

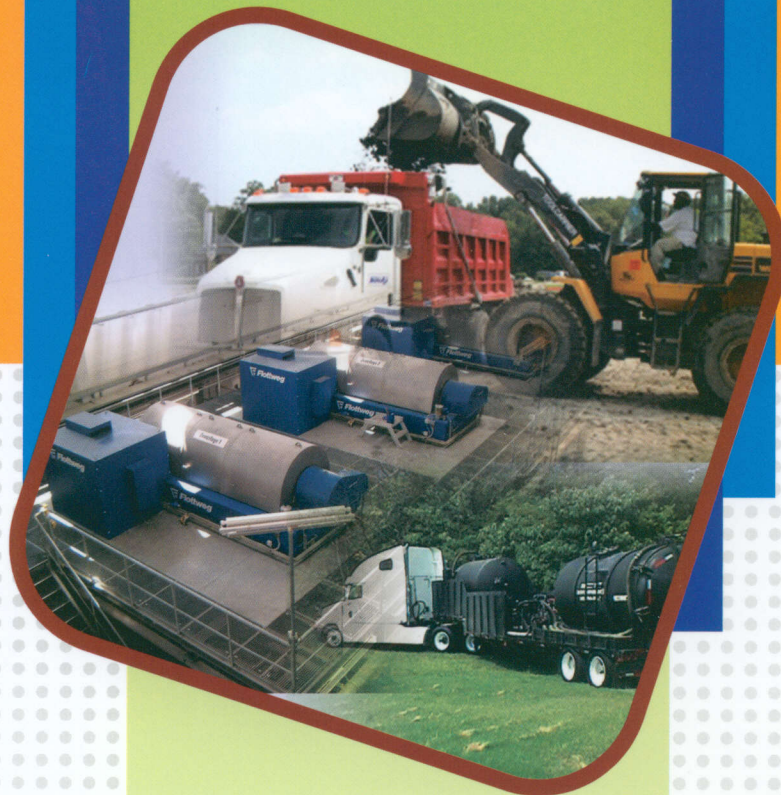


www.abpsoil.com



ابنیک پایدار سبز

# تصفیه و دفع لجن



مدیریت  
بهداشت، ایمنی و محیط زیست

طراحی: مهندسین مشاور



مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست



به نام خدا

**تصفیه و دفع لجن**

۱۳۹۱



## فهرست عناوین

پیشگفتار .....	۱
مقدمه .....	۱
راهکارهای تصفیه و دفع لجن ها .....	۴
انواع فرآیندهای تصفیه و دفع لجن .....	۴
آبگیری و تغلیظ لجن .....	۶
تثبیت لجن .....	۷
خشک کردن لجن .....	۸
آبگیری از لجن به روش ثقلی .....	۹
آبگیری از لجن به روش مکانیکی .....	۱۵
سوزاندن لجن .....	۱۵
تهیه کود .....	۱۶
دفع لجن در لاگون‌های عمیق با لایه های نفوذناپذیر .....	۱۶
روش‌های تصفیه پساب جدا شده از لجن .....	۱۷
نتیجه‌گیری .....	۱۸
منابع .....	۱۸

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: تصفیه و دفع لجن

تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی پالایش و پخش

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: شرکت ایرانچاپ (۲۹۹۹۳۴۴۵)



### پیشگفتار:

محیط زیست، جلوه‌ای است از پهن‌دشت بزرگ جهان آفرینش که خداوند سبحان آن را با قدرت شگرف و لایزال خود ساخته و پرداخته است. با توجه به رویارویی بشر امروزی با چالش‌های متعدد زیست‌محیطی از جمله آلودگی منابع آب، خاک، هوا، پدیده گرم شدن زمین، تخریب لایه اوزون و... همچنین مطابق با آموزه‌های دینی و همچنین اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، حفاظت از محیط زیست یک وظیفه عمومی تلقی می‌شود؛ به این معنی که کلیه افراد حقیقی و حقوقی موظف به حفظ محیط زیست هستند.

مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HS) شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی در جهت ارتقای فرهنگ محیط زیست اقدام به انتشار مجموعه کتابچه‌های زیست‌محیطی با هدف آموزش مطالب علمی کاربردی و در عین حال ساده و روان در مقوله محیط زیست نموده است.

این مجموعه بی‌شک خالی از اشکالات فنی، نگارشی نیست. لذا مدیریت HSE از خوانندگان گرامی خواهشمند است نقطه نظرات و پیشنهادهای سازنده خود را در راستای غنای مطالب و ترویج فرهنگ عمومی زیست‌محیطی به این مدیریت منعکس نمایند.



### مقدمه

لجن پس مانده مواد نیمه جامد از فرآیندهای صنعتی، گندزدایی آب و گندزدایی فاضلاب است. در اصطلاح عمومی به گل سیاهی که در ته مرداب، جوی و آب‌های راکد باقی می‌ماند، لجن می‌گویند.

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، لجن‌هایی تولید می‌شود که باید دفع گردد. مدیریت جامدات شامل پردازش رضایت بخش به منظور دفع نهایی در محیط زیست است و این در حالی است که لجن‌ها به دلیل آلودگی بسیار زیادشان قبل از دفع نیاز به تصفیه و تثبیت دارند.

دفع لجن مازاد حاصل از تصفیه فاضلاب، از مسایل ضروری یک تصفیه‌خانه فاضلاب به حساب می‌آید و این بخش، قسمت عمده‌ای از هزینه‌های یک تصفیه‌خانه فاضلاب را در بر می‌گیرد. لذا ارایه راهکارهای صحیح مدیریتی برای لجن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب امری ضروری است.

### راهکارهای تصفیه و تثبیت لجن‌ها

در تصفیه فاضلاب دو نوع محصول تولید می‌شود: پساب تصفیه‌شده و لجن مایع یا نیمه مایع. لجن، مواد جامد معلق موجود در فاضلاب خام ورودی و همچنین مواد معلق ایجاد شده طی فرآیندهای بیولوژیکی و یا شیمیایی است که از طریق ته‌نشینی جدا می‌شود.

حجم عمده لجن را آب تشکیل می‌دهد که حسب نوع فرآیند و مرحله تصفیه، مقدار مواد جامد موجود در لجن بین ۲۵٪ تا ۱۲ درصد وزنی متغیر خواهد بود.



در این لجن از فاضلاب جدا می‌شود. همچنین این لجن بسیار بدبو و چسبنده است و به سختی آب خود را از دست می‌دهد.

### لجن فعال

این لجن در حوض ته‌نشینی ثانویه و از تصفیه بیولوژیک فاضلاب حاصل می‌شود و حاوی مقدار بسیار زیادی باکتری‌های هوازی است. این لجن به رنگ قهوه‌ای و در حالت تازه، بدون بو می‌باشد. لجن فعال به حالت ژلاتینی است و به دلیل وجود مواد جامد آلی خیلی ریز، آبگیری از آن به سختی انجام می‌گیرد. این لجن حاوی مواد مغذی است و می‌تواند برای باروری زمین‌های کشاورزی استفاده شود.

### لجن شیمیایی

این لجن از ترکیب ذرات کلوئیدی که به واسطه افزایش مواد شیمیایی، بی‌بار شده و قابلیت ته‌نشینی یافته است، همچنین مواد محلول در فاضلاب که با افزایش مواد شیمیایی به شکل نامحلول خود تبدیل شده، تشکیل شده است. این لجن دارای خواص مشابه لجن اولیه است که به علت مصرف مواد شیمیایی در تصفیه فاضلاب و انعقاد مواد معلق ریز، آبگیری آن ساده تر است. این لجن نسبت به لجن اولیه بوی کمتری دارد و بر حسب نوع ماده شیمیایی، رنگ آن متفاوت است.

### لجن هضم شده

این لجن دارای رنگ قهوه‌ای است و به علت انجام عملیات هضم، مواد آلی فسادپذیر آن به حداقل رسیده و در نهایت هیچگونه بوی بدی ندارد. لجن هضم شده به راحتی آب خود را از دست می‌دهد (لجن هضم شده به روش بی‌هوازی قابلیت بیشتری در از دست دادن آب دارد). ضمن آنکه به دلیل غنی بودن آن از نظر مواد مغذی، برای باروری زمین نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش تصفیه لجن به عواملی مانند خصوصیات لجن، صنعتی یا بهداشتی



بدیهی است بدون آشنایی با انواع لجن‌ها و خصوصیات آن‌ها نمی‌توان روش مناسبی برای تصفیه و تثبیت آن‌ها پیشنهاد کرد.

### لجن ناشی از لایروبی مخازن نفتی

این نوع لجن به لحاظ نگهداری انواع مختلف ترکیبات هیدروکربنی اعم از نفت خام و انواع فرآورده دارای خصوصیات متفاوتی بوده و اغلب حاوی مقادیر زیاد هیدروکربن‌های نفتی، فلزات سنگین<sup>۱</sup> MTBE است که باید به کمک روش مناسبی تصفیه و تثبیت شود. انواع لجن‌های تولید شده در روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب به شرح زیر می‌باشد:

### لجن ته‌نشینی اولیه

این لجن از فاضلاب خام تولید شده و به رنگ خاکستری است. این لجن حاوی مواد درشت بوده و تقریباً ۶۰-۵۰ درصد از مواد معلق موجود در فاضلاب،

1. Methyl Tertiary Butyl Ether

در این مرحله، لجن وارد حوض‌های تغلیظ لجن می‌شود و سپس با بهره‌گیری از یک لجن‌روب مکانیکی با سرعت دورانی کم، ضمن تغلیظ لجن، جداسازی آب از لجن صورت می‌گیرد. لجن تغلیظ شده در انتهای حوض و لجن‌اب نیز در سطح حوض جمع‌آوری می‌شود. کف‌اب و لجن‌اب برای تصفیه، دوباره به ابتدای تصفیه‌خانه برگشت داده می‌شود و لجن تغلیظ شده نیز توسط نیروی ثقل یا تلمبه مخصوص انتقال لجن، به مخازن هاضم و یا به واحدهای خشک‌کننده لجن منتقل می‌گردد.

در فرآیند تغلیظ لجن با بهره‌گیری از مواد شیمیایی (مانند منعقدکننده‌ها و پلی‌الکترولیت‌ها) و همچنین بهره‌برداری مناسب از سیستم، امکان کاهش حجم لجن تا حدود ۳ تا ۵ برابر میسر است که خود نقش مؤثری در جمع‌آوری و دفع آن خواهد داشت.

مزایای بهره‌گیری از حوض تغلیظ لجن به شرح زیر است:

- مصرف انرژی الکتریکی کم
- کاهش حجم مخازن هضم لجن
- کاهش ظرفیت تجهیزات مکانیکی (مانند الکتروپمپ‌های انتقال لجن)
- کاهش تعداد و سطح واحدهای مربوط به خشک‌کردن لجن
- کاهش هزینه طرح تصفیه و دفع لجن
- معایب حوض تغلیظ لجن عبارت است از:
- پذیرش بار سطحی محدود
- نیاز به افزایش مواد شیمیایی
- قابلیت محدود در حذف مواد جامد معلق از لجن‌اب
- لزوم بهره‌برداری مناسب
- انتشار بو و ذرات آئروسول در هوا

لجن خروجی از حوض‌های تغلیظ لجن همچنان مایع بوده و دارای غلظتی در حدود ۴ تا ۶ درصد مواد جامد معلق است. بنابراین برای سهولت دفع آن لازم است در ادامه مسیر از روش‌های بی‌آب کردن لجن استفاده شود. کف‌آب و

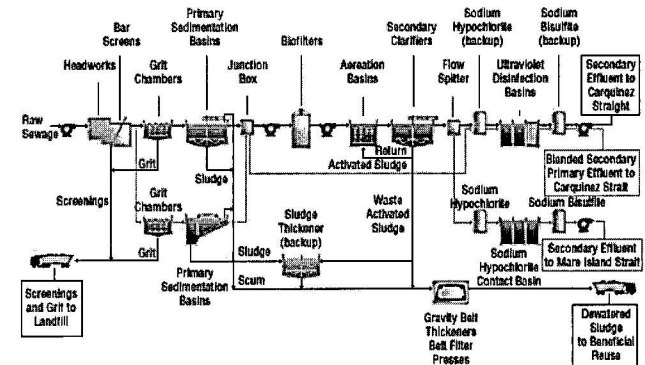
بودن آن و فضای مورد استفاده بستگی دارد. این روش‌ها باید بتوانند لجن‌ها را با روشی اقتصادی به موادی که باعث آلودگی محیط زیست نگردد، تبدیل کنند.

### انواع فرآیندهای تصفیه و دفع لجن عبارت است از:

- تغلیظ لجن<sup>۱</sup>
- تثبیت لجن<sup>۲</sup>
- خشک‌کردن لجن<sup>۳</sup>
- دفع نهایی لجن<sup>۴</sup>

### آبگیری و تغلیظ لجن

اولین مرحله تصفیه لجن، تغلیظ لجن به منظور کاهش حجم آن است. همان‌گونه که اشاره شد، لجن حاصل از فرآیند تصفیه فاضلاب بسیار بدبو و حاوی مقدار زیادی آب است که در صورت لزوم تصفیه، علاوه بر مشکلات نقل و انتقال آن، حجم زیادی را برای واحدهای تصفیه لجن ایجاب می‌کند.



شکل ۲. واحدهای تصفیه‌خانه فاضلاب

- 1- Sludge Thickening
- 2- Sludge Stabilization
- 3- Sludge Dewatering
- 4- Sludge Disposal



- راهبری پیچیده و نیازمند به بهره‌برداران مجرب و متخصص
- حساسیت زیاد باکتری‌های متان‌ساز نسبت به تغییرات دما
- تأمین دمای بالا جهت فعالیت باکتری‌های متان‌ساز
- تراکم گاز در سقف هاضم و احتمال انفجار در صورت عدم راهبری مناسب
- پیچیدگی در انجام عملیات اجرایی ساختمانی، نصب تأسیسات حرارتی و پوشش‌های حفاظتی
- تولید لجن‌آب بسیار آلوده

### هضم هوازی لجن

- لجن فاضلاب را می‌توان در هوادهی طولانی و با استفاده از ارگانوسم‌های هوازی، مورد تجزیه و تصفیه بیولوژیک قرار داد.
- مزایای هضم لجن به روش هوازی به شرح زیر است:
- لجن‌آب باقیمانده در این روش دارای آلودگی (BODs) کمتری است.
  - فرآیند تصفیه لجن بدون بو می‌باشد.
  - لجن تصفیه شده بهتر آب خود را از دست می‌دهد.
  - لجن بدست آمده خاصیت کودی بیشتری دارد.
  - ساده‌تر بودن راهبری و نگهداری سیستم و نیاز کمتر به نیروی انسانی متخصص
  - حساسیت کمتر سیستم نسبت به تغییرات کمی و کیفی لجن مورد تصفیه
  - کمتر بودن هزینه سرمایه‌گذاری اولیه
  - معایب هضم لجن به روش هوازی عبارت است از:
  - افزایش هزینه راهبری سیستم در نتیجه مصرف زیاد برق
  - عدم وجود گاز متان طی فرآیند
  - لجن هضم هوازی بدون تصفیه شیمیایی و کاربرد مواد منعقدکننده نمی‌تواند تغلیظ شود.

### خشک کردن لجن

لجن هضم و تثبیت شده به رنگ خاکستری بوده و فاقد هرگونه بوی

لجن‌آب حاصله از تغلیظ لجن، توسط تأسیسات، جمع‌آوری و برای تصفیه دوباره به ابتدای تصفیه‌خانه برگشت داده می‌شود.

### تثبیت لجن

هدف از تثبیت لجن، هضم آن به منظور از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، مواد جامد و معلق آلی فسادپذیر موجود در آن، به منظور کنترل بوی مزاحم و مخاطرات بهداشتی است.

هضم لجن به دو صورت هوازی<sup>۱</sup> و بی‌هوازی<sup>۲</sup> به شرح زیر انجام می‌شود:

### هضم غیرهوازی لجن

این نوع از هضم بر اثر فعالیت دو گروه از باکتری‌های غیرهوازی است. گروه اول باکتری‌هایی که بر اثر فعالیت آن‌ها، مواد آلی پیچیده (مانند چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها) به مواد آلی ساده‌تر بخصوص اسیدهای آلی تجزیه می‌شوند. سپس گروه دوم، باکتری‌هایی که اسیدهای چرب را به گازهای متان (که ارزش سوختی زیاد دارد) انیدریدکربنیک و هیدروژن سولفور تبدیل می‌کند. پس از آن، لجن پایدار و تجزیه‌ناپذیر می‌شود که برای دفع به قسمت‌های دیگر منتقل می‌شود و لجن‌آب نیز که در بالای مخزن هاضم جمع‌آوری شده است، برای تصفیه، دوباره به ابتدای خط برگشت داده می‌شود.

مزایای هضم لجن به روش بی‌هوازی به شرح زیر است:

- امکان استفاده از گاز متان برای تأمین سوخت
- لجن بدست آمده پایدار و بی‌بو است.
- مناسب برای شرایط خاک است.
- مقدار عوامل بیماری‌زا در لجن بسیار کم است.
- معایب هضم لجن به روش بی‌هوازی عبارت است از:
- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بسیار زیاد





## ۲-۱) لاگون‌های لجن خشک‌کن

لاگون لجن خشک‌کن نیز از روش‌های بی‌آب کردن لجن به طریقه ثقلی است. این استخرها کار بسترهای لجن خشک‌کن و بخشی از هضم لجن را در یک مرحله انجام می‌دهند. ارتفاع لجن در این استخرها زیاد است (بین ۰/۷ تا ۱/۴ متر). بدین ترتیب تخلیه این استخرها می‌تواند در فواصل زمانی طولانی‌تر (هر چند سال یکبار) انجام گیرد.

لازم است اشاره شود ورود لجن به داخل این استخرها به تناوب و در لایه‌هایی با عمق حدود ۲۰ سانتیمتر انجام می‌گیرد. این موضوع، نقش مؤثری در کاهش زمان خشک شدن لجن دارد.

مزایای آبیگری از لجن به روش ثقلی به شرح زیر است:

- قابلیت بالای آبیگری و کاهش حجم لجن فاضلاب شهری
- ساده بودن روش بهره‌برداری
- عدم نیاز به تجهیزات الکترومکانیکی
- عدم مصرف انرژی الکتریکی
- هزینه پایین تعمیرات و نگهداری
- عدم وابستگی به خارج و نیاز ارزی
- معایب آبیگری از لجن به روش ثقلی به شرح زیر است:
- نیاز به زمین زیاد و هزینه بالای سرمایه‌گذاری برای خرید و تملک
- احتمال نفوذ آلودگی به آب‌های زیرزمینی
- انتشار بو و ذرات آئروسول به هوا
- حتی الامکان به لحاظ رعایت مسایل بهداشتی باید دور از مناطق مسکونی بنا شوند.
- به نیروی کارگر برای تمیز و تخلیه کردن منظم و مداوم احتیاج است.

## ۲) آبیگری از لجن به روش مکانیکی

از تجهیزات مکانیکی نیز برای آبیگری از لجن به منظور کاهش حجم و

ناخوشایندی است. مواد آلی موجود در این لجن بسیار کم و بیشتر حاوی نمک‌های معدنی است که کاربرد آن را به عنوان کود در مصارف کشاورزی افزایش می‌دهد. لجن هضم شده به راحتی آب خود را از دست می‌دهد. بنابراین، برای کاهش حجم آن و تسهیل در حمل و انتقال آن لازم است وارد مرحله بی‌آب سازی شود. در این مرحله، با جداکردن آب از لجن، ضمن کاهش بیشتر حجم آن، لجن مایع به لجن جامد تبدیل می‌شود. به طور کلی بی‌آب کردن لجن به دو روش به شرح زیر انجام می‌شود:

### ۱) آبیگری از لجن به روش ثقلی

#### ۱-۱) بسترهای لجن خشک‌کن<sup>۱</sup>

بسترهای لجن خشک‌کن که از نوع تراوشی می‌باشد، یکی از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین روش‌های بی‌آب کردن لجن است. این روش بستگی زیادی به شرایط آب و هوایی، تشعشع خورشید، بارش، درجه حرارت، رطوبت نسبی و سرعت باد دارد و در مناطق با شرایط آب و هوای گرم و خشک، بیشترین کاربرد را دارد. در این روش با تخلیه لجن در بسترهایی با عمق کم، بخش اعظم آب موجود در لجن از طریق تبخیر سطحی و بخش دیگری از آن نیز از طریق سیستم زهکشی (در صورت استفاده از بستر سنی و اجرای لوله‌های درزدار در کف بستر) جمع‌آوری می‌شود و امکان کاهش حجم لجن را تا حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد مواد جامد فراهم می‌کند.

لجن خشک‌شده در کف بسترها به صورت دستی و یا با استفاده از وسایل مکانیکی جمع‌آوری می‌شود. همچنین لجن آب جمع‌آوری شده به وسیله سیستم زهکش در کف بستر، برای تصفیه دوباره به ابتدای تصفیه‌خانه و به مدار جریان فاضلاب ورودی برگشت داده می‌شود.

در این روش و با توجه به عمق کم لجن در بسترها، به مساحت زیادی برای خشک کردن لجن نیاز می‌باشد.



این روش نیز بیشتر برای آبیگری از لجن فاضلاب‌های بهداشتی یا فاضلاب نفتی و همچنین لجن‌های ناشی از لایروبی مخازن نفتی کاربرد دارد و برای لجن‌های حاوی ذرات سایشی توصیه نمی‌شود.

از مزایای استفاده از این روش، بسته بودن سیستم و جلوگیری از انتشار آلودگی به محیط است. ضمن آنکه به دلیل عدم عبور جریان از یک بستر فیلتری، مشکلات ناشی از گرفتگی آن وجود ندارد. این دستگاه به دو روش دی‌کانتر و تری‌کانتر موجود است که روش اول تنها برای جداسازی فاز مایع از جامد بوده و روش دوم قادر به جداسازی پساب، مواد جامد و مواد نفتی می‌باشد. در مورد لجن‌های نفتی اگر میزان مواد نفتی قابل توجه باشد، روش تری‌کانتر برای جداسازی سه فاز پساب، مواد جامد و مواد نفتی توصیه می‌شود.

### ۲-۲) فیلترخلاء

فیلترخلاء از قدیمی‌ترین سیستم‌های بی‌آبسازی لجن است که با ایجاد خلاء، آب را از لجن جدا کرده و کیک لجنی با غلظت حدود ۱۶ تا ۲۲۳ درصد مواد جامد تولید می‌کند.

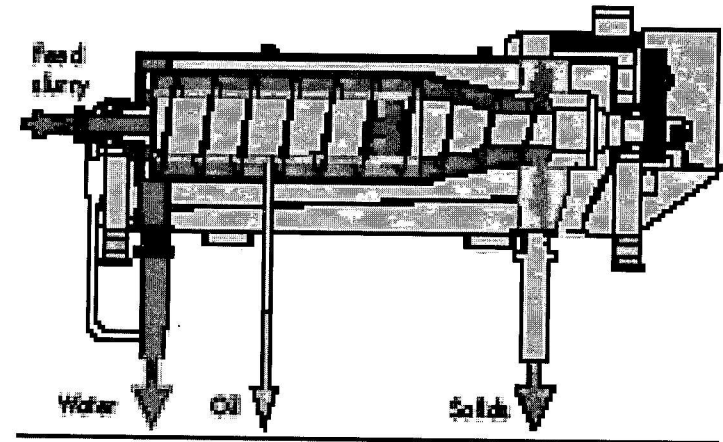
این روش به طور کل برای آبیگری از لجن فاضلاب‌های صنعتی و بهداشتی و یا لجن حاصل از فرآیند نرم‌سازی آب با آهک کاربرد دارد. هزینه تعمیرات، مصرف انرژی و مواد شیمیایی در این روش بسیار زیاد است.

### ۳-۲) فیلتر پرس

فیلتر پرس روش دیگری برای آبیگری از لجن است که در آن با قراردادن لجن در بین توری‌های پلاستیکی دهانه ریز و ایجاد فشار، عمل جداسازی آب از لجن انجام می‌شود و قادر است کیک لجن با غلظتی تا حدود ۴۰ درصد مواد جامد تولید کند.

از مزایای استفاده از این روش، کاهش میزان مصرف انرژی و افزایش قابلیت آبیگری از لجن و در نهایت کاهش حجم لجن تولید شده است. این موضوع بخصوص از نقطه نظر جمع‌آوری، سیستم حمل و نقل و دفع لجن و هزینه‌های مربوطه بسیار حائز اهمیت است.

تسهیل در نقل و انتقال و همچنین دفع آن استفاده می‌شود. این موضوع بخصوص در برخی نقاط به علت شرایط اقلیمی و فراوانی تعداد روزهای بارندگی و همچنین در شرایطی که هزینه تملک زمین بالا است، کاربرد زیادی دارد. دستگاه‌های سانتریفوژ<sup>۱</sup>، فیلترخلاء<sup>۲</sup>، فیلتر پرس<sup>۳</sup> و فیلتر تسمه‌ای<sup>۴</sup> از جمله تجهیزات آبیگری از لجن هستند که با مکانیسم طراحی شده، قادرند با خروج آب از لجن، غلظت مواد جامد در لجن را به حدود ۲۵ تا ۵۰ درصد (و در برخی موارد تا حدود ۸۵ درصد) افزایش دهند.

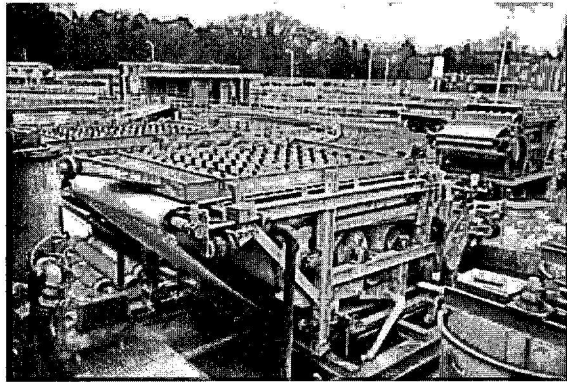


شکل ۳: آبیگری از لجن به روش مکانیکی

### سانتریفوژ

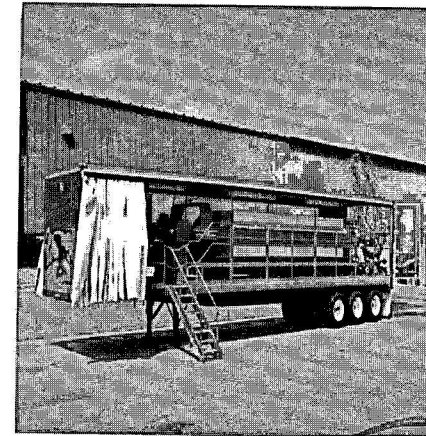
سانتریفوژ یکی از روش‌های مکانیکی آبیگری از لجن است که در آن از نیروی گریز از مرکز برای جداسازی آب از لجن استفاده می‌شود. سانتریفوژ غلظت مواد جامد در لجن را تا حدود ۲۰ تا ۳۵ درصد افزایش می‌دهد.

- 1- Sludge Dewatering Decanter
- 2- Vacuum Filter
- 3- Filter Press
- 4- Belt Filter



کم می‌باشد. البته بدیهی است با توجه به باز بودن سیستم، امکان انتشار ذرات به هوا و آلودگی محیط نیز وجود خواهد داشت. مزایای بهره‌گیری از تجهیزات مکانیکی برای تغلیظ و آبیگری از لجن عبارت است از:

- قابلیت بالای آبیگری و تولید لجن خشک‌شده
- کاهش زیاد حجم لجن
- کاهش هزینه حمل و نقل لجن خشک‌شده
- بازده بالای حذف ذرات و مواد جامد از لجن‌آب (حدود ۹۹ درصد)
- مجهز به سیستم کنترل و فرمان
- سهولت بهره‌برداری و نگهداری
- نیاز محدود به زمین و کاهش هزینه تملک
- جلوگیری از آلودگی و انتشار ذرات به هوا
- و معایب بهره‌گیری از تجهیزات مکانیکی عبارت است از:
- هزینه بالای سرمایه‌گذاری اولیه
- وابستگی به خارج و نیاز ارزی
- نیاز به بهره‌بردار متخصص و مجرب
- هزینه بالای تعمیرات و نگهداری



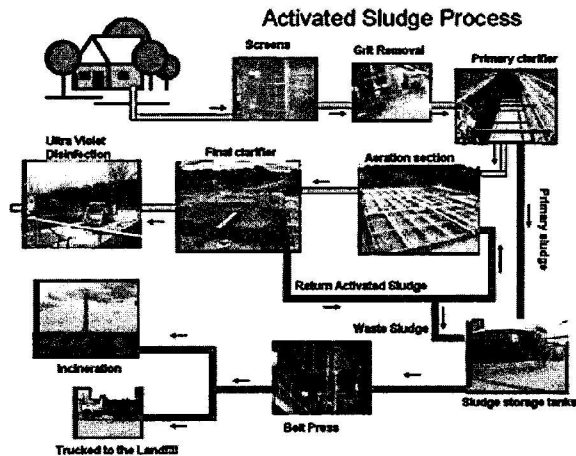
در این سیستم، تغذیه لجن به دستگاه و آبیگری از آن (برخلاف روش‌های دیگر) به صورت ناپیوسته انجام می‌شود و به همین دلیل نیز هزینه بهره‌برداری به منظور تغذیه، برداشت کیک لجن تولید شده و شست‌وشوی سیستم در هر سیکل عملیاتی و آبیگری از لجن، زیاد است.

#### ۲-۴) فیلترتسمه‌ای

در این روش لجن بین دو نوار تسمه‌ای قرار گرفته و با عبور استوانه‌های دوار از روی آن، عمل آبیگری از لجن انجام می‌شود. این روش برای واحدهای کوچک یا متوسط به کار گرفته می‌شود و به طور کل برای آبیگری از لجن فاضلاب‌های صنعتی و بهداشتی کاربرد دارد. در این روش به دلیل محدودیت در ایجاد فشار برای آبیگری از لجن، غلظت مواد جامد در لجن به حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد محدود است. البته بهره‌گیری از سیستم خلاء در انتهای مسیر قابلیت آبیگری از لجن را افزایش می‌دهد که طبیعتاً با مصرف بالای انرژی همراه خواهد بود.

بهره‌برداری از این روش به دلیل باز بودن سیستم و دسترسی به تمامی قطعات آن بسیار آسان بوده و به دنبال آن هزینه تعمیرات و مصرف انرژی نیز

آب‌های زیرزمینی از نفوذ فاضلاب به آن‌ها، همچنین محافظت‌های لازم در خصوص مقابله با حرکت گاز صورت پذیرد. در این خصوص کسب مجوز از مقامات ذی‌صلاح از جمله سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت کشور الزامی است.



شکل ۵: فرایند لجن فعال

### سوزاندن لجن

سوزاندن لجن تا مرحله تکمیل احتراق مواد آلی آن در دمای بسیار بالا (حدود ۷۰۰ درجه سلسیوس)، یکی دیگر از روش‌های دفع لجن است. از مهم‌ترین معایب این سیستم، آلودگی هوا و تأمین سوخت است. در این روش می‌توان از زیباله‌سوزهای استاندارد دارای فیلترهای مناسب هوا استفاده کرد.

### تهیه کود

لجن حاصل از تصفیه فاضلاب شهری حاوی مواد معدنی و آلی است که برای محصولات کشاورزی و بهبود کیفیت خاک مفید می‌باشد. بدین ترتیب

- مصرف انرژی الکتریکی بالا
- لزوم شست‌وشوی تواتری دستگاه و محدودیت در جمع‌آوری و دفع پساب حاصله
- انتخاب روش مناسب آبیگری از لجن به نوع لجن و در دسترس بودن فضا برای نصب تأسیسات بستگی دارد.

### دفع نهایی لجن

لجن حاصل از فرآیند ناشی از یکی از روش‌های فوق‌الذکر، لازم است دفع شود.

روش‌های دفع لجن به شرح زیر است:

- دفع در زمین<sup>۱</sup>
- سوزاندن لجن<sup>۲</sup>
- تهیه کود<sup>۳</sup>
- دفع لجن در لاگون‌های عمیق با لایه نفوذ ناپذیر.

### دفع در زمین

در این روش لجن را با آب آهک و یا پودر آهک مخلوط کرده و سپس در زمین پخش می‌کنند. یا پس از حفر شیارهایی، لجن را در آن می‌ریزند و سپس با لایه نازکی از خاک می‌پوشانند و در نهایت وقتی زمین و لجن خشک شد، گیاهان در آن می‌رویند.

دفع مستقیم لجن پس از عملیات هضم، باعث صرفه‌جویی در هزینه اجرای واحدهای خشک کردن لجن می‌شود ولی از مهم‌ترین معایب آن‌ها، حمل و انتقال حجم زیادی از لجن خواهد بود. ضمن آنکه دفع آن نیاز به زمین وسیعی دارد. دفع در زمین متداول‌ترین روش دفع لجن است که لازم است ملاحظات زیست‌محیطی (شامل رعایت فاصله از مناطق شهری و مسکونی و حفاظت

1- Land Disposal (Land application and Landfilling)  
 1- Incineration  
 3- Composting (by Heat Drying or Microbia Incineration)



ج) مرحله سوم شامل زلال سازی و تصفیه‌های تکمیلی از قبیل نیترات زدایی، استفاده از کربن فعال، نمک زدایی و غیره. درمورد لجن‌های حاصل از لایروبی مخازن پس از استفاده از یکی از روش‌های آبیگری لجن، پساب ایجاد شده احتیاج به تصفیه دارد که بسته به میزان پارامترهای پساب از جمله BOD، COD، TDS، TPH و میزان روغن و چربی روش‌های بیولوژیکی و شیمیایی به شرح زیر توصیه می‌شود:

### نتیجه‌گیری

هدف از این مجموعه، تشریح انواع لجن‌های تولید شده صنعتی و بهداشتی و روش‌های تصفیه و دفع آن‌ها است. از آن جا که یکی از مسایل پیش رو در صنعت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی، تصفیه و دفع لجن‌های ناشی از لایروبی مخازن است، پرکاربردترین روش‌های پیشنهادی در این خصوص بدین شرح می‌باشد:

این نوع لجن‌ها به لحاظ میزان و نوع مواد نفتی دارای انواع مختلفی هستند. چنانچه مواد نفتی و روغنی در این نوع لجن‌ها کم و ناچیز باشد، پیشنهاد می‌شود آبیگری لجن به روش مکانیکی سانتریفیوژ دی‌کانتر انجام شود. در این روش لجن به دو بخش مواد باقیمانده خشک و پساب تبدیل شده که هر بخش به طور جداگانه مورد تصفیه و دفع قرار می‌گیرد. در لجن‌های حاوی مواد نفتی قابل توجه، اغلب از جداکننده تری‌کانتر استفاده می‌شود و مواد نفتی بازیافت شده مورد استفاده دوباره قرار می‌گیرند. چنانچه پساب حاصله از جداسازی مواد نفتی و مواد خشک دارای فلزات سنگین و یا MTBE و دیگر ترکیبات محلول نفتی باشد از تصفیه تکمیلی برای حذف مواد آلاینده و رساندن پارامترهای زیست‌محیطی به میزان استاندارد استفاده می‌شود.

استفاده از لجن در مزارع به عنوان کود یکی از روش‌های مناسب دفع لجن است. در فرآیند تهیه کود یا کمپوست، مواد آلی فرار موجود در لجن به طریقه بیولوژیکی و یا به وسیله سیستم حرارتی در دمای زیاد (حدود ۳۷۰ درجه سلسیوس) تجزیه شده و به مواد قابل استفاده در خاک تبدیل می‌شود. این فرآیند ضمن حذف رطوبت لجن و کاهش وزن آن، با احتراق بخشی از مواد آلی فرار موجود در لجن، از ادامه تجزیه آن‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها پیشگیری می‌کند. چنانچه لجن در بخش کشاورزی به عنوان کود مورد استفاده قرار گیرد، محدودیت تعداد انگل‌ها و تک‌یاخته‌های بیماری‌زا و عناصر سمی آن مهم می‌باشد. به طور کلی، مصرف لجن برای باروری محصولات یا گیاهانی که ریشه‌دار هستند و یا به صورت خام به مصرف می‌رسند، توصیه نشده است.

### دفع لجن در لاگون‌های عمیق با لایه نفوذ ناپذیر

در این روش گودال‌هایی به عمق زیاد در زمین حفر می‌کنند و کف آن را علاوه بر زهکشی با حدود ۳۰ سانتیمتر کلینگر می‌پوشانند و سپس لجن را به درون آن تخلیه می‌کنند. در این لاگون‌ها و به منظور جلوگیری از انتشار بو، سطح آن‌ها را با مقداری آهک پوشش می‌دهند.

### روش‌های تصفیه پساب جدا شده از لجن

پالایش و تصفیه فاضلاب به صورت امروزی دارای سابقه تاریخی کوتاه است. تصفیه فاضلاب اغلب در سه مرحله انجام می‌گیرد:

الف) مرحله مقدماتی شامل تصفیه فیزیکی از قبیل آشغالگیری و ته‌نشینی مواد معلق

ب) مرحله دوم شامل تصفیه بیولوژیکی با استفاده از میکروارگانیسم‌های گوناگون به منظور حذف مواد آلی



### منابع:

- ۱- اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها - بهداشت و استاندارد در محیط زیست. چاپ اول. انتشارات نقش مهر
- ۲- گرجی، محمد امین. ۱۳۸۱. تعیین آلودگی خاک‌های منطقه عظیم آباد در اثر نشت ترکیبات نفتی و بررسی روشهای پالایشی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده محیط زیست. دانشگاه تهران
- 3-ATSDR. 1995a. Toxicological profile for automotive gasoline. Agency for Toxic Substances and Disease Registry , Public Health Service ,U. S. Department of Health and Human Services ,Atlanta ,GA.
- 4-Fetter,C. w. 1997. Fundamental of Hazardous Waste Site Remediation, Lewis Publisher, 250-289.
- 5-Frankenberger WT. 1992. The need for laboratory feasibility study in bioremediation of petroleum hydrocarbons. In: Calabrese E ,Kostecki P .eds. Hydrocarbon contaminated soils and groundwater ,vol 2. Chelsea ,MI: Lewis Publishers , 237-293.
- 6-Sludge Management March 1994 Ir. s. Veenstra –Dipl-ing. G. Both