جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

مبانی و ضوابط طراحی

شبکه‌های فاضلاب و آب‌های سطحی

(بازنگری نشریه‌های ۳-۱۱۸ و ۱۶۳)

ضابطه شماره

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

امور نظام فنی و اجرایی کشور

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی آب و آبفا

http://seso.moe.gov.ir

۱۳۹۴

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایراد و اشکال نیست.

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

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

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

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

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن

۳۳۲۷۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email:info@nezamfanni.ir **web: nezamfanni.ir**

بسمه تعالی

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی، همچنین آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از به کارگیری مستمر آن‌ها در جوامع بشری، به عنوان حقیقتی انکارناپذیر پذیرفته شده است. طراحی و ساخت شبکه‌های فاضلاب نیز با توجه به اهمیت بسزای آن‌ها در ارتقای سطح بهداشت عمومی و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و شیوع و انتقال انواع بیماری‌ها از این امر مستثنی نبوده و نیازمند تدوین ضوابط و معیارهای دقیق به منظور دستیابی به اهداف فوق‌الذکر و پرهیز از قضاوت‌های شخصی و بعضا ناآگاهانه می‌باشد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه ضابطه «مبانی و ضوابط طراحی شبکه‌های فاضلاب و آب‌های سطحی (بازنگری نشریه‌های ۳-۱۱۸ و ۱۶۳)» را با هماهنگی امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این سازمان ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی و اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷ هـ- مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

بدین وسیله معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی و اجرایی کشور جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و اجرایی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس تقی عبادی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزد منان توفیق روزافزون همه این بزرگواران را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این ضابطه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

غلامرضا شافعی

معاون فنی و توسعه امور زیربنایی

پاییز ۱۳۹۴

تهیه و کنترل«مبانی و ضوابط طراحی شبکه‌های فاضلاب و آب‌های سطحی (بازنگری نشریه‌های ۳-۱۱۸ و ۱۶۳)»

[ضابطه شماره]

مجری: شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

مولف اصلی: امیررضا احمدی‌مطلق	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – آب

اعضای گروه تهیه‌کننده:

امیررضا احمدی‌مطلق	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – آب
علی امامی	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	لیسانس مهندسی عمران
مصطفی بزرگ‌زاده	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس مهندسی هیدرولیک
محمد تهجدی لنگرودی	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	لیسانس مهندسی عمران
آرش کریم‌زاده	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
جواد کریمی پارچیان	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
ساحره کیخسروی	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
برنا میراحمدیان	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران

اعضای گروه نظارت:

حسین ابوتراب	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
پیمان اربابها	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
رضا خیراندیش	شرکت مهندسین مشاور پژوهاب	دکترای مهندسی عمران - آب
مینا زمانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو	لیسانس مهندسی شیمی

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی فاضلاب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

محمد ابراهیم‌نیا	وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب
حسین ابوتراب	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران
امیررضا احمدی مطلق	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – آب
رضا خیراندیش	شرکت مهندسین مشاور پژوهاب	دکترای مهندسی عمران - آب
جلال‌الدین شایگان	دانشگاه صنعتی شریف	دکترای مهندسی بیوشیمی
مسعود فقیهی حبیب‌آبادی	شرکت دزون	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
منصور قاسمی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
شهیر کنعانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – محیط‌زیست

آرش کیایی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فـــوق‌لیســـانس مهندســـی عمـــران – محیط‌زیست

اعضای گروه هدایت و راهبری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور:

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
فرزانه آقا رمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی و اجرایی
سیّد وحیدالدین رضوانی	کارشناس آبیاری و زهکشی، امور نظام فنی و اجرایی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول- تعاریف و اصطلاحات فنی	**۵**
۱-۱- آب باران	۷
۱-۲- آب‌های سطحی	۷
۱-۳- آب‌های پذیرنده	۷
۱-۴- الگوی تغییرات شبانه‌روزی جریان فاضلاب	۸
۱-۵- فاضلاب خام	۸
۱-۶- فاضلاب	۸
۱-۷- آدم‌رو - چاهک بازدید	۹
۱-۸- اتصال غیرمجاز آب باران	۹
۱-۹- ایستگاه بالابر	۹
۱-۱۰- ایستگاه پمپاژ (تلمبه‌خانه)	۹
۱-۱۱- بهره‌برداری	۹
۱-۱۲- بهسازی	۹
۱-۱۳- پرش هیدرولیکی	۱۰
۱-۱۴- پس‌زدگی	۱۰
۱-۱۵- تاسیسات سرریز (در شبکه مرکب یا نیمه مرکب)	۱۰
۱-۱۶- تخلیه‌گاه	۱۰
۱-۱۷- تصفیه‌خانه فاضلاب	۱۰
۱-۱۸- تعمیر (مرمت)	۱۰
۱-۱۹- تهویه شبکه فاضلاب	۱۰
۱-۲۰- جایگزینی (تعویض)	۱۱
۱-۲۱- جریان فاضلاب در ایام بدون باران و ذوب برف (DWF)	۱۱
۱-۲۲- جنبه‌های زیباشناختی مرتبط با آلودگی	۱۱
۱-۲۳- چاهک تر (در تلمبه‌خانه)	۱۱
۱-۲۴- چاهک خشک (در تلمبه‌خانه)	۱۱
۱-۲۵- حداکثر جریان ساعتی فاضلاب	۱۱
۱-۲۶- جریان طراحی شبکه	۱۲
۱-۲۷- حداکثر سرعت فاضلاب	۱۲
۱-۲۸- حوزه آبریز	۱۲
۱-۲۹- درصد پرشدگی فاضلابرو	۱۲

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۳۰- دوره طرح	۱۲
۱-۳۱- دوره بازگشت	۱۲
۱-۳۲- رابطه شدت - مدت – فراوانی (IDF)	۱۲
۱-۳۳- رواناب سطحی	۱۳
۱-۳۴- زمان تمرکز	۱۳
۱-۳۵- زمان ماند (در تلمبه‌خانه)	۱۳
۱-۳۶- زمان ورود	۱۳
۱-۳۷- زهکش	۱۳
۱-۳۸- لوله انشعاب	۱۳
۱-۳۹- زیرساخت‌های شهری	۱۳
۱-۴۰- سازه‌های انحراف جریان	۱۴
۱-۴۱- سرریز کنارگذر	۱۴
۱-۴۲- سرعت خودشستشویی	۱۴
۱-۴۳- شبکه ثقلی	۱۴
۱-۴۴- سیفون وارون	۱۴
۱-۴۵- شبکه زهکشی شهری	۱۴
۱-۴۶- شبکه فاضلاب	۱۴
۱-۴۷- شبکه‌های متعارف و غیرمتعارف	۱۵
۱-۴۸- شبکه مجزا	۱۵
۱-۴۹- شبکه مرکب	۱۵
۱-۵۰- شبکه نیمه مرکب	۱۵
۱-۵۱- شدت بارش	۱۵
۱-۵۲- شرایط اضافه‌بار هیدرولیکی	۱۵
۱-۵۳- شرایط بی‌هوازی	۱۵
۱-۵۴- شرایط سازه‌ای	۱۶
۱-۵۵- شرایط هوازی	۱۶
۱-۵۶- شستشو با تخلیه ناگهانی جریان	۱۶
۱-۵۷- شیب شستشو و تنش شویندگی (تنش برشی)	۱۶
۱-۵۸- ضریب بهره‌برداری از شبکه	۱۶
۱-۵۹- ضریب تبدیل آب به فاضلاب خام	۱۶
۱-۶۰- ضریب حداکثر و حداقل جریان فاضلاب خام	۱۶
۱-۶۱- ضریب رواناب	۱۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۶۲- ظرفیت خودپالایی	۱۷
۱-۶۳- شرایط غرقاب‌شدگی (آب‌گرفتگی)	۱۷
۱-۶۴- فاضلاب خانگی خام	۱۷
۱-۶۵- فاضلاب بی‌هوازی (سپتیک)	۱۷
۱-۶۶- فاضلاب غیرخانگی خام (فاضلاب‌های صنعتی و تجاری)	۱۷
۱-۶۷- فاضلابرو	۱۷
۱-۶۸- فیزیوگرافی حوزه	۲۰
۱-۶۹- متعادل‌سازی جریان	۲۰
۱-۷۰- میانگین جریان فاضلاب خام	۲۰
۱-۷۱- میانگین سرانه فاضلاب خام	۲۰
۱-۷۲- مخزن نگه‌داشت موقت	۲۰
۱-۷۳- مدیریت جامع سیستم فاضلاب و زهکشی شهری	۲۰
۱-۷۴- نشت آب به خارج شبکه	۲۱
۱-۷۵- نشتاب و آب‌های نفوذی	۲۱
۱-۷۶- نقاط آب گرفتگی	۲۱
۱-۷۷- نگهداری	۲۱
۱-۷۸- نوسازی	۲۱
۱-۷۹- هزینه‌های دوره طرح	۲۲
فصل دوم- اهداف و الزامات عملکردی	**۲۳**
۲-۱- اهداف	۲۵
۲-۱-۱- تامین بهداشت و ایمنی عمومی	۲۵
۲-۱-۲- سلامتی و ایمنی کارکنان	۲۵
۲-۱-۳- حفاظت از محیط زیست	۲۵
۲-۱-۴- کمک به توسعه پایدار	۲۶
۲-۲- الزامات عملکردی شبکه فاضلاب	۲۶
۲-۲-۱- جلوگیری از خروج فاضلاب از شبکه	۲۶
۲-۲-۲- سهولت بهره‌برداری و نگهداری	۲۸
۲-۲-۳- حفاظت ازآب‌های سطحی پذیرنده	۲۸
۲-۲-۴- حفاظت ازآب‌های زیرزمینی	۲۹
۲-۲-۵- کنترل بو و جلوگیری ازورود موادسمی وخورنده به داخل شبکه فاضلاب	۲۹
۲-۲-۶- جلوگیری از تولید صدا ولرزش	۲۹
۲-۲-۷- استفاده ازمصالح مناسب طبق اصول توسعه پایدار	۲۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۲-۸- مصرف انرژی طبق اصول توسعه پایدار	۳۰
۲-۲-۹- حفظ استحکام سازه‌ای کلیه اجزای شبکه در طول عمر مفید آن	۳۰
۲-۲-۱۰- حفظ تداوم جریان فاضلاب در شبکه	۳۰
۲-۲-۱۱- آب‌بندی فاضلابروها	۳۰
۲-۲-۱۲- جلوگیری از ایجاد خطر برای سازه‌ها و تاسیسات زیربنایی مجاور	۳۰
۲-۲-۱۳- کنترل کیفیت جریان ورودی به شبکه	۳۰
۲-۳- مدیریت جامع و کنترل شبکه فاضلاب	۳۰
۲-۳-۱- گردآوری داده‌ها و اطلاعات	۳۳
۲-۳-۲- ارزیابی عملکرد شبکه فاضلاب و مقایسه با الزامات عملکردی	۳۵
۲-۳-۳- تهیه و تنظیم برنامه اصلاحی	۳۶
۲-۳-۴- اجرا و پیاده‌سازی برنامه اصلاحی	۴۰
۲-۴- مدیریت و کنترل جریان در شبکه فاضلاب (RTC)	۴۱
۲-۴-۱- کلیات	۴۱
۲-۴-۲- شرایط کاربرد (بررسی‌های مقدماتی)	۴۲
۲-۴-۳- اولویت‌بندی نیازها به RTC	۴۴
۲-۴-۴- بررسی‌های بعدی	۴۴
فصل سوم- انواع شبکه جمع‌آوری فاضلاب	**۴۷**
۳-۱- کلیات	۴۹
۳-۲- شبکه‌های متعارف و غیرمتعارف	۴۹
۳-۲-۱- شبکه‌های متعارف	۴۹
۳-۲-۲- شبکه‌های غیرمتعارف	۵۰
۳-۳- شبکه‌های مجزا، نیمه‌مرکب و مرکب	۵۶
۳-۳-۱- شبکه مرکب و نیمه‌مرکب	۵۷
۳-۴- انواع الگوی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	۵۸
۳-۴-۱- الگوی متمرکز	۵۸
۳-۴-۲- الگوی نامتمرکز	۵۸
۳-۴-۳- ضوابط انتخاب الگوی متمرکز یا نامتمرکز	۵۹
فصل چهارم- مبانی و ضوابط طراحی	**۶۱**
۴-۱- اطلاعات پایه مورد نیاز	۶۳
۴-۲- تعیین مقدار فاضلاب	۶۳
۴-۳- حوزه‌بندی و تعیین سطوح فاضلاب‌گیر	۶۴
۴-۴- ضریب حداکثر جریان فاضلاب	۶۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۵- ضریب حداقل جریان فاضلاب	۶۴
۴-۶- نشتاب و آب‌های نفوذی	۶۵
۴-۷- توصیه‌های عمومی در مورد عدم ورود آب‌های سطحی به شبکه فاضلاب	۶۵
۴-۸- تعیین مقدار آب‌های سطحی	۶۶
۴-۹- محاسبه حجم، اوج آب‌دهی و هیدروگراف جریان سطحی	۶۷
۴-۹-۱- داده‌ها	۶۷
۴-۹-۲- روش‌های محاسبه رواناب	۷۰
۴-۱۰- ضوابط فنی طراحی شبکه فاضلاب ثقلی	۷۱
۴-۱۰-۱- حداقل شیب و سرعت	۷۱
۴-۱۰-۲- حداکثر سرعت	۷۲
۴-۱۰-۳- حداکثر شیب	۷۲
۴-۱۰-۴- حداقل ابعاد فاضلابرو	۷۳
۴-۱۰-۵- عمق نصب فاضلابروها	۷۳
۴-۱۰-۶- ارتفاع جریان فاضلاب و درصد پرشدگی	۷۵
۴-۱۰-۷- سایر ملاحظات	۷۵
۴-۱۱- معادلات مورداستفاده و ضرایب زبری جداره	۷۵
۴-۱۱-۱- انتخاب ضریب مانینگ در طراحی شبکه‌های جدید	۷۶
۴-۱۱-۲- تخمین ضریب مانینگ در شبکه‌های موجود	۷۷
۴-۱۲- افت جریان در آدم‌رو	۷۷
۴-۱۳- ضوابط مربوط به پرش هیدرولیکی	۷۹
۴-۱۴- ضوابط مربوط به پس زدگی و اضافه‌بار هیدرولیکی	۷۹
۴-۱۵- انتخاب جنس لوله	۷۹
۴-۱۵-۱- معیارهای تصمیم‌گیری در انتخاب جنس لوله	۸۰
۴-۱۵-۲- شاخص‌های عملکردی موردانتظار از لوله انتخابی	۸۱
۴-۱۶- ضوابط طراحی تخلیه‌گاه‌ها	۸۲
۴-۱۷- روش‌های تحلیل و طراحی	۸۳
فصل پنجم- متعلقات شبکه فاضلاب	**۸۵**
۵-۱- سازه‌های دسترسی به منظور بهره‌برداری و نگهداری از شبکه	۸۷
۵-۱-۱- آدم‌روها	۸۷
۵-۱-۲- چاهک‌های بازدید	۹۳
۵-۱-۳- چاهک‌های شستشو	۹۳
۵-۱-۴- تاسیسات شستشوی خودکار	۹۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۱-۵- خطوط کمکی و انحراف جریان	۹۵
۵-۱-۶- تقسیم‌بندی تلمبه‌خانه‌ها	۹۵
۵-۱-۷- کلیات طراحی	۹۵
۵-۱-۸- سیفون وارون	۹۷
۵-۱-۹- آب‌بندی خطوط فاضلابرو	۱۰۰
فصل ششم - کنترل بو و شستشوی شبکه فاضلاب	**۱۰۳**
۶-۱- کنترل بو در شبکه‌های فاضلاب	۱۰۵
۶-۱-۱- تخمین پتانسیل تشکیل گاز سولفید هیدروژن در شبکه‌های فاضلاب	۱۰۵
۶-۱-۲- عوامل موثر در خروج گاز سولفید هیدروژن از شبکه فاضلاب و انتشار بو	۱۰۷
۶-۱-۳- اقدامات اصلاحی در مرحله طراحی، برای کنترل بو	۱۰۷
۶-۱-۴- سایر روش‌های کنترل بو	۱۰۸
۶-۱-۵- نمونه محاسبات تخمین پتانسیل تشکیل گاز سولفید هیدروژن و پیش‌بینی غلظت آن	۱۱۱
۶-۲- شستشوی شبکه	۱۱۲
۶-۲-۱- انواع تاسیسات شستشوی خودکار	۱۱۳
فصل هفتم- نقشه‌های شبکه فاضلاب	**۱۱۹**
۷-۱- کلیات	۱۲۱
۷-۱-۱- نقشه‌های موقعیت عمومی طرح	۱۲۱
۷-۱-۲- نقشه‌های سیمای عمومی طرح	۱۲۲
۷-۱-۳- نقشه‌های پلان اجرایی طرح	۱۲۲
۷-۱-۴- نقشه‌های آنالیز هیدرولیکی	۱۲۳
۷-۱-۵- نقشه‌های اجرایی مقاطع طولی	۱۲۳
۷-۱-۶- نقشه‌های سازه‌ای	۱۲۴
۷-۲- موقعیت مکانی شبکه فاضلاب در معابر عمومی	۱۲۴
پیوست ۱- نمونه محاسبات جریان طراحی	**۱۲۷**
منابع و مراجع	**۱۳۱**

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱- هرم حدود و دامنه کار استانداردهای مربوط به شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب	۲
شکل ۱-۱- نمایش واژگان مرتبط با جریان‌های ناشی از آب باران	۷
شکل ۱-۲- نمونه‌ای از الگوی تغییرات شبانه‌روزی فاضلاب برای دو حوزه سرویس ۲۰۰ و ۲۵۰۰ هکتاری	۸
شکل ۱-۳- شکل توصیفی فاضلابروها	۱۹
شکل ۲-۱ - مدیریت جامع و کنترل شبکه فاضلاب	۳۲
شکل ۳-۱- الگوی متمرکز جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	۵۸
شکل ۳-۲- الگوی نامتمرکز جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	۵۹
شکل ۴-۱- سازه مهار کننده فاضلابروها	۷۳
شکل ۵-۱- نمای کلی چاهک شستشو	۹۴
شکل ۵-۲- شکل عمومی سیفون وارون	۹۸
شکل ۶-۱- زاویه مناسب برای تلاقی دو فاضلابرو	۱۰۷
شکل ۶-۲- تعبیه لوله کمکی در بالای سیفون	۱۰۸
شکل ۶-۳- نحوه عملکرد سیستم هایدرس	۱۱۳
شکل ۶-۴- نمایی از سیستم هایدروسلف	۱۱۵
شکل ۶-۵ - مراحل عملکرد سیستم بایوجست	۱۱۶
شکل ۷-۱- موقعیت مکانی فاضلابروها (S.W) و کلکتور اصلی فاضلاب (S.W.C) در معبر با عرض ۳۰ متر	۱۲۶
شکل ۷-۲- موقعیت مکانی لوله فاضلابرو (S.W) در معبر با عرض ۱۲ متر	۱۲۶

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- میزان اهمیت هر یک از الزامات عملکردی در رسیدن به اهداف مورد نظر ۲۷
جدول ۲-۲- تعداد دفعات مجاز وقوع غرقاب شدگی در مناطق مختلف ۲۷
جدول ۴-۱- حداقل شیب و سرعت مجاز در فاضلابرو در شبکه‌های مجزا ۷۱
جدول ۴-۲- حداقل شیب و سرعت مجاز در فاضلابرو در شبکه‌های مرکب ۷۱
جدول ۴-۳- ضریب مانینگ برای مصالح مختلف ۷۶
جدول ۴-۴- ضریب افت انرژی موضعی در آدم‌روها ۷۸
جدول ۴-۵- لوله‌های مجاز برای استفاده در طراحی و اجرای شبکه‌های فاضلاب ۸۰
جدول ۴-۶- حداکثر فشار مجاز پمپ واترجت در لوله‌های سالم با جنس‌های مختلف (حداکثر زمان نگهداشت نقطه‌ای ۶۰ ثانیه) ۸۱
جدول ۴-۷- روش‌های طراحی و یا آنالیز شبکه‌های فاضلاب ۸۴
جدول ۵-۱- حداقل ابعاد آدم‌روها (متر) ۸۸
جدول ۶-۱- بررسی احتمال تشکیل گاز سولفید هیدروژن در فاضلابروها بر حسب پارامتر Z ۱۰۶
جدول ۷-۱- نوع و مقیاس نقشه‌های شبکه فاضلاب ۱۲۱
جدول پ.۱-۱- نمونه‌هایی از محاسبه جریان طراحی و تعیین قطر لوله ۱۳۰

مقدمه

طراحی و اجرای بهینه سامانه‌های فاضلاب نیازمند وجود استانداردها و ضوابط فنی دقیق و علمی است. به همین منظور استانداردهای مختلف بین‌المللی معیارهای فنی گوناگونی را در این زمینه ارائه نموده‌اند. در کشور ایران نیز نشریه ۳-۱۱۸ که در سال ۱۳۷۱ و نشریه ۱۶۳ که در سال ۱۳۷۶ منتشر شد، اولین گام برای تدوین استاندارد ملی در زمینه مبانی و ضوابط طراحی پروژه‌های فاضلاب شهری به‌حساب می‌آمد. با گذشت دو دهه از انتشار این نشریات و با توجه به تجارب به‌دست آمده از طراحی‌های انجام شده توسط مهندسین مشاور، لزوم استفاده‌ی بیش‌تر از آخرین پیشرفت‌ها و تجارب بین‌المللی و همچنین لزوم تکمیل نقایص و کمبودهای نشریات قبلی، بازنگری دو نشریه ۳-۱۱۸ و ۱۶۳ را ضروری ساخت. ضابطه حاضر در راستای بازنگری این دو نشریه تدوین شده است.

شبکه فاضلاب بخشی از کل یک سامانه فاضلاب بوده که وظایف اصلی آن به شرح ذیل است:

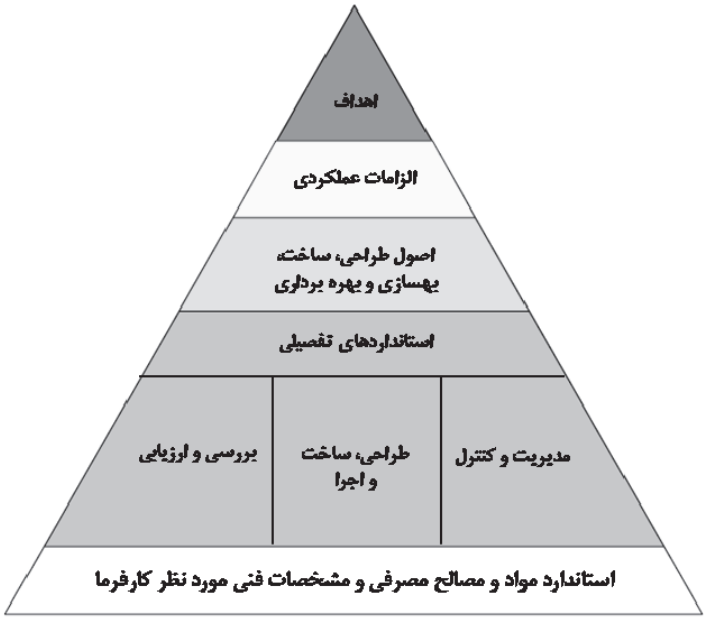
- جمع‌آوری و انتقال فاضلاب از محیط شهری برای حفظ سلامت و بهداشت عمومی
- جلوگیری از پس زدگی فاضلاب در مناطق شهری
- محافظت از محیط زیست

در قدیم شبکه‌های فاضلاب برای دفع آب‌های آلوده‌ی منطقه ایجاد می‌گردید و بدین ترتیب از بروز امراض گوناگون جلوگیری به‌عمل می‌آمد. روش متعارف در ساخت خطوط فاضلابرو، جمع‌آوری هر نوع فاضلاب از محل تولید و انتقال آن بوده که در زمان حداکثر جریان فاضلاب وقتی یک بارندگی شدید هم‌زمان اتفاق می‌افتاد، انتقال آن با دشواری‌های متعدد روبرو شده و در شبکه‌های مرکب منجر به سرریز فاضلاب به آب‌های پذیرنده می‌گردید.

امروزه در شبکه‌های مجزا که فاضلاب را از آب باران جداگانه انتقال می‌دهد پیشرفت‌های خوبی حاصل شده است، اگرچه در ابتدا برخی از شبکه‌ها به صورت نیمه مرکب (به‌همراه آب باران پشت بام منازل) در نظرگرفته شده و بحث‌های متعددی برای جداسازی فاضلاب از آب باران وجود داشته است، ولی میزان اثرات آلودگی وارد شده به محیط زیست در دو شبکه (مجزا و مرکب) مشابه یکدیگر نبوده و در شبکه‌های مجزا برای هر نوع آلاینده در فاضلاب، فرآیندهای مختلف تصفیه که سازگار با محیط زیست باشد، وجود دارد.

- هدف و دامنه کاربرد

حدود و دامنه‌کار تمامیِ استانداردهای مربوط به شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در یک یا چند طبقه از هرم شکل (۱) می‌گنجد. هر استاندارد با توجه به جایگاهی که در این هرم دارد، در جهت تحقق سطح معینی از اهداف و نیازها عمل می‌کند [۲۰].



شکل ۱- هرم حدود و دامنه کار استانداردهای مربوط به شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب [۲۰]

بالاترین قسمت هرم مربوط به اهداف است. استانداردهایی که در این سطح جای می‌گیرند، شرایط را برای تحقق اهدافی نظیر افزایش سطح بهداشت عمومی و حفاظت از محیط زیست، تامین ایمنی برای کارکنان اجرا و بهره‌برداری شبکه فاضلاب و کمک به توسعه پایدار فراهم می‌سازند [۲۰].

الزامات عملکردی سیستم، سطح دوم هرم را تشکیل می‌دهد. مصادیقی از این الزامات عبارتند از [۲۰]:

- جلوگیری از خروج یا تخلیه کنترل نشده فاضلاب از شبکه تا حد امکان
- حفاظت از آب‌های سطحی پذیرنده
- حفاظت از آب‌های زیرزمینی
- جلوگیری از ایجاد و انتشار بو و گازهای قابل اشتعال و خورنده
- حفظ تداوم جریان فاضلاب در شبکه
- حفظ استحکام سازه‌ای کلیه اجزای شبکه در طول عمر مفید شبکه
- جلوگیری از ایجاد خطر برای سازه‌ها و تاسیسات زیربنایی مجاور

طبقه سوم هرم نیز به اصول طراحی، اجرا، بهسازی، بهره‌برداری و نگهداری اختصاص یافته است.

طبقه چهارم هرم به استانداردهای تفصیلی شبکه فاضلاب اختصاص دارد که به سه بخش اصلی شامل: بررسی و ارزیابی، مدیریت و کنترل و نهایتا طراحی، ساخت و اجرا تقسیم می‌گردد.

طبقه پنجم که پایین‌ترین سطح یعنی قاعده هرم را تشکیل می‌دهد، استاندارد مواد و مصالح مصرفی و مشخصات فنی مورد نظر کارفرما را شامل می‌شود.

ضابطه حاضر، سه طبقه یا سطح اول از راس هرم را که به هدف‌گذاری و طراحی شبکه‌های فاضلاب مربوط می‌شود، پوشش می‌دهد و اگرچه به مقوله ساخت و اجرا، بهره‌برداری، نگهداری و بهسازی شبکه وارد نمی‌شود، اما پیش‌نیازهای لازم مربوطه را در مرحله طراحی مد نظر قرار می‌دهد. باید توجه داشت که هرچند این ضابطه در برخی موارد به بیان جزییات مهم و الزامی در زمینه طراحی می‌پردازد، لیکن پوشش کامل استانداردهای تفصیلی در دامنه کار این استاندارد نمی‌باشد. هدف از تدوین این ضابطه، ایجاد چارچوب و الزامات طراحی، به‌منظور گزینش نوع مناسب شبکه جمع‌آوری فاضلاب و همچنین طراحی اجزای مختلف آن به‌گونه‌ای است که اهداف و الزامات عملکردیِ نام‌برده را تامین نماید.

حدود و دامنه کار این ضابطه بخشی از سیستم جمع‌آوری و انتقال فاضلاب را در بر می‌گیرد که از محل سیفون انشعاب ساختمان آغاز شده و به تخلیه‌گاه شبکه منتهی می‌گردد. همچنین شبکه‌های ویژه جمع‌آوری و هدایت آب‌های‌سطحی مد نظر قرار نخواهند گرفت و ورود به حیطه آب‌های سطحی فقط تا آن حدی که برای طراحی شبکه‌های فاضلاب مرکب و نیمه‌مرکب لازم است، صورت می‌پذیرد.

ضوابط مطرح شده در این نشریه عموما مربوط به شبکه‌های متعارف است که در مناطق شهری کاربرد دارد و مناطق روستایی (شبکه‌های غیرمتعارف) را پوشش نمی‌دهد، مگر در مواردی که در متن ضابطه صراحتا به جوامع روستایی نیز اشاره شده باشد.

فصل ۱

تعاریف و اصطلاحات فنی

۱-۱- آب باران[1]

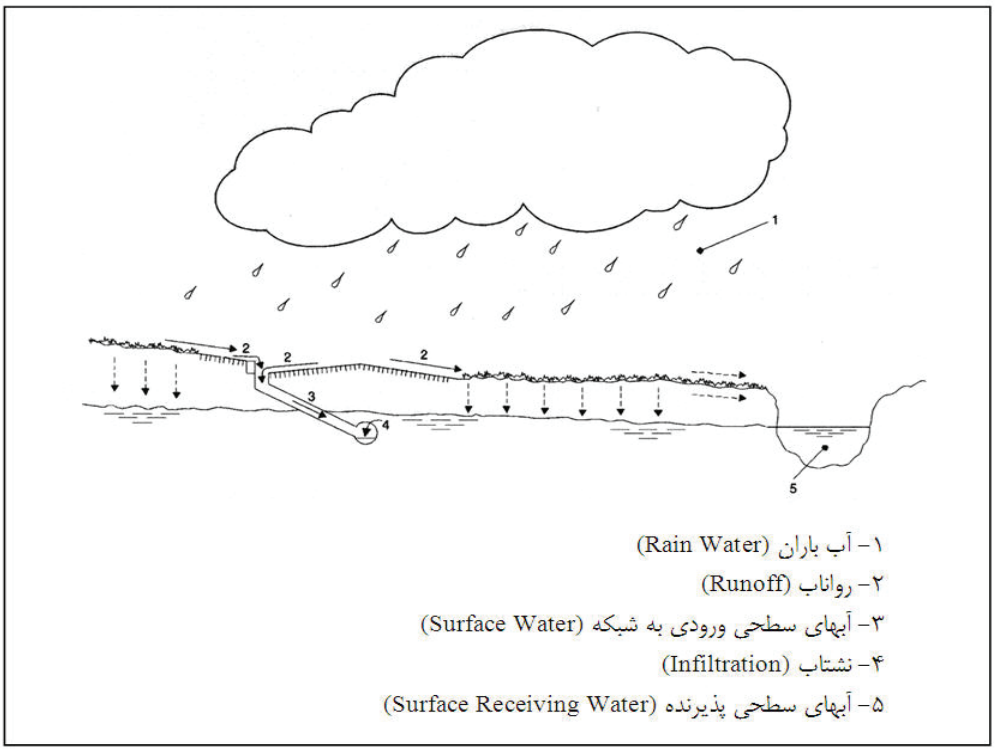
آب ناشی از نزولات جوی قبل از رسیدن به سطح زمین [۲۰].

۱-۲- آب‌های سطحی[2]

آب تولید شده از بارش‌های جوی که بـه درون زمـین نفـوذ نکـرده و مسـتقیما از سـطح زمـین یـا سـطوح خـارجی ساختمان‌ها به زهکش‌ها، لوله‌های انشعاب و فاضلابروها وارد می‌شود [۲۰]. (به عبارت دیگر بخشی از رواناب است که بـه درون زهکش‌ها، لوله‌های انشعاب و فاضلابروها می‌ریزد.)

۱-۳- آب‌های پذیرنده[3]

هر نوع توده آب که آب‌های سطحی یا فاضلاب به آن تخلیه می‌گردد [۲۰]. شکل (۱-۱) واژگان مرتبط با جریان‌های ناشی از آب باران را نشان می‌دهد.

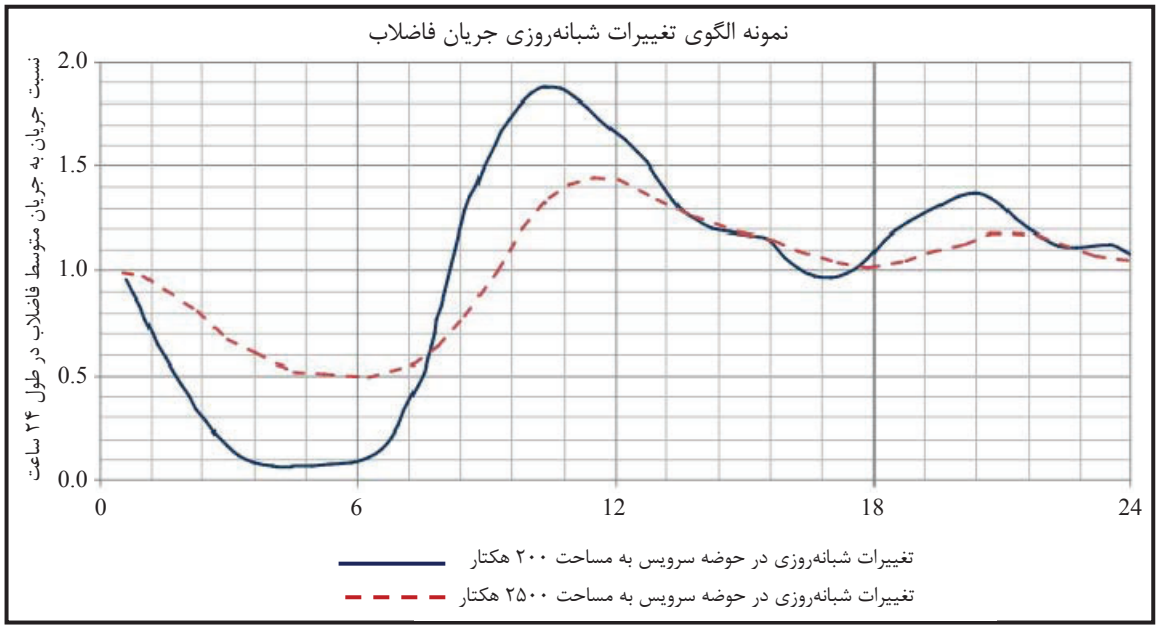


شکل ۱-۱- نمایش واژگان مرتبط با جریان‌های ناشی از آب باران [۲۰]

1- Rain Water
2- Surface Water
3- Receiving Water

۱-۴- الگوی تغییرات شبانه‌روزی جریان فاضلاب

در مواردی‌که استفاده از مدل‌های دینامیک ضروری باشد، الگوی تغییرات شبانه‌روزی فاضلاب باید استفاده شود؛ این الگو نموداری است که به کمک آن، مقدار نسبی فاضلاب تولیدی در هر ساعت از شبانه‌روز استخراج شده و معمولا در تمام روزهای هفته، به جز روزهای تعطیل آخر هفته، جشن‌ها، اعیاد یا مناسبت‌های خاص، برای هر کاربری شکل یکسانی دارد. الگوی تغییرات شبانه‌روزی فاضلاب به‌طورکلی تابعی از ایام هفته، فصول مختلف سال، نوع کاربری و اندازه حوزه سرویس مربوطه می‌باشد. نمونه‌ای از الگوی تغییرات شبانه‌روزی فاضلاب برای دو حوزه سرویس با مساحت ۲۰۰ و ۲۵۰۰ هکتار در شکل (۱-۲) آمده است [۱۰۳].



شکل ۱-۲- نمونه‌ای از الگوی تغییرات شبانه‌روزی فاضلاب برای دو حوزه سرویس ۲۰۰ و ۲۵۰۰ هکتاری [۱۰۳]

۱-۵- فاضلاب خام[1]

ترکیبی است از یک یا چند مورد آب‌های زاید تخلیه شده از مناطق مسکونی، صنعتی و تجاری که به‌صورت درصدی (یا کسری) از آب مصرفی برآورد یا محاسبه می‌شود.

۱-۶- فاضلاب[2]

ترکیبی است از فاضلاب خام به‌علاوه هر نوع نشتاب و آب‌های نفوذی که به‌صورت اتفاقی وارد شبکه شده باشد [۲۰].

1- Sewage
2- Wastewater

۱-۷- آدم‌رو - چاهک بازدید[1]

چاهک یا اطاقکی است با درپوش متحرک که در قسمت‌های مختلف شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ساخته می‌شود تا امکان ورود کارکنان یا تجهیزات بهره‌برداری به داخل فاضلابروها را فراهم آورد [۲۰].

۱-۸- اتصال غیرمجاز آب باران

اتصال جریان ناشی از بارندگی از سطح بام، حیاط ساختمان‌ها و یا سایر سطوح به شبکه فاضلاب (سیستم مجزا).

۱-۹- ایستگاه بالابر[2]

مجموع ساختمان و تجهیزات لازم برای افزایش ارتفاع جریان و انتقال آن به سطحی بالاتر، در یک مکان معین (تغییر ارتفاع بدون تغییرات عمده مختصات جغرافیایی جریان).

۱-۱۰- ایستگاه پمپاژ (تلمبه‌خانه)[3]

مجموع ساختمان و تجهیزات مورد استفاده برای افزایش ارتفاع جریان و انتقال آن به سطحی بالاتر و هدایت جریان از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر از شبکه [۲۰] (تغییر مختصات جغرافیایی و افزایش ارتفاع).

۱-۱۱- بهره‌برداری[4]

کلیه اقداماتی که در خلال فعالیت معمول فاضلابروها انجام می‌شود (مانند: پایش و بازرسی، تنظیم و انحراف جریان به وسیله سازه‌های پیش‌بینی شده). [۲۰]

۱-۱۲- بهسازی[5]

کلیه اقداماتی که برای بهبود در عملکرد هیدرولیکی یا بهبود ساختار فیزیکی فاضلابروها یا به‌منظور بازگرداندن آن‌ها به شرایط اولیه انجام می‌شود [۲۰].

1- Manhole
2- Lift Station
3- Pump Station
4- Operations
5- Rehabilitation

۱-۱۳- پرش هیدرولیکی

هنگامی‌که جریان از حالت فوق‌بحرانی به زیربحرانی تبدیل می‌گردد، ممکن است پدیده‌ای به نام پرش هیدرولیکی رخ دهد که منجر به اتلاف بخشی از انرژی جنبشی مایع به‌صورت تلاطم و آشفتگی و حرارت می‌گردد [۷۴].

۱-۱۴- پس‌زدگی[1]

برگشت یا پس زدن آب به‌واسطه وجود مانع یا گلوگاه در پایین دست (پایاب) [۶۸ و ۷۴].

۱-۱۵- تاسیسات سرریز (در شبکه مرکب یا نیمه مرکب)[2]

تاسیساتی است که در نقاط معینی از شبکه مرکب یا نیمه مرکب احداث می‌شود تا در هنگام بارندگی‌های شدید، جریان اضافی را از شبکه خارج نماید [۲۰]. (فاضلاب خروجی در زمان سرریز باید پس از اختلاط با آب باران به حد معینی رقیق شده باشد).

۱-۱۶- تخلیه‌گاه[3]

سازه یا محلی است که فاضلاب را به آب‌های پذیرنده یا تصفیه‌خانه فاضلاب تخلیه می‌کند [۲۰].

۱-۱۷- تصفیه‌خانه فاضلاب

مجموعه تاسیسات و تجهیزاتی که جهت تصفیه فیزیکی، بیولوژیکی یا شیمیایی فاضلاب به‌کار می‌رود [۲۰].

۱-۱۸- تعمیر (مرمت)[4]

اصلاح عیوب موضعی فاضلابرو به‌گونه‌ای که تنها همان محل از مجرا مورد اصلاح و بهسازی قرار گیرد [۲۰].

۱-۱۹- تهویه شبکه فاضلاب

ایجاد و تقویت شرایط هوازی در فاضلابروها و آدم‌روها به‌منظور کنترل تولید بو و جلوگیری از تشکیل گازهای خورنده که منجر به فرسایش لوله‌ها و تاسیسات شبکه فاضلاب می‌گردند.

1- Backwater
2- Combined Sewer Overflow
3- Outfall
4- Repair

۱-۲۰- جایگزینی (تعویض)[1]

احداث یک خط جدیدِ فاضلابرو یا زهکش در محل فعلی یا در کنارِ «یک خط موجود از همان نوع» به‌نحوی‌که خط جدید، حوزه سرویس خط قدیمی را پوشش داده و وظایف و عملکرد آن را به بهترین نحو انجام دهد. جایگزینی یکی از روش‌های بهسازی به‌شمار می‌رود [۲۰].

۱-۲۱- جریان فاضلاب در ایام بدون باران و ذوب برف (DWF)[2]

بخشی از جریان فاضلاب که توسط آب باران یا آب حاصل از ذوب برف تحت تاثیر قرار نگرفته و مستقل از این دو منبع می‌باشد [۲۰].

۱-۲۲- جنبه‌های زیباشناختی مرتبط با آلودگی[3]

مواردی از آلودگی‌ها که توسط حواس بینایی یا بویایی درک می‌شوند؛ مانند مواد جامد شناور و معلق در آب، لایه نازک روغن روی سطح آب و زباله‌های کنارساحل رودخانه یا دریا [۲۰].

۱-۲۳- چاهک تر (در تلمبه‌خانه)[4]

محفظه‌ای در ایستگاه پمپاژ یا ایستگاه بالابر که فاضلاب پیش از عمل تلمبه‌زنی، در آن ذخیره می‌گردد. در این چاهک ممکن است پمپ مستغرق و تعدادی لوله نیز تعبیه گردد [۲۰].

۱-۲۴- چاهک خشک (در تلمبه‌خانه)[5]

محفظه‌ای در ایستگاه پمپاژ یا ایستگاه بالابر که تجهیزات پمپاژ را در خود جای می‌دهد و معمولا در مجاورت چاهک تر احداث می‌شود [۲۰].

۱-۲۵- حداکثر جریان ساعتی فاضلاب

حداکثر شدت جریان فاضلاب تولیدی طی یک ساعت در طول شبانه‌روز [۱۱۳].

1- Replacement
2- Dry Weather Flow (DWF)
3- Aesthetic (Of Pollution)
4- Wet Well
5- Dry Well

۱-۲۶- جریان طراحی شبکه

حداکثر جریان ساعتی فاضلاب به‌علاوه نشتاب و آب‌های نفوذی [۱۱۳].

۱-۲۷- حداکثر سرعت فاضلاب

سرعت جریان در فاضلابروها در شرایط وقوع حداکثر جریان ساعتی فاضلاب [۱۱۳].

۱-۲۸- حوزه آبریز[1]

محدوده‌ای‌که جریان ناشی از آن به یک زهکش، یک فاضلابرو یا یک مجرا تخلیه می‌گردد [۶۸ و ۲۰].

۱-۲۹- درصد پرشدگی فاضلابرو

نسبت ارتفاع جریان به قطر مجرا می‌باشد[2].

۱-۳۰- دوره طرح

فاصله زمانی بین سال مبدا (سال شروع بهره‌برداری) و سال مقصد (سال انتهای طرح)، دوره طرح نامیده می‌شود.

۱-۳۱- دوره بازگشت

میانگین تعداد سال‌های بین وقوع یک رخداد تصادفی با مقدار معین و وقوع مجدد آن با همان مقدار معین یا مقداری بزرگ‌تر را دوره بازگشت می‌گویند. به‌عبارت دیگر، عکس احتمال وقوع یک رخداد با مقدار معین یا بیش‌تر از آن در هر سال، دوره بازگشت آن رخداد است [۷۴].

۱-۳۲- رابطه شدت - مدت – فراوانی (IDF)

رابطه بین شدت و تداوم بارش در دوره‌های بازگشت مختلف. این گونه روابط معمولا از طریق تحلیل آماری سری حداکثر سالانه شدت بارندگی به‌دست می‌آیند [۶۸ و ۷۴].

1- Catchment Area

۲- در تمامی بخش‌های این نشریه، منظور از قطر فاضلاب‌رو، ابعاد داخلی مجرا می‌باشد.

۱-۳۳- رواناب سطحی[1]

جریان ناشی از نزولات جوی (باران، ذوب برف و تگرگ) که در روی سطح زمین جاری می‌شود تا به زهکش‌ها، لوله‌های انشعاب و فاضلابروها یا آب‌های پذیرنده وارد گردد [۲۰].

۱-۳۴- زمان تمرکز

زمان لازم برای آنکه یک قطره رواناب فاصله بین دورترین نقطه روی پیرامون حوزه آبریز تا یک نقطه مشخص واقع در درون زهکش‌ها یا لوله‌های انشعاب و یا فاضلابروها را طی نماید [۶۸ و ۲۰].

۱-۳۵- زمان ماند (در تلمبه‌خانه)

مدت زمانی است که فاضلاب در یک ایستگاه پمپاژ توقف دارد [۲۰].

۱-۳۶- زمان ورود

مدت زمانی‌که به‌طول می‌انجامد تا یک قطره رواناب فاصله بین دورترین نقطه روی پیرامون حوزه آبریز تا اولین نقطه ورودی به شبکه را بپیماید [۶۸].

۱-۳۷- زهکش

مجرا یا خط لوله‌ای است که وظیفه انتقال آب‌های سطحی یا زیرسطحی را برعهده دارد [۲۰].

۱-۳۸- لوله انشعاب

مجرایی است که فاضلاب را از محل منبع تولید فاضلاب به داخل فاضلابرو هدایت می‌نماید.

۱-۳۹- زیرساخت‌های شهری[2]

انواع تاسیساتی که برای ارائه خدمات به مشترکین ایجاد می‌شوند از قبیل شبکه گاز، برق، فاضلاب، تلفن و آب [۲۰].

1- Runoff
2- Utility Services

۱-۴۰- سازه‌های انحراف جریان

سازه‌هایی هستند که وظیفه انحراف یا تغییر مسیر تمام یا بخشی از جریان از یک مسیر به مسیر دیگر را عهده‌دار می‌باشند.

۱-۴۱- سرریز کنارگذر

تاسیسات مربوط به انحراف و عبوردهیِ جریان مازاد برظرفیت مجرا یا تصفیه‌خانه از مجاورت آن.

۱-۴۲- سرعت خودشستشویی[1]

سرعتی از جریان است که امکان حمل و انتقال ذرات جامد در داخل فاضلابرو یا زهکش را فراهم می‌آورد. این ذرات در سرعتی پایین‌تر از سرعت شستشو ته‌نشین گردیده و باعث رسوب‌گذاری می‌شوند [۲۰]

۱-۴۳- شبکه ثقلی

نوعی از شبکه زهکشی یا شبکه فاضلاب است که در آن نیروی جاذبه زمین باعث حرکت آب یا فاضلاب در شبکه می‌گردد و خطوط این شبکه به گونه‌ای طراحی می‌شوند که به‌صورت غیر پُر عمل نمایند [۲۰].

۱-۴۴- سیفون وارون

بازه‌ای از شبکه ثقلی زهکشی یا جمع‌آوری فاضلاب است که در ترازی پایین‌تر از مجاری بالادست و پایین دست خود قرار می‌گیرد تا امکان عبور خط لوله از زیر موانع مهیا گردد و مجرا به‌صورت تحت فشار ثقلی عمل می‌نماید [۲۰].

۱-۴۵- شبکه زهکشی شهری

شبکه جمع‌آوری و انتقال آب‌های سطحی (که بخش عمده‌ای از رواناب‌های ناشی از بارش است) در یک ناحیه یا در سراسر یک شهر است [۲۰].

۱-۴۶- شبکه فاضلاب

شبکه‌ای از خطوط لوله و تاسیسات جانبی که فاضلاب را از محل تولید به تصفیه‌خانه فاضلاب یا یک تخلیه‌گاه منتقل می‌نماید [۲۰].

1- Self-Cleansing

۱-۴۷- شبکه‌های متعارف و غیرمتعارف

شبکه‌های فاضلاب که عمل انتقال جریان را با استفاده از نیروی ثقل انجام می‌دهند، شبکه‌های متعارف هستند و سایر انواع شبکه‌ها را غیرمتعارف می‌نامند.

۱-۴۸- شبکه مجزا

شبکه زهکشی و شبکه جمع‌آوری فاضلاب جدا از یکدیگر بوده و مشتمل بر دو مجموعه از مجاری مستقل و مجزا هستند که یکی از آن دو شبکه، فاضلاب و دیگری آب‌های سطحی را انتقال می‌دهد [۲۰].

۱-۴۹- شبکه مرکب

شبکه‌ای که در آن برای جمع‌آوری و انتقال فاضلاب و آب‌های سطحی از یک مجرای واحد استفاده می‌شود [۲۰].

۱-۵۰- شبکه نیمه مرکب

شبکه‌ای است که بخشی از آن به‌صورت شبکه مرکب و بخش دیگر به‌صورت شبکه مجزا عمل می‌کند.

۱-۵۱- شدت بارش

عمق بارش در واحد زمان (حجم آب بارانی که در واحد زمان در واحد سطح می‌بارد) که معمولا برحسب میلی‌متر بر ساعت بیان می‌شود [۲۰].

۱-۵۲- شرایط اضافه‌بار هیدرولیکی[1]

شرایطی در یک شبکه ثقلی فاضلاب، آب‌های سطحی یا شبکه مختلط است که جریان تحت فشار قرار گرفته و آب در آدم‌روها بالا می‌آید ولی در سطح زمین جاری نمی‌شود [۷۴ و ۲۰].

۱-۵۳- شرایط بی‌هوازی

شرایطی است که اکسیژن محلول، نیترات، نیتریت و سولفات در فاضلاب وجود ندارد [۲۰].

1- Surcharge

۱-۵۴- شرایط سازه‌ای

شرایط یا وضعیت سازه‌ای یا ساختمانی یک لوله انشعاب یا زهکش و یا فاضلابرو نسبت به خصوصیات زمان ساخت (کارخانه‌ای) همان مجرا.

۱-۵۵- شرایط هوازی

شرایطی است که اکسیژن محلول در فاضلاب وجود دارد [۲۰].

۱-۵۶- شستشو با تخلیه ناگهانی جریان[1]

استفاده از جریان موقت با شدت زیاد برای شستشوی لوله‌های انشعاب، فاضلابروها و زهکش‌ها، برای زدودن رسوبات و پاک‌سازی مجاری شبکه [۲۰].

۱-۵۷- شیب شستشو و تنش شویندگی (تنش برشی)

شیب حداقل برای تامین شرایط خودشستشویی و نیروی برشی لازم برای شستشوی مجاری شبکه.

۱-۵۸- ضریب بهره‌برداری از شبکه

درصد مشترکینی که در مقاطع مختلف بهره‌برداری از شبکه به آن متصل شده و از آن استفاده می‌کنند [۱۱۳].

۱-۵۹- ضریب تبدیل آب به فاضلاب خام

ضریبی است کوچک‌تر از یک که در مقدار آب مصرفی ضرب می‌گردد تا میزان فاضلاب خام تولیدی محاسبه شود. این ضریب تابعی از اقلیم منطقه، آداب و رسوم و فرهنگ مصرف و سطح زندگی مردم آن منطقه می‌باشد.

۱-۶۰- ضریب حداکثر و حداقل جریان فاضلاب خام

حداکثر جریان ساعتی فاضلاب تقسیم بر متوسط جریان فاضلاب خام و مشابها حداقل جریان ساعتی فاضلاب تقسیم بر متوسط جریان فاضلاب خام را به‌ترتیب ضریب حداکثر و حداقل جریان فاضلاب خام گویند [۱۱۳].

1- Flushing

۱-۶۱- ضریب رواناب

ضریبی است که برای تبدیل بارش به رواناب به‌کار می‌رود و تابعی از نوع کاربری اراضی و نفوذپذیری زمین می‌باشد [۲۰].

۱-۶۲- ظرفیت خودپالایی[1]

توانایی آب‌های پذیرنده برای خودپالایی به وسیله فرآیندهای طبیعی و بازگشت به شرایط پیش از ورود آلاینده‌ها [۲۰].

۱-۶۳- شرایط غرقاب‌شدگی (آب‌گرفتگی)[2]

شرایطی است که فاضلاب یا آب‌های سطحی از داخل شبکه فاضلاب یا شبکه آب‌های سطحی خارج گردیده یا اساسا نمی‌تواند وارد شبکه گردد و در نتیجه فاضلاب بر روی سطح زمین پخش شده یا وارد ساختمان‌ها می‌گردد [۲۰].

۱-۶۴- فاضلاب خانگی خام

پساب‌های تولید شده در آشپزخانه، رخت‌شوی‌خانه، دست‌شویی، حمام، توالت و سایر تجهیزات مشابه، مجموعا فاضلاب خانگی خام را تشکیل می‌دهند [۲۰].

۱-۶۵- فاضلاب بی‌هوازی (سپتیک)

فاضلابی است که واجد شرایط بی‌هوازی بوده و معمولا حاوی گاز سولفید هیدروژن (H_2S) نیز می‌باشد.

۱-۶۶- فاضلاب غیرخانگی خام (فاضلاب‌های صنعتی و تجاری)

فاضلاب خام تولید شده از هر نوع فعالیت صنعتی یا تجاری در این گروه قرار می‌گیرد [۲۰].

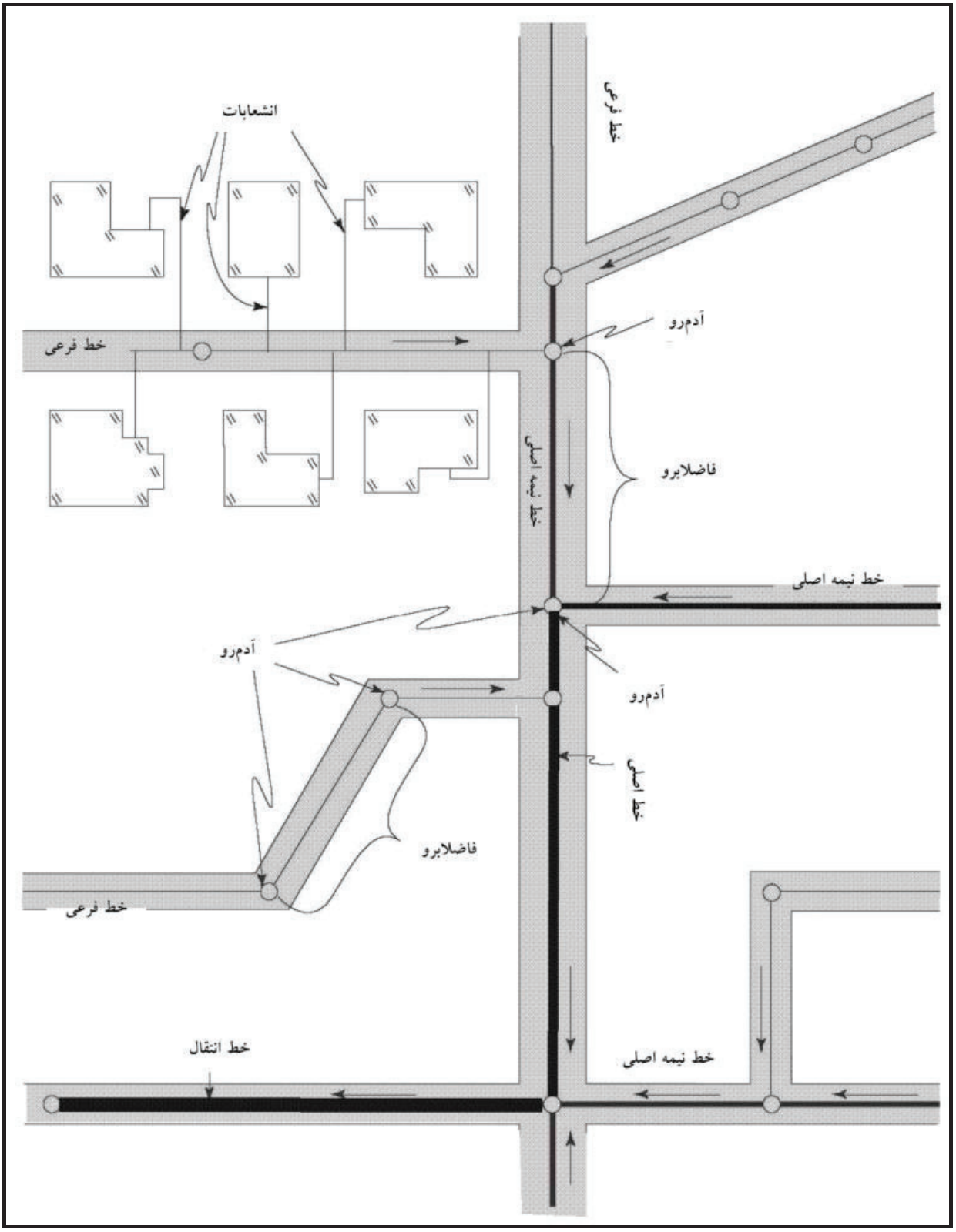
۱-۶۷- فاضلابرو[3]

خط لوله یا مجرایی‌که برای انتقال فاضلاب‌های تولید شده در بیش از یک منبع تولید فاضلاب، به‌کار می‌رود [۲۰]. فاضلابروها را می‌توان بر اساس شکل (۱-۳) به شرح زیر طبقه‌بندی نمود:

1- Self-Purifying Capacity
2- Flooding
3- Sewer

- انشعاب ساختمانی[۱]: لوله‌ای که فاضلاب ساختمان‌ها (مسکونی، تجاری و غیره) را به خطوط فاضلابرو واقع در کوچه یا خیابان منتقل می‌نماید.
- فاضلابرو فرعی[۲]: خط فاضلابرویی که جمع کننده انشعابات ساختمانی می‌باشد.
- فاضلابرو نیمه اصلی[۳]: فاضلابرویی است که جریان فاضلاب را از دو یا چند فاضلابرو فرعی دریافت می‌نماید.
- فاضلابرو اصلی[۴]: فاضلابرویی است که جریان فاضلاب را از دو یا چند فاضلابرو نیمه اصلی یا اصلی دریافت می‌نماید.
- خط انتقال[۵]: جمع کننده فاضلاب از چند خط اصلی است که تعداد فاضلابروهای متصل به آن در طول مسیر ناچیز می‌باشد.

1- Building Connection
2- Lateral Sewer
3- Sub-main Sewer
4- Main (Trunk) Sewer
5- Interceptor



شکل ۱-۳- شکل توصیفی فاضلابروها [۳۶]

۱-۶۸- فیزیوگرافی حوزه

مجموعه‌ای از مشخصات فیزیکی حوزه آبریز است که در توصیف شرایط سیل‌خیزی حوزه و تعیین خصوصیات رواناب تولیدی نقش دارند [۶۸].

۱-۶۹- متعادل‌سازی جریان[1]

کاهش اوج جریان یا پیک آب‌دهی از طریق ذخیره موقت جریان [۲۰].

۱-۷۰- میانگین جریان فاضلاب خام

میانگین روزانه مقدار کل فاضلاب تولیدی، در طول یک سال، بدون احتساب نشتاب و سایر آب‌های نفوذی.

۱-۷۱- میانگین سرانه فاضلاب خام

میانگین روزانه مقدار کل فاضلاب تولیدی، در طول یک‌سال، به ازای هر نفر از جمعیت شهر (یا منطقه‌ای از شهر) بدون احتساب نشتاب و سایر آب‌های نفوذی.

۱-۷۲- مخزن نگه‌داشت موقت [2]

مخزنی است برای ذخیره موقت آب‌های مازاد در زمان وقوع اوج جریان یا پیک آب‌دهی و مواجهه با مشکل کمبود ظرفیت هیدرولیکی در فاضلابروها؛ آب‌های مازاد ذخیره شده در مخزن پس از فروکش کردن اوج جریان، به شبکه باز گردانده می‌شوند [۲۰].

۱-۷۳- مدیریت جامع سیستم فاضلاب و زهکشی شهری

مدیریت هماهنگ در زمینه برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا، بهسازی، بهره‌برداری و نگهداری از تمامی اجزای شبکه جمع‌آوری فاضلاب و زهکشی در داخل حوزه آبریز و حوزه سرویس مربوطه با توجه به کلیه جنبه‌های مرتبط با عملکرد و نقش آن [۲۰].

1- Flow Balancing
2- Detention Tank

۱-۷۴- نشت آب به خارج شبکه[1]

خارج شدن فاضلاب از مجاری شبکه و نفوذ آن به درون خاک پیرامون مجرا [۲۰].

۱-۷۵- نشتاب و آب‌های نفوذی[2]

کلیه آب‌های مازاد و ناخواسته که به‌داخل فاضلابروها نفوذ می‌نمایند در این گروه قرار می‌گیرند؛ این گروه آب‌های ناخواسته عبارتند از [۱۱۳ و ۲۰]:

- نشتاب: آب‌های ورودی از خاک به‌داخل شبکه فاضلاب که منشا آن آب‌های زیرسطحی (نظیر آب‌های ورودی ناشی از شکستگی لوله و یا نشت آب از هر نوع تاسیسات انتقال و توزیع آب و یا نفوذ غیرمستقیم بارندگی) و یا آب‌های زیرزمینی ورودی به شبکه باشد.
- آب‌های نفوذی: رواناب ناشی از بارندگی که از سطح بام و محوطه ساختمان‌ها به‌صورت غیرمجاز وارد شبکه فاضلاب می‌شود یا آب‌های سطحی و اتفاقی معابرکه از دریچه آدم‌رو وارد شبکه می‌گردد.

۱-۷۶- نقاط آب گرفتگی

محدوده اراضی که به واسطه خروج آب یا فاضلاب از شبکه یا عدم امکان ورود آب یا فاضلاب به درون شبکه غرقاب می‌شود.

۱-۷۷- نگهداری[3]

مجموعه اقدامات و فعالیت‌هایی‌که به‌صورت منظم و دوره‌ای انجام می‌پذیرند تا شبکه‌های زهکشی و فاضلاب عملکرد مطلوب خود را به‌صورت مستمر و پیوسته حفظ نمایند [۲۰].

۱-۷۸- نوسازی[4]

کلیه فعالیت‌هایی‌که در حدفاصل دو یا چند آدم‌روی متوالی به‌صورت پیوسته (و نه موضعی) برای بهبود عملکرد فعلی یک زهکش یا فاضلابرو انجام می‌پذیرد. نوسازی نیز مانند تعمیر و جایگزینی یکی از روش‌های بهسازی به‌شمار می‌رود.

1- Exhilaration
2- Infiltration & Inflow
3- Maintenance
4- Renovation

۱-۷۹- هزینه‌های دوره طرح

مجموع هزینه‌های پروژه در طول دوره طرح، مشتمل بر کلیه هزینه‌های اجرا، بهره‌برداری و نگهداری که در یک پایه زمانی ثابت محاسبه گردد [۲۰].

فصل ۲

اهداف و الزامات عملکردی

۲-۱- اهداف

چهار هدف اصلی از احداث شبکه فاضلاب به شرح زیر است [۲۰]:

- تامین بهداشت و ایمنی عمومی
- سلامتی و ایمنی کارکنان
- حفاظت از محیط زیست
- کمک به توسعه پایدار

۲-۱-۱- تامین بهداشت و ایمنی عمومی

با احداث شبکه‌های فاضلاب موارد زیر تامین می‌شود [۲۰]:

- جلوگیری از شیوع بیماری‌ها در اثر تماس با فاضلاب‌های انسانی یا سایر فاضلاب‌ها
- جلوگیری از آلودگی آب شرب به وسیله فاضلاب
- جمع‌آوری و انتقال آب‌های سطحی و رواناب‌ها به محل‌هایی که خطرات آن‌ها برای سلامت و بهداشت عمومی را به حداقل برساند.

شایان ذکر است که طراحی نامناسب و اجرا و بهره‌برداری ضعیف از شبکه فاضلاب می‌تواند عاملی برای بروز خطرات و تهدیدی برای سلامتی و محیط زیست باشد.

۲-۱-۲- سلامتی و ایمنی کارکنان

تمامی کارهای مرتبط با نصب، بهره‌برداری، نگهداری و نوسازی شبکه‌های فاضلاب خطراتی برای سلامتی و ایمنی خدمه بهره‌برداری را شامل میگردد. بنابراین یکی از اهداف، کاهش خطراتی است که متوجه بهداشت و ایمنی خدمه بهره‌برداری در حین نصب، بهره‌برداری، نگهداری و نوسازی می‌باشد [۲۰].

۲-۱-۳- حفاظت از محیط زیست

شرایطی که وقوع آن‌ها در شبکه فاضلاب می‌تواند تاثیر مستقیم بر روی محیط‌زیست بگذارد عبارتند از [۲۰]:

- تخلیه جریان فاضلاب یا پساب از تخلیه‌گاه‌ها به منابع آب‌های پذیرنده.
- سرریز جریان از شبکه‌های فاضلاب مرکب یا از سرریزهای اضطراری مجاور ایستگاه‌های پمپاژ یا مخازن ذخیره موقت.
- نشت و نفوذ فاضلاب از خطوط فاضلابرو به داخل آب‌های زیرزمینی.
- دفع مواد زائدی که از شستشوی فاضلابروها تولید می‌شود.

هدف از طراحی، احداث، بهره‌برداری و نگهداری شبکه فاضلاب به نحوی است که با اجتناب از موارد نام‌برده تاثیر منفی شبکه فاضلاب بر محیط‌زیست به حداقل ممکن برسد.

۲-۱-۴- کمک به توسعه پایدار

طراحی، احداث، نگهداری، بهره‌برداری و نوسازی شبکه فاضلاب باید براساس مناسب‌ترین حالت با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی انجام پذیرد، مثلا [۲۰]:

- استفاده از مصالحی که باعث کم‌ترین اتلاف ذخایر و منابع طبیعی محدود گردد.
- بهره‌برداری از شبکه فاضلاب با صرف کم‌ترین انرژی انجام گیرد.
- در حین ساخت، بهره‌برداری و همچنین برچیدن شبکه در پایان عمر مفید آن، کم‌ترین تاثیر منفی بر روی محیط زیست گذاشته شود.

۲-۲- الزامات عملکردی شبکه فاضلاب

الزامات عملکردی باید در مورد شبکه‌های فاضلاب مرکب و مجزا، سرریزهای شبکه مرکب، نصب پمپ و سایر متعلقات آن، اثر تخلیه فاضلاب خام و پساب تصفیه‌خانه بر آب‌های پذیرنده مراعات گردد. این الزامات باید به نحوی مراعات شوند که سراسر فرآیند جمع‌آوری، انتقال و تخلیه فاضلاب بدون آسیب‌رسانی به محیط زیست و ایجاد خطراتی برای بهداشت عمومی و ایمنی پرسنل مسوول بهره‌برداری و با رعایت ملاحظات مربوط به توسعه پایدار و هزینه‌های غیرمستقیم شبکه در سراسر طول عمر مفید آن (مانند ایجاد اختلال در زندگی روزمره شهروندان[1]) انجام پذیرد [۲۰].

هر یک از الزامات عملکردی شبکه فاضلاب ممکن است بیش از یک هدف را دنبال کند. در جدول (۲-۱) میزان اهمیت هر یک از الزامات عملکردی در رسیدن به اهداف احداث شبکه فاضلاب نشان داده شده است [۲۰].

۲-۲-۱- جلوگیری از خروج فاضلاب از شبکه

خروج ناخواسته جریان از شبکه فاضلاب می‌تواند بر سلامت افرادی تاثیر بگذارد که در معرض آن شرایط قرار می‌گیرند، علاوه بر آن، خسارت‌های اقتصادی حاصله نیز ممکن است زیاد باشد که میزان آن بستگی به محل وقوع این پدیده و میزان غرقاب شدگی اراضی مجاور شبکه دارد [۲۰].

تعداد دفعات خروج ناخواسته فاضلاب از شبکه فاضلاب باید با بررسی موارد زیر تا حد ممکن محدود گردد [۲۰]:

- پیامدهای خروج فاضلاب از شبکه بر بهداشت و ایمنی شهروندان
- هزینه‌های ناشی از غرقاب شدگی اراضی در اثر فرار فاضلاب از شبکه

1- Social Disruption

- خسارت‌های ناشی از فرار فاضلاب از شبکه.
- امکان تبدیل شرایط اضافه بار هیدرولیکی در شبکه به پس زدگی فاضلاب در فاضلابروها و آب‌گرفتگی زیرزمین ساختمان‌ها

توصیه می‌شود تعداد دفعات وقوع خروج فاضلاب از شبکه با استفاده از ظرفیت هیدرولیکی موجود در شبکه فاضلاب و در نظر داشتن تراز پس زدگی فاضلاب و تبعات آن مطابق جدول (۲-۲) تعیین گردد.

جدول ۲-۱- میزان اهمیت هر یک از الزامات عملکردی در رسیدن به اهداف مورد نظر [۲۰]

الزامات عملکردی	تامین بهداشت و ایمنی عمومی	تامین سلامتی و ایمنی کارکنان	حفاظت از محیط زیست	کمک به توسعه پایدار
جلوگیری از خروج فاضلاب از شبکه	×××	××	×××	-
سهولت در بهره‌برداری و نگهداری	××	×××	××	××
حفاظت از آب‌های سطحی پذیرنده	×××	×	×××	××
حفاظت از آب‌های زیرزمینی	×××	-	×××	×××
کنترل بو و جلوگیری از ورود مواد سمی و خورنده به داخل فاضلاب	×××	×××	×××	×××
جلوگیری از بروز صدا و لرزش در شبکه و ملحقات آن	××	×××	×	×
استفاده از مصالح مناسب طبق اصول توسعه پایدار	-	-	××	×××
مصرف انرژی طبق اصول توسعه پایدار	-	-	××	×××
حفظ استحکام سازه‌ای کلیه اجزای شبکه در سراسر طول عمر مفید آن	×××	×××	×××	×××
حفظ تداوم جریان فاضلاب در شبکه	×××	-	×××	×
آب‌بندی فاضلابروها	×××	×	×××	××
جلوگیری از ایجاد خطر برای سازه‌ها و تاسیسات زیربنایی مجاور شبکه فاضلاب	×××	×××	×	××
کنترل کیفیت جریان ورودی به شبکه	××	×××	×××	××

××× اهمیت زیاد ×× اهمیت متوسط × اهمیت کم - نا مرتبط

جدول ۲-۲- تعداد دفعات مجاز وقوع غرقاب شدگی در مناطق مختلف [۲۰]

کاربری زمین یا محل وقوع فرار فاضلاب از شبکه	تعداد دفعات مجاز خروج فاضلاب از شبکه و وقوع آب‌گرفتگی	
	دوره بازگشت (سال)	احتمال وقوع
مناطق روستایی	۱۰	۰/۱۰
نواحی مسکونی شهری	۲۰	۰/۰۵
مرکز شهر/ نواحی صنعتی و تجاری	۳۰	۰/۰۳
مترو و سایر مسیرها و معابر زیرزمینی	۵۰	۰/۰۲

در بخش‌هایی از شبکه که امکان تخریب در اثر خروج فاضلاب از شبکه وجود دارد لازم است با توجه به حجم خسارت‌های متحمل شده، تعداد دفعات وقوع فرار فاضلاب از شبکه محدودتر از موارد مندرج در جدول گردد.

۲-۲-۲- سهولت بهره‌برداری و نگهداری

شبکه باید به نحوی طراحی، اجرا و نوسازی شود که امکان نگهداری از آن در حین دوره بهره‌برداری به نحو مناسب و بدون به خطر انداختن پرسنل بهره‌بردار وجود داشته باشد. امکان دسترسی به اجزای شبکه و فضای کار کافی برای انجام عملیات نگهداری باید پیش‌بینی و فراهم گردد [۲۰].

۲-۲-۳- حفاظت از آب‌های سطحی پذیرنده

مطابق استانداردهای زیست محیطی موجود باید از آلودگی آب‌های سطحی پذیرنده جلوگیری شود [۲۰].

کمیت، کیفیت و تعداد دفعات هرگونه تخلیه به آب‌های پذیرنده از هر منبع فاضلاب نظیر شبکه مرکب، ایستگاه پمپاژ یا تصفیه‌خانه باید با محدودیت‌های مندرج در استانداردهای زیست محیطی مطابقت داشته باشد، به نحوی که بیش‌تر از ظرفیت خودپالایی آب‌های سطحی پذیرنده بار آلودگی بر آن‌ها تحمیل نگردد. در این زمینه در مرحله طراحی باید کلیه پارامترهای فیزیکی، شیمیایی، بیوشیمیایی، باکتریایی، ظاهری و غیره در نظر گرفته شود [۲۰].

دو رویکرد برای کنترل آلودگی آب‌های پذیرنده ناشی از تخلیه از شبکه فاضلاب وجود دارد [۲۰]:

- استفاده از استانداردهای عمومی، سراسری و یکنواخت[1] برای هر یک از انواع تخلیه فاضلاب‌ها (خانگی، صنعتی و غیره)
- استفاده از استانداردهای ویژه نقاط تخلیه مشخص[2] با عنایت به نوع منبع آلاینده و خصوصیات خودپالایی آب‌های پذیرنده معین

محدودیت‌های مندرج در استانداردهای عمومی، سراسری و یکنواخت برای هر یک از انواع تخلیه فاضلاب‌ها تعیین گردیده‌اند. این محدودیت‌ها مبنایی برای جلوگیری از تاثیر نامطلوب تخلیه فاضلاب خام یا پساب تصفیه‌خانه بر روی توان خود پالایی آب‌های پذیرنده می‌باشند و مقدم بر محدودیت‌هایی هستند که مربوط به نقاط تخلیه مشخص است. این قبیل استانداردهای مبنا درمورد تخلیه به آب‌های پذیرنده حساس مانند آب‌های ساحلی و تفرجگاه‌ها[3]، منابع آب شرب قابل استفاده نمی‌باشد. اصولا در چنین مواردی باید محدودیت‌های مربوط به انتشار نقطه‌ای آلودگی ویژه هر منبع فاضلاب که ضوابطی سختگیرانه‌تر است را به کار برد تا الزامات مربوط به کیفیت آب‌های پذیرنده تامین گردد [۲۰].

1- Uniform Emission
2- Site-Specific Emission
3- Recreational Areas

۲-۲-۴- حفاظت ازآب‌های زیرزمینی

اثرات و پیامدهای آلودگی آب‌های زیرزمینی به وسیله شبکه فاضلاب، از جمله به واسطه نشت فاضلاب یا تخلیه فاضلاب خام از سرریزهای شبکه فاضلاب، باید مورد بررسی قرار گیرد و اطمینان حاصل شود که اثرات و پیامدهای آلودگی در حد معیارهای استانداردهای زیست محیطی مربوطه باشد [۲۰].

به این منظور در مناطق حساس (نظیر منابع تامین آب شرب، چاه‌هایی که از آن‌ها برداشت آب صورت می‌گیرد و مناطقی که دارای سطح آب زیرزمینی بالا می‌باشند) لازم است ملاحظات و ضوابط ویژه در نظر گرفته و اعمال شود [۲۰].

۲-۲-۵- کنترل بو و جلوگیری از ورود مواد سمی و خورنده به داخل شبکه فاضلاب

شبکه فاضلاب باید به نحوی طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری گردد که تا حد امکان از تولید بو و ورود هرگونه مواد قابل اشتعال، سمی و خورنده به داخل شبکه جلوگیری شود. برای به حداقل رساندن تولید بوی نامطبوع در فاضلابروهای ثقلی می‌باید در مرحله طراحی، فضای کافی در سراسر شبکه برای عبور جریان هوا و تهویه فاضلابروها در بالای سطح فاضلاب پیش‌بینی شود [۲۰].

سپتیک شدن در اثر سکون، توقف و راکد ماندن فاضلاب در شرایط بی‌هوازی اتفاق می‌افتد. فاضلاب سپتیک می‌تواند گازهای سمی یا قابل اشتعال نظیر سولفید هیدروژن (H_2S) و متان (CH_4) تولید نماید که خود منجر به ایجاد بوی زننده، آسیب شیمیایی به شبکه فاضلاب، بروز مشکلات در فرآیند تصفیه فاضلاب و بروز خطرات برای ایمنی و بهداشت عمومی می‌گردد. بنابراین باید با کوتاه نمودن زمان ماند فاضلاب در خطوط اصلی شبکه فاضلاب، در مخازن ذخیره موقت و سیفون‌ها و همچنین با ایجاد شرایط خود شستشویی به منظور تامین شرایط هوازی در فاضلابروها از بروز شرایط سپتیک جلوگیری شود. چنانچه برقراری این شرایط امکان‌پذیر یا موثر نباشد باید از روش‌های دیگر مانند اکسیداسیون شیمیایی فاضلاب یا ته‌نشینی استفاده نمود. در انتخاب مواد شیمیایی باید زیان‌های بالقوه آن‌ها بر محیط زیست در نظر گرفته شود [۲۰].

۲-۲-۶- جلوگیری از تولید صدا ولرزش

طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری شبکه‌های فاضلاب باید به صورتی باشد که ایجاد صدا و لرزش در شبکه به حداقل برسد [۲۰].

۲-۲-۷- استفاده ازمصالح مناسب طبق اصول توسعه پایدار

مصالح و مواد مورد استفاده در شبکه فاضلاب و روش‌های به کار بردن آن‌ها باید به نحوی باشد که ضمن کم‌ترین اتلاف ذخایر و منابع طبیعی، پتانسیل بازیافت و استفاده مجدد را نیز داشته باشد. به عنوان مثال می‌توان حجم مصالح ناشی از خاکبرداری و حفاری را به حداقل رساند و مجددا از آن مصالح استفاده کرد [۲۰].

۲-۲-۸- مصرف انرژی طبق اصول توسعه پایدار

توصیه می‌شود مصرف انرژی در طول عمر مفید شبکه با طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری مناسب به حداقل رسانده شود [۲۰].

۲-۲-۹- حفظ استحکام سازه‌ای کلیه اجزای شبکه در طول عمر مفید آن

در سراسر طول عمر مفید شبکه می‌باید استحکام سازه‌ای اجزا و عناصر شبکه فاضلاب حفظ گردد [۲۰].

۲-۲-۱۰- حفظ تداوم جریان فاضلاب در شبکه

طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری شبکه فاضلاب باید به گونه‌ای باشد که بتوان از انتقال کامل و تمامی جریان‌های مجاز ورودی به شبکه به محل تخلیه‌گاه پیش‌بینی شده اطمینان حاصل نمود. در چنین شرایطی، عملکرد شبکه مورد نظر هم به لحاظ اقتصادی و هم به لحاظ زیست محیطی در حد انتظار خواهد بود [۲۰].

۲-۲-۱۱- آب‌بندی فاضلابروها

شبکه جدید فاضلاب و کلیه سازه‌های جانبی آن باید به طور کامل آب‌بند بوده و الزامات مربوط به تست‌های آب‌بندی (بند ۵-۱-۸-۱ انواع آزمون‌های آب‌بندی) مندرج در این استاندارد را بر آورده نماید [۲۰].

۲-۲-۱۲- جلوگیری از ایجاد خطر برای سازه‌ها و تاسیسات زیربنایی مجاور

هیچ یک از مراحل طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری شبکه فاضلاب نباید تاسیسات و سازه‌های مجاور آن را در معرض خطر قرار دهد [۲۰].

۲-۲-۱۳- کنترل کیفیت جریان ورودی به شبکه

شبکه فاضلاب را می‌توان برای جمع‌آوری فاضلاب‌های خانگی و همچنین غیرخانگی طراحی نمود. کیفیت فاضلاب غیرخانگی ورودی به شبکه باید به نحوی کنترل گردد که باعث آسیب رساندن به اجزای شبکه یا اختلال در عملکرد آن‌ها نگردد و همچنین محیط زیست را به خطر نیندازد [۲۰].

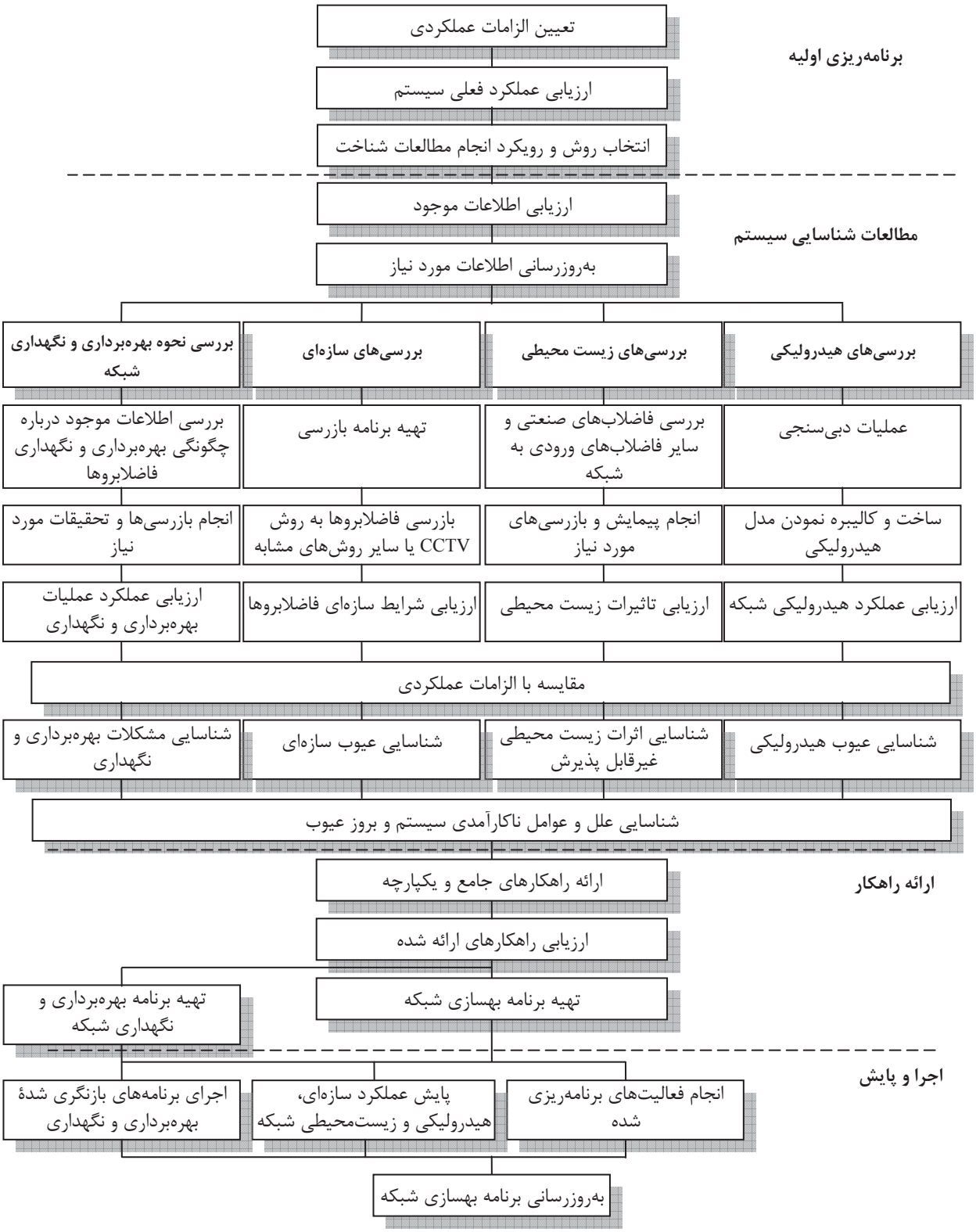
۲-۳- مدیریت جامع و کنترل شبکه فاضلاب

مدیریت جامع و یکپارچه شبکه فاضلاب، فرآیندی است برای کسب آگاهی و شناخت از خصوصیات و ویژگی‌های سیستم فاضلاب موجود (یا پیش‌بینی شده). برای تهیه راهبردهای مناسب به‌منظور مدیریت سیستم، این اطلاعات به نحوی تنظیم می‌شوند که عملکرد هیدرولیکی، زیست محیطی، سازه‌ای و نیز عملکرد بهره‌برداری از سیستم فاضلاب را به سطح عملکرد مطلوب برسانند [۱۰۷ و ۲۰].

فرآیند مدیریت جامع شامل چهار فعالیت اصلی به شرح زیر است:

- گردآوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به کلیه جنبه‌ها و جوانب عملکرد شبکه (اعم از هیدرولیکی، سازه‌ای، زیست محیطی و بهره‌برداری)
- ارزیابی عملکرد سیستم فاضلاب و مقایسه آن با سطوح منتخب و مطلوب عملکرد شبکه و اعلام علل ناکامی در تحقق اهداف عملکردی سیستم
- انجام بررسی‌های لازم و تهیه برنامه اقدامات اصلاحی برای رفع کمبودها و ارتقای سطح عملکردها تا سطح منتخب و مطلوب
- پیاده‌سازی و اجرای برنامه اقدامات اصلاحی

شکل (۲-۱) فرایند مدیریت جامع و کنترل شبکه فاضلاب را به تصویر می‌کشد؛ همچنین موارد چهارگانه فوق‌الذکر نیز در ادامه به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرند [۱۰۷ و ۲۰].



شکل ۲-۱ - مدیریت جامع و کنترل شبکه فاضلاب [۱۰۷]

منظور از بررسی نحوه بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های فاضلاب در شکل (۲-۱)، کنترل پارامترهایی از قبیل تواتر و کیفیت انجام عملیات شستشو، سمپاشی و بازرسی شبکه بر طبق ضوابط و دستورالعمل‌های معتبر یا بررسی نحوه مواجهه با گزارش‌های شکست یا گرفتگی فاضلابروها می‌باشد.

۲-۳-۱- گردآوری داده‌ها و اطلاعات

گردآوری و مرور کلیه اطلاعات و داده‌های مرتبط با شبکه فاضلاب و تاسیسات وابسته به آن، اساس و بنیاد تمامی فعالیت‌های بعدی برای مدیریت جامع سیستم فاضلاب است. بخشی از این اطلاعات شامل مسایل و مشکلات مربوط به عملکرد شبکه موجود است که نمونه‌هایی از آن عبارتند از: انسداد و گرفتگی فاضلابروها، خروج فاضلاب از فاضلابرو و آب‌گرفتگی معابر و اماکن، فروریختن خطوط فاضلابرو، انتشار بوی نامطبوع، آلوده‌سازی آبراه‌های پذیرنده و غیره که غالبا در گزارش‌های دستگاه مسوول بهره‌برداری یا در گزارش‌های مطالعاتی پیشین ثبت می‌شوند. علاوه بر آن، اطلاعات مربوط به سوانح و حوادث مرتبط با شبکه فاضلاب، تحلیل‌های مکتوب قبلی درباره عملکرد شبکه، انواع عملیات ویدیومتری و مستندات مرمت یا بهسازی تاسیسات و اجزای سیستم نیز جزو اطلاعات مورد بحث تلقی می‌شوند. جمع‌آوری کلیه مستندات و نقشه‌های چون‌ساخت[1]، طرح استقرار شبکه، مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی فاضلابروها، آدم‌روها، چاهک‌ها و دریچه‌های بازدید، سازه‌های سرریز، ایستگاه پمپاژ و همچنین مستندات مربوط به اقدامات اصلاحی برای رفع مشکلات و تنگناهای بهره‌برداری، زیست‌محیطی، سازه‌ای و هیدرولیکی شبکه که قبلا به انجام رسیده، باید مورد توجه قرار گیرد. محاسبات و مدل‌های هیدرولیکی قبلی، گزارش‌های بازدید و بازرسی شبکه، گزارش ارزیابی‌های زیست‌محیطی و داده‌های مرتبط با شرایط فعلی شبکه که قبلا تهیه شده است باید گردآوری شود.

پس از گردآوری کل داده‌های موجود و قابل دسترس که در بالا به آن‌ها اشاره شد و قبل از شروع کار بررسی‌های تخصصی باید روشن شود که آیا داده‌ها و اطلاعات موجود برای آغاز بررسی‌ها کافیست یا می‌باید برنامه فشرده‌ای را برای به روزرسانی اطلاعات تنظیم و اجرا نمود.

بررسی‌های تخصصی در چهار زمینه هیدرولیکی، زیست محیطی، سازه‌ای و بهره‌برداری انجام می‌پذیرد و نتایج هر بررسی تخصصی، وضعیت و شرایط موجود فعلی شبکه را در زمینه موردنظر مشخص می‌سازد.

انجام آزمایش‌ها، بازدیدهای میدانی، نقشه‌برداری، ویدیومتری و اندازه‌گیری‌ها در طول برخی از بررسی‌های تخصصی ممکن است لازم و ضروری باشد. مثلا در بررسی‌های هیدرولیکی، اندازه‌گیری جریان و بارندگی و استفاده از مدل‌های هیدرولیکی شبکه ممکن است ضرورت یابد. داده‌های پایه برای مدل‌سازی شبکه معمولا داده‌های چون‌ساخت و اطلاعات موجود است و کالیبراسیون (تنظیم و تدقیق محلی مدل) و تایید نتایج مدل نیز باید متکی بر داده‌ها و اطلاعات موجود باشد.

1- As-Built

دامنه بررسی‌های زیست محیطی وابسته به ماهیت و ترکیبات فاضلاب و استعداد خروج کنترل نشده یا فرار فاضلاب از شبکه می‌باشد. این بررسی‌ها به ویژه باید موقعیت مکانی منابع فاضلاب صنعتی و همچنین منابع آب سطحی پذیرنده را مشخص و کمیت و کیفیت و ماهیت اثرات منفی زیست‌محیطی بالقوه را تعیین نماید. درصورتی که داده‌ها و اطلاعات لازم برای این قبیل بررسی‌ها موجود و در دسترس نباشد لازم است داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز تهیه شود. بررسی‌های زیست محیطی همچنین شامل بررسی نشت فاضلاب و آلودگی منابع آب زیرزمینی (به ویژه در نواحی بحرانی و حساس که منبع آب شرب شهر محسوب می‌شوند)، و بررسی سایر مسایل زیست‌محیطی از جمله تولید و انتشار بوی زننده، گازهای سمی و خورنده و تولید لرزش و صدا درتاسیسات شبکه، آلودگی خاک، بی‌توجهی به جنبه‌های زیباشناختی و ایجاد مناظر زشت و ناخوشایند (به‌خصوص در محل تخلیه‌گاه‌ها) نیز می‌گردد.

بررسی‌های سازه‌ای باید مکمل بررسی‌های قبلی باشد تا از دوباره‌کاری پیشگیری شود. بررسی‌ها ممکن است سراسر شبکه یا بخش‌های منتخبی را مورد توجه قرار دهد. در این بررسی‌ها باید عمر و موقعیت تاسیسات، داده‌های ژئوتکنیک (از جمله ویژگی‌های بستر و خاک اطراف فاضلابروها و تاسیسات)، حساسیت ساختمان‌های مجاور و سایر تاسیسات زیربنایی درنظر گرفته شود. ارزیابی سازه‌ای از طریق انجام بازدیدهای میدانی، استفاده از ویدیومتری و تلویزیون مدار بسته (CCTV) انجام می‌پذیرد و شستشوی فاضلابروها قبل از این اقدامات ممکن است ضروری باشد. کمیت و نوع موادی که در حین پاک‌سازی از فاضلابروها خارج می‌شود اطلاعات مفیدی را در بررسی‌های سازه‌ای در اختیار می‌گذارد. شرایط و وضعیت سازه‌ای شبکه فاضلاب باید با استفاده از یک سیستم کدگذاری از پیش تعیین شده توصیف و تشریح شود. این سیستم باید داده‌ها و اطلاعاتی را که نشان دهنده به مخاطره افتادن یکپارچگی سازه‌ای اجزای شبکه است، دربرگیرد. نمونه‌هایی از این قبیل داده‌ها و اطلاعات عبارتند از:

ترک یا شکاف غیرقابل قبول، تغییر شکل (دفورماسیون)، جابجایی درز بین لوله‌های مجاور و اتصالات معیوب، نفوذ ریشه گیاهان، نشت آب به درون فاضلابرو، رسوبات ته‌نشین شده و مواد رسوبی چسبیده به بدنه و سایر موانع در درون فاضلابروها، نشست لوله، صدمه فیزیکی از جمله صدمات ناشی از مواد یا واکنش‌های شیمیایی.

نتایج بررسی‌های سازه‌ای اطلاعاتی را به دست می‌دهد که در ارزیابی هیدرولیکی عملکرد شبکه و همچنین ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فعالیت شبکه فاضلاب کاربرد دارد.

بررسی‌های مرتبط با بهره‌برداری از شبکه فاضلاب، شامل گردآوری و مستندسازی دستورالعمل‌های بهره‌برداری موجود، برنامه کار بازدیدها و بازرسی شبکه و اجزای آن و همچنین برنامه‌های مرمت و نگهداری شبکه می‌باشد. فراوانی و موقعیت مکانی حوادث و بروز مشکلات در بهره‌برداری شبکه (مثلا انسداد و گرفتگی فاضلابروها، قطع فعالیت ایستگاه‌های پمپاژ، فروریختن خطوط فاضلابرو و غیره) که در مدارک و مستندات موجود ثبت شده‌اند باید گردآوری و مرور شود. اثرات و پیامدهای حوادث و مشکلات بهره‌برداری بر عملکرد هیدرولیکی، سازه‌ای و زیست‌محیطی شبکه را باید از داده‌ها و اطلاعات موجود و ثبت شده مربوط به همین حوادث استخراج و تعیین نمود.

علل بروز حوادث و مشکلات تکراری و متعدد در بهره‌برداری شبکه باید بررسی و روشن شود. تعیین و شناسایی صحیح علت‌ها، امکان تعیین و انتخاب بهترین و باصرفه‌ترین راهکارها را برای رفع نقایص واصلاح مشکلات بهره‌برداری پدید می‌آورد.

۲-۳-۲- ارزیابی عملکرد شبکه فاضلاب و مقایسه با الزامات عملکردی

۲-۳-۲-۱- ارزیابی عملکرد شبکه

عملکرد شبکه فاضلاب موجود (یا پیش‌بینی شده) باید ارزیابی و با سطح منتخب و مطلوب عملکرد شبکه مقایسه شود. این ارزیابی در چهار زمینه هیدرولیکی، زیست‌محیطی، سازه‌ای و بهره‌برداری به‌شرح زیر صورت می‌گیرد.

- ارزیابی عملکرد و رفتار هیدرولیکی شبکه براساس بررسی‌های هیدرولیکی که قبلا به آن اشاره شد و با استفاده از مدل ریاضی شبکه که صحت رفتار آن تایید شده است انجام می‌پذیرد. مدل ریاضی شبکه را باید برای دامنه‌ای از بارش‌های طراحی که مشخصات آن‌ها در مبحث «الزامات عملکردی شبکه» آمده، بارگذاری و رفتار شبکه را شبیه‌سازی و تعیین نمود.
- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی شبکه براساس نتایج بررسی‌های زیست‌محیطی و همچنین اطلاعاتی انجام می‌پذیرد که شامل فراوانی، تداوم و حجم فاضلاب خام سرریزشده از شبکه است که به آب‌های پذیرنده تخلیه می‌شود. اطلاعات نام‌برده از نتایج مدل‌سازی هیدرولیکی شبکه استخراج می‌گردد و در صورت نبود مدل ریاضی شبکه، با اندازه‌گیری جریان در محل‌های خروج فاضلاب خام از شبکه و تخلیه آن به آبراه پذیرنده، تعیین و مشخص می‌شود. پیامدها و اثرات زیست‌محیطی شبکه فاضلاب با تکیه بر این داده‌ها و تشریح آن‌ها اعلام می‌گردد که ضمن آن اثرات عملکرد شبکه بر آب‌های زیرزمینی و خاک نیز باید مورد اشاره قرار گیرد. نتایج بررسی‌های سازه‌ای، اطلاعات مربوط به موقعیت مکانی و کمیت منابع فاضلاب صنعتی و سایر اطلاعات و بررسی‌های ذیربط نیز باید جمع‌بندی شده و منابع فاضلاب مشکل‌زا و خطرناک ورودی به شبکه، مساله سرریز و خروج کنترل نشده فاضلاب از شبکه و غلظت بالای آلاینده‌ها در فاضلاب ورودی به شبکه شناسایی و اعلام گردد.
- ارزیابی سازه‌ای پس از تکمیل بررسی‌های سازه‌ای (اعم از بازدیدهای میدانی، ویدیومتری و تلویزیون مداربسته (CCTV)، گردآوری و وارسی مدارک و مستندات و گزارش‌های موجود و غیره) آغاز می‌شود و ضمن آن، بخش‌ها و اجزایی از شبکه شناسایی می‌گردند که باید ترمیم و اصلاح شوند. روش‌های متنوع و متعددی برای تعمیر یا نوسازی اجزای شبکه وجود دارد که شرح آن‌ها خارج از دامنه کار این نشریه است.
- عملکرد بهره‌برداری شبکه براساس تعداد حوادث و اختلالات کارکردی که در طول بهره‌برداری از شبکه رخ می‌دهد اندازه‌گیری و ارزیابی می‌شود.

۲-۳-۲-۲- مقایسه عملکرد شبکه فاضلاب با الزامات عملکردی (مقایسه باسطح منتخب و مطلوب عملکرد)

نتایج ارزیابی‌ها در زمینه عملکرد هیدرولیکی، سازه‌ای، زیست‌محیطی و بهره‌برداری را باید در جوار یکدیگر قرار داد و ضمن جمع‌بندی این ارزیابی‌ها، تصویری عمومی و همه‌جانبه از عملکرد شبکه و تاسیسات وابسته به آن را ترسیم نمود و متعاقبا عملکرد عمومی شبکه را با سطح عملکرد منتخب و مطلوب (که در قالب «الزامات عملکردی» مشخص و اعلام شده است) مقایسه کرد. یکی از روش‌های مقایسه عملکرد عمومی شبکه با نیازها و الزامات عملکردی، استفاده از شاخص‌های عملکرد[1] می‌باشد. هر شاخص عملکرد باید واجد چند ویژگی اساسی باشد که عبارتند از:

- ساده و آسان بوده و کاربرد آن به سهولت امکان‌پذیر باشد.
- احراز درستی و صحت آن میسر و ممکن باشد.
- با صراحت و به روشنی تعریف شود، دقیق باشد و نیازی به تعبیر و تفسیر نداشته باشد.

بدین ترتیب، هر شاخص عملکرد شبکه باید دارای تعریف روشن و دقیق بوده، سنجش صحت و درستی آن امکان‌پذیر باشد و به سهولت بتوان آن را به کار بست.

کمبودها و ضعف‌های شبکه فاضلاب موجود (یا پیش‌بینی شده) در زمینه هیدرولیکی، سازه‌ای، زیست‌محیطی و بهره‌برداری را می‌توان در این مرحله استخراج نمود و متعاقبا علل بروز کمبود در هر زمینه را نیز مشخص و اعلام کرد. در عمل باید یکایک آن بخش‌هایی از شبکه که عملکرد آن با عملکرد مطلوب فاصله دارد مشخص گردد و ضعف‌های هیدرولیکی، زیست‌محیطی، سازه‌ای و بهره‌برداری هر بخش، به تفصیل تشریح و ثبت شود. علت یا علت‌های بروز کمبود و ضعف در هر بخش نیز باید تعیین و اعلام گردد و از آنجاکه ضعف‌های عملکرد ممکن است بیش از یک علت داشته باشد می‌باید کلیه بررسی‌های هیدرولیکی و سازه‌ای و بهره‌برداری و زیست‌محیطی را تواما در نظر گرفت و سهم یا وزن نسبی کمبود عملکردی در هر زمینه را در بروز یک مشکل معین، تعیین نمود. این شیوه برخورد به ریشه‌یابی مسایل و مشکلات عملکردی در هر بخش شبکه، امکان یافتن راه حل‌های منطقی و متعادل را بیش‌تر می‌کند.

۲-۳-۳- تهیه و تنظیم برنامه اصلاحی

برای رفع کمبودها و ضعف‌های عملکردی که شناسایی شده و علل بروز آن‌ها نیز مشخص گردیده است باید راه‌حل‌هایی جامع و یکپارچه یافته و آن‌ها را در قالب یک برنامه اصلاحی تنظیم و تدوین نمود. گام‌های مختلف کار در این مرحله به شرح زیر است:

- جمع بندی ارزیابی‌های هیدرولیکی، سازه‌ای، بهره‌برداری و زیست‌محیطی.
- تهیه طرح‌های اصلاحی جامع برای رفع کمبودها و ارتقای سطح عملکرد فعلی شبکه به سطح عملکرد منتخب و مطلوب

1- Performance Indicators

- ارزیابی طرح‌های اصلاحی پیشنهادی
- تهیه برنامه اجرایی

نمونه‌های راه حل‌های هیدرولیکی عبارتند از:

- استفاده حداکثر ممکن از ظرفیت موجود انتقال جریان در شبکه، از طریق حذف گلوگاه‌ها و شستشوی فاضلابروها
- کاهش رواناب ورودی به شبکه فاضلاب به کمک روش‌های موسوم به «کنترل رواناب در منشاء»[1]
- تعدیل و کاهش اوج جریان در شبکه از طریق استفاده حداکثر از ظرفیت ذخیره موجود در شبکه (اعم از گنجایش بلااستفاده موجود در فاضلابروها و تاسیسات هیدرولیکی موجود) و یا افزودن مخازن ذخیره موقت فاضلاب به شبکه.

نمونه راه‌حل‌های زیست‌محیطی عبارتند از:

- استفاده از اطاقک‌ها یا مخازن رسوبگیری
- کنترل ورود فاضلاب‌های صنعتی و آلاینده‌های خطرناک به درون شبکه
- کاهش سرریز و تخلیه آلاینده‌ها به آب‌های پذیرنده از طریق اجرای کنترل‌های هیدرولیکی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، بهبود و ارتقای سطح کنترل جریان در محل سازه‌های سرریز و همچنین استفاده از سیستم‌های کنترل به‌هنگام وپیوسته جریان[2] (RTC)
- کاهش نشت از فاضلابروها از طریق تعمیرات و بهسازی یا جایگزینی لوله‌های معیوب.

نمونه راه‌حل‌های سازه‌ای عبارتند از:

- تامین و حفظ پایداری و استحکام فاضلابرو از طریق تعمیر، جایگزینی و نوسازی یا بهسازی اجزای شبکه (از جمله استفاده از انواع روکش‌ها و پوشش‌های درون خطوط فاضلابرو[3])

نمونه راه‌حل‌های اصلاحی برای رفع ضعف‌های بهره‌برداری عبارتند از:

- تنظیم برنامه منظم بازدید و بازرسی و انجام عملیات شستشوی منظم فاضلابروها
- تشدید اقدامات نگهداری از جمله افزایش تعداد دفعات سرکشی به تاسیسات مهم نظیر ایستگاه‌های پمپاژ و انجام اقدامات پیشگیرانه برای ارتقای سطح عملکرد تاسیسات

پس از یافتن راه‌حل‌های اصلاحی می‌باید یک مجموعه از راه‌حل‌های مناسب را براساس نیازها و الزامات عملکردی منتخب و باتوجه به موارد و عوامل زیر انتخاب نمود:

1- Source Control
2- Real Time Control (RTC)
3- Linings or Internal Coatings

- ایمنی در اجرا و در بهره‌برداری (خطرات بالقوه در حین اجرا و سپس بهره‌برداری از شبکه اصلاح شده باید به حداقل ممکن کاهش یابد، یعنی راه‌حل‌ها می‌باید کاملا ایمن باشند).
- اختلال در زندگی روزمره (اختلال و کندی در ترافیک و در زندگی روزمره اهالی محل و سایرین که تحت تاثیر عملیات اجرایی قرار می‌گیرند، تولید سروصدا و گرد و غبار و سایر عوامل اجتماعی می‌باید در گزینش راه‌حل‌های منتخب مورد توجه قرار گیرد).
- استفاده صحیح و پایدار از منابع (مصرف انرژی و سایر منابع محدود در اجرای راه‌حل‌های اصلاحی پیشنهادی و در بهره‌برداری از شبکه اصلاح شده باید مورد توجه قرار گیرد و علاوه بر آن،امکان بازیافت مواد و مصالح مصرفی در بهسازی شبکه و بازیافت مواد زاید حاصل از عملیات اجرایی نیز باید مدنظر قرار گیرد).
- مرحله‌بندی کارهای اصلاحی (امکان مرحله‌بندی راه‌حل‌ها و اجرای آن‌ها در چند فاز یا مرحله پی در پی باید بررسی گردد. در این بررسی لازم است اولویت‌های اجرایی، عواید و فواید ناشی از اجرای اقدامات به‌خصوص از نظر ارتقای سطح عملکرد شبکه، برای هریک از مراحل کار یا فازها و همچنین صرفه‌جویی در هزینه‌ها به‌واسطه احاله بخشی از راه‌حل‌ها به فازهای بعدی برنامه اجرایی، مشخص و معلوم گردد).
- هماهنگی با سایر طرح‌های زیربنایی (فواید ناشی از هماهنگی مراحل یا فازهای اقدامات اصلاحی شبکه فاضلاب با طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی سایر تاسیسات زیربنایی باید مورد توجه قرار گیرد).
- محدودیت ظرفیت‌ها و منابع (قیود و محدودیت‌های منابع از جمله منابع مالی، نیروی انسانی و خدمه مورد نیاز، مواد و مصالح می‌باید در انتخاب راه‌حل‌ها و در مرحله‌بندی آن‌ها مراعات گردد).
- مسوولیت و هزینه بهره‌برداری (هزینه‌های اقدامات بهره‌برداری و نگهداری شبکه که در سنوات آتی وجود خواهند داشت باید پیش‌بینی شود. همچنین پیامدهای زیست‌محیطی حمل و دفع مواد زاید که از شبکه استخراج و پاک‌سازی می‌شود باید مورد توجه قرار گیرد).
- ارزیابی اقتصادی (در مقایسه راه‌حل‌ها با یکدیگر باید هزینه‌ها و فایده‌های مربوطه را تعیین نمود و مزیت نسبی راه حل منتخب را نشان داد).
- هزینه‌ها در طول عمر مفید طرح[1] (کلیه هزینه‌های ذیربط در سراسر طول عمر مفید شبکه باید مورد توجه قرار گیرند که عبارتنداز: هزینه‌های مطالعات و طراحی، احداث تاسیسات موقت، جابجایی و عبور از موانع و خطوط سایر تاسیسات زیربنایی و خدماتی، هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری، مرمت و بهسازی و جایگزینی و همچنین هزینه‌های غیرمستقیم مانند هزینه‌های اجتماعی اختلال و وقفه در امور زندگی روزمره شهروندان).

پس از تکمیل بررسی و ارزیابی راه‌حل‌های اصلاحی پیشنهادی و انتخاب راه حل یا طرح اصلاحی منتخب، باید برنامه اجرا و پیاده‌سازی اقدامات اصلاحی منتخب را تهیه و تنظیم نمود.

1- Whole – Life Cost (Life-Cycle Cost)

راه‌حل‌های هیدرولیکی، سازه‌ای، بهره‌برداری و زیست‌محیطی منتخب را می‌باید در قالب یک طرح جامع و یکپارچه و واحد برای شبکه مورد نظر، تنظیم و مدون نمود که حاوی موارد ذیل باشد:

- شرح تفصیلی اهداف و مقاصد طرح اصلاحی
- مجوزها و سایر مدارک حقوقی و قانونی و فرجه زمانی اجرای طرح
- ضوابط عملکرد
- اولویت‌ها
- اقدامات اصلاحی منتخب، هزینه‌های مربوطه و مرحله‌بندی اجرای کارها.
- ارتباط طرح اصلاحی منتخب با سایر طرح‌های اجرایی یا طرح‌های توسعه آتی
- پیامدهای بهره‌برداری و نگهداری شبکه (مثلا ارتقای سطح بهداشت عمومی، ایمنی کارکنان بهره‌برداری، صرفه‌جویی در هزینه‌ها و نظایر آن‌ها)

به طورکلی ۴ نوع طرح و برنامه را می‌توان تهیه کرد:

الف- طرح توسعه جدید (حاوی اطلاعات مربوط به بخش جدید شبکه فاضلاب). این طرح در مواردی تهیه می‌شود که بخش قابل ملاحظه‌ای از شبکه موجود نیاز به نوسازی[1] دارد یا شبکه موجود باید توسعه و گسترش یابد.

در طرح پیشنهادی باید مشخص شود که آیا توسعه شبکه موجود مدنظر قرار دارد یا می‌باید شبکه مستقلی برای نواحی توسعه ایجاد شود و درصورتی‌که منظور توسعه شبکه موجود است، کدام اقدامات برای تقویت ظرفیت شبکه موجود باید صورت پذیرد تا بتوان جریان فاضلاب اضافی را که از نواحی توسعه به شبکه موجود می‌رسند، به درستی مدیریت نمود. تمامی اقدامات مزبور باید در طرح بهسازی شبکه موجود (که ذیلا بدان اشاره می‌شود) تشریح و معرفی شود.

ب- طرح بهسازی شبکه موجود (حاوی اقدامات پیشنهادی برای بهسازی و تقویت شبکه).

اقداماتی که در این طرح می‌گنجند مشتمل بر چهار گروه از اقدامات و طرح‌های هیدرولیکی، سازه‌ای، زیست‌محیطی و بهبود بهره‌برداری می‌باشند. کلیه اقداماتی که برای ارتقای سطح عملکرد شبکه موجود به سطح عملکرد منتخب و مطلوب (الزامات عملکردی) ضروریست می‌باید در طرح بهسازی شبکه موجود گنجانده شود وعلاوه برآن، شرحی از موارد و موضوعات زیر هم ارائه گردد:

- جزییات کارها و اقدامات بهسازی مورد نیاز و منتخب
- گزینه‌های دیگر برای بهسازی شبکه
- مرحله‌بندی (یا فازهای) پیش‌بینی شده برای اجرای اقدامات بهسازی
- اعلام وابستگی یا عدم وابستگی هریک از اقلام طرح بهسازی به طرح‌های توسعه دیگر

1- Redevelopment

ج- برنامه بهره‌برداری شامل برنامه زمان‌بندی بازدیدها و بازرسی شبکه، دستورالعمل‌های بهره‌برداری و طرح‌های ویژه اوقات اضطراری می‌باشد. برنامه بهره‌برداری شبکه فاضلاب باید رویکرد منتخب به امر بهره‌برداری و راهبری شبکه موردنظر را مشخص نماید و مشتمل بر اجزای ذیل باشد:

- برنامه منظم بازدید و بازرسی شبکه و تاسیسات آن
- دستورالعمل‌های بهره‌برداری مختص اجزا و عناصر شبکه فاضلاب
- برنامه‌های ویژه شرایط اضطراری و رخدادهای غیرمترقبه

د- برنامه نگهداری، حاوی شرح تفصیلی سیاست‌ها و برنامه زمان‌بندی اقدامات نگهداری کلیه اجزا و عناصرشبکه فاضلاب است. در برنامه نگهداری باید موضوعات زیر تشریح و اعلام گردد:

- استراتژی (راهبرد) مناسب برای نگهداری هریک از اجزای شبکه فاضلاب و همچنین معرفی سیستم پایش (مانیتورینگ[1]) مناسب به‌همراه تعیین تعداد دفعات لازم برای بازدید و بازرسی و ثبت رفتار اجزای شبکه.

استراتژی مناسب برای نگهداری شبکه می‌تواند از نوع برنامه‌ریزی شده، واکنشی[2] و یا ترکیبی از آن دو روش باشد. نگهداری برنامه‌ریزی شده که در واقع نگهداری پیشگیرانه است، برنامه اقدامات و عملیات نگهداری را پیشاپیش و قبل از بروز مشکلات جدی و براساس بازدید و بازرسی منظم شبکه به اجرا درمی‌آورد. این نوع مدیریت امور نگهداری شبکه به ویژه در مواردی الزامی و ضروریست که اثرات و پیامدهای بروز سوانح در شبکه بسیار جدی باشد. استفاده از این رویکرد، تعداد سوانح و بروز مشکلات جدی در شبکه را کاهش می‌دهد. نگهداری واکنشی (اضطراری یا رویکرد مقابله با بحران)، شامل عملیاتی است که پس از وقوع سانحه یا بروز مشکلی در شبکه و آشکارشدن مساله انجام می‌پذیرد. این نوع مدیریت نگهداری واکنشی عموما برای آن بخش‌هایی از شبکه فاضلاب مناسب است که بدون هرگونه اقدامات نگهداری (یا با اقدامات محدود) نیزمی‌تواند عملکرد عادی داشته باشد. استراتژی یا راهبرد ترکیبی، هر دو نوع اقدامات برنامه‌ریزی شده و اضطراری را شامل می‌شود.

- ارزیابی خطر بروز مشکلات در شبکه. این موضوع نیز باید در برنامه نگهداری گنجانده شود و احتمال بروز شکست، اعم از شکست سازه‌ای یا شکست عملکردی (هیدرولیکی، بهره‌برداری یا زیست‌محیطی) و پیامدهای مترتب بر آن، بررسی و تعیین گردد. بحث درباره انواع روش‌های رایج ارزیابی خطر بروز مشکلات در شبکه خارج از دامنه کار این نشریه است.

۲-۳-۴- اجرا و پیاده‌سازی برنامه اصلاحی

پس از تکمیل برنامه اجرای طرح‌های اصلاحی می‌توان کارها را آغاز نمود. به‌منظور پیشبرد امور اجرایی باید سیستم مانیتورینگ یا پایش را فعال نمود. برای سنجش و ارزیابی میزان کارآیی و سودمندی راه‌حل‌ها، گردآوری و ثبت داده‌ها به

1- Monitoring
2- Planned Maintenance & Reactive Maintenance

کمک سیستم پایش (مانیتورینگ) ضروریست. این داده‌ها برای استفاده درمدل‌های هیدرولیکی، برای شناخت رفتار شبکه و برای بازنگریهای بعدی و آتی در طرح‌های اصلاح و بهسازی یا نوسازی شبکه کاربرد دارند.

بازبینی و کنترل ادواری و منظم عملکرد شبکه وارزیابی تطابق آن با الزامات عملکردی، امری ضروریست که نیاز به بازنگری در طرح مدیریت جامع شبکه فاضلاب را با گذشت زمان و در پاسخ به شرایط جدید مطرح می‌سازد.

۲-۴- مدیریت و کنترل جریان در شبکه فاضلاب (RTC)[1]

۲-۴-۱- کلیات

مدیریت و کنترل (به‌هنگام) جریان در شبکه فاضلاب یک روش مدیریت برای بهبود عملکرد و ارتقای سطح بهره‌برداری شبکه است. استفاده از ظرفیت‌های موجود در شبکه (اعم از ظرفیت انتقال و یا گنجایش و حجم ذخیره که بلااستفاده مانده) پایه و اساس این رویکرد به ارتقای عملکرد شبکه و بهبود بهره‌برداری از شبکه فاضلاب می‌باشد [۱۰۲ و ۲۱]. طبق روش‌های معمول و رایج، طراحی شبکه فاضلاب و اندازه‌یابی فاضلابروها به صورتی انجام می‌شود که اندازه و ابعاد فاضلابروها غالبا بزرگ‌تر از اندازه لازم است و از این رو، گنجایش و ظرفیت مازاد در اکثر شبکه‌ها وجود دارد. از سوی دیگر تاسیسات هیدرولیکی موجود (یا پیش‌بینی شده) در شبکه نیز عموما به صورتی عمل می‌کنند که نیازی به مداخله اپراتور یا خدمه بهره‌برداری ندارند. تجهیز تمامی یا بعضی از این‌گونه تاسیسات به تجهیزات فرمان‌پذیر، امکان مداخله فعال اپراتور در بهره‌برداری را ایجاد می‌کند. در سیستم‌های کنترل بلادرنگ فعالیت شبکه، ابتدا متغیرهایی (نظیر عمق آب یا میزان جریان در فاضلابرو) اندازه‌گیری و مشخص می‌شود. سپس از همین داده‌ها و اطلاعات بلافاصله برای فعال‌سازی تجهیزات کنترل کننده هر متغیر (جریان فاضلاب،تراز سطح آب یا متغیرهای دیگر) استفاده می‌شود. سنجش و اندازه‌گیری مداوم و پیوسته متغیرهای موردنظر، مخابره و ارسال بی‌درنگ این داده‌ها، پردازش آن‌ها و مقایسه مقدار متغیر در وضعیت جاری با مقدار مطلوب همان متغیر (که قبلا تعیین می‌شود) و صدور فرمان برای فعال‌سازی تجهیزات کنترلی موجود در شبکه (نظیر دریچه‌ها، سرریزهای متحرک، ایستگاه پمپاژ، بندهای لاستیکی و غیره)، اجزای اصلی در هر سیستم RTC می‌باشند. بدین ترتیب چهار جزء اصلی سخت‌افزاری در هر سیستم RTC عبارتند از [۷۳ و ۴۶ و ۲۱]:

- حس‌گرها[2] که متغیرهای مربوطه را به طور مداوم اندازه‌گیری می‌کنند.
- تجهیزات کنترلی یا تنظیم‌کننده‌ها[3] که می‌توانند در فرآیندها مداخله نموده و شرایط را به نفع شرایط مطلوب تغییر دهند.
- کنترل‌کننده‌ها[4] که وظیفه آن‌ها فعال‌سازی تنظیم‌کننده‌ها یا همان تاسیسات کنترلی است.

1- Real Time Control
2- Sensors
3- Regulators = Actuators
4- Controllers

- سیستم انتقال داده‌ها[1] که داده‌های اندازه‌گیری شده را از حس‌گرها به کنترل‌کننده‌ها می‌رسانند و علایم یا فرمان‌های[2] صادرشده از کنترل‌کننده‌ها را به تنظیم‌کننده‌ها انتقال می‌دهند.

انواع بسیار متنوعی از حس‌گرها وجود دارد اما فقط چندنوع معین از حس‌گرها برای شبکه فاضلاب عملا امتحان شده و مناسب‌اند که عبارتند از: باران‌سنج، جریان‌سنج، حس‌گر تراز سطح آب و کلیدها یا سوییچ‌های اعلام‌حد معین[3]. حس‌گرهای ویژه کیفیت فاضلاب اگر چه قابلیت‌های خوبی دارند ولی هنوز در مراحل ابتدایی توسعه بوده و فعلا برای کاربرد در شبکه فاضلاب توصیه نمی‌شوند [۲۱].

برخی از ضعف‌ها و مشکلات شبکه از جمله مساله سرریز فاضلاب خام به آبراهه‌ها، آب‌گرفتگی زیرزمین ساختمان‌ها یا غرقاب شدن و آب‌گرفتگی موضعی معابر را معمولا از طریق افزایش سرمایه‌گذاری در طرح‌های سازه‌ای مانند احداث فاضلابرو یا تونل کمکی و یا افزودن مخازن ویژه ذخیره موقت فاضلاب به شبکه، اصلاح می‌کنند. هزینه این قبیل طرح‌ها غالبا زیاد است و اجرای آن‌ها به ویژه در بخش‌های قدیمی‌تر شهر با مشکلات و موانع روبرو می‌شود. استفاده از سیستم‌های RTC طی دو تا سه دهه گذشته به صورت گزینه‌ای در مقابل طرح‌های سازه‌ای مذکور مطرح شده است [۹۶]. اهداف عملیاتی RTC در اوقات بارانی و ایام بدون باران ممکن است متفاوت باشد که در مرحله طراحی سیستم می‌باید این اهداف را مشخص نمود. نمونه‌هایی از این اهداف عبارتند از:

- کاهش یا حذف سرریز فاضلاب از شبکه مجزا یا مرکب
- کاهش یا حذف پس زدن آب در فاضلابروها یا آب‌گرفتگی معابر
- کاهش مصرف انرژی در بهره‌برداری از شبکه فاضلاب
- جلوگیری از رسوب‌گذاری شدید در فاضلابروها
- مدیریت و کنترل جریان برای امور برنامه‌ریزی شده (برای اجرای عملیات ساختمانی عمده)
- مدیریت و کنترل جریان در موارد پیش‌بینی نشده و شرایط اضطراری
- مدیریت و کنترل جریان فاضلاب که به سمت تصفیه‌خانه در حرکت است.

۲-۴-۲- شرایط کاربرد (بررسی‌های مقدماتی)

درباره شرایط لازم برای استفاده از RTC باید یادآور شد که استفاده از این شیوه مدیریت بهره‌برداری در اکثر موارد مفید بوده و عملکرد شبکه را بهبود می‌بخشد اما هزینه‌های مربوطه در قیاس با فواید و سودمندی کاربرد آن در شبکه‌های مختلف متفاوت است. سودمندی و فواید RTC در دو گروه از شبکه‌ها محدود و اندک است که عبارتند از: [۷۲و ۹۶و ۱۰۲ و ۲۱].

1- Data Transmission System
2- Signals
3- Limit Switches

- در مواردی که شبکه عملا هیچ ظرفیت ذخیره اضافی ندارد و فاضلابروها حتی در ایام بدون باران تقریبا پر هستند.
- در مواردی که شبکه ظرفیت مازاد داشته باشد[۱].

در سایر موارد، استفاده از RTC را می‌توان باتوجه به برخی ملاحظات عمومی مورد توجه قرار داد یا اولویت شبکه (یا بخش‌هایی ازهر شبکه) را برای کاربرد RTC بررسی نمود. ملاحظات مذکور عبارتند از:

- ظرفیت انتقال مازاد و حجم ذخیره بلااستفاده در شبکه. آیا شبکه مورد نظر دارای ظرفیت‌های اضافی و بلااستفاده می‌باشد؟ و آیا می‌توان با افزودن و تجهیز شبکه به تجهیزات و امکانات کنترل دینامیک از آن ظرفیت استفاده نمود؟ شبیه‌سازی رفتار شبکه با یکی از انواع مدل‌های هیدرولیکی دینامیک که در کشور رایج است[۲]، نشان خواهد داد که در کدام بخش‌های شبکه، فاضلابروها دچار اضافه بار هیدرولیکی (سورچارج) یا پس‌زدگی آب نیستند و ظرفیت انتقال اضافی در آن لوله‌ها وجود دارد. گنجایش یا حجم ذخیره موجود در شبکه را معمولا می‌توان در بخش‌های کم شیب حوزه و فاضلابروهایی که شیب ملایم دارند جستجو کرد. فاضلابروهای قطور نامزدهای خوبی در این زمینه هستند. هرچه قطر و طول فاضلابروها بیش‌تر باشد، استفاده از RTC برای کنترل رفتارآن‌ها نیز مفیدتر خواهد بود.
- زمان تمرکز، زمان انتقال یا زمان واکنش[۳]. زمان تمرکز یا زمان واکنش سیستم باید نسبتا طولانی باشد تا بتوان کاربرد RTC را مطرح نمود. دریافت اطلاعات از حس‌گرها، پردازش آن‌ها و تهیه و تنظیم فرمان‌های لازم برای کنترل دینامیک جریان واجرای فرامین فعالیتی زمان‌بر است و از این رو باید زمان کافی وجود داشته باشد. شبکه فاضلاب شهرهای بزرگ و شبکه‌هایی که متشکل از چند زیرحوزه با زمان‌های واکنش متفاوت هستند، نامزدهای خوبی برای کاربرد RTC محسوب می‌شوند.
- اندازه و توپوگرافی حوزه سرویس. حوزه‌های بزرگ و حوزه‌های مسطح از کاربرد RTC بهره بیش‌تری می‌برند.
- وجود سازه‌های مقسم عمده و ایستگاه پمپاژ. وجود این تاسیسات در شبکه فاضلاب شرایط مناسبی را برای انتقال بخشی از جریان فاضلاب به شاخه یا شاخه‌های دیگر پدید می‌آورد.
- تاسیسات هیدرولیکی موجود (یا پیش‌بینی شده) که کنترل «استاتیک» را بر جریان فاضلاب جاری در شبکه اعمال و برقرار می‌کنند، با صرف هزینه اندک به نقاط کنترل «دینامیک» تبدیل می‌شوند که این امر غالبا تاثیر چشمگیری بر بهبود عملکرد شبکه دارد. هرچه تعداد سازه‌های هیدرولیکی قابل کنترل (یا کنترل‌پذیر) بیش‌تر باشد، سودمندی استفاده از RTC نیز بیش‌تر و بالاتر خواهدبود.

۱- طراحی یا بهسازی این قبیل شبکه‌هادر بعضی ازمناطق ایالات متحده رایج است (درایران مرسوم نیست).

2- EPA-SWMM ; DHI-MOUSE

3- System Response Times / Time of Concentration

- شرایط شبکه از نظر سازه‌ای. استفاده از RTC باعث بروز تغییرات نسبتا زیاد در عمق و در میزان جریان فاضلاب در شبکه می‌شود. چنانچه وضعیت سازه‌ای شبکه مطمئن نباشد، این قبیل تغییرات در میزان و عمق جریان فاضلاب، پایداری سازه‌ای فاضلابروها را به مخاطره می‌اندازد.
- توانایی یاحد ظرفیت آب‌های پذیرنده برای دریافت آلاینده‌ها، اعم از سرریز فاضلاب خام از شبکه (SSO یا CSO) یا پساب تصفیه‌خانه فاضلاب. در مواردی که رعایت حد ظرفیت آب‌های پذیرنده برای دریافت آلاینده‌ها ضرورت داشته و ورود آلاینده‌ها نباید از حد توان خودپالایی آب‌های پذیرنده بیش‌تر شود، استفاده از RTC یک گزینه است. RTC می‌تواند کل مجموعه شبکه و تصفیه‌خانه و آب‌های پذیرنده را یک مجموعه واحد درنظر گیرد و رفتار اجزای این سیستم را مطابق با محدودیت‌های تخلیه‌گاه کنترل و تنظیم نماید.

۲-۴-۳- اولویت‌بندی نیازها به RTC

در مواردی که بررسی‌ها نشان دهد استفاده از RTC یک گزینه بالقوه مناسب است، موضوع اولویت‌بندی نواحی یا مناطق تحت پوشش شبکه برای تجهیزآن‌ها به سیستم RTC مطرح می‌شود. اولویت باید به آن نواحی و مناطقی داده شود که هم‌اکنون مشکلات قابل ملاحظه و جدی بهره‌برداری دارند یا آن مناطقی که امکانات و شرایط بسیار خوبی برای پذیرش و اجرای RTC دارند. نمونه‌هایی از این موارد عبارتند از:

- مناطقی که در حال حاضر سطح و کیفیت سرویس‌دهی در آن‌ها نازل‌تر از سطح استانداردهای فعلی (یا آتی) می‌باشد؛ مانند مناطقی که با مشکل فرار فاضلاب از شبکه و آب‌گرفتگی معابر مواجهند.
- نواحی و مناطقی از شهر که در آن‌ها نباید هیچ‌گونه تخطی از ضوابط عملکرد شبکه صورت گیرد، مثلا بخش‌هایی از شبکه که سرریز فاضلاب در اوقات بارانی در آن محدوده از شهر و شبکه مجاز نیست.
- در مواردی که طرحی پرهزینه تهیه شده است اما می‌توان اجرای طرح را به تعویق انداخت یا با افزودن سیستم RTC به طرح موجود آن طرح را به صورت مرحله‌ای، در چند مرحله به اجرا درآورد.
- مواردی که بهره‌برداری و نگهداری شبکه موجود باید بهبود یابد. مثلا لازم است رسوب‌گذاری در شبکه کاهش یابد یا هزینه‌های مصرف انرژی باید کم‌تر شود.

از جمله مواردی که با حداقل هزینه می‌توان RTC را اجرا نمود و بیش‌ترین فایده را به دست آورد عبارتند از: مواردی که مدل هیدرولیکی خوبی از شبکه حاضر و آماده است، یا شرایطی که تاسیسات هیدرولیکی موجوددر شبکه را به‌طور نسبی می‌توان به صورت تاسیسات فرمان‌پذیر و قابل کنترل درآورد و هزینه‌های RTC را به حداقل ممکن کاهش داد. [۱۰۲]

۲-۴-۴- بررسی‌های بعدی [۹۶ و ۷۲ و ۴۶]

چنانچه بررسی‌های اجمالی و اولیه حاکی از آن باشد که استفاده از RTC در شبکه مورد مطالعه فواید و مزایای بالقوه مناسبی دارد آنگاه می‌توان کار را با بررسی‌ها و مدل‌سازی تفصیلی دنبال نمود و ضمن طراحی RTC پیشنهادی و افزودن

آن به مدل شبکه سنتی موجود (یا شبکه طراحی شده)، هزینه‌های مربوطه را برآورد و تعیین نمود. در این حالت نقش مدل‌سازی دینامیک شبکه در ادامه کارهای اولیه حساس‌تر می‌شود، بدین معنا که در عمل، چهار فعالیت اصلی سیستم RTC (یا «حلقه کنترل») که عبارتند از:

- گردآوری اطلاعات به‌هنگام درباره وضعیت جاری و فعلی شبکه فاضلاب
- مقایسه وضعیت جاری و فعلی با وضعیت مطلوب عملکرد شبکه
- محاسبه میزان تنظیمات لازم برای تنظیم تاسیسات کنترلی به نحوی که وضعیت جاری و فعلی را به وضعیت مطلوب نزدیک کند.
- صدور فرمان‌های لازم برای اجرای تنظیمات به تاسیسات کنترلی و فرمان‌پذیر شبکه

در یکی از مدل‌های هیدرودینامیک رایج شبیه‌سازی می‌شود. برخی از مدل‌های رایج از جمله EPA-SWMM و DHI-MOUSE امکانات لازم و کافی رابرای این قبیل شبیه‌سازی‌ها دارند، خاصه در مواردی که سیستم کنترل موضعی[1] به جای سیستم کنترل مرکزی و سراسری[2] مدنظر باشد [۳۳]. شرح و بسط انواع استراتژی‌ها یا راهبردهای کنترل و الگوریتم‌های مربوطه خارج از دامنه کار این نشریه است. سیستم کنترل موضعی در حال حاضر رایج‌ترین استراتژی در مدیریت و کنترل به‌هنگام شبکه‌های فاضلاب می‌باشد اگرچه، سیستم‌های کنترل مرکزی و سراسری شبکه و همچنین سیستم‌های کنترل جامع و یکپارچه (که شبکه، تصفیه‌خانه و آب‌های پذیرنده را یک‌جا در نظر می‌گیرد) نیز به تدریج اهمیت یافته و توجهات بیش‌تری را به خود جلب می‌کند.

1- Local Control
2- Global Control

فصل ۳

انواع شبکه جمع آوری فاضلاب

۳-۱- کلیات

شبکه‌های فاضلاب را از چند جنبه می‌توان تقسیم‌بندی نمود که ذیلا به اختصار مطرح می‌شود. اما پیش از ورود به این مبحث لازم است به حالت‌های مختلف هیدرولیک انتقال جریان در خطوط فاضلابرو اشاره شود [۱۰۱]:

الف- جریان ثقلی نیمه پر[1]: در این حالت، نیروی محرکه جریان نیروی ثقل بوده و جریان درون مجرا دارای سطح آزاد می‌باشد.

ب- جریان ثقلی در شرایط اضافه‌بار هیدرولیکی[2]: در این حالت، نیروی محرکه برای انتقال جریان نیروی ثقل است اما در قسمتی از شبکه به‌علت پس‌زدگی آب، ارتفاع بار هیدرولیکی در فاضلابرو بالاتر از رقوم تاج مجرا قرار می‌گیرد و آن قسمت از شبکه به‌صورت پر و تحت فشار عمل می‌کند.

ج- جریان تحت فشار[3]: در این حالت، نیروی محرکه اصلیِ برای انتقال جریان نیروی پمپاژ است که در اثر آن تمام یا قسمتی از شبکه به‌صورت تحت فشار عمل می‌کند تا بر نیروی ثقل غلبه کند یا با آن هماهنگ شده و آن را تقویت نماید.

د- جریان در شرایط خلا[4]: در این حالت، فاضلاب توسط نیروی مکش حاصل از پمپ‌های مکنده به داخل شبکه کشیده شده و حرکت می‌نماید.

۳-۲- شبکه‌های متعارف و غیرمتعارف

۳-۲-۱- شبکه‌های متعارف

علاوه بر ویژگی اصلی شبکه‌های متعارف که انتقال جریان در آن‌ها به‌صورت ثقلی است، لوله‌ها با شیب یکنواخت (از بالادست به پایین‌دست) به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که سرعت شستشو تقریبا در تمامی بازه‌ها تامین گردد ولی سرعت جریان به اندازه‌ای زیاد نشود که به بافت لوله صدمه بزند؛ این لوله‌ها که قطر ۲۰۰ میلی‌متر یا بیش‌تر دارند، معمولا در عمق ۰/۹ تا ۷/۵ متر از سطح زمین کار گذاشته می‌شوند و سازه‌های آدم‌رو در فواصل مختلف در طول مسیر خطوط لوله پیش‌بینی می‌شود [۹۲].

1- Partially Full Gravity Flow
2- Surcharged Gravity Flow
3- Pressure Flow
4- Vacuum Flow

۳-۲-۲- شبکه‌های غیرمتعارف[1]

شبکه‌های فاضلاب غیرمتعارف ممکن است در یک بخش و یا کل سامانه جمع‌آوری فاضلاب مورد استفاده قرارگیرند و عموما برای مناطق جدید توسعه شهری (حومه شهرها) و روستاها (اجتماعات کوچک) یا مکان‌هایی که عمر مفید سپتیک تانک در آن‌ها سپری شده است مناسب می‌باشند.

اگرچه شیوه‌های انتقال فاضلاب به صورت غیرمتعارف، از مبدا تولید فاضلاب تا تخلیه‌گاه متفاوت می‌باشند، ولی از سوی دیگر وجوه اشتراک زیادی نیز بین خصوصیات این شبکه‌ها وجود دارد؛ به طور مثال در تمامی آن‌ها معمولا از لوله‌های پلاستیکی استفاده می‌شود که در ترانشه با عمق کم کار گذاشته می‌شوند، درحالی‌که در روش متعارف، فاضلابروها عموما در اعماق بیش‌تر نصب می‌شوند. همچنین در اکثر شبکه‌های غیرمتعارف، تعداد و عمق آدم‌روها به حداقل ممکن رسیده و میزان نشتاب ورودی به طور محسوسی کاهش پیدا می‌نماید که با کم شدن میزان دبی، متناسبا حجم سرمایه‌گذاری در مراحل ساخت و بهره‌برداری نیز کاهش پیدا می‌کند.

معمولا درتمامی روش‌های غیرمتعارف، میزان سرمایه‌گذاری اجرایی در مقایسه با روش متعارف کم‌تری است (به‌جز در مناطقی که دارای تراکم بالای جمعیتی می‌باشند)، بنابراین چنانچه از روش‌های غیرمتعارف برای مناطق روستایی یا حومه‌های شهری استفاده شود، مزایای آن درصرفه جویی اقتصادی حاصل شده کاملا محسوس و نمایان خواهد شد. روش‌های غیرمتعارف برای مناطقی که به‌کارگیری روش متعارف در آن‌ها با سختی و هزینه بالا همراه است، جایگزین مناسبی بوده و در عین حال می‌توان از آن‌ها به عنوان یک قسمت الحاقی به کل سامانه جمع‌آوری فاضلاب نیز بهره برد.

ازآنجا که برخی از اجزای بحرانی شبکه‌های غیرمتعارف در مجاورت محل تولید فاضلاب و در مکان‌های خصوصی (داخل منازل) قرارخواهندگرفت، لذا لزوم اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی عمومی مردم برای عملکرد موفق سامانه فاضلاب ضروری است. اتخاذ این رویکرد، پتانسیل وقوع خرابی در هنگام اجرای سامانه فاضلاب را به حداقل رسانده و مزایای متعددی را در زمان بهره‌برداری به همراه خواهد داشت.

انواع شبکه‌های غیرمتعارف عبارتند از:

الف- شبکه فاضلاب تحت فشار[2]

ب- شبکه فاضلاب تحت خلا (مکشی)[3]

ج- شبکه فاضلاب با قطرکوچک[4]

د- شبکه فاضلاب ساده شده[5]

1- Alternative Sewers
2- Pressure Sewer
3- Vacuum System
4- Small Diameter Gravity Sewers
5- Simplified Sewer

در شبکه‌های غیرمتعارف (به‌جز شبکه ساده شده که در بند ۳-۲-۲-۴- مورد اشاره قرار گرفته است)، فاضلاب پیش از ورود به شبکه جمع‌آوری، موقتا در یک مخزن سپتیک[1] ذخیره شده یا از پمپ خردکننده[2] عبور داده می‌شود تا مورد پیش‌تصفیه قرار گرفته و عاری از ذرات جامد گردد؛ بدین ترتیب این امکان فراهم می‌شود که طراحی شبکه با محدودیت‌های کم‌تری در زمینه شیب کارگذاری و سرعت‌های حداقل و حداکثر جریان مواجه شود و استفاده از لوله‌هایی با قطر و عمق کارگذاری کم‌تری در قالب یک سیستم غیرثقلی امکان‌پذیر گردد [۹۲ و ۶۵].

چنانچه منطقه طرح دارای یک یا چند ویژگی زیر باشد، ممکن است شبکه غیرمتعارف درتمام یا بخشی از شهر راه حل بهتری را نسبت به شبکه متعارف ارائه دهد [۶۵]:

- منطقه طرح مسطح بوده و برای انتقال فاضلاب نیاز به تعداد زیادی تلمبه‌خانه باشد.
- خاک نامناسب بوده (مثلا خاک دیواره ترانشه به‌شدت ریزشی و ناپایدار باشد) یا به حفاری عمیق نیاز باشد.
- سطح سفره آب زیرزمینی بالا باشد.
- جنس زمین منطقه سنگی باشد.
- محل طرح دارای منازل مسکونی پراکنده و تراکم جمعیت پایین باشد.
- منطقه دارای پستی و بلندی زیاد باشد.
- منطقه طرح دارای کاربری‌های تجاری متراکم، معابر تنگ، باریک و پر رفت و آمد باشد.
- به‌دلایل مشخصی (ملاحظات اجتماعی و زیست‌محیطی) حداقل مزاحمت برای ساکنین مورد نظر باشد.

در انتخاب برخی از انواع شبکه‌های غیرمتعارف نظیر شبکه‌های مکشی باید به مواردی نظیر پذیرش و استقبال شهروندان، امکانات تهیه یا ساخت تجهیزات درکشور و مسایل نگهداری و بهره‌برداری نیز توجه شود.

در برخی از انواع شبکه‌های غیرمتعارف، مخازن سپتیک که در داخل منازل یا در معابر کار گذاشته می‌شوند، ممکن است به لحاظ نگرانی از انتشار بو (خصوصا در مناطق گرمسیر) مورد اعتراض و یا عدم استقبال شهروندان قرار گیرند. لذا در جانمایی و طراحی این مخازن باید به مسایل اجتماعی و زیست‌محیطی مربوطه نیز توجه شود.

عملکرد و ویژگی‌های انواع مختلف شبکه‌های غیرمتعارف، در ذیل مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۲-۲-۱- شبکه‌های تحت فشار

در یک شبکه غیرمتعارف تحت فشار، لوله‌های فاضلابرو دارای قطری کوچک هستند و فاضلاب پیش‌تصفیه شده به درون لوله‌ها پمپاژ می‌شود تا به‌صورت تحت فشار به تصفیه‌خانه فاضلاب منتقل شده یا به یک جمع‌کننده اصلی که به‌صورت ثقلی عمل می‌کند، تخلیه گردد [۶۵].

1- Septic Tank
2- Grinder Pump

در شبکه‌های تحت فشار معمولا از لوله‌های پلاستیکی استفاده می‌شود تا بتوان آن‌ها را به‌دقت آب‌بندی نموده و فشار داخلی شبکه را در حد معینی ثابت نگه داشت. این لوله‌ها معمولا به‌موازات سطح زمین و در عمق کم کار گذاشته می‌شوند و عمق کارگذاری آن‌ها نیز معمولا به اندازه‌ای است که لوله‌ها را از خطر یخزدگی و بارهای ترافیکی محافظت نماید و محدودیت دیگری در این زمینه اعمال نمی‌شود [۶۵].

شبکه‌های غیرمتعارف تحت فشار بر حسب نوع سیستم مورد استفاده برای پیش‌تصفیه فاضلاب به دو گروه تقسیم می‌شوند [۶۵]:

الف- سیستم مجهز به مخزن سپتیک و پمپ رانش (STEP)[1]

در این نوع شبکه تحت فشار، کل فاضلاب تولیدی در ساختمان‌های مسکونی، تجاری یا اداری به‌صورت ثقلی وارد مخزن سپتیک شده و از طریق ته‌نشینی، به سه لایه تفکیک می‌گردد؛ روغن و جامدات معلق در لایه بالایی قرار می‌گیرند، مواد جامد سنگین در لایه پایینی ته‌نشین می‌شوند و لایه میانی که سیالی عاری از مواد جامد است، بعد از عبور از یک فیلتر، از طریق پمپ به درون فاضلابروی تحت فشار رانده می‌شود. پمپ در داخل یک چاهک تر که داخل مخزن سپتیک یا درمجاورت آن قرار دارد، نصب می‌شود. سیال خروجی از فیلترِ مخزن سپتیک، به این چاهک تر تخلیه شده و بعد از رسیدن تراز سطح آب به ارتفاعی معین یک حس‌گر یا سنسور، پمپ را فعال می‌نماید تا پمپاژ آغاز شود؛ با پایین افتادن سطح آب در چاهک تر، سنسور دوم فعال شده و پمپاژ جریان قطع می‌گردد. لازم به ذکر است که معمولا یک سنسور سوم نیز در چاهک تر پیش‌بینی می‌شود که در صورت بروز مشکل در عملکرد سنسورهای اول و دوم، فعال شده و اعلام خطر می‌کند.

ب- سیستم مجهز به پمپ خردکننده[2]

در این نوع شبکه تحت فشار، مخزن سپتیک وجود ندارد و برای پیش‌تصفیه فاضلاب (به‌منظور جداسازی از مواد جامد) از پمپ خردکننده استفاده می‌شود؛ این پمپ معمولا در یک چاهک تر از جنس پلاستیک قرار گرفته و توسط سنسورهای تعبیه شده در چاهک، با تغییر سطح فاضلاب روشن و خاموش می‌شود. یک سنسور دیگر نیز وظیفه اعلام خطر در صورت بروز مشکل در سیستم را بر عهده دارد که وجود آن ضروری است زیرا به‌لحاظ حجم کوچک چاهک، در صورت بروز اشکال در سیستم، مشکل باید سریعا و در همان روز توسط خدمه نگهداری از تاسیسات برطرف شود.

۳-۲-۲-۱-۱- مقایسه دو نوع سیستم الف و ب

- پمپ‌های مورد استفاده در هر دو سیستم، در طول نخستین سال بعد از نصب، نیاز به بازبینی و سرویس منظم دارند تا از عدم بروز مشکل در سیستم اطمینان حاصل شود؛ بعد از گذشت این مدت، ممکن است پمپ‌ها تا

1- Septic Tank Effluent Pump (STEP)
2- Grinder Pump System

پنج سال نیاز به سرویس نداشته باشند ولی در هر صورت بازرسی و بازبینی پمپ‌ها و سایر اجزای سیستم، حداقل یک بار در سال ضروری است و می‌باید انجام شود.

- از لحاظ میزان مصرف انرژی، این سیستم‌ها چندان پرهزینه نیستند زیرا معمولا توان پمپ‌های مورد استفاده از یک یا دو اسب بخار تجاوز ننموده و به‌علاوه، این پمپ‌ها تنها چند دقیقه در روز فعال می‌شوند. به‌طور کلی در مقایسه بین این دو سیستم، مصرف انرژی در سیستم مجهز به پمپ خردکننده بالاتر است.
- در هر دو سیستم به جای آدم‌رو از دریچه‌های پاک‌سازی[1] استفاده می‌شود که ابعاد کوچک‌تری دارند و هزینه احداث آن‌ها کم‌تری است. تعبیه دریچه پاک‌سازی در محل پمپ‌ها، فیلترها و تمامی بخش‌های شبکه که نیاز به بازرسی، تعمیر و نگهداری دارند، ضروری است.
- در سیستم STEP، تخلیه مخزن سپتیک به تناوب مورد نیاز است که فواصل زمانی آن بستگی به شرایط موجود و پارامترهایی از قبیل ابعاد مخزن، عادات مصرف مشترکین سیستم و تعداد افراد تحت پوشش هر مخزن دارد. معمولا در اکثر مواقع تخلیه مخزن هر سه تا پنج سال یک بار ضرورت می‌یابد.

۳-۲-۲-۲- شبکه‌های تحت خلا (مکشی)[2]

در شبکه‌های مکشی، فاضلاب به‌صورت ثقلی از محل مصرف به یک انباره موقت[3] تخلیه شده و از آنجا توسط نیروی مکشیِ ایجاد شده در ایستگاه پمپاژ مرکزی با شدت زیاد به داخل شبکه اصلی کشیده می‌شود. شدت نیروی مکشی معمولا به اندازه‌ای زیاد است که کلیه قطعات جامد موجود در فاضلاب را در هم می‌شکند و بنابراین در این نوع شبکه‌ها نیز می‌توان مانند شبکه‌های تحت فشار، از لوله‌های پلاستیکی با قطر کم استفاده نمود. همچنین به دلیل عدم اتکای سیستم به نیروی ثقل، می‌توان لوله‌ها را در عمق کم و به‌موازات سطح طبیعی زمین کار گذاشت، اگرچه معمولا شیب اندکی به‌سمت پایین‌دست را برای شبکه در نظر می‌گیرند و هر جا که عمق لوله از حد معینی فراتر رود، از ایستگاه بالابر استفاده می‌شود [۶۵].

استفاده از این نوع شبکه معمولا تنها در مناطق مسطح یا با شیب اندک متداول است چون نیروی مکشی حاصل از خلا محدوده بوده و نمی‌تواند فاضلاب را بیش از ۶ متر ارتفاع به بالا بکشد. همچنین بیش‌ترین فاصله سرشاخه شبکه فاضلاب تا موقعیت ایستگاه مکش بسته به شرایط توپوگرافی عموما بیش از ۴ کیلومتر طول نمی‌تواند داشته باشد [۶۵].

زمانی‌که حجم فاضلاب در انباره موقت از حد معینی بیش‌تر شود، دریچه بادی یا پنوماتیک[4] انباره طبق فرمان سنسور باز شده و فاضلاب به‌سمت ایستگاه پمپاژ مکیده می‌شود؛ دریچه برای زمان کوتاهی پس از تخلیه انباره نیز باز

1- Cleanouts
2- Vacuum Sewers
3- Holding Tank
4- Pneumatic

می‌ماند و مقداری هوا به داخل شبکه می‌کشد. مخلوط فاضلاب و هوا در ایستگاه پمپاژ وارد یک مخزن بزرگ شده و در آنجا تصفیه می‌گردد یا مجددا به سمت تصفیه‌خانه پمپاژ می‌شود [۶۵].

در شبکه‌های تحت خلا به‌علت وجود نیروی مکشی شدید، معمولا رسوب‌گذاری و گرفتگی لوله‌ها رخ نمی‌دهد و بنابراین در این نوع شبکه نیازی به تعبیه آدم‌رو یا چاهک بازرسی نمی‌باشد [۶۵].

پمپ‌های خلا در ایستگاه پمپاژ مجهز به سنسور هشداردهنده یا اعلام خطر هستند؛ به‌علاوه برای مواقع قطع برق معمولا یک ژنراتور اضطراری پیش‌بینی می‌شود که وظیفه تامین انرژی مورد نیاز سیستم را بر عهده دارد؛ با این وجود کنترل روزانه پمپ‌های مکشی در ایستگاه پمپاژ و کنترل سالانه دریچه‌های پنوماتیکِ انباره‌های فاضلاب ضروری بوده و از اهمیت زیادی برخوردار است [۶۵].

۳-۲-۲-۳- فاضلابروهای ثقلی با قطر کوچک (SDGS)[1]

در شبکه‌های غیرمتعارف SDGS مانند شبکه‌های متعارف از نیروی ثقل برای جمع‌آوری و انتقال فاضلاب استفاده می‌شود اما این نوع شبکه سایر ویژگی‌های یک شبکه متعارف را دارا نبوده و مانند شبکه تحت فشار STEP، در آن از مخزن سپتیک برای پیش‌تصفیه فاضلاب و جداسازی ذرات جامد استفاده می‌شود. به علاوه، یکی دیگر از خصوصیاتی که سبب می‌شود شبکه‌های SDGS در گروه شبکه‌های غیرمتعارف قرار گیرند این است که فاضلابروهای ثقلی با قطر کوچک برخلاف شبکه‌های متعارف (که شیب آن‌ها همیشه به‌سمت پایین‌دست است)، از پروفیل سطح زمین تبعیت نموده و شیب متغیری دارند؛ این ویژگی سبب می‌شود که در مناطق کوهستانی یا نواحی خاص دیگری که برای احداث یک شبکه متعارف حجم زیادی از عملیات خاکی مورد نیاز است، استفاده از شبکه‌های SDGS یک گزینه اقتصادی‌تر باشد [۶۵].

به دلیل اینکه جریان فاضلاب در شبکه SDGS تا حد زیادی عاری از مواد جامد است، می‌توان مانند شبکه‌های تحت فشار یا مکشی، از لوله‌هایی با قطر کوچک‌تر برای طراحی این شبکه استفاده نمود اما معمولا قطر لوله‌ها را کمی بزرگ‌تر از سایر انواع شبکه‌های غیرمتعارف در نظر می‌گیرند، زیرا هیچ‌گونه مکش یا فشاری در این شبکه وجود ندارد که مواد جامد خارج شده از مخزن سپتیک را که به‌صورت اتفاقی یا در اثر پرشدن مخزن از آن خارج شده‌اند در طول مسیر به ذرات ریزتر تجزیه کند و این مواد به‌همان صورت در لوله‌ها منتقل می‌شوند که این امر ممکن است باعث گرفتگی لوله‌ها گردد؛ به‌ویژه آن‌که حداقل سرعت شستشو نیز در بسیاری از بخش‌های شبکه تامین نمی‌گردد [۹۲ و ۶۵].

نکته قابل توجه در طراحی شبکه‌های SDGS این است که با وجود امکان تبعیت مسیر لوله‌ها از پروفیل سطح زمین، سرشاخه هر مسیر همواره باید در ارتفاعی بالاتری از تخلیه‌گاه قرار داشته و ارتفاع هیچ نقطه‌ای در طول مسیر نیز نباید بالاتر از نقطه شروع (سرشاخه) باشد تا انتقال جریان به‌کمک نیروی ثقل میسر گردد [۹۲].

1- Small Diameter Gravity Sewers (SDGS)

تبعیت از پروفیل طبیعی سطح زمین در کارگذاری لوله‌ها غالبا به‌معنای ایجاد تعدادی گودی و برآمدگی در طول خطوط مسیر شبکه است که این امر باعث پس‌زدگی جریان و ایجاد شرایط اضافه بار هیدرولیکی می‌گردد. در این شرایط، ارتفاع جریان در بالادستِ برآمدگی‌های مسیر به‌تدریج افزایش می‌یابد تا فشار لازم برای عبور جریان فراهم شده و فاضلاب از آن گلوگاه عبور نماید. وقوع این پدیده در شبکه‌های SDGS طبیعی بوده و به دلیل عاری بودن فاضلاب از مواد جامد و پایین بودن احتمال رسوب‌گذاری، معمولا به مشکل خاصی در شبکه منجر نمی‌شود؛ با این وجود در صورت بروز انسداد یا گرفتگی می‌توان از چاهک‌های پاک‌سازی یا آدم‌روهایی که در بعضی نقاط شبکه تعبیه می‌شوند برای رفع گرفتگی و شستشوی شبکه استفاده نمود. تخلیه دوره‌ای و کنترل عملکرد مخزن سپتیک نیز از ضرورت‌های بهره‌برداری و نگهداری از این سیستم است که مشابه شبکه STEP باید در زمان مقتضی انجام پذیرد [۹۲ و ۶۵].

۳-۲-۲-۴- شبکه‌های ساده شده[1]

در شبکه ساده شده، ضابطه حداقل قطر فاضلابروها و حداقل پوشش روی لوله‌ها کاهش یافته و شیب فاضلابروها به جای ضابطه حداقل سرعت، بر مبنای تنش برشی و نیروی کششی[2] تعیین می‌شود. (روابط هیدرولیکی مربوط به تنش برشی، نرم‌افزار و مثال عددی در منبع شماره ۱۳ آمده است). در این نوع شبکه، فاضلابروها در صورت امکان در پیاده‌روها نصب می‌شوند تا بارهای سنگین ترافیکی بر آن‌ها وارد نشود و آدم‌روهای شبکه نیز حذف یا ساده‌تر شده و از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود که مجموع این اقدامات معمولا منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرایی پروژه می‌شود. سایر خصوصیات اصلی شبکه‌های ساده شده به شرح ذیل است [۱۳]:

الف- در صورت امکان، محدوده مورد نظر به چندین حوزه سرویس تقسیم می‌شود تا هر یک از آن‌ها شبکه جمع‌کننده و تصفیه‌خانه مربوط به‌خود را داشته باشند.

ب- در طراحی شبکه‌های ساده شده، دوره طرح را کوتاه‌تر در نظر می‌گیرند تا هزینه اجرای /پروژه کاهش یابد.

ج- در سرشاخه‌های شبکه که میزان جریان فاضلاب کم‌تری است، استفاده از لوله‌هایی با قطر کوچک‌تر منجر به افزایش عمق جریان و در نتیجه افزایش سرعت در لوله‌ها می‌شود که پاک‌سازی و خودشستشویی لوله‌ها را بهبود می‌بخشد. نتایج بررسی‌های تجربی نشان می‌دهد که استفاده از لوله‌هایی به‌قطر ۱۰۰ میلی‌متر در سرشاخه‌ها مشکل خاصی در بهره‌برداری و نگهداری شبکه ایجاد ننموده و هزینه‌های اجرایی را نیز کاهش می‌دهد.

د- به‌منظور تامین امکان شستشوی خودکار شبکه، به‌جای ضابطه حداقل سرعت از ضابطه حداقل تنش برشی مورد نیاز (که برای جابجایی و معلق‌سازی دانه ماسه به‌قطر یک میلی‌متر کافی است) استفاده می‌شود.

هـ- در شبکه فاضلاب ساده شده، به‌جای آدم‌روهای متداول، از آدم‌روهایی با قطر کم‌تری استفاده می‌گردد چون به علت کم‌تری بودن عمق کارگذاری لوله‌های شبکه و امکان استفاده از تجهیزات مدرن بهره‌برداری، دیگر نیازی

1- Simplified Sewerage
2- Tractive Force

به ورود پرسنل به داخل شبکه نمی‌باشد. در محل تغییر شیب یا تغییر راستای مسیر نیز به‌جای آدم‌رو از یک محفظه ساده مدفون در خاک[1] استفاده می‌شود. با این وجود، در موارد ذیل استفاده از آدم‌روهای سنتی اجتناب‌ناپذیر است:

- در فاضلابروهای عمیق (عمق بیش از ۳ متر)
- در خطوط فاضلابروهای بسیار کم‌شیب
- در فاضلابروهایی‌که دارای پله یا شیب‌شکن عمودی یا ریزشی[2] هستند.
- در نقاط دبی‌سنجی و نمونه‌برداری از جریان فاضلاب

و- مشارکت و همکاری مردم در اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های فاضلاب ساده شده، معمولا نقش مهمی در موفقیت این سیستم‌ها ایفا می‌نماید که این امر باید در مرحله برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گیرد.

۳-۳- شبکه‌های مجزا، نیمه‌مرکب و مرکب

این نوع تقسیم‌بندی شبکه‌های فاضلاب، براساس واحد و یا مجزا بودن مجرای جمع‌آوری و انتقال فاضلاب با آب‌های سطحی می‌باشد. انتخاب نوع شبکه اساسا به عوامل زیر بستگی دارد [۲۰]:

- سیاست‌های ملی و محلی مدیریت آب.
- نوع سیستم فاضلاب موجود و این‌که چگونه می‌توان آن را تغییر داد.
- تغییرات محتمل در آینده برای حوزه آبریزی که شهر جزئی از آن است به‌وجود آید.
- ماهیت فاضلاب‌های ورودی به سیستم
- شرایط آب و هوایی به‌ویژه رژیم بارندگی
- ظرفیت و کیفیت آب‌های پذیرنده
- استانداردهای زیست‌محیطی
- نیاز به پیش‌تصفیه
- توپوگرافی و سایر خصوصیات زمین
- تصفیه‌خانه
- ملاحظات اقتصادی
- سایر شرایط محلی

1- Simple Underground Boxes or Chambers
2- Drop

اتخاذ یک رویکرد جامع به دفع آب‌های سطحی؛ به‌لحاظ منافع، هم برکیفیت و هم بر کمیت آب‌های پذیرنده تاثیرگذار است. هرگاه سیستم جدیدی پیشنهاد می‌شود بهتر است آب‌های سطحی را از سایر فاضلاب‌ها جدا نگه داشت.

در انتخاب نوع شبکه جمع‌آوری فاضلاب برای مناطق شهری ایران؛ بنا به دلایل زیر معمولا اولویت با انتخاب شبکه مجزا است:

- تفکیک وظایف و مسوولیت‌ها بین شهرداری‌ها و شرکت‌های آب و فاضلاب به‌نحوی‌که مسوول جمع‌آوری، انتقال و هدایت آب باران و رواناب‌های شهری؛ شهرداری‌ها بوده و وظیفه جمع‌آوری و دفع فاضلاب بهداشتی به‌عهده شرکت‌های آب و فاضلاب می‌باشد.
- میزان محدود و اندک بارندگی سالانه؛ کوتاه بودن فصل بارندگی و تعداد معدود روزهای بارانی در سال در اکثر مناطق کشور.
- وجود سیستم جمع‌آوری و انتقال آب باران به‌صورت جوی‌های روباز و اجرای هم‌زمان آن‌ها با احداث معابر.
- الزام به جداسازی شبکه فاضلاب و سیستم دفع آب باران در داخل منازل با اجرایی شدن فصل ۱۶ مقررات عمومی ساختمان.

۳-۳-۱- شبکه مرکب و نیمه‌مرکب

شبکه شهرهایی‌که از گذشته دارای شبکه سنتی جمع‌آوری فاضلاب بوده‌اند معمولا از نوع مرکب می‌باشند. در این قبیل شهرها به‌علت عدم امکان جداسازی شبکه فاضلاب و آب باران داخل منازل، طرح شبکه نیمه‌مرکب یا بعضامرکب ممکن است با واقعیت منطقه سازگارتر باشد. مهندس مشاور/ طراح باید ابتدا وضعیت شبکه آب باران و فاضلاب داخل منازل را مورد بررسی دقیق قرار داده و موارد زیر را مشخص نماید:

- امکان جداسازی آب باران و فاضلاب بهداشتی
- امکان حفظ شبکه موجود و اختصاص آن به دفع آب‌های سطحی و اجرای شبکه جدید و مجزای فاضلاب بهداشتی

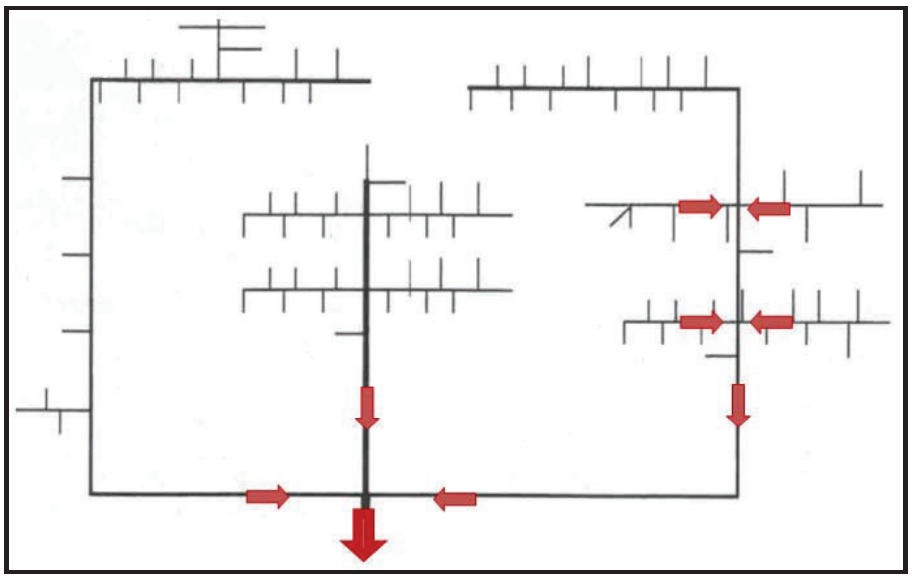
درصورت مثبت بودن پاسخ موارد فوق می‌توان شبکه جدید فاضلاب را براساس مبانی شبکه مجزا و ملحوظ داشتن مقدار پیشنهادی آب‌های نفوذی طراحی نمود. در غیراین‌صورت و با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی‌های میدانی و تحلیل آمار بارندگی، شبکه جدید از نوع نیمه‌مرکب انتخاب می‌شود.

بدیهی است در مناطق توسعه آتی، با توجه به ابلاغ مقررات عمومی ساختمان و الزام رعایت مفاد فصل ۱۶ آن در ساختمان‌های مسکونی؛ امکان جداسازی شبکه آب و فاضلاب در ساختمان‌های جدیدالاحداث فراهم بوده و لذا در این نواحی شبکه از نوع مجزا انتخاب می‌شود.

۳-۴- انواع الگوی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

۳-۴-۱- الگوی متمرکز

در الگوی متمرکز (شکل ۳-۱)، فاضلاب از چندین منطقه پراکنده و مختلف به یک تصفیه‌خانه مرکزی منتقل می‌گردد.

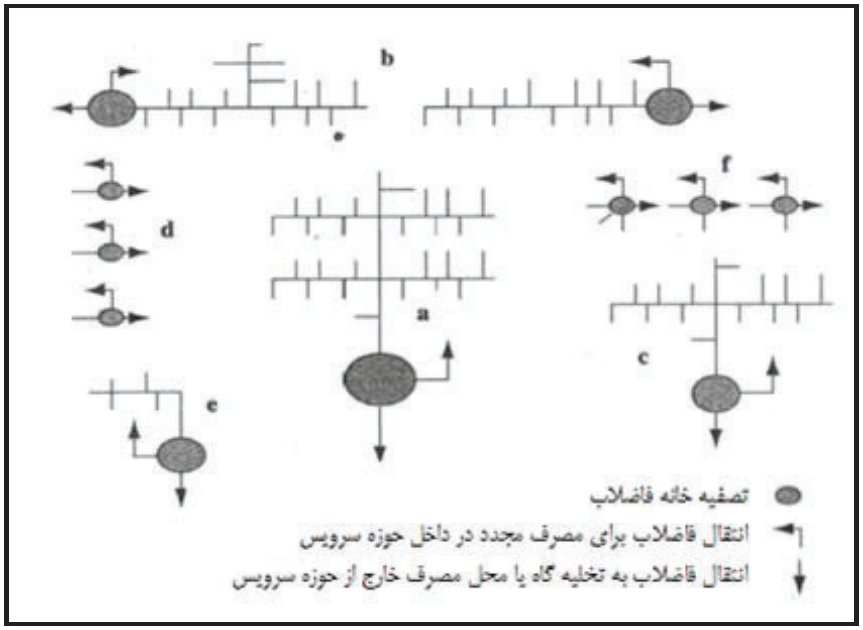


شکل ۳-۱- الگوی متمرکز جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

۳-۴-۲- الگوی نامتمرکز

در الگوی نامتمرکز (شکل ۳-۲) فاضلاب در نزدیک‌ترین مکان به محل تولید یا به محل بالقوه مصرف، تصفیه و مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. لذا در این نوع الگو برای تصفیه فاضلاب کل شهر ممکن است چند تصفیه‌خانه مورد نیاز باشد. به طور کلی در مناطق شهری یا روستایی چنانچه در هر کیلومتر طول فاضلابرو کم‌تری از یکصد واحد انشعاب فاضلاب متصل گردد و یا تفکیک اندازه قطعات زمین بیش از دو هزار مترمربع باشد استفاده از الگوهای متمرکز در این مناطق اقتصادی نبوده و به‌واسطه مزایای ذیل بیش‌تر الگوهای نامتمرکز می‌تواند مورد توجه قرار گیرد:

- کاهش آسیب‌پذیری سیستم (پدافند غیرعامل)
- افزایش فرصت‌های استفاده مجدد از فاضلاب
- کاهش قابل ملاحظه هزینه شبکه جمع‌آوری فاضلاب



شکل ۳-۲- الگوی نامتمرکز جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب

۳-۴-۳- ضوابط انتخاب الگوی متمرکز یا نامتمرکز

عوامل عمده موثر در انتخاب الگوی متمرکز یا نامتمرکز عبارتند از:

- سیاست‌های ملی و محلی مدیریت آب
- تعداد انشعاب فاضلاب قابل اتصال به ازای هر کیلومتر طول فاضلابروها
- اندازه تفکیک قطعات زمین و پراکنش آن‌ها
- درجه نیاز به استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده در مصارف شهری
- امکان تملک زمین برای ساخت تصفیه‌خانه‌های محلی و یا امکان ساخت تصفیه‌خانه در زیرزمین.
- شکل هندسی و جهات توسعه شهر
- شرایط توپوگرافی شهر، به ویژه در مواردی که شیب عمومی شهر در دو یا چند جهت مختلف بوده و ساخت بیش از یک تصفیه‌خانه امکان انتقال ثقلی کل فاضلاب شهر را فراهم می‌سازد
- برآورد اقتصادی دوره اجرا و بهره‌برداری