

جمهوری اسلامی ایران  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

# راهنمای اندازه‌گیری و ثبت پارامترها در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و پردازش آن

نشریه شماره ۴۹۴

وزارت نیرو

دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا

<http://seso.moe.org.ir>

معاونت نظارت راهبردی

دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>





بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

شماره:	۱۰۰/۳۷۴۹۴	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۸۸/۴/۲۴	
موضوع:		
راهنمای اندازه‌گیری و ثبت پارامترها در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و پردازش آن		
<p>به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۹۴ دفتر نظام فنی اجرایی، در دو جلد با عنوان «راهنمای اندازه‌گیری و ثبت پارامترها در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و پردازش آن» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.</p> <p>عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.</p>		
<p>امیر منصور برقی معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور</p> 		



# اصلاح مدارک فنی

## خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
  - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت 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، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، معاونت  
برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی  
Email: [tsb.dta@mporg.ir](mailto:tsb.dta@mporg.ir) web: <http://tec.mporg.ir/>



## بسمه تعالی

### پیشگفتار

طبق نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیدایش، مطالعات توجیهی، طراحی پایه و تفصیلی، اجرا، راه‌اندازی، تحویل و شروع بهره‌برداری طرح‌ها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری به لحاظ رعایت جنبه‌های توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، تامین کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

با توجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور) با همکاری معاونت نظارت راهبردی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی (دفتر نظام فنی اجرایی) به استناد آیین‌نامه اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای صنعت آب کرده است. استانداردهای صنعت 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 ماخذ 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 موسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران و سایر موسسات تهیه‌کننده استاندارد. نشریه حاضر به منظور ارایه پارامترهای مهم اندازه‌گیری، محل اندازه‌گیری‌ها و نحوه ثبت و پردازش اطلاعات جهت بهره‌برداری مناسب واحدهای مختلف تصفیه تهیه شده تا در اختیار مسوولان تصفیه‌خانه‌ها و کارکنان مربوط قرار گیرد.
- ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با به کارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش کرده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند. با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد کرد.

در پایان، از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر نظام فنی اجرایی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و کارشناسان این دفتر، نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد حاج‌رسولیه و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۸

## ترکیب اعضای تهیه‌کننده، کمیته و ناظران تخصصی

این راهنما در معاونت پژوهشی دانشگاه علم و صنعت ایران و با مسوولیت خانم دکتر فریده قوی پنجه و همکاری افراد زیر تهیه شده است. اسامی این افراد به ترتیب حروف الفبا به شرح زیر می‌باشد:

آقای محمد بهاری کیا	شرکت آتی سر	فوق لیسانس مهندسی بهداشت
آقای رضا خیراندیش	شرکت مهندسین مشاور پژوهاب	دکترای عمران (مهندسی محیط زیست)
خانم فریده قوی پنجه	پژوهشگاه مواد و انرژی	دکترای محیط زیست (کنترل فاضلاب)
<b>گروه نظارت</b> که مسوولیت نظارت تخصصی بر تدوین این راهنما را بر عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:		
خانم شکوه‌السادات بامامیر	شرکت فاضلاب تهران	لیسانس مهندسی شیمی
آقای عباس حاج‌حریری	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق لیسانس مدیریت صنایع
خانم مینا زمانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی	لیسانس مهندسی شیمی
	صنعت آب کشور	

**اعضای کمیته تخصصی آب و فاضلاب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور** که بررسی و تایید راهنمای حاضر را به عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای فرخ افرا	شرکت مهندسین مشاور سختاب	فوق لیسانس راه و ساختمان
آقای نعمت‌اللهی پناه	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق لیسانس هیدرولوژی
آقای ابوالقاسم توتونچی	شرکت مهندسین مشاور ایراناب	فوق لیسانس راه و ساختمان
آقای علیرضا تولایی	کارشناس آزاد	فوق لیسانس راه و ساختمان
آقای عباس حاج‌حریری	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق لیسانس مدیریت صنایع
خانم مینا زمانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی	لیسانس مهندسی شیمی
	صنعت آب کشور	
آقای جلال‌الدین شایگان	دانشگاه صنعتی شریف	دکترای مهندسی بیوشیمی
آقای علی‌اکبر هوشمند	شرکت تهران میراب	لیسانس مهندسی مکانیک

در خاتمه از جناب آقای مهندس حسین شفیع‌فر که با بازخوانی و ارائه نظرات مفید خود، در تهیه و تدوین این راهنما همکاری کرده‌اند، قدردانی می‌شود.

### کارشناسان معاونت نظارت راهبردی:

آقای علیرضا دولتشاهی	دفتر نظام فنی اجرایی	لیسانس مهندسی کشاورزی
خانم فرزانه آقارمضانعلی	دفتر نظام فنی اجرایی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع
خانم شهرزاد روشن‌خواه	دفتر نظام فنی اجرایی	کارشناس ارشد مهندسی عمران - ژئوتکنیک

بدین وسیله معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور از زحمات تمام کارشناسان و متخصصان یادشده که در تهیه و تدوین این نشریه همکاری داشته‌اند، سپاسگزاری می‌کند.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	فصل اول- هدف و دامنه کاربرد
۵	۱-۱- هدف
۵	۲-۱- دامنه کاربرد
۷	فصل دوم- آشنایی مختصر با فرایندهای مختلف در تصفیه‌خانه فاضلاب
۹	۱-۲- کلیات
۱۳	فصل سوم- آشنایی با تجهیزات ثبت و نمایش داده‌ها
۱۵	۱-۳- کلیات
۱۵	۲-۳- ترانسمیترها (انتقال دهنده‌های سیگنال)
۱۵	۳-۳- نمایشگرها
۱۶	۴-۳- ثبات‌ها
۱۶	۵-۳- هشدار دهنده‌ها
۱۷	فصل چهارم- تعیین پارامترهای کمی و کیفی قابل اندازه‌گیری در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه فاضلاب
۱۹	۱-۴- کلیات
۲۱	۲-۴- آشغالگیری
۲۱	۱-۲-۴- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل
۲۲	۳-۴- دانه‌گیری
۲۲	۱-۳-۴- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل
۲۳	۴-۴- ته‌نشینی
۲۳	۱-۴-۴- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل
۲۵	۵-۴- شناورسازی
۲۶	۱-۵-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۲۷	۶-۴- رسوب‌دادن شیمیایی
۲۷	۱-۶-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۲۸	۷-۴- فرایند تنظیم pH
۲۸	۱-۷-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۲۸	۸-۴- گندزدایی
۲۹	۱-۸-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

## فهرست مطالب

### عنوان

### صفحه

۳۰	۹-۴- سامانه لجن فعال
۳۰	۱-۹-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۳۳	۱۰-۴- صافی‌های چکه‌ای
۳۳	۱-۱۰-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۳۴	۱۱-۴- صفحات زیستی دوار
۳۴	۱-۱۱-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۳۵	۱۲-۴- برکه‌های تثبیت
۳۵	۱-۱۲-۴- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل
۳۷	۱۳-۴- تغلیظ لجن
۳۷	۱-۱۳-۴- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل
۳۸	۱۴-۴- هاضم هوازی
۳۹	۱-۱۴-۴- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل
۴۰	۱۵-۴- هاضم بی‌هوازی
۴۰	۱-۱۵-۴- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل
۴۰	۱۶-۴- بسترهای لجن خشک کن
۴۳	<b>فصل پنجم- پردازش داده‌های اندازه‌گیری شده</b>
۴۵	۱-۵- کلیات
۴۵	۲-۵- نحوه ارائه و گزارش اندازه‌گیری‌های ثبت شده
۴۶	۱-۲-۵- گزارش‌های عملیاتی روزانه
۴۶	۲-۲-۵- گزارش‌های عملیاتی هفتگی و ماهانه
۴۶	۳-۲-۵- سوابق آزمایشگاه
۴۷	۴-۲-۵- ارتباط اطلاعات ثبت شده با عملیات تصفیه
۴۷	۵-۲-۵- محدوده معمول نتایج
۴۷	۳-۵- نحوه حفظ و ذخیره اطلاعات
۴۷	۴-۵- مدیریت راهبری تصفیه‌خانه
۴۹	۵-۵- برداشت‌های کلی از تجزیه و تحلیل اطلاعات واحدها
۵۲	۶-۵- تعیین پارامترهای مهم در بهره‌برداری روزانه
۵۲	۷-۵- تعیین پارامترهای مهم در راهبری دراز مدت

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵۲	۸-۵- پردازش و تحلیل اطلاعات واحدها و اقدامات اصلاحی لازم
۵۲	۵-۸-۱- آشغالگیر
۵۳	۵-۸-۲- دانه گیر
۵۴	۵-۸-۳- ته نشینی
۵۴	۵-۸-۴- صافی چکه ای
۵۹	۵-۸-۵- صفحات زیستی دوار
۵۹	۵-۸-۶- سامانه لجن فعال
۶۱	۵-۸-۷- گندزایی با کلر
۶۶	۵-۸-۸- تغلیظ لجن
۶۷	۵-۸-۹- هاضم هوازی
۶۸	۵-۸-۱۰- هاضم بی هوازی
۷۰	۵-۸-۱۱- بسترهای لجن خشک کن ماسه ای
۷۰	۵-۸-۱۲- صافی خلا
۷۰	۵-۸-۱۳- صافی فشاری (فیلتر پرس یا صافی قاب و صفحه)
۷۰	۵-۸-۱۴- صافی تسمه ای فشاری
۷۴	۵-۹- بررسی و تحلیل عملکرد تصفیه خانه
۸۰	۵-۱۰- نحوه استفاده از اطلاعات ثبت شده در طراحی واحدهای جدید تصفیه خانه های فاضلاب
۸۱	پیوست ۱
۸۵	پیوست ۲
۸۹	پیوست ۳
۹۷	پیوست ۴
۱۱۱	منابع و مراجع



## مقدمه

در سال‌های اخیر، به علت رعایت ضوابط تخلیه فاضلاب‌ها به انواع منابع پذیرنده در جهت حفظ شرایط زیست محیطی، ایجاب می‌کند که فاضلاب تصفیه شده در تصفیه‌خانه‌ها مشخصات کیفی قابل قبولی داشته باشد. بنابراین، لازم است که بهره‌بردارها عملکرد واحدهای مختلف تصفیه را تحت کنترل داشته باشند. در عین حال با افزایش تعداد واحدها و پیچیدگی فرایندهای تصفیه فاضلاب، لازم است که به منظور تصفیه فاضلاب با مشخصات مطلوب، عوامل موثر جهت کنترل فرایند و اصلاح وضعیت به موقع اندازه‌گیری، ثبت و پردازش شوند.

تجارب گذشته نشان داده است که اندازه‌گیری و ثبت پارامترها در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و استفاده به موقع از آن‌ها در بهره‌برداری، موجب کاهش مصرف انرژی، کاهش مصرف مواد شیمیایی، افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش تعداد بهره‌بردارها می‌شود. ثبت منظم و جمع‌آوری اطلاعات و گزارش‌ها طی دوره بهره‌برداری از تصفیه‌خانه و پردازش اطلاعات، اهداف دیگری را نیز در بر دارد. این اطلاعات برای کسانی که به طور مستقیم درگیر بهره‌برداری بوده و سایر موسسات مربوط مانند شرکت‌های آب و فاضلاب و مهندسين مشاور جهت طراحی، اصلاح فرایند، ارتقای شرایط و رفع معضلات بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های موجود و طرح‌های تصفیه فاضلاب در آینده، مفید می‌باشد.

ذکر این نکته ضروری است که راهنمای حاضر عمدتاً برای تصفیه‌خانه‌های فاقد سامانه کامپیوتری و پردازش اطلاعات، جمع‌آوری و تهیه و تنظیم شده است. به نظر می‌رسد که به دلیل حجم بسیار زیاد اطلاعات مربوط به دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف تصفیه، به منظور راهبری بهتر و دقیق‌تر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب لازم است که استاندارد در زمینه استفاده از سامانه‌های خودکار و کامپیوتری جهت جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و پردازش پارامترهای اندازه‌گیری، تدوین شده و رعایت آن در طراحی و ساخت تصفیه‌خانه‌های جدید، لازم الاجرا گردد. در این سامانه‌ها، اطلاعات بر حسب نوع تجهیزات و فرایندها در کامپیوتر ذخیره و زمان‌های تعمیرات و نگهداری آن‌ها مشخص شده است و در صورت بروز مشکل اخطار به موقع و سریع، اعلام و واکنش‌های لازم به کارکنان داده می‌شود. همچنین امکان گزارش‌گیری و تهیه نمودارها و جداول به سهولت میسر می‌باشد. در سامانه‌های جدیدتر امکان ارتباط صوتی نیز بین بهره‌بردار و اتاق کنترل برقرار می‌باشد.

این راهنما، چارچوبی برای جمع‌آوری اطلاعات لازم، چگونگی ذخیره‌سازی، پردازش و نتیجه‌گیری از آن‌ها برای کارکرد هر چه صحیح‌تر واحدهای تصفیه در اختیار مسئولان تصفیه‌خانه‌ها و کارکنان مربوط قرار می‌دهد. برای این منظور، پارامترهای مهم اندازه‌گیری در واحدهای مختلف تصفیه، محل اندازه‌گیری‌ها، نحوه ثبت و پردازش اطلاعات جهت بهره‌برداری مناسب واحدهای مختلف در انواع فرایندهای تصفیه ارائه شده است.



# فصل ۱

---

---

هدف و دامنه کاربرد





**۱-۱- هدف**

راهنمای حاضر برای بهره‌برداری سامانه‌های تصفیه فاضلاب شهری به منظور تشخیص به موقع خطا، پیشگیری از نقص و توقف در سامانه و بهره‌برداری هر چه بهتر از آن‌ها تهیه شده است. این واکنش همچنین، چگونگی تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده از فرایندهای مختلف تصفیه‌خانه و نتیجه‌گیری از آن‌ها و نهایتاً اقدامات لازم در جهت نیل به تصفیه مطلوب و جلوگیری از بروز مشکل را ارائه می‌کند.

**۱-۲- دامنه کاربرد**

دامنه کاربرد این راهنما، برای اندازه‌گیری و ثبت پارامترها در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و روستایی می‌باشد.



## فصل ۲

---

---

آشنایی مختصر با فرایندهای مختلف

در تصفیه خانه فاضلاب



## ۲-۱- کلیات

تصفیه فاضلاب شهری، عموماً در سه مرحله عملیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی برای جداسازی و پاکسازی آلاینده‌های فاضلاب انجام می‌شود. هریک از این مراحل شامل فرایندهای گوناگونی است که حسب مقدار بده و غلظت فاضلاب، شرایط محیطی و اقتصادی، یک یا ترکیبی از انواع آن‌ها به کار گرفته می‌شوند. عملیات باید به گونه‌ای باشد که فاضلاب خروجی از تصفیه‌خانه در صورت تخلیه به محیط، به استانداردهای مجاز تعیین شده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست، برسد و یا شرایط لازم برای استفاده مجدد در آبیاری یا سایر کاربردها را به دست آورد. در این صورت گاهی نیاز است که از عملیات تصفیه تکمیلی نیز استفاده شود.

تصفیه فیزیکی عبارت است از یک رشته فرایندهایی که در آن‌ها با استفاده از خواص فیزیکی و ابزار مکانیکی، مواد معلق از فاضلاب جدا می‌شود. این عملیات در تصفیه فاضلاب شهری عمدتاً عبارتند از: آشغال‌گیری، دانه‌گیری، ته‌نشینی و شناورسازی. آشغال‌گیر، وسیله یا دستگاهی است که در مسیر جریان ورودی فاضلاب به تصفیه‌خانه قرار داده می‌شود و مانع از عبور آشغال‌ها به سایر تجهیزات و واحدهای تصفیه می‌شود. عدم جداسازی این آشغال‌ها باعث صدمه زدن به تلمبه‌ها و اختلال در کار سایر واحدهای تصفیه می‌شود. هدف از دانه‌گیری، حذف شن و ماسه و مواد جامد سنگین معلق و عمدتاً غیر آلی موجود در فاضلاب که عموماً دانه نامیده می‌شوند، می‌باشد. عدم حذف این مواد می‌تواند سبب گرفتگی لوله‌ها، کانال‌ها و مجراها، سایش وسایل و قسمت‌های مکانیکی، کاهش حجم مفید سایر واحدهای تصفیه و افزایش تواتر تخلیه لجن در هاضم‌های لجن شود. در حوض‌های ته‌نشینی، جامدات معلق سنگین‌تر از آب، از طریق ته‌نشینی ثقلی، ته‌نشین شده و توسط سامانه‌های مکانیکی در چاله‌ای در کف حوض، جمع‌آوری و از آنجا توسط فشار هیدرواستاتیک و یا تلمبه به بیرون از حوض هدایت می‌شوند. چربی و روغن و سایر مواد سبک‌تر از آب در سطح حوض شناور شده و توسط کفاب روب‌های از سطح مایع جمع‌آوری و تخلیه می‌شوند. شناورسازی نیز عملی است که در آن از طریق وارد کردن حباب‌های ریز هوا به داخل یک حوض، عمل جداسازی ذرات جامد از فاضلاب انجام داده می‌شود. حباب‌های هوا به ذرات جامد چسبیده و باعث صعود ذرات به سطح مایع و شناور شدن آن‌ها می‌شود. از عمل شناورسازی برای جدا کردن ذرات ریز معلق که به راحتی ته‌نشین نمی‌شوند استفاده می‌شود. ذرات شناور شده در سطح از طریق کفاب روبی جمع‌آوری و تخلیه می‌شوند.

فرایندهای تصفیه شیمیایی شامل عملیاتی است که در آن‌ها از طریق افزودن مواد شیمیایی و ایجاد واکنش‌های شیمیایی، عمل حذف ناخالصی‌ها از فاضلاب انجام می‌شود. عملیات معمول شیمیایی عبارتند از: رسوب‌دادن شیمیایی، تنظیم pH و گندزدایی. رسوب‌دادن شیمیایی به معنی افزودن مواد شیمیایی جهت تبدیل مواد محلول به نامحلول و ذرات کلوئیدی به ذرات درشت و در نتیجه تسهیل در ته‌نشینی و جداسازی این مواد از فاضلاب است. رسوب‌دادن شیمیایی در تصفیه فاضلاب، در موارد مختلفی از جمله: انعقاد ذرات کلوئیدی، تبدیل آن‌ها به توده‌های درشت و ته‌نشینی آن‌ها در حوض‌های ته‌نشینی و همچنین حذف شیمیایی فسفر مورد استفاده قرار می‌گیرد. افزودن اسید یا قلیا به فاضلاب تا محدوده pH مورد نظر را تنظیم pH می‌گویند. در برخی از مراحل تصفیه فاضلاب شهری از جمله:

در هضم بی‌هوازی لجن، نیاز به تنظیم pH می‌باشد. تنظیم pH در حذف نیتروژن از طریق عریان‌سازی<sup>۱</sup> به صورت آمونیاک، نیز کاربرد دارد. در این حالت یون آمونیوم در pH های بالا به گاز آمونیاک تبدیل شده و سپس در برج عریان‌سازی از فاضلاب جدا می‌شود. در استفاده از آهک جهت عملیات انعقاد و ته‌نشینی، حذف فسفر هم‌زمان با انعقاد مواد معلق اتفاق می‌افتد و با تنظیم pH در مقادیر بالاتر می‌توان جهت حذف آمونیاک نیز سود برد. گندزدایی، معمولاً آخرین مرحله در هر تصفیه‌خانه فاضلاب است و به منظور بهداشتی کردن فاضلاب از نظر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای آن، قبل از تخلیه فاضلاب به آب‌های پذیرنده انجام داده می‌شود. روش‌های مختلفی برای گندزدایی وجود دارد که به سه دسته کلی روش‌های فیزیکی، تابشی و شیمیایی قابل تقسیم‌اند. روش‌های فیزیکی شامل استفاده از حرارت و اشعه ماوراء بنفش (UV) است. از جمله روش‌های تابشی، استفاده از پرتوهای گاما در گندزدایی فاضلاب و لجن است. مواد شیمیایی که به طور معمول برای گندزدایی استفاده می‌شوند عبارتند از: کلر و ترکیبات کلر، و ازن. از میان این مواد، کلر بیش‌ترین کاربرد به عنوان ماده گندزدا را دارد.

در فرایندهای تصفیه زیستی، از میکروارگانیسم‌ها جهت تجزیه مواد آلی محلول در فاضلاب، استفاده می‌شود. این فرایندها بر اساس نیاز اکسیژن میکروارگانیسم‌های آن‌ها به سه گروه: ۱- فرایندهایی که نیاز به اکسیژن محلول دارند با نام هوازی<sup>۲</sup>، ۲- فرایندهایی که در عمل دنیتریفیکاسیون، در غیاب اکسیژن محلول و در حضور نیترات انجام می‌شوند با نام انوکسیک<sup>۳</sup>، و ۳- فرایندهایی که در غیاب اکسیژن محلول انجام می‌شوند با نام بی‌هوازی<sup>۴</sup>، تقسیم‌بندی می‌شوند. هریک از این گروه‌ها نیز بر اساس نحوه رشد توده‌های زیستی به؛ سامانه‌های با رشد معلق و سامانه‌های با رشد چسبیده، تقسیم‌بندی می‌شوند. از جمله سامانه‌های با رشد معلق می‌توان به انواع سامانه‌های لجن فعال مانند: لجن فعال متعارف، لجن فعال با هوادهی ممتد و لجن فعال با اختلاط کامل، و حوض‌های هوادهی اشاره کرد. از سامانه‌های با رشد چسبیده می‌توان صافی‌های چکه‌ای و صفحات زیستی دوار را نام برد. توضیحات در مورد هریک از انواع فرایندهای یاد شده، در نشریه شماره ۳-۱۲۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان "ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری" آمده است.

با انجام عملیات تصفیه، معمولاً می‌توان به استانداردهای مورد نظر سازمان حفاظت محیط زیست ایران رسید. به همین دلیل، تقریباً همه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری کشور به همین عملیات تصفیه بسنده کرده‌اند و کم‌تر تصفیه‌خانه‌ای است که عملیات تکمیلی در آن انجام داده شود. عملیات تصفیه تکمیلی که می‌تواند فاضلاب تصفیه شده را برای موارد مصرف بیش‌تری (از جمله مصارف صنعتی و بهداشتی) آماده کند، برای حذف بیش‌تر مواد معلق، کاهش مقدار نیتروژن و فسفر، کاهش مواد جامد محلول و حتی حذف مقادیر جزئی از رنگ و مواد آلی به‌کار می‌رود. این عملیات عبارتند از: صافی‌ها، میکرو آشغال‌گیرها<sup>۵</sup>، حذف نیتروژن و فسفر، جذب سطحی و مبدل‌های یونی.

مواد جامدی که طی فرایندهای مختلف تصفیه فاضلاب حاصل می‌شوند، لجن نامیده می‌شوند. ضروری است که لجن حاصل از قسمت‌های مختلف تصفیه‌خانه به درستی تثبیت و دفع شوند. این لجن‌ها شامل لجن حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی (لجن خام)، لجن

- 
- 1 - Stripping
  - 2 - Aerobic
  - 3 - Anoxic
  - 4 - Anaerobic
  - 5 - Microstrainers

ته‌نشینی ثانویه (لجن زیستی)، لجن شیمیایی و لجن‌های حاصل از تصفیه تکمیلی است. توضیحات بیش‌تر در مورد انواع لجن در بند ۴-۱ نشریه ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان "راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، بخش دوم (تصفیه ثانویه)" آمده است. عملیات و فرایندهایی که برای دفع لجن مورد استفاده قرار می‌گیرند، متفاوت بوده و بستگی به نوع و کیفیت لجن و امکانات موجود دارد. در بند ۶-۱-۱-۱-۱ نشریه شماره ۳-۱۲۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان "ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری" نکاتی که باید برای انتخاب روش‌های جمع‌آوری و آماده‌سازی و دفع لجن ارزیابی شود، توصیه شده است. مراحل که عموماً بر روی لجن انجام می‌شود تا قابل دفع گردد، عبارتند از: ذخیره‌سازی<sup>۱</sup>، آمایش<sup>۲</sup>، تغلیظ<sup>۳</sup>، تثبیت<sup>۴</sup>، آگیری از لجن<sup>۵</sup> و گندزدایی.

- 
- 1 - Storage
  - 2 - Sludge conditioning
  - 3 - Thickening
  - 4 - Stabilization
  - 5 - Sludge dewatering





## فصل ۳

---

---

آشنایی با تجهیزات ثبت و نمایش

داده‌ها



### ۳-۱- کلیات

سامانه‌های ابزار دقیق کنترل فرایندها شامل انواع کلیدها، ثبات‌ها، اعلام‌گرها<sup>۱</sup> یا هشدار دهنده‌ها<sup>۲</sup>، رله‌ها و زمان سنجش‌ها، کنترل کننده‌ها، کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، کامپیوترها و سایر وسایل مشابه می‌باشد. هدف از این ابزار، بهبود عملیات فرایند است. سامانه ابزار دقیق تصفیه‌خانه‌ها بستگی به بزرگی تصفیه‌خانه، پیچیدگی فرایندها، تغییرات ورودی و الزامات کیفیت خروجی تصفیه‌خانه دارد.

سامانه‌های کنترل فرایندهای مختلف تصفیه‌خانه را می‌توان به سامانه‌های گسسته<sup>۳</sup>، سامانه‌های آنالوگ یا پیوسته<sup>۴</sup> تقسیم کرد. منظور از سامانه‌های گسسته، سامانه‌هایی است که در آن‌ها عمل کنترل، تنها دو وضعیت (مانند قطع / وصل، باز / بسته، بالا / پایین، اضطراری / معمولی) دارد. این اعمال، در پاسخ به یک برنامه از پیش تعیین شده از حوادث یا رسیدن یک متغیر پیوسته به مقدار معین، انجام داده می‌شود. در کنترل آنالوگ، تغییرات متغیر به‌طور پیوسته اندازه‌گیری می‌شود. در اکثر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب این متغیرها بر حسب سیگنال‌های ۴-۲۰ میلی‌آمپر dc، ۱-۵ ولت dc و ۳-۱۵ psig بیان می‌شوند. سامانه‌های گسسته و آنالوگ می‌توانند به‌طور دستی یا خودکار کنترل شوند. در بیش‌تر تاسیسات تصفیه فاضلاب هر دو سامانه کنترل گسسته و پیوسته به منظور بهره‌برداری بهینه و ایمنی عملیات بهره‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۳-۲- ترانس‌میتورها (انتقال دهنده‌های سیگنال)<sup>۵</sup>

مقادیر اندازه‌گیری شده توسط حس‌گرها از ترانس‌میتورها به نمایشگرها<sup>۶</sup> و یا کنترل کننده‌ها انتقال می‌یابند. انتقال ممکن است به صورت مکانیکی، نیوماتیکی یا الکتریکی انجام داده می‌شود.

### ۳-۳- نمایشگرها

اطلاعات منتقل شده توسط انتقال دهنده‌ها، در مکان مناسبی که به راحتی توسط کارکنان عملیاتی قابل مشاهده باشد، نمایش داده می‌شود. نمایشگر در واقع وسیله ارتباطی بین بهره‌بردار و فرایند است و باید ویژگی‌هایی چون قابلیت اطمینان، فهم آسان و سریع و دسترسی راحت به آن را داشته باشد. متداول‌ترین انواع نمایش‌گرها شامل نشان دهنده‌ها<sup>۷</sup>، ثبات‌ها، تابلوی نمایش<sup>۸</sup> یا صفحه مانیتور می‌باشند.

1 - Annunciators

2 - Alarms

3 - Discrete or digital

4 - Analog or continuous

5 - Signal-transmitting device

6 - Readout or data display readout device

7 - Indicators

8 - Panels

### ۳-۴- ثبت‌ها

ثبت وسیله‌ای است که به طور خودکار، تغییرات یک یا چند متغیر اندازه‌گیری شده را معمولاً به صورت یک منحنی پیوسته بر حسب زمان و گاهی بر حسب یک یا چند متغیر دیگر رسم می‌کند. ثبت‌ها که ثبت‌های گرافیکی<sup>۱</sup> نیز نامیده می‌شوند، در اشکال، دقت و قیمت‌های بسیار متفاوت از یک ثبت کوچک تک متغیره قابل حمل گرفته تا ثبت‌های چند کاناله با سرعت و دقت بسیار بالا، موجودند.

### ۳-۵- هشدار دهنده‌ها

هشداردهنده وسیله‌ای است که در صورت وجود اشکال یا یک وضعیت غیرعادی، یک سیگنال صوتی یا چشمی منقطع یا هر دو را به منظور جلب توجه، صادر می‌کند. به عنوان مثال چنانچه تلمبه‌ای از کار بیفتد، سطح مایع در مخزن بالا رفته و وقتی به شناور می‌رسد، هشدار دهنده صوتی و چشمی به کار می‌افتد و بهره‌بردار را متوجه می‌سازد. بنابراین، توسط هشداردهنده‌ها موقعیت‌های بحرانی در یک سامانه، تحت نظارت مستمر قرار می‌گیرد. موضوع مهم و مورد توجه درباره هشداردهنده‌ها، عملکرد مطمئن آن‌ها است. این وسایل باید در طول مدت زمان طولانی غیر فعال بودن، کارایی خود را حفظ کنند، تا بتوانند در صورت لزوم به درستی عمل کنند.

## **فصل ۴**

---

---

**تعیین پارامترهای کمی و کیفی قابل**

**اندازه‌گیری در واحدهای مختلف**

**تصفیه‌خانه فاضلاب**



## ۴-۱- کلیات

به منظور اطمینان از کارکرد مناسب و مداوم هر سامانه، لازم است که اندازه‌گیری‌هایی به طور پیوسته یا تناوبی از آن به عمل آید. برخی از اندازه‌گیری‌ها، جهت کنترل عملیات و برخی دیگر جهت اطمینان از کارکرد مناسب سامانه و راهبری دراز مدت آن پایش می‌شوند. به طور کلی وضعیت کارکرد و عملیات سامانه‌ها یا فرایندها را می‌توان از طریق اندازه‌گیری‌های کمی و مشاهدات کیفی مربوط به فرایند و نیز تجهیزات به‌کار رفته بررسی نمود. بر این اساس می‌توان پارامترهای هر سامانه را به دو دسته، پارامترهای فرایندی و پارامترهای تجهیزاتی تفکیک نمود که در زیر توضیحاتی درباره آن‌ها آمده است.

### الف- پارامترهای فرایندی

این پارامترها، وضعیت کاری هر فرایند را مشخص می‌سازند و به دو نوع کمی و کیفی قابل تفکیک می‌باشند. پارامترهای اندازه‌گیری کمی، متغیرهایی را شامل می‌شوند که توسط حس‌گرها و یا روش‌های آزمایشگاهی به صورت پیوسته یا منقطع، قابل اندازه‌گیری بوده و می‌توانند به عنوان معیاری از نحوه کارکرد سامانه در کنترل شرایط عملیات و راهبری کوتاه مدت سامانه و برخی دیگر، جهت بررسی عملکرد یا بازده سامانه و لذا در راهبری دراز مدت سامانه، مورد استفاده قرار گیرند. پارامترهای کیفی یا همان مشاهدات کیفی، جهت تشخیص نقص و رفع آن توسط بهره‌بردار، مورد استفاده قرار می‌گیرند و در راهبری دراز مدت و نگهداری سامانه‌ها نقش مهمی دارند. همچنین، بازرسی‌های چشمی همراه با اندازه‌گیری‌های پیوسته جریان ورودی فاضلاب مانند pH، می‌تواند در تشخیص اولیه تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به‌کار رود و قبل از اینکه مواد سمی همراه فاضلاب‌های صنعتی روی سامانه‌های زیستی تاثیر بگذارند، تشخیص و اقدامات صحیح انجام داده شود.

### ب- پارامترهای تجهیزاتی

این پارامترها نیز به دو صورت کمی و کیفی بوده و نشان‌دهنده کارکرد صحیح تجهیزات الکتریکی و مکانیکی (مانند تلمبه و کمپرسور) متعلق به هر فرایند یا سامانه است. ولتاژ و جریان تجهیزات الکتریکی، سرعت یا دور و دمای موتورهای الکتریکی از جمله پارامترهای کمی تجهیزاتی هستند. پارامترهای کیفی در واقع بازرسی‌هایی است که لازم است به طور مداوم بر روی تجهیزات انجام گیرد مانند؛ لرزش، صداهای غیرعادی، نشستی‌ها و بوهای غیر معمول که در این واکنش، از آن‌ها به پارامترهای بازرسی نام برده شده است. در بند ۳-۲-۵ نشریه شماره ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان "راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری" (تصفیه ثانویه) کارت تعمیرات و نگهداری تجهیزات، برنامه نگهداری موتورهای الکتریکی، برنامه نگهداری معمول بلبرینگ‌ها و یاتاقان‌ها، نگهداری معمول از شیرهای تصفیه‌خانه و نگهداری کاسه نمدها آمده است.

روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری هر یک از انواع پارامترهای ذکر شده وجود دارد. در مورد پارامترهای کمی، حس‌گرها و آنالیزورها مورد استفاده قرار گرفته و یا نمونه برداری و آزمایش در آزمایشگاه، انجام می‌شود. در مورد پارامترهای کیفی، مشاهدات چشمی توسط بهره‌بردار باید به طور مرتب در فواصل زمانی مشخص و نیز در مواقع لزوم، انجام پذیرد. در ادامه این بخش، پارامترهای مهم اندازه‌گیری در هر یک از واحدهای تصفیه و محل اندازه‌گیری و نحوه ثبت آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور لازم است که ابتدا، نحوه تعیین عملکرد و کنترل هر فرایند یا سامانه را شناخته تا بتوان پارامترهای مهم آن را تعیین کرد. سوابق پارامترهای اندازه‌گیری شده باید در فرم‌های مخصوص ثبت و نگهداری شوند. فرم‌های سوابق اطلاعاتی واحدهای مختلف

تصفیه در پیوست آمده است. در ضمن، مشاهدات کیفی مربوط به هر یک از واحدها به منظور تشخیص و رفع به موقع عیوب قبل از ایجاد اختلال در فرایندها در پیوست پ به صورت جداگانه ارائه شده است. در این خصوص، رعایت برنامه تعمیرات و نگهداری هر دستگاه نیز امری ضروری است که نشریه‌های شماره ۲۳۷ و ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور به طور مفصل بدان پرداخته است [۳ و ۴].

پارامترهایی که لازم است برای تعیین کیفیت فاضلاب، بررسی عملکرد و کنترل سامانه‌های مختلف تصفیه فاضلاب اندازه‌گیری شوند، بسته به نوع فرایند متفاوت می‌باشد. پارامترهایی که به طور معمول در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اندازه‌گیری می‌شوند عبارتند از: (pH)، اکسیژن محلول، خواست اکسیژن زیست شیمیایی (BOD)، COD، TOC، VOC، انواع مواد محلول و معلق (TS)، TSS، TDS، VSS، FSS، نیترژن (TKN, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>)، فسفر (فسفر کل، اورتو فسفات)، چربی و روغن<sup>۱۰</sup>، فلزات سنگین، رنگ، بو و کدورت، میکروبیولوژی فاضلاب، شاخص‌های باکتریولوژیکی، آزمایش‌های میکروسکوپی، نسبت خوراک به میکروارگانیسم (F/M)، متوسط زمان اقامت باکتری‌ها (MCRT<sup>۱۱</sup>)، MLSS، MLVSS، حجم لجن ته‌نشین شده (SSV)، اندیس حجمی لجن (SVI)، بده فاضلاب (لحظه‌ای، میانگین، حداقل و حداکثر)، بار آلودگی و اندازه‌گیری رقوم.<sup>۱۲</sup>

آزمایش‌ها را باید مطابق با روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب [۵] انجام داد. انواع نمونه‌برداری (لحظه‌ای و مرکب) به تفصیل در راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری (بخش تصفیه طبیعی - شماره ۲۷۰ - الف) از نشریات طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی، توضیح داده شده است. جنس ظرف نمونه‌گیری، حجم مورد نیاز، روش نگهداری و حداکثر زمان نگهداری نمونه در پیوست الف (جدول راهنمای نمونه‌برداری آزمایش‌های فاضلاب) آمده است. همچنین لازم است فرم‌هایی برای نمونه‌برداری از محل مورد نظر در اختیار تکنسین یا بهره‌بردار مربوط قرار گیرد تا اطلاعات مربوط به نمونه در آن درج و در اختیار آزمایشگاه قرار گیرد. آزمایشگاه نیز به نوبه خود، پس از انجام آزمایش‌های لازم، باید نتایج را در فرم مخصوصی پر کرده تا برای تهیه جداول سوابق اطلاعاتی فرایند مربوط، پردازش و تحلیل، و تهیه گزارش‌های لازم در اختیار مسئول مربوط قرار گیرد. نمونه‌هایی از فرم‌های نمونه‌برداری در پیوست ب آمده است. در ادامه این بخش، محل‌های نمونه‌برداری، تواتر نمونه‌برداری و آزمایش‌های لازم برای هر یک از فرایندهای تصفیه، به طور جداگانه ذکر شده است.

- 
- 1 - Biological oxygen demand
  - 2 - Chemical oxygen demand
  - 3 - Total organic carbon
  - 4 - Volatile organic carbon
  - 5 - Total solids
  - 6 - Total suspended solids
  - 7 - Total dissolved solids
  - 8 - Volatile suspended solids
  - 9 - Fixed suspended solids
  - 10 - Oil and grease
  - 11 - Mean cell residence time
  - 12 - Level measurement



## ۴-۲- آشغالگیری

عملکرد یک سامانه آشغالگیر به معنای میزان حذف مواد جامد شناور یا غوطه‌ور موجود در فاضلاب است. حذف مواد به اندازه چشمه‌ها یا فواصل باز آشغالگیر و نیز مشخصات مواد جامد موجود در فاضلاب، بستگی دارد. به طور کلی، اندازه‌گیری‌های پیوسته و یا منقطعی که عملکرد آشغالگیرها را نشان دهد، متداول نیست. یکی از راه‌های بررسی عملکرد آشغالگیر، مشاهده چشمی آشغال‌ها در جریان خروجی از آشغالگیر است.

### ۴-۲-۱- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل

سامانه‌های ابزار دقیق و کنترل آشغالگیرها معمولاً شامل ترکیبی از موارد زیر است:

- قطع و وصل دستی؛
- قطع و وصل خودکار بر مبنای زمان؛
- قطع و وصل خودکار بر مبنای اختلاف سطح بالادست و پایین دست آشغالگیر؛
- هشداردهنده حداکثر سطح آب کانال ورودی؛
- هشداردهنده برای نقص در وصل مجدد آشغالگیر<sup>۱</sup>.

در مورد آشغالگیرها، اندازه‌گیری و کنترل سرعت جریان ورودی مهم است، چرا که سرعت جریان ورودی باید در محدوده خاصی (۰/۴ - ۰/۹ متر بر ثانیه) باقی بماند تا از ته نشست و انباشتگی جامدات در کف کانال ورودی در سرعت‌های کم‌تر و از عبور جامدات از آشغالگیر در سرعت‌های بالاتر، ممانعت شود. برای آشغالگیری که در بالادست یک ایستگاه پمپاژ قرار دارد، کنترل سرعت از طریق کنترل سطح عملیاتی چاه تر صورت می‌پذیرد.

افت فشار و یا افت هیدرولیکی در طول آشغالگیر تابع سرعت جریان ورودی و سرعت عبوری از آشغالگیر است که با افزایش مقدار آشغال‌ها در سطح آشغالگیر افزایش می‌یابد. لذا، اندازه‌گیری پیوسته اختلاف سطح دو طرف آشغالگیر، جهت تمیزسازی به موقع سطح آشغالگیر ضروری است. فعال شدن آشغال‌روب‌های مکانیکی از طریق حس‌گرهای جریان و یا سطح آب در کانال آشغالگیر و یا افت فشار بالا دست و پایین دست آشغالگیر انجام داده می‌شود. این عمل در زمان‌های متوالی و با توجه به حداکثر افت فشار قابل قبول انجام می‌شود. هشدار دهنده سطح آب ورودی می‌تواند یک حباب‌ساز<sup>۲</sup>، یک ترانسدیوسر<sup>۳</sup> غوطه‌ور و یا یک شناور باشد. محل شناور باید به دور از تلاطم و سرعت بالای جریان در کانال ورودی، باشد. جدول ۴-۱ اندازه‌گیری‌های لازم و تواتر آن‌ها را مشخص می‌سازد.

1 - Screen start-fail alarm

2 - Bubbler

3 - Transducer

جدول ۴-۱- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در آشغالگیر

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	فواصل نمونه‌برداری
بده جریان ورودی	کانال آشغالگیر	لحظه‌ای	متر بر ثانیه	روزانه
افت فشار دو سر آشغالگیر یا سطح آب	کانال آشغالگیر	لحظه‌ای	میلی متر آب	روزانه
مقدار آشغال‌های جمع‌آوری شده*	محل جمع‌آوری آشغال‌ها	تجمعی	کیلوگرم یا مترمکعب بر روز	روزانه

\* بسته به اندازه فواصل باز آشغالگیر متفاوت است.

### ۴-۳- دانه‌گیری

بازده یک واحد دانه‌گیری با محاسبه درصد حذف مواد معلق غیر آلی (ثابت) از فاضلاب سنجیده می‌شود و مقدار آن، بسیار متغیر و به میزان دانه‌های موجود در فاضلاب ورودی بستگی دارد [۶]. افزایش عملکرد دانه‌گیر باعث بروز مشکلات کمتر و عملیات بهتر سایر فرایندهای پایین دستی می‌شود. ولی در عین حال، باعث فرسودگی بیش‌تر تجهیزات مکانیکی دانه‌گیر و افزایش هزینه مربوط به تعمیرات و نگهداری، و نیز افزایش مواد آلی همراه با لجن و در نتیجه ایجاد بو به‌ویژه در مواردی که واحد شستشوی دانه وجود ندارد، می‌باشد. بنابراین باید شرایط بهینه‌ای در نظر گرفته شود که مشکلات و نیز هزینه‌های عملیاتی کاهش یابد. اندازه‌گیری حجم دانه‌های جمع‌آوری شده و مقدار مواد آلی همراه با دانه‌ها که از اختلاف مقدار کل مواد جامد و مقدار مواد جامد ثابت دانه‌ها به‌دست می‌آید، نشانی از میزان عملکرد دانه‌گیر در حذف دانه‌های موجود در فاضلاب است.

### ۴-۳-۱- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل

کارایی عملیات دانه‌گیری جهت ممانعت از فرسایش سایر تجهیزات پایین دستی، بسیار مهم است. دانه‌گیر باید به گونه‌ای عمل کند که دانه‌ها ته‌نشین شده ولی مواد آلی به همراه دانه‌ها ته‌نشین نشود. لذا، تنظیم سرعت جریان مایع در محفظه دانه‌گیر و نیز شدت جریان هوا در نوع دانه‌گیر با هوادهی، دارای اهمیت می‌باشد. کنترل سرعت جریان با میزان فاضلاب عبوری از کانال، عمق فاضلاب در کانال و پهنای کانال یا مجموع پهنای کانال‌های در حال کار از طریق پارشال فلوم، کانال سهمی شکل و یا سرریز تناسبی انجام داده می‌شود. سرعت جریان عبوری از کانال با استفاده از روش جسم شناور و زمان یا با ابعاد کانال قابل محاسبه است. مقدار دانه‌های جمع‌آوری شده به معنی میزان جمع‌آوری دانه‌ها بر حسب هر واحد حجم از فاضلاب ورودی (متر مکعب بر ۱۰۰۰ متر مکعب) است و از طریق اندازه‌گیری حجم دانه‌ها در یک شبانه روز (متر مکعب بر روز) تقسیم بر بده روزانه جریان (متر مکعب بر روز)، به‌دست می‌آید.

راهبری و کنترل سامانه‌های دانه‌گیر از طریق اندازه‌گیری‌های کمی و مشاهدات عینی و بازرسی مداوم سامانه انجام داده می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که راهبری مناسب یک دانه‌گیر به میزان زیادی به تجربه بهره‌بردار آن بستگی دارد. جدول ۴-۲ اندازه‌گیری‌های لازم را در این سامانه ذکر کرده است.

جدول ۴-۲- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در دانه‌گیر

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
سطح آب	کانال ورودی	لحظه‌ای	متر آب	روزانه
بده جریان ورودی	کانال ورودی	لحظه‌ای	متر مکعب بر ثانیه	روزانه
سرعت فاضلاب	ورودی	محاسباتی	متر بر ثانیه	روزانه
شدت هوادهی	در دانه‌گیر با هواده	لحظه‌ای	متر مکعب بر متر بر دقیقه	روزانه
عمق دانه‌ها در کانال ورودی	کانال ورودی	لحظه‌ای	میلی متر	روزانه
مواد جامد معلق (ثابت)	ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	متغیر
مقدار دانه‌های جمع‌آوری شده	محل انباشتن دانه‌های جمع‌آوری شده	تجمعی	متر مکعب بر ۱۰۰۰ متر مکعب فاضلاب	روزانه
افت سطح آب در مقطع کنترل	کانال ورودی	لحظه‌ای	درصد	روزانه

#### ۴-۴-۴- ته‌نشینی

عملکرد حوض‌های ته‌نشینی نیز از طریق میزان حذف کل مواد جامد معلق (TSS) و نیز با میزان حذف  $BOD_5$  سنجیده می‌شود و به عواملی مانند بار هیدرولیکی یا بار سطحی، زمان ماند، خواص فاضلاب، خواص ذرات، دما، وجود جریان میان‌بر، بار سرریز، بار مواد جامد و وجود فاضلاب‌های صنعتی بستگی دارد.

#### ۴-۴-۱- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل

عملیات و راهبری مناسب حوض‌های ته‌نشینی در کنترل بو و نیز ممانعت از ورود بار بیش از حد مواد جامد و  $BOD$  بر روی سایر فرایندهای پایین دستی، به‌ویژه سامانه‌های زیستی، ضروری است. از این رو لازم است که به طور مرتب آزمایش‌هایی بر روی جریان‌های ورودی، خروجی و لجن حوض‌های ته‌نشینی انجام داده شود تا در صورت لزوم عکس‌العمل مناسب به سامانه اعمال شود.

محاسباتی که برای تعیین عملکرد و کنترل حوض ته‌نشینی لازم است عبارتند از:

- درصد حذف، که با میزان حذف مواد جامد قابل ته‌نشینی، مواد جامد معلق و  $BOD$  مشخص می‌شود و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده روزانه یا حداقل دو بار در هفته قابل تعیین است.
- زمان ماند هیدرولیکی، زمان ماند فاضلاب در حوض باید در محدوده طراحی شده که معمولاً بین ۱/۵ تا ۲/۵ ساعت است باشد تا مواد جامد فرصت کافی برای ته‌نشین شدن داشته باشند. این زمان در واقع با جریان مایع تغییر می‌یابد. بنابراین سرعت و یا بده جریان فاضلاب به حوض باید در محدوده مقدار طراحی باشد.
- بار سطحی، که در واقع بده جریان فاضلاب به ازای واحد سطح حوض ته‌نشینی است. برای محاسبه این کمیت باید بده جریان را بر اندازه سطح حوض ته‌نشینی تقسیم کرد. مقدار طراحی این پارامتر معمولاً بین ۳۰ الی ۵۰ متر مکعب بر متر مربع بر روز است [۶].

- بار مواد جامد، برابر است با مقدار مواد جامد ورودی در روز به ازای واحد سطح حوض ته‌نشینی و بر حسب کیلوگرم مواد جامد بر واحد سطح بر روز بیان می‌شود.
  - بار سرریز، مقدار جریان خروجی از حوض ته‌نشینی به ازای واحد طول سرریز را گویند. به عبارتی حاصل تقسیم بده بر طول سرریز، بار یا جریان سرریز را به دست می‌دهد. محدوده طراحی معمولاً ۱۲۵ الی ۵۰۰ متر مکعب بر متر مربع بر روز است [۶]. این پارامتر عموماً تاثیر اندکی بر عملکرد حوض‌های ته‌نشینی دارد [۶].
  - بده تخلیه لجن اطلاعات دقیقی را برای کنترل حوض ته‌نشینی فراهم می‌آورد و از رابطه زیر قابل تعیین است:
  - درصد مواد جامد در لجن  $\times$  زمان کارکرد تلمبه  $\times$  بده تلمبه = بده تخلیه (مواد جامد) لجن (کیلوگرم بر روز)
  - درصد مواد جامد کل در لجن، این مقدار از تقسیم وزن مواد جامد خشک در نمونه لجن به کل وزن نمونه به دست می‌آید.
  - افزایش مقدار FOG به بیش از محدوده معمول مبین ورود فاضلاب‌های کنترل نشده واحدهای تجاری و صنعتی است.
  - مقدار مواد فرار در لجن معمولاً در حدود ۷۰-۸۰ درصد مواد جامد خشک لجن است. کمتر بودن این مقدار می‌تواند مبین ورود دانه و شن در لجن باشد.
- به لحاظ اینکه حوض‌های ته‌نشینی شامل تجهیزات مختلفی هستند، عملکرد مناسب آن به عملکرد این تجهیزات بستگی دارد. بنابراین، کنترل حوض‌های ته‌نشینی، به کنترل و بازرسی قسمت‌های مختلف آن مرتبط می‌شود. به طور معمول کنترل عملیات حوض‌های ته‌نشینی موارد زیر را شامل می‌شود:

#### ۴-۱-۱-۱-۱-۱-۱ کنترل لجن

چنانچه لجن انباشته شده در ته حوض به موقع تخلیه نشود، تحت شرایط بی‌هوایی باعث ایجاد بوی نامطبوع خواهد شد. لجن از ته قیف جمع‌آوری، توسط یک تلمبه، به صورت پیوسته و یا در چرخه‌های زمانی مشخصی که توسط زمان کنترل می‌شود، تخلیه می‌شود. گاهی نیز یک حسگر برای تعیین ارتفاع لجن مورد استفاده قرار گرفته و هنگامی که ارتفاع لجن از حد مطلوب فراتر رود، تلمبه لجن و یا یک سیفون به کار افتاده و پس از کاهش ارتفاع خاموش می‌شود. در هر صورت تعیین و یا تخمین حجم لجن انباشته شده در روز، می‌تواند معیاری از شدت تخلیه لجن را فراهم آورد. این امر را می‌توان با اندازه‌گیری مقدار مواد معلق ورودی و خروجی (SS، میلی گرم بر لیتر) از حوض ته‌نشینی، درصد مواد جامد لجن و بده فاضلاب (متر مکعب بر روز)، و با استفاده از روابط زیر به دست آورد:

$$10^{-3} \times (\text{بده فاضلاب}) \times (\text{SS خروجی} - \text{SS ورودی}) = \text{مقدار جامد خشک لجن حاصل در روز (کیلوگرم بر روز)}$$

(درصد مواد جامد لجن / ۱۰۰)  $\times$  مقدار جامد خشک لجن حاصل  $\times 10^{-3}$  = حجم لجن حاصل در روز (متر مکعب بر روز)

بر این اساس بهره‌بردار قادر است که با توجه به مشخصات تلمبه، مدت زمان پمپاژ را برآورد کند. بهره‌بردار می‌تواند با مشاهده روزانه ارتفاع بستر لجن و با کمک روابط بالا مقدار تخلیه لجن را تنظیم کند.

#### ۴-۱-۲-۱-۱-۲ کنترل کفاب

شدت تخلیه کفاب به میزان مواد شناور ورودی، تغییرات جریان در طول روز و دمای فاضلاب بستگی دارد. حوض‌های دایره‌ای به طور پیوسته و اغلب حوض‌های مستطیلی به صورت تناوبی کفاب‌روی می‌شوند. حوض‌های مستطیلی حداقل یک‌بار در روز نیاز به

کفاب‌روی دارند و چنانچه مقدار مواد شناور در خروجی حوض ته‌نشینی یا ورودی تصفیه ثانویه افزایش یابد، دفعات کفاب‌روی باید افزایش یابد.

#### ۴-۱-۳- کنترل بار هیدرولیکی ورودی

متغیرهای هیدرولیکی حوض‌های ته‌نشینی اولیه، شدت جریان ورودی و تعداد حوض‌های در حال کار، می‌باشند. میزان تغییر و کنترل در شدت جریان محدود است چرا که، فاضلاب از آن عبور می‌کند، مگر در مواردی که شبکه فاضلاب و یا ایستگاه پمپاژ اولیه، ظرفیت تعدیل یا ذخیره‌سازی داشته باشد. در این حالت، می‌توان شدت جریان ورودی را با کم کردن مقدار پمپاژ کاهش داد. در مواقعی که چند حوض ته‌نشینی در حال کارند، به هنگام کاهش جریان ورودی می‌توان یک یا چند حوض را به تناسب، از مدار خارج کرد. ملاحظات بهره‌برداری در مورد خارج کردن حوض‌ها از کار، در بند ۷-۷-۳ نشریه ۲۳۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور آمده است [۳].

#### ۴-۱-۴- کنترل شدت جریان برگشتی

با تعیین مقدار مناسب جریان برگشتی، به طوری که بار هیدرولیکی و بار مواد جامد ورودی حداقل شده و در عین حال احتمال گندیدگی لجن در سامانه کاهش یابد، می‌توان عملکرد حوض‌های ته‌نشینی را افزایش داد. شدت جریان برگشتی با توجه به بار ورودی، کیفیت جریان خروجی و تجربه بهره‌بردار قابل تعیین است.

#### ۴-۱-۵- کنترل مقدار مواد شیمیایی

چنانچه برای افزایش عملکرد ته‌نشینی نیاز به افزایش مواد شیمیایی باشد، کنترل مقدار ورود مواد و چک کردن آن مطابق با مقادیر تعیین شده از آزمایش جار تست، حداقل ماهی یک‌بار ضروری است. در جدول ۴-۳ آزمایش‌های مربوط به فاضلاب و لجن در حوض‌های ته‌نشینی آمده است.

#### ۴-۵- شناورسازی

با توجه به اینکه هدف از شناورسازی، حذف جامدات ریز و معلق موجود در فاضلاب و یا تغلیظ لجن می‌باشد، بازده یا عملکرد سامانه به طور کلی، با میزان حذف مواد جامد مشخص می‌شود. میزان بار ورودی سامانه، شدت جریان سطحی و شدت هوادهی نیز از دیگر پارامترهای موثر بر عملکرد سامانه است و باید در تصمیم‌گیری‌های لازم برای تنظیم عملیات سامانه در دراز مدت، لحاظ گردند. بار مواد جامد ورودی برابر وزن مواد جامد در ساعت بر سطح موثر شناورسازی، تعریف می‌شود.

جدول ۴-۳- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در حوض ته‌نشینی

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
سرعت جریان فاضلاب	ورودی	لحظه‌ای	متر بر ثانیه	پیوسته یا حداقل یک‌بار در روز
دمای فاضلاب	ورودی	لحظه‌ای	سانتیگراد	پیوسته یا حداقل دو بار در روز (صبح و شب)
pH	ورودی و خروجی	لحظه‌ای	-	پیوسته یا حداقل دو بار در روز (صبح و شب)
عمق لجن	ته حوض ته‌نشینی	لحظه‌ای	متر	پیوسته یا حداقل یک‌بار در روز
مقدار تخلیه لجن	خروجی لجن	محاسباتی	متر مکعب بر روز	حداقل یک‌بار در روز
مواد جامد قابل ته‌نشینی	ورودی و خروجی	مرکب	میلی‌لیتر بر لیتر	روزانه یا حداقل دو بار در هفته*
کل مواد جامد معلق	ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه یا حداقل دو بار در هفته*
BOD <sub>5</sub>	خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	حداقل هفتگی
COD	خروجی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
FOG	ورودی و خروجی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
بار سطحی	ورودی	محاسباتی	متر مکعب بر متر مربع بر روز	متغیر
pH	لجن خروجی	لحظه‌ای	-	روزانه
مواد جامد کل	لجن خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد جامد فرار	لجن خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
چگالی	لجن خروجی	لحظه‌ای	کیلوگرم بر متر مکعب	روزانه
حجم لجن	لجن خروجی	تجمعی	متر مکعب بر روز	روزانه
FOG	لجن خروجی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه

\* در تصفیه‌خانه‌های کوچک

#### ۴-۵-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

پارامترهای اندازه‌گیری در سامانه‌های شناورسازی در جدول ۴-۴ آمده است. کاهش تغییرات غلظت و شدت جریان ورودی، در کارایی سامانه شناورسازی نقش مهمی دارد. این کار معمولاً با قرار دادن حوض‌های تعدیل و یکنواخت سازی قبل از سامانه شناورسازی انجام داده می‌شود. کنترل موارد زیر نیز در سامانه‌های شناورسازی ضروری است:

#### الف - ضخامت کفاب

سرعت حرکت بازوهای کفاب روب تعیین کننده شدت تخلیه کفاب می‌باشد. سرعت کفاب روب باید به گونه‌ای تنظیم گردد که مقدار معینی از کفاب در سطح حوض باقی بماند.

## ب - فشار عملیاتی

میزان فشار در محفظه تحت فشار با نرخ صعود ذرات رابطه معکوس دارد. بنابراین مناسب است که فشار عملیاتی در حداقل مقداری که بهترین عملکرد حاصل می‌شود، کنترل شود.

## ج - شدت جریان هوادهی برای تامین هوای لازم به نسبت غلظت مواد جامد

نسبت هوا به مواد جامد (کیلوگرم هوا به کیلوگرم مواد جامد) نیز در شدت صعود ذرات جامد تاثیر دارد. مقدار این نسبت در عملیات تغلیظ با توجه به شرایط لجن از جمله SVI معمولاً در حدود ۰/۰۲ تا ۰/۰۴ انتخاب می‌شود.

جدول ۴-۴- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در شناور سازی

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
کل مواد جامد	کانال ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای دو بار
بده جریان ورودی	ورودی به سامانه	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
بده جریان برگشتی	مسیر برگشتی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
بار مواد جامد ورودی	-	محاسباتی	کیلوگرم بر متر مربع بر روز	هفته‌ای دو بار
بار سطحی	-	محاسباتی	متر مکعب بر متر مربع بر روز	هفته‌ای دو بار
شدت هوادهی	ورودی هوا به حوض	لحظه‌ای	متر مکعب بر دقیقه	روزانه
فشار عملیات	محفظه تحت فشار	لحظه‌ای	کیلوپاسکال	روزانه
ضخامت کفاب	حوض شناور سازی	لحظه‌ای	متر	روزانه

## ۴-۶- رسوب‌دادن شیمیایی

کارایی یک فرایند رسوب‌دادن مواد شیمیایی با مواردی مانند مقدار رسوب حاصل، میزان مصرف مواد شیمیایی، میزان حذف مواد کلوئیدی یا کدورت و یا میزان حذف مواد مورد نظر از فاضلاب، سنجیده می‌شود. عواملی مانند دما، pH، نوع و مقدار مواد شیمیایی و سرعت اختلاط در عملکرد سامانه موثرند. مقادیر بهینه این عوامل از طریق جارتست قابل تعیین می‌باشند.

## ۴-۶-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

همان‌گونه که در قسمت قبل ذکر شد، مقدار رسوبات حاصل، درصد حذف مواد جامد یا مواد کلوئیدی، درصد حذف کدورت، درصد حذف مواد مورد نظر برای ته‌نشینی از جمله عواملی هستند که در تعیین عملکرد سامانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقدار مواد شیمیایی، pH و سرعت اختلاط در حوض‌های ترسیب شیمیایی نیز از عوامل مهم عملیاتی بوده و باید کنترل شوند. تخلیه رسوبات حاصل مطابق با آنچه که در مورد لجن‌های ایجاد شده در حوض‌های ته‌نشینی و عملیات کنترل مربوط در بند ۴-۳-۱-۱ توضیح داده شد، انجام می‌گیرد. در جدول ۴-۵ محل‌های نمونه‌برداری، نوع نمونه‌برداری و تواتر آن‌ها آمده است.

جدول ۵-۴- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در فرایند رسوب‌دادن شیمیایی

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حس‌گر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
بده جریان ورودی	کانال یا لوله ورودی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	پیوسته یا یک‌بار در روز
بده تزریق مواد شیمیایی	مسیر ورودی	لحظه‌ای	کیلوگرم یا لیتر بر روز	روزانه
pH و دما	حوض ته‌نشینی	لحظه‌ای	-	پیوسته یا یک‌بار در روز
غلظت مواد جامد	ورودی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد معلق	خروجی حوض ته‌نشینی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
کدورت	خروجی حوض ته‌نشینی	لحظه‌ای	NTU	روزانه
قلیابیت	ورودی	لحظه‌ای	میلی گرم کربنات کلسیم بر لیتر	روزانه
بده تخلیه لجن	خروجی لجن	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
دما	حوض رسوب‌دادن	لحظه‌ای	ساعتی‌گراد	روزانه

#### ۴-۷- فرایند تنظیم pH

عملکرد یک حوض تنظیم pH به عملکرد کنترل کننده pH آن بستگی دارد.

#### ۴-۷-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

اندازه‌گیری پیوسته pH، توسط pH متر انجام می‌گیرد و اطلاعات آن از طریق ترانسدایوسر به کنترل کننده انتقال می‌یابد تا در صورت لزوم واکنش صحیح در جهت تنظیم pH به سامانه اعمال گردد. محل، نوع و تواتر نمونه برداری‌های یا اندازه‌گیری‌های لازم در جدول ۴-۶ قید شده است. تنظیم مقدار pH در حد مطلوب برای هر فرایند، توسط سامانه‌های کنترل pH انجام داده می‌شود.

جدول ۴-۶- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در فرایند تنظیم pH

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
pH	ورودی به حوض	لحظه‌ای	-	پیوسته
pH	خروجی از حوض	لحظه‌ای	-	پیوسته
بده جریان فاضلاب	ورودی به حوض	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	پیوسته
مقدار تزریق مواد شیمیایی	مسیر ورودی به حوض	لحظه‌ای	کیلوگرم بر روز	پیوسته

#### ۴-۸- گندزدایی

در این قسمت، روش گندزدایی توسط کلر به دلیل کاربرد وسیع آن در ایران، توضیح داده شده است. کلر می‌تواند مستقیماً به صورت گاز کلر و یا محلول آبی به فاضلاب تزریق شود. در صورت استفاده از کلر مایع، معمولاً از تبخیر کننده برای تبدیل کلر مایع



به گاز استفاده می‌شود. گاز کلر سپس توسط کلریناتور که به صورت خودکار کنترل می‌شود، با شدت معین و از طریق تزریق کننده وارد محفظه تماس فاضلاب با کلر می‌شود.

عملکرد سامانه کلرزنی با میزان کلر باقیمانده<sup>۱</sup> (کلر آزاد و کلر ترکیبی) و تعداد باکتری‌ها پس از گذشت مدت زمان مشخصی تعیین می‌شود. عواملی مانند اختلاط اولیه، ویژگی‌های فاضلاب، ذرات معلق موجود در فاضلاب، وجود کلیفرم‌ها و مشخصه‌های میکروارگانیسم‌ها در کارایی عمل کلرزنی موثرند.

#### ۴-۸-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

میزان کلر باقی‌مانده، تعداد باکتری‌های کلیفرم در فاضلاب گندزدایی شده، بده فاضلاب ورودی و بده کلر تزریقی از اندازه‌گیری‌های مهم در فرایند کلر زنی هستند. محل‌های نمونه‌برداری و تواتر آن‌ها در جدول ۴-۷ آمده است. می‌توان با نمونه‌برداری و یا از طریق حس‌گرهای کلر، مقدار کلر باقی‌مانده را تعیین کرد. به دلیل ناپایداری کلر در محیط آبی، باید کلر سنجی را به سرعت و حتی الامکان در محل بلافاصله پس از دریافت نمونه‌ها انجام داد.

تجهیزات کلرزنی چه از نظر ایمنی و چه از نظر عملیاتی نیاز به کنترل دقیق دارند. کنترل شدت کلر ورودی به صورت دستی یا خودکار انجام می‌شود. در کنترل دستی، مقدار کلر بر اساس مقدار کلر باقی‌مانده در خروجی پس از ۱۵ دقیقه، به گونه‌ای تنظیم می‌شود که مقدار کلر باقی‌مانده برابر ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر باشد. در کنترل خودکار، مقدار کلر ورودی متناسب با شدت جریان ورودی فاضلاب و میزان کلر باقیمانده در خروجی تنظیم می‌شود.

بازرسی تجهیزات مکانیکی و آزمایش نشتی با استفاده از آمونیاک (ایجاد دود سفید رنگ نشانه نشتی است) از نکات مهم در عملیات ایمنی گندزدایی با کلر است. محفظه تماس باید مورد بازرسی قرار گیرد تا از عدم انباشتگی زیاد کف در سطح و عدم انباشتگی مواد جامد در ته محفظه اطمینان حاصل کرده و نیز اختلاط مناسب باشد. وجود ذخیره کافی کلر برای تزریق نیز باید بازرسی شده و همچنین دقت نمود که سامانه تهویه به درستی عمل کند.

جدول ۴-۷- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در گندزدایی با کلر

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
مقدار کلر باقی‌مانده	خروجی محفظه	لحظه‌ای	میلی‌گرم بر روز	روزانه (پیوسته)
مقدار مصرف کلر	ورودی	لحظه‌ای	کیلوگرم بر روز	روزانه
تعداد باکتری‌های کلیفرم	ورودی و خروجی	لحظه‌ای	MPN <sup>۲</sup>	روزانه
تخم انگل	خروجی	لحظه‌ای	-	روزانه
بده جریان فاضلاب	ورودی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه

1 - Free residual chlorine

2 - Most probable number

#### ۴-۹- سامانه لجن فعال

عملکرد یک سامانه لجن فعال به کارایی برکه هوادهی و ته‌نشین کننده نهایی آن بستگی دارد. معمولاً میزان  $BOD_5$  و غلظت جامدات معلق در خروجی ته‌نشین کننده نشان‌دهنده عملکرد یک سامانه لجن فعال در حذف مواد آلی ورودی است. در مواردی که سامانه لجن فعال برای حذف نیترژن به کار گرفته می‌شود، مقدار نیترات و نیتريت، و آمونیاک نیز در خروجی اندازه‌گیری می‌شود.

#### ۴-۹-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

لازم است که پارامترهای مختلفی در سامانه لجن فعال اندازه‌گیری و کنترل شوند تا عملکرد آن در حد مطلوب باقی بماند. جدول ۴-۸ برخی میکروارگانیسم‌های موجود در حوض هوادهی را بر حسب شرایط عملیاتی نشان می‌دهد. باید توجه نمود که باکتری‌ها مهم‌ترین نقش را در سامانه لجن فعال ایفا می‌کنند و به تعداد بسیار زیادی وجود دارند ولی با میکروسکوپ‌های عادی قابل رویت نبوده و بنابراین به عنوان میکروارگانیسم شاخص در جدول ذکر نشده‌اند. وجود سیلیات‌ها، برخی انگل‌ها<sup>۱</sup> و روتیفرها در مخلوط مایع خروجی از حوض، نشان‌دهنده شرایط مناسب ته‌نشینی است.

غلظت اکسیژن محلول در برکه هوادهی از پارامترهای اساسی است که برای کنترل عملیات سامانه‌های لجن فعال پایش می‌شود. در صورتی که اکسیژن محلول کم باشد، باکتری‌های رشته‌ای غالب شده و کیفیت لجن فعال نامناسب خواهد بود. هوادهی بیش از حد نیز باعث اتلاف انرژی و تلاطم بیش از حد و در نتیجه شکسته شدن لخته‌های زیستی و متعاقب آن عملکرد ضعیف ته‌نشینی آن‌ها در حوض ته‌نشینی خواهد شد. برای اطمینان از فراهم بودن اکسیژن کافی در حوض هوادهی معمولاً غلظت اکسیژن را در مقدار ثابت ۲ میلی‌گرم بر لیتر کنترل می‌کنند. اگر چه، هم اکنون روش‌های پیشرفته‌تری برای کنترل هوادهی متناسب با نیاز میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه جلوگیری از اتلاف انرژی در اثر هوادهی بیش از حد، مورد بررسی قرار گرفته‌اند، ولی هنوز روش قبلی (مقدار ثابت اکسیژن در حوض) متداول است.

جدول ۴-۸- میکروارگانیزم‌های موجود در حوض هوادهی بر حسب شرایط عملیاتی [۷]

ردیف	شرایط عملیاتی	جمعیت میکروبی
۱	حذف کم BOD و TSS عدم تشکیل لخته خروجی بسیار کدر	غلبه آمیب‌ها و انگل‌ها باکتری‌ها عمدتاً پراکنده بوده تعداد کمی سیلیات‌ها
۲	کیفیت جریان خروجی بد باکتری‌های پراکنده تأخوردی تشکیل لخته خروجی کدر	غلبه آمیب‌ها و انگل‌ها تعدادی سیلیات‌های شناور
۳	کیفیت خروجی رضایت بخش تشکیل خوب لخته ته‌نشینی خوب شفافیت خروجی	غلبه سیلیات‌های شناور تعداد کمی آمیب و انگل
۴	کیفیت خروجی بسیار خوب تشکیل عالی لخته ته‌نشینی عالی شفافیت عالی خروجی	غلبه سیلیات‌های چسبیده تعدادی سیلیات‌های شناور تعداد کمی روتیفر تعداد کمی انگل
۵	مقدار زیاد TSS و مقدار کم BOD در خروجی SSV زیاد خروجی کدر	غلبه روتیفرها تعداد بسیار زیادی سیلیات‌های چسبیده تعداد کمی سیلیات‌های شناور عدم وجود انگل

عامل مهم دیگر در کارایی و عملکرد سامانه‌های لجن فعال، شدت لجن برگشتی است که تعیین کننده میزان F/M (نسبت بار آلی ورودی به توده میکروبی در حوض هوادهی) است و به سه روش متفاوت قابل تنظیم است: ۱) مقدار ثابت لجن برگشتی، ۲) متناسب با بده فاضلاب ورودی و ۳) متغیر، برای کنترل غلظت و زمان ماند لجن (عمر لجن) در حوض هوادهی. اندازه‌گیری غلظت لجن و غلظت نیترات (در فرایند حذف نیتروژن) در داخل حوض هوادهی برای تنظیم مقدار لجن برگشتی و در نتیجه کنترل مقدار لجن در داخل حوض هوادهی سودمند است. دفع لجن مازاد نیز تاثیر بسزایی در راهبری سامانه‌های لجن فعال دارد. این عمل باعث حفظ تعادل بین میکروارگانیزم‌ها و مقدار غذا و در نتیجه ثابت نگه داشتن سن لجن می‌شود و در قابلیت ته‌نشینی مواد معلق مایع مخلوط، بهبود کیفیت فاضلاب خروجی، مقدار مواد مغذی مورد نیاز، تشکیل کف و حجیم شدن لجن، موثر است. ساده ترین روش تنظیم مقدار لجن مازاد، بر اساس کنترل مقدار ثابت MLSS در حوض هوادهی است. از جمله روش‌های دیگر تنظیم مقدار لجن مازاد، کنترل ارتفاع لجن در ته‌نشین کننده و تخلیه لجن مازاد متناسب با میزان رشد یا در واقع شدت تولید لجن می‌باشد.

کنترل پدیده‌های کف‌کردن<sup>۱</sup> و حجیم شدن<sup>۲</sup> لجن نیز از عوامل بسیار مهم در حفظ کارایی سامانه‌های لجن فعال است. علت عمده در بروز این پدیده، به رشد بیش از حد باکتری‌های رشته‌ای نسبت داده شده است. رشد بیش از حد باکتری‌های رشته‌ای نیز در

1 - Foaming

2 - Bulking

شرایطی که غلظت خوراک<sup>۱</sup> و مواد مغذی کم باشد (مقدار کم F/M) اتفاق می‌افتد. همچنین در غلظت کم DO و یا هوادهی بیش از حد نیز باکتری‌های رشته‌ای غالب خواهند شد. در حال حاضر هیچ روش کنترل خودکاری برای این پدیده وجود ندارد و تنها راه مقابله با این مشکل، انجام آزمایش‌هایی میکروسکوپی در تشخیص به موقع و تجربیات بهره‌بردار است. اگر چه در طراحی سامانه‌های جدید لجن فعال با در نظر گرفتن واحدی به نام انتخابگر<sup>۲</sup> قبل از حوض هوادهی، شرایط مناسب رشد برای باکتری‌های لخته‌ساز بهتر شده و در نتیجه از رشد بی‌رویه باکتری‌های رشته‌ای جلوگیری می‌شود. انتخابگر حوضی است با زمان ماند کم که در آن لجن برگشتی در حدود ۱۵ تا ۳۰ دقیقه در تماس با خوراک ورودی قرار می‌گیرد، به طوری که نسبت F/M در این واحد خیلی زیاد است [۴].

به طور کلی، کنترل اکسیژن محلول، کنترل غلظت لجن در حوض هوادهی، کنترل لجن مازاد، کنترل کف‌کردن و حجیم شدن لجن و در نتیجه کنترل فاضلاب ورودی و خروجی از جمله موارد مهمی هستند که در سامانه‌های لجن فعال باید مورد توجه قرار گیرند. پارامترهای مهم اندازه‌گیری در سامانه‌های لجن فعال و تواتر اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۴-۹ ذکر شده است.

جدول ۴-۹- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در سامانه لجن فعال

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
DO	داخل حوض هوادهی با عمق بیش از نیم متر	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	سه بار در روز و زمان پیک
بده هوا	-	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
بده فاضلاب	ورودی حوض هوادهی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه (پیوسته)
بده لجن برگشتی	مسیر لجن برگشتی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه (پیوسته)
بده لجن مازاد	مسیر لجن مازاد	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه (پیوسته)
BOD <sub>5</sub>	ورودی حوض هوادهی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
BOD <sub>5</sub>	خروجی ته‌نشینی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
COD	ورودی حوض هوادهی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
COD	خروجی ته‌نشینی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد معلق	خروجی حوض ته‌نشینی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
ارتفاع لجن	حوض ته‌نشینی	لحظه‌ای	متر	روزانه
MLSS	مخلوط حوض هوادهی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
MLVSS	مخلوط حوض هوادهی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
نیترات و آمونیاک	خروجی حوض ته‌نشینی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
TSS	لجن برگشتی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
آزمایش‌های میکروسکوپی	مخلوط لجن حوض هوادهی	لحظه‌ای	-	روزانه*
قلیابیت	مخلوط لجن حوض هوادهی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	-
pH	مخلوط لجن حوض هوادهی	لحظه‌ای	-	دو بار در روز
دما	مخلوط لجن حوض هوادهی	لحظه‌ای	درجه سانتیگراد	دو بار در روز
ته‌نشینی ۳۰ دقیقه‌ای	مخلوط لجن حوض هوادهی	لحظه‌ای	میلی لیتر بر لیتر	روزانه

\* در شرایط کارکرد مناسب می‌توان به دو یا سه بار در هفته اکتفا کرد و به هنگام آشفتگی سامانه ممکن است نیاز به افزایش تواتر به دو بار در روز تا برگشت به شرایط عادی، باشد.

1 - Substrate

2 - Selector

#### ۴-۱۰- صافی‌های چکه‌ای

عملکرد یک صافی چکه‌ای به عواملی مانند غلظت  $BOD_5$  در جریان ورودی و خروجی، بار هیدرولیکی، نسبت جریان برگشتی و اکسیژن محلول بستگی دارد. میزان حذف  $BOD$  یا  $COD$  جریان فاضلاب بیانگر میزان کارایی سامانه در تحمل بار آلی ورودی، می‌باشد. میزان مواد معلق خروجی از حوض ته‌نشینی بعد از صافی نیز معیار دیگری از نحوه عملکرد صافی در تحمل بار هیدرولیکی ورودی، می‌باشد. میزان عملکرد حذف  $BOD_5$  و مقدار مواد جامد قابل ته‌نشینی بسته به نوع صافی متفاوت است.

#### ۴-۱۰-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

پارامترهایی که نشان‌دهنده نحوه عملکرد سامانه هستند، شامل:  $BOD_5$  و  $COD$  فاضلاب ورودی و خروجی، مواد جامد قابل ته‌نشینی، فاضلاب خروجی از ته‌نشین کننده نهایی و کدورت فاضلاب خروجی از ته‌نشین کننده نهایی می‌باشند. تواتر اندازه‌گیری این پارامترها به همراه سایر پارامترهای عملیاتی در جدول ۴-۱۰ ذکر شده است. چنانچه اکسیژن مورد نیاز از طریق دمنده‌های هوا تامین می‌شود، لازم است که مقدار آن با تنظیم شدت هوادهی، کنترل شود.

جدول ۴-۱۰- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در صافی چکه‌ای

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
بده فاضلاب	ورودی به صافی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه (پیوسته)
بده جریان برگشتی	مسیر مربوط	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه (پیوسته)
بده هوا (در صورت وجود)	-	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز یا بر ساعت	روزانه
اکسیژن محلول	ورودی به صافی، خروجی از صافی خروجی ته‌نشینی، جریان برگشتی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه و زمان پیک
مواد جامد قابل ته‌نشینی	ورودی صافی خروجی ته‌نشینی	مرکب	میلی لیتر بر لیتر	روزانه
$BOD$	ورودی به صافی خروجی ته‌نشینی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	حداقل هفتگی
$COD$	ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد معلق	ورودی به صافی خروجی از ته‌نشینی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	حداقل هفتگی (روزانه)
pH	ورودی صافی، خروجی صافی خروجی ته‌نشینی، جریان برگشتی	لحظه‌ای	-	روزانه
دما	ورودی به صافی خروجی از صافی، جریان برگشتی	لحظه‌ای	درجه سانتیگراد	روزانه
کدورت	خروجی از ته‌نشینی	لحظه‌ای	NTU	روزانه

برای اطمینان از وجود جریان کافی هوا در داخل بستر، زیر گذر تخلیه جریان هیچ‌گاه نباید بیش از ۵۰٪ از فاضلاب پر شود [۷]. کنترل بده جریان برگشتی نیز در عملکرد صافی نقش اساسی دارد. مقدار کم و یا بیش از حد جریان برگشتی باعث بروز مشکلات عملیاتی می‌شود. جریان کم، باعث غرقابی شدن صافی، کاهش بازده و ازدیاد پشه‌ها و مگس شده و جریان بیش از حد باعث کنده شدن لایه‌ها، لجنی شدن صافی و ازدیاد بار هیدرولیکی حوض‌های ته‌نشینی می‌شود. لذا، بهره‌بردار باید مقدار آن را به طور تجربی تعیین و کنترل نماید. معمولاً جریان برگشتی طوری تنظیم می‌شود که مقدار DO در جریان خروجی صافی‌های با بستر قلوه سنگی حدود ۲ تا ۴ میلی‌گرم برلیتر و در بسترهای متشکل از مواد مصنوعی در حدود ۴ تا ۸ میلی‌گرم برلیتر باشد. مقدار جریان برگشتی یا به صورت یک عدد بر حسب بده جریان و یا در غالب اوقات به شکل نسبت جریان برگشتی به کل جریان (مثلاً ۳:۱) بیان می‌شود [۷].

#### ۴-۱۱- صفحات زیستی دوار

عملکرد این سامانه نیز همانند سایر سامانه‌های تصفیه زیستی با میزان کاهش BOD و COD سنجیده می‌شود. مقدار مواد معلق در خروجی نیز معیاری از کارایی ته‌نشین کننده نهایی در جداسازی لجن از فاضلاب خروجی سامانه زیستی است.

#### ۴-۱۱-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

برای به‌دست آوردن اطلاعات لازم در این سامانه، نیاز به اندازه‌گیری‌های زیادی نیست بلکه، مشاهدات و بازرسی‌های مداوم از سامانه در راهبری و کنترل این سامانه‌ها نقش اساسی را ایفا می‌کنند. جدول ۴-۱۱ اندازه‌گیری‌های لازم، محل نمونه‌برداری یا اندازه‌گیری و تواتر آن‌ها را نشان می‌دهد.

مشاهده کیفیت لجن و مقدار اکسیژن محلول جریان خروجی از سامانه صفحات دوار، نشان‌دهنده وضعیت بارگذاری سامانه است. چنانچه رنگ لجن، قهوه‌ای بوده و به صورت یک لایه نازک و هموار روی سطوح تشکیل شده باشد، وضعیت سامانه مناسب است. چنانچه سطح لجن ناهموار باشد، ممکن است که تعداد صفحات ناکافی بوده و یا فاضلاب صنعتی یا جریان‌های آلوده دیگری (مانند لجناب خروجی از هاضم‌های لجن) وارد شده باشد که سبب بار آلی بیش از حد بر روی سامانه شده است. چنانچه لکه‌های سفید خاکستری بر روی صفحات دوار تشکیل شود، به معنی حضور گونه‌های نامناسب باکتری‌های رشته‌ای است. این باکتری‌ها ظرفیت حذف سامانه را کاهش داده و ته‌نشینی لجن در زلال ساز نهایی را نیز مشکل می‌کنند. این باکتری‌ها معمولاً در غلظت‌های زیاد  $H_2S$  رشد می‌کنند.

مقدار کم اکسیژن محلول در خروجی نیز دلیل دیگری بر بار بیش از حد مواد آلی بر روی صفحات زیستی است. در صورتی که در چند مرحله متوالی از سامانه صفحات زیستی استفاده شده است، غلظت اکسیژن محلول در خروجی اولین مرحله باید حدود ۰/۵ الی ۱ میلی‌گرم بر لیتر و در آخرین مرحله حدود ۲ تا ۳ میلی‌گرم بر لیتر باشد [۸]. در صورتی که سامانه، برای حذف نیتروژن به کار گرفته شده است، غلظت اکسیژن محلول در خروجی آخرین مرحله باید بین ۴ تا ۵ میلی‌گرم بر لیتر باشد [۸].

با توجه به نتایج آزمایش‌ها و مشاهدات انجام شده، ممکن است که نیاز به برگشت جریان یا تغییر سرعت چرخش صفحات دوار باشد. در شرایط کارکرد عادی، تواتر اندازه‌گیری‌ها می‌تواند کم‌تر بوده و در مواقع اضطراری افزایش یابد.

جدول ۴-۱۱- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری در صفحات زیستی دوار

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
بده فاضلاب	ورودی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
بده جریان برگشتی	مسیر برگشتی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
اکسیژن محلول	فاضلاب خروجی اولین مرحله و خروجی نهایی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	سه بار در روز و زمان پیک
BOD کل	ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	دو بار در هفته
BOD محلول	ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	دو بار در هفته
COD	ورودی و خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد معلق	ورودی سامانه، خروجی ته‌نشینی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
دما	ورودی	لحظه‌ای	°C	روزانه
pH	ورودی	لحظه‌ای	-	روزانه
قلیائیت	ورودی	لحظه‌ای	-	روزانه
آمونیاک و نیترات	ورودی و خروجی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
جار تست	خروجی صافی	لحظه‌ای		

#### ۴-۱۲- برکه‌های تثبیت

عملکرد برکه‌های تثبیت با اندازه‌گیری مقدار  $BOD_5$ ، مواد جامد معلق و شمارش کلیفرم‌ها سنجیده می‌شود. همچنین، رنگ فاضلاب موجود در برکه، وضعیت کارکرد آن را روشن می‌کند. در برکه‌های هوازی، چنانچه فاضلاب سبز تیره و صاف باشد، بدین معنی است که مقدار pH و DO بالا بوده و وضعیت آن مناسب است و هنگامی که رنگ آن به خاکستری تا سیاه تغییر یابد به معنی غلبه کردن شرایط بی‌هوازی است.

#### ۴-۱۲-۱- اندازه‌گیری‌های مهم و نحوه کنترل

پارامترهایی که اندازه‌گیری آن‌ها در راهبری کوتاه مدت و دراز مدت انواع مختلف برکه‌ها لازم است در جدول ۴-۱۲ آمده‌اند. پایش کیفیت آب‌های زیر زمینی نیز برای اطمینان از عدم آلودگی آن‌ها، ضروری است. جهت باد را نیز می‌توان با استفاده از بادسنج به‌دست آورده و یا در صورت وجود ایستگاه هواشناسی در نزدیکی محل، از اطلاعات ایستگاه استفاده کرد. کنترل شدت جریان ورودی، امکان کنترل سطح مایع در ارتفاعات مختلف، امکان توقف و تخلیه کامل و امکان تغییر مسیر در برکه‌های چند مرحله‌ای، از جمله عملیاتی است که در راستای کنترل عملیات برکه‌های تثبیت قابل انجام دادن است.

جدول ۴-۱۲- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری در برکه‌های تثبیت [۸]

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری حداقل (بهبینه)
بده فاضلاب	ورودی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه/پیوسته
بده فاضلاب	خروجی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	یک‌بار در روز یا در هفته بسته به نوع برکه
pH	ورودی هر مرحله و برکه	لحظه‌ای	-	یک‌بار در هفته (روزانه)
DO	در هر برکه	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای (روزانه)، روزانه و زمان پیک در نوع هوادهی شده ، سه روز یک‌بار در هنگام تخلیه کوتاه مدت
دمای فاضلاب	در هر برکه	-	سانتیگراد	یک‌بار در هفته (روزانه)، روزانه در انواع بی‌هوازی و با هواده
ارتفاع مایع	در هر برکه	-	متر	هفته‌ای، روزانه در هنگام تخلیه کوتاه مدت
BOD <sub>5</sub> فاضلاب	ورودی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	۲ بار در ماه (هفته‌ای)، هفته‌ای در انواع بی‌هوازی و با هواده
BOD <sub>5</sub> فاضلاب	خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	۲ بار در ماه (هفته‌ای)*، هفته‌ای در انواع بی‌هوازی و با هواده
مواد جامد معلق	ورودی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	۲ بار در ماه (هفته‌ای)، هفته‌ای در انواع بی‌هوازی و با هواده
مواد جامد معلق	خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای بسته به نوع برکه
کلیفرم‌های	ورودی	لحظه‌ای	-	۱ بار در ماه، دو بار در ماه در انواع بی‌هوازی و با هواده
کلیفرم‌های	خروجی	لحظه‌ای	-	روزانه
کلر باقیمانده	خروجی	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد جامد محلول	ورودی و خروجی	-	میلی گرم بر لیتر	انتخابی (هفته‌ای)
ارتفاع لجن	در داخل برکه	-	متر	سه ماه یک بار، یک بار در ماه در انواع بی‌هوازی و با هواده
پوشش یخ	سطح برکه	-	درصد	دو بار در هفته در صورت تخلیه پیوسته، روزانه در تخلیه منقطع، در انواع بی‌هوازی و با هواده نیازی نیست.
ضخامت یخ (پوشش ۱۰۰٪)	سطح برکه	-	میلی‌متر	یک بار در ماه
دمای محیط		-	سانتیگراد	روزانه
جهت باد		-	-	روزانه
بده هوا	در برکه با هواده	-	متر مکعب بر روز	هفته‌ای
فشار هوا	بالاسری افشانک هوا	-	بار	هفته‌ای

\* در هنگام تخلیه در برکه‌های دو گونه‌زی ۵ بار در هفته و هر بار نمونه مرکب روزانه هر ۸ ساعت.



#### ۴-۱۳ - تغلیظ لجن

عملکرد یک تغلیظ کننده با درصد مواد جامد در خروجی سنجیده می‌شود. عامل غلظت (CF) نیز معیاری در میزان تغلیظ به‌دست آمده است و به صورت نسبت غلظت لجن تغلیظ شده به غلظت لجن ورودی، تعریف می‌شود. فرایند تغلیظ ثقلی به pH حساس است. همچنین دما نیز عامل بسیار مهمی بوده و در صورتی که مقدار آن از  $15^{\circ}\text{C}$  به  $20^{\circ}\text{C}$  افزایش یابد، لازم است نسبت لجن ثانویه به اولیه به حداکثر مقدار طراحی شده افزایش داده شود. در دماهای بالاتر باید بار ورودی را به کمترین مقدار محدوده آن کاهش داد و در صورت نیاز لجن ورودی را رقیق کرد. (با استفاده از جریان برگشتی لجناب) [۸]. عملکرد فرایندهای تغلیظ ثقلی به عوامل متعددی مانند: نوع لجن، شرایط لجن ورودی، دما، عمق بستر لجن، مقدار بار مواد جامد، بار هیدرولیکی، زمان ماند مواد جامد و زمان ماند هیدرولیکی بستگی دارد. در فرایند تغلیظ به کمک شناورسازی با هوا عواملی مانند: اندازه حباب‌های هوا، بار مواد جامد، ویژگی‌های لجن (به‌ویژه اندیس حجمی لجن SVI)، نوع مواد شیمیایی و مقدار آن، در عملکرد آن تاثیر دارد.

#### ۴-۱۳-۱ - اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل

عملیات موثر تغلیظ لجن همانند سایر فرایندهای تصفیه به مشاهدات بهره‌بردار و اندازه‌گیری‌های لازم، بستگی دارد. در این خصوص باید، پارامترهایی مانند؛ PH، دما، عمق بستر لجن، بار مواد جامد ورودی و اکسیژن محلول اندازه‌گیری شوند. کنترل زمان ماند لجن در روش تغلیظ ثقلی ضروری است چرا که افزایش زمان ماند لجن در مخزن باعث افزایش رویه یا کفاب در مخزن می‌شود. زمان ماند لجن را می‌توان با شدت تخلیه لجن از مخزن کنترل کرد. ارتفاع بستر لجن نیز بر غلظت مواد جامد معلق در لجن خروجی موثر است و لذا بهره‌بردار باید مقدار ارتفاع بستر لجن را به‌طور تجربی به گونه‌ای کنترل کند که غلظت مواد جامد معلق در لجن خروجی در مقدار مطلوب باقی بماند. این امر تابع دما نیز می‌باشد. دمای بیش‌تر محیط، به ارتفاع کمتر بستر لجن نیازمند است. پارامترهای لازم در عملیات تغلیظ ثقلی، محل نمونه‌برداری، اندازه‌گیری و تواتر آن‌ها در جدول ۴-۱۳ آمده است.

جدول ۴-۱۳- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری در تغلیظ لجن

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری، حداقل (بهبینه)
بده فاضلاب	ورودی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
بده فاضلاب	خروجی	لحظه‌ای	متر مکعب بر روز	روزانه
pH	ورودی	لحظه‌ای	-	یک‌بار در هفته (روزانه)
DO	-	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای (روزانه)، روزانه در نوع هوادهی شده
دما	لجن ورودی، محیط	-	سانتیگراد	یک‌بار در هفته (روزانه)
ارتفاع بستر لجن	مخزن تغلیظ	-	متر	هفته‌ای (روزانه)، در هنگام تخلیه روزانه
BOD <sub>5</sub>	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	۲ بار در ماه (هفته‌ای)
مواد جامد معلق	ورودی	-	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای
مواد جامد معلق	خروجی	-	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای
بار مواد جامد ورودی	-	-	کیلوگرم بر متر مکعب در روز	-
کلیفرم‌ها	ورودی	-	-	۱ یا دو بار در ماه
کلیفرم‌ها	خروجی	-	-	هفته‌ای
مواد جامد محلول	لجناب خروجی	-	میلی گرم بر لیتر	انتخابی (هفته‌ای)

#### ۴-۱۴- هاضم هوازی

بازده هاضم با دو معیار سنجیده می‌شود. یکی، درصد کاهش مواد جامد فرار و دیگری، درصد کاهش رطوبت. هر یک از این دو معیار از روابط زیر به دست می‌آیند:

$$\text{درصد کاهش مواد فرار} = \frac{100 \times (\text{درصد مواد فرار خروجی} - \text{درصد مواد فرار ورودی})}{(\text{درصد مواد جامد ورودی} \times \text{درصد مواد جامد خروجی} - \text{درصد مواد جامد ورودی})}$$

$$\text{درصد کاهش مواد فرار} = \frac{100 \times (\text{درصد رطوبت خروجی} - \text{درصد رطوبت ورودی})}{(\text{درصد رطوبت ورودی} \times \text{درصد رطوبت خروجی}) - \text{درصد مواد جامد ورودی}}$$

همچنین، پارامترهایی مانند؛ شدت مصرف اکسیژن، کیفیت لجناب (مواد آلی محلول)، غلظت آمونیاک، میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا، کیفیت آبیگری لجن و شکل ظاهری مواد جامد باقیمانده در ارزیابی عملکرد هاضم هوازی موثرند.

### ۴-۱۴-۱- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل

قلیابیت، pH، درصد مواد جامد، درصد مواد جامد فرار در لجن ورودی، درصد مواد جامد فرار در لجناب، درصد مواد جامد فرار در لجن هضم شده، درصد مواد جامد فرار در محتوای هاضم از عوامل مهم اندازه‌گیری در هاضم‌های هوازی است. محل و تواتر نمونه برداری‌ها در جدول ۴-۱۴ آمده است.

کنترل هاضم‌های هوازی به صورت نیمه پیوسته یا پیوسته انجام می‌شود. در حالت نیمه پیوسته، مخزن هاضم به صورت تناوبی پر و خالی می‌شود. فرایند هضم پیوسته، همانند سامانه لجن فعال می‌باشد. بدین ترتیب که سطح لجن در هاضم همواره ثابت بوده و سرریز به داخل جداکننده مایع از لجن می‌ریزد و مقداری از لجن به هاضم برگشت داده می‌شود. در این حالت، غلظت مواد جامد نسبت به فرایند نیمه پیوسته کمتر است. کنترل بده جریان برگشتی لجن و زمان ماند لجن در کیفیت لجناب حاصله موثر است. همچنین، در هاضم هوازی مواقعی پیش می‌آید که pH کاهش پیدا کرده و به زیر مقدار مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌رسد. در این حالت بهره‌بردار باید مقدار مناسب قلیابیت را برای افزودن به هاضم تا رسیدن به pH دلخواه تعیین کند که از طریق آزمایش به‌دست می‌آید.

$$\text{مقدار ماده شیمیایی در آزمایش نمونه} = \frac{\text{حجم هاضم} \times \text{مقدار ماده شیمیایی}}{\text{حجم نمونه}}$$

جدول ۴-۱۴- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری در هاضم هوازی

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
مواد جامد فرار (VS)	ورودی، داخل هاضم، محل خروج لجن هضم شده	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
کل مواد جامد (TS)	ورودی، داخل هاضم، محل خروج لجن هضم شده، لجناب	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد آلی محلول	لجناب	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
pH	ورودی، داخل هاضم، محل خروج لجن هضم شده	لحظه‌ای	-	روزانه
DO	داخل هاضم	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	روزانه
دما	داخل هاضم		سانتیگراد	روزانه
اسیدهای فرار	لجن هضم شده	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
BOD <sub>5</sub>	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفته‌ای
COD	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد جامد معلق	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
قلیابیت	ورودی، داخل هاضم	لحظه‌ای	-	هفتگی
نیترات	ورودی، داخل هاضم، محل خروج لجن هضم شده، لجناب	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
آمونیاک	ورودی، داخل هاضم، محل خروج لجن هضم شده، لجناب	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
کلیفرم‌های و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا	خروجی	لحظه‌ای	-	هفتگی

#### ۴-۱۵- هاضم بی‌هوازی

عملکرد هاضم بی‌هوازی تحت تاثیر پارامترهای مختلفی همچون درصد مواد فرار در لجن خام، دمای هاضم، اختلاط، نسبت اسیدهای چرب به قلیابیت، بده خوراک، درصد مواد جامد در لجن و pH می‌باشد. پارامترهای مهم در هاضم‌های بی‌هوازی، محل نمونه‌برداری یا اندازه‌گیری و تواتر آن‌ها در جدول ۴-۱۵ آمده است.

#### ۴-۱۵-۱- اندازه‌گیری‌های لازم و نحوه کنترل

pH لجناب، اسیدهای چرب فرار، قلیابیت، دما، BOD یا COD، کل مواد جامد، درصد مواد جامد و مواد فرار در لجن ورودی و خروجی از پارامترهای مهم اندازه‌گیری در هاضم‌های بی‌هوازی هستند. علاوه بر این‌ها لازم است که بهره‌بردار موارد ایمنی مربوط به گاز هاضم را به دقت رعایت نموده و مشاهدات لازم را در این مورد به عمل آورد.

جدول ۴-۱۵- راهنمای نمونه‌برداری و اندازه‌گیری لازم در هاضم بی‌هوازی

نام پارامتر	محل نمونه‌برداری یا حسگر	نوع نمونه‌برداری	واحد	تواتر نمونه‌برداری
مواد جامد فرار	ورودی، محل خروج لجن هضم شده	مرکب (نمونه‌های لجن هضم شده لحظه‌ای)	میلی گرم بر لیتر	روزانه
کل مواد جامد	ورودی، محل خروج لجن هضم شده، لجناب	مرکب (نمونه‌های لجن هضم شده لحظه‌ای)	میلی گرم بر لیتر	روزانه
pH	ورودی، داخل هاضم	لحظه‌ای	-	روزانه
دما	داخل هاضم	لحظه‌ای	-	روزانه
اسیدهای فرار	داخل هاضم، محل خروج لجن هضم شده، لجناب	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
BOD <sub>5</sub>	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
COD	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
مواد جامد معلق، TSS	لجناب خروجی	مرکب	میلی گرم بر لیتر	روزانه
قلیابیت	ورودی، داخل هاضم	لحظه‌ای	-	هفتگی
نسبت اسید چرب به قلیابیت	داخل هاضم	محاسباتی	-	روزانه
نیترژن کج‌لدال	لجن هضم شده	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	هفتگی
فلزات سنگین	داخل هاضم	لحظه‌ای	میلی گرم بر لیتر	ماهانه
کلیفرم‌ها و میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا	خروجی	لحظه‌ای	-	هفتگی
CH <sub>4</sub> یا CO <sub>2</sub>	گاز هاضم	لحظه‌ای	درصد در بیوگاز	روزانه

#### ۴-۱۶- بسترهای لجن خشک کن

عوامل اصلی موثر بر عملکرد بسترهای خشک کن عبارتند از: آب و هوا، عمق لجن داخل بستر، نوع لجن و پوشش بستر. در آب و هوای سرد یا مرطوب به مدت زمان بسیار بیشتری برای رسیدن به غلظت مناسبی از مواد جامد در لجن آب‌گیری شده نیاز است.

عمق بیش‌تر لجن نیز زمان خشک شدن را افزایش می‌دهد. در شرایط مناسب، با عمق ۲۰ سانتی متر از یک لجن کاملاً هضم شده، حدود ۳ هفته زمان لازم است تا غلظت مواد جامد از ۴۰ درصد به ۶۰ درصد برسد. کیفیت و غلظت لجن نیز در زمان خشک شدن موثر است. استفاده از تجهیزات تخلیه لجناب جهت کاهش زمان خشک شدن ضروری است.



# فصل ۵

---

---

## پردازش داده‌های اندازه‌گیری شده





## ۵-۱- کلیات

اطلاعات جمع‌آوری شده از واحدهای مختلف تصفیه باید به درستی پردازش شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند تا به موقع از اشکالات احتمالی جلوگیری و عکس‌العمل‌های لازم اجرا شود. در کار پردازش داده‌ها، وظیفه بهره‌بردار، شناسایی خطاها، علت ایجاد آنها، پیدا کردن راه‌حل و جلوگیری از رخداد مجدد مشکل است. هدف اولیه از پردازش اطلاعات، حل سریع مشکل و هدف بلند مدت آن، اطمینان از عدم بروز مجدد مشکل و اجتناب از عملکرد ضعیف سامانه در آینده است.

در بخش ۴ از راهنمای حاضر، پارامترهای مهم هر یک از سامانه‌های متداول در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و نحوه نمونه‌برداری و اندازه‌گیری آنها، ذکر شد. در این قسمت نحوه پردازش اطلاعات به‌دست آمده، مشکلات عملیاتی، نحوه عکس‌العمل و اقدامات اجرایی در مورد هر یک از سامانه‌ها، ارایه شده است. توصیه می‌شود این راهنما همراه با راهنمای بهره‌برداری و نگهداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، نشریات شماره ۲۳۷ و ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور [۴ و ۳] که در آنجا به مشاهدات کیفی در سامانه‌ها و عکس‌العمل‌های لازم به‌طور مفصل اشاره شده است، مورد استفاده قرار گیرد.

## ۵-۲- نحوه ارایه و گزارش اندازه‌گیری‌های ثبت شده

ثبت و گزارش دهی منظم از تسهیلات جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، مزایای بسیاری دارد. از جمله، این اطلاعات برای مسوولین عملیات واحدها، سازمان‌های محلی و استانی، ادارات شهری، مهندسین مشاور و جاهایی که تسهیلات و مشکلات مشابهی دارند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. گزارش‌های عملیاتی باید به طور مرتب برای سازمان‌های ذیربط که مسوولیت کنترل کیفیت خروجی و حفظ سلامت را به عهده دارند، تهیه گردد. این گزارش‌ها، به این سازمان‌ها و همچنین بهره‌بردارهای واحدها در تعیین میزان دستیابی به اهداف تصفیه فاضلاب، کمک می‌کنند [۸].

بهره‌بردارها می‌توانند از اطلاعات ثبت شده، در تطبیق با مشاهدات چشمی، ادراک و قضاوت‌های خود استفاده کرده و از آنها به عنوان راهنمایی برای تنظیم، تعدیل و تصحیح تسهیلات تصفیه فاضلاب و عملیات آنها کمک گیرند. این گزارش‌ها مدارکی دال بر کیفیت فاضلاب خروجی است که برای دآوری در زمینه تصمیم‌گیری برای هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌تواند استفاده شود. همچنین مبنایی است برای دفاع در برابر اقدامات حقوقی که ممکن است بر علیه تصفیه‌خانه انجام شود.

در صورت امکان استفاده از کامپیوتر، می‌توان گزارش‌های عملیاتی و همچنین تعمیرات و نگهداری را به صورت کامپیوتری در آورده و به این ترتیب گزارش‌های به روز<sup>۱</sup> به صورت منظم به سازمان‌های مربوط ارسال شود. نرم افزارهای متعددی برای این منظور موجودند. گزارش اندازه‌گیری‌های ثبت شده یا همان گزارش‌های عملیاتی<sup>۲</sup> شامل اطلاعات پارامترهای اندازه‌گیری، گزارش‌های هفتگی، گزارش‌های ماهانه و گزارش‌های (سوابق) آزمایشگاه است. داده‌های جمع‌آوری شده باید تجزیه و تحلیل شده و به صورت مناسب گزارش دهی شوند. این داده‌ها هرگز نباید صرفاً به منظور ثبت آنها، نگهداری شوند. بهره‌بردار باید بتواند هر یک از اندازه‌گیری‌ها، مشاهده، محاسبه و گزارش را بر مبنای میزان اهمیت و کاربرد مورد انتظار آن، ارزیابی کند. در اکثریت تصفیه‌خانه‌ها،

1 - Updated reports

2 - Historical logs

محدودیت کارکنان، بودجه و امکانات، میزان ثبت و گزارش دهی را محدود کرده است. در هر حال، ضروری است که تمامی نتایج چه خوب و چه بد، به دقت گزارش شوند [۸].

### ۵-۲-۱- گزارش‌های عملیاتی روزانه

داده‌های روزانه معمولاً به سه صورت ثبت می‌شوند: اطلاعات تصفیه‌خانه، برگه‌ها یا سوابق روزانه و گزارش‌های روزمره<sup>۱</sup>. اطلاعات تصفیه‌خانه شامل پیشرفت کارهای تعمیراتی یا ساختمانی، نقص در قطعات و یا تجهیزات مختلف، حوادث کارکنان، سیل یا بارندگی‌های غیرعادی، شکایات، نام بازدیدکنندگان و سازمان وابسته آن‌ها می‌باشد. این اطلاعات به عنوان مرجع با ارزش است. برگه‌های روزانه برای محاسبات در آزمایشگاه استفاده می‌شوند. نمودار پارامترهای اندازه‌گیری شده تصفیه فاضلاب، انرژی استفاده شده، وضعیت آب و هوایی، دما، بارندگی و سایر داده‌های هیدرولوژیکی و اطلاعات فیزیکی دیگر، از این جمله‌اند. این اطلاعات هر روز در سوابق عملیاتی هفتگی و ماهانه وارد می‌شوند. گزارش‌های روزمره که شامل کارکنان، صورت پرداخت، خریدهای اندک و سایر اطلاعات مربوط است، عموماً در تصفیه‌خانه‌های دارای مدیریت خوب، تهیه می‌شوند.

### ۵-۲-۲- گزارش‌های عملیاتی هفتگی و ماهانه

گزارش‌ها یا سوابق هفتگی و ماهانه شامل اکثر اطلاعاتی است که در برگه‌های روزانه ذکر می‌شوند. این اطلاعات عبارتند از داده‌های عملیاتی واحدهای تصفیه فاضلاب همانند ته‌نشینی، هوادهی، گندزدایی، هضم لجن و دفع لجن. گزارش‌های عملیاتی ماهانه باید شامل خلاصه‌ای از همه داده‌های جمع‌آوری شده روزانه یا هفتگی باشد. با استفاده از مقادیر متوسط ماهانه، محاسبات پارامترهای عملیاتی که در کنترل فرایندها سودمند هستند، قابل محاسبه بوده و سازگاری آن‌ها با عملکرد گذشته سامانه یا تغییر شرایط، قابل قیاس است. فرم‌های گزارش‌دهی باید روی کاغذهای با کیفیت، چاپ شود تا از کیفیت مناسب برای ارسال به سازمان‌های مسوول محلی برخوردار باشند. فرم‌های سوابق اطلاعاتی برای سامانه‌های مختلف تصفیه در پیوست (ت) ارائه شده است. در این پیوست برای هر سامانه فرم‌های ثبت سوابق پارامترهای فرایندی، تجهیزاتی و مشاهدات کیفی به طور جداگانه آمده است.

### ۵-۲-۳- سوابق آزمایشگاه

اطلاعات حاصل از آزمایش‌ها باید در فرم‌ها یا دفاتر مخصوصی درج و نگهداری شوند. به دلیل اینکه فرم‌های استاندارد آزمایشگاهی وجود ندارد، معمولاً هر آزمایشگاه فرم بخصوصی برای ثبت و اعلام نتایج خویش دارد. در پیوست (ب) راهنمای حاضر، فرم کلی برای نمونه‌برداری و ثبت نتایج آزمایشگاه پیشنهاد شده است (فرم ب.۱). این فرم به طور نمونه برای واحدهای دانه‌گیری و ته‌نشینی پر شده است (فرم‌های ب.۲ الی ب.۷).

### ۵-۲-۴- ارتباط اطلاعات ثبت شده با عملیات تصفیه

تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از فاضلاب و واحدهای مختلف تصفیه، باید شرایط عملیاتی تصفیه‌خانه را نشان دهد. این اطلاعات باید، بار ورودی به تصفیه‌خانه شامل بار آلی کل، مشخصه‌های فاضلاب و میزان تصفیه‌پذیری آن‌ها و بده ورودی فاضلاب‌ها به تصفیه‌خانه را نشان دهند. همچنین باید بازده فرایندهای مختلف تصفیه و نیز اثر احتمالی فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه روی آب‌های پذیرنده را در برداشته باشد. نتایج متغیر، اغلب نشان‌دهنده مشکلات محتمل‌الوقوع در عملیات تصفیه است. افزایش یکنواخت بار تصفیه‌خانه، بیانگر شدتی است که در آن بار فاضلاب به ظرفیت طراحی تصفیه‌خانه نزدیک می‌شود. تغییرات ناگهانی در نتایج می‌تواند نشان‌دهنده مسائلی مانند تخلیه‌های تصادفی به کانال فاضلاب و یا خرابی در سامانه باشد.

### ۵-۲-۵- محدوده معمول نتایج

تفسیر نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های انجام شده نیازمند آگاهی از محدوده معمول و قابل قبول پارامترهای مورد نظر است. فاضلاب‌های خانگی شامل مواد آلی به مقداری متناسب با اندازه جمعیت محل است. البته باید به تغییرات فصلی فاضلاب و یا ورود فاضلاب‌های صنعتی و مسایلی از این دست در تعیین محدوده معمول فاضلاب توجه کرد [۸].

### ۵-۳- نحوه حفظ و ذخیره اطلاعات

به طور معمول، گزارش‌ها باید در پوشه‌های مرتبط قرار داده شده و در قفسه‌های مخصوص نگهداری شوند. چنانچه، امکانات کامپیوتری موجود باشد بهتر است که اطلاعات وارد کامپیوتر شده و همچنین در دیسک‌های فشرده به عنوان پشتیبان، ذخیره شوند. به منظور حفظ اطلاعات و گزارش‌های تهیه شده، از سوانح مختلف مانند سیل و آتش‌سوزی، توصیه می‌شود که این اطلاعات در محل‌های مختلفی توزیع و نگهداری شوند. معمولاً نگهداری گزارش‌ها توسط مهندس مربوط و نیز سازمان دولتی محلی ذیربط، علاوه بر محل تصفیه‌خانه، مناسب می‌باشد.

### ۵-۴- مدیریت راهبری تصفیه‌خانه

عملکرد ضعیف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اغلب به دلیل عدم آشنایی به نحوه کنترل اجزای تصفیه‌خانه و اقدامات اجرایی لازم، می‌باشد. در این خصوص نحوه مدیریت تصفیه‌خانه نیز تاثیر گذار بوده و به‌طور کلی مراحل زیر را شامل می‌شود:

- واگذاری مسوولیت‌ها به کارکنان در مورد هر فرایند؛
- ارائه روش‌های بررسی عملکرد؛
- تعیین راه‌های تغییر و تنظیم لازم برای رسیدن به نتایج دلخواه.

معمولاً رییس تصفیه‌خانه مسوولیت تعیین و انتخاب تمام عوامل عملیاتی برای اداره تصفیه‌خانه شامل مسیرهای عملیاتی، واکنش فرایندها مانند بده‌ها و واحدهای در حال کار را بر اساس طراحی، نمونه‌برداری و آزمایش و محاسبات برای بهینه‌کردن عملکرد، بر عهده دارد. این شخص باید هر تغییری را در پارامترها یا واکنش‌ها به صورت مکتوب ارائه دهد. هنگامی که برنامه کنترل فرایند تهیه

و یا تغییر یافت، تمام کارمندان باید از برنامه در قالب یک سامانه ارتباطی قابل اجرا مطلع گردند. مواردی را که مدیریت تصفیه‌خانه باید مورد توجه قرار دهد به شرح زیر است:

#### • برنامه‌ریزی و اهداف فرایندها

در برنامه مدیریت فرایند، اهداف خاص تصفیه تعیین می‌شود که این اهداف تا حدودی توسط مقامات محلی مسوول در قالب مقادیر مجاز تعیین و نیز قراردادهای تحویل محصولات جانبی را شامل می‌شود. استفاده از لجن نهایی، گاز هاضم و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده مثال‌هایی از این مورد هستند. برنامه مدیریت فرایندها، پارامترهای متعارف کنترل فرایند و مشکلات مربوط به هر یک را مشخص می‌کند. آخرین و مهم‌ترین قسمت از برنامه، تعیین عکس‌العمل‌های لازم برای ابقای پارامترها در محدوده مجازشان است.

بعد از تعیین نحوه کنترل هر فرایند خاص، مدیر هر یک را مرور کرده و آن‌ها را در صورت لزوم تنظیم و تغییر می‌دهد تا فرایندهای مجزا به صورت جامع، کارایی مناسب داشته باشند. در این حالت، تعاملات بین فرایندهای مختلف شامل جریان‌های فرعی و جانبی نیز باید به حساب آید. برنامه و استراتژی کنترل فرایند باید عملی، پاسخی<sup>۱</sup>، و قابل اجرا باشند.

برنامه کنترل فرایند باید به گونه‌ای باشد که اطلاعات معتبری از فرایندها فراهم شود که این امر با اطمینان از اینکه وسایل اندازه‌گیری جریان، حس‌گرهای درجا و نتایج آزمایشگاهی صحیح بوده و اطلاعات زمانی لازم را برای تصمیم‌گیری‌های عملیاتی فراهم می‌آورند، قابل حصول است. برنامه نمونه‌برداری و آزمایش باید مرور شده تا اطمینان حاصل شود که نقاط نمونه‌برداری، تواتر و روش انجام به گونه‌ای است که نمونه‌های شاخصی<sup>۲</sup> برای آزمایش و تجزیه و تحلیل تهیه می‌شود.

#### • ارتباطات

مدیریت مناسب فرایند بستگی به اقداماتی دارد که در پاسخ به تغییرات انجام می‌گیرد. افرادی که که مسوولیت کنترل فرایندها را دارند باید دسترسی سریع به گزارش‌های عملیاتی فرایند را داشته باشند.

#### • روش‌های عملیاتی استاندارد<sup>۳</sup>

این روش‌ها در واقع تعیین دقیق هر قسمت از برنامه کنترل فرایند است. این روش‌ها توسط کارکنان تصفیه‌خانه یا مشاوران خارجی تهیه شده و اهداف را مستقل از نوع فرایند مشخص می‌کنند.

#### • اندازه‌گیری‌های دقیق

اطلاعات دقیق برای تصمیمات کنترل فرایندها ضروری است. نمونه‌های غیر شاخص منجر به خطا در تصمیم‌های کنترلی و عواقب احتمالی بعدی می‌شود. نتایج BOD برای تصمیم درباره عملیات روزانه فرایندها بسیار کند است.

1 - Responsive

2 - Representative samples

3 - Standard operating procedures (SOP)

- **ثبت داده‌ها یا سوابق<sup>۱</sup>**

جداول ثبت داده‌ها برای تهیه گزارش‌ها و تعیین مسیر تغییرات و عملیات فرایندها ضروریند. این جداول شامل نتایج نمونه‌برداری و آزمایش، محاسبات فرایند و برگه‌های روزانه و اطلاعات تصفیه‌خانه می‌باشد. این جداول باید به گونه‌ای تهیه شوند که داده‌ها به راحتی قابل انتقال به فرم‌های گزارش‌دهی باشند. شناسایی روند تغییرات فرایندها با استفاده از روش‌های گرافیکی یک ابزار بسیار مفید در کنترل فرایندها است.

- **دامنه تغییر متغیرها**

تعیین حدود بالا و پایین متغیرها برای هر فرایندی ضروری است. این حدود کارکنان عملیاتی را برای نگهداری از مقادیر مطلوب هدایت می‌کند. معمولاً داده‌های مربوط به کنترل فرایند، روی نمودارهایی رسم شده و حدود بالا و پایین تغییرات نیز در آن نمایش داده می‌شوند.

- **ارتباط بین فرایندها و نتایج آزمایشگاهی**

برای کنترل موفقیت آمیز فرایندها، وجود نتایج دقیق آزمایشگاهی به همراه اندازه‌گیری‌های به دست آمده از حس‌گرها و مشاهدات بصری، ضروری است. باید عملکرد فرایندهای منفرد مورد ارزیابی قرار گرفته و همچنین شاخص‌های عملکرد تصفیه‌خانه به طور روزانه پایش شوند. ارتباط علت- معلولی در تصفیه‌خانه تنها با استفاده از تجزیه و تحلیل کامل‌تر تمامی داده‌ها امکان پذیر است. میزان بار ورودی و بازده تصفیه‌خانه نیز باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا از موارد ضعف مطلع شویم. سامانه‌های کامپیوتری داده‌ها می‌توانند این اطلاعات را به سرعت فراهم آورند. در غیر این صورت آنالیز داده‌ها حداقل به طور فصلی ضروری است. در صورتی که فرایندی با مشکل مواجه است، بهره‌بردار باید تشخیص دهد که آیا علت آن، اشکال در نحوه عملیات یا بار بیش از حد ورودی است و اقدامات لازم را برای تصحیح فرایند به عمل آورد.

## ۵-۵ - برداشت‌های کلی از تجزیه و تحلیل اطلاعات واحدها

بسیاری از تصفیه‌خانه‌ها، تعداد زیادی از پارامترها را اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند. این اطلاعات عمدتاً در شرایط بحرانی و غیر عادی تصفیه‌خانه به منظور بررسی علل احتمالی، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. سامانه‌هایی که قبل از ایجاد مشکل، به موقع به کارکنان اخطار داده و سعی در رفع آن قبل از وقوع می‌کنند، سامانه‌های اخطار اولیه<sup>۲</sup> نامیده می‌شوند. در حال حاضر این سامانه‌ها عمدتاً برای ورود مواد سمی ناشی از تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به تصفیه‌خانه طراحی شده‌اند. در صورتی که به طور کلی می‌تواند شامل مواردی از جمله افزایش ناگهانی بار ورودی و تغییرات بیش از حد غلظت نیز باشد.

امروزه بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های با ظرفیت متوسط مجهز به سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات هستند. در این سامانه‌ها اطلاعات ذخیره، پردازش و ثبت می‌شوند. این سامانه‌ها برای پایش، کنترل خودکار و به عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری استراتژی عملیات

---

1 - Records

2 - Early warning systems

مورد استفاده قرار می‌گیرند. سامانه‌های جدیدتر تحت عنوان کنترل نظارتی و کسب اطلاعات (SCADA) <sup>۱</sup> قادرند تصحیحات فرایندی لازم را برای عملیات بهینه، فراهم آورند. این تصحیحات می‌تواند شامل کنترل تزریق محلول‌های شیمیایی، منبع هوا، زمان‌بندی تلمبه‌ها و هودم‌ها و نظایر آن باشد. اگرچه، طراحی ضعیف سامانه‌های SCADA می‌تواند مشکلات عدیده‌ای را ایجاد کند.

سامانه‌های جمع‌آوری اطلاعات بسته به تصفیه‌خانه و شرکت تولیدکننده متفاوت است، اما نرخ نمونه‌گیری معمولاً هر ۱۰ یا ۱۲ بار در ساعت یعنی هر ۵ یا ۶ دقیقه است. مقدار نمونه در حس‌گرهای پیوسته، متوسط مقادیر در طول تناوب نمونه‌برداری است و در سایر حس‌گرها بستگی به زمان لازم برای آنالیز توسط حس‌گر دارد. همه حس‌گرها دارای تاخیر زمانی هستند که معمولاً در مقایسه با ثابت زمانی‌های سامانه اندک است. برخی از متغیرها به طور خودکار کنترل می‌شود مانند اکسیژن محلول در حوض هوادهی، شدت جریان برگشتی و افزایش مواد شیمیایی. سامانه‌های کنترل پیچیده‌تری در برخی از تصفیه‌خانه‌ها به کار گرفته شده اما هنوز معمول نیستند که یکی از دلایل آن، کند بودن فرایندهای تصفیه است که امکان کنترل دستی را امکان‌پذیر می‌سازد. به دلیل پیچیدگی سامانه‌ها، مقیاس‌های زمانی متفاوت فرایندها و وجود جریان‌های برگشتی و حلقه‌های کنترل، پیدا کردن ارتباطات علت-معلولی دشوار است. بنابراین بسیار مهم است که رفتار دینامیکی فرایند را پیدا نموده و روش‌های تجزیه و تحلیل را منطبق بر دینامیک آن‌ها، ارزیابی کرد.

به طور کلی می‌توان گفت که پیچیدگی راهبری و کنترل سامانه‌های تصفیه فاضلاب عمدتاً از موارد زیر ناشی می‌شود:

- تعداد زیاد مزاحمت‌های ورودی؛
- تعداد زیاد پارامترهای ثبت شده توسط سامانه‌های اندازه‌گیری؛
- شرایط دینامیکی که به واسطه تغییرات فاضلاب ورودی حاصل می‌شود (عدم پایداری)؛
- وجود ارتباطات پیچیده علت-معلولی که به عنوان مثال به واسطه فرایند زیستی، جریان‌های برگشتی و یا اعمال کنترلی ایجاد می‌شود.

شناسایی سریع اختلالات ورودی به تصفیه‌خانه، روش‌های برخورد با تعداد بسیار زیاد داده‌ها، مطالعه رفتار دینامیک فرایندها و ابزارهای ردیابی ارتباطات پیچیده علت-معلولی فرایندها، موضوعات بسیار مهم در راهبری و کنترل موثر فرایندهای تصفیه‌خانه هستند.

استخراج اطلاعات شامل سه مرحله: ردیابی و جداسازی<sup>۲</sup>، تشخیص<sup>۳</sup> و تحلیل<sup>۴</sup> است. ردیابی به معنی شناسایی وضعیت‌های انحرافی متغیر است. در اینجا زمان اهمیت زیادی دارد. هر چه تغییرات سریع‌تر شناسایی شوند، شانس بیش‌تری در رفع اختلال ورودی و تاثیر آن به سامانه در صورتی که عمده باشد، وجود دارد.

هنگامی که یک اختلال شناسایی شد، نوبت به یافتن علت آن می‌رسد. اولین قدم، جداسازی چیزی است که اتفاق افتاده است. یعنی اینکه چه حس‌گری از مقدار از پیش تعیین شده تجاوز کرده و یا چه عملیاتی از کار خارج شده است. برای شناسایی خطا لازم

1 - Supervisory control and data acquisition (SCADA)

2 - Detecting and isolation

3 - Diagnosis

4 - Analysis

است عاملی را که خطا یا اختلال را به صدا درآورده، پیدا کرد که لزوماً به معنی پیدا کردن علت ایجاد خطا نیست. این مرحله هیچ‌گاه از محدوده پارامترهای اندازه‌گیری شده فراتر نمی‌رود. این مرحله را جداسازی می‌گویند. روش‌های ردیابی باید قابل کاربرد بر روی مجموعه طولی از موارد اندازه‌گیری شده باشد. به‌طور کلی ردیابی پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل مراحل زیر است:

- ابتدا به منظور فراهم کردن پارامترهای اندازه‌گیری شده با کیفیت بالا، باید اندازه‌گیری‌ها را غربال کرد. غربال کردن به معنای کاهش امواج مزاحم، شناسایی و تصحیح اندازه‌گیری‌های خارج از محدوده (غیر متعارف)، تخمین زدن موارد اندازه‌گیری نشده می‌باشد.
- دوم، تجزیه و تحلیل تک‌تک متغیرها به منظور شناسایی انحراف از محدوده معمول اندازه‌گیری‌ها، انجام داده شود.
- سوم، رابطه بین متغیرهای فرایند و اثر آن‌ها بر روی خروجی یا متغیرهای کیفیت ارزیابی می‌گردد. این امر باید با بهره‌گیری از روش‌هایی که قادرند به طور هم‌زمان چندین متغیر را تجزیه و تحلیل کنند، انجام داده شود.
- پیدا کردن علت ایجاد خطا، همان مرحله تشخیص است. تشخیص یک مزاحمت به معنای پیدا کردن ارتباطات علت- معلولی است که منجر به پیدایش انحراف متغیر(های) جداسازی شده با مکانیسمی است که اثر را موجب شده است.
- هنگامی که مزاحمت‌ها ردیابی و شناسایی شدند، تجزیه و تحلیل برای قسمت‌هایی که هنوز تحت تاثیر قرار نگرفته‌اند باید انجام شود.

اطلاعات به‌دست آمده باید، تعیین اعتبار شده و صحت آن‌ها کنترل شود. گاهی اوقات، در لحظاتی از زمان به علل مختلف (سهل انگاری بهره‌بردار، خطا یا خرابی حس‌گرها، زمان‌های واسنجی حس‌گرها و ...) اطلاعات موجود نمی‌باشند و لذا باید به طریقی مناسب با کمبود اطلاعات برخورد کرده و بتوان روند صحیحی از نحوه تغییرات و عملکرد سامانه به‌دست آورد. در این مورد، روش‌های علمی مختلفی وجود دارد. فرایند تجزیه و تحلیل اطلاعات و کاربرد آن‌ها، گاهی به نام کنترل آماری فرایند<sup>۱</sup> نامیده می‌شود. در کنترل آماری فرایند، داده‌ها به صورت‌های مختلفی آرایه می‌شوند:

- منحنی‌های  $X$ : تغییرات متغیر اندازه‌گیری شده بر حسب زمان
  - منحنی‌های  $MA$ <sup>۲</sup>: تغییرات مقدار متوسط متحرک اندازه‌گیری‌ها بر حسب زمان
  - منحنی‌های  $EWMA$ <sup>۳</sup>: تغییرات مقدار متوسط متحرک با وزن توانی داده‌ها، بر حسب زمان
  - منحنی‌های  $CUSUM$ <sup>۴</sup>: تغییرات تجمعی اختلاف بین متغیر اندازه‌گیری شده و یک مقدار هدف، بر حسب زمان
- در ادامه، نحوه پردازش اطلاعاتی که مطابق جداول مندرج در پیوست‌های (ب، پ و ت) جمع‌آوری می‌شوند، مشکلات عملیاتی عمده واحدهای معمول تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و اقدامات اصلاحی ممکن آمده است. اطلاعات، باید به موقع مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته تا از احتمال احتمالی در کارکرد سامانه جلوگیری و هدف مورد نظر از جمع‌آوری آن‌ها حاصل شود.

1 - Statistical process control (SPC)

2 - Moving average

3 - Exponentially weighted moving average

4 - Cumulative sum

## ۶-۵- تعیین پارامترهای مهم در بهره‌برداری روزانه

پارامترهای بهره‌برداری روزانه، پارامترهایی را شامل می‌شوند که تنظیم یا کنترل آن‌ها برای نیل به عملکرد مورد نیاز سامانه ضروری است. در واقع این پارامترها، تعیین کننده شرایط عملیاتی سامانه هستند و کنترل آن‌ها به صورت خودکار و یا دستی میسر است. از جمله این پارامترها می‌توان به دما، pH، DO، بده هوا، قلیابیت، ارتفاع مایع یا لجن، MLSS، عمر لجن، اسیدهای فرار، مقدار مواد شیمیایی افزودنی و گاهی در سامانه‌های جدیدتر، نیترات و آمونیاک، اشاره کرد.

## ۷-۵- تعیین پارامترهای مهم در راهبری دراز مدت

پارامترهای راهبری دراز مدت، پارامترهایی هستند که در واقع نشان‌دهنده عملکرد یا بازده سامانه‌های مختلف است. در بخش ۴ راهنمای حاضر، نحوه تعیین عملکرد هر یک از فرایندها آمده است. از جمله این پارامترها می‌توان، BOD، COD، TSS، TS، فیکال کلیفرم را نام برد. همچنین، سایر پارامترهایی که نشان‌دهنده شرایط کاری عملیات بوده اما کنترلی روی آن صورت نمی‌گیرد، مانند بده، آمونیاک و نیترات، دمای ورودی و pH ورودی را نیز می‌توان جزو این دسته پارامترها قرار داد چرا که آگاهی از چگونگی روند تغییرات و انحرافات این متغیرها می‌تواند اطلاعات مناسبی را در مورد راهبری بهتر و جلوگیری به موقع از بروز اشکال در سامانه و انجام اقدامات پیشگیرانه به دست دهد. با توجه به عملکرد به دست آمده از واحد، می‌توان تصمیم‌گیری‌های لازم را در صورت لزوم، به منظور تغییر شرایط عملیاتی در راستای دستیابی به عملکرد مطلوب، انجام داده و یا تاثیر احتمالی روی واحدهای پایین دستی را بررسی و اقدامات پیشگیرانه به منظور کاهش تاثیرات را به عمل آورد. در ادامه، در بند ۵-۷ راهنمای حاضر، نحوه عکس العمل و اقدامات لازم بر مبنای نتایج حاصل از پردازش داده‌های جمع‌آوری شده، آمده است.

## ۸-۵- پردازش و تحلیل اطلاعات واحدها و اقدامات اصلاحی لازم

### ۸-۵-۱- آشغالگیر

در آشغالگیرهای دستی، عملیات بهینه و پیوسته آشغالگیر نیازمند توجه مکرر بهره‌بردار به آن می‌باشد. جدول ۵-۱ مشکلاتی را که ممکن است در کار آشغالگیرها پیش آید، به همراه علل آن‌ها و راه‌حل‌های اصلاحی لازم نشان می‌دهد. علاوه بر مشکلات یاد شده، آشغالگیرهای مکانیکی مشکلات عملیاتی دیگری را نیز به همراه دارند که عبارتند از؛ نقص در عمل کردن چنگک، و عمل نکردن آن در حالی که موتور کار می‌کند. در صورت وجود نقص‌های مکانیکی و الکتریکی که می‌تواند به دلایل متعددی مانند پارگی زنجیر، کابل، و شکستگی محور به وجود آید، باید تکنسین‌های مجرب برای رفع این مشکلات به کار گرفته شوند.



جدول ۵-۱- تجزیه و تحلیل اطلاعات آشغالگیر [۷]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	گندیدگی فاضلاب ورودی به تصفیه مقدماتی	سهل انگاری در تمیز کردن به موقع آشغالگیر	افزایش تواتر تمیز سازی آشغالگیر
۲	تجمع بیش از حد دانه‌ها در کانال ورودی آشغالگیر	طراحی یا ساخت نامناسب	تصحیح مشکل طراحی
		تمیز سازی ناکافی آشغالگیر	افزایش دفعات تمیز سازی، یا شستشوی سریع ۱ متناوب کانال ورودی
۳	تمایل به انسداد در بیش‌تر اوقات	وجود بیش از حد خار و خاشاک در فاضلاب	پیدا کردن منشاء افزایش خار و خاشاک و برطرف کردن آن (تغییر درخت‌های تصفیه‌خانه از گونه‌های خزان‌دار و برگ ریز به گونه‌های مناسب‌تر)
		ریز بودن دهانه آشغالگیر	تعویض با یک آشغالگیر دهانه درشت
۴	وجود بو با تجمع مگس و سایر حشرات	ناکافی بودن تخلیه و انتقال آشغال‌ها	افزایش تواتر تخلیه آشغال‌ها

## ۵-۸-۲- دانه‌گیر

مشکلات عملیاتی واحدهای دانه‌گیر و اقدامات اصلاحی لازم در جدول ۵-۲ قید شده است. محاسبه مقدار متوسط شدت حذف دانه‌ها در دانه‌گیرها در طول زمان مشخصی (حداقل متوسط فصلی)، می‌تواند به عنوان معیاری برای برنامه‌ریزی دفع دانه‌های جمع‌آوری شده، مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۵-۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات دانه‌گیر [۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	انباشتگی دانه‌ها در محفظه	وجود خار و خاشاک در فاضلاب	شستشوی روزانه محفظه، خارج کردن خار و خاشاک
		سرعت بسیار کم فاضلاب یا شکستگی زنجیرها یا بازوها	بازرسی تجهیزات و تعمیر در صورت لزوم
۲	مقدار کم دانه‌های جمع‌آوری شده	سرعت زیاد	باقی نگه داشتن سرعت در ۰/۳ متر بر ثانیه
		هوادهی بیش از حد	کاهش هوادهی، افزایش زمان ماند با استفاده از واحدهای بیش‌تر و یا کاهش جریان ورودی به محفظه
۳	سرریز شدن محفظه دانه‌گیر	اشکال در کار تلمبه	بازرسی و تنظیم در صورت لزوم
۴	وجود دانه‌های خاکستری رنگ، بودار و چرب	فشار نامناسب در سیکلون دانه‌گیر	نگه داشتن فشار در سیکلون بین ۰/۲۸ تا ۰/۴۱ بار
		بده نامناسب هوا	افزایش سرعت در محفظه (۰/۳ متر بر ثانیه)
		سرعت بسیار کم جریان در محفظه	بررسی سرعت از طریق رنگ یا مواد شناور

### ۵-۸-۳- ته‌نشینی

بهره‌بردار برای تشخیص خطاها و مشکلات به‌وجود آمده در حوض ته‌نشینی را قبل از هر چیز، باید با شرایط کارکرد عادی و معمول آن آشنایی داشته و مقادیر عملیاتی طراحی شده برای سامانه را بداند. در بسیاری از واحدها، بار سطحی و زمان ماند در طول روز به واسطه تغییرات ساعتی جریان ورودی بسیار متغیر است، با این وجود مقدار حذف  $BOD_5$  و مواد جامد معلق در طول زمان تقریباً یکنواخت است [۹]. عملکرد حوض‌های ته‌نشینی ثانویه، معمولاً با عملکرد کل واحد تصفیه به صورت یکپارچه در نظر گرفته می‌شود. مشکلات عملیاتی و علت ایجاد آن‌ها در حوض‌های ته‌نشینی را می‌توان به صورت جدول ۵-۳ دسته بندی کرد.

### ۵-۸-۴- صافی چکه‌ای

مقادیر اندازه‌گیری شده و نتایج آزمایش‌های انجام شده، باید با محدوده مقادیر مورد انتظار مقایسه شوند تا مشکلات شناسایی شده و عکس‌العمل‌های لازم در صورت لزوم انجام گیرند. مشکلات عملیاتی معمول صافی‌های چکه‌ای عبارتند از: غرقابی شدن، وجود بو، تجمع حشرات، یخ زدگی که در جدول ۳-۵ از نشریه شماره ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور [۴]، به طور مفصل به علل ایجاد آن‌ها و راه‌حل‌های مربوط اشاره شده است. در جداول ۴-۵ و ۵-۵ به طور خلاصه مشکلات عملیاتی، علت و اقدامات اصلاحی ممکن با توجه به اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات انجام شده در واحد، ذکر شده است.

جدول ۵-۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات حوض ته‌نشینی [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	کم بودن مقدار حذف مواد جامد	بار سطحی بیش از حد انباشتگی لجن در حوض و در نتیجه کاهش حجم و امکان خروج مواد جامد جریان برگشتی بیش از حد جریان باد تغییرات دما جریان میان‌بر وجود فاضلاب‌های صنعتی یا سطحی	استفاده از مخزن ذخیره، افزودن مواد شیمیایی، قرار دادن حوض دیگری در سرویس در صورت وجود افزایش تخلیه لجن کم کردن جریان‌های برگشتی نصب باد شکن نصب بافل‌هایی برای شکست جریان‌های دمایی تنظیم مجدد سرریزها، تعمیر یا تعویض بافل‌ها بررسی و حذف فاضلاب‌های صنعتی یا سطحی
۲	شناور شدن لجن	خرابی و یا اختلال در تجهیزات جمع‌آوری لجن برگشت لجن مازاد گرفتگی خط خروجی لجن یا خرابی تلمبه لجن نیتریفیکاسیون شدید لجن برگشتی کم بودن حوض‌های در حال کار خرابی و یا کمبود بافل‌ها	تعمیر و رفع عیب تعمیر و رفع عیب کاهش عمر لجن فعال و یا تغییر محل برداشت لجن برگشتی، کاهش هوادهی، در صورت امکان عدم برگشت لجن به ته‌نشینی اولیه افزایش تعداد حوض‌ها تعمیر یا افزایش تعداد بافل‌ها

ادامه جدول ۵-۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات حوض ته‌نشینی [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۳	کم بودن غلظت مواد جامد لجن	بار سطحی بیش از حد تخلیه بیش از حد لجن از حوض اشکال در سامانه جمع‌آوری لجن کاهش بار مواد جامد ورودی وجود جریان‌های میان‌بر	توزیع یکنواخت‌تر جریان در همه حوض‌ها کم کردن تواتر و زمان تلمبه کردن لجن رفع عیب تنظیم مجدد سرریزها، تعمیر یا تعویض بافل‌ها
۴	زیاد بودن غلظت مواد جامد لجن	وجود بیش از حد دانه و مواد سنگین در فاضلاب ورودی خرابی تلمبه لجن گرفتگی مسیر تخلیه لجن زیاد بودن زمان اقامت لجن در حوض افزایش بار مواد جامد ورودی	تصحیح عملیات دانه‌گیری، تنظیم مجدد سرریزها، تعمیر یا تعویض بافل‌ها تعمیر و رفع عیب باز کردن مسیر افزایش تواتر تخلیه لجن کاهش جریان‌های برگشتی
۵	گندیدگی فاضلاب یا لجن	کم بودن تواتر تخلیه لجن (وزن مخصوص زیاد لجن) خرابی و یا اختلال در تجهیزات جمع‌آوری لجن ناکافی بودن عملیات پیش تصفیه فاضلاب‌های صنعتی گندیدگی فاضلاب در کانال جمع‌آوری فاضلاب بیش از حد بودن مقدار لجناب برگشتی از فرایندهای لجن خرابی تلمبه لجن گرفتگی مسیر تخلیه لجن وجود مواد سمی	ازدیاد تواتر و مدت تخلیه لجن تا رسیدن به وزن مخصوص مطلوب تعمیر یا تعویض پیش هوادهی فاضلاب، بهبود عملیات تصفیه افزودن مواد شیمیایی یا هوادهی در کانال جمع‌آوری بهبود عملیات هضم لجن برای افزایش کیفیت لجناب، برداشت لجناب از ارتفاع مناسب هاضم، تاخیر در ورود لجناب به ته‌نشینی تا بهبود کیفیت آن تعمیر و رفع عیب باز کردن مسیر استفاده از مواد شیمیایی منعقد کننده یا کلر

جدول ۵-۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات صافی چکه‌ای [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	کاهش عملکرد حذف BOD و TSS	غرقابی شدن بستر	به ردیف ۱ جدول ۵-۵ مراجعه شود.
		بار بیش از حد هیدرولیکی یا آلی به بستر در اثر بیش از حد بودن جریان برگشتی و یا ورود جریان‌های برگشتی از سایر مراحل تصفیه‌خانه با بار BOD بسیار زیاد (به عنوان مثال ناشی از کنترل نامناسب فرایندهای تصفیه لجن)	به ردیف ۲ جدول ۵-۵ مراجعه شود.
۲	کاهش اکسیژن محلول جریان خروجی از صافی	جریان کم هوا به داخل بستر	
		غرقابی شدن بستر	به ردیف ۱ جدول ۵-۵ مراجعه شود.
۳	کاهش دما که می‌تواند منجر به یخ‌زدگی <sup>۱</sup> (تشکیل قابل وضوح یخ) در بستر و کاهش بازده بستر شود	وزیدن بادهای سرد و شدید	به بند ۳ جدول ۵-۵ مراجعه شود.
		جریان برگشتی نیز خود باعث افزایش تغییرات دما می‌شود	کاهش جریان برگشتی تا مقدار ممکن به منظور کم کردن اثر سرمای آن.
۴	غلظت بیش از حد مواد معلق و BOD در خروجی حوض ته‌نشینی ثانویه	جریان ورودی منقطع به بستر نیز باعث اقامت طولانی‌تر فاضلاب شده و می‌تواند منجر به یخ‌زدگی شود	هنگامی که صافی، دو مرحله‌ای است به صورت موازی درآورده شوند.
		جریان برگشتی زیاد، که باعث بار هیدرولیکی زیاد در حوض ته‌نشینی می‌شود	مقدار بار هیدرولیکی را کنترل کرده و چنانچه بیش از حد باشد، شدت جریان برگشتی را تنظیم کنید.
۴		عدم توزیع یکنواخت جریان در صافی‌های چند تایی	تنظیم تقسیم جریان در حوض‌های چند تایی
		خوردگی یا شکستگی بافل‌ها در حوض ته‌نشینی	تعمیر یا تعویض بافل‌ها
		خرابی یا شکستگی سامانه جمع‌آوری لجن در حوض ته‌نشینی	تعمیر یا تعویض قطعه شکسته شده

ادامه جدول ۵-۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات صافی چکه‌ای [ ۷ و ۸ ]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۴	غلظت بیش از حد مواد معلق و BOD در خروجی حوض ته‌نشینی ثانویه	تراز نبودن سرریز خروجی	تنظیم سرریز خروجی برای دستیابی به جریان یکنواخت خروجی از تمامی قسمت‌های سرریز
		جریان میان‌بر به دلیل تغییرات دما	می‌توان با نصب بافل‌هایی به شکست این جریان‌های دمایی کمک کرد.
		نامناسب بودن شدت تخلیه لجن یا تواتر آن	بررسی عمق بستر لجن و غلظت مواد جامد لجن. چنانچه بیش از مقادیر مورد انتظار بوده یا روند رو به افزایش دارند، باید شدت تخلیه لجن از حوض و یا تواتر آن را تنظیم کرد، به گونه‌ای که شرایط هوازی در حوض ته‌نشینی برقرار باشد.
		بار بیش از حد مواد جامد به حوض ته‌نشینی به دلیل پوست اندازی زیاد صافی	به ردیف ۴ جدول ۵-۵ مراجعه شود.

جدول ۵-۵- اقدامات لازم در صافی‌های چکه‌ای [۷]

ردیف	مشکل ایجاد شده	اقدامات لازم
۱	غرقابی شدن صافی	<p>- حذف تمامی خار و خاشاک و برگ‌ها از صافی.</p> <p>- افزایش شدت جریان برگشتی به منظور افزایش پوست اندازی و باز نگه داشتن فضاهای خالی.</p> <p>- تزریق آب با فشار بالا برای همزدن و تمیز کردن ناحیه غرقاب شده.</p> <p>- زیر و رو کردن ناحیه غرقاب شده با استفاده از چنگک.</p> <p>- استفاده از محلول کلر به مدت ۲ الی ۴ ساعت. مقدار کلر افزوده شده بستگی به میزان غرقاب شدن بستر دارد.</p> <p>- می‌توان به مدت ۴ ساعت صافی را به حالت طغیان درآورد، در صورتی‌که در طراحی صافی این امر در نظر گرفته شده باشد. باید توجه کرد که بار هیدرولیکی حوض ته‌نشینی ثانویه در هنگام تخلیه صافی، بیش از حد نشده و جریان فاضلاب از صافی با شدت کم تخلیه شود.</p> <p>- خشک کردن بستر نیز از راه‌های حل مشکل غرقاب شدن بستر است. در این حالت لجن خشک و بستر، سست و قابل نفوذ می‌شود. زمان لازم برای خشک شدن بسته به ضخامت لجن و میزان حذف مورد نظر، ممکن است از چند ساعت تا چند هفته متغیر باشد.</p>
۲	بار آلی بیش از حد	<p>- افزایش جریان برگشتی.</p> <p>- برطرف کردن جریان‌های میان‌بر در حوض ته‌نشینی و انجام اقدامات لازم برای افزایش عملکرد آن.</p> <p>- بررسی و تنظیم کنترل فرایندهای تصفیه لجن به منظور کاهش جریان‌های برگشتی با BOD بالا به صافی.</p> <p>- باقی نگه داشتن شرایط هوازی در صافی.</p>
۳	کاهش دمای محیط و احتمال یخ زدگی صافی	<p>- تنظیم روزنه‌ها و صفحات پاشش فاضلاب برای دستیابی به قطرات درشت‌تر.</p> <p>- نصب باد شکن یا کاشت درخت‌های بادوام در مسیر باد غالب.</p> <p>- عایق بندی تلمبه چاه تر و حوض‌های خوراک به منظور کاهش اتلاف حرارت.</p> <p>- عایق بندی بستر صافی به منظور کاهش اتلاف حرارت.</p> <p>- تخلیه یخ‌ها قبل از اینکه به اندازه‌های بزرگ شوند که سبب متوقف شدن بازوهای گرداننده شوند.</p>
۴	افزایش مقدار مواد جامد و BOD در خروجی از حوض ته‌نشینی به دلیل پوست اندازی زیاد	<p>- پوست اندازی زیاد صافی در نتیجه فعالیت زیاد زیستی یا تغییرات دما، می‌تواند باعث بار زیاد مواد جامد روی حوض ته‌نشینی شود. افزودن ۱ یا ۲ میلی گرم بر لیتر از پلیمرهای کاتیونی می‌تواند ته‌نشینی را بهبود بخشد. در این حالت میزان تخلیه لجن را باید افزایش داد.</p> <p>- پوست اندازی زیاد به دلیل بار آلی بیش از حد، وجود مواد سمی، یا تغییرات زیاد جریان ورودی فاضلاب، در بهترین حالت در مبداء آن‌ها قابل کنترل است و یا می‌توان با افزودن جریان فاضلاب برگشتی، فاضلاب را رقیق کرد.</p>

توجه: در طول مدت سرما، عملکرد صافی کاهش می‌یابد. صافی نباید به مدت طولانی از کار خارج شود. چه این حالت باعث یخ زدن رطوبت همراه بستر شده و منجر به انبساط بستر و یا حتی تخریب ساختار آن می‌شود.

### ۵-۸-۵- صفحات زیستی دوار

مقایسه اطلاعات روزانه سامانه با محدوده مقادیر معمول و قابل انتظار، عامل کلیدی در شناسایی مشکلات سامانه و تعیین اقدامات اصلاحی لازم است. همچنین مشاهده چرخش یکنواخت و هموار صفحات و ظاهر و رنگ لجن نیز ضروری است. چرخش نامنظم و غیر یکنواخت صفحات نشان‌دهنده اشکال مکانیکی یا رشد غیر یکنواخت لجن در سطح صافی است. عدم چرخش صفحات نیز حاکی از نقص مکانیکی یا رشد بیش از حد لجن است. ظاهر و رنگ لجن نیز می‌تواند نشان‌دهنده شرایط عملیات باشد. رشد لجن خاکستری رنگ زبر نشانه شرایط کارکرد عادی سامانه است. در صورت انجام عملیات نیتروفیکاسیون، رشد لجن قهوه‌ای قرمز یا قهوه‌ای طلایی نشانه کارکرد عادی سامانه است. لجن قهوه‌ای بسیار تیره (و وجود کرم‌ها) نشان‌دهنده عمر زیاد لجن است. لجن سفید گچی نشان‌دهنده مقادیر زیاد گوگرد یا سولفید در فاضلاب ورودی است. عدم رشد قابل رویت لجن نشانه تغییرات شدید pH یا دما است.

تشخیص به موقع و رفع مشکل می‌تواند مانع از تخریب عملکرد سامانه و یا از کار افتادن آن شود. در هر حال می‌توان به عواملی که باعث بروز این مشکلات می‌شوند توجه کرده و در صورت بروز انحراف از وضعیت‌های عادی، توجه خاص مبذول و اقدامات لازم انجام داد. در جدول ۵-۶، عمده مشکلات عملیاتی سامانه صفحات زیستی دوار ذکر شده است.

### ۵-۸-۶- سامانه لجن فعال

برای دستیابی به عملکرد مناسب این سامانه باید، موازنه مناسبی بین خوراک (مواد آلی)، میکروارگانیسم (لجن فعال) و اکسیژن محلول برقرار شود. عموماً، عمده مشکلات سامانه لجن فعال از عدم موازنه این سه مورد ناشی می‌شود. در عمل، یک سامانه لجن فعال با سه عامل؛ مقدار هوای ورودی به برکه هوادهی، شدت برگشت لجن فعال و مقدار لجن مازاد تخلیه شده از سامانه، کنترل می‌شود. بهره‌بردار باید به تأثیری که این سه عامل بر روی عملکرد سامانه می‌گذارند آشنایی داشته تا بتواند در موقع لزوم تغییر مناسب را اعمال نماید. این مهم در جدول ۵-۷ اشاره شده است.

راه مناسب کنترل سامانه لجن فعال، تنظیم پارامترهای عملیاتی در محدوده مقادیر از پیش تعیین شده آن‌ها است که خود متاثر از عوامل مختلفی مانند ویژگی‌های فاضلاب ورودی، وجود فاضلاب‌های صنعتی، جریان‌های جانبی، تغییرات فصلی و کیفیت مورد نظر جریان خروجی است.

مشکلات معمول برکه‌های هوادهی، علایم، علل، و اقدامات تصحیحی لازم برای راهبری سامانه در سطح عملکرد معمول یا بهینه، در جدول ۵-۸ آمده است. اطلاعات بیشتر در زمینه مسائلی مانند پدیده‌های تورم و کف کردن لجن که در سامانه‌های لجن فعال شایع است و همچنین نحوه کنترل سامانه و دشواری‌های بهره‌برداری آن، به‌طور مفصل در نشریه ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور [۴]، آمده است.

جدول ۵-۶- تجزیه و تحلیل اطلاعات سامانه صفحات زیستی دوار [ ۷ و ۹ ]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	کاهش بازده تصفیه	بار آلی بیش از حد	بهبود عملیات پیش تصفیه، به کار گیری سامانه صفحات زیستی دیگر در صورت وجود، بزرگتر کردن مرحله اول تصفیه با برداشتن تیغه بین مراحل اول و دوم
		بار هیدرولیکی بیش از حد	متعادل کردن جریان، برطرف کردن منابع افزایش جریان، استفاده از مخزن ذخیره، تقسیم جریان بین راکتورها
		pH بسیار زیاد یا بسیار کم	برطرف کردن منبع ایجاد تغییرات نامطلوب pH، افزودن اسید یا باز، در هنگام نیتریفیکاسیون قلیابیت به میزان ۷ برابر غلظت $NH_3$ تنظیم شود.
۲	سفید شدن لجن	دمای کم فاضلاب	پوشاندن سامانه، گرم کردن فاضلاب یا محوطه
		مقدار زیاد سولفید در ورودی	هوادهی فاضلاب ورودی یا مرحله اول حوض حاوی فاضلاب
		گندیدگی فاضلاب ورودی	افزودن نیترات سدیم یا پراکسید هیدروژن به فاضلاب ورودی
۳	پوست اندازی زیاد	تغییرات بیش از حد pH	تنظیم بافل‌ها بین مراحل اول و دوم به منظور افزایش سطح کل مرحله اول
		ورود فاضلاب سمی	نصب تجهیزات کنترل pH
۴	عدم چرخش یکنواخت صفحات	اشکال مکانیکی	تعمیر و رفع مشکل مکانیکی
		رشد غیر یکنواخت	افزایش سرعت چرخش، تنظیم بافل‌ها برای کاهش بار، ازدیاد پوست اندازی
۵	انباشتگی مواد جامد در راکتور	ناکافی بودن عملکرد پیش تصفیه فاضلاب	تخلیه مواد جامد از راکتور تعیین و رفع مشکل دانه‌گیری تعیین و رفع مشکل ته‌نشینی اولیه
۶	داغ شدن محورها یا اختلال در کار آنها	ناکافی بودن تعمیرات و نگهداری	رعایت برنامه تعمیرات و نگهداری
۷	داغ شدن موتور گرداننده صفحات	نامناسب بودن وضعیت زنجیر موتور	رعایت برنامه تعمیرات و نگهداری تنظیم وضعیت زنجیر
		ناکافی بودن تعمیرات و نگهداری	



جدول ۵-۷- تاثیر عوامل مختلف بر عملکرد سامانه لجن فعال [۷]

ردیف	نام عامل یا پارامتر کنترلی	تاثیر افزایش پارامتر	تاثیر کاهش پارامتر
۱	شدت هوادهی	اتلاف انرژی، افزایش هزینه‌های عملیاتی، بالا رفتن مواد جامد و خرد شدن لجن فعال	گندیدگی برکه هوادهی، عملکرد ضعیف سامانه، عدم انجام نیتروبیفیکاسیون در سامانه
۲	بده لجن برگشتی	بار هیدرولیکی بیش از حد بر روی برکه هوادهی و حوض ته‌نشینی، کاهش زمان هوادهی، کاهش زمان ته‌نشینی، خروج مواد جامد در طول زمان	برگشت جریان گندیده به سامانه، انباشتگی مواد جامد در حوض ته‌نشینی، کاهش MLSS در برکه هوادهی، خروج مواد جامد از سرریز
۳	بده تخلیه لجن مازاد	کاهش MLSS، کاهش چگالی لجن، افزایش SVI، کاهش عمر لجن، افزایش نسبت F/M	افزایش MLSS، افزایش چگالی، کاهش SVI، افزایش عمر لجن (MCRT) و کاهش نسبت F/M

## ۵-۸-۷- گندزدایی با کلر

مقدار تزریق کلر بر اساس نتایج حاصل از آزمایش کلر باقیمانده تنظیم می‌شود. مقایسه روزانه تمامی پارامترها با محدوده مقادیر معمول سامانه، ضروری است و نیز بهره‌بردار باید با عواملی که بر روی عملکرد گندزدایی موثرند، آشنایی داشته باشد. این عوامل عبارتند از: کیفیت فاضلاب، آمیختگی کلر با فاضلاب، زمان تماس و مقدار کلر باقیمانده. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری پارامترها و مشاهدات بهره‌بردار، می‌توان شرایط عملیاتی نامطلوب را مطابق جدول ۵-۹ تشخیص داده و اقدامات اصلاحی لازم را به موقع به عمل آورد.

جدول ۵-۸- تجزیه و تحلیل اطلاعات سامانه لجن فعال [۷ و ۹]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل	اقدامات اصلاحی
۱	ته‌نشینی بسیار ضعیف لجن منجر به خروج لجن از سرریز جریان خروجی (حجم شدن لجن) می‌شود.	افزایش بار آلی	متعادل کردن جریان فاضلاب و جریان برگشتی به برکه، توزیع مناسب جریان بین برکه‌های در حال کار
		مقدار کم pH	افزودن باز
		رشد باکتری‌های رشت‌های	افزودن مواد مغذی، افزودن مقداری کلر یا پراکسید به لجن برگشتی
		کمبود مواد مغذی	افزودن مواد مغذی (ازت و فسفر)
		ورود مواد سمی	تخلیه لجن مسموم و عدم برگشت آن به فرایند، تهیه لجن نطفه از تصفیه‌خانه دیگر، شناسایی منبع ورود مواد سمی و انجام عملیات پیش تصفیه
		مقدار کم DO و در نتیجه رشد باکتری‌های رشت‌های	افزایش هوادهی
		هوادهی بیش از حد به هنگام مقدار کم F/M	کاهش مقدار هوادهی در مواقع کاهش زیاد جریان ورودی
		کم بودن عمر لجن	کاهش بده تخلیه لجن مازاد

## ادامه جدول ۵-۸- تجزیه و تحلیل اطلاعات سامانه لجن فعال [ ۷ و ۹ ]

متعادل کردن جریان	بار ورودی بیش از حد بوده و در واقع فاضلاب غلیظ و گندیده وارد شود		
افزایش هوادهی، افزایش لجن برگشتی	محدودیت در تامین اکسیژن لازم	کاهش بازده سامانه لجن فعال	۲
مطابق ردیف ۱۰	ورود فاضلاب‌های صنعتی سمی و مواد بازدارنده و در نتیجه افزایش ناگهانی مقدار اکسیژن محلول در برکه هوادهی		
برطرف کردن جریان‌های میان بر تا حد ممکن	وجود جریان‌های میان بر (که به صورت موج بودن مواد جامد در سطح تشخیص داده می‌شود)	آزمایش ته‌نشینی مواد جامد خوب بوده اما مقدار زیادی مواد جامد از سرریز خروجی همراه جریان خارج می‌شوند (SVI در محدوده معمول و TSS جریان خروجی زیاد).	۳
کاهش عمر لجن از طریق افزایش تخلیه لجن مازاد، تغییر تدریجی بهتر است.	کهنگی لجن	خروج مقادیر بسیاری از مواد جامد ریز (به اندازه سر سوزن) از حوض ته‌نشینی	۴
کاهش آشفتگی از طریق تنظیم شدت هوادهی به‌ویژه در مواقعی که شدت جریان ورودی فاضلاب کم است.	وجود آشفتگی <sup>۱</sup>		
کاهش عمر لجن با افزایش تخلیه لجن مازاد	کهنگی بسیار لجن	مقدار BOD کم و مقدار مواد جامد زیاد (خروج مقادیر زیادی از لخته‌های سبک)	۵
افزایش عمر لجن	رشد سریع مواد جامد	خروج مقادیر زیاد مواد جامد ریز نیم شفاف از حوض ته‌نشینی	۶
کاهش بده لجن برگشتی	بده زیاد لجن برگشتی	غلظت کم مواد جامد در لجن برگشتی (کم‌تر از ۸۰۰۰ میلی لیتر بر لیتر)	۷
افزایش DO، افزایش pH، افزایش مواد مغذی، افزودن کلر (بسته به مورد)	رشد باکتری‌های رشت‌های		
افزودن آهن چنانچه مقدار آن کم‌تر از ۵ میلی گرم بر لیتر باشد	رشد غالب اکتینومایسس		
تنظیم سرعت	سرعت نامناسب جمع کننده لجن		

ادامه جدول ۵-۸- تجزیه و تحلیل اطلاعات سامانه لجن فعال [ ۷ و ۹ ]

افزایش بده لجن برگشتی و تنظیم عمر لجن به گونه‌ای که نیتروفیکاسیون رخ ندهد (کاهش عمر لجن)	بروز پدیده دنیتروفیکاسیون	بالا آمدن لجن <sup>۱</sup> (ته‌نشینی مواد جامد خوب بوده اما لجن در مدت زمان کوتاهی به طرف سطح بالا می‌رود که در نتیجه این امر، مقادیر زیادی مواد جامد کوچک و بزرگ روی سطح حوض ته‌نشینی تشکیل می‌شود)	۸
کاهش شدت هوادهی	هوادهی بیش از حد		
افزایش شدت هوادهی در برکه	گندیدگی لجن برگشتی	لجن برگشتی بوی تخم‌مرغ گندیده می‌دهد	۹
افزایش مقدار لجن برگشتی	کم بودن بیش از حد مقدار لجن برگشتی		
باید لجن فعال را در صورت امکان جدا کرد. تمامی مواد جامد را برگشت داد و تخلیه لجن مازاد متوقف شود. برنامه پیش تصفیه فاضلاب اجرا شود.	در این حالت فاضلاب ورودی حاوی مواد سمی است	از بین رفتن میکروارگانیسمهای لجن فعال در مدت زمانی کوتاه	۱۰
کاهش عمر لجن از طریق افزایش شدت تخلیه لجن مازاد، استفاده از افشانک‌های کنترل کف در صورت لزوم	کهنگی بیش از حد لجن فعال		
بهبود عملیات حذف چربی در مراحل قبل، استفاده از افشانک‌های کنترل کف در صورت لزوم، اجرای برنامه پیش تصفیه فاضلاب	زیاد بودن بیش از حد مقدار چربی و روغن در سامانه	تشکیل یک لایه ضخیم روغنی در روی سطح برکه هوادهی	۱۱
حذف باکتری‌های ایجاد کننده کف	حضور باکتری‌های ایجاد کننده کف		
افزایش عمر لجن	جوان بودن لجن فعال		
افزایش عمر لجن	کم بودن مقدار MLSS در برکه هوادهی		
استفاده از افشانک‌های آب برای کنترل کف، در صورت لزوم حذف مواد فعال کننده سطحی، به‌کارگیری ضد کف‌ها	وجود مواد فعال کننده سطحی (شوینده‌ها)	تشکیل مقادیر زیاد کف سفید رنگ مواج در روی سطح برکه هوادهی	۱۲
کاهش مقدار هوادهی در مواقع کاهش زیاد جریان ورودی	هوادهی بیش از حد به هنگام مقدار کم F/M		
برگشت لجناب به برکه هوادهی به طور آهسته و تدریجی (مقدار زیاد لجناب می‌تواند باعث نیاز بیش از حد به اکسیژن شود)	بده کم جریان ورودی		
تکمیل عملیات تصفیه به طوری که دنیتروفیکاسیون صورت گیرد.	زیادبودن مقدار فسفر	رشد زیاد جلبک در کناره سرریزها و دیواره حوضچه ته‌نشینی	۱۳

جدول ۵-۹- تجزیه و تحلیل اطلاعات فرایند کلر زنی [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	تعداد کلیفرم‌های شمارش شده در محدوده مورد انتظار نیست	ناکافی بودن ظرفیت تجهیزات کلر زنی	در صورت لزوم، جایگزینی تجهیزات به منظور تامین میزان تصفیه مورد نیاز با توجه به حداکثر جریان عبوری از لوله
		کارا نبودن کنترل مقدار کلر باقیمانده	استفاده از وسیله اندازه‌گیر کلر باقیمانده و کنترل خودکار مقدار کلر
		جریان میان‌بر در محفظه تماس	نصب بافل و تجهیزات اختلاط در محفظه تماس فاضلاب با کلر
		انباشتگی مواد جامد در محفظه تماس	تمیز کردن محفظه تماس
		کم بودن مقدار کلر باقیمانده	افزایش زمان تماس یا افزایش شدت کلر تزریقی
۲	فشار کم گاز کلر در کلریناتور	ناکافی بودن تعداد سیلندره‌های متصل به سامانه	افزایش تعداد سیلندره‌های متصل به سامانه به طوری که شدت تخلیه از سیلندرها از مقدار توصیه شده آن‌ها فراتر نرود.
		گرفتگی جریان بین سیلندر و کلریناتور	باز کردن مسیر و تمیز کردن آن با حلال
۳	عدم وجود فشار گاز کلر در کلریناتور	سیلندر کلر خالی بوده یا به سامانه متصل نیست	تعویض سیلندر یا متصل کردن آن
		گرفتگی یا خرابی شیر کاهش فشار	بستن شیر سیلندر و تعمیر شیر کاهش فشار
۴	کلریناتور، خوراکی را تزریق نمی‌کند	شیر کاهش فشار در کلریناتور کثیف است	باز کردن کلریناتور و تمیز کردن شیر. قرار دادن یک صافی یا آشغالگیر قبل از آن
		سیلندر کلر، گرم‌تر از کلریناتور است	کاهش دمای سیلندر. سیلندری که قبلاً در نور خورشید قرار داشته، به کلریناتور متصل نکنید
۵	فرار گاز کلر از شیر فشار شکن کلر	پاره شدن دیافراگم شیر کاهش فشار	باز کردن شیر و دیافراگم. بررسی احتمال ورود رطوبت به سامانه تزریق کلر
۶	یخ زدن سامانه تزریق کلر	ناکافی بودن ظرفیت تبخیر کننده	کاهش شدت خوراک تا ۷۵٪ ظرفیت تبخیر کننده. اگر این کار مشکل را برطرف می‌کند، دیافراگم اصلی شیر کاهش فشار پاره شده است
		بسته شدن کارتریج شیر کاهش فشار خروجی	فلاش کردن و تمیز کردن کارتریج
۷	سامانه کلریناتور قادر نیست که دمای حمام آبی را تنظیم کند به گونه‌ای که شیر کاهش فشار خروجی باز باشد	خرابی المنت حرارتی	جایگزینی المنت حرارتی
۸	عدم توانایی ایجاد خروجی حداکثر از کلریناتور	فشار ناکافی گاز کلر	افزایش فشار و تعویض سیلندره‌های خالی یا کم
		مسدود شدن تلمبه تزریق آب	تمیز کردن قسمت‌های تزریق کننده با اسید موریاتیک <sup>۱</sup> . شستن قسمت‌ها با آب و برگرداندن آن‌ها
		نشستی در شیر خلا شکن <sup>۲</sup>	باز کردن شیر و تعمیر آن (تعویض تمامی فنرها)
		نشست خلا از اتصالات، درزها و مسیرها در سامانه کلریناتور	محکم کردن اتصالات و درزها و آب‌بندی کردن آن‌ها

1 - Muriatic acid

2 - Vacuum relief valve

ادامه جدول ۵-۹- تجزیه و تحلیل اطلاعات فرایند کلر زنی [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۹	عدم توانایی تزریق کلر لازم	خرابی تلمبه منبع آب کلر	تعمیر کلی تلمبه
۱۰	مقدار کلر باقیمانده در خروجی تصفیه‌خانه، زیاد است.	-	نصب تجهیزات کلر زدایی
۱۱	تغییرات زیاد در مقدار کلر باقیمانده در خروجی	ناکافی بودن ظرفیت تنظیم کننده کلر برای تامین مقدار کلر در شدت جریان‌های مختلف فاضلاب	تعویض با تنظیم کننده‌های با ظرفیت بالاتر
		خرابی در سامانه‌های کنترل	اطلاع به نمایندگی فنی سازنده برای رفع عیب
		ته‌نشینی مواد جامد در محفظه تماس فاضلاب با کلر	تمیز کردن محفظه تماس فاضلاب با کلر
		عدم تنظیم بودن صفر و گستره <sup>۱</sup> وسیله کنترل تناسبی جریان	تنظیم مجدد صفر و گستره مطابق با واکنش کارخانه سازنده
۱۲	عدم حصول کلر باقیمانده	مقدار زیاد مواد شیمیایی	شناسایی و برطرف کردن منبع ورود مواد
		وجود اختلال در اندازه‌گیری‌ها	اضافه کردن اسید سولفوریک به نمونه‌ها برای کاهش اختلالات
۱۳	وسيله اندازه‌گیر کلر باقیمانده و کنترل کننده آن بدرستی کار نمی‌کند	رسوب در الکترودها	تمیز کردن الکترودها
		زمان حلقه کنترل بسیار طولانی است	کاهش زمان حلقه کنترل از طریق: نزدیک کردن تزریق کننده به نقطه کاربرد افزایش سرعت در مسیر نمونه به اندازه‌گیر نزدیک کردن حس‌گر به مکان اندازه‌گیری نزدیک کردن نقطه اندازه‌گیری به نقطه کاربرد
		ناکافی بودن مقدار یدید پتاسیم برای مقدار کلر اندازه‌گیری شده	تنظیم مقدار یدید پتاسیم متناسب با مقدار کلر باقیمانده
		نقص در سامانه افزایش بافر	تعمیر سامانه افزایش بافر
		نقص در سامانه اندازه‌گیری	اطلاع به کارکنان خدماتی مربوط برای تعمیر
		اختلاط ناکافی کلر در نقطه اندازه‌گیری	نصب تجهیزات اختلاط برای ایجاد آشفتگی در نقطه کاربرد
		روتامتر به درستی انتخاب و یا تنظیم نشده است.	جایگزینی روتامتر با روتامتر دیگر با محدوده مناسب خوراک‌دهی

## ۵-۸-۸- تغلیظ لجن

مشکلات عملیاتی معمول تغلیظ‌کننده‌های لجن عبارتند از: بو، بالا آمدن لجن، تغلیظ بیش از غلظت مطلوب، غلظت بسیار کم هوای محلول، جریان لجناب خروجی با غلظت بسیار زیاد مواد جامد. در ادامه، مشکلات انواع تغلیظ‌کننده‌ها، علت و اقدامات تصحیحی لازم، در جداول ۵-۱۰ و ۵-۱۱ ذکر شده است.

جدول ۵-۱۰- تجزیه و تحلیل اطلاعات سامانه تغلیظ ثقیل [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	بو و بالا آمدن لجن	کم بودن بده تخلیه لجن تغلیظ شده	افزایش بده تخلیه لجن
		کم بودن بده جریان سرریز	افزایش بده جریان ورودی، ورود بخشی از جریان خروجی ثانویه یا MLSS به منظور افزایش بار سطحی
		گندیدگی در تغلیظ کننده ( مقدار کم DO در تغلیظ کننده)	افزودن کلر، پرمنگنات یا پراکسید (به مقدار ۱ mg/l - ۰/۵) به جریان ورودی
۲	کافی نبودن مقدار تغلیظ لجن (کم بودن غلظت مواد جامد در لجن تغلیظ شده)	زیاد بودن بده جریان سرریز	کاهش بده جریان ورودی لجن
		زیاد بودن بده تخلیه لجن	کاهش بده تخلیه لجن
		وجود جریان میان‌بر	شناسایی علت از طریق کنترل سرریزها و بافل‌ها و تصحیح آن‌ها
۳	فعال شدن هشدار دهنده گشتاور مکانیزم جمع‌آوری لجن	انباشتگی بسیار زیاد مواد جامد	همزدن بستر لجن جلوی بازوی جمع‌کننده توسط جت آب به منظور کاهش چگالی، افزایش بده تخلیه لجن
		گرفتگی مکانیزم جمع‌آوری لجن	اقدام به شناسایی و رفع گرفتگی، تخلیه مخزن در صورت ضرورت و برطرف کردن مانع

جدول ۵-۱۱ - تجزیه و تحلیل اطلاعات سامانه تغلیظ شناورسازی با هوا [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	کم بودن ضخامت لایه شناور (کفاب)	سرعت بسیار زیاد کفاب روب	تنظیم سرعت کفاب روب به گونه‌ای که کفاب مشاهده شود
		سرریز شدن واحد	متوقف کردن جریان ورودی لجن و یا کاهش بار با ایجاد جریان‌های برگشتی لجن
		مقدار ناکافی پلیمر افزوده شده	تعیین مقدار مناسب پلیمر و تنظیم آن
		زیاد بودن بیش از حد نسبت هوا به مواد جامد	کاهش جریان هوای ورودی به مخزن تحت فشار
۲	مقدار بسیار کم اکسیژن محلول	مقدار کم هوای محلول	شناسایی مشکل و رفع آن مطابق بند ۲ این جدول
		خاموش بودن، گرفتگی یا نقص مکانیکی هوادم یا اژکتور	بازرسی کمپرسور، مسیرها و تابلوی کنترل، تمیز کردن اژکتور، انجام تعمیرات در صورت لزوم
۳	مقدار بیش از حد مواد جامد (SS) در جریان خروجی	سرریز شدن واحد (افزایش بده)	قطع جریان ورودی لجن تخلیه واحد با کمک جریان برگشتی
		مقدار بسیار کم مواد شیمیایی	تعیین مقدار مناسب مواد شیمیایی و تنظیم آن
		عمل نکردن کفاب روب	روشن کردن کفاب روب، تنظیم سرعت کفاب روب
		کم بودن نسبت مقدار هوا به مواد جامد	افزایش سرعت جریان هوای ورودی به مخزن تحت فشار
۴	بالا آمدن سطح آب در حوض	انباشتگی مواد جامد در تغلیظ کننده	تخلیه تناوبی لجن ته‌نشین شده از مخزن
		کم بودن فشار یا مقدار هوا از کار افتادن سامانه کنترل سطح	بررسی کمپرسور و خطوط هوا و تعمیر در صورت لزوم بررسی سامانه کنترل، تنظیم و تعمیر در صورت لزوم
۵	کم بودن سطح آب در حوض	مسدود بودن و یا خرابی تلمبه جریان برگشتی	بازرسی و تعمیر در صورت لزوم
		صحیح عمل نکردن سامانه سطح	تعمیر در صورت لزوم
۶	ظرفیت کم تلمبه جریان برگشتی	فشار زیاد تانک	تنظیم شیر فشار برگشتی

## ۵-۸-۹- هاضم هوازی

مشکل عملیاتی معمول در این سامانه‌ها، کنترل pH است. به عنوان مثال، افت pH می‌تواند در اثر فعالیت عادی میکروارگانیسم‌ها یا به واسطه کاهش قلیابیت ورودی باشد. این مشکل را می‌توان با افزودن قلیابیت (از جمله: آهک، بیکربنات و یا سود) برطرف کرد. بهره‌برداران سامانه هاضم هوازی باید محاسبات کنترلی خاصی را انجام دهند که عبارتند از: تعیین بار مواد جامد فرار، زمان هضم، بازده هاضم، و تنظیم pH. جدول ۵-۱۲، تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از هاضم‌های هوازی و اقدامات اصلاحی لازم را ذکر کرده است.

جدول ۵-۱۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات هاضم هوازی [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	تشکیل بیش از حد کف	بار آلی بیش از حد	کاهش بده خوراک
۲	مقدار کم DO	گرفتگی مداوم سامانه هوادهی	تمیز کردن دیفیوزر و جایگزینی آن با یک دیفیوزر دهانه درشت یا انواع ضربه‌ای
		سطح نامناسب مایع در حوض	تنظیم سطح مایع
		خرابی دمنده هوا	رفع عیب دمنده، لوله‌ها و شیر آلات
		بار بیش از حد آلی	کاهش بده خوراک
۳	بوی نامطبوع لجن	کافی نبودن زمان اقامت لجن	کاهش بده خوراک
		کافی نبودن هوادهی (باید بیش از یک میلی‌گرم بر لیتر باشد)	افزایش هوادهی یا کاهش بده خوراک
۴	افت pH به کم‌تر از مقدار مطلوب	انجام پدیده نیتریفیکاسیون و کاهش قلیابیت فاضلاب	افزودن بیکربنات سدیم به لجن خوراک و یا آهک یا هیدروکسید سدیم به هاضم، تخلیه و انجام عملیات دفع CO <sub>2</sub>

### ۵-۸-۱۰- هاضم بی‌هوازی

در اینجا نیز بهره‌بردار باید شرایط معمول و کارکرد عادی سامانه را شناسایی کرده و با آن آشنایی داشته باشد. این شرایط عبارتند از: افزودن لجن، تخلیه لجناب، تخلیه لجن، کنترل pH، کنترل دما، اختلاط و ملاحظات ایمنی. تاثیر مقدار مواد جامد بر روی عملکرد سامانه به صورت جدول ۵-۱۳ است.

جدول ۵-۱۳- تاثیر غلظت مواد جامد لجن بر عملیات هاضم بی‌هوازی

مقدار مواد جامد در لجن خام	تاثیر بر روی عملکرد سامانه
کم‌تر از ۴٪	کاهش قلیابیت، کاهش SRT، افزایش حرارت مورد نیاز، کاهش نسبت اسیدهای فرار به قلیابیت.
بین ۴٪-۸٪	عملیات عادی
بیش از ۸٪	اختلاط ضعیف، سرریز شدن بار بیش از حد مواد آلی، کاهش نسبت اسیدهای فرار به قلیابیت.

عمده مشکلات هاضم‌های بی‌هوازی و اقدامات اصلاحی آن در جدول ۵-۱۴ آمده است. لازم به ذکر است که موارد متعدد دیگری نیز در ارتباط با کارکرد تجهیزات به کار رفته در هاضم‌های بی‌هوازی، گاز هاضم (فشار، نشتی، رنگ شعله) و نیز سایر مشاهدات لازم جهت ایمنی سامانه و بهره‌برداری صحیح از آن باید مورد توجه بهره‌بردار قرار گیرد که در این باره در جدول ۴-۸ نشریه ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان "راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری" توضیحات کامل آمده است [۴].



جدول ۵-۱۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات هاضم بی‌هوازی [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	کاهش شدت تولید گاز در هاضم	کاهش ناگهانی ناشی از مقدار زیاد مواد سمی	بررسی و پیدا کردن محل ورود مواد سمی
		نشست گاز قبل از وسیله اندازه‌گیر و یا خرابی آن.	بررسی و رفع عیب
۲	کاهش تولید گاز هاضم، افت pH به کمتر از ۶/۸ و افزایش نسبت اسیدهای فرار به قلیابیت	کاهش فعالیت میکروبی در هاضم (با اندازه‌گیری pH و تعیین نسبت اسیدهای فرار به قلیابیت قابل تشخیص است).	به ردیف ۲ رجوع شود.
		ترش شدن هاضم	افزودن قلیابیت
		بار بیش از حد مواد آلی	اگر نسبت به ۰/۳ افزایش یافت: افزایش لجن نطفه از هاضم ثانویه، کاهش تخلیه لجن از هاضم برای حفظ لجن نطفه در هاضم، افزایش زمان اختلاط، بهبود سامانه کنترل دما
		اختلاط ناکافی	بهبود اختلاط
		قلیابیت کم	افزودن قلیابیت
		بار بیش از حد هیدرولیکی	کم کردن بار هیدرولیکی
		سمیت	برطرف کردن سمیت
		کم شدن ظرفیت هاضم	تمیز کردن هاضم
۳	بیرون زدن کف خاکستری از هاضم	ایجاد سریع گاز	کاهش اختلاط
		حضور باکتری‌های تولید کننده کف	کاهش شدت خوراک ورودی
۴	مناسب نبودن کیفیت لجناب برگشتی به هاضم و در نتیجه آشفستگی در عملکرد هاضم	حضور مواد شیمیایی تولید کننده کف	اختلاط آرام دستی
		اختلاط بیش از حد و کافی نبودن زمان ته‌نشینی	تمیز کردن تمامی تجهیزات آلوده
		مناسب نبودن نقطه خروج لجناب از هاضم	افزایش زمان ته‌نشینی قبل از تخلیه لجناب از سامانه
		نزدیک بودن محل ورود خوراک به هاضم به محل خروج لجناب از هاضم	تنظیم سطح عملیاتی هاضم و یا لوله خروجی لجناب از هاضم
۵	افت دمای لجن	ناکافی بودن مقدار تخلیه لجن هضم شده	تخلیه هاضم در اولین زمان ممکن و رفع اشکال
		گرفتگی مبدل حرارتی به وسیله لجن	افزایش شدت تخلیه لجن. شدت تخلیه نباید از ۵٪ حجم هاضم در روز تجاوز کند
		مسدود شدن مسیر برگشتی لجن به‌طور جزئی یا کامل	رفع گرفتگی و تمیز کردن آن
		کافی نبودن اختلاط	باز کردن مسیر به طرق مختلف مانند؛ شستشوی معکوس با لجن هضم شده گرم، فشار آب، وسایل مکانیکی یا افزودن مواد شیمیایی (به جدول ۴-۸ نشریه ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه شود)
		بار هیدرولیکی بیش از حد	افزایش اختلاط
۶	افزایش دمای لجن	خرابی سامانه کنترل دما	بررسی غلظت لجن ورودی، اگر نسبت به ۰/۳ افزایش یافت: افزایش لجن نطفه از هاضم ثانویه، کاهش تخلیه لجن از هاضم برای حفظ لجن نطفه در هاضم، افزایش زمان اختلاط، تنظیم دما و کنترل آن در صورت لزوم،
			بررسی دمای آب و تنظیم‌های کنترل کننده، تعمیر یا جایگزینی کنترل کننده در صورت لزوم

**۵-۸-۱۱- بسترهای لجن خشک‌کن ماسه‌ای**

اگر چه بسترهای لجن ماسه‌ای بر دو فرایند طبیعی زهکشی و تبخیر استوارند، با وجود این، برای رسیدن به عملکرد مناسب و بهینه نیازمند توجه و مراقبت هستند. در هنگام راهبری این سامانه، بهره‌بردار باید در جستجوی علایم و نشانه‌ها بوده تا بتواند مشکلات عملیاتی را شناسایی و تنظیم‌های لازم را به عمل آورد. مسایلی که در کار با این سامانه‌ها ممکن است رخ دهند در جدول ۵-۱۵ آمده است.

**۵-۸-۱۲- صافی خلا**

بهره‌بردار باید، سرعت چرخش استوانه، تجمع لجن، ظاهر و ضخامت کیک صافی، شدت تغذیه مواد شیمیایی، عمق لجن در سامانه و کل عملیات سامانه را تحت نظارت قرار دهد. مشکلات عملیاتی و اقدامات اصلاحی در عملیات صافی‌های خلا مطابق جدول ۵-۱۶ است.

**۵-۸-۱۳- صافی فشاری (فیلتر پرس یا صافی قاب و صفحه)**

جدول ۵-۱۷ اطلاعات لازم را در زمینه مشکلات عملیاتی صافی‌های فشاری، علت ایجاد و اقدامات اصلاحی لازم را ارائه داده است.

**۵-۸-۱۴- صافی تسمه‌ای فشاری**

مسائل مختلفی که در کارکرد این نوع صافی ممکن است رخ دهد، در جدول ۵-۱۸ آمده است.

جدول ۵-۱۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات بسترهای لجن خشک کن ماسه‌ای [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	طولانی بودن زمان آبگیری لجن	عمق زیاد لجن در بستر	رها کردن بستر تا رسیدن به حداقل درصد قابل قبول مواد جامد و تخلیه آن، انجام مراحل زیر برای تعیین عمق مناسب بستر: ۱- تمیز کردن بستر و وارد کردن عمق کمتری از لجن ۲- اندازه‌گیری میزان کاهش عمق پس از سه روز ۳- به کارگیری عمق لجنی به میزان دو برابر مقدار کاهش عمق لجن در سه روز، به هنگام پر کردن مجدد بستر
		کثیف بودن بستر در هنگام ورود لجن	تخلیه لجن پس از خشک شدن و نیز تخلیه ۲/۵ تا ۰/۵ سانتی متر از ماسه و افزودن ماسه تمیز
		گرفتگی یا شکستگی سامانه تخلیه بستر	استفاده از آب شستشوی معکوس برای تمیز کردن سامانه تخلیه به آرامی، تعمیر یا تعویض سامانه تخلیه در صورت لزوم، جلوگیری از ایجاد خسارت به سامانه تخلیه به هنگام تخلیه در یخبندان
		هوای بسیار نامساعد	کشیدن پوشش یا حصار برای بستر
		ناکافی بودن ظرفیت طراحی سامانه	بررسی امکان افزودن پلیمر به منظور افزایش آبگیری. معمولاً ۲/۳-۱۳/۵ کیلوگرم از پلیمر کاتیونی به ازای هر تن از جامد خشک، آبگیری را بهبود می‌بخشد.
۲	رقیق بودن بیش از حد لجن ورودی (خروجی از هاضم)	به‌وجود آمدن حالت گردابی در هاضم، که باعث خروج سریع آب و باقی ماندن لجن در هاضم می‌شود.	کاهش بده تخلیه لجن از هاضم
۳	گرفتگی مسیر خوراک ورودی در غالب اوقات	انباشتگی دانه یا مواد جامد در مسیر	باز کردن کامل شیرها در آغاز هر تناوب به منظور باز شدن مسیرها، شستشوی سریع مسیر در پایان هر تناوب
۴	تکثیر حشرات در سطح بستر	هضم ناکافی لجن	زیر و رو کردن قشر لجن و استفاده از لارو کشها
		سیر طبیعی تکثیر حشرات	استفاده از حشره کشها برای از بین بردن حشرات بالغ تخلیه سریع لجن تا حد ممکن
۵	بوی نامطبوع لجن به هنگام ورود به بستر	ورود لجن خام یا کامل هضم نشده به بستر	افزودن آهک به لجن برای کنترل بو و جلوگیری از جذب حشرات و سایر چونداگان، تخلیه سریع لجن تا حد ممکن، شناسایی و رفع مشکل هاضم

جدول ۵-۱۶- تجزیه و تحلیل اطلاعات صافی‌های خلا [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	مقدار زیاد مواد جامد در کیک حاصل	نامناسب بودن مقدار ماده منعقد کننده	تنظیم مقدار ماده منعقد کننده تنظیم سامانه خوراک دهی ماده منعقد کننده
		گرفتگی پارچه یا صافی	تمیز کردن پارچه با بخار و مواد شوینده تمیز کردن پارچه فلزی با حمام اسیدی تمیز کردن پارچه با آب یا تعویض پارچه
۲	ضخامت کم کیک و آبیگری کم	گرفتگی پارچه یا صافی	تمیز کردن پارچه با بخار و مواد شوینده یا آب تمیز کردن پارچه فلزی با حمام اسیدی تمیز کردن پارچه با آب یا تعویض پارچه
		نامناسب بودن مقدار ماده منعقد کننده	تنظیم مقدار منعقد کننده تنظیم سامانه خوراک دهی ماده منعقد کننده
		ناکافی بودن خلا	تعمیر سامانه خلا
		زیاد بودن سرعت چرخش استوانه	کاهش سرعت استوانه
۳	متوقف شدن تلمبه خلا	کم بودن مقدار غوطه وری استوانه	افزایش مقدار غوطه وری استوانه
		خاموش بودن تلمبه	خاموش و روشن کردن مجدد سامانه
		پارگی تسمه موتور ۱ خرابی واشر آب بندی	تعویض تسمه موتور نصب واشر آب بندی
۴	متوقف شدن استوانه	خاموش بودن موتور	خاموش و روشن کردن مجدد سامانه
۵	وجود ارتعاش	گرفتگی تلمبه لجن خروجی صاف شده	تمیز کردن تلمبه
		شل شدن پیچ و واشرها	سفت کردن پیچ و واشرها
		فرسودگی مغزی شیر یک طرفه در تلمبه لجن خروجی	جایگزین کردن مغزی شیر
		نشست هوا به مسیر خلا	آب بندی کردن نشتیها
		کثیف بودن سطح استوانه	تمیز کردن سطح
		نبودن نوارهای آب بندی	جایگزین کردن نوارهای آب بندی
۶	زیاد بودن سطح لجن در مخزن	نامناسب بودن مقدار ماده منعقد کننده	تنظیم مقدار ماده منعقد کننده
		زیاد بودن بیش از حد بده خوراک	کاهش بده خوراک
		کم بودن سرعت استوانه	افزایش سرعت استوانه
		گرفتگی یا خاموش بودن تلمبه لجن صاف شده	روشن کردن و یا تمیز کردن تلمبه
		گرفتگی مسیر تخلیه	تمیز کردن مسیر تخلیه
		متوقف بودن تلمبه خلا	روشن کردن تلمبه یا رفع عیب
		نبودن نوارهای آب بندی	قرار دادن نوارهای آب بندی

ادامه جدول ۵-۱۶ - تجزیه و تحلیل اطلاعات صافی‌های خلا [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۷	کم بودن سطح لجن در مخزن	کم بودن بده خوراک	افزایش بده خوراک
		باز بودن شیر تخلیه مخزن	بستن شیر تخلیه
۸	زیاد بودن آمپر تلمبه خلا	گرفتگی تلمبه لجن صاف شده	رفع گرفتگی تلمبه
		نامناسب بودن مقدار ماده منعقد کننده	تنظیم مقدار ماده منعقد کننده
		زیاد بودن سطح لجن در مخزن	به ردیف ۶ جدول مراجعه شود
		زیاد بودن بده جریان آب خنک کن تلمبه خلا	کاهش شدت جریان آب خنک کن
۹	تجمع رسوب روی درزهای آب‌بندی شده	سختی آب	افزودن ماده تجزیه کننده رسوب

جدول ۵-۱۷ - تجزیه و تحلیل اطلاعات صافی فشاری [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	آب بندی نبودن صفحات	میزان نبودن وضعیت صفحات	ردیف کردن مجدد صفحات
		تراز نبودن صافی	برطرف کردن ناهمواری‌ها و تراز کردن صافی
۲	مشکل بودن تخلیه کیک	کافی نبودن مواد کمکی ۱	افزایش مواد کمکی و خوراک در ۲۵ تا ۴۰ psi
		نامناسب بودن نوع یا مقدار ماده شیمیایی	تغییر نوع یا مقدار ماده شیمیایی
۳	زیاد بودن زمان چرخه کار صافی	نامناسب بودن ماده شیمیایی	تغییر مقدار ماده شیمیایی
		کم بودن مواد جامد خوراک	بهبود عملیات تغلیظ لجن
۴	چسبندگی کیک صافی به حامل	نامناسب بودن نوع یا مقدار ماده شیمیایی	افزودن مقدار ماده غیر آلی
۵	افزایش تدریجی فشار خوراک وارد شده ۲	نامناسب بودن مقدار ماده شیمیایی	تغییر مقدار ماده شیمیایی
		نامناسب بودن خوراک وارد شده	کاهش خوراک در چند چرخه و بهینه کردن آن
		گرفتگی صفحات صافی	شستشوی صفحات صافی
		تشکیل کلسیم روی صفحات	شستشوی کنترل شده صفحات با اسید هیپوکلریت
۶	رطوبت زیاد در کیک	نامناسب بودن مقدار ماده شیمیایی	تغییر مقدار ماده شیمیایی
		کوتاه بودن چرخه کار صافی	طولانی کردن چرخه صافی
۷	تحت فشار قرار نگرفتن لجن	وجود گرفتگی بین صفحات	قطع تلمبه خوراک. ضربه و فشار وارد کردن به دریچه موتور، وصل مجدد تلمبه و تمیز کردن آن پس از اتمام چرخه.
۸	نشستی در اطراف سطح پایینی صفحات صافی	مرطوب بودن کیک در سطح پایینی صفحات	تغییر مقدار ماده شیمیایی، طولانی کردن زمان چرخه

1 - Inadequate precoat

2 - precoat

جدول ۵-۱۸- تجزیه و تحلیل اطلاعات صافی تسمه‌ای فشاری [۷ و ۸]

ردیف	شرایط عملیاتی	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	مشکل بودن تخلیه ثقیل کیک صافی	نامناسب بودن سرعت صافی یا زمان تخلیه	تنظیم سرعت تسمه
		نامناسب بودن نوع ماده شیمیایی	تغییر نوع ماده شیمیایی
		مقدار نامناسب ماده شیمیایی	تنظیم مقدار ماده شیمیایی
		تغییر مشخصه‌های لجن	تغییر ماده شیمیایی با تغییر لجن
		نامناسب بودن نقطه کاربرد پلیمر	بررسی محل ورود و تغییر در صورت لزوم
۲	نشست لجن از لب‌های تسمه	کاهش زیاد تسمه	کاهش کشش تسمه
		کم بودن سرعت تسمه	افزایش سرعت تسمه
		زیاد بودن شدت لجن خوراک	کاهش شدت خوراک
۳	رطوبت بیش از حد در کیک صافی	نامناسب بودن سرعت تسمه یا زمان تخلیه	تنظیم سرعت تسمه
		نامناسب بودن نوع ماده شیمیایی	تغییر نوع ماده شیمیایی
		مقدار نامناسب ماده شیمیایی	تنظیم مقدار ماده شیمیایی
		کافی نبودن شستشوی تسمه	تمیز کردن نازل‌های پاششی و تنظیم آن‌ها
۴	فرسودگی بیش از حد تسمه در کنارها	تراز نبودن غلتک	تصحیح وضعیت غلطک
		تنش نامناسب تسمه	تصحیح تنش تسمه
		تنظیم نبودن سامانه کنترل تسمه	اصلاح سامانه کنترل‌های مربوط به تراز کردن و تنش
۵	تغییر جهت یا توقف تسمه	توزیع غیر یکنواخت لجن	تنظیم خوراک به منظور توزیع یکنواخت آن روی تسمه
		شستشوی نامناسب یا ناهمگون تسمه	تمیز کردن و تنظیم اسپری‌های شستشو دهنده تسمه

### ۵-۹- بررسی و تحلیل عملکرد تصفیه‌خانه

انحرافات عمده از محدوده معمول فاضلاب ورودی باید مورد بررسی قرار گیرد تا علت آن شناسایی شده و عکس‌العمل‌های لازم برای تصحیح، اعمال و یا در صورت لزوم افزایش توان تصفیه‌خانه و کنترل ورود غیرمجاز فاضلاب‌های صنعتی به شبکه جمع‌آوری مورد بررسی قرار گیرد. در این ارتباط، تشخیص نحوه تغییرات پارامترها (نامنظم، تناوبی یا دائمی) بسیار مهم است. جدول ۵-۱۹، پارامترهای کنترل کمی و کیفی عملکرد کلی تصفیه‌خانه و محدوده مجاز آن‌ها را نشان می‌دهد. تغییرات مختلفی که ممکن است در شرایط کارکرد عادی تصفیه‌خانه مشاهده شود، در جدول ۵-۲۰ آمده است.

تناوب و نوع نمونه‌برداری برای آزمایش‌های لازم در فرایندهای مختلف، در جدول ۵-۲۱، آمده است.

جدول ۵-۱۹- پارامترهای کنترل کمی و کیفی عملکرد کلی تصفیه‌خانه و محدوده مجاز آن‌ها

مقادیر مجاز خروجی	تواتر نمونه‌برداری	واحد	نوع نمونه‌برداری	محل نمونه‌برداری یا حس‌گر	نام پارامتر
-	روزانه	متر مکعب بر ساعت	لحظه‌ای	ورودی و خروجی	بده
۶/۵ - ۸/۵	روزانه	-	لحظه‌ای	ورودی و خروجی	pH
۰	سه بار در هفته	میلی گرم بر لیتر	مرکب	ورودی و خروجی	مواد جامد قابل ته‌نشینی
۴۰	سه بار در هفته	میلی گرم بر لیتر	لحظه‌ای	ورودی و خروجی	کل مواد جامد معلق
۳۰	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	لحظه‌ای	ورودی و خروجی	BOD <sub>5</sub>
۶۰	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	لحظه‌ای	ورودی و خروجی	COD
۲	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	لحظه‌ای	خروجی	DO
۱۰	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	مرکب	ورودی و خروجی	نیترات
۱۰	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	مرکب	ورودی و خروجی	نیتریت
۲/۵	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	مرکب	ورودی و خروجی	نیترژن آمونیاکی
۶	ماهانه	میلی گرم بر لیتر	مرکب	ورودی و خروجی	فسفر بر حسب فسفات
۱۰	-	-	مرکب	ورودی و خروجی	چربی و روغن
۷۵	-	واحد رنگ	-	خروجی	رنگ
۴۰۰	-	MPN	-	خروجی	کلiform مدفوعی (در ۱۰۰ میلی لیتر)
*	روزانه	سلسیوس	لحظه‌ای	خروجی	دما
-	هفتگی	-	لحظه‌ای		سطح آب‌های زیرزمینی

\*دما باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سلسیوس در شعاع ۲۰۰ متری محل ورود آن، دمای منبع آب سطحی افزایش و یا کاهش نیابد.

جدول ۵-۲۰ - علل احتمالی بعضی از مشکلات عملکردی تصفیه‌خانه فاضلاب و نحوه برطرف کردن آن‌ها

ردیف	وضعیت	علل احتمالی	اقدامات لازم
۱	کاهش در غلظت مواد جامد فاضلاب ورودی	سرعت ناکافی فاضلاب در مجاری انتقال	شستشوی متناوب مجاری انتقال
		مسدود شدن جزئی مجاری	رفع انسداد مجاری
		افزایش بده در نتیجه بارندگی	استفاده از برکه های اضطراری
۲	کاهش در حذف مواد جامد در حوض ته‌نشینی	تغییر در بده و یا غظت فاضلاب ورودی	استفاده از واحد متعادل ساز
۳	تغییر ناگهانی در BOD	افزایش به دلیل ورود بعضی از فاضلاب‌های صنعتی مانند فاضلاب کارخانجات قند، مواد غذایی و بسته بندی گوشت	بررسی منبع و رفع آن، استفاده از برکه های اضطراری
		کاهش آبی ناشی از ورود مواد سمی	
۴	تغییرات pH	گندیدگی فاضلاب و یا لجن در مراحل اولیه هضم آن	افزایش تدریجی آهک یا سود سوز آور
۵	افزایش ناگهانی در مقدار نیتروژن آمونیاکی و فسفر فاضلاب ورودی	تخلیله‌های غیر مجاز فاضلاب های صنعتی و راواناب های کشاورزی	شناسایی منبع و حذف آن، استفاده از برکه های اضطراری
۶	تغییر ناگهانی در دمای فاضلاب	احتمال نفوذ آب‌های خنک کن به شبکه جمع آوری	شناسایی منبع و قطع آن
		افزایش دمای محیط و آب شدن برف و یخ و راه یافتن آن‌ها به فاضلاب	
۷	افزایش ناگهانی در حجم کل فاضلاب	ورود و نفوذ آب‌های سطحی و زیر زمینی	استفاده از ظرفیت های اضافی و یا استفاده از برکه های اضطراری
		ورود آب‌های خنک کن ناشی از کارخانجات و نیروگاه‌ها	
۸	کاهش بده جریان فاضلاب	گرفتگی مجاری فاضلاب، نقص و مسدود شدن سرریزها، شکستگی لوله‌ها و یا خرابی تلمبه‌ها	بررسی و برطرف کردن نقص
۱۰	کاهش بازده سامانه لجن فعال	بار ورودی بیش از حد	به بند ۵-۷-۶ رجوع شود.
		محدودیت در تامین اکسیژن لازم	
		ورود فاضلاب‌های صنعتی سمی	
۱۱	افزایش مصرف مواد گندزدا	افزایش مواد آلی در فاضلاب که می تواند ناشی از عملکرد نامناسب حوض ته‌نشینی اولیه و یا سامانه تصفیه زیستی باشد.	شناسایی علت مربوط و رفع آن.
۱۲	انحراف کیفیت فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه از محدوده معمول	تغییرات ناگهانی در کیفیت فاضلاب ورودی و یا ایجاد اشکال عملکردی در واحدهای تصفیه	به بند ۶-۱ الی ۶-۸ رجوع شود.



جدول ۵-۲۱- تناوب و نوع نمونه‌برداری برای آزمایش‌های لازم در فرایندهای مختلف [۸]

نوع نمونه‌برداری	تناوب نمونه‌برداری	آزمایش‌ها	محل نمونه‌گیری	فرایندها	
مرکب مرکب لحظه‌ای	هفتگی هفتگی روزانه	BOD <sub>5</sub> TSS pH	ورودی	برکه تک مرحله‌ای تثبیت فاضلاب	
لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای	روزانه روزانه روزانه	pH DO دما	برکه		
مرکب مرکب لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای	روزانه هفتگی هفتگی روزانه روزانه روزانه	BOD <sub>5</sub> TSS pH DO فیکال کلیفرم کلر باقی مانده	خروجی		
مرکب مرکب لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای	روزانه هفتگی هفتگی روزانه هفتگی	BOD <sub>5</sub> TSS pH TKN NH <sub>3</sub>	ورودی		تصفیه مقدماتی (شامل) اشغالگیر، دانه‌گیر و ته‌نشینی (اولیه)
مرکب مرکب لحظه‌ای لحظه‌ای	هفتگی هفتگی هفتگی روزانه	BOD <sub>5</sub> TSS DO pH	خروجی		
مرکب مرکب	روزانه هفتگی	TS VS	لجن مقدماتی		
مرکب مرکب لحظه‌ای	حداقل هفتگی (a) روزانه (a) روزانه (a)	BOD <sub>5</sub> TSS pH	ورودی صافی	صافی چکه‌ای و صفحات زیستی دوار	
لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای	روزانه روزانه هفتگی هفتگی	DO دما NH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	خروجی صافی		
مرکب مرکب لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای لحظه‌ای	حداقل روزانه (a) حداقل روزانه (a) روزانه (a) روزانه روزانه (a) روزانه (a) هفتگی هفتگی	BOD <sub>5</sub> TSS DO کلیفرم مدفوعی کلر باقی مانده pH NO <sub>2</sub> NH <sub>3</sub>	خروجی ته‌نشینی نهایی		
مرکب مرکب	روزانه (a) روزانه (a)	TS VS	لجن حوض ته‌نشینی نهایی (لجن ثانویه)		

ادامه جدول ۵-۲۱- تناوب و نوع نمونه‌برداری برای آزمایش‌های لازم در فرایندهای مختلف

فرایندها	محل نمونه‌گیری	آزمایش‌ها	نوبت نمونه‌برداری	تناوب نمونه‌برداری	
لجن فعال	ورودی	BOD <sub>5</sub>	روزانه (a)	مرکب	
		TSS	روزانه (a)	مرکب	
		pH	روزانه (a)	لحظه‌ای	
	مخلوط مایع (ML)	DO	روزانه	روزانه	لحظه‌ای
		دما	روزانه	روزانه	لحظه‌ای
		TSS	روزانه (a)	روزانه (a)	مرکب
		VSS	روزانه (a)	روزانه (a)	مرکب
		ته‌نشینی ۳۰ دقیقه	روزانه	روزانه	لحظه‌ای
	NO <sub>3</sub>	هفتگی	هفتگی	لحظه‌ای	
	لجن برگشتی	TSS	روزانه	روزانه	مرکب
خروجی ته‌نشینی نهایی	خروجی ته‌نشینی نهایی	BOD <sub>5</sub>	روزانه (a)	مرکب	
		TSS	روزانه (a)	مرکب	
		DO	روزانه	لحظه‌ای	
		کلیفرم مدفوعی	هفتگی	لحظه‌ای	
		کلر باقی‌مانده	روزانه	لحظه‌ای	
		pH	روزانه	لحظه‌ای	
		TKN	هفتگی	لحظه‌ای	
		NH <sub>3</sub>	هفتگی	لحظه‌ای	
		NO <sub>2</sub>	هفتگی	لحظه‌ای	
		NO <sub>3</sub>	هفتگی	لحظه‌ای	
گندزدایی فاضلاب تصفیه شده	ورودی	مقدار مصرف کلر	روزانه	لحظه‌ای	
		بده فاضلاب	روزانه	لحظه‌ای	
	خروجی	کلیفرم مدفوعی	هفتگی	لحظه‌ای	
کلر باقیمانده		روزانه	لحظه‌ای		
تغلیظ لجن	ورودی	دما	روزانه	لحظه‌ای	
		pH	روزانه	لحظه‌ای	
		مواد جامد معلق	هفتگی	مرکب	
		فیکال کلیفرم	ماهانه	لحظه‌ای	
		DO	روزانه	لحظه‌ای	
	خروجی	مواد جامد معلق	هفتگی	مرکب	
		کلیفرم مدفوعی	هفتگی	لحظه‌ای	
	مخزن تغلیظ	ارتفاع بستر لجن	هفتگی	لحظه‌ای	
	لجناب	BOD <sub>5</sub>	هفتگی	مرکب	
		مواد جامد معلق	هفتگی	مرکب	

ادامه جدول ۵-۲۱- تناوب و نوع نمونه‌برداری برای آزمایش‌های لازم در فرایندهای مختلف

فرایندها	محل نمونه‌گیری	آزمایش‌ها	تناوب نمونه‌برداری	نوع نمونه‌برداری
هاضم بی‌هوازی	خوراک هاضم	TS	روزانه	مرکب
		VS	روزانه	مرکب
	pH	روزانه	لحظه‌ای	
	قلیابیت	هفتگی	لحظه‌ای	
	محتوای هاضم	دما	روزانه	لحظه‌ای
		اسیدهای فرار	هفتگی	لحظه‌ای
قلیابیت		هفتگی	لحظه‌ای	
pH		روزانه	لحظه‌ای	
لجن هضم شده	فلزات سنگین	ماهانه	لحظه‌ای	
	اسیدهای فرار	هفتگی	لحظه‌ای	
	TS	روزانه	لحظه‌ای	
	VS	روزانه	لحظه‌ای	
لجناب	TKN	هفتگی	لحظه‌ای	
	TS	روزانه	مرکب	
	TSS	روزانه	مرکب	
گاز هاضم	BOD <sub>5</sub>	روزانه	مرکب	
	CO <sub>2</sub> یا CH <sub>4</sub>	روزانه	لحظه‌ای	
هاضم هوازی	خوراک هاضم	TS	روزانه	مرکب
		VS	روزانه	مرکب
		pH	روزانه	لحظه‌ای
		NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>	هفتگی	لحظه‌ای
		قلیابیت	هفتگی	لحظه‌ای
	محتوای هاضم	pH	روزانه	لحظه‌ای
		دما	روزانه	لحظه‌ای
		DO	روزانه	لحظه‌ای
		NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>	هفتگی	لحظه‌ای
		TS	روزانه	مرکب
لجن هضم شده ته‌نشین شده	VS	روزانه	مرکب	
	NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>	هفتگی	مرکب	
لجناب	pH	روزانه	لحظه‌ای	
	TS	روزانه	مرکب	
	TSS	روزانه	مرکب	
	NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>	هفتگی	لحظه‌ای	
		BOD <sub>5</sub>	روزانه	مرکب

(a) چنانچه خروجی در حد مجاز بوده و یا تغییرات آن کم باشد می‌توان زمان تناوب اندازه‌گیری را افزایش داد.

## ۱۰-۵- نحوه استفاده از اطلاعات ثبت شده در طراحی واحدهای جدید تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

متأسفانه در حال حاضر، طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بر اساس منابع اطلاعاتی خارج از کشور انجام می‌شود که لزوماً با شرایط ایران منطبق نبوده و لذا هزینه‌های اضافی، مشکلات و خطاهایی از این بابت به وجود می‌آید. در صورت استفاده از این واکنش و ثبت داده‌های محیطی و عملیاتی تصفیه‌خانه‌ها می‌توان پارامترهای ملی طراحی را برای سامانه‌های مختلف از داده‌های ثبت شده استخراج نموده تا به عنوان راهنمایی در اختیار طراحان قرار گیرد. پارامترهای طراحی با حجم و سایر مشخصات تصفیه‌خانه در ارتباط بوده و در بهبود طرح تصفیه‌خانه‌های موجود و یا طراحی تصفیه‌خانه‌های مشابه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. از جمله این پارامترها می‌توان موارد ذیل را ذکر کرد:

- مقدار متوسط آشغال‌ها در آشغالگیر؛
  - نوسانات و سرانه بده؛
  - مقدار متوسط دانه‌ها؛
  - مقدار حذف مواد معلق و تهیه منحنی میزان حذف با توجه به بار سطحی؛
  - سرانه BOD، COD و SS؛
  - تغییرات دما در فصول مختلف و با توجه به شرایط جوی هر منطقه؛
  - مقدار لجن خام و زیستی در فرایندهای مختلف تصفیه؛
  - عملکرد سامانه‌های مختلف تصفیه در شرایط محیطی و آب و هوایی مختلف.
- در صورت استفاده از پارامترهای طراحی منطبق با شرایط آب و هوایی مختلف و مشخصات واقعی فاضلاب‌ها می‌توان از به‌کارگیری ضریب اطمینان بالا در طراحی‌ها که ناشی از برآورد از منابع اطلاعاتی خارجی می‌باشد، جلوگیری کرده و بدین ترتیب هزینه‌ها را کاهش داد.

# پیوست ۱

---

---



جدول پ ۱-۱- راهنمای نمونه‌برداری آزمایش‌های فاضلاب

پارامترها	ظرف نمونه‌گیری	حجم مورد نیاز	روش نگهداری	حداکثر زمان نگهداری
آزمایش‌های باکتریایی کلیرم، فیکال و کل اسپکتروکوکی فیکال	پلاستیکی - شیشه‌ای پلاستیکی - شیشه‌ای	- -	در دمای ۴ °C و محلول ۰/۰۰۸٪ تیوسولفات سدیم در دمای ۴ °C و محلول ۰/۰۰۸٪ تیوسولفات سدیم	۶ ساعت ۶ ساعت
آزمایش‌های غیر آلی				
اسیدیته	پلاستیکی - شیشه‌ای	۱۰۰	در دمای ۴ °C	۱۴ روز
قلیابیت	" "	۲۰۰	در دمای ۴ °C	۱۴ روز
آمونیاک	" "	۴۰۰	در دمای ۴ °C, افزایش اسید سولفوریک تا pH < 2	۲۸ روز
BOD	" "	۱۰۰۰	در دمای ۴ °C	۴۸ ساعت
برم	" "	۱۰۰	غیر لازم	۲۸ روز
CBOD	" "	۱۰۰۰	در دمای ۴ °C	۴۸ ساعت
COD	" "	۱۰۰	در دمای ۴ °C, افزایش اسید سولفوریک تا pH < 2	۲۸ روز
کلرید	" "	۵۰	غیر لازم	۲۸ روز
کلر باقی‌مانده	" "	۵۰۰	غیر لازم	بلافاصله
رنگ	" "	۵۰۰	در دمای ۴ °C	۴۸ ساعت
فلوئور	پلاستیکی	۳۰۰	غیر لازم	۲۸ روز
سختی	پلاستیکی - شیشه‌ای	۱۰۰	HNO <sub>3</sub> to pH < 2, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH < 2	۶ ماه
pH	" "	۲۵	غیر لازم	بلافاصله
نیترژن آلی و کج‌لدال	" "	۵۰۰	در دمای ۴ °C, افزایش اسید سولفوریک تا pH < 2	۲۸ روز
فلزات				
کرم VI	" "	۵۰۰	در دمای ۴ °C	۲۴ ساعت
جیوه	" "	۵۰۰	افزایش اسید نیتریک تا pH < 2	۲۸ روز
فلزات غیر از کرم و جیوه	" "	۲۰۰	افزایش اسید نیتریک تا pH < 2	۶ ماه
غیر فلزات				
نیترات	" "	۱۰۰	در دمای ۴ °C	۴۸ ساعت
نیتریت و نیترات	" "	۲۰۰	در دمای ۴ °C, افزایش اسید سولفوریک تا pH < 2	۲۸ روز
نیتریت	پلاستیکی - شیشه‌ای	۱۰۰	در دمای ۴ °C	۴۸ ساعت
چربی و روغن	شیشه‌ای	۱۰۰۰	در دمای ۴ °C, افزایش اسید سولفوریک تا pH < 2	۲۸ روز

ادامه جدول پ ۱-۱- راهنمای نمونه‌برداری آزمایش‌های فاضلاب

پارامترها	ظرف نمونه‌گیری	حجم مورد نیاز	روش نگهداری	حداکثر زمان نگهداری
کربن آلی	پلاستیکی - شیشه‌ای	۱۰۰	در دمای ۴°C، افزایش اسید سولفوریک یا اسید کلریدریک تا $\text{pH} < 2$	۲۸ روز
ارتوفسفات	پلاستیکی - شیشه‌ای	۵۰	بلافاصله صاف شده در سرمای ۴°C نگهداری شود	۴۸ ساعت
اکسیژن محلول - حس‌گر	شیشه‌ای، در دار	۳۰۰	غیر لازم	فورا
اکسیژن محلول-روش وینکلر	شیشه‌ای، در دار	۳۰۰	درب نمونه بسته شده و در تاریکی نگهداری شود.	۸ ساعت
فنل‌ها	فقط شیشه‌ای	۵۰۰	در دمای ۴°C، افزایش اسید سولفوریک تا $\text{pH} < 2$	۲۸ روز
فسفر عنصری	شیشه‌ای	۵۰	در دمای ۴°C	۴۸ ساعت
فسفر کل	پلاستیکی - شیشه‌ای	۵۰	در دمای ۴°C، افزایش اسید سولفوریک تا $\text{pH} < 2$	۲۸ روز



# پیوست ۲

---

---



### فرم‌های نمونه برداری و آزمایش برای واحدهای مختلف تصفیه فاضلاب

در این قسمت جدول کلی نمونه برداری برای واحدهای مختلف تصفیه آمده است (فرم پ ۱,۲). بنابراین لازم است که قبل از به کارگیری فرم، اطلاعات هر واحد مبنی بر محل نمونه گیری، نوع و تواتر نمونه برداری و آزمایش‌های لازم با توجه به جداول راهنما برای نمونه برداری که در بخش سوم راهنمای حاضر، قید شده است، درج شود. فرم‌ها پس از تکمیل باید بر حسب نوع سامانه، محل نمونه برداری و تاریخ نمونه برداری مرتب و بایگانی شوند.

## فرم پ ۱-۲- فرم کلی نمونه‌برداری

نام واحد:	محل نمونه‌گیری:	روز و تاریخ نمونه‌برداری:
نوع نمونه‌گیری: } ○ مرکب } ○ لحظه‌ای }	تعداد نمونه‌ها:	تناوب نمونه‌ها:
	} ○ دستی } ○ خودکار }	
جنس ظرف نمونه:		
امکان تثبیت نمونه: } ○ بله } ○ خیر }	روش تثبیت:	حداکثر زمان نگهداری:
شماره نمونه	ساعت نمونه‌برداری	حجم تقریبی نمونه
زمان تحویل نمونه به آزمایشگاه		
نمونه ۱:		
نمونه ۲:		
نمونه ۳:		
نمونه ۴#:		
نام و نام خانوادگی و امضای مامور:		

فرم نتایج آزمایش‌ها

زمان تحویل فرم به آزمایشگاه:	زمان شروع آزمایش	نتیجه آزمایش	واحد
آزمایش‌های لازم			
نام و نام خانوادگی و امضای آزمایشگر:			
روز	تاریخ	ساعت	
زمان اعلام نتایج به قسمت پردازش:			
نام و نام خانوادگی و امضای تحویل گیرنده*:			
توضیحات:			

# در صورت نیاز به نمونه‌های بیش‌تر از پشت صفحه جهت درج اطلاعات مربوط استفاده شود.

\* تحویل گیرنده باید تاریخ نمونه‌برداری و آزمایش را با حداکثر زمان نگهداری نمونه تطبیق دهد تا از خطای احتمالی جلوگیری و در صورتی که تاریخ آزمایش از حداکثر زمان نگهداری نمونه تجاوز می‌کند، نتیجه آزمایش از سایر داده‌ها حذف و به آزمایشگاه گوشزد شود.

# پیوست ۳

---

---



## مشاهدات کیفی واحدهای مختلف تصفیه فاضلاب

جدول پ ۳-۱- مشاهدات کیفی در آشغالگیر

نام بهره‌بردار:

مشاهدات عینی	محل مشاهده	تشریح وضعیت
وجود آشغال‌های درشت تر از حد انتظار	کانال خروجی آشغالگیر	
عمق آشغال‌ها	سطح آشغالگیر	
ناهمواری کف کانال	کانال ورودی	
توقف چنگک علی رغم روشن بودن موتور	سامانه آشغالگیر	
کار نکردن چنگک بدون هر گونه اشکال عینی	سامانه آشغالگیر	
وجود علایم سایش و فرسایش، خوردگی، تغییر اندازه روزنه‌ها	سطح آشغالگیر	
وجود بو و حشرات	محل جمع‌آوری آشغال‌ها	
رسوب‌گیری سامانه‌های کنترل سطح- حس‌گرهای اندازه‌گیری سطح		

جدول پ ۳-۲- مشاهدات کیفی در دانه‌گیر

نام بهره‌بردار:

مشاهده عینی	محل مشاهده	تشریح وضعیت
تجمع دانه‌ها در دانه‌گیر		
بوی بد در دانه‌گیر		
تجمع دانه‌ها در جمع‌کننده دانه		
رنگ خاکستری، بو و لیزی در دانه‌های جدا شده		
خوردگی در قسمت‌های فلزی و بتنی		
چربی در سطح		
حباب‌های گاز در کف		
کاهش آشفستگی در سطح دانه‌گیر		
گرفتگی سامانه انتقال دانه		
متوقف شدن تجهیزات پل متحرک		

جدول پ ۳-۳- مشاهدات کیفی در حوض ته‌نشینی

نام بهره‌بردار:

مشاهده عینی	محل مشاهده	چگونگی
جریان میان بر در حوض	سطح حوض	
جریان موجی	سطح حوض	
رسوب بیش از حد	کانال ورودی و خروجی	
رشد زیستی بیش از حد	سطوح تاسیسات و تیغه‌های سرریز	
شناور شدن لجن	سطح حوض	
کیفیت فاضلاب	کانال ورودی و خروجی	بد بو و گندیده- طبیعی
کیفیت لجن	خروجی لجن از ته‌نشین کننده	بد بو و گندیده- روشن و طبیعی
مقدار کم لجن	حوضچه لجن	
نحوه تخلیه لجن	خروجی حوضچه لجن	به سهولت- با دشواری
مقدار کفاب و چربی	سطح حوض	کم- زیاد
کفاب رومی در هنگام وجود باد و غیره	سطح حوض	کارا- ناکارا
رشد جلبک	کانال خروجی	
توقف پل دوار		
آشفتگی در سرریزها		

جدول پ ۳-۴- مشاهدات کیفی لجن حوض ته‌نشینی

نام بهره‌بردار:

نام کیفیت	چگونگی
رنگ	روشن- تیره
بو	بدبو- طبیعی

جدول پ ۳-۵- مشاهدات کیفی شناورسازی

نام بهره‌بردار:

مشاهده عینی	محل مشاهده	وضعیت
مقدار کفاب	سطح حوض شناورسازی	کم- معمولی
کدورت بیش از حد جریان خروجی	خروجی حوض شناورسازی	زیاد- معمولی
ارتفاع مایع در حوض	حوض شناورسازی	زیاد- کم- معمولی



جدول پ ۳-۶- مشاهدات کیفی ته‌نشینی شیمیایی

نام بهره‌بردار:

مشاهده عینی	محل مشاهده	وضعیت
تشکیل دلمه	حوض	
گرفتگی ورود مواد شیمیایی	مسیر ورودی مواد شیمیایی	
کارکرد همزن‌ها	حوض	
ذخیره مواد شیمیایی	انبار مواد شیمیایی	

جدول پ ۳-۷- مشاهدات کیفی سامانه لجن فعال

نام بهره‌بردار:

مشاهده عینی	محل مشاهده	وضعیت
حجیم شدن لجن (ابر لجنی که در سرتاسر حوض بالا بیاید)	سطح حوض	
کف متورم، موج دار، سفید و ثابت در حوض	سطح حوض	
کف قهوه‌ای تیره و رقیق در سطح حوض	سطح حوض	
کف قهوه‌ای ضخیم و کفاب در سطح حوض	سطح حوض	

جدول پ ۳-۸- مشاهدات کیفی صافی چک‌های

نام بهره‌بردار:

مشاهده عینی	محل مشاهده	وضعیت
غرقاب شدن صافی	سطح بستر صافی	
وجود بو و حشرات	سطح بستر صافی	
یخ زدگی روی صافی	سطح بستر صافی	
عدم توزیع یکنواخت فاضلاب روی سطح صافی در اثر گرفتگی روزنه‌های توزیع جریان	سطح بستر صافی	
لرزش و کارکرد غیر یکنواخت بازوی توزیع کننده		
نشست روغن از کاسه نمد محفظه روغن توزیع کننده جریان		
گرفتگی زهکش صافی		
عدم خروج یکنواخت فاضلاب از زهکش‌های زیر صافی		

جدول پ ۳-۹- مشاهدات کیفی صفحات زیستی دوار

نام بهره‌بردار:

مشاهده	توضیحات
وجود لکه‌های سفید در اکثر نقاط صفحات دوار	
پوسته شدن و کنده شدن لجن از صفحات	
افزایش لجن در واکنش‌گاه <sup>۱</sup>	
داغ شدن موتور و جعبه دنده در هواده‌های سطحی	
داغ شدن محورها و یا عدم کارکرد آنها	
لرزش در کل دستگاه	
میزان نبودن پروانه هواده	

جدول پ ۳-۱۰- مشاهدات کیفی برکه‌های تثبیت

نام بهره‌بردار:

نوع مشاهده	محل مشاهده	توضیحات
علف‌های هرزه	برکه	
حیوانات نقب‌زن	نواحی مجاور برکه	
رشد بیش از حد گیاهان هرزه، درختان و سایر گیاهان	سطح دیواره برکه	
تشکیل کف نامطلوب	سطح برکه و دیواره	
بوی نامطبوع	سطح برکه	
جلبک‌های آبی - سبز	سطح برکه	
وجود حشرات	سطح برکه و دیواره	
مقدار زیاد جلبک	فاضلاب خروجی برکه	
رنگ برکه <sup>۲</sup>	سطح برکه	سبز، قهوه‌ای، خاکستری، صورتی، قرمز، شیری، شفاف، صورتی (بنفش کمرنگ)

جدول پ ۳-۱۱- مشاهدات کیفی تغلیظ لجن

نام بهره‌بردار:

توضیحات	محل مشاهده	نوع مشاهده
		بوی نامطبوع، به سطح آمدن لجن
		نشت روغن
		مشاهده ذرات ریز لجن در جریان خروجی از هاضم
		بیش از حد بودن گشتاور سامانه جمع‌آوری و تغلیظ لجن
		جریان موجی
		رشد بیش از حد بیولوژیک در روی سطوح و سرریز تانک
	سطح حوض شناورسازی	نازک بودن لایه لجن شناور در روش شناورسازی با هوا
	سطح حوض شناورسازی	خوب عمل نکردن جمع‌کننده
	سطح حوض شناورسازی	کم بودن یا زیاد از حد بودن سطح آب در تانک

جدول پ ۳-۱۲- مشاهدات کیفی هاضم هوازی

نام بهره‌بردار:

(عدم وجود) -	(وجود) +	محل مشاهده	نوع مشاهده
			گرفتگی افشانک‌های سامانه هوادهی
		لجن هضم شده	بوی نامطبوع و شدید لجن هضم شده
		سطح هاضم	کف زیاد
		هاضم	رسوب مواد جامد
		سطح هاضم	یخ زدگی در سطح حوض

جدول پ ۳-۱۳- مشاهدات کیفی هاضم بی‌هوازی

نام بهره‌بردار:

نوع مشاهده	محل مشاهده	+ (وجود) - (عدم وجود)
بوی بد لجناب		
کف	لجناب یا هاضم	
رقیق بودن لجن ته هاضم یا لجن تخلیه شده		
ضخامت بیش از حد لایه دلمه	سطح هاضم	
متوقف بودن پمپ برگشت لجن		
فرسایش دنده‌ها در مخلوط کننده مکانیکی		
نشست از کاسه نمد مخلوط کننده مکانیکی		
بررسی صدا و لرزش موتور		
نشست گاز از شیر کنترل فشار در سقف		
نشست در اطراف سقف بتنی، سقف فلزی		
کج شدن سقف شناور		
رنگ زرد شعله گاز در مشعل		
خرابی کنتور گاز		
باز نشدن شیر تنظیم فشارگاز		
مسدود شدن خط تغذیه مخلوط کننده گازی		
عدم کار سامانه حرارتی		
گرفتگی تجهیزات کنترل سطح		
عدم کارایی سامانه همزن در اثر نقص فنی		

# پیوست ۴

---

---



### فرم‌های ثبت سوابق اطلاعاتی واحدهای مختلف تصفیه

در این پیوست، جداول ثبت داده‌های روزانه برای واحدهای مختلف ارایه شده است که اطلاعات را می‌توان پس از اندازه‌گیری یا نمونه‌برداری و آزمایش در آزمایشگاه، به این جداول ثبت (رکوردها یا سوابق) منتقل کرد. و در صورت امکان به صورت فایل‌های کامپیوتری در نرم افزارهایی همچون Excel ذخیره شوند که در صورت اخیر، امکان بازیابی سریع اطلاعات، تهیه نمودار و سایر جداول اطلاعاتی به سهولت میسر خواهد بود. جدول ثبت مشاهدات کیفی هر واحد در انتهای جدول سوابق اطلاعاتی آن آمده است که می‌توان آن‌ها را به توجه به جداول مشاهدات کیفی روزانه هر سامانه مندرج در پیوست پ، تکمیل کرد.

جدول پ ۴-۱- ثبت اطلاعات فرایندی آشغالگیر

پارامترهای فرایندی			
تاریخ	سطح آب	بده	افت فشار
	سانتی متر	متر مکعب بر روز	بار یا متر آب
۱			
تا			
۳۱			
حداکثر			
حداقل			
متوسط			

جدول پ ۴-۲- ثبت مشاهدات کیفی آشغالگیر

مشاهدات کیفی آشغالگیر						
تاریخ	مسدود شدن میله‌های آشغالگیر	وجود حشرات	توقف چنگک بدون دلیل عینی	توقف چنگک با کارکرد موتور	تجمع آشغال‌ها در کانال ورودی	آشغال درشت در خروجی
۱						
تا						
۳۱						

جدول پ ۴-۳- ثبت اطلاعات فرایند دانه‌گیری

نام بهره بردار:

پارامترهای فرایندی			
تاریخ	مقدار دانه‌های جمع‌آوری شده	سطح آب کانال ورودی	سرعت جریان ورودی
	کیلوگرم بر روز	سانتی‌متر	متر بر ثانیه
۱			
تا			
۳۱			
حداکثر			
حداقل			
متوسط			

جدول پ ۴-۴- ثبت مشاهدات کیفی دانه‌گیر

نام بهره بردار:

تاریخ	کاهش آشفستگی در سطح دانه‌گیر	جباب‌های گاز از کف	چربی در سطح	رنگ خاکستری، بو و لیزی در دانه‌های جدا شده	تجمع دانه‌ها در جمع‌کننده	بوی بد در دانه‌گیر
۱						
تا						
۳۱						





جدول پ ۴-۷- ثبت مشاهدات کیفی حوض ته‌نشینی

نام بهره‌بردار:

تاریخ	کفاب رومی در هنگام باد	مقدار کفاب و چربی	سهولت تخلیه لجن	مقدار کم لجن	کیفیت لجن	کیفیت فاضلاب ورودی	شناور شدن لجن در سطح حوض	سطوح و کانال خروجی	رشد زیستی بیش از حد در سرریزها، ورودی و خروجی	رسوب بیش از حد در کانال	جریان موجی در سطح حوض	جریان میان بر در حوض
۱												
تا												
۳۱												

جدول پ ۴-۸- ثبت اطلاعات فرایندی واحد شناور سازی

نام بهره‌بردار:

تاریخ	عملیات			مواد جامد		ورودی	
	فشار عملیاتی	ضخامت کفاب	بار جامد ورودی	ورودی	خروجی	شدت هوادهی	بده فاضلاب
	بار	سانتی متر	کیلوگرم بر متر مکعب بر روز	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	متر مکعب بر روز	متر مکعب بر روز
۱							
تا							
۳۱							
حداکثر							
حداقل							
متوسط							

جدول پ ۴-۹- ثبت مشاهدات کیفی واحد شناورسازی

نام بهره‌بردار:

مقدار کفاب (کم یا معمولی)	کدورت بیش از حد جریان خروجی (زیاد یا معمولی)	ارتفاع مایع در حوض (زیاد، کم، معمولی)	تاریخ
			۱
			تا
			۳۱

جدول پ ۴-۱۰- ثبت اطلاعات فرایندی حوض ته‌نشینی شیمیایی

نام بهره‌بردار:

بده		مواد جامد معلق							تاریخ
جریان ورودی	تزریق مواد شیمیایی	تخلیه لجن	ورودی	خروجی	درصد حذف	دما	pH	کدورت	
									۱
									تا
									۳۱
									حداکثر
									حداقل
									متوسط

جدول پ ۴-۱۱- ثبت مشاهدات کیفی حوض ته‌نشینی شیمیایی

نام بهره‌بردار:

تشکیل دلمه در حوض	گرفتگی ورودی مواد شیمیایی	کارکرد همزن‌ها	ذخیره مواد شیمیایی	تاریخ
				۱
				تا
				۳۱

جدول پ ۴-۱۲- ثبت اطلاعات فرایندی حوض تنظیم pH

نام بهره‌بردار:

پارامترهای فرایندی				
بده		pH		تاریخ
جریان ورودی	تزریق مواد شیمیایی	ورودی	خروجی	
متر مکعب بر ساعت	متر مکعب بر ساعت	-	-	۱
				تا
				۳۱
				حداکثر
				حداقل
				متوسط

جدول پ ۴-۱۳- ثبت مشاهدات کیفی حوض تنظیم pH

نام بهره‌بردار:

تاریخ	ذخیره مواد شیمیایی	خورندگی	گرفتگی ورودی مواد شیمیایی	کارکرد همزن‌ها
۱				
تا				
۳۱				

جدول پ ۴-۱۴- ثبت اطلاعات فرایندی واحد گندزایی

نام بهره‌بردار:

تاریخ	مقدار کلر باقیمانده	تخم انگل	تعداد باکتری‌های کلیفرم	مقدار مصرف کلر	بده جریان ورودی
۱					
تا					
۳۱					
حداکثر					
حداقل					
متوسط					

جدول پ ۴-۱۵- ثبت اطلاعات فرایندی سامانه لجن فعال

نام بهره‌بردار:

بده	BOD <sub>5</sub>				COD				مواد معلق		مخلوط مایع			لجن برگشتی			شرایط عملیات			تاریخ		
	خروجی تنشینی	درصد حذف	ورودی	خروجی تنشینی	درصد حذف	ورودی	خروجی تنشینی	درصد حذف	MLSS	MLVSS	اندیس حجمی لجن	تنشینی ۳۰ دقیقه‌ای	DO	pH لجن	بده	مواد معلق	ارتفاع لجن در تانک تنشینی	مقدار لجن مازاد	DO خروجی نهایی		دما	
متر مکعب بر روز	متر مکعب بر روز	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	درصد	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	درصد	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی لیتر بر گرم	میلی لیتر بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	-	متر مکعب بر روز	میلی گرم بر لیتر	سانتی متر	متر مکعب بر روز	میلی گرم بر لیتر	سانتی گراد	میلی گرم بر لیتر	۱
																						تا
																						۳۱
																						حداکثر
																						حداقل
																						متوسط

جدول پ ۴-۱۶- ثبت مشاهدات کیفی سامانه لجن فعال\*

نام بهره‌بردار:

تاریخ	کف قهوه‌ای ضخیم و کفاب در سطح حوض	کف قهوه‌ای تیره و رقیق در سطح حوض	کف متورم، موج دار، سفید و ثابت در حوض	حجیم شدن لجن (ابر لجنی که در سرتاسر حوض بالا بیاید)
۱				
تا				
۳۱				

\* در صورت مشاهده هر یک از موارد ذکر شده جهت رفع مشکل به جدول ۲-۳ نشریه ۲۳۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان "راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری" مراجعه شود.



جدول پ ۴-۱۹- ثبت اطلاعات فرایندی سامانه صفحات زیستی دوار

نام بهره‌بردار:

تاریخ	مواد معلق فرار			مواد معلق			COD			BOD <sub>5</sub>			شرایط عملیات			بده		
	درصد حذف	خروجی	ورودی	درصد حذف	خروجی از تصفیه مقدماتی	خروجی از نه‌شینی	درصد حذف	خروجی	ورودی	درصد حذف	خروجی	ورودی	مقدار مواد مغذی	DO خروجی	pH فاضلاب ورودی	دمای فاضلاب ورودی	فاضلاب برگشتی	فاضلاب ورودی
	درصد	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	درصد	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	درصد	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	سانتی گراد	متر مکعب بر روز	متر مکعب بر روز	متر مکعب بر روز
۱																		
تا																		
۳۱																		
حداکثر																		
حداقل																		
متوسط																		

جدول پ ۴-۲۰- ثبت مشاهدات کیفی صفحات زیستی دوار

نام بهره‌بردار:

تاریخ	داغ شدن محورها و یا عدم کارکرد آنها	داغ شدن موتور	افزایش لجن در واکنشگاه	پوسته شدن و کنده شدن لجن از صفحات	وجود لکه‌های سفید در اکثر نقاط صفحات دوار
۱					
تا					
۳۱					

جدول پ ۴-۲۱- ثبت اطلاعات فرایندی هاضم هوازی

نام بهره‌بردار:

تاریخ	لجن هضم شده			لجن محتوای هاضم							لجن خام										
	نیترات آمونیاک	کل مواد جامد	کاهش مواد جامد فرار	اسیدهای فرار	DO	نیترات آمونیاک	COD	مواد جامد فرار	کل مواد جامد	قلیائیت	pH	دما	نیترات آمونیاک	COD	مواد جامد فرار	کل مواد جامد	قلیائیت	pH	بار هاضم	حجم	
۱																					
تا																					
۳۱																					
حداکثر																					
حداقل																					
متوسط																					

جدول پ ۴-۲۲- ثبت مشاهدات کیفی هاضم هوازی

نام بهره‌بردار:

تاریخ	یخ زدگی سطح هاضم	رسوب مواد جامد	کف زیاد	بوی نامطبوع و شدید لجن هضم شده	گرفتگی افشانک‌های سامانه هوادهی
۱					
تا					
۳۱					



جدول پ ۴-۲۳- ثبت اطلاعات فرایندی هاضم بی‌هوازی

نام بهره‌بردار:

تاریخ	گاز			لجن نزدیک ته هاضم							لجناب				لجن خام		
	CO <sub>2</sub> یا CH <sub>4</sub>	مقدار هدر رفته	مقدار تولید شده	دما	قابلیت	pH	اسیدهای چرب فرار	مقدار حذف مواد جامد فرار	مواد جامد فرار	مقدار حذف مواد جامد	کل مواد جامد	BOD <sub>5</sub>	مواد معلق	مواد جامد فرار	مواد جامد	pH	حجم
۱																	
تا																	
۳۱																	
حداکثر																	
حداقل																	
متوسط																	

جدول پ ۴-۲۴- ثبت مشاهدات کیفی هاضم بی‌هوازی\*

نام بهره‌بردار:

تاریخ	۱	تا	۳۱
بوی بد لجناب			
مشاهده کف در لجناب یا هاضم			
رقیق بودن لجن ته هاضم یا لجن تخلیه شده			
صخامت بیش از حد لایه دلمه			
متوقف بودن تلمبه برگشت لجن			
فرسایش دنده‌ها در مخلوط کننده مکانیکی			
نشست از کاسه نمد مخلوط کننده مکانیکی			
بررسی صدا و لرزش موتور			
نشست گاز از شیر کنترل فشار در سقف			
نشست در اطراف سقف بتنی، سقف فلزی			
کج شدن سقف شناور			
رنگ زرد شعله گاز در مشعل			
خرابی کنتور گاز			
باز نشدن شیر تنظیم فشار گاز			
مسدود شدن خط تغذیه مخلوط کننده گازی			
کنترل کارایی همزن مکانیکی			

\* در صورت مشاهده هر یک از موارد ذکر شده جهت رفع مشکل به جدول ۴-۸ نشریه ۲۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت

عنوان راهنمای بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، مراجعه شود.



## منابع و مراجع

- ۱- نشریه ۲۸۵ استاندارد راهنمای تعیین و انتخاب وسایل و لوازم آزمایشگاه‌های تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت نیرو، ۱۳۸۳.
  - ۲- راهنمای نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌های الزامی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، معاونت نظارت بر بهره‌برداری، شرکت مهندسی آب و فاضلاب، وزارت نیرو، دی ماه ۱۳۸۱.
  - ۳- نشریه شماره ۲۳۷، راهنمای بهره‌برداری و نگهداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب‌های شهری (تصفیه مقدماتی)، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت نیرو، ۱۳۸۰.
  - ۴- نشریه ۲۸۴، راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، بخش دوم (تصفیه ثانویه)، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت نیرو، ۱۳۸۳.
- 5- Standard Methods For The Examination of Water & Wastewater. 18th ed. 1992.
  - 6- Metcalf & Eddy, (2003) Wastewater Engineering treatment and reuse, 4<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill.
  - 7- Spellman, F., (2003) Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operation. Lewis Publishers, USA.
  - 8- Manual of Practice No. 11, (1998) Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants. Water Pollution Control Federation.
  - 9- Operation of wastewater treatment plants, 1993, Hornet Foundation, Inc. California State University, Sacramento.
  - 10- Paterson, J., Laboratory Procedures and Chemistry,
  - 11- Moore, R.L. (1982) Basic instrumentation lecture notes and study guide Volume 2: Process Analyzers and recorders. Prentice-Hall, Inc. UAS.
  - 12- Reynolds, T.D., Richards, P.A., (1996) Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2<sup>nd</sup> edition. PWS Publishing Company.
  - 13- Skrentner, R.G., (1990) Instrumentation handbook for water and wastewater treatment plant, Fourth edition, Lewis publishers, Inc., USA.



## خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، 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، به صورت تالیف 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 به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

## دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran  
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

# **A Guideline for measurement, recording and data analysis of wastewater treatment plants**

**No. 494**

Office of Deputy for Strategic Supervision

Bureau of Technical Execution System

<http://tec.mporg.ir>

Ministry of Energy

Bureau of Engineering Affairs and Technical  
Standards for Water and Wastewater

<http://seso.moe.org.ir>

**2009**



## این نشریه

تعداد بسیار زیاد اندازه‌گیری‌ها و وضعیت‌های عملیاتی مختلفی که ممکن است در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب رخ دهد، راهبری این سامانه‌ها را با دشواری مواجه می‌سازد. در این نشریه چگونگی اندازه‌گیری و ثبت پارامترهای لازم در سامانه‌های مختلف تصفیه فاضلاب و نحوه استفاده از این اطلاعات در وضعیت‌های مختلفی که در حین عملیات تصفیه‌خانه ممکن است اتفاق بیفتد، ارائه می‌گردد. هدف از این امر، کاهش زمان‌های وقفه در سامانه و در نتیجه جلوگیری از کاهش عملکرد تصفیه‌خانه و نیل به استانداردهای پساب خروجی به طور مستمر می‌باشد.