بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی
بخش عمران - گروه محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد

نقش پلیمرهای طبیعی و منعقدکننده‌های شیمیایی در آبگیری لجن

نوشین برزگر مروستی

استاد راهنما
دکتر بیتا آیتی

استاد مشاور
دکتر حسین گنجی دوست

خرداد ۱۳۸۸

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که با عشق، تحمل و فداکاری همواره یاریگرم بودند و تقدیم به دو خواهر عزیز و مهربانم.

سپاسگزاری

حمد و سپاس ایزد منان را که لطف به ثمر رساندن این مهم را به اینجانب عنایت نمود.

سپاس بیدریغ از استاد گرامی ام سرکار خانم دکتر آیتی که در تمام مراحل این تحقیق همواره راهنما و راه گشایم بودند.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر گنجی دوست که در این تحقیق با مشاوره‌های خود مساعدت لازم را مبذول داشتند سپاسگزارم.

همچنین شایسته است از دوستان عزیزم سرکار خانم مهندس جوادی و آقایان مهندس صالحی، مهندس مسچی، مهندس اشراقی که در طول انجام این تحقیق یاریم نمودند قدردانی نمایم.

چکیده

در مسائل مربوط به تصفیه فاضلاب، دفع بهداشتی لجن حاصل، از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به حجم بالای آب موجود در ساختار لجن (۹۵-۹۹ درصد)، هزینه بالای حمل و دفع لجن مرطوب و نیز نیاز به آبگیری لجن پیش از فرایندهای کودسازی یا سوزاندن، آماده‌سازی و آبگیری از ارکان اساسی مدیریت و تصفیه بهینه لجن محسوب می‌گردد. در این راستا در مجموعه عملیات تصفیه لجن، آماده‌سازی شیمیایی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. از آنجا که آماده‌سازی لجن با ترکیبات طبیعی از ارجحیت زیست‌محیطی و اقتصادی بالاتری نسبت به ترکیبات شیمیایی برخوردار است، متخصصین در تلاش برای یافتن مواد مناسب جهت جایگزینی می‌باشند. در این پژوهش به بررسی کارائی کیتوزان، نشاسته، عصاره لوبیا، عصاره پوست انار و سقز به عنوان پلیمرهای طبیعی در آماده‌سازی و آبگیری لجن و مقایسه آن با عملکرد منعقدکننده‌های شیمیایی آلوم و کلریدفریک پرداخته شد. طبق نتایج حاصل، کیتوزان و عصاره پوست انار، راندمان بالا و بسیار نزدیکی را با منعقدکننده شیمیایی کلرید فریک نشان دادند. به نحوی که درصد رطوبت کیک لجن در نمونه‌های آماده شده با این مواد به ترتیب از ۹۴/۲ درصد به مقادیر ۸۷/۳۳، ۸۸/۳۱ و ۸۶/۹۱ درصد و زمان فیلتراسیون در حدود ۵۵/۵، ۶۲/۹ و ۵۵/۵ درصد کاهش یافت. کاربرد آلوم نیز درصد رطوبت کیک را به ۸۷/۴۱ و زمان فیلتراسیون را ۴۸/۱۴ درصد کاهش داد. آماده‌سازی لجن با عصاره لوبیا راندمان بالایی را در کاهش رطوبت کیک لجن نشان نداد و زمان فیلتراسیون را ۲۲ درصد کاهش داد. در میان ترکیبات مورد استفاده، بالاترین میزان مصرف مرتبط با سقز مشاهده شد که زمان فیلتراسیون و حجم لجن را به ترتیب ۲۸/۵ و ۱۹/۷ درصد کاهش و رطوبت کیک را به ۹۲/۵ درصد تقلیل داد. آماده‌سازی لجن با نشاسته نیز زمان TTF را ۳۰ و رطوبت کیک را ۳/۸ درصد کاهش داد.

کلمات کلیدی

آماده‌سازی، آبگیری، منعقدکننده‌های شیمیایی، پلیمرهای طبیعی، درصد رطوبت کیک لجن

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار.....۱

فصل اول: کلیات

مقدمه.....۵

۱-۱- منشاء و مشخصات لجن فاضلاب.....۵

۱-۲- واحدهای پردازش و دفع لجن.....۸

۱-۲-۱- عملیات مقدماتی.....۹

۱-۲-۱-۱- خرد کردن ۹

۱-۲-۱-۲- دانه گیری..... ۹

۱-۲-۱-۳- اختلاط ۱۰

۱-۲-۱-۴- ذخیره ۱۰

۱-۲-۲- تصفیه ۱۰

۱-۲-۲-۱- تغلیظ..... ۱۱

۱-۲-۲-۲- تثبیت ۱۱

۱-۲-۲-۳- آماده سازی ۱۲

الف- تصفیه حرارتی ۱۲

ب- تصفیه شیمیایی..... ۱۳

۱-۲-۲-۴- آبگیری ۱۶

الف- پارامترهای فیزیکی مؤثر بر آبگیری..... ۱۸

الف- ۱- اندازه ذرات و پراکندگی آنها ۱۸

الف- ۲- غلظت جامدات..... ۱۹

الف-۳- تراکم پذیری ۱۹

الف-۴- استحکام لخته..... ۲۰

ب- پارامترهای شیمیایی مؤثر بر آبگیری ۲۰

ب-۱- پراکندگی آب..... ۲۰

ب-۲- پتانسیل زتا ۲۲

ب-۳- کاتیونها..... ۲۳

ب- ۴- نسبت C/N ۲۳
ج- پارامترهای بیولوژیکی مؤثر بر آبگیری ۲۴
ج-۱- مواد پلیمری برون سلولی ۲۴
د- زمان ماند جامدات و ترکیب سیال ورودی ۲۵
۱-۲-۳- دفع نهائی ۲۵

فصل دوم: منعقد کننده های شیمیایی و طبیعی
مقدمه ۲۷
۲-۱- منعقدکننده‌های غیرآلی ۲۷
۲-۱-۱- آهک ۲۸
۲-۱-۲- سولفات آلومینیوم و آلومینات سدیم ۲۹
۲-۱-۳- کلرید فریک ۳۰
۲-۲- منعقدکننده‌های آلی ۳۱
۲-۳- منعقدکننده‌های طبیعی ۳۳
۲-۳-۱- نشاسته ۳۴
۲-۳-۲- صمغ گوار ۳۵
۲-۳-۳- سدیم آلژینات ۳۶
۲-۳-۴- سدیم کربوکسی متیل سلولز (CMC) ۳۶
۲-۳-۵- کیتوزان ۳۷
۲-۳-۶- تانن ۳۹

فصل سوم: مروری بر تحقیقات انجام شده
مقدمه ۴۱
۳-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده ۴۲
۳-۲- هدف از تحقیق ۵۱

فصل چهارم: روش تحقیق، مواد و وسائل آزمایشگاهی
مقدمه ۵۳
۴-۱- روش تحقیق ۵۳
۴-۱-۱- طرز تهیه محلولها ۵۴
۴-۱-۲- تعیین pH بهینه ۵۵
۴-۱-۳- تعیین غلظت بهینه منعقدکننده ۵۵

۴-۱-۴- تعیین زمان فیلتراسیون (TTF) ۵۶
۴-۱- ۵- تعیین حجم فیلتر شده در زمان ثابت ۵۷
۴-۱- ۶- تعیین درصد کاهش حجم لجن ۵۷
۴-۱-۷- تعیین درصد رطوبت کیک لجن ۵۸
۴-۱-۸- تعیین کدورت آب فیلتر شده ۵۸
۴-۲- مواد مورد استفاده ۵۸
۴-۳- تجهیزات مورد استفاده ۵۹

فصل پنجم: بحث و نتایج
مقدمه ۶۱
۵-۱- آماده سازی لجن با پلیمرهای طبیعی ۶۱
۵-۱-۱- تأثیر کیتوزان بر آماده‌سازی لجن ۶۱
۵-۱-۲- تأثیر نشاسته بر آماده‌سازی لجن ۶۵
۵-۱-۳- تأثیر عصاره لوبیا بر آماده‌سازی لجن ۶۸
۵-۱-۴- تأثیر عصاره پوست انار بر آماده‌سازی لجن ۷۲
۵-۱-۵- تأثیر سقز بر آماده‌سازی لجن ۷۵
۵-۲- آماده سازی لجن با منعقد کننده‌های شیمیایی ۷۹
۵-۲-۱- تأثیر آلوم بر آماده‌سازی لجن ۷۹
۵-۲-۲- تأثیر کلرید آهن بر آماده‌سازی لجن ۸۳
۵-۳- مقایسه تأثیر ترکیبات شیمیایی و طبیعی بر آماده‌سازی لجن ۸۶

فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات
مقدمه ۹۱
۶-۱- جمع بندی ۹۱
۶-۲- پیشنهادات ۹۲

فهرست منابع ۹۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی و خواص نمونه وار برخی انواع لجن.....۶
جدول ۱-۲- مقادیر نمونه وار مصرف پلیمر برای لجنهای مختلف در روشهای مختلف آبگیری.. ۱۵
جدول ۱-۳- مزایا و معایب روشهای معمول در آبگیری لجن..... ۱۷
جدول ۱-۴- تقسیم بندی ذرات با توجه به اندازه آنها ۱۸
جدول ۱-۵- میزان متوسط پخش آب در لجن فعال ۲۲
جدول ۲- ۱- ساختار و خواص برخی منعقد کننده های غیر آلی ۲۸
جدول ۲- ۲- ساختار و وزن مولکولی برخی پلیمرهای آلی ۳۱
جدول ۴- ۱- محدوده pH و غلظت آماده‌سازی لجن با مواد تحت بررسی ۵۶
جدول ۵- ۱- مقایسه کارائی مواد در آماده‌سازی و آبگیری لجن نمونه واحد ۸۷
جدول ۵- ۲- تحلیل و مقایسه برخی مطالعات صورت گرفته..... ۸۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- شماتیکی از انواع لجن و واحدهای تولیدکننده آن ۶
شکل ۱-۲- فرایندهای تصفیه، کاربرد و دفع لجن فاضلاب ۹
شکل ۱-۳- تأثیر فرایند آماده‌سازی بر نرخ تبخیر آب از دو لجن هضم شده هوازی و بیهوازی. ۱۳
شکل ۱-۴- مکانیسم آماده سازی ۱۶
شکل ۱-۵- نمایی میکروسکوپی از ۴ دسته آب موجود در ساختار لجن..... ۲۱
شکل ۲-۱- ساختمان پلیمر طبیعی نشاسته..... ۳۴
شکل ۲-۲- ساختمان شیمیایی صمغ گوار..... ۳۵
شکل ۲-۳- ساختمان شیمیایی سدیم آلژینات ۳۶
شکل ۲-۴- ساختمان شیمیایی سدیم کربوکسی متیل سلولز.....۳۶
شکل ۲-۵- ساختمان شیمیایی کیتین و کیتوزان ۳۷
شکل ۲-۶- ساختمان شیمیایی دو ترکیب تانندار..... ۳۹
شکل ۴-۱- مراحل تحقیق ۵۴
شکل ۴- ۲- نمایی از دستگاه TTF..... ۵۷

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ۵-۱- تأثیر pH محلول کیتوزان بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۶۱
نمودار ۵-۲- تأثیر pH محلول کیتوزان بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه.....۶۲
نمودار ۵-۳- تأثیر pH محلول کیتوزان بر کاهش حجم لجن ۶۲
نمودار ۵-۴- تأثیر pH محلول کیتوزان بر کدورت آب فیلتر شده ۶۲
نمودار ۵-۵- تأثیر غلظت کیتوزان بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن.....۶۳
نمودار ۵-۶- تأثیر غلظت کیتوزان بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۶۴
نمودار ۵-۷- تأثیر غلظت کیتوزان بر درصد کاهش حجم لجن ۶۴
نمودار ۵-۸- تأثیر غلظت کیتوزان بر کدورت آب فیلتر شده ۶۴
نمودار ۵-۹- تأثیر pH سوسپانسیون نشاسته بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ..۶۵
نمودار ۵-۱۰- تأثیر pH سوسپانسیون نشاسته بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه.۶۵
نمودار ۵-۱۱- تأثیر pH سوسپانسیون نشاسته بر درصد کاهش حجم لجن ۶۶
نمودار ۵-۱۲- تأثیر pH سوسپانسیون نشاسته بر کدورت آب فیلتر شده ۶۶
نمودار ۵-۱۳- تأثیر غلظت نشاسته بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۶۷
نمودار ۵-۱۴- تأثیر غلظت نشاسته بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه.....۶۷
نمودار ۵-۱۵- تأثیر غلظت نشاسته بر درصد کاهش حجم لجن ۶۷
نمودار ۵-۱۶- تأثیر غلظت نشاسته بر کدورت آب فیلتر شده ۶۸
نمودار ۵-۱۷- تأثیر pH محلول عصاره لوبیا بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۶۹
نمودار ۵-۱۸- تأثیر pH محلول عصاره لوبیا بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۶۹
نمودار ۵-۱۹- تأثیر pH محلول عصاره لوبیا بر درصد کاهش حجم لجن.....۶۹
نمودار ۵-۲۰- تأثیر pH محلول عصاره لوبیا بر کدورت آب فیلتر شده ۷۰
نمودار ۵-۲۱- تأثیر غلظت عصاره لوبیا بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۷۰
نمودار ۵-۲۲- تأثیر غلظت عصاره لوبیا بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۷۱
نمودار ۵-۲۳- تأثیر غلظت عصاره لوبیا بر درصد کاهش حجم لجن ۷۱
نمودار ۵-۲۴- تأثیر غلظت عصاره لوبیا بر کدورت آب فیلتر شده..... ۷۱
نمودار ۵-۲۵- تأثیر pH عصاره پوست انار بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۷۲
نمودار ۵-۲۶- تأثیر pH عصاره پوست انار بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۷۳
نمودار ۵-۲۷- تأثیر pH عصاره پوست انار بر درصد کاهش حجم لجن ۷۳

نمودار ۵-۲۸- تأثیر pH عصاره پوست انار بر کدورت آب فیلتر شده ۷۳
نمودار ۵-۲۹- تأثیر غلظت عصاره پوست انار بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن .. ۷۴
نمودار ۵-۳۰- تأثیر غلظت عصاره پوست انار بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ... ۷۴
نمودار ۵-۳۱- تأثیر غلظت عصاره پوست انار بر درصد کاهش حجم لجن ۷۵
نمودار ۵-۳۲- تأثیر غلظت بر کدورت آب فیلتر شده ۷۵
نمودار ۵-۳۳- تأثیر pH محلول سقز بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۷۶
نمودار ۵-۳۴- تأثیر pH محلول سقز بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۷۶
نمودار ۵-۳۵- تأثیر pH محلول سقز بر درصد کاهش حجم لجن ۷۷
نمودار ۵-۳۶- تأثیر pH محلول سقز بر کدورت آب فیلتر شده ۷۷
نمودار ۵-۳۷- تأثیر غلظت سقز بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۷۷
نمودار ۵-۳۸- تأثیر غلظت سقز بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۷۸
نمودار ۵-۳۹- تأثیر غلظت سقز بر درصد کاهش حجم لجن ۷۸
نمودار ۵-۴۰- تأثیر غلظت سقز بر کدورت آب فیلتر شده ۷۸
نمودار ۵-۴۱- تأثیر pH آلوم بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۸۰
نمودار ۵-۴۲- تأثیر pH آلوم بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۸۰
نمودار ۵-۴۳- تأثیر pH آلوم بر درصد کاهش حجم لجن ۸۰
نمودار ۵-۴۴- تأثیر pH آلوم بر کدورت آب فیلتر شده ۸۱
نمودار ۵-۴۵- تأثیر غلظت آلوم بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۸۲
نمودار ۵-۴۶- تأثیر غلظت آلوم بر حجم آب فیلترشده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه..... ۸۲
نمودار ۵-۴۷- تأثیر غلظت آلوم بر درصد کاهش حجم لجن ۸۲
نمودار ۵-۴۸- تأثیر غلظت آلوم بر کدورت آب فیلتر شده ۸۳
نمودار ۵-۴۹- تأثیر pH کلرید آهن بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۸۳
نمودار ۵-۵۰- تأثیر pH کلرید آهن بر حجم آب فیلتر شده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه ۸۴
نمودار ۵-۵۱- تأثیر pH کلرید آهن بر درصد کاهش حجم لجن ۸۴
نمودار ۵-۵۲- تأثیر pH کلرید آهن بر کدورت آب فیلتر شده ۸۴
نمودار ۵-۵۳- تأثیر غلظت کلرید آهن بر زمان فیلتراسیون و درصد رطوبت کیک لجن ۸۵
نمودار ۵-۵۴- تأثیر غلظت کلرید آهن بر حجم آب فیلترشده در زمان ثابت ۱۰ ثانیه..... ۸۵
نمودار ۵-۵۵- تأثیر غلظت کلرید آهن بر درصد کاهش حجم لجن ۸۵
نمودار ۵-۵۶- تأثیر غلظت کلرید آهن بر کدورت آب فیلتر شده ۸۶

پیشگفتار

فاضلاب شهری پس از عبور از واحدهای عملیاتی و فرایندهای تصفیه فاضلاب به دو بخش پساب و لجن تفکیک می شود. لجن حاصل معمولاً به شکل مایع یا مایع نیمه جامد است که مناسب با عملیات و فرایندهایی که روی آن انجام شده، ۰/۲۵ تا ۱۲ درصد وزنی مادۀ جامد دارد. از جمله مسائل مهم و حیاتی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، نحوه تصفیه، دفع و یا استفاده مجدد لجن باقیمانده از فرایندهای مختلف مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی می‌باشد؛ چرا که حجم بالا و ساختار تقریباً مایع شکل آن هزینه بالایی را به تصفیه‌خانه تحمیل می‌کند و در صورت دفع آن بصورت خام و یا تصفیه ناقص، شرایط بحرانی در محیط زیست به وجود می‌آورد. از این رو در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب عموماً از روشهای تغلیظ، آماده‌سازی و آبگیری جهت کاهش حجم ذرات جامد بیولوژیکی استفاده می‌گردد. از آنجا که لجن حاصل از مرحله تغلیظ همچنان دارای ساختار مایع شکل می‌باشد، فرایند آبگیری بخش کلیدی در مدیریت لجن فاضلاب محسوب می‌گردد. فرآیند آبگیری با کاهش حجم لجن منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های ذخیره و انتقال، کاهش ملزومات مربوط به سوخت (در صورت اعمال فرآیند سوزاندن یا خشکاندن بر روی لجن باقیمانده)، تولید ماده‌ای مناسب برای کودسازی، بهینه‌سازی عملیات خشک نمودن با جریان هوا و در نهایت تولید لجنی مناسب برای دفع در زمین می‌گردد.

جهت بهینه‌سازی عملیات آبگیری می‌توان از روشهای مختلف آماده‌سازی لجن استفاده نمود که در میان این روشها، دو روش تصفیه گرمایی و آماده‌سازی شیمیایی مرسوم‌تر می‌باشند. آماده‌سازی شیمیایی لجن پیش‌نیاز روشهای آبگیری مکانیکی می‌باشد چرا که با کاربرد برخی منعقدکننده‌های آلی و غیر آلی سنتزی یا طبیعی و به واسطه دو مکانیسم اصلی خنثی‌سازی بار و پل‌زنی بین ذره‌ای سبب بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی لجن، کاهش بارهای الکترو استاتیک سطح ذرات، تجمع ذرات ریز و پراکنده و آزادسازی آب پیوندی آنها شده و قابلیت آبگیری را بالا می‌برد. از طرف دیگر آماده‌سازی شیمیایی منجر به ضدعفونی بیشتر لجن، کاهش بو و بهبود بازیابی جامدات آن می‌شود.

از آنجا که کاربرد ترکیبات غیرآلی در آماده‌سازی لجن سبب کاهش ارزش حرارتی لجن، افزایش حجم لجن پس از فرآیند آبگیری (۱۵-۳۰ درصد) و نیز در برخی موارد خوردگی می‌شود و نیز با توجه به آنکه مواد مصنوعی از قابلیت تجزیه پذیری زیستی برخوردار نبوده و مخاطرات زیست محیطی را همراه دارند، تلاش در جهت استفاده از ترکیبات طبیعی در آماده‌سازی لجن و نیز عملیات انعقاد و لخته‌سازی در فرایندهای تصفیه آب و فاضلاب رو به گسترش است. از جمله این مواد می‌توان به نشاسته، انواع صمغ‌ها و رزین‌های طبیعی نظیر کهربا، سقز، کیتوزان، تانن‌ها و نیز ترکیبات استخراج شده از کتیرا، شنبلیله، پوست باقلا، دانه گیاه مارینگا و برخی جلبک‌های دریایی اشاره نمود. مزیت عمده این ترکیبات عدم سمیت، قابلیت دسترسی از طریق منابع طبیعی و تجزیه‌پذیری زیستی آنها می‌باشد ضمن اینکه حجم لجن کمتری تولید کرده و هزینه پایین‌تری دارند.

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر برخی مواد و پلیمرهای طبیعی در آماده‌سازی و آبگیری لجن به منظور شناسایی ترکیبات طبیعی مناسب برای جایگزینی با ترکیبات شیمیایی و سنتزی بوده است. بدین منظور به بررسی تأثیر کیتوزان، نشاسته، عصاره لوبیا، عصاره پوست انار و سقز (به عنوان پلیمر طبیعی)، آلوم و کلرید فریک (به عنوان منعقدکننده‌های شیمیایی) پرداخته شد. از آنجا که ۲۵ درصد از هزینه تصفیه لجن مربوط به فرآیند آماده‌سازی شیمیایی آن می‌باشد، یافتن دوز بهینه آماده‌ساز جهت دستیابی به حداکثر راندمان آبگیری، مهمترین مسئله در کاهش هزینه انجام این عملیات می‌باشد. در این راستا، جهت تعیین نوع و میزان بهینه منعقدکننده، از آزمایشات متنوعی استفاده می‌گردد که در میان آن‌ها تعیین زمان فیلتراسیون لجن (TTF) و زمان مکش موئینه (CST) از سایرین معمول‌تر می‌باشند. در این پروژه ارزیابی آماده‌سازی لجن مشتمل بر دو مرحله اصلی تعیین pH و تعیین دوز بهینه مواد توسط آزمون‌های زمان فیلتراسیون (TTF)، درصد کاهش حجم لجن، درصد رطوبت کیک لجن و تعیین حجم آب فیلتر شده در زمان یکسان (۱۰ ثانیه) و کدورت آب فیلتر شده صورت پذیرفت.

از آنجا که شناخت مشخصه‌های مواد جامد و لجن مورد فراوری جهت تصفیه، آماده‌سازی و دفع مؤثر لجن حاصل از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب امری ضروری می‌باشد، در فصل اول انواع لجن

حاصل از فرایندهای تصفیه فاضلاب و شناخت ویژگی‌های آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل دوم برخی منعقدکننده‌های شیمیایی و پلیمرهای طبیعی معرفی شده و پس از آن در فصل سوم به بررسی مطالعات صورت گرفته در خصوص آماده‌سازی شیمیایی لجن در ایران و سایر کشورها پرداخته می‌شود. در فصل چهارم روش تحقیق، مواد و وسائل آزمایشگاهی و در فصل پنجم نتایج حاصل از تحقیق آورده شده است. در فصل ششم نیز جمع بندی و پیشنهادات ارائه می گردد.

فصل اول

کلیات

مقدمه

در سالیان اخیر، پیشرفت جوامع بشری و توسعه صنایع مختلف، فرآیند مصرف آب و تولید فاضلاب را بطور روزافزون افزایش و نیاز به استفاده از روشهای نوین تصفیه فاضلاب را توسعه داده است. در این میان یکی از مسائل مهم و حیاتی در فرآیندهای تصفیه فاضلاب، چگونگی تصفیه، دفع و یا حتی استفاده مجدد از جامدات بیولوژیکی[1] (لجن) باقیمانده از فرآیندهای مختلف مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی می‌باشد؛ چرا که دفع این ذرات به محیط پذیرنده، به صورت خام و بدون اعمال فرآیندهای تصفیه، می‌تواند به وجود آورنده شرایط خطرناک و بحرانی برای محیط زیست باشد.

۱-۱- منشاء و مشخصات لجن فاضلاب

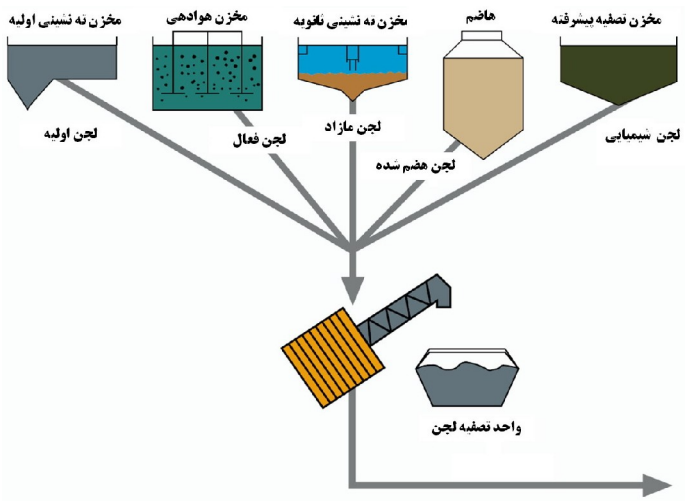
مواد جدا شده از فاضلاب در واحدهای تصفیه را می‌توان به دو دسته کلی ۱) آشغال‌ها، ذرات و مواد دانه مانند همچون شن و ماسه و ۲) توده‌های بیولوژیکی یا لجن تقسیم‌بندی نمود. آشغال و مواد دانه‌ای جدا شده از فاضلاب بیشتر دارای ماهیت معدنی بوده و مقدار آنها کم می‌باشد، لذا مشکل خاصی برای عملیات تصفیه، انتقال و دفع آنها وجود نخواهد داشت؛ لیکن جامدات غلیظ بیولوژیکی که از آنها بعنوان لجن نام برده می‌شود، دارای ماهیت آلی بوده و محصول عملیات و فرآیندهای مختلف تصفیه فاضلاب از جمله تصفیه مکانیکی و بیولوژیکی می‌باشند. این ذرات عموماً دارای دو خاصیت عمده بوده که لزوم تصفیه آنها را ایجاب می‌کند: اول ساختار مایع شکل لجن (۹۵-۹۹ درصد از ساختار لجن را آب تشکیل می‌دهد) که منجر به افزایش حجم و عدم کارایی فرآیندهای تصفیه و دفع شده دوم وجود انواع مواد آلی، مغذی، میکروبها، فلزات سنگین، مواد سمی و دیگر عوامل بیماری‌زا، که لزوم تثبیت لجن را ایجاب می‌نماید (صالحی، ۱۳۸۶).

منشأ مواد جامد بسته به نوع تصفیه‌خانه و روش بهره‌برداری آن، متفاوت می‌باشد. از طرفی کیفیت و خصوصیات لجن به فاکتورهایی مانند مشخصات فاضلاب، منشأ تولید و میزان پساب

[1] Biosolids

صنعتی، مسکونی و روانابهای شهری ورودی به شبکه جمع‌آوری فاضلاب، فصول و نواحی جغرافیایی مختلف بستگی دارد (McFarland، ۲۰۰۰).

در شکل (۱-۱) شماتیکی از انواع لجن و واحدهای تولید کننده آن و در جدول (۱-۱) ترکیب شیمیایی و خواص نمونه وار لجن تصفیه نشده و لجن هضم شده آمده است.



شکل ۱-۱- شماتیکی از انواع لجن و واحدهای تولیدکننده آن (صالحی، ۱۳۸۶)

جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی و خواص نمونه وار برخی انواع لجن (Palencia، ۲۰۰۷)

پارامتر	لجن اولیه	لجن هضم شده	لجن ثانویه (SAS)[1]
کل مواد جامد خشک(TS)%	۵ – ۹	۲ - ۵	۲ - ۸
مواد جامد فرار (TS) %	۶۰ – ۸۰	۳۰ - ۶۰	۵۰ - ۸۸
پروتئین (TS) %	۲۰ – ۳۰	۱۵ - ۲۰	۳۲ - ۴۱
نیتروژن (N, TS) %	۱/۵ – ۴	۱/۶ –۳	۲/۴ – ۵
کربوهیدرات (درصد جرم خشک)	۱۸/۴ – ۲۷/۷	۲۸/۹ – ۳۲/۳	۲۵/۲ – ۲۸/۱
فیبر (درصد جرم خشک)	۱۷/۶ – ۲۵/۵	۳/۷ – ۳/۸	۰/۱۵ – ۱/۲۲
لیپید (درصد جرم خشک)	۶/۴ – ۱۴/۸	۲/۴ – ۹/۱	۰/۸ – ۲/۵
pH	۵ – ۸	۶/۵ – ۷/۵	۶/۵ – ۸
درجه قلیائیت ($mg/L\ CaCO_3$)	۵۰۰ – ۱۵۰۰	۲۵۰۰ - ۳۵۰۰	۵۸۰ - ۱۱۰۰
کل EPS[2] (mg/g SS)	۵۵±۷۵	۶۵±۱۳۰	۹±۴۱

[1] Secondary Activated Sludge
[2] Extra Polymeric Substances

واحدهای تولید لجن در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را می‌توان به صورت ذیل طبقه‌بندی نمود (صالحی، ۱۳۸۶).

- مخازن ته‌نشینی اولیه: لجن حاصل از این مخازن با عنوان لجن اولیه[1] یا لجن خام شناخته می‌شود. بخش اعظم لجن حاصل از فرایند تصفیه فاضلاب را این نوع لجن تشکیل می‌دهد که حاصل ته‌نشستهای واحد آشغالگیر و مشتمل بر جامدات مدفوعی، کاغذ، سنگریزه و انواع میکروارگانیسم‌های پاتوژن می‌باشد (صالحی، ۱۳۸۶ و Palencia، ۲۰۰۷).
- مخازن هوادهی: لجن حاصل از این مخازن، لجن فعال[2] نامیده می‌شوند. این لجن عموماً به رنگ قهوه ای بوده و ظاهری لخته مانند دارد. لجن فعال اغلب به سرعت عفونی شده و بوی ناخوشایند گندیدگی پیدا می‌کند. تیرگی رنگ لجن فعال، نشانه عفونی شدن آن و روشنی بیش از حد معمول آن ممکن است به علت هوادهی از زیر و رسوبگذاری آرام مواد جامد باشد. این نوع لجن در شرایط خوب بوی خاک می‌دهد که ناخوشایند نمی‌باشد (صالحی، ۱۳۸۶ و Metcalf & Eddy، ۲۰۰۴).
- مخزن ته‌نشینی ثانویه: لجن حاصل از این مخازن با عنوان لجن ثانویه[3] یا لجن فعال مازاد[4] شناخته می‌شود. این لجن دارای رنگ قهوه‌ای طلایی، ظاهری لخته شده و بوی خاک می‌باشد که با گذشت زمان گندیده و بوی نامطبوعی ایجاد می‌کند (صالحی، ۱۳۸۶).
- مخزن ته‌نشینی صافی چکنده: لجن حاصل از این مخازن با عنوان لجن ثانویه یا گیاخاک[5] شناخته می‌شود. مشخصات این لجن همانند لجن فعال مازاد می‌باشد. این لجن، نوعاً شامل ۲ درصد مواد محلول (DS)[6] بوده و بخش اعظم آن را میکروارگانیسمها و ارگانیسمهای بزرگتری نظیر حشرات و کرم‌ها تشکیل می‌دهند. لجن صافی چکنده نسبت به سایر لجنهای هضم شده، معمولاً کندتر تجزیه می‌شود و در صورت وجود میزان

[1] Primary Sludge
[2] Activated Sludge
[3] Secondary Sludge
[4] Waste Activated Sludge
[5] Humus
[6] Dissolved Solids

بالای کرم در آن، بوی ناخوشایند آن به سرعت تغییر می‌کند (صالحی، ۱۳۸۶ و Palencia، ۲۰۰۷).

- مخزن ته‌نشینی شیمیایی (تصفیه پیشرفته): لجن حاصل از این مخازن با عنوان لجن شیمیایی[1] شناخته می‌شود. در حالتی که به منظور حذف فسفات از فاضلاب، به تصفیه اولیه و ثانویه مواد شیمیایی نظیر سولفات آلومینیوم، کلرور فریک یا آهک اضافه شود، لجن شیمیایی حاصل می‌شود. این لجن اغلب سیاه رنگ بوده و به راحتی قابل هضم نمی‌باشد. بوی این لجن عموماً کمتر از بوی لجن اولیه است (صالحی، ۱۳۸۶).
- مخازن هضم هوازی و بی‌هوازی لجن: لجن حاصل از این مخازن، لجن هضم شده[2] نامیده می‌شود. این لجن، دارای رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه بوده و با گاز همراه می‌باشد. در صورت تکمیل فرآیند هضم، بوی آن بسیار ضعیف و مانند بوی قیر گرم و یا لاستیک سوخته می‌باشد.
- اختلاط لجن حاصل از مخازن ته‌نشینی اولیه و ثانویه: لجن حاصله از این مخازن، لجن مخلوط[3] شناخته می‌باشد (صالحی، ۱۳۸۶).

۱-۲- واحدهای پردازش و دفع لجن

همان طور که ذکر شد لجن حاصل از فرآیندهای مختلف تصفیه فاضلاب، قبل از دفع نهایی و یا استفاده مجدد باید مورد تصفیه قرار گیرند. هدف از این تصفیه، دفع آب موجود در ساختار لجن به منظور کاهش حجم آن و تثبیت ترکیبات آلی موجود به منظور کاهش حالات نامطلوب و مضر اعم از بوی ناخوشایند و قابلیت بیماری‌زایی می‌باشد. به علاوه کاهش حجم لجن می‌تواند منجر به کاهش حجم تجهیزات فرآوری و ذخیره لجن، کاهش آلاینده‌ها و نیز مساحت مورد نیاز برای دفع لجن گردد. از طرف دیگر تثبیت لجن منجر به تولید محصولی بهداشتی و مناسب جهت استفاده در کشاورزی و یا دفع در زمین می‌شود (صالحی، ۱۳۸۶). شکل (۱-۲) نمای کلی از فرایندهای تصفیه، کاربرد و دفع لجن فاضلاب را نشان می‌دهد.

[1] Chemical Sludge
[2] Digested Sludge
[3] Mixed Sludge