۰۰	۳-۲-۱۷ لوله گذاری
۱۰۱	۳-۲-۱۸ شیرهای تنظیم - اتصالات چدنی
۱۰۲	۳-۲-۱۹ شیب اطراف برکه ها
۱۰۲	۳-۲-۲۰ ریختن ماسه نخودی
۱۰۲	۳-۲-۲۱ استفاده از توری در دهانه های ورودی و خروجی
۱۰۲	۳-۲-۲۲ راه اندازی برکه ها

بخش سوم

- ۱۰۳ مشکلات و موانع موجود در منطقه طرح
۱۰۳ ۳-۳-۱ نوسانات دبی فاضلاب
۱۰۳ ۳-۳-۲ شکستگی لوله در مسیر - ده تا تصفیه خانه
۱۰۴ ۳-۳-۳ مشکل نشت و تبخیر در ... که ها
۱۰۴ ۳-۳-۴ نوسانات طبیعی دبی فاضلاب ورودی
۱۰۴ ۳-۳-۵ مسیر طولانی تصفیه خانه

بخش چهارم

- ۱۰۴ کارهای عادی روزانه
۱۰۴ ۳-۴-۱ دبی سنجی
۱۰۵ ۳-۴-۲ جمع آوری مواد جامد از اطراف یا داخل برکه ها
۱۰۵ ۳-۴-۳ جلوگیری از هجوم گله های گوسفند به برکه ها
۱۰۵ ۳-۴-۴ ترمیم خاکریزهای اطراف برکه ها
۱۰۵ ۳-۴-۵ درو کردن گیاهان و علفهای هرز مجاور پایلوت
۱۰۵ ۳-۴-۶ تمییز کردن و لجن رویی حوض آشغالگیر
۱۰۵ ۳-۴-۷ تعویض توری های موجود در دهانه ورودی و خروجی
۱۰۶ ۳-۴-۸ تمییز کردن دهانه لوله های ورودی و خروجی
۱۰۶ تأثیر عوامل مختلف (فیزیکی - شیمیایی - بیولوژیکی) در عملکرد برکه ها و توجه
به معیارهای توقف کارایی برکه
۱۰۶ ۳-۴-۹ اثر درجه حرارت
۱۰۶ ۳-۴-۱۰ اثر باد
۱۰۶ ۳-۴-۱۱ اثر بارش
۱۰۶ ۳-۴-۱۲ اثر تابش خورشید
۱۰۶ ۳-۴-۱۳ میزان لجن شناور
۱۰۷ ۳-۴-۱۴ رنگ برکه
۱۰۷ ۳-۴-۱۵ اثر موزانه هیدرولیکی در برکه ها
۱۰۸ ۳-۴-۱۶ پیدایش بو
۱۰۸ ۳-۴-۱۷ سایر موارد معیارهای توقف کارایی برکه
۱۰۹ ۳-۴-۱۸ جدول روزانه کاربردی در پایلوت برکه ها

بخش پنجم

- ۱۰۹ طراحی پایلوت برکه های اختیاری اولیه و تکمیلی
۱۰۹ ۳-۵-۱ طراحی برکه اختیاری
۱۱۲ ۳-۵-۲ طراحی برکه تکمیلی
۱۱۳ ۳-۵-۳ آزمایشات
۱۱۳ ۳-۵-۴ نمونه برداری

بخش ششم

- ۱۱۶ وتلند موجود
۱۱۶ ۳-۶-۱ کلیات طرح
۱۱۶ ۳-۶-۲ حوض ته نشینی اولیه
۱۱۶ ۳-۶-۳ گیاهان وتلند
۱۱۶ ۳-۶-۴ ابعاد بسترها
۱۱۶ ۳-۶-۵ حوضچه تقسیم کننده فاضلاب
۱۱۷ ۳-۶-۶ طریقه ساخت بسترها
۱۱۷ ۳-۶-۷ لوله گذاری و تقسیم دبی
۱۱۷ ۳-۶-۸ طریقه کاشت نی
۱۱۸ ۳-۶-۹ لوله های عمودی داخل بسترها
۱۱۸ ۳-۶-۱۰ دبی ورودی هر بستر
۱۱۸ ۳-۶-۱۱ شیب داخل بسترها

فصل چهارم (تئوری و نتایج تحقیقات)

- ۱۱۹
۱۱۹ بخش اول (نتایج تجربی بدست آمده در پایلوت برکه های تثبیت)
۱۱۹ ۴-۱-۱ حذف COD در برکه اختیاری
۱۳۲ ۴-۱-۲ حذف TSS در برکه اختیاری
۱۳۷ ۴-۱-۳ حذف TS در برکه اختیاری
۱۳۸ ۴-۱-۴ حذف TDS در برکه اختیاری
۱۳۹ ۴-۱-۵ حذف تخم انگل در برکه اختیاری
۱۴۰ ۴-۱-۶ حذف کلی فرم در برکه اختیاری
۱۴۱ ۴-۱-۷ حذف COD در برکه تکمیلی
۱۴۱ ۴-۱-۸ حذف TSS در برکه تکمیلی

- ۱۴۱ ۴-۱-۹ حذف TS در برکه تکمیلی
 ۱۴۲ ۴-۱-۱۰ حذف TDS در برکه تکمیلی
 ۱۴۲ ۴-۱-۱۱ حذف تخم انگل در برکه تکمیلی
 ۱۴۲ ۴-۱-۱۲ حذف کلی فرم در برکه تکمیلی

بخش دوم

- ۱۴۴ ۴-۲-۱ حذف COD در وتلند
 ۱۴۹ ۴-۲-۲ حذف TSS در وتلند
 ۱۵۰ ۴-۲-۳ حذف TS در وتلند
 ۱۵۱ ۴-۲-۴ حذف TDS در وتلند
 ۱۵۲ ۴-۲-۵ حذف تخم انگل در وتلند
 ۱۵۲ ۴-۲-۶ حذف کلی فرم در وتلند

بخش سوم

(مقایسه فنی و اقتصادی دو روش وتلند و برکه تثبیت)

- ۱۵۳ ۴-۳-۱ مقایسه COD حذف شده در پایلوت برکه اختیاری و وتلند
 ۱۵۵ ۴-۳-۲ مقایسه TSS حذف شده در پایلوت برکه اختیاری و وتلند
 ۱۵۷ ۴-۳-۳ مقایسه TS حذف شده در پایلوت برکه اختیاری و وتلند
 ۱۵۸ ۴-۳-۴ مقایسه تخم انگل حذف شده در پایلوت برکه اختیاری و وتلند
 ۱۵۹ ۴-۳-۵ مقایسه کلی فرم حذف شده در پایلوت برکه اختیاری و وتلند
 ۱۶۰ ۴-۳-۶ مقایسه اقتصادی دو روش تصفیه برکه تثبیت و وتلند

فصل پنجم : خلاصه - نتیجه گیری - پیشنهادات

- ۱۶۳ ۵-۱ خلاصه
 ۱۶۳ ۵-۲ نتیجه گیری
 ۱۶۷ ۵-۳ پیشنهادات

مراجع

- ۱۶۹
 ۱۷۲ **ضمیمه**

فصل اول

1-1 مقدمه :

نظر به محدود بودن منابع و ذخایر آب در اغلب نقاط کشور و رشد جمعیت از یک سو و گسترش صنایع و کشاورزی از سوی دیگر ، استفاده صحیح از منابع ، امری ضروری به نظر می رسد . لذا در چنین شرایطی دو مسئولیت مهم مورد توجه کانون مهندسان شده است. (۱) حفظ کیفیت آبها (۲) تصفیه آبهای آلوده (فاضلاب) و استفاده مجدد از آن. در کشور ایران با توجه به شرایط اقلیمی منطقه که عموماً گرم و خشک می باشد که در مناطقی با تعداد روزهای آفتابی زیاد و همچنین تنگناهای اقتصادی که بر اثر محاصره اقتصادی در طول سالهای اخیر دامنگیر دولتمردان ما شده است دنبال کردن روشهای تصفیه طبیعی فاضلاب که راندمان کافی نیز داشته باشد امری ضروری و فوق العاده مهم است .

تصفیه طبیعی فاضلاب فرآیندی است که در طبیعت به طور خود بخودی و بدون استفاده از وسایل مکانیکی و یا مواد شیمیایی زمینه تصفیه فاضلاب فراهم می گردد . مهمترین فرآیندها، تصفیه طبیعی عبارتند از :

الف) استفاده از ثقل در ته نشینی مواد معلق

ب) استفاده از میکروارگانیسم ها در تجزیه بیولوژیکی مواد آلی
مزایای سیستم طبیعی عبارتند از :

الف) استفاده کامل از کنش و واکنش های طبیعی

ب) عدم نیاز به سایر منابع انرژی برای واکنش های اصلی فرآیند

ج) کم هزینه ترین روش برای مراحل تصفیه ثانویه و پیشرفته فاضلاب

ه) سادگی بهره برداری و نیاز اندک به نیروی متخصص

د) نیاز اندک به انرژی الکتریکی

و) تولید کمتر لجن نسبت به سایر روش های تصفیه

تصفیه طبیعی^۱ فاضلاب های شهری :

۱- تصفیه توسط خاک ۲- تصفیه گیاهان آبی ۳- تصفیه درون حوضچه های خاکی و بتنی (برکه های تثبیت)

در تمام روشهای فوق از عوامل طبیعی مثل نور - درجه حرارت محیط - وزش باد - فصول گرم سال - قدرت تصفیه خاک - نفوذ پذیری - عمل فیزیکی تصفیه خاک - عوامل بیولوژیکی موجود در آب و خاک استفاده گردیده است و همانطور که مشاهده می شود عوامل غیر طبیعی در این روش ها بسیار پایین و یا ناچیز هستند. در مورد انواع روش های تصفیه طبیعی در فصل دوم توضیحات کامل ارائه خواهد شد.

برکه های تثبیت :

برکه های تثبیت حوضچه های خاکی یا بتنی عموماً انسان ساخت هستند که با بهره گیری از عوامل طبیعی و همچنین استفاده از عمق مناسب حوضچه ها می توان انواع فاضلابها را تا حد مطلوب تصفیه نمود. عوامل تأثیر گذار در عملکرد برکه ها عبارتند از :

- ۱- عوامل فیزیکی مانند عمق برکه ، تعداد و اندازه برکه ، زمان توقف فاضلاب ، درجه حرارت ، میزان نور ، اثر باد ، میزان اختلاط فاضلاب
- ۲- عوامل شیمیایی مانند: وجود کربن آلی ، ازت ، فسفر ، نیترات ، PH ، ترکیبات گوگردی ، مواد سمی

۳- عوامل بیولوژیکی مانند : باکتریهای هوازی ، باکتریهای مولد اسیدهای آلی ، باکتریهای مولد متان ، باکتریهای گوگردی ، عوامل بیماریزا ، انگل ها ، پلانکتونها

انواع برکه های تثبیت :

از جمله عواملی که به تعدد برکه های می انجامد عمق برکه ها می باشد همانطور که می دانید میزان نفوذ نور در داخل آنها حداکثر ۱/۵ متر می باشد و این میزان نور برای پدیدۀ فتوسنتز داخل برکه ها لازم می باشد بر همین مبنا برکه هایی با عمق کمتر و یا بیشتر از ۱/۵ متر ساخته شده اند که عبارتند از :

برکه های هوازی : در این برکه ها که عمق بین ۰/۹ - ۰/۳ متر دارند تماماً فرآیند هوازی بوده و کلیۀ میکروارگانیسم های موجود از اکسیژن محلول جهت حذف مواد آلی استفاده می کنند.

برکه های اختیاری : این برکه ها بسته به نوع محل عمق ۱-۲ متر دارند. لایۀ رویی که در معرض نور خورشید است لایۀ هوازی و لایه های زیرین بی هوازی هستند یک همزیستی

^۱-Natural Treatment

بین الگ و باکتری در این برکه ها وجود دارد بدین طریق که الگ ها با پدیده فتوسنتز اکسیژن تولید کرده و باکتریها از این اکسیژن جهت شکستن مواد آلی استفاده می کنند .

برکه های بی هوازی : عمق این برکه ها بین ۳-۲/۵ متر بوده و به علت بار سطحی زیادی که به این برکه ها وارد می شود کلیه فرایندهای بی هوازی است سه پرورسه مهم در این برکه ها عبارت است از ۱- هیدرولیز ۲- تولید اسید ۳- تولید متان در هر مرحله باکتریهای هر فرآیند با هم متفاوت بوده و گازهای تولید عبارتند از CO_2, CH_4, NH_3, H_2S

نی زارهای مصنوعی (وتلند):

از دیگر روشهای طبیعی تصفیه فاضلاب وتلند می باشد وتلندهای مصنوعی توسط انسان ساخته شده و عمل تصفیه توسط خاک و گیاه خاص (نوعی نی) کاشته شده در آن انجام می پذیرد وتلند خود به دو نوع تقسیم می شود.

نوع جریان آزاد (FWS): در این روش درون بسترهایی با شیب کافی فاضلاب درون بسترها شده اطراف نی ها را احاطه می کند چون فاضلاب در معرض دید است وجود حشرات و بوی فاضلاب غیر قابل احتراز است .

نوع زیر بستر (SFS): در این روش نی های درون یک بستر متخلخل (شنی) کاشته شده و فاضلاب در زیر بستر شنی در حال حرکت است ریشه نی ها و خاک از عوامل تصفیه کننده در این روش هستند .

ضرورت تحقیق : همانطور که ذکر شد شرایط اقلیمی و توسعه اقتصادی هر کشور از جمله پارامترهای تعیین کننده انتخاب روش تصفیه هستند . در کشور ایران با شرایط آب و هوای گرم در بیشتر مناطق کشور و استفاده زیاد از عوامل طبیعی ، روشهای تصفیه طبیعی دو روش (نی زارهای مصنوعی - برکه های تثبیت) متداول تر و از نظر طراحی بیشتر در سیطره دید طراحی هستند . بنابراین با احداث دو پایلوت صحرایی در منطقه و آزمایشات در طول چهار فصل و همچنین داشتن دیدگاه اقتصادی به دو روش می توان در انتخاب بهترین روش تصفیه در مناطق گرمسیری (متوسط بین $10^{\circ}C - 35^{\circ}C$) تصمیم گرفت .

این مجموعه از پنج فصل تشکیل شده است در فصل اول به عنوان مقدمه با روشهای کلی تصفیه طبیعی آشنا شده و مختصری درباره آنها توضیح داده شده است . در فصل دوم به طور گسترده روشهای طبیعی تصفیه فاضلاب بررسی گردیده و سپس به طور خاص دو روش برکه های تثبیت و نی زارهای مصنوعی (وتلند) تشریح شده است . در فصل سوم روشهای تجهیز - راه اندازی و آزمایشات پایلوت برکه های تثبیت در منطقه گرمسیری شهرستان

¹-Free water surface

²-Subsurface Flow System