جمهوری اسلامی ایران

راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

نشریه شماره ۲۷۸

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

وزارت نیرو
سازمان مدیریت منابع آب ایران
دفتر استانداردها و معیارهای فنی
http:/www.wrm.or.ir/standard

Nezamfanni.ir

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه خانه های فاضلاب شهری

نشریه شماره ۲۷۸

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

وزارت نیرو
شرکت مدیریت منابع آب ایران
دفتر استانداردها و معیارهای فنی

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ۸۳/۰۰/۱۵

۱۳۸۳

omoorepeyman.ir

فهرست برگه

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

راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری / معاونت امور فنی، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب ایران، دفتر استانداردها و معیارهای فنی.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۳.

۱۸ ص.: جدول.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۲۷۸) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور: ۸۳/۰۰/۱۵)

ISBN 964-425-491-0

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۲۲۸۵۶۴ مورخ ۱۳۸۲/۱۲/۵

کتابنامه: ص. ۱۸

۱. فاضلاب - تصفیه. ۲. فاضلاب — تأسیسات انتقال و مصرف. الف. سازمان مدیریت منابع آب ایران. دفتر استانداردها و معیارهای فنی. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۳ ش- ۲۷۸ ۲۴ س/ ۳۶۸ TA

شابک ۰-۴۹۱-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-491-0

راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

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

چاپ اول، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۴۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۳

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: چاپ زحل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
دفتر رئیس سازمان

بخشنامه به **دستگاه‌های اجرایی ، مهندسان مشاور و پیمانکاران**	شماره : ۱۱۲۸۵۶۴
	تاریخ : ۱۳۸۲ ۱۲۰۵

موضوع : راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸هـ ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۲۷۸ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی این سازمان، با عنوان «**راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری**» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

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

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

من‌ا... التوفیق

محمد ستاری‌فر

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

امور پیمان
omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است . با وجود تلاش فراوان ، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی ، فنی ، ابهام ، ایهام و اشکالات موضوعی نیست .

از این‌رو ، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید :***

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

۲ - ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید .

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

۴ - نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید .

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود .

نشانی برای مکاتبه : تهران، خیابان شیخ‌بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی
صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷ **www.mporg.ir/fanni/S.htm**

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

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

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

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

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

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

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

معاون امور فنی

زمستان ۱۳۸۲

omoorepeyman.ir

ترکیب اعضاء کمیته

اسامی اعضاء کمیته فنی شماره ۵-۱ طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور که در تهیه و تدوین پیش‌نویس استاندارد حاضر مشارکت داشته‌اند به شرح زیر می‌باشد :

آقای مصطفی بهشتیان	شرکت ماشین‌سازی ویژه	فوق‌لیسانس مهندسی شیمی
آقای رضا خیراندیش	مهندسین مشاور پژوهاب	دکترای تصفیه آب و فاضلاب
آقای علیرضا رادپی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس مهندسی بهداشت
آقای جلال شایگان	دانشگاه صنعتی شریف	دکترای مهندسی بیوشیمی
آقای محمدشریفی سیستانی	شرکت‌مهندسی‌آب‌وفاضلاب کشور	فوق لیسانس آب و فاضلاب
آقای علی‌اکبر عظیمی	دانشکده بهداشت	دکترای مهندسی بهداشت
آقای غازی عیدان	کارشناس آزاد	لیسانس شیمی
آقای امیر سعید موسوی حجازی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک

لازم به ذکر است که پیش‌نویس اولیه این استاندارد توسط آقای دکتر خیراندیش تهیه شده است. ضمناً خانم مهندس زمانی در تهیه نسخه نهایی این استاندارد، همکاری کرده‌اند.

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان		صفحه
مقدمه		۱
۱-	هدف	۲
۲-	دامنه کاربرد	۲
۳-	سابقه	۲
۴-	پارامترها و ضوابط طراحی عوامل و اجزای تصفیه‌خانه	۳
۴-۱	تصفیه مقدماتی	۳
۴-۱-۱	مجاری ورودی فاضلاب به واحدها	۳
۴-۱-۲	واحدهای آشغالگیری	۴
۴-۱-۳	واحدهای دانه‌گیری	۴
۴-۱-۴	حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی	۵
۴-۲	تصفیه زیستی (بیولوژیکی) لجن فعال	۶
۴-۲-۱	حوض‌های هوادهی	۶
۴-۲-۲	حوض‌های ته نشینی ثانویه	۶
۴-۳	تصفیه زیستی صافی‌های چکه‌ای	۶
۴-۳-۱	صافی‌ها	۶
۴-۳-۲	حوض‌های ته نشینی بعد از صافی‌های چکه‌ای	۶
۴-۴	استخرهای تثبیت با هواده	۷
۴-۵	تصفیه و دفع لجن	۷
۴-۶	واحدهای گندزدایی فاضلاب تصفیه شده	۸
۵-	اثر تعداد واحدها در تأمین بازدهی و استمرار کار واحدهای تصفیه و انتخاب ظرفیت هر واحد	۹
۵-۱	اثر تعداد در مجموعه‌ای از حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی	۱۰
۵-۲	اثر تعداد در ایستگاه تلمبه	۱۵
۶-	بررسی امکانات تأمین تجهیزات تصفیه‌خانه در داخل کشور	۱۷
۷-	منابع و مآخذ	۱۸

omoorepeyman.ir

مقدمه

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، بر حسب نوع فرآیند تصفیه و ظرفیت تصفیه‌خانه، از انواع واحدها، سازه‌ها، قطعات، لوازم، تجهیزات، لوله‌کشی‌ها و متعلقات استفاده می‌شود که در این راهنما، از نظر رعایت اختصار و ایجاز به طور کلی عوامل و اجزای تصفیه‌خانه نامیده شده است.

طراحان تصفیه‌خانه فاضلاب شهری، علاوه بر رعایت مبانی و ضوابط فنی و پارامترهای طراحی تصفیه‌خانه مورد نظر، باید نکات زیر را به دقت مورد توجه قرار دهند:

- لزوم تأمین کیفیت فاضلاب تصفیه شده در حد مطلوب، علیرغم تغییرات و نوسانات کمی و کیفی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه،
- نیاز به خارج کردن بعضی از عوامل و اجزای تصفیه‌خانه از مدار تصفیه در دوره انجام تعمیرات و نگهداری،
- لزوم تأمین استمرار و کار بدون وقفه تصفیه‌خانه،
- محدودیت‌های بازار در عرضه بعضی از لوازم و تجهیزات مورد نیاز مرحله اجرایی، و بعضی از لوازم یدکی مورد نیاز در دوره‌های تعمیرات و انجام عملیات نگهداری از تصفیه‌خانه، و
- امکانات و محدودیت‌های سازندگان داخلی و پیمانکاران تأسیسات تصفیه‌خانه.

در رعایت این نکات، طراحان تصفیه‌خانه‌های فاضلاب باید نوع و تعداد هریک از عوامل و اجزای تصفیه‌خانه موردنظر را به شکلی انتخاب کنند که اولاً: تهیه لوازم و اجرای عملیات توسط پیمانکاران داخلی میسر باشد، و ثانیاً : علیرغم تغییرات کمی و کیفی فاضلاب ورودی و یا خارج کردن بعضی از عوامل و اجزا از مدار تصفیه (در دوره نگهداری و تعمیرات)، کار مستمر و بدون وقفه تصفیه‌خانه امکان پذیر باشد و ثالثاً : مشکلی در راه افزایش ظرفیت تصفیه‌خانه و یا توسعه آن در مراحل بعدی پدید نیاید. این راهنما، برای کمک به طراحان تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، در انتخاب تعداد و ظرفیت هر یک از عوامل و اجزای تصفیه‌خانه تهیه شده که امید است از این نظر بتواند مفید واقع شود.

این راهنما، شامل ۶ بخش زیر است:

- مقدمه
۱- هدف
۲- دامنه کاربرد
۳- سابقه
۴- پارامترها و ضوابط طراحی واحدهای تصفیه
۵- اثر تعداد واحدها در تأمین بازدهی و استمرار کار واحدهای تصفیه و انتخاب ظرفیت هر واحد
۶- بررسی امکانات تأمین تجهیزات تصفیه‌خانه در داخل کشور

omoorepeyman.ir

۱- هدف

هدف از تهیه این راهنما تعیین عوامل مؤثر در انتخاب و ظرفیت و تعداد واحدهای مختلف در فرآیند تصفیه فاضلاب‌های شهری بوده، به نحوی که در مراحل مختلف توسعه تصفیه‌خانه، ظرفیت طراحی شده با توجه به مبانی و ضوابط فنی و عوامل طراحی هر واحد بتواند قادر به تصفیه فاضلاب با کیفیت مورد تأیید سازمان‌های ذیربط بوده و در حد امکان واحدها ظرفیت اضافی نداشته باشند.

۲- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این راهنما جهت انتخاب ظرفیت و تعداد عوامل و اجزاء تصفیه‌خانه شامل: واحدهای تصفیه مقدماتی، تصفیه زیستی (بیولوژیکی)، استخرهای تثبیت با هواده، تصفیه و دفع لجن، گندزدایی و در نهایت تعیین اثر تعداد واحدها در تأمین بازدهی و استمرار کار واحدهای تصفیه با رعایت مبانی طراحی می‌باشد.

۳- سابقه

نشریاتی که از طرف طرح استانداردهای مهندسی آب در زمینه تصفیه فاضلاب شهری منتشر شده و مطالعه و بررسی مطالب آن، در درک بهتر مطالب مندرج در نشریه حاضر مفید می‌باشد عبارت است از :

۳-۱ نشریه شماره ۵۲- الف با عنوان «ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب» که با شماره ۳-۱۲۹ از طرف سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز منتشر شده است. در این نشریه، انواع روش‌های تصفیه فاضلاب شهری و پارامترهای طراحی آن تشریح شده است.

۳-۲ نشریه شماره ۱۰۳- الف با عنوان «حوض‌های ته‌نشینی استوانه‌ای استاندارد»

در این نشریه، پس از معرفی انواع حوض‌های ته‌نشینی، به بیان مشخصات و خواسته‌های فنی و همچنین حوض‌های ته‌نشینی استوانه‌ای پرداخته شده است.

۳-۳ نشریه شماره ۱۳۲- الف با عنوان «راهنمای انتخاب فرآیند تصفیه فاضلاب‌های شهری»

omoorepeyman.ir

۴- پارامترها و ضوابط طراحی عوامل و اجزای تصفیه‌خانه

انتخاب مبانی و معیارهای مناسب در طراحی واحدهای تصفیه، شرط اول در بهره‌برداری درست و مطمئن از تصفیه‌خانه فاضلاب است.

کیفیت فاضلاب تصفیه شده در یک تصفیه‌خانه، ممکن است به دلایل مختلفی (مانند نوسانات بار هیدرولیکی، بار آلودگی یا شرایط محیطی) تغییر کند، بنابراین عوامل و اجزای مختلف تصفیه‌خانه باید به شکلی طراحی گردد که کیفیت فاضلاب تصفیه شده، در تمام شرایط در حد قابل قبولی باشد. برای تأمین این مورد، انتخاب ظرفیت مناسب و تعداد درست برای هریک از عوامل و اجزای تصفیه‌خانه الزامی است.

انتخاب ظرفیت و تعداد، برحسب نوع واحدها و اجزای پیش‌بینی شده در فرآیند تصفیه، خود به چند عامل مهم بستگی دارد که عبارتند از :

- مقدار فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه و تغییرات آن، که در انتخاب ظرفیت همه واحدها و اجزای تصفیه‌خانه مؤثر است.
- بار آلودگی و تغییرات آن که در انتخاب ظرفیت واحدهایی مانند حوض‌های ته‌نشینی، حوض‌های هوادهی، تغلیظ و تثبیت لجن و تجهیزات برقی و مکانیکی مربوط مؤثر است.
- زمان ماند که در انتخاب ظرفیت واحدهایی مانند حوض ته‌نشینی و حوض هوادهی و حوض تماس فاضلاب با کلر مؤثر است.
- بار سطحی و بار مواد جامد که در طراحی حوض‌های ته‌نشینی و استخرهای تثبیت مؤثر است.
- نسبت $\frac{F}{M}$ که در حوض‌های هوادهی تصفیه به روش لجن فعال، عامل مهمی به‌شمار می‌رود.
- سرعت جریان در مجاری فاضلابروها که در تعیین قطر لوله‌ها و ابعاد کانال‌های ارتباطی بین واحدها مؤثر است.

با توجه به عوامل بالا، مبنای انتخاب ظرفیت، تعداد عوامل و اجزای تصفیه‌خانه را می‌توان در مراحل مختلف تصفیه به شرح زیر مطرح کرد :

۴-۱ تصفیه مقدماتی

۴-۱-۱ مجاری ورودی فاضلاب به واحدها

مجاری ورودی فاضلاب به واحدها (شامل لوله‌ها و کانال‌های ارتباطی بین واحدها)، باید برای حداکثر جریان ساعتی عبوری از این مجاری طراحی شود. اگر مقدار جریان عبوری از هر مجرا، بیش از ظرفیت آن باشد، فاضلاب از آن سرریز شده یا به واحد قبلی پس می‌زند. برای جلوگیری از ته‌نشینی مواد در مجاری و لوله‌ها نیز، باید سرعت در حداقل جریان ساعتی کنترل شود (این سرعت نباید از ۰/۶ متر بر ثانیه کمتر شود). مجاری ورودی به واحدهای تصفیه، از نظر تعداد، تابعی از تعداد واحدهای مربوط می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۴-۱-۲ واحدهای آشغالگیری

در طراحی آشغالگیرها، ممکن است این موضوع مطرح شود که : آیا هنگام بهره‌برداری لازم است، تعداد واحدهایی که در مدار قرار می‌گیرند، متناسب با تغییرات مقدار جریان تغییر داده شود، یا تمام واحدهای آشغالگیری بدون توجه به مقدار جریان فاضلاب در مدار قرار گیرند؟ این مورد به شرایط زیر بستگی دارد:

حالت اول : عمق جریان فاضلاب در پایین‌دست آشغالگیر، در تمام لحظات ثابت باشد.

حالت دوم : با افزایش مقدار جریان، عمق فاضلاب در پایین‌دست آشغالگیر افزایش یابد.

حالت اول وضعیتی است که فاضلاب خروجی از واحد آشغالگیری توسط سرریز کنترل شود. در این صورت، تراز سطح آب در پایین‌دست آشغالگیر ثابت بوده و در نتیجه عمق آب در آشغالگیر، در همه جریان‌ها ثابت خواهد بود.

در این حالت، اگر قرار باشد که سرعت جریان و افت سطح آب در عبور از آشغالگیر ثابت بماند، مساحت مقطع عبور فاضلاب از آشغالگیر، باید متناسب با افزایش مقدار جریان افزایش داده شود و این، بدین معنا است که با زیاد شدن جریان، باید آشغالگیرهای بیشتری وارد مدار بهره‌برداری شود.

حالت دوم، وضعیتی است که فاضلاب خروجی از آشغالگیر به مخزن آبگیری[1] ایستگاه تلمبه فاضلاب، تخلیه شود و تغییر تراز سطح آب در مخزن (بر اثر قطع و وصل شدن تلمبه‌ها) موجب تغییر سطح در پایین‌دست آشغالگیر شود که در نتیجه عمق آب در واحد آشغالگیر، متناسب با مقدار جریان خواهد بود. در این حالت، امکان ایجاد حداقل و حداکثر سرعت مجاز و افت ثابت جریان در عبور از واحد آشغالگیری وجود داشته و با کم و زیاد شدن جریان، نیازی به تغییر تعداد آشغالگیرهای واقع در مدار نیست. در این حالت، برای عمل آشغالگیری، دو واحد مشابه (یک واحد به عنوان آماده بکار) انتخاب می‌شود به شکلی که با خارج شدن یک واحد از مدار، سرعت جریان و افت سطح آب در واحد در حال بهره‌برداری، در حد مطلوب باشد.

فاضلاب هر واحد آشغالگیری، باید بر اساس حداکثر جریان ساعتی فاضلاب عبوری از آن طراحی شود.

۴-۱-۳ واحدهای دانه‌گیری

در بخش ۳-۴ از فصل سوم نشریه شماره ۳-۱۲۹، مبانی و پارامترهای طراحی واحد دانه‌گیری ارائه شده است.

واحد دانه‌گیری، بر اساس حداکثر جریان ساعتی عبوری از آن طراحی می‌شود. در واحدهای دانه‌گیری از نوع کانال با مقطعی به شکل ذوزنقه محیط بر سهمی علیرغم تغییرات مقدار فاضلاب، همواره سرعت جریان فاضلاب عبوری از آن ثابت است (۰/۳ متر بر ثانیه). در این نوع دانه‌گیری جداسازی دانه‌های سنگین مانند ماسه، خرده استخوان، پوست تخم‌مرغ و مانند آن همواره عملی بوده و از نظر تغییرات مقدار فاضلاب نیازی به تعدد واحدهای دانه‌گیری نیست، بنابراین یک واحد دانه‌گیری (همراه با کنارگذر برای استفاده در مواقع اضطراری)

1 - Wet Well

omoorepeyman.ir

کافی خواهد بود. در مواردی که افزایش ظرفیت تصفیه‌خانه در طول دوره طرح، به‌صورت مرحله‌ای انجام می‌گیرد، ممکن است تعدد واحدهای دانه‌گیری از نوع کانال نیز مطرح شود تا در هر مرحله اجرایی، یکی از این واحدها ایجاد گردد. البته چون هر واحد دانه‌گیری از نوع کانال را می‌توان طوری طراحی کرد که علیرغم دامنه وسیع بین حداقل لحظه‌ای مقدار فاضلاب در اول دوره و حداکثر لحظه‌ای مقدار فاضلاب در پایان دوره، طرح بتواند به شکل مؤثری دانه‌ها را جدا کند، پیشنهاد می‌شود که از تعدد واحدهای دانه‌گیری از نوع کانال خودداری شود. در ضمن، در تصفیه‌خانه‌هایی که از این نوع واحدهای دانه‌گیری استفاده می‌شود، نباید بیش از دو واحد مشابه پیش‌بینی کرد، مگر آنکه شرایط و دلایل توجیهی کافی، تعداد بیشتری را ایجاب نماید.

در مواردی که از واحدهای دانه‌گیری با هواده استفاده می‌شود، با توجه به میزان هوادهی و تجهیزات مورد نیاز (که باید متناسب با مقدار فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه و زمان ماند واحد آشغالگیری باشد)، تعدد واحدها مطلوب است تا امکان افزایش تعداد هواده‌ها متناسب با ظرفیت تصفیه‌خانه وجود داشته باشد و بدین‌ترتیب، هزینه بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات هوادهی در هر مرحله اجرایی بهینه گردد. در این موارد نیز، تعداد واحدها باید طوری انتخاب شود که در صورت خروج یک واحد از مدار، خللی در بهره‌برداری مناسب از بقیه واحدها ایجاد نشود.

۴-۱-۴ حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی

در فصل پنجم نشریه شماره ۳-۱۲۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، انواع حوض‌های ته‌نشینی برحسب محل آنها در فرآیند تصفیه و همچنین در نشریه شماره ۱۰۳- الف طرح استانداردهای مهندسی آب کشور با عنوان «حوض‌های ته‌نشینی استوانه‌ای استاندارد» نیز، انواع حوض‌های ته‌نشینی برحسب شکل هندسی حوض‌ها و نوع تجهیزات آنها تعریف، و ابعاد استاندارد و تجهیزات حوض‌های ته‌نشینی استوانه‌ای تعیین و خواسته‌های فنی آنها تشریح شده است.

ظرفیت حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی، باید بر مبنای حداکثر جریان روزانه طراحی و با حداکثر جریان ساعتی نیز کنترل شود به شکلی که بار سطحی حوض از مقادیر مندرج در جدول شماره ۲ نشریه ۱۰۳- الف تجاوز نکند. بدیهی است که در صورت افزایش بار سطحی، بازدهی جداسازی مواد جامد کاهش یافته و این امر موجب افزایش بار مواد در واحدهای تصفیه ثانویه می‌گردد. در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، اغلب حوض‌های ته‌نشینی اولیه از بتن ساخته می‌شود که هزینه ساختمانی و تجهیزاتی (مانند لجن‌روب مکانیکی) آن نسبتاً زیاد است. بنابراین تعداد آنها در یک تصفیه‌خانه، باید به شکلی اختیار گردد که علاوه بر رعایت ضوابط اقتصادی، با خارج شدن یک واحد از مدار در بازدهی و استمرار کار تصفیه، مشکل قابل توجهی ایجاد نشود. در بخش ۴ ، در این مورد توضیحات بیشتری ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

۴-۲ تصفیه زیستی (بیولوژیکی) لجن فعال

۴-۲-۱ حوض‌های هوادهی

ظرفیت حوض‌های هوادهی، اغلب براساس نتیجه‌های تجربی به‌دست آمده از تصفیه‌خانه‌های در حال بهره‌برداری یا واحد نمونه[1] و با توجه به زمان ماند هیدرولیکی، بار حجمی و نسبت $\frac{F}{M}$ تعیین می‌شود.

بار حجمی عبارت است از : $\left(\frac{\text{وزن اکسیژن خواهی زیست شیمیایی پنج روزه ورودی } (BOD_5)}{\text{حجم حوض‌های هوادهی}}\right)$

تعداد حوض‌های هوادهی در یک تصفیه‌خانه نیز، به پیش‌بینی چگونگی افزایش ظرفیت تصفیه‌خانه در مراحل مختلف توسعه، امکانات تأمین تجهیزات هوادهی و ظرفیت هواده‌های قابل تولید در داخل کشور بستگی دارد.

به‌هر حال، تعداد حوض‌های هوادهی باید طوری اختیار شود، که با خارج شدن یک حوض از مدار بهره‌برداری، بقیه واحدها توانایی هوادهی فاضلاب ورودی در حد مورد نیاز را داشته باشند. بنابراین، ظرفیت تأسیسات و تجهیزات هوادهی در هر حوض هوادهی باید با در نظر گرفتن این ظرفیت اضافی طراحی شود.

۴-۲-۲ حوض‌های ته نشینی ثانویه

موارد مطرح شده در مورد حوض‌های ته‌نشینی اولیه، در مورد حوض‌های ته‌نشینی ثانویه نیز با در نظر گرفتن بار هیدرولیکی سطحی مربوط به هر حوض، نوع و چگونگی ته‌نشینی ذرات و فلوک‌های ایجاد شده قابل تعمیم است.

۴-۳ تصفیه زیستی صافی‌های چکه‌ای

۴-۳-۱ صافی‌ها

ضوابط طراحی صافی‌های چکه‌ای، در نشریه شماره ۳-۱۲۹ با عنوان «ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری» سازمان مدیریت و برنامه ریزی ارائه شده است. از آنجایی که عوامل محیطی متعددی در تعیین راندمان تصفیه در این روش مؤثر است، باید برای مطمئن شدن از به‌دست آمدن فاضلاب تصفیه شده با مشخصات مورد نظر، بار هیدرولیکی یا بار مواد آلی صافی‌ها در حد معقول انتخاب گردد. تعداد صافی‌ها نیز باید طوری باشد که با خارج شدن یک صافی از مدار بهره‌برداری، خللی در کیفیت فاضلاب تصفیه شده خروجی ایجاد نشود.

۴-۳-۲ حوض‌های ته نشینی بعد از صافی‌های چکه‌ای

موارد مطرح شده در مورد بار هیدرولیکی سطحی حوض‌های ته نشینی اولیه، در مورد حوض‌های ته‌نشینی مورد نیاز در این روش، قابل تعمیم است.

---

1 - Pilot Plant

omoorepeyman.ir

۴-۴ استخرهای تثبیت با هواده

زمان ماند استخرهای تثبیت با هواده، بر حسب شرایط اقلیمی و مشخصات فاضلاب مورد نظر تعیین شده و نسبتاً طولانی است (در استخرهای با اختلاط کامل تا چند روز و در استخرهای با اختلاط ناقص تا یک ماه یا بیشتر).

چون از یک طرف، از نظر راحتی عملیات اجرایی، راهبری و نگهداری، حجم مورد نیاز (برای تأمین زمان ماند مطلوب) را باید بین چندین واحد تقسیم کرد، و از طرف دیگر اگر استخرهای تثبیت به‌طور سری در مدار قرار گیرند به زمان ماند کمتری نیاز است، بنابراین در تصفیه‌خانه‌هایی که به روش استخرهای تثبیت با هواده طراحی می‌شوند باید از چند ردیف استخرهای تثبیت استفاده نمود که در هر ردیف آن نیز، چند استخر به‌طور سری در مدار قرار گرفته، و فاضلاب ورودی بین ردیف‌های مزبور (که به‌طور موازی در مدار قرار دارد) توزیع می‌شود.

تعدد واحدهای هوادهی در تصفیه به روش استخرهای تثبیت با هواده، این امکان را فراهم می‌کند که تصفیه‌خانه فاضلاب در چند مرحله اجرایی ایجاد شده و ظرفیت هر مرحله اجرایی، متناسب با مقدار فاضلاب انتقالی به تصفیه‌خانه در آن مرحله انتخاب گردد.

لازم به یادآوری است که بیشتر شهرهای ایران، بدون شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب بوده و احداث شبکه جمع‌آوری و ایجاد تصفیه‌خانه فاضلاب در این شهرها، در سال‌های اخیر شروع شده است. از آنجا که ایجاد شبکه جمع‌آوری و اتصالات خانگی به این شبکه‌ها تدریجی است، پیش‌بینی چند مرحله اجرایی در ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب این شهرها قابل توجیه می‌باشد.

۵-۴ تصفیه و دفع لجن

برای انتخاب ظرفیت و تعداد واحدهای مورد نیاز در تصفیه لجن (شامل روش‌های تغلیظ، تثبیت و آبگیری لجن)، به فصل ششم نشریه ۳-۱۲۹ مراجعه شود.

به‌طورکلی، قبل از هضم لجن، باید آن را تا غلظت حداقل ۵ درصد تغلیظ کرد . برحسب نوع لجن، عمل تغلیظ می‌تواند به روش ثقلی، شناورسازی با استفاده از هوا، سانتریفوژسازی و یا روش‌های دیگر انجام گیرد.

پیشنهاد می‌شود که تعداد حوض‌های هضم لجن (به‌طور هوازی یا غیرهوازی) متعدد در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از یک حوض، باید روش دیگر فرآوری لجن یا ذخیره‌سازی آن، به منظور حفظ تداوم عملیات هضم در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۶-۴ واحدهای گندزدایی فاضلاب تصفیه شده

ظرفیت واحدهای گندزدایی فاضلاب، به نوع استفاده از فاضلاب تصفیه شده و محل‌های استفاده از مواد گندزدایی کننده بستگی دارد. ظرفیت واحدها، باید طوری باشد که تعداد کالیفرم‌های موجود در فاضلاب تصفیه شده، در حد استاندارد مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست یا سایر سازمان‌های مربوط باشد. در فاضلاب‌های شهری، میزان تغذیه کلر به فاضلاب تصفیه شده در فرآیندهای مختلف، می‌تواند به عنوان راهنمایی، برای انتخاب ظرفیت واحد کلرزنی مقادیر به شرح زیر باشد.

نوع فرآیند تصفیه	میزان تغذیه کلر
- صافی چکه‌ای	۱۰ میلی‌گرم بر لیتر
- لجن فعال	۸ میلی‌گرم بر لیتر
- تصفیه پیشرفته	۶ میلی‌گرم بر لیتر
- فاضلاب تصفیه شده نیترات‌دار	۶ میلی‌گرم بر لیتر

واحد ذخیره با ظرفیت کافی برای جایگزینی بزرگ‌ترین واحد گندزدایی در طول مدت تعمیر آن باید در نظر گرفته شود. برای همه تجهیزات واحدهای گندزدایی، به منظور تعویض آنها در زمان‌های مناسب (ناشی از فرسودگی و غیره) باید قطعات یدکی در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۵- اثر تعداد واحدها در تأمین بازدهی و استمرار کار واحدهای تصفیه و انتخاب ظرفیت هر واحد

در بعضی موارد، برای نگهداری، تعمیرات یا تعویض قطعات بعضی از واحدهای تصفیه، باید واحد مورد نظر از مدار تصفیه خارج و از فاضلاب تخلیه شود.

در طراحی تصفیه‌خانه فاضلاب، از نظر خارج کردن هر یک از واحدها از مدار تصفیه، می‌توان یکی از حالت‌های زیر را مدنظر قرار داد:

- حالت اول : برای واحد (عامل) مورد نظر، مجرای کنارگذر پیش‌بینی شود تا در موارد اضطراری، فاضلاب از آن مجرا عبور داده شده و واحد برای انجام عملیات نگهداری یا تعمیرات از مدار خارج شود.
- حالت دوم : برای واحد (عامل) مورد نظر، واحد (عامل) مشابهی (که به موازات آن قرار دارد) پیش‌بینی شود، تا در صورت خارج کردن یکی از آنها از مدار تصفیه، واحد (عامل) دیگر به جای آن در مدار قرار داده شود.
- حالت سوم : برای عمل مورد نظر، چند واحد موازی پیش‌بینی گردد و در صورت خارج کردن یک واحد از مدار تصفیه، بار آن بین سایر واحدها توزیع شود.

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، بر حسب فرآیندی که برای تصفیه انتخاب شده، بعضی از عوامل و اجزای زیر گروه حالت اول یا حالت دوم و بعضی دیگر زیر گروه حالت سوم قرار می‌گیرند. نمونه‌هایی از این عوامل، اجزا و حالت مربوط به آن به شرح زیر است :

- واحدهای آشغالگیری و دانه‌گیری که ممکن است برحسب مورد و شرایط، زیر گروه حالت اول یا حالت دوم باشد.
- حوض‌های ته‌نشینی (اعم از مقدماتی یا نهایی) که زیر گروه حالت سوم است.
- ایستگاه‌های تلمبه مجهز به تلمبه‌های متعدد که زیر گروه حالت سوم است.

در عوامل و اجزای زیر گروه حالت‌های اول و دوم، در عمل، تعداد واحدها اثری در تعیین ظرفیت یا بازدهی واحد موردنظر ندارد در حالی که در عوامل و اجزای زیر گروه حالت سوم که تعداد واحدها زیاد است، ظرفیت هر واحد (و در پاره‌ای موارد بازدهی آن) تحت تأثیر تعداد واحدها قرار دارد.

برای بیان این اثر، مثال‌های صفحه بعد ارائه می‌شود.

omoorepeyman.ir

۱-۵ اثر تعداد در مجموعه‌ای از حوض‌های ته‌نشینی مقدماتی

اگر در این مجموعه، ۲، ۳، ۴ یا ۵ حوض وجود داشته و فاضلاب ورودی به این مجموعه، به‌طور مساوی بین حوض‌ها توزیع گردد، در صورتی که یکی از حوض‌ها برای انجام عملیات نگهداری و تعمیرات از مدار خارج شده و بار هیدرولیکی، بین باقی‌مانده حوض‌ها توزیع شود، افزایش بار هیدرولیکی در حوض‌های باقی‌مانده، برحسب تعداد حوض در مجموعه، به شرح جدول (۱) خواهد بود:

جدول ۱- افزایش بار هیدرولیکی حوض‌ها در مجموعه‌ای از حوض‌های ته‌نشینی
(یکی از حوض‌ها به‌طور موقت از مدار خارج شده است)

	تعدادحوض درمجموعه / شـــرح	۲	۴	۶	۸
تمام حوض‌ها در مدار است	بار هیدرولیکی به ازای هر حوض	Q ÷ ۲ = ۰/۵ Q	Q ÷ ۴ = ۰/۲۵ Q	Q ÷ ۶ = ۰/۱۷ Q	Q ÷ ۸ = ۰/۱۲۵ Q
یک حوض از مدار خارج شده و بار هیدرولیکی بین بقیه حوض‌ها توزیع شده است	تعداد حوض‌های باقیمانده در مدار	۱	۳	۵	۷
	بار هیدرولیکی به ازای هر حوض	۱ Q	Q ÷ ۳ = ۰/۳۳Q	Q ÷ ۵ = ۰/۲Q	Q ÷ ۷ = ۰/۱۴Q
	افزایش بار هیدرولیکی	۱ − ۰/۵ = ۰/۵Q	۰/۳۳ − ۰/۲۵ = ۰/۰۸Q	۰/۲ − ۰/۱۷ = ۰/۰۳Q	۰/۱۴۲ − ۰/۱۲۵ = ۰/۰۱۷Q
	نسبت افزایش بار هیدرولیکی به بار قبل از خارج‌کردن یک حوض	$\frac{۰/۵}{۰/۵}=۱$	$\frac{۰/۰۸}{۰/۲۵}=۰/۳۲$	$\frac{۰/۰۳}{۰/۱۷}=۰/۱۷$	$\frac{۰/۰۱۷}{۰/۱۲۵}=۰/۱۳$
	افزایش بار هیدرولیکی حسب مقدار درصد از بار اولیه	۱۰۰	۳۲	۱۷	۱۳

افزایش بار هیدرولیکی باعث افزایش بار سطحی حوض ته‌نشینی می‌شود که در راندمان جداسازی مواد قابل ته‌نشینی، اثر محسوس دارد.

مثال صفحه بعد روشنگر اثر افزایش بار هیدرولیکی در کاهش بازدهی حوض‌های ته‌نشینی است.

omoorepeyman.ir

در این مثال، فرض شده که براساس نتیجه‌های به‌دست آمده از آزمایش فاضلاب خام، نسبت وزنی مواد جامد قابل ته‌نشینی برحسب قطر مؤثر آن به شرح جدول (۲) می‌باشد:

جدول ۲- نتیجه‌های آزمایش فاضلاب خام از نظر مواد جامد قابل ته‌نشینی

قطر مؤثر ذرات مواد جامد	نسبت وزنی به ازای هر قطر مؤثر
۰/۰۱	۰/۱
۰/۰۱۵	۰/۲
۰/۰۲۰	۰/۲۵
۰/۰۲۵	۰/۱۵
۰/۰۳۰	۰/۰۵
۰/۰۳۵	۰/۱۵
۰/۰۴۰	۰/۰۵
۰/۰۴۵	۰/۰۵

در این مثال، همچنین فرض شده است که برای ته‌نشین کردن مواد جامد قابل ته‌نشینی این فاضلاب، از حوض‌های ته‌نشینی با بار سطحی معادل ۲۵ متر مکعب بر روز به ازای هر متر مربع سطح استفاده شود.

سرعت ته‌نشینی ذرات در آب (V_s) را می‌توان با استفاده از فرمول استوک[1] به‌دست آورد که عبارت است از :

$$V_s = ۲/۲۹ (\frac{dp}{CD})^{۰/۵}$$

که در آن :

V_s = سرعت ته‌نشینی برحسب متر بر ثانیه،

dp = قطر مؤثر ذرات برحسب میلی‌متر، و

CD = ضریب حرکت ذرات که با فرمول زیر قابل محاسبه است :

$$CD = \frac{۲۴}{NR} + \frac{۳}{\sqrt{NR}} + ۰/۳۴$$

که در آن NR عدد رینولدز[2] بوده و مقدار آن از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$NR = \frac{۰/۸۵\, dp \times \rho_w}{\mu}$$

که در آن :

ρw = دانسیته[3] آب برحسب کیلوگرم بر متر مکعب، و

1 - Stokes'law

2 - Reynolds Number

3 - Density

omoorepeyman.ir

μ = لزجت دینامیک[1] فاضلاب برحسب نیوتن – ثانیه بر متر مربع (که در دمای ۲۰ درجه سلسیوس برابر $۱/۰۰۲\times۱۰^{-۳}$ نیوتن ثانیه بر متر مربع است).

بار سطحی بر حسب مترمکعب بر روز در متر مربع سطح حوض، در عمل، مؤلفه سرعت رو به بالای آب در حوض است که آن را با V_{sc} نشان می‌دهند.

تمام ذراتی که سرعت ته‌نشینی آن، برابر یا بزرگ‌تر از V_{sc} باشد، ته‌نشین می‌شوند ولی ذراتی که سرعت ته‌نشینی آن کمتر از V_{sc} است، فقط بخشی از آن که مقدار وزنی آن با نسبت $\frac{V_s}{V_{sc}}$ برقرار است ته‌نشین خواهند شد.

در مثال مورد نظر که بار سطحی برابر با ۲۵ متر مکعب بر روز به ازای هر مترمربع منظور شده، این سرعت $V_{sc}=\frac{۲۵ m^۳/d}{۱^{m۲}\times ۸۶۴۰۰ s/d\times ۱^{m۲}}=۲/۸۹\times۱۰^{-۴}\ m/s$ است. البته اگر سرعت V_s مربوط به هر یک از قطرهای اسمی ذرات موجود در فاضلاب مورد نظر، با فرمول استوک محاسبه شود، نسبت وزنی ذرات ته‌نشین شده به شرح جدول (۳) خواهد بود:

جدول ۳- برآورد نسبت وزنی مواد ته‌نشین شده در حوض‌های مفروض

قطر مؤثر بر حسب میلی‌متر	نسبت وزنی به ازای هر قطر	سرعت ته‌نشینی ذرات (V_s)	نسبت $(\frac{V_s}{V_{sc}})$	نسبت وزنی ذرات ته‌نشین شده در هر قطر مؤثر
۰/۰۱	۰/۱	$۲/۱۸\times۱۰^{-۵}$	۰/۰۷۵	۰/۰۰۸
۰/۰۱۵	۰/۲۰	$۴/۹\times۱۰^{-۵}$	۰/۱۶۹	۰/۰۳۴
۰/۰۲۰	۰/۲۵	$۸/۷۲\times۱۰^{-۵}$	۰/۳۰۱	۰/۰۷۵
۰/۰۲۵	۰/۱۵	$۱۳/۶۲\times۱۰^{-۵}$	۰/۴۷۱	۰/۰۷۱
۰/۰۳۰	۰/۰۵	$۱۹/۶۲\times۱۰^{-۵}$	۰/۶۷۸	۰/۰۳۴
۰/۰۳۵	۰/۱۵	$۲۶/۷۱\times۱۰^{-۵}$	۰/۹۲۳	۰/۱۳۸
۰/۰۴۰	۰/۰۵	$۳۴/۸۸\times۱۰^{-۵}$	۰/۲۰۵	۰/۰۵
۰/۰۴۵	۰/۰۵	$۴۴/۱۵\times۱۰^{-۵}$	۱/۵۲۶	۰/۰۵
نسبت وزنی کل مواد ته‌نشین شده				۰/۴۶

1 - Dynamic Viscosity

omoorepeyman.ir

اگر از نظر تعداد حوض‌های ته‌نشینی، چهار گزینه مشروح زیر منظور شود:

گزینه یک : شامل دو حوض ته‌نشینی،

گزینه دو : شامل چهار حوض ته‌نشینی،

گزینه سه : شامل شش حوض ته‌نشینی، و

گزینه چهار: شامل هشت حوض ته‌نشینی.

در صورتی که از هریک از این گزینه‌ها، یک حوض را برای انجام عملیات تعمیرات و نگهداری از مدار خارج کرده و بار آن بین حوض‌های باقی‌مانده توزیع شود، مقدار بار سطحی در حوض‌های باقی‌مانده در مدار و در نتیجه V_{sc} آن به تناسب افزایش خواهد یافت. در جدول (۴)، بار سطحی در هر گزینه در این شرایط منعکس شده است.

جدول ۴- بار سطحی در حوض‌های باقی‌مانده هر گزینه

گزینه	تعداد حوض‌ها در گزینه	بار سطحی حوض‌ها	حوض‌های خارج از مدار	تعداد حوض‌های باقی‌مانده در مدار	بار سطحی حوض‌های داخل مدار*
یک	۲	۲۵	۱	۱	۲۵ × ۲ = ۵۰
دو	۴	۲۵	۱	۳	۲۵ × ۱/۳۲ = ۳۳
سه	۶	۲۵	۱	۵	۲۵ × ۱/۱۷ = ۲۹/۲
چهار	۸	۲۵	۱	۷	۲۵ × ۱/۱۳ = ۲۸/۲

(*) برای ضریب افزایش بار سطحی به جدول (۱) مراجعه شود.

به ازای هریک از بارهای سطحی جدول (۴)، مقدار V_{sc} و V_s به ازای هر قطر، و در نتیجه نسبت وزنی ذرات جدا شده به ازای هر قطر مؤثر و کل ذرات ته‌نشین شده محاسبه گردیده و در جدول (۵) منعکس و مقایسه شده است :

omoorepeyman.ir

جدول ۵- مقایسه راندمان مجموعه‌ای از حوض‌های ته‌نشینی در مواقعی که یک حوض از مدار خارج شده و بار آن بین حوض‌های باقی‌مانده توزیع شود

گزینه		یک		دو		سه		چهار	
تعداد حوض		۲		۴		۶		۸	
تعداد حوض باقی‌مانده در مدار		۱		۳		۵		۷	
V_{sc} بر حسب متر بر ثانیه		$V_{sc} = ۵/۷۸ \times ۱۰^{-۴}$		$V_{sc} = ۳/۸۵ \times ۱۰^{-۴}$		$V_{sc} = ۳/۴۷ \times ۱۰^{-۴}$		$V_{sc} = ۳/۳ \times ۱۰^{-۴}$	
فاضلاب خام جدول (۲)		نسبت وزنی مواد ته‌نشین شده در شرایطی که تمام حوض‌ها در مدار باشند (جدول ۳)	$\frac{V_s}{V_{sc}}$	نسبت وزنی ذرات ته‌نشین شده	$\frac{V_s}{V_{sc}}$	نسبت وزنی ذرات ته‌نشین شده	$\frac{V_s}{V_{sc}}$	نسبت وزنی ذرات ته‌نشین شده	$\frac{V_s}{V_{sc}}$
قطرمؤثر	نسبت وزنی								
۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۰۸	۰/۰۴۵	۰/۰۰۴۵	۰/۰۵۶۶	۰/۰۰۵۶	۰/۰۶۲۸	۰/۰۰۶۲۸	۰/۰۶۶	۰/۰۰۶۶
۰/۰۱۵	۰/۲۰	۰/۰۳۴	۰/۰۸۵	۰/۰۱۷	۰/۱۲۷	۰/۰۲۵۴	۰/۰۱۴۱	۰/۰۲۸۲	۰/۱۴۸	۰/۰۲۹۶
۰/۰۲۰	۰/۲۵	۰/۰۷۵	۰/۱۵	۰/۰۳۷۵	۰/۲۲۶	۰/۰۵۶۵	۰/۲۵۱	۰/۰۶۲۷	۰/۲۶۴	۰/۰۶۶
۰/۰۲۵	۰/۱۵	۰/۰۷۱	۰/۲۳	۰/۰۳۴۵	۰/۳۵۳	۰/۰۵۳	۰/۳۹۲	۰/۰۵۸۸	۰/۴۱۲	۰/۰۶۱۸
۰/۰۳۰	۰/۰۵	۰/۰۳۴	۰/۳۴	۰/۰۱۷	۰/۵۱	۰/۰۲۵۵	۰/۵۶۵	۰/۰۲۸۲	۰/۵۹۴	۰/۰۲۹۷
۰/۰۳۵	۰/۱۵	۰/۱۳۸	۰/۴۶	۰/۰۶۹	۰/۶۹۳	۰/۱۰۳	۰/۷۶۹	۰/۱۱۵	۰/۸۰۹	۰/۱۲۱۳
۰/۰۴۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۹۱	۰/۰۴۵۵	۱/۰۰	۰/۰۵	۱/۰۵۶	۰/۰۵۲
۰/۰۴۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۷۶۳	۰/۰۳۸	۱/۱۵	۰/۰۵	۱/۲۷۲	۰/۰۶۳	۱/۳۳	۰/۰۶۶
جمع نسبت وزنی کل مواد ته‌نشین شده		۰/۴۶	—	۰/۲۴۷	—	۰/۳۶۴	—	۰/۴۱۲	—	۰/۴۳۳
راندمان حسب درصد (*)		۱۰۰		۵۴		۷۹		۸۹/۶		۹۴

(*) راندمان، نسبت به شرایطی که تمام حوض‌ها در مدار قرار دارند محاسبه شده است.

۵-۲ اثر تعداد در ایستگاه تلمبه

ایستگاه‌های تلمبه، که در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ایجاد می‌شود، ممکن است یکی از دو نوع زیر باشد:

- ایستگاه بالابر که برای رساندن و سوارکردن[1] فاضلاب به واحدهایی است که در رقوم بالاتری قرار گرفته و فاضلاب ورودی، از طریق مجاری ثقلی به این واحدها سوار نمی‌شود.
- ایستگاه فشاری که برای انتقال فاضلاب یا لجن به واحدهای مختلف (از طریق لوله‌های تحت فشار) به‌کار می‌رود.

مقدار جریان ورودی به هریک از این دو نوع ایستگاه تلمبه، ممکن است متغیر بوده و تغییرات آن دامنه وسیعی داشته باشد. در بیشتر موارد، نوع تصفیه و شرایط حاکم بر آن، تعیین می‌کند که مقدار فاضلاب خروجی از ایستگاه تلمبه، معادل مقدار فاضلاب ورودی به آن باشد. اگر در ایستگاه تلمبه، از تلمبه‌های سانتریفوژ استفاده شود، دامنه تغییرات مقدار فاضلاب خروجی از ایستگاه را نمی‌توان با دامنه تغییرات مقدار فاضلاب ورودی به آن برابر کرد، بنابراین در ایستگاه، چندین تلمبه نصب شده و با استفاده از اختلاف سطح فاضلاب در مخزن آبگیری ایستگاه تلمبه و کلیدهای شناور، در هر زمان، می‌توان از مجموع تلمبه‌های نصب شده تعدادی را وارد مدار کرد تا مجموع ظرفیت‌های آن برابر یا در حدود مقدار فاضلاب ورودی باشد. اگر بدین ترتیب عمل شود، افزایش ظرفیت ایستگاه تلمبه، به تناسب تعداد تلمبه‌ای که در مدار است، به صورت پله‌ای خواهد بود. انتخاب تعداد تلمبه و ظرفیت هر تلمبه به تغییرات مقدار فاضلاب ورودی به ایستگاه تلمبه بستگی دارد. برای بیان این نکته، فرض می‌شود که حداقل مقدار فاضلاب ورودی به یک ایستگاه تلمبه ۱۰۰ لیتر بر ثانیه و حداکثر آن ۵۰۰ لیتر بر ثانیه بوده و تغییرات بین حداقل و حداکثر، مضربی از ۱۰۰ لیتر بر ثانیه باشد.

در این شرایط، با در نظر گرفتن تعداد تلمبه با تلمبه‌های یدک، می‌توان گزینه‌های مشروح زیر را در انتخاب تعداد و ظرفیت تلمبه‌ها مطرح کرد.

گزینه ۱:

- ۵ تلمبه در مدار بهره‌برداری، هریک به ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه
- ۱ تلمبه به عنوان رزرو، با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه

گزینه ۲:

- ۱ تلمبه در مدار بهره‌برداری، با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه
- ۲ تلمبه در مدار بهره‌برداری، هریک به ظرفیت ۲۰۰ لیتر بر ثانیه
- ۲ تلمبه به عنوان رزرو، هریک به ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه

1 - Lifting

omoorepeyman.ir

گزینه ۳:

- **۱ تلمبه در مدار بهره‌برداری، با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه در مدار بهره‌برداری، با ظرفیت ۲۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه در مدار بهره‌برداری، با ظرفیت ۳۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه به‌عنوان رزرو، با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه به‌عنوان رزرو، با ظرفیت ۲۰۰ لیتر بر ثانیه**

گزینه ۴:

- **۱ تلمبه در مدار بهره‌برداری، با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه در مدار بهره‌برداری، با ظرفیت ۳۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه به‌عنوان رزرو، با ظرفیت ۱۰۰ لیتر بر ثانیه**
- **۱ تلمبه به‌عنوان رزرو، با ظرفیت ۲۰۰ لیتر بر ثانیه**

در این مثال، گزینه (۱) نسبت به سایر گزینه‌ها برتری دارد زیرا :

(۱) در جمع، ۶ تلمبه لازم است که مشابه بوده و یکی از این تلمبه‌ها می‌تواند جایگزین هریک از ۵ تلمبه دیگر شود.

(۲) کل قدرت نصب شده، از گزینه‌های دیگر کمتر است.

(۳) به علت یکسان بودن ظرفیت، لوازم یدکی مورد نیاز تلمبه‌ها نیز مشابه است، بنابراین علاوه بر کاهش مشکلات بهره‌برداری و نگهداری، به لوازم یدکی کمتری نیاز خواهد بود.

(۴) در این گزینه، برای راه‌اندازی تلمبه‌ها، نیازی به ارتباط الکتریکی[1] بین تلمبه‌ها نبوده و هر تلمبه می‌تواند براساس تراز تنظیم شده شناورهای خود، قطع و وصل گردد. حال آنکه در گزینه‌های دیگر، قطع یک تلمبه مستلزم وصل تلمبه دیگر و با استفاده از ارتباط الکتریکی است.

اگرچه انتخاب سیستم پمپاژ براساس گزینه‌های دوم تا چهارم متداول است، ولی گزینه اول به علت اطمینان در چگونگی بهره‌برداری از تلمبه‌ها (به علت یکسان بودن ظرفیت و مشخصات تلمبه‌ها)، مستقل بودن سیستم کنترل و قطع و وصل، از مزایای بیشتری برخوردار می‌باشد. مستقل بودن سیستم بهره‌برداری هر تلمبه، این امکان را فراهم می‌کند که در صورت تمام خودکار[2] بودن بهره‌برداری، نیازی به حضور دایم متصدی راهبری ایستگاه نباشد، زیرا خرابی یک تلمبه تأثیر زیادی بر ظرفیت ایستگاه تلمبه ندارد.

در هر صورت، در انتخاب تعداد تلمبه‌های مورد نیاز در ایستگاه‌های تلمبه، باید ظرفیت و مشخصات تلمبه‌های تولیدی در داخل کشور مورد توجه قرار گیرد و تا حد امکان سعی شود که از تولیدات داخلی استفاده گردد.

1 - Electrical Inter Communication

2 - Full Automatic

omoorepeyman.ir

۶- بررسی امکانات تأمین تجهیزات تصفیه‌خانه در داخل کشور

در تهیه تجهیزات تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، بررسی امکانات تولید و ساخت در داخل کشور ضروری است و باید سعی گردد که تا حد امکان از ظرفیت‌های قابل تولید در داخل استفاده شود. گرچه ممکن است تهیه اقلام مورد نظر به اندازه‌هایی که مطرح شده میسر نباشد، اما به منظور حمایت از تولیدکنندگان داخلی و رشد و ارتقای سطح تولیدات، می‌توان نیازمندی‌های طرح را از اقلام با اندازه‌های کوچک‌تر که به راحتی قابل تهیه می‌باشد تأمین نمود. اگرچه در این شرایط، هزینه اولیه تهیه تجهیزات نسبت به شرایط عادی افزایش خواهد یافت، اما به علت استفاده از امکانات داخلی، هزینه بعدی مربوط به بهره‌برداری و نگهداری و تأمین قطعات و تجهیزات در طی دوره بهره‌برداری تا حد بسیار زیادی کاهش خواهد یافت.

بنابراین لازم است که قبل از انتخاب ابعاد و اندازه واحدهای تصفیه، بررسی‌های کاملی توسط مهندسین مشاور مربوط در مورد تجهیزات تولیدی و یا قابل تولید در داخل کشور صورت گیرد. در صورتی که امکان ساخت تجهیزات با مشخصات مناسب توسط تولید کنندگان داخلی مهیا باشد، باید با ارائه مشخصات فنی دقیق‌تر و الگوبرداری از وسایل و تجهیزات مرغوب خارجی، نسبت به ساخت آنها در داخل کشور (با توجه به برنامه زمانی نصب و بهره‌برداری از تصفیه‌خانه موردنظر) اقدامات لازم را به عمل آورد.
تهیه تجهیزات ساخت خارج در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، باید پس از بررسی‌های گفته شده و تأیید عدم امکان ساخت آن تجهیزات در داخل انجام گیرد.

omoorepeyman.ir

۷- منابع و مآخذ

۷-۱ تجربیات شخصی تهیه‌کننده در طرح‌های مطالعاتی و اجرایی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری

7-2 Tchobanoglous, G., and Schroeder, E.D., (1985), "Water Quality", Addison – Wesley Publishing Co., U.S.A.

7-3 Escritt, L.B., (1972), "Sewerage and Sewage Disposal.", Macdonald and Evans Ltd. London, U.K.

7-4 Qasim, S.R., (1999). "Waste Water Treatment Plants", Technomis Publishing Co. 1nc., Penssylvania, U.S.A.

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

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

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

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

omoorepeyman.ir

In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

Guideline On Capacity Selection of Different Units of Domestic Waste Water Treatment Plants

omoorepeyman.ir

Publication No. 278

این نشریه

انتخاب ظرفیت مناسب عامل مهمی در بهره برداری و عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب می باشد. مشخصات کیفی فاضلاب در یک تصفیه خانه به دلیل مختلف تغییر می یابد ، بنابراین لازم است سیستم تصفیه فاضلاب به نحوی طراحی گردد که همواره کیفیت فاضلاب تصفیه شده مطابق ضوابط تأیید شده سازمان های ذیربط باشد .

با توجه به مراتب فوق و به منظور بهره برداری مناسب تصفیه خانه در دوره طرح و به حداقل رسانیدن ظرفیت اضافی تصفیه خانه در مراحل مختلف توسعه ، در این راهنما توصیه های لازم در مورد چگونگی انتخاب ظرفیت و همچنین انتخاب تعداد واحدهای تصفیه خانه فاضلاب به‌عمل آمده است.

معاونت امور پشتیبانی

مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-491-0

9789644254918

omoorepeyman.ir