بسم الله الرحمن الرحيم

۱۴۶۱۷۱

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی
شهید صدوقی یزد

دانشکده بهداشت

مقایسه راندمان دو روش اکسیداسیون مرطوب با هوا و اکسیداسیون مرطوب با پراکسید هیدروژن در تصفیه شیرابه کارخانه کمپوست

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی بهداشت محیط

دانشجو:

بهروز کریمی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر محمد حسن احرامپوش

اساتید مشاور:

مهندس مهدی مختاری، مهندس اصغر ابراهیمی، دکتر حسین فلاح زاده

۱۳۸۹/۵/۱۵
آستان قدس رضوی
شبکه مدارک

بهار ۱۳۸۹

۱۴۰۱۷۱

ای خرم از فروغ رُخت لاله زار عمر | بازآ که ریخت بی گل رویت بهار عمر

از دیده گر سرشک چو باران چکد رواست | کاندر غمت چو برق بشد روزگار عمر

تقدیم به سردار غایب از نظرها،

به مرد مردستان انتظار

به پیغام رسان فتح و پیروز

به او که سرانجام می آید

۱۳۸۹/۵/۱۵

با تشکر و سپاس فراوان از:

استاد گرامی

جناب آقای دکتر محمد حسن احرامپوش، ریاست محترم دانشکده بهداشت که در انجام این تحقیق، اینجانب را راهنمایی نموده و در طول تحصیل از هرگونه کمک ومساعدتی دریغ نفرموده اند، به یقین همه موفقیتهایم مدیون زحمات بی دریغ ایشان است.

اساتید مشاور ارجمند

مهندس مهدی مختاری

مهندس اصغر ابراهیمی

دکتر حسین فلاح زاده

و اعضای هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط بخصوص آقای دکتر محمد تقی قانعیان کمال تشکر و سپاس را دارم.

همچنین از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی، سرکار خانم خبیری بپاس زحمات ایشان کمال تشکر و سپاس را دارم. از مسئول آزمایشگاه شیمی، سرکار خانم طالبی وخانمها شیرانیان، شیخعلیشاهی بسیار سپاسگذارم.

ازکارکنان محترم سازمان بازیافت و تبدیل مواد زائد شهر اصفهان صمیمانه تشکر می نمایم.

از دوستان بسیار صمیمی و مهربانم جناب آقای محمود محسنی و سید علی رسولی که در تمامی مراحل مشوق و دلسوز بودند و نیز از دوستان بسیار عزیزم آقایان هاشم زاده، رحیمی، داودی ، آبسالان، ممتاز، شاهسونی ، زارع و....

و کلیه عزیزانی که به نوعی از لطفشان بهره مند شده ام، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده:

در میان روش های مختلف بازیافت، تولید کود کمپوست از روش های کم هزینه جهت تبدیل زائدات آلی به کود برای احیای خاک است. در طی این فرایند فاضلاب شدیداً آلوده ای به نام شیرابه تولید می گردد که دارای آلاینده هایی از قبیل مواد آلی، فلزات سنگین، ترکیبات آلی مقاوم و سمی است که می تواند موجب آلودگی آبهای سطحی، زیر زمینی و خاک گردد. برای حذف آلاینده های مقاوم از شیرابه، ترکیبی از روش های تصفیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بکار می رود. یکی از روشهای شیمیایی بکار رفته برای تصفیه شیرابه، روش های اکسیداسیون پیشرفته است.

اکسیداسیون با هوای مرطوب(WAO) و اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن (WPO) از روش های اکسیداسیون پیشرفته برای کاهش غلظت ترکیبات آلی در فاضلابهای صنعتی، ترکیبات سمی و غیر قابل تجزیه بیولوژیکی، شیرابه زباله و.... می باشند. در این روشها با تنظیم دما و فشار مناسب و با تزریق مقادیر مشخصی از اکسیدان (هوا، اکسیژن، پراکسیدهیدروژن، ازن و....) عمل اکسیداسیون مواد انجام می گیرد. هدف از انجام این مطالعه بررسی به کارگیری روش WAO و WPO در تصفیه نمونه واقعی شیرابه زباله کارخانه کمپوست می باشد.

در این مطالعه نمونه ی شیرابه به حجم ۲۰ لیتر از ورودی به برکه های ذخیره در کارخانه کمپوست اصفهان گرفته شد. برای جلوگیری از تغییر در خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن در دمای $4^{o}C$ برای حداکثر ۸ روز، حفاظت به عمل آمد. برای تنظیم pH از $Ca(OH)_2$، و برای کاهش مقدار آمونیاک شیرابه از روش زدایش با هوا با مقدار جریان هوای ۲۵ L/min در طی ۲ ساعت و برای حذف جامدات از فرایند ته نشینی به مدت ۱ ساعت استفاده شد. واکنش های WAO و WPO در رآکتور فولادی و با تزریق اکسیژن خالص در محدوده دمای ^{o}C ۳۰۰-۱۰۰ و زمان واکنش ۹۰-۳۰ دقیقه انجام شد. راندمان حذف COD, BOD_5, NH_3, NO_3 و TSS در خروجی رآکتور مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج نشان داد که راندمان حذف COD در فرایند WAO، ۳۳/۳-۷/۸٪ ، BOD_5 ۵۰/۶-۱۴/۷٪ ، NH_3 ۵۴/۶-۵/۸٪، NO_3 ۵۸/۸-۳۵/۲٪ می باشد. شرایط بهره برداری از قبیل دما و زمان ماند دارای اهمیت زیادی هستند. در روش WPO به دلیل استفاده از پروکسید هیدروژن، قدرت اکسیداسیون و تشکیل رادیکالهای اکسید کننده افزوده می شود. راندمان حذف در روش WPO برای COD ۳۴-۴/۶٪، BOD_5 ۵۰-۲۴٪ ، NH_3 ۶۸-۲۴٪ و TSS بین ۹۴-۷۶٪ و NO_3 ۱۴ تا ۴۸ ٪ در راکتور تولید گردید. زمان ماند و دمای واکنش در فرایند WAO داری تاثیر زیادی در راندمان حذف COD، BOD_5 دارد ولی راندمان حذف COD, BOD_5 در فرآیندWAO با افزایش زمان ماند افزوده شد. با توجه به نتایج به دست آمده از فرایند WAO برای پیش تصفیه شیرابه، و فرایند WPO جهت بهبود حذف مواد آلی و حذف آمونیاک می تواند استفاده شود.

کلمات کلیدی: اکسیداسیون با هوای مرطوب، اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن، شیرابه، زباله شهری

فصل اول ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ بیان مساله و اهمیت موضوع ۲

۱-۳ اهداف پژوهش ۴

الف) هدف کلی ۴

ب) اهدف ویژه ۴

ج) هدف کاربردی ۵

د - سؤالات و فرضیات ۵

۱-۴ تعریف واژگان ۶

۱-۵ پسماند و تولید روز افزون آن ۷

۱-۶ انواع روشهای دفع و مدیریت زباله های شهری ۸

۱-۶-۱ دفن بهداشتی ۹

۱-۶-۲بازیافت ۱۲

۱-۶-۳ سوزاندن ۱۳

۱-۶-۴ فرایند تولید کود کمپوست از پسماند ۱۴

۱-۶-۴-۱ مراحل تولید کمپوست ۱۵

۱-۶-۴-۲ انواع روش های تولید کمپوست ۱۵

۱-۷ شیرابه زباله ۱۷

۱-۷-۱ نحوه تولید شیرابه زباله ۱۸

۱-۷-۲ ترکیبات موجود در شیرابه ۱۹

۱-۷-۳ استاندارد خروجی برای شیرابه ۲۲

۱-۷-۴ روش های مدیریت شیرابه ۲۴

۱-۷-۴-۱ تخلیه شیرابه به فاضلاب رو شهری ۲۴

۱-۷-۴-۲ تبخیر شیرابه ۲۵
۱-۷-۴-۳گردش مجدد شیرابه ۲۵
۱-۷-۴-۴ تصفیه شیرابه زباله ۲۶
۱-۸ اکسیداسیون با هوای تر (WAO) ۲۸
۱-۸-۱ تنظیم فرایند ۳۵
۱-۸-۲ سینتیک فرایند اکسیداسیون مرطوب ۳۶
۱-۸-۳ کاربرد های مختلف فرایند اکسیداسیون مرطوب ۴۰
۱-۸-۳-۱ تصفیه لجن فاضلاب شهری ۴۰
۱-۸-۳-۲ فاضلاب کاغذسازی ۴۱
۱-۸-۳-۳ احیا کربن فعال: ۴۱
۱-۸-۳-۴ مایع حاصل از شستشوی کوره های کک ۴۲
۱-۸-۳-۵ تصفیه سود ۴۳
۱-۸-۳-۶ کارخانه های تولید اتیلن و سود ۴۴
۱-۸-۳-۷ فاضلاب حاصل از تولید دارو و سنتز مواد آلی شیمیایی ۴۵
۱-۸-۳-۹ فاضلاب رادیواکتیو وسمی ۴۵
۱-۸-۴ مکانیسم وسینتیک فرایند WAO ۴۶
۱-۸-۵ طراحی راکتورWAO ۴۷
۱-۸-۵-۱ فشار اکسیژن اولیه ۴۸
۲-۸-۵-۱ اختلاط گاز- مایع ۵۰
۱-۸-۶ بررسی اقتصادی فرایند ۵۳
۱-۸-۷ سایر ملاحظات استفاده از روش WAO ۵۵
۱-۹ فرایند اکسیداسیون مرطوب با پراکسید هیدروژن(WPO) ۵۶
۱-۹-۱ آب اکسیژنه یا پروکسید هیدروژن (H_2O_2) ۵۸

۱-۱۰ اکسیداسیون با هوای مرطوب فوق بحرانی(SCWO) ۵۹

۱-۱۱ مروری بر سوابق تحقیق ۶۱

فصل دوم موا د و روشها ۷۲

۲-۱ روش تحقیق ۷۲

۲-۱-۱ نوع مطالعه ۷۲

۲-۱-۲ متغیر های پژوهش ۷۲

۲-۱-۳ جدول زمانی مراحل اجرای تحقیق (Gantt Chart) ۷۳

۲-۲ نمونه شیرابه مورد مطالعه ۷۳

۲-۲-۱ آماده سازی نمونه ها ۷۴

۲-۲-۲ حفاظت نمونه ۷۵

۲-۳ تجهیزات مورد استفاده ۷۶

۲-۳-۱ پایلوت تحقیق ۷۸

۲-۳-۲ مراحل کار ۷۹

۲-۳-۳ پیش گرمایش رآکتور ۸۰

۲-۴ انجام آزمایشات ۸۱

۲-۴-۱آزمایش COD و BOD ۸۲

۲-۴-۲ آزمایش آمونیاک و نیترات ۸۲

۲-۴-۳ آزمایش TSS ۸۳

۲-۴-۴ آزمایش pH و هدایت سنجی و دما ۷۴

۲-۵ تجهیزات و مواد ۸۳

۲-۶ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن(WPO) ۸۵

۲-۷ آنالیز آماری ۸۵

فصل سوم نتایج ۸۶

۳-۱ اکسیداسیون مرطوب شیرابه توسط اکسیژن خالص(WAO) ۸۷
۳-۱-۱ بررسی تاثیر دما بر راندمان فرایند WAO ۸۷
۳-۱-۱-۱ اکسیداسیون مرطوب در دمای °C ۱۰۰ ..... ۸۸
۳-۱-۱-۲ اکسیداسیون مرطوب در دمای °C ۲۰۰ ..... ۹۰
۳-۱-۱-۳ اکسیداسیون مرطوب در دمای °C ۳۰۰ ..... ۹۲
۳-۱-۲ بررسی اثر همزمان زمان ماند و دما بر اکسیداسیون ۹۴
۳-۱-۳ قابلیت تجزیه بیولوژیکی ۹۵
۳-۲ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن(WPO) ۹۷
۳-۲-۱ اکسیداسیون شیرابه با پروکسید هیدروژن ۹۸
۳-۲-۱-۱ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن در دمای °C ۱۰۰ ..... ۹۸
۳-۲-۱-۲ بررسی متغییرها در دمای °C ۱۰۰ در سه زمان های ماند و غلظت های پروکسیدهیدروژن ۱۰۶
۳-۲-۱-۳ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن در دمای °C ۲۰۰ ..... ۱۰۹
۳-۲-۱-۴ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن در دمای °C ۳۰۰ ..... ۱۳۰
فصل چهارم بحث و نتیجه گیری ۱۴۱
۴-۱ اکسیداسیون با هوای مرطوب(WAO) ۱۴۲
۴-۱-۱ مطالعه اثر دما ۱۴۲
۴-۱-۱-۱ اکسیداسیون مرطوب در دمای °C ۱۰۰ ..... ۱۴۲
۴-۱-۱-۲ اکسیداسیون مرطوب در دمای °C ۲۰۰ ..... ۱۴۴
۴-۱-۱-۳ اکسیداسیون مرطوب در دمای °C ۳۰۰ ..... ۱۴۷
۴-۱-۳-۴ بررسی اثر همزمان زمان ماند و دما بر اکسیداسیون ۱۵۰
۴-۳ نتیجه گیری در رابطه با فرایند WAO برای شیرابه ۱۵۷
۴-۴ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن (WPO) ۱۵۹
۴-۴-۱-۱ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن در دمای °C ۱۰۰ ..... ۱۵۹

۴-۴-۱-۱-۴ بررسی متغییرها در دمای °C ۱۰۰ در سه زمان های ماند و غلظت های پروکسیدهیدروژن ... ۱۶۵
۴-۴-۲-۱ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن در دمای °C ۲۰۰ ... ۱۶۷
۴-۴-۲-۱-۴ بررسی متغییرها در دمای °C ۲۰۰ در سه زمان های ماند و غلظت های پروکسیدهیدروژن ... ۱۷۲
۴-۴-۳ اکسیداسیون با پروکسید هیدروژن در دمای °C ۳۰۰ ... ۱۷۴
۴-۴-۳-۴ بررسی متغییرها در دمای °C ۳۰۰ در سه زمان های ماند و غلظت های پروکسیدهیدروژن ... ۱۷۹
۴-۵ بحث ... ۱۸۱
۴-۵-۱ تاثیر دما ... ۱۸۱
۴-۶ مقایسه دو روش WAO با WPO ... ۱۸۹
۴-۵ پیشنهادات ... ۱۹۴
۵- فهرست منابع ...

لیست اشکال

شکل ۱-۱ روش دفن بهداشتی و نفوذ شیرابه به آب زیر زمینی..... ۱۳

شکل ۱-۲ دیاگرام ساده ای ازفرایند اکسیداسیون مرطوب..... ۴۷

شکل ۱-۳ مدل سینتیکی عمومی برای اکسیداسیون با هوای مرطوب برای زائدات آلی در یک راکتور بسته..... ۴۷

شکل ۱-۴ دیاگرام ساده ای از فرایند اکسیداسیون مرطوب با پروکسید هیدروژن..... ۵۹

شکل ۱-۵ دیاگرام محدوده قابل استفاده برای دو روش WAO و SWAO..... ۶۱

شکل ۱-۶ شمایی از راکتور اکسیداسیون مرطوب با هوا(WAO) ۶۷

شکل ۱-۷ شمایی از راکتور اکسیداسیون مرطوب با پراکسید هیدروژن(WPO) ۶۷

لیست جداول

جدول ۱-۱ روش های مختلف دفع پسماند های جامد شهری در ایران [۷] ۱۱

جدول ۱-۲ میانگین پارامترهای شیمیایی (mg/l) در شیرابه کمپوست[۱۷]..... ۲۰

جدول ۱-۳ میانگین فلزات سنگین (mg/l) در شیرابه کمپوست[۱۷]..... ۲۱

جدول ۱-۴ میانگین مواد آلی(mg/l) در شیرابه کمپوست[۱۷]..... ۲۲

جدول ۱-۵ خصوصیات شیرابه جوان زباله در محل دفن بهداشتی[۱۹]..... ۲۴

جدول ۱-۶ حداکثر استاندارد کیفی تخلیه شیرابه در چند کشور پارامترها برحسب mg/l[۱۹]..... ۲۷

جدول ۱-۷ خلاصه روش های مختلف تصفیه شیرابه زباله و فاضلاب صنعتی[۳۳]..... ۲۹

جدول ۱-۸ راندمان فرایند WAO برای فاضلاب صنعتی غلیظ[۵۵]..... ۳۵

جدول ۱-۹ مقایسه هزینه های سیستم WAO ودفع فاضلاب[۵۵]..... ۵۵

جدول ۱-۱۰ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروکسید هیدروژن[۵۶]..... ۵۹

جدول ۲-۱: الگوی زمانی مراحل اجرای پژوهش..... ۷۳

جدول ۲-۲: خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیرابه خام در آزمایش WAO..... ۷۵

جدول ۲-۳: خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیرابه خام در آزمایش WPA..... ۷۶

جدول ۲-۴: تکنیک های مختلفی محافظت از نمونه..... ۷۷

جدول۲-۵ چگونگی بهره برداری از راکتور با روش WAO..... ۸۰

جدول ۲-۶ آزمایشات انجام شده روی شیرابه (بر اساس روش های مندرج در کتاب استاندارد متد)..... ۸۱

جدول ۲-۷ فهرست مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق..... ۸۴

جدول ۳-۱ خصوصیات کیفی شیرابه خام مورد مطالعه..... ۸۶

جدول۳-۲: تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۱۰۰°C و زمان ماند ۳۰ دقیقه..... ۸۹

جدول۳-۳ تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۱۰۰°C و زمان ماند ۶۰ دقیقه..... ۸۹

جدول ۳-۴ تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۱۰۰ °C و زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۸۹

جدول ۳- ۵ تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۲۰۰°C و زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۹۱

جدول ۳-۶ تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۲۰۰ °C و زمان ماند ۶۰ دقیقه..... ۹۱

جدول۳-۷: تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۲۰۰ °C و زمان ماند ۳۰ دقیقه..... ۹۱

جداول ۳-۸ تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۳۰۰°C زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۹۲

جدول۳-۹: تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۳۰۰°C و زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۹۳

جدول ۳-۱۰ تغییرات غلظت و میانگین پارامترهای مختلف در روش WAO در دمای ۳۰۰°C و زمان ماند ۳۰ دقیقه..... ۹۳

جدول۳-۱۱ راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه در روش WAO در دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۹۴

جدول ۳-۱۲ میانگین تغییرات غلظت و میانگین راندمان حذف آمونیاک در شیرابه خام و خروجی در روش WAO در دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۹۵

جدول ۳-۱۳ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه.....۹۸

جدول۳-۱۴ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۹۹

جدول ۳-۱۴ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۹۹

جدول ۳-۱۵ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه.....۱۰۱

جدول ۳-۱۶ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۱۰۱

جدول ۳-۱۷ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۱۰۳

جدول ۳-۱۸ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه.....۱۰۴

جدول ۳-۱۹ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۱۰۴

جدول ۳-۲۰ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۱۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۱۰۵

جدوال۳-۲۱ راندمان تولید(٪) نیترات در راکتوردر روش WPO در دمای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C، غلظت ۱، ۲/۵ و ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه.....۱۰۶

جدول ۳-۲۲ تغییرات غلظت و راندمان حذف پارامترهای مختلف در غلظت ۱، ۲/۵ و ۵ mL پراکسید هیدروژن در دمای ۱۰۰ در سه زمان ماند در روش WPO.....۱۰۸

جدول ۳-۲۳ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه.....۱۱۰

جدول ۳-۲۴ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۱۱۰

جدول ۳-۲۵ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۱۱۱

جدول ۳-۲۶ راندمان حذف(درصد) پارامترهـای مختلـف در روش WPO در دمـای ۲۰۰ °C و غلظـت ۱ mL پراکسید هیدروژن در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۱۱۲

جدول ۳-۲۷ میانگین تغییرات غلظت پارامترهای مختلـف در روش WPO در دمـای ۲۰۰ °C و غلظـت ۵ mL پراکسید هیدروژن در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۱۱۳

جدول ۳-۲۸ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۱۱۴

جدول ۳-۲۹ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه..... ۱۱۵

جدول ۳-۳۰ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه..... ۱۱۵

جدول ۳-۳۱ راندمان حذف(درصد) پارامترهای مختلف در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C و غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن در دمای ۱۰۰°C در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۱۱۵

جدول ۳-۳۲ میانگین تغییرات غلظت پارامترهای مختلف در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C و غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و دمای ۲۰۰ °C..... ۱۱۶

جدول ۳-۳۳ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۱۱۷

جدول ۳-۳۴ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه..... ۱۱۸

جدول ۳-۳۸ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۲۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه..... ۱۱۹

جدول ۳-۳۹ راندمان حذف(درصد) پارامترهـای مختلـف در روش WPO در دمـای ۲۰۰ °C و غلظـت ۱ mL پراکسید هیدروژن در دمای ۲۰۰°C در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۱۲۰

جدول ۳-۴۰ تغییـرات غلظـت و رانـدمان حـذف پارامترهـای مختلـف در غلظـت ۱، ۲/۵ و ۵ mL پراکـسید هیدروژن در دمای ۲۰۰ در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه در روش WPO..... ۱۲۱

جدول ۳-۴۱ میانگین تغییرات غلظت پارامترهای مختلف در خروجی روش WPO در دمای ۲۰۰ °C و غلظـت ۱ mL پراکسید هیدروژن در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه..... ۱۲۲

جدول ۳-۴۲ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه..... ۱۲۳

جدول ۳-۴۳ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۱۲۳

جدول ۳-۴۴ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۱۲۴

جدول ۳-۴۵ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه.....۱۲۶

جدول ۳-۴۶ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۱۲۷

جدول ۳-۴۷ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۲/۵ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۱۲۸

جدول ۳-۴۸ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۹۰ دقیقه.....۱۲۹

جدول۳-۴۹ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۶۰ دقیقه.....۱۳۰

جدول ۳-۵۰ تغییرات غلظت، میانگین و راندمان حذف پارامترهای مختلف در شیرابه خام ورودی و خروجی در روش WPO در دمای ۳۰۰ °C، غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن و زمان ماند ۳۰ دقیقه.....۱۳۱

جدول ۳-۵۱ تغییرات غلظت و راندمان حذف پارامترهای مختلف در غلظت ۱، ۲/۵ و ۵ mL پراکسید هیدروژن در دمای ۳۰۰ °C در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه در روش WPO.....۱۳۱

جدول ۳-۵۲ میانگین تغییرات غلظت پارامترهای مختلف در خروجی روش WPO در دمای ۳۰۰ °C و غلظت ۱ mL پراکسید هیدروژن در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه.....۱۳۵

جدول ۳-۵۳ میانگین راندمان حذف (٪) پارامترهای مختلف در خروجی روش WAO در دمای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و زمان های ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه.....۱۳۶

جدول ۳-۵۳ میانگین راندمان حذف (٪) پارامترهای مختلف در روش WPO در دمای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و زمان های ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت ۱، ۲/۵ و ۵ mg/l پروکسید هیدروژن.....۱۳۷

جدول ۴-۱ مقایسه خصوصیات کیفی شیرابه کارخانه کمپوست در ایران و چند کشور جهان[۶].....۱۴۰

جدول۴- ۲ مطالعه تاثیر دماهای مختلف بر تغییرات غلظت پارامترهای مورد بررسی در روش WPO....۱۸۲

لیست نمودار ها

نمودار ۳-۱ تغییرات pH شیرابه خام، خروجی از WAO و خروجی از WPO در درطی مدت زمان ۲۰ هفته...۸۸

نمودار ۳-۲ تغییرات هدایت الکتریکی (ms/cm) شیرابه خام، خروجی از WAO و خروجی از WPO در درطی مدت زمان ۲۰ هفته ۸۸

نمودار۳-۳ مقایسه راندمان حذف COD در دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و۹۰ دقیقه در روش WAO ۹۵

نمودار۳-۴ مقایسه راندمان حذف BOD در دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و۹۰ دقیقه در روش WAO ۹۵

نمودار۳-۵ مقایسه راندمان حذف NH_3 در دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و۹۰ دقیقه در روش WAO ۹۶

نمودار۳-۶ مقایسه راندمان حذف NO_3 در دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و۹۰ دقیقه در روش WAO ۹۶

نمودار۳-۷ مقایسه راندمان حذف TSSدر دمای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ °C و در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و۹۰ دقیقه درروش WAO.....۹۷

نمودار۳-۸ راندمان حذف پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۱میلی لیتر.....۱۰۰

نمودار۳-۱۰ راندمان حذف پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه در دمای °C ۱۰۰.....۱۰۳

نمودار۳-۱۱ راندمان حذف COD در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO.....۱۰۷

نمودار۳-۱۲ راندمان حذف BOD در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO.....۱۰۷

نمودار۳-۱۳ راندمان حذف NH_3 در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO.....۱۰۸

نمودار۳-۱۴ راندمان حذف NO_3 در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO.....۱۰۹

نمودار۳-۱۵ راندمان حذف TSS در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۰۹

نمودار۳-۱۶ راندمان حذف (٪) پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۱میلی لیتر..... ۱۱۲

نمودار۳-۱۷ راندمان حذف(٪) پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۲/۵ میلی لیتر..... ۱۱۵

نمودار۳-۱۸ راندمان حذف پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۵میلی لیتر..... ۱۱۸

نمودار۳-۱۹ راندمان حذف COD در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۲۰

نمودار۳-۲۰ راندمان حذف BOD در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۲۱

نمودار۳-۲۱ راندمان حذف NH_3 در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۲۱

نمودار۳-۲۲ راندمان حذف NO_3 در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۲۲

نمودار۳-۲۳ راندمان حذف TSS در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۲۲

نمودار۳-۲۴ راندمان حذف پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه غلظت mL ۱ پراکسید هیدروژن در روش WPO..... ۱۲۵

نمودار۳-۲۵راندمان حذف پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه غلظت mL ۲/۵ پراکسید هیدروژن در روش WPO ۱۲۷

نمودار۳-۲۶ندمان حذف پارامترهای مورد سنجش در سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه غلظت mL ۵ پراکسید هیدروژن در روش WPO ۱۳۱

نمودار۳-۲۷ مان حذف COD با سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن در روش WPO ۱۳۲

نمودار۳-۲۸ راندمان حذف BOD با سه زمان ماند ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن ۱ ،۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۳۳

نمودار۳-۲۹ ان حذف NH_3 با سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن۱، ۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۳۳

نمودار۳-۳۰ راندمان حذف NO_3 با سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن۱، ۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش WPO..... ۱۳۴

نمودار۳-۳۱ راندمان حذف TSS با سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه وغلظت پراکسید هیدروژن۱، ۲/۵ و ۵ میلی لیتر در روش ..WPO..... ۱۳۴

نمودار۳-۳۲ مقایسه میانگین راندمان حذف COD در دو روش WAO و WPO در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن در دمای $^{\circ}C$ ۳۰۰..... ۱۳۷

نمودار۳-۳۳ مقایسه میانگین راندمان حذف BOD در دو روش WAO و WPO در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن در دمای $^{\circ}C$ ۳۰۰..... ۱۳۸

نمودار۳-۳۴ مقایسه میانگین راندمان حذف NH3 در دو روش WAO و WPO در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن در دمای $^{\circ}C$ ۱۰۰ ..... ۱۳۸

نمودار۳-۳۵ مقایسه میانگین راندمان حذف NO_3 در دو روش WAO و WPO در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن در دمای $^{\circ}C$ ۱۰۰ ..... ۱۳۹

نمودار۳-۳۶ مقایسه میانگین راندمان حذف TSS در دو روش WAO و WPO در سه زمان ماند ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن در دمای $^{\circ}C$ ۳۰۰..... ۱۳۹

نمودار۴-۱ تغییرات پارامترهای مختلف در سه دمای مورد بررسی..... ۱۸۲

AS	Activated sludge	لجن فعال
AOP	Advanced oxidation process	فرایند های اکسیداسیون پیشرفته
AOX	Adsorptive organic halogen	ترکیبات آلی هالوژنه
BOD	Biochemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی
BOD_5	5-day Biochemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی ۵ روزه
COD	Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی
DO	Dissolved Oxygen	اکسیژن محلول
FBBR	Fluidized Bed Biological Reactor	راکتور بیولوژیکی بستر سیال
GAC	Granular Activated Carbon	کربن فعال گرانولی
HRT	Hydraulic Retention Time	زمان ماند هیدرولیکی
MSW	Municipal Solid Waste	مواد زائد جامد
MBBR	Moving –bed biofilm Reactor	راکتور بیوفیلم با بستر متحرک
NH_3	Amonia- Nitrogen	نیتروژن آمونیاکی
PAC	Powdered activated Carbon	کربن فعال پودری
SAGB	Submerged Attached Growth Bioreactor	راکتور بیولوژیکی رشد چسبیده مستغرق
GAA	Granular activated aluminum	آلومینای فعال گرانولی
SBR	Sequencing Batch reactor	راکتور ناپیوسته متوالی
SRT	Solids Retention Time	زمان ماند جامدات
SS	Suspended Solids	جامدات معلق
VFA	Volatile Fatty Acids	اسید های چرب فرار
TSS	Total suspended Solids	کل جامدات معلق
TOC	Total Organic Carbon	کربن آلی کل
UASB	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket	راکتور بستر لجن روبه بالا
UFAF	Up-flow anaerobic filter	فیلتر بی هوازی با جریان رو به بالا
UF	Ultra filtration	اولترا فیلتراسیون
UV	Ultraviolet	فرابنفش
VS	Volatile Solids	جامدات فرار
VSS	Volatile Suspended Solids	جامدات معلق فرار
WAO	Wet Air Oxidation	اکسیداسیون مرطوب با هوا
WPO	Wet Peroxide Oxidation	اکسیداسیون مرطوب با پروکسید هیدروژن