وزارت نیرو
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
معاونت نظارت بر بهره‌برداری

راهنمای کنترل آزمایشگاهی و چرخه اطلاعات در راهبری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

مدیریت بهبود روش‌های بهره‌برداری فاضلاب شهری
اسفندماه ۱۳۷۷

ترکیبات اعضاء تهیه کننده

آقای پرویز ثمر	کارشناس آزاد	دکتری مهندسی بهداشت
آقای علی اکبر عظیمی	عضو هیئت علمی دانشگاه تهران	دکتری مهندسی بهداشت
آقای منصور قاسمی	کارشناس شرکت اب و فاضلاب اصفهان	کارشناس ارشد مهندسی مکانیک
خانم شکوه‌السادات بابامیر	کارشناس شرکت آب و فاضلاب اصفهان	کارشناس مهندسی شیمی
آقای محمدشریفی سیستانی	مدیر بهبود روشهای بهره‌برداری فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط
آقای سید ناصرالدین کسایی	کارشناس شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط
آقای دادمهر فائزی رازی	کارشناس شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱
۱ـ نمونه‌برداری و کنترل آزمایشگاهی ۲
۱ـ۱ـ ملاحظات ویژه نمونه‌برداری و کنترل آزمایشگاهی ۲
۱ـ۱ـ۱ـ ایمنی در آزمایشگاه ۲
۱ـ۱ـ۱ـ۱ـ خطرات موجود در آزمایشگاه ۲
۱ـ۱ـ۱ـ۲ـ وسایل ایمنی ۳
۱ـ۱ـ۱ـ۳ـ مواد خطرناک ٤
۱ـ۱ـ۲ـ کنترل و اطمینان کیفی ٤
۱ـ۱ـ۲ـ۱ـ ارزیابی دقت کار آزمایشگران ٤
۱ـ۱ـ۲ـ۲ـ دقت ٥
۱ـ۱ـ۲ـ۳ـ تورش (خطای سیستماتیک) ٥
۱ـ۱ـ۲ـ٤ـ صحت ٦
۱ـ۱ـ۲ـ٥ـ تکرار آزمایش‌های روزانه ٦
۱ـ۱ـ۳ـ حداقل وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی ٦
۱ـ۱ـ۳ـ۱ـ وسایل شیشه‌ای ۷
۱ـ۱ـ۳ـ۲ـ تجهیزات آزمایشگاهی ۷
۱ـ۱ـ٤ـ نمونه‌برداری ۷
۱ـ۱ـ٤ـ۱ـ جمع‌آوری نمونه‌ها ۸
۱ـ۱ـ٤ـ۲ـ حفاظت نمونه‌ها ۹
۱ـ۲ـ فاضلاب ورودی ۱۰
۱ـ۳ـ آشغالگیر ۱۰
۱ـ٤ـ دانه‌گیر ۱۱
۱ـ٥ـ ته‌نشینی مقدماتی ۱۲

۱ـ٦ـ تصفیه بیولوژیکی ۱۳
۱ـ٦ـ۱ـ رشد معلق ۱٤
۱ـ٦ـ۲ـ رشد متصل ۱٥
۱ـ٦ـ۳ـ برکه تثبیت ۱٥
۱ـ٦ـ٤ـ لاگون‌های هوادهی ۱٦
۱ـ٦ـ٥ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی ۱٦
۱ـ٦ـ٥ـ۱ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در فرآیند لجن فعال ۱٦
۱ـ٦ـ٥ـ۲ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در فرآیند صافی چکه‌ای ۱۸
۱ـ٦ـ٥ـ۳ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در فرآیند لاگون هوادهی ۱۹
۱ـ٦ـ٥ـ٤ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در برکه‌های تثبیت ۲۰
۱ـ۷ـ انواع لجن حاصل از تصفیه فاضلاب ۲۰
۱ـ۸ـ کمیت و کیفیت لجن فاضلاب ۲۱
۱ـ۸ـ۱ـ مشخصات فاضلاب خام ۲۱
۱ـ۸ـ۲ـ نوع فرآیند تصفیه فاضلاب ۲۲
۱ـ۸ـ۲ـ۱ـ لجن ایجاد شده در برکه‌های تثبیت و لاگون هوادهی ۲۲
۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ لجن ایجاد شده در فرآیندهای لجن فعال و صافی چکه‌ای ۲۳
۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ۱ـ لجن مقدماتی ۲۳
۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ۲ـ لجن لجن بیولوژیکی (ثانویه) ۲۳
۱ـ۸ـ۳ـ مبانی طراحی واحدهای تصفیه‌خانه ۲٥
۱ـ۸ـ٤ـ شرایط راهبری تصفیه‌خانه ۲٦
۱ـ۸ـ٥ـ تصفیه لجن ۲٦
۱ـ۸ـ٥ـ۱ـ آمایش لجن ۲۷
۱ـ۸ـ٥ـ۲ـ تغلیظ لجن ۲۷
۱ـ۸ـ٥ـ۳ـ تثبیت لجن ۲۷
۱ـ۸ـ٥ـ٤ـ آبگیری لجن ۲۷
۱ـ۸ـ٥ـ٥ـ گندزدائی لجن ۲۸
۲ـ ثبت اطلاعات بهره‌برداری ۲۸

۲ـ۱ـ ثبت داده‌های ویژه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ۲۹
۲ـ۱ـ۱ـ ثبت داده‌های کنترل آزمایشگاهی فرآیندها و امور تعمیراتی ۳۰
۲ـ۱ـ۱ـ۱ـ فرم‌های کنترل آزمایشگاهی و امور تعمیراتی ۳۰
۲ـ۱ـ۲ـ روش چرخش و بایگانی فرم‌ها ۳٤
۲ـ۲ـ ارتباط اطلاعات جمع‌آوری شده و بهره‌برداری ۳۵
۲ـ۲ـ۱ـ حدود متعارف نتایج ۳۵
۲ـ۲ـ۲ـ عدول از حدود متعارف ۳۵
۳ـ گزارش‌های رئیس تصفیه‌خانه فاضلاب ۳٦
۳ـ۱ـ گزارش‌های ماهیانه ۳۷
۳ـ۲ـ گزارش‌های فصلی ۳۷
۳ـ۳ـ گزارش‌های سالیانه ۳۸
٤ـ کنترل بهره‌وری ۳۸
٤ـ۱ـ کنترل بهره‌برداری ۳۹
٤ـ۲ـ تسهیل مدیریت کلان ۳۹
پیوست یک – فرم‌های کنترل آزمایشگاهی و امور تعمیراتی
فرم پ – ۱–۱– گزارش روزانه مشخصات فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه ٤۱
فرم پ–۱–۲– گزارش روزانه اطلاعات تصفیه اولیه تصفیه‌خانه فاضلاب ٤۲
فرم پ–۱–۳– گزارش روزانه لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب ٤۳
فرم پ–۱–٤– گزارش روزانه کیفیت زیستی لجن حوض هوادهی ٤٤
فرم پ–۱–۵– گزارش روزانه عوامل محاسباتی حوض هوادهی ٤۵
فرم پ–۱–٦– گزارش روزانه صافی چکنده ٤٦
فرم پ–۱–۷– گزارش روزانه برکهٔ تثبیت ٤۷
فرم پ–۱–۸– گزارش روزانه لاگون هوادهی ٤۸
فرم پ–۱–۹– گزارش روزانه مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی ٤۹
فرم پ–۱–۱۰– گزارش روزانه ویژه مدیریت کل ۵۰
فرم پ–۱–۱۱– گزارش هفتگی اطلاعات لجن و هاضم هوازی ۵۱
فرم پ–۱–۱۲– گزارش هفتگی اطلاعات لجن و هاضم بی‌هوازی ۵۲

فرم پ-۱-۱۳- گزارش هفتگی آبگیری مکانیکی لجن و بسترهای لجن خشک‌کن ۵۳
فرم پ-۱-۱٤- دستورکار برای امور تعمیراتی تصفیه خانه‌های فاضلاب ٥٤
پیوست دو - روش محاسبه میانگین گذرای هفت روزه
روش محاسبه میانگین گذرای هفت روزه ٥٦
پیوست سه - روش‌های تعیین دبی لجن مازاد بیولوژیکی در فرآیند لجن فعال
۱- سن لجن (میانگین زمان ماند لجن) ۵۸
۲- نسبت غذا به میکروارگانیسم ۵۹
۳- ثابت نگه داشتن غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی ٦۰
٤- روش‌های دیگر ٦۱
پیوست چهار - نمایش محل‌های نمونه‌برداری در سیستم‌های تصفیه فاضلاب
شکل پ-٤-۱- محل‌های نمونه‌برداری در سیستم لجن فعال متعارف
شکل پ-٤-۲- محل‌های نمونه‌برداری در سیستم صافی چکنده
شکل پ-٤-۳- محل‌های نمونه‌برداری در سیستم برکه تثبیت
شکل پ-٤-٤- محل‌های نمونه‌برداری در سیستم لاگون هوادهی
شکل پ-٤-۵- تعداد نسبی میکروارگانیسم‌ها در مقابیل کیفیت لجن

مقدمه

دستورالعمل پیش‌رو بدنبال گزارش "شرح نیروی خدمات نیروی انسانی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری" و بمنظور مساعدت به امر بهره‌برادارای و تکمیل سازوکارهای توصیه شده در گزارش مزبور، تهیه شده است. برای بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در حالت بدون دشواری و به اصطلاح متعارف، تنها به برداشت عینی از عملیات تصفیه اکتفا نشده بلکه نمونه‌برداری و آزمایشات و یا به عبارت دیگر کنترل آزمایشگاهی نقش عمده را ایفا می‌نماید. کنترل آزمایشگاهی بویژه در هنگام بهره‌برداری در شرایط نامتعارف و یا شرایطی که فرآیندهای دخیل در عملیات تصفیه به عللی طبق ویژگی‌های طراحی عمل نمی‌کنند، بهره‌برداران را در رفع مشکلات و تنظیم عملیات تصفیه یاری می‌دهد.

کنترل آزمایشگاهی نه تنها بهره‌برداری از واحد تصفیه را تسهیل می‌نماید بلکه ثبت و بایگانی داده‌ها، پایه ارزیابی مدیریت عملیات تصفیه است و همچنین در تحقیقات کاربردی در راستای رفع شرایط نامساعد و دشواری‌های محتمل در فرآیندها، به ویژه سودمند می‌باشد. ثبت داده‌های آزمایشگاهی موجود در بایگانی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از نظر تحقیقاتی نیز بخصوص ارزشمند است.

دستورالعمل حاضر حاوی راهنمایی‌های ضروری در راستای نمونه‌برداری، آزمایشات و تجزیه و تحلیل آن‌ها و همچنین تکمیل فرم‌های استاندارد ویژه کنترل آزمایشگاهی است. به چرخه اطلاعات و کاربرد فرم‌ها در مدیریت بهره‌برداری نیز بهای کافی داده شده و توصیه‌های لازم جهت تسهیل آن مدیریت انجام پذیرفته است.

۱ـ نمونه‌برداری و کنترل آزمایشگاهی

در ایـن بخش روش‌های نمونه‌برداری برای مقاصد مختلف در واحدهای متعدد تصفیه‌خانه و روش‌های آزمایشگاهی برای کنترل فرآیندها شرح داده شده است.

شایان ذکر است، خلاصه اطلاعات بدست آمده از طریق نمونه‌برداری و عملیات آزمایشگاهی در فـرم‌هـای ویـژه ثـبت خواهد گردید که بعنوان شاخص در ارزیابی علمیات تصفیه بکار گرفته می‌شود.

۱ـ۱ـ ملاحظات ویژه نمونه‌برداری و کنترل آزمایشگاهی

انجام کار در هر آزمایشگاه ملاحظات ویژه‌ای را می‌طلبد و آزمایشگاه‌های فاضلاب نیز از این قانـون کلـی مسـتثنی نمـی‌باشـد، در بخـش‌هایـی که در پی خواهد آمد ملاحظات ویژه مربوط به عملیات آزمایشگاهی در آزمایشگاه‌های فاضلاب شرح داده شده است.

۱ـ۱ـ۱ـ ایمنی در آزمایشگاه

ایمنی در آزمایشگاه‌های فاضلاب به دلائل زیر اهمیت دارد:

- وجود و استفاده از مواد شیمیایی
- وجود و استفاده از دستگاه‌های خطرناک
- وجود عوامل بیماری‌زا

مدیـریت آزمایشـگاه در فراهم آوردن محیطی عاری از خطر نقشی حیاتی به عهده دارد و باید نسبت به موارد زیر اهتمام ورزد:

- استفاده از روش‌هایی با خطر کمتر
- ایمن‌سازی محل کار
- آموزش روش‌های ایمنی به کارکنان

۱ـ۱ـ۱ـ۱ـ خطرات موجود در آزمایشگاه

خطرات آزمایشگاهی به دو دسته قابل تقسیم است.

- خطرات عمومی مانند آتش‌سوزی، برق‌گرفتگی، انفجار، سقوط اجسام، بریدگی، شکستگی استخوان
- خطرات ویژه آزمایشگاهی مشتمل بر خطرات شیمیایی و یا بیولوژیکی

به طور کلی از نقطه نظر ایمنی باید موارد خطرزا شناسایی شده و احتیاط‌های خاص در خصوص موارد زیر اعمال شود:

- در معرض مواد قرار گرفتن
- تنفس کردن
- درونبری (بلع)
- نفوذ از طریق پوست

برای انتخاب روش‌های تحلیلی و کسب اطلاعات لازم به کتاب روش‌های استاندارد[1] چاپ ۱۹۹۲ مراجعه شود.

۱ـ۱ـ۱ـ۲ـ وسایل ایمنی

استفاده از وسایل ساده ایمنی حافظ سلامت کارکنان می‌باشد و کلیه کارکنان آزمایشگاه باید محل این وسایل را بدانند و با طرز استفاده از آن‌ها آشنایی داشته باشند. این وسایل عبارتند از:

- پی ست (آبفشان‌های) مکانیکی
- لباس‌های ایمنی
- هود
- عینک‌های ایمنی
- ماسک‌های حفاظتی
- آتش خاموش کن‌ها
- پتوهای ضد آتش
- دوش‌های ایمنی
- فواره‌های شستشوی چشم
- جعبه کمک‌های اولیه
- کیت‌های کنترل
- هواکش

1- standard methods for examination of water and wastewate

۱ـ۱ـ۱ـ۳ـ مواد خطرناک

مواد خطرناک در آزمایشگاه‌ها باعث ایجاد سوختگی‌های شیمیایی، انفجار، بیماری‌های مختلف در هـنگام کشـت پاتـوژن‌هـا و حتی سرطان می‌شود. کارکنان آزمایشگاه باید با خطر این مواد کاملاً آشنا بوده و کلیه نکات ایمنی را در lورد آن‌ها بکار گیرند. این مواد عبارتند از:

- اسیدهای مواد قلیایی
- سیانیدها
- ارسنیک
- جیوه
- آزیدها
- اسید پرکلریک
- مواد زیان‌آور زیستی
- ترکیبات آلی سمی یا سرطانزا
- گازهای فشرده

بری کسب اطلاعات بیشتر به کتاب روش‌های استاندارد چاپ ۱۹۹۲ مراجعه شود.

۱ـ۱ـ۲ـ کنترل و اطمینان کیفی

کنترل کیفی به منظور ارزیابی کار آزمایشگاه انجام می‌پذیرد و باید بطور عادی از طریق آنالیز نمونه‌های مستقل مرجع انجام شود یک برنامهٔ خوب کنترل کیفیت در آزمایشگاه تجزیه مشتمل بر چندین روش است و لازمهٔ آن وجود آزمایشگاهی با امکانات زیر است:

- داشتن کارکنان مجرب
- تجهیزات کافی
- دستگاه‌ها
- مواد شیمیایی با کیفیت مناسب
- محلول‌های استاندارد

۱ـ۱ـ۲ـ۱ـ ارزیابی دقت کار آزمایشگران

دقـت کـار آزمایشـگران بـا آنالیز نمونه‌های خاص ارزیابی می‌شود. این نمونه‌ها را اصطلاحاً نمونه‌های کنترل کیفی می‌نامند. نمونه‌های کنترل کیفی باید برای تمام آزمایش‌ها، هر سه ماه یکبار

انـتخاب شده و برای آنالیز به طور جداگانه در اختیار آزمایشگران در آزمایشگاه‌های مختلف قرار داده شـود. در صـورتی که نتایج بدست آمده توسط هر یک از آزمایشگران خارج از حدود مورد انـتظار باشد، آن آزمایش باید توسط آزمایشگر و در حضور یکی از آزمایشگران ماهر تکرار گردد تا نواقص کار مشخص شود.

۱ـ۱ـ۲ـ۲ـ دقت[1]

دقت یک روش از طریق تکرار آزمایش‌ها بر روی یک نمونه همگن، در تحت شرایط یکسان و استحصـال نـتایج نزدیک به مقدار واقعی مشخص می‌شود باید توجه داشت که دقت یک روش همیشـه متضـمن صحت[2]آن نیست زیرا که ممکن است یک خطا به شکل نظم یافته (تورش)[3] در تمام آزمایش‌های تعیین دقت تکرار شود. به عبارت دیگر دقت ترکیب صحت و تورش می‌باشد.

دقـت یـک روش از طـریق ریاضـی بـا محاسـبه انحراف معیار یا انحراف معیار نسبی تعیین مـی‌شـود. آزمایش‌های تعیین دقت یک روش باید به طور سالانه انجام پذیرد. دقت غالباً با غلظت نمونه‌ها تغییر می‌کند و به دلیل این سه سطح غلظت مطالعه می‌شود:

- غلظت پائین
- غلظت متوسط
- غلظت بالا

داده‌ها و گزارش‌های دقت بایستی بایگانی شود و تغییرات قابل توجه در انحراف معیار نسبی بررسـی و بـا اسـتفاده از داده‌های سال‌های قبل، میانگین انحراف معیار نسبی محاسبه گردد. برای اطلاعات بیشتر به کتاب روش‌های استاندارد رجوع شود.

۱ـ۱ـ۲ـ۳ـ تورش (خطای سیستماتیک)

تـورش عـبارت از یـک عامـل پنهانی است که در آزمایش‌ها به شکل نظم یافته تکرار شده و باعث می‌شود که نتایج اندازه‌گیری شده با مقدار واقعی آن اختلاف داشته باشد.

1-precision
2- accuracy
3- bias

بـه منظور اجتناب از تورش در آزمایش‌ها، لازم است نمونه‌ها با روش‌های دیگری که مبرا از عامل تورش می‌باشد< سنجش می‌شوند.

۱ـ۱ـ۲ـ۴ـ صحت

صـحت، معـیار انـدازه‌گیـری از مقدار حقیقی یا واقعی می‌باشد. این پارامتر به وسیله افزودن مقـدار معلومـی از یـک مـاده استاندارد شیمیایی به یک نمونه و آنالیز متعاقب آن به منظور تعیین درصد بازیابی آن بمقدار معلوم، اندازه‌گیری می‌شود.

صحت را می‌توان از طریق ریاضی بصورت بازیابی یا خطای نسبی بیان کرد. داده‌های صحت باید بطور سالانه و یا در مواقع ارزیابی یک روش جدید و یا تهیه مواد شیمیایی جدید تکرار شود.

گزارش صحت بایستی بایگانی شود و تغییرات قابل ملاحظه در انحراف معیار نسبی و درصد بازیابـی بـا زمـان بررسـی شود، ضمناً گزارش‌های صحت از داده‌های حد افراط بالا و دامنهٔ پائین تأثیر می‌پذیرد.

۱ـ۱ـ۲ـ۵ـ تکرار آزمایش‌های روزانه

بـه منظور بالا بردن دقت و صحت نتایج حاصل از آزمایش‌های برای ۱۰ درصد از نمونه‌های روزانـه، بایـد آنالیـزهای دوتائـی یا بیشتر انجام پذیرد و این نمونه‌ها به طریق تصادفی و بیطرفانه انـتخاب شـود. داده‌های تکراری وقتی قابل قبول است که درصد انحراف معیار نسبی در محدودهٔ خاصـی باشد برای اطلاعات بیشتر به کتاب روش‌های استاندارد آنالیز آب و فاضلاب چاپ ۱۹۹۲ مراجعه شود.

۱ـ۱ـ۳ـ حداقل وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی

حـداقل وسایل مورد نیاز در آزمایشگاه‌های فاضلاب در تصفیه‌خانه‌ها، به نوع عملیات تصفیه و حجم تأسیسات بستگی دارد. این حداقل برای واحدهای تصفیه متوسط در بخش‌های ذیل شرح داده شده است.

۱ـ۱ـ۳ـ۱ـ وسایل شیشه‌ای

شیشــه آلات حجمــی، ابزار کالیبره شده‌ای می‌باشند که برای انجام عملیات آزمایشگاهی نظیر اندازه‌گیری دقیق حجم، تهیه مواد شیمیایی، رقیق سازی محلول‌ها و مخلوط کردن محلول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این شیشه آلات عبارتند از:

انواع ارلن	انواع شیشه نگهداری مواد	قیف بوخنز
انواع بشر	دسیکاتور	گاز شور
انواع بالن و بالن تقطیر	انواع قیف	ارلن تقطیر
بوته تبخیر	بالن ژوژه	مبرد
کریستالیزاتور	انواع بورت ساده	دکانتور
انواع استوانه مدرج	انواع بورت اتوماتیک	لام و لامل
قیف ایمهاف	انواع پی‌پت و پی‌پت ژوژه	پتری دیش

۱ـ۱ـ۳ـ۲ـ تجهیزات آزمایشگاهی

میکروسکوپ	کوره	هود
انواع انکوباتور	اسپکتروفتومتر	یخچال
انواع اتوو	سانتریفوژ	pH متر
انواع ترازو	اتوکلاو	هیتر
دستگاه همزن	کدورت سنج	جارتست
دستگاه آب مقطرگیری	فلیم فتومتر	هدایت سنج
پمپ خلاء	دماسنج	هواده
پمپ هوا	بن ماری	اکسیژن‌سنج

۱ـ۱ـ۴ـ نمونه‌برداری

طـرز نمـونه‌بـرداری از فاضلاب برای انجام آزمایشات کمال اهمیت را دارد. در نمونه‌برداری بررسی کیفیت کار فرآیند تصفیه فاضلاب، نمونه‌ها باید معرف کل فاضلاب باشد. داده‌های حاصل از تجزیه نمونه‌ها در موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- ارزیابی شرایط فرآیند تصفیه
- تعیین مشکلات و عوامل متفاوت عملکرد تصفیه
- استفاده از آن‌ها بعنوان مبانی طراحی تأسیسات تصفیه

چون شاخص‌های آزمایش ابزارهای اولیهٔ بهره‌برداران تصفیه‌خانه است لذا جمع‌آوری و حفاظت نمونه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد و نکات زیر باید در رابطه با آن مورد توجه قرار گیرد:

- احتیاطات عمومی (پیش‌بینی‌های لازم)
- ملاحظات ایمنی برای نمونه‌ها
- انواع نمونه‌ها

برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص نکات فوق‌الذکر به کتاب روش‌های استاندارد آنالیز آب و فاضلاب چاپ ۱۹۹۲ بخش (۱۰۶۰ A) مراجعه شود.

۱ـ۱ـ۴ـ۱ـ جمع‌آوری نمونه‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها نقش مهمی در صحت نتایج دارد، جهت اطمینان از نمونه‌برداری صحیح لازم است به اصول ذیل توجه شود:

- دستورالعمل‌های برداشت و نگهداری نمونه‌ها
- روش‌های نمونه‌برداری
- ظروف حمل و نگهداری نمونه‌ها
- خصوصیات نمونه‌ها
- تعداد نمونه‌ها
- محل‌های نمونه‌برداری
- علامتگذاری نمونه‌ها
- ثبت در دفتر گزارش روزانه
- برگه درخواست آنالیز نمونه
- تحویل نمونه به آزمایشگاه برای آنالیز
- اعلام وصول و ثبت نمونه
- واگذاری نمونه برای آنالیز

در کتاب روش‌های استاندارد بخش (۱۰۶۰B) کلیه نکات فوق شرح داده شده است.

۱ـ۱ـ۴ـ۲ـ حفاظت نمونه‌ها

پس از جمع‌آوری نمونه، باید سریعاً آن را آنالیز کرد و یا در صورت لزوم به منظور جلوگیری از تغییر مقدار یا ماهیت عامل مورد اندازه‌گیری به آن مواد نگهدارنده افزود و در ظرفی نگهداری کرد. روش‌های نگهداری کوششی است برای:

- کند کردن واکنش‌های بیولوژیکی
- کنترل واکنش‌های شیمیایی (هیدرولیز ـ اکسیداسیون ـ احیاء و ...)
- تقلیل فرارّیت
- کاهش جذب سطحی

که می‌توانند پس از جمع‌آوری و قرار دادن نمونه در ظرف نگهداری رخ دهد. بنابراین نگهداری نمونه‌ها قبل از آنالیز و تکنیک‌های حفاظت دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

روش‌های تأیید شده نگهداری عبارتند از:

- کنترل pH
- افزودن مواد شیمیایی
- نگهداری نمونه در یخچال و انجماد

در هر حال بهترین روش، آنالیز کردن هر چه سریع‌تر نمونه‌ها پس از نمونه‌گیری می‌باشد ولی در صورت عدم امکان آنالیز فوری، برای حفظ و یکپارچگی نمونه موارد اساسی زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- عمل مقدماتی مناسب
- انتخاب ظرف مناسب
- زمان‌های نگهداری

روش‌های نگهداری نمونه‌ها قبل از آنالیز و تکنیک‌های ذخیره‌سازی نمونه‌ها در بخش (C ۱۰۶۰) کتاب روش‌های استاندارد آنالیز آب و فاضلاب چاپ ۱۹۹۲، آمده است که برای کسب اطلاعات بیشتر به آن مراجعه شود. ضمناً نگهدارنده‌های پیشنهادی و جنس ظروف نگهدارنده

بـرای اجـزا و پارامتـرهای مخـتلف موجـود در نمونهٔ فاضلاب در جدول ۱ بخش (۱۰۶۰) کتاب فوق‌الذکر ارائه شده است.

۱ـ۲ـ فاضلاب ورودی

فاضـلاب ورودی بـه مجمـوعهٔ آب مصـرفی در یـک مرکز جمعیت اطلاق می‌شود که اجزاء تشکیل دهندهٔ آن تابعی است از سیستم جمع‌آوری و از اجزاء زیر تشکیل شده است:

- فاضلاب‌های مناطق مسکونی
- فاضلاب‌های مناطق تجاری
- فاضلاب‌های کارگاه‌های و صنایع
- نشت آب‌های نفوذی از سفرهآب زیرزمینی
- جریان‌های ورودی از برخی از متعلقات

تـرکیب فاضـلاب ورودی در سه بخش مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خلاصه شده است:

- مشخصه‌های فیزیکی شامل رنگ، کدورت، دما، بو، مواد جامد
- مشخصـه‌هـای شـیمیایی شـامل مواد آلی، کربوهیدرات‌ها، گریس و روغن‌ها، سموم، فـنل‌هـا، پـروتئین‌هـا، سورفاکتان‌ها و مواد غیر آلی شامل قلیاها، کلریدها، فلزات سنگین، نیتروژن، pH ، فسفر، گوگرد و گازها شامل هیدروژن سولفید، متان، اکسیژن
- مشخصـه‌هـای بیولوژیکـی شـامل کـل باکتری‌ها، کل کلیفرم‌ها، تخم انگل‌ها و عوامل بیماریزا

بـرای انـدازه گیری پارامترهای فوق به کتاب روش‌های استاندارد آنالیز آب و فاضلاب چاپ ۱۹۹۲ بایـد رجـوع شـود. ضـمناً محـل نمـونه مورد آزمایش برای فاضلاب ورودی در شکل‌های شماره پ ـ ٤ ـ ۱ـ ، پ ـ ٤ـ ۲ـ ، پ ـ ٤ـ ۳ـ و پ ـ ٤ـ ٤ با حرف A مشخص شده است.

۱ـ۳ـ آشغالگیر

آشغالگیر وسیله‌ای است که در ابتدای تصفیه‌خانه برای تأمین مقاصد زیر تعبیه می‌گردد:

- حفاظت پمپ‌ها، لوله‌های لجن و حوضه‌های ته‌نشینی در مقابل گرفتگی
- خوشایند کردن وضع ظاهری واحدهای مختلف تصفیه‌خانه
- تأثیر کامل مواد ضد عفونی نظیر کلر بر فاضلاب تصفیه شده

از وسایل آشغالگیری برای حذف جامدات درشت شناور مانند چوب، الیاف، تخته، کاغذ، پارچه، لاستیک و غیره استفاده می‌شود.

آشغالگیری فاضلاب بسته به ساختمانشان به سه دستهٔ درشت و متوسط و ریز تقسیم می‌شوند:

- آشغالگیرهای دهانه درشت که معمولاً شامل میله‌های عمودی با فاصله ۱۵۰ـ ۵۰ میلیمتر است.
- آشغالگیرهای دهانه متوسط که معمولاً شامل میله‌های عمودی با فاصله ۵۰ـ۲۰ میلیمتر است.
- آشغالگیرهای دهانه ریز که متشکل از سیم‌های بافته شده (توری) با ابعاد کمتر از ۲۰ میلیمتر و یا میله‌های عمودی با فاصله کمتر از ۲۰ میلیمتر است.

مقدار جامدات حذف شده بوسیله آشغالگیر بستگی به اندازهٔ منافذ آشغالگیر داشته و میزان آشغال حذف شده جهت تعیین انتخاب نوع دفع مهم است.

حجم آشغال جمع‌آوری شده در فرم گزارش روزانه اطلاعات تصفیهٔ اولیه (فرم شماره پ ـ ۱ ـــ ۲ـــ) آمده است و محل نمونه‌برداری نیز در شکل‌های پ ـ ٤ـ ۱ـ، پ ـ ٤ـ ٤ با حروف B مشخص شده است.

۱ـ۴ـ دانه‌گیر

فاضلاب‌های شهری محتوی مواد جامد دانه‌ای مانند شن، ماسه، نرمه خاک، خاکستر، هسته میوه‌جات، دانه‌های نباتی، پوستهٔ تخم‌مرغ و بالاخره فلز و شیشه می‌باشد که همراه با حذف این دانه‌ها موادی نظیر خرده استخوان و تفالهٔ چای و قهوه نیز حذف می‌شود. در مجموع این مواد اصطلاحاً دانه[1] نامیده می‌شود.

1- grit

دانه‌ها عموماً دارای مشخصات زیر می‌باشند:

- در جریان تصفیه تجزیه نمی‌شوند
- سرعت ته‌نشینی آن‌ها بیش از سرعت ته‌نشینی مواد جامد تجزیه شدنی «آلی» می‌باشد

حوضه‌های دانه‌گیر نیز برای انجام مقاصد زیر در نظر گرفته می‌شوند:

- حفاظت وسایل مکانیکی در مقابل سایش
- کاهش گرفتگی لوله‌ها بر اثر ته‌نشینی مواد دانه‌ای
- تسهیل در تمیز کردن حوضه‌های ته‌نشینی و مخازن هاضم
- کاهش حجم هاضم‌های لجن
- حذف چربی و کفاب

دانه‌های ته‌نشین شده بوسیله پاروهای مکانیکی جمع‌آوری و از سیستم خارج می‌شود. جهت ارائه ارقام صحیح مواد دانه‌ای که روزانه وارد تصفیه‌خانه می‌شود و کسب اطلاعات و تعیین بازده دانه‌گیر از جمله مقدار دانه، میزان کفاب، وزن مخصوص دانه‌ها. مواد جامد فرار دانه‌ها باید روزانه انـدازه‌گیری و در فرم گزارش روزانه اطلاعات اولیه (فرم شماره پ ـ ۱ـ۲) ثبت گردد ضمناً محل نمونه‌برداری نیز در شکل‌های شماره پ ـ ٤ـ ۱ و پ ـ ٤ـ ۲ با حرف C مشخص شده است.

۱ـ۵ـ ته‌نشینی مقدماتی

ته‌نشینی مقدماتی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به منظور عملیات زیر استفاه می‌شود:

- زدایش مواد جامد معلق قابل ته‌نشینی
- جمع‌آوری و تخلیه مواد ته‌نشین شده

از نظـر ماهـیت کار، حوض ته‌نشینی یکی از مهم‌ترین واحدهای تصفیه‌خانه فاضلاب به دلائل زیر می‌باشد:

- کاهش ۳۵ـ۳۰ درصد اکسیژن خواهی ۵ روزه ورودی
- کاهش ۷۰ـ۵۰ درصد مواد جامد معلق ورودی
- تغلیظ لجن ته‌نشین شده
- کاهش هزینه تصفیه فاضلاب در واحدهای بعدی

فـرم شـماره پ ـ ۱ـ ۲ـ جهت ثبت اطلاعات راهبری حوضه‌های ته‌نشینی مقدماتی در نظر گرفته شده است و محل نمونه‌برداری نیز برای ارزیابی این واحد در شکل‌های شماره پ ـ ٤ـ۱ و پ ـ٤ـ۲ با حروف E,D مشخص شده است.

۱ـ۶ـ تصفیه بیولوژیکی

پسـاب خروجی از واحدهای تصفیه مقدماتی حاوی ٤۰ تا ۵۰ درصد مواد معلق، بخش اعظم مـواد کلوئـیدی و تمام مواد محلول می‌باشد. که با توجه به نوع مصرف فاضلاب تصفیه شده باید طـبق اسـتانداردهای تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست، کاهش یابد. کاهش غلظت آلایـنده‌هـای فاضـلاب خروجـی از واحدهای تصفیه مقدماتی در واحدهای تصفیه ثانویه صورت مـی‌گیردکه ممکن است با استفاده از فرآیندهای فیزیکو ـ شیمیایی و بیولوژیکی باشد. در صورت استفاده از فرآیندهای بیولوژیکی این نوع تصفیه را تصفیه بیولوژیکی می‌نامند.

آنچه در تصفیه بیولوژیکی صورت می‌گیرد به قرار زیر می‌باشد:

- کاهش و جداسازی مواد آلی کربنی
- کاهش و جداسازی مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر
- لخته‌سازی و جداسازی مواد جامد کلوئیدی و غیر قابل ته‌نشینی
- تثبیت مواد آلی

فرآیندهای بیولوژیکی مورد استفاده در تصفیه فاضلاب در سه گروه ذیل خلاصه می‌شود:

- فرآیندهای هوازی[1]
- فرآیندهای نااکسیژنی[2]
- فرآیندهای بیهوازی[3]

نحوهٔ رشد تودهٔ بیولوژیکی در فرآیندهای فوق‌الذکر شامل موارد زیر می‌باشد:

- رشد معلق
- رشد متصل

1- aerobic
2- anoxic
3- anaerobic

۱ـ۶ـ۱ـ رشد معلق

لجـن فعـال نمـونه بارز رشد معلق است. در آن فاضلاب ورودی (پساب خروجی از حوض تـه‌نشـینی مقدماتـی) با لجن فعال برگشتی از حوض ته‌نشینی ثانویه در هم آمیخته و عمل تصفیه فاضـلاب ضـمن بهمزدن مایع مخلوط حاصله توسط هوادهی صورت می‌پذیرد. امروزه گونه‌های بسـیاری از فـرآیند لجـن فعـال مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن‌ها میزان و نقاط کاربرد هوا و نحـوهٔ ورود فاضـلاب و لجـن برگشـتی، زمـان مانـد هیدرولیکـی و روش‌های هوادهی از جمله متغیرهای آن می‌باشد، اما همه در اساس مشابه‌اند. این گونه‌ها به شرح زیر است:

- لجن فعال متعارف[۱]
- اختلاط کامل[۲]
- تغذیه مراحله‌ای[۳]
- اکسیژن خالص[٤]
- هوادهی تعدیل شده[٥]
- راکتور ناپیوسته متوالی[٦]
- تثبیت تماسی[۷]
- هوادهی ممتد[۸]
- نهر اکسیداسیون[۹]
- راکتور عمیق[۱۰]

کنتـرل کامـل فـرآیند لجـن فعال یک امر ضروری است. پارامترهای مورد لزوم که می‌توان از آن‌هـا بـرای کنترل فرآیند لجن فعال استفاده نمود در فرم‌های شماره پ ـ ۱ـ ۳ و پ ـ ۱ـ ٥ آمده است. محل نمونه‌برداری در شکل پ ـ ٤ـ ۱ با حرف F* مشخص شده است. ضمناً برای ارزیابی:

- فعالیت میکروارگانیسم‌ها
- مشاهده دگرگونی توازن جمعیت بیولوژیکی سیستم
- ظهور و نوع لخته بیولوژیکی

1- conventional activated sludge
2- complete mix
3- step-feed aeration
4- high-purty oxygen system
5- modified aeration
6- sequencing batch reactor
7- contact stabilization
8- extended aeration
9- oxidation ditch
10- deep shaft reactor

* – فقط در مورد استخرهای هوادهی با اختلاط کامل

- پارامترهای خاص کنترل لجن فعال
- حضور و فراوانی انواع میکروارگانیسم‌ها

کـه از شـاخص‌های بسیار مهم شرایط کار تصفیه است در فرم شماره پ ـ ۱ـ٤ آمده است و محل نمونه‌برداری آن نیز در شکل شماره پ ـ ٤ـ ۱ با حرف F مشخص شده است.

۱ـ۶ـ۲ـ رشد متصل

در سیسـتم‌هـای رشـد متصـل، فاضلاب با لایه‌های بیولوژیکی چسبیده به سطوح تماس داده مـی‌شـود. مسـاحت ایـن سـطوح برای رشد لایه زنده با قراردادن بستر مناسب در راکتور افزایش مـی‌یابد. میکروارگانیسم‌ها بر روی سطوح رشد نموده و لایه‌های چسبناک ژلاتینی تشکیل می‌شود و مواد آلی محلول بعلت گرادیان غلظت به داخل این لایه‌ها نفوذ کرده و تثبیت می‌شود.

فرآیند رشد متصل شامل موارد زیر می‌باشد:

- صافی‌های چکنده
- برج‌های بیولوژیکی
- تماس دهنده‌های بیولوژیکی دوار

بـرای کنترل فرآیند صافی‌های چکنده فرم شماره پ ـ ۱ـ ٦ در نظر گرفته شده است و محل نمونه‌برداری نیز در شکل شماره پ ـ ٤ـ ۲ با حروف H,G مشخص شده است.

۱ـ۶ـ۳ـ برکه تثبیت

بـرکهٔ تثبیت یکی از فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی است که متشکل از برکهٔ حفر شدهٔ بزرگ و کـم عمقـی است که فاضلاب در آن به مدت کافی برای ایجاد فرآیندهای تصفیه طبیعی نگهداشته مـی‌شـود تا توسط باکتری‌ها و جلبک‌ها تصفیه شود به طوری که مشخصات فاضلاب تصفیه شده مطابـق با استاندارد کیفی تعیین شده برای دفع نهایی و استفاده مجدد باشد. بهره‌بردار برکه باید در تمـام مـدت اطلاعات هواشناسی از قبیل دما، تابش خورشید، بارندگی، جریان باد را که به کارآئی عمـل بـرکه‌هـا کمـک مـی‌کـند ثبت نماید. اطلاعات لازم و داده‌های فیزیکو شیمیایی باید در فرم شـماره پ ـ ۱ـ ۷ یادداشـت شـود ضمناً محل‌های نمونه‌برداری نیز در شکل شماره پ ـ ٤ـ۳ با حروف L,K,J.I,A مشخص شده است.

۱ـ۶ـ۴ـ لاگون‌های هوادهی

لاگـون‌های هودهی یا برکه‌های هوادهی شده به طریقهٔ مکانیکی حوضچه‌هایی هستند با عمق ۲/۵ تا ۵ متر که در آن‌ها هواده‌های مکانیکی بر روی ستون‌های ثابت یا شناور نصب شده‌اند.

فاضـلاب خـام بعد از عبور از آشغالگیر وارد استخرهای هوادهی شده و بعد از زمان مطلوبی که برای هوادهی آن در نظر گرفته شده است از استخر خارج می‌گردد. این استخرها از نظر اندازه در مقایسـه بـا بـرکه‌های تثبیت فاضلاب خیلی کوچکتر هستند ولی بهره‌برداری و نگهداری از آن پیچیده‌تر است.

اطلاعـات مورد نیاز برای کنترل و بهره‌برداری از لاگون هوادهی در فرم شماره پ ـ۱ـ۸ آمده است. ضمناً محل‌های نمونه‌برداری نیز در شکل شماره پ ـ ٤ـ٤ با حروف R,S,M,A مشخص شده است.

۱ـ۶ـ۵ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی

در یگـان‌هـای تصـفیه بیولوژیکـی بخـش اعظـم مـواد آلی و بخش قابل توجهی از ترکیبات نیتـروژن و فسـفر موجـود در فاضـلاب بـه لخـته‌های بیولوژیکی (توده میکروارگانیسم‌ها) تبدیل مـی‌شـود. اگـر فرمول شیمیایی نمونه‌وار بدن باکتری به صورت $C_5H_7O_2N$ فرض شود مفهوم آن ایـن اسـت کـه هر یک گرم لخته بیولوژیکی تقریباً معادل یک و نیم گرم اکسیژن خواهی شیمیایی ایجـاد مـی‌کند، بنابراین لازم است قبل از دفع فاضلاب تصفیه نشده نسبت به جداسازی لخته‌های بیولوژیکـی از آن اقدام شود. درجه جداسازی لخته‌های بیولوژیکی از فاضلاب تصفیه شده به نوع فرآیند تصفیه بیولوژیکی و نحوه دفع یا استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده بستگی دارد.

۱ـ۶ـ۵ـ۱ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در فرآیند لجن فعال

جداسـازی لخـته‌هـای بـیولوژیک در فـرآیند لجن فعال با دو هدف اصلی به شرح زیر انجام می‌شود:

الف ـ زلال سازی فاضلاب تصفیه شده

ب ـ تغلیظ لجن بیولوژیکی

از آنجائی که غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی در فرآیندهای مختلف لجن فعال باید بین ۱۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد و معمولاً این عمل از طریق بازگرداندن لجن غلیظ شده از واحد جداسازی لخته‌های بیولوژیک به حوض هوادهی صورت می‌گیرد، بنابراین کارآئی حوض هوادهی در تصفیه فاضلاب به عملکرد واحد جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در تغلیظ لجن بستگی دارد. اگر چه جرم حجمی مایع مخلوط حوض هوادهی فرآیند لجن فعال فقط اندکی بزرگتر از جرم حجمی آب است و جداسازی لخته‌های بیولوژیک توسط «شناور سازی» به مراتب آسانتر از «ته‌نشینی» قابل انجام است ولی به لحاظ پیچیدگی سیستم شناور سازی نسبت به عمل ته‌نشینی معمولاً در این فرآیند برای جداسازی لخته‌های بیولوژیک از عمل ته‌نشینی (حوض ته‌نشینی ثانویه و یا زلال‌ساز ثانویه) استفاده می‌شود. نظر به اینکه در حوض ته‌نشینی ثانویه همراه سطح لازم برای تغلیظ لجن بیولوژیکی بزرگتر از سطح مورد نیاز برای زلال سازی فاضلاب تصفیه شده می‌باشد، اگر این حوض به گونه‌ای طراحی و راهبری شود که لجن بیولوژیکی در حد مطلوب تغلیظ شود، قطعاً فاضلاب تصفیه شده نیز به خوبی زلال خواهد شد.

باید توجه داشت که نرخ تغلیظ لجن بیولوژیکی در زلال‌ساز ثانویه به سرعت ته‌نشینی آن بستگی دارد و سرعت ته‌نشینی لجن نیز به شرائط حاکم در حوض هوادهی وابسته است. به عبارت دیگر، هر چه اندازه و جرم حجمی لخته‌های بیولوژیکی که در حوض هوادهی شکل می‌گیرد، بزرگتر باشد، سرعت ته‌نشینی آن و در نتیجه نرخ تغلیظ لجن نیز در زلال‌ساز ثانویه بیشتر خواهد بود. بنابراین طراحی و راهبری فرآیند لجن فعال باید به گونه‌ای باشد که از تشکیل لخته‌های ریز و سبک در حوض هوادهی می‌شود عبارت است از:

- بالا بودن غلظت مواد باز دارنده و سمی در فاضلاب ورودی به حوض هوادهی
- نامتعادل بودن نسبت عناصر اصلی و عناصر جزئی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها در فاضلاب ورودی به حوض هوادهی
- پایین بودن غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی
- تغییرات ناگهانی دبی و بار آلاینده‌های فاضلاب ورودی به حوض هوادهی
- نامناسب بودن سن لجن و نسبت غذا به میکروارگانیسم در حوض هوادهی
- ورود فاضلاب گندیده به حوض هوادهی

- لجن‌گیری ناپیوسته و غیر یکنواخت از حوض هوادهی
- نامناسب بودن رژیم هیدرولیکی حوض هوادهی

وجود هر یک از این عوامل سبب می‌شود که سرعت ته‌نشینی لخته‌های بیولوژیکی در حوض ته‌نشینی ثانویه کاهش یافته و در نتیجه عمل زلال‌سازی فاضلاب تصفیه شده و تغلیظ لجن در این حوض با مشکل مواجه شود. در چنین شرائطی به علت فرار لخته‌های بیولوژیک همراه با فاضلاب تصفیه شده و عدم تغلیظ لجن در زلال‌ساز ثانویه، عملاً تنظیم سن لجن و نسبت غذا به میکروارگانیسم در حد بهینه ناممکن بوده و سیستم تصفیه فاضلاب از کارآئی لازم برخوردار نخواهد بود.

مشخصات لجن تغلیظ شده و فاضلاب تصفیه شده خروجی از هر حوض ته‌نشینی ثانویه باید به طور جداگانه اندازه‌گیری و در فرم‌های شماره پ ـ ۱ـ ۱۱، پ ـ۱ـ۱۲ و پ ـ ۱ـ ۳ وارد شود و محل‌های نمونه‌برداری در شکل پ ـ ٤ـ ۱ با حروف S, N, Q,P,O,F مشخص گردیده است.

۱ـ۶ـ۵ـ۲ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در فرآیند صافی چکه‌ای

در این فرآیند برخلاف فرآیند لجن فعال، جداسازی لخته‌های بیولوژیک عمدتاً به منظور زلال‌سازی فاضلاب تصفیه شده صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، در فرآیند صافی چکه‌ای بازگرداندن لجن غلیظ شده از حوض ته‌نشینی ثانویه به داخل صافی نه تنها بازده کار آن را بالا نمی‌برد بلکه ممکن است باعث گرفتگی خلل و فرج بستر صافی شده و بر کارآئی آن تأثیر منفی داشته باشد.

معمولاً لخته‌های بیولوژیکی که در فرآیند صافی چکه‌ای تشکیل می‌شود از لخته‌های تولید شده در فرآیند لجن فعال سریع‌تر ته‌نشین می‌شود و جداسازی آن از فاضلاب تصفیه شده چندان مشکل نیست.

مشخصات لجن غلیظ شده و فاضلاب تصفیه شده خروجی از هر یک از زلال‌سازهای ثانویه که بعد از صافی چکه‌ای قرار دارد باید به طور جداگانه اندازه‌گیری و در فرم‌های شماره پ ـ ۱ـ ۱۱، پ ـ۱ـ۱۲ و پ ـ ۱ـ٦ وارد شود و محل‌های نمونه‌برداری در شکل پ ـ ٤ـ۲ با حروف S,N,Q,P,O مشخص شده است.

۱ـ۶ـ۵ـ۳ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در فرآیند لاگون هوادهی

لاگـون‌هـای هوادهـی کـه در تصـفیه فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد ممکن است از نوع اخـتلاط کامل و یا اختلاط ناقص باشد. مراجع مختلف برای ایجاد شرائط اختلاط کامل در لاگون هوادهـی ویژگی‌های متفاوتی ذکر کرده‌اند ولی آنچه تقریباً تمام مراجع بر آن اتفاق نظر دارند این اسـت کـه چـون در ایـن فرآیند لجن غلیظ شده از واحد جداسازی لخته‌های بیولوژیک به لاگون هوادهـی منتقل نمی‌شود، بنابراین غلظت مواد معلق مایع مخلوط در لاگون هوادهی بسیار کمتر از حـوض هوادهـی فـرآیند لجـن فعال است و در شرایط یکسان برای اینکه فاضلاب در حد معینی تصـفیه شود باید زمان ماند هیدرولیکی آن در لاگون هوادهی طولانی‌تر از حوض هوادهی فرآیند لجن فعال باشد.

در فـرآیند لاگـون هوادهـی اخـتلاط کامل، باید هوادهی در حدی صورت گیرد که لخته‌های بیولوژیکـی در بسـتر لاگون ته‌نشین نشود. در این فرآیند، برای جداسازی لخته‌های بیولوژیکی از فاضـلاب تصفیه شده از لاگون ته‌نشینی که بعد از لاگون هوادهی قرار دارد، استفاده می‌شود. بهتر اسـت زمـان مانـد هیدرولیکـی در لاگون ته‌نشینی از ۲ روز بیشتر نباشد تا از رشد جلبک در این لاگون جلوگیری شود.

در فـرآیند لاگـون هوادهی اختلاط ناقص (که در صورت بکارگیری بهتر است بعد از لاگون هوادهـی اخـتلاط کامل قرار داشته باشد) بخشی از لخته‌های بیولوژیک و مواد معلق قابل ته‌نشینی فاضـلاب ورودی در بسـتر لاگون هوادهی ته‌نشین می‌شود و مابقی آن باید در لاگون ته‌نشینی که بعد از این لاگون قرار دارد از فاضلاب تصفیه شده جدا شود.

لجـن تـه‌نشین شده در بستر لگاون ته‌نشینی به تدریج تحت شرائط بی‌هوازی تجزیه و تثبیت مـی‌شود. بنابراین حجم لجن باقیمانده در بستر این لاگون چندان زیاد نیست و باید هر از چند ماه یا چند سال یکبار تخلیه شود.

مشخصـات فاضـلاب تصـفیه شده خروجی از لاگون ته‌نشینی و لجن جمع شده در بستر آن باید اندازه‌گیری و در فرم شماره پ ـ ۱ـ۸ وارد شود و محل‌های نمونه‌برداری در شکل پ ـ ٤ـ٤ با حروف S,R مشخص شده است.

۱ـ۶ـ۵ـ۴ـ جداسازی لخته‌های بیولوژیکی در برکه‌های تثبیت

برکه‌های تثبیت فاضلاب ممکن است از نوع بی‌هوازی، اختیاری و یا تکمیلی باشد. در برکه‌های بی‌هوازی تصفیه فاضلاب عمدتاً از طریق ته‌نشینی و تثبیت مواد معلق صورت می‌گیرد. مواد ته‌نشینی شده در بستر این برکه‌ها بتدریج تحت شرائط بی‌هوازی تجزیه و تثبیت می‌شود. حجم لجن باقیمانده در بستر برکه‌های بی‌هوازی چندان زیاد نیست و معمولاً هر چند سال یکبار از این برکه‌ها تخلیه می‌شود. این لجن تقریباً به طور کامل تثبیت شده است و بر اثر دفع آن در محیط زیست و استفاده از آن در اراضی مزروعی بوی نامطبوع تولید نمی‌شود.

در برکه‌های اختیاری و تکمیلی علاوه بر باکتری‌ها، جلبک‌ها نیز فعالیت دارند. جلبک‌ها با انجام عمل فتوسنتز ضمن تصفیه فاضلاب، اکسیژن مورد نیاز باکتری‌های هوازی فعال در این برکه را تأمین می‌کنند. بخشی از باکتری‌ها و جلبک‌های تولید شده در برکه‌های اختیاری و تکمیلی در بستر این برکه‌ها ته‌نشین شده و در شرائط بی‌هوازی بتدریج تجزیه و تثبیت می‌شود ولی مابقی آن در داخل برکه به صورت معلق باقی می‌مانند.

چنانچه از فاضلاب تصفیه شده در برکه‌های تثبیت برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود، جداسازی لخته‌های بیولوژیک از فاضلاب تصفیه شده ضرورتی ندارد ولی چنانچه فاضلاب تصفیه شده به آب‌های پذیرنده تخلیه می‌شود باید لخته‌های بیولوژیک از آن جدا شود.

جداسازی لخته‌های بیولوژیک از فاضلاب تصفیه شده در برکه‌های اختیاری و تکمیلی نسبتاً مشکل است. زیرا این لخته‌ها به طور طبیعی ته‌نشین نمی‌شود. ولی اضافه کردن مواد منعقدکننده (به ویژه آهک) زمینه ته‌نشینی آنرا فراهم می‌سازد. راه دیگر جداسازی لخته‌های بیولوژیک از فاضلاب تصفیه شده در این برکه‌ها، استفاده از بسترهای قلوه سنگی است. با عبور فاضلاب تصفیه شده از بسترهای قلوه سنگی، بخش اعظم لخته‌های بیولوژیک از آن جدا می‌شود.

مشخصات فاضلاب تصفیه شده خروجی از هر یک از برکه‌های تثبیت باید اندازه‌گیری شده و در فرم شماره پ ـ ۱ـ ۷ ذکر شود.

۱ـ۷ـ انواع لجن حاصل از تصفیه فاضلاب

لجن، مواد جامدی است که از واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب با بهره‌گیری از عملیات فیزیکی نظیر ته‌نشینی، شناور سازی یا صاف سازی از فاضلاب جدا می‌شود. در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب سه نوع لجن ممکن است تولید شود:

- لجـن مقدماتـی: لجن مقدماتی مواد معلق قابل ته‌نشینی موجود در فاضلاب خام است که در حوض ته‌نشینی مقدماتی از فاضلاب جدا می‌شود.
- لجـن بیولوژیکـی: لجن بیولوژیکی مواد جامدی است که در مرحله تصفیه بیولوژیکی فاضـلاب تولـید مـی‌شـود. بخـش اعظـم لجن بیولوژیکی از مواد سلولی حاصل از تغییر بیوشـیمیای آلایـنده‌هـای فاضـلاب تشـکیل شده است در فرآیندهای لجن فعال و صافی چکـه‌ای بـه لجـن بیولوژیکی که در حوض‌های زلال‌ساز ثانویه از فاضلاب جدا می‌شود، اصطلاحاً «لجن ثانویه» گفته می‌شود.
- لجـن تکمیلـی: لجن تکمیلی مواد جامدی است که در مرحله تصفیه تکمیلی فاضلاب تصـفیه شده و از فاضلاب جدا می‌شود. امروزه غالب فرآیندهای تصفیه تکمیلی فاضلاب نظیـر زدایـش ترکیبات نیتروژن و فسفر همراه با تصفیه بیولوژیکی صورت می‌گیرد و در تصفیه‌خانه‌های متعارف فاضلاب، لجن تکمیلی تولید نمی‌شود.

۱ـ۸ـ کمیت و کیفیت لجن فاضلاب

کمیت و کیفیت لجن حاصل از تصفیه فاضلاب به عوامل زیر بستگی دارد:

- مشخصات فاضلاب خام
- نوع فرآیند تصفیه فاضلاب
- مبانی طراحی واحدهای تصفیه‌خانه
- شرائط راهبری تصفیه خانه

۱ـ۸ـ۱ـ مشخصات فاضلاب خام

مشخصـات فاضـلاب خـام بـا انجام آزمایش روی نمونه‌های فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه تعیین می‌شود. نمونه‌برداری باید به صورت مرکب و متناسب با مقدار جریان فاضلاب باشد. برای تهیه نمونه مرکب باید حداقل هر ۳ ساعت یک بار همزمان با اندازه‌گیری مقدار جریان از فاضلاب نمـونه‌بـرداری و در یخچـال نگهداری شود. در پایان هر شبانه‌روز، نمونه‌های برداشت شده را به

نسبت مقدار جریان فاضلاب در مواقع نمونه‌برداری با یکدیگر مخلوط می‌کنند تا نمونه مرکب به دست آید.

نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده روی نمونه‌های مرکب فاضلاب باید در فرم‌های شماره پ ـ ۱ـ۱ـ و پ ـ۱ـ۹ ذکر شود. در عملیات راهبری تصفیه‌خانه‌ها فاضلاب بهتر است از «میانگین گذرای هفت روزه»[1] مشخصات فاضلاب به جای مشخصات یک روزه فاضلاب استفاده شود. روش محاسبه میانگین گذرای هفت روزه در پیوست ۲ شرح داده شده است.

۱ـ۸ـ۲ـ نوع فرآیند تصفیه فاضلاب

کمیت و کیفیت لجن حاصل از یک فاضلاب مشخص به نوع فرآیند تصفیه بستگی دارد. مهمترین فرآیندهائی که در حال حاضر برای تصفیه فاضلاب در ایران استفاده می‌شود عبارت است از:

- برکه‌های تثبیت فاضلاب
- لاگون هوادهی
- لجن فعال
- صافی چکه‌ای

۱ـ۸ـ۲ـ۱ـ لجن ایجاد شده در برکه‌های تثبیت و لاگون هوادهی

در برکه‌های تثبیت فاضلاب و لاگون هوادهی که لجن تولید شده برای مدت طولانی در بستر برکه‌ها باقی می‌ماند و توسط میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی تجزیه می‌شود، اولاً مقدار لجن تولید شده نسبتاً کم است (۳۰ الی ۱۰۰ لیتر در سال به ازاء هر نفر) و ثانیاً لجن تخلیه شده نیازی به تغلیظ، تثبیت و گندزدایی ندارد و می‌توان مستقیماً آن را در زمین‌های کشاورزی مصرف کرد و یا با رعایت ضوابط تعیین شده از سوی سازمان محیط زیست نسبت به دفع نهائی آن اقدام نمود.

1-7 day moving average

۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ لجن ایجاد شده در فرآیندهای لجن فعال و صافی چکه‌ای

معمولاً دو نوع لجن در فرآیندهای لجن فعال و صافی چکه‌ای ایجاد می‌شود:

- لجن مقدماتی
- لجن بیولوژیکی (ثانویه)

۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ۱ـ لجن مقدماتی

در تمام فرآیندهای صافی چکه‌ای و لجن فعال (به استثناء فرآیندهای هوادهی ممتد و نهرهای اکسیداسیون) لجن مقدماتی تولید می‌شود.

مقدار لجن مقدماتی به مقدار مواد معلق قابل ته‌نشینی فاضلاب ورودی و بازده حوض ته‌نشینی مقدماتی بستگی دارد. مقدار مواد خشک لجن مقدماتی از حدود ۲ الی ٦ درصد متغیر است. معمولاً این لجن خاکستری رنگ، کمی چسبنده و بدبو می‌باشد و تغلیظ و آبگیری آن در مقایسه با لجن ثانویه آسانتر است. مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی حوض ته‌نشینی مقدماتی باید در فرم شماره پ ـ ۱ـ۲ ذکر شود. این جدول برای هر حوض ته‌نشینی به طور جداگانه تکمیل می‌شود.

در ماردی که لجن مازاد بیولوژیکی از زلال‌سازهای ثانویه به حوض ته‌نشینی مقدماتی منتقل می‌شود، مشخصات لجن خروجی از حوض ته‌نشینی مقدماتی (مخلوط لجن بیولوژیکی و لجن مقدماتی) در فرم شماره پ ـ ۱ـ۱۱ یا پ ـ۱ـ۱۲ ذکر می‌شود.

شایان ذکر است که اگر چه ورود لجن ثانویه به حوض ته‌نشینی مقدماتی ممکن است بازده زدایش مواد معلق و اکسیژن خواهی بیوشیمیایی را افزایش دهد ولی عملیات تغلیظ و آبگیری لجن را سخت‌تر می‌کند و حتی‌المقدور باید لجن ثانویه به طور جداگانه تغلیظ شده و از اختلاط آن‌ها قبل از ورود به هاضم‌های لجن پرهیز شود.

۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ لجن بیولوژیکی (ثانویه)

در تمام فرآیندهای لجن فعال و صافی‌های چکه‌ای، لجن بیولوژیکی تولید می‌شود. لجن بیولوژیکی مازاد از راکتورهای تصفیه فاضلاب (اعم از لجن فعال و یا صافی چکه‌ای) باید به

گـونه‌ای جدا شود که سیستم تصفیه، در شرائط پایدار[1] اداره شود. طبق تعریف شرائط پایدار وقتی بـر سیستم تصفیه فاضلاب حاکم است که تغییرات غلظت سوبستره (اکسیژن خواهی بیوشیمیایی) مصـرف شـده و یا غلظت توده زیستی[2] (لجن بیولوژیکی) تولید شده نسبت به زمان مساوی صفر باشـد. بـه عـبارت دیگـر، اگر در یک تصفیه‌خانه لجن فعال برای چند روز متوالی میانگین روزانه غلظت اکسیژن خواهی بیوشیمیایی در فاضلاب تصفیه شده و یا میانگین روزانه غلظت مواد معلق مایـع مخلـوط در حـوض هوادهی تقریباً ثابت و یکنواخت باشد، آن تصفیه‌خانه در شرائط پایدار قرار دارد.

بـرای ایجـاد شرائط پایدار در یک سیستم تصفیه فاضلاب، دبی جرمی[3] لجن بیولوژیکی مازاد گرفته شده از سیستم باید به گونه‌ای تنظیم شود که پارامترهای اصلی در راهبری تصفیه‌خانه (نظیر سـن لجـن[4] و نسـبت غـذا بـه میکروارگانیسم[5]) به مقدار پیش‌بینی شده توسط طراح تصفیه‌خانه، تنظیم شود. برای نیل به این هدف باید:

- لجن مازاد بیولوژیکی از سیستم تصفیه فاضلاب به صورت پیوسته گرفته شود.
- لجن مازاد بیولوژیکی با دبی جرمی یکنواخت از سیستم تصفیه فاضلاب جدا شود.

معمولاً لجن بیولوژیکی مازاد با دبی ثابت از سیستم تصفیه جدا می‌شود اما از آنجائی که طبق تعـریف، دبـی جرمـی لجن بیولوژیکی مازاد مساوی حاصل ضرب دبی لجن مازاد در غلظت مواد معلـق آن مـی‌باشد، بنابراین، وقتی دبی جرمی لجن بیولوژیکی مازاد لایتغیر خواهد بود که غلظت مـواد معلـق آن، نیـز تغییـر نکـند. این در حالی است که غلظت مواد خشک در لجن بازگشتی از حـوض تـه‌نشـینی ثانویه دائماً در حال تغییر است. لذا توصیه می‌شود که لجن مازاد بیولوژیکی به جـای خط بازگشت لجن، از جریان ورودی به حوض ته‌نشینی ثانویه گرفته شود. اگر چه با انجام ایـن عمـل، دبـی لجن مازاد بیولوژیکی شدیداً افزایش خواهد یافت، ولی سیستم تصفیه فاضلاب بسیار دقیق‌تر، اداره خواهد شد.

دستورالعمل نحوه محاسبه مقدار دبی جرمی لجن بیولوژیکی مازاد که باید یک سیستم تصفیه فاضلاب گرفته شود تا شرایط پایدار در آن بوجود آید، در پیوست ۲ این گزارش ارائه شده است.

1- steady state
2- biomass
3- massflow rate
4- sludge age
5- food to microorganisms ratio

معمولاً غلظت مواد خشک در لجن ثانویه از لجن مقدماتی کمتر است و مواد معلق لجن بیولوژیکی تولید شده در صافی‌های چکه‌ای بهتر از مواد معلق موجود در لجن بیولوژیکی فرآیندهای لجن فعال ته‌نشین می‌شود. حدود ۸۰ درصد مواد خشک لجن بیولوژیکی از مواد آلی تشکیل شده است. بخش آلی مواد خشک لجن بیولوژیکی از اجزاء زیر تشکیل شده است:

- توده میکروارگانیسم‌های فعال (میکروارگانیسم‌هائی که توان تولید مثل دارند[1])
- توده میکروارگانیسم‌های غیرفعال (میکروارگانیسم‌هائی که توان تولید مثل ندارند[2])
- بخش غیرقابل تجزیه بیولوژیک بدن میکروارگانیسم‌های تلف شده[3]
- مواد آلی غیرقابل تجزیه بیولوژیک ورودی به سیستم تصفیه[4]

از آنجائی که فقط میکروارگانیسم‌های فعال در تصفیه فاضلاب نقش دارند. راهبری سیستم تصفیه باید طوری انجام شود که حتی‌المقدور میکروارگانیسم‌های فعال بخش بیشتری از مواد آلی فوق‌الذکر را تشکیل دهند. این عمل با تنظیم دقیق سن لجن و نسبت غذا به میکروارگانیسم مناسب میسر می‌باشد.

مشخصات لجن بیولوژیکی مازاد با ذکر سن لجن‌گیری از سیستم تصفیه باید در فرم شماره پ ـ ۱ـ۱۱ و پ ـ۱ـ۱۲ وارد شود.

۱ـ۸ـ۳ـ مبانی طراحی واحدهای تصفیه‌خانه

مبانی طراحی واحدهای تصفیه‌خانه بر کمیت و کیفیت لجن حاصل از تصفیه فاضلاب تأثیر دارد.

در برکه‌های تثبیت فاضلاب و لاگون‌های هوادهی هر چه زمان ماند لجن در کف برکه‌ها طولانی‌تر باشد، تغلیظ، تثبیت و گندزدایی آن بهتر انجام خواهد شد.

در فرآیندهای لجن فعال و صافی‌های چکه‌ایی نیز بازده حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی و ثانویه به نحوه طراحی و راهبری این واحدها بستگی دارد. طراحی حوض‌های ته‌نشینی باید به گونه‌ای انجام شود که فرصت کافی برای ته‌نشینی مواد معلق قابل ته‌نشینی وجود داشته باشد. سرعت جمع‌آوری و تخلیه لجن از کف حوض‌های ته‌نشینی باید به اندازه‌ای تنظیم شود که از

1- viable microorganisms
2- non-viable microorganisms
3- endogenous residuals
4- inert soilds

تجـزیه لجـن تـه‌نشـین شـده کـه مـوجب تولید بیوگاز و در نتیجه شناور شدن لجن خواهد شد، جلوگیری شود.

۱ـ۸ـ۴ـ شرایط راهبری تصفیه‌خانه

دمـا و pH از عـوامل اصـلی موثـر بـر کمـیت لجـن تولید شده در برکه‌های تثبیت و لاگون هوادهی است. وجود مواد بازدارنده، مواد سمی و مواد خطرزا در فاضلاب ورودی علاوه بر ایجاد اخـتلال در فـرآیندهای بیولوژیکـی تصـفیه فاضـلاب و تثبـیت لجـن، باعث ایجاد محدودیت در مصرف و یا دفع لجن نیز خواهد شد.

در فـرآیندهای لجـن فعـال مهمترین عوامل راهبری که بر کمیت و کیفیت لجن تأثیر مستقیم داشته و معمولاً برای تعیین دبی جرمی لجن بیولوژیکی از آن استفاده می‌شود عبارت است از:

- سن لجن (میانگین زمان ماند لجن)[1]
- نسبت غذا به میکروارگانیسم[2]
- غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی[3]

شرح و روش محاسبه پارامترهای فوق در پیوست ۲ ارائه شده است.

۱ـ۸ـ۵ـ تصفیه لجن

تصـفیه لجـن عـبارت از مجمـوعه عملیات و فرآیندهائی است که با انجام آن کیفیت لجن با استانداردهای مربوط به مصرف یا دفع لجن در محیط زیست تطبیق پیدا می‌کند. درجه تصفیه لجن بـه مشخصـات کمـی و کیفـی لجـن و استانداردهای مربوط به نحوه مصرف یا دفع آن در محیط زیست بستگی دارد.

عملیات فرآیندهائی که در تصفیه لجن ممکن است مورد استفاده قرار گیرد عبارت است از:

- آمایش لجن[4]
- تغلیظ لجن[5]

1- sludge age (mean solids retention time, MSRT)
2- food to microorganisms ratio
3- mixed liquor suspended solids (MLSS)
4- sludge conditining
5- sludge thickening

- تثبیت لجن[1]
- آبگیری لجن[2]
- گندزدائی لجن[3]

۱ـ۸ـ۵ـ۱ـ آمایش لجن

آمـایش عبارت از مجموعه عملیات و فرآیندهائی است که به منظور جدا شدن آسان‌تر آب از لجـن قـبل از عملـیات تغلـیظ یـا آبگیـری صـورت مـی‌گیرد. آمایش لجن ممکن است به روش شیمیایی، حرارتی، پرتوتابی و یا انجماد باشد.

۱ـ۸ـ۵ـ۲ـ تغلیظ لجن

تغلـیظ عـبارت از مجمـوعه عملیاتـی اسـت که به منظور کاهش حجم لجن قبل از تثبیت آن انجام می شود. تغلیظ لجن ممکن است به روش ثقلی، شناور سازی و یا مکانیکی صورت پذیرد.

۱ـ۸ـ۵ـ۳ـ تثبیت لجن

تثبیت عبارت از مجموعه عملیات و فرآیندهائی است که به منظور کاهش ظرفیت تولید بو و فسادپذیری لجن قبل از آبگیری یا مصرف و دفع لجن در محیط زیست انجام می‌شود. تثبیت لجن ممکـن اسـت بـه روش بیوشـیمیایی (هضـم هـوازی، هضـم بـی‌هـوازی، کمپوسـت)، شـیمیایی (آهک‌سازی، اکسیداسیون با کلر) و فیزیکی (گرمادهی ، گرمادهی تحت فشار) انجام شود.

۱ـ۸ـ۵ـ۴ـ آبگیری لجن

آبگیـری عـبارت اسـت از مجمـوعه عملیاتـی است که به منظور کاهش حجم و تغییر شکل فیزیکـی لجـن قبل از مصرف یا دفع آن در محیط زیست صورت می‌گیرد. آبگیری از لجن ممکن است با استفاده از بسترهای خشک‌کننده، لاگون و یا وسائل مکانیکی (دستگاه گریز از مرکز، فیلتر خلاء، فیلتر تسمه‌ای و فیلتر فشاری) انجام شود.

1- sludge stabilizatin (digestion)
2- sludge dewatering
3- sludge disinfection

۱ـ۸ـ۵ـ۵ـ گندزدائی لجن

گندزدائی لجن عبارت است از مجموعه عملیات و فرآیندهائی است که به منظور نابودی میکرب‌های بیماری‌زاد و نابارور سازی تخم انگل‌ها قبل از مصرف یا دفع لجن در محیط زیست انجام می‌شود. گندزدائی ممکن است به روش نگهداری دراز مدت، پاستوریزه کردن، پرتوتابی، آهک زنی و تثبیت هوازی در شرائط ترموفیلیک صورت گیرد.

مشخصات عملیات و فرآیندهای تصفیه لجن باید به طور جداگانه در فرم‌های شماره پ‌ـ۱ـ ۱۱، پ‌ـ۱ـ۱۲ و پ‌ـ۱ـ۱۳ ذکر شود و محل‌های نمونه‌برداری در شکل پ‌ـ٤ـ۱ و پ‌ـ٤ـ۲ با حروف Q,V,T مشخص شده است.

۲ـ ثبت اطلاعات بهره‌برداری

ثبت مداوم و منظم اطلاعات مربوط به عملیات بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به دلایل ذیل اهمیت ویژه‌ای کسب می‌کند:

- موجب تسهیل در کاربری تأسیسات تصفیه شده و به مدیریت بهره‌برداری مساعدت می‌نماید.
- برای تنظیم، تصحیح و تغییر عملیات تصفیه در راستای کنترل عملیات کاربرد دارد.
- بمنظور حصول اطمینان از برداشت‌های عینی و تأیید و یا رد این برداشت‌ها بکار گرفته می‌شود.
- یکی از پایه‌های تصمیم‌گیری برای هر گونه تغییر، توسعه و یا نوسازی تأسیسات تصفیه می‌باشد.
- در دعاوی حقوقی مربوط به سیستم جمع‌آوری، تصفیه و دفع فاضلاب بعنوان اسناد مثبته قابل استفاده است.

در بخش‌هایی که در پی خواهد آمد، ابتدا نوع ثبت داده‌هایی که در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب معمول است شرح داده شده سپس کاربری و ارزش ثبت داده‌ها بررسی گردیده و در انتها چرخش اطلاعات جمع‌آوری شده و نحوه استفاده از آن‌ها در مدیریت بهره‌برداری شرح داده شده است.

۲ـ۱ـ ثبت داده‌های ویژه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

اصولاً در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به ثبت داده‌های ذیل نیاز می‌باشد:

- ثبت داده‌های ساختمانی و تأسیساتی
- ثبت داده‌های بهره‌برداری

ثـبت داده‌هـای ساختمانی و تأسیساتی به ساختمان و تأسیسات تصفیه‌خانه مربوط می‌شود و عمدتاً عبارتند از:

- گزارش‌های مهندس و یا مهندسین مشاور طرح
- پلان و مشخصات عمومی و خصوصی کلیه واحدها
- نقشه‌های ساختمانی[1] و مشخصات مربوطه
- نقشه‌ها و دفاتر ویژه راه‌اندازی، کاربری و تعمیرات کلیه دستگاه‌ها
- پلان و جرئیات کلیه سیستم‌های لوله‌کشی، سیم‌کشی و سیستم کنترل
- پروفیل‌های هیدرولیکی با ذکر دقیق رقوم کلیدی در کلیه بخش‌ها
- ثـبت داده‌هـا از کلیه دستگاه‌ها شامل نام سازنده، شماره هویت، ظرفیت، تاریخ خرید، تاریخ نصب
- ثبت داده‌ها از کلیه صنایع تخلیه‌کننده فاضلاب صنعتی به سیستم جمع‌آوری شامل نوع فاضـلاب، حجـم، زمان و ساعات تخلیه، کیفیت فیزیکی و شیمیایی فاضلاب و هر گونه کنترل اعمال شده بر فاضلاب توسط صاحب صنعت، قبل از تخلیه

این ثبت داده‌ها در محل ویژه‌ای تحت نظر سرپرست تصفیه‌خانه نگهداری می‌شود و بصورت نظم یافته‌ای در موارد ضروری مورد استفاده واقع می‌گردد.

ثـبت داده‌هـای بهـره‌برداری حاوی کلیه اطلاعاتی می‌باشد که برای ارزیابی عملکرد وضعیت بخـش معینـی و بـرای منظور مشخصی از واحدهای دخیل در عملیات تصفیه برداشت می‌نمود و جمـع‌آوری اطلاعـات از عملیات تصفیه صرفاً بایستی برای رفع دشواری‌های قابل پیش‌بینی انجام گـردد چرا که جمع‌آوری اطلاعات بمنظور اقدامی اداری حاصلی جز اتلاف وقت نخواهد داشت.

1- as built

ثبت داده‌های ناقص از عملیات بهره‌برداری به بهانه کمی نیروی انسانی نیز از دشواری‌های مدیریت بهره‌برداری است و جایی برای مدیریت صحیح بهره‌برداری ندارد. ثبت داده‌های بهره‌برداری به دو گروه ذیل قابل تقسیم‌اند:

- ثبت داده‌های کنترل آزمایشگاهی فرآیندها
- ثبت داده‌های تعمیرات و حوادث

در بخش‌های بعدی چگونگی تهیه و کاربری ثبت داده‌های بهره‌برداری شرح داده شده است.

۲ـ۱ـ۱ـ ثبت داده‌های کنترل آزمایشگاهی فرآیندها و امور تعمیراتی

ثبت داده‌های کنترل آزمایشگاهی فرآیندها به دو دسته متمایز ذیل قابل تقسیم هستند:

- فرم‌های کنترل آزمایشگاهی روزانه
- فرم‌های کنترل آزمایشگاهی هفتگی

این فرم‌ها پس از برداشت‌های عینی و انجام عملیات آزمایشگاهی تکمیل شده و هر یک دارای ویژگی‌های خاص و کاربرد معینی می‌باشند.

۲ـ۱ـ۱ـ۱ـ فرم‌های کنترل آزمایشگاهی و امور تعمیراتی

فرم‌های کنترل آزمایشگاهی روزانه، پس از برداشت عینی، نمونه‌برداری، آنالیز فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی نمونه‌ها بر حسب مورد، انجام محاسبات ضروری و بالاخره بررسی و کنترل‌های لازم، تکمیل می‌گردد. راهنمایی‌ها و دستورالعمل‌های دیگر بخش‌های این گزارش در تکمیل این فرم‌ها بطریق ذیل کار خواهد آمد:

- اطلاعات کلی در خصوص نمونه‌برداری، تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی و بالاخره محاسبات ضروری در بخش ۱ ارائه شده است.
- شرح مختصری از فرآیندها و واحدهای دخیل در عملیات تصفیه فاضلاب رایج در تصفیه‌خانه‌های کشور در بخش‌های ۱ـ۲ تا ۱ـ۸ گزارش حاضر دیده می‌شود. اطلاعات مذکور به این بخش‌ها جایگاه هر یک از واحدها را در کل عملیات تصفیه مشخص نموده و راهنمای مناسبی برای نمونه‌برداران در راستای شناخت و اهمیت نمونه‌برداری است.

شـایان ذکـر اسـت لازمـه بهره‌برداری صحیح، استفاده از نیروی انسانی آگاه به وظایف و مسئولیت‌های خویش است که در جای خود اطلاعات پایه مشخصی را می‌طلبد

چـرخش و بایگانـی ایـن فـرم‌هـا بـا تـوجه بـه سـاختار اداری و تشـکیلاتی بهـره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در بخش ۲ـ۱ـ۲ گزارش حاضر دیده می‌شود.

فرم‌های کنترل آزمایشگاهی روزانه عبارتند از:

الف ـ گزارش روزانه مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه (فرم شماره پـ۱ـ۹ و فرم شماره پ ـ ۱ـ۱)

در ایـن فـرم مقـدار جـریان ورودی، ویژگـی‌هـای فیزیکـی، شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب ورودی و خروجـی دیـده می‌شود. این فرم گویای تغییرات پارامترهای دخیل در فاضلاب ورودی است و همچنین نشان دهنده هر گونه تخلیه و یا ورود فاضلاب‌ها و یا مواد زائد جامد یا غیرمجاز بـه سیستم جمع‌آوری است. کیفیت فاضلاب خروجی در این فرم، راندمان کلی عملیات تصفیه را نشان می‌دهد.

بـ گزارش روزانه اطلاعات تصفیه اولیه (فرم شماره پـ۱ـ۲)

کلـیه اطلاعات مورد نیاز و مربوط به واحدهای متشکله تصفیه اولیه شامل آشغالگیر، دانه‌گیر، تـه‌نشـینی اولـیه در ایـن فـرم لحاظ شده است. این فرم به تنهایی برای تصفیه خانه‌های فاضلاب دارای منحصـراً تصفیه مقدماتی نیز کاربرد داشته ضمن اینکه نشان دهنده عملکرد تصفیه مقدماتی در تصفیه‌خانه‌های دارای مرحله ثانوی نیز هست.

جـ گزارش روزانه صافی چکنده (فرم شماره پـ۱ـ۶)

اطلاعـات مـورد نـیاز بـرای ارزیابی عملکرد صافی چکنده، ته‌نشینی ثانوی همراه با صافی و همچنین واحد کلرزنی پس از ته‌نشینی ثانوی در این فرم گنجانده شده است. استفاده از صافی‌های چکنده همراه با برگشت فاضلاب نیز هست که ویژگی‌های آن نیز در این فرم دیده می‌شود.

دـ گزارش روزانه لجن فعال (فرم شماره پـ۱ـ۳)

در ایـن فـرم اطلاعـات مـربوط به بخش هوادهی، واحد ته‌نشینی که در واقع ته‌نشینی ثانوی است و همچنین واحد کلرزنی پس از ته‌نشینی ثانویه دیده می‌شود.

هـ ـ گزارش هفتگی اطلاعات لجن تصفیه‌خانه (فرم شماره پ‌ـ۱ـ۱۲ و فرم شماره پ‌ـ۱ـ۱۱)

ایـن فـرم حـاوی اطلاعـات مربوط به لجن مقدماتی، لجن مازاد بیولوژیکی، لجن غلیظ شده مقدماتی، لجن غلیظ شده بیولوژیکی و بالاخره برخی ترکیبات بازدارنده و سمی در لجن می‌باشد. این فرم با استفاده از نمونه‌برداری هفتگی تکمیل می‌گردد.

و ـ گزارش هفتگی اطلاعات هاضم هوازی (فرم شماره پ‌ـ۱ـ۱۱)

اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی واحدهای هاضم هوازی لجن در این فرم دیده می‌شود. ابتدا پارامتـرهای مـربوط بـه لجن خام ارائه شده و سپس ویژگی‌های لجن در حال هضم و لجن هضم شـده نشـان داده شده است. در انتها مشخصات سرباره دیده می‌شود. این فرم نیز بصورت هفتگی تکمیل می‌گردد.

ز ـ گزارش هفتگی اطلاعات هاضم بی‌هوازی (فرم شماره پ‌ـ۱ـ۱۲)

در این فرم ابتدا مشخصات لجن غلیظ شده ورودی دیده می‌شود، سپس ویژگی‌های سرباره و بالاخـره لجن خروجی ارائه گردیده است. مشخصات دما، میزان گاز تولید شده و مصرف شده نیز لحاظ شده است. این فرم هفته‌ای یک بار تکمیل می‌شود.

ح ـ گزارش هفتگی آبگیری مکانیکی لجن (فرم شماره پ‌ـ۱ـ۱۳)

در این فرم مشخصات لجن ورودی در ابتدا نشان داده شده، سپس اطلاعات به عملیات انعقاد ارائـه شـده و بعداً ویگی‌های پساب لجن آبگیری شده و لجن آبگیری نشده در پی آمده است. در انتها دو ستون به ویژگی‌های برخی از پارامترهای خاص مانند فلزات سنگین و یا سموم تخصیص داده شـده کـه در صـورت لزوم می‌توان از آن ستون‌ها استفاده نمود. این فرم نیز از جمله فرم‌های هفتگی است.

ط ـ گزارش هفتگی بسترهای لجن خشک کن (فرم شماره پ‌ـ۱ـ۱۳)

اطلاعات لجن ورودی در ابتدا قید شده و سپس ویژگی‌های لجن آبگیری شده دیده می‌شود. مشخصـات لایـه لجن و همچنین مشخصات زه آب نیز ارائه شده است. این فرم بصورت هفتگی تکمیل می‌شود.

ی- گزارش روزانه برکه تثبیت (فرم شماره پ-۱-۷)

با توجه به اینکه سیستم برکه‌های تثبیت معمولاً از چند برکه تشکیل شده بنابراین برای هر یک از برکه‌ها می‌توان از این فرم استفاده نمود. در این فرم مشخصات فاضلاب خروجی و ویژگی‌های واحد کلرزنی نیز دیده می‌شود. این فرم روزانه تکمیل می‌شود.

ک- گزارش روزانه لاگون هوادهی (فرم شماره پ-۱-۸)

لاگون‌های هوادهی ممکن است به تعداد در عملیات تصفیه فاضلاب به کار گرفته شوند. برای هر یک از لاگون‌های یک برگ از این فرم کاربرد خواهد داشت. مشخصات برکه‌های ته‌نشینی نیز در این فرم ارائه شده است. مشخصات فاضلاب خروجی و ویژگی‌های واحد کلرزنی نیز در این فرم لحاظ گردیده است.

ل- گزارش روزانه ویژه کیفیت کل (فرم شماره پ - ۱-۱۰)

این فرم حاوی اطلاعات خلاصه‌ای است که عملکرد واحد تصفیه را به طور کلی نشان میدهد. در این فرم کیفیت فاضلاب ورودی، کیفیت فاضلاب خروجی، میزان لجن خشک تولید شده و همچنین میزان عبور فاضلاب خام از کنار گذر منعکس شده است. این فرم نیز به صورت روزانه لازم است تکمیل گردد.

م- گزارش روزانه کیفیت زیستی لجن حوض هوادهی (فرم شماره پ - ۱-۴)

ترکیب میکروارگانیسم‌های موجود و مشخصات لجن فعال در این فرم نشان داده شده است. این ترکیب و مشخصات نشان دهنده میزان رشد و کیفیت لجن فعال است. این فرم به صورت روزانه لازم است تکمیل شود.

ن- گزارش روزانه عوامل محاسباتی حوض هوادهی (فرم شماره پ-۱-۵)

شاخص‌های با اهمیت در ارزیابی عملکرد حوض هوادهی در این فرم دیده می‌شود. شاخص‌های مزبور ملاک عملکرد مطلوب لجن می‌باشد. این فرم به صورت روزانه تکمیل می‌گردد.

از آنجایی که خاصیت ته‌نشینی لخته بیولوژیکی را می‌توان از طریق نوع میکروارگانیسم غالب در حوض‌های هوادهی مشخص نمود در این فرم نوع میکروارگانیسم‌های غالب حوض هوادهی مشخص شده است که با مقایسه این نتایج با شکل پ-٤-٥ در پیوست ٤ می‌توان خاصیت ته‌نشینی لجن را مشخص کرد و در صورت نیاز با متناسب‌سازی نسبت $\frac{F}{M}$ یا سن لجن خاصیت ته‌نشینی لجن را بهبود بخشید. در ستون دیگری از این فرم باکتری‌های رشته‌ای غالب به ترتیب اهمیت ذکر می‌شوند، غالب شدن باکتری‌های رشته‌ای باعث می‌شود که سرعت ته‌نشینی لخته‌های بیولوژیکی کاهش یافته و پدیده حجیم شدن لجن (بالکینگ) در حوض ته‌نشینی ثانویه را ایجاد نماید.

ص- دستور کار برای امور تعمیراتی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (فرم شماره پ-۱-۱۴)

به منظور مستند نمودن تعمیرات انجام شده روی تأسیسات و سازه‌های تصفیه‌خانه فاضلاب از یک سو و تسهیل در امر انجام تعمیرات و تبادل اطلاعات بین تعمیر کار و بهره‌بردار از سوی دیگر فرم دستور کال تعمیرات بایستی قبل از انجام هر کار تعمیراتی توسط مسئول بهره‌برداری و مسئول تعمیرگاه تنظیم گردد. این فرم پس از تأیید مسئولین بهره‌برداری و تعمیرگاه به تعمیر کار مربوطه جهت اجرای کار ارجاع خواهد شد.

۲-۱-۲- روش چرخش و بایگانی فرم‌ها

همانطور که در بخش ۱ "نمونه‌برداری و کنترل آزمایشگاهی" شرح داده شد، نمونه‌برداری‌های لازم طبق موازین مشروحه در آن بخش توسط اپراتورها در هر نوبت کاری انجام می‌گردد. نمونه‌های مزبور به آزمایشگاه برای تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی سپرده می‌شود و نتایج آزمایشات در دفترچه‌های ویژه[1] منعکس شده و سپس این نتایج در فرم‌های ویژه مربوط به خود ثبت می‌گردد. پس از تکمیل فرم‌ها، لازم است هر یک از آن‌ها توسط مسئول آزمایشگاه بصورت نهایی بررسی شده و پس از حصول اطمینان از صحت تجزیه و تحلیل‌ها، توسط وی به رسم تأیید امضاء گردد. فرم‌های امضاء شده آماده برای ارسال به دفتر ریاست تصفیه‌خانه است.

رئیس تصفیه‌خانه پس از بررسی فرم‌ها، گزارش‌های ماهانه تصفیه‌خانه را براساس اطلاعات منعکس شده در فرم‌ها تنظیم می‌کند و برای مدیر امور دفع و تصفیه ارسال می‌نماید.

1- log book

بدیهی است آزمایشگاه، دفتر ریاست تصفیه‌خانه و بالاخره مدیریت امور دفع و تصفیه هر یک دارای بایگانی ویژه خود برای بایگانی کلیه فرم‌ها و مکاتبات و اسناد مربوطه می‌باشند.

۲ـ۲ـ ارتباط اطلاعات جمع‌آوری شده و بهره‌برداری

اصولاً حاصل اندازه‌گیری‌های متعدد در بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه فاضلاب تعیین کننده وضعیت عملکرد تصفیه‌خانه می‌باشد. این اطلاعات نه تنها به بهره‌برداران عملکرد کلی تصفیه‌خانه را نشان خواهد داد بلکه نحوه کارکرد هر یک از قسمت‌ها را نیز عیان می‌نماید. در نهایت حاصل بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق تجزیه و تحلیل ارقام و اعدام منعکس شده در فرم‌ها به ارزیابی کلی عملیات تصفیه و تأثیر آن بر آب‌های پذیرنده و با استفاده مجدد از فاضلاب می‌انجامد.

نکات عمده‌ای که لازم است در ارتباط با اطلاعات جمع‌آوری شده و بهره‌برداری پیوسته ملحوظ داشت در بخش‌های ذیل شرح داده شده است. این نکات بویژه در مدیریت بهره‌برداری نقش عمده‌ای را به عهده دارند.

۲ـ۲ـ۱ـ حدود متعارف نتایج

تجزیه و تحلیل نتایج آمار گردآوری شده از طریق فرم‌ها، مستلزم داشتن شناخت کافی از حدود طبیعی پارامترهای اندازه‌گیری شده است. نه تنها شناخت این پارامترها در این تجزیه و تحلیل اهمیت داشته بلکه اطلاع کافی از عواملی که موجب تغییر در این پارامترها می‌شوند نیز دارای اهمیت ویژه‌ای است. در این میان مشخصات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب شهری و همچنین بر حسب مورد، فاضلاب‌های صنعتی که تشکیل دهندگان فاضلاب خام‌اند بویژه اهمیت خواهد داشت چرا که هر گونه تغییر در عوامل متشکله ممکن است منشأ تغییرات متعدد در عملیات تصفیه باشد.

۲ـ۲ـ۲ـ عدول از حدود متعارف

چنانچه در بررسی فرم‌ها برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده از حدود طبیعی و یا مورد انتظار خارج باشند، لازم است علل عدول از حدود متعارف را در واحد یا واحدهای مربوطه جستجو نمود و به منظور وصول به حدود طبیعی، تغییرات معینی را در بهره‌برداری از آینده و یا

فـرآیندها اعمـال کـرد. در ارزیابی این تغییرات در پارامترهای مورد نظر، لازم است به نکات ذیل توجه کرد:

- از صـحت روش نمـونه‌بـرداری و همچنین محل صحیح نمونه‌برداری اطمینان حاصل نمود.
- روش تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی را به منظور بازرسی و حصول اطمینان از اقدامات آزمایشگاهی بررسی نمود.
- ماهـیت عـدول از حدود متعارف را با در نظر گرفتن غیر منظم، دائمی و یا بازگشتی[1] بودن تغییرات ارزیابی کرد.
- در ارزیابـی تغییـرات در پارامتـرها، همـواره ارتباط برخی از پارامترها را در عملیات تصفیه باید در نظر داشت.

۳ـ گزارش‌های رئیس تصفیه‌خانه فاضلاب

گـزارش‌های رئیس هر تصفیه‌خانه فاضلاب به مدیر امور دفع و تصفیه فاضلاب به دلیل ارائه اطلاعـات تصـفیه‌خانـه فاضـلاب از یـک سو و کنترل عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب و جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز راهبری و توسعه از سوی دیگر از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بایستی این گزارش‌ها بطور مرتب و برای بررسی به مدیر امور دفع و تصفیه فاضلاب تسلیم شوند.

ایـن گـزارش‌هـا کـه چکـیده‌ای از گزارش‌های واصله از بخش‌های زیر مجموعه تصفیه‌خانه می‌باشد عبارت است از:

- گزارش‌های ماهیانه
- گزارش‌های فصلی
- گزارش‌های سالیانه

که شرح هر یک از گزارش‌ها در بخش‌های ذیل آمده است.

1- cyclic

۳ـ۱ـ گزارش‌های ماهیانه

گـزارش‌هـای ماهـیانه گزارش‌هایی است که در پایان هر ماه با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شـده توسـط فرم‌های روزانه و هفتگی تنظیم گردیده است. این گزارش‌ها با توجه به نیاز مدیریت امور دفع و تصفیه توسط رئیس تصفیه‌خانه تنظیم می‌شود. نمونه‌هایی از اطلاعات قابل انعکاس در این گزارش‌ها به شرح زیر می‌باشند:

- گزارش مشخصات کمی و کیفی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه.
- گزارش بررسی علل شوک‌های وارده به تصفیه‌خانه.
- گزارش حوادث پیش‌بینی نشده با ذکر علل آن.
- گـزارش مشخصـات کمـی (خاص برکه‌های تثبیت فاضلاب) و کیفی فاضلاب تصفیه شده خروجی.
- گـزارش درآمـدهای وصولی ماهیانه تصفیه‌خانه از فروش فاضلاب تصفیه شده، لجن تصفیه شده، خدمات آزمایشگاهی و غیره.

۳ـ۲ـ گزارش‌های فصلی

نظـر بـه ایـنکه نـتایج نظـرات مدیـریت امـور دفـع و تصفیه فاضلاب در خصوص عملکرد تصـفیه‌خانـه لازم است در مقاطع زمانی معینی در طول سال بررسی و ارزیابی گردد، بنابراین لازم اسـت در پایـان هـر فصـل گزارش‌های مدونی از اقداماتی که در طول هر فصل در راستای بهبود وضـع انجـام گـردیده و بر پایه اطلاعات موجود تنظیم شود. این گزارش‌ها اصطلاحاً گزارش‌های فصـلی نامـیده مـی‌شـوند و نمـونه‌هایـی از اطلاعات قابل انعکاس در این گزارش‌ها به شرح زیر می‌باشند:

- گـزارش وضـعیت عمومـی تصـفیه‌خانـه از نظـر کارآیـی و فیزیکـی شـامل وضعیت تأسیسات الکترومکانیکی، سازه‌های ساختمانی و دیگر تجهیزات و تأسیسات.
- گزارش مشخصات کمی و کیفی لجن تصفیه شده خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب.
- گـزارش خـدمات متفـرقه انجام شده نظیر خدمات آزمایشگاهی برای سایر بخش‌های خصوصی و دولتی و اعلام میزان درآمد حاصله از این راه.

۳ـ۳ـ گزارش‌های سالیانه

گـزارش‌هـای سـالیانه در برگیـرنده خلاصـه کلـیه اقـدامات انجام شده در طول سال بوده و مـنعکس کنـنده نحـوه راهبری تصفیه‌خانه در طول سال می‌باشد. در این گزارش بویژه لازم است مسـائلی کـه در طول سال مطرح بوده است، بوضوح مشخص شوند. نمونه‌هایی از اطلاعات قابل انعکاس در این گزارش‌ها به شرح زیر می‌باشند:

- گزارش انجام تعمیرات عمومی از پیش برنامه‌ریزی شده.
- گزارش بازدیدهای انجام شده از تصفیه‌خانه با ذکر چکیده اظهارنظرهای مفید.
- گـزارش بررسـی و تجـزیه و تحلـیل کارآیـی سیسـتم بـا تـوجه بـه اوضاع و احوال جغرافیایی منطقه محل تصفیه‌خانه و اعلام ثبت داده‌هایی برای طراحی‌های آینده.
- گـزارش بررسـی‌های انجام شده جهت تطبیق عملکرد طرح اجراء شده جهت کاهش این قیمت با استفاده بهتر از تأسیسات احداث گردیده.
- گـزارش مقـدار لوازم یدکی مصرف شده در راهبری تصفیه‌خانه و تعیین سهم قطعات یدکی مصرفی و تعمیرات انجام شده در قیمت تصفیه یک مترمکعب فاضلاب.
- بررسی گزارشات میزان استهلاک واقعی تأسیسات تصفیه‌خانه فاضلاب.
- گزارش نیازهای آتی تصفیه‌خانه از نظر مالی، تجهیزاتی، قطعاتی، توسعه و غیره.
- گـزارش میـزان برق و مواد شیمیایی مصرفی در تصفیه‌خانه بازاء تصفیه هر مترمکعب فاضلاب تا حد استاندارد.
- تهیه و گزارش بودجه سالیانه مورد نیاز راهبری تصفیه‌خانه فاضلاب.

۴ـ کنترل بهره‌وری

کنترل بهره‌وری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب علی‌القاعده در دو بخش کنترل بهره‌برداری و تسهیل مدیریت کلان انجام می‌پذیرند.

۴ـ۱ـ کنترل بهره‌برداری

در بخش کنترل بهره‌برداری رئیس تصفیه‌خانه با مطالعه گزارش‌های روزانه و هفتگی ارائه شده به وی بایستی نقاط ضعف تصفیه‌خانه را شناسایی و پیشنهادهای اصلاحی جهت افزایش بهره‌وری سیستم را ارائه بنماید.

۴ـ۲ـ تسهیل مدیریت کلان

در بخش تسهیل مدیریت کلان اطلاعات لازم جهت مدیریت‌های بالا تهیه تا آن‌ها بتوانند با استفاده از تجارب بدست آمده اطلاعات لازم را در اختیار علاقمندان قرار دهند. در زمینه بهره‌برداری از تأسیسات تصفیه فاضلاب لازم است اطلاعات مربوط از طریق ساختار اداری کنترل عملیات تصفیه به مدیریت کلان انتقال داده شود. معمولاً این انتقال به سبب عدم وجود وسائل کافی انتقال اطلاعاتی مانند گزارش‌ها و فرم‌ها و همچنین عدم وجود زبان مشترک بدرستی انجام نمی‌گردد. بنابراین لازم است گزارش‌ها، فرم‌ها، جلسات و یا اهرم‌های موجود جهت انتقال صحیح اطلاعات به مدیریت کلان بکار گرفته شده و در صورت امکان، ارتباط ساختاری مناسبی بین مدیریت کلان و پائین دست انجام گردد.

«پیوست یک»

فرم‌های کنترل آزمایشگاهی و امور تعمیراتی

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه سال **گزارش روزانه مشخصات فاضلاب ورودی به تصفیه خانه** ..... **فرم پ-۱-۱**

روز (تاریخ)	کل مواد جامد mg/L	کل مواد جامد فرار mng/L	چربی mg/L	قلیائیت برحسب mg/L $CaCO_3$	یون سولفید mg/L	مواد شوینده mg/L	کلیفرم N/۱۰۰mL	تخم انگل N/L	ترکیبات و عناصر سمی یا بازدارنده mg/L						ملاحظات
دامنه															
میانگین															

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

امضاء:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه

امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه **سال** **گزارش روزانه اطلاعات تصفیه اولیه تصفیه‌خانه فاضلاب**..... **فرم پ-۱-۲**

روز (تاریخ)	اشغالگیر	دانه‌گیر				ته نشینی مقدماتی شماره											
		حجم یا وزن دانه‌ها	کفاب	وزن مخصوص دانه‌ها	موادجامد فرار دانه	ورودی				خروجی				عمق تجن	pH خروجی	کفاب	کلیفرم	نخم انگل	کلرباقیمانده
	حجم اشغال	m^3/day kg/day	m^3/day	kg/m^3	%	موادجامد قابل‌ته‌نشین ml/L	موادجامد معلق mg/L	BOD_5 Mg/L	COD Mg/L	مواد جامد قابل ته‌نشین ml/L	مواد جامد معلق Mg/L	BOD_5 Mg/L	COD Mg/L	m		m^3/day	$N/100ml$	$N/100\ ml$	mg/L
دامنه																			
میانگین																			

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

امضاء:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه

امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه سال **گزارش روزانه لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب**..... **فرم پ-۱-۳**

روز (تاریخ)	واحد هوادهی								واحد ته‌نشینی شماره.....						واحد کلرزنی نهایی	
	MLSS Mg/L	MLVSS Mg/L	مواد قابل ته نشینی mg/L	اکسیژن محلول mg/L	pH	دما C	تعداد هواده در حال کار	کل ساعت کارکردهوادهها	عمق لجن m	SS خروجی mg/L	VSS خروجی mg/L	SS لجن برگشتی mg/L	VSS لجن برگشتی mg/L	دبی لجن برگشتی m۳/d	کلر مصرفی kg/d	کلر باقیمانده mg/L
دامنه																
میانگین																

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم: * تعداد کل هوادهها: نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

امضاء: * قدرت کل هوادهها: امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه سال گزارش روزانه کیفیت زیست لجن حوض هوادهی شماره ..... فرآیند لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب ..... فرم پ-۱-۴

روز / تاریخ	SV۳۰(Ml/l)			SOUR (mg/g/h)	نوع میکروارگانایسم‌های غالب			شکل ظاهری لخته‌ها	باکتریهای رشته‌ای غالب			* TEL (cm/mg)	ملاحظات
	بدون همزن	باهمزن	رقیق شده		I	II	III		I	II	III		
دامنه													
میانگین													

* کل طول باکتری رشته‌ای *(Total Filamentous Length)*

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

امضاء:

امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه سال گزارش روزانه عوامل محاسباتی حوض هوادهی شماره ..... فرآیند فعال تصفیه‌خانه فاضلاب ..... فرم پ-۱-۵

روز تاریخ	دبی لجن بازگشتی (m^3/h)	دبی لجن دفعی (m^3/d)	F/M (kg/kg/d)	سن لجن (d)	SVI (Ml/g)	SSVI (Ml/g)	DSVI (Ml/g)	CST (s/cm)	مقاومت مخصوص لجن
دامنه									
میانگین									

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

امضاء:

امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان .....

ماه **سال** **گزارش روزانه صافی چکنده تصفیه‌خانه فاضلاب** ..... **فرم پ-۱-۶**

روز (تاریخ)	صافی شماره.....										ته نشینی ثانویه شماره.....								واحد کلرزنی نهایی	
	جریان ورودی به تصفیه‌خانه m^3/d	جریان ورودی به صافی m^3/d	BOD_5 ورودی به صافی mg/L	یو	غرقابی	یخ‌زدگی	دما °C	BOD_5 mg/L خروجی		COD mg/L خروجی		Mg/L مواد معلق		TKN mgN/L	فسفر کل mgP/L	عمق لجن M	کلر مصرفی Kg/d	کلر باقیمانده mg/L
								کل	محلول	کل	محلول	خروجی	ورودی					
دامنه																		
میانگین																		

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

امضاء:

امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان .....

ماه **سال** **گزارش روزانه صافی چکنده تصفیه‌خانه فاضلاب** ..... **فرم پ-۱-۷**

روز	مقدار جریان m۳/d		pH	اکسیژن	BOD۵	Mg/L COD		مواد جامد	اسیدهای	قلیائیت	کلیفرم	ارتفاع	پوش یخ	عمق لجن	دما	ساعات	واحد کلرزنی	
(تاریخ)	ورودی	خروجی		محلول mg/L	محلول mg/L	محلول	کل	معلق mg/L	فرار mg/L CH_3COOH	mg/L $CaCO_3$	N/۱۰۰ml	سطح آب m	cm	m	°C	آفتابی	کلر مصرفی kg/d	کلر باقیمانده mg/L
دامنه																		
میانگین																		

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

امضاء:

امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان .....

ماه **سال** **گزارش روزانه لاکون هوادهی تصفیه‌خانه فاضلاب** ..... **فرم پ-۱-۸**

روز (تاریخ)	مقدار جریان m³/d		لاکون هوادهی شماره.....													برکه ته‌نشینی شماره.....				واحد کلرزنی	
	ورودی	خروجی	pH	اکسیژن محلول mg/L	BOD۵ mg/L	COD mg/L	مواد جامد مطلق mg/L	مواد مطلق فرار mg/L	قلیائیت mg/L $CaCO_3$	عمق لجن m	دما °C	تعداد هواده در حال کار	کل ساعت کارکرد هوادهها	مقدار جریان m³/d ورودی	مقدار جریان m³/d خروجی	مواد جامد معلق mg/L ورودی	مواد جامد معلق mg/L خروجی	عمق‌لجن m	کلر مصرفی kg/day	کلر باقیمانده mg/L
دامنه																				
میانگین																				

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم: * تعداد کل هوادهها: نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه .... سال .... **گزارش روزانه مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب ....** **فرم پ - ۱ - ۹**

روز (شماره نمونه)	ورودی											خروجی										ملاحظات
	مقدار جریان m3/d	دما °C	pH	کل مواد جامد معلق mg/L	کل مواد معلق فرار mg/L	مواد قابل ته‌نشینی mL/L	BOD5 mg/L	COD mg/L	TKN mg/L برحسب N	فسفر کل mg/L برحسب P		مقدار جریان m3/d	اکسیژن محلول mg/L	pH	BOD5 محلول mg/L	BOD5 کل mg/L	COD محلول mg/L	COD کل mg/L	کل مواد معلق mg/L	TKN mg/L برحسب N	فسفر کل mg/L برحسب P	
دامنه																						
میانگین																						

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:
امضاء:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:
امضاء:

امضاء: * قدرت کل هوادهها: امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه سال **گزارش روزانه تصفیه‌خانه فاضلاب** ..... **ویژه مدیریت کل** ..... **فرم پ-۱-۱۰**

روز / تاریخ	مشخصات فاضلاب ورودی					مشخصات فاضلاب تصفیه شده خروجی						لجن خشک خروجی تن در روز
	مقدار جریان m۳/d	BOD۵ mg/L	COD mg/L	مواد معلق mg/L	pH	مقدار جریان* m۳/d	BOD۵ mg/L	COD mg/L	مواد مطلق mg/L	اکسیژن محلول mg/L	تعداد کلیفرم N/۱۰۰ml	
دامنه تغییرات												
میانگین												
حدمجاز												

* فقط در مورد برگه‌های تثبیت اندازه‌گیری می‌شود.

تعداد حوادث:

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم: نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه:

شرکت آب و فاضلاب استان

فرم‌گزارش ماهیانه اطلاعات لجن تصفیه خانه فاضلاب

ماه ..... سال .....

روز (تاریخ)	لجن مقدماتی*				لجن غلیظ شده مقدماتی				انعقاد لجن مقدماتی			بازگرداننده ها و سموم لجن مقدماتی			لجن مازاد بیولوژیکی				لجن غلیظ شده بیولوژیکی				انعقادلجن بیولوژیکی		
	مقدارجریان m^3/d	کل مواد جامد %	مواد جامد فرار %	pH	مقدارجریان خروجی m^3/d	کل‌موادجامد %	موادجامدفرار %	pH	مناسبترین عامل‌انعقاد	غلظت mg/L عامل‌کمک انعقاد	مناسبترین pH				مقدارجریان خروجی m^3/d	کل مواد جامد %	مواد جامدفرار %	pH	مقدارجریان خروجی m^3/d	کل مواد جامد %	موادجامدفرار %	pH	مناسبترین عامل‌انعقاد	غلظت mg/L عامل کمک انعقاد	مناسبترین pH
دامنه																									
میانگین																									

* در صورتیکه لجن مقدماتی با لجن حاصل از ته‌نشینی ثانویه مخلوط شده است این مربع پر شود ❑

ماه ..... سال .....

فرم‌گزارش ماهیانه اطلاعات هاضم هوازی

روز (تاریخ)	لجن خام							لجن هضم شده				لجن درحال هضم					سرپاره			ملاحظات
	مقدار جریان m^3/d	بارگذاری kg/m^3m^3	pH	کل‌موادجامد %	موادجامدفرار %	COD mg/L	TKN mg/L	COD mg/L	TKN mg/L	موادجامدفرار %	کل‌موادجامد %	pH	TKN mg/L	اکسیژن محصول mg/L	مقدار جریان m^3/d	کل‌موادجامد %	TKN mg/L	
دامنه																				
میانگین																				

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم :
امضاء:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه :
امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان .....

ماه ..... سال ..... گزارش هفتگی اطلاعات لجن تصفیه خانه فاضلاب ..... فرم پ ۱ - ۱۲

روز (تاریخ)	لجن مقدماتی*				لجن غلیظ شده مقدماتی				انعقاد لجن مقدماتی			بازدارنده ها و سموم لجن مقدماتی			لجن مازاد بیولوژیکی				لجن غلیظ شده بیولوژیکی				انعقادلجن بیولوژیکی			بازدارنده‌هاوسموم‌لجن‌بیولوژیکی	
	مقدارجریان m^3/d	کل مواد جامد %	مواد جامد فرار %	pH	مقدار جریان خروجی m^3/d	کل‌موادجامد %	موادجامدفرار %	pH	مناسبترین عامل‌انعقاد	غلظت mg/L عامل‌کمک انعقاد	مناسبترین pH				مقدارجریان خروجی m^3/d	کل مواد جامد %	مواد جامدفرار %	pH	مقدارجریان خروجی m^3/d	کل مواد جامد %	موادجامدفرار %	pH	مناسبترین عامل‌انعقاد	غلظت mg/L عامل کمک انعقاد	مناسبترین pH		
دامنه																											
میانگین																											

* در صورتیکه لجن مقدماتی با لجن حاصل از ته‌نشینی ثانویه مخلوط شده است این مربع پر شود ❑

ماه ..... سال ..... گزارش هفتگی اطلاعات هاضم بیهوازی .....

روز (تاریخ)	لجن غلیظ شده ورودی						سرباره							خروجی هاضم اولیه						خروجی لجن هضم شده ثانویه					گاز			ملاحظات
	مقدارجریان m^3/d	بارگذاری $kg/m^3.d$	pH	کل‌موادجامد %	موادجامدفرار %		مقدارجریان m^3/d	pH	کل‌موادجامد mg/L	موادجامدفرار mg/L	موادجامدمعلق mg/L	BOD_5 mg/L		کل‌موادجامد %	موادجامدفرار %	اسیدهای فرار mg/L CH_3COOH	PH	قلیائیت mg/L $caco_3$	دما c°	کل‌موادجامد %	موادجامدفرار %	اسیدهای فرار mg/L	pH	مقدارلجن‌به سیستم‌ابگیری m^3/d	تولیدشده m^3/d	مصرف شده m^3/d	درصد CO_2	
دامنه																												
میانگین																												

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم :
امضاء:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه :
امضاء:

شرکت آب و فاضلاب استان

ماه ..... سال ..... گزارش هفتگی آبگیری مکانیکی لجن تصفیه خانه فاضلاب ..... فرم پ - ۱ - ۱۳

روز (تاریخ)	لجن ورودی				انعقاد			مدت زمان کارکرد دستگاه hr/d	پساب لجن آبگیری شده								لجن آبگیری شده						ملاحظات
	مقدار جریان m^3/d	کل مواد جامد mg/L	مواد جامد فرار mg/L	pH	مناسبترین pH	مناسبترین غلظت mg/L عامل انعقاد	عامل کمک‌انعقاد		مقدار جریان m^3/d	pH	مواد جامد معلق mg/L	مواد جامدفرار mg/L	BOD_5 mg/L	COD mg/L	TKN mg/L	فسفرکل mg/L	مقدار ton/d	کل مواد جامد mg/L	مواد جامد فرار mg/L	کلیفرم Ni/100mL	تخم انگل Ni/1000mL	پارامترهای ویژه	
دامنه																							
میانگین																							

ماه ..... سال ..... گزارش هفتگی بسترهای لجن خشک‌کن تصفیه خانه فاضلاب .....

روز (تاریخ)	لجن ورودی				لجن آبگیری شده						مدت‌زمان ماند لجن (روز)	عمق لجن (cm)	عمق لایه شن (cm)	زهاب						ملاحظات
	مقدار جریان m^3/d	کل مواد جامد mg/L	مواد جامد فرار mg/L	pH	مقدارگل $m3/d$	کل مواد جامد mg/L	مواد جامد فرار mg/L	پارامترهای خاص						مقدار جریان m^3/d	BOD_5 mg/L	COD mg/L	TKN mg/L	فسفر کل mg/L	کلیفرم Ni/100ml	تخم انگل Ni/1000ml
دامنه																				
میانگین																				

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم :

امضاء:

نام و نام خانوادگی رئیس تصفیه‌خانه :

امضاء:

دستور کار برای امور تعمیراتی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

(مکانیکی – برقی – ساختمانی)

فرم پ – ۱ – ۱٤

شماره دستور کار : .....

تاریخ: .....

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

نیروی انسانی به کار گرفته شده	شرح کار	تاریخ انجام کار	هزینه نیروی انسانی			هزینه مواد مصرفی		
			نفر ساعت	دستمزدساعتی	کل دستمزد	نوع	قیمت واحد	قیمت کل
جمع هزینه‌ها								

نام و امضاء تکمیل‌کننده کار: .....

نام و امضاء تحویل گیرنده کار: .....

«پیوست دو»

روش محاسبه میانگین گذرای هفت روزه

روش محاسبه میانگین گذرای هفت روزه

بـه سـبب تغییـرات پارامتـرهای متشـکله فاضـلاب خـام، ثبت داده‌های روزانه منعکس‌کننده میانگـین واقعی پارامترهای اندازه‌گیری شده نمی‌باشد، بنابراین «میانگین گذرای هفت روزه» مورد پـیدا می‌کند. برای محاسبه میانگین گذرای هفت روزه یک مشخصه مقدار آن در هر روز با مقادیر بـه دسـت آمـده در شش روز قبل از آن جمع شده و معدل‌گیری می‌شود. مثلاً اگر غلظت اکسیژن خواهی بیوشیمیایی پنج روزه یک نمونه فاضلاب در ده روز متوالی به صورت زیر باشد:

ایام(روز)	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
BOD(mg/l)	۲۰۰	۲٥۰	۱۹۰	۱٦۰	۲۸۰	۳۰۰	۲٦۰	۱۹۰	۱٥۰	۲۲۰

نحـوهٔ محاسـبه میانگـین گـذرای هفـت روزه برای روزهای هفتم، هشتم و نهم به شرح زیر خواهد بود:

میانگین گذرای هفت روزه برای روز هفتم (میلی‌گرم در لیتر) $= \frac{۲۰۰ + ۲٥۰ + ۱۹۰ + ۱٦۰ + ۲۸۰ + ۳۰۰ + ۲٦۰}{۷} = ۲۳٤ /۳$

میانگین گذرای هفت روزه برای روز هشتم (میلی‌گرم در لیتر) $= \frac{۲٥۰ + ۱۹۰ + ۱٦۰ + ۲۸۰ + ۳۰۰ + ۲٦۰ + ۱۹۰}{۷} = ۲۳۲ /۹$

میانگین گذرای هفت روزه برای روز نهم (میلی‌گرم در لیتر) $= \frac{۱۹۰ + ۱٦۰ + ۲۸۰ + ۳۰۰ + ۲٦۰ + ۱۹۰ + ۱٥۰}{۷} = ۲۱۸ /۳$

«پیوست سه»

روشهای تعیین دبی لجن مازاد بیولوژیکی در فرآیند لجن فعال

۱ــ سن لجن (میانگین زمان ماند لجن)

نسبت جرم میکروارگانیسم‌های موجود در حوض هوادهی فرآیند لجن فعال به دبی جرمی میکروارگانیسم‌ها که روزانه از سیستم تصفیه جدا و خارج می‌شود «سن لجن» نام دارد و از فرمول زیر قابل محاسبه هست.

$$\theta_X = \frac{V_r X_l}{Q_w X_w + Q_e X_e}$$ (فرمول شماره ۱)

در این فرمول:

θ_x= سن لجن، روز

V_r= حجم حوض هوادهی، مترمکعب

X_l= غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی، میلی‌گرم در لیتر

Q_w= دبی لجن مازاد بیولوژیکی، مترمکعب در روز

X_w= غلظت مواد معلق در لجن بیولوژیکی مازاد، میلی‌گرم در لیتر

Q_e= دبی فاضلاب تصفیه شده خروجی از حوض ته‌نشینی ثانویه، مترمکعب در روز

X_e= غلظت مواد معلق در فاضلاب تصفیه شده خروجی از حوض ته‌نشین ثانویه، میلی‌گرم در لیتر

(شایان ذکر است که اگر فرمول شماره ۱ به جای جرم میکروارگانیسم‌های موجود در حوض هوادهی، مجموع جرم میکروارگانیسم‌های موجود در حوض هوادهی و حوض ته‌نشینی ثانویه گذاشته شود، به جای سن لجن، میانگین زمان ماند لجن، محاسبه خواهد شد).

اگر از اتلاف آب در اجزاء فرآیند لجن فعال صرف نظر شود، دبی‌فاضلاب تصفیه شده خروجی از حوض ته‌نشینی ثانویه برابر است با:

$$Q = Q_i - Q_w$$ (فرمول شماره ۲)

در این فرمول:

Q_i= دبی فاضلاب ورودی به حوض هوادهی، مترمکعب در روز.

Q_e و Q_w= مطابق فرمول شماره ۱

با ادغام فرمول‌های شماره ۱ و شماره ۲ دبی لجن بیولوژیکی مازاد که روزانه باید از سیستم تصفیه جدا و خارج شود از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$Q_w = \frac{V_r X_l - \theta_x Q_i X_e}{\theta_x (X_w - X_e)}$$ (فرمول شماره ۳)

بـرای محاسـبه دبـی لجن بیولوژیکی مازاد که روزانه باید از سیستم جدا و خارج شود، کافی اسـت مقـدار سن لجن طبق توصیه طراح فرآیند تصفیه تعیین و در فرمول شماره ۳ گذاشته شود. مثلاً اگر در فرآیند لجن فعال میانگین گذرای هفت روزه دبی فاضلاب ورودی، غلظت مواد معلق مایـع مخلـوط حـوض هوادهـی و غلظـت مواد معلق در فاضلاب تصفیه شده خروجی به ترتیب ۱۰۰۰ متـرمکعب در روز، ۲۰۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر و ۳۰ میلـی‌گـرم در لیتر بوده و حجم حوض هوادهـی ۱۰۰۰ متـرمکعب باشـد و طـبق توصیه مهندس طراح فرآیند، سن لجن مساوی ۱۰ روز انتخاب شود، دبی لجن بیولوژیکی مازاد که روزانه باید از جریان ورودی به حوض ته‌نشین ثانویه گرفته شود، برابر است با:

$$Qw = \frac{۱۰۰۰ * ۲۰۰۰ - ۱۰ * ۱۰۰۰ * ۳۰}{۱۰ (۲۰۰۰ - ۳۰)} = ۸۶$$ مترمکعب در روز

شـایان ذکر است اگر لجن بیولوژیکی مازاد به جای حوض هوادهی از خط بازگشت لجن که غلظـت مواد خشک آن ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است گرفته شود، دبی لجن بیولوژیکی مازاد تقریباً ثلث ($\frac{2000}{6000} = \frac{1}{3}$) خواهد شد:

$$Qw = \frac{۱۰۰۰ * ۲۰۰۰ - ۱۰ * ۱۰۰۰ * ۳۰}{۱۰ (۶۰۰۰ - ۳۰)} = ۲۸.۵$$ مترمکعب در روز

البـته همـان گـونه کـه در بخـش ۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ۲ـ (لجن بیولوژیکی) گزارش حاضر تشریح شده اسـت، بـرای آنکه راهبری سیستم دقیق‌تر انجام شود، بهتر است لجن بیولوژیکی مازاد مستقیماً از حوض هوادهی و یا جریان از ورودی به حوض ته‌نشینی ثانویه، گرفته شود.

۲ـ نسبت غذا به میکروارگانیسم

نسـبت دبـی جرمـی مـواد آلی ورودی به حوض هوادهی به جرم توده بیولوژیکی موجود در حـوض هوادهی را، اصطلاحاً «نسبت غذا به میکروارگانیسم» می‌گویند. نظر به اینکه، معمولاً برای انـدازه‌گیـری مقدار مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیک از شاخص اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و برای تعیین جرم توده بیولوژیکی موجود در حوض هوادهی از پارامتر مواد معلق فرار استفاده می شود، نسبت غذا به میکروارگانیسم با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$F/M = \frac{Q_i * BOD_a}{V_r * X_v}$$ (فرمول شماره ٤)

F / M= نسبت غذا به میکروارگانیسم، بر حسب کیلوگرم BOD_a در روز به کیلوگرم MLVSS

Q_i= دبی فاضلاب ورودی به حوض هوادهی، بر حسب مترمعکب در روز

BOD_a= غلظت اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ورودی به حوض هوادهی، برحسب میلی‌گرم در لیتر

V_R= حجم حوض هوادهی، برحسب مترمکعب

X_V= غلظت مواد معلق فرار مایع مخلوط حوض هوادهی [1](MLVSS)، برحسب میلی‌گرم در لیتر

از نسبت غذا به میکروارگانیسم می‌توان برای تعیین دبی لجن بیولوژیکی مازاد که روزانه باید از سیستم تصفیه جدا شود، استفاده کرد. این عمل از طریق تعیین مقدار مطلوب غلظت مواد معلق فرار مایع مخلوط حوض هوادهی، انجام می‌شود. مثلاً اگر دبی فاضلاب و غلظت اکسیژن خواهی ورودی بـه حـوض هوادهـی بـه تـرتیب ۱۰۰۰ مترمکعب در روز و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد و بخواهـیم نسـبت غـذا بـه میکروارگانیسم مساوی ۰/۱۶ در روز شود و اگر حجم حوض هوادهی مسـاوی ۳۰۰۰ میلـی‌گـرم در لیتر (گرم در مترمکعب) باشد، دبی جرمی مواد معلق فرار که باید از سیستم گرفته شود برابر است با:

(فرمول شماره ۵)

$$\text{دبی جرمی مواد معلق فرار برحسب kg/d} = (\text{جرم MLVSS موجود در حوض هوادهی برحسب kg}) - (\frac{\text{دبی جرمی BODa برحسب Kg/d}}{\text{نسبت F/M برحسب kgBODa/d*kgMLVSS}})$$

$$= (500m^3 * 3000g/m^3 * \frac{1kg}{1000g}) - (\frac{1000m^3/d * 200g/m^3 * \frac{1kg}{1000g}}{0/16kg - BODa/d * kgMLVSS})$$

$$= (۱۵۰۰) - (\frac{۲۰۰}{۰/۱۶})$$

$$= 250kgMLVSS/d$$

برای محاسبه دبی لجن بیولوژیکی مازاد از فرمول زیر استفاده می‌شود:

(فرمول شماره ٦)

$$\text{دبی لجن بیولوژیکی مازاد بر حسب } m^3/d = \frac{\text{دبی جرمی MLVSS برحسب kg/d}}{\text{غلظت MLVSS برحسب } kg/m^3}$$

اگر لجن بیولوژیکی مازاد از حوض هوادهی گرفته شود دبی آن برابر است با:

1- mixed liquor volatile suspended solids (MLVSS)

$$\text{دبی لجن بیولوژیکی مازاد بر حسب } m^3/d = \frac{250kgMLVSS/d}{3000g/m^3 * \frac{1kg}{1000g}} = 83m^3/d$$

ولـی اگر لجن بیولوژیکی مازاد از خط بازگشت لجن که غلظت مواد معلق آن ۹۰۰۰ کیلوگرم در لیتر (گرم در مترمکعب) است ، گرفته شود، دبی آن برابر است با:

$$\text{دبی لجن بیولوژیکی مازاد بر حسب } m^3/d = \frac{250kgMLVSS/d}{9000g/m^3 * \frac{1kg}{1000g}} = 28m^3/d$$

۳ـ ثابت نگه‌داشتن غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی

ایـن روش یکـی از روش‌هـای سـاده تعیین دبی جرمی لجن مازاد بیولوژیکی در فرآیند لجن فعـال اسـت. عملـیات آزمایشـگاهی مورد نیاز این روش زیاد نیست و در مواردی که دبی جرمی اکسـیژن خواهـی بیوشـیمیایی ورودی بـه حوض هوادهی به علت ورود فاضلاب‌های صنعتی، به طـور ناگهانـی تغییـر نمـی‌کـند، مناسـب‌ترین روش برای تعیین دبی جرمی لجن مازاد بیولوژیکی مـی‌باشـد. در ایـن روش، ابـتدا با توجه به میانگین گذرای هفت روزه دبی جرمی اکسیژن خواهی بیوشـیمیایی ورودی بـه حـوض هوادهـی، غلظـت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی را به گـونه‌ای تعیـین می‌کنند که کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی در حد بهینه باشد. این غلظت را اصـطلاحاً «غلظت بهینه مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی» می‌نامند. سپس دبی جرمی لجن بیولوژیکـی کـه روزانـه از سیستم تصفیه جدا می‌شود، طوری تنظیم می‌کنند که غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی در حد «بهینه» باقی بماند. دستورالعمل تعیین غلظت بهینه مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی به شرح زیر است:

الـفـ نسبت غذا به میکروارگانیسم را در حد توصیه شده توسط مهندس طراح فرآیند تنظیم کنید.

بـ نسبت غذا به میکروارگانیسم را به مقدار جزئی کم یا زیاد کنید.

جـ هر بار که نسبت غذا به میکروارگانیسم را کم یا زیاد می‌کنید، برای مدت ٤ تا ٥ هفته این نسـبت را ثابـت نگـه داشـته و در این مدت میانگین گذرای هفت روزه غلظت آلاینده‌های اصلی

فاضلاب تصفیه شده خروجی از تصفیه‌خانه (نظیر مواد معلق، اکسیژن خواهی شیمیای کل) و شاخص حجمی لجن[1] یا شاخص حجمی لجن رقیق شده[2] را تعیین کنید.

دـ مقدار نسبت غذا به میکروارگانیسمی که در آن غلظت آلاینده‌های فاضلاب تصفیه شده و مقدار شاخص حجمی لجن، حداقل است انتخاب کرده و با استفاده از آن، غلظت بهینه مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی را تعیین کنید. پس از تعیین غلظت بهینه مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی، هر روز دبی لجن مازاد بیولوژیکی که باید از سیستم تصفیه جدا شود، طبق دستورالعمل زیر تعیین کنید:

۱ـ میانگین گذرای هفت روزه غلظت مواد معلق مایع مخلوط در حوض هوادهی را بر حسب میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری کرده، متوسط مقادیر بدست آمده را، تعیین کنید.

۲ـ دبی لجن مازاد بیولوژیکی که روزانه باید از سیستم تصفیه جدا شود (Q_W بر حسب مترمکعب در روز) با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید:

$$Q_w = (\frac{actualMLSS - t\arg etMLSS)V_r}{X_w})$$ (فرمول شماره ۷)

در این فرمول:

actual MLSS = متوسط غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی، میلی‌گرم در لیتر

target MLSS= غلظت بهینه مواد معلق مایع حوض هوادهی، میلی‌گرم در لیتر

V_r= حجم حوض هوادهی فرآیند لجن فعال، مترمکعب

X_W= غلظت مواد معلق در لجن بیولوژیکی جدا شده از سیستم تصفیه، میلی‌گرم در لیتر

شایان ذکر است که در این روش نسبت غذا به میکروارگانیسم صرف نظر می‌شود، بنابراین در تصفیه‌خانه‌هائی که دبی جرمی اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، روز به روز، هفته به هفته و یا حتی ماه به ماه تغییر می‌کند، ممکن است مشکل ایجاد کند. بنابراین شایسته است که نسبت غذا به میکروارگانیسم هر هفته کنترل شود.

مثال: چنانچه در یک تصفیه‌خانه فاضلاب به روش لجن فعال، داده‌های زیر به دست آمده باشد، دبی لجن جرمی بیولوژیکی که روزانه باید از سیستم تصفیه جدا شود «براساس روش ثابت نگه‌داشتن غلظت مواد معلق مایع مخلوط در حوض هوادهی»، محاسبه کنید:

1- sludge volume index
2- stirred sluge volume index

میانگین گذرای غلظت مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی= ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر

غلظت بهینه مواد معلق مایع مخلوط حوض هوادهی = ۱۹۰۰ میلی‌گرم در لیتر

حجم حوض هوادهی= ۱۷۵۰ مترمکعب

غلظـت مواد معلق لجن مازاد بیولوژیکی = ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (در صورتی که لجن مازاد مستقیماً از حوض هوادهی جدا شود)

دبی لجن مازاد بیولوژیکی برحسب متر مکعب در روز = $\frac{(۲۰۰۰ - ۱۹۰۰)۱۷۵۰}{۲۰۰۰} = ۸۷/۵$

چـنانچه لجن مازاد بیولوژیکی از خط بازگشت لجن که غلظت مواد معلق آن ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است جدا شود، دبی لجن مازاد بیولوژیکی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

متر مکعب در روز $\frac{(۲۰۰۰ - ۱۹۰۰)۱۷۵۰}{۶۰۰۰} = ۲۹/۲$

۴ـ روش‌های دیگر

نظر به اینکه در لجن بیولوژیکی مازاد علاوه بر توده بیولوژیکی سایر مواد آلی نیز وجود دارد (رجـوع شـود به بخش ۱ـ۸ـ۲ـ۲ـ۲ این گزارش) بهتر است برای محاسبه دبی جرمی آن از فرمول زیر استفاده شود:

دبی جرمی لجن بیولوژیکی مازاد بر حسب kg/d = $f * Y * (BODa - BODe) - k_d * X_v * V_r$

(فرمول شماره ۸)

در این فرمول:

f = ضریب ثابت با دامنه تغییرات ۱/۵ الی ۲/۵

Y = نسـبت جرم توده بیولوژیکی تولید شده به جرم اکسیژن خواهی مصرف شده در حوض هوادهی برحسب kg-VSS/kg-BODa

BODa = غلظـت اکسـیژن خواهـی بیوشـیمیایی پـنج روزه وارد شـده بـه حـوض هوادهی برحسب kg/m^3

BODe = غلظـت اکسـیژن خواهـی بیوشـیمیایی پـنج روزه فاضـلاب تصفیه شده بر حسب kg/m^3

k_d= ضریب زوال میکروارگانیسم‌ها بر حسب d^{-1}

X_v= غلظت مواد معلق فرار مایع مخلوط حوض هوادهی برحسب kg/m^3

V_r= حجم حوض هوادهی برحسب مترمکعب

محدوده مقادیر نمونه‌وار ضرائب kd, Y مساوی است با:

Y= ۰/۵ الی ۰/٦ برحسب kg MLVSS/kg BOD۵

K_d= ۰/۰۵ الی ۰/۰۷ برحسب d^{-1}

بـرای تعیین دبی جرمی لجن بیولوژیکی مازاد می‌توان از رابطه تجربی پیشنهادی آقای هنکن[1] نیز استفاده کرد:

$Px=۱/۲(F/M)^{۰/۲۳}$ (فرمول شماره ۹)

در این فرمول:

Px= دبی جرمی لجن بیولوژیکی مازاد برحسب kg/d

F/M= نسبت غذا به میکروارگانیسم برحسب kg BODa/d به کیلوگرم MLSS

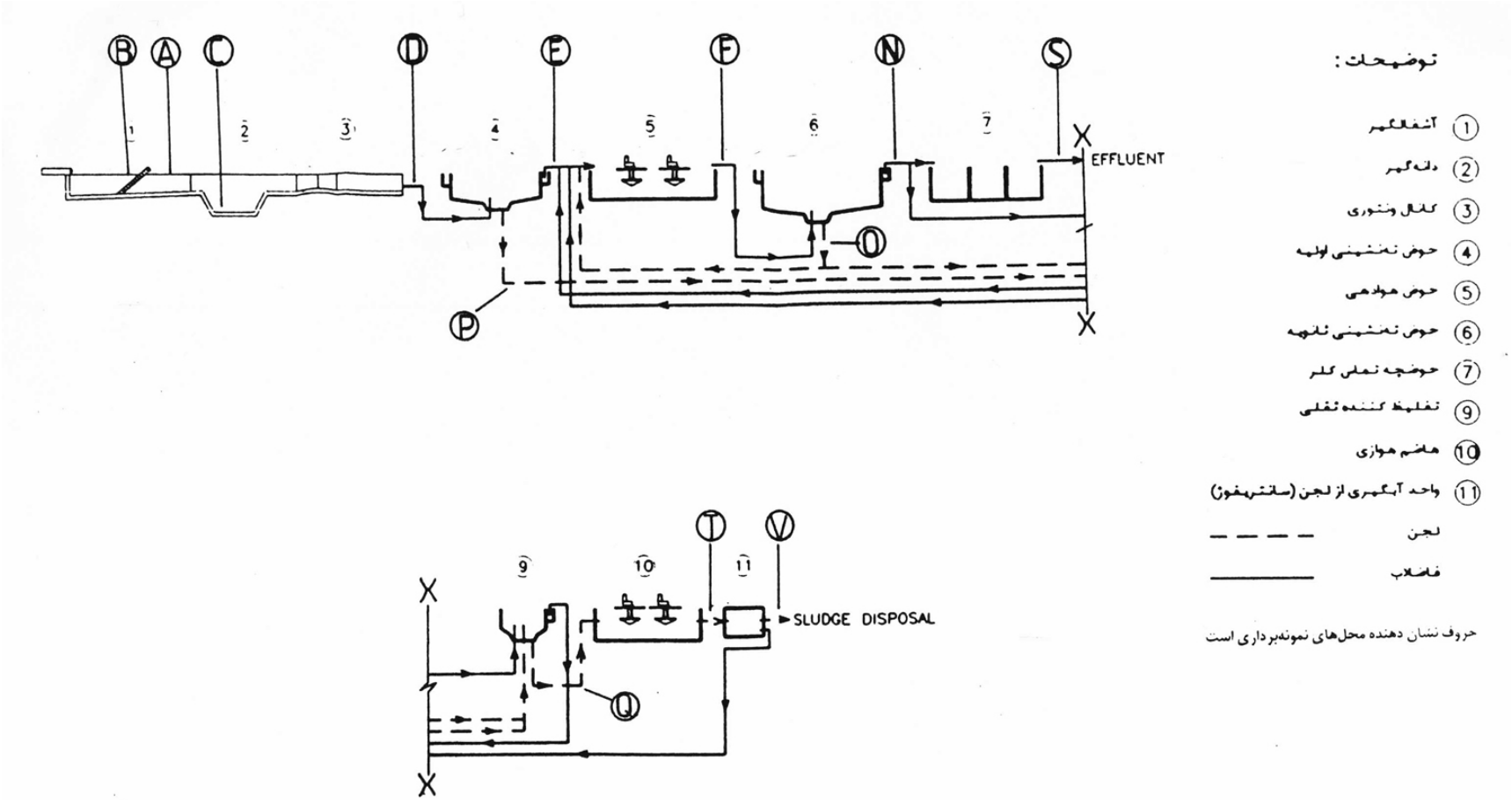
شـایان ذکر است که با استفاده از فرمول های شماره ۸ و ۹ دبی جرمی لجن بیولوژیکی مازاد محاسـبه مـی‌شود و برای تعیین دبی لجن بیولوژیکی مازاد، کافی است دبی جرمی محاسبه شده را به غلظت مواد معلق در لجن مازاد تقسیم نمود (فرمول شماره٦)

همچنـین تذکـر ایـن نکـته لازم اسـت کـه بـرای تعیـین دبـی لجن بیولوژیکی مازاد در یک تصـفیه‌خانـه، بایـد یکـی روش‌هـای ذکر شده در این پیوست انتخاب نمود و همیشه از آن روش پیروی کرد.

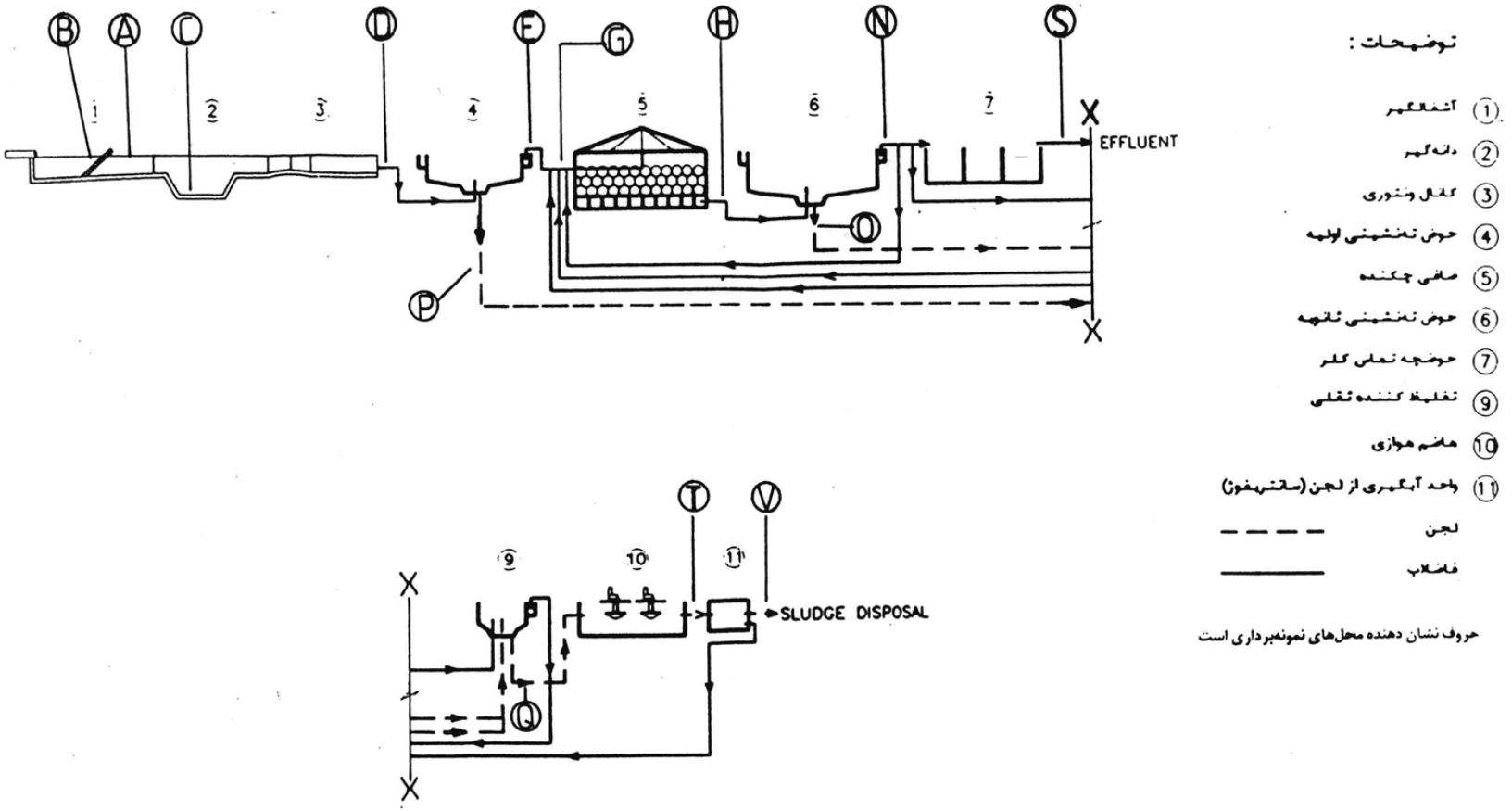
1- Honken

«پیوست چهار»

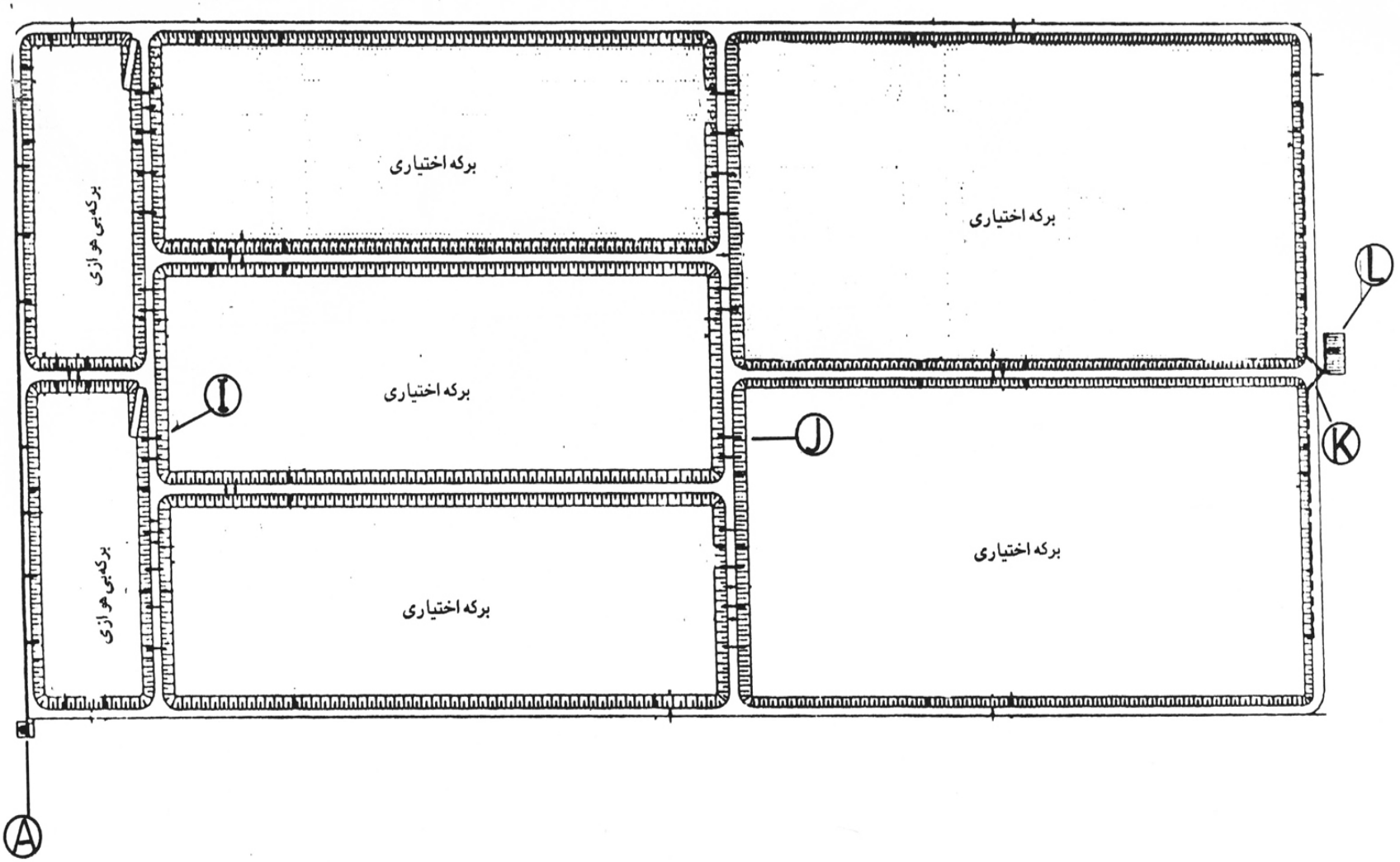
محل‌های نمونه‌برداری در سیستم‌های تصفیه فاضلاب



شکل پ-٤-١-محل‌های نمونه‌برداری در سیستم لجن فعال متعارف

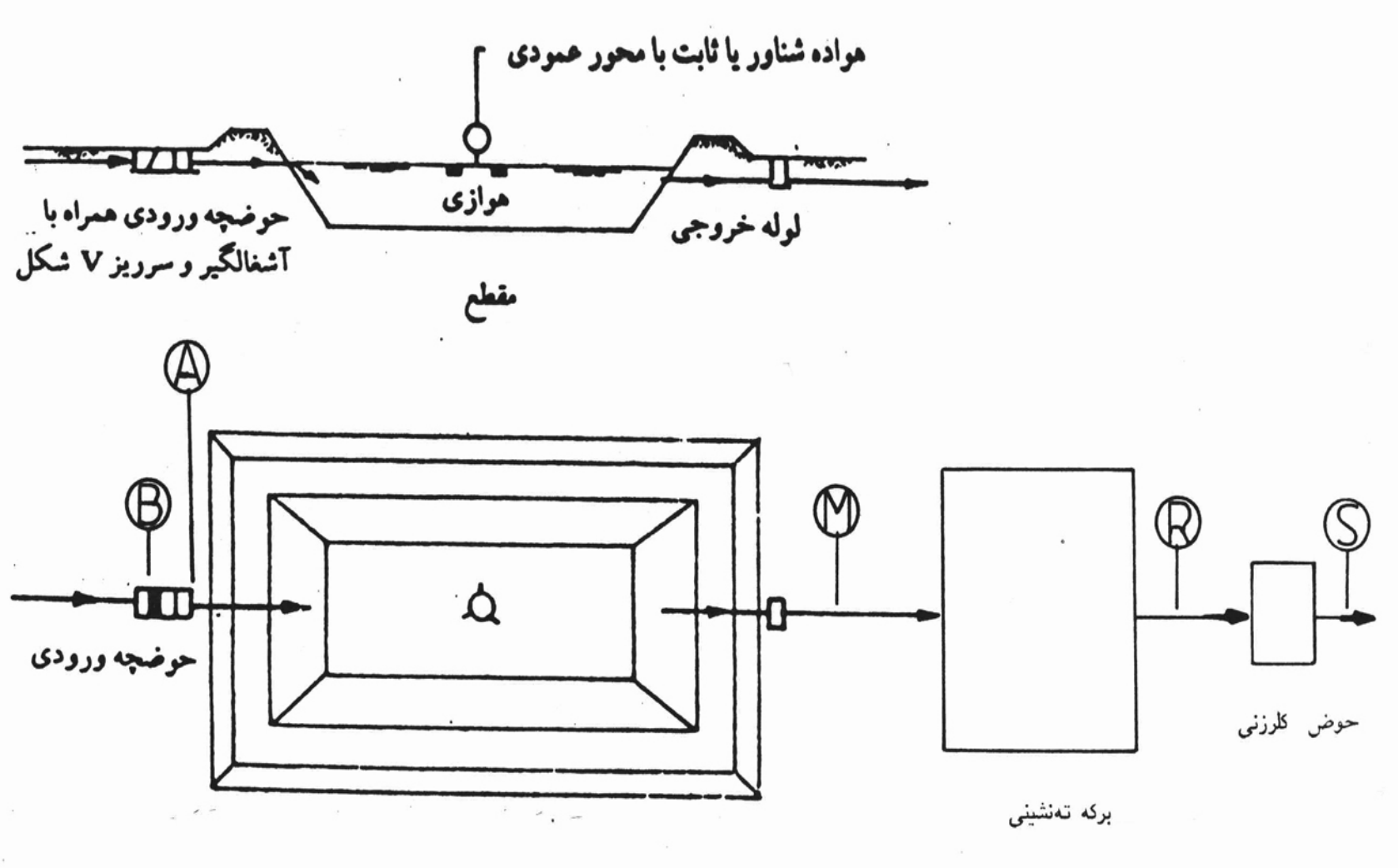


شکل پ – ٤- ٢- محل‌های نمونه‌برداری در سیستم صافی چکنده



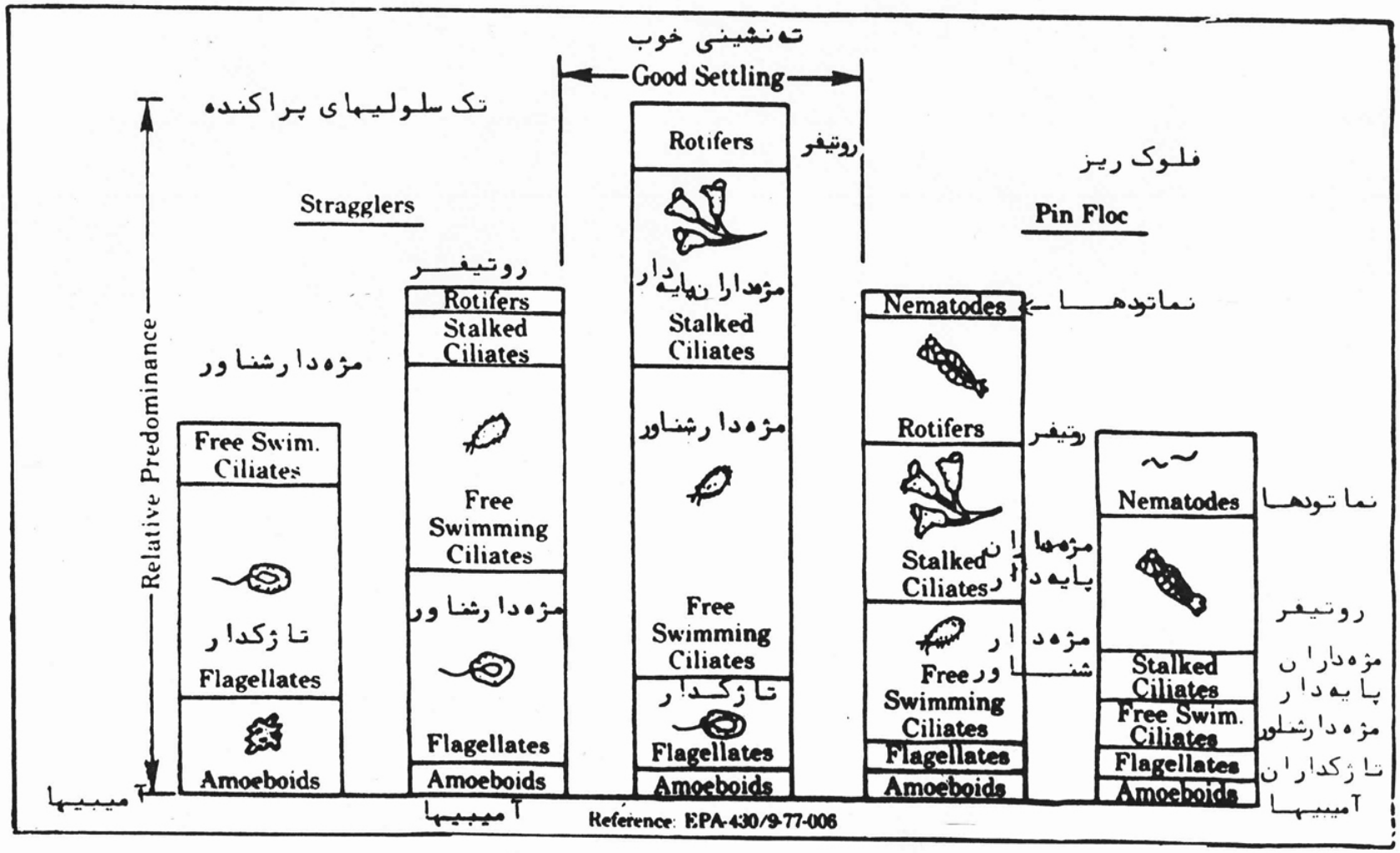
شکل پ-٤-٣-محل‌های نمونه‌برداری در سیستم برکه تثبیت

حروف نشان‌دهنده محل‌های نمونه‌برداری است



شکل پ – ٤- ٤- محل‌های نمونه‌برداری در سیستم لاگون هوادهی

حروف نشان‌دهنده محل‌های نمونه‌برداری است



شکل پ – ٤– ٥– تعداد نسبی میکورارگانیسم‌ها در مقابل کیفیت لجن

منابع مورد استفاده:

1- “Clarifier Design”, Manual Practic No.FD-8, WPCF, 1985.
2- Hanen, K., chamber, B. and Hemmingf, B.D., “Biological Treatment of Sewage by Activated Sludge”, John wily sons, 1988.
3- Metcaf and Eddy Inc., “Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse”, Third edition, McGraw-Hill, USA, 1991.
4- “Operation of Municipal Wastewater Treatment Plant”, WPCF, Vol. 1, USA,1990.
5- “Standard Method for Examination of Water and Wastewater”, 18th edition, APHA, AWWA and WEF, USA, 1992.
6- Steel, E.W. and McGraw, J., “Water Supply and Sewerege”, 5d edition, McGraw- Hill, USA, 1979.

۷- اسـدی، محمود (ترجمه)؛ فرآیند لجن فعال، اصول اداره و بهره‌برداری؛ چاپ اول، سازمان آب و فاضلاب اصفهان؛ ۱۳٦۲.

۸- تـرکیان، ایوب (ترجمه)؛ "مهندسی محیط زیست؛" چاپ اول؛ انتشارات کنکاش؛ جلد اول؛ ۱۳۷٤.

۹- خلدانی، آصف (تألیف)؛ "تصفیه فاضلاب"؛ چاپ اول؛ مهندسین مشاور سانو.

۱۰- ندافی، کاظم (ترجمه)؛ "تصفیه فاضلاب"؛ چاپ اول؛ انتشارات فردابه؛ ۱۳۷۲.