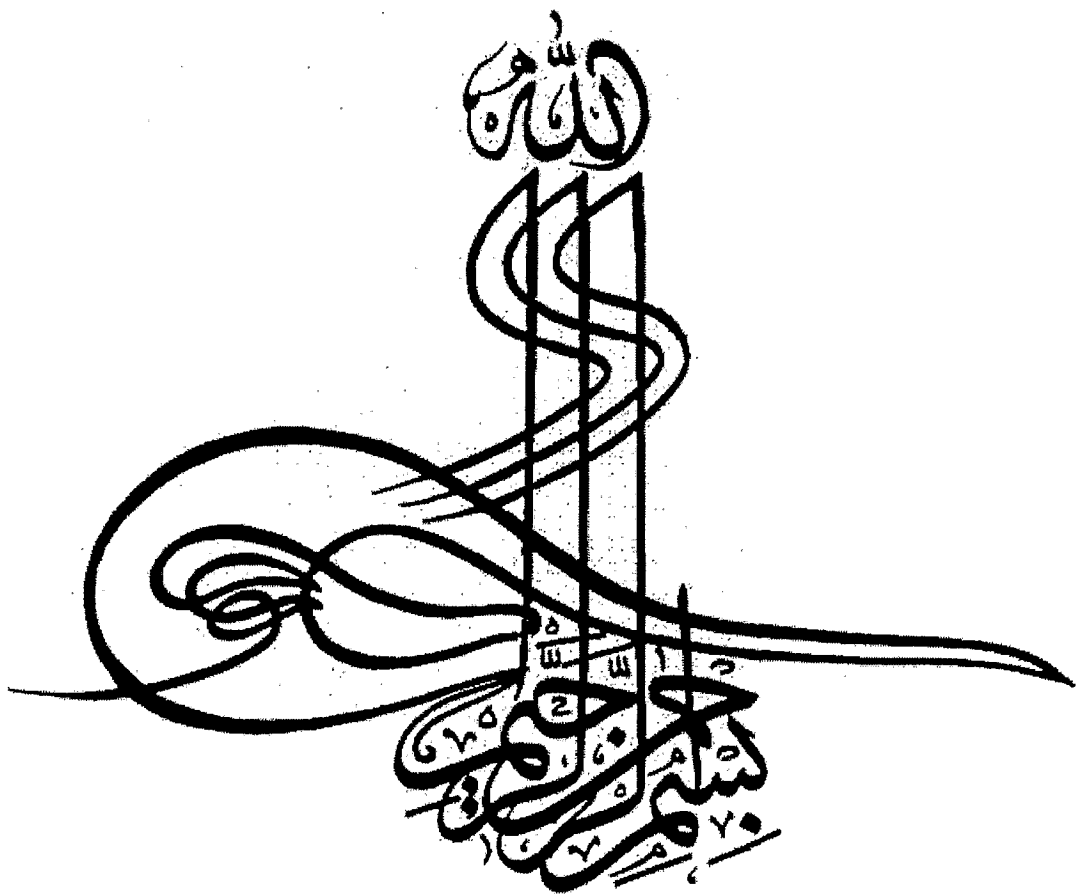
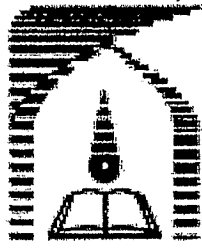


۱۳۸۰۹



۹۴۷۷۴



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پزشکی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط

بررسی کارآیی استفاده از ازن در تثبیت لجن فاضلاب شهری

نگارش:

اکرم جمال

۱۳۸۷ / ۱۲ / ۰۵

استاد راهنما:

دکتر سید غلامرضا موسوی

استاد مشاور:

دکتر حسن اصیلیمان مهابادی

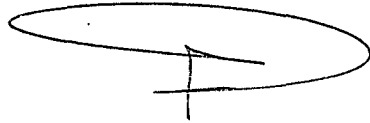
دی ۱۳۸۶

۹۴۶۶۶



فرم تأییدیه اعضای هیأت داوران مندرج در پایان نامه کارشناسی ارشد»

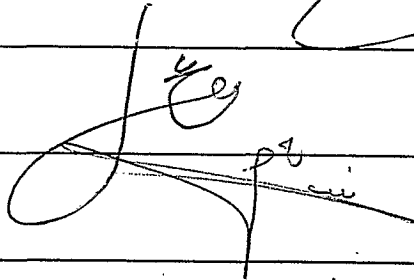
بدینوسیله پایان نامه کارشناسی ارشد اکرم جمال رشته: بهداشت محیط گرایش: تقدیم می شود. اینجانبان نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی بررسی و تأیید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنیم.



نام و نام خانوادگی و امضاء اعضای هیأت داوران:
جناب آقای دکتر غلامرضا موسوی (استاد راهنما)

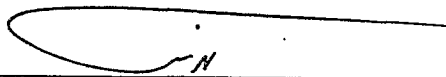


جناب آقای دکتر حسن اصیلیان (استاد مشاور)



جناب آقای دکتر علی خوانین (نماینده تحصیلات تکمیلی)

جناب آقای دکتر عباس رضایی (استاد ناظر)



جناب آقای دکتر مهدی فرزاد کیا (استاد ناظر)

آئین نامه پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه / رساله خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهم.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
کتاب حاضر حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مهندسی بهداشت محیط است که در دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی دکتر غلامرضا موسوی و مشاوره دکتر حسن اصیلیان مهابادی از آن دفاع شده است.

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارت دانشگاه، تعداد یک درصد از شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد یناز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

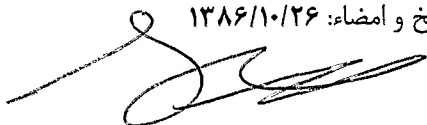
ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس تادیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کندف به علاوه دانشگاه حق می دهد به منور استیفای حقوق خود از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب اکرم جمال دانشجوی رشته مهندسی بهداشت محیط مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: اکرم جمال

تاریخ و امضاء: ۱۳۸۶/۱۰/۲۶



دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازم است شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش های علمی تحت عنوانین پایان نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها / رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هر گونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامه ها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشند.
تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه / رساله نیز منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی حاصل از نتایج مستخرج از پایان نامه / رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هر گونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

نام و نام خانوادگی: اکرم جمال
تاریخ و امضاء: ۱۳۸۶/۱۰/۲۶

به یاد پدرم

و تقدیم به مادر دلسوز و فداکارم

کسی که همواره پشتیبانم زندگیم

و دعاهایش تکیه گاه تلاش هایم بوده وهست

و تقدیم به برادر و خواهرانم

و تمام کسانی که مرا آموختند

تشکر و قدردانی

با سپاس فراوان از ایزد منان که توفیقش را رهین این ناپیز نمود تا پژوهش حاضر را بر سایه راهنمایی های ارزشمند استادان خود به پایان برسانم. به یقین اگر دقت نظر و دلسوزی ایشان نسبت به اینجانب نبود، این تحقیق چنان که باید و شاید به ثمر نمی رسید.

بنابر این بر خود لازم می دانم از زحمات استاد بزرگوارم

جناب آقای دکتر غلامرضا موسوی

که با راهنمایی های ارزنده خود راه تحقیق و پژوهش را به من آموخت و با سعه صدر، بنده را در تمام مراحل انجام این پژوهش یاری رساند،
قدردانی و تشکر ویژه داشته باشم.

از استاد فرزانه جناب آقای دکتر حسن اصبیلیان که از مشاوره ایشان برخوردار بودم، سپاسگزاری می‌کنم.

از همه اساتید محترم گروه بهداشت محیط و حرفه ای که در دوران تحصیل از تجربیات علمی ایشان برخوردار شدم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر مهدی فرزادکیا، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی ایران و نیز از جناب آقای دکتر عباس رضایی دانشیار دانشگاه تربیت مدرس که قبول زحمت داوری پایان نامه بنده را پذیرفتند و با طرح پرسش های آموزنده خود، جلسه دفاع را پربارتر نمودند، قدردانی می‌نمایم.

از همکاری صمیمانه کارشناسان و کارکنان محترم گروه بهداشت محیط و حرفه ای دانشگاه تربیت مدرس که محیطی مناسب را جهت انجام این پژوهش فراهم نمودند، کمال تشکر را دارم.

از همکاری صمیمانه شرکت شکوفان توسعه به خاطر در اختیار گذاشتن برخی تجهیزات لازم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از خانواده عزیزم به خاطر تمامی زحمات و حمایت های بی دریغشان سپاسگزارم.

همچنین از تمامی دوستان و عزیزانی که در این راه مشوق من بوده اند و مرا در پیشبرد این پایان نامه یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزارم.

و برای تمامی آنها سلامتی و کامیابی توأم با آرامش آرزو مندم.

چکیده

مقدار لجن تولیدی در تصفیه خانه های فاضلاب تقریباً ۱ درصد فاضلاب تصفیه شده است. در حالی که تصفیه فاضلاب تنها چند ساعت به طول می انجامد، پردازش لجن تولیدی و آمایش آن برای دفع یا استفاده بهینه چند روز یا حتی چندین هفته طول می کشد و نیاز به استفاده از تجهیزات بسیار پیچیده ای دارد. بنابراین مدیریت لجن حاصل از تصفیه خانه فاضلاب یکی از مهمترین و پرهزینه ترین مسائل رشته مهندسی فاضلاب بوده به گونه ای که تأسیسات تصفیه لجن ۴۰ تا ۶۰ درصد هزینه سرمایه گذاری اولیه و تا ۵۰ درصد هزینه راهبری تصفیه خانه های فاضلاب را به خود اختصاص می دهند. یکی از مراحل اصلی تصفیه لجن تثبیت آن می باشد. مناسب ترین روش تثبیت لجن های بیولوژیکی مازاد، هضم هوازی می باشد که به دلیل بالا بودن زمان هوادهی یا زمان ماند هیدرولیکی، اندازه این تأسیسات بزرگ بوده و هزینه سرمایه گذاری زیادی را به سیستم تحمیل می کند. لذا هر سیستم یا فرآیند که بتواند زمان هوادهی را کاهش دهد، می تواند در کاهش اندازه تأسیسات تصفیه لجن و در نتیجه هزینه بسیار مؤثر باشد. لذا یکی از گزینه های مناسب و جدید استفاده از ازن است که بطور گسترده ای برای کاهش لجن مورد استفاده قرار گرفته است. به دلیل قدرت اکسیداسیون بالای ازن، افزودن این ماده به لجن باعث تسریع در عمل تثبیت و در نتیجه کاهش اندازه و هزینه تأسیسات تصفیه لجن می گردد. بنابراین هدف از این تحقیق، مطالعه کارایی استفاده از ازن در تثبیت لجن فاضلاب شهری می باشد.

به این منظور از یک سیستم آزمایشگاهی شامل دو راکتور ازن زنی و هضم هوازی استفاده گردید. این تحقیق در دو مرحله انجام شد؛ مطالعه ی عملکرد فرآیند ازن زنی در تثبیت لجن فاضلاب شهری و تلفیق فرآیند های ازن زنی با هضم هوازی برای تثبیت لجن مازاد بیولوژیکی. متغیر های مورد مطالعه در این پژوهش، دوز ازن، pH و غلظت لجن می باشد. انجام آزمایش های مختلف بر روی لجن ازن زنی شده نشان داد که با افزایش دوز ازن میزان محلول سازی و به دنبال آن معدنی سازی مواد آلی افزایش می یابد. بر اساس نتایج بدست آمده بهترین دوز ازن از نظر برآورده کردن شرایط تثبیت و رسیدن به استانداردهای کاهش جذب ناقلین و کاهش دانسیته میکروبی تا سطح کلاس B استاندارد EPA، دوز $1-1/5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ می باشد. همچنین میزان واپاشی و معدنی سازی جامدات در pH اسیدی بیشتر از pH خنثی و قلیایی بوده و ازن زنی به لجن با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و $\text{pH}=3$ قادر به تأمین استانداردهای EPA در زمینه کاهش پاتوژن و جذب ناقلین بوده است. بنابراین این فرآیند را می توان از نظر فنی برای تثبیت لجن بیولوژیکی فاضلاب شهری به کار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که میزان کاهش جامدات فرار پس از گذشت ۱۰ روز از هوادهی لجن بدون پیش تصفیه با ازن هنوز قادر به تأمین استاندارد EPA (کاهش ۳۸ درصد VS) در این زمینه نمی باشد. در حالی که نتایج حاصل از تلفیق ازن زنی با دوز $0/25$ یا $0/5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و به ترتیب ۶ یا ۳ روز هوادهی باعث کاهش VS به بیش از ۳۸ درصد شده و استانداردهای EPA را از این نظر برآورده می کند. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که پیش تصفیه لجن بیولوژیکی با ازن و به دنبال آن هضم هوازی می تواند باعث کاهش زمان هضم و زمین مورد نیاز گردد.

کلمات کلیدی: تصفیه فاضلاب، تثبیت لجن، ازن زنی، هضم هوازی.

فهرست مطالب

۱	..... فصل اول : کلیات	
۲	..... ۱-۱- مقدمه	
۴	..... ۲-۱- اهداف تحقیق	
۵	..... ۳-۱- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب	
۵	..... ۴-۱- جامدات و لجن های فاضلاب شهری	
۶	..... ۱-۴-۱- منابع، خصوصیات و کمیت لجن	
۶	..... ۱-۱-۴-۱- منابع تولید لجن	
۷	..... ۲-۱-۴-۱- کمیت لجن تولیدی	
۱۰	..... ۳-۱-۴-۱- خصوصیات و ویژگیهای کیفی لجن	
۱۱	..... ۵-۱- پمپاژ لجن و کفاب	
۱۲	..... ۶-۱- الگوی کلی تصفیه و دفع لجن	
۱۲	..... ۱-۶-۱- واحدهای مقدماتی	
۱۲	..... ۱-۱-۶-۱- خرد کن	
۱۲	..... ۲-۱-۶-۱- آشغال گیری	
۱۴	..... ۳-۱-۶-۱- دانه گیر	
۱۴	..... ۴-۱-۶-۱- اختلاط	
۱۴	..... ۵-۱-۶-۱- ذخیره سازی	
۱۴	..... ۲-۶-۱- تغلیظ لجن	
۱۵	..... ۳-۶-۱- تثبیت لجن	
۱۷	..... ۱-۳-۶-۱- هضم بی هوازی لجن	
۱۸	..... ۲-۳-۶-۱- هضم هوازی لجن	
۱۹	..... ۳-۳-۶-۱- کمپوست لجن	
۱۹	..... ۴-۳-۶-۱- تثبیت قلیایی	
۲۰	..... ۵-۳-۶-۱- تثبیت لجن با کلر	
۲۰	..... ۶-۳-۶-۱- تثبیت لجن با ازن	
۲۲	..... ۴-۶-۱- آمایش لجن	
۲۲	..... ۱-۴-۶-۱- آمایش شیمیایی	
۲۳	..... ۲-۴-۶-۱- تصفیه ی حرارتی	
۲۳	..... ۳-۴-۶-۱- پیش گرمایش لجن	
۲۳	..... ۴-۴-۶-۱- انجماد و ذوب	
۲۳	..... ۵-۶-۱- آب گیری لجن	
۲۴	..... ۶-۶-۱- دفع لجن	
۲۴	..... ۷-۱- حذف پاتوژن ها طی تصفیه ی لجن	

۲۵	۱-۷-۱- انواع پاتوژن ها و انگل های موجود در لجن
۲۷	۲-۷-۱- راه های انتقال پاتوژن های موجود در لجن
۲۷	۱-۲-۷-۱- تماس مستقیم
۲۸	۲-۲-۷-۱- تماس غیرمستقیم
۲۸	۸-۱- مقررات استفاده مجدد و دفع جامدات
۲۹	۱-۸-۱- کاربرد در زمین
۲۹	۲-۸-۱- دفع سطحی
۳۰	۳-۸-۱- کاهش پاتوژن ها و جذب ناقلین
۳۰	۱-۳-۸-۱- مقررات کاهش پاتوژن ها در کلاس A
۳۰	۲-۳-۸-۱- مقررات کاهش پاتوژن ها در کلاس B
۳۲	۳-۳-۸-۱- مقررات کاهش جذب ناقلین
۳۳	۴-۸-۱- سوزاندن
۳۳	۹-۱- ازن
۳۳	۱-۹-۱- تاریخچه ازن
۳۴	۲-۹-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ازن
۳۵	۳-۹-۱- مکانیزم واکنش ازن
۳۷	۴-۹-۱- تولید ازن
۳۸	۱-۴-۹-۱- تولید ازن به وسیله تخلیه کرونا
۳۹	۲-۴-۹-۱- تولید ازن به روش فتوشیمیایی
۴۰	۳-۴-۹-۱- تولید ازن با استفاده از الکترولیت
۴۰	۴-۴-۹-۱- تولید ازن از طریق رادیو شیمی
۴۰	۵-۹-۱- آماده سازی گاز ورودی به ژنراتور ازن
۴۱	۶-۹-۱- راکتور های تماس ازن
۴۲	۱-۶-۹-۱- تماس دهنده های دیفیوژری حبابی
۴۲	۲-۶-۹-۱- تماس دهنده های تزریقی
۴۲	۳-۶-۹-۱- تماس دهنده های توربینی
۴۳	۴-۶-۹-۱- تماس دهنده های با ستون آکنده
۴۳	۷-۹-۱- سیستم های تخریب گاز خروجی از راکتور
۴۴	فصل دوم : مروری بر مطالعات انجام شده
۴۵	۱-۲- مقدمه
۴۵	۲-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در ازن زنی به لجن
۵۲	فصل سوم : مواد و روش کار
۵۳	۱-۳- مقدمه و طرح کلی تحقیق
۵۴	۲-۳- بررسی منابع علمی و تدوین متغیرها
۵۵	۳-۳- مشخصات سیستم آزمایشی مورد استفاده

۵۵.....	۱-۳-۳- طراحی و ساخت راکتور.....
۵۷.....	۲-۳-۳- ژنراتور تولید ازن.....
۵۷.....	۳-۳-۳- سیستم تأمین اکسیژن خالص.....
۵۸.....	۴-۳-۳- پمپ باز چرخش لجن.....
۵۸.....	۵-۳-۳- راکتور تخریب ازن.....
۵۹.....	۶-۳-۳- راکتور هوادهی لجن.....
۵۹.....	۷-۳-۳- شبکه لوله کشی.....
۵۹.....	۸-۳-۳- سایر متعلقات.....
۵۹.....	۴-۳- نصب، آماده سازی و راه اندازی سیستم آزمایشی.....
۶۰.....	۵-۳- بهره برداری از سیستم آزمایش.....
۶۰.....	۱-۵-۳- تهیه لجن بیولوژیکی برای انجام مطالعات تثبیت.....
۶۱.....	۲-۵-۳- تعیین تأثیر دوز ازن بر تثبیت لجن.....
۶۱.....	۳-۵-۳- تعیین تأثیر pH بر تثبیت لجن به روش ازن زنی.....
۶۱.....	۴-۵-۳- تعیین تأثیر غلظت لجن بر تثبیت لجن به روش ازن زنی.....
۶۲.....	۵-۵-۳- هضم هوازی لجن های ازن زنی شده.....
۶۲.....	۶-۵-۳- الگوی جمع آوری داده ها.....
۶۳.....	۶-۳- روش های آزمایش.....
۶۴.....	۷-۳- مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده.....
۶۵.....	۸-۳- بهداشت و ایمنی.....
۶۶.....	فصل چهارم : نتایج
۶۷.....	۱-۴- مقدمه.....
۶۷.....	۲-۴- نتایج حاصل از تأثیر ازن زنی لجن بر تثبیت آن.....
۶۷.....	۱-۲-۴- نتایج حاصل از تأثیر دوز ازن بر تثبیت لجن.....
۷۲.....	۲-۲-۴- نتایج حاصل از تأثیر pH لجن بر تثبیت آن به روش ازن زنی.....
۷۹.....	۳-۲-۴- نتایج حاصل از تأثیر غلظت لجن بر تثبیت لجن به روش ازن زنی.....
۸۳.....	۳-۴- نتایج حاصل از تثبیت هوازی لجن پیش ازن زنی شده.....
۸۳.....	۱-۳-۴- نتایج حاصل از هضم هوازی لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوزهای مختلف ازن.....
۸۹.....	۲-۳-۴- نتایج حاصل از هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده در pH های مختلف.....
۹۹.....	۳-۳-۴- نتایج حاصل از هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده در غلظت های مختلف لجن.....
۱۰۵.....	فصل پنجم : بحث و پیشنهادها
۱۰۶.....	۱-۵- مقدمه.....
۱۰۶.....	۲-۵- بررسی اثر ازن زنی بر تثبیت لجن.....
۱۰۶.....	۱-۲-۵- بررسی تأثیر دوز ازن بر تثبیت لجن.....
۱۰۶.....	۱-۱-۲-۵- اثر دوز ازن بر تخریب و کاهش جامدات.....

- ۱۰۸..... اثر دوز ازن بر نسبت واپاشی مواد آلی لجن..... ۲-۱-۲-۵
- ۱۰۹..... اثر دوز ازن بر قابلیت ته نشینی لجن..... ۳-۱-۲-۵
- ۱۱۰..... اثر دوز ازن بر pH لجن..... ۴-۱-۲-۵
- ۱۱۰..... اثر دوز ازن بر دانسیته باکتری های هتروتروفیک لجن..... ۵-۱-۲-۵
- ۱۱۱..... بررسی اثر pH اولیه لجن بر تثبیت آن به روش ازن زنی..... ۲-۲-۵
- ۱۱۱..... اثر pH اولیه لجن بر تخریب و کاهش جامدات..... ۱-۲-۲-۵
- ۱۱۲..... اثر pH اولیه لجن بر نسبت واپاشی مواد آلی موجود در آن..... ۲-۲-۲-۵
- ۱۱۳..... اثر pH اولیه لجن بر قابلیت ته نشینی لجن ازن زنی شده..... ۳-۲-۲-۵
- ۱۱۴..... اثر pH اولیه لجن بر pH محلول نهایی پس از ازن زنی..... ۴-۲-۲-۵
- ۱۱۴..... اثر pH اولیه لجن بر دانسیته باکتری های هتروتروفیک..... ۵-۲-۲-۵
- ۱۱۴..... بررسی تأثیر غلظت اولیه لجن بر کارایی ازن زنی در تثبیت آن..... ۳-۲-۵
- ۱۱۴..... اثر غلظت اولیه لجن بر تخریب و کاهش جامدات..... ۱-۳-۲-۵
- ۱۱۵..... اثر غلظت اولیه لجن بر نسبت واپاشی مواد آلی..... ۲-۳-۲-۵
- ۱۱۶..... اثر غلظت اولیه لجن بر جامدات قابل ته نشینی..... ۳-۳-۲-۵
- ۱۱۶..... اثر غلظت اولیه لجن بر pH..... ۴-۳-۲-۵
- ۱۱۶..... اثر غلظت اولیه لجن بر دانسیته باکتری های هتروتروفیک..... ۵-۳-۲-۵
- ۱۱۷..... بررسی تأثیر هوادهی لجن پیش ازن زنی شده بر تثبیت لجن..... ۳-۵
- ۱۱۷..... بررسی هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده با دوزهای مختلف ازن..... ۱-۳-۵
- ۱۱۹..... بررسی هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده با دوز ازن $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف..... ۲-۳-۵
- ۱۲۱..... بررسی هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده با دوز ازن $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن..... ۳-۳-۵
- ۱۲۲..... نتیجه گیری..... ۴-۵
- ۱۲۳..... پیشنهادها..... ۶-۵
- ۱۲۴..... منابع.....

فهرست جداول

۷	جدول ۱-۱- منابع تولید کننده لجن و جامدات ناشی از واحدهای مختلف تصفیه فاضلاب
۸	جدول ۱-۲- مشخصات فیزیکی و کمیت لجن های تولید شده در فرآیندهای مختلف تصفیه فاضلاب
۹	جدول ۱-۳- غلظت های لجن طی فرآیندهای مختلف تصفیه
۱۰	جدول ۱-۴- خواص و ترکیب شیمیایی متداول لجن های خام و هضم شده
۱۱	جدول ۱-۵- میزان معمول فلزات سنگین در جامدات فاضلاب
۱۱	جدول ۱-۶- کاربرد پمپ ها برای انواع لجن و جامدات بیولوژیکی
۱۵	جدول ۱-۷- روش های تغلیظ انواع لجن
۱۷	جدول ۱-۸- میزان کاهش نسبی پاتوژن ها، عوامل فساد پذیر و بو در فرآیندهای مختلف تثبیت لجن
۲۶	جدول ۱-۹- پاتوژن های اصلی موجود در فاضلاب شهری و لجن فاضلاب
۲۷	جدول ۱-۱۰- مقدار باکتری های شاخص و پاتوژن ها در لجن خام اولیه و ثانویه
۲۹	جدول ۱-۱۱- غلظت فلزات سنگین و میزان بارگذاری جامدات در لجن مورد استفاده در زمین
۳۴	جدول ۱-۱۲- خصوصیات فیزیکو شیمیایی ازن
۳۵	جدول ۱-۱۳- پتانسیل اکسیداسیون و احیای برخی از ترکیبات اکسید کننده
۵۴	جدول ۱-۳- جدول زمان بندی مراحل انجام تحقیق
۵۷	جدول ۲-۳- مشخصات ژنراتورهای مورد استفاده
۶۲	جدول ۳-۳- الگوی ترکیب متغیرها و جمع آوری داده ها در سیستم آزمایش
۶۳	جدول ۳-۴- پارامترهای اندازه گیری شده و روش انجام آزمایش به تفکیک نوع فاز نمونه برداری
۶۴	جدول ۳-۵- مواد شیمیایی مصرفی به همراه فرمول شیمیایی
۶۸	جدول ۴-۱- نتایج حاصل از آزمایش های لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف ازن
۷۳	جدول ۴-۲- نتایج حاصل از آزمایش های ازن زنی لجن در pH های مختلف و دوزهای ۰/۵ و ۱ g O ₃ /g TS
۷۹	جدول ۴-۳- نتایج حاصل از آزمایش های لجن ازن زنی شده در غلظت های مختلف لجن در دوز ازن ۱ gO ₃ /gTS ...
۸۴	جدول ۴-۴- نتایج حاصل از هضم هوازی لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوزهای مختلف ازن
۹۰	جدول ۴-۵- نتایج حاصل از هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده در pH های مختلف و دوزهای ۰/۵ و ۱ gO ₃ /gTS ...
۱۰۰	جدول ۴-۶- نتایج حاصل از هضم هوازی لجن پیش ازن زنی شده با دوز ۱ g O ₃ /g TS در غلظت های مختلف لجن

فهرست اشکال

۱۳	..... شکل ۱-۱- فلودیاگرام مراحل مختلف فرآوری لجن
۲۲	..... شکل ۱-۲- ساختار شماتیک دیواره سلولی باکتریهای گرم منفی
۳۶	..... شکل ۱-۳- واکنش های اکسیداسیون ترکیبات (سوبسترا) در هنگام ازن زنی آب
۳۹	..... شکل ۱-۴- چگونگی تولید ازن به روش تخلیه ی کرونا
۵۳	..... شکل ۳-۱- الگوی شماتیک مراحل انجام تحقیق
۵۶	..... شکل ۳-۲- طرح شماتیک سیستم آزمایشی مورد استفاده
۵۶	..... شکل ۳-۳- نمایی از راکتورمورد استفاده
۵۸	..... شکل ۳-۴- نمایی از کپسول اکسیژن و ژنراتورهای ازن به همراه سایر متعلقات
۶۰	..... شکل ۳-۵- تصویر کامل پایلوت مورد استفاده

فهرست نمودارها

۶۹	نمودار ۱-۴- اثر دوز ازن بر میزان کاهش TS و TSS لجن.....
۶۹	نمودار ۲-۴- اثر دوز ازن بر میزان کاهش VS و VSS لجن.....
۷۰	نمودار ۳-۴- اثر دوز ازن بر محلول سازی جامدات آلی موجود در لجن.....
۷۰	نمودار ۴-۴- اثر دوز ازن بر نسبت واپاشی مواد آلی موجود در لجن.....
۷۱	نمودار ۵-۴- اثر دوز ازن بر تغییرات pH لجن.....
۷۱	نمودار ۶-۴- اثر دوز ازن بر جامدات قابل ته نشینی لجن.....
۷۲	نمودار ۷-۴- اثر دوز ازن بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک لجن.....
۷۴	نمودار ۸-۴- اثر pH اولیه لجن بر کاهش TS و TSS در دوز ازن $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۴	نمودار ۹-۴- اثر pH اولیه لجن بر کاهش TS و TSS در دوز ازن $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۵	نمودار ۱۰-۴- اثر pH اولیه لجن بر کاهش VS و VSS در دوز ازن $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۵	نمودار ۱۱-۴- اثر pH اولیه لجن بر کاهش VS و VSS در دوز ازن $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۶	نمودار ۱۲-۴- اثر pH اولیه لجن بر محلول سازی مواد آلی در دوز ازن $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۶	نمودار ۱۳-۴- اثر pH اولیه لجن بر محلول سازی مواد آلی در دوز ازن $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۷	نمودار ۱۴-۴- اثر pH اولیه لجن بر نسبت واپاشی مواد آلی در دوز ازن $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۷	نمودار ۱۵-۴- اثر pH اولیه لجن بر نسبت واپاشی مواد آلی در دوز ازن $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۸	نمودار ۱۶-۴- اثر pH اولیه لجن بر جامدات قابل ته نشینی در دوزهای ازن 0.5 و $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۷۸	نمودار ۱۷-۴- اثر pH اولیه لجن بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک در دوزهای ازن 0.5 و $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ با غلظت لجن ۱٪.....
۸۰	نمودار ۱۸-۴- اثر غلظت اولیه لجن بر کاهش TS و TSS در ازن زنی با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و pH طبیعی لجن.....
۸۰	نمودار ۱۹-۴- اثر غلظت اولیه لجن بر کاهش VS و VSS در ازن زنی با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و pH طبیعی لجن.....
۸۱	نمودار ۲۰-۴- اثر غلظت اولیه لجن بر محلول سازی مواد آلی در ازن زنی با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و pH طبیعی لجن.....
۸۱	نمودار ۲۱-۴- اثر غلظت اولیه لجن بر نسبت واپاشی مواد آلی در ازن زنی با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و pH طبیعی لجن.....
۸۲	نمودار ۲۲-۴- اثر غلظت اولیه لجن بر جامدات قابل ته نشینی در ازن زنی با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و pH طبیعی لجن.....
۸۲	نمودار ۲۳-۴- اثر غلظت اولیه لجن بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک در ازن زنی با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ و pH طبیعی لجن.....
۸۵	نمودار ۲۴-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش TS لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....
۸۵	نمودار ۲۵-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش VS لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....
۸۶	نمودار ۲۶-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش TSS لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....
۸۶	نمودار ۲۷-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش VSS لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....
۸۷	نمودار ۲۸-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش COD کل لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....
۸۷	نمودار ۲۹-۴- اثر هوادهی بر تغییرات pH لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....
۸۸	نمودار ۳۰-۴- اثر هوادهی بر جامدات قابل ته نشینی لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف.....

- ۸۸ نمودار ۳۱-۴- اثر هوادهی بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک لجن خام و ازن زنی شده با دوزهای مختلف
- ۹۱ نمودار ۳۲-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش TS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف...
- ۹۱ نمودار ۳۳-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش TS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف.....
- ۹۲ نمودار ۳۴-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش VS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۲ نمودار ۳۵-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش VS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف.....
- ۹۳ نمودار ۳۶-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش TSS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۳ نمودار ۳۷-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش TSS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف.....
- ۹۴ نمودار ۳۸-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش VSS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۴ نمودار ۳۹-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش VSS لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف...
- ۹۴ نمودار ۴۰-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش COD کل لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۵ نمودار ۴۱-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش COD کل لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۶ نمودار ۴۲-۴- اثر هوادهی بر تغییرات pH لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف.....
- ۹۶ نمودار ۴۳-۴- اثر هوادهی بر تغییرات pH لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف.....
- ۹۷ نمودار ۴۴-۴- اثر هوادهی بر جامدات قابل ته نشینی لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۷ نمودار ۴۵-۴- اثر هوادهی بر جامدات قابل ته نشینی لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف.....
- ۹۸ نمودار ۴۶-۴- اثر هوادهی بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $0.5 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۹۸ نمودار ۴۷-۴- اثر هوادهی بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک لجن خام و پیش ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در pH های مختلف
- ۱۰۱ نمودار ۴۸-۴- اثر هوادهی بر کاهش TS لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن.....
- ۱۰۱ نمودار ۴۹-۴- اثر هوادهی بر کاهش VS لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن.....
- ۱۰۲ نمودار ۵۰-۴- اثر هوادهی بر کاهش TSS لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن
- ۱۰۲ نمودار ۵۱-۴- اثر هوادهی بر کاهش VSS لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن
- ۱۰۳ نمودار ۵۲-۴- اثر هوادهی بر میزان کاهش COD کل لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن
- ۱۰۳ نمودار ۵۳-۴- اثر هوادهی بر تغییرات pH لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن
- ۱۰۴ نمودار ۵۴-۴- اثر هوادهی بر جامدات قابل ته نشینی لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن
- ۱۰۴ نمودار ۵۵-۴- اثر هوادهی بر کاهش دانسیته باکتری های هتروتروفیک لجن ازن زنی شده با دوز $1 \text{ g O}_3/\text{g TS}$ در غلظت های مختلف لجن

بررسی کارآیی استفاده از ازن در نسبت لجن فاضلاب شهری



فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

توسعه ی پایدار را می توان به صورت توانائی در تأمین نیازهای اساسی جامعه امروز بدون به مخاطره انداختن نیازهای نسل آینده تعریف نمود. مدیریت منابع طبیعی در عصر حاضر بدون آسیب رسانیدن به استفاده مفید از آن منابع از اهداف توسعه ی پایدار است. بنابر این چنانچه قرار باشد این هدف تحقق یابد ، بایستی یک روش جامع برای مدیریت محیط زیست اتخاذ شود. از این جهت یک روش تلفیقی مؤثر از لحاظ اقتصادی با تأکید بر اهداف بهداشت عمومی و محافظت محیط ضروری است. هدف دستیابی به توسعه ی پایدار تنها در صورتی بدست خواهد آمد که بر تعیین جامع بهترین ضوابط کاربردی محیط مبتنی بر محافظت از ساختار و عوامل اکوسیستم توجه کافی صورت گیرد [۱].

با توسعه ی شهرها و افزایش جمعیت و گسترش روز به روز صنایع، اهمیت کنترل آلودگی محیط زیست، بیش از پیش احساس می گردد. در این خصوص فاضلاب ها به عنوان یکی از عوامل آلودگی محیط زیست که باید به روش بهداشتی جمع آوری و تصفیه گردند، ذهن بسیاری از متخصصان و اندیشمندان علوم زیستی و بهداشتی را به خود مشغول ساخته است. ضمن آنکه وجود بحران کم آبی خصوصاً در کشور ما، توجه همگان را به لزوم تصفیه بهداشتی فاضلاب و استفاده مجدد آن به عنوان یک منبع آبی در زمینه های مختلف نظیر کشاورزی و غیره جلب می نماید [۲].

تصفیه ی فاضلاب ها همواره با تولید دو بخش مجزای پساب و لجن همراه است که هر یک از آنها برای خروج از تصفیه خانه و راهیابی مجدد به محیط زیست باید کیفیتی مناسب و مطابق با استانداردهای موجود داشته باشند. نگرش کلی بر فرآیند تصفیه فاضلاب در کشور به گونه ای است که توجهات اساسی عمدتاً بر روی تولید پسابی با کیفیت مناسب معطوف گردیده و به رغم وجود تأسیسات تصفیه لجن در بسیاری از تصفیه خانه ها، لجن های خروجی از کیفیت نامطلوبی برخوردار می باشند [۳]. به دلیل آلودگی بسیار زیاد لجن ها، همواره مشکلاتی در زمینه دفع آن ها وجود دارد، همچنین لجن ها در حالت خام قابل تعفن بوده و به سرعت بوی بد و آزار دهنده آن گسترش می یابد [۴]. به همین دلیل دفع مستقیم لجن خام باعث آلودگی محیط زیست شده و از نظر مقررات زیست محیطی ممنوع می باشد و باید قبل از دفع، لجن ها را تصفیه و تثبیت نمود [۵ و ۴].

مقدار لجن تولیدی در تصفیه خانه های فاضلاب تقریباً ۱ درصد فاضلاب تصفیه شده است. درحالی که تصفیه فاضلاب تنها چند ساعت به طول می انجامد، پردازش لجن تولیدی و آمایش آن برای دفع یا استفاده بهینه چند روز یا حتی چندین هفته طول می کشد و نیاز به استفاده از تجهیزات بسیار پیچیده ای دارد [۶].

مدیریت لجن حاصل از تصفیه خانه فاضلاب یکی از مهمترین و پرهزینه‌ترین مسائل رشته مهندسی فاضلاب بوده به گونه‌ای که تأسیسات تصفیه لجن ۴۰ تا ۶۰ درصد هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و تا ۵۰ درصد هزینه راهبری تصفیه خانه‌های فاضلاب را به خود اختصاص می‌دهند [۴ و ۲].

یکی از مراحل اصلی تصفیه لجن تثبیت آن می باشد. اهداف اصلی تثبیت لجن، کاهش بوهای آزار دهنده، کاهش عوامل بیماری زا و کاهش پتانسیل فسادپذیری لجن می باشد. موفقیت در رسیدن به این اهداف بستگی به میزان تثبیت مواد آلی دارد. برای رسیدن به این اهداف از روش های تثبیت مختلفی از قبیل هضم هوازی، بی هوازی، تثبیت شیمیایی، کمپوست، تصفیه حرارتی و غیره استفاده می شود [۷].

فرآیند های تثبیت لجن کلید موفقیت آمیز بودن عملکرد هر تصفیه خانه فاضلاب بوده که طی آن مواد آلی به محصولات پایدار تبدیل می شوند. مناسب ترین روش تثبیت لجن های بیولوژیکی مازاد، هضم هوازی می باشد که عبارت از تثبیت لجن به وسیله هوادهی طولانی لجن و تخریب جامدات فرار. به دلیل بالا بودن زمان هوادهی یا زمان ماند هیدرولیکی، اندازه این تأسیسات بزرگ بوده و هزینه سرمایه گذاری زیادی را به سیستم تحمیل می کند. لذا هر سیستم یا فرآیند که بتواند زمان هوادهی را کاهش دهد، می تواند در کاهش اندازه تأسیسات تصفیه لجن و در نتیجه هزینه بسیار مؤثر باشد [۲].

ازن و رادیکالهای هیدروکسیل دو ماده اکسید کننده قوی در تصفیه فاضلاب و تثبیت لجن می باشند. لذا یکی از گزینه های مناسب و جدید استفاده از ازن است که بطور گسترده ای برای کاهش لجن مورد استفاده قرار گرفته است. در طی از ناسیون لجن، بدلیل ترکیب پیچیده لجن، ازن به فرم رادیکالی تبدیل شده و با مواد محلول، آلی یا معدنی واکنش می دهد [۸].

با توجه به مزایای منحصر به فرد ازن از جمله پتانسیل اکسیداسیون بالا، ازن باعث واپاشی و تخریب جامدات بیولوژیکی و در نتیجه کاهش محتوی آن در لجن می شود. به علت قدرت بالای ازن، افزودن این ماده به لجن باعث تسریع در عمل تثبیت و در نتیجه کاهش اندازه و هزینه تأسیسات تصفیه لجن می گردد [۹].

به دلایل گفته شده در بالا از آنجایی که در میان روش های مذکور، ازن زنی به لجن باعث تسریع در عمل تثبیت و در نتیجه کاهش اندازه و هزینه تأسیسات تصفیه لجن می گردد، لذا در این تحقیق از این روش به منظور تثبیت لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری استفاده شده است. امید است با انجام این تحقیق بتوان حدالمقدور قدمی مثبت در جهت ارتقاء و حفظ بهداشت محیط زیست برداریم.