جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

راهنمای بهره برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

بخش دوم – تصفیه ثانویه

نشریه شماره ۲۸۴

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

معاونت امور فنی

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

وزارت نیرو

شرکت مدیریت منابع آب ایران

دفتر استانداردها و معیارهای فنی

۱۳۸۳

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۳/۰۰/۳۳

omoorepeyman.ir

فهرست‌برگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

راهنمای بهره برداری و نگهداری از تصفیه خانه های فاضلاب شهری، بخش دوم: تصفیه ثانویه/ معاونت امور فنی، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر استانداردها و معیارهای فنی.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۳.

۱۵۴ ص.: مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۲۸۴) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۳/۰۰/۳۳)

ISBN 964-425-523-2

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۴۲۵۴۹ مورخ ۱۳۸۳/۳/۱۶

کتابنامه: ص. ۱۵۴

۱.فاضلاب – تصفیه – ابزار و وسایل – نگهداری و تعمیر. ۲. آب – استفاده مجدد. ۳. فاضلاب – تصفیه – استانداردها. ۴. تأسیسات – حفاظت. الف. شرکت مدیریت منابع آب ایران. دفتر استانداردها و معیارهای فنی. ب.سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

TA ۳۶۸/س۲۴ ۲۸۴.ش ۱۳۸۳

شابک ۲-۵۲۳-۴۲۵-۹۶۴

ISBN 964-425-523-2

راهنمای بهره برداری و نگهداری از تصفیه خانه های فاضلاب شهری، بخش دوم: تصفیه ثانویه

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول، ۱۵۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۳

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: چاپ زحل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۱/۴۲۵۴۹
	تاریخ : ۱۳۸۳/۳/۱۶

موضوع : راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری بخش دوم - تصفیه ثانویه

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸هـ ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۲۸۴ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی این سازمان ، با عنوان «**راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری بخش دوم - تصفیه ثانویه**» از نوع گروه سوم ، ابلاغ می‌گردد .

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها ، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست .

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و یا راهنمایی‌های جایگزین را برای دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی این سازمان، ارسال دارند .

حمید شرکاء

معاون رییس جمهور و رییس سازمان

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است . با وجود تلاش فراوان ، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی ، فنی ، ابهام ، ایهام و اشکالات موضوعی نیست . از این‌رو ، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید :***

۱ - شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید .

۲ - ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید .

۳ - در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید .

۴ - نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید .

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود .

نشانی برای مکاتبه : تهران، خیابان شیخ‌بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷

www.mporg.ir/fanni/S.htm

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرحها را مورد تاکید جدی قرار داده است.

باتوجه به مراتب یادشده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفترتدوین ضوابط و معیارهای فنی) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحبنظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه کننده استاندارد

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحبنظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

معاون امور فنی

بهار ۱۳۸۳

omoorepeyman.ir

ترکیب اعضای کمیته

استاندارد حاضر، با مشارکت اعضای کمیته فنی شماره ۵-۳ (بهره برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب) تهیه شده که اسامی ایشان به شرح زیر است :

آقای پرویز ثمر	کارشناس آزاد	دکترا در مهندسی عمران (آب و فاضلاب)
آقای عباس حاج حریری	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق لیسانس مهندسی صنایع
خانم مینا زمانی	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	لیسانس مهندسی شیمی
آقای عبدالله عسکری	مهندسین مشاور بازآب	دکترای مهندسی مکانیک
آقای علی قیصری فر	مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب اصفهان	دکترای مهندسی بهسازی
آقای امیرسعیدموسوی حجازی	کارشناس آزاد	فوق لیسانس مهندسی مکانیک

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
- مقدمه	۱
۱- هدف	۱
۲- دامنه کار	۲
۳- تصفیه زیستی (بیولوژیکی)	۲
۳-۱ صافی‌های چکه‌ای	۲
۳-۲ لجن فعال	۲۵
۳-۳ ثبت اطلاعات بهره‌برداری و مستندسازی	۵۹
۴- تصفیه و دفع لجن	۶۹
۴-۱ مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زیستی لجن	۶۹
۴-۲ اهداف تصفیه لجن	۷۳
۴-۳ هضم غیرهوازی لجن	۷۴
۴-۴ هضم هوازی لجن	۱۰۸
۴-۵ روش‌های تغلیظ و آبگیری لجن	۱۲۲
۵- گندزدایی کردن	۱۵۲
۵-۱ لزوم گندزدایی کردن و بهداشت عمومی	۱۵۲
۵-۲ کنترل بو و جلوگیری از صدمات مکانیکی و ساختمانی	۱۵۲
۵-۳ کمک به فرآیند	۱۵۳
۵-۴ میزان تزریق کلر	۱۵۳
۶- منابع و مآخذ	۱۵۴

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، اغلب به منظور بهبود نسبی کیفیت فاضلاب های جمع‌آوری شده از مراکز جمعیت و بعضاً فاضلاب صنایعی که با فاضلاب شهری مخلوط شده، ساخته می‌شوند. کیفیت فاضلاب های تصفیه‌شده آماده برای دفع یا مصرف مجدد، طبق ضوابط ویژه مربوط به وضعیت زیست‌محیطی آب های پذیرنده، و با توجه به موازین حفظ توسعه پایدار تعیین خواهد شد. این کیفیت در ارتباط با عواملی مثل خصوصیات منابع آب، برنامه آمایش سرزمین، ویژگی های زیست‌محیطی و سرانجام حفظ کیفیت مطلوب زندگی تغییر می‌کند و از نظراقتصادی توجیه پذیر است. در کشور ما نیز، در حال حاضر سه استاندارد برای حداقل کیفیت پساب تصفیه و تخلیه شده به آب های سطحی، زمین و کاربرد در کشاورزی تعریف شده که لازم‌الاجرا می‌باشد.

ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، اغلب با سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه و هزینه بهره‌برداری چشم‌گیر همراه است، بنابراین بهره‌برداری و نگهداری درست از این تصفیه‌خانه‌ها در بازده سرمایه‌گذاری های انجام شده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در استانداردی که پیش‌رو دارید، پس از شرح کوتاهی از هر فرآیند در عملیات تصفیه فاضلاب، بهره‌برداری متعارف، دشواری‌های بهره‌برداری و کنترل آزمایشگاهی فرآیند مورد نظر شرح داده شده‌است. بدین ترتیب، نه تنها اطلاعات هر چند مختصر در خصوص هر فرآیند ارائه شده، بلکه کلیه عوامل عمده و مرتبط با بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بررسی، و راهکارها و دستورالعمل‌های ویژه‌ای مشخص شده است.

راهنمای بهره‌برداری و نگهداری تصفیه‌خانه‌ها، در سه بخش مجزا از هم ارائه شده‌است. بخش اول به کلیاتی در درباره بهره‌برداری و تصفیه مقدماتی تخصیص داده شده، بخش دوم شامل تصفیه ثانویه، تصفیه و دفع لجن و بالاخره سایر عملیات جنبی بوده، و بخش سوم در مورد روش های مختلف تصفیه طبیعی مطالبی را ارائه داده است. جلد حاضر، در برگیرنده بخش دوم این استاندارد است.

۱- هدف

هدف از بهره‌برداری و نگهداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، حفظ تأسیسات و تجهیزات تصفیه‌خانه به منظور میسر شدن بهره‌برداری بهینه است. برای دستیابی به این هدف، توجه به موارد زیر ضروری است، ضمن آن‌که این هدف، از نظر حفظ سرمایه‌گذاری ملی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

- برنامه‌ریزی
- سازماندهی،
- استخدام نیروهای مناسب و بهینه سازی آنها،
- ایجاد سیستم مدرن نگهداری و تعمیرات،
- رعایت دستورالعمل‌های ویژه ارائه شده توسط مشاور،
- رعایت دستورالعمل‌های خاص ارائه شده از سوی سازندگان،
- رعایت دستورالعمل‌های استاندارد در مورد نگهداری و تعمیرات و
- رعایت استانداردهای ایمنی و زیست محیطی.

omoorepeyman.ir

۲- دامنه کار

این نشریه برای فرآیندهای :

- صافی‌های چکه‌ای، لجن فعال
- فرآیندهای ویژه لجن شامل : تغلیظ، هضم هوازی، هضم بی هوازی، آبگیری
- گندزدایی پساب

تهیه شده و برای تمام تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشور کاربرد دارد.

۳- تصفیه زیستی

هدف نهایی در تصفیه فاضلاب، جداسازی مواد آلی قابل تجزیه و در نهایت تخلیه آب حاوی مواد آلی در حدود استانداردهای مربوط است. مواد آلی، از نظر فیزیکی به دو بخش قابل ته‌نشینی و غیرقابل ته‌نشینی قابل تقسیم‌اند. مواد آلی قابل ته‌نشینی، در شروع عملیات، تصفیه توسط واحدهای دانه‌گیر، چربی‌گیر و ته‌نشینی از فاضلاب حذف می‌شوند. تصفیه زیستی به طور عمده برای کاهش و حذف مواد غیرقابل ته‌نشینی و محلول فاضلاب کاربرد دارد.

تصفیه زیستی اغلب به دو روش زیر انجام می‌گیرد:

- تصفیه زیستی به روش بستر معلق[1] یا شناور
- تصفیه زیستی به روش بستر ثابت[2].

تصفیه زیستی فاضلاب به روش بستر ثابت، در بخش‌های زیر آمده است.

۳-۱ صافی‌های چکه‌ای

منظور از صافی‌های چکه‌ای، افزایش قدرت تصفیه طبیعی به کمک پاشش فاضلاب روی سطح لایه صافی می‌باشد. در این روش، بین مواد آلی و باکتری‌های موجود در فاضلاب با دیگر میکروارگانیزم‌های موجود در سطح بستر لایه صافی، تماس بیشتری ایجاد شده و مواد آلی موجود در فاضلاب، به مصرف رشد و توسعه باکتری‌ها رسیده، فاضلاب تصفیه خواهد شد.

این میکروارگانیزم‌ها، اغلب هوازی‌اند و اکسیژن مورد نیاز خود را از هوایی که در فاصله‌های بین مواد لایه صافی (مدیا) جریان دارد دریافت می‌کنند. جریان هوا، به‌طور طبیعی با کمک هواده‌ها قابل تأمین است. بیشتر صافی‌های چکه‌ای دارای تهویه طبیعی هستند.

---

1 - Suspended Media

2 - Fixed Media

omoorepeyman.ir

در نمودار ۳-۱ موقعیت صافی چکه‌ای در یک تصفیه‌خانه، و در نمودار ۳-۲ تصفیه‌خانه مجهز به صافی چکه‌ای نشان داده شده است.

۳-۱-۱ ساختمان صافی های چکه‌ای

به طورکلی، به ساختمان صافی، سیستم توزیع‌کننده فاضلاب و بستر نگاه‌دارنده لایه صافی، «صافی چکه‌ای» یا « برج بیولوژیکی» می‌گویند. شمای کلی صافی چکه‌ای در شکل ۳-۱ آورده شده و کاربرد هریک از اجزای آن در جدول ۳-۱ شرح داده شده است. عمق این صافی، از ۱/۲ تا ۳ متر بوده و به صافی‌های بیش از ۳ متر «برج بیولوژیکی» گفته می‌شود. بخش‌های اصلی صافی‌های چکه‌ای به شرح زیر است :

- سیستم توزیع‌کننده فاضلاب،
- لایه صافی،
- ساختمان بدنه صافی چکه‌ای، و
- سیستم زهکش.

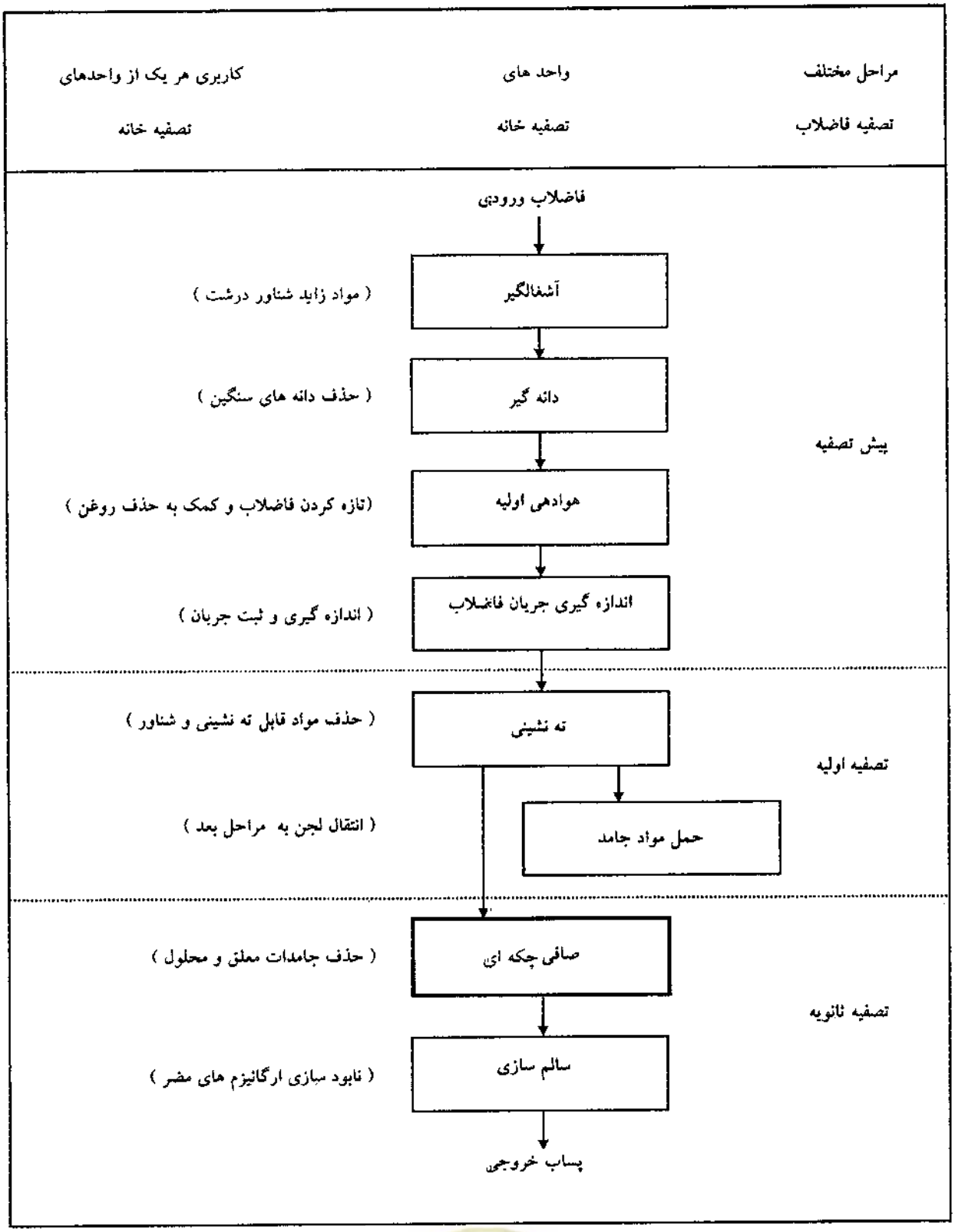
۳-۱-۲ انواع صافی‌های چکه‌ای

به‌طور کلی، صافی‌های چکه‌ای جدید از نظر مشخصات، در چهار گروه به شرح زیر طراحی می‌شوند:

- صافی‌های کند[1] ،
- صافی‌های متوسط[2]،
- صافی‌های تند[3]، و
- صافی‌های خیلی تند[4].

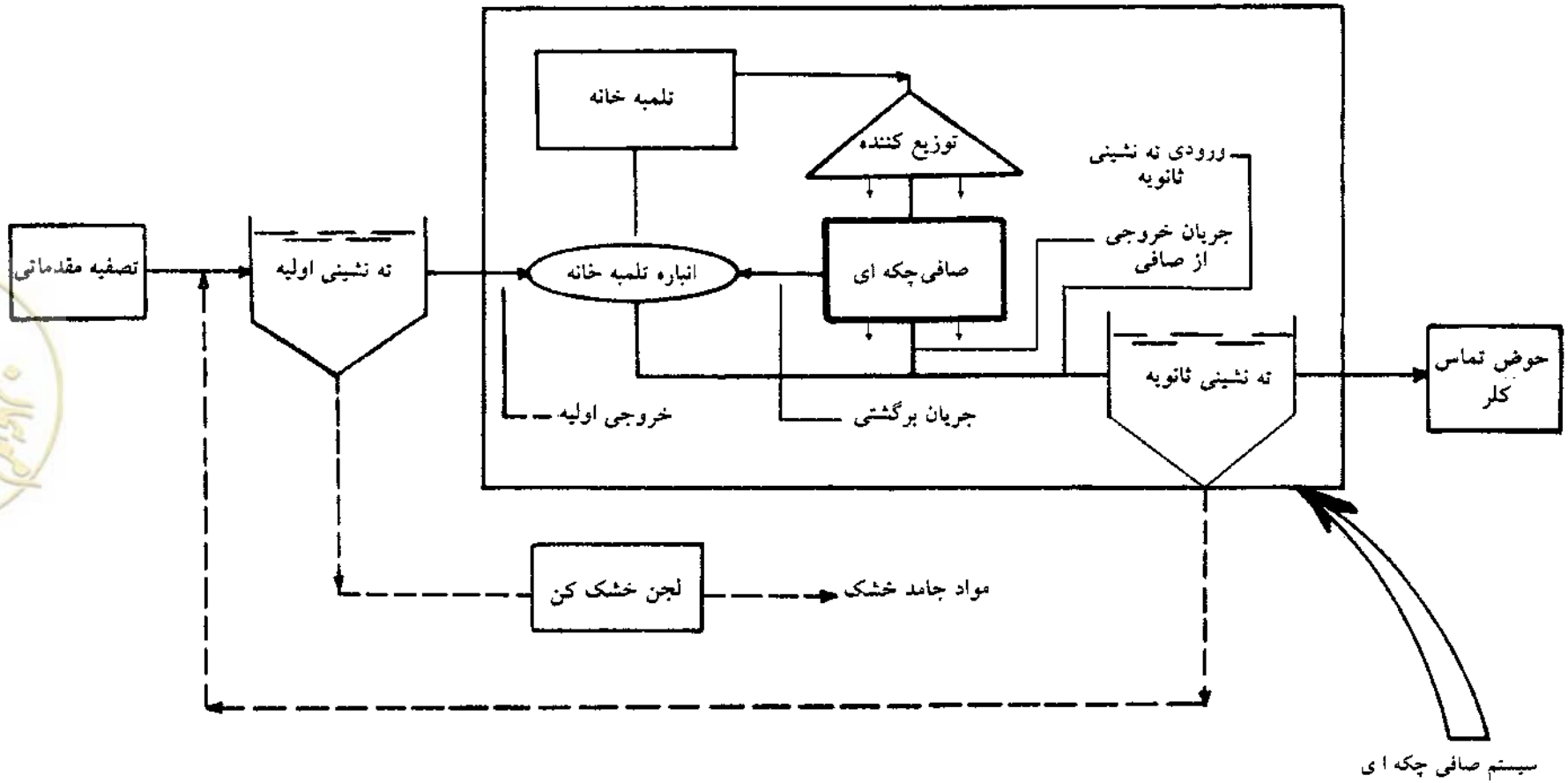
1 - Low - Rate Filters
2 - Intermediate - Rate Filters
3 - High - Rate Filters
4 - Rouphing Filters

omoorepeyman.ir



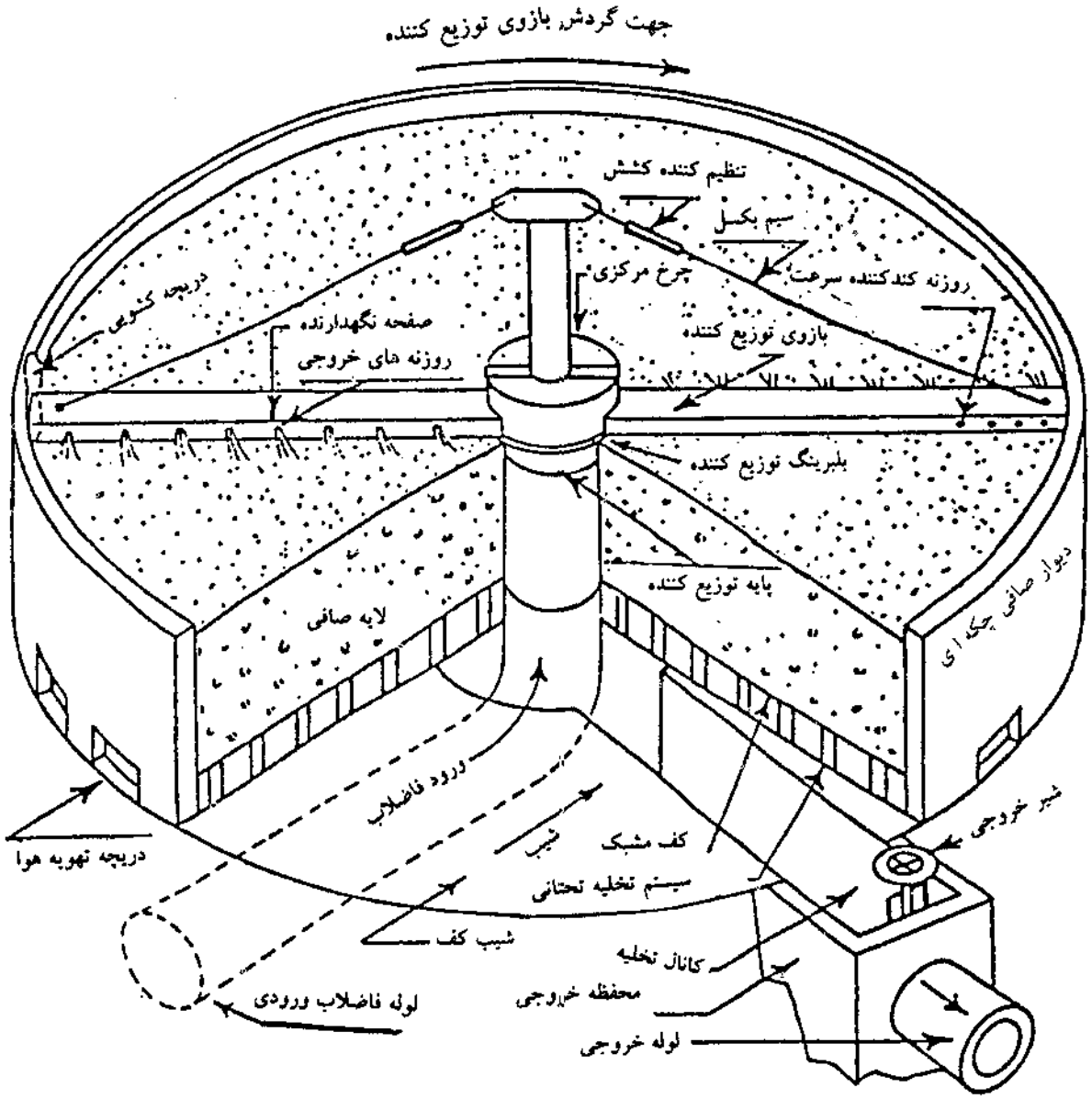
نمودار ۳-۱- موقعیت صافی چکه‌ای در تصفیه‌خانه فاضلاب

omoorepeyman.ir



نمودار ۳-۲- تصفیه‌خانه با صافی چکه‌ای

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱- ساختمان یک صافی چکه‌ای

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۱- اجزای اصلی صافی چکه‌ای و شرح عملکرد هریک از آنها

نام قطعه	کاربری قطعه
۱- لوله ورودی	انتقال فاضلاب قابل تصفیه به صافی چکه‌ای
۲- پایه توزیع‌کننده	پایه‌ای برای بازوی توزیع‌کننده چرخنده
۳- بوش توزیع‌کننده	چرخش بازوی توزیع‌کننده را امکان پذیر می‌سازد
۴- بازوی توزیع‌کننده	هدایت فاضلاب به روزنه‌های خروجی که در طول بازو قرار دارند
۵- روزنه خروجی	کنترل جریان پاشش فاضلاب روی لایه صافی، قابل تنظیم برای توزیع یکنواخت فاضلاب روی واحد سطح لایه صافی
۶- تنظیم‌کننده روزنه	تنظیم سرعت چرخش بازوها
۷- صفحه پخشان	توزیع یکنواخت جریان فاضلاب از روزنه‌ها روی لایه صافی
۸- دریچه کشویی دستی	تخلیه لوله یا بازوی چرخان پخش‌کننده فاضلاب- کنترل کننده پشه و مگس‌های اطراف دیوار صافی- شستشوی بازوی توزیع‌کننده فاضلاب از آشغال‌هایی که امکان دارد روزنه‌های پاشش را مسدود کند
۹- لایه صافی	ایجاد سطح تماس زیاد برای رشد و ازدیاد لجن بیولوژیکی
۱۰-شبکه نگاه‌دارنده لایه صافی	نگاه‌داشتن مواد لایه صافی در جای خود و خارج نگاه‌داشتن آن از سیستم پساب عبور کرده از لایه صافی
۱۱-سیستم خروجی پساب از صافی	جمع‌آوری پساب تصفیه شده در زیر لایه صافی و هدایت آن به طرف کانال خروجی- امکان عبور جریان هوا از لایه صافی
۱۲-کانال خروجی پساب از صافی	تخلیه پساب تصفیه شده به محفظه خروجی
۱۳-محفظه خروجی	جمع‌آوری فاضلاب تصفیه شده، قبل از آن‌که برای تصفیه بعدی فرستاده شود
۱۴-شیر خروجی	امکان خروج آب تصفیه شده از محفظه خروجی صافی
۱۵-لوله خروجی	ارسال آب تصفیه شده از صافی چکه‌ای برای تصفیه بعدی
۱۶-دیواره یا بدنه صافی	ثابت نگه داشتن لایه مواد صافی چکه‌ای در جای خود
۱۷-دریچه تهویه	امکان جریان هوا به داخل لایه صافی
۱۸-سیم بکسل	نگهداری بازوی چرخان توزیع‌کننده فاضلاب
۱۹-تنظیم‌کننده کشش سیم‌بکسل	تنظیم و ترازکردن بازوی چرخان برای پاشش یکنواخت فاضلاب روی لایه صافی
۲۰-چرخ مرکزی	تأمین فشار لازم جهت توزیع جریان یکنواخت برای بازوهای گردان، معمولاً این فشار حدود ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متر نسبت به روزنه‌ها می‌باشد.
۲۱-حوضچه توزیع	تقسیم جریان فاضلاب تصفیه شده برای برگشت دادن به حوض‌های ته‌نشینی ثانویه
۲۲-پمپ برگشت جریان	برگشت دادن جریان پساب تصفیه شده به صافی‌های چکه‌ای

omoorepeyman.ir

در جدول ۳-۲ مشخصات انواع صافی‌های چکه‌ای و کاربرد آنها آورده شده است.

جدول ۳-۲- مشخصات انواع صافی‌های چکه‌ای

انواع صافی / مشخصات بهره‌برداری	کند	متوسط	تند	خیلی تند
بار آلی ($kg\ BOD/100\ m^3/d$)	<۴۰	۴۰-۶۴	۶۴-۱۶۰	۱۶۰-۴۸۰
مواد لایه صافی	قلوه‌سنگ یا پلاستیک یا چوب قرمز	قلوه‌سنگ یا پلاستیک یا چوب قرمز	سنگ یا پلاستیک یا چوب قرمز	پلاستیک یا چوب قرمز
نیتریفیکاسیون (در ۲۶ °C) :				
– بدون مرحله ثانویه یا ترکیبی	بلی	قسمتی	ناچیز	خیر
– برای تصفیه مرحله دوم	خیر	بلی	بلی	بلی
– برای تصفیه مرحله سوم	بلی	بلی	بلی	بلی

۳-۱-۳ بهره‌برداری از صافی‌های چکه‌ای

۳-۱-۳-۱ اقدامات قبل از راه‌اندازی

راه‌اندازی تصفیه‌خانه جدید، اغلب با مشکلاتی روبرو می‌شود که بعضی از بازرسی‌های اولیه در شروع راه‌اندازی، می‌تواند از بروز بسیاری از این مشکلات جلوگیری کند؛ که مهم‌ترین آنها عبارتند از :

- **بلبرینگ** : بلبرینگ‌های نو، اغلب با گریس مخصوصی پر می‌شوند تا هنگام حمل و نقل، صدمه‌ای به آنها وارد نشود. قبل از راه‌اندازی، این گریس باید با گریس مناسب کار جایگزین شود. برای شروع راه‌اندازی صافی باید تمام نیازها بررسی شده، و با برنامه‌ریزی لازم، امکانات در محل تأمین شود.
- **روغنکاری** : باید دقت شود که روغن ریخته شده در محفظه روغن تجهیزات، از نوع مناسب و درست انتخاب شود و برای سرویس‌های بعدی، مقدار و نوع روغن در هر سرویس در کارت دستگاه ثبت شود.

بعد از ریختن روغن در محفظه توزیع‌کننده، بازوها از نظر تنظیم یکنواخت و ارتفاع کنترل شده و چرخش نرم آنها با دست بازدید شود؛ و هر نوع لرزش و گیر قبل از راه‌اندازی باید برطرف شود.

- **روزنه‌ها** : اگر روزنه‌های توزیع‌کننده قابل تنظیم باشند، با کمک صفحه و خط‌کش درستی نصب روزنه‌ها کنترل شود.

مشخصات روزنه‌ها بعد از نصب جهت مراجعات بعدی ثبت شود.

omoorepeyman.ir

- **نظافت** : در تصفیه‌خانه‌های با صافی چکه‌ای (که دارای روزنه‌های ثابت می‌باشند) باید روزنه‌ها قبل از راه‌اندازی کنترل شود تا بدون هر نوع جسم خارجی باشد. برای حفاظت پمپ‌ها، باید داخل زهکش صافی رفته و آن‌جا را از هر نوع زواید (سنگ‌ریزه، قطعات چوب و ...) تمیز کرد.
- **رنگها** : سطوح رنگ‌خورده باید بازدید شود که رنگ آنها خراب یا صدمه ندیده باشد. نقاطی که رنگ آنها خراب شده باشد، قبل از آن‌که در اثر رطوبت، خوردگی به وجود آید و خراب شود باید اصلاح گردد. شکاف‌ها و خراش‌های روی بازوی توزیع‌کننده فاضلاب، می‌تواند به‌طور جدی بر عمر پوشش محافظ اثر بگذارد .
- **شیرها** : شیرها کنترل شود که راحت و روان باشند. در شیرهای کشویی، باید کنترل شود که نشیمنگاه کشو مرتب و تمیز باشد.

این شیرها مجهز به گوه‌های قابل‌تنظیم و توقف می‌باشند که می‌توان با تنظیم آنها، محور شیر را به‌صورتی تنظیم کرد که از لقی یا سفت بودن بیش از حد آن جلوگیری شود.

همین بازرسی‌ها و رفع عیب‌های معمولی ، می‌تواند شیرها را مدت ها از مشکلات بهره‌برداری دور نگه دارد. علاوه بر این موارد باید دستورالعمل‌های سازنده برای هر قطعه از تجهیزات در دسترس باشد تا بهره‌بردار، هریک از آنها را به دقت مطالعه کرده و به توصیه‌های ارائه شده عمل نماید. روغن و گریس‌های توصیه شده تهیه و خریداری شود و دقت گردد که روغن مصرفی، همان روغنی باشد که در دستورالعمل توصیه شده است.

۳-۱-۳-۲ راه‌اندازی صافی چکه‌ای

بهترین زمان برای راه‌اندازی صافی چکه‌ای، ماه‌های اردیبهشت و خرداد (بسته به شرایط اقلیمی) است زیرا در این فصل، رشد میکروبیولوژیکی در کمترین زمان به حداکثر می‌رسد درحالی که در تابستان، احتمال ایجاد بو بیشتر و در زمستان، فعالیت باکتری‌ها کمتر است.

وقتی تمام تجهیزات مکانیکی و نازل‌های پخش‌کننده فاضلاب کنترل شد، با ارسال جریان فاضلاب به داخل صافی چکه‌ای، راه‌اندازی به سادگی شروع می‌شود. باید دقت کرد که چرخش بازوی پخش‌کننده به آرامی شروع شود. باید سرعت گردش بازو، توزیع یکنواخت فاضلاب روی مواد لایه صافی و مقدار جریان فاضلاب را ثبت کرد و برای مراجعات بعدی، بایگانی نمود.

روزنه‌های ثابت، باید فاضلاب را براساس شرایط طراحی پخش کنند. معمولاً بعضی از روزنه‌ها به علت گرفتگی و وجود آشغال خوب کار نمی‌کنند. در هر صورت، روزنه‌ها باید کاملاً تمیز باشند تا فاضلاب به طور یکنواخت روی لایه صافی پخش شود. دقت و بازدید منظم از روزنه‌های ثابت ضروری است، تا آنها کار خود را به خوبی انجام دهند.

omoorepeyman.ir

پس از راه‌اندازی، چند روزی خواهد گذشت تا باکتری‌ها روی سطح مواد لایه صافی شروع به رشد نمایند و پس از چند هفته لایه لجن بیولوژیک به تدریج تشکیل شود. شرایط جوی، BOD فاضلاب و موقعیت زمانی سال، عواملی هستند که بر رشد باکتری‌ها مؤثر می‌باشند. رشد باکتری‌ها را می‌توان با برگشت دادن فاضلاب به داخل لایه صافی (قبل از شروع بهره‌برداری) و یا اضافه کردن لجن فعال به جریان برگشتی (در حین بهره‌برداری) افزایش داد.

در طی دوره رشد لایه اولیه باکتری‌ها در صافی چکه‌ای، کیفیت خروجی صافی‌ها ثابت نخواهد بود. این خروجی ممکن است دارای بار آلودگی باشد، بنابراین در این شرایط، گاهی کلرزنی باید به مقدار زیاد صورت پذیرد تا بار آلودگی و خطرات ناشی از آن را کاهش دهد.

۳-۱-۳-۳ بهره‌برداری روزانه

پس از آن‌که فیلم ژلاتینی لجن بیولوژیک، روی سطوح لایه صافی تشکیل شد و تصفیه‌خانه به حالت نرمال درآمد، بهره‌برداری به وسیله عملیات جزیی قابل کنترل خواهد بود. مشاهدات روزانه بهره‌برداران در این ارتباط بسیار مهم است و اهم آنها عبارتند از :

- هرگونه نشانه‌ای از غرقاب شدن صافی،
- پشه و مگس‌های صافی،
- بو،
- گرفتگی روزنه‌ها،
- لرزش و کارکرد غیریکنواخت بازوی توزیع‌کننده، و
- نشت روغن از کاسه نمد محفظه روغن توزیع‌کننده گردان.

توجه : برای رفع اشکالات بالا، به بخش رفع مشکلات بهره‌برداری مراجعه شود.

بهره‌برداری از حوض ته‌نشینی، با صافی چکه‌ای در ارتباط است. اگر برگشت دادن پساب خروجی ممکن باشد، بهتر است بخش مناسبی از خروجی صافی چکه‌ای را به حوض ته‌نشینی اول برگشت داد، این عمل، به کنترل مقدار بو کمک زیادی می‌کند. زیرا اکسیژن، به فاضلاب ورودی (که اغلب همراه با بو می‌باشد) اضافه خواهد شد. در بعضی از تصفیه‌خانه‌ها، برگشت دادن فاضلاب سبب بالارفتن بار هیدرولیکی حوض ته‌نشینی می‌شود (که البته مقدار بار هیدرولیکی به ظرفیت طراحی بستگی دارد). اگر بار هیدرولیکی کم باشد، شرایط مناسبی برای ایجاد بو در حوض ته‌نشینی به‌وجود می‌آید. از طرفی، بار هیدرولیکی زیاد باعث شستن و خارج کردن مواد جامد از حوض ته‌نشینی می‌شود.

بار هیدرولیکی حوض ته‌نشینی اولیه (با در نظر گرفتن جریان برگشتی) در شرایط معمولی نباید بیش از ۴۸۰-۳۶۰ متر مکعب بر متر مربع و در شرایط بحرانی از ۱۲۰۰-۸۰۰ متر بر روز لایه صافی تجاوز نماید.

omoorepeyman.ir

جریان برگشتی، در ساعاتی از شبانه‌روز (که جریان ورودی کم است) به خیس ماندن لجن بیولوژیکی صافی چکه‌ای کمک نموده و از تکثیر پشه و مگس و شسته شدن لایه بیولوژیکی اضافی جلوگیری می‌کند. وقتی جریان فاضلاب ورودی زیاد است، می‌توان جریان برگشتی را کم یا متوقف نمود. بهره‌بردار باید با بررسی خود، سیستم بهره‌برداری را طوری تنظیم کند که بهترین نتیجه را از نظر قیمت تمام شده به دست آورد. هزینهٔ برق مصرفی، عامل مهمی در بودجهٔ تصفیه‌خانه است. برای صرفه‌جویی در انرژی، باید جریان برگشتی به کمترین مقدار برسد، ولی نباید غرقابی شدن صافی، کاهش راندمان و حذف BOD یا مشکلات دیگری که در اثر کاهش مقدار جریان برگشتی به وجود می‌آید، را سبب شود. اگر سرعت جریان عبور داده شده از صافی بسیار کاهش یابد، گرفتگی سطحی در صافی سریع شده و سرانجام ممکن است پدیدهٔ غرقابی به وجود آید. در مرحلهٔ نهایی نیز که کلرزنی انجام می‌شود، هرچه مواد آلی موجود در پساب بیشتر باشد، مقدار کلر مصرفی نیز افزایش می‌یابد.

۳-۱-۳-۴ خارج از سرویس کردن صافی چکه‌ای

الف- مواردی که بهره‌بردار باید آنها را قبلاً تهیه و براساس آن برنامه‌ریزی کند به قرار زیر است :

- مقدار جریان فاضلاب ورودی چقدر است و آیا می‌توان در زمان مناسب مثلاً وقتی که جریان فاضلاب کم است یا زمانی که بهره‌برداران بیشتری در دسترس می‌باشند، صافی را از سرویس خارج کرد؟
- آیا خارج کردن صافی از مدار تصفیه آثار نامطلوبی بر دیگر واحدها و تجهیزات تصفیه‌خانه دارد یا خیر؟
- اگر منظور، تعمیرات صافی چکه‌ای باشد، آیا ابزارآلات و لوازم یدکی موردنیاز در دسترس است؟
- آیا کار دیگری هم هست که بتوان هم‌زمان با خروج صافی از مدار آن را انجام داد؛ مثلاً می‌توان یکی از پمپ‌های برگشت لجن را که معیوب است تعمیر نمود.

ب- آنچه برای خارج از سرویس کردن کوتاه مدت صافی چکه‌ای باید انجام گیرد عبارت است از :

- تصفیه‌خانه مورد بررسی قرار گیرد تا اطمینان به دست آید که هیچگونه شرایط غیرعادی برای دیگر واحدهای تصفیه فاضلاب به وجود نخواهد آمد.
- اگر صافی باید از سرویس خارج شود، برای جلوگیری از خشک شدن بیوفیلم دور تلمبه، جریان برگشتی باید به حداقل ممکن کاهش داده شود.
- برای سرویس بازوهای توزیع‌کننده فاضلاب، باید جریان ورودی را قطع کرد، تلمبه برگشت را خاموش نمود و روی آن، تابلوی «روشن نکنید» را قرار داد. در این حالت، بازوهای توزیع‌کننده از حرکت ایستاده و می‌توان با باز کردن دریچه‌های انتهایی آنها، با جریان آب نسبت به شستشوی داخل بازوها و نازل‌ها اقدام کرد.

توجه : هرگز سعی نکنید با ایستادن در جلوی بازو و توزیع‌کننده چرخان، آن را متوقف کرده و یا با دست آن را بگیرید.

omoorepeyman.ir

- واحدهای دیگر تصفیه‌خانه، از نظر کار عادی مورد بازدید قرار گیرند به خصوص چاهک‌های تر[1]، توزیع‌کننده‌ها و سایر تأسیسات. درضمن واحدها از نظر سطح آب در سایر صافی‌ها و کلاریفایرها برای ته‌نشینی و شیرهای کنترل نیز بازرسی و کنترل شوند.
- با توجه به توقف سیستم توزیع‌کننده، توصیه می‌شود که نسبت به سرویس نازل‌ها و پاکسازی سطح بستر صافی از زواید و مواد اضافی اقدام گردد.

پ- خارج کردن صافی چکه‌ای از سرویس، برای مدت طولانی

اگر قرار باشد که صافی چکه‌ای برای چند روز یا مدتی بیشتر از مدار تصفیه‌خانه خارج شود، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

- برای جلوگیری از ورود جریان فاضلاب از دیگر واحدها به زهکش صافی چکه‌ای، خروجی صافی چکه‌ای بسته شود.
- فاضلاب کانال کف صافی چکه‌ای (زهکش) به کمک پمپ تخلیه شود تا از بروز بو و ازدیاد پشه جلوگیری شود.
- به کمک شیلنگ، بازوی توزیع‌کننده فاضلاب، دیوارهای صافی و کانال زهکش شسته شود.
- زهکش‌ها بازدید و برای جلوگیری از انسداد، از هرگونه آشغال تمیز شوند.
- محفظه روغن بازوی توزیع‌کننده چرخان، از نظر سطح روغن و همچنین امکان وجود آب در آن، کنترل شود.
- از نظر نشتی روغن، بازرسی کامل انجام گیرد.
- توصیه می‌شود که اگر لایه لجن[2] روی مواد صافی زیاد باشد، پس از خشک شدن با ابزار مخصوص برداشته شود، زیرا پس از راه‌اندازی مجدد صافی چکه‌ای، لجن اضافی سبب غرقابی شدن صافی می‌شود.

بیشتر لجن باقی‌مانده در صافی، پس از راه‌اندازی مجدد شسته شده و از صافی خارج می‌شود.

۳-۱-۴ نمونه‌برداری و آزمایش

توصیه‌های مهم : صافی چکه‌ای یک واحد تصفیه زیستی است، بنابراین بار آلی و بازده آن اغلب به مشخصات فاضلاب ورودی (مقدار جریان و BOD) و کیفیت مورد نیاز آب خروجی (اکسیژن محلول و مواد جامد) بستگی دارد. دوره تناوب نمونه‌برداری و حدود مورد انتظار در هر تصفیه‌خانه‌ای متفاوت است.

قدرت فاضلاب (BOD)، تازگی، کیفیت آب مصرفی و پساب‌های صنعتی همه در نتایج آزمایش‌ها مؤثر هستند.

در جدول ۳-۳، فاصله‌ها، محل و حدود مقادیر نتایج آزمایش‌های فاضلاب در سیستمی که دارای صافی چکه‌ای است نشان داده شده است.

---

1 - Wet Wells

2 - Biomass

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۳- حدود نتایج آزمایش‌های معمول در سیستم دارای صافی چکه‌ای

	آزمایش	دوره تناوب	محل	حدود مقدار
۱	اکسیژن محلول	روزانه	پساب خروجی زیر صافی	۲ - ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر ۸ - ۳ میلی‌گرم بر لیتر
۲	مواد جامد قابل ته‌نشینی	روزانه	ورودی پساب خروجی	۱۵ تا ۵ میلی‌گرم بر لیتر ۳ - ۰ میلی‌گرم بر لیتر
۳	pH	روزانه	ورودی پساب خروجی	۸ تا ۶/۸ میلی‌گرم بر لیتر ۸/۵ - ۷ میلی‌گرم بر لیتر
۴	درجه حرارت	روزانه	ـــــــ	ـــــــ
۵	BOD	هفتگی (حداقل)	ورودی خروجی حوض ته‌نشینی اولیه پساب خروجی	۴۰۰ - ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ۲۶۰ - ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ۴۰ تا ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر
۶	مواد معلق	هفتگی (حداقل)	ورودی خروجی حوض ته‌نشینی اولیه پساب خروجی	۴۰۰ - ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ۱۵۰ - ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر ۴۰ - ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر
۷	کلر باقی‌مانده	روزانه	پساب خروجی	۲ تا ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
۸	کلی‌فرم باکتری	هفتگی (حداقل)	پساب خروجی کلرزنی شده	۷۰۰/۱۰۰ تا ۵۰ میلی‌لیتر ـــــــ
۹	شفافیت	روزانه	پساب خروجی	۱ - ۰/۳ متر

توجه : نتایج آزمایش‌های بالا، مانند خروجی اولیه ممکن است در تصفیه‌خانه‌های مختلف به علت تغییرات زیاد در جریان برگشتی و نیز تنوع فاضلاب‌هایی که به شبکه جمع‌آوری تخلیه می‌شوند متفاوت باشند.

اگر تصفیه‌خانه در حدود ارقام داده شده کار نکند، ممکن است مشکلاتی در سیستم تصفیه وجود داشته باشد که به ترتیب بیان می‌شود:

الف- مواد معلق : فاضلاب خروجی که دارای مواد معلق زیاد باشد، ممکن است برتمام آزمایش‌های دیگر اثر بگذارد. معمولاً بالابودن مواد معلق جامد ممکن است به چهار علت زیر باشد :

- لجن زیاد پوسته پوسته شده، از صافی خارج می‌شود.
- بار هیدرولیکی زیاد یا جریان میان‌بر در حوض ته‌نشینی ثانویه یا نهایی به‌وجود آمده است.
- شوک وارد شده و این امر در اثر وجود مواد سمی یا بار هیدرولیکی، یا بار آلی بیش از ظرفیت تصفیه‌خانه است.

omoorepeyman.ir

- گازهای تولید شده (به علت دنیتریفیکاسیون) سبب می‌شود که لجن‌های گندیده در حوض ته‌نشینی ثانویه شناور شوند.

پوست‌اندازی زیاد ممکن است به دلیل تغییر فصل که بار آلی زیاد وارد صافی شده یا اقدامات اصلاحی مثل موارد زیر باشد:

- مبارزه با حشرات
- غرقابی شدن صافی
- سایر مشکلات

بار هیدرولیکی زیاد با جریان میان‌بر در حوض ته‌نشینی ثانویه باعث خروج جامدات از سرریزها می‌شود.

ب- BOD : مقدار BOD جریان خروجی اغلب تابع مواد معلق است و با آن کم و زیاد می‌شود. با توجه به این‌که اندازه BOD پنج روزه را نمی‌توان در مدت کوتاه اندازه‌گیری کرد ، باید بهره‌بردار، با توجه به سوابق و تجربیات خود مقدار BOD تقریبی را با آزمایش COD تخمین بزند (آزمایش COD حدود ۴ ساعت طول می‌کشد تا نتیجه آن مشخص شود).

مقدار جریان برگشتی روی کیفیت پساب خروجی مؤثر است، همیشه بهره‌بردار به‌طور تجربی باید به خاطر داشته باشد که جریان برگشتی خیلی کم، سبب ازدیاد پشه‌ها و نیز غرقابی شدن صافی شده و مقدار زیاد آن باعث لجنی شدن صافی و ازدیاد بار هیدرولیکی صافی و سرریز کردن حوض ته‌نشینی می‌شود.

پ- مواد جامد قابل ته‌نشینی : وجود مواد قابل ته‌نشینی زیاد در پساب خروجی تصفیه‌خانه، نشان‌دهنده این است که مواد جامد از سرریز حوض ته‌نشینی عبور می‌کند و همچنین بدین معنی است که مواد معلق جامد زیاد خواهد بود (برای حل این مشکل، به بند مواد معلق مراجعه شود).

ت- اکسیژن محلول (DO) : یکی از عملیات اصلی صافی چکه‌ای، تثبیت اکسیژن‌خواهی مواد موجود در فاضلابی است که باید تصفیه شود و این امر، با افزودن اکسیژن محلول به آب، انجام می‌پذیرد.

ث- کلر مورد نیاز : مشکل تعیین کلر باقی‌مانده در جریان آب خروجی (با فرض زمان ماند معمولی) ممکن است به علت وجود مواد معلق زیاد در جریان خروجی باشد. در صورت کم بودن آمونیاک در آب خروجی، کلر آمین‌ها تشکیل نمی‌شوند که در نتیجه سبب ازدیاد کلر موردنیاز و کم شدن کلی‌فرم می‌شود.

ج- شفافیت : شفافیت فاضلاب خروجی به مقدار، اندازه و کیفیت مواد معلق آن بستگی دارد. در مواردی، پساب‌های صنعتی یا صنایع غذایی سبب تغییر رنگ و کدرشدن آب تصفیه شده خروجی می‌گردد.

چ- pH : pH آب تصفیه شده خروجی از صافی چکه‌ای تابع آب ورودی به صافی و در حدود خنثی است. به‌طور عادی، pH فاضلاب ورودی در حدود اسیدی (pH کمتر از ۷) و در جریان تصفیه به حدود ۷ یا کمی بیشتر از آن می‌رسد. عامل دیگری که باعث تغییر pH می‌شود، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و غیرطبیعی می‌باشد.

ح- مواد غذایی : در صافی‌های چکه‌ای، برای رشد و ازدیاد باکتری‌ها، به مواد غذایی (نیتروژن و فسفات) نیاز است تا باکتری‌ها بتوانند فاضلاب را تصفیه کنند. به‌طور کلی، این مواد غذایی در فاضلاب‌های خانگی وجود دارد. فاضلاب‌های صنعتی اغلب کمبود مواد غذایی دارند، به خصوص در بعضی از صنایع تهیه مواد

omoorepeyman.ir

غذایی در صورت غلبه فاضلاب‌های صنعتی بر سیستم تصفیه، ترکیب فاضلاب باید آنالیز شود تا این اطمینان به دست آید که به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم BOD، ۵ کیلوگرم نیترات آمونیوم و ۱ کیلوگرم فسفات داشته باشد. اگرمقدار مواد غذایی کم باشد، باید برای انجام تصفیه خوب، مواد غذایی به آن اضافه کرد.

خ- شمارش کلی فرم‌ها : پوشش باکتری‌ها به‌وسیله مواد معلق در مقابل کلر، سبب می‌شود که حتی در شرایطی که کلرزنی به خوبی انجام می‌گیرد، گاهی اوقات در پساب خروجی، حضور باکتری‌ها را شاهد باشیم. اگر حذف مواد معلق با تنظیمات ممکن در تصفیه‌خانه امکان‌پذیر باشد، می‌توان از بعضی از فن‌آوری‌های تصفیه آب مثل انعقاد، لخته‌بندی، ته‌نشینی و صاف‌سازی بهره‌گیری کرد. یک گندزدایی خوب، زمانی به دست می‌آید که فرآیندهای تصفیه قبل از آن، به‌خوبی صورت گرفته باشد.

فرآیندهای نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون نیز سبب می‌شوند که حذف کلی‌فرم‌ها کاهش پیدا کند.

بعضی از تصفیه‌خانه‌ها، برخی از واحدهای تصفیه خود را از مدار خارج می‌کنند تا نیتریفیکاسیون را کاهش دهند یا با اضافه کردن ۱ میلی‌گرم بر لیتر آمونیاک قبل از کلرزنی، شرایط مناسبی را برای تشکیل کلر آمین و بهبود فرآیند گندزدایی ایجاد نمایند.

۳-۱-۵ اندازه گیری و ثبت عوامل مهم بهره برداری

جریان ورودی به تصفیه‌خانه توسط بده‌سنج اندازه‌گیری می‌شود. همزمان با آن، باید از فاضلاب ورودی، از خروجی تأسیسات تصفیه مقدماتی و نیز خروجی حوض ته‌نشینی ثانویه نمونه‌برداری شود که نتیجه آزمایش‌ها، بیانگر وضعیت کیفی فاضلاب در مراحل مختلف تصفیه می‌باشد. در بیشتر نمونه‌ها باید مقادیر پارامترهای دما، pH ، DO ، BOD ، COD و مواد معلق جامد قابل ته‌نشینی تعیین شود.

در پساب تصفیه شده خروجی، باید عوامل کیفی به‌خصوص موارد مهمی مثل کلر باقی‌مانده ، مواد معلق ، BOD و شمارش کلی‌فرم کل اندازه‌گیری شود.

تمام اطلاعات بالا، برای استفاده بهره‌بردار و برای کنترل مراحل تصفیه مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

در تصفیه‌خانه‌های با صافی‌های چکه‌ای، بهره‌برداری بر اساس دو مشخصه زیر انجام می‌گیرد:

- بار هیدرولیکی (متر مکعب بر متر مربع در هر روز)
- بار آلی (کیلوگرم مواد آلی بر متر مکعب در هر روز)

بهره‌برداران باید کوشش کنند که بار هیدرولیکی هر یک از صافی‌های چکه‌ای را با کمک جریان برگشتی، تقریباً ثابت نگه دارند. جریان برگشتی نیز طوری تنظیم می‌شود که مقدار DO در جریان خروجی برای صافی‌های با بستر قلوه سنگی ۳ تا ۶ و برای بستر از مواد مصنوعی در حدود ۴ تا ۸ میلی‌گرم بر لیتر[1] باشد.

میزان بار آلی باید به‌طور هفتگی محاسبه و با مقدار مواد معلق جامد و BOD در خروجی، مورد مقایسه قرار گیرد.

اگر BOD پساب خروجی تصفیه‌خانه یا مواد معلق تغییراتی داشته باشد، بهره‌بردار باید مشکل را در تغییر بار هیدرولیکی و بار آلی ورودی جستجو کند.

1- Operation of Waste Water Treatment Plants, 1992, Page 182.

omoorepeyman.ir

خروجی تصفیه‌خانه شاخص عملکرد صافی چکه‌ای است. اگر کیفیت پساب خروجی از صافی شروع به تنزل نماید (با افزایش BOD یا مواد معلق) باید تغییراتی در بهره‌برداری داده شود. این تغییرات، شامل تغییر در مقدار جریان برگشتی و تغییر در روش بهره برداری (مانند از حالت موازی به سری در آوردن صافی‌های چکه‌ای یا برعکس) می‌شود.

۳-۱-۶ توصیه های مهم در بهره برداری

بهره‌برداری روزانه تصفیه‌خانه با صافی چکه‌ای، در بند ۳-۱-۳-۳ شرح داده شده است، در بهره‌برداری روزانه، باید از کمترین مقدار فاضلاب برگشتی که بهترین نتیجه قابل قبول را بدهد و سبب بروز غرقاب شدن صافی و دیگر مشکلات نشود بهره گرفت. مقدار کمتر فاضلاب برگشتی، موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش هزینه بهره‌برداری خواهد شد. برای نتیجه‌گیری بهتر در شرایط کار مداوم، بهره‌بردار باید با بازدیدهای منظم، پارامترهایی را که شرایط بحرانی در تصفیه فاضلاب به‌وجود می‌آورند، کنترل، ثبت و نتیجه را بایگانی نماید.

یک بهره‌برداری موفق از صافی‌های چکه‌ای، نیازمند کنترل مستمر و دائم فرآیندها و بخش‌های مختلف سیستم است، آزمایش فاضلاب ورودی برای تعیین خصوصیات آن و تعیین کیفیت پساب تصفیه شده خروجی ضروری می‌باشد.

یک بهره‌بردار ماهر، با دیدن تغییرات فیزیکی مختلف، مانند میزان جریان، ارتفاع مایع روی سرریزها، مقدار کف روی حوض ته‌نشینی در محل خروجی، کیفیت ظاهری پساب خروجی، چگونگی پاشش فاضلاب، چرخش بازوی توزیع کننده، رنگ لایه صافی و بو که ناشی از تغییرات بیولوژیکی سیستم است، مضطرب نشده و عکس‌العمل سریعی نشان نمی‌دهد. تغییر هر یک از عوامل بالا، به بررسی، تحقیق و شناخت علل تغییرات ایجاد شده نیاز دارد تا پس از آن بتوان در مورد اصلاح عامل آن به درستی اقدام نمود.

۳-۱-۷ مشکلات بهره برداری

جدول شماره ۳-۴ مرجعی سریع برای یافتن مشکلات و راه‌حل‌های مربوط می‌باشد. براساس جدول ۳-۴، در هر زمان، فقط باید یک تغییر اعمال شود و سپس تا به‌دست آمدن نتیجه منتظر ماند. فراموش نشود که واحدهای تصفیه‌خانه به‌هم وابسته‌اند. برای مثال: تغییر در جریان برگشتی، سبب تغییر بار هیدرولیکی حوض زلال‌ساز می‌شود که خود می‌تواند تغییرات مقدار مواد جامد از صافی را باعث شود.

در جدول ۳-۵، مهم‌ترین مشکلات بهره‌برداری، علل، روش کنترل و راه حل برطرف کردن آنها ارائه شده است. بیشتر مشکلات معمولی، به‌تدریج بزرگ و اساسی می‌شوند به‌طوری‌که در مراحل اولیه، قابل پیش‌بینی نخواهند بود، به عنوان مثال غرقابی‌شدن صافی، در اثر تولید بیش از حد توده لجن می‌باشد. یک بهره‌بردار با هوش که به دقت و به‌طور روزانه صافی را زیر نظر دارد، مشکلاتی را که در حال شکل گرفتن است به موقع اصلاح و رفع می‌نماید. این بهره‌بردار، هیچگونه مشکلی نخواهد داشت.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۴ راهکار رفع مشکلات حل

راه حل‌ها / مشکلات	وجود جامدات بیش از حد معلق در پساب خروجی	کمبود اکسیژن محلول در حوض تهنشینی ثانویه	شناورشدن لجن در حوض تهنشینی ثانویه	بی‌زدگی صافی	بوها	وجود حشرات در صافی	غرقابی
تمیزکردن بستر صافی							×
پمپ تخلیه لجن از حوض تهنشینی در بهره‌برداری باشد		×	×				
بارگردن شیر انتهایی بازدهی توزیع‌کننده به میزان مناسب				×		×	
کاهش پاشش (با تنظیم افشانک‌ها)				×			
بهره‌برداری موازی				×			
کاهش جریان برگشتی	×						
جلوگیری از رشد گیاهان						×	
استفاده از حشره‌کش‌ها						×	
بررسی سیستم کنترل بوهای خروجی					×		
استفاده از ماسک مناسب					×		
جلوگیری از پاشیدن فاضلاب به اطراف صافی					×		
بررسی نحوه هوادهی صافی		×			×		
بررسی جریان دورودی فاضلاب		×	×		×		
خشک شدن صافی							×
خوابانیدن صافی						×	×
کلرزنی صافی						×	×
تمیزکردن سطح صافی با شن‌کش							×
توقف بازدهی توزیع‌کننده و شستشوی آن							×
شستشوی سطحی صافی با (جت) آب تحت فشار							×
افزایش جریان برگشتی		×			×	×	×

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۵- رفع مشکلات صافی‌های چکه‌ای[1]

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
۱- غرقابی‌شدن	- بار آلی زیاد	- بررسی چشمی منطقه غرقابی به منظور تعیین علت کنترل میزان بار	• تنظیم بار آلی (gr.BOD/l.d) و هیدرولیکی l/S ورودی با توجه به دستورالعمل‌های بهره‌برداری تصفیه‌خانه
	- تجمع برگ‌ها و آشغال‌ها	- بررسی سطح لایه صافی از نظر تجمع کهنه، پلاستیک و آشغال	• جمع‌آوری کردن آشغال‌ها از سطح لایه صافی • تمیز کردن روزنه‌های توزیع‌کننده • بازدید آشغالگیر ورودی • درختان و بوته‌ها به نحوی قرار گرفته و آرایش داده شوند که برگ‌ها به داخل صافی نریزند.
	- افزایش رشد بیولوژیکی و پوست‌اندازی زیاد	- گرفتگی لایه صافی	• کنترل بار هیدرولیکی • غرقاب نمودن صافی برای ۲۴ ساعت به منظور تمیزشدن صافی • بازدید توزیع یکنواختی فاضلاب توسط روزنه‌ها و تنظیم مجدد در صورت نیاز • صافی را می‌توان به کمک جنگک و آب تحت فشار تمیز نمود. • برای تمیز کردن لایه صافی، باید میزان کلر باقی‌مانده را در حد ۵ میلی‌گرم بر لیتر برای چندین ساعت نگهداری کرد.
	- بهره‌برداری نامناسب واحدهای تصفیه مقدماتی	- مواد معلق بیش از حد و BOD در خروجی مرحله مقدماتی	• بهره‌برداری از حوض ته‌نشینی اولیه اصلاح شود . • از لخته سازهای کمکی (کلر و ...) برای بالابردن راندمان در حوض ته‌نشینی استفاده شود.
	- حشرات، حلزون، خزه	- بازدید چشمی از منطقه غرقاب شده به‌منظور یافتن علت	• صافی شستشو شده و به جریان ورودی صافی کلر زده شود، به‌طوری‌که کلر باقی‌مانده، برای چند ساعت به حدود ۱-۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر برسد.
	- ریز و غیریکنواخت بودن لایه صافی	- اصلاح دانه‌بندی با سرندکردن	• مواد صافی عوض شود.

1- Operation of Waste Water Treatment Plants, 1992, Page 189.

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۵- رفع مشکلات صافی‌های چکه‌ای

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
۲- وجود حشرات در صافی	- رشد بیش از حد توده زیستی روی صافی - گیاهان اطراف صافی محل مناسبی برای تکثیر حشرات هستند. - بار هیدرولیکی آن‌قدر کم است که نمی‌تواند لارو حشرات را حذف کند. - توزیع و پاشش ضعیف فاضلاب به خصوص در امتداد دیواره‌های صافی	- بازدید چشمی - محوطه اطراف صافی بازدید شود. - بار هیدرولیکی باید بیش از $۲۰۰ G/day/ft^۲$ باشد. - توزیع فاضلاب	- حذف توده زیستی اضافی - محوطه اطراف صافی طوری نگهداری شود که محل رشد حشرات نباشد. - ایجاد مشکل در دوره تکامل حیات حشرات را به روش‌های زیر منقطع نمود: • افزایش جریان برگشتی • صافی برای دوره‌های متناوب ۲۴ساعت غرقاب شود و دوره تناوب کمتر از دوره تکامل باشد. • به صافی کلر زده شود، به‌طوری‌که کلر باقی‌مانده برای چند ساعت در هفته در حدود ۱ میلی‌گرم برلیتر باشد. • از سموم حشره‌کش برای دیواره‌های صافی و محوطه اطراف با احتیاط استفاده شود. - کلیه روزنه‌های پاشنده فاضلاب تمیز شوند. - تعویض صفحات روزنه‌ها برای کاهش سرعت توزیع‌کننده. ایجاد شرایط مناسب برای شستشو دادن بیشتر لایه صافی جهت بازکردن خلل و فرج مسدود شده.
۳- بوها	- ورود فاضلاب گندیده به صافی - تهویه ضعیف صافی - رشد بیش از حد توده زیستی - مدیریت نگهداری ضعیف	- بررسی کلرزنی مقدماتی - بازدید زهکش زیر صافی از نظر تجمع مواد آلی و آشغال‌ها، رشد بیش از حد توده زیستی - بازدید خلل و فرج لایه صافی - بررسی چشمی	- سعی شود که شرایط هوازی توسط کلرزنی، هوادهی مقدماتی و بهره‌برداری مناسب در سراسر سیستم برقرار گردد. - افزایش فاضلاب برگشتی برای بهبود شرایط هوازی - جریان ورودی به صافی، برای کاهش مواد آلی و $H_۲S$ کلرزنی شود. - زهکش زیر صافی و کانال خروجی شسته و تمیز شوند. تمام رسوبات و آشغال‌ها تمیز شوند. - لوله‌های جریان هوا باز و تمیز شوند. - با استفاده از دمنده‌های مکانیکی، هوا در سیستم زهکش وارد شود. - جریان برگشتی به صافی افزایش داده شود. - لایه صافی غرقابی شده و سپس تمیز گردد تا توده بیولوژیکی بیش از حد حذف شود. - آشغال‌ها را از روی صافی برداشته، صفحه روزنه‌ها تمیز، و سطح لایه صافی یا قسمتی از دیوار صافی که بالاتر از لایه صافی قرار گرفته با شیلنگ آب شسته و تمیز شود.

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۵- رفع مشکلات صافی‌های چکه‌ای

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
۴- یخ‌زدگی روی صافی	– شرایط جوی – عدم توزیع یکنواخت، زمانی که دمای محیط برای یخ زدن آب مناسب است.	– کنترل دمای هوا و دمای فاضلاب – بازدید چشمی	– جریان برگشتی کاهش داده شود. – هنگامی که صافی چکه‌ای دو مرحله است به صورت موازی درآورده شوند. – روزنه‌ها برای پاشش بیشتر تنظیم شوند. – شیرهای انتهایی را تا حدی باز کنید که به جای پاشش جریان فاضلاب برقرار شود. – یخ‌ها شکسته و برداشته شوند. – با احداث بادشکن برای صافی از اتلاف حرارت جلوگیری شود. – در صورت لزوم، آب گرم یا بخار به فاضلاب ورودی افزوده شود. – برای توزیع یکنواخت، تنظیمات لازم انجام شود (اگر گرفتگی در روزنه‌ها به‌وجود آمده باشد تمیز شوند).
۵- عدم‌توزیع یکنواخت روی سطح صافی	– بسته‌شدن بعضی از روزنه‌ها – عدم توزیع یکنواخت بار هیدرولیکی در صافی – وجود نشت	– باظروف‌مخصوص، توزیع یکنواخت کنترل شود. – توزیع‌بارهیدرولیکی کنترل شود. – آب‌بندی	– شیر انتهایی باز و بازوی توزیع‌کننده شسته شود. – روزنه‌های توزیع‌کننده تمیز شوند. – توزیع یکنواخت بار هیدرولیکی در تمام سطح صافی با تنظیم روزنه‌های پخش‌کننده و همچنین جریان برگشتی تأمین شود. – تجهیزات آب‌بندی تعویض شود.
۶- حلزون، خزه، سوسک آبی	– شرایط جوی و موقعیت جغرافیایی	– بازرسی چشمی	– کلرزنی به حدی شود تا کلر باقی‌مانده به مقدار ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم بر لیتر برسد. – صافی با حداکثر فاضلاب برگشتی شسته شود.
۷- افزایش مواد معلق درخروجی حوض ته‌نشینی ثانویه	– پوست‌اندازی اضافی صافی به علت تغییر فصل – افزایش پوست‌اندازی حاصل به علت افزایش بار آلی – افزایش پوست‌اندازی به‌دلیل pH نامناسب و مواد سمی – در حوض ته‌نشینی ثانویه دنیتریفیکاسیون انجام می‌گیرد. – افزایش بار هیدرولیکی حوض ته‌نشینی ثانویه – تجهیزات ته‌نشینی ثانویه خوب عمل نمی‌کند. – دمای متفاوت در نقاط مختلف حوض ته‌نشینی	– خروجی صافی از نظر مقدار SS، pH ،DO ،BOD مورد بررسی قرار گیرد. – مقدار بار آلی و نیز مقدار تغییر بار آلی جریان خروجی در صافی نسبت به ورودی آن کنترل شود. – pH ، مواد سمی – خروجی از نظر نیتریفیکاسیون مورد بررسی قرار گیرد و توجه شود که لجن شناور به صورت لخته‌های بزرگ در آن وجود دارد. – بار سطحی کلاریفایر نباید از ۴۹ متر مکعب بر مترمربع در روز بیشتر باشد. – موارد زیر بررسی شود : • لایه لجن بالا است، • لوله تخلیه لجن شکسته است، تلمبه خراب است. • صفحات آرام‌ساز شکسته است، • جریان سرریز یکنواخت نیست. – بررسی دما در پروفیل حوض ته‌نشینی	– روش بهره‌برداری عوض شود. – اگر با تعویض روش بهره‌برداری، مشکل حل نشود، به ورودی حوض ته‌نشینی پلیمر اضافه شود. – مقدار تخلیه لجن حوض ته‌نشینی افزایش داده شود. – برای رقیق کردن فاضلاب جریان فاضلاب برگشتی افزایش داده شود. – با استفاده از مواد شیمیایی مقدار pH بین ۶ و ۹، ترجیحاً بین ۶/۵ تا ۸/۵ نگه‌داشته شود. – تخلیه حوض ته‌نشینی افزایش داده شود. – اگر علت، جریان برگشتی باشد، مقدار آن در زمان پیک کاهش داده شود. – فاصله‌های زمانی کار پمپ‌های جمع‌آوری لجن، افزایش داده شوند. – تعمیر یا تعویض قطعه شکسته شده سرریز تنظیم شود، به‌طوری‌که تمام آن در یک خط قرار گیرد. – با نصب صفحات آرام‌ساز از جریانهای کوتاه جلوگیری شود.

omoorepeyman.ir

۳-۱-۸ نگهداری و تعمیرات

۳-۱-۸-۱ یاتاقانها و آب‌بندها

یاتاقانهای توزیع‌کننده‌ها، در پایین یا بالای ستون مرکزی قرار دارند. هر دو نوع یاتاقان، دارای کاسه نمدی هستند که از نشت فاضلاب به داخل آن جلوگیری کند (شکل ۳-۲). این مورد، برای جلوگیری از توزیع غیریکنواخت فاضلاب روی سطح لایه صافی چکه‌ای و همچنین حفاظت یاتاقانها در هنگامی‌که آنها در پایین قرار گرفته‌اند می‌باشد. اغلب، یاتاقانها در یک پوسته حاوی روغن قرار دارند. در دستورالعمل سازنده یا دفترچه نگهداری و تعمیرات باید نوع روغن مورد استفاده مشخص شده باشد. اگر نوع روغن مشخص در دسترس نباشد، می‌توان از شرکت‌های معتبر تولیدکننده روغن اطلاعات لازم در مورد روغن مورد نیاز را به‌دست آورد.

در مورد انتخاب نوع روغن باید دقت کافی اعمال شود. سطح روغن و شرایط آن در طول عمر تجهیزات بسیار مؤثر است و باید هفته‌ای یک‌بار بازدید شوند. برای بازدید روغن، به اندازه ۰/۵ لیتر از آن را در یک ظرف تخلیه می‌کنند؛ اگر روغن تمیز و بدون آب باشد، آن را داخل محفظه خود برمی‌گردانند و اگر کثیف بود، باید محفظه روغن را تخلیه و آن را با نسبت ۱/۴ روغن و ۳/۴ حلال (مانند کروزن) مخلوط نمود و بعد برای چند دقیقه، توزیع‌کننده را راه‌اندازی و دوباره روغن تخلیه و با روغن مناسب و خوب پر شود.

توجه : تخلیه روغن برای بازدید بسیار مهم است. باید توجه کرد که روغن آلوده نشده و در ستون روغن‌نما گرفتگی ایجاد نشود. در صورت نفوذ آب به داخل ظرف روغن، آب در کف ظرف جمع خواهد شد. اگر آب وارد روغن شده باشد، حتی به مقدار کم، باید روغن عوض شده و سیستم آببندی مکانیکی تعویض گردد. برای این منظور، به دستورالعمل سازنده یا دفترچه بهره‌برداری و نگهداری مراجعه شود.

۳-۱-۸-۲ بازوهای گردان

توجه شود که فقط وقتی بازوی گردان از حرکت ایستاده است روی آن می‌توان کار کرد در غیر این‌صورت، در شرایطی که بهره‌بردار خارج از دیواره صافی ایستاده است می‌تواند با شیلنگ تحت فشار نقاط موردنظر را تمیز نماید. بازوی گردان باید هفته‌ای یک‌بار با بازکردن شیرهای کشویی (در هر زمان فقط یک شیر باز شود) شسته شود. روزنه‌ها را در صورت نیاز باید تمیز کرد، و روزانه، سطح روزنه را از هرگونه آشغال و تفاله تمیز نگاه‌داشت. وقتی گرفتگی قابل توجهی ملاحظه شد، در صورت امکان باید با پارچه زبر و محکم، تور سیمی یا مشابه آنها سطح روزنه را تمیز کرد.

توزیع‌کننده‌ها باید روزانه از نظر نرم کارکردن بازدید شوند. اگر پرش یا لرزش و کاهش سرعت (با مقدار مساوی فاضلاب از داخل بازو) در بازو ملاحظه شد، احتمال خرابی یاتاقانها وجود دارد که باید آنها را نیز تعویض نمود.

پیچ‌های تنظیم کشش سیم‌های بکسل، باید طوری تنظیم شوند که بازوی گردان در سطح صحیح و مناسبی قرار گرفته جریان فاضلاب روی تمام مواد لایه صافی یکنواخت ریخته شود.

omoorepeyman.ir

سرعت چرخش نباید زیاد باشد. سرعت چرخش بازو در اثر عکس‌العمل پاشش فاضلاب از روزنه‌ها به‌وجود می‌آید. این سرعت به‌وسیله تنظیم جریان فاضلاب از روزنه‌ها تغییر می‌کند (در توزیع‌کننده‌های بزرگ، سرعت چرخش تقریباً یک دور در دقیقه معمول می‌باشد. در دستورالعمل سازنده و دفترچه بهره‌برداری و نگهداری حداکثر سرعت تعیین شده است). اگر توزیع‌کننده خیلی تند بچرخد، ممکن است یاتاقانها صدمه ببینند.

برای کاهش سرعت چرخش در ابتدای هر بازو، وسیله‌ای برای روزنه‌ها پیش‌بینی شده که به راحتی قابل نصب بوده که به کمک آن می‌توان عکس‌العمل جریان فاضلاب از روزنه‌ها را خنثی کرد. اگر سرعت چرخش خیلی کم باشد، باید مشکلات مکانیکی را بررسی نمود. در آن صورت، برای افزایش سرعت مقدار جریان فاضلاب را باید زیاد کرد. در چرخش با جریان پیداکردن فاضلاب از روزنه‌ها بازوها هم باید به حرکت درآیند، برای به‌دست آوردن این نتیجه، صفحه چرخش روزنه‌ها باید به‌طور یکنواخت تمیز شود و اگر محلی از آن لجن گرفته باشد باید آن را با برس تمیز کرد.

۳-۱-۸-۳ روزنه‌های ثابت

پایه روزنه‌های ثابت، مشابه صفحه روزنه‌های چرخشی است. هر لوله بالابرنده، به یک سر پاشش مجهز است که روزنه (نازل) نامیده می‌شود که در انتهای لوله بالابرنده (در ارتفاعی بالاتر از مواد لایه صافی) نصب شده است. روزنه‌ها طوری طراحی شده‌اند که جریان فاضلاب زیاد با فشار کم و عبور مقداری هم آشغال از آن که اغلب در فاضلاب وجود دارد، امکان‌پذیر بوده و روزنه را از گرفتگی محافظت کند.

لوله‌های بالابرنده، مانند سیستم آبیاری برای توزیع یکنواخت، همه در یک سطح قرار گرفته‌اند تا بتوانند یکنواختی توزیع فاضلاب را در صافی تأمین نمایند. روزنه‌های ثابت باید با حفظ یکنواختی توزیع، پوشش کاملی روی مواد لایه صافی داشته باشند و در صورت گرفتگی هریک، نسبت به اصلاح آن اقدام شود.

این روزنه‌ها ممکن است با آشغال گرفته یا مسدود شوند که سبب پاشش ضعیف یا قطع پاشش می‌شود. اگر روزنه‌ای به خوبی عمل پاشش را انجام ندهد، باید سیستم را از سرویس خارج کرد. در بعضی تصفیه‌خانه‌ها، برای هر ردیف روزنه یک شیر پیش‌بینی شده که در این‌صورت، برای سرویس روزنه معیوب فقط فاضلاب یک ردیف از روزنه‌ها باید بسته شود. پس باید گلوله شناور روزنه‌ها را خارج نموده و مخروط روزنه و شناور مربوطه را از هر نوع آشغال یا کهنه تمیز نمود. برای خوب تمیز شدن شاید لازم باشد که سیستم را بدون روزنه راه‌اندازی کرد و به داخل لوله‌ای که روزنه روی آن نصب می‌شود، جهت رفع هرگونه گرفتگی، هوا دمیده شود و دوباره روزنه در محل خود نصب گردد.

اگر تناوب گرفتگی روزنه‌ها زیاد باشد و مشکل ایجاد کند، می‌توان در جلو پمپ صافی یک توری نصب کرد و از ورود آشغال، تکه پارچه و ... به توزیع‌کننده جلوگیری نمود.

۳-۱-۸-۴ زهکش

زهکش، زیر لایه صافی قرار دارد. معمولاً برای شستشو و تمیزکردن لجن و آشغال‌های باقی‌مانده در سر و انتهای انشعابات و کانال‌های منتهی به زهکش باید از آب تحت فشار استفاده کرد. تمیزکردن سیستم زهکش باید

omoorepeyman.ir

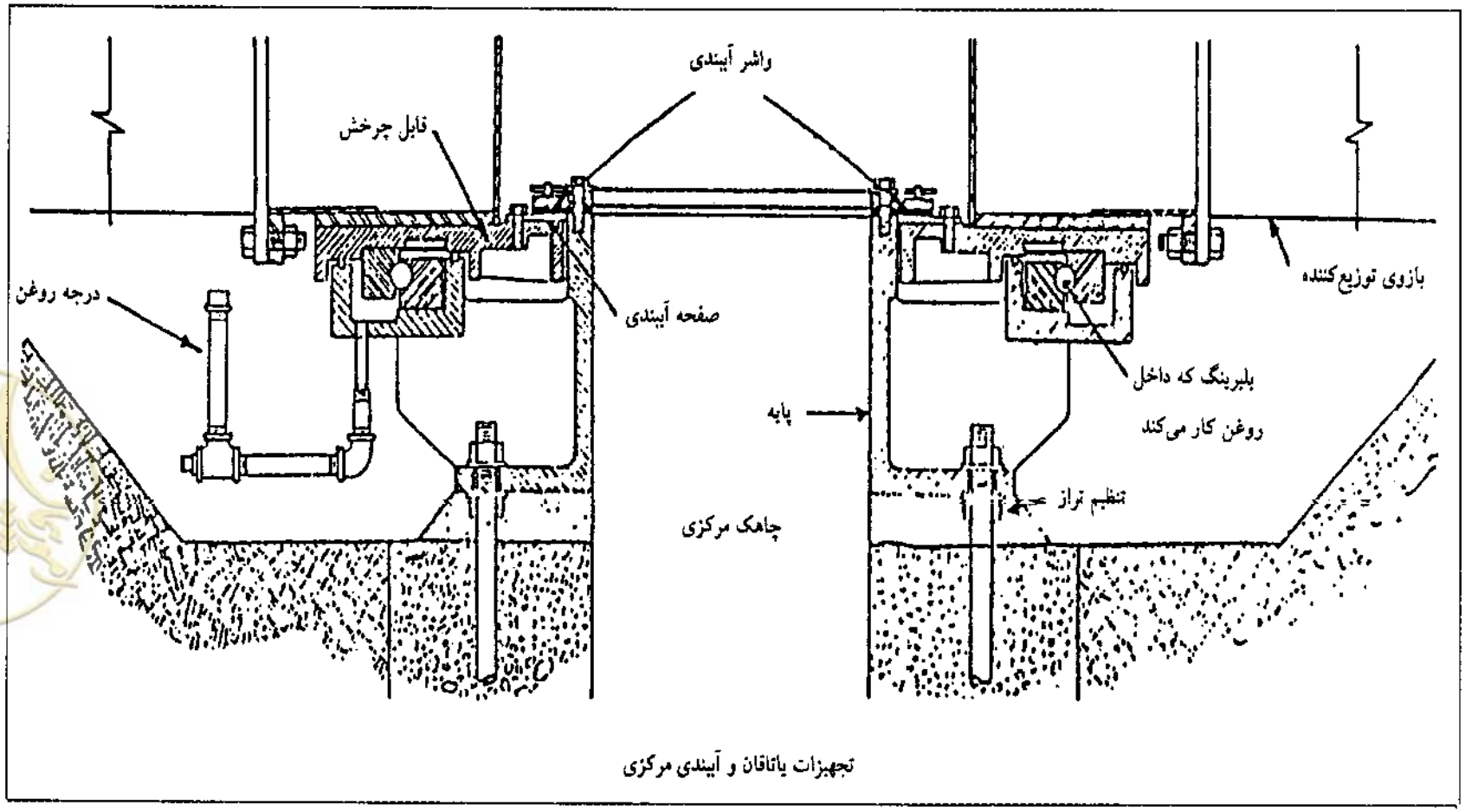
با برنامه سه تا شش ماه یک‌بار انجام شود، تا سیستم زهکش همواره باز و تمیز بماند. سیستم زهکش برای خروج سریع فاضلاب از صافی است و نباید مانع جریان تهویه هوا و در نتیجه عامل ایجاد شرایط بو، گندیدگی و غرقابی گردد.

۳-۱-۹ ایمنی

برای این‌که بتوان با اطمینان روی صافی چکه‌ای کار کرد، یادآوری چند نکته ایمنی ضروری است: اول آن‌که جریان ورودی فاضلاب به صافی چکه‌ای باید قطع گردد و فرصت داده شود تا بازوی گردنده از حرکت باز ایستد و سپس روی آن کار شود. این کار برای تمام موارد، حتی برای تصفیه‌خانه‌های کوچک لازم و ضروری است. نیروی چرخش بازوی چرخنده، در حد نیروی یک کامیون است. لجن روی صافی بسیار لغزنده است. هنگام حرکت مواد لایه صافی، باید از کفش لاستیکی استفاده کرد و برای بردن روغن جهت ریختن در یاتاقان صافی، از ظرف شیشه‌ای استفاده نکرد.

در صافی‌های چکه‌ای که از مواد مصنوعی استفاده می‌شود، اغلب محل‌هایی برای رفت و آمد پیش‌بینی شده است. در هر صورت، این راه‌های دسترسی به یاتاقان صافی، به‌منظور روغنکاری خیلی قابل اعتماد نیستند. بنابراین با قرار دادن شبکه پلاستیکی و ایجاد یک پل روی لبه صافی تا لوله مرکزی، می‌توان یک راهروی مطمئن ایجاد کرد.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲- یاتاقان و سیستم آببندی صافی چکه‌ای

omoorepeyman.ir

۳-۲ لجن فعال

فرآیند لجن فعال، در سال ۱۹۰۰ میلادی تکمیل شد. این فرآیند تصفیه فاضلاب، شامل زندگی میکروارگانیسم‌ها همراه ماده آلی در یک محیط غنی از اکسیژن (هوازی) است. این فرآیند، مشابه فرآیند بیولوژیکی است که در سطح خاک رخ می‌دهد و حاوی تعداد زیادی میکروارگانیسم است، با این تفاوت که میکروارگانیسم‌ها در فرآیند لجن فعال در یک محیط زیست مایع و کنترل شده نگهداری می‌شوند. فرآیند لجن فعال، توسط واکنش بیولوژیکی زیر نشان داده شده است:

$$\text{ماده آلی} + \text{میکروارگانیسم‌ها} \xrightarrow{O_2} \text{میکروارگانیسم} + CO_2 + H_2O + \text{انرژی}$$

فرآیند حذف آلوده‌کننده‌ها شامل استفاده میکروارگانیسم‌ها از مواد آلی پیچیده به عنوان منبع غذایی برای تولید میکروارگانیسم‌های بیشتر (که در نهایت ته‌نشین و خارج می‌شوند)، گاز دی اکسید کربن (که در جو پراکنده می‌گردد)، آب (که همراه پساب خارج می‌شود) و انرژی (که میکروارگانیسم‌ها برای ادامه زندگی خود مصرف می‌کنند)، می‌باشد. به‌عبارت ساده‌تر، مواد آلی موجود در فاضلاب، به میکروارگانیسم تبدیل شده و پس از ته‌نشین شدن از فاضلاب خارج می‌شوند.

۳-۲-۱ سیستم لجن فعال متعارف و سیستم‌های اصلاح شده لجن فعال

شیوه‌های متعددی برای فرآیند لجن فعال وجود دارد که به‌طور خلاصه در زیر آورده شده است:

- جریان قالبی[1] : جریان فاضلاب در حوضچه هوادهی، به‌صورت لوله یا پیستون عبور نموده و همچنان که فاضلاب مسیر خود را طی می‌کند مواد آلی یا BOD_5 کاهش می‌یابد.
- اختلاط کامل[2] : فاضلاب ورودی، به سرعت با اکسیژن و باکتری‌های درون حوضچه هوادهی مخلوط می‌شود.
- تثبیت تماسی[3] : در این روش، فاضلاب خام به درون حوضچه تماس جریان می‌یابد و در آن‌جا هوادهی شده و با باکتری‌ها مخلوط می‌گردد. میکروارگانیسم‌های موجود در این حوضچه، با هر دو نوع مواد آلی محلول و غیرمحلول تماس پیدا کرده و فاضلاب تصفیه می‌شود.
- هوادهی گسترده [4]: روش هوادهی گسترده بیشتر برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی به‌کار می‌رود. این فاضلاب‌ها، در آغاز دارای مواد آلی محلول هستند و باکتری‌ها برای شکستن این مولکول‌های مرکب به زمان ماند طولانی نیاز دارند. روش هوادهی گسترده، شبیه اختلاط کامل است اما در این روش، زمان هوادهی طولانی‌تر است. از مزایای این روش آن است که عملاً به علت زمان ماند طولانی در حوضچه هوادهی، یکنواخت‌سازی نیز صورت می‌گیرد و بدین ترتیب، سیستم از شوک‌های بار آلی که به‌طور

---

1 - Plug Flow
2 - Complete Mix
3 - Contact Stablization
4 - Extended Aeration

omoorepeyman.ir

موقتی و ناگهانی به آن وارد می‌شود محفوظ می‌ماند. مزیت دیگر، تولید میزان کم لجن است، زیرا تعدادی از باکتری‌ها در حوضچه هوادهی هضم می‌شوند. این دو مزیت، سبب شده که اداره و بهره‌برداری این سیستم از سایر اشکال لجن فعال ساده‌تر باشد.

- گودال آکسایش[1] : شبیه روش جریان قالبی است، با این تفاوت که حوضچه هوادهی به‌جای مستطیلی بودن مدور است و به‌جای هوادهی سطحی، از هوادهی دیفیوزری (حبابی) استفاده می‌شود.
- تغذیه مرحله‌ای[2] : در این روش، با ورود مرحله‌ای فاضلاب به حوضچه هوادهی، تغذیه میکروارگانیسم‌ها از مواد آلی نیز به روش مرحله‌ای انجام می‌گیرد. این کار به برقراری تناسب بین غذا و باکتری‌ها در طول حوضچه هوادهی کمک می‌کند.
- هوادهی کاهشی[3] : در این روش میزان هوای ورودی به حوضچه هوادهی در طول حوضچه هوادهی کاهش می‌یابد، به این صورت که در ابتدای حوضچه، مقدار اکسیژن زیاد و به‌تدریج مقدار هوادهی کم می‌شود.

۳-۲-۲ بهره‌برداری متعارف از فرآیند لجن فعال

۳-۲-۲-۱ راه‌اندازی واحد

بهره‌برداری موفقیت‌آمیز سیستم لجن فعال به حیات میکروارگانیزم‌ها در داخل سیستم بستگی داشته و تغییرات محیطی داخل سیستم می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر میکروارگانیزم‌ها داشته‌باشد. بهره‌برداری موفقیت‌آمیز زمانی به‌دست می‌آید که هر بهره‌بردار بتواند تغییرات سیستم را درک کند و با تغییرات و تصمیم‌گیری‌های لازم، سیستم را به حالت عادی خود بازگرداند.

اغلب، تصفیه‌خانه‌هایی که تازه احداث شده‌اند، شیوه راه‌اندازی مجزایی از بهره‌برداری عادی از تصفیه‌خانه دارند بنابراین ابتدا به موارد مورد استفاده در راه‌اندازی سیستم تازه احداث شده و سپس به شیوه‌های بهره‌برداری معمول از تصفیه‌خانه‌ها پرداخته خواهد شد.

۳-۲-۲-۱-۱ موارد کنترلی برای سیستم لجن فعال تازه احداث شده

الف - حوض هوادهی : شامل کنترل دریچه‌های ورودی و خروجی از نظر باز و بسته شدن، روغنکاری آنها و کنترل آب‌پاش‌ها (برای شکستن کف تشکیل شده در حوضچه هوادهی). آب‌پاش‌ها باید با سطح حوض هوادهی زاویه ۴۵ درجه بسازند و قبل از شروع کار، حتماً آزمایش شوند. کنترل سیستم هوادهی از نظر کار کردن، محکم بودن پایه و پل هواده، کنترل موتور الکتریکی از نظر وجود کنتاکتور و بی‌متال برای بهره‌برداری مجدد[4] موتور، روغنکاری محل‌های مورد نظر و کوپلینگ، نداشتن صدای غیرعادی، پر بودن محفظه روغن جعبه دنده نیز از نکات شروع کار می‌باشند.

---

1 - Oxidation Ditch
2 - Step Feed
3 - Modified Aeration
4 - Reset

omoorepeyman.ir

ب - پمپ‌های لجن مازاد و لجن برگشتی : در آغاز باید قیف‌های جمع‌کننده لجن در کف حوض‌های ته‌نشینی، خطوط انتقال، شیرها، دریچه‌ها و پاروها کنترل شوند. تمیز بودن پمپ، کنترل پروانه پمپ، فشارسنج‌ها و خطوط خروجی پمپ نیز در شروع کار باید در نظر گرفته شود. بررسی بلبرینگ‌های موتور و پمپ از نظر داشتن روغن، محکم بودن کوپلینگ و پیچ‌های اتصال پمپ به موتور و آب‌بندی بودن پمپ نیز لازم است. همچنین قبل از شروع بهره‌برداری، بررسی تجهیزات مکانیکی و برقی از نظر نداشتن عیب و نقص ضروری است. از آن‌جایی که فرآیند بیولوژیکی برای تثبیت شدن به زمان نیاز دارد، در روزهای اول اقداماتی انجام می‌شود که به شرح زیر می‌باشند:

- روز اول

اگر هواده از نوع پخشان[1] باشد، قبل از پرکردن حوض هوادهی باید هواده‌ها روشن شوند تا از گرفتگی سوراخ‌های خروج هوا توسط مواد موجود در فاضلاب جلوگیری به عمل آید. آنگاه باید حوض هوادهی را پر از آب کرد تا تجهیزات هوادهی در حداکثر بازدهی عمل کنند.

در روزهای اول باید سعی شود که بده فاضلاب ورودی کم باشد تا امکان تکثیر میکروارگانیسم‌ها در حوض هوادهی فراهم شود. وقتی حوض هوادهی پر شد، باید دریچه خروجی حوض را باز کرد تا حوض زلالساز (ثانویه) پر شود. زمان ماند در حوض زلالساز باید به‌قدری زیاد باشد که امکان بازیافت میکروارگانیسم‌های ته‌نشین شده فراهم شده و از سرریزهای حوض خارج نشوند. وقتی $\frac{۳}{۴}$ حجم زلالساز پر شد، مکانیسم جمع‌آوری لجن (پاروی کف) و پمپ‌های لجن برگشتی روشن می‌شوند. پمپ لجن برگشتی باید طوری تنظیم شود که میکروارگانیسم‌های ته‌نشین شده در حوض ثانویه به‌سرعت به‌حوض هوادهی برگشت داده شوند. لجن ته‌نشین شده در حوض زلالساز، نباید بیشتر از ۱/۵ ساعت در حوض ثانویه باقی بماند. به‌عبارت دیگر، پمپ لجن برگشتی باید به اندازه ۵۰ درصد فاضلاب ورودی، به حوض هوادهی لجن منتقل کند، زیرا در بده پیک، برای ته‌نشینی لجن در زلالساز زمان کافی فراهم نمی‌شود.

در سیستم‌های لجن فعال متعارف، میزان لجن برگشتی در روزهای اول اغلب ۲۰ تا ۳۰ درصد فاضلاب ورودی است، هر چند که طراحی آنها بر اساس ۵۰ تا ۱۰۰ درصد لجن برگشتی انجام شده است. ولی میزان لجن برگشتی، بر اساس مقدار ارگانیسم‌های برگشت داده شده برای تصفیه فاضلاب برآورد می‌شود. لجن رقیق به درصد برگشتی بیشتری نسبت به لجن غلیظ نیاز دارد؛ زیرا افزایش درصد برگشتی در زمانی که لجن رقیق باشد، باعث تنظیم غلظت لجن فعال در حوض هوادهی می‌شود. افزودن ماده منعقد کننده برای لخته‌سازی، باعث بهبود پساب حوض زلالساز و بازیافت لجن بیشتر در شروع کار می‌شود.

وقتی زلالساز (حوض ثانویه) پر شد و شروع به سرریز کرد، کلرزنی برای گندزدایی پساب آغاز می‌شود. در حوض هوادهی، بعد از ۲ تا ۳ ساعت هوادهی، مقدار اکسیژن محلول (DO) باید بررسی شود؛ اگر امکان استفاده از DO سنج قابل‌حمل یا الکترودی وجود دارد، باید اکسیژن محلول هم از سطح و هم از عمق فاضلاب حوض

1 - Diffiuser

omoorepeyman.ir

هوادهی اندازه‌گیری شود. اکسیژن محلول در این حوض، نباید از ۱ میلی‌گرم بر لیتر کمتر باشد. اگر اکسیژن محلول بیش از ۳ میلی‌گرم بر لیتر باشد، باید تعداد هواده یا میزان هوادهی کاهش یابد. باید توجه داشت که میزان کاهش هوادهی، به عدم اختلاط در حوض هوادهی منجر نشود.

بعد از تثبیت بیولوژیکی فاضلاب در حوض هوادهی، اکسیژن کافی باید برای موارد زیر فراهم آید:

الف - DO کم فاضلاب ورودی و لجن برگشتی.

ب - اگر فاضلاب ورودی گندیده باشد، اکسیژن مورد نیاز به‌سرعت مصرف می‌شود.

ج - ارگانیسم‌ها در حضور غذای کافی، اکسیژن خواهی بیشتری دارند.

خروجی حوض هوادهی (پساب هوادهی) می‌تواند دارای DO کمتر از ۱ میلی‌گرم بر لیتر باشد. همچنین کنترل اکسیژن محلول حوض هوادهی هر ۲ ساعت، برای داشتن تثبیت مناسب الزامی است، زیرا تغییرات بده روزانه نیاز به اکسیژن‌خواهی را تغییر می‌دهد. معمولاً بیشترین اکسیژن محلول در حوض هوادهی در ساعات اولیه صبح است وقتی که بده فاضلاب کم است و کمترین آن مربوط به بعدازظهر و ساعات شب است که بار فاضلاب زیاد می‌باشد.

استفاده از آب‌پاش‌ها نیز در روز اول به‌خاطر ایجاد کف لازم است، زیرا در روز اول، میزان MLSS [1] (جامدات معلق در مایع مخلوط) کم و سن لجن[2] (زمان ماند سلولی) جوان است. اگر آب‌پاش برای تصفیه‌خانه تعبیه نشده باشد، می‌توان از ضد کف‌های تجاری استفاده کرد.

- **روز دوم**

در روز دوم، باید یک نمونه فاضلاب از حوض هوادهی گرفت و آزمایش ته‌نشینی را انجام داد. آزمایش ته‌نشینی، اغلب در استوانه مدرج ۱ لیتری به مدت ۳۰ دقیقه انجام می‌شود. اگر امکان استفاده از استوانه ۱ لیتری وجود ندارد، استوانه مدرج ۲ لیتری به مدت ۱ ساعت نیز نتایج مشابهی می‌دهد. در این روش، باید سرعت ته‌نشینی لجن و اندازه لخته‌ها را در مدت ۱ ساعت مشاهده کرد. احتمالاً رنگ پساب در روزهای اول شبیه پساب حوض اولیه یا فاضلاب ورودی است. بعد از چند دقیقه، ذرات خیلی ریز مشاهده می‌شود. این ذرات که به‌طور معلق باقی‌می‌مانند، مثل ذرات گرد و غبار در پرتو نور خورشید می‌باشند. بعد از ۱ ساعت، مقدار کمی از این ذرات در کف استوانه مدرج ته‌نشین می‌شوند که حدود ۱۰ تا ۲۰ میلی‌لیتر عمق دارند، ولی بیشتر ذرات هنوز معلق هستند. مشاهده موارد بالا، بیانگر شروع خوب برای تثبیت فاضلاب در حوض هوادهی است ولی هنوز خیلی از ذرات فاضلاب نیاز به تصفیه مؤثرتر دارند.

- **روز سوم تا روز پنجم**

در طول این دوره فرآیند، با تنظیم اکسیژن محلول، لجن برگشتی به‌حوض هوادهی در حد مطلوب کنترل می‌شود. نمونه‌برداری از حوض هوادهی، باید منظم و به‌طور معمول انجام گیرد و نتایج برای تنظیم بیشتر ثبت و

---

1 - Mixed Liquid Suspended Solid (MLSS)

2 - Sludge Retention Time (SRT)

omoorepeyman.ir

موارد مورد نظر تصحیح گردند. هوادهی فاضلاب تا حفظ DO باید در حد مطلوب ادامه یابد و آن‌قدر صبر کرد تا لجن فعال تشکیل شود. اغلب این زمان، بین ۲۴ تا ۷۲ ساعت هوادهی است. ارگانیسم‌های لجن فعال سبک هستند و گاهی اوقات در سرریز حوض زلالساز ظاهر می‌شوند، بنابراین باید سعی کرد بیشتر آنها توسط سیستم برگشت لجن به‌حوض هوادهی باز گردند زیرا زمان زیادی طول می‌کشد تا آنها دوباره در حوض هوادهی تولید شوند.

گاهی اوقات برای این‌که لجن فعال زودتر تشکیل شود، برای بذرافشانی[1] به حوض هوادهی گیاه خاک[2] اضافه می‌شود که باعث تکثیر ارگانیسم‌ها و افزایش ذرات جامد می‌گردد. البته افزودن مخلوط خاک و آب (گل رقیق) نیز توصیه شده ولی باید سعی کرد که در این مواقع، ماسه و دانه وارد حوض هوادهی نشود. راه درست و مناسب‌تر، افزودن مقداری (مناسب) از لجن فعال از تصفیه‌خانه‌ای دیگر در شروع فرآیند است.

- روز ششم

در روز ششم، باید پساب زلال و قابل قبول تولید شود. جامدات تولید شده در حوض هوادهی باید در استوانه مدرج، به‌صورت آزمایش ته‌نشینی ۳۰ دقیقه اندازه‌گیری شوند. نتایج این آزمایش باید بیانگر خصوصیات لخته‌بندی، ته‌نشینی و فشردگی لجن باشد. مواد جامد معلق تولید شده در این روز، خیلی ریزتر از روز اول است و با شروع تخلیه لجن مازاد، مقدار این جامدات ریز، به تدریج کم خواهد شد. بررسی ته‌نشینی لجن باید هر روز انجام شده و میزان تصفیه‌پذیری فاضلاب به دقت ارزیابی شود.

برای به‌دست آوردن جمعیت میکروارگانیسم‌ها در حوض هوادهی، باید جامدات حوض به‌صورت میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شوند. جامدات معلق در مایع مخلوط (MLSS) در حوض هوادهی، بر اساس حجم حوض هوادهی محاسبه می‌شوند:

$$\frac{\text{۱۰۰۰ لیتر}}{\text{۱ مترمکعب}} \times \frac{\text{۱ کیلوگرم}}{\text{۱۰۰۰۰۰۰ میلیگرم}} \times \text{حجم‌حوض‌هوادهی(مترمکعب)} \times \text{جامدات‌معلق(میلی‌گرم‌برلیتر)} = \text{کل‌جامدات‌معلق(کیلوگرم)}$$

نمونه‌برداری از پساب خروجی هوادهی (سرریز هوادهی)، باید به فاصله ۱/۵ متری از انتهای سرریز هوادهی و در عمق ۰/۴ تا ۰/۶ متری زیر سطح فاضلاب باشد. در جاهایی که حوضچه تقسیم پساب هوادهی وجود ندارد، نمونه‌برداری می‌تواند از خود سرریز انجام گیرد.

اگر در خروجی حوض ته‌نشینی مایع مخلوط خوب نباشد، لجن ثانویه باید به‌مدت ۱۰ تا ۱۵ روز (یا بیشتر) به حوض هوادهی برگشت داده شود، سپس اقدام به دفع لجن به‌صورت مازاد کرد. راحت‌ترین راه محاسبه میزان لجن برگشتی، استفاده از فرمول زیر است:

$$\text{نسبت لجن برگشتی} = \frac{\text{میلی‌لیتر لجن ته‌نشین شده در ۳۰ دقیقه در خروجی حوض ته‌نشینی}}{\text{میلی لیتر مایع شفاف شده در خروجی حوض ته‌نشینی}}$$

1 - Seeding
2 - Humic Material

omoorepeyman.ir

باید توجه داشت که اگر لجن برگشتی بیش از حد معمول باشد، باعث کاهش زمان ماند حوض هوادهی و حوض ثانویه شده که در نتیجه کاهش راندمان حذف را در پی خواهد داشت. در ضمن اگر لجن برگشتی کم باشد، شرایط غیرمطلوب زیر ایجاد می‌گردد:

الف- ناکافی بودن میکروارگانیسم‌ها در هوادهی برای تصفیه فاضلاب، که اغلب در هفته اول و دوم روی می‌دهد.

ب - اگر زمان ماند حوض ته‌نشینی ثانویه زیاد شود (بر اثر کم کردن لجن برگشتی) لجن ته‌نشین شده گندیده شده و لجن مرده به هواده برگشت داده می‌شود.

ج - تجمع بیش از حد لجن در حوض ته‌نشینی ثانویه، باعث بالارفتن عمق بستر لجن و ظاهر شدن لجن در سرریز می‌شود.

د- هنگام هوادهی در حوض هوادهی، نیترات تولید شده و دی‌نیتریفیکاسیون باعث بالاآمدن (شناور شدن تکه‌های لجن ته‌نشین شده در حوض ثانویه) و خروج مواد معلق از سرریز حوض ثانویه خواهد شد.

۳-۲-۲-۲ کنترل اکسیژن محلول در داخل حوض هوادهی

تأثیر لجن فعال بر تصفیه فاضلاب و کاهش بار آلی، به مقدار جامدات لجن فعال در سیستم و سلامتی ارگانیسم‌ها بستگی دارد. این مورد، به کنترل مستمر فرآیند (حداقل ۱ روز در هفته) نیاز دارد.

اصولاً هوادهی به دو منظور انجام می‌شود: اول آن‌که اکسیژن محلول در حوض هوادهی باید در حدی باشد که میکروارگانیسم‌ها فعال باشند و دیگر این‌که لجن برگشتی، با فاضلاب ورودی اختلاط کامل پیدا کند.

اگر اکسیژن محلول در حوض هوادهی کم باشد، باکتری‌های رشته‌ای غالب شده و کیفیت لجن فعال نامناسب خواهد شد و از طرفی، اگر هوادهی زیاد باشد، علاوه بر اتلاف انرژی، تلاطم شدید ایجاد شده و لخته‌های بیولوژیکی تشکیل‌شده در حوض هوادهی، شکسته خواهند شد و ته‌نشینی آنها در حوض زلالساز ضعیف می‌گردد؛ به همین دلیل کنترل متناوب اکسیژن محلول در حوض هوادهی یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است.

مقدار متوسط اکسیژن محلول (اندازه‌گیری شده بر یک روز)، باید بین ۲ تا ۳ میلی‌گرم بر لیتر باشد و در صورتی که از این مقدار کمتر شود، موجب رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب و محدودیت فعالیت بیولوژیکی می‌گردد.

۳-۲-۲-۳ غلظت توده زیستی[1]

برای حفظ غلظت مطلوب توده زیستی (در حوض هوادهی) و همچنین حفظ ضخامت لایه لجن در حد مناسب (در حوض ثانویه)، باید میزان لجن برگشتی از حوض ته‌نشینی ثانویه به حوض هوادهی را نظارت و کنترل کرد. میزان لجن برگشتی به عوامل زیادی مثل بده در ورودی به حوض هوادهی، BOD ورودی، نرخ

1 - Biomass

omoorepeyman.ir

رشد میکروارگانیسم‌ها، غلظت توده زیستی و غلظت مواد جامد معلق در لجن برگشتی بستگی دارد. اصولاً لجن برگشتی، یکی از پارامترهای مهم کنترل فرآیند لجن فعال است.

زلالسازهای ثانویه دو نقش عمده دارند : اولی زلالسازی فاضلاب ورودی از حوض هوادهی و جداسازی جامدات معلق از آب و دیگری تغلیظ و جمع‌آوری سریع جامدات معلق ته‌نشین شده برای برگشت به حوض هوادهی یا دفع از سیستم است.

میزان لجن برگشتی[1] در لجن فعال، بر موازنه مواد جامد معلق در واحدهای هوادهی و ثانویه مؤثر است. مشاهده روزانه بستر لجن، برای بهره‌برداری صحیح یک معیار به‌حساب می‌آید. راه‌های اصلی تخمین میزان لجن برگشتی به حوض هوادهی که بهره‌بردار می‌تواند به‌طور تجربی یکی را انتخاب کند عبارتنداز:

الف - به‌صورت میزان ثابت که به بده فاضلاب ورودی بستگی ندارد؛

ب - به‌صورت درصد تابعی از تغییرات بده فاضلاب ورودی به هوادهی؛

ج - به‌صورت میزان متغیر برای بهینه کردن غلظت و زمان ماند لجن در زلالساز.

در روش اول که لجن برگشتی در طول روز بده ثابتی داشته و از تغییرات بده فاضلاب ورودی متابعت نمی‌کند، MLSS همواره تغییر می‌کند، به‌طوری‌که در بده (فاضلاب ورودی) حداکثر، مقدار آن حداقل و در بده حداقل مقدار آن حداکثر می‌شود. بنابراین زلالساز در بده پیک به عنوان منبع ذخیره MLSS عمل کرده و عمق بستر لجن در زلالساز پیوسته باعث تغییرات در MLSS منتقل شده از حوض هوادهی به زلالساز و بالعکس می‌شود. بستر غلیظ شده لجن در بده‌های زیاد، باعث تولید لجن برگشتی غلیظ‌تر نیز می‌شود.

در روش دوم، بده برگشتی با بده فاضلاب ورودی متناسب است (نسبت R/Q ثابت). این کار اغلب به‌صورت خودکار یا به‌صورت تنظیم پی در پی لجن برگشتی به حوض هوادهی صورت می‌گیرد.

در این روش، مقدار MLSS و بستر لجن اغلب اوقات ثابت خواهندبود. در ضمن، این روش یک راه مناسب برای ثابت نگه‌داشتن نسبت F/M [2] (غذا به ارگانیسم) و SRT [3] (سن لجن) است.

سومین راه که تغییر میزان لجن برگشتی برای بهینه کردن غلظت لجن برگشتی و زمان ماند لجن بوده، بیشتر برای بهبود کیفیت لجن به کار می‌رود.

اساساً میزان لجن برگشتی، به حفظ غلظت مناسب MLSS کمک کرده و با نسبت F/M بیان می‌شود. این نسبت، برای حفظ عمق بستر لجن در زلالساز ثانویه یا بهینه کردن غلظت لجن برگشتی و دفعی به‌کار می‌رود. برای کنترل مناسب میزان لجن برگشتی، چندین روش مورد استفاده قرار می‌گیرد که معمول‌ترین آنها عبارتنداز:

- کنترل مستقیم ارتفاع بستر لجن،
- استفاده از قابلیت ته‌نشینی،

---

1 - Recycle Activated Sludge (RAS)

۲- F/M : نسبت غلظت مواد آلی به غلظت میکروارگانیسم‌ها در حوض هوادهی

3 - Sludge Retention Time

omoorepeyman.ir

- موازنه جرمی زلالساز ثانویه،
- موازنه جرمی حوض هوادهی، و
- کنترل کیفیت لجن .

این روش‌ها به جز مورد اول، به‌هم ارتباط دارند که آن هم ممکن است در شرایط غیرعادی، با هم متفاوت باشند.

۳-۲-۲-۴ کنترل لجن مازاد

مهم‌ترین روش کاربردی برای راهبری فرآیند لجن فعال، کنترل جامدات ورودی در سیستم با میزان دفع لجن است. به عبارتی، فاکتور دفع لجن مازاد نسبت به دیگر پارامترهای کنترلی فرآیند بیشترین تأثیر را دارد. آثار دفع لجن مازاد به‌طور مختصر عبارتند از:

- بهبود کیفیت پساب،
- میزان رشد میکروارگانیسم‌ها و انواع آنها،
- مصرف اکسیژن،
- قابلیت ته‌نشینی مایع مخلوط معلق،
- مقدار مواد مغذی مورد نیاز،
- تشکیل کف و شناور شدن مواد، و
- احتمال نیتریفیکاسیون.

دفع لجن مازاد، باعث حفظ تعادل بین میکروارگانیسم‌ها و مقدار غذا (BOD یا COD) می‌شود. وقتی میگروارگانیسم‌ها BOD فاضلاب را حذف می‌کنند، مقدار ارگانیسم‌های لجن فعال (رشد و تکثیر میکروارگانیسم) افزایش می‌یابد. افزایش میکروارگانیسم‌ها همان میزان رشدی است که به‌صورت لجن فعال افزایش یافته، در یک روز بیان می‌شود. هدف اصلی از دفع لجن مازاد، حفظ و ثابت نگه‌داشتن نسبت‌های F/M و سن لجن است. این شرایط پایدار، برای بهره‌برداری مناسب (هرچند نسبی) لازم است، زیرا همیشه نوساناتی در مقدار BOD و مقدار میکروارگانیسم‌ها به‌وجود می‌آید.

در لجن فعال معمولی، غلظت لجن مازاد و یا لجن برگشتی ۳ تا ۴ برابر بیشتر از غلظت مایع معلق مخلوط درون حوض هوادهی است. همچنین مقدار لجن مازاد از ۱ تا ۲۰ درصد فاضلاب ورودی تغییر می‌کند و باید در هنگام تغییر میزان لجن مازاد، سعی شود که این تغییر از ۱۰ تا ۱۵ درصد در روز بیشتر نشود. وقتی لجن مازاد به‌خوبی تخلیه نشود، از سرریزهای ثانویه سرریز می‌شود. اغلب حذف لجن مازاد با تخلیه قسمتی از لجن برگشتی در تصفیه‌خانه انجام می‌گیرد. راه دیگر نیز، حذف مایع مخلوط معلق حوض هوادهی است، ولی حذف لجن برگشتی به عنوان لجن مازاد به لحاظ غلظت بیشتر آن مزیت خاصی برای بهره‌برداری از واحدهای تصفیه لجن دارد.

omoorepeyman.ir

بهینه‌سازی فرآیند لجن فعال به کنترل مناسب جرم میکروارگانیسم‌های فعال درون سیستم بستگی دارد. دفع لجن مازاد، در حقیقت برای کنترل جرم میکروارگانیسم‌هاست. چهار روش کنترل مقدار لجن دفعی از سیستم عبارتند از:

الف - سن لجن،

ب - نسبت F/M (غذا به میکروارگانیسم)،

ج - مایع معلق مخلوط، و

د - کیفیت لجن.

برآورد حجم لجن مازاد در شرایط مختلف متفاوت است. اگرچه بهره‌بردار باید بتواند با هر یک از روش‌های بالا که تقریباً لجن مازاد یکسانی را تولید می‌کنند فرآیند را کنترل کند، ولی در شرایطی خاص، باید این روش‌ها با هم تطبیق داشته باشند. اختلاف موجود در روش‌های بالا، شامل چگونگی رسیدن به شرایط بهینه، چگونگی مقاومت به تغییرات محیطی، چگونگی راحتی کاربرد آنها برای بهره‌بردار، چگونگی مطابقت آن با بده و چگونگی کنترل فرآیند به وسیله آنالیز یا نمونه‌گیری است. با این حال، روشی که ساده‌ترین وسایل آزمایشگاهی را بخواهد، بهترین شانس برای انتخاب در کنترل فرآیند را دارد.

باید توجه داشت که فرآیند لجن فعال، به تغییرات اکسیژن محلول (به ویژه در ساعات شب) به‌سرعت پاسخ می‌دهد در حالی که برای تثبیت فرآیند حتی تغییرات MLSS ، نسبت F/M و SRT به زمان طولانی (۲ تا ۳ روز) نیاز است. بنابراین، بهره‌بردار برای راهبری درست تصفیه‌خانه باید صبر کافی داشته باشد.

از آن‌جایی که وزن ارگانیسم‌های موجود، به وسیله غلظت MLVSS (مواد جامد معلق فرار) برآورد می‌شود، انجام آزمایش MLVSS مقدار تقریبی سلول‌های زنده یا جرم فعال در سیستم را نشان می‌دهد. اگر نسبت MLVSS به MLSS به‌طور قابل قبولی باشد، جرم زنده می‌تواند بر اساس درصدی از MLSS بیان شود. نسبت MLVSS به MLSS اغلب بین ۷۰ تا ۸۰ درصد است.

۳-۲-۳ دشواری‌های بهره‌برداری در سیستم لجن فعال

پایش کامل فرآیند لجن فعال امری ضروری است و نشان خواهد داد که تصفیه‌خانه چگونه کار می‌کند تا بدین وسیله برای بهتر اداره شدن آن کوشش شود. شاید بتوان گفت که هر کسی می‌تواند پمپی را روشن یا خاموش کند یا شیری را باز و بسته نماید، ولی یک بهره‌بردار ماهر می‌داند چه وقت پمپ را روشن کند، چه وقت شیر را باز یا بسته کند، چه وقت و چه میزان لجن را به سیستم برگرداند، چه میزان لجن را از سیستم خارج سازد و غیره.

به همین دلیل دشواری‌های بهره‌برداری سیستم لجن فعال، به‌خاطر ملزم بودن استفاده بهره‌بردار از مشاهدات روزانه و آزمایش فرآیند تصفیه است. شرایط کنترل صحیح فرآیند، شامل موارد زیر است:

الف - تدوین برنامه بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری،

ب - مشخص کردن نتایج آزمایشگاه و دیگر مشاهدات چشمی و فیزیکی،

ج - ثبت نتایج و ترسیم آنها به‌صورت نمودار،

omoorepeyman.ir

د - ارزیابی روزانه نتایج آزمایشگاه و بهره‌برداری انجام شده،

هـ - به‌کارگیری نتایج به‌دست آمده در راهبری فرآیند، و

و - شناخت معایب و نواقص تصفیه‌خانه قبل از جدی شدن مشکلات .

۳-۲-۳-۱ تغییر در کیفیت لجن فعال

علاوه بر روش‌های کنترل روزانه، پارامترهایی مثل لجن مازاد، لجن برگشتی و کنترل اکسیژن محلول نیز می‌توانند باعث اصلاح شرایط فرآیند شوند. این روش‌های بهره‌برداری، به گستردگی کار، انعطاف‌پذیری طرح تصفیه‌خانه و تغییرات مربوط به توزیع فاضلاب ورودی به حوض هوادهی یا تغییرات در بهره‌برداری واحدهای دیگر تصفیه بستگی دارد. تغییرات بهره‌برداری، اغلب سخت‌تر از تغییرات فرآیند کنترل است. مهم‌ترین تغییرات فرآیند، مربوط به تغییر در رژیم غذایی حوض هوادهی است. تغییر در رژیم غذایی اغلب باعث تغییر در بارگذاری نیز می‌شود که بهره‌بردار به‌خوبی نمی‌تواند آن‌را کنترل کند، زیرا این تغییرات، بر پروفیل جذب اکسیژن در حوض هوادهی اثر می‌گذارد که این کار، اثر عمده‌ای بر انتقال اکسیژن و انرژی مصرفی دارد. در بیشتر تصفیه‌خانه‌ها، شرایط بهره‌برداری به تغییرات فصلی بستگی دارد. این تغییرات، شامل تغییر در دمای فاضلاب ورودی یا تغییر در بارگذاری به دلیل فاضلاب‌های صنعتی خاص یا تغییرات جمعیت است. علاوه بر این، بعضی تصفیه‌خانه‌ها برای رسیدن به محدودیت آمونیاک در پساب نیاز به عمل نیتریفیکاسیون (به‌خصوص در فصل تابستان) دارند که خود نوعی تغییر فصلی به شمار می‌رود.

۳-۲-۳-۲ شناور شدن لجن

شناور شدن لجن در حوض زلالساز نهایی، اغلب به صورت‌های مختلف ظاهر می‌شود که شناخت دقیق نوع شناور شدن لجن، به راه‌حل آن کمک می‌نماید.

الف - گندیده شدن لجن

گندیده شدن لجن، هنگامی اتفاق می‌افتد که لجن در مدتی طولانی در قیف جمع‌آوری لجن حوض زلالساز و کانال‌های انتقال لجن باقی بماند. این پدیده، باعث ایجاد بوی نامناسب، شناور شدن تکه‌های لجن و نیز علاوه بر افزایش مقدار مواد معلق جامد پساب، منظره بدی روی سطح حوض ثانویه نمایان می‌شود. گندیده شدن لجن، در اثر طراحی نامناسب قیف‌های جمع‌آوری لجن، کف و دیواره‌های حوض، کانال‌ها یا شبکه انتقال لجن پدید می‌آید. در چنین مواقعی، لجن باید به مقدار بیشتری دفع گردد تا تجزیه غیر هوازی شروع نشود. گاهی اوقات لجن گندیده شده مربوط به کف حوض‌های هوادهی است که به دلیل ناکافی بودن هوادهی و عدم اختلاط در حوضچه ایجاد می‌شود. همچنین بارگذاری جامدات زیاد، می‌تواند باعث تشدید مشکل گندیده شدن لجن شود.

برای کنترل مؤثر لجن گندیده شده در حوض، هواده‌ها باید به‌طور دائم و به تعداد زیاد کار کنند تا ضمن اختلاط از شرایط غیر هوازی کاسته شود. همچنین بهتر است که لجن گندیده شده (لجن مرده) از سیستم خارج شود تا فعالیت بیولوژیکی بهبود یابد.

omoorepeyman.ir

گندیده شدن لجن در حوضچه زلالساز ثانویه، به چهار دلیل زیر صورت می‌گیرد :

- میزان لجن برگشتی کم موجب باقی‌ماندن لجن (به مدت طولانی) در حوضچه زلالساز و در نتیجه گندیده شدن آن می‌شود.
- پل متحرک حوض زلالساز، مجهز به پاروی لجن‌روب از کار افتاده باشد که در نتیجه لجن به سمت قیف جمع‌آوری لجن حرکت نمی‌کند.
- لوله یا خط انتقال لجن به علت عدم تخلیه پیوسته لجن گرفته باشد.
- تلمبه‌های تخلیه لجن خاموش یا شیرهای مسیر پمپ بسته باشند.

یک بهره‌بردار خوب باید سیستم را روزی چند بار کنترل و بازرسی کند. در بیشتر تصفیه‌خانه‌های جدید لجن فعال، زلالسازهای ثانویه برای برگشت لجن به پمپ هوا[1] و برای تعیین ارتفاع بستر لجن در حوض زلالساز وسایلی مانند نمونه گیر و دیسک‌های نوری مجهزند. با تغییرات ارتفاع بستر لجن در حوض ثانویه، می‌توان به سرعت مشکل را شناسایی کرد و جهت رفع آن چاره‌ای اندیشید.

مشاهده دقیق لجن فعال از نظر غلظت و اندازه لخته‌ها، به بهره‌بردار کمک می‌کند تا به مشکل گندیده شدن لجن پی ببرد. وجود حباب در سطح حوض زلالساز نشان دهنده گندیده شدن لجن است. اگر ارتفاع بستر لجن در کف حوض زلالساز زیاد شود، ممکن است لایه‌های پایینی لجن، بی‌هوازی شده و گازهای متان و سولفید هیدروژن تولید گردد که به‌صورت حباب در سطح ظاهر می‌شوند.

ب - بالا آمدن لجن[2]

پدیده بالاآمدن لجن نباید با مشکل بالکینگ (حجیم شدن لجن) اشتباه شود. در این حالت، لجن به خوبی در کف حوض ثانویه ته‌نشین و فشرده می‌شود ولی بعد از ته‌نشینی، بالا آمده و به‌صورت ذرات یا تکه‌های کوچک لجن در سطح حوض ظاهر می‌شود.

بالا آمدن لجن، روی سطح حوضچه‌های هوادهی و ته‌نشینی ثانویه اغلب تولید یک لایه کفاب ریز یا خاکستری (متمایل به قهوه‌ای) می‌کند. علت ایجاد این پدیده، دی‌نیتریفیکاسیون یا گندیده شدن و همچنین طولانی شدن زمان ماند در حوض زلالساز است.

دی‌نیتریفیکاسیون فرآیندی بی‌هوازی است که وقتی یون‌های نیتریت یا نیترات احیا و گاز ازت آزاد می‌شود، حباب‌هایی تشکیل شده که باعث شناور شدن لجن در حوض‌های ثانویه یا تغلیظ لجن می‌شوند.

دی‌نیتریفیکاسیون در سیستم‌های لجن فعال به روش هوادهی گسترده، به دلیل افزایش سن لجن بیشتر مشاهده می‌شود. وقتی این نوع لجن فعال، از حوض هوادهی به زلالساز ثانویه منتقل می‌شود و یا از اکسیژن خالی

---

1 - Air Lift Pump

2 - Rising

omoorepeyman.ir

می‌شود، ارگانیسم‌ها ابتدا اکسیژن محلول قابل دسترس را مصرف می‌کنند و سپس ارگانیسم‌های غیرهوازی اکسیژن موجود در ترکیب نیترات را مصرف و باعث آزاد شدن گاز نیتروژن می‌شوند.

دی‌نیتریفیکاسیون نشان دهنده تصفیه خوب است و لجن تولید شده، قابلیت ته‌نشینی خوبی در آزمایش استوانه مدرج (در ته‌نشینی ۱ ساعته) دارد، ولی بعد از ۲ ساعت، لجن ته‌نشین شده شناور می‌شود. اگر شناور شدن لجن سریع باشد، سن لجن باید کاهش یافته یا نسبت F/M افزایش یابد. این راه‌حل، در صورتی موفق است که باکتری نیتریت‌ساز از سیستم خارج شود. اگر لجن در مدت ۱ ساعت در آزمایش ته‌نشینی لجن (در استوانه مدرج) ثابت باشد ولی مشکل شناور شدن لجن در حوض زلالساز همچنان مشاهده شود، میزان لجن برگشتی باید افزایش یابد تا جامدات از زلالساز خارج شوند. باید توجه داشت که این روش، تا وقتی که نتیجه لازم به‌دست آید باید ادامه داشته باشد و بعد از به‌دست آمدن نتیجه، میزان لجن برگشتی کاهش داده شده و مراقبت‌های لازم به عمل آید.

مشکل بالاآمدن لجن، همچنین با افزایش بارگذاری در حوض هوادهی حل شدنی است؛ در این صورت می‌توان یکی از حوضچه‌های ته‌نشینی اولیه را از سرویس خارج کرد تا فاضلاب خام به‌طور مستقیم وارد حوض هوادهی شود.

۳-۲-۳-۳ حجیم شدن لجن[1]

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که اغلب در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال ایجاد می‌شود، حجیم شدن و عدم ته‌نشینی به‌موقع لجن در حوض ته‌نشینی ثانویه است که در اصطلاح به آن بالکینگ گفته می‌شود. عامل اصلی ایجاد بالکینگ، رشد بی‌رویه باکتری‌های رشته‌ای و گسترش آنها از سطح لخته‌های بیولوژیک می‌باشد که این امر، از نزدیک شدن لخته‌ها و فشردگی آنها جلوگیری به عمل می‌آورد.

وجود بالکینگ در تصفیه‌خانه، می‌تواند مشکلات زیر را به همراه داشته باشد:

الف - افزایش مواد معلق و BOD پساب خروجی از ته‌نشینی ثانویه

ب - عدم فشردگی لازم لجن در کف حوض ته‌نشینی ثانویه و در نتیجه کاهش غلظت لجن در کف این حوض؛ که این موضوع، خود مشکلاتی از قبیل کاهش غلظت لجن برگشتی و لجن مازاد را در پی خواهدداشت.

در حالت بالکینگ، به علت رقیق بودن لجن برای حفظ توده میکروارگانیسم‌ها در حوض هوادهی (MLSS) باید حجم لجن برگشتی افزایش یابد، که این موضوع باعث افزایش هزینه پمپاژ می‌شود. در بسیاری موارد، به علت محدودیت ظرفیت پمپاژ، نمی‌توان جمعیت میکروبی را در داخل حوض هوادهی ثابت نگه‌داشت که در نتیجه مقدار MLSS در حوض هوادهی کاهش می‌یابد. در ضمن، اگر بالکینگ شدید باشد، افزایش میزان لجن برگشتی باعث افزایش بارگذاری حجمی روی حوض زلالساز می‌شود که در این حالت، تنها راه برای جلوگیری

1 - Bulking

omoorepeyman.ir

از سرریز شدن لجن از حوض ته‌نشینی ثانویه، افزایش میزان لجن دفعی است. کاهش MLSS در حوض هوادهی و همچنین افزایش لجن دفعی، تبعات بدتری به دنبال دارد که در طول بحث توضیح داده خواهد شد. در حالت بالکینگ، به‌علت رقیق بودن لجن، حتی در صورت ثابت نگه‌داشتن عمر لجن، باید حجم لجن دفعی افزایش یابد که این مورد نیز موجب بروز مشکلات زیر می‌شود :

- بار اضافی روی واحد تغلیظ لجن (این امر باعث کاهش بازده ته‌نشینی و تغلیظ لجن می‌شود، چون زمان ماند در واحدهای تغلیظ کاهش می‌یابد)،
- بار اضافی بر هاضم‌های بی‌هوازی به علت کاهش زمان ماند هاضم، و
- بار اضافی بر واحد آبگیری لجن.

ج - کاهش عمر لجن و MLSS حوض هوادهی: در حالت بالکینگ شدید، به علت خروج لخته‌های بیولوژیک از سیستم (چه از طریق سرریز حوض‌ته‌نشینی ثانویه و چه از طریق لجن دفعی)، MLSS حوض هوادهی و در نتیجه عمر لجن سیستم کاهش می‌یابد. کاهشMLSS حوض هوادهی، به‌طور مستقیم باعث کاهش راندمان تصفیه می‌شود. زیرا در حقیقت توده بیولوژیکی تصفیه کننده فاضلاب کاهش می‌یابد. از طرفی با کاهش MLSSو کاهش عمر لجن، اولاً لخته‌سازی دچار اشکال می‌شود، لخته‌های پراکنده توسعه می‌یابد و کدورت فاضلاب تصفیه شده افزایش می‌یابد، ثانیاً مرحله رشد میکروارگانیسم‌ها وارد فاز لگاریتمی می‌شود و در این حالت، تولید لجن در بیشترین مقدار خود قرار دارد.

راه‌های عملی برای کنترل بالکینگ (به‌خصوص رشته‌ای) عبارتند از:

- شناخت مشکلاتی که باعث رشد باکتری‌های رشته‌ای شده‌اند،
- شناسایی گونه‌های باکتری رشته‌ای، و
- تعیین راه‌های پیشگیری کوتاه مدت و درازمدت.

جدول شماره ۳-۶ راه‌های کنترل پدیده حجیم شدن لجن در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به روش لجن فعال را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۶- راهنمای کنترل مشکلات پدیده حجیم شدن لجن (بالکینگ)

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه حل‌ها
۱- ابر لجن که در سرتا سر حوض زلالساز بالا بیاید، مایع مخلوط به آرامی ته‌نشین شده فشردگی آن کم می‌شود ولی آزمایش میکروسکوپی مقدار کمی از باکتری‌های رشته‌ای را نشان می‌دهد.	– حضور مواد سمی، بالکینگ پراکنده را در زلالساز ایجاد می‌کند. – بالکینگ در اثر بالارفتن نسبت F/M	– اکسیژن خواهی مایع مخلوط – تغییرات MLVSS – تغییرات SRT – تغییرات F/M	– بهبود فاضلابرو از نظر کنترل مواد سمی به شبکه فاضلاب – شروع عمل تثبیت (در صورت امکان) – کاهش لجن مازاد – کاهش میزان لجن برگشتی
۲- با مشاهده موارد بالا، آزمایش میکروسکوپی، تعداد زیادی باکتری رشته‌ای را نشان می‌دهد. توجه داشته باشید که آنچه زیر میکروسکوپ دیده می‌شود قارچ است یا باکتری.	– نامناسب بودن مواد مغذی فاضلاب ورودی، باعث بالکینگ رشته‌ای می‌شود.	– کنترل مقدار مواد مغذی ورودی و خروجی و همچنین باکتری‌های رشته‌ای گونه‌های تیوتریکس تیپ‌های ۰۲۱N و ۰۰۴۱، ۰۶۷۵	کلرزنی لجن برگشتی که باید در حین کلرزنی، کدورت نیز بررسی شود. اگر کدورت زیاد باشد، مقدار دوز کلر را باید کم نمود، اگر مقدار مواد مغذی کم باشد، باید با افزودن ایهیدروس آمونیاک و تری‌سدیم فسفات این مشکل را ترمیم نمود.
	– DO کم در حوض هوادهی و ایجاد بالکینگ رشته‌ای	– کنترل DO در نقاط مختلف حوض هوادهی	– افزایش میزان هوادهی در صورت کمبود DO و بازرسی سیستم هوادهی – افزایش سرعت هواده و بالا آوردن سرریز هوادهی – کاهش نسبت F/M – کلرزنی لجن برگشتی و افزودن مواد کمک منعقدکننده

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۶- راهنمای کنترل مشکلات پدیده حجیم شدن لجن (بالکینگ)

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه حل‌ها
	– وجود لخته های بزرگ در فاضلاب خام	– pH ورودی	– اگر pH کمتر از ۶/۵ باشد، باید منبع فاضلاب صنعتی که باعث کاهش pH شده شناخته شود. اگر امکان توقف فاضلاب یا منبع فاضلاب نباشد، خنثی‌سازی باید انجام گیرد.
	– pH فاضلاب یا حوض هوادهی کمتر از۶/۵ باشد.	– رشد قارچ	– اگر pH پایین باشد، سود یا آهک اضافه شود. اگر نیتریفیکاسیون مورد نیاز نباشد، لجن مازاد را باید افزایش داد (بیش از ۱۰ درصد در روز نشود) تا نیتریفیکاسیون متوقف شود.
		– کنترل فرآیند نیتریفیکاسیون ناشی از فاضلاب‌های گرم یا بر اثر نسبت F/M کم	– اگر نیتریفیکاسیون مورد نیاز باشد، pH را با یک عامل قلیایی مثل بی‌کربنات سدیم، سود سوزآور یا آهک که به فاضلاب ورودی حوض هوادهی افزوده می‌شود باید بالا برد. – کلرزنی لجن برگشتی تا کاهش باکتری‌های رشته‌ای – افزودن مواد کمک منعقد کننده تا حل مشکل
	– وجود مقدار زیاد باکتری رشته‌ای در فاضلاب ورودی وجریانهای برگشتی تصفیه‌خانه (پساب‌های تغلیظ و هاضم) عامل ایجاد بالکینگ رشته‌ای می‌باشد.	– مشاهده میکروسکوپی فاضلاب – ورودی از نظر حضور باکتری‌های رشته‌ای	– کلرزنی فاضلاب ورودی با دوز ۵-۱۰ میلی‌گرم بر لیتر. اگر مقدار کلرخواهی زیاد شود، باید علت آن را جستجو کرد. در صورت نیاز می‌توان ۱ تا ۲ میلی‌گرم بر لیتر دیگر کلر اضافه کرد. – پیش هوادهی فاضلاب ورودی در صورت امکان

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۶- راهنمای کنترل مشکلات پدیده حجیم شدن لجن (بالکینگ)

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه حل‌ها
		- جریانهای برگشتی تصفیه‌خانه از نظر باکتری رشته‌ای (DO و F/M کم از هاضم‌های هوازی و تیوتریکس از هاضم بی هوازی)	- بهینه‌سازی عملکرد دیگر فرآیندهای تصفیه‌خانه (از جمله هاضم)
	گرادیان نامناسب BOD محلول باعث کاهش F/M می‌شود.	- BOD محلول حوض هوادهی - گونه های مختلف باکتری رشته‌ای	- استفاده از انتخابگر بیولوژیک (سلکتور) یا در صورت امکان استفاده از جریان قالبی - افزایش نسبت F/M - کاهش هوادهی
	بالکینگ بر اثر بالارفتن نسبت F/M بالا	تغییر MLVSS تغییر SRT تغییر F/M تغییر مقدار DO تغییر BOD ورودی	شروع تثبیت تماسی در صورت امکان
	گندیده شدن فاضلاب به وسیله سولفید	تیوتریکس، بژیوتوا و تیپ ۰۲۱N	- افزودن عوامل اکسید کننده همانند کلر، H_2O_2 یا هوادهی فاضلاب ورودی - پیش‌تصفیه فاضلاب درصورت امکان

omoorepeyman.ir

۳-۲-۳-۴ ایجاد کف

یکی از مشکلات اصلی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به روش لجن فعال، به خصوص در زمان راه‌اندازی، تشکیل کف در حوض‌های هوادهی و زلالساز نهایی است. این کف، به‌دو شکل مختلف زیر پدید می‌آید :

- کف ناشی از میکروارگانیسم‌های رشته‌ای یا کف مربوط به فرآیند لجن فعال
- کف ناشی از افزایش مقدار مواد شوینده و مواد پاک‌کننده فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه

الف - کف رشته‌ای

باکتری‌های رشته‌ای می‌توانند باعث ایجاد کف رشته‌ای در لجن فعال شوند. اگرچه کف نوکاردیا معمول‌ترین نوع کف می‌باشد ولی کمتر شناخته شده است. باکتری‌های رشته‌ای می‌توانند کف قهوه‌ای، مقاوم با ظاهری بد در سطح حوض هوادهی تشکیل دهند که ممکن است به حوض ته‌نشینی ثانویه منتقل شده و از سرریز خارج گردد. کف، مشکلات جدی برای تصفیه‌خانه ایجاد می‌کند. این کف در هوای سرد، باعث یخ‌زدن جامدات خواهد شد که مشکلات حذف آن را به همراه دارد و در هوای گرم، ایجاد بوهای آزار دهنده می‌کند.

کف نوکاردیا به نظر آب‌گریز (هیدروفوبیک) است و به‌خاطر وجود لایه چرب، سلول نوکاردیا بر سطح حوض هوادهی شناور می‌شود. رشد نوکاردیا مربوط به دمای گرم فاضلاب، چربی، روغن و نفت در فاضلاب و سن لجن (SRT) بالا (اغلب بیش از ۹ روز) است . سلول‌های نوکاردیا، در مایع مخلوط و کف وجود دارند و حتی پس از مرگ شناور می‌شوند. نکاتی که برای جلوگیری از تشکیل کف نوکاردیا در تصفیه‌خانه‌ها به کار می‌رود عبارتند از:

- بازیافت چربی و گریس فاضلاب،
- حذف مواد شناور شده در ته‌نشینی اولیه، و
- حذف بیشتر دانه‌ها و کفاب برگشتی در تصفیه‌خانه یا دفع آنها در جای دیگر.

بهترین راه برای جلوگیری از تشکیل کف نوکاردیا، جلوگیری از ایجاد شرایط مناسب برای رشد آنهاست زیرا از بین بردن این کف به‌دلایل زیر مشکل است:

- این کف به‌وسیله پاشیدن آب نمی‌شکند،
- این کف با مواد ضد کف از بین نمی‌رود،
- کلرزنی لجن برگشتی اگر چه اغلب مفید است، ولی باکتری‌های نوکاردیا را از بین نمی‌برد، و
- افزایش لجن مازاد نیز محدودیت دارد زیرا اولاً کف با لجن دفع شده حذف نمی‌شود، ثانیاً حتی اگر کف و کفاب از فرآیند حذف شوند در واحدهای دیگر مثل هاضم ایجاد مشکل می‌کنند و ممکن است دوباره به سیستم برگردند.

همچنین کاهش سن لجن برای کاهش رشد نوکاردیا و تشکیل کف در بعضی مواقع ناکافی است. یک راه مثبت و مفید برای جلوگیری از تشکیل کف نوکاردیا، جلوگیری از افزایش چربی و گریس لجن مازاد و حذف فیزیکی آنها توسط ماشین مکش از سطح حوض هوادهی و ثانویه است.

omoorepeyman.ir

گاهی اوقات، وجود کف نشان‌دهنده میزان مواد جامد یا سن نامناسب لجن است. لازم به یادآوری است که کف، یک شاخص با ارزش از شرایط راهبری در فرآیند تصفیه‌خانه است.

کف سفید موج‌دار در پساب حوض زلالساز، نشان‌دهنده غلظت زیاد مواد جامد معلق در آن است و باید مقدار لجن دفعی را افزایش داده و مراقب غلظت MLSS در حوض هوادهی نیز بود. وجود کف روشن موج‌دار در حوض هوادهی، شاخصی است که نشان می‌دهد لجن خیلی جوان است و حذف BOD به‌خوبی صورت نمی‌گیرد؛ بنابراین باید مقدار لجن دفعی از سیستم را کاهش داد و میزان لجن برگشتی افزایش یابد. گاهی اوقات بر اثر قطعی برق یا خرابی پمپ‌های لجن برگشتی، انتقال لجن برگشتی به حوض هوادهی قطع می‌شود که اگر این مشکل به مدت حداکثر ۵ تا ۱۰ ساعت طول بکشد، کف سفید موج‌دار در سطح حوض هوادهی پدیدار می‌شود. بهره‌بردار، در این هنگام باید به هر شکل ممکن، برای رفع معایب پمپ‌های لجن برگشتی اقدام نماید، در غیر این‌صورت، سیستم لجن فعال از بین رفته و باید چند روز صبر کند تا دوباره فعالیت سیستم آغاز شود. روشن است که در این مدت، پساب آلوده نیز از تصفیه‌خانه خارج خواهد شد. پس بهره‌بردار همیشه باید یک پمپ رزرو در واحد ایستگاه پمپاژ لجن برگشتی داشته باشد تا در چنین مواقعی از آن استفاده کند. کف ضخیم تیره در حوض هوادهی، نشان‌دهنده سن زیاد لجن یا کهنه شدن آن است و باید مقدار لجن دفعی را از سیستم افزایش داد. همچنین مشاهده کف تیره، گاهی اوقات بیانگر ورود مواد آلوده کننده صنعتی در شبکه جمع‌آوری فاضلاب است که باید منشأ آن شناسایی شود. جدول ۳-۷ راه‌های کنترل کف در تصفیه‌خانه را بیان می‌کند.

ب - کف ناشی از ورود دترجنت‌ها (شوینده‌ها)

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، اغلب مشکل کف ناشی از ورود مواد شوینده زیاد به چشم نمی‌خورد، مگر آن‌که برخی از فاضلاب‌های صنعتی که حاوی مواد پاک‌کننده و شوینده هستند وارد آن شود و یا در ماه‌های آخر سال، به‌خاطر شستشو و خانه‌تکانی ایام عید دترجنت فاضلاب ورودی مقداری افزایش یابد که در این حالت، مشکل کف را در تصفیه‌خانه به همراه دارد. راه‌های کنترل کف ناشی از ورود دترجنت‌ها عبارتنداز:

- نگهداری غلظت MLSS حوض هوادهی در حد بالا،
- کاهش هوادهی در زمآنهایی که بده فاضلاب کم است، به‌طوری که اکسیژن محلول ثابت باقی بماند،
- برگشت مایع روی هاضم (سرباره) به حوض هوادهی در طول بده‌های کم که باعث بالا رفتن اکسیژن‌خواهی می‌شود،
- تخریب کف با آب‌پاش، و
- استفاده از مواد ضد کف.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۷- راهنمای کنترل مشکلات تشکیل کف در حوض هوادهی

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حلها
کف متورم، موج‌دار، سفید و ثابت در سطح حوض هوادهی	سن پایین لجن دربارگذاری‌های زیاد (MLSS کم است) این مشکل ممکن است در روزهای اول بهره‌برداری رخ دهد.	– BOD حوض هوادهی و MLVSS در حوض هوادهی – محاسبه نسبت F/M – پساب ثانویه از نظر خروج جامدات و شفافیت – کنترل مقدار DO در حوض هوادهی – استفاده از لجن فعال تصفیه‌خانه‌های دیگر	– بعد از محاسبه نسبت F/M و MLVSS، اگر نسبت F/M بالا و MLVSS کم باشد، لجن مازاد را باید برای چند روز کم یا قطع کرد. – کنترل لجن برگشتی برای به حداقل رساندن خروج جامدات – سعی شود DO بین ۲ تا ۳ میلی‌گرم بر لیتر باشد. – استفاده از لجن فعال تصفیه‌خانه‌هایی که خوب عمل می‌کنند.
	افزایش لجن مازاد و کاهش MLSS	– کنترل کاهش MLVSS و SRT – افزایش F/M – کاهش هوادهی و رساندن DO به سطح یکسان و افزایش لجن مازاد	– کاهش میزان لجن مازاد به وسیله کم کردن آن به میزان ۱۰ درصد در روز. – افزایش لجن برگشتی – حفظ عمق بستر لجن ثانویه در حد ۰/۳ تا ۰/۹ متر
	وجود شرایط نامناسب مانند ورود مواد سمی (فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها)، کم بودن مواد مغذی، pH بالا، ناکافی بودن DO، ورود فاضلاب سرد و کاهش MLSS	– میزان اکسیژن‌خواهی – آزمایش میکروسکوپی – میزان MLSS و مواد سمی – کنترل فاضلاب ورودی از نظر دما	– اگر علت، وجود فاضلاب سمی بود لجن تازه باید اضافه و لجن برگشتی قطع شود. کنترل فاضلابرو و اصلاح آن از نظر ورود فاضلاب سمی

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۷- راهنمای کنترل مشکلات تشکیل کف در حوض هوادهی

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حلها
	– عدم یکنواختی توده بیولوژیکی در حوض – کاهش MLSS و بارگذاری‌های زیاد هوادهی – نامناسب بودن توزیع جریان فاضلاب و لجن برگشتی	– بالا آمدن لجن – ورودی به حوض ثانویه و میزان لجن برگشتی به حوض هوادهی	– تنظیم تجهیزات و دریچه‌های توزیع فاضلاب
کف قهوه‌ای تیره و رقیق در سطح حوض هوادهی	– حوض هوادهی تحت شرایط مناسب بارگذاری نیست (F/M پایین) و ناکافی بودن میزان لجن مازاد	– افزایش MLVSS و SRT – کاهش مقدار DO، کاهش میزان لجن برگشتی – ورودی به حوض ثانویه و لجن برگشتی	– افزایش میزان لجن مازاد تا رسیدن به شرایط مناسب – تنظیم ورودی و میزان لجن برگشتی
کف قهوه‌ای ضخیم و کفاب‌مانند در سطح حوض هوادهی	– بارگذاری نامناسب حوض هوادهی (F/M پایین) که ناشی از نامناسب بودن تخلیه لجن مازاد است.	– افزایش MLVSS و SRT و DO – کاهش میزان لجن مازاد – افزایش نیترات پساب – کاهش pH حوض هوادهی	– افزایش لجن مازاد تا رسیدن به شرایط مناسب در حوض هوادهی (این افزایش نباید بیش از ۱۰ درصد در روز باشد)

omoorepeyman.ir

۳-۲-۴ کنترل آزمایشگاهی لجن فعال

اغلب برای تعیین چگونگی عملکرد تصفیه‌خانه، دو روش مشاهدات ظاهری و کنترل آزمایشگاهی پیشنهاد شده است. برای بهره‌برداری هر چه بهتر از تصفیه‌خانه، باید هر دو روش در تصفیه‌خانه توسط سرپرست فرآیند یا گروه بهره‌برداری به‌کار رود.

شاخص‌های آزمایشی، ابزار اولیه‌ای هستند که گردانندگان تصفیه‌خانه برای اطلاع و راهبری کار تصفیه‌خانه به‌کار می‌گیرند. نتایج پارامترهای آزمایشی، نه تنها شرایط فرآیند تصفیه فاضلاب را ارزیابی می‌کنند، که مشکلات به‌وجود آمده و عوامل متفاوت دخیل در آن را تعیین می‌نمایند تا بهره‌بردار بتواند به موقع و بجا برای رفع آن مشکل اقدام نماید. در راهبری تصفیه‌خانه به روش لجن فعال، تنها با تکیه کردن به نتایج آزمایشی نمی‌توان راهنمای کاملی برای بهره‌برداری از تصفیه‌خانه به‌دست آورد، بلکه با تلفیقی از مشاهدات ظاهری و نتایج پارامترهای آزمایشگاهی، علاوه بر کمک به راهبری صحیح، بهره‌بردار از خطاهای آزمایشی و چشمی آگاه شده و بر تجربه او در شرایط اضطراری می‌افزاید.

۳-۲-۴-۱ پارامترهای کنترل آزمایشگاهی

پارامترهای کنترل فرآیند تصفیه ثانویه (بیولوژیکی)، شامل مواردی است که مهم‌ترین شاخص‌های آن برای بهره‌بردار عبارت است از:

اکسیژن محلول حوض هوادهی، BOD و COD ورودی به حوض هوادهی، کنترل MLSS و MLVSS، آزمایش ته‌نشینی ۳۰ دقیقه‌ای، pH، مواد مغذی، دما، آزمایش‌های میکروسکوپی، ارتفاع بستر لجن در کف حوض ثانویه، سن لجن، نسبت F/M و موارد دیگری که بهره‌بردار بنا به نیاز، آنها را از آزمایشگاه درخواست می‌کند.

۳-۲-۴-۱-۱ اکسیژن محلول

به‌طور کلی، هوادهی در حوض هوادهی به دو منظور انجام می‌شود: اول آن‌که اکسیژن محلول در حوض هوادهی باید در حدی باشد که میکروارگانیسم‌ها فعال باشند و دیگری اختلاط کامل لجن برگشتی با فاضلاب ورودی است.

کنترل متناوب اکسیژن محلول در حوض هوادهی، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. مقدار متوسط اکسیژن محلول اندازه‌گیری شده در یک روز، باید بین ۲ تا ۳ میلی‌گرم بر لیتر باشد (اندازه‌گیری اکسیژن محلول حوض هوادهی باید با دستگاه اکسیژن‌سنج قابل‌حمل و از سرریز حوض هوادهی انجام شود) و در صورتی که از این میزان کمتر شود، موجب رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب و محدودیت فعالیت بیولوژیکی می‌شود. هر چند در فرآیندهای حذف فسفر و ازت، روش‌های بی‌هوازی (غیرهوازی) به کار می‌رود و یا انتخابگرهای بی‌هوازی برای جلوگیری از پدیده بالکینگ در DO نزدیک به صفر کارایی دارند، ولی در حوض هوادهی هیچگاه نباید DO کمتر از ۱ میلی‌گرم بر لیتر شود. افت ناگهانی اکسیژن محلول در حوضچه هوادهی، نشانگر این است که بارآلی وارده به حوض هوادهی، بیش از حد معمول بوده و اکسیژن مورد نیاز باکتری‌ها بیش از میزانی است که به حوض می‌رسد.

omoorepeyman.ir

افزایش ناگهانی مقدار DO در حوض هوادهی، نشان‌دهنده سمیت حاد، و افزایش تدریجی غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی، بیانگر ایجاد سمیت مزمن است؛ زیرا ورود مواد سمی به حوض هوادهی، باعث کشتن میکروارگانیسم‌ها شده و دیگر باکتریی وجود ندارد که اکسیژن را مصرف کند. البته بهره‌بردار باید تمام جوانب کار را در نظر گرفته، بعد اظهارنظر کند. فرض کنید یکی از علت‌های دیگر افت ناگهانی اکسیژن محلول، به‌خاطر معایب فنی (برقی و مکانیکی) هواده‌ها یا کم شدن تعداد آنها است. در ضمن افزایش میزان هوادهی، باعث افزایش ناگهانی مقدار اکسیژن محلول نیز می‌گردد، بنابراین بهره‌بردار پس از کنترل موارد بالا، می‌تواند به نتیجه آزمایشگاه، برای ورود مواد سمی استناد کند.

باید توجه داشت که مقدار اکسیژن محلول به عنوان یک پارامتر آزمایشگاهی، بیانگر اکسیژن محلول باقی‌مانده در حوض هوادهی است. مقدار اکسیژن محلول، گویای این نکته است که در حوض هوادهی فقط مقدار ناچیزی بیش از آنچه باکتری‌ها نیاز دارند، وجود دارد و در نهایت، اکسیژن کافی به باکتری‌ها می‌رسد، به‌طوری که اگر مقدار اکسیژن محلول در حوض هوادهی با اکسیژن‌سنج اندازه‌گیری شود، مقدار آن ممکن است در نقاط مختلف و عمق‌های مختلف، بیش از DO سرریزهوادهی باشد. افزایش تعداد هواده‌ها و در نتیجه غلظت DO در مواقعی که مقدار مواد آلی ورودی (بارآلی) افزایش می‌یابد یا در مواقع ورود فاضلاب‌های صنعتی، غلیظ توصیه شده است؛ این کار از آسیب رسیدن به فرآیند لجن فعال جلوگیری می‌کند.

راه عملی دیگر برای حفظ غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی، تنظیم تراز دستگاه هواده (عمق غوطه‌وری پره‌ها) است. اغلب در مواقعی که بار فاضلاب ورودی به حوض هوادهی افزایش می‌یابد، باید عمق غوطه‌وری پره‌های دستگاه هواده زیاد شود و این امر سبب افزایش آمپر برق دستگاه می‌شود که این مورد، گاهی اوقات ممکن است سبب خاموش شدن یا آسیب جدی به موتور الکتریکی هواده شود. همچنین در مواقعی که بار فاضلاب ورودی کم است (نیمه‌شب یا کمترین بده)، ارتفاع فاضلاب در حوض هواده به قدری کاهش می‌یابد که پره‌های دستگاه هواده بدون تماس با فاضلاب به چرخش خود ادامه می‌دهند که در چنین شرایطی، علاوه بر عدم هوادهی فاضلاب و اختلاط کامل لجن برگشتی با فاضلاب، موج‌های تشکیل شده در سطح حوض هوادهی به دستگاه هواده آسیب می‌رسانند.

پس در چنین مواقعی، باید سرریزهای حوض هوادهی تنظیم شوند تا هم غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی مطلوب باشد و هم از خسارت به هواده‌ها جلوگیری به‌عمل آید.

۳-۲-۴-۱-۲ BOD_5

شاخص مهم دیگر فرآیند لجن فعال، میزان BOD_5 ورودی به حوض هوادهی و خروجی از حوض زلالساز ثانویه است. این شاخص، اطلاعات لازم برای بهره‌بردار تصفیه‌خانه در ارتباط با بازده حذف BOD_5 و غذارسانی به میگرارگانیسم‌ها را (نسبت F/M) روشن می‌کند.

یکی از راه‌های کنترل لجن دفعی از سیستم، نسبت F/M است. این روش، باعث می‌شود که در فرآیند لجن فعال به میکروارگانیسم‌های موجود در فاضلاب حوض هوادهی، اجازه داده شود تا بیشترین نرخ مصرف مواد

omoorepeyman.ir

غذایی موجود در فاضلاب به‌دست آید. این روش کنترل، به ویژه در مواردی که فاضلاب ورودی بارگذاری متفاوتی دارد (مانند تصفیه‌خانه‌هایی که فاضلاب صنعتی وارد آن می‌شود)، کاربرد دارد، زیرا مقدار مواد غذایی ورودی دارای نوسانات زیاد است و با انجام این روش، لجن تولیدی ویژگی‌های ته‌نشینی خوبی داشته و پساب نیز دارای کیفیت عالی خواهد بود. تنها عیب این روش نیاز به کار آزمایشگاهی است. به خاطر تغییرات غلظت مواد آلی ورودی، ممکن است میزان غلظت مایع مخلوط افزایش یابد که در آن صورت، برای ثبات نسبت F/M به‌ناچار باید لجن اضافی، از حوض هوادهی تخلیه شود. این میزان تخلیه، با توجه به نسبت F/M متفاوت خواهد بود ولی همچنان باید F/M ثابت نگه‌داشته شود.

با این روش، نسبت F/M همیشه در حد مطلوبی قرار دارد و در نتیجه می‌توان به‌سرعت میزان لجن دفعی را افزایش یا کاهش داد. از آن‌جایی که پاسخگویی فرآیند با این روش به چند روز وقت نیاز دارد، برای به‌دست آوردن مقدار واقعی F/M باید متوسط ۷ تا ۲۸ روز برای آن در نظر گرفته شود.

حذف بالای BOD_5 با انجام آزمایش در پساب خروجی از حوض ته‌نشینی ثانویه، بیانگر عملکرد مناسب تصفیه‌خانه است و با این شاخص می‌توان چگونگی راهبری درست یا نادرست را ارزیابی کرد، در حالی‌که حذف کم BOD نشانه وجود مشکل در کار سیستم است. بنابراین تعیین BOD_5 روزانه برای محاسبه راندمان حذف BOD_5 و عوامل کنترل کننده مثل نسبت F/M و میزان مواد غذایی تغذیه شده لازم است.

یکی از مشکلات ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه با پارامترBOD ، مدت زمان طولانی (۵ روز) برای نتیجه‌گیری است. در چنین مواردی، می‌توان از شاخص COD و نسبت بین BOD_5 و COD به راهبری تصفیه‌خانه پرداخت.

در هنگام افزایش BOD ورودی به حوض هوادهی، باید منشاء افزایش BOD_5 فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه شناسایی شده، عملکرد حوضچه‌های ته‌نشینی اولیه بهبود یابد. تخلیه نکردن به‌موقع لجن حوضچه‌های ته‌نشینی اولیه، بارگذاری زیاد، معیوب بودن پاروهای لجن‌روب و سیستم جمع‌آوری لجن حوض ته‌نشینی اولیه، دلایل افزایش BOD_5 فاضلاب ورودی به حوض هوادهی هستند. در مواقعی که BOD_5 ورودی به حوض هوادهی از حد مطلوب کمتر شود بهتر است تا رسیدن به نتیجه مطلوب یکی از حوض‌های اولیه، از سرویس خارج شود و یا پساب‌های واحد پردازش و تصفیه لجن به‌طور مستقیم وارد حوض هوادهی شوند.

۳-۲-۴-۱-۳ مواد معلق

کنترل مواد معلق خروجی از حوض ته‌نشینی ثانویه و MLSS داخل حوض هوادهی، یکی از پارامترهای مهم در راهبری درست تصفیه‌خانه فاضلاب است.

الف - بالا بودن مواد جامد معلق در پساب حوضچه ته‌نشینی ثانویه، نشانه بارز عملکرد نامطلوب تصفیه‌خانه است. شاید حتی مقدار زیاد مواد جامد معلق در پساب را به خاطر کوچکی نتوان با چشم دید ولی به کمک نمونه‌برداری و روش‌های آزمایشگاهی می‌توان مقدار آن را مشخص نمود.

اگر خروج مواد معلق جامد از سرریزهای حوض ثانویه موضعی باشد، یعنی غلظت این مواد در نقطه‌ای از سرریز بیش از نقطه دیگری باشد، اغلب به این مفهوم است که سرریز در تمام محیط، همتراز نبوده و یا تجمع جلبک، آشغال، پلاستیک و غیره در مقابل بخش‌هایی از سرریز حوض یکنواختی سرریز را مختل نموده است.

omoorepeyman.ir

نتیجه عمل چنین است که بده سرریز در رقوم پایین‌تر و تمیزتر بیشتر است و همان‌طور که آب از سرریز می‌ریزد، جریان مواد جامد را از کف حوضچه ته‌نشینی با خود کشیده و به بیرون هدایت می‌کند. اگر مقدار مواد جامد معلق در تمام قسمت‌های سرریز یکنواخت ولی بیش از اندازه باشد، نشانگر این است که لجن با خصوصیات ضعیف ته‌نشینی (بالکینگ) در حال شکل گرفتن است.

عوامل مؤثر دیگر را می‌توان بارگذاری هیدرولیکی بالا در حوض ته‌نشینی ثانویه و عدم توزیع یکنواخت جریان به حوض‌های ته‌نشینی چندتایی دانست، به‌طوری‌که جریان در یک حوض، بیش از دیگری است و در نتیجه مواد جامد از حوض خارج می‌شوند.

با توجه به این مطالب، بهره‌بردار باید به نکاتی همچون تمیز بودن سرریزهای حوض ثانویه، تنظیم بده ورودی به حوضچه ته‌نشینی ثانویه، سرعت حرکت پاروی لجن‌روب، تخلیه به‌موقع و مناسب لجن حوض ثانویه توجه خاص داشته باشد تا از خروج بیش از حد مواد جامد معلق جلوگیری شود.

ب - غلظت MLSS (مایع مخلوط معلق) در حوض هوادهی، یکی از پارامترهای آسان، قابل اطمینان و دقیق در راهبری لجن فعال است. این تکنیک کنترل فرآیند، به‌خاطر فهم آسان و کمترین کنترل آزمایشگاهی لازم (توسط بعضی از بهره‌برداران) به‌کار می‌رود. در این روش، پساب تولیدی نیز کیفیت خوبی دارد به شرطی که فاضلاب‌های ورودی حداقل تغییرات در بده و BOD را داشته باشد. وقتی غلظت MLSS بالاتر از حد مطلوب شود، باید تخلیه لجن مازاد را زیاد کرد و بر عکس، در صورتی که غلظت MLSS کمتر از حد پیش‌بینی شده در طراحی باشد باید میزان لجن دفعی کم یا متوقف شود.

در ابتدای کار، غلظت MLSS با نسبت F/M توصیه شده تنظیم می‌گردد؛ پس از تثبیت فرآیند نسبت F/M مناسب ثبت شده و متوسط MLSS در این زمان به‌کار می‌رود. یکی از مزایای این روش، کنترل نسبت F/M و SRT (سن لجن) بوده که دو پارامتر مهم فرآیند لجن فعال می‌باشند. به‌همین دلیل، این روش در جایی که غلظت BOD_5 زیاد تغییر می‌کند کاربرد دارد. برای مثال، اگر BOD_5 ورودی به‌طور ناگهانی بیش از ۵۰ درصد افزایش یابد، میزان غذای ورودی و به‌دنبال آن تولید لجن فعال زیاد می‌شود و برای این‌که حدود MLSS ثابت بماند، به‌طور طبیعی، میزان جامدات دفعی (لجن مازاد) افزایش می‌یابد و با کاهش جامدات درون حوض هوادهی برای رسیدن مجدد به MLSS مطلوب، بهره‌بردار در حقیقت نسبت F/M را تا بیش از ۵۰ درصد افزایش داده است که این مورد می‌تواند یک مشکل جدی باشد و کیفیت پساب خروجی را کاهش دهد. در این حالت و در صورت ضرورت و امکان (رعایت مسایل زیست محیطی) باید نسبت F/M را با کنترل میزان فاضلاب ورودی به حد مطلوب رساند.

از آن‌جایی که وزن ارگانیسم‌های موجود به‌وسیله غلظت MLVSS (مواد جامد معلق فرار) برآورد می‌شود، انجام آزمایش MLVSS ، مقدار تقریبی سلول‌های زنده یا جرم فعال در سیستم را نشان می‌دهد.

اگر نسبت MLVSS به MLSS در حد قابل قبولی باشد، جرم زنده را می‌توان بر اساس درصدی از MLSS بیان کرد. به‌طور معمول در فرآیند لجن فعال، نسبت MLVSS به MLSS باید بین ۷۰ تا ۸۰ درصد باشد در غیر این‌صورت، فعالیت میکروارگانیسم‌ها در حوض هوادهی کم و حذف مواد آلی صورت نمی‌گیرد. اغلب برای افزایش غلظت MLSS، باید مقدار لجن دفعی کم و مقدار لجن برگشتی تا به‌دست آمدن نتیجه افزایش یابد.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۴-۱-۴ مواد جامد قابل ته‌نشینی

برای کنترل مناسب میزان لجن برگشتی، چندین تکنیک مورد استفاده قرار می‌گیرد که یکی از آنها قابلیت ته‌نشینی مواد جامد است. این روش، به‌خاطر سادگی کار و سرعت پاسخگویی (۳۰ دقیقه) بسیار با ارزش است، زیرا نه تنها در مورد تعیین راندمان خوب تصفیه‌خانه به بهره‌بردار کمک می‌کند، که موجب شناسایی منشاء و مشکلات موضعی و ناحیه‌ای می‌شود.

از آزمایش ته‌نشینی مواد جامد، می‌توان به مشکلات زیر پی برد :

- بالکینگ لجن (که در بحث قبلی به آن اشاره شد)،
- بالا آمدن لجن بر اثر عمل نیتریفیکاسیون،
- پراکنش لجن به علت ورود مواد سمی، ناکافی بودن مواد غذایی، شرایط غیرهوازی، اختلاط زیاد،
- لخته پراکنده در سطح ته‌نشینی به‌خاطر سن کم لجن، و
- لخته سوزنی به‌خاطر سن زیاد لجن.

۳-۲-۴-۱-۵ pH

برای داشتن یک سیستم فعال و سالم، pH حوضچه هوادهی باید دارای دامنه تغییرات مناسب باشد. رابطه بین فعالیت بیولوژیکی و pH به‌صورتی است که اگر pH در محدوده ۶/۵ تا ۸/۵ نباشد (کمتر یا بیشتر) فعالیت بیولوژیکی کند یا متوقف می‌شود.

باکتری‌ها می‌توانند در pH بین ۵ تا ۱۰ زنده بمانند ولی ازدیاد بیشتر آنها بین pH ، ۶/۵ تا ۸/۵ است. اگر pH محیط، زیر ۶/۵ باشد، جمعیت قارچ‌ها بر باکتری‌ها غالب می‌شود که نتیجه آن حذف کم BOD و ته‌نشینی ضعیف می‌باشد. در pHهای خیلی بالا، مواد غذایی مثل فسفر، شروع به ترسیب نموده و از دسترس باکتری‌ها خارج می‌شوند. در این حال، نتیجه آن حذف کم BOD خواهد بود. در شرایطی که pH خیلی بالا یا خیلی پایین باشد، میکروارگانیسم‌ها از بین می‌روند.

۳-۲-۴-۱-۶ ازت

همان‌طور که هر موجود زنده برای حفظ بقای خود به غذا محتاج است، میکروارگانیسم‌های موجود در فرآیند لجن فعال نیز به غذا نیاز دارند. اغلب، مواد غذایی در فاضلاب‌های خانگی به اندازه کافی وجود دارد. اما مواد غذایی مکمل را اغلب باید به فاضلاب‌های صنعتی اضافه نمود تا ازت و فسفر کافی در فاضلاب تأمین شود. در اغلب موارد، ازت به‌صورت آمونیاک و فسفر به صورت اسید فسفریک اضافه می‌شود.

باکتری‌ها برای تولید پروتوپلاسم (یعنی باکتری دیگر) به ازت و برای درست کردن آنزیم‌ها که در شکستن مولکول‌های آلی فاضلاب به کار می‌روند به فسفر نیاز دارند.

تخمین نسبت ازت به فسفر به BOD_5 به‌ترتیب ۵ به ۱ به ۱۰۰ است. کمبود ازت در محیط، سبب رشد باکتری‌های رشته‌ای یا پراکنده شدن جمعیت بیولوژیکی و در نتیجه ته‌نشینی ضعیف می‌شود.

omoorepeyman.ir

در صورت عدم وجود نسبت‌های یاد شده، باید با اضافه کردن مواد ازته یا فسفر، این نسبت‌ها را به‌طور مصنوعی در فاضلاب برقرار نمود.

در تصفیه‌خانه‌های لجن فعال که فاضلاب شهری واردشان می‌شود، اغلب مشکل کمبود ازت وجود ندارد بلکه برعکس، مقدار زیاد ازت ورودی و عدم حذف آن توسط سیستم‌های متعارف لجن فعال باعث آلودگی پساب و آب‌های پذیرنده می‌شود. در این تصفیه‌خانه‌ها، واحدهای نیتریفیکاسیون و دی‌نیتریفیکاسیون تعبیه شده تا مقدار ازت را به‌حد مجاز برسانند. اغلب، در سیستم‌هایی که نیتریفیکاسیون پیش‌بینی شده، اکسیژن محلول باید در غلظت زیادتری نسبت به سیستم‌های لجن فعال (که فقط برای حذف کربن در نظر گرفته شده‌اند) باشد، زیرا باکتری‌های نیتریت‌ساز، به‌طور عمده هوازی بوده و اکسیژن محلول بیش از ۲ میلی‌گرم بر لیتر لازم است؛ علاوه بر این، فرآیند نیتریفیکاسیون باعث مصرف قلیائیت شده و ممکن است pH مایع معلق مخلوط را کم کند. بنابراین برای کنترل فرآیند، اندازه‌گیری ازت ورودی به تصفیه‌خانه در سیستم‌هایی که نیتریفیکاسیون نیز پیش‌بینی شده ضروری است، در غیر این‌صورت برای حذف مواد کربنی مشکلاتی ایجاد خواهد شد.

۳-۲-۵ نگهداری و تعمیرات در بهره‌برداری لجن فعال

دستگاه‌ها و تجهیزات یک سیستم تولیدی، مجموعه‌ای از عناصر (قطعات ساده) است که با ترکیبی مناسب با یکدیگر ارتباط داشته و به‌صورت یک دستگاه یا سیستم تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به نوع مواد و مصالح به‌کار رفته، طراحی واحدها و عملکرد آنها در سیستم تولیدی، و چگونگی بهره‌برداری از کل سیستم، روند از کارافتادگی یا فرسایش واحدهای یک سیستم (و در نتیجه روند از کار افتادگی کل سیستم) حالت‌های متفاوتی به‌خود می‌گیرد. گروهی از قطعات، به‌صورت غیرمنتظره از کار می‌افتند. بعضی از قطعات و تجهیزات به مرور زمان و با توجه به میزان کارکرد دستخوش فرسودگی طبیعی قرار گرفته و از کار افتاده می‌شوند. فعالیت‌های اساسی نگهداری و تعمیرات، با در نظر گرفتن عمر اقتصادی سیستم، اموری مثل ارائه سرویس‌های فنی، تعمیر، تعویض عناصر تشکیل‌دهنده سیستم و تصحیح طرح سیستم را دربر می‌گیرد. در یک تعریف کلی، فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات به منظور جلوگیری از خرابی‌ها (تعمیرات پیشگیری یا نگهداری)، تعمیرات اضطراری و تصحیح طرح تجهیزات قابل اعمال می‌باشند.

۳-۲-۵-۱ نگهداری و تعمیرات تجهیزات (مکانیکی و برقی)

عمومی‌ترین دغدغه بهره‌بردار، داشتن پساب خوب است؛ بنابراین برای نیل به این هدف، باید برنامه نگهداری و تعمیرات تصفیه‌خانه به‌خوبی انجام گیرد تا بهره‌بردار در راه رسیدن به هدف خود موفق باشد. یک برنامه نگهداری خوب، باید بهره‌بردار را به‌موفقیت کامل برساند و برنامه‌ای موفق است که در برگیرنده تمام جوانب تصفیه‌خانه اعم از تجهیزات مکانیکی، برقی، تأسیساتی و ساختمانی باشد. برنامه نگهداری و تعمیرات مکانیکی و برقی، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بهره‌برداری خوب از تصفیه‌خانه است. اغلب، کارخانه سازنده تجهیزات، اطلاعات لازم در برنامه نگهداری و تعمیرات را به‌صورت کتابچه دستگاه ارائه می‌دهد که بهره‌بردار باید در ابتدای کار، این دستورات را به دقت مطالعه نماید و اگر هم سوالی برای او مطرح شود، با کارخانه سازنده

omoorepeyman.ir

تماس برقرار نماید تا مشکل برطرف شود. در ضمن باید فرم‌های نگهداری و تعمیرات برای هر دستگاه به‌طور جداگانه تهیه شود.

برای رسیدن به موفقیت در برنامه نگهداری و تعمیرات، حتی کارگران تصفیه‌خانه باید اطلاعات مورد نیاز را به‌دست آورند و دلیل سودمندی این برنامه (پسابی با کیفیت مطلوب، کاهش هزینه‌های تعمیرات و بهره‌برداری و غیره) برای تجهیزات به‌طور واضح مشخص شود.

فرم‌های برنامه نگهداری و تعمیرات هر دستگاه، یک راهنمایی است برای کارکنان بهره‌بردار در رسیدن به بهره‌برداری مناسب و مطلوب. یک برنامه منظم، بعد از پایان هر کار باید ثبت شود تا اگر برای دستگاه حادثه یا اتفاقی رخ داد، بهره‌بردار به این فرم‌ها مراجعه کند.

یک کارت نگهداری دستگاه باید در برگیرنده موارد زیر باشد :

- لیست هر نوع سرویس و نگهداری مورد نیاز با یک شماره،
- لیست زمان سرویس و نگهداری، و
- شرح هر نوع سرویس و کار انجام شده .

در ادامه مطلب، سه نوع از کارت‌های نگهداری و تعمیرات که اغلب برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب استفاده می‌شود آورده شده است .

۱- کارت نگهداری و تعمیرات تجهیزات (دستگاه)

شماره	کار انجام شده	تکرار	زمان
۱	کنترل آب‌بندی و نشت روغن	روزانه	-
۲	عملکرد پمپ موردنظر	هفتگی	دوشنبه‌ها
۳	بازرسی کل پمپ	هفتگی	چهارشنبه‌ها
۴	بازرسی بلبرینگ‌ها و یاتاقانها	فصلی	۱۰،۷،۴،۱ *
۵	کنترل دمای بلبرینگ‌های در حال کار	فصلی	۱۰،۷،۴،۱
۶	کنترل تعادل پمپ و موتور (در یک راستا بودن کوپلینگ پمپ و شافت موتور)	هرشش ماه یکبار	۱۰،۴
۷	بازرسی و تعمیرات پمپ	هرشش ماه یکبار	۱۰،۴
۸	موارد دیگر		

* ۷،۴،۱ و ۱۰ = شماره‌های ماه‌های سال است. فروردین ۱، اردیبهشت ۲، خرداد ۳، و .....

omoorepeyman.ir

۲- کارت ثبت تعمیرات انجام شده

تاریخ	کار انجام شده (شماره کار)	امضاء

۳- کارت تعمیرات تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (مکانیکی، برقی، ساختمانی)

نام درخواست کننده :	اولویت	محل انجام کار	
تلفن :	عادی فوری		
بازرسی تعویض سرویس		شماره	نام وسیله یا قطعه
تعمیر تعمیرات کلی رنگ آمیزی			
شرح کار :			
شرح خدمات انجام شده :			
توصیه‌ها :		برآورد	
		نیروی انسانی ..... ریال	
نام و امضاء بهره‌بردار نوبت کار		مصالح و قطعات ..... ریال	
نام و امضاء مسئول تعمیرات			

یک سیستم منظم نگهداری و تعمیرات، می‌تواند تا حدود ۹۴ درصد از کارهای خالص تعمیراتی، طبیعت بازرسی و پیشگیری یا تصحیحی را داشته و فقط حدود ۶ درصد از کارهای خالص تعمیراتی جنبه اضطراری داشته باشد.

omoorepeyman.ir

درخواست‌های مربوط به انجام عملیات پیشگیری، پس از بازدیدهای فنی و دوره‌ای صادر شده و بر اساس اولویت‌های تعیین شده در برنامه کار روزانه، گروه‌های اجرایی تعمیراتی قرار خواهد گرفت. آزمایش‌ها یا بازدیدهای فنی به منظور عملیات پیشگیری به چهار طبقه تقسیم می‌شوند:

- بازدیدهای انجام شده توسط حواس انسان بر اساس برنامه‌های دوره‌ای،
- بازدیدهای انجام شده توسط انسان با استفاده از وسایل و تجهیزات مخصوص بازدید،
- آنالیز شیمیایی روغن‌های صنعتی مستعمل در دستگاه‌ها، و
- استفاده از سیستم‌های خبردهنده دستگاه‌ها برای اعلام‌وضعیت کار تجهیزات.

به‌طور معمول کارخانه‌های سازنده دستگاه‌ها، آموزش مرحله‌ای نصب، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات را به‌صورت یک جزوه ارائه می‌دهند.

برنامه نگهداری تجهیزاتی که به‌طور عمده در تصفیه‌خانه‌ها مورد استفاده قرار می گیرند، به شرح زیر است :

الف – موتورهای الکتریکی

نگهداری منظم و دائمی موتورهای الکتریکی علاوه بر کاهش مشکلات تعمیرات، باعث طولانی شدن عمر آنها می‌شود. ثبت منظم و سیستماتیک، کلید اصلی موفقیت‌آمیز بودن برنامه نگهداری و تعمیرات است. جدول ۳–۸ مواردی از برنامه نگهداری از موتورها را ارائه می‌دهد.

جدول ۳–۸– برنامه نگهداری موتورهای الکتریکی

مورد	روش سرویس	هفتگی	ماهیانه	فصلی	نیم‌سال	سالیانه	دروقت نیاز
ولتاژ	ولتاژ ورودی به دستگاه را چک کنید و با صفحه اطلاعات موتور (برچسب) مقایسه کنید تا ۱۰درصد اختلاف قابل قبول						
فرکانس	کنترل با دستگاه ۰ تا ۵ درصد اختلاف قابل قبول						
عایق‌بندی	آب‌بندی موتور و مقاومت کنترل شود						
بی‌متال	درجه آمپر بی‌متال به موتور بستگی دارد						
دمای‌موتور	اندازه‌گیری دما اطمینان از محدودیت تضمینی است						
حفاظت	کنترل تهویه اتاقک مخصوص، رطوبت و آلودگی						
روغنکاری	روش کار، نوع روغن، زمان و مقدار						
نظافت	گرفتن گرد و غبار، تمیزکردن روی موتور، نشتی روغن						
کثیف‌بودن‌محل							
اتصال‌به‌کوپلینگ	تمیز کردن						
افزایش آمپر	کنترل ولتاژ ورودی، تعادل روتور						
به‌هم‌خوردن‌سرعت موتور	روتور به تنظیم نیاز دارد						
داغ شدن بیش از حد	کنترل تعادل موتور و پمپ، گریس بلبرینگ و عدم روغنکاری						

omoorepeyman.ir

تابلوهای برق نیز به نگهداری و تعمیرات مداوم نیاز دارند به خصوص در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و قسمت‌هایی که گازهای خورنده فاضلاب زیاد باشند. خوردگی باعث آسیب رسیدن به کنتاکتور، رله‌ها و کلید فیوزهای تابلوی برق شده و پس از مدتی، در عملکرد درست آنها اشکال به‌وجود می‌آورد.

نکاتی که اغلب باید در نگهداری و تعمیرات تابلوهای برق تصفیه‌خانه رعایت نمود عبارتنداز:

- ضرورت وجود فن و دستگاه تهویه برای خنک و خارج کردن گازهای خورنده،
- نصب و روشن بودن گرم کننده در تابلو برای جلوگیری از محیط مرطوب در تابلو،
- گرد و غبارگیری مرتب تابلو (هفتگی) با جاروبرقی و کمپرسور باد،
- آچارکشی سرکابل‌های برق، ترمینال‌ها و غیره،
- کنترل داغ شدن کلید فیوز و رفع عیب،
- کنترل بی‌متال از نظر درجه آمپر در هر ۲ تا ۳ روز،
- کنترل کانال‌های کابل از نفوذ جوندگان و جانوران موذی،
- نصب و چگونگی عملکرد کنترل فاز در تابلو برای قطع برق در مواقع اضطراری،
- سرویس ماهیانه پست‌های فشار قوی (روغن ترانس، تمیز کردن، آچارکشی)،
- رعایت نکات ایمنی در تابلوهای برق، و
- کنترل آمپرمتر تابلو به‌صورت روزانه.

در ضمن، نگهداری از دستگاه‌های ابزار دقیق تصفیه‌خانه، به خصوص بده‌سنج‌ها توصیه شده است. تمیز کردن بده‌سنج‌ها در زمانهای لازم، واسنجی[1] دستگاه و کنترل کارت‌های بده‌سنج در هر هفته یکبار لازم است.

ب - بلبرینگ

سالم بودن بلبرینگ‌های دستگاه، به تعادل مداوم کوپلینگ و موتور، کشش مناسب تسمه یا زنجیر و روغن‌کاری خوب بستگی دارد. جدول ۳-۹ چگونگی نگهداری و تعمیرات بلبرینگ‌ها در زمانهای پربار بودن موتور، داغ شدن بیش از حد، لرزش زیاد، نوسان شافت و حتی خم شدن شافت را نشان می دهد.

ج- شیرها

دریچه‌ها، شیرها و شیرهای یکطرفه در تصفیه‌خانه فاضلاب، به مقدار زیادی به کار می‌روند و از آن‌جا که قسمت‌های مختلف یک شیر دارای پوشش است، نیاز به نگهداری و تعمیرات برای جلوگیری از جام شدن (قفل‌شدن)، هرز شدن پیچ روی زبانه و مشکلات دیگر بسیار حساس می‌شود. جدول ۳-۱۰ روش‌های نگهداری و تعمیرات شیرهای معمولی تصفیه‌خانه فاضلاب را ارائه کرده است.

1 - Calibration

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۹- برنامه نگهداری معمول بلبرینگ‌ها و یاتاقانها

مورد	روش سرویس	هفتگی	ماهیانه	فصلی	نیمسال	سالیانه	دروقت نیاز
تعادل موتور و کوپلینگ	اطمینان از تنظیم بلبرینگ برای جلوگیری از لرزش زیاد						
کشش تسمه یا زنجیر	کنترل کشش (داغ شدن بلبرینگ) افزایش طول تسمه						
روغنکاری	موتور را خاموش کرده و روغن را تخلیه کنید. در حالی که موتور روشن است گریس‌های کهنه را خارج کرده محفظه را تمیز و روغنکاری کنید.						
دما	بعد از روشن کردن موتور، درجه حرارت بلبرینگ را با دماسنج کنترل کنید.						
کنترل تمیز بودن بلبرینگ	در صورت مشاهده نشت آب یا روغن از کنار شافت بلبرینگ و سیاه بودن گریس، باید یاتاقان با گریس تازه پر شود.						
کنترل عملکرد	بررسی عملکرد برای شرایط غیرعادی						
سر و صدای زیاد از بلبرینگ	به‌طور معمول در این موارد، بلبرینگ و یاتاقان شکسته شده و باید تعویض شوند.						
نوسان بین شافت و کوپلینگ	بلبرینگ در جای خود تنظیم شود.						
عدم‌حرکت‌موتور در برخی شرایط	جام بودن بلبرینگ و عدم روغنکاری						

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۱۰- نگهداری معمول از شیرهای تصفیه‌خانه

مورد	روش سرویس	هفتگی	ماهیانه	فصلی	نیمسال	سالیانه	دروقت نیاز
شیرهای‌دریچه‌ای	تعویض زبانه، تمیزکردن محل پیچ زبانه، ریختن چند قطره روغن هرچند وقت یکبار، ریختن روغن ترمز برای روان شدن، چرخاندن شیر توسط کارگر به‌طور روزانه، تمیزکردن گریس‌های بیرون زده و روغنکاری دوباره، تعویض واشر نسوز در صورت نشتی از شیر						
شیرهای گازی (توپی)	محکم کردن پیچ برای قرار گرفتن توپی در جای خود، حذف روغن‌های سفت‌شده و روغنکاری دوباره شیر برای کارآیی بهتر، روغنکاری و باز و بسته کردن شیر برای جلوگیری از قفل کردن				- -		
شیر یکطرفه	تعویض زبانه شیر قراردادن واشر روی شیر، برای جلوگیری از نشت					- -	
ایمنی شیر	کنترل فشار در شیر برای جلوگیری از افزایش فشار						
هوادادن شیر	کنترل نشتی، اطمینان از قرار داشتن زبانه در محل خود						
روغنکاری و عایق‌بندی	پیچ بالای شیر را بچرخانید تا روغن داخل جعبه شیر نفوذ کند؛ عملکرد و کارایی شیر را نیز کنترل کنید .						

omoorepeyman.ir

د – کاسه‌نمدها[1]

کاسه‌نمد برای جلوگیری از نشت مواد سمی، خطرناک، آب و مایع به درون موتور به‌کار می‌رود و در حقیقت، نقش یک آستری را ایفا می‌کند. بسته به عملکرد، سیل‌ها با روغن روان می‌شوند یا این‌که خود روان می‌باشند.

جدول ۳-۱۱ روش‌های سرویس را برای پیشگیری از کاهش عمر مفید تجهیزات و عدم خسارت به آنها بیان کرده است.

جدول ۳-۱۱- برنامه نگهداری برای کاسه نمدها

مورد	روش سرویس	هفتگی	ماهیانه	فصلی	نیمسال	سالیانه	دروقت نیاز
پاشیدن آب	کنترل نشتی دور شافت	□					
واشر	تعویض واشر آب‌بندی						□
مکانیکال سیل	کنترل نشتی (عینی)	□					

هـ- برنامه روغنکاری

در تهیه برنامه روغنکاری دستگاه‌ها، می‌توان از سرویس‌های خدماتی و مشاوره‌ای که توسط تولیدکنندگان روغن‌های صنعتی ارائه می‌شود استفاده نمود. در تهیه برنامه روغنکاری، توجه دقیق به مسیر روغنکاری بسیار پراهمیت است. در تعیین این مسیر، باید طول رفت و آمد و حمل تجهیزات روغنکاری به کمترین حد برسد. علاوه بر این، وجود یک مسیر مشخص، باعث می‌شود که از فراموش شدن عملیات روغنکاری در بعضی قسمت‌ها و روغنکاری بیش از حد روی بعضی از ماشین‌ها جلوگیری شود.

و – تعمیرات کلی

در فاصله‌های زمانی مشخص (سالیانه، دو سال یکبار) در طول عمر مفید دستگاه‌ها، دستگاه‌ها باید تحت تعمیرات کلی قرار بگیرند. در انجام این کار، قسمت‌های اصلی دستگاه باید از یکدیگر جدا شده روی بعضی از قطعات تعمیرات و سرویس‌های مشخصی انجام گیرد (گیربکس‌های هوادهی، پمپ حلزونی، سانتریفوژ).

برای راهنمایی کارکنان باید برای هر دستگاه، کتابچه‌ای توسط سازندگان در اختیار قرار گیرد یا در صورت عدم دسترسی، دستورالعمل‌های لازم در این مورد تهیه شود.

1 - Seals

omoorepeyman.ir

در هر تصفیه‌خانه، باید به‌طور متناوب، سکوهای نصب تجهیزات، کف حوضچه‌ها، رینگ دور حوضچه‌ها (دیوارهای حوض)، دیواره‌های سازه‌ها، خرابی و پوسیدگی بتن‌آرمه‌ها و غیره کنترل شود. مواردی که کنترل آنها در تصفیه‌خانه فاضلاب دارای اهمیت می‌باشد در زیر شرح داده شده است.

- **مخازن و کانال‌ها**

باید در اطراف کانال‌ها و حوضچه‌های تصفیه‌خانه مثل مخازن ته‌نشینی هوادهی، حوضچه‌های ماسه‌گیر، کانال‌های انتقال فاضلاب و پساب، سیستم زهکشی وجود داشته باشد تا آب‌های زیرزمینی به آنها آسیب نرساند. همچنین عایق‌بندی کف و جداره‌های حوض برای جلوگیری از نفوذ آب زیرزمینی الزامی است. تمام سطوحی که با فاضلاب تماس مستقیم دارند، باید با مواد عایق‌بندی پوشیده شوند. باید توجه داشت که در کف حوضچه‌ها، به‌خصوص هاضم‌های لجن، بعد از چند سال شن و دانه تجمع می‌کند که با توجه به ارتفاع آن ۳ تا ۸ سال یکبار این حوض‌ها تخلیه و شن و دانه آنها خارج شود. همچنین اگر قطعه‌ای پوسیده است، قبل از عایق‌بندی آن با پوشش آپوکسی یا لعاب سرد، آن قطعه باید زنگ‌زدایی[1] شود، در غیر این صورت پوشش، هیچ اثری نخواهد داشت.

کانال‌های انتقال فاضلاب، پس از مدتی رسوب‌گرفته و دیواره‌های آن آغشته به جلبک می‌شود که تخلیه آنها کاری ضروری است.

- **اطراف تصفیه‌خانه**

محوطه‌سازی اطراف تصفیه‌خانه باید به‌گونه‌ای باشد که هم مردم و هم بهره‌برداران از آن لذت ببرند و از نظر روحی و روانی منظره خوشایندی را فراهم نماید. درخت و گلکاری اطراف دیواره‌های تصفیه‌خانه و فضای سبز در داخل تصفیه‌خانه، علاوه بر جلوگیری از انتشار بوهای ناخوشایند و سر و صدا در بهره‌برداری مطلوب از تصفیه‌خانه نیز کمک می‌نماید.

در ضمن، محیط‌های اداری تمیز و بهداشتی برای کارکنان، به‌خصوص سرویس‌های بهداشتی، لازمه کار مطلوب تصفیه‌خانه است.

- **فوریت‌های اضطراری**

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب برای شرایط اضطراری باید از آمادگی کامل برخوردار باشند. فهرست محل‌های کار در تصفیه‌خانه (که در زیر آمده)، همراه با تلفن تماس آنها باید همیشه در دسترس باشد.

- نگهبانی
- آتش‌نشانی (کپسول‌ها و شیر آتش‌نشانی)
- اتاق فرمان

1 - Sand Blast

omoorepeyman.ir

- دفتر سرپرست بهره‌برداری
- گروه امداد، ایمنی کمک‌های اولیه
- مرکز برق
- کشیک ساختمان شیمیایی و کلرزنی
- کارگاه تعمیرات

- **بایگانی فنی (کتابخانه)**

بایگانی فنی تصفیه‌خانه، می‌تواند در زمینه اطلاعات مورد نیاز برای راهبری تصفیه‌خانه به بهره‌بردار کمک زیادی برساند. این بایگانی باید شامل مدارک لازم زیر باشد:

- راهنمای بهره‌برداری و نگهداری،
- نقشه‌ها و مدارک فنی تصفیه‌خانه و سیستم‌های جنبی،
- کاتالوگ فنی دستگاه‌های تصفیه‌خانه،
- مراجع و منابع کتاب‌های تصفیه فاضلاب،
- نام انجمن‌ها و مجلات مربوط به تصفیه فاضلاب،
- گزارش‌های تصفیه‌خانه‌های دیگر با فرآیند مشابه، و
- فرهنگ لغت.

- **انبار**

برای ارائه خدمات لازم به امور نگهداری و تعمیرات، داشتن یک سیستم انبارداری مطلوب امری ضروری است. کنترل انبار، عبارت است از یک سیستم دفتری (یا کامپیوتری) برای کنترل میزان موجودی انبار (قطعات یدکی، لوازم مصرفی) و سفارشات به موقع و به اندازه آنها.

واضح است که کمبود قطعات یدکی، باعث رکود امور نگهداری و تعمیرات می‌شود که در نتیجه، بهره‌برداری مختل خواهد شد.

انبارداری تصفیه‌خانه فاضلاب، کاری دقیق و فنی است و مدیر انبار، باید از آموزش لازم انبارداری‌های مدرن برخوردار باشد.

۳-۳ ثبت اطلاعات بهره‌برداری و مستندسازی

ثبت و گزارش اطلاعات تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، اعم از اطلاعات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، تأسیسات جمع‌آوری و انتقال فاضلاب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی از ثبت اطلاعات تصفیه‌خانه، بهینه‌سازی راهبری تصفیه‌خانه است. این اطلاعات برای بهره‌برداری و نگهداری مدیریت تصفیه‌خانه، مسائل زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست (شهرداری)، مسائل بهداشتی (وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی)، استخراج مبانی طراحی برای مهندسین مشاور و رفع مشکلات مشابه ایجاد شده در

omoorepeyman.ir

تصفیه‌خانه‌های دیگر کاربرد دارد. ثبت اطلاعات و مستندسازی علاوه بر حفظ، انتقال دانش مورد نیاز در بهره‌برداری بهینه از تصفیه‌خانه فاضلاب به مدیریت صحیح دفع و تصفیه فاضلاب کمک فراوانی می‌کند.

ثبت و ضبط داده‌ها از طریق مشاهدات عینی و تجهیزات انجام می‌پذیرد. اگر رکوردبرداری در تصفیه‌خانه‌ها به خوبی انجام شود، می‌توان از گزارش‌های بهره‌برداری و نگهداری تصفیه‌خانه به عنوان آموزش کارکنان تصفیه‌خانه‌های دیگر و یا تدریس آنها در دانشکده‌های آب و فاضلاب استفاده کرد.

یکی از راه‌های انتقال دقیق و درست اطلاعات، استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری در رکوردبرداری از تصفیه‌خانه است که در نهایت می‌توان پس از مدتی، به تحلیل اطلاعات و ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه پرداخت.

۳-۳-۱ ثبت اطلاعات

بهره‌برداران، سرپرستان بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه فاضلاب و مدیریت، باید از بازدهی تصفیه‌خانه و هزینه‌ها اطلاع کافی داشته باشند. مهم‌ترین اطلاعاتی که باید ثبت و ضبط شوند عبارتنداز:

- بهره‌برداری شامل بازده کلی تصفیه‌خانه (فرآیند) و واحدهای مختلف،
- مشکلات به‌وجود آمده در زمان بهره‌برداری،
- نگهداری و تعمیرات (شامل برنامه نگهداری و تعمیرات، تواتر بازدهی برنامه اجرا شده)،
- اطلاعات مربوط به دستگاه‌ها و سفارش‌های لازم برای بهره‌برداری از آنها،
- گزارش عملکرد و روش‌های بهره‌برداری از تجهیزات برای مهندسین و مشکلات مبانی طراحی،
- بودجه سالیانه، تنخواه‌گردان، حقوق کارکنان، هزینه تجهیزات مکانیکی و تأسیسات تصفیه‌خانه،
- خسارت‌های وارده به واحدها، حوادث رخ داده و طریقه حل مشکل، و
- گزارش روزانه و هفتگی، ماهیانه، سالیانه، اداری و عمومی.

زونکن‌های بایگانی اسناد و مدارک باید دارای آدرس و مشخصات بوده و به‌راحتی در دسترس قرار گیرند.

۳-۳-۲ روش‌های ثبت

نوع ثبت به اندازه و نوع تصفیه‌خانه بستگی دارد. در یک تصفیه‌خانه کوچک مثل برکه تثبیت تعداد و حجم گزارش‌های بایگانی به‌طور قطع کمتر از تصفیه‌خانه‌های بزرگ با تصفیه ثانویه و پیشرفته است.

روش‌های مختلف ثبت عبارتند از :

۳-۳-۲-۱ اطلاعات بهره‌برداری تصفیه‌خانه

این اطلاعات، ضمن مشخص کردن راه‌های بهره‌برداری از تصفیه‌خانه، فاکتورهای موثر بر آنها را نیز مشخص می‌کنند. کمترین اطلاعات بهره‌برداری مورد نیاز در هر تصفیه‌خانه، شامل موارد زیر است :

- گزارش‌های روزانه بده ورودی به تصفیه‌خانه،
- خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی فاضلاب ورودی و پساب خروجی،
- مقدار برق مصرفی تصفیه‌خانه ،
- مقدار کلر مصرفی ،

omoorepeyman.ir

- رویدادهایی مانند کنارگذر[1] فاضلاب، سیلاب، فاضلاب‌های آلوده ورودی و حوادث رخ داده، و
- فاضلاب‌های صنعتی تخلیه شده با ذکر نوع، مقدار، خصوصیات و زمان ورود.

۳-۳-۲-۲ ثبت‌های فیزیکی یا فهرست موجودی‌ها

این اطلاعات، همیشه باید قابل دسترس کارکنان باشند. اسناد و مدارک ساختمانهای موجود، پمپ‌ها، تأسیسات انتقال و جمع‌آوری فاضلاب، نقشه‌های لوله‌ها و تأسیسات، کتابچه‌های سازندگان و گزارش مهندسین مشاور طراح، از جمله اطلاعات لازم در تصفیه‌خانه فاضلاب هستند.

فهرست تأسیسات فیزیکی موجود و دستگاه‌های نصب شده، بخشی از هر پروژه را تشکیل می‌دهد. این اطلاعات، نه تنها باید در اختیار کارکنان بهره‌بردار قرار بگیرد بلکه سرپرستان و مدیریت مرکزی نیز باید از آنها اطلاع داشته باشند، زیرا با در دست داشتن این اطلاعات است که می‌توان عملکرد تصفیه‌خانه را مورد ارزیابی قرار داد و آن‌را با استانداردها تطبیق نمود. حداقل گزارش‌هایی که در بخش ثبت‌های فیزیکی تصفیه‌خانه باید موجود باشند عبارتند از:

- نقشه‌های ساختمانی، تأسیساتی و لوله‌گذاری،
- نقشه‌ها و راهنمای بهره‌برداری از تجهیزات و فرآیند،
- قیمت تجهیزات و تأسیسات عمده،
- گزارش کامل معرفی کارت شناسایی وسایل (شامل نام دستگاه، سازنده و شماره کد شناسایی)، و
- فهرست کامل وسایل، مواد مصرفی، مواد آزمایشگاهی و دفاتر موجود.

۳-۳-۲-۳ راهنمای نگهداری و تعمیرات

نگهداری و سرویس تجهیزات، همواره یک عامل مهم به‌منظور عملکرد خوب تصفیه‌خانه و جلوگیری از بروز حوادث و خسارت به تجهیزات است. اغلب، برنامه نگهداری و سرویس تجهیزات توسط سازندگان دستگاه به‌صورت کتابچه‌هایی ارائه می‌شوند که ضبط و بایگانی آنها برای استفاده بهینه در مواقع مورد نیاز یک امر اجتناب‌ناپذیر است. EPA کتابچه‌های لازم برای برنامه نگهداری و بهره‌برداری را به شرح زیر اعلام کرده است:

- بهره‌برداری و کنترل تأسیسات تصفیه فاضلاب،
- کنترل واحدهای پردازش لجن،
- نیروی انسانی و تعداد افراد مورد نیاز در برنامه نگهداری،
- آزمایش کردن، و
- ایمنی، نگهداری، برنامه‌های اضطراری نگهداری و سیستم برقی تصفیه‌خانه.

کتابچه سازنده دستگاه، بهترین منبع اطلاعاتی برای تأسیسات و تجهیزات تصفیه‌خانه است. این کتابچه‌ها ضمن نشان دادن قطعات داخلی دستگاه و روش کار با آن، توصیه‌ها و دستورالعمل‌های لازم کار با دستگاه را ارائه می‌دهند.

---

1 - Bypass

omoorepeyman.ir

علاوه بر این، بایگانی شرح هر دستگاه که شامل فهرستی از خلاصه اطلاعات هر قطعه از دستگاه، چگونگی نگهداری و سرویس همراه با ثبت آن است، ضمن آشنایی کامل کارکنان با دستگاه‌ها در برنامه تعمیرات آن کمک خوبی به تعمیرکاران می‌کند.

۳-۳-۲-۴ مستندات مالی و پشتیبانی

هزینه‌های خرید قطعات، وسایل مورد نیاز خریداری شده، لباس کار، وسایل بهداشتی و هزینه‌های متفرقه باید به‌صورت سالیانه فهرست شده و در فهرست بایگانی رکوردبرداری تصفیه‌خانه قرار گیرند. اطلاعات مالی، نه تنها هزینه‌های کلی تصفیه‌خانه را روشن می‌سازد، بلکه برای بهبود شرایط تصفیه‌خانه و کاهش بودجه سالیانه مفیدند. این اطلاعات، همچنین شامل دستمزد و حقوق کارکنان، ساعات کار، قیمت هر ساعت کار، درآمدهای حاصل از فروش کود و پساب تصفیه‌خانه، فهرست ماشین‌آلات و قیمت آنها، هزینه‌های مصرفی در فضای سبز تصفیه‌خانه و دیگر هزینه‌های متفرقه می‌باشد.

۳-۳-۲-۵ اطلاعات کارکنان

ثبت و ضبط مشخصات کارکنان تصفیه‌خانه که شامل: تعداد کارکنان، مدرک تحصیلی، سابقه کار، نوع شغل، تخصص و مشخصات فردی است ضمن بهبود مدیریت تصفیه‌خانه، از هدر رفتن نیروی انسانی فعال و خلاق جلوگیری می‌کند. به‌کارگیری کارکنان تصفیه‌خانه در محل‌های مناسب با تخصص و تجربه آنها، علاوه بر بهره‌برداری درست و بهبود پساب تصفیه‌خانه، باعث بالا رفتن عمر مفید دستگاه‌ها، بازدهی کار و نگهداری درست از آنها می‌شود. همچنین ثبت و ضبط دوره‌های آموزشی کارکنانی، تشویقی‌های گرفته‌شده، توبیخ‌ها، تعداد روزهای مرخصی، غیبت، فهرست پرداخت حقوق و دستمزد لازم به نظر می‌رسد.

۳-۳-۲-۶ گزارش‌های مهندسین طراح

این گزارش‌ها علاوه بر نقشه‌های تأسیسات و واحدهای مختلف تصفیه‌خانه شامل: گزارش چگونگی طراحی تصفیه‌خانه، سال طرح، مبانی اصلی طراحی هر واحد، ظرفیت حجم هر قسمت، پیش‌بینی‌های صورت‌گرفته و دیگر مسائلی است که طراح آنها را در قالب فاز مطالعات تصفیه‌خانه ارائه می‌دهد.

۳-۳-۳ اطلاعات بهره‌برداری

ثبت‌های بهره‌برداری، شامل: گزارش‌های روزانه، هفتگی، ماهیانه بهره‌برداری و گزارش‌های آزمایشگاهی است. این اطلاعات ضمن جمع‌آوری، باید تجزیه و تحلیل شده و در قالب فرم‌ها و گزارش‌ها ارائه شوند. بنابراین اندازه‌گیری دقیق، مشاهده درست و محاسبه خوب توسط بهره‌بردار الزامی است

۳-۳-۳-۱ گزارش‌های روزانه

نوشتن و ثبت گزارش‌های روزانه به نوع و اندازه تصفیه‌خانه بستگی‌دارد. این گزارش، شامل ساعت کارکرد بده‌سنج‌ها، ترمومترها، ارتفاع سنج‌ها و دیگر وسایل موجود بوده و باید هر بخش از تصفیه‌خانه، به‌صورت جداگانه آنها را ثبت کند (آزمایشگاه، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات). همچنین گزارش روزانه شامل:

omoorepeyman.ir

فعالیت‌های انجام شده در روز، مشکلات و معایب ایجاد شده، حوادث مختلف همراه با ثبت نام گزارش دهنده و نوع دستگاه می‌باشد. در یک گزارش خوب، باید زمان انجام فعالیت و انجام دهنده کار، همچنین زمان وقوع مشکل و طریقه چاره‌اندیشی آورده شود. به‌طور معمول، گزارش بهره‌برداری روزانه توسط مسئول نوبتکاری تصفیه‌خانه در دفتر گزارش نوبتکاری نوشته می‌شود. بنابراین حضور همیشگی مسئول نوبتکاری و ارتباط مستقیم وی با افراد تحت سرپرستی خود در تهیه این گزارش بسیار مفید است. مسئول نوبتکاری و کارکنان بهره‌بردار همیشه باید همراه خود قلم و کاغذ داشته باشند تا با مشاهده مشکل یا اقدام انجام شده برای بهره‌برداری، فعالیت را با ذکر زمان و نوع، روی کاغذ منتقل نمایند.

یادداشت‌هایی که باید برای تنظیم گزارش روزانه توسط بهره‌برداران در طول روز ثبت شود عبارت است از:

- وضعیت آب و هوا،
- بده فاضلاب ورودی،
- pH پساب خروجی،
- مقدار دانه و آشغال دفع شده ،
- مقدار کلر مصرفی،
- گزارش‌های آزمایشگاهی، و
- اتفاقات و مشکلات به‌وجود آمده .

رکوردهای روزانه اغلب به سه شکل مختلف ثبت می‌شوند:

- گزارش تصفیه‌خانه (گزارش شیفت بهره‌برداری)،
- فرم‌های ارزیابی روزانه، و
- گزارش‌های معمول و مشخص.

یک گزارش تصفیه‌خانه شامل: فعالیت‌های انجام شده، کارهای نگهداری و تعمیرات، معایب دستگاه‌ها همراه با نام گزارش‌دهنده و زمان آن است. این، در حالی است که در فرم‌های ارزیابی روزانه به ثبت نتایج آزمایشگاهی و مشاهدات ظاهری توجه شده است که شامل : برق مصرفی، آب و هوا، دما، اطلاعات هیدرولوژیکی و فیزیکی است. از این گزارش‌ها در نهایت برای تهیه گزارش ماهیانه استفاده می‌شود. گزارش‌های معمول و مشخص شامل: فهرست حقوقی، خریدهای کوچک و اطلاعات مورد نیاز در مدیریت می‌باشد.

۳-۳-۳-۲ گزارش‌های هفتگی و ماهیانه

گزارش ماهیانه باید منعکس کننده میانگین و کل گزارش‌های روزانه با دیگر اطلاعات باشد. در حقیقت گزارش‌های هفتگی و ماهیانه همان اطلاعات روزانه هستند که به‌صورت میانگین و کلی بیان شده‌اند. در این گزارش، اطلاعات بهره‌برداری از واحدهای مختلف تصفیه‌خانه مانند ته‌نشینی، هوادهی، ضد عفونی، پردازش لجن نیز به گزارش اضافه می‌شوند.

گزارش‌های ماهیانه باید خلاصه‌ای از تمام اطلاعات جمع‌آوری شده روزانه و هفتگی باشد که همراه با نمودارها، از پارامترهای بهره‌برداری ارائه شده است. برخی از پارامترهایی که برای کنترل فرآیند تصفیه‌خانه و

omoorepeyman.ir

بهبود عملکرد تصفیه‌خانه مفیدند عبارتنداز: بده فاضلاب ورودی، بارگذاری آلی، عمر لجن، MLSS، بارگذاری زلالسازی، سن لجن، بده فاضلاب خروجی، بده لجن خام، مقدار لجن مازاد ، SVI، میزان هوادهی، مقدار مورد نیاز مواد شیمیایی، میزان تولید گاز هاضم، آزمایش سانتریفوژ، قابلیت ته‌نشینی لجن و آنالیز میکروسکوپی. این فرم‌ها باید روی کاغذ، با کیفیت مناسب چاپ شوند تا به‌راحتی در اختیار افراد مورد نظر قرار گیرند.

فرم‌های اطلاعات ماهیانه، باید توسط بهره‌برداران به‌صورت روزانه تکمیل شود. این فرم‌ها دارای ۳۱ خانه (سطر) برای ۳۱ روز در ماه هستند و همچنین در ستون‌های مختلف فرم پارامترهای بهره‌برداری اشاره شده نوشته می‌شوند. لازم است که در انتهای ستون‌های فرم، یک ستون نیز برای ملاحظات و توضیحات اضافی در نظر گرفته شود.

اغلب در تصفیه‌خانه‌های بزرگ، برای جمع‌آوری اطلاعات از فرم‌های مختلفی استفاده می‌کنند که از جمله می‌توان به فرم گزارش ماهیانه آزمایشگاه، نگهداری و تعمیرات وسایل مکانیکی و نگهداری و تعمیرات وسایل برقی اشاره کرد. در گزارش‌های ماهیانه، علاوه بر گزارش‌های بهره‌برداری معمول، برنامه‌های نگهداری و تعمیرات و خصوصیات مختلف فاضلاب، اتفاقات غیر معمول که به‌شکلی بر نتایج کار تاثیر داشته ثبت می‌گردند.

۳-۳-۴ ارتباط رکوردبرداری با بهره‌برداری

نتایج آنالیزهای مختلف فاضلاب باید بیانگر شرایط بهره‌برداری تصفیه‌خانه باشد. این نتایج باید نشان‌دهنده بارگذاری آلی، بازدهی واحدهای فرآیندی و اثر هر یک از پارامترها بر پساب خروجی باشد. تغییراتی که در نتایج مشاهده می‌شود، از نوعی مشکل در فرآیند خبر می‌دهند به‌طوری که افزایش یکنواخت بارگذاری بیانگر میزان افزایش بار فاضلاب و در نتیجه عدم ظرفیت مناسب تصفیه‌خانه است. در مقابل، تغییرات ناگهانی در نتایج، بیانگر ورود فاضلاب‌های صنعتی یا تجزیه‌ناپذیر به تصفیه خانه است که در صورت حل نشدن مشکل، فرآیند تصفیه مختل می‌شود.

بنابراین ثبت و گزارش تنها مفید نیست، بلکه اطلاعات جمع‌آوری شده باید تجزیه و تحلیل شده و جنبه کاربردی آنها در بهره‌برداری تصفیه‌خانه مشخص شود. قابل اعتماد بودن گزارش‌ها برای کارکنان بهره‌برداری، یک مسئله بسیار مهم است که در صورت خلاف آن، میل استفاده از گزارش‌ها توسط بهره‌بردار کاهش یافته و بیشتر جنبه‌های ظاهری و عینی را در انجام کار بهره‌برداری به‌خود می‌گیرد.

۳-۳-۵ رکوردهای پیشگیرانه نگهداری

برای رسیدن به استانداردهای کیفیت پساب خروجی، باید آسیب دیدن تجهیزات به کمترین حد برسد. باید در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، کاری کرد که تعمیرات تجهیزات به برنامه نگهداری تبدیل شود تا قبل از آسیب رسیدن به دستگاه آن‌را پیشگیری نمود. خودکار بودن تجهیزات، بدون تردید نیاز به اعمال سیستم نگهداری در تصفیه‌خانه را می‌طلبد. فرم‌های ثبت نگهداری شامل ثبت سیستم تجهیزات، برنامه کار، سیستم تهویه، هزینه‌های نگهداری و تاریخچه نصب تجهیزات است. اولین مرحله برای این کار، رکوردبرداری از دستگاه‌های تصفیه‌خانه

omoorepeyman.ir

همراه با انتخاب کد یا شماره برای دستگاه است. هر دستگاه موجود در تصفیه‌خانه باید دارای یک شماره برای شناسایی و اطمینان از سرکشی بهره‌برداران باشد.

برای هر دستگاه باید کارتی تهیه شود که در آن شماره دستگاه نوشته شده باشد. اطلاعات موجود در کارت باید شامل موارد زیر باشد:

- نام و محل دستگاه،
- نام و آدرس سازنده دستگاه،
- هزینه و تاریخ تاسیس یا نصب،
- نوع و مدل دستگاه،
- ظرفیت و اندازه دستگاه،
- شماره یا کد سریال دستگاه،
- شیوه و دفعات بازدید دستگاه،
- روغنکاری مناسب و مورد نیاز، و
- عایق‌بندی دستگاه.

از پشت این کارت، برای ثبت کارهای انجام شده، نوع کار و نام سرویس‌دهنده استفاده می‌شود. در تصفیه‌خانه‌های بزرگ، سه نوع کارت استفاده می‌شود که اطلاعات اصلی هر کارت عبارت است از :

کارت اول : شماره دستگاه، شرح دستگاه، نام فروشنده، قیمت و محل اطلاعات مکانیکی و برقی.

کارت دوم : شماره دستگاه، تعداد عملیات پیشگیرانه و تکرار هر عملیات.

کارت سوم : عملکرد پیشگیرانه نگهداری که دارای موارد شماره، قیمت و نوع کار پیشگیرانه، هزینه، مواد و قیمت کلی است.

در پشت کارت‌ها، اصلاحات انجام شده و دیگر توضیحات ثبت می‌گردد.

۳-۳-۶ گزارش‌های اداری

گزارش‌هایی که برای ارائه گزارش سالیانه به مدیرعامل ثبت می‌شوند شامل: گزارش‌های ماهیانه بهره‌برداری تصفیه‌خانه، گزارش دفتری و اداری و گزارش سالیانه یا نیمسال برای مردم است.

۳-۳-۶-۱ گزارش‌های سالیانه بهره‌برداری

گزارش سالیانه، خلاصه‌ای از فعالیت‌ها و پیشرفت‌های سال گذشته، هزینه‌های مالی و بودجه‌ای تصفیه‌خانه است. در بخش بهره‌برداری، شرح مختصری از سیستم و فرآیندهای تصفیه که همان اطلاعات گزارش‌های ماهیانه است بیان می‌گردد. گزارش‌های ماهیانه‌ای که برای تنظیم گزارش سالیانه استفاده می‌شوند، به‌طور عمده فعالیت‌های زیر را شامل می‌شوند:

- بده (حداکثر، متوسط، حداقل روزانه)،

omoorepeyman.ir

- ورودی (کار آشغالگیر، مشکلات بهره‌برداری و نگهداری، مقدار آشغال و دانه دفع شده، مواد غیر معمول در فاضلاب مانند روغن، سیلت و بو)،
- ته‌نشینی اولیه (مشکلات بهره‌برداری و تعمیراتی، کفاب حذف‌شده، لجن پمپ‌شده و غلظت آن)،
- سیستم ثانویه (میزان بارگذاری، میزان لجن برگشتی، مشکلات بهره‌برداری، راندمان حذف)،
- ته‌نشینی ثانویه (مشکلات بهره‌برداری و تعمیراتی ، لجن پمپ‌شده و غلظت آن، خصوصیات پساب)،
- کلرزنی (مقدار کلر مصرفی، کلر باقی‌مانده، مشکلات کلرزنی، دوز مصرفی)،
- خروجی (ویژگی‌های پساب، شرایط آب‌های پذیرنده)،
- هاضم‌ها (مقدار لجن ورودی، گاز تولیدی، دما، pH، اسیدهای فرار، قلیائیت، مواد جامد فرار، مشکلات بهره‌برداری و تعمیراتی، درصد حذف مواد جامد فرار)،
- بسترهای خشک‌کننده (مقدار لجن ورودی، لجن خشک‌شده در روز، رطوبت لجن، مشکلات)، و
- عمومی (عیب‌های برقی، حوادث، تعمیرات ساختمانی، هزینه‌های تصفیه‌خانه که عبارتند از : ساعت کار بهره‌بردار، قطعات تجهیزات، سوخت و انرژی، مواد شیمیایی و متفرقه).

گزارش سالیانه اغلب برای ارائه به مدیرعامل، مردم و نهادهای وزارتی و دولتی تهیه می‌شوند. این گزارش، بخشی از اطلاعات موجود در گزارش‌های ماهیانه است که به‌صورت خلاصه‌شده و سالیانه، بازده و هزینه‌های تصفیه‌خانه را گزارش می‌کند. همچنین تحلیلی از هزینه‌های بهره‌برداری ارائه داده و پیشنهادهایی برای سال آتی می‌دهد. متن گزارش باید همراه با شماتیکی از طرح، تصاویر و نمودارها و فهرست زیر باشد:

الف - انتقال داده‌ها،

ب - توصیه‌ها و پیشنهادها،

ج - شرح مختصر و نمودار سیستم،

د - نموداری از هزینه‌های مختلف،

هـ - آماری خلاصه شده از وضع عمومی تصفیه‌خانه شامل : شاخص‌های آلودگی، بده فاضلاب و بازدهی،

و - متن گزارش که شامل شرح مختصر، جداول، نمودارها، توصیه‌های عملی و مواردی همچون کیفیت فاضلاب، آشغالگیری، پمپاژ، هضم لجن، نگهداری و تعمیرات و بودجه است، و

ز- ضمیمه‌ها که شامل : خلاصه‌ای از گزارش‌های ماهیانه، اطلاعات معمول تصفیه‌خانه، اطلاعات مربوط به واحدهای تصفیه‌خانه ، بارگذاری و بازدهی تصفیه ، اطلاعات فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژی فاضلاب ورودی و پساب خروجی و اطلاعات فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژی آب‌های پذیرنده است.

۳-۳-۶-۲ گزارش‌های بیمه‌ای

تحت پوشش بیمه قراردادن تأسیسات و کارکنان، یک ضرورت مهم است زیرا تصفیه‌خانه‌های بزرگ، همواره در معرض خطرات احتمالی مانند، سیل، زلزله، آتش‌سوزی و حوادث پیش‌بینی نشده دیگر قرار دارند.

بنابراین باید با ثبت بیمه‌نامه‌ها و حفظ آنها، از هزینه‌های تصفیه‌خانه در شرایط اضطراری کم کرد.

omoorepeyman.ir

همچنین ثبت و ضبط شماره تلفن‌های ضروری مانند پلیس، آتش‌نشانی، بیمارستانها و دیگر نهادهای امنیتی و ایمنی برای استفاده در مواقع اضطراری مفید است.

۳-۳-۶-۳ گزارش‌های بازرسی

شامل گزارش‌های بازدیدهای انجام شده توسط افراد مختلف، بازرسی مالی و کارکنان است.

۳-۳-۶-۴ بودجه سالیانه

گزارش بودجه سالیانه باید برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه و پیش‌بینی بودجه‌های آتی ثبت و ضبط گردد.

۳-۳-۶-۵ گزارش آموزش کارکنان

دوره‌های آموزشی برگزار شده برای کارکنان، همراه با نوع دوره، مدت دوره و زمان آن باید ثبت شود. همچنین آموزش‌های داخلی برای بالا بردن راندمان کار و بهبود عملکرد تصفیه‌خانه، آموزش کارآموزان با نام رشته و مدت آموزش مفید می‌باشد.

۳-۳-۷ طریقه گزارش‌نویسی و بایگانی اطلاعات

اصول عمده گزارش‌نویسی عبارتنداز:

- معرفی اهداف گزارش،
- معرفی نویسنده گزارش همراه با امضا،
- موضوع گزارش،
- اجزای گزارش،
- زبان استفاده شده در گزارش برای درک خواننده ،
- استفاده از شکل و نمودار،
- حساسیت گزارش.

در شروع گزارش‌نویسی، باید دانست که چه سؤالاتی مطرح است و شخص مخاطب کیست؟ در مرحله بعد، باید موضوع و ایده گزارش بیان شود. در گزارش‌نویسی، سلیقه و تجربه شخص نویسنده گزارش، بخش عمده‌ای از کار است و الزامی نیست که این کار طبق یک فرمول خاص انجام شود. البته فرمولی که اغلب برای گزارش‌نویسی مناسب‌تر است به قرار زیر می‌باشد :

الف - شرح مختصری از مشکل،

ب - خلاصه ،

ج - توصیه‌ها و پیشنهادها و

د - شرح گزارش که شامل : تکنیک و روش، تحقیقات انجام شده و امکانات لازم برای توصیه‌ها و پیشنهادها و ضمیمه که شامل جدول‌های اطلاعاتی است.

omoorepeyman.ir

برای این‌که اطلاعات جمع‌آوری‌شده، از خطراتی مثل سیل، آتش‌سوزی و دیگر خطرات احتمالی در امان باشد، باید آنها را در چند نسخه تهیه و توزیع کرد. در شرایط ایده‌آل، اطلاعات باید به‌صورت زونکن‌هایی جداگانه درآمده و فایل‌بندی شوند. جدول ۳-۱۲ چگونگی توزیع و چرخش اطلاعات را بیان کرده است.

جدول ۳-۱۲- توزیع و چرخش اطلاعات جمع‌آوری شده در تصفیه‌خانه فاضلاب

اطلاعات	بایگانی تصفیه‌خانه	بهره‌برداران	مهندسین	معاونت	مدیرعامل
نقشه‌های شبکه‌ها و خطوط انتقال					
نقشه‌های تصفیه‌خانه					
دستورالعمل‌های بهره‌برداری					
کتابچه سازنده دستگاه					
گزارش‌های هفتگی بهره‌برداری					
گزارش‌های سالیانه بهره‌برداری					
گزارش احتیاجات و ملزومات					
گزارش ماهیانه					
گزارش بودجه					
گزارش‌های نیروی انسانی					

omoorepeyman.ir

۴- تصفیه و دفع لجن

به کلیه مواد جامدی که در عملیات تصفیه (در واحدهای تصفیه فاضلاب)، از فاضلاب جدا می‌شود لجن می‌گویند. لجن، برحسب منبع آن، به لجن ته‌نشینی اولیه، لجن ته‌نشینی ثانویه، لجن اضافی، لجن مخزن‌های هوازی و غیرهوازی و بالاخره لجن شیمیایی تقسیم شده است. تقسیم‌بندی دیگری نیز بر پایه وضعیت لجن و درجه تصفیه آن انجام شده که شامل لجن خام[1]، لجن هضم شده[2]، لجن شستشوشده[3]، لجن آبگیری شده[4] می‌باشد. جریان لجن در یک واحد تصفیه فاضلاب، به عنوان نمونه در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.

آنچه در فرآیند تصفیه فاضلاب، در رابطه با لجن موجود اهمیت دارد، این است که لجن از نظر کمی و کیفی شناسایی شده، به درستی تصفیه گردد و بدون هرگونه زیانی از نظر بهداشت عمومی و محیط زیست دفع شود. دفع لجن باید طبق مقررات ویژه‌ای انجام پذیرد، که این مقررات درواقع تعیین کننده روش جمع آوری، تصفیه و دفع لجن می‌باشند.

تصفیه و دفع لجن به‌صورتی‌که در این بخش آمده، همه شیوه‌های متعارف را که عبارتند از: فرآیندها، روش‌های کنترلی از هنگام جمع‌آوری لجن از منابع تا هنگام آماده سازی برای دفع، دربر می‌گیرد.

۴-۱ مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زیستی لجن

کمیت و کیفیت لجن با مشخصات کمی و کیفی فاضلابی که از آن مشتق شده و فرآیندهایی که برای جداسازی آن از فاضلاب به‌کار گرفته شده، تغییرپذیر است. مشخصات کمی و کیفی لجن به‌صورت خلاصه در جدول‌های ۴-۱ و ۴-۲ ارائه و در بخش‌های زیر، ویژگی‌های سه منبع عمده لجن در واحدهای تصفیه فاضلاب متعارف شرح داده شده است.

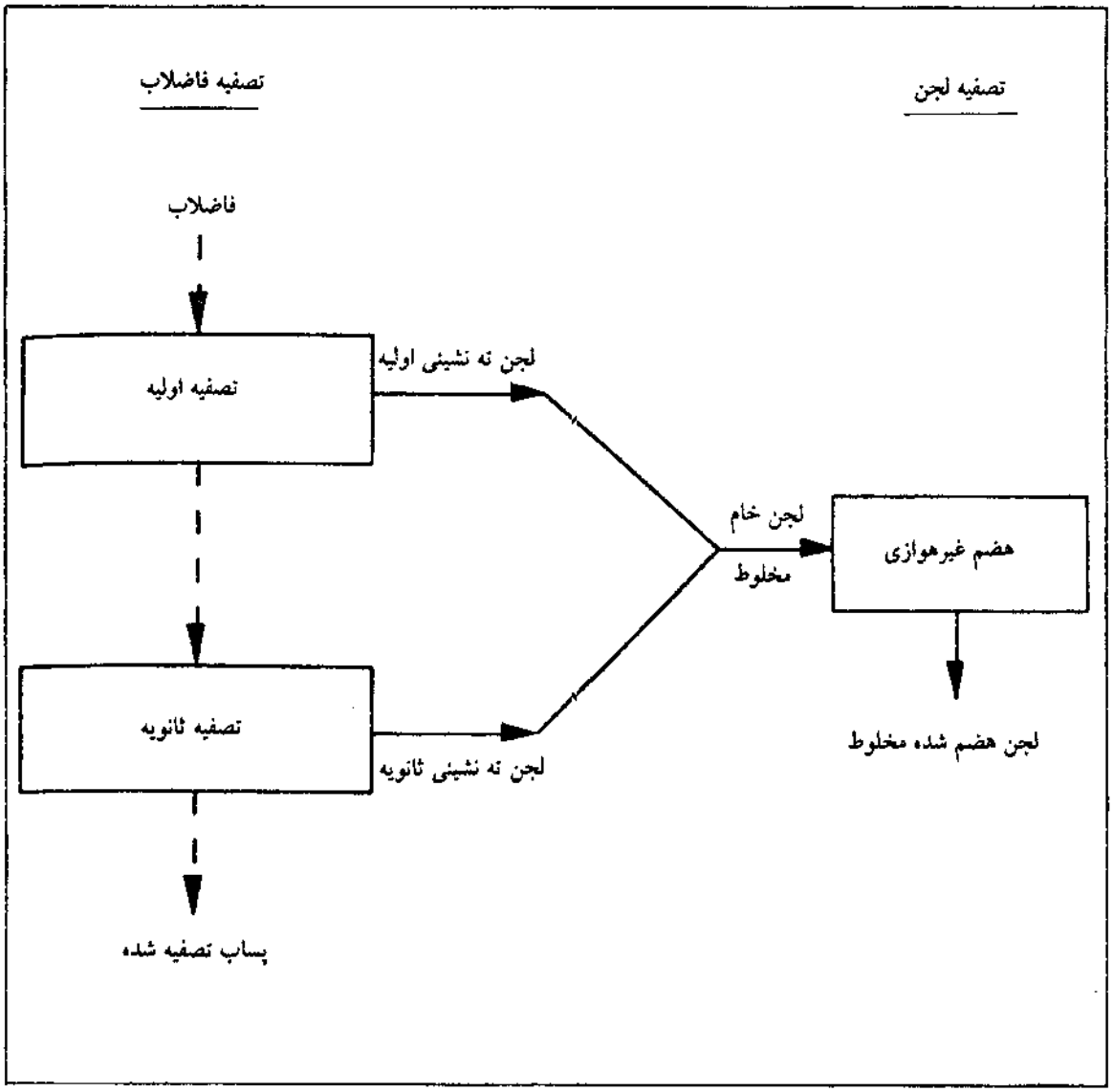
۴-۱-۱ لجن ته‌نشینی اولیه

لجن حاصل از ته‌نشینی اولیه، در اصل از مواد جامد قابل ته‌نشینی در فاضلاب خام تشکیل شده و بدین‌سبب، به لجن خام نیز موسوم است. در واقع، هیچ‌گونه تجزیه‌ای در آن انجام نشده و به‌همین خاطر، از نظر بیولوژیکی بسیار ناپایدار و در معرض گندیدگی است. رنگ این لجن خاکستری است، دارای بوی نامطبوع و بسیار بدمنظر همراه با تکه‌های مواد زاید جامد، فضولات و زباله می‌باشد.

---

1 - Raw Sludge
2 - Digested Sludge
3 - Elutriated Sludge
4 - Dewatered Sludge

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱- روابط بین فرآیندهای تصفیه فاضلاب و جریان لجن

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱- نمونه‌ای از ترکیب شیمیایی لجن خام و لجن هضم شده [6-4]

شرح	لجن خام ته‌نشینی اولیه		لجن هضم شده	
	حدود	نمونه	حدود	نمونه
درصد کل مواد جامد (TS)	۲ تا ۷	۴	۶ تا ۱۲	۱۰
مواد جامد فرار (درصد TS)	۶۰ تا ۸۰	۶۵	۳۰ تا ۶۰	۴۰
چربی و روغن (درصد TS قابل حل در اتر)	۶ تا ۳۰	...	۵ تا ۲۰	...
پروتئین (درصد TS)	۲۰ تا ۳۰	۲۵	۱۵ تا ۲۰	۱۸
نیتروژن (درصد TS)	۱/۵ تا ۴	۲/۵	۱/۶ تا ۶	۳
فسفر (P_2O_5 ، درصد TS)	۰/۸ تا ۲/۸	۱/۶	۱/۵ تا ۴	۲/۵
پتاس (K_2O، درصد TS)	۰ تا ۱	۰/۴	۰ تا ۳	۱
سلولز (درصد TS)	۸ تا ۱۵	۱۰	۸ تا ۱۵	۱۰
آهن	۲ تا ۴	۲/۵	۳ تا ۸	۴
سیلیس (SiO_2 ، درصد TS)	۱۵ تا ۲۰	...	۱۰ تا ۲۰	...
pH	۵ تا ۸	۶	۶/۵ تا ۷/۵	۷
قلیائیت (میلی‌گرم بر لیتر به‌صورت $CaCO_3$)	۵۰۰ تا ۱۵۰۰	۶۰۰	۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰	۳۰۰۰
اسیدهای‌آلی (میلی‌گرم بر لیتر به‌صورت HAC)	۲۰۰ تا ۲۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰ تا ۶۰۰	۲۰۰
ارزش حرارتی (Btu بر هر پوند)	۶۸۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۷۶۰۰[1]	۲۷۰۰ تا ۶۸۰۰	۴۰۰۰[2]

۱- بر پایه ۶۵ درصد مواد جامد فرار

۲- بر پایه ۴۰ درصد مواد جامد فرار

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۲- مقادیر طبیعی لجن به‌دست آمده از فرآیندهای مختلف تصفیه فاضلاب* [6-4]

پروسس تصفیه	میزان طبیعی لجن			درصد رطوبت	چگالی مواد جامد لجن	چگالی لجن	جامدات خشک	
	گالن بر میلیون گالن فاضلاب	تن بر میلیون گالن فاضلاب	فوت مکعب برای هر ۱۰۰۰ نفر در روز				پوند بر میلیون گالن فاضلاب	پوند برای هر ۱۰۰۰ نفر در رو
ته‌نشینی اولیه :								
هضم نشده	۲۹۵۰	۱۲/۵	۳۹	۹۵	۱/۴	۱/۰۲	۱۲۵۰	۱۲۵
هضم شده در مخزن جدا	۱۴۵۰	۶/۲۵	۱۹	۹۴	...	۱/۰۳	۷۵۰	۷۵
هضم شده و خشک شده بر بستر شنی	...	۰/۹۴	۵/۷	۶۰	...	...	۷۵۰	۷۵
هضم‌شده و خشک شده بر صافی‌های خلاء	...	۱/۳۶	۴/۳	۷۲/۵	...	۱	۷۵۰	۷۵
صافی چکه‌ای	۷۴۵	۳/۱۷	۹/۹	۹۲/۵	۱/۳۳	۱/۰۲۵	۴۷۶	۴۸
ته‌نشینی شیمیایی	۵۱۲۰	۲۲	۶۸/۵	۹۲/۵	۱/۹۳	۱/۰۳	۳۳۰۰	۳۳۰
خشک شده بر صافی خلاء	...	۶	۱۹/۳	۷۲/۵	...	...	۳۳۰۰	۳۳۰
ته‌نشینی اولیه و لجن فعال :								
هضم نشده	۶۹۰۰	۲۹/۲۵	۹۲	۹۶	...	۱/۰۲	۲۳۴۰	۲۳۴
هضم نشده و خشک شده در صافی‌های خلاء	۱۴۸۰	۵/۸۵	۲۰	۸۰	...	۰/۹۵	۲۳۴۰	۲۳۴
هضم شده در مخزن جدا	۲۷۰۰	۱۱/۶۷	۳۶	۹۴	...	۱/۰۳	۱۴۰۰	۱۴۰
هضم شده و آبگیری شده در بستر شنی	...	۱/۷۵	۱۸	۶۰	...	...	۱۴۰۰	۱۴۰
هضم شده و آبگیری شده در صافی خلاء	...	۳/۵	۱۱/۷	۸۰	...	۰/۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰
لجن فعال :								
لجن تر	۱۹۴۰۰	۷۵	۲۵۸	۹۸/۵	۱/۲۵	۱/۰۰۵	۲۲۵۰	۲۲۵
آبگیری شده در صافی‌های خلاء	...	۵/۶۲	۱۹	۸۰	...	۰/۹۵	۲۲۵۰	۲۲۵
آبگیری شده در خشک کن حرارتی	...	۱/۱۷	۳	۴	...	۱/۲۵	۲۲۵۰	۲۲۵
هضم شده در سپتیک تانک	۹۰۰	...	۱۲	۹۰	۱/۴	۱/۰۴	۸۱۰	۸۱
هضم شده در ایمهاف تانک	۵۰۰	...	۶/۷	۸۵	۱/۲۷	۱/۰۴	۶۹۰	۶۹

* بر پایه جریان فاضلاب ۱۰۰ گالن برای هر نفر در روز و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و یا ۰/۲۵ پوند مواد جامد معلق در فاضلاب برای هر در روز (این جدول عیناً از کتاب مرجع 6-4 آورده شده است).

omoorepeyman.ir

۴-۱-۲ لجن ته‌نشینی ثانویه

لجن فاضلاب ورودی به ته‌نشینی ثانویه در فرآیند صافی‌های چکه‌ای، حاوی لجنی است که بخشی از آن قابل تجزیه بیولوژیکی می‌باشد. این لجن، دارای رنگ قهوه‌ای تیره، ظاهری لخته شده و بوی کمتری نسبت به لجن خام است. لجن اضافی در واحدهای لجن فعال نیز از نظر بیولوژیکی قسمتی تجزیه شده، دارای رنگ قهوه‌ای طلایی، ظاهری لخته شده و بوی خاک است. هر دو لجن با گذشت زمان می‌گندند و بوی بسیار شدید و نامطبوعی ایجاد می‌کنند.

۴-۱-۳ لجن مخزن‌های هاضم هوازی و غیرهوازی[1]

لجن هضم شده، دارای رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه بوده و با گاز همراه است. وقتی هضم لجن در حد زیادی کامل شده باشد، بوی آن بسیار ضعیف و مانند بوی قیر گرم یا لاستیک سوخته است.

۴-۱-۴ لجن شیمیایی

وقتی مواد شیمیایی مانند سولفات آلومینیوم، کلرور فریک یا آهک، برای حذف فسفات از فاضلاب به تصفیه اولیه و ثانویه اضافه می‌شود، لجن شیمیایی به‌وجود می‌آید. بخش زیادی از این لجن را، لجن ته‌نشینی اولیه یا لجن ته‌نشینی ثانویه تشکیل می‌دهد. این لجن، اغلب سیاه رنگ است و ممکن است با بو همراه باشد ولی به‌طورمعمول بوی آن، کمتر از بوی لجن اولیه است و اغلب به راحتی سایر لجن‌ها، در هاضم‌ها تجزیه نمی‌شود.

۴-۱-۵ لجن مخلوط

لجن مخلوط، مخلوطی از لجن ته‌نشینی اولیه و ثانویه است. این دو لجن، گاهی اوقات جدا از فاضلاب، طی عملیات ته‌نشینی جدا شده و سپس برای تصفیه بعدی مخلوط می‌شوند. در واحدهای تصفیه کوچک، لجن مازاد از تصفیه ثانویه به واحدهای ته‌نشینی اولیه برگشت داده می‌شود که در آن صورت نیز، لجن مخلوط، در ته‌نشینی اولیه به‌وجود می‌آید.

۴-۲ اهداف تصفیه لجن

لجن‌های به‌وجود آمده از تصفیه فاضلاب، اغلب توسط یک یا چند فرآیند تصفیه می‌شوند تا بتوان خصوصیات زیانبار آن‌را تغییر داده بدون هرگونه خطری برای بهداشت عمومی و محیط زیست به آسانی و با رعایت موازین اقتصادی آن را دفع نمود. اهداف کلی در این راستا را می‌توان چنین خلاصه کرد:

- کنترل یا حذف کامل منابع یا وسایل انتقال امراض،
- تبدیل مواد آلی قابل تجزیه به مواد آلی پایدار یا خنثی و یا ترکیبات معدنی،
- کاهش حجم مواد با حذف بخش عمده یا همه آب همراه لجن ، و
- به‌کارگیری مواد به‌دست آمده جنبی، و در نتیجه کاهش هزینه کلی عملیات.

1- Digested Sludge

omoorepeyman.ir

۴-۳ هضم غیرهوازی لجن

هضم غیرهوازی لجن توسط میکروارگانیسم‌های غیرهوازی و در نبود اکسیژن انجام می‌پذیرد. مواد جامد لجن، حاوی حدود ۷۰ درصد مواد آلی و ۳۰ درصد مواد معدنی است. بیشتر آبی که در لجن وجود دارد، از نظر شیمیایی جزئی از مواد جامد است و به آسانی از آن جدا نمی‌شود. طی عملیات هضم غیرهوازی، میکروارگانیسم‌های غیرهوازی، مولکول‌های پیچیده این مواد جامد را می‌شکنند و آب را آزاد می‌کنند ضمن این‌که اکسیژن و مواد غذایی مورد نیاز برای رشد را از مواد جامد تجزیه شده به‌دست می‌آورند.

۴-۳-۱ مراحل هضم غیرهوازی

هضم غیرهوازی در مخزن‌های ویژه آن، در سه مرحله متمایز انجام می‌پذیرد (شکل ۴-۲). در مرحله اول، میکروارگانیسم‌ها چه باکتری‌ها و یا سایر اشکال آنها، مواد قابل حل یا مواد محلول مانند قندها را طی فعل و انفعالات مختلف زیستی به مصرف می‌رسانند. نتیجه این فعل و انفعالات، اسیدهای آلی با غلظت‌های بالا، هیدروژن سولفوره، کربنات‌ها و بالاخره دی اکسیدکربن است. این مرحله، با تولید گاز زیاد و به‌طور عمده گاز کربنیک همراه است. گاز هیدروژن سولفوره به‌دست آمده، بسیار بد بو است و رنگ لجن نیز متمایل به خاکستری می‌باشد. pH ممکن است به ۶/۸ تا ۵/۱ و یا کمتر کاهش یابد. این مرحله به مرحله هضم اسیدی[1] موسوم است و فعل و انفعالات زیستی در این مرحله با سرعت انجام می‌پذیرد.

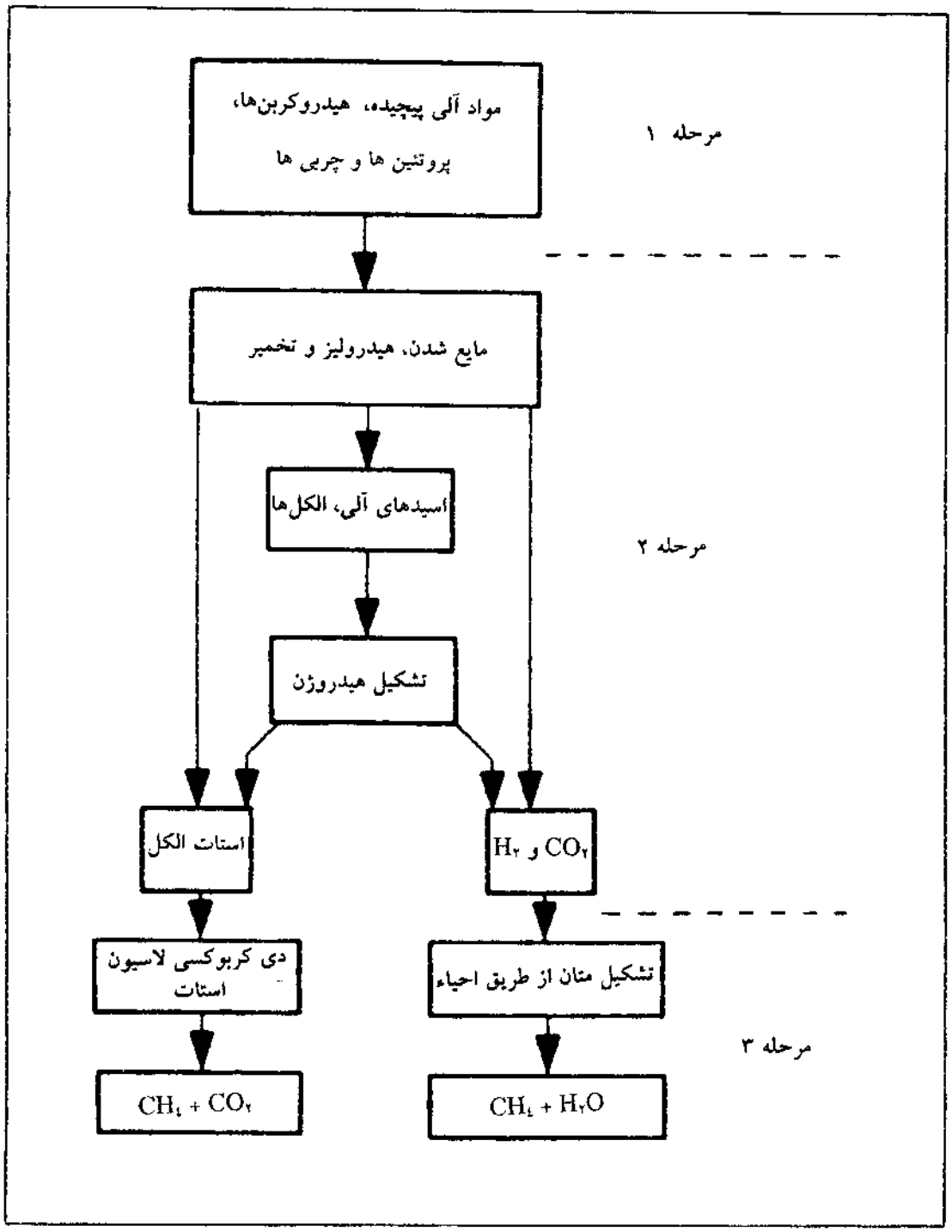
مرحله دوم، پس از مرحله اول اتفاق می‌افتد که در آن، میکروارگانیسم‌های دوستدار محیط‌های اسیدی، رشد می‌کنند.

در این مرحله، اسیدهای آلی و ترکیبات ازته با سرعت به‌نسبت کندی به مصرف می‌رسند و pH از حدود ۱/۵ به ۶/۸ افزایش می‌یابد. لجن، همراه با کف زیاد و به‌رنگ قهوه‌ای - زرد می‌باشد. سرعت تولید گاز، کاهش یافته و گازهای تشکیل شده به‌طور عمده، حاوی دی اکسیدکربن و کمی متان است.

مرحله سوم که در واقع مرحله هضم بسیار شدید، تثبیت مواد آلی و بالاخره تولید گاز است، با حمله میکروارگانیسم‌های غیرهوازی به مواد ازته مقاوم مانند پروتئین‌ها و آمینواسیدها آغاز می‌شود. اسیدهای فرار، در این مرحله کاهش یافته و غلظت آنها به کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌رسد. pH در این مرحله، در حد ۶/۸ تا ۷/۴ تثبیت شده و گاز قابل اشتعال و بی‌بوی متان که، قابل بازیابی نیز هست در حد زیاد ایجاد می‌گردد. مواد جامد باقی‌مانده به‌نسبت زیادی تثبیت شده و بدون ایجاد وضعیت خطرناک، قابل دفع می‌باشند و حتی به عنوان کود در کشاورزی (با رعایت استانداردهای ویژه) قابل استفاده‌اند.

1 - Acid Fermentation

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۲- مراحل مختلف هضم متانی در هضم غیرهوازی

omoorepeyman.ir

۴-۳-۲ کاهش مواد فرار[1]

موفقیت در عملیات هضم، در اصل و به‌طور عمده به کاهش مواد فرار در لجن خام بستگی دارد. اگر مواد فرار تشکیل دهنده لجن خام در حد کفایت کاهش یابد، سه مرحله هضم غیرهوازی یاد شده به خوبی عمل خواهند کرد. مقدار مواد فرار در یک لجن خوب هضم شده، از میزان این مواد در لجن خام و همچنین در حد مواد فرار مقاوم در برابر هضم در مواد فرار تأثیر می‌پذیرد. میزان مواد فرار در لجن خوب هضم شده در حد ۴۰ تا ۵۰ درصد است و غلظت‌هایی تا ۶۰ درصد نیز غیرعادی نیست.

قدرت یک سیستم هضم غیرهوازی خوب ساخته شده و خوب بهره‌برداری شده، در گرو کاهش مؤثر مواد فرار است که به میزان تغذیه مواد به سیستم، زمان، درجه حرارت و میزان اختلاط بستگی دارد.

۴-۳-۲-۱ تغذیه مواد

وقتی در سیستم هضم، به میکروارگانیسم‌ها مواد غذایی به‌صورت کم ولی در فاصله‌های زمانی معین و متوالی برسد، دارای راندمان مطلوب خواهند بود. اگر به یک مخزن هاضم، لجن اضافی تغذیه شود در مرحله اول ممکن است با چنان شدتی عمل شود که محیط نامساعدی را برای مرحله بعدی فراهم آورد و در نتیجه هضم به‌صورت ناقص انجام گیرد. باید توجه داشت که برخی مواد مانند فلزات، اگر دارای غلظتی بیش از حد معین باشند، برای عملیات هضم غیرهوازی بسیار مضر و خطرناکند (جدول‌های ۴-۳ و ۴-۴).

جدول ۴-۳- غلظت متوقف کننده فلزات در هضم غیر هوازی لجن [1-6]

فلزات	غلظت در محتوی هاضم		
	مواد جامد خشک (درصد)	مول فلزات برکیلوگرم مواد جامد	فلزات محلول (میلی‌گرم بر لیتر)
مس	۰/۹۳	۱۵۰	۰/۵
کادمیم	۱/۰۸	۱۰۰	–
روی	۰/۹۷	۱۵۰	۱/۰
آهن	۹/۵۶	۱۷۱۰	–
کروم ۶ ظرفیتی	۲/۲۰	۴۲۰	۳/۰
کروم ۳ ظرفیتی	۲/۶۰	۵۰۰	–
نیکل	–	–	۲/۰

1 - Reduction of Volatile Matter

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۴- غلظت‌های تحریک کننده و متوقف کننده فلزات در هضم غیر هوازی لجن [6-1]

غلظت ، میلی‌گرم بر لیتر			
کاتیون	تحریک کننده	کمی متوقف کننده	بسیار متوقف کننده
کلسیم	۱۰۰ –۲۰۰	۲۵۰۰ –۴۵۰۰	۸۰۰۰
منگنز	۷۵ –۱۵۰	۱۰۰۰ –۱۵۰۰	۳۰۰۰
پتاسیم	۲۰۰ –۴۰۰	۲۵۰۰ –۴۵۰۰	۱۲۰۰۰
سدیم	۱۰۰ –۲۰۰	۳۵۰۰ –۵۵۰۰	۸۰۰۰

۴-۳-۲-۲ زمان و درجه حرارت

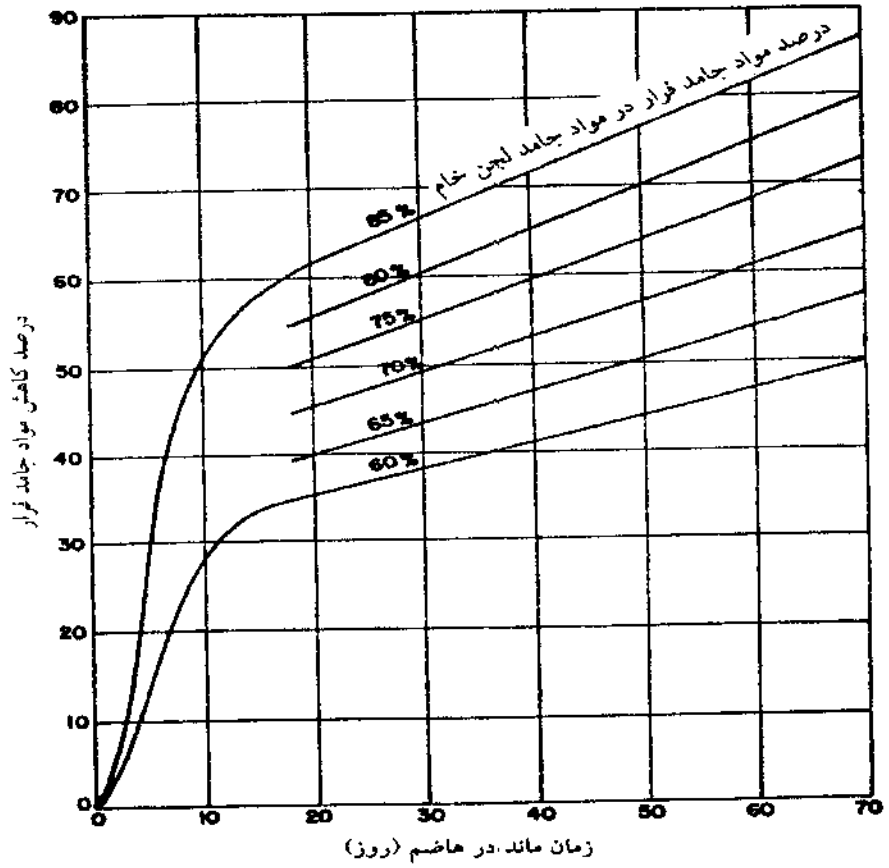
عملیات هضم، در هر درجه حرارتی امکانپذیر است، ولی زمانی که برای یک هضم مطلوب ضروری است، به‌درجه حرارت بستگی دارد. زمان لازم نیز، به میزان مواد فرار تغذیه شده به هاضم وابسته است. این ارتباطات در شکل‌های ۴-۳ و ۴-۴ نشان داده شده است. جدول ۴-۵ تغییرات زمان مورد نیاز برای هضم مطلوب در برابر میزان مواد فرار موجود در لجن خام را نشان می‌دهد. افزایش درجه حرارت به ۳۲ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد (۹۰ تا ۹۵ درجه فارنهایت) در حد چشمگیری مدت زمان هضم را کاهش می‌دهد. برای رسیدن به بهره‌برداری مطلوب، باید درجه حرارت را همچنان یکنواخت نگه‌داشت و اجازه ندارد تغییرات آن، بیش از چند درجه باشد.

جدول ۴-۵- زمان هضم برای لجن با غلظت‌های مختلف مواد جامد فرار [6-1]

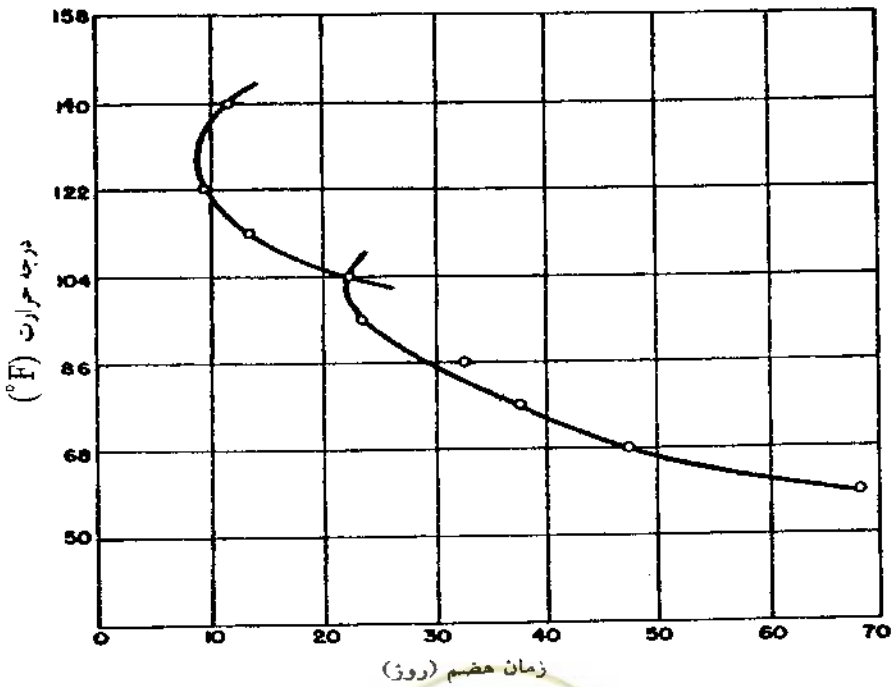
غلظت مواد جامد فرار در مواد جامد لجن خام (درصد)	زمان هضم (روز)
۶۰	۵۰
۶۵	۶۰
۷۰	۷۰
۷۵	۷۵
۸۰	۸۰

* میزان مواد جامد در لجن هضم شده ۴۵-۴۰ درصد، درجه حرارت ۹۰-۸۵ درجه فارنهایت (۳۲/۲ - ۲۹/۴ درجه سانتی‌گراد)

omoorepeyman.ir



شکل ۴- ۳ - کاهش مواد جامد فرار در لجن های مختلف در برابر مدت زمان هضم



شکل ۴-۴- رابطه مدت زمان هضم و درجه حرارت

omoorepeyman.ir

۴-۳-۲-۳ اختلاط[1]

اختلاط مؤثر لجن خام با محتوی هاضم، بیشترین اهمیت را دارد. این اختلاط، موجب تأمین متعادل مواد غذایی لازم برای رشد میکروارگانیسم‌ها شده و درجه حرارت را، در کل حجم مخزن یکنواخت می‌کند. بنابراین باید محتوی هاضم را به‌خوبی به هم زد تا اختلاط کاملی انجام پذیرد.

۴-۳-۲-۴ تولید گاز

در یک بهره‌برداری درست از سیستم هاضم، در برابر هر ۰/۴۵۴ کیلوگرم مواد فرار تجزیه شده، حدود ۰/۳۳۶ متر مکعب گاز ایجاد می‌شود. اگر مواد فرار لجن خام، تا حد ۶۰ درصد کاهش یابد، تولید گاز حدود ۰/۱۹۶ مترمکعب در برابر هر ۰/۴۵۴ کیلوگرم مواد فرار تغذیه شده، خواهد بود.

گاز به‌دست آمده از سیستم هاضم، حاوی ۶۵ درصد متان و ۳۵ درصد دی اکسیدکربن است. گاز کربنیک بیش از ۳۵ درصد، بر بهره‌برداری نامطلوب دلالت می‌کند.

۴-۳-۳ مخزن‌های هاضم غیرهوازی

۴-۳-۳-۱ مخزن‌های هاضم کند[2]

ساده‌ترین وسیله برای هضم غیرهوازی، استفاده از یک مخزن سرپوشیده است که در آن، تمام فرآیندهای غیرهوازی انجام گرفته و از آن، تمام مواد به‌دست آمده برای فرآیندهای بعدی و یا دفع نهایی خارج می‌شود. چنین مخزنی باید به لوله‌های تغذیه لجن، لوله‌های خروجی لجن هضم شده، لوله تخلیه لجن آب[3]، لوله‌ای در گنبد مخزن برای خروج گاز و بالاخره سیستم گرم کننده مخزن مجهز باشد (شکل ۴-۵- الف).

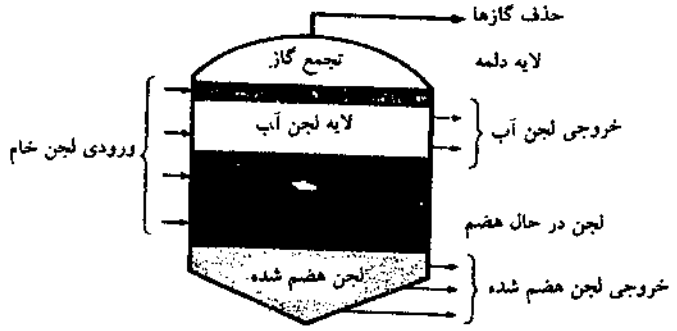
اغلب، بخشی از مخزن نامبرده عایق‌بندی می‌شود تا انرژی حرارتی هدر نرود. سقف مخزن ثابت یا به‌صورت شناور روی مایع داخل مخزن و یا گازهای جمع شده قرار دارد (شکل ۴-۵- ج). این نوع هضم، در اصطلاح هضم کند نامیده می‌شود. در اینگونه هاضم‌ها، در واقع همه عملیات هضم در محیط یکسانی انجام می‌شود درحالی‌که فرآیندهای مرتبط با عملیات هضم در تناقض با یکدیگرند. هضم لجن، در محتوای مخزن اختلاط طبیعی به وجود می‌آورد، زیرا حباب‌های گاز ایجاد شده در هنگام حرکت از ته مخزن به بالا، موجب این اختلاط می‌شوند. به همین علت، اگر محتوی مخزن به‌صورت مصنوعی مخلوط نشود، عمل هضم به کندی انجام می‌گیرد. اگر محتوی مخزن به‌صورت مصنوعی مخلوط شود، جداشدن مایع از مواد جامد و تغلیظ مواد جامد در ته مخزن به درستی انجام نشده، مواد جامد بیش از حد در لجن آب مخزن ظاهر می‌شود و لجن هضم شده آماده برای تخلیه نیز، بیش از اندازه رقیق خواهد شد.

میزان بارگذاری در این مخزن‌ها ۱/۴ – ۰/۴۸ کیلوگرم مواد جامد فرار بر متر مکعب مخزن در یک روز می‌باشد.

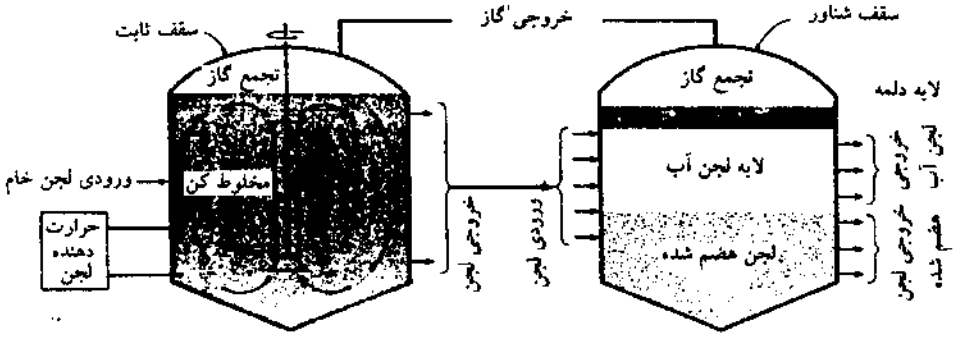
---

1 - Mixing
2 - Low Rate Digestion
3 - Supernatant

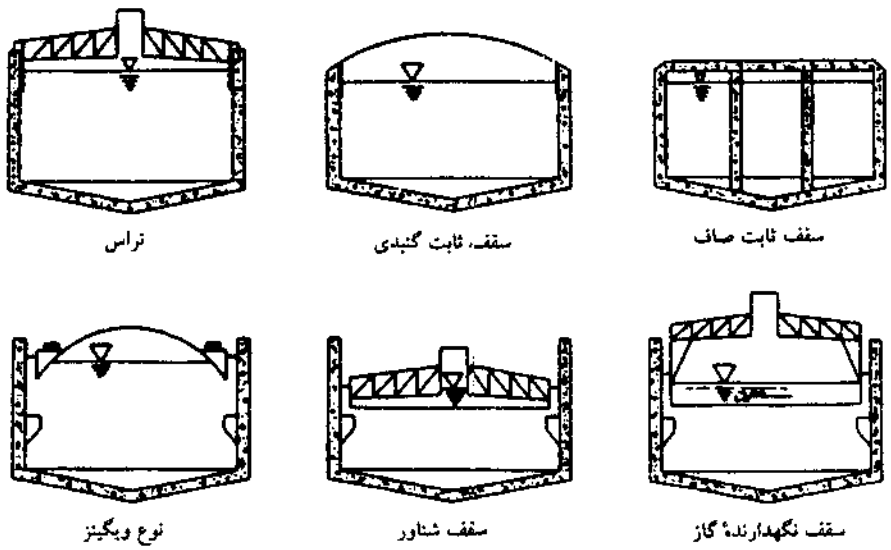
omoorepeyman.ir



الف) نمونه ای از یک هاضم کند



ب) نمونه ای از یک هاضم سریع



ج) انواع سقف هاضم غیرهوازی

شکل ۴-۵- مخزن‌های هاضم غیرهوازی

omoorepeyman.ir

۴-۳-۳-۲ مخزن‌های هاضم سریع[1]

به‌طور معمول، به‌جز واحدهای کوچک تصفیه فاضلاب، عملیات هضم غیرهوازی، در مخزن‌های متعددی انجام می‌گیرد که به‌صورت سری با یکدیگر مرتبطند. مراحل اولیه هضم، در مخزن یا مخزن‌های اولیه انجام گرفته و بقیه عملیات، در مخزن‌های بعدی انجام می‌گیرد. در مخزن‌های اولیه، باید اختلاط سریع باشد که این، با سرعت تولید گاز بسیار زیاد همراه است. در مخزن‌های ثانویه، به محیط آرام‌تری نیاز است بنابراین اختلاط در حد محدودی انجام شده و تولید گاز نیز محدود است. بدین ترتیب، جداشدن مایع از جامد در مخزن‌های ثانویه، به‌صورت طبیعی و بدون هرگونه دشواری انجام می‌شود (شکل ۴-۵- ب).

در مخزن‌های هاضم سریع، اختلاط سریع و مداوم محتوی مخزن اولیه بسیار مهم است، زیرا با این اختلاط، مخلوط شدن لجن خام با لجن در حال هضم انجام پذیرفته و تقریباً تمام حجم مخزن برای عملیات هضم به‌کار گرفته می‌شود. تغلیظ قبلی لجن، برای دست یافتن به لجن هضم شده غلیظ و همچنین کاهش حجم مخزن‌های هاضم توصیه شده است. میزان بارگذاری در این مخزن‌ها، ۸-۱/۴ کیلوگرم مواد جامد فرار بر متر مکعب مخزن در یک روز می‌باشد.

۴-۳-۴ بهره‌برداری متعارف از مخزن‌های هاضم غیرهوازی

۴-۳-۴-۱ راه‌اندازی مخزن‌ها

به عنوان اولین قدم برای بهره‌برداری روش‌های اساسی زیر باید برای راه‌اندازی مخزن‌های هاضم غیرهوازی به‌کار گرفته شوند:

- کلیه خطوط انتقال لجن، آب و گاز را برای مطمئن شدن از هرگونه عدم نشتی بازرسی کنید. در صورت نیاز به هرگونه تعمیری، این تعمیرات در زمانی که هنوز لجن به مخزن‌ها وارد نشده ساده‌تر انجام می‌پذیرد.
- تمام مخزن‌ها و تمام خطوط را از آب پر کنید.
- سیستم حرارت‌دهی را روشن کرده و پس از گذشت مدت زمان متعارفی، از کارکرد درست آن مطمئن شوید.
- همه درزها و بست‌ها را برای کارکرد اطمینان‌بخش بازرسی کنید.
- آب را از مخزن تخلیه کنید.
- لجن هضم شده یا سرباره مخزن هاضم دیگر را به هاضم تغذیه کنید تا پر شود.
- اگر لجن هضم شده یا لجن آب در دسترس نیست، هاضم را از فاضلاب خام پر کنید. در خصوص هاضمی که سقف آن ثابت است، هاضم را پر کنید. در مورد هاضم مجهز به سقف شناور، تا جایی هاضم را پر کنید که سقف آن شناور شود.
- دمای هاضم را در حد ۳۵– ۳۲ درجه سانتی‌گراد نگه‌دارید.

---

1 - High Rate Digestion

omoorepeyman.ir

- لجن خام را به هاضم تغذیه کنید. در صورت امکان، آهنگ تغذیه هاضم را با تغذیه معادل حدود ۹۰ گرم مواد جامد فرار خشک[1] بر هر مترمکعب حجم هاضم در روز برای۲۰ روز اول حفظ کنید. لجن خام باید درحد متعارف تغلیظ شده باشد.
- هاضم را به طورکامل به‌هم بزنید و دما را همچنان حفظ کنید.
- هر چند وقت یکبار، پارامترهای قلیائیت کل[2]، اسیدهای فرار[3] و pH را اندازه‌گیری کنید. اگر قلیائیت کل به‌صورت مداوم در حال ازدیاد باشد، اسیدهای فرار با کندی افزایش می‌یابند و pH نیز به‌طور ناگهانی در هنگام اضافه نمودن لجن خام نزول نمی‌کند. در این حالت، عملکرد هاضم خوب است. برای حفظ pH بین ۶/۸ تا ۷/۲، آهک اضافه کنید.
- به‌تدریج میزان تغذیه لجن به هاضم را اضافه کنید. آهنگ متعارف تغذیه اغلب پس از گذشت ۵۰ تا ۶۰ روز، گاهی کمی زودتر، به‌دست می‌آید.
- اگر کف زیاد به‌دست آمد یا کنترل آزمایشگاهی روند معکوس هضم را نشان داد، میزان تغذیه را کم کنید یا لجن به خوبی هضم شده را، از یک هاضم دیگر به هاضم مورد نظر تغذیه کنید.

۲-۴-۳-۴ پمپاژ لجن به مخزن‌ها

لجن جمع شده در کف مخزن‌های ته‌نشینی، باید قبل از این‌که بگندد، از مخزن تخلیه شود ضمن این‌که باید غلظت آن تا حدی که انتقال بدون دشواری از طریق لوله‌ها و همچنین پمپاژ بدون اشکال اجازه می‌دهد حفظ گردد. لجن رقیق، جای بیش از حدی را در مخزن هاضم اشغال می‌کند و آب بیش از حد آن نیز، بی‌جهت حرارت داده می‌شود. لجن، باید در مقاطع زمانی معینی به هاضم تغذیه شود؛ اغلب دوبار در روز یا بیشتر، البته در صورتی که امکانات اجازه بدهد. تغذیه کم ولی پیاپی لجن، به یکنواختی عملیات هضم در هاضم کمک می‌کند. در مورد هاضم‌های دارای سقف ثابت، باید هاضم را کم کم تغذیه کرد تا لجن آب با لجن، بر اثر به‌هم خوردگی محتوی، مخلوط نشود زیرا لجن آب، با همان آهنگ تغذیه مخزن، از هاضم تخلیه می‌شود. در خصوص هاضم‌هایی با سقف شناور، چنین ملاحظاتی ضروری نیست زیرا لجن آب لزومی ندارد که در هنگام تغذیه تخلیه شود. به‌طورکلی، میزان مواد جامد خشکی که روزانه به هاضم تغذیه می‌شود، نباید از ۵ درصد مواد جامد خشک محتوی هاضم بیشتر باشد.

اغلب برای پمپاژ لجن به هاضم یا پمپاژ لجن هضم شده در هاضم به خارج، از تلمبه‌های شناور[4] استفاده می‌شود. انواع یک، دو و سه طبقه آن، کاربرد فراوانی دارد. این نوع تلمبه‌ها، به‌خوبی جوابگوی تنوع مشخصات و دشواری‌های همراه با انتقال و پمپاژ لجن خام و هضم‌شده می‌باشد. بهره‌برداری از این تلمبه‌ها، باید براساس دستورالعمل ویژه سازندگان آنها انجام پذیرد و از خدمات جنبی سازندگان و فروشندگان این تلمبه‌ها در زمینه آموزشی، راهنمایی و تعمیرات، به‌موقع سود جست. برای پمپاژ لجن از تلمبه‌های سانتریفوژ با پروانه باز[5] نیز استفاده می‌شود، ولی با مشکلات احتمالی بیشتری روبرو می‌باشد.

---

1 - Dry Volatile Solid
2 - Alkalinity
3 - Volatile Acids
4 - Reciprocating Plunger Pumps
5 - Centrifugal Pumps

omoorepeyman.ir

۴-۳-۴-۳ کنترل درجه حرارت

همانطورکه در بخش‌های قبلی نیز گفته شد، مناسب‌ترین درجه حرارت برای هضم غیرهوازی لجن حاصل از فاضلاب‌های شهری، ۳۲/۲ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. با وجود این، قضاوت در خصوص عملکرد هاضم براساس میزان لجن هضم شده، لجن آب و بالاخره گاز حاصل، نشان می‌دهد که هضم غیرهوازی مناسب در درجه حرارت‌های بین ۲۹/۴ تا ۳۲/۲ درجه سانتی‌گراد و گاهی در درجه حرارت‌های پایین‌تر نیز مقدور است ولی با مدت زمان هضم بیشتر همراه است.

میکروارگانیسم‌های غیرهوازی، به‌طور کلی نسبت به دما بسیار حساسند. به‌ویژه باکتری‌های مولد متان نسبت به تغییر ۱ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد از خود حساسیت نشان می‌دهند. بنابراین کنترل دما در حدود یاد شده به میزان اختلاط بستگی دارد. در درون هاضم، نوعی اختلاط طبیعی وجود دارد ولی برای کنترل دما باید برای ایجاد اختلاط از وسایل مصنوعی استفاده نمود.

اغلب، دما به دو شیوه زیر در حد مطلوب کنترل می‌شود:

- لوله‌های آب گرم[1]، حرارت‌دهی داخلی و
- تبادل حرارت خارجی[2]، حرارت‌دهی خارجی.

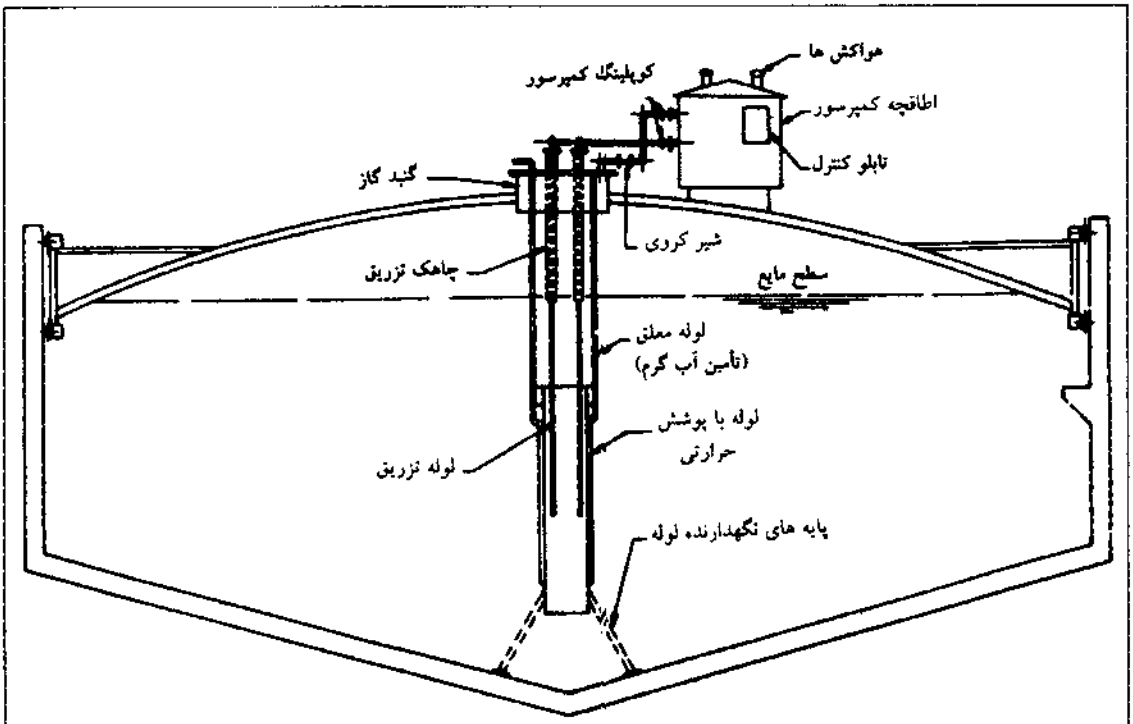
در هاضم‌های مجهز به لوله‌های آب‌گرم، حرارت از این لوله‌ها که در داخل هاضم قرار دارند، به لجن در حال هضم انتقال می‌یابد (شکل ۴-۶). درجه حرارت آب در گردش در این لوله‌ها باید در حدی باشد که حرارت کافی به لجن در حال هضم انتقال داده شود، ضمن این‌که لایه‌ای از لجن سخت[3] روی لوله‌ها ایجاد نشود. این لایه، موجب کاهش انتقال حرارت شده، دشواری‌هایی در بهره‌برداری ایجاد می‌کند. دمای داخل هاضم به‌وسیله حرارت سنج‌هایی که در میان هاضم یا در اعماق یک سوم تا دو سوم نصب شده‌اند کنترل می‌شود. به‌جز هاضم‌های کوچک با زمان ماند زیاد، اغلب این نوع روش حرارت‌دهی هاضم، با سیستم جداگانه‌ای برای اختلاط محتوی هاضم همراه می‌باشد.

سیستم تبادل حرارت خارجی، شامل یک مبدل حرارتی[4] و تلمبه باز چرخش است که به یک‌سری لوله که در آب‌داغ غوطه‌ورند متصل است. در این سیستم، از چندین نقطه در هاضم، لجن یا لجن آب گرفته شده و پس از گرم شدن در مبدلهای حرارتی دوباره به هاضم در نقاط دیگر عودت داده می‌شوند. اختلاف دما در خطوط، با دمای محتوی هاضم که به‌وسیله حرارت‌سنج‌های نصب شده در دیواره‌های هاضم اندازه‌گیری می‌شود، پایه کنترل دما را تشکیل می‌دهد. در این روش، بهره‌بردار می‌تواند دما در سطوح مختلف داخل هاضم، میزان یکنواختی دما در درون هاضم، لجن آب و دلمه[5] را کنترل کند. این سیستم، به‌صورت نمادی در شکل شماره ۴-۷ نشان داده شده است.

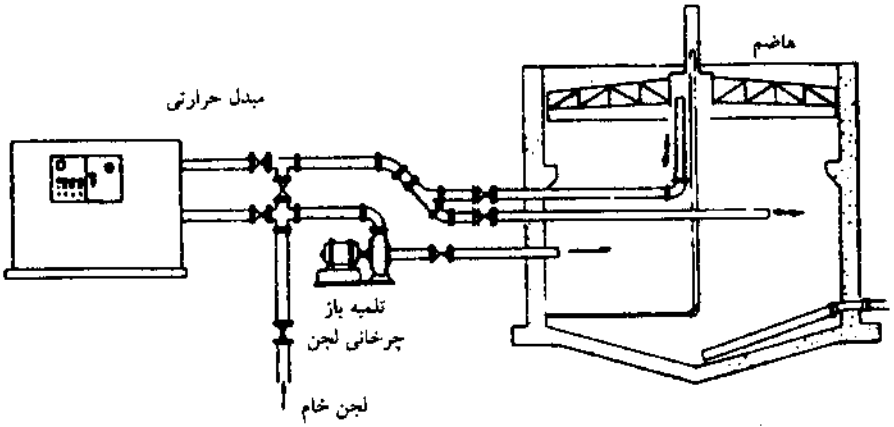
---

1 - Hot Water Coil
2 - External Heat Exchangers
3 - Caking
4 - Heat Exchanger
5 - Scum

omoorepeyman.ir



شکل ٤-٦- سیستم حرارت دهی به وسیله لوله های آب گرم



شکل ٤-٧- نمونه ای از سیستم حرارت دهی به وسیلهٔ مبدل حرارتی نصب شده در خارج از هاضم

omoorepeyman.ir

۴-۳-۴-۴ اختلاط[1]

اختلاط لجن در هاضم، به دلایل زیر به ویژه در بهره‌برداری از هاضم اهمیت دارد:

- ایجاد دمای یکنواخت در درون هاضم،
- اختلاط لجن خام تغذیه شده با لجن در حال هضم و تسریع هضم غیرهوازی،
- حفظ یکنواختی غلظت در تمام نقاط هاضم، و
- کاهش تشکیل دلمه.

اختلاط در هاضم، توسط باز چرخش گاز (شکل ۴-۸)، باز چرخش لجن (شکل ۴-۹) و بالاخره به‌هم زن‌های مکانیکی (شکل ۴-۱۰) امکان‌پذیر است.

تعداد هاضم‌ها و انعطاف در سیستم لوله‌گذاری در روش بهره‌برداری، مؤثر است ولی باید بهره‌بردار از دستورات کلی زیر متابعت نماید:

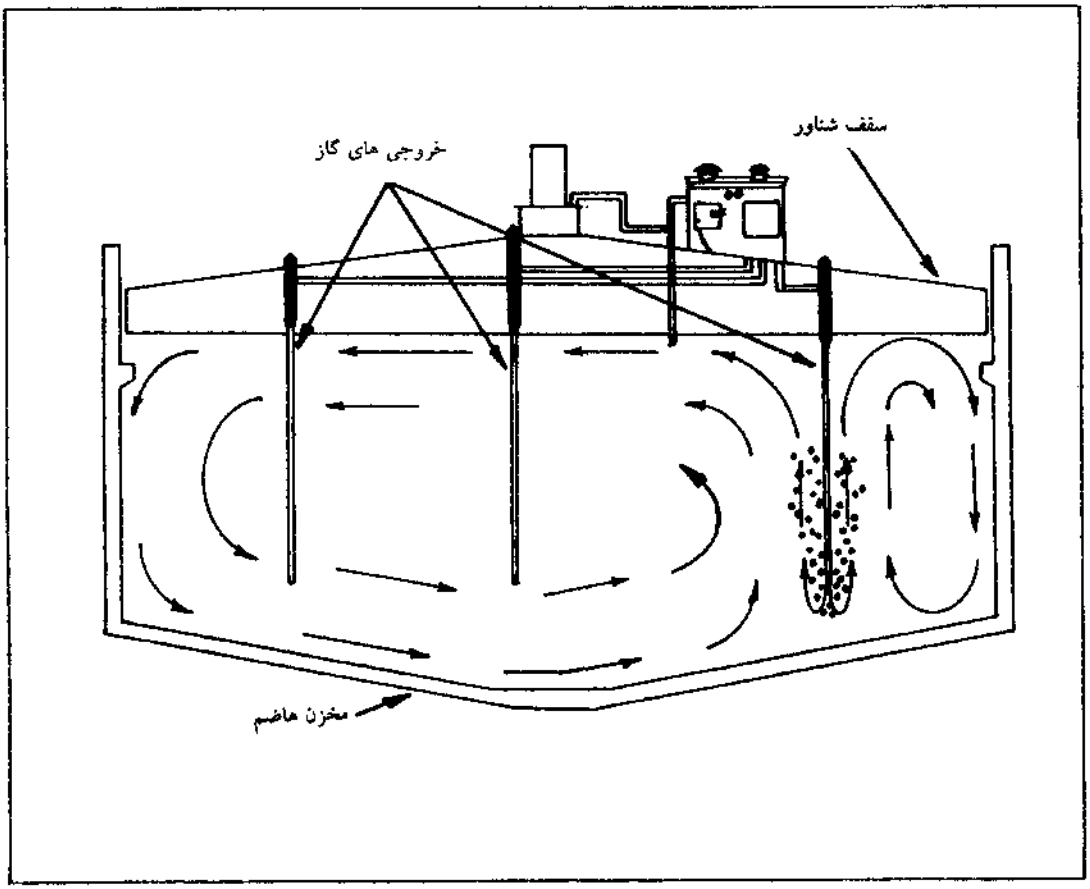
- انتخاب محل ورودی مناسب برای لجن خام یا لجن باز چرخش که اغلب، این محل در مرکز هاضم و در بالای لایه دلمه انتخاب می‌شود،
- انتخاب محل تخلیه لجن از هاضم در مناسب‌ترین محل که اغلب، محلی است که بیشترین اختلاط را با توجه به ورودی لجن ایجاد می‌کند،
- تغذیه هاضم در هماهنگی با سایر عملیات بهره‌برداری باید در تصفیه‌خانه انجام پذیرد. لازم به یادآوری است که تعداد دفعات زیاد تغذیه با حجم کم لجن خام، بهتر از تغذیه با حجم زیاد است،
- کاهش میزان آب لجن خام، که موجب حفظ حجم هاضم برای عملیات هضم غیرهوازی در حد اقتصادی خواهد شد، و
- اختلاط لجن، هماهنگ با امکانات سیستم انجام بگیرد. اگر از یک مخزن استفاده می‌شود، باید اختلاط برای مدت زمان معینی متوقف شود تا جداسازی مایع از جامد انجام گیرد.

در صورت استفاده از هضم دو مرحله‌ای، به‌طور معمول عملیات هضم در مرحله اول کامل نمی‌شود. بنابراین توصیه می‌شود که لجن یا لجن آب، از هاضم مرحله اول با لجن برداشت شده از نیمه فوقانی و یا دو سوم بخش فوقانی هاضم مرحله دوم مخلوط شود. با این کار، شتاب بیشتری به عملیات هضم در مرحله دوم داده خواهد شد و ته‌نشینی، تغلیظ لجن و خروج لجن آب آسان خواهد شد.

---

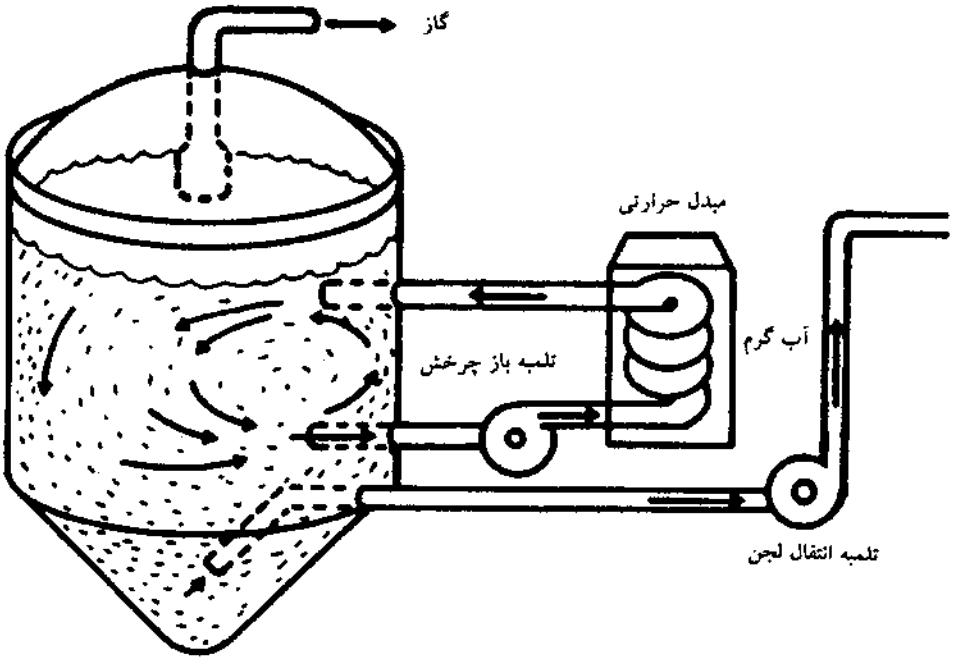
1 - Mixing

omoorepeyman.ir

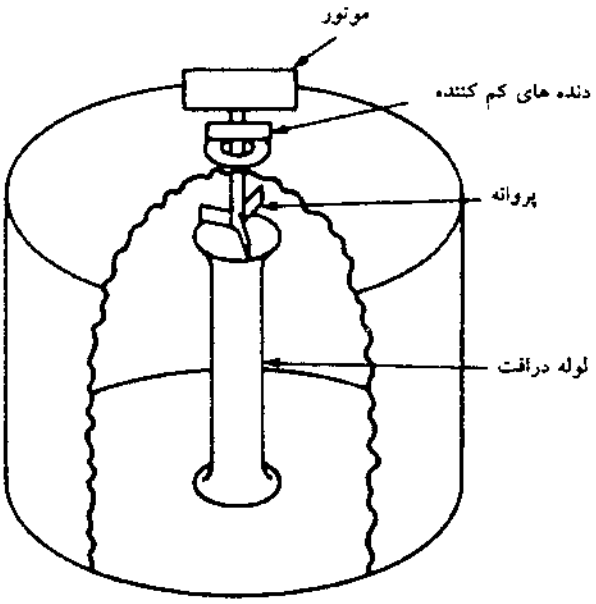


شکل ۴-۸- اختلاط هاضم با باز چرخش گاز با دمیدن گاز در خروجی‌ها به صورت نوبتی

omoorepeyman.ir



شکل ٤-٩- اختلاط هاضم به وسیله باز چرخش لجن



شکل ٤-١٠- اختلاط لجن به وسیله بهم زن مکانیکی

omoorepeyman.ir

۴-۳-۴-۵ کنترل pH

میکروارگانیسم‌ها، اغلب در pH معادل ۷ یا pH خنثی، در هضم لجن و تولید کمترین بو بهترین عملکرد را دارند. وقتی pH کمتر از ۶/۸ یا بیشتر از ۷/۲ باشد، راندمان کاهش می‌یابد. وقتی pH به پایین‌تر از ۶/۸ برسد، میکروارگانیسم‌های اسیدی افزایش می‌یابند و این افزایش، با افزایش گاز کربنیک در گازهای تولید شده، بوی بسیار نامطبوع و بالاخره دلمه زیاد را به‌وجود می‌آورند. در pH بیشتر از ۷/۲ نیز، میکروارگانیسم‌های مولد متان آسیب می‌بینند و چه بسا ممکن است به‌طور کامل فعالیت آنها در pH بالا متوقف شود. در pH معادل ۸ ، فعالیت هاضم بسیار کند شده و در pH معادل ۹ تقریباً متوقف می‌شود.

وقتی عملیات هضم در هاضم به خوبی انجام گیرد، ممکن است pH توسط عوامل زیر از کنترل خارج شود:

- فاضلاب‌های اسیدی یا بازی به هاضم راه یابند و حتی کمی از اینگونه فاضلاب‌ها برای مدت طولانی وارد هاضم شوند.
- حجم زیادی از لجن حاوی مواد آلی وارد هاضم شده و تعادل هاضم را با شدت بخشیدن به مراحل اول و دوم هضم به‌هم بزنند.
- درجه حرارت افت کرده و یا اختلاط وچرخش لجن در هاضم به کندی انجام شود.

با اضافه کردن مواد شیمیایی مانند آهک، بی‌کربنات، سدیم، کربنات سدیم، هیدروکسید آمونیم، سود سوزآور و بالاخره گاز آمونیاک به هاضم، می‌توان pH را بین ۶/۸ تا ۷/۲ کنترل نمود.

۴-۳-۴-۵ کنترل دلمه[1]

تشکیل دلمه در هاضم، دشواری‌های زیر را به دنبال دارد :

- حجم مورد نیاز هضم را اشغال می‌نماید،
- در عملیات اختلاط و کنترل درجه حرارت دخالت کرده و به‌ویژه اگر در حد وسیعی تشکیل شود، دشواری‌های جدی در این عملیات به‌وجود می‌آورد،
- فضای لازم برای جمع شدن لجن آب[2] را اشغال کرده و بنابراین کیفیت لجن آب تخلیه شده پایین خواهد بود، و
- در عملیات جداسازی گاز و جمع‌آوری آن دخالت می‌کند.

کنترل دلمه به‌صورت‌های زیر امکان‌پذیر است :

- جلوگیری از تولید دلمه با حذف یا کاهش چربی‌ها و سایر موادی که به آسانی هضم نمی‌شوند میسر می گردد. برخی از این مواد را می‌توان در منبع آنها کنترل کرد و برخی دیگر را با عملیات جمع‌آوری از سطح[3] و یا سایر روش‌ها در واحد تصفیه فاضلاب کاهش داد.

---

1 - Scum
2 - Supernatant
3 - Skimming

omoorepeyman.ir

- حذف مواد نامطلوب از محتوای هاضم از طریق آدم‌رو مربوط در هاضم امکان‌پذیر است. مواد روغنی حذف شده را می‌توان سوزاند، چربی‌ها و مواد چرب را می‌توان دفن کرد و مواد فیبری را می‌شود روی بستر خشک کننده لجن خشکاند و سپس با لجن خشک شده دفع نمود.
- اختلاط دلمه‌ها با محتوای هاضم، موجب حذف دلمه‌ها و هضم مؤثر لجن خواهد شد. روش‌های اختلاط محتوای هاضم متفاوت است و در بخش ۴-۳-۳-۴ استاندارد حاضر شرح داده شده است.

۴-۳-۴-۷ کنترل کف[1]

در هاضم‌ها، کف، شامل حباب‌های ریز گاز است که در میان ذرات مایع گرفتار شده و دارای چگالی ۰/۷ تا ۰/۹۵ می‌باشند.

کف اغلب در هنگام راه‌اندازی، وقتی که هاضم از نظر زیستی زیر فشار است و باکتری‌های "نوکاردیا"[2] وجود دارند به‌دست می‌آید. در هنگام راه‌اندازی، نسبت گاز کربنیک به متان بیش از حد طبیعی است و گاز کربنیک موجب ازدیاد کف می‌شود. در این حالت، باکتری‌های اسیدی نسبت به باکتری‌های متان دارای فعالیت بیشتری می‌باشند. وقتی که به‌طور ناگهانی به هاضم مقدار زیادی لجن خام تغذیه می‌شود و یا پس از چند روز آرامش در هاضم محتوای آن به‌طور ناگهانی به‌هم زده می‌شود، کف زیاد به‌وجود می‌آید.

البته وقتی هاضم از نظر زیستی تحت فشار است، احتمال تشکیل کف زیاد وجود دارد. عوامل عمده این فشار را تغییرات ناگهانی درجه حرارت، تغذیه نامتعارف و بالاخره اختلاط ناکافی تشکیل می‌دهند.

باکتری‌های "نوکاردیا" نیز با به‌دام انداختن حباب‌های ریز گاز در ساختار رشته‌ای خود، و همچنین با ترشح مواد فعال سطحی[3] موجب کف زیاد می‌شوند. برای به حداقل رساندن تأثیر این باکتری، باید آن را در حوض هوادهی حذف کرد.

۴-۳-۴-۸ کنترل رسوبات[4]

رسوبات بلورهای فسفات آمونیوم منیزیم ($Mg\ NH_4\ PO_4$) در سیستم و عملیات هضم ممکن است دشواری‌های فراوانی ایجاد کند. تشکیل این بلورها، در رابطه مستقیم با بهره‌برداری از هاضم است. این رسوبات روی سطح درونی هاضم اولیه، خط لوله انتقال لجن و بالاخره سیستم تبادل حرارتی پدیدار می‌شوند.

دشواری‌های ناشی از رسوبات فسفات آمونیوم منیزیم، به دو گروه، مشکلات پمپاژ و مشکلات حرارت‌دهی هاضم قابل تقسیم است. رسوب‌گذاری بر جدار لوله‌ها و شیرآلات، موجب ازدیاد افت ناشی از اصطکاک در لوله و دشواری باز و بسته کردن در شیرآلات خواهد شد. این رسوبات، در سیستم تبادل حرارتی موجب کاهش بازده تبادل حرارتی می‌شوند.

---

1 - Foaming
2 - Nocardia
3 - Surface Acting Agents
4 - Scaling

omoorepeyman.ir

فسفات آمونیوم منیزیم، نتیجه فعل و انفعال برخی ترکیبات ایجاد شده از هضم لجن با منیزیم موجود در آب‌های مصرفی از چاه‌ها است. آنچه مشخص است این‌که از تشکیل این ترکیب زیانبار نمی‌توان جلوگیری کرد ولی می‌توان تجمع آن را کنترل نمود. روش‌های عمده کنترل، شامل اقدامات زیر می‌باشد:

- باید خطوط لوله انتقال لجن هضم‌شده را از نوع چدن پوشیده با لایه PVC و یا شیشه انتخاب نمود.
- شیرآلات مخصوص سیستم انتقال لجن هضم‌شده باید از نوع دیافراگمی و جنس الاستومر با پوشش‌های مقاوم باشد.
- طرح سیستم لوله‌کشی را باید طبق برنامه معین شستشوی درون لوله‌ها به وسیله اسیدهای ویژه انجام داد.

۹-۴-۳-۴ تخلیه لجن آب[1]

مایعاتی که در فوقانی‌ترین بخش یک هاضم تجمع می‌کنند و اغلب روی آن دلمه‌ها نیز پدید می‌آید، لجن آب نامیده می‌شود. تشکیل لجن آب در هاضم به جداسازی مایع از جامد، تغلیظ و بالاخره تولید گاز در هاضم مربوط می‌شود. لجن آب مطلوب وقتی تشکیل می‌شود که میزان اسیدهای فرار در لجن هضم شده به ۴۰ تا ۵۰ درصد بر پایه لجن خشک برسد. لجن آب اغلب دارای مواد جامد معلق کمی بوده و اسیدهای فرار در آن، کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. اغلب، BOD پنج روزه لجن آب، کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است و به سرعت تجزیه می‌شود، به همین علت به تصفیه بیشتری برای تثبیت آن قبل از دفع نهایی نیاز است.

لجن آب از هاضم تخلیه می‌شود زیرا باید جای جدیدی برای لجن خام اضافه شده باز شود. بنابراین، آهنگ تخلیه لجن آب با آهنگ تغذیه هاضم با لجن خام، در هاضم‌هایی با سقف ثابت برابر است. اگر آهنگ تخلیه لجن آب پیشی بگیرد، ممکن است هوا به هاضم وارد شود، با گازهای حاصل اختلاط پیدا نموده مخلوط قابل انفجار و بسیار خطرناکی را ایجاد کند. برای جلوگیری از این وضعیت، به‌طور معمول از لوله‌های ویژه و بدون شیر کنترل که سرریز از مخزن را در سطوح معینی حفظ می‌کند، استفاده خواهد شد.

اگر شرایط غالب، مانند تغذیه درست هاضم، زمان، درجه حرارت، اختلاط با جداسازی مایع از جامد و تغلیظ مناسب همراه شود، در آن‌صورت، لجن آبی با کیفیت خوب در هاضم تشکیل خواهد شد. چنین وضعیتی به راحتی در هضم دو مرحله‌ای به‌وجود خواهد آمد. در شرایط تغذیه کم در هاضم‌های یک مخزنی، کیفیت لجن‌آب در صورتی خوب خواهد شد که شرایط آرامی در هاضم ایجاد شود که متأسفانه نمی‌توان چنین شرایطی را برقرار نمود، زیرا برای یکسان نگه‌داشتن درجه حرارت، باید محتوای هاضم را به‌هم زد. در هر صورت، در چنین مخزن‌هایی، گاه‌گاهی، باید اختلاط را متوقف نمود و اجازه داد تا جداسازی جامد از مایع انجام پذیرد. از آن‌جاکه مدت زمان آرامش مورد نیاز طولانی است، عملیات هضم، به‌صورت ناقص انجام شده و در نتیجه کیفیت لجن آب نیز خوب نخواهد بود.

omoorepeyman.ir

در مورد هاضم‌های دارای سقف شناور، بهره‌برداری با انعطاف بیشتری همراه است زیرا هماهنگ کردن تخلیه لجن آب و تغذیه لجن خام ضرورتی ندارد، و می‌توان با بالا بردن سقف شناور تا مصرف یک هفته، به آن لجن خام هاضم تغذیه کرد به شرط آن‌که لجن به حد کفایت تغلیظ شده باشد و بتوان از سیستم پمپاژ تغذیه مؤثری استفاده نمود. بهره‌بردار در خصوص میزان و تواتر تخلیه لجن آب می‌تواند از طریق نمونه‌برداری و کنترل، و همچنین تجربیات گذشته، تصمیم‌گیری کند.

بهره‌بردار، در مورد هاضم‌هایی با سقف ثابت و یا با سقف شناور، باید لجن آب با بهترین کیفیت را از هاضم تخلیه کند. در هر دو نوع هاضم، چند لوله تخلیه لجن آب در ارتفاعات مختلف نصب شده است. با نمونه‌برداری از این لوله‌ها و ارزیابی عینی، بهره‌بردار، مناسب‌ترین لجن آب را از نظر کیفی (در درون هاضم) مشخص می‌نماید و اقدام به تخلیه لجن آب از لوله موردنظر می‌کند.

تا جایی که شرایط بهره‌برداری از واحد تصفیه اجازه می‌دهد، بهتر است لجن آب به واحدی که کمترین تأثیر سوء از آن‌را می‌پذیرد برگشت داده شود. در اغلب واحدهای تصفیه، در طول شبانه‌روز وقتی بار تصفیه خانه به کمترین حد می‌رسد، هنگام برگشت دادن لجن آب نیز فرا می‌رسد. وقتی حوض‌های ته‌نشینی و هوادهی در حداکثر بار خود قرار می‌گیرند، هرگونه برگشتی از سوی لجن آب معمول است. هاضم‌های چند مخزنی، در مورد تخلیه لجن آب انعطاف بیشتری را ایجاد می‌کنند.

۴-۳-۴-۱۰ تخلیه لجن هضم شده

لجن هضم‌شده وقتی از نظر میزان وجود اسیدهای فرار به مرحله‌ای از هضم رسید، باید تخلیه شود. در واحدهای تصفیه فاضلاب کوچک یا متوسط، فقط تخلیه و دفع لجن خوب هضم شده جایز است. نگهداری لجن خوب هضم شده در هاضم، فقط به منظور بارورکردن[2] لجن خام ورودی توجیه‌پذیر است.

در مواردی‌که برای خشک کردن لجن از بسترهای خشک کننده لجن استفاده می‌شود، باید لجن را در هاضم تا حدی که به‌خوبی هضم شود نگه‌داشت. چنین اقدامی، به‌ویژه در مناطق سردسیر یا مناطقی که بارندگی زیادی دارند، باید مورد توجه خاص قرار گیرد. در اینگونه شرایط، اغلب باید در فصل‌های مناسب، تخلیه‌های پی در پی انجام پذیرفته و از تجمع لجن هضم شده در هاضم جلوگیری کرد.

در هنگام تخلیه لجن آب از هاضم‌های دارای سقف ثابت، باید آهنگ تخلیه لجن آب با آهنگ تغذیه هاضم برابر باشد تا از ورود هوا به هاضم و ایجاد وضعیت انفجاری جلوگیری گردد. در خصوص هاضم‌های دارای سقف شناور، سطح مایع باید تا بالای حد توقف سقف بالا برده شود تا از هرگونه خلأیی پیشگیری شود.

1 - Supernatant
2 - Seeding

omoorepeyman.ir

۴-۳-۴-۱۱ جمع آوری و تخلیه گاز

نکات مهمی که باید در جمع‌آوری و تخلیه گاز از هاضم در نظر گرفت عبارتند از :

- ایمنی،
- کنترل رطوبت،
- کنترل فشار گاز، و
- دفع گازهای اضافی.

این نکات در بخش‌های زیر شرح داده شده‌اند :

۴-۳-۴-۱۱-۱ ایمنی

عناصری که در هنگام انفجار گاز حضور دارند عبارتند از :

گاز، هوا، منبع حرارت (جرقه با درجه حرارت "۱۳۰ درجه فارنهایت یا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد)، و درصد مناسب اختلاط گاز و هوا.

در محل هاضم‌ها، گاز و هوا وجود دارد. منابع حرارتی را نیز نمی‌توان حذف کرد زیرا دیگ‌های بخار و سیستم‌های کنترل الکتریکی وجود دارند. بنابراین در سیستم جمع‌آوری و دفع گاز برای جلوگیری از انفجار باید از اختلاط گاز و هوا به نسبت مناسب برای انفجار جلوگیری کرد.

گاز هاضم به نسبت ۱ حجم گاز و ۱۵ حجم هوا قابل انفجار است. بنابراین باید کلیه لوله‌ها و وسایل ایمنی بدون نشت گاز باشند. باید از ورود هرگونه هوا به هاضم بر اثر وسایل رفع خلاء یا پایین رفتن سطح مایع در هاضم جلوگیری کرد. در خط تخلیه گازهای اضافی، باید از تله شعله[1] استفاده نمود. این تله، تا حد امکان باید در نزدیکی مشعل ویژه سوزاندن گازهای اضافی باشد (حداکثر در فاصله ۳۰ فوتی یا ۹ متری).

گازهای به‌دست آمده از عملیات هضم، دارای میزان متنابهی هیدروژن سولفوره است. بوی هیدروژن سولفوره در لحظات اول استشمام، بسیار شدید و آزاردهنده می‌باشد ولی پس از چند لحظه شامه را بی‌حس کرده و انسان از وجود گاز خطرناک هیدروژن سولفوره غافل می‌ماند. آثار گاز هیدروژن سولفوره چنین است:

در غلظت ppm ۲۰۰۰	مرگ آنی،
در غلظت ppm ۱۰۰۰– ۶۰۰	خطر مرگ در صورت استنشاق ۳۰ دقیقه و یا بیشتر،
در غلظت ppm ۷۰۰– ۵۰۰	ایجاد بیماری پس از استنشاق ۳۰ تا ۶۰ دقیقه، و
در غلظت ppm ۱۰۰– ۵۰	بدون تأثیر پس از استنشاق ۳۰ تا ۶۰ دقیقه.

۴-۳-۴-۱۱-۲ کنترل رطوبت

گازی که از هاضم خارج می‌شود، در درجه حرارت هاضم (۹۵ درجه فارنهایت و یا ۳۵ درجه سانتی‌گراد) تقریباً از بخار آب اشباع شده‌است. این گاز اشباع شده از بخار آب، در هنگام تماس با خطوط لوله، رطوبت خود

---

1 - Flame Trap

omoorepeyman.ir

را به‌صورت آب از دست می‌دهد که مسائل متعددی را مانند خراب کردن دریچه شیرهای یک‌طرفه، شیرهای کنترل فشار، کنتورهای گاز و رگولاتورها ایجاد می‌نماید. رطوبت موجود در گاز، ممکن است با هیدروژن سولفوره ترکیب شده و اسید به‌دست آمده موجب خوردگی کلیه وسایل فلزی سیستم جمع‌آوری گاز بشود. در ضمن وجود مایعات ایجاد شده از رطوبت گاز، ممکن است خطوط انتقال گاز را مسدود نمایند.

برای رفع دشواری‌های ناشی از رطوبت، باید از وسایل حذف رطوبت در خط انتقال گاز بلافاصله پس از خروج از هاضم استفاده کرد. از جمله این وسایل، می‌توان جمع‌کننده[1] و تله قطرات آب[2] را نام برد. این وسایل، رطوبت موجود در گاز را به‌صورت مایع جدا کرده و قابل تخلیه می‌سازند.

۴-۳-۴-۱۱-۳ کنترل فشار گاز

اغلب هاضم‌ها، در فشار گاز کمتر از ۰/۵ PSI (۳/۵Kpa) عمل می‌کنند و فشار اغلب به‌صورت ارتفاع ستون آب گزارش می‌شود. برای این‌که فشار گاز بسیار کم است، بهره‌بردار باید در خصوص افت فشار در خطوط، وسایل کنترل فشار و تعمیرات تجهیزات، دقت کافی داشته باشد. فشار گاز هاضم، در زیر سقف ثابت با تغذیه و تخلیه لجن تغییر می‌کند. بنابراین تغذیه یا تخلیه لجن، باید با دقت انجام شود. تغذیه بیش از حد، موجب ازدیاد فشار بیش از حد تحمل سازه سقف شده، و تخلیه بیش از حد، موجب افت سطح آب و در نتیجه ایجاد خلاء و ورود هوا به هاضم و ایجاد وضعیت انفجاری در مخزن خواهد گردید. در هاضم‌های با سقف ثابت، فشار کار اغلب ۵۰ میلی‌متر ستون آب کمتر از فشار طراحی انتخاب می‌شود.

وزن سقف‌های شناور، روی گاز، فشار وارد می‌کند، بنابراین هرچه سقف سنگین‌تر باشد، این فشار نیز بیشتر است. به‌دلایل سازه‌ای، از هرگونه قراردادن بار اضافی روی سقف شناور بدون مشاوره با سازنده آن باید اجتناب نمود. بیشترین فشار طراحی برای سقف شناور، معادل فشار استاتیک سقف[3] است.

سقف‌های شناور، برای شناوری بر سطح مایع ساخته شده‌اند ولی اگر فشار زیر سقف از فشار استاتیک آن بیشتر شود، سقف روی مایع شناور نخواهد بود بلکه روی گازهای جمع شده زیر آن شناور می‌گردد. در این حالت، سقف بسیار ناپایدار است و در صورت کج شدن ممکن است گازهای جمع شده به محیط اطراف راه یابد. برای جلوگیری از این وضعیت و عملکرد سیستم کنترل فشار، فشار استاتیک (حداکثر فشار) یک سقف شناور باید حداقل ۲ اینچ ستون آب (۵۵ میلی‌متر ستون آب) بیش از فشار کار سقف باشد.

برای کنترل فشار گاز در هاضم‌های با سقف ثابت، شناور و غیره، سیستم کنترل فشار از رسیدن به بیشترین فشار طراحی جلوگیری می‌کند. شیرهای ویژه کنترل فشار در مشعل‌های گاز اضافی یا شیرهای کنترل خلاء در سقف، از جمله سیستم‌های کنترل فشار می‌باشند.

---

1 - Accumulator
2 - Drip Trap
3 - Static Pressure

omoorepeyman.ir

۴-۳-۴-۱۱-۴ مشعل گازهای اضافی[1]

مشعل گازهای اضافی، گازهای اضافی را در هوا می‌سوزاند و در نتیجه از تجمع خطرناک آن در محیط اطراف جلوگیری می‌کند . این مشعل‌ها طوری ساخته شده‌اند که اختلاط مناسب گاز و هوا را برای سوختن کامل گاز در جریانهای مختلف گاز، ایجاد می‌کنند.

این مشعل‌ها، اغلب به یک پایلوت دایمی مجهزند. این پایلوت، باید به‌طور روزانه کنترل و از روشن بودن آن اطمینان حاصل شود. در صورت خاموش شدن پایلوت، ابتدا باید خط تغذیه مشعل را به‌طور کامل بست و پس از روشن کردن پایلوت، دوباره خط را باز نمود. بدین ترتیب، از سوختن ناگهانی مقدار زیادی گاز و صدمه به اطراف پیشگیری می‌شود.

۴-۳-۴-۱۲ مسائل ویژه هضم دو مرحله‌ای

در هضم دو مرحله‌ای، دو هاضم یا بیشتر به‌صورت سری به‌کار گرفته شده‌اند. هضم اولیه که با اختلاط و سرعت زیاد انجام می‌گیرد در یک مخزن، و هضم ثانویه که در شرایط آرام‌تری میسر است در مخزن دیگر (همراه با جداسازی جامدات از مایعات و تغلیظ) انجام می‌پذیرد. در هاضم اولیه، فاضلاب خام یا مواد بارورکننده[2] و همچنین محتوای هاضم، به‌کمک وسایل مکانیکی یا باز چرخش گاز و یا باز چرخش به‌وسیله سیستم گرم‌کننده خارجی، به‌صورت مداوم و به‌خوبی مخلوط می‌شود. در این مرحله نیز، جداسازی لجن با ته‌نشینی مواد سنگین علیرغم اختلاط شدید رخ می‌دهد، ولی عمل هضم به‌وسیله مرحله دوم با اختلاط آرام‌تر و آهنگ تولید گاز کمتری تکمیل می‌شود. لجن آب به‌دست آمده در هضم دو مرحله‌ای، به مراتب صاف‌تر از لجن آب به‌دست آمده از هضم یک مرحله‌ای است.

وقتی مخزن‌هایی با سقف ثابت، برای هضم اولیه در هضم دو مرحله‌ای به‌کار گرفته می‌شود، لجن آب توسط خط لوله ویژه‌ای از مخزن تخلیه می‌شود در حالی‌که در همان زمان، لجن خام به‌وسیله خط دیگری به هاضم تغذیه می‌شود. لجن آب و لجن هضم شده نیز، در شرایط مطلوب از مخزن ثانویه تخلیه می‌گردند.

درجه حرارت در هضم ثانویه ۵ تا ۱۰ درجه فارنهایت (۲/۴ تا ۴/۷ درجه سانتی‌گراد) کمتر از درجه حرارت هضم اولیه است. بدین‌ترتیب، گرم کردن مخزن‌های هضم ثانویه ضرورت پیدا نمی‌کند مگر این‌که هضم در فصل‌های سرد سال انجام شود. با این وجود، اگر هضم به‌درستی انجام نشود، ناگزیر باید مخزن‌های هضم ثانویه را نیز حرارت داد. استفاده از مخزن‌های با سقف شناور نیز، مانند مخزن‌های با سقف ثابت، برای هضم اولیه کاربرد دارد. لجن آب در این مخزن‌ها، توسط لوله‌های سرریز و به‌صورت خودکار قابل تخلیه است و می‌توان لجن آب را هر دو و یا سه روز یکبار تخلیه نمود.

باز چرخش یک سوم تا دو سوم از محتوای مخزن هاضم لجن مرحله دوم همراه با لجن آب (برای بهبود عملیات هضم) توصیه شده است.

---

1 - Waste Gas Burner

2 - Seeding

omoorepeyman.ir

۴-۳-۵ دشواری‌های بهره‌برداری از مخزن‌های هاضم غیرهوازی

وقتی فعل و انفعالات بیولوژیکی از تعادل خارج می‌شوند، ناپایداری در فرآیند هضم غیرهوازی رخ می‌دهد. باکتری‌های مولد اسید، بیش از حد مصرف باکتری‌های مصرف کننده اسید (باکتری‌های مولد متان)، اسید تولید می‌کنند و غلظت اسیدهای فرار را به شدت افزایش می‌دهند. ممکن است عدم توازن بین باکتری‌های مولد اسید و باکتری‌های مولد متان، ناشی از کم شدن باکتری‌های مولد متان نیز باشد که در این حالت، باکتری‌های مولد اسید (که دارای رشد سریع هستند) به شدت زیاد شده و اسیدی بیش از حد مصرف باکتری‌های مولد متان ایجاد کرده آنها را از بین می‌برند.

جدول ۴-۷ خلاصه‌ای از عوامل فیزیکی موجد عدم تعادل در هاضم‌های غیرهوازی را نشان می‌دهد. برای رفع سریع مشکلات[1] بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی، به جدول ۴-۸ مراجعه شود.

1 - Trouble Shooting

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۷- خلاصه‌ای از دشواریهای بهره‌برداری از مخزن‌های هاضم بی‌هوازی

شاخص‌ها [1]

- افزایش غلظت اسیدهای فرار
- افت قلیائیت بی‌کربناته
- افت pH
- افت نرخ تولید گاز
- افزایش درصد CO_2 در گاز

علل عدم ثبات در فرآیند

- بارگذاری بیش از حد هیدرولیکی
  - رقیق بودن لجن تغذیه شده
  - تولید بیش از حد لجن
  - تجمع دانه و تشکیل دلمه
  - کاهش قلیائیت
- بارگذاری مواد آلی
  - افزایش تولید لجن
  - افزایش غلظت لجن
  - تغییرات در خصوصیات لجن
  - راه‌اندازی سریع
  - تغذیه نامرتب
- بار مواد سمی
  - فلزات سنگین
  - مواد شوینده
  - مواد آلی کلردار
  - اکسیژن
  - کاتیون‌ها
  - سولفورها

راه حل‌ها

- با اضافه کردن مواد قلیایی، قلیائیت را تنظیم کنید.
- تغذیه هاضم را طبق برنامه منظم انجام دهید.
- فاضلاب‌های صنعتی را قبل از تخلیه به فاضلاب شهری تصفیه کنید.
- هاضم را تمیز کنید.
- هاضم را دوباره راه اندازی کنید.

---

1 - Indicators

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۱- افزایش نسبت غلظت اسیدهای فرار به غلظت قلیائیت	• بارگذاری هیدرولیکی بیش از حد به علت نفوذ آب باران، پمپاژ بیش از حد اتفاقی، تخلیه بیش از حد لجن	پایش دو بار در روز عوامل زیر تا از میان رفتن مسأله : • اسیدهای فرار • قلیائیت • درجه حرارت	اگر این نسبت به ۰/۳ افزایش یابد : • مایه بارورکننده[1] را از هاضم ثانوی اضافه کنید. • تخلیه لجن از هاضم را برای حفظ باروری کاهش دهید. • زمان اختلاط را افزایش دهید. • درجه حرارت را به دقت و حرارت‌دهی را در صورت نیاز کنترل نمایید.
	• بارگذاری بیش از حد مواد آلی	پایش حجم لجن پمپ شده، میزان اسیدهای فرار در لجن تغذیه شده، بررسی افزایش تخلیه سپتیک تانک و یا فاضلاب‌های صنعتی به واحد تصفیه	اگر این نسبت به ۰/۳ افزایش یابد : • مایه بارورکننده را از هاضم ثانوی اضافه کنید. • تخلیه لجن از هاضم را برای حفظ باروری کاهش دهید. • زمان اختلاط را افزایش دهید. • درجه حرارت را به دقت و حرارت‌دهی را در صورت نیاز کنترل نمایید.
	• ورود موادی مانند فلزات سنگین، سولفورها و آمونیاک به هاضم ها	پایش اسیدهای فرار، pH ، تولید گاز، بازرسی فاضلابهای صنعتی در منبع، بازرسی پمپاژ غیر کافی لجن و تولید سولفور	تمهیدات زیر و یا ترکیبی از آنها را به‌کار ببرید : • باز چرخش لجن • رقیق کردن مایعات • کاهش غلظت مواد تغذیه شده • رسوب دادن فلزات سنگین با ترکیبات سولفوره (pH هاضم باید بیش از ۷ باشد) • استفاده از نمک‌های آهن برای رسوب دادن سولفورها • کنترل برنامه‌ریزی شده منابع فاضلاب‌های صنعتی

1 - Seeding

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۲- افزایش تدریجی CO_2 در گاز	• افزایش نسبت غلظت اسیدهای فرار به غلظت قلیائیت به ۰/۵	• پایش مشعل و وسیله تجزیه کننده گاز[1]	• به بند ۱ مراجعه و قلیائیت به هاضم اضافه شود، میزان قلیائیت اضافه شده از طریق تعیین غلظت اسیدهای فرار محاسبه گردد.
۳- شروع افت pH و افزایش CO_2 در گاز به ۴۵-۴۲ درصد و توقف سوختن گاز	• افزایش نسبت غلظت اسیدهای فرار به غلظت قلیائیت به ۰/۸	• پایش به شیوه گفته شده در بالا • پایش بوی هیدروژن سولفوره (بوی تخم مرغ گندیده) و بوی ترشیدگی	• قلیائیت را اضافه کنید. • میزان تغذیه را به ۰/۱۶ کیلوگرم مواد جامد فرار بر متر مکعب در روز کاهش دهید تا این نسبت به ۰/۵ و یا کمتر از آن کاهش یابد.
۴- پایین بودن کیفیت لجن آب و ایجاد دشواری در واحد تصفیه بر اثر برگشت دادن لجن آب	• بار سطحی زیاد در حوض ته‌نشینی (زمان ماند کم) • تخلیه لجن آب در رقومی غیر از رقوم واقعی لایه لجن آب • تغذیه لجن در نزدیکی لایه لجن آب	• نمونه‌برداری و مشاهده جداسازی جامدات از مایعات • مشخص کردن عمق لایه لجن آب به وسیله نمونه‌برداری از اعماق مختلف در هاضم • تعیین غلظت اسیدهای فرار و مواد جامد، • غلظت باید در حدود غلظت لجن کاملاً مخلوط شده ولی خیلی کمتر از لجن خام باشد.	• قبل از تخلیه لجن آب مدت زمان بیشتری را به ته‌نشینی تخصیص دهید. • سطوح بهره‌برداری و لوله‌های تخلیه را تنظیم کنید. • برای تغییرات در لوله‌کشی و تخلیه هر چه زودتر هاضم، برنامه‌ریزی کنید.
	• کافی نبودن میزان تخلیه لجن هضم شده	• تعیین میزان مواد جامد فرار برای تشخیص کیفیت هضم لجن	• تخلیه لجن هضم شده را افزایش دهید. میزان تخلیه نباید بیش از ۵ درصد حجم هاضم در روز باشد. • برای امکان افزایش پودر کربن به هاضم با مهندس مشاور و مقامات مسئول دوباره مشورت کنید.

1 - Gas Analyzer

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۵- بوی بد لجن اب هاضم اولیه و یا ثانویه	• افت شدید pH هاضم • تحمیل بار بیش از حد به هاضم • بارگذاری سمی	• پایش مشعل گاز و دستگاه انالیز گاز • پایش بوی هیدروژن سولفوره (بوی تخم‌مرغ گندیده) و بوی ترشیدگی	• قلیائیت را اضافه کنید. • میزان تغذیه را به ۰/۱۶ کیلوگرم مواد جامد فرار بر متر مکعب در روز کاهش دهید تا این نسبت به ۰/۵ و یا کمتر از آن کاهش یابد.
۶- مشاهده کف در لجن اب در هاضم اولیه و یا هاضم‌های تک مخزنی	• پاره شدن لایه دلمه • بازچرخش بیش از حد گاز • بار مواد آلی	• بازرسی وضعیت لایه دلمه • پایش باز چرخش (۰/۳ لیتر بر متر مکعب بر ثانیه حد مناسب باز چرخش است) • بازرسی میزان تغذیه مواد جامد فرار	• در صورت امکان تخلیه لجن اب را متوقف کنید. • خروجی کمپرسور را تنظیم کنید. • آهنگ تغذیه را کاهش دهید.
۷- رفت لجن کف و یا رقیق شدن لجن تخلیه شده	• جریان میان بر • اختلاط بیش از حد • گردابی شدن حرکت لجن[1] و مکش لجن سبک به مکش پمپ	• راه یافتن لایه لجن اب به خط تخلیه لجن • نمونه‌برداری و بازرسی وضعیت ته‌نشینی • آزمایش میزان کل مواد جامد یا بازرسی عینی	• از لوله‌های پایین تر برای تخلیه استفاده کنید. • به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت، هرگونه اختلاط را متوقف و سپس لجن را تخلیه کنید. • خاموش و روشن کردن تلمبه برای ۲ تا ۳ بار • از هر امکانی برای پمپاژ محتوای هاضم به خط برگشت استفاده کنید. • در صورت در دسترس بودن، یک لوله آب به مکش تلمبه اتصال و آب را با فشار از آن عبور دهید. (آب مورد استفاده باید غیرآشامیدنی باشد). این کار را بیش از ۲ یا ۳ دقیقه ادامه ندهید تا محتوی هاضم رقیق نشود.

1 - Sludge Coning

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۸- افت درجه حرارت لجن و عدم توفیق در رساندن آن به‌حد طبیعی	• مسدود شدن سیستم تبادل حرارتی به‌وسیله لجن	• بازرسی فشار ورودی و خروجی در سیستم تبادل حرارتی	• دستگاه تبادل حرارتی را باز و تمیز کنید.
	• مسدود شدن قسمتی از خط باز چرخش و یا مسدود شدن کلی آن	• بازرسی فشار ورودی و خروجی	• خطوط لوله را با لجن حرارت داده شده هاضم شستشو دهید. • وسایل نظافت مکانیکی را به‌کار ببرید. از فشار آب استفاده کنید. دقت کنید که فشار، بیش از فشار گاز لوله‌ها نباشد. • به آب حدود ۳/۶ گرم بر لیتر فسفات تری‌سدیم[1] و یا مواد ضد چربی تجارتی اضافه کنید. راحت‌ترین روش، پرکردن چاله دلمه با حجمی معادل حجم لوله و سپس اضافه کردن (TSP) به آن، و بعد تغذیه این مخلوط به لوله و صبرکردن به‌مدت ۱ ساعت است.
	• کافی نبودن اختلاط	• بازرسی پروفیل درجه حرارت در مخزن	• اختلاط را افزایش دهید.
	• بار هیدرولیکی بیش از حد	• بازرسی غلظت لجن تغذیه شده	اگر این نسبت به ۰/۳ افزایش یافت : • مایه باروری را از هاضم ثانوی اضافه کنید. • تخلیه لجن از هاضم را برای حفظ باروری کاهش دهید. • زمان اختلاط را افزایش دهید. • درجه‌حرارت را به‌دقت کنترل و حرارت‌دهی را نیز در صورت نیاز کنترل نمایید.

1 - Trisodium Phosphate (TSP)

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
	• نرخ کم تغذیه آب به مارپیچ‌های تبادل حرارتی	• بازرسی برای هواگیری	• هوا را از راه شیرهای تخلیه هوا، خارج کنید.
	• روشن نشدن مشعل‌های دیگ با گاز هاضم	• بازرسی فشار گاز و قابلیت سوخت گاز در اثر تغییرات در فرآیند	• محل نشت را پیدا و سپس تعمیر نمایید. قلیائیت را اضافه کنید و بارگذاری را به ۰/۱۶ کیلوگرم مواد جامد فرار بر مترمکعب در روز کاهش دهید تا این نسبت به ۰/۵ و یا کمتر کاهش یابد.
	• جرم گرفتن لوله‌های مارپیچی تبادل حرارتی درون هاضم	• اندازه‌گیری درجه حرارت آب ورودی و خروجی به مارپیچ	• ممکن است برای رفع جرم گرفتگی مجبور به تخلیه هاضم شوید. • درجه حرارت آب را در حد ۱۳۰ درجه فارنهایت (۵۴ درجه سانتی‌گراد) نگهدارید.
۹- بالارفتن درجه حرارت لجن	• خرابی سیستم کنترل درجه حرارت	• اندازه‌گیری درجه حرارت و بازرسی سیستم کنترل	در صورتی که درجه حرارت بیش از ۱۲۰ درجه فارنهایت (۴۹ درجه سانتی‌گراد) است، درجه حرارت را کم کنید. سیستم کنترل را تعمیر و یا تجدید کنید.
۱۰- توقف پمپ باز چرخش با وجود سالم بودن سیستم برق‌رسانی	• بالارفتن درجه حرارت در موارد قطع جریان آب داغ در لوله‌ها	• بازرسی برای مطمئن‌شدن از نبودن فشار بر خطوط لجن	• فرصت دهید تا سیستم خشک شود. • مدار کنترل درجه حرارت را بازرسی کنید.
۱۱- مسدودشدن خط تغذیه‌مخلوط‌کننده گازی	• توقف جریان در خط گاز • جمع شدن آشغال در خط گاز	• مشخص کردن درجه حرارت کم خط تغذیه گاز و یا فشار کم در مانومتر[1]	• خط را با آب شستشو دهید. • خطوط تغذیه یا شیرها را تمیز کنید. • وقتی مخزن هاضم برای بازرسی تخلیه می‌شود سرویس کامل به‌عمل آید.

1 - Manometer

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۱۲-فرسایش دنده‌ها در مخلوط‌کننده مکانیکی	• نبودن روغن‌کاری مناسب	• پایش میزان جریان اضافی برق، صدای بیش از حد و لرزش، شواهدی دال بر فرسایش میله[1]	• از استفاده درست از روغن ویژه روغن‌کاری بر اساس دستورات سازنده مطمئن شوید.
	• تنظیم بد وسایل	• پایش لرزش و گرم شدن موتور، شدت جریان بیش از حد و صدای زیاد	• عدم توازن ایجاد شده در اثر تجمع مواد در قسمتهای متحرک داخلی را رفع کنید.
۱۳-نشت از کاسه نمد مخلوط‌کن مکانیکی	• خشک شدن کاسه نمد[2] و یا فرسایش آن	• بازرسی برای شواهدی از نشت گاز (به مشام رسیدن بوی گاز)	• کاسه‌نمد را براساس دستورات سازنده تعویض کنید. • اگر تعویض کاسه‌نمد در حال کار میسر نباشد، هر زمان که مخزن تخلیه شد نسبت به تعویض آن اقدام گردد.
۱۴-فرسایش بخش‌های داخلی مخلوط‌کننده مکانیکی	• وجود دانه و یا هم راستا نبودن محور	• در هنگام خالی بودن مخزن، مقایسه با نقشه‌های کارخانه سازنده برای تعیین اندازه اصلی لازم است.	• بخش‌های فرسوده جایگزین و یا بازسازی شود. تجربه، برنامه این عملیات را معین می‌کند.
۱۵-عدم توازن ایجاد شده بخش‌های داخلی به سبب جمع‌شدن آشغال در قسمت‌های متحرک مخلوط‌کن مکانیکی (پره‌هایی[3] با قطر بزرگ و یا توربین‌ها بیشتر آسیب پذیرند).	• خوردکردن و عبور از توری نامناسب	• پایش لرزش، حرارت موتور، شدت جریان برق و صدا	• جهت چرخش مخلوط‌کن را در صورت امکان برعکس کنید. • چند بار خاموش و روشن کنید. • دریچه بازرسی را باز کرده و بازرسی عینی انجام دهید. • سطح مایع را در مخزن پایین بیاورید و بخش‌های متحرک را تمیز کنید.

1 - Shaft
2 - Packing
3 - Impellers

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۱۶-حرکت آهسته چرخش لایه دلمه[2] و یا عدم هرگونه حرکت	• خاموش بودن مخلوط‌کن	• بازرسی کلید مخلوط‌کن و تنظیم کننده[1] زمان	• اگر مخلوط‌کن در حالت خودکار گذاشته شود، شاید همه چیز طبیعی باشد در غیر این صورت برای یافتن عیب، بازرسی کنید.
	• اختلاط غیر کافی		• اختلاط را افزایش دهید.
	• ضخیم بودن لایه دلمه	• اندازه گیری ضخامت لایه دلمه	• لایه دلمه را به کمک مخلوط‌کن پاره کنید. • تلمبه‌های باز چرخش و خروجی آن را در بالای لایه به‌کار بگیرید. • از مواد شیمیایی برای نرم کردن لایه استفاده کنید. • لایه دلمه را به کمک یک دیلم پاره کنید. • مخزن را اصلاح کنید. • سطح لجن را به ۳-۴ اینچ (۸ تا ۱۰ سانتی‌متر) بالای لوله خروجی بالا بیاورید و اجازه دهید مواد بسیار غلیظ به درون لوله کشیده شوند و ۲۴ تا ۴۸ ساعت ادامه دهید. • جهت لوله ورودی را در صورت امکان برعکس کنید.
۱۷-ضخامت بیش از حد لایه دلمه	• مسدود شدن سرریز ویژه لجن آب	• بازرسی فشار گاز (ممکن است فشار گاز بیش از حد طبیعی باشد یا شیر اطمینان، گاز را به هوا تخلیه کند)	ارتفاع محتوی مخزن را به کمک لوله‌های تخلیه کف، پایین بیاورید و سپس خط سرریز لجن آب را با کمک میله پاک کنید.
۱۸-ضخامت بیش از حد لایه دلمه	• عدم اختلاط، غلظت بیش از حد مواد چرب	• اندازه‌گیری ضخامت لایه دلمه، با سوراخ کردن[3] آن از کنار سقف شناور با سوراخ ویژه از قبل پیش بینی شده	• لایه دلمه را با کمک مخلوط‌کن پاره کنید. • تلمبه‌های باز چرخش و خروجی آن را در بالای لایه به‌کار بگیرید. • از مواد شیمیایی برای نرم کردن لایه استفاده کنید. • لایه دلمه را به کمک یک دیلم پاره کنید. • مخزن را اصلاح کنید.

1 - Scum Blanket
2 - Timer
3 - Probe Blanket

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۱۹-عدم به حرکت دراوردن کافی سطح هاضم توسط بازوهای مکنده[1] بهم‌زن	• ضخامت زیاد لایه دلمه و وجود لجن رقیق زیر آن	• مشاهده حرکت چرخشی روی سطح لجن	• سطح لجن را ۳ تا ۴ اینچ (۸ تا ۱۰ سانتی‌متر) در بالای لوله پایین بیاورید و بگذارید تا مواد سفت به درون لوله کشیده شوند، این عمل را برای ۲۴ تا ۴۸ ساعت ادامه دهید. • جهت را در صورت امکان برعکس کنید.
۲۰-نشت گاز از شیر کنترل فشار (PRV)[2] در سقف	• عدم اب‌بندی محل نشت شیر روی سقف، و یا بازبودن آن	• بازرسی فشارسنج برای اطمینان‌یافتن از فشار عادی گاز در هاضم	پوشش شیر را برداشته و وزنه را به حرکت درآورید تا شیر به خوبی در جای خود قرار بگیرد. در صورت نیاز، واشر جدیدی نصب کنید. چند بار بچرخانید تا نشست کامل انجام شود.
۲۱-مشاهده فشار بیش از حد معمول گاز در هاضم توسط فشارسنج	• وجود گرفتگی در خط انتقال گاز به مشعل	• در صورت کارکرد طبیعی مخزن در همه نقاط، احتمال گرفتگی در خط گاز اضافی یا تجهیزات اطمینان وجود دارد.	• خط را با هوا پاک کنید، محل جمع شدن مایعات را خالی کنید و به ویژه به محل جمع شدن مایعات در نقاط پست در خط توجه کنید. دقت شود هوا وارد هاضم نشود.
	• بسته شدن کامل شیر کنترل فشار	• بازرسی فرار گاز در صورت وجود تمهیدات لازم	• پوشش شیر کنترل فشار را برداشته و با دست شیر را باز کنید. نشیمن شیر را پاک کنید.
	• بسته بودن شیر کنترل فشار خط گاز به مشعل	• بازرسی کنتور گاز برای بررسی گاز تولید شده ولی به مشعل نرفته	• اگر گاز از اطراف سقف شناور به علت کج شدن آن نشت می‌کند، سقف شناور را تراز کنید.
۲۲-فشار کمتر از حد معمول گاز در هاضم توسط فشارسنج	• تخلیه سریع لجن هضم شده از هاضم و ایجاد خلاء در آن	• بازرسی به‌وسیله رفع خلاء و مطمئن‌شدن از عملکرد درست آن	• تخلیه لجن اب را متوقف کرده و کلیه خروجی‌های گاز را ببندید تا فشار به حالت طبیعی باز گردد.
	• اضافه کردن آهک بیش از حد	• بازرسی ازدیاد ناگهانی CO_2 در گاز هاضم	• اضافه نمودن آهک را متوقف کنید و اختلاط را افزایش دهید.

1 - Draft Tube

2 - Pressure Relief Valve

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۲۳-بازنشدن شیر تنظیم فشار[1] با وجود بالارفتن فشار	• نبودن انعطاف در دیافراگم	• برداشتن پوشش شیر	• اگر هیچ‌گونه نشتی پس از استفاده از صابون مشاهده نشد، دیافراگم را با روغن رقیق روغن‌کاری و نرم کنید.
	• دیافراگم پاره شده	• بازرسی دیافراگم	• دیافراگم پاره شده را عوض کنید.
۲۴-مشاهده رنگ زرد در گاز در حال سوختن در مشعل	• کیفیت بد گاز و وجود گاز کربنیک زیاد در آن	• بازرسی میزان CO_2	• غلظت لجن تغذیه شده را بررسی کنید و اگر رقیق است، طبق دستورالعمل‌های قبلی برای ازدیاد غلظت آن عمل شود.
۲۵-خرابی کنتور گاز (نوع پروانه‌ای و یا میله‌ای)	• وجود آشغال در خط	• بازرسی وضعیت خط گاز	• خط را با آب بشویید، خط را از هاضم جدا کرده و تا محل مصرف بازرسی کنید.
	• خرابی مکانیکی	• بازرسی قطعات از نظر فرسودگی	• با نفت شستشو دهید و قطعات فرسوده را عوض کنید.
۲۶-خرابی کنتور گاز (نوع فانوسی[2])	• دیافراگم غیر قابل انعطاف	• برداشتن پوشش شیر	• اگر هیچ‌گونه نشتی پس از استفاده از صابون مشاهده نشد، دیافراگم را با روغن رقیق روغن‌کاری و نرم کنید.
	• دیافراگم پاره شده	• بازرسی دیافراگم	• دیافراگم را عوض کنید. • در صورت خوردگی، قطعات خورده شده تعویض و با توجه به راهنمای انتخاب فلزات وآلیاژها[3] تجدیدنظرهای لازم را در خصوص بهبود کیفیت مواد بعمل آورید.

1 - Pressure Regulating Valve
2 - Bellows Type
3 - Metal Guides

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۲۷-زیاد بودن فشار گاز بیش از حد طبیعی در هوای یخ بندان	• گرفتگی خط تخلیه لجن آب	• پایش خطوط سرریز لجن آب	• هر دو ساعت یکبار، خط را بازرسی کرده و از تزریق بخار آب استفاده کنید. خط را با پوشاندن و عایق‌بندی جعبه سرریز از گزند هوای سرد حفظ کنید.
	• بسته بودن شیر کنترل فشار	• بازرسی وزنه روی شیر کنترل فشار	• در صورت ایجاد مشکل در اثر یخ‌زدگی، از لایه‌ای گریس سبک که در آن، دانه‌های سنگ نمک ریخته شده استفاده کنید.
۲۸-افت فشار کمتر از حد طبیعی	• بازماندن شیرهای کنترل فشار یا سایر وسایل کنترل	• بازرسی شیرهای کنترل فشار یا وسایل کنترل فشار	• با دست، سیستم کنترل خلاء را تنظیم کنید و اگر خوردگی مسئله ساز شده، آن را برطرف نمایید.
	• نشتی در خط یا شیلنگ گاز	• بازرسی خط گاز یا شیلنگ گاز	• خط یا شیلنگ را در صورت نیاز تعمیر کنید.
۲۹-نشتی در اطراف سقف فلزی	• شل شدن پیچ و مهره‌ها، یا جابه‌جا شدن یا ترک برداشتن درزگیرها	• بازرسی بتن اطراف پیچ و مهره‌های نگه‌دارنده و کنترل شکستگی احتمالی بتن، بازرسی درزگیرها برای ترک خوردگی و خارج شدن از محل خود و بازرسی مهار[1] برای خم‌شدگی	• بتن را با درزگیرهای فوری بتن تعمیر کنید. «مهار» جدید را به «مهار» قدیمی جوش دهید و دوباره آن را پیچ کنید. برای انجام کارها باید مخزن را به‌طور کامل تخلیه و تهویه کرد. درزگیرهای جدید برای گرفتن درزها و نشت‌ها باید استفاده شود.
۳۰-نشت گاز از سقف بتنی	• بازشدن شکاف‌ها و درزهای بتن به سبب یخ‌زدگی	• بازرسی درزها با استفاده از زدن صابون به درزها و مشاهده هرگونه حباب	• در صورتی که در این مورد مسئله جدی در میان است، مخزن را به‌طور کامل تخلیه و تهویه کنید. سپس کلیه درز و شکاف‌ها را تمیز کرده و بعد با بتن، درزگیری نمایید.

1 - Tie Down

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۸- رفع مشکلات بهره‌برداری از هاضم‌های غیرهوازی

مشاهدات	علل	بررسی	راه حل‌ها
۳۱- کج شدن سقف شناور و نبودن هرگونه دلمه در نزدیکی حاشیه‌ها	• توزیع ناهمگون وزن	• محل وزنه‌ها را بازرسی کنید.	• اگر از وزنه‌های متحرک استفاده شده، وزنه‌ها را جابه‌جا کنید تا سقف تراز شود. اگر وزنه‌ای به‌کار گرفته نشده از کیسه‌های شنی به تعداد محدود برای تراز سقف استفاده کنید. شیر کنترل فشار را درصورت اضافه کردن وزنه زیاد، تنظیم کنید.
	• جمع شدن آب باران روی بخشی از سقف	• حاشیه‌های سقف فلزی را بازرسی کنید. (برخی سقفهای مجهز به عایق چوبی، سوراخ‌هایی برای بازرسی دارند)	• با استفاده از سیفون آب را خارج کرده و اگر نشتی در سقف وجود دارد آن‌را تعمیر کنید.
۳۲- کج شدن سقف شناور به یک‌سو همراه جمع‌شدن دلمه‌های زیاد در حاشیه‌ها	• جمع شدن دلمه در یک بخش و ایجاد اصطکاک زیاد	• بازرسی وضع دلمه‌ها با یک چوب و یا میله و یا هر وسیله دیگر	• مواد شیمیایی یا مواد حلال مانند دایجست اید[1] و یا سان‌فکس[2] برای نرم کردن دلمه‌ها به‌کار گرفته و آنها را با کمک لوله پلاستیکی یا شیلنگ آب پایین ببرید. این کار را هر ۲ تا ۳ ماه یکبار و در صورت لزوم با تواتر بیشتر انجام دهید.
	• غلطک‌ها یا پایه‌های نگه‌دارنده[3] از تنظیم خارج شده	• فاصله بین پایه‌ها و غلطک‌ها و دیواره را بازرسی کنید.	• دلمه‌ها را به شیوه گفته شده نرم کرده و غلطک‌ها و پایه‌ها را طوری تنظیم کنید که با دیواره اصطکاکی نداشته باشند.
۳۳- سفت شدن سقف با وجود آزاد بودن غلطک‌ها و پایه‌های نگه‌دارنده	• صدمه دیدن پایه‌های داخلی (برخی سقف‌ها مانند چتر به‌وسیله نگه‌دارنده‌هایی که به ستون وسط اتصال داده شده‌اند پایدارند.)	• سقف را تا حد پایه‌های نگه‌دارنده زیرین، پایین بیاورید و روزنه را باز کنید و سپس با کمک چراغ قوه‌های ضد انفجار بازرسی کنید. اگر سقف به طور کامل پایین نمی‌رود به کمک جرثقیل و یا هر وسیله دیگر برای جلوگیری از صدمه دیدن دیواره‌ها آن را در یک وضعیت نگه‌دارید.	• با نگه‌داشتن سقف در وضعیت ثابت آن را تعمیر کنید.

1 - Digest Aide : اسم تجاری
2 - Sanfax : اسم تجاری
3 - Guides

@omoorepeyman.ir

۴-۴ هضم هوازی لجن

هضم هوازی لجن، فرآیندی است که در آن، توده زیستی برای ادامه حیات خود مجبور به‌مصرف توده سلولی خود در شرایط هوازی می‌باشد. این فرآیند، بر این پایه که: میکروارگانیسم‌ها در نبود غذا برای ادامه حیات از مواد موجود در سلول خود استفاده می‌کنند، عمل می‌نماید. این پدیده، به مرحله «خودخوری[1]» معروف است. شکل ۴-۱۱ فرآیند هضم هوازی لجن را به‌صورت نمادی نشان می‌دهد.

از آن‌جا که فرآیند هضم هوازی لجن در راکتور یا مخزن‌هایی جدا از فرآیند اصلی تصفیه زیستی فاضلاب انجام می‌پذیرد، این فرآیند به مخزن ویژه، وسایل هوادهی، امکانات جداسازی جامدات از مایعات و بالاخره وسایل پمپاژ و سیستم لوله‌کشی و شیرگذاری ویژه نیازمند است.

لجن‌های به‌دست آمده از تصفیه زیستی فاضلاب، به هاضم هوازی سپرده می‌شود که در آن، اکسیژن مورد نیاز برای سوخت و ساز از طریق هوادهی مکانیکی و یا هوادهی پخشان[2] انجام می‌پذیرد. مخزن هاضم از فلز یا بتن ساخته‌شده و دارای شکل مکعب مستطیل یا استوانه‌ای با عمق ۳ تا ۴ متر است. در مناطق سردسیر، برای جلوگیری از یخ‌زدگی، اغلب، هاضم دارای سقف است. در هاضم‌هایی که از سیستم هوادهی مکانیکی استفاده می‌شود، باید همیشه هاضم را به‌صورت پر نگه‌داشت ولی در خصوص سیستم هوادهی پخشان، عمق لجن در هاضم حد معینی ندارد.

۴-۴-۱ مبانی فرآیند هضم هوازی

پارامترهای اصلی بهره‌برداری در هضم هوازی لجن، مانند سایر پارامترهای مربوط در فرآیندهای زیستی هوازی است. پارامترهای بهره‌برداری، شامل اکسیژن محلول، pH، توده زیستی فعال، اختلاط، نرخ مصرف اکسیژن، درجه حرارت و بالاخره زمان ماند لجن است. کنترل و پایش این پارامترها، در بهره‌برداری درست از این فرآیند بسیار مهم است و هریک از پارامترها، کنترل و پایش ویژه‌ای را می‌طلبد.

۴-۴-۱-۱ اکسیژن محلول

یکی از مهم‌ترین پارامترها در هضم هوازی، میزان اکسیژن محلول است. حفظ اکسیژن محلول در حد کافی، موجب خواهد شد تا فرآیند زیستی هوازی همچنان پابرجا مانده و از ایجاد بوی نامطبوع جلوگیری شود. در هضم هوازی لجن، غلظت اکسیژن محلول باید بین ۰/۲ تا ۲ میلی‌گرم بر لیتر حفظ شود. غلظت‌های کمتر از ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر، موجب هضم هوازی ناقص و بوی شدید خواهد شد.

---

1 - Endogenous Respiration
2 - Diffused Aeration

omoorepeyman.ir

۴-۴-۱-۲ درجه حرارت

درجه حرارت لجن، در حد قابل توجهی در نرخ کاهش مواد جامد فرار دخالت دارد و این نرخ، با افزایش درجه حرارت افزایش می‌یابد. مانند همه فرآیندهای زیستی، ازدیاد متعارف درجه حرارت موجب بالا رفتن بازده می‌گردد. در درجه حرارت‌های کمتر از ۱۰درجه سانتی‌گراد فرآیند تقریباً متوقف می‌شود. شکل ۴-۱۲ رابطه بین سرعت فعل و انفعالات زیستی[1] را نسبت به درجه حرارت نشان می‌دهند.

در بیشتر هاضم‌های هوازی، درجه حرارت لجن در هاضم از درجه حرارت هوا تبعیت می‌کند مگر در موارد استثنایی که از وسایل گرماده استفاده شود.

۴-۴-۱-۳ زمان ماند مواد جامد[2] (SRT)

یکی از عوامل مهم در کنترل بهره‌برداری از هاضم‌های هوازی، زمان ماند لجن است. این زمان ماند، معادل حاصل تقسیم کل توده لجن زیستی در راکتور به توده لجنی است که روزانه از هاضم تخلیه می‌شود. اغلب، ازدیاد SRT موجب زیادشدن نرخ کاهش لجن می‌گردد. رابطه زیر برای محاسبه SRT کاربرد دارد:

$$SRT = \frac{\text{کل توده لجن در هاضم (کیلوگرم)}}{\text{توده لجن تخلیه شده در روز (کیلوگرم)}}$$

به‌طور معمول، در هاضم‌های هوازی میزان SRT بین ۱۰ تا ۴۰ روز است. در زمان‌های ماند بالا، قدرت از دست دادن آب در لجن کاهش می‌یابد و در نتیجه، خشک کردن لجن با دشواری همراه است بنابراین حدود پایین SRT مطلوب است.

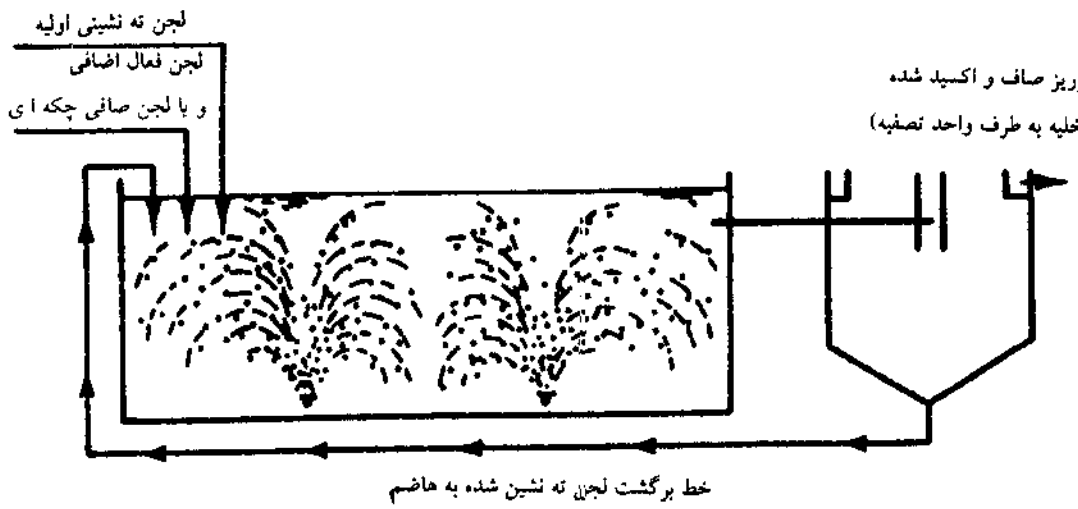
۴-۴-۱-۴ pH

دو ماده به‌وجود آمده از هضم هوازی، که موجب کاهش pH می‌شوند عبارتند از: دی اکسیدکربن و یون هیدروژن. گاز کربنیک، اغلب در آب متناسب با فشار جزئی[3] آن در محیط بالای آب، حل می‌شود. در خصوص مخزن‌های باز، این انحلال جزئی است ولی درباره مخزن‌های مسقف، میزان دی اکسید کربن در هوای زیر سقف ممکن است به ۴۰ درصد رسیده و pH لجن به احتمال زیاد، در این شرایط به ۶ کاهش یابد. در هنگام نیتریفیکاسیون[4] (اکسیداسیون آمونیاک به نیترات) نیز، رها شدن یون هیدروژن موجب کاهش pH می‌گردد.

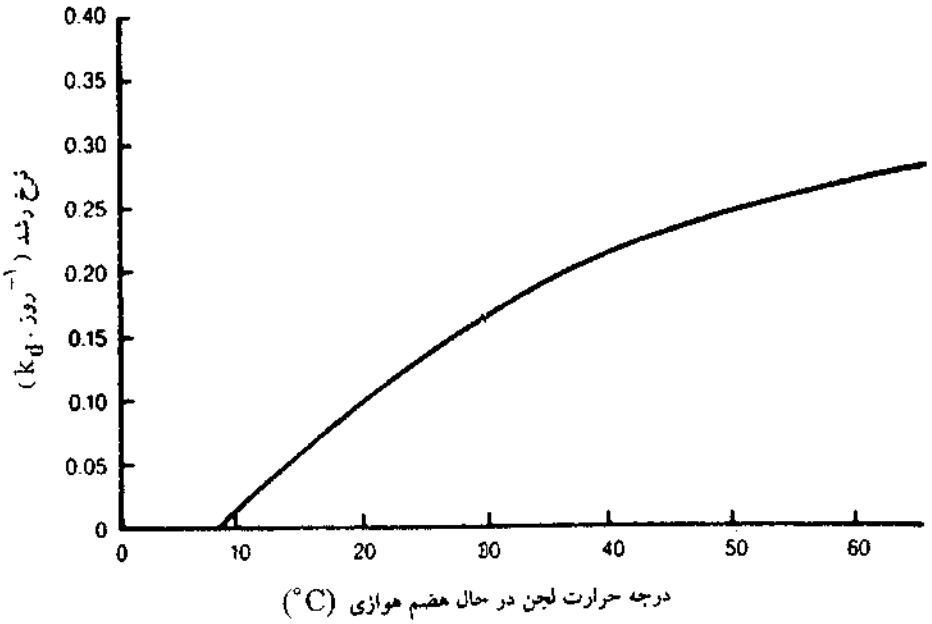
هضم هوازی در pH معادل ۷ یا کمی کمتر، دارای بهترین بازده است. در صورت نیاز می‌توان به کمک «جارتست[5]» و مواد قلیایی pH را در حد مطلوب حفظ نمود.

1- Biochemical Reaction Rates
2- Solid Retention Time
3 - Partial Pressure
4 - Nitrification
5 - Jar Test

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۱ - طرح ابتدایی از سیستم هضم هوازی لجن



شکل ٤-١٢- تغییرات نرخ رشد لجن نسبت به درجه حرارت

omoorepeyman.ir

۴-۴-۱-۵ بار مواد آلی

میزان بار مواد آلی در هاضم‌های هوازی، از ۰/۳ تا ۲/۲ کیلوگرم بر متر مکعب بر روز متغیر است. اغلب، به‌کار گرفتن بار زیاد مواد آلی زیادشدن راندمان هوادهی را می‌طلبد و اگر افزایش بار مواد آلی بیش از توان سیستم هوادهی باشد، شرایط هوازی در مخزن از بین‌رفته و به جای آن، شرایط بی‌هوازی همراه با بوی بسیار شدید حاکم خواهد شد.

۴-۴-۲ مخزن‌های هاضم هوازی

مخزن‌های هاضم هوازی، به‌صورت باز یا مسقف به‌کار گرفته می‌شوند که استفاده از مخزن‌های باز، اغلب در واحدهای کوچک تصفیه فاضلاب معمول است. در مخزن‌های مسقف اتلاف حرارتی، از دست رفتن اکسیژن و احتمال یخ‌زدگی کم است.

بیشتر هاضم‌های هوازی، برای تغییرات سطح مایع در مخزن طراحی شده و برخی از آنها، با کف شیبدار برای تخلیه لجن از کف ساخته می‌شوند. بعضی هاضم‌ها، به سرریز با رقوم ثابت نیز مجهزند. هاضم‌های هوازی، اغلب از فلز یا بتن ساخته می‌شوند. در مناطق سردسیر، مخزن‌های فلزی باید عایق‌بندی شوند ولی اگر مخزن‌های فلزی و یا بتنی در زمین قرار بگیرند، به عایق‌بندی نیازی ندارد ولی باید آب زیرزمینی از اطراف آنها زهکشی شود.

متعلقات عمده هاضم‌های هوازی، در بخش‌های زیر شرح داده شده است:

۴-۴-۲-۱ وسایل تأمین اکسیژن

اکسیژن مورد نیاز هاضم‌های هوازی، به‌وسیله هوا یا اکسیژن خالص تأمین می‌شود. وسایل انتقال اکسیژن مانند هواده‌های مکانیکی، هواده‌های پخشان با حباب‌های بزرگ[1] و هواده‌های پخشان با حباب‌های کوچک[2]، در این هاضم‌ها به‌خوبی کاربرد دارد.

هواده‌های مکانیکی، در هاضم‌های کوچک و باز در حد زیادی استفاده می‌شود به‌ویژه در مناطقی که یخ‌بندان مسئله عمده‌ای نیست. استفاده از اکسیژن خالص، فقط در مخزن‌های بسته کاربرد دارد زیرا از هرگونه نشت اکسیژن به محیط اطراف باید جلوگیری شود.

۴-۴-۲-۲ اختلاط

اختلاط، نقش بسیار مهمی در هضم هوازی دارد، زیرا موجب توزیع یکنواخت اکسیژن محلول شده و تماس توده بیولوژیکی را با مواد غذایی ممکن می‌سازد. هوادهی اغلب اختلاط لازم را فراهم می‌آورد به شرط آن‌که نرخ هوادهی بین ۰/۳ تا ۰/۶ لیتر بر مترمکعب در هر ثانیه باشد. در نرخ‌های هوادهی کمتر از حدود گفته شده، باید به‌کمک هواده‌های مکانیکی یا مخلوط‌کن‌های مکانیکی، در هاضم اختلاط کافی ایجاد نمود.

---

1 - Coarse - Bubble Diffuser

2 - Fine - Bubble Diffuser

omoorepeyman.ir

۴-۲-۴-۳ pH

در بیشتر هاضم‌های هوازی، pH به‌وسیله نصب الکترود در مخزن کنترل می‌شود. این الکترود، به دستگاه‌های تغذیه مواد قلیایی متصل شده و در هماهنگی با یکدیگر عمل می‌کنند. تلمبه‌های تغذیه مواد قلیایی، در صورت دریافت فرمان از الکترود، به‌کار افتاده و مواد قلیایی مانند محلول هیدروکسید سدیم، کربنات سدیم یا شیر آهک، به هاضم تغذیه می‌شود.

۴-۲-۴-۴ تغلیظ لجن[1]

در هاضم‌های هوازی، که در آنها امکان تغلیظ لجن وجود دارد، می‌توان میزان SRT را بیش از زمان ماند هیدرولیکی افزایش داد که به‌انعطاف در فرآیند می‌انجامد. مخزن‌های ویژه‌ای که در آنها لجن نگهداری شده و پس از جداسازی مایع از جامد[2]، لجن به‌دست آمده به هاضم هوازی و لجن آب به شروع عملیات تصفیه انتقال داده می‌شود، نیز کاربرد دارند.

در اغلب هاضم‌های هوازی، جداسازی مایع از جامد به‌صورت «نوبتی[3]» انجام می‌گیرد، اینگونه که در فاصله زمانی معینی، تغذیه لجن به هاضم متوقف شده و پس از جدا شدن مایع از جامد، لجن آب از هاضم تخلیه شده به واحد تصفیه برگشت داده می‌شود و لجن تغلیظ شده نیز، به وسیله تلمبه‌های ویژه به واحدهای خشک کننده لجن و یا محل دفع نهایی انتقال می‌یابد.

۴-۴-۳ کنترل فرآیند

۴-۴-۳-۱ فرآیند نیمه نوبتی[4]

این شیوه بهره‌برداری از فرآیند هضم هوازی در شکل ۴-۱۳ نشان داده شده است. در اصل، در این سیستم، مخزن هضم هوازی به‌صورت تخلیه و سپس پرکردن، مورد استفاده قرار می‌گیرد، بدین شکل که لجن خام به‌طور مستقیم از حوض‌های ته‌نشینی به هاضم تغذیه می‌گردد. زمانی‌که برای پرکردن هاضم مورد نیاز است، به حجم مخزن و حجم لجن بستگی دارد. اگر از هوادهی پخشان استفاده می‌شود، هوادهی در هنگام پرکردن مخزن همچنان ادامه می‌یابد.

هنگام تخلیه لجن از هاضم، هوادهی متوقف شده و فرصت داده می‌شود تا مواد جامد ته‌نشین شوند. آنگاه لجن آب از مخزن تخلیه و به واحد تصفیه انتقال داده می‌شود. لجن تغلیظ شده نیز، با غلظت ۰/۵ تا ۴ درصد مواد جامد تخلیه و سپس لجن خام اضافه می‌شود.

---

1 - Sludge Thickening
2 - Decanting
3 - Batch
4 - Semibatch Process

omoorepeyman.ir

۴-۴-۳-۲ فرآیند پیوسته[1]

فرآیند پیوسته، در شکل ۴-۱۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که می‌بینید، شباهت‌های زیادی بین این فرآیند و لجن فعال وجود دارد. در این فرآیند، لجن به‌طور مستقیم از حوض‌های ته‌نشینی به مخزن هاضم، تغذیه می‌شود. هاضم، با سطح مایع ثابت در آن عمل کرده و سرریز به محفظه جدایی جامد از مایع ریخته می‌شود. لجن تغلیظ و تثبیت شده، یا به هاضم برگشت داده خواهد شد یا برای فرآیند بعدی از هاضم تخلیه می‌گردد. اغلب در فرآیند پیوسته، غلظت مواد جامد کمتری به‌دست می‌آید.

۴-۴-۳-۳ جداسازی جامد از مایع

پایش دقیق جداسازی جامد از مایع در فرآیند نوبتی و فرآیند پیوسته، اهمیت بسیار زیادی دارد و موجب بیشترین بهره‌گیری از فرآیند خواهد شد.

در فرآیند مداوم، اقدامات زیر موجب بهبود فرآیند است:

- نرخ لجن برگشتی را به‌صورتی کنترل نمایید که بهترین توازن بین غلظت لجن برگشتی و کیفیت لجن آب به‌دست آید.
- جریان ورودی و خروجی محفظه ته‌نشینی را چنان تنظیم کنید تا احتمال ایجاد جریان میان‌بر یا آشفتگی ناخواسته در مخزن که موجب کاهش غلظت مواد جامد می‌شود به کمترین حد کاهش یابد.
- سرریز و آرایش لوله‌ها را به دقت تنظیم کنید.

در فرآیند نیمه نوبتی بهره‌برداری عادی شامل اقدامات زیر است:

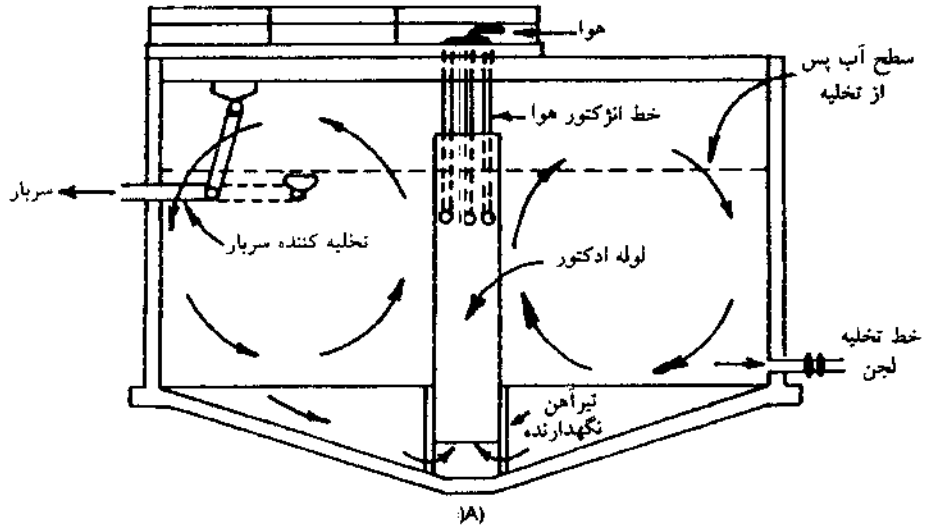
- هوادهی را متوقف کنید و فرصت دهید تا مواد جامد ته‌نشین شوند. برای جلوگیری از پیش آمدن حالت غیرهوازی، عملیات جداسازی مایع از جامد را به چند ساعت محدود کنید.
- تا حد امکان، لجن آب را تخلیه کنید. برای کنترل کیفیت، نمونه‌ای از لجن آب را برای آزمایش pH، مواد جامد معلق و BOD برداشت کنید.
- لجن ته‌نشین شده را برای مرحله دوم هضم یا دفع نهایی تخلیه کنید. بیشتر واحدهای تصفیه کوچک از بستر شنی[2] برای آبگیری و خشک کردن لجن و سپس اضافه نمودن خاک به آن و دفع نهایی استفاده می‌کنند. اگر لجن خام دارای غلظت ۰/۵ تا ۱ درصد مواد جامد فرار است، لجن خارج شده از بستر شنی دارای غلظت مواد جامد تا ۶ درصد خواهد بود. برای کنترل کیفیت از لجن تخلیه شده، نمونه‌برداری کنید. لجن ته‌نشینی اولیه پس از هضم هوازی غلظت مواد جامد بیشتری را دارا خواهد بود.
- اگر انعطاف واحد تصفیه اجازه داد، تغذیه لجن به هاضم را برای مدتی ادامه دهید. توصیه شده است که حجم و غلظت لجن تغذیه شده‌ای که روزانه به هاضم اضافه می‌شود یکنواخت باشد. در برخی از تصفیه‌خانه‌ها، ته‌نشینی و تخلیه لجن، هفته‌ای یکبار ولی تغذیه لجن به هاضم به‌صورت روزانه انجام می‌شود. بنابراین، حجم لجن در هاضم، هر روز، به‌طور پیوسته افزایش یافته تا هنگام جداسازی جامد از مایع و تخلیه فرا رسد.

---

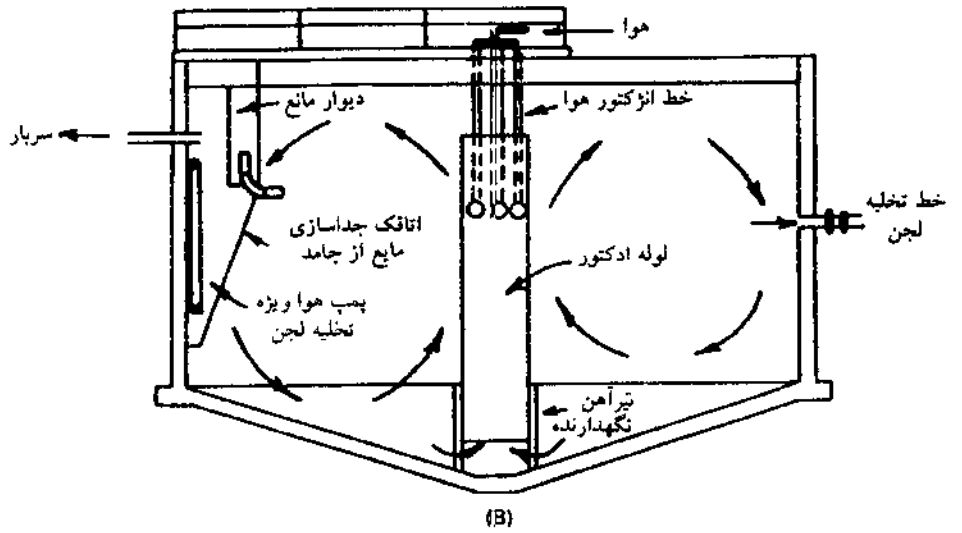
1 - Continuous Process

2 - Sand Beds

omoorepeyman.ir



شکل ٤-١٣- نمونه ای از هاضم هوازی با عملکرد نوبتی



شکل ٤-١٤- نمونه ای از هاضم هوازی با عملکرد پیوسته

omoorepeyman.ir

۴-۳-۴-۴ پمپاژ

در فرآیند هضم هوازی، برای انتقال لجن، از تلمبه‌های مختلفی استفاده می‌شود. تلمبه‌های گریز از مرکز[1] و پیستونی[2] از رایج‌ترین تلمبه ها برای انتقال و تخلیه لجن در این فرآیند است.

۴-۴-۴ عملکرد فرآیند[3]

پارامترهایی که برای ارزیابی عملکرد فرآیند هضم هوازی به‌کار گرفته می‌شوند عبارتند از :

- درجه کاهش مواد جامد،
- نرخ مصرف اکسیژن ،
- کیفیت لجن آب ،
- ویژگی‌های آبگیری لجن ،
- کاهش غلظت آمونیاک ،
- کاهش میکروارگانیسم‌های بیماری زا (پاتوژنیک[4])، و
- شکل ظاهری مواد جامد باقی‌مانده.

عملکرد و داده‌های بهره‌برداری در یک هاضم هوازی «نوبتی» در جدول ۴-۹ آورده شده است. حدود حذف مواد جامد فرار ۲۱ تا ۴۶ درصد است که به عوامل متعددی ازجمله زمان ماند و درجه حرارت بستگی دارد.

۴-۴-۴-۱ کاهش مواد جامد

اگر هاضم هوازی در درجه حرارت و SRT بهینه مورد بهره‌برداری قرار گیرد، میزان حذف مواد جامد آن معادل میزان حذف مواد جامد در هاضم‌های غیرهوازی خواهد بود. درصد مواد جامد فرار در لجن تغذیه شده، برحسب فرآیند تصفیه فاضلاب و نوع فاضلاب متفاوت است. با افت درجه حرارت، SRT افزایش یافته و در درجه حرارت‌های کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش مواد جامد قابل تجزیه بیولوژیکی در حد کمی انجام می‌پذیرد. شکل ۴-۱۵ ارتباط بین درجه حرارت، SRT و کاهش مواد جامد در هضم هوازی را نشان می‌دهد.

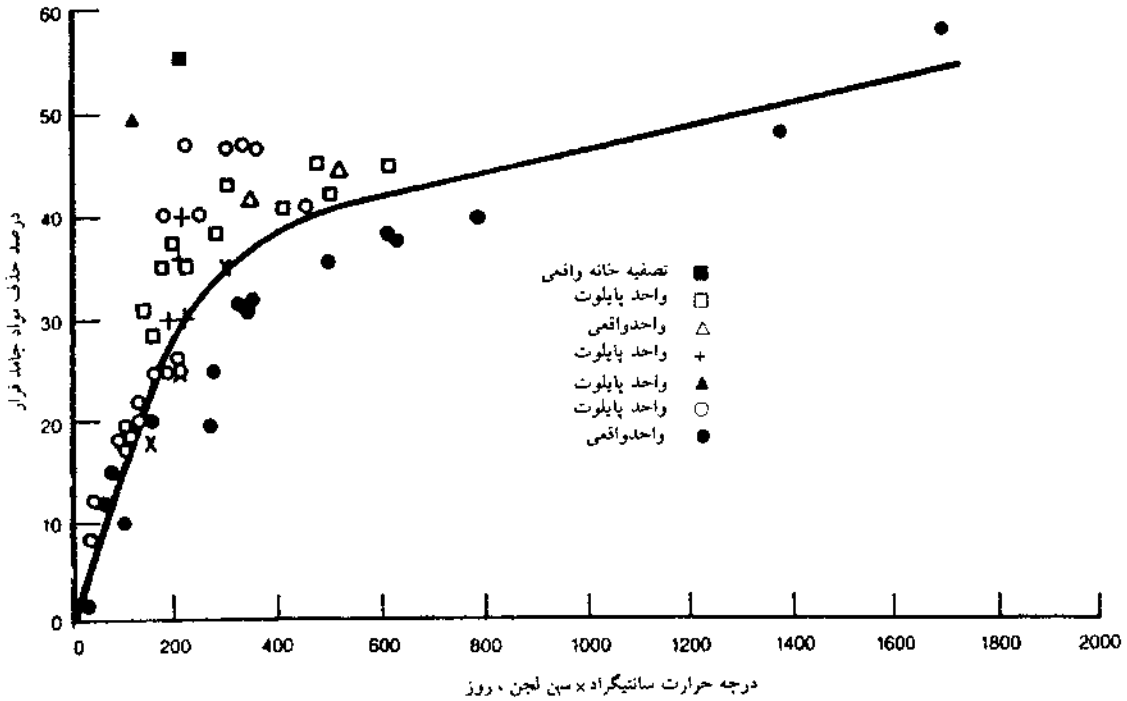
۴-۴-۴-۲ کاهش مواد آلی محلول

جدول ۴-۱۰ نمونه‌ای از ویژگی‌ها و حدود غلظت مواد تشکیل‌دهنده لجن آب را نشان می‌دهد. با کنترل SRT کیفیت لجن آب نیز بهبود می‌یابد.

---

1 - Centrifugal Pumps
2 - Positive Displacement Pumps
3 - Process Performance
4 - Pathogenic Organisms

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۵- حذف مواد جامد فرار به‌عنوان تابعی از درجه حرارت و سن لجن

۴-۴-۴-۳ کاهش میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا

مقدار کاهش میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در هضم هوازی، به درجه حرارت و SRT بستگی دارد. کاهش میکروارگانیسم‌ها به یک‌دهم تعداد اولیه[1] در درجه حرارت ۳۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۵ روز، یا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۳۰ روز انجام می‌پذیرد. کاهش باکتری‌های بیماری‌زا، مانند مواد جامد در درجه حرارت‌های کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد به کندی انجام می‌گیرد، در حالی‌که در درجه حرارت‌های بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، کاهش چشمگیری دیده می‌شود.

۴-۴-۴-۴ کاهش آمونیاک

در هضم هوازی، به‌طور معمول عمل نیتریفیکاسیون اتفاق می‌افتد، بنابراین غلظت نیترات‌ها در این فرآیند، افزایش می‌یابد. از دیدگاه فرآیندی، این عمل از اهمیت کمی برخوردار است.

1 - One Order of Magnitude

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۹- داده‌های بهره‌برداری در هضم هوازی مخلوطی از لجن تهنشینی اولیه و لجن فعال مازاد [1-6]

زمان ماند روز	درجه‌حرارت °F	حذف مواد جامد فرار (٪)	pH	قلیائیت (میلی‌گرم برلیتر)	نیتروژن - آمونیاک (میلی‌گرم بر لیتر)	نیتروژن - نیتریت (میلی‌گرم بر لیتر)	نیتروژن - نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)
۵	۵۹	۲۱	۷/۶	۵۱۰	۵۴/۰		
۱۰	۵۹	۳۲	۷/۶	۳۸۰	۳/۲	۱/۲۸	۶۴
۳۰	۵۹	۴۰/۵	۶/۶	۸۱	۴/۰	۰/۳۶	۱۷۰
۶۰	۵۹	۴۶	۴/۶	۲۳	۳۸/۰	۰/۲۳	۸۳۵
۵	۶۸	۲۴	۷/۶	۵۹۰	۵۴/۰		
۱۰	۶۸	۴۱	۷/۶	۳۹۰	۴/۹	۰/۵۹	۶۰
۱۵	۶۸	۴۳	۷/۸	۵۶۰	۷/۰	۲/۲۷	۲۹
۳۰	۶۸	۴۴	۵/۴	۳۱	۲۸/۰	۰/۱۹	۲۷۵
۶۰	۶۸	۴۶	۵/۱	۳۵	۷/۰	۰/۵۱	۷۰۰
۵	۹۵	۲۶	۷/۹	۶۳۰	۱۴/۰	۰/۱۸	
۱۰	۹۵	۴۵	۸/۰	۵۴۰	۱۰/۰	۰/۰۸	

جدول ۴-۱۰- مشخصات لجن آب هاضم هوازی [1-6]

پارامتر	حدود	میزان نمونه
PH	۵/۹ – ۷/۷	۷/۰
BOD_5 ، میلی‌گرم بر لیتر	۹/۰ –۱۷۰۰	۵۰۰
BOD_5 ، صاف شده، میلی‌گرم بر لیتر	۴/۰–۱۸۳	۵۰
COD، میلی‌گرم بر لیتر	۲۸۸/۰–۸۱۴۰	۲۶۰۰
مواد جامد معلق، میلی‌گرم بر لیتر	۴۶/۰–۱۱۵۰۰	۳۴۰۰
نیتروژن کجلدال، میلی‌گرم بر لیتر	۱۰/۰–۴۰۰	۱۷۰
نیتروژن نیترات، میلی‌گرم بر لیتر	-	۳۰
کل فسفات، میلی‌گرم بر لیتر	۱۹/۰–۲۴۱	۱۰۰
فسفر محلول، میلی‌گرم بر لیتر	۲/۵–۶۴	۲۵

omoorepeyman.ir

۴-۴-۴-۵ ویژگی‌های لجن هضم شده

اگر لجن هضم شده، طی فرآیند هوازی با سایر لجن‌ها (از نظر کیفی) مقایسه شود، این نوع لجن از نظر خاصیت ته‌نشینی و آبگیری بدتر است. با وجود این، لجن هضم شده به‌دست آمده از هاضم‌های مورد بهره‌برداری درست را می‌توان روی بسترهای شنی ویژه خشک‌کردن لجن و یا در وسایل آبگیری مکانیکی لجن، خشک نمود.

زمان ماند لجن، SRT کم، خاصیت آبگیری را تقویت می‌کند در حالی‌که هوادهی طولانی، موجب کاهش آن می‌شود. در واحدهای تصفیه دارای هاضم‌های هوازی متعدد، به‌طور معمول تعدادی از هاضم‌ها را به‌کار می‌گیرند تا هم انعطاف کافی در عملیات حفظ شود و هم مدت زمان هضم کاهش یابد.

بو، یکی از مسایل هضم هوازی لجن است. مواد آلی باقی‌مانده در لجن، بو را در این فرآیند به‌وجود می‌آورد. هضم هوازی درست لجن به‌دست آمده از تصفیه فاضلاب شهری، هرچند با بوی نامطبوع همراه است ولی اغلب این موضوع، وضعیت حادی را ایجاد نمی‌کند.

۴-۴-۴-۶ بارگذاری راکتور[1]

هنگام راه‌اندازی راکتور، باید بارگذاری را با دقت انجام داد تا به هاضم، بار زیاد تحمیل نشود. لجن خام، براساس برنامه ویژه‌ای باید به هاضم تغذیه شود. همواره باید از سیستم هوادهی، برای حفظ غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر اکسیژن محلول استفاده نمود. باید دقت شود که هوادهی همراه با کف زیاد نباشد. اگر حجم اولیه لجن برای پرکردن هاضم کافی نیست، می‌توان برای کمک به پرکردن هاضم از فاضلاب خام استفاده کرد. باید تغذیه روزانه لجن به هاضم را بر پایه برنامه معینی و ترجیحاً برای مدت هرچه طولانی‌تر تنظیم کرد.

۴-۴-۴-۷ کنترل pH

عمل نیتریفیکاسیون اغلب به غلظت اکسیژن بیش از ۳ میلی‌گرم بر لیتر نیازمند است. اگر برای میکروارگانیسم‌ها درجه حرارت و غلظت کافی وجود داشته باشد، کنترل pH برای نیتریفیکاسیون ضروری خواهد بود. این حالت فقط درخصوص فاضلاب‌هایی با غلظت ازت آمونیاکی بالا (بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) مطرح می باشد. چنین وضعی در بیشتر هاضم‌های هوازی دیده نمی‌شود.

۴-۴-۴-۸ پایش بهره‌برداری

در بیشتر بخش‌ها، هضم هوازی، یکی از فرآیندهای خود کنترل‌کننده است، مگر این‌که هاضم بیش از حد تغذیه شده باشد و یا دستگاه‌ها و وسایل ازکار بیفتند. حفاظت مستمر از فرآیند به آزمایش‌های مستمر و بازرسی برنامه‌ریزی شده وسایل مکانیکی، برقی و کنترل، محدود می‌شود.

---

1 - Reactor Loading

omoorepeyman.ir

۴-۴-۵ رفع سریع مشکلات[1] بهره‌برداری

بهره‌بردار از فهرست زیر عملکرد هاضم هوازی را ارزیابی می‌کند:

- بازرسی غلظت اکسیژن محلول: این غلظت باید حداقل معادل ۱ میلی‌گرم بر لیتر باشد.
- بازرسی زمان ماند لجن: این زمان باید برای لجن فعال اضافی بین ۱۰ تا ۱۵ روز و برای مخلوطی از لجن ته‌نشینی اولیه و لجن فعال اضافی بین ۱۵ تا ۲۰ روز باشد.
- بازرسی کاهش مواد جامد فرار: این کاهش بین ۴۰ تا ۵۰ درصد است. اگر درجه حرارت کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد است، این کاهش ممکن است به ۳۰ تا ۴۰ درصد برسد مگر زمان ماند لجن به زمان ماندی طولانی افزایش یابد.
- بازرسی pH هاضم: این pH باید معادل ۶/۵ باشد.

اگر هریک از موارد فهرست بالا مقادیر غیرعادی را نشان دهد، به جدول ۴-۱۱ مراجعه کرده و به نکات مشروح زیر توجه گردد:

- گرفتگی پخشآنهای سیستم هوادهی: روزنه‌های این پخشآنها، ممکن است هنگام جداسازی مایع از جامد توسط تکه‌های کهنه یا دانه‌های سنگین بسته شود. به‌همین خاطر از به‌کارگیری پخشآنهای سرامیک و ایجاد کننده حباب‌های ریز خودداری شود.
- غلظت کم اکسیژن محلول: بازده نازل سیستم هوادهی یا بارگذاری زیاد، موجب افت غلظت اکسیژن محلول در هاضم خواهد شد. بنابراین باید به‌صورت مداوم، جریان هوا و فشار در لوله‌های هوا بازرسی شود. در خصوص هواده‌های مکانیکی، سطح مایع باید براساس دستور سازنده در حد معینی حفظ شود و گاه گاهی، میزان توان منتقل شده به محور اندازه‌گیری شود.
- بوی نامطبوع و شدید لجن هضم شده: بوی نامطبوع به خاطر افت میزان اکسیژن محلول ایجاد می‌شود. برای رفع آن، میزان هوادهی را بالا برده تا اکسیژن محلول حداقل به ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر برسد. در ضمن باید بار مواد آلی را نیز کاهش داد. اگر هیچ‌یک از مقدمات یاد شده مؤثر واقع نشد، می‌توان مواد شیمیایی مانند پرمنگنات پتاسیم[2] یا پراکسید هیدروژن[3] را به لجن اضافه نمود تا مواد بوزا را اکسیده کنند.
- کف زیاد : با عواملی مانند بار آلی زیاد یا میکروارگانیسم‌های رشته‌ای در لجن خام موجود، کف زیاد می‌شود. برای رفع این دشواری، باید از آب پاش‌های ضد کف، کم کردن هوادهی و مواد شیمیایی ضد کف استفاده کرد. برای جلوگیری از رقیق شدن لجن (به علت استفاده از آب پاش)، باید این آب پاش‌ها را گاه گاهی روشن و سپس خاموش کرد.

---

1 - Troubleshooting
2 - Potassium Permanganate
3 - Hydrogen Peroxide

omoorepeyman.ir

- رسوب مواد جامد: شاید دانه‌ها یا مواد جامد سنگین، وارد هاضم شده و هوادهی و وسایل اختلاط نتوانند از رسوب آنها جلوگیری کنند؛ در این حالت، این مواد پس از هر جداسازی جامد از مایع، در هاضم رسوب می‌کنند. برای رفع آن، بهتر است کار حوض دانه‌گیر بازرسی شود یا از سیستم قوی‌تری برای اختلاط یا هوادهی استفاده گردد.
- pH کم: در هاضم‌های مسقف، نیتریفیکاسیون و تجمع گاز کربنیک موجب افت pH می‌شوند. برای رفع این دشواری، باید همواره قلیائیت و نیترات در لجن آب پایش شده و میزان گاز کربنیک در هوای زیر سقف، اندازه‌گیری شود. برای بالابردن pH، می‌توان به هاضم آهک یا سود سوزآور اضافه نمود. بی‌کربنات سدیم و کربنات سدیم نیز کاربرد دارند.
- یخ‌زدگی: هنگام یخبندان شدید و طولانی، ممکن است سطح هاضم یخ‌زده و به سیستم هوادهی مکانیکی آسیب وارد کند. برای رفع این دشواری، باید لایه یخ شکسته شده و برای نرم کردن لایه از هوای گرم استفاده کرد، در صورت امکان، می‌توان هاضم را با پوششی موقتی پوشاند.

۴-۴-۶ نگهداری و تعمیرات

در هاضم‌های هوازی، بخش‌های کلیدی که کنترل و بازرسی مستمری را می‌طلبند عبارتند از :

- سیستم هوادهی و تأمین اکسیژن،
- وسایل اختلاط و پمپاژ، و
- وسایل کنترل فرآیند و ابزار دقیق.

لازمه کنترل هوادهی، بازرسی و سرویس وسایل هوادهی مانند پخشآنها یا هوادهی مکانیکی (حداقل در سال یکبار) می‌باشد. اگر لازم باشد، برای بازرسی و تعمیر باید مخزن را به‌طور کامل تخلیه کرد. بهتر است این کار در تابستان انجام گیرد چون راه‌اندازی مجدد ساده‌تر خواهد بود.

همه ساله برای یافتن بخش‌های فرسوده به ویژه تیغه‌ها[1] و پروانه‌های پمپ[2] و تعویض یا تعمیر آنها باید وسایل اختلاط و پمپاژ را بازرسی و کنترل کرد. روغن‌کاری باید براساس برنامه توصیه شده توسط سازندگان وسایل انجام پذیرد.

برای بازرسی و تعمیرات وسایل کنترل، باید از کادرهای آموزش‌دیده ویژه و یا طی قرارداد خاصی از خدمات افراد متبحر استفاده نمود.

برای مدیریت درست در بهره‌برداری، تقسیم درست کارها و استفاده بهینه از نیروی کار موجود، ضرورت دارد. آموزش کارکنان و بالابردن سطح دانش فنی آنها نیز، به بهره‌برداری درست کمک می‌کند، بنابراین نباید از آن غافل شد.

رکوردبرداری و ثبت داده‌های بهره‌برداری، برای پیگیری اطلاعات و یافتن وضعیت بهینه بهره‌برداری از اهمیت بالایی برخوردار است. برای سادگی کار در رکوردبرداری، بهتر است از فرم‌های از قبل تهیه شده یا سیستم رایانه‌ای استفاده نمود.

---

1 - Blades
2 - Impellers

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۱- رفع سریع[1] مشکلات بهره‌برداری

مؤلفه‌ها و یا مشاهدات	علل احتمالی	بازرسی و پایش	راه‌حلها
ایجاد کف زیاد	بار مواد آلی زیاد	بار مواد آلی	میزان تغذیه را کم کنید. مواد جامد را در هاضم با جداسازی جامد از مایع و باز چرخش مواد جامد افزایش دهید.
	هوادهی زیاد	اکسیژن محلول	هوادهی را کم کنید.
افت غلظت اکسیژن محلول	مسدود شدن پخشان‌ها	جداسازی جامد از مایع و سپس تخلیه محتوی و بازرسی پخشان‌ها	پخشان‌ها را تمیز کنید و یا آنها را با پخشان‌های حباب درشت تعویض کنید.
	سطح نامناسب مایع	بازرسی مشخصات فنی خصوصی وسایل	سطح مایع را به حد صحیح آن برسانید.
	عملکرد بد دمنده‌ها	بازرسی جریان هوا، فشار هوا در لوله‌ها، شیرآلات	نشتی‌های لوله‌ها را تعمیر کنید، شیرها را به‌طور صحیح تنظیم نمایید و دمنده را نیز تعمیر کنید.
	بارگذاری زیاد مواد آلی	بازرسی بار مواد آلی	میزان تغذیه را کم کنید.
بوی بد لجن	زمان‌ماند (SRT) غیرکافی	زمان‌ماند (SRT)	میزان تغذیه را کم کنید.
	هوادهی غیرکافی	بالابردن اکسیژن محلول تا یک میلی‌گرم بر لیتر	هوادهی را افزایش و یا میزان تغذیه را کاهش دهید.
تشکیل یخ بر روی هواده‌های مکانیکی	فصل یخ‌بندان طولانی	بازرسی سطح هاضم برای یافتن بلوک‌های یخ	لایه یخ را قبل از آسیب رساندن شدید، شکسته و تخلیه نمایید.
افت pH به حد غیرمطلوب (کمتر از ۶ تا ۶/۵)	نیتریفیکاسیون و غلظت کم قلیاییت	بازرسی pH سربار	به خط تغذیه لجن بیکربنات سدیم اضافه کرده و یا آهک و یا هیدروکسید سدیم به هاضم اضافه کنید.
	افزایش گاز کربنیک در فضای زیر سقف هاضم مسقف و انحلال آن در لجن	———	گاز کربنیک را از فضا تخلیه کنید.

1 - Troubleshooting

@omoorepeyman.ir

۴-۵ روش‌های تغلیظ و آبگیری لجن[1]

هدف اولیه از تغلیظ لجن، کاهش حجم لجنی است که بعداً باید فرآیندهای تکمیلی دیگری روی آن اعمال شود. در فرآیند تغلیظ لجن، اگر مواد جامد آن از ۰/۵ درصد به ۴ درصد افزایش یابد، حجم آن ۸ برابر کاهش می‌یابد و این کاهش، با تسهیل بهره‌برداری و کاهش حجم تأسیسات، مواد شیمیایی و انرژی مورد نیاز مترادف می‌باشد.

روش‌های متداول تغلیظ و آبگیری لجن، به‌طور کلی به شرح زیر است :

- روش ثقلی[2]،
- روش شناورسازی به کمک حباب‌های هوای انحلال یافته در فاز مایع[3]،
- روش گریز از مرکز[4]،
- روش صافی‌های نواری تحت فشار با حرکت افقی[5]،
- روش صافی‌های فشاری[6]،
- روش صافی‌های تحت خلأ[7]، و
- روش بستر لجن (آبگیری به روش صافی‌های شنی[8]).

با توجه به این‌که برای تغلیظ و آبگیری لجن حاصل از تصفیه فاضلاب شهری در معدود تصفیه‌خانه‌های کشور که به سیستم تصفیه لجن مجهز می‌باشند بیشتر از دو روش تغلیظ ثقلی و یا گریز از مرکز بهره‌گیری شده است، در این دستورالعمل نیز برای پرهیز از طولانی‌شدن کلام تنها به بحث درباره دو روش تغلیظ یاد شده فوق بسنده گردیده است.

۴-۵-۱ فرآیند تغلیظ ثقلی لجن

همان‌طورکه پیش از این اشاره شد، در این روش، جداسازی مواد معلق در فرآیند ته‌نشینی ثقلی می‌تواند به شکل‌های زیر صورت پذیرد[9]:

- ته‌نشینی مواد معلق به‌صورت ذرات مستقل از یکدیگر،
- ته‌نشینی لایه‌ای[10] (زونی)، و
- ته‌نشینی فشرده.

---

1 - Sludge Thickening Methods

2 - Gravity Thickening Method

3 - Dissolved Air Floatation Method

4 - Centrifugal Thickening Method

5 - Filter Belt Thickening Method

6 - Filter Press Thickening Method

7 - Vacuum Filter Thickening Method

8 - Sand Filter

۹- به مبحث ته‌نشینی در نشریه شماره ۱۷۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (راهنمای بهره‌برداری و نگهداری واحدهای تصفیه‌خانه آب) مراجعه فرمایید.

10 - Zone Settling

omoorepeyman.ir

تئوری غالب در فرآیند تغلیظ ثقلی لجن همان ته‌نشینی لایه‌ای می‌باشد که در این ارتباط سرعت ته‌نشینی لجن به‌طور ایده‌آل تنها متناسب با غلظت مواد جامد آن در نظر گرفته می‌شود، همچنین فرض می‌شود که بارگذاری نیز، فقط به غلظت مواد جامد لجن بستگی دارد هرچند که این مفروضات، ممکن است در عمل دقیقاً درست نباشد به خصوص وقتی غلظت مواد جامد لجن مقادیر زیادی را دربرگیرد.

لجن آب حاصل از تغلیظ کننده ثقلی لجن، به تصفیه‌خانه برگشت داده می‌شود؛ برگشت لجن آب صاف شده می‌تواند مقدار مواد معلق جامد و همین‌طور BOD را در تصفیه‌خانه کنترل نماید.

مواد معلق موجود در سرریز تغلیظ‌کننده که خوب عمل می‌کند، اغلب کمتر از ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است و می‌توان آن را به ورودی بخش ثانویه تصفیه‌خانه انتقال داد، در حالی که لجن آب خروجی از یک تغلیظ کننده را که بهره‌برداری آن رضایت‌بخش نیست باید به حوض‌های زلال‌ساز اولیه برگشت داد. باید توجه نمود که لجن‌آب خروجی از تغلیظ‌کننده‌های ثقلی لجن، می‌تواند منشاء بوی نامطلوب باشد.

رقیق‌کردن لجن ورودی به تغلیظ‌کننده ثقلی لجن با پساب خروجی (از مرحله ثانویه تصفیه‌خانه) در بیشتر موارد، سبب بهبود شرایط بهره‌برداری می‌شود. بارگذاری تغلیظ‌کننده ثقلی لجن را می‌توان به‌صورت میزان بار جامدات یا میزان سرریز آن در نظر گرفت.

مقدار بارگذاری متعارف تغلیظ‌کننده‌های ثقلی لجن، برای لجن به‌دست آمده از مرحله اول تصفیه حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع بر روز پیشنهاد شده است، در حالی‌که نرخ متعارف بارگذاری برای لجن فعال ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم بر مترمربع بر روز می‌باشد.

میزان سرریز تغلیظ‌کننده‌های ثقلی لجن، به‌طور کلی در حدود ۱۶ تا ۳۲ متر مکعب بر مترمربع بر روز است. میزان سرریز خروجی از تغلیظ‌کننده ثقلی لجن، با افزایش مقدار لجن به‌دست آمده از مرحله ثانویه تصفیه کاهش می‌یابد.

• انواع لجن و عوامل مؤثر در عملکرد تغلیظ‌کننده لجن	
لجن اولیه	• بر اثر نیروی ثقل به سرعت تغلیظ می‌شود. • تمایل به ته‌نشینی سریع دارد . • لجن بدون استفاده ازمواد شیمیایی، تغلیظ می‌شود.
لجن فعال مازاد	• دارای سرعت ته‌نشینی کم است . • در مقابل متراکم شدن مقاومت می‌نماید. • تمایل به ایجاد لایه‌های شناور دارد.
دما	• دمای (^{oC} ۱۵ تا ۲۰) قابل قبول است به شرطی که نسبت مقدار لجن مرحله ثانویه به مرحله اولیه بین ۱ : ۴ تا ۱ : ۶ باشد. • دمای بالاتر لجن، به احتمال زیاد نیاز به رقیق‌کردن لجن ورودی به تغلیظ‌کننده را مطرح می‌نماید.

omoorepeyman.ir

خردکن (آسیاب) ورودی	• زواید درشت را خرد کرده و در نتیجه به ته‌نشینی کمک می‌کند.
مواد شیمیایی افزودنی	• تغلیظ لجن را بهبود می‌بخشند.
جمع‌آوری‌کننده دلمه	• بوی نامطلوب را کاهش داده و ظاهر بهتری را برای تغلیظ‌کننده فراهم می‌آورد.

۴-۵-۱-۱ شرح ساختمان و تجهیزات

- تغلیظ‌کننده‌های ثقلی لجن (شکل ۴- ۱۶) اغلب، حوض‌های مدوری هستند که عمق آنها در کناره حدود ۳ تا ۴ متر و قطر آنها به‌طور متعارف، تا حدود ۲۵ متر می‌رسد.
- کف این حوض‌ها دارای شیب (۱:۳ تا ۱:۶) می‌باشد.
- در مواردی نیز، تغلیظ‌کننده‌های ثقلی لجن را با مقطع مربع مستطیل هم طراحی می‌کنند، اما کارکرد آنها اغلب رضایت‌بخش نیست.
- به‌طور کلی، تجهیزات این حوض‌ها باید قوی‌تر از نوع مشابه در حوض‌های زلال‌ساز طراحی شوند، زیرا باید گشتاور بیشتری را تحمل کنند.

در مواردی که حوضچه باید پذیرای لجن متراکم یا لزجت بیش از حد متعارف لجن باشد، تجهیزات لجن‌روب و متراکم‌کننده لجن را به‌صورتی طراحی می‌نمایند که اگر گشتاور بیش از حدی به سیستم تحمیل گردد، بتوان تجهیزات را به کمک جرثقیل از داخل بیرون کشید و پس از تخلیه و تعدیل شرایط لجن، دوباره تجهیزات لجن‌روب متراکم‌کننده لجن را در محل خود قرار داد.

سرعت سیستم لجن‌روب تغلیظ‌کننده لجن، درقسمت انتهایی آن به حدود ۰/۰۸تا ۱ متر بر ثانیه می‌رسد.

تغلیظ‌کننده ثقلی لجن می‌تواند به وسایل زیر مجهز شود:

- لوله تخلیه گاز ایجاد شده از فعل و انفعالات بیوشیمیایی لجن از اعماق حوض
- سیستم محرکه با دور متغیر قابل تنظیم برای اختلاط بهتر لجن و آزادسازی حباب‌های گاز به دام افتاده در لجن و جلوگیری از سوراخ شدن لایه فوقانی دلمه

توجه: لازم به یادآوری است که بهره‌برداری طولانی مدت از سیستم محرکه با سرعت زیاد، سبب کاهش میزان مواد جامد لجن خروجی و عمر مفید سیستم محرکه می‌شود.

- تجهیزات جمع‌آوری و دفع دلمه

از دیگر تجهیزات اضافی، می‌توان به پمپ لجن از نوع جابه‌جایی مثبت (مانند پمپ‌های پیستونی و دیافراگمی و ...)، نمایشگر بستر لجن از نوع نوری یا فراصوتی، ساعت راه‌انداز پمپ لجن با قابلیت برنامه‌ریزی زمانی اشاره کرد. جدول ۴-۱۲ اطلاعاتی راجع به تغلیظ کننده‌های ثقلی در ارتباط با انواع لجن ارائه می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۲- اطلاعاتی راجع به تغلیظ‌کننده‌های ثقلی در ارتباط با انواع لجن‌ها [1-6]

نوع لجن	غلظت جامدات در لجن ورودی به تغلیظ‌کننده (٪)	غلظت جامدات در لجن خروجی (٪)	مقدار بارگذاری جامدات (کیلوگرم برمترمربع بر روز)
لجنهای مجزا :			
لجن به‌دست آمده از مرحله اولیه (PRI)[1]	۰/۱-۶	۵-۱۰	۹۷/۶-۱۴۶/۴
لجن به‌دست آمده از صافی چکه‌ای (TF)[2]	۱-۴	۳-۶	۳۹/۴-۴۸/۸
راکتورهای بیولوژیکی دوار[3] (RBC)	۱-۳/۵	۲-۵	۳۴/۲-۴۸/۸
لجن فعال مازاد[4] (WAS) (هوادهی)	۰/۵-۱/۵	۲-۳	۱۹/۵-۳۹
لجن فعال مازاد (WAS) (اکسیژن‌دهی)	۰/۵-۱/۵	۲-۳	۲۴/۴-۳۹
لجن فعال مازاد (WAS) (هوادهی ممتد)	۰/۲-۱	۲-۳	۲۴/۴-۳۹
لجن هضم شده بی‌هوازی (لجن خروجی از هاضم اولیه)	۸	۱۲	۱۱۷/۱
لجن آماده شده با حرارت (فقط PRI)	۳-۶	۱۲-۱۵	۱۹۵-۲۴۴
لجن آماده شده با حرارت (PRI+WAS)	۳-۶	۸-۱۵	۱۶۴/۴-۱۹۵
لجن آماده شده با حرارت (فقطWAS)	۰/۵-۱/۵	۶-۱۰	۹۷/۶-۱۶۴/۴
لجن به‌دست آمده از مرحله سوم (با آهک زیاد)	۳-۴/۵	۱۲-۱۵	۱۱۷/۱-۲۹۷/۷
لجن به‌دست آمده از مرحله سوم (با آهک کم)	۳-۴/۵	۱۰-۱۲	۴۸/۸-۱۶۴/۴
لجن به‌دست آمده ازمرحله سوم (با ترکیبات آهن)	۰/۵-۱/۵	۳-۴	۹/۷-۴۸/۸
سایر لجن‌ها :			
PRI + WAS	۰/۵-۱/۵	۴-۶	۲۴/۴-۶۸/۳
PRI + TF	۲-۶	۵-۹	۵۸/۵-۹۷/۶
PRI + RBC	۲-۶	۵-۸	۴۸/۸-۸۷/۸
ترکیبات آهن + PRI	۲	۴	۲۹/۲
آهک کم + PRI	۵	۷	۹۷/۶
آهک زیاد + PRI	۷/۵	۱۲	۱۱۷/۱
(ترکیبات آهن + WAS) + PRI	۱/۵	۳	۲۹/۲
(آلوم + WAS) + PRI	۰/۲-۰/۴	۴/۵-۶/۵	۵۸/۵-۷۸/۱
TF + (ترکیبات آهن + PRI)	۰/۴-۰/۶	۶/۵-۸/۵	۶۸/۳-۹۷/۶
WAS + (ترکیبات آهن + PRI)	۱/۸	۳/۶	۲۹/۲
WAS + TF	۰/۵-۲/۵	۲-۴	۱۹/۵-۳۹
لجن هضم شده بی‌هوازی : (PRI + WAS)	۴	۸	۶۸/۳
لجن هضم شده در فرآیند بی‌هوازی (ترکیبات آهن + WAS)	۴	۶	۶۸/۳

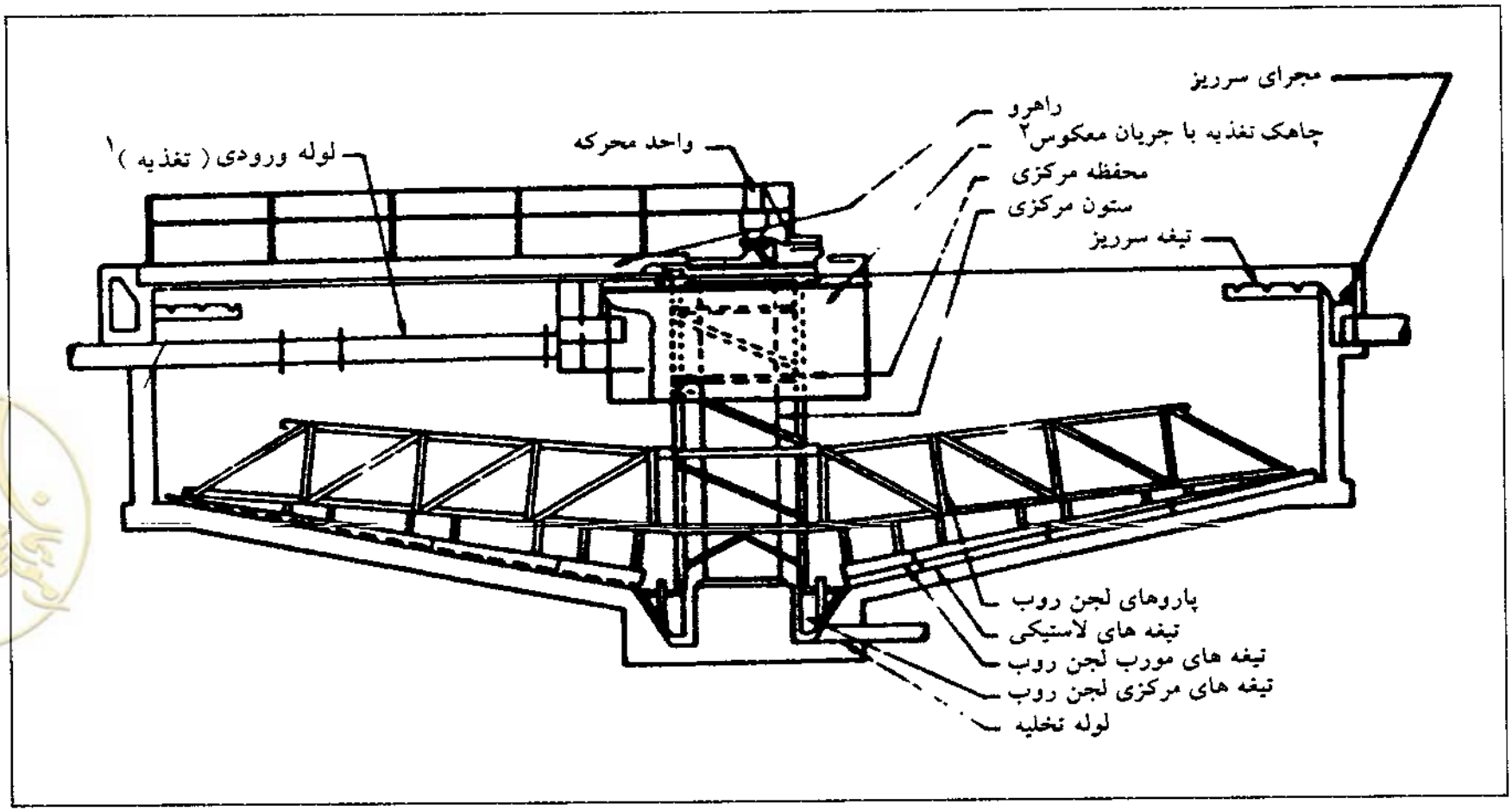
۱- لجن به‌دست آمده از مرحله اولیه تصفیه فاضلاب

۲- لجن به‌دست آمده از صافیهای چکه‌ای

۳- لجن کنتاکتور بیولوژیکی دوار

۴- لجن فعال مازاد

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۶- تغلیظ کننده ثقلی متعارف

1- Feed Pipe
2- Counterflow Feedwell

omoorepeyman.ir

۴-۵-۱-۲ دستورالعمل راه‌اندازی تغلیظ‌کننده

موارد زیر، باید هنگام راه‌اندازی تغلیظ‌کننده مورد توجه قرار گیرد:

- مجموعه لجن‌روب و تغلیظ‌کننده را کنترل کنید تا از صحت مدار قدرت و جهت گردش درست آن اطمینان حاصل کنید.
- مدارات و تجهیزات کنترل و ایمنی سیستم محرکه لجن‌روب و تغلیظ‌کننده را کنترل و از عملکرد درست آنها مطمئن شوید. در ضمن، از دستکاری آلارم و رله‌های مربوطه خودداری کنید و این کار را در صورت نیاز به متخصصین مربوطه واگذار نمایید.
- برای جلوگیری از وارد شدن خسارت به سیستم لجن‌روب حوض تغلیظ‌کننده، در زمانی که بار زیاد و در نتیجه گشتاور بیش از حدی به سیستم تحمیل می‌گردد، کار و توانایی آن‌را وقتی که حوض با آب پر شده است بررسی کنید.
- از راه‌اندازی سیستم لجن‌روب و تغلیظ‌کننده حوض، وقتی که لجن در آن متراکم و جمع شده است خودداری کنید. برای آن‌که سیستم تحت بار بیش از حد مجاز قرار نگیرد، باید لجن متراکم شده قبل از راه‌اندازی تخلیه شود.
- قبل از تلمبه کردن لجن حوض به واحدهای پایین‌دست آن، اجازه دهید مقدار لجن حوض تغلیظ‌کننده به حدی برسد که قیف تغذیه‌کننده لوله تخلیه لجن به‌طور کامل پر شود.
- وقتی که در حوض بستر لجن تشکیل شد، ارتفاع تیغه‌های سرریز را کنترل کنید. فرار ذرات ریز لجن از سرریز، بیانگر سرعت بیش از حد در آن منطقه از حوض است که باید تیغه‌های سرریز به‌طور مناسب تنظیم گردد.
- سیستم جمع‌آوری دلمه را به‌صورتی تنظیم کنید که تا حد ممکن دلمه حوض را جمع‌آوری و تخلیه نماید؛ ضمن آن‌که حداقل لجن آب همراه با دلمه از حوض خارج شود.
- از راه‌اندازی حوض تغلیظ‌کننده لجن، وقتی که در آن یخ‌زدگی مشاهده می‌شود خودداری نمایید. وقتی حوض تخلیه می‌شود، باید دقت کرد که آب باقی‌مانده در لوله‌ها نیز به‌طور کامل خالی شود تا دچار خسارات ناشی از یخ‌زدگی نگردد.

۴-۵-۱-۳ کنترل عملیات بهره‌برداری

برای بهره‌برداری بهینه در تغلیظ کننده‌های لجن، توجه به نکات زیر ضروری است :

- برای بهره‌برداری مطلوب از یک تغلیظ‌کننده ثقلی لجن، باید با عبوردادن لجن ورودی از توری از ورود زوایدی مثل پارچه و الیاف جلوگیری کرد تا لجن ورودی، به صورت یک جریان پیوسته و مناسب به حوض تلمبه شود. اگر این مسئله ممکن نباشد، تغذیه حوض به‌طور ناپیوسته باید به صورتی برنامه‌ریزی شود که هرچه بیشتر به جریان پیوسته نزدیک‌تر باشد. تغذیه حوض با جریان پیوسته لجن، هم سبب بهبود شرایط بستر لجن شده و هم تولید گاز و شناورشدن لجن را کاهش می‌دهد.

omoorepeyman.ir

- به‌طورکلی موفقیت در بهره‌برداری از حوض، به تلمبه‌کردن پیوسته و کم لجن در زمانی طولانی بستگی دارد.
- وقتی قرار است مخلوطی از لجن به‌دست آمده از مرحله اولیه و ثانویه به حوض تغلیظ‌کننده انتقال داده شود باید لجن‌ها از قبل مخلوط و با آبی که می‌تواند پساب خروجی از تصفیه‌خانه باشد رقیق شود. افزایش آب رقیق کننده لجن برای امکان‌پذیر شدن برقراری بار هیدرولیکی ثابت است ضمن آن‌که به عنوان اکسیدان هم عمل می‌نماید و DO بیشتر لجن ورودی، در مقابل میل به لایه‌بندی بستر لجن مقاومت می‌نماید.
- لجن اولیه PRI، بدون استفاده از مواد شیمیایی در تغلیظ‌کننده ثقلی به سادگی تغلیظ می‌شود ولی برای تغلیظ لجن WAS توجه بیشتری لازم است، این نوع لجن، سطح بزرگ‌تری در واحد حجم دارد و بدین ترتیب سرعت ته‌نشینی و تراکم‌پذیری کمتری دارد.
- لجن فعال بیولوژیک، در تغلیظ‌کننده ثقلی، به لایه‌بندی شدن تمایل دارد و به این ترتیب باعث تولید گاز و شناورشدن لجن تراکم یافته می‌شود.

  وقتی نسبت جامدات لجن اولیه به جامدات لجن ثانویه حدود ۲۵٪ تا ۵۹٪ تغییر کرد، غلظت لجن خروجی از تغلیظ‌کننده تقریباً ثابت می‌ماند.
- اگر لجن فعال، تولید گاز کرده و در نتیجه لجن شناور شود، اضافه کردن مقادیر مناسبی از یک ماده شیمیایی باکتری‌کش مثل کلر- پرمنگنات پتاسیم یا آب اکسیژنه به لجن ورودی به حوض تغلیظ‌کننده می‌تواند تولید گاز، بو و پی‌آمدهای آن‌را کنترل کند.
- فرآیند تغلیظ ثقلی لجن نسبت به pH ، حساس است و بدین ترتیب باید pH محیط در حد مناسب حفظ شود.

  این فرآیند، به تغییرات دما نیز حساس است. بنابراین میزان بارگذاری باید متناسب با افزایش درجه حرارت کاهش یابد. در عمل اگر درجه حرارت در محدوده ۱۵ تا ^{oC} ۲۰ تغییر نماید باید میزان بارگذاری به کمترین حد ممکن کاهش یابد، ضمن آن‌که افزایش دما، رقیق‌شدن بیشتر لجن ورودی را طلب می‌نماید. برگشت جریان‌هایی با دمای بالا، مانند لجن آب خروجی از هاضم بی‌هوازی می‌تواند سبب ایجاد لایه‌بندی حرارتی در حوض تغلیظ‌کننده ثقلی شود.
- جمع‌آوری و دفع دلمه حوض تغلیظ‌کننده از نظر حفظ ظاهر و زیبایی، از اهمیت زیادی برخوردار است.
- ایجاد دلمه حجیم در حوض تغلیظ لجن می‌تواند سبب ایجاد مشکل بو شود، ضمن آن‌که جمع‌آوری و دفع لایه لجن سطحی (دلمه) در صورتی که سفت شود کار دشواری است و باید از ایجاد دلمه به این صورت جلوگیری شود.
- برقراری یک بستر لجن مطلوب در تغلیظ‌کننده ثقلی، وضعیت متراکم‌سازی و تغلیظ لجن را بهبود می‌بخشد.

omoorepeyman.ir

- تغییرات قابل قبول ارتفاع بستر لجن، با دمای محیط در ارتباط است بدین صورت که دمای بیشتر محیط، به ارتفاع کمتر بستر لجن نیازمند است. به‌طور کلی، بستر لجنی با ارتفاع ۰/۳ تا ۱/۵ متر باید در حوض تغلیظ لجن نگهداری شود.
- ارتفاع بستر لجن در محل خروج لجن از حوض، می‌تواند بر غلظت نهایی مواد جامد معلق لجن خروجی مؤثر واقع شود پس، با استفاده از این پدیده، بهره‌بردار باید به‌طور تجربی ارتفاع بستر لجن را به صورتی تعیین و نگهداری نماید که میزان غلظت نهایی مواد جامد معلق لجن خروجی را بهینه سازد ضمن آن‌که نتیجه کار نیز به دما بستگی دارد.

وقتی ارتفاع بهینه بستر لجن تعیین شد، باید مقدار تلمبه‌زنی لجن در حدی تنظیم گردد که ارتفاع بهینه بستر لجن حفظ شود. افزایش زمان‌ماند نیز می‌تواند آثاری منفی در برداشته باشد.

- در هیچ شرایطی نباید ارتفاع بستر لجن تا کف منطقه تغذیه‌کننده حوض پایین افتد.
- زمان‌ماند در حوض تغلیظ‌کننده ثقلی لجن، باید بین ۱ تا ۲ روز برای لجن مرحله اولیه (با توجه به دما) تنظیم شود.
- زمان‌ماند برای مخلوطی از لجن مرحله اولیه و لجن مرحله ثانویه تصفیه‌خانه، باید بین ۱۸ تا ۳۰ ساعت تنظیم شود. با توجه به دما، ایجاد زمان‌ماند بیشتر می‌تواند شرایط مطلوب بهره‌برداری را تغییر دهد. از جمله می‌تواند : ایجاد گاز کند، و نیاز به مواد شیمیایی در فرآیندهای بعدی در پایین دست را بیشتر سازد. جریان ورودی و خروجی حوض باید به‌طور پیوسته و به‌شکلی باشد که غلظت مواد جامد لجن خروجی تحت کنترل بوده و در حد مطلوب بماند.
- تلمبه کردن لجن تغلیظ شده به پایین دست حوض تغلیظ، باید حداقل با سرعتی برابر۰/۷۵ متر بر ثانیه انجام شود تا از رسوب کردن آن در مسیر جلوگیری شود. تلمبه‌زنی لجن با غلظت بیش از ۸٪ توصیه نمی‌شود.
- برای کاهش غلظت لجن استفاده از آب رقیق کننده توصیه می‌شود که می‌تواند در بهبود پساب خروجی از تصفیه‌خانه، یا پساب خروجی حوض هوادهی و یا پساب خروجی از مرحله ثانویه بسیار مفید باشد زیرا DO موجود در آن، فعالیت میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی را کاهش داده و از تولید گاز، بوی نامطلوب و شناورشدن لجن جلوگیری می‌کند.
- هنگام بهره‌برداری از حوض تغلیظ‌کننده، باید به نمایشگر گشتاور لجن‌روب و تغلیظ‌کننده و علایم هشداردهنده آن توجه داشت تا از بروز خسارت به سیستم (در اثر ورود بار بیش از حد به آن) به‌موقع جلوگیری شود و در صورت وارد شدن گشتاور بیش از حد به سیستم باید به‌طور موقت تلمبه‌زنی لجن به حوض تغلیظ‌کننده را از حالت پیوسته به حالت ناپیوسته تغییر داد تا شرایط کار تعدیل شود.
- در حالی‌که سیستم، تحت گشتاور بیش از حد قرار دارد، هرگز آن را روشن و خاموش نکنید زیرا این مورد می‌تواند قبل از آن‌که تجهیزات حفاظتی عمل نمایند، به سیستم محرکه لجن‌روب و تغلیظ‌کننده

omoorepeyman.ir

صدمات جدی وارد نماید. در این موارد، بهتر است که علت اصلی را شناسایی و برطرف نمود که اغلب، علت، متراکم شدن بیش از حد لجن، یا گیرکردن یک شیء خارجی است.

- اگر حوض برای مدت ۱ ساعت از بهره‌برداری خارج شود باید تلمبه‌کردن لجن ورودی قطع شود تا با تراکم لجن و گشتاور بیش از حد سیستم محرکه آن روبرو نشویم و در صورتی که قرار باشد حوض برای یک روز از بهره‌برداری خارج شود باید آن را تخلیه و با پساب خروجی کلر زده شده پر نمود.

۴-۵-۱-۴ دشواری‌های بهره‌برداری و راه‌های برطرف کردن آن

در این بخش، عیب‌های معمول ایجاد شده در حین بهره‌برداری از حوض و روش‌های برطرف کردن آنها مورد بحث قرار می‌گیرد. جدول ۴-۱۳ در این خصوص تنظیم شده است. البته مشکلات خاصی نیز در ارتباط با این نوع تغلیظ‌کننده‌ها باید مورد توجه قرار گیرد که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

- اغلب، ایجاد رویه در مقادیر بیش از حد متعارف به خاطر افزایش زمان‌ماند لجن در حوض می‌باشد.

در این‌باره، انتقال مقدار مناسبی از لجن هضم نشده مستقیماً از حوض هوادهی به حوض تغلیظ‌کننده لجن می‌تواند مقدار رویه را تعدیل نماید. همین‌طور کاهش میزان مواد جامد بستر لجن به‌وسیله تخلیه بیشتر و کاهش زمان‌ماند، در کنترل این مشکل مؤثر است.

از آن‌جا که رویه حوض باید جمع‌آوری و به حوضچه‌ای دیگر انتقال یابد، برای راحتی کار، باید با نصب افشانک آب در محل خروج رویه از حوض، از سفت شدن آن جلوگیری کرد.

- پاشیدن آب کلرینه شده از طریق افشانک‌هایی که اشاره شد، برای مقابله با فعالیت‌های بیولوژیکی مزاحم در رویه مفید واقع می‌گردد.
- اگر میزان و سفت شدن رویه به حدی باشد که جمع‌آوری و انتقال آن با دشواری روبرو شود، می‌توان برای شکستن رویه و مناسب کردن غلظت آن برای کار سیستم جمع‌آوری از جت‌های تحت فشار کمک گرفت. از این وسیله، برای برطرف کردن چربی‌های متراکم شده در مسیر خروجی لجن از حوض نیز می‌توان استفاده کرد. در مواردی که گرفتگی شدید باشد، استفاده از بخار تحت فشار یا وسایل مکانیکی و احتمالاً پاروئک مناسب برای بازکردن مسیر گرفته شده ضروری است.
- در مواردی نیز، گندیدگی لجن، سبب شناورشدن و به سطح آمدن ذرات لجن شده که در نهایت از سرریز عبور می‌کند. این مسأله، سبب ایجاد بو و کاهش غلظت لجن تغلیظ شده خروجی از حوض می‌شود که در مواردی حتی با افزایش باکتری‌کش‌های معمول مثل ترکیبات کلر و یا آب اکسیژنه هم قابل کنترل نمی‌باشد. در این موارد، توصیه می‌شود با استفاده از روش‌های مناسبی، مثل هوادهی جریان ورودی به حوض و افزایش DO، این مشکل تحت کنترل قرار گیرد. اگر از انتقال پساب مرحله ثانویه، برای کمک به کنترل کردن مشکلات بهره‌برداری استفاده می‌شود، میزان جریان خروجی از سرریز حوض نباید از مقدار ۳۳ مترمکعب بر مترمربع در روز افزایش یابد.

omoorepeyman.ir

- بالا آمدن بستر لجن، نمایشگر ایجاد پدیده بالکینگ است که سرانجام سبب پراکنده شدن بستر لجن و کاهش کیفیت لجن آب و کاهش غلظت لجن تغلیظ شده خروجی از حوض می‌گردد.

ایجاد پدیده بالکینگ در حوض تغلیظ، دلیل وجود مشکلاتی در بهره‌برداری از دیگر واحدهای تصفیه‌خانه است. هرچند که باید مشکلات حوض تغلیظ برطرف شود، اما باید علت اصلی را در مراحل مختلف تصفیه فاضلاب شناسایی، و به رفع اساسی مشکل در همان محل اولیه پرداخت.

رسیدگی به پدیده بالکینگ و رفع آن، باید در اولویت اصلی قرار گیرد تا از افزایش هزینه مواد شیمیایی مصرفی و ایجاد اختلال در بخش‌های مختلف فرآیند جلوگیری شود.

در مواردی که احتمالاً از راه کارهای مقابله با بالکینگ نتیجه مناسبی به‌دست نمی‌آید، تخلیه حوض و انتقال لجن ضعیف و نامطلوب آن به بسترهای خشک‌کننده لجن و شروع دوباره بهره‌برداری پس از سرویس حوض تغلیظ لجن، توصیه می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۳- راهنمای رفع عیوب حوضهای تغلیظ لجن ثقلی

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
بوی نامطبوع، به سطح آمدن لجن	– میزان تلمبه‌زنی لجن تغلیظ شده کم است. – سیستم جمع‌آوری و تغلیظ لجن خوب عمل نمی‌کند.	– تلمبه‌زنی لجن تغلیظ شده کنترل شود. – تجهیزات جمع‌آوری لجن حوض کنترل شود.	– میزان تلمبه‌زنی لجن تغلیظ شده را زیاد کنید. – سرعت سیستم جمع‌آوری لجن را زیاد کنید. – در صورت نیاز تجهیزات را تعمیر کنید.
	– میزان سرریز حوض تغلیظ‌کننده خیلی کم است.	میزان سرریز را کنترل کنید.	– میزان جریان ورودی به حوض تغلیظ‌کننده را افزایش دهید. – بخشی از پساب خروجی مرحله ثانویه یا MLSS را به حوض تغلیظ‌کننده تلمبه کنید. – اگر ضرورت یابد،میزان سرریز را در حد ۵۰ تا ۷۵ متر مکعب بر متر در روز تنظیم نمایید.
	– ایجاد گندیدگی در حوض تغلیظ‌کننده	DO را در حوض کنترل کنید.	مواد اکسیدان مناسب را به لجن ورودی در حوض تزریق کنید (۰/۵تا۱ میلی‌گرم برلیتر)
لجن خروجی به حد کافی تغلیظ نشده است.	– میزان سرریز خیلی زیاد است. – میزان تلمبه‌زنی لجن تغلیظ شده زیاد است. – جریان میان‌بر ایجاد شده است.	– میزان سرریز را کنترل کنید. – میزان غلظت لجن خروجی را کنترل نمایید. – برای بررسی جریان در حوض از رنگ یا مواد ردیاب استفاده کنید.	– میزان لجن ورودی را در حد مناسب کم کنید. – میزان تلمبه‌زنی لجن تغلیظ شده را در حد مناسبی کم نمایید. – تیغه‌های سرریز خروجی حوض را تنظیم یا تعمیر یا تعویض نمایید. – صفحات آرام‌ساز جریان ورودی را تنظیم یا تعمیر کنید.

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۱۳- راهنمای رفع عیوب حوضهای تغلیظ لجن ثقلی

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
گشتاور سیستم جمع‌آوری و تغلیظ لجن بیش از حد است.	تراکم بیش از حد لجن	متراکم شدن لجن در مقابل بازوهای لجن‌روب	- لجن متراکم شده در مقابل بازوهای سیستم جمع‌آوری و تغلیظ لجن را، با استفاده از جت آب بهم بزنید. - میزان تخلیه لجن را به‌طور مناسبی افزایش دهید.
	یک شیء خارجی سبب گیرکردن سیستم جمع‌آوری لجن شده است.	علت را با وسیله مناسبی بررسی کنید.	سعی کنید شیء خارجی گیر کرده را با استفاده از چنگک یا گیره‌های مناسب خارج کنید و در صورتی که این امر میسر نشود، باید حوض را تخلیه و مانع را به‌طور اساسی رفع نمایید.
	تنظیم نامناسب سیستم جمع‌آوری لجن	تنظیم	سیستم را دوباره به‌طور صحیح تنظیم نمایید.
جریان موجی	برنامه تلمبه‌زنی ورودی نامناسب است.	سیکل تلمبه‌زنی	سیکل تلمبه‌زنی را اصلاح نموده، جریان را کم و زمان را افزایش دهید.
رشد بیش از حد بیولوژیک در روی سطوح و سرریز حوض	برنامه تمیزکردن حوض مناسب نیست.	ـــــــ	- تواتر تمیزکردن حوض را بیشتر کنید. - از ترکیبات کلر استفاده کنید.

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۱۳- راهنمای رفع عیوب حوضهای تغلیظ لجن ثقلی

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
نشت روغن	کاسه نمد خراب شده	روغن کاسه نمد	کاسه نمد را تعویض کنید.
داغ شدن یا سر و صدای یاطاقآنهایامفاصل اتصالات	– فرسایش بیش از حد – تنظیم نامناسب – نداشتن روغن	– تنظیم – روغن‌کاری	– تعویض قطعات فرسوده – تنظیم صحیح مفصل یا یاطاقان – روغن‌کاری
مشاهده ذرات ریز لجن در جریان خروجی از حوض	لجن مازاد	نمونه‌ای از لجن فعال مازاد در ورودی تغلیظ‌کننده را کنترل کنید.	آمایش بهتری در بخش لجن مازاد به عمل آید. لجن اضافی را از طریق شناورسازی تغلیظ کنید.

@omoorepeyman.ir

۴-۵-۱-۵ قابلیت‌های بهره‌برداری

- میزان مواد جامد خروجی در لجنی که از تغلیظ‌کننده خارج می‌شود، ۶ تا ۱۲٪ برای لجن اولیه و ۳ تا ۸٪ برای مخلوط لجن اولیه و ثانویه می‌باشد.

به‌طور کلی، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که ارتباط ضعیفی بین میزان مواد جامد لجن ورودی به حوض تغلیظ‌کننده ثقلی و میزان مواد جامد لجن تغلیظ شده خروجی از حوض وجود دارد و به‌طور کلی، میزان حذف مواد جامد معلق لجن ورودی به حوض تغلیظ‌کننده، در هر حال به حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد تخمین زده می‌شود.

در جدول ۴-۱۴ جامدات موجود در انواع لجن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۵ نیز عملکرد تغلیظ کننده ثقلی در تصفیه‌خانه‌های در حال بهره‌برداری را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱۴- منابع لجن و کل جامدات موجود در آنها (TS) [6-1]

منبع لجن	لزجت کم (درصد TS)	لزجت زیاد(درصد TS)
لجن خام مرحله اولیه تصفیه	۶ >	۶-۱۲
لجن خام مرحله ثانویه تصفیه	۲ >	۲-۶
مخلوطی از لجن خام مراحل اولیه و ثانویه	۳ >	۳ - ۸
لجن هضم شده	۴ >	۴ - ۱۰
لجن به‌دست آمده از کاربرد آهک	۱۵ >	۱۵ - ۴۰
لجن تولید شده از کاربرد نمک‌های آلومینیوم و آهن	۲ >	۲ - ۶

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۵- عملکرد تغلیظ‌کننده ثقلی در تصفیه‌خانه‌های در حال بهره‌برداری [1-6]

SVR روز	بارگذاری حوض (کیلوگرم بر مترمربع در روز)	میزان مواد جامد در سرریز (میلی‌گرم بر لیتر)	درصد مواد جامد TS در لجن تغلیظ شده خروجی (درصد جامدات فرار)	درصد مواد جامد TS در جریان ورودی	عمق حوض در کناره (متر)	قطر حوض (متر)	نوع لجن
۳	۱۱۷۲	۱۴۰	۵/۶	۱/۲	۳	۱۴	WAS
۰/۸	——	۲۰۵	۹/۹	——	۳	۲۱	PRI + WAS + DS
——	۵۲۲	۱۵۶	۷/۸	۰/۳	۳	۱۷	PRI + WAS
——	۲۱۵	۲۴	۰/۲۶ -۳	۰/۲۳	۳	۲۱	WAS

Waste Activated Sludge = WAS : لجن نازاد حوض هوادهی

Primary Sludge = PRI : لجن به‌دست آمده از مرحله اولیه تصفیه

Sludge Volume Ratio = SVR : نسبت حجم لجن (حجم لایه لجن حوض تغلیظ‌کننده، تقسیم بر حجم لجن تغلیظ شده‌ای که در هر روز از حوض تخلیه می‌شود)

Digested Sludge = DS : لجن هضم شده

@omoorepeyman.ir

۴-۵-۱-۶ اقدامات پیشگیرانه (نگهداری)

اقدامات پیشگیرانه (نگهداری) در مقاطع زمانی مختلف، باید به شرح زیر انجام پذیرند :

- اقدامات هفتگی

- سطح روغن را در تمام تجهیزات، کنترل و دقت کنید که سوراخ تخلیه هوای درپوش محفظه روغن، گرفته نشده باشد.
- لوله‌های تخلیه بخار تقطیر شده را کنترل کنید و اگر تجمع شبنم و آب مشاهده شود، آن را تمیز کنید.
- کلیدها و رله‌های کنترل سیستم محرکه را کنترل کنید.
- از صحت تنظیم و کارکرد کف‌روب از طریق مشاهده آن مطمئن شوید. دقت کنید که کف‌روب با رویه در تماس باشد.

- اقدامات ماهیانه

- پارونک‌های کف‌روب را از نظر فرسودگی کنترل کنید.
- زنجیر یا تسمه سیستم محرکه را تنظیم کنید.

- اقدامات سالیانه

- سیستم محرکه را پیاده کرده و سلامت کلیه اجزای آن مانند چرخ دنده‌ها، کاسه نمدها و یاتاقانها را کنترل کنید. سطح دنده‌ها و یاتاقانها باید از نظر ساییدگی، خراش، ایجاد حفره و مثل آن، مورد بررسی قرار گیرد. در ضمن ساچمه یاتاقانها باید کنترل شده و آنهایی که دارای فرسایش یا خوردگی‌اند تعویض شوند.
- روغن تجهیزات را از نظر وجود ذرات و براده‌های فلزات کنترل کنید، زیرا وجود این ذرات، دلیلی برای پیدایش مشکلات بعدی خواهد بود.
- حوض تغلیظ‌کننده را به‌طور کامل تخلیه کرده و سلامت تمام قطعات مستغرق را کنترل کنید.
- وضعیت لایه‌ها یا روکش‌های حفاظت‌کننده قطعات باید مورد بررسی و توجه خاص قرار گیرد.
- سلامت اتصالات قابل انعطاف لوله‌ها، پیچ و مهره اتصالات و لبه‌های لاستیکی پارونک‌های روبنده لجن، باید مورد بررسی قرار گیرد.
- تمام قطعاتی را که عمر مفید آنها کمتر از ۱ سال است، تعویض کنید زیرا تعویض این قطعات در زمانهای برنامه‌ریزی شده، بسیار آسان‌تر و ارزان‌تر است تا هنگامی که سیستم در اثر بروز نقایص فنی در آنها، متوقف یا مشکلات بهره‌برداری ایجاد شود.

- موارد دیگری که در نگهداری و تعمیرات توصیه شده به شرح زیر می‌باشد:

- تا حد امکان سعی شود در تغلیظ‌کننده‌ها، از مواد و قطعات مقاوم در مقابل خوردگی استفاده شود.

omoorepeyman.ir

- با نصب حفاظ مناسب روی پل و اطراف حوض، از افتادن اشیای خارجی به داخل حوض جلوگیری کنید زیرا ورود زواید خارجی، می‌تواند سبب بروز مشکلات در لوله تخلیه و لجن‌روب حوض شود.
- اگر هنگام بهره‌برداری، شیئی داخل حوض افتاد که سبب افزایش گشتاور سیستم محرکه روبنده و تغلیظ‌کننده لجن شد، بهتر است که بهره‌برداری را به‌سرعت متوقف نموده و به روش‌هایی که پیش از این توضیح داده شد، مشکل را برطرف کرد.
- بهترین وسیله شناخت بروز و وجود نقص فنی در سیستم، تغییرات غیرمتعارف گشتاور سیستم محرکه حوض است بنابراین مشاهده و ثبت اطلاعات مربوطه ضروری نیست.
- بررسی مرتب مقدار بده تلمبه‌های لجن مستغرق ضروری است زیرا این تلمبه‌ها به سرعت فرسوده می‌شوند.
- برنامه روغن‌کاری تجهیزات و نوع روغن مناسب تعیین شده از سوی سازنده را به دقت اجرا کنید. ضمن آن‌که به‌طور معمول، روغن تجهیزات را برای بار اول پس از ۲۵۰ ساعت کار و برای دفعات بعدی هر ۶ ماه یکبار باید تعویض کرد.

۴-۵-۱-۷ ایمنی و حفاظت در برابر خطرات ناشی از کار

رعایت موارد ایمنی در هنگام کار، یک ضرورت است و به‌خصوص نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- هنگام انجام کارهای نگهداری روی حوض، جریان برق را قطع کنید؛ تابلوهای هشداردهنده لازم مثل قطع جریان برق را به‌خاطر تعمیرات و مثل آن در نقاط لازم قرار دهید.
- اگر نمایشگر گشتاور، نشانه وجود گشتاور است، هرگز سیستم محرکه را باز نکنید زیرا رها شدن انرژی ذخیره شده در فنر نمایشگر گشتاور، می‌تواند سبب ایجاد خطر شود.

به‌طور کلی، برای اطلاع از نکته‌های ایمنی کار با تغلیظ‌کننده‌های لجن، باید به خصوص مطالب مربوط به شرایط ورود به فضاهایی که احتمال وجود گازهای سمی و قابل انفجار (مانند هیدروژن سولفوره و متان) در آنها وجود دارد را، مورد توجه قرار داد.

۴-۵-۲ روش تغلیظ لجن به کمک شناورسازی

شناورسازی به کمک حباب‌های ریز هوا (DAF)[1]، برای تغلیظ لجن WAS[2]، لجن هضم شده به صورت هوازی، لجن به‌وجود آمده از صافی‌های چکه‌ای، لجن تثبیت شده، لجن به‌دست آمده از هوادهی ممتد بدون ته‌نشینی اولیه و همین‌طور لجن تولید شده از تصفیه فاضلاب صنعتی حاوی روغن و چربی به‌کار می‌رود. تغلیظ لجن به روش DAF برای PRI[3] + WAS و TF[4] به نسبت تغلیظ آنها در حوض‌های تغلیظ‌کننده ثقلی از وضعیت بهتری برخوردار است و آزمایش‌های جدید این موضوع را در مورد تغلیظ لجن WAS و TF هم تأیید می‌نماید.

---

1 - DAF = شناورسازی و تغلیظ لجن به کمک هوای محلول شده

2 - WAS = لجن فعال مازاد

3 - PRI = لجن به‌دست آمده از مرحله اولیه تصفیه فاضلاب

4 - TF = لجن تولید شده از صافی چکه‌ای

omoorepeyman.ir

۴-۵-۲-۱ شرح فرآیند

به‌طور طبیعی، مواد جامدی که چگالی کمتری نسبت به چگالی آب (۱/۰) دارند، در آب شناور می‌شوند. فرآیند DAF نرخ شناوری ذراتی را که وزن مخصوص آنها اندکی از وزن مخصوص آب کمتر است افزایش داده و در نتیجه به جداسازی آنها را از مایع سرعت می‌دهد. علاوه بر آن‌چه که گذشت، با استفاده از فرآیند DAF می‌توان ذراتی را که وزن مخصوص آنها از وزن مخصوص مایعی که در آن می‌باشند بیشتر است نیز شناور کرد، بنابراین اگر وزن مخصوص مجموع (ماده جامد چسبیده به حباب هوا) کمتر از وزن مخصوص آب شود، لجن شناور می‌شود. در فرآیند DAF، منبعی از حباب‌های ریز گاز (به‌طور عمده هوا) مورد نیاز است تا با بهره‌گیری از تجهیزات مناسب برای مواجهه دادن این حباب‌ها با جامدات، روغن و چربی آنها، را از جریان ورودی جدا نمود.

در برخورد و پیوستن ذرات مورد بحث به حباب‌های ریز هوا و شناورشدن آنها، چسبیدن، به دام افتادن و جذب شدن، عوامل مؤثری می‌باشند.

۴-۵-۲-۲ شرح تجهیزات

واحد شناورسازی می‌تواند از فولاد یا بتن با مقاطع گرد یا مستطیل ساخته شود (شکل ۴-۱۷). اغلب، واحدهای کوچک، با مقطع مستطیل و پهنای ۲ تا ۳ متر از فولاد ساخته شده و واحدهای بزرگ، بتنی می‌باشند. در مورد واحدهایی با مقاطع گرد، فقط انواع بسیار کوچک فولادی ساخته می‌شوند.

تغلیظ‌کننده‌های DAF هم به جمع‌کننده[1] سطحی و هم به لجن‌روب کف مجهز می‌باشند. جمع کننده سطحی، با جمع‌آوری لجن شناور شده در سطح حوض، همواره ارتفاع مناسب و تقریباً ثابتی را برای بستر لجن شناور تأمین می‌کند. این حوض‌ها، به دیواره یا صفحات آرام‌ساز و جداکننده موردنیاز و همینطور تیغه سرریز برای پساب خروجی مجهز می‌باشند که تیغه سرریز، در واقع علاوه بر تنظیم جریان خروجی، ارتفاع سطح مایع را در حوض و در نتیجه حجم آن را نیز تنظیم می‌نماید.

سیستم ایجاد فشار به‌طور معمول شامل تجهیزات زیر می‌باشد (شکل ۴-۱۷) :

- یک تلمبه تحت فشار مناسب برای جریان برگشتی،
- یک کمپرسور هوا ،
- یک تانک اشباع‌سازی هوا، و
- یک شیر کنترل هوای فشرده .

تلمبه جریان برگشتی می‌تواند در صورت نیاز، آب رقیق کننده[2] را هم انتقال دهد.

افت فشار ناگهانی هوا در سیم، موجب خروج کنترل نشده هوای محلول شده در جریان برگشتی خواهد شد.

۴-۵-۲-۳ دشواری‌های بهره برداری و راه‌های برطرف کردن آنها

جدول شماره ۴-۱۶، مهم‌ترین مشکلات بهره‌برداری و روش‌های برطرف کردن آنها را ارائه می‌دهد.

۴-۵-۲-۴ قابلیت‌های بهره‌برداری[3]

جدول‌های ۴-۱۷ و ۴-۱۸ اطلاعات به‌دست آمده از سوابق بهره‌برداری از واحدهای مختلف DAF را ارائه می‌نماید که این اطلاعات، می‌تواند مبنایی برای بهره‌برداری از دیگر واحدهای مشابه باشد.

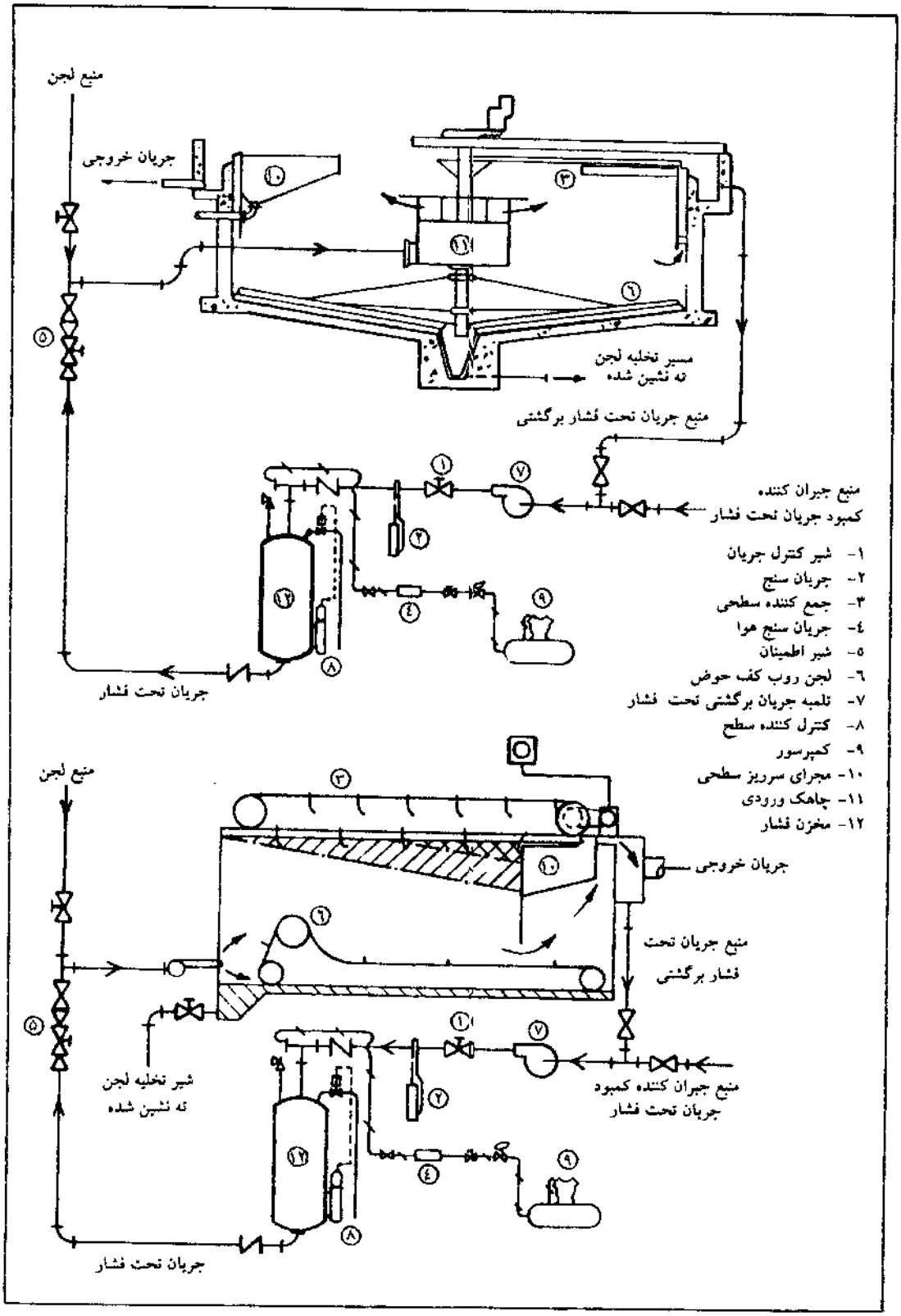
---

1 - Skimmer

2 - Make Up Water

3 - Performance

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۷- طرح‌هایی کلی از حوض‌های تغلیظ‌کننده متعارف با فرایند شناورسازی به کمک هوای محلول

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۶- مشکلات بهره‌برداری و روش‌های برطرف کردن آنها

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حل‌ها
لایه لجن شناور خیلی نازک است	– سرعت جمع‌کننده خیلی زیاد است. – واحد DAF بار بیش از حد را تحمل می‌کند. – میزان پلیمر تزریقی کم است. – نسبت بیش از حد هوا به مواد جامد – انحلال هوا کم است .	– بررسی براساس مشاهده – بررسی جریان بالارونده – بررسی بهره‌برداری و تنظیم تلمبه تزریق پلیمر – شناورسازی شدید است. – به ردیف «انحلال هوا کم است» در زیر مراجعه کنید.	– تنظیمات ضروری – جریان ورودی لجن را قطع کنید. – تلمبه تغذیه واحد را خاموش کنید یا به کمک جریان برگشتی، وضعیت مطلوب را در حوض برقرار نمایید. – تنظیمات لازم را انجام دهید. – جریان هوا را کاهش دهید.
انحلال هوا کم است	– تلمبه هوادهی مجدد، خاموش یا گرفته است و یا مشکلاتی فنی در سیستم ایجاد شده. – پخشان هوا دچار گرفتگی شده است . – سیستم تولید هوای فشرده، دچار نقص شده است.	– بررسی وضعیت تلمبه – بررسی چشمی سیستم – بررسی کمپرسور، خطوط مربوط و تابلو برق	– پاک‌سازی‌های لازم را انجام دهید. – تمیزکردن پخشان هوا – تنظیمات و تعمیرات مورد نیاز را به عمل آورید.

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۱۶- مشکلات بهره‌برداری و روش‌های برطرف کردن آنها

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حلها
مقدار SS در پساب خروجی خیلی زیاد است	– واحد زیر بار بیش از حد قرار دارد	– بررسی جریان بالارونده	– جریان تغذیه لجن را قطع کنید و یا به کمک جریان برگشتی وضعیت مطلوب را در حوض برقرار نمایید.
	میزان پلیمر تزریقی خیلی کم است	بهره‌برداری مطلوب و تنظیم تلمبه	– تنظیمات لازم را انجام دهید
	جمع‌کننده خاموش و یا سرعت آن خیلی کم است	بررسی وضعیت جمع‌کننده	– جمع‌کننده را روشن کنید – سرعت جمع‌کننده را تنظیم کنید
	– نسبت کم هوا به مواد جامد	– شناوری ضعیف و ته‌نشینی ذرات معلق	– مقدار جریان هوا به سیستم را افزایش دهید
	– لجن درته‌حوض دچار گندیدگی شده	ـــــ	– به‌طور متناوب لجن ته‌نشین شده را تخلیه کنید
جمع‌کننده خوب عمل نمی‌کند	– تیغه‌های جمع‌کننده به‌خوبی تنظیم نیست	بررسی چشمی	– تنظیمات لازم را به عمل آورید
سطح آب در حوض بالاتر از حد است	– فشار و یا مقدار هوا کم است	– بررسی کمپرسور و خطوط هوا	– تنظیمات و تعمیرات لازم را انجام دهید
	– سیستم کنترل رقوم سطح آب از کار افتاده است	– بررسی سیستم کنترل رقوم سطح آب	– تنظیمات و تعمیرات لازم را انجام دهید

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۱۶- مشکلات بهره‌برداری و روش‌های برطرف کردن آنها

مشاهدات	علل احتمالی	بررسی	راه‌حلها
سطح آب در حوض، پایین‌تر از حد است.	– تلمبه جریان برگشتی خاموش یا دچار نقص فنی شده است. – سیستم کنترل رقوم سطح آب از کار افتاده است.	– بررسی وضعیت تلمبه جریان برگشتی – بررسی وضعیت سیستم کنترل رقوم سطح آب	– تنظیمات یا تعمیرات ضروری انجام دهید. – تنظیمات و یا تعمیرات ضروری انجام دهید.
ظرفیت تلمبه جریان برگشتی کاهش یافته است.	در اثر افزایش فشار سیستم، ارتفاع تلمبه‌زنی کاهش یافته است.	بررسی فشار سیستم	فشار را تنظیم کنید.
میزان جریان بالارونده خیلی کم است.	– بار مواد معلق بیش از حد است. – میزان هوای محلول کم است. – میزان تزریق پلیمر خیلی کم است.	– جریان بالارونده – به «انحلال هوا کم است» مراجعه کنید. – بهره‌برداری مطلوب و تنظیم تلمبه	– به «جریان بالارونده» مراجعه شود. – تنظیمات و تعمیرات لازم را به‌عمل آورید.

@omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۷- اطلاعات بهره‌برداری به‌دست آمده از تعدادی از واحدهای DAF در آمریکا [1-5]

محل تأسیسات	نوع لجن ورودی	SS جریان ورودی (میلی‌گرم برلیتر)	SS جریان خروجی (میلی‌گرم برلیتر)	درصد حذف	درصدجامدات شناور	بارگذاری وزنی (کیلوگرم‌برمتر مربع برساعت)	بارگذاری حجمی (لیتر بر مترمربع بر دقیقه)	ملاحظات
Bernard- Sville	ML	۳۶۰۰	۲۰۰	۹۴/۵	۳/۸	۱۰۵۴	۴۹	استاندارد
Bernard- Sville	RS	۱۷۰۰۰	۱۹۶	۹۸/۸	۴/۳	۲۰۷۴	۲۴	استاندارد
Abington, Pa.	RS	۵۰۰۰	۱۸۸	۹۶/۲	۲/۸	۱۴۶۴	۴۹	استفاده از پلیمر بعد از ۱۲ ساعت ماند
Hatboro, Pa.	RS	۷۳۰۰	۳۰۰	۹۶	۴	۱۴۴۰	۳۳	استفاده از پلیمر
Morristown N.I.	RS	۶۸۰۰	۲۰۰	۹۷	۳/۵	۸۳۰	۲۰	استاندارد
Omaha, Nebr.	RS	۱۹۶۶۰	۱۱۸	۹۹/۸	۵/۹	۳۷۳۸	۳۴	استفاده از پلیمر بعد از ۲۴ ساعت ماند
Omaha, Nebr.	ML	۷۹۱۰	۵۰	۹۹/۴	۶/۸	۱۵۱۳	۳۳	استفاده از پلیمر
Belleville, 111	RS	۱۸۳۷۲	۲۳۳	۹۸/۷	۵/۷	۱۸۶۹	۱۶	استفاده از پلیمر
Indianapolis, Ind.	RS	۲۹۶۰	۱۴۴	۹۵	۵	۱۰۲۵	۶۰	استفاده از پلیمر بعد از ۱۲ ساعت ماند
Warren, Mich.	RS	۶۰۰۰	۳۵۰	۹۵	۶/۹	۲۵۳۸	۷۱	استفاده از پلیمر
Frankenmuth, Mich.	ML	۹۰۰۰	۸۰	۹۹/۱	۶/۸	۳۱۷۲	۵۳	استفاده از پلیمر
Oakmont, Pa	RS	۶۲۵۰	۸۰	۹۸/۷	۸	۱۴۶۴	۴۱	استفاده از پلیمر
Columbus, Ohio	RS	۶۸۰۰	۴۰	۹۹/۵	۵	۱۶۱۰	۴۱	استفاده از پلیمر
Levittown, Pa	RS	۵۷۰۰	۳۱	۹۹/۴	۵/۵	۱۴۱۵	۴۱	استفاده از پلیمر
Nassau CO.N.Y	RS	۸۱۰۰	۳۶	۹۹/۶	۴/۴	۲۳۹۱	۴۹	استفاده از پلیمر
Nassau CO.N.Y	RS	۷۶۰۰	۴۶۰	۹۴	۳/۳	۶۳۴	۱۳	استاندارد
Nashville, Tenn.	RS	۱۵۴۰۰	۴۴	۹۹/۶	۱۲/۴	۲۴۸۹	۲۷	استفاده از پلیمر

ML = Mixed Liquor From Areation Tanks مخلوط فاضلاب ورودی و لجن برگشتی از حوض هوادهی

@moorepeyman.ir

جدول ۴-۱۸- اطلاعات تکمیلی بهره‌برداری به‌دست آمده از واحدهای مختلف DAF [1-6]

محل تأسیسات	نوع لجن ورودی	بارگذاری حجمی (کیلوگرم بر مترمربع بر ساعت)	غلظت لجن تغلیظ شده (درصد)	حذف SS (درصد)	نسبت هوا به جامدات
Albany, Ga.	PRI + WAS	۴۰۰	۶ - ۹	۸۸	۰/۰۱۳
Mankato, Minn	PRI + WAS	۲۴۴	۵ - ۸	۹۰ - ۹۵	۰/۰۱۳
Menomonie, Wis.	PRI + WAS	۳۲۷	۴/۸ - ۶/۷	۹۷	۰/۰۱۳
Waukesha, Wis.	PRI + TF	۶۳۴	۶ - ۸	۸۵	۰/۰۱۳
Hagerstown, Md.	PRI + O_2 WAS	۴۶۸	۶	۹۷	۰/۰۱۶
Scranton, Pa.	PRI + WAS	۶۳۴	۵ - ۶	۸۵	۰/۰۱۶
Oconomowoc, W	WAS	۲۹۳	۴	۹۵	۰/۰۱۵
Marshalltown, Iowa	WAS	۲۰۰	۴	۹۸	۰/۰۳۰
Marshalltown, Iowa	WAS + Poly	۳۹۰	۴/۳	۹۹	۰/۰۱۸
York, Pa.	O_2 WAS	۲۷۳	۵/۸	۹۱	۰/۰۱۰
San Jose, Calif	WAS	۳۰۲	۳/۵ - ۵/۵	۹۹	۰/۰۱۵
San Jose, Calif	WAS + Poly	۴۸۸	۳/۵ - ۵/۵	۹۹	۰/۰۱۵
Glenco, Minn	WAS	۱۰۷	۴	۹۵	۰/۰۱۵
Ocean City, Md.	O_2 WAS + Poly	۵۸۵	۴/۵	۹۹	۰/۰۱۳
Erie, Pa.	Was + Poly	۱۰۹۸	۶/۵ - ۷/۵	۹۹	۰/۰۱۳
Albany, N.Y.	Was + Poly	۲۵۴	۴/۵	۹۹	۰/۰۳۴
Brewer , Maine	Was + Poly	۱۵۸۶	۳/۵	۹۷	۰/۰۱۰
Middletown. N.J.	Was + Poly	۶۱۰	۴/۵	۹۹	۰/۰۳۰

PRI = Primary Sludge — لجن به‌دست آمده از مرحله اولیه تصفیه فاضلاب

WAS = Waste Activated Sludge — لجن فعال مازاد

TF = Trickling Filter Sludge — لجن به‌دست آمده از صافی‌های چکه‌ای

Poly = Polyelectrolyte — پلی‌الکترولیت

omoorepeyman.ir

۴-۵-۲-۵ نگهداری پیشگیرانه

یک برنامه خوب نگهداری پیشگیرانه، از بروز خسارت‌های مختلف و متوقف شدن تأسیسات جلوگیری می‌کند.

۴-۵-۲-۵-۱ اقدامات نگهداری هفتگی

- سطح روغن در تجهیزات را کنترل کرده و دقت نمایید که سوراخ تهویه درپوش محفظه روغن باز باشد.
- از باز بودن خطوط تخلیه آب ناشی از سرد شدن رطوبت هوای محیط در تجهیزات مطمئن شوید.
- سلامت کلیدها و رله‌های ایمنی و حفاظت سیستم محرکه را کنترل کنید.
- تنظیم و عملکرد درست جمع‌کننده را از طریق مشاهده به دقت کنترل کنید.

۴-۵-۲-۵-۲ اقدامات نگهداری ماهیانه

- تیغه‌های روبنده لجن جمع‌کننده را از نظر فرسودگی بررسی کنید.
- زنجیرها یا تسمه‌های سیستم محرکه را کنترل و تنظیم کنید.

۴-۵-۲-۵-۳ اقدامات نگهداری شش‌ماهه

بازدید از قطعات و تجهیزات، به منظور بررسی فرسایش خوردگی و انجام تنظیمات درست آنها به‌شرح زیر:

- اجزای سیستم محرکه و گیربکس کاهنده دور،
- زنجیرها ، تسمه‌ها و چرخ زنجیرها ، محورها و یاتاقانها،
- ریل‌های هدایت‌کننده،
- صفحات آرام‌ساز،
- اجزای سیستم تولید هوای فشرده (رسیدگی خاص به وضعیت پخشآنهای هوا ضروری است)،
- اجزای سیستم آماده‌سازی و تزریق پلی‌الکترولیت،
- اجزای جمع‌کننده و لجن‌روب،
- خطوط مکش و رانش تلمبه‌های لجن، و
- تلمبه‌های لجن.

۴-۵-۳ آبگیری لجن

۴-۵-۳-۱ آبگیری لجن به روش گریز از مرکز

این فرآیند، در اصل شبیه فرآیند جداسازی در یک حوض ته‌نشینی ثقلی است؛ زیرا در هر دو فرآیند، برای جداسازی مواد معلق جامد، از سوسپانسیون لجن یا فاز مایع و نیروهای وارده بر آنها بهره‌گیری می‌شود، هرچند در فرآیند گریز از مرکز، نیروی وارد شده به مواد معلق جامد در حدود ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ بار بزرگ‌تر از نیروی ثقلی وارد به مواد معلق جامد در فرآیند ته‌نشینی ثقلی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

در فرآیند گریز از مرکز، نیروی وارده به مواد معلق جامد در سوسپانسیون لجن، سبب می‌شود که این مواد در صورتی‌که دارای چگالی بیشتری نسبت به آب باشند، از حول محور دوران به‌طرف جدار محیطی سیستم دوار حرکت نمایند. در سیستم‌های آبگیری گریز از مرکز، لجن ورودی به دو بخش زیر تقسیم می‌شود :

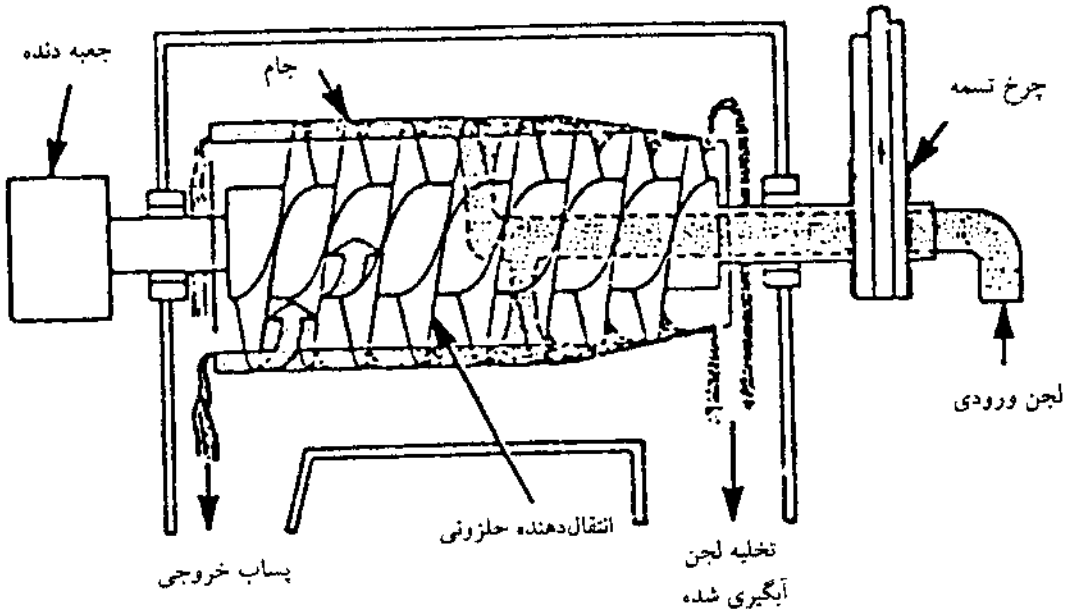
- لجن آبگیری شده، و
- پساب.

که هریک از آنها، از مسیر مخصوص به خود (از سیستم) خارج می‌شوند. سیستم‌های گریز از مرکز جدید، به‌طور معمول برای بهره‌برداری دائم (۵ روز در هفته) طراحی می‌گردند.

۴-۵-۳-۲ شرح دستگاه

دستگاه‌های سانتریفوژ، از اوایل دهه ۱۹۲۰ برای تغلیظ و آبگیری لجن فاضلاب مورد استفاده بوده‌اند. این دستگاه‌ها، از نظر طراحی و مکانیسم داخلی دارای انواع مختلفی می‌باشند.

شکل ۴-۱۸ ساختمان و خصوصیات نوعی از آن را نمایش می‌دهد که به «جام جامدات[1]» معروف بوده و به‌طور گسترده‌ای برای آبگیری لجن به‌کار می‌رود.



شکل ۴-۱۸- دستگاه سانتریفوژ (جام جامدات) با جریان مخالف

1 - Solid Sludge Bowl Centrifuge

omoorepeyman.ir

۴-۵-۳-۳ فرآیند

درباره آبگیری لجن به‌وسیله این دستگاه، پارامترهای مهمی که باید مورد بررسی و کنترل قرار گیرند عبارتند از :

- حجم، غلظت، شکل و اندازه ذرات معلق لجن ورودی به دستگاه (بار هیدرولیکی و بار جامدات)،
- میزان و نوع مواد شیمیایی مصرفی،
- نسبت دور تغذیه‌کننده لجن ورودی به دور جام دستگاه،
- حجم و غلظت مواد جامد در لجن آبگیری‌شده خروجی،
- حجم و غلظت مواد جامد معلق در پساب خروجی، و
- چگالی، ویسکوزیته و درجه حرارت پساب خروجی .

شاخص حجمی لجن SVI نیز، از فاکتورهای مؤثر در آبگیری لجن است به‌طوری‌که SVI بالا، سبب تولید کیک با رطوبت زیادتر می‌شود.

لجن گرم، نسبت به لجن سرد بهتر آبگیری می‌شود، به‌طوری‌که نتیجه کار در تابستان و زمستان تا حدود ۲۴٪ تغییر می‌کند که این، به دلیل کاهش ویسکوزیته و دانسیته لجن است.

برای حالت‌دهی شیمیایی لجن، اغلب از کلرورفریک به همراه پلیمرهای آنیونی بهره‌گیری می‌شود.

انتخاب نسبت مناسب لجن اولیه و ثانویه، در کارکرد دستگاه مؤثر است و همچنین حذف شن و دانه‌ها و همین‌طور خردکردن ذرات معلق لجن به قطرهای کوچک‌تر از ۰/۶۴ سانتی‌متر ضروری می‌باشد.

افزایش جریان ورودی می‌تواند سبب کاهش زلالیت پساب خروجی از دستگاه شود و نیاز به مواد شیمیایی مصرفی را افزایش داده یا سبب بروز هر دو مورد شود.

در شرایطی که مقدار جامدات ورودی به دستگاه (بار جامدات دستگاه) تغییر کند، ایجاد تغییرات متناسب در دور دستگاه ضروری است.

بهترین نتیجه از کار دستگاه برای آبگیری لجن، وقتی به‌دست می‌آید که تغییرات سرعت در کمترین حد خود بوده و مقدار جریان ورودی، متناسب با ظرفیت دستگاه تنظیم شود.

اگر گشتاور بیش از حد ایجاد شود، دستگاه به‌طور خودکار خاموش خواهد شد. در این حالت، باید با به حرکت درآوردن بازوی گشتاور، بررسی کرد که آیا تجمع جامدات بیش از حد در دستگاه موجب ایجاد گشتاور غیرمجاز و توقف آن شده است یا خیر. اگر در ادامه بررسی، ماشین بدون مقاومت غیرعادی بچرخد می‌توان بعد از مدتی تأمل برای سرد شدن دستگاه با فعال کردن رله کنترل دستگاه را راه‌اندازی کرد.

در مواردی که به علت اصطکاک بیش از حد، گشتاور بیش از حد مجاز ایجاد شده و چرخش آزادانه دستگاه میسر نگردد، پیاده کردن دستگاه جهت سرویس و تعمیرات احتمالی ضرورت می‌یابد.

۴-۵-۳-۴ دشواری‌های بهره‌برداری و راه حل‌ها

جدول ۴-۱۹، دشواری‌های بهره برداری و راه حل آنها را ارائه می‌نماید.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۹- دشواری‌های بهره‌برداری و راه حل آنها

مشاهدات	علل احتمالی	راه حل‌ها
کیفیت نامناسب لجن آبگیری شده و یا پساب خروجی	– تغییرات کمی جریان ورودی – تغییرات کیفی جریان ورودی – تنظیمات نامناسب دستگاه – تزریق نامناسب مواد شیمیایی	– مقدار جریان ورودی را بررسی و کنترل کنید. – مقدار جامدات لجن ورودی را بررسی و کنترل کنید. – دستگاه را به‌طور مناسب تنظیم کنید. – میزان تزریق مواد شیمیایی را بررسی و کنترل نمایید.
– حذف نامناسب مواد معلق جامد	– تنظیم نبودن دستگاه – تزریق نامناسب مواد شیمیایی – مواد معلق جامد در لجن ورودی کم است.	– دستگاه را به‌شیوه درست تنظیم کنید. – میزان تزریق مواد شیمیایی را بررسی و تنظیم نمایید. – خصوصیات لجن ورودی را بررسی کنید و میزان آن را در حد مناسب تنظیم نموده زمان کار دستگاه را متناسب نمایید.
– حرارت یاتاقان زیاد است؛ ماشین لرزش داشته و آمپرمصرفی افزایش پیدا کرده است.	– مشکلاتی در مکانیسم دستگاه ایجاد شده است، مثل روغن‌کاری نامناسب یاتاقانها	– دستگاه را متوقف کنید و به بخش نگهداری و تعمیرات اطلاع داده یا با کارخانه سازنده مشورت نمایید.
– لرزش بیش از حد وجود دارد .	– دستگاه پس از بهره‌برداری قبلی، کاملاً تمیز نشده است.	– دستگاه را، به‌طور کامل با جریان قوی آب بشویید. اگر زمان توقف دستگاه بین دو بهره‌برداری طولانی باشد، احتمالاً پیاده کردن آن ضروری خواهد بود.
– حذف مواد جامد ضعیف است .	– به احتمال زیاد دستگاه فرسوده شده است .	– باید فرسودگی اجزای دستگاه را با بررسیهای دقیق مشخص کرد و آن را تعمیر نمود بعد از تعمیرات، بالانس دینامیک دوباره آن ضروری است .
– در پساب خروجی کف وجود دارد.	– پلیمر بیش از حد تزریق می‌شود .	– مقدار پلیمر تزریقی را کاهش دهید.
– صدای دستگاه تغییر کرده یا زیاد شده است.	– در مقدار جریان ورودی لجن، تغییراتی ایجاد شده است . – در کارکرد اجزای دستگاه، اختلال ایجاد شده است.	– مقدار جریان ورودی لجن را تنظیم کنید . – منبع تولید صدا را شناسایی و نسبت به انجام تعمیرات لازم اقدام نمایید.

omoorepeyman.ir

۴-۵-۳-۵ نگهداری پیشگیرانه

- دوره زمانی بازدید فنی دستگاه، بسته به کیفیت لجن و چگونگی بهره‌برداری از دستگاه متفاوت است.
- اگر لجن دارای ذرات ساینده و یا خورنده باشد، اولین بازدید از قطعات متحرک آن باید پس از حدود ۱۰۰۰ ساعت کار صورت پذیرد.
- اگر لجن خورنده و ساینده نباشد و دستگاه با سرعتی کمتر از ۱۲۰۰G در بهره‌برداری باشد اولین بازدید فنی می‌تواند پس از ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ ساعت انجام شود و پس از یک یا دوبار بازدیدهای اولیه براساس اطلاعات به‌دست آمده، از وضعیت فنی دستگاه می‌توان برنامه زمانی مناسبی برای بازدیدهای دوره‌ای آن تنظیم کرد.
- برای تعمیرات وسیع، برای دستیابی به قسمت‌های درونی به پیاده کردن برخی از قطعات دستگاه نیاز است.
- برخی از سرویس‌ها را می‌توان با امکانات محلی انجام داد، ولی وقتی قطعات حساس به تعمیر و تعویض نیاز داشته باشند و یا بالانس دستگاه ضرورت یابد، استفاده از امکانات شرکت سازنده ضرورت می‌یابد.
- دستگاه‌هایی که با سرعت کم ۶۰۰ G تا ۱۲۰۰ در بهره‌برداری قرار دارند، به بالانس دینامیک نیازی ندارند.
- نگهداری متعارف دستگاه شامل موارد زیر است :

- دستگاه را براساس برنامه زمانی و نوع روغن تعیین شده از سوی سازنده روغن‌کاری نمایید.
- شستشوی قسمت‌های داخلی دستگاه، به‌خصوص بخش آبگیری لجن آن (با مقدار زیاد آب در هر شیفت کاری یا هر بار که دستگاه متوقف می‌شود) ضروری است.
- یاتاقآنها ، کاسه نمدها و دیگر قطعات مشابه، باید به‌طور مرتب بازدید شده و در صورت نیاز، تعویض شوند.
- کارکنان تعمیرات باید تا حد امکان ابزار و لوازم یدکی مورد نیاز را دارا باشند.

- برای بهره‌برداری مطمئن از دستگاه و جلوگیری از توقف پیش‌بینی نشده آن، توجه به نکات زیر ضروری است :

- کنترل مرتب سطح روغن دستگاه،
- کنترل فشار و جریان روغن به یاتاقآنها و درجه حرارت آن،
- کنترل جریان آب خنک‌کننده و درجه حرارت آن،
- در صورت ایجاد لرزش غیرمعمول در دستگاه، باید آن را به سرعت متوقف نموده و بازدید، تعمیرات یا تنظیمات لازم را انجام داد زیرا ادامه بهره‌برداری در این حالت موجب بروز خسارات جدی به دستگاه خواهد شد.

omoorepeyman.ir

- آمپر مصرفی دستگاه را کنترل کنید. مصرف آمپر بیش از حد، دلیل بر وارد شدن بار بیش از حد به دستگاه است.
- صدا و درجه حرارت یاتاقآنها را کنترل کنید.
- دستگاه را از نظر نشت بررسی نمائید.

۴-۵-۳-۶ ایمنی و حفاظت در برابر خطرات ناشی از کار

- در هر موردی که عملیاتی روی لجن صورت می‌پذیرد، احتمال وجود گاز سمی H_2S وجود دارد.
- از این‌که روی تسمه‌های انتقال قدرت، چرخ دنده‌ها و دیگر قطعات متحرک حفاظ قرار دارد مطمئن شوید.
- در هنگام بهره‌برداری یا تعمیرات ماشین از پوشیدن لباس‌های کار گشاد خودداری نمایید.
- تمام مقررات ایمنی و حفاظت در مورد کار با تجهیزات، تدارکات و تابلوهای برق را به دقت رعایت کنید.
- از بهره‌برداری ماشین، در صورتی‌که دارای لرزش غیرعادی است خودداری کنید.
- محوطه کارگاه را تمیز نگه‌داشته و از ریختن روغن ، پلیمر و لجن پرهیز نمایید.

omoorepeyman.ir

۵- گندزدایی کردن

۵-۱ لزوم گندزدایی کردن و بهداشت عمومی

گندزدایی کردن، برای از بین بردن ارگانیسم‌های بیماری‌زای موجود در پساب به‌دست آمده از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب انجام می‌گیرد. در این فرآیند، همه ارگانیسم‌ها از بین نمی‌روند و این در واقع، تفاوت این عمل با استریلیزاسیون می‌باشد. در بحث تصفیه فاضلاب، سه دسته از ارگانیسم‌های بیماری‌زا که عبارتند از باکتری‌ها، ویروس‌ها و آمیب‌ها[1] بسیار مهم‌اند و باعث بیماری‌هایی مثل تیفوئید، پاراتیفوئید، وبا[2]، اسهال خونی[3]، فلج اطفال[4] و هپاتیت عفونی[5] می‌شوند. هدف از گندزدایی کردن فاضلاب، به‌طور عمده از بین بردن عوامل همین بیماری‌ها و حفظ بهداشت محیط است.

گندزدایی کردن، ممکن است با استفاده از مواد شیمیایی، روش‌های فیزیکی و اشعه انجام بگیرد. استفاده از مواد شیمیایی، رایج‌ترین روش بوده و از بین مواد شیمیایی، کلر بیشترین کاربرد را دارد. خواص این ماده ضدعفونی کننده و چگونگی استفاده از آن، و همچنین سایر روش‌های ضدعفونی در نشریه شماره ۱۷۷ سازمان مدیریت و برنامه ریزی (راهنمای بهره برداری و نگهداری واحدهای تصفیه خانه آب) به طور کامل شرح داده شده است.

نکته قابل توجه برای ضدعفونی پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، این است که از پساب چه استفاده‌ای خواهد شد (آبیاری، کشت آبی،تغذیه آب‌های زیرزمینی) در این‌صورت، چگونگی و میزان ضدعفونی متفاوت است و چه بسا ممکن است نیاز به ضدعفونی نداشته‌باشد. برای اطلاعات بیشتر در این خصوص، به جدول‌های استانداردهای استفاده از پساب مراجعه شود. به‌عنوان مثال : MPN پساب برای آبیاری نامحدود، باید کمتر از $\frac{۱۰۰۰ MPN}{\text{میلی‌لیتر } ۱۰۰}$ باشد در حالی‌که برای آبیاری محدود، استانداردی توصیه نشده است.

۵-۲ کنترل بو و جلوگیری از صدمات مکانیکی و ساختمانی

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، احتمال تولید بو وجود دارد. منابعی که بو تولید می‌کنند عبارتند از : فاضلاب گندیده در شبکه جمع‌آوری فاضلاب یا واحدهایی مختلف تصفیه‌خانه که ایجاد گاز H_2S می‌کنند، فاضلاب‌های صنعتی که به شبکه جمع‌آوری تخلیه می‌شوند، آشغال‌گیر و شن‌گیر، رویه در ته‌نشینی اولیه و افزایش بار آلی و مراحل مختلف تصفیه لجن. از آن‌جایی که حذف گازهای ایجادکننده بو در تصفیه‌خانه‌ها ضروری است، باید به یکی از روش‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی آن‌را کنترل نمود. ترکیبات شیمیایی، به‌طور عمده مواد مولد بو را از طریق اکسیداسیون شیمیایی اکسیده می‌کنند. کلر، اوزن، هیدروژن پراکسید و پرمنگنات پتاسیم از جمله ترکیباتی هستند که در این خصوص کاربرد دارند.

---

1 - Amoebic Cysts
2 - Cholera
3 - Bacillary Dysentery
4 - Poliomyelitis
5 - Infectious Hepatitis

omoorepeyman.ir

گازهایی مانند H_2S که ممکن است در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه تولید شوند و در پساب هم موجود باشند، باعث خورندگی شدید تأسیسات مکانیکی و ساختمآنهای تصفیه‌خانه، از جمله کانال‌های ارتباطی و کانال خروجی از تصفیه‌خانه می‌گردد، زیرا در این مکآنها، H_2S امکان آزادشدن از فاز مایع را پیدا می‌کند و در فصل مشترک مایع و هوا خوردگی شدید ایجاد می‌کند. بنابراین، ضروری است که بهره‌برداران در چنین مواقع و مکآنهایی، که احتمال پیدایش گازهای خورنده وجود دارد، مراقبت‌های بیشتری بنمایند. با تغییراتی مثل کاهش بار آلی، افزایش میزان هوادهی، افزایش ظرفیت تصفیه، افزایش پمپاژ لجن و رویه، کاهش اغتشاش در سطوح آب و ... در بهره‌برداری نیز، می‌توان بو را کنترل کرد.

۵-۳ کمک به فرآیند

گندزدایی کردن پساب، علاوه بر دستیابی به هدف اصلی که حذف و کاهش ارگانیسم‌ها است، بو را کاهش داده و با اکسیده کردن مواد آلی باقی‌مانده در پساب، کیفیت پساب را نیز بهبود می‌بخشد و در نتیجه در افزایش راندمان تصفیه‌خانه مؤثر می‌باشد.

۵-۴ میزان تزریق کلر

میزان تزریق کلر به پساب حاصل از تصفیه‌خانه فاضلاب، ممکن است به چند روش کنترل شود. ساده‌ترین آن، توسط بهره‌بردار و تزریق کلر به میزان مناسب می‌باشد. میزان کلر تزریقی، اغلب با اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده بعد از ۱۵ دقیقه زمان تماس تعیین می‌گردد، به شکلی که پس از این مدت، مقدار آن ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر باشد. روش دیگر، کنترل اتوماتیک کلر باقی‌مانده در پساب کلر زده شده می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۶- منابع و مآخذ

6-1 David A.long, Chairman, "Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants", Water Pollution Control Federation, 1991.

6-2 Kenneth D.Kerri, Project Director, Bill B. Dendy, Co – Director, John Brady, Consultant and Co – Director, William Crooks, Consultant, "Operation of Wastewater Treament Plants", Environmental Protection Agency (EPA), 1992.

6-3 APHA, AWWA, WEF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 18th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C. 20005, 1992.

6-4 Metcalf & Eddy, Inc. "Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, MC Graw – Hill Book CO, 1991.

6-5 Sherwood C.Reed, E.Joe Middle brooks, Ronald W. Crites, "Natural Systems for Waste Management and Treatment", MC Graw – Hill Book CO, 1988.

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی ، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود ، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی – فنی ، در قالب **آیین‌نامه ، ضابطه ، معیار ، دستورالعمل ، مشخصات فنی عمومی و مقاله** ، بصورت تألیف و ترجمه تهیه و ابلاغ کرده است . نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی بکار برده شود . به این لحاظ برای آشنایی بیشتر ، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است باطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود .

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی **www.mporg.ir/fanni/s.htm** مراجعه نمائید .

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

معاونت امور فنی

فهرست نشریات

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

در سال‌های (۸۳-۸۱)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
آیین‌نامه ایمنی راه‌های کشور ایمنی راه و حریم (جلد اول) ایمنی ابنیه فنی (جلد دوم) ایمنی علائم (جلد سوم) تجهیزات ایمنی راه (جلد چهارم) تأسیسات ایمنی راه (جلد پنجم) ایمنی بهره‌برداری (جلد ششم) ایمنی در عملیات اجرایی (جلد هفتم)	۲۶۷				
دستورالعمل تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راه‌ها	۲۶۸	۱۳۸۲		۳	
راهنمای آزمایش‌های دانه‌بندی رسوب	۲۶۹	۱۳۸۲		۳	
معیارهای برنامه‌ریزی و طراحی کتابخانه‌های عمومی کشور	۲۷۰	۱۳۸۳		۳	
شرایط طراحی (DESIGN CONDITIONS) برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع مخصوص تعدادی از شهرهای کشور	۲۷۱	۱۳۸۲		۳	
راهنمای مطالعات بهره‌برداری از مخازن سدها	۲۷۲				
راهنمای تعیین بار کل رسوب رودخانه‌ها به روش انیشتین و کلبی	۲۷۳	۱۳۸۳		۳	
دستورالعمل نمونه‌برداری آب	۲۷۴	۱۳۸۳		۳	
ضوابط بهداشتی و ایمنی پرسنل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب	۲۷۵	۱۳۸۳		۱	
شرح خدمات مطالعات تعیین حد بستر و حریم رودخانه یا مسیل	۲۷۶				
راهنمای بررسی پیشروی آب‌های شور در آبخوان‌های ساحلی و روش‌های کنترل آن	۲۷۷	۱۳۸۳		۳	
راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری	۲۷۸	۱۳۸۳		۳	
مشخصات فنی عمومی زیرسازی راه‌آهن	۲۷۹				
مشخصات فنی عمومی راهداری	۲۸۰				
ضوابط عمومی طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی	۲۸۱				
ضوابط هیدرولیکی طراحی ساختمان‌های تنظیم سطح آب و آبگیرها در کانال‌های روباز	۲۸۲				
فهرست خدمات مهندسی مرحله ساخت طرح‌های آبیاری و زهکشی	۲۸۳				
راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری بخش دوم - تصفیه ثانویه	۲۸۴				
راهنمای تعیین و انتخاب وسایل و لوازم آزمایشگاه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب	۲۸۵				
ضوابط طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار	۲۸۶	۱۳۸۳		۳	

omoorepeyman.ir

عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه های ایران	۲۳۴	۱۳۸۱		۱	
ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی جلد اول – مشخصات فنی عمومی و اجرایی سازه و معماری سیلو (۱-۲۳۵) جلد دوم – مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق سیلو (۲-۲۳۵) جلد سوم – مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات مکانیکی سیلو (۳-۲۳۵)	۲۳۵	۱۳۸۲ ۱۳۸۱		۱-۲۳۵ نوع ۳ ۲-۲۳۵ نوع ۳	
راهنمای برگزاری مسابقات معماری و شهرسازی در ایران	۲۴۰	۱۳۸۱		۳	
ضوابط طراحی سینما	۲۴۵	۱۳۸۱		۳	
ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی- حرکتی	۲۴۶	۱۳۸۱		۱	
دستورالعمل حفاظت و ایمنی در کارگاههای سدسازی	۲۴۷	۱۳۸۱		۳	
فرسایش و رسوبگذاری در محدوده آبشکنها	۲۴۸	۱۳۸۱		۳	
فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی	۲۴۹	۱۳۸۱		۲	
آیین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده	۲۵۰	۱۳۸۲		۱	
فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود	۲۵۱	۱۳۸۱		۳	
رفتارسنجی فضاهای زیرزمینی درحین اجرا	۲۵۲	۱۳۸۱		۳	
آیین نامه نظارت و کنترل برعملیات و خدمات نقشه برداری	۲۵۳	۱۳۸۱		۱	
دستورالعمل ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی: جلد اول – دستورالعمل عمومی ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی(۱-۲۵۴) جلد دوم – شرح خدمات بررسی اولیه و مطالعات تفصیلی ارزیابی آثارزیست محیطی طرح عمرانی (۲-۲۵۴) جلد سوم – دستورالعمل های اختصاصی پروژه های آب .....(۳-۲۵۴)	۲۵۴	۱۳۸۱		۳ ۱ ۳	
دستورالعمل آزمایشهای آبشویی خاکهای شور وسدیمی در ایران	۲۵۵	۱۳۸۱		۳	
استانداردهای نقشه کشی ساختمانی	۲۵۶	۱۳۸۱		۳	
دستورالعمل تهیه طرح مدیریت مناطق تحت حفاظت	۲۵۷			۳	
دستورالعمل بررسیهای اقتصادی منابع آب	۲۵۸	۱۳۸۱		۳	
دستورالعمل آزمون میکروبیولوژی آب	۲۵۹	۱۳۸۱		۳	
راهنمای تعیین عمق فرسایش و روشهای مقابله باآن درمحدوده پایه های پل	۲۶۰	۱۳۸۱		۳	
ضوابط و معیارهای فنی روشهای آبیاری تحت فشار مشخصات فنی عمومی آبیاری تحت فشار	۲۶۱	۱۳۸۱		۱	
فهرست جزئیات خدمات مطالعات تاسیسات آبگیری (مرحله های شناسائی ، اول و دوم ایستگاههای پمپاژ)	۲۶۲	۱۳۸۲		۲	
فهرست جزئیات خدمات مهندسی مطالعات تاسیسات آبگیری (سردخانه سازی)	۲۶۳	۱۳۸۲		۲	
آیین نامه اتصالات سازه های فولادی ایران	۲۶۴	۱۳۸۲		۱	
برپایی آزمایشگاه آب	۲۶۵	۱۳۸۲		۳	
۱- دستورالعمل تعیین اسید یته و قلیائیت آب ۲- دستورالعمل تعیین نیتروژن آب	۲۶۶	۱۳۸۲		۳	

omoorepeyman.ir