



چرخه آب ۳

۱-۱- رواناب ۳

۲-۱- تغذیه طبیعی آب ۳

۳-۱- داشتن نفوذ بیشتر ۳

۴-۱- منابع طبیعی آب ۳

۵-۱- تقسیم‌بندی اقلیمی ایران ۳

۶-۱- اثرات کاهش تراز آب ۳

۷-۱- معنای کورشدگی ۳

۸-۱- سد سازی ۳

۹-۱- توسعه پایدار ۳

۱۰-۱- حقابه ۳

مصارف آب ۳

۱-۲- انواع مصارف آب ۳

۲-۲- مصارف صنعتی ۳

۳-۲- مصارف محیط زیستی ۳

۴-۲- مصارف خانگی ۳

۵-۲- آب به حساب نیامده ۳

۶-۲- دلیل تلفات ۳

فاضلاب ۳

۱-۳- معنی فاضلاب ۳

۲-۳- سامانه آبرسانی و جمع آوری ۳

۳-۳- منابع آب ۳

منابع آب قابل مصرف ۳

۱-۴- راه حل مواجهه با محدودیت منابع آب متعارف ۳

۲-۴- معیار های انتخاب منابع آب مناسب مصرف ۳

شبکه آبرسانی ۳

۱-۵- وظایف شبکه آبرسانی شهری ۳

۲-۵- تاسیسات مورد نیاز آبرسانی شهری ۳

۳-۵- ملزومات مطالعاتی طراحی شبکه آبرسانی ۳

۴-۵- روند طراحی شبکه آبرسانی ۴

۵-۵- مطالعات مربوط به منطقه طرح ۴

۶-۵- مطالعات مربوط به اطلاعات و آمار ۴

۷-۵- محدودیت های فنی ۴

۸-۵- طراحی مخازن ۴

۹-۵- طراحی سیستم پمپاژ ۴

۱۰-۵- طراحی اتصالات شبکه ۴

۵-۱۱- طرح شبکه ۴

۵-۱۲- طرح تصفیه خانه ۴

دوره طرح ۴

۶-۱- معنای دوره طرح ۴

۶-۲- هشت نکته برای تعیین دوره طرح ۴

۶-۳- بررسی امکان توسعه تاسیسات ۴

۶-۴- نکات لازم جهت فازبندی پروژه ۴

جمعیت طرح ۴

۷-۱- نحوه تخمین جمعیت در انتهای دوره ۴

۷-۲- منابع اصلی تخمین جمعیت ۴

۷-۳- الگو های رشد جمعیت ۴

۷-۴- فرمول ساده تخمین جمعیت ۴

۷-۵- عوامل موثر بر برآورد جمعیت ۴

دبی طرح ۴

۸-۱- میزان مصرف سرانه ۴

۸-۲- تعیین نیاز آبی (دبی طرح) ۴

۸-۳- انواع کاربری های آب هر نفر ۴

۸-۴- روش محاسبه مصرف سرانه خانگی ۴

۸-۵- جدول سرانه مصرف خانگی بر اساس جمعیت ۴

۸-۶- جدول سرانه مصرف فضای سبز خانگی ۴

۸-۷- سرانه مصرف فضای عمومی ۴

۸-۸- سرانه مصرف فضای تجاری و صنعتی ۵

۸-۹- میزان تلفات ۵

۸-۱۰- نوسانات زمانی تقاضا ۵

۸-۱۱- کاربرد حداکثر مصرف روزانه و ساعتی ۵

۸-۱۲- جدول مقادیر ضریب **C1** ۵

۸-۱۳- جدول مقادیر ضریب **C2** ۵

۸-۱۴- محاسبه حداکثر مصرف روزانه ۵

۸-۱۵- محاسبه حداکثر مصرف ساعتی ۵

۸-۱۶- نیاز های جانبی شبکه طرح ۵

۸-۱۷- مواقع شستشو و گندزدایی شبکه ۵

مدیریت آب ۵

۹-۱- مدیریت آب در بحث کلان ۵

مخزن ۵

۱۰-۱- هدف از احداث مخازن روزانه ۵

۱۰-۲- ملزومات حجم مخزن سالانه ۵

۱۰-۳- منحنی جرم مخزن سالانه ۵

۱۰-۴- تفسیر رابطه شیب منحنی و شیب خط چین ۵

۱۰-۵- تعیین حجم مخزن سالانه ۵

۱۰-۶- منحنی جرم مخزن روزانه ۵

۱۰-۷- دبی ورودی به مخزن روزانه ۵

۱۰-۸- حجم مطلوب نوسانات (متعادل سازی) ۵

۱۰-۹- تراز انرژی و تراز هیدرولیکی ۵

۱۰-۱۰- تامین فشار آب در مخزن ۵

۱۰-۱۱- تعیین حجم مخزن روزانه ۵

۱۰-۱۲- تعیین حجم آتش‌نشانی ۶

۱۰-۱۳- تقسیم‌بندی مخازن ۶

۱۰-۱۴- مخازن سطحی یا زمینی ۶

۱۰-۱۵- مخازن هوایی ۶

۱۰-۱۶- تعیین شکل هندسی مخزن ۶

۱۰-۱۷- مخزن شناور ۶

۱۰-۱۸- مخزن تحت فشار ۶

لوله‌ها ۶

۱۱-۱- تشخیص جهت حرکت در لوله ۶

۱۱-۲- انواع افت ۶

۱۱-۳- روابط محاسبه افت اصلی ۶

۱۱-۴- رابطه داریسی - وایسباخ ۶

۱۱-۵- ضریب داریسی ۶

۱۱-۶- رابطه هیزن - ویلامز ۶

۱۱-۷- اصلاح ضریب هیزن - ویلامز ۷

۱۱-۸- رابطه مانینگ ۷

۱۱-۹- دلایل افت موضعی یا فرعی ۷

۱۱-۱۰- محاسبه افت موضعی ۷

۱۱-۱۱- معادل سازی افت لوله های سری ۷

۱۱-۱۲- معادل سازی افت لوله های موازی ۷

۱۱-۱۳- طول معادل افت موضعی ۷

۱۱-۱۴- جدول طول معادل افت موضعی ۷

۱۱-۱۵- تعاریف مهم در شبکه آبرسانی ۷

۱۱-۱۶- حالت های ایجاد کننده احتمال خوردگی ۷

۱۱-۱۷- آب های خورنده ۷

۱۱-۱۸- تمهیدات در برابر خوردگی ۷

۱۱-۱۹- انواع ساختار لوله ۷

پمپ ۷

۱۲-۱- تامین فشار برقراری جریان ۷

۱۲-۲- انواع پمپ ۷

۱۲-۳- انواع لوله مجار پمپ ۷

۱۲-۴- هد های پمپ ۷

۱۲-۵- هد سیستم ۷

۱۲-۶- نقطه بهینه بهره برداری پمپ ۷

۱۲-۷- منحنی هد - دبی سیستم ۷

۱۲-۸- منحنی هد - دبی پمپ ۷

۱۲-۹- انواع راندمان پمپ ۷

۱۲-۱۰- راندمان پمپ ۷

۱۲-۱۱- پمپ های سری ۷

۱۲-۱۲- پمپ های موازی ۸

۱۲-۱۳- شاخص ارتفاع خالص مکش ۸

شیر آلات ۸

۱۳-۱- وظایف شیر آلات ۸

۱۳-۲- انواع شیر آلات ۸

۱۳-۳- کاربرد شیر قطع و وصل ۸

۱۳-۴- کاربرد شیر هوا ۸

۱۳-۵- کاربرد شیر آتش نشانی ۸

۱۳-۶- شیر تخلیه ۸

۱۳-۷- شیر یکطرفه ۸

۱۳-۸- شیر فشارشکن ۸

شبکه توزیع ۸

۱۴-۱- گره چشمه ۸

۱۴-۲- گره توزیع یا مصرف ۸

۱۴-۳- گره چاه ۸

۱۴-۴- انواع شبکه های توزیع ۸

۱۴-۵- شبکه سریالی ۸

۱۴-۶- شبکه شاخه ای ۸

۱۴-۷- شبکه حلقوی ۸

۱۴-۸- شبکه درهم ۸

۱۴-۹- روش های محاسبه دبی لوله در شبکه حلقوی ۸

۱۴-۱۰- روش هاردی کراس ۸

۱۴-۱۱- لوله مشترک در دو حلقه ۸

۱۴-۱۲- وجود دو یا چند چشمه در حلقه ۸

۱۴-۱۳- وجود پمپ در حلقه ۸

۱۴-۱۴- وجود پمپ در حلقه ۹

۱۴-۱۵- روش تنوری خطی ۹

۱۴-۱۶- مراحل اجرای پروژه آبرسانی ۹

۱۴-۱۷- تعیین بار هر گره ۹

۱۴-۱۸- روش چند ضلعی تیسن ۹

۱۴-۱۹- روش نیمساز ها ۹

۱۴-۲۰- اعمال دبی آتش نشانی بر گره ها ۹

۱۴-۲۱- محدودیت سرعت ۹

۱۴-۲۲- دلایل ملاحظات حداکثر سرعت ۹

۱۴-۲۳- ضربه قوچ (چکش آبی) ۹

۱۴-۲۴- دلایل ملاحظات حداقل سرعت ۹

۱۴-۲۵- سرعت بهینه از نظر اقتصادی و ایمنی لوله ۹

۱۴-۲۶- محدودیت فشار ۹

۱۴-۲۷- دلایل ملاحظات حداکثر فشار ۹

۱۴-۲۸- دلایل ملاحظات حداقل فشار ۹

۱۴-۲۹- تعیین قطر لوله ۹

۱۴-۳۰- حداقل قطر داخلی لوله ها ۹

۱۴-۳۱- ملاحظات طراحی شبکه فرعی ۹

شبکه جمع آوری فاضلاب ۹

۱۵-۱- تقسیم بندی فاضلاب ۹

۱۵-۲- کارکرد شبکه جمع آوری فاضلاب ۹

۱۵-۳- فاضلاب خانگی ۹

۱۵-۴- فاضلاب صنعتی ۹

۱۵-۵- رواناب سطحی ۹

۱۵-۶- روش های دفع فاضلاب ۹

۱۵-۷- محدودیت های استفاده از چاه ۱۰

۱۵-۸- مزایای شبکه جمع آوری فاضلاب ۱۰

۱۵-۹- انواع شبکه های جمع آوری فاضلاب ۱۰

۱۵-۱۰- شبکه مرکب ۱۰

-15-11 راه حل های کاهش اثرات منفی CSO در شبکه

مرکب ۱۰

۱۵-۱۲- نحوه کاهش حجم رواناب ورودی به شبکه مرکب ۱۰

۱۵-۱۳- نحوه کاهش مقدار آلودگی آب شبکه مرکب ۱۰

۱۵-۱۴- نحوه افزایش ظرفیت و بازدهی تصفیه خانه ۱۰

۱۵-۱۵- شبکه مجزا ۱۰

۱۵-۱۶- محاسن شبکه مجزا ۱۰

۱۵-۱۷- معایب شبکه مجزا ۱۰

۱۵-۱۸- ضوابط انتخاب نوع شبکه ۱۰

۱۵-۱۹- شبکه مجزا بهبود یافته ۱۰

۱۵-۲۰- شبکه قسمتی مجزا ۱۰

۱۵-۲۱- شبکه های نوین (LID) ۱۰

۱۵-۲۲- مثال های شبکه های نوین ۱۰

۱۵-۲۳- مشکلات مدیریت سنتی رواناب سطحی ۱۰

۱۵-۲۴- مزایای مدیریت نوین رواناب سطحی ۱۰

۱۵-۲۵- روش های مدیریت آلودگی رواناب ها ۱۰

ویژگی فاضلاب ۱۰

۱۶-۱- خواص و ویژگی های فاضلاب ۱۰

۱۶-۲- رنگ فاضلاب ۱۰

۱۶-۳- بوی فاضلاب ۱۰

۱۶-۴- درجه اسیدی ۱۱

۱۶-۵- دمای فاضلاب ۱۱

۱۶-۶- مواد خارجی در فاضلاب ۱۱

۱۶-۷- میزان آلودگی فاضلاب ۱۱

۱۶-۸- معیار اندازه گیری آلودگی فاضلاب ۱۱

مقدار فاضلاب ۱۱

۱۷-۱- تعیین مقدار فاضلاب ۱۱

۱۷-۲- بازه دوره طرح ۱۱

۱۷-۳- جریان هوای خشک (DWF) ۱۱

۱۷-۴- تعیین مقدار جریان هوای خشک ۱۱

۱۷-۵- نشت ها و آب های نفوذی ۱۱

۱۷-۶- تعیین دبی طراحی فاضلاب خانگی ۱۱

۱۷-۷- تعیین ضریب بهره برداری شبکه فاضلاب ۱۱

۱۷-۸- تعیین دبی پیک رواناب ۱۱

۱۷-۹- زمان تمرکز ۱۱

۱۷-۱۰- تعیین شدت بارش ۱۱

۱۷-۱۱- دوره بازگشت ۱۱

تجهیزات شبکه فاضلاب ۱۱

۱۸-۱- تجهیزات شبکه فاضلاب ۱۱

۱۸-۲- فاضلاب رو ها ۱۱

۱۸-۳- تعیین شکل فاضلاب رو ها ۱۱

۱۸-۴- انواع مقاطع فاضلاب رو ها ۱۱

۱۸-۵- مقطع دایره ای ۱۱

۱۸-۶- مقطع تخم مرغی ۱۱

۱۸-۷- مقطع دایره ای با شعاع متفاوت ۱۱

۱۸-۸- معیار های انتخاب جنس فاضلاب رو ۱۱

تجهیزات شبکه فاضلاب ۱۲

۱۹-۱- تجهیزات شبکه فاضلاب ۱۲

۱۹-۲- دریچه بازدید یا Manhole ۱۲

۱۹-۳- حوضچه شستشو ۱۲

۱۹-۴- ورودی آب باران ۱۲

۱۹-۵- سرریز آب باران ۱۲

۱۹-۶- منبع نگهدارنده آب باران ۱۲

۱۹-۷- سیفون معکوس ۱۲

۱۹-۸- استفاده از پمپ در شبکه فاضلاب ۱۲

۱۹-۹- فرضیات هیدرولیک شبکه فاضلاب ۱۲

۱۹-۱۰- رابطه مانینگ ۱۲

۱۹-۱۱- دبی حالت نیمه پر کانال ۱۲

۱۹-۱۲- محدودیت های شبکه فاضلاب ۱۲

۱۹-۱۳- محدودیت قطر ۱۲

۱۹-۱۴- محدودیت سرعت ۱۲

۱۹-۱۵- نکات محدودیت سرعت ۱۲

۱۹-۱۶- حداقل شیب و سرعت فاضلاب ۱۲

۱۹-۱۷- محدودیت ارتفاع آب ۱۲

۱۹-۱۸- عمق نصب فاضلابرو ها ۱۲

۱۹-۱۹- مراحل طراحی شبکه جمع آوری فاضلاب ۱۳

نگهداری شبکه فاضلاب ۱۳

۲۰-۱- نگهداری شبکه جمع آوری فاضلاب ۱۳

۲۰-۲- معایب احتمالی شبکه جمع آوری فاضلاب ۱۳

۲۰-۳- نشانه های مقدماتی گرفتگی لوله فاضلاب ۱۳

۲۰-۴- نوسازی لوله فاضلاب ۱۳

۲۰-۵- روش های نوسازی لوله فاضلاب ۱۳

کنترل بو در شبکه فاضلاب ۱۳

۲۱-۱- علت تولید بو در فاضلاب ۱۳

۲۱-۲- عوامل تاثیر گذار بر بوی فاضلاب ۱۳

۲۱-۳- گام های اساسی کنترل تولید و انتشار بو ۱۳

۲۱-۴- تعیین خطر غلظت سولفید هیدروژن ۱۳

۲۱-۵- عوامل فشرده گی گاز سولفید هیدروژن ۱۳

۲۱-۶- زاویه مناسب تلاقی فاضلاب فرعی به اصلی ۱۳

۲۱-۷- اقدامات کنترل خروج گاز سولفید هیدروژن ۱۳

۲۱-۸- معیار سنجش اثربخشی روش ها ۱۳

۲۱-۹- روش های کنترل گاز در صورت نبود شرایط برای اقدامات

اصلی ۱۳

شستشوی شبکه فاضلاب ۱۳

۲۲-۱- انواع شستشو شبکه فاضلاب ۱۳

۲۲-۲- شرایط بهینه برای ته نشینی رسوبات (شستشو) ۱۴

۲۲-۳- محدودیت های سرعت شستشو ۱۴

۲۲-۴- تاسیسات شستشو شبکه خودکار ۱۴

۲۲-۵- حوضچه شستشو ۱۴

۲۲-۶- سیستم هایدرس ۱۴

۲۲-۷- سیستم Hydrosel ۱۴

-22-8 سیستم Hydroflush ۱۴

چرخه آب

۱-۱- رواناب

برای یک رواناب، حالت های زیر ممکن است روی دهد:

- ۱- داخل گودال های سطحی می ماند (نگهداشت سطحی)
- ۲- نفوذ می کند (در این حالت، بخشی به سطح زمین می رسد و بخشی به سطح آب زیر زمینی می رسد)
- ۳- ریختن به رودخانه ها

۲-۱- تغذیه طبیعی آب

برای تغذیه طبیعی آب های زیر زمینی، لازم است آب باران یا آب جدا شده ها و بستر رودخانه به سطح آب زیر زمینی برسد.

۳-۱- داشتن نفوذ بیشتر

سعی بر این است که آب باران نفوذ کند چون آب باران اگر در سطح زمین بماند، از دست می رود.

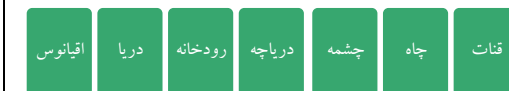
برای این منظور، ابتدا می بایست رطوبت سطح خاک بیشتر شود تا پوشش گیاهی و در نتیجه تخلخل خاک بیشتر شود.

۴-۱- منابع طبیعی آب

منابع آب

سطحی

زیر زمینی



اقیانوس و دریا، جز منابع آب شور و سایر منابع، جز منابع آب شیرین هستند.

۵-۱- تقسیم بندی اقلیمی ایران

کوهستانی - خزری - مدیترانه ای - نیمه بیابانی - بیابانی

۶-۱- اثرات کاهش تراز آب

۱- پایین آمدن کیفیت آب

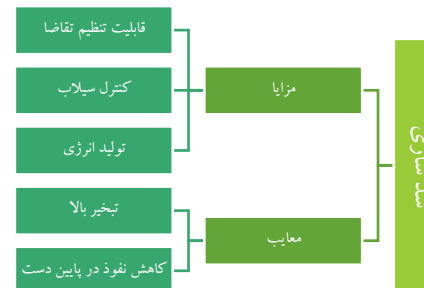
۲- هزینه و انرژی برداشت بالاتر

۳- نشست بیشتر زمین

۷-۱- معنای کورشدگی

به معنی نشست زمین و پایین آمدن تخلخل و در نتیجه میزان نفوذ است.

۸-۱- سد سازی



۹-۱- توسعه پایدار

هر گونه توسعه و استفاده از منابع توسط نسل حاضر و در نظر گرفتن منابع برای نسل بعدی

۱۰-۱- حقایق

به معنای این است که آب موجود در یک منطقه، سهم افراد همان منطقه است.

مصارف آب

۱-۲- انواع مصارف آب

خانگی - محیط زیستی - کشاورزی - صنعتی

۲-۲- مصارف صنعتی

شامل دو بخش سرد کردن اجزا و استفاده از آب در فرایند تولید می شود.

۳-۲- مصارف محیط زیستی

شامل دو بخش حیات وحش و اکوسیستم می شود.

۴-۲- مصارف خانگی

عمده مشکل در این نوع مصرف، مدیریت تقاضا و مصرف است.

۵-۲- آب به حساب نیامده

آب شرب تولید شده منهای آب اندازه گیری شده توسط کنتور ها، این آب همان تلفات است.

۶-۲- دلیل تلفات

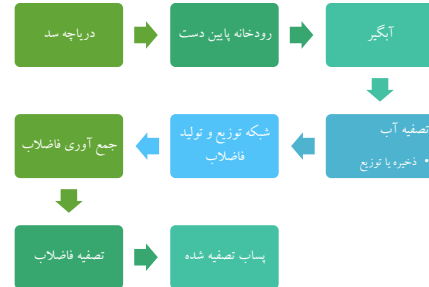
به طور کلی به دو بخش فیزیکی (واقعی) و غیر فیزیکی (ظاهری) تقسیم می شود. تلفات فیزیکی آن دسته از تلفات است که دقیقاً همان مقدار آب وارد لوله شده، به دلیل نشت سیستم، به دست مصرف کننده نمی رسد. تلفات غیر فیزیکی نیز به دلیل عدم توانایی در اندازه گیری مقدار تلفات است. مانند کنتور دزدی راه حل تلفات فیزیکی، نوسازی شبکه آب و فاضلاب است.

فاضلاب

۱-۳- معنی فاضلاب

پسابی است که در اثر مصرف بوجود می آید. هر جا که آب برای مصرف وجود داشته باشد، فاضلاب نیز باید وجود داشته باشد.

۲-۳- سامانه آبرسانی و جمع آوری

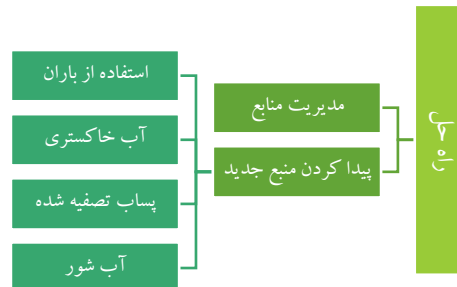


۳-۳- منابع آب

شامل دو دسته متعارف و غیر متعارف است. منابع متعارف، منابع آب شیرینی هستند که به صورت طبیعی در دسترس باشند. منابع غیر متعارف، منابع آبی غیر از اینها هستند.

منابع آب قابل مصرف

۱-۴- راه حل مواجهه با محدودیت منابع آب متعارف



۴-۲- معیار های انتخاب منابع آب مناسب مصرف

۱- کمیت منابع آب و نوسانات

۲- کیفیت منابع آب و نوع تصفیه مورد نیاز

۳- فاصله منبع تا محل مصرف

۴- توپوگرافی مسیر انتقال (انتقال بدو صورت ثقلی یا پمپاژ است)

۵- اختلاف ارتفاع

۶- تحت پوشش قرار دادن جمعیت

۷- سهولت و دسترسی

۸- مقایسه اقتصادی

شبکه آبرسانی

۱-۵- وظایف شبکه آبرسانی شهری

۱- تامین آب آشامیدنی

۲- تامین آب تاسیسات بهداشتی

۳- تامین آب کارخانه ها

۴- تامین آب آبیاری فضای سبز

۵- تامین آب آتش نشانی

۲-۵- تاسیسات مورد نیاز آبرسانی شهری

۱- تاسیسات مربوط به برداشت آب

۲- تاسیسات تصفیه خانه

۳- تاسیسات ذخیره آب و ایجاد فشار در شبکه

۴- شبکه پخش آب (شبکه اصلی)

۵- انشعابات مصرف کنندگان (شبکه فرعی)

۳-۵- ملزومات مطالعاتی طراحی شبکه آبرسانی

۱- هیدرولوژی منطقه

۲- کمیت منابع آب در دسترس

۳- جمعیت

۴- روند رشد جمعیت

۵- وضعیت پیشرفت صنایع منطقه

۶- وضعیت اجتماعی و اقتصادی

۷- محدودیت های فنی و تطابق با آیین نامه



۵-۵- مطالعات مربوط به منطقه طرح

- ۱- مشخصات جغرافیایی و توپوگرافی
- ۲- شرایط اقلیمی
- ۳- مشخصات فرهنگی و اجتماعی
- ۴- خصوصیات صنعتی

۶-۵- مطالعات مربوط به اطلاعات و آمار

- ۱- جمعیت موجود
- ۲- تعداد و نوع واحد های تجاری، صنعتی و خدماتی
- ۳- بافت منطقه از نظر اقتصادی، مسکونی و صنعتی
- ۴- روند رشد جمعیت
- ۵- دوره طرح
- ۶- دبی طرح

۷-۵- محدودیت های فنی

- ۱- محدودیت سرعت در لوله ها
- ۲- محدودیت فشار آب
- ۳- محدودیت قطر لوله ها

۸-۵- طراحی مخازن

نوع مخزن می تواند به دو صورت زمینی و هوایی باشد. در طرح سازه ای مخزن، پایداری مخزن اهمیت دارد اما در طرح هیدرولیکی، حجم مخزن و سرعت تخلیه و پر شدن آن اهمیت دارد.

۹-۵- طراحی سیستم پمپاژ

کارکرد سیستم پمپاژ، استفاده برای انتقال آب به مخزن یا نقاطی خاص در شبکه برای تامین فشار مضاعف است.

۱۰-۵- طراحی اتصالات شبکه

تعیین کردن محل شیر ها و سایر اتصالات در شبکه.

۱۱-۵- طرح شبکه

عبارت است از تعیین قطر لوله ها و همچنین تعیین فشار و سرعت در نقاط مختلف شبکه.

۱۲-۵- طرح تصفیه خانه

عبارت است از طراحی سازه ای و هیدرولیکی تصفیه خانه.

دوره طرح

۱-۶- معنای دوره طرح

دوره طرح، بازه ای است که می خواهیم شبکه در آن بازه به درستی برای نیاز های آبی جمعیت هدف، کار کند.

۲-۶- هشت نکته برای تعیین دوره طرح

- ۱- نرخ رشد جمعیت (هرچه نرخ بیشتر، دوره طرح کوتاه تر)
- ۲- هزینه طرح (هرچه هزینه کمتر، دوره طرح کوتاه تر)
- ۳- طرح های توسعه، شامل طرح های هادی و جامع
- ۴- نرخ بهره (هرچه نرخ بهره بیشتر، دوره طرح کوتاه تر)
- ۵- ملاحظات فنی و اجرایی (هرچه پتانسیل فنی بالاتر، دوره طرح بلند تر)
- ۶- کیفیت بهره برداری و نگه داری (هرچه کیفیت بالاتر، دوره طرح بلند تر)
- ۷- محدودیت منابع آب و سرمایه (تا جایی که سرمایه و آب وجود دارد، برنامه ریزی صورت می گیرد)
- ۸- امکان توسعه تاسیسات (باعث افزایش دوره طرح می شود)

۳-۶- بررسی امکان توسعه تاسیسات

این کار با فاز بندی، قابل انجام است. ولی باید دوره ها نسبتاً طولانی (مثلاً ۱۰ ساله) باشد.

۴-۶- نکات لازم جهت فازبندی پروژه

- ۱- تاسیسات قابل تقسیم به پند مرحله باشند
- ۲- اجرای مرحله بعد، باعث ایجاد تغییرات اساسی در تاسیسات موجود نشود
- ۳- هزینه اضافی قابل توجیه باشد
- ۴- مرحله بعدی باید جوابگوی نیاز های دوره جدید باشد
- ۵- فاصله هر مرحله بیشتر از ۵ سال باشد
- ۶- سیستم دچار کمبود آب نشود

جمعیت طرح

۱-۷- نحوه تخمین جمعیت در انتهای دوره

استفاده از اطلاعات سرشماری های انجام شده و برآورد از الگوی رشد جمعیت موجود.

۲-۷- منابع اصلی تخمین جمعیت

- ۱- سرشماری عمومی هر ۵ سال یکبار توسط مرکز آمار
- ۲- آمارگیری معتبر مثل خانه های بهداشت در روستا ها

۳-۷- الگو های رشد جمعیت

- ۱- الگوی رشد حسابی
- جمعیت، به صورت خطی با زمان افزایش پیدا می کند.
- ۲- الگوی رشد هندسی
- در این الگو، رشد جمعیت از رابطه زیر تبعیت می کند:

$$P_t = P_0(1 + r)^t$$

«که در این رابطه، r ضریب رشد، P_0 جمعیت حال حاضر و P_t جمعیت t سال بعد است»

۳- الگوی رشد کاهشی

در کشور های توسعه یافته، شایع تر است.

۴-۷- فرمول ساده تخمین جمعیت

$$P_t = P_0 + \sum B - \sum D \pm \sum M$$

«که در این رابطه، B میزان تولد، D میزان مرگ و میر، M میزان مهاجرت است»

اگر جمعیت شهر بالای ۵۰ هزار نفر باشد، نقشه تراکم مناطق نیاز است. در غیر این صورت، تراکم یکسان در نظر می گیریم.

۵-۷- عوامل موثر بر برآورد جمعیت

- ۱- روند رشد در سال های قبل
- ۲- طرح های عمرانی و توسعه پیش بینی شده
- ۳- محدودیت های موجود در راه توسعه
- ۴- برنامه های بلند مدت ارگان ها
- ۵- جمعیت فصلی و شناور
- ۶- شرایط جغرافیایی، اجتماعی و فرهنگی

دبی طرح

۱-۸- میزان مصرف سرانه

مقدار آبی است که هر فرد در طول شبانه روز بر حسب لیتر، مصرف می کند.

۲-۸- تعیین نیاز آبی (دبی طرح)

مصرف سرانه $\times$ جمعیت طرح = دبی طرح

۳-۸- انواع کاربری های آب هر نفر

خانگی – عمومی – فضای سبز خانگی – تجاری و صنعتی

۴-۸- روش محاسبه مصرف سرانه خانگی

- ۱- خواندن مصرف کنتور و تقسیم کردن بر جمعیت خانه
- ۲- استفاده از آمار ها و نمونه گیری ها
- ۳- استفاده از تجارب قبل و استانداردها و جداول

۵-۸- جدول سرانه مصرف خانگی بر اساس جمعیت

جمعیت (هزار نفر)	سرانه مصرف ($\frac{lit}{Capital day}$)
روستا	۷۵-۹۰
شهر <۲۰	۷۵-۱۰۰
شهر ۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۳۰
شهر ۱۰۰-۵۰۰	۱۲۰-۱۴۰
شهر >۵۰۰	۱۳۰-۱۵۰

علاوه بر جمعیت ممکن است عوامل دیگری همچون کیفیت مدیریت، سیاست صرفه جویی، قیمت آب، آب و هوا، فصل، وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی و مهاجرت، اثر گذار باشد.

۶-۸- جدول سرانه مصرف فضای سبز خانگی

منطقه	شماره منطقه	سرانه مصرف ($\frac{lit}{m^2 day}$)
کوهستانی	۱	۱۵-۲۰
خزری	۲	۰-۱۵
مدیرانه ای	۳	۲۵-۵۵
نیمه بیابانی	۴	۴-۶۵
بیابانی	۵	۵-۷

۷-۸- سرانه مصرف فضای عمومی

مکان هایی همچون بیمارستان ها، ادارات، مدارس، دانشگاه و ... به عنوان فضای عمومی شناخته شده و سرانه مصرفشان بین ۵-۱۵ درصد مصرف سرانه خانگی است.

۸-۸- سرانه مصرف فضای تجاری و صنعتی

مکان هایی همچون کارگاه های کوچک صنعتی شهری (و نه کارخانه های بزرگ) به عنوان فضای تجاری و صنعتی شناخته شده و سرانه مصرفشان بین ۵-۲۰ درصد مصرف سرانه خانگی است.

۸-۹- میزان تلفات

۱۵ درصد از کل سرانه مصرف (خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی) به عنوان تلفات، در نظر گرفته می شود.

۸-۱۰- نوسانات زمانی تقاضا

۱- تغییرات فصلی (مد نظر طراحی، بیشترین مصرف آب است). در این تغییرات، یک ضریب روزانه C_1 در نظر گرفته می شود.

۲- مصرف در طول شبانه روز (هرچه جمعیت کمتر باشد، نوسانات مصرف در طول روز بیشتر است). برای این تغییرات، ضریب ساعتی C_2 را در نظر می گیریم.

مبنا در محاسبه حداکثر مصرف، بحرانی ترین روز از نظر نیاز آبی است.

۸-۱۱- کاربرد حداکثر مصرف روزانه و ساعتی

حداکثر مصرف روزانه برای طراحی تاسیسات و حداکثر مصرف ساعتی برای طراحی لوله ها استفاده می شود.

۸-۱۲- جدول مقادیر ضریب C_1

منطقه	شماره منطقه	C_1
کوهستانی	۱	۱.۴-۱.۸
خزری	۲	۱.۳-۱.۶
مدیرانه ای	۳	۱.۴-۱.۹
نیمه بیابانی	۴	۱.۵-۱.۹
بیابانی	۵	۱.۶-۲

۸-۱۳- جدول مقادیر ضریب C_2

جمعیت تحت پوشش مخزن (هزار نفر)	C_2
< ۵	۲-۳
۵-۲۰	۱.۵-۲
۲۰-۱۰۰	۱.۳-۱.۹
۱۰۰-۳۰۰	۱.۳-۱.۷
> ۳۰۰	۱.۲-۱.۵

۸-۱۴- محاسبه حداکثر مصرف روزانه

$$\text{جمعیت طرح} \times \text{مصرف سرانه کل} \times C_1 + \text{جمعیت طرح} \times \text{تلفات} = \text{حداکثر مصرف روزانه}$$

۸-۱۵- محاسبه حداکثر مصرف ساعتی

$$\text{جمعیت طرح} \times \text{مصرف سرانه کل} \times C_1 \times C_2 + \text{جمعیت طرح} \times \text{تلفات} = \text{حداکثر مصرف ساعتی}$$

۸-۱۶- نیاز های جانبی شبکه طرح

۱- آتش نشانی:

چون این مقدار آب باید در زمان کوتاهی تامین شود، حائز اهمیت است. اما بجای افزایش ظرفیت لوله، ظرفیت مخزن را افزایش می دهیم.

۲- شستشو و گندزدایی شبکه:

حدود ۱ تا ۲ درصد آب، جهت نیاز های جانبی در نظر گرفته می شود که آب مورد نیاز شستشو را شامل می شود. این مورد نیز فقط به ظرفیت مخزن اضافه می شود و نه به ظرفیت شبکه.

۸-۱۷- مواقع شستشو و گندزدایی شبکه

۱- پس از اجرا و قبل از شروع بهره برداری و در زمان های بحرانی

۲- در مواردی که انتهای خطوط بسته باشد و یا زمان ماند آب در لوله زیاد باشد

۳- هنگام بروز حوادث و شکستگی ها

۴- هنگام شیوع بیماری های مرتبط با آب

۵- جهت افزایش کیفیت آب

مدیریت آب

۹-۱- مدیریت آب در بحث کلان

به معنای برنامه ریزی، ساماندهی، هدایت و کنترل، ایجاد تعادل و توازن بین نیاز های آبی، منابع موجود و هزینه های مربوطه است.

مدیریت آب شامل دو بخش زیر است:

۱- مدیریت تامین:

شناسایی و توسعه منابع آبی جدید و یا حتی بازچرخانی آب به شیوه های اقتصادی و مهندسی

۲- مدیریت تقاضا:

شناسایی شیوه های مصرف جدید، مثل شیر های کاهنده، برنامه های آموزشی و فرهنگی و تبلیغاتی، افزایش قیمت آب

مخزن

۱۰-۱- هدف از احداث مخازن روزانه

۱- تامین ذخیره مورد نیاز

۲- ایجاد تعادل بین ورودی و خروجی آب

۳- جبران نوسانات مصرف

۴- ایجاد ذخیره برای مواقع اضطراری (موقتی)

۵- ذخیره برای آتش نشانی

۶- تامین فشار آب

۱۰-۲- ملزومات حجم مخزن سالانه

حجم مخزن باید جوابگوی اختلاف دبی ورودی و دبی خروجی باشد. برای طراحی این نوع مخازن، در چند سال آب را در نظر گرفته و بر اساس ماکزیمم حجم مورد نیاز، طراحی می کنیم.

۱۰-۳- منحنی جرم مخزن سالانه

شیب منحنی در هر نقطه، برابر با دبی ورودی و شیب خط چین، برابر دبی مصرفی است. در حالت کلی، دبی مصرفی ثابت فرض می شود.

۱۰-۴- تفسیر رابطه شیب منحنی و شیب خط چین



۱۰-۵- تعیین حجم مخزن سالانه

در حالت کلی، بخشی از منحنی تغذیه زیر خط مصرف و بخشی بالای آن است. پس مخزن در حال پر و خالی شدن است. حجم نهایی مخزن، برابر جمع بیشترین کمبود و جمع بیشترین میزان مازاد است.

۱۰-۶- منحنی جرم مخزن روزانه

در این منحنی در بازه ۲۴ ساعت، منحنی مصرف و منحنی تغذیه باید باهم متقاطع شوند. برعکس منحنی سالانه، در این منحنی

تغذیه ثابت و منحنی مصرف دارای نوسان است. جمعیت، تاثیر مستقیم بر نوسانات مصرف دارد و با کاهش جمعیت، نوسان افزایش دارد.

۱۰-۷- دبی ورودی به مخزن روزانه

در طول ۲۴ ساعت، باید کل نیاز شبانه روز به مخزن منتقل شود. پس:

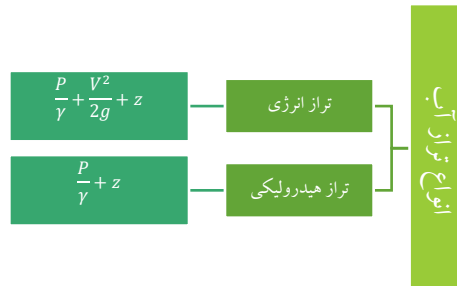
$$\frac{100\%}{24_{(hr)}} = 4.167\%_{hr} = \text{شیب خط}$$

پس در هر ساعت، ۴.۱۶۷ درصد از کل نیاز شبانه روز به مخزن پمپ می شود.

۱۰-۸- حجم مطلوب نوسانات (متعادل سازی)

دقیقا به صورت حجم مخزن سالانه محاسبه می شود و حجم نهایی مخزن، برابر جمع بیشترین کمبود و جمع بیشترین میزان مازاد است.

۱۰-۹- تراز انرژی و تراز هیدرولیکی

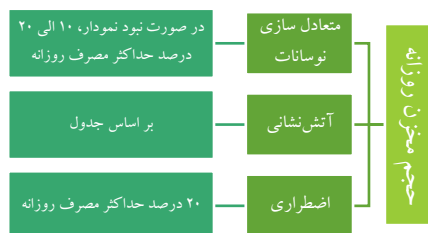


۱۰-۱۰- تامین فشار آب در مخزن

اگر تراز هیدرولیکی تصفیه خانه بالاتر از مخزن باشد، آب به صورت ثقی و اگر تراز تصفیه خانه پایین تر از مخزن باشد، آب به مخزن پمپ می شود.

۱۰-۱۱- تعیین حجم مخزن روزانه

این حجم، از سه قسمت تشکیل می شود:



۱۰-۱۲- تعیین حجم آتش نشانی

ردیف	نوع بافت شهری	حجم ذخیره آتش نشانی (مترمکعب)
۱	مسکونی یا تراکم بسیار کم	۱۱۵
۲	مسکونی یا تراکم کم	۲۲۵
۳	مسکونی تا چهار طبقه و تجاری	۳۵۰
۴	مسکونی یا بیش از چهار طبقه و تجاری	۹۰۰
۵	مناطق تولیدی و کارگاههای صنعتی	۱۸۰۰
۶	مناطق تجاری، عمومی و صنعتی یا احتمال خطر زیاد	۳۶۰۰

اگر چند نوع بافت شهری داشتیم، بحرانی ترین را در نظر می گیریم.

۱۰-۱۳- تقسیم بندی مخازن

مخازن توزیع	از نظر کاربردی
مخازن سرویس	
مخازن سطحی یا زمینی	از نظر موقعیت
مخازن هوایی	
استوانه ای	از نظر شکل هندسی
مکعبی	
شناور	از نظر هیدرولیکی
تحت فشار	

تقسیم بندی مخازن

۱۰-۱۴- مخازن سطحی یا زمینی

از نظر پدافند غیر عامل مناسب است چون دیده نمی شود. همچنین اضافه کردن حجم آن هزینه زیادی ندارد. در حجم های بالای ۱۰۰ مترمکعب ساخته می شود. اما در صورت داشتن نشتی، به سختی شناسایی می شود.

۱۰-۱۵- مخازن هوایی

برای داخل شهر مناسب نیست. لازم است زمین صاف باشد و عموماً ۵ الی ۷ متر ارتفاع دارد.

۱۰-۱۶- تعیین شکل هندسی مخزن

حجم کمتر از ۳۰۰ متر مکعب	مکعبی (هزینه قالب بندی)
حجم بین ۳۰۰ و ۳۰۰۰ متر مکعب	استوانه ای (مقاومت استاتیکی)
حجم بیشتر از ۳۰۰۰ متر مکعب	مکعبی (هزینه سقف شدن)

شکل هندسی مخزن

۱۰-۱۷- مخزن شناور

اگر تراز هیدرولیکی (HGL) مخزن و HGL شبکه توزیع باهم تلاقی پیدا کند، مخزن شناور است.

۱۰-۱۸- مخزن تحت فشار

اگر HGL مخزن بالای

HGL شبکه توزیع باشد،

مخزن تحت فشار است. حجم

این مخزن از سه بخش حجم

هوا، حجم مفید و حجم مرده

تشکیل شده است. دلیل مرده شدن حجم، نفوذ نکردن هوا به لوله است.

لوله ها

۱۰-۱۱- تشخیص جهت حرکت در لوله

برای تعیین جهت جریان، تراز انرژی در دو نقطه را بررسی می کنیم تا ببینیم از کدام به کدام حرکت می کند. چون در لوله انرژی جنبشی کم است، تراز هیدرولیکی برای مقایسه کافی است.

۱۰-۲- انواع افت

افت موضعی یا فرعی	در اثر تغییر ناگهانی مقطع و یا امتداد مسیر
افت طولی یا اصطکاکی	بر اثر اصطکاک دیواره

افت هدر لوله ها

۱۰-۳- روابط محاسبه افت اصلی

۱- داری - وایسباخ

۲- هیزن - ویلیامز

۳- رابطه مانیگ

۱۰-۴- رابطه داریسی - وایسباخ

$$h_L = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = \frac{8fLQ^2}{gD^5\pi^2}$$

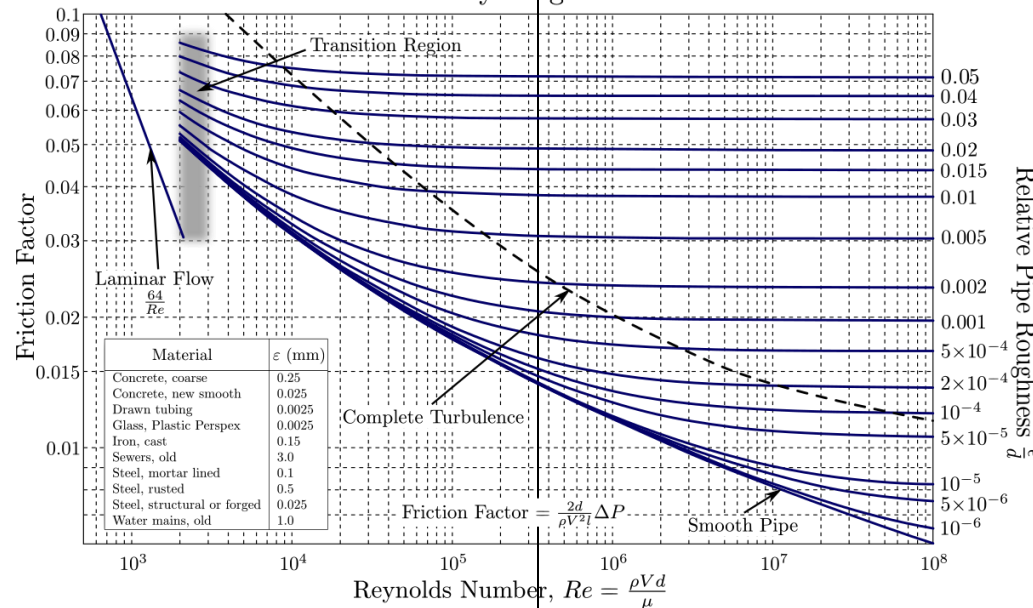
«در این رابطه، f ضریب داریسی، L طول لوله، D قطر لوله و Q دبی لوله است»

۱۰-۵- ضریب داریسی

$$f = F\left(Re, \frac{\varepsilon}{D}\right) \rightarrow Re = \frac{VD\rho}{\mu}$$

ضریب داریسی، با استفاده از دیاگرام مودی بدست می آید.

Moody Diagram



در صورت صاف بوده لوله و آشفته بودن جریان، ضریب

داریسی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$$

بجای دیاگرام، می توان از روابط زیر نیز استفاده نمود:

رابطه Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

رابطه Haaland

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1.8 \log \left(\left(\frac{\varepsilon}{3.7D} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re} \right)$$

۱۰-۶- رابطه هیزن - ویلیامز

این رابطه، تجربی بوده و از نظر ابعادی، ناهمگن است.

$$h_{L(m)} = \frac{10.68 \times L(m) \times Q(m^3/s)^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D(m)^{4.87}}$$

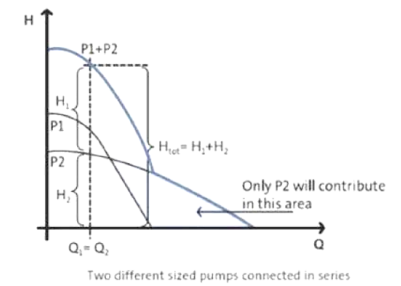
ضریب C_{HW} را تولید کننده لوله می دهد. برای جنس های

مختلف لوله، این ضریب در جدول آورده شده است.

C-factor Values for Discrete Pipe Diameters

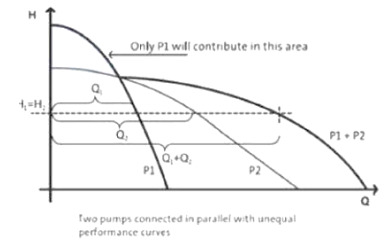
Type of Pipe	3.0 in. (7.6 cm)	6.0 in. (15.2 cm)	12 in. (30 cm)	24 in. (61 cm)	48 in. (122 cm)
Uncoated cast iron - smooth and new	121	125	130	132	134
Coated cast iron - smooth and new	129	133	138	140	141
30 years old					
Trend 1 - slight attack	100	106	112	117	120
Trend 2 - moderate attack	83	90	97	102	107
Trend 3 - appreciable attack	59	70	78	83	89
Trend 4 - severe attack	41	50	58	66	73
60 years old					
Trend 1 - slight attack	90	97	102	107	112
Trend 2 - moderate attack	69	79	85	92	96
Trend 3 - appreciable attack	49	58	66	72	78
Trend 4 - severe attack	30	39	48	56	62
100 years old					
Trend 1 - slight attack	81	89	95	100	104
Trend 2 - moderate attack	61	70	78	83	89
Trend 3 - appreciable attack	40	49	57	64	71
Trend 4 - severe attack	21	30	39	46	54
Miscellaneous					
Newly scraped mains	109	116	121	125	127
Newly brushed mains	97	104	108	112	115
Coated spun iron - smooth and new	137	142	145	148	148

مقادیر جدول، در حالتی است که سرعت ۰/۹ متر بر ثانیه باشد.



۱۲-۱۲- پمپ های موازی

در سیستمی که پمپ ها به صورت موازی بسته می شوند، به ازاء یک هد ثابت، دبی پمپ ها با هم جمع می شوند. کاربرد این پمپ ها در زمانی است که می خواهیم دبی شبکه را تقویت کنیم. چون در شبکه، تراز ثابت است.



۱۲-۱۳- شاخص ارتفاع خالص مکش

اگر پمپ به حدی مکش داشته باشد که فشار آب متناظر با نقطه جوش آن در دمای محیط قرار گیرد، آب پیش از رسیدن به پمپ بخار شده و کاویتاسیون رخ می دهد. برای جلوگیری از کاویتاسیون، باید ارتفاع خالص مکش لازم ($NPSH_{req}$) که توسط سازنده ارائه می شود، از شاخص ارتفاع خالص مکش کمتر باشد:

$$NPSH_a = H_{atm} - H_{vap} - (Z_p - Z_w) - \sum h_l$$

$$NPSH_{req} \leq NPSH_a$$

شیر آلات

۱-۱۳- وظایف شیر آلات

قطع و وصل جریان	کنترل دبی	انحراف جریان
جلوگیری از جریان برگشتی	کنترل فشار	تخلیه هوا

۱۳-۲- انواع شیر آلات

۱- عمومی یا با کنترل دستی:

وظیفه قطع و وصل جریان، کنترل دبی و انحراف جریان را بر عهده دارد.

شیر قطع و وصل - شیر هوا - شیر آتش نشانی - شیر تخلیه

۲- اختصاصی یا شیر خودکار:

وظیفه کنترل جریان برگشتی، کنترل فشار و تخلیه هوا را بر عهده دارد.

شیر یکطرفه - شیر فشارشکن

۱۳-۳- کاربرد شیر قطع و وصل

به این منظور استفاده می شوند که در هنگام تعمیر لوله، لازم نباشد همه لوله را از آب خالی و بعد از تعمیر مجدد پر کنند.

۱۳-۴- کاربرد شیر هوا

به منظور هواگیری شبکه، استفاده می شود. چون وجود هوا، سبب متخلخل شدن جریان و ایجاد ضربه در بخش های گوناگون لوله می شود.

در مواقع تعمیرات، شروع بهره برداری و قطع برق و مصرف آب باقی مانده توسط مردم، ممکن است هوا به داخل لوله نفوذ کند.

۱۳-۵- کاربرد شیر آتش نشانی

به دو گروه شیر ایستاده و زمینی تقسیم می شوند. از این شیر ها، برای دسترسی سریع به آب آتش نشانی، استفاده می شود.

۱۳-۶- شیر تخلیه

برای تخلیه آب کل شبکه استفاده می شوند. ممکن است آب در شروع بهره برداری یا هنگام تعمیرات، کثیف شود.

۱۳-۷- شیر یکطرفه

باعث می شود آب تنها به یک سمت حرکت کند. چون در صورت کاهش فشار شبکه، ممکن است آب ساختمان مجدداً به داخل شبکه برگردد.

۱۳-۸- شیر فشارشکن

برای این است که در مناطق پست تر به علت نیروی ثقلی آب، فشار آب بیش از حد مجاز نشود.

شبکه توزیع

۱۴-۱- گره چشمه

گره ای که جریان خارجی را تحویل می گیرد و بین چند لوله توزیع می کند.

۱۴-۲- گره توزیع یا مصرف

گره ای که جریان را از یک یا چند لوله دریافت و آنرا به خارج از شبکه یا لوله ای دیگر، تقسیم می کند.

۱۴-۳- گره چاه

گره ای که تمام جریان ورودی را به خارج از شبکه منتقل می کند.

۱۴-۴- انواع شبکه های توزیع

شبکه سریالی	شبکه شاخه ای	شبکه حلقوی	شبکه درهم
-------------	--------------	------------	-----------

۱۴-۵- شبکه سریالی

ساده ترین نوع شبکه است که شاخه و حلقه ندارد و عموماً دارای یک گره چشمه، یک گره چاه و یک یا چند گره مصرف است.

۱۴-۶- شبکه شاخه ای

شبکه ای است بدون حلقه و متشکل از چند شبکه سریالی. از عمده مشکلات این نوع شبکه، آسیب پذیر بودن آن (در صورت انسداد، کل شبکه مختل می شود) است.

۱۴-۷- شبکه حلقوی

متشکل از یک یا چند حلقه است و می تواند چند گره چشمه یا گره چاه داشته باشد.

۱۴-۸- شبکه درهم

ترکیبی از شبکه های فوق است.

۱۴-۹- روش های محاسبه دبی لوله در شبکه حلقوی

روش هاردی کراس - روش تئوری خطی

۱۴-۱۰- روش هاردی کراس

۱- شمارش گره ها، لوله ها و حلقه ها و بررسی قانون $X = J + C - 1$ «که در این رابطه، X تعداد لوله، J تعداد گره و C تعداد حلقه است»

۲- تعیین جهت برای لوله ها

۳- تعیین جهت مثبت برای حلقه

۴- حدس اولیه برای دبی لوله ها با توجه به قانون پیوستگی در هر گره

۵- تعیین مقدار R و n متناظر با هر لوله ($h_L = RQ^n$)

۶- تعیین افت هر لوله

۷- محاسبه $\sum h_L$ در یک دور در جهت مثبت لوله

۸- محاسبه دلتا که برابر مقدار زیر است:

$$\Delta = - \frac{\sum_{i=1}^X h_{L_i}}{n \times \sum_{i=1}^X \frac{h_{L_i}}{Q_i}}$$

۹- اصلاح دبی لوله ها ($Q_{X_i}^2 = Q_{X_i}^1 + \Delta$) برای هر حلقه و اعمال آنها به طور همزمان.

۱۰- تکرار مراحل فوق تا جایی که Δ از مقدار مشخصی کمتر شود.

۱۴-۱۱- لوله مشترک در دو حلقه

دو حالت وجود دارد:

۱- لوله در یک حلقه جهت مثبت و در حلقه ای دیگر، جهت منفی داشته باشد:

$$Q_X^2 = -Q_X^1 + \Delta_1 - \Delta_2 \quad \text{حلقه ۱}$$

$$Q_X^2 = Q_X^1 + \Delta_2 - \Delta_1 \quad \text{حلقه ۲}$$

۲- لوله در هر دو حلقه هم علامت باشد:

$$Q_X^2 = -Q_X^1 + \Delta_1 + \Delta_2 \quad \text{حلقه ۱ و ۲}$$

۱۴-۱۲- وجود دو یا چند چشمه در حلقه

چون در این حالت، تعداد مجهولات یکی بیشتر از معادلات است، از حلقه ای مجازی استفاده می کنیم که دو چشمه را بهم وصل می کند. سپس معادلات حاکم بر این حلقه مجازی را می نویسیم.

۱۴-۱۳- وجود پمپ در حلقه

اگر در طی کردن مسیر حلقه به پمپ برخورد کردیم، هد پمپ را به معادلات اضافه می کنیم و معادله زیر حاکم خواهد شد:

$$\sum h_{L_i} = H_p$$

۱۴-۱۴- وجود پمپ در حلقه

اگر دبی لوله با تخمین در جهتی بود که خلاف جهت شیر یک طرفه می شد، آن لوله را از شبکه حذف می کنیم. در غیر این صورت معادلات برقرار است.

۱۴-۱۵- روش تنوری خطی

- ۱- تعیین جهت در لوله ها
 - ۲- تعیین جهت مثبت برای حلقه
 - ۳- خطی سازی افت ها (دبی پیشفرض ۱ قرار داده شود) (اگر دبی نزدیک تر پیشفرض باشد، جواب زودتر حاصل می شود)
 - ۴- خطی سازی، به صورت زیر انجام می شود:
- $$h_L = RQ^n \rightarrow RQ^{n-1} \cdot Q = R'Q$$
- ۵- باز نویسی تعداد 1 - J معادله گره و C معادله حلقه و تبدیل آنها به معادله ماتریسی
 - ۶- بروز رسانی دبی ها (میانگین دو دبی قبل و بعد)
 - ۷- بروز رسانی مقادیر افت
 - ۸- تکرار مراحل

اگر دو یا چند چشمه داشته باشیم، نیاز به معادلات حلقه مجازی است.

۱۴-۱۶- مراحل اجرای پروژه آبرسانی

- ۱- انتخاب دوره طرح
- ۲- تعیین جمعیت انتهایی دوره طرح
- ۳- تعیین تراکم جمعیت در بخش های مختلف
- ۴- تعیین حداکثر مصرف روزانه و ساعتی جمعیت
- ۵- مشخص کردن مسیر لوله ها به نحو منطبق بر خیابان های اصلی
- ۶- شماره گذاری منظم لوله ها
- ۷- تعیین بار هر گره
- ۸- طراحی مخزن بر اساس حداکثر دبی روزانه
- ۹- تعیین قطر لوله ها بر اساس حداکثر دبی ساعتی
- ۱۰- چک کردن طراحی برای حالت آتش نشانی

۱۴-۱۷- تعیین بار هر گره

این کار می تواند به یکی از دو روش چند ضلعی تیسن و یا روش نیمساز ها انجام شود.

۱۴-۱۸- روش چند ضلعی تیسن

ابتدا گره های مجاور را بهم وصل می کنیم و سپس عمود منصف خطوط اتصال را رسم می کنیم.

خطوط عمود منصف، باعث بوجود آمدن مساحت هایی برای هر گره می شوند که نسبت مساحت به مساحت کل، همان نسبت بار گره به بار کل در نظر گرفته می شود.

$$C_j/C = A_j/A$$

۱۴-۱۹- روش نیمساز ها

در این روش، با رسم نیمساز های زوایای بوجود آمده پس از اتصال گره های مجاور بهم، مقدار نسبت بار لوله به بار کل شبکه حاصل می شود.

$$q_j = 1/2 \sum_i Q_{ij}$$

۱۴-۲۰- اعمال دبی آتش نشانی بر گره ها

سه گره که کمتر از همه گره ها فشار کمتری دارند را انتخاب و دبی آتش نشانی را بر آنها اعمال می کنیم.

دبی آتش نشانی + حداکثر دبی روزانه = دبی سه گره

۱۴-۲۱- محدودیت سرعت

$$0.3 \left(\frac{m}{s} \right) \leq V \leq 2 \left(\frac{m}{s} \right) \quad \text{حالت عادی}$$

$$0.3 \left(\frac{m}{s} \right) \leq V \leq 2.5 \left(\frac{m}{s} \right) \quad \text{حالت آتش نشانی}$$

سرعت حداقل، لازم الاجرا نیست.

۱۴-۲۲- دلایل ملاحظات حداکثر سرعت

- ۱- افزایش افت فشار
- ۲- افزایش هزینه تاسیسات برای ایجاد فشار
- ۳- امکان شکست لوله، به ویژه در پیوند ها
- ۴- جلوگیری از ضربه قوچ (چکش آبی)

۱۴-۲۳- ضربه قوچ (چکش آبی)

زمانی که یک توقف یا تغییر مسیر ناگهانی در مسیر سیال ایجاد شود، یک افزایش فشار ناگهانی خواهیم داشت. این فشار به صورت موج موقتا در طول سیال گسترده شده و باعث خسارت به لوله و یا شیر آلات می شود.

۱۴-۲۴- دلایل ملاحظات حداقل سرعت

- ۱- ایجاد رسوب در لوله
- ۲- تشکیل حباب توسط گازهای محلول در آب و ایجاد اختلال در جریان
- ۳- تغییر مزه و گوارایی آب

در صورت کمبود سرعت، از مخزن تزریق استفاده می شود.

۱۴-۲۵- سرعت بهینه از نظر اقتصادی و ایمنی لوله

$$\left(\frac{m}{s} \right) [0.8 - 1.2] \quad 500(mm) < \text{قطر لوله}$$

$$\left(\frac{m}{s} \right) [1.2 - 1.75] \quad 500(mm) > \text{قطر لوله}$$

بهترین فرض اولیه برای سرعت لوله ها، فرض $V = 1.2 \left(\frac{m}{s} \right)$ است تا گسستگی مقادیر موجب تخمین اشتباه نشود.

۱۴-۲۶- محدودیت فشار

$$14(m) \leq P \leq [60 - 80](m)$$

۱۴-۲۷- دلایل ملاحظات حداکثر فشار

- ۱- ظرفیت تحمل لوله ها
- ۲- خطر ترکیدن لوله در نقاط پست و گود
- ۳- خطر ترکیدن لوله در نیمه شب ها (بیبشینه و کمینه افت فشار)

۱۴-۲۸- دلایل ملاحظات حداقل فشار

- ۱- وجود فشار لازم برای مصرف کننده
- ۲- تامین افت فشار های لوله انشعاب و شیر ورودی و لوله کشی ساختمان
- ۳- ارتفاع ساختمان ها

۱۴ متر برای ساختمان یک طبقه در نظر گرفته شده است. به ازا هر طبقه، ۴ متر به فشار حداقل افزوده می شود.

۱۴-۲۹- تعیین قطر لوله

قطر لوله باید به میزان کمینه خود باشد و این کمینه، در شرایطی است که موجب کاهش فشار شبکه از حد مجاز نشود.

۱۴-۳۰- حداقل قطر داخلی لوله ها



۱۴-۳۱- ملاحظات طراحی شبکه فرعی

- ۱- حداکثر انشعابات روی یک شاخه شبکه فرعی، ۱۵۰ رشته است.
- ۲- حداکثر قطر لوله ها ۲۵۰ میلی متر است.

شبکه جمع آوری فاضلاب

۱-۱۵- تقسیم بندی فاضلاب

فاضلاب خانگی	فاضلاب صنعتی	رواناب سطحی
--------------	--------------	-------------

۱۵-۲- کارکرد شبکه جمع آوری فاضلاب

- ۱- بهداشتی بودن جمع آوری فاضلاب
- ۲- جلوگیری از ایجاد سیلاب در سطح شهر

۱۵-۳- فاضلاب خانگی

خواص این نوع فاضلاب ها در سطح کشور معمولاً ثابت است و نیاز به تصفیه کردن دارند.

۱۵-۴- فاضلاب صنعتی

در اثر مصرف آب توسط صنایع بوجود می آید و کیفیت آن متغیر است. در بعضی موارد، خطرناک ترین نوع فاضلاب محسوب می شود. این فاضلاب نیاز به تصفیه دارد.

۱۵-۵- رواناب سطحی

این رواناب ها، به دلایل زیر جزو فاضلاب محسوب می شوند. با هرچه افزایش ساخت و ساز در یک محیط، میزان رواناب به دلیل پایین آمدن تخلخل خاک کاهش پیدا می کند.

شسته شدن زمین های کشاورزی

- به علت ورود بقایای سموم و کود کشاورزی

باران های اسیدی

- به دلیل انتشار گاز های حاصل از سوخت فسیلی

First Flush

- آلودگی بسیار زیاد رواناب در دقایق اولیه بارش

۱۵-۶- روش های دفع فاضلاب

این کار به یکی از دو روش چاه و یا شبکه جمع آوری فاضلاب انجام می شود. چاه به طور طبیعی، امر تصفیه فاضلاب را انجام می

دهد. بهتر است از لحاظ بهداشتی، فاضلاب تصفیه شده وارد چرخه شود.

۱۵-۷- محدودیت های استفاده از چاه

سستی زمین – محدودیت فضا (فاصله چاه ها باید ۱۰-۱۵ متر باشد) – بالا بودن سطح آب زیر زمینی – ایجاد آلودگی در آب های زیر زمینی – بالا آمدن سطح آب زیر زمینی

۱۵-۸- مزایای شبکه جمع آوری فاضلاب

۱- جلوگیری از آلوده شدن منابع آب

۲- ایجاد منابع آب غیر متعارف

۱۵-۹- انواع شبکه های جمع آوری فاضلاب



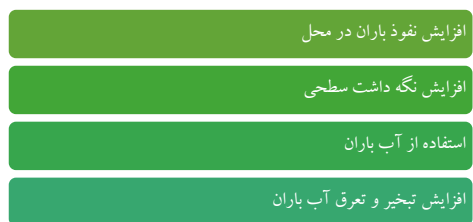
۱۵-۱۰- شبکه مرکب

شبکه ای که برای فاضلاب های رواناب سطحی و فاضلاب خانگی، به صورت اشتراکی تعبیه شده است. به علت نوسانات دبی این شبکه (CSO)، لازم است حجم مازاد به صورت رواناب سطحی و بدون تصفیه دفع شود.

۱۵-۱۱- راه حل های کاهش اثرات منفی CSO در شبکه مرکب

- ۱- کاهش حجم رواناب ورودی به سیستم جمع آوری فاضلاب
- ۲- کاهش مقدار آلودگی موجود در فاضلاب مرکب در هنگام بارندگی
- ۳- افزایش ظرفیت و بازدهی تصفیه خانه ها

۱۵-۱۲- نحوه کاهش حجم رواناب ورودی به شبکه مرکب



۱۵-۱۳- نحوه کاهش مقدار آلودگی آب شبکه مرکب

رسوب برداری و شست و شوی دوره ای فاضلاب رو ها و ورودی های آب باران

۱۵-۱۴- نحوه افزایش ظرفیت و بازدهی تصفیه خانه

- ۱- استفاده از منابع ذخیره مازاد حجم فاضلاب در تصفیه خانه
- ۲- تصفیه تدریجی حجم مازاد پس از بارش

۱۵-۱۵- شبکه مجزا

در این شبکه، فاضلاب های خانگی و رواناب ها به صورت مجزا جمع آوری شده و انتقال پیدا می کنند. برای انتقال فاضلاب خانگی از لوله و برای انتقال رواناب از سطح جوی یا کانال استفاده می شود.

۱۵-۱۶- محاسن شبکه مجزا

- ۱- رها سازی رواناب بدون انجام تصفیه
- ۲- داشتن حجم فاضلاب کمتر و تاسیسات کمتر
- ۳- داشتن ثبات غلظت فاضلاب ورودی و افزایش کارآمدی تصفیه خانه
- ۴- اجرای جداگانه پروژه کانال های سطحی (برای رواناب) و پروژه لوله کشی (برای فاضلاب)
- ۵- زیر زمینی بودن لوله های فاضلاب و سطحی بودن رواناب ها
- ۶- مشکلات محیط زیستی کمتر به دلیل رها نشدن فاضلاب در طبیعت

۱۵-۱۷- معایب شبکه مجزا

- ۱- هزینه بیشتر برای ساخت سیستم مجزا
- ۲- رها سازی رواناب سطحی بدون تصفیه
- ۳- امکان تخلخل دو شبکه مجزا در هم
- ۴- در شبکه لوله های فاضلاب به دلیل رسوبات، نیاز به شست و شوی منظم است.

۱۵-۱۸- ضوابط انتخاب نوع شبکه

۱- شیب زمین

در صورتی که شیب تند باشد، شبکه مجزا و در صورت کند بودن شیب، شبکه مرکب جهت شستشو توسط باران پیشنهاد می شود.

۲- امکان رگبار های شدید با دوره تناوب بالا (شهر های جنوبی)

در این حالت شبکه مجزا تعبیه می شود.

۳- وجود مسیل، دریاچه یا رودخانه در کنار شهر (شهر های ساحلی)

در این حالت شبکه مجزا تعبیه می شود.

۴- شهر ها در حاشیه رودخانه ها و مسیل های خشک

در این حالت، رواناب های سطحی توسط کانال های جمع آوری آب باران و شبکه مجزا تعبیه می شود.

۵- شهر ها با تعداد روز های بارندگی زیاد

در این حالت، با انجام مطالعات کافی، شبکه مرکب تعبیه می شود و می تواند توجیه اقتصادی داشته باشد.

۱۵-۱۹- شبکه مجزا بهبود یافته

در این حالت، در صورتی که رواناب های سطحی کمتر از ۵ برابر میانگین فاضلاب های خانگی باشد، به صورت مرکب با فاضلاب ترکیب و مازاد آن به صورت سطحی به آب های طبیعی هدایت می شود.

۱۵-۲۰- شبکه قسمتی مجزا

در این حالت، قسمتی از رواناب های سطحی با جریان فاضلاب ترکیب و قسمت باقی به آب های طبیعی هدایت می شود.

۱۵-۲۱- شبکه های نوین (LID)

در این شبکه، هدف بر این است که کاهش حجم رواناب سطحی، کاهش آلودگی رواناب سطحی، کاهش تاثیر منفی شهر نشینی بر چرخه آب و کاهش آلودگی آب صورت گیرد با تاکید بر اینکه آب در محل به کمک نفوذ، ذخیره شود و کیفیت آن بهبود یابد.

۱۵-۲۲- مثال های شبکه های نوین

سلول های نگه دارنده زیستی (Bio-Retention Cells) – باغ باران (Rain Garden) – بام سبز (Green Roof) – ترانشه نفوذ (Infiltration Trench) – روسازی متخلخل (Permeable Pavement) – بشکه باران (Rain Barrel) – پوشش گیاهی (Vegetative Swale) – روش نوار فیلتر (Filter Strip)

۱۵-۲۳- مشکلات مدیریت سنتی رواناب سطحی

۱- کاهش تغذیه آب های زیر زمینی

۲- هزینه بالای تاسیسات در پایین دست به دلیل حجم بالای رواناب

۳- حجم بیشتر و افزایش تعداد دفعات CSO

۴- شدت دادن تاثیرات منفی شهر نشینی بر چرخه آب

۱۵-۲۴- مزایای مدیریت نوین رواناب سطحی



۱۵-۲۵- روش های مدیریت آلودگی رواناب ها

۱- روش های غیر سازه ای:

به معنای کنترل منابع آلودگی و پایش منظم و ممانعت از ورود فاضلاب به کانال آب های سطحی.

۲- روش های سازه ای:

روش های توسعه کم اثر یا LID.

ویژگی فاضلاب

۱۶-۱- خواص و ویژگی های فاضلاب



۱۶-۲- رنگ فاضلاب

نشان دهنده عمر آن است. به این صورت که فاضلاب تازه رنگ خاکستری دارد و با گذر زمان، رنگ آن تیره می شود.

۱۶-۳- بوی فاضلاب

ناشی از تجزیه مواد آلی در فاضلاب است و با کهنه شدن فاضلاب، این بو غیر قابل تحمل تر می شود. بوی فاضلاب کهنه،

بیشتر در اثر فعالیت های گاز سولفور هیدروژن و تبدیل سولفات به سولفیت توسط باکتری های بی هوازی است.

۱۶-۴-درجه اسیدی

فاضلاب خانگی و تازه درجه اسیدی تقریبا خنثی دارد و با ماندن فاضلاب، این درجه اسیدی بیشتر می شود.

۱۶-۵-دمای فاضلاب

دمای فاضلاب معمولا بیشتر از دمای آب آن محیط است و در زمستان کمتر از ۱۰ درجه نشده و در روز های معمولی حدود ۲۰ درجه است.

۱۶-۶-مواد خارجی در فاضلاب

مواد خارجی موجود در فاضلاب به صورت آلی و معدنی هستند که ۷۰ درصد این مواد محلول و ۳۰ درصد آن به صورت معلق در فاضلاب هستند.

۱۶-۷-میزان آلودگی فاضلاب

این میزان برای فاضلاب های خانگی تقریبا ثابت است. حدود ۵ الی ۱۰ دقیقه اول بارش، آب باران بسیار آلوده خواهد بود.

۱۶-۸-معیار اندازه گیری آلودگی فاضلاب

معیار اندازه گیری آلودگی، BOD یا میلی گرم اکسیژن لازم برای اکسید شدن مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب توسط باکتری ها است.

نوع آب	BOD	نوع آب	BOD
آب خالص/آشامیدنی	0	آب نیمه کثیف	8
آب کاملا تمیز	1	آب خیلی کثیف	20
آب نسبتا تمیز	3	فاضلاب خانگی رقیق	200
آب رودخانه ای تمیز	1-3	فاضلاب خانگی متوسط	300
آب رودخانه ای متوسط	3-5	فاضلاب خانگی غلیظ	400
آب رودخانه ای کثیف	5-8	فاضلاب صنعتی	2000-5000

مقدار فاضلاب

۱۷-۱-تعیین مقدار فاضلاب

فاضلاب خانگی	• رابطه مستقیم با آب مصرفی خانگی
فاضلاب صنعتی	• بسته به نوع صنعت و متغیر نسبت به آن
رواناب سطحی	• استفاده از دبی پیک رواناب در سیستم

در تعیین مقدار فاضلاب، جمعیت شهر را جمعیت دوره طرح در نظر می گیریم.

۱۷-۲-بازه دوره طرح

این بازه برای شبکه فاضلاب حدود ۲۵ الی ۴۰ سال و برای تصفیه خانه، حدود ۱۰ الی ۲۰ سال است.

۱۷-۳-جریان هوای خشک (DWF)

به جریان فاضلاب در ایام بدون باران و برف گفته می شود. پس تنها جریان خود فاضلاب در نظر گرفته می شود.

۱۷-۴-تعیین مقدار جریان هوای خشک

در سرانه مصرف آب، نباید مصارف فضای سبز و تلفات فیزیکی آب در نظر گرفته شود.

ضریب تبدیل آب به فاضلاب × سرانه مصرف روزانه DWF

جمعیت دوره طرح ×

ضریب تبدیل آب به فاضلاب بسته به شرایط منطقه از ۵۰ تا ۷۰ درصد متغیر است.

۱۷-۵-نشت ها و آب های نفوذی

آب بارندگی از تاسیسات شبکه نفوذ کرده و وارد سیستم فاضلاب می شود. مقدار این آب تحت تاثیر موارد زیر است:

تراز آب زیر زمینی	میزان بارندگی	جنس خاک	جنس فاضلاب رو
مقدار این آب از ۰.۴ الی ۰.۶ لیتر بر ثانیه به ازاء هر هکتار، متغیر است.			

۱۷-۶-تعیین دبی طراحی فاضلاب خانگی

نشت و آب نفوذی × دبی اضافه $Q_{design} = Q_{max}$

$Q_{max} = Q_{avg} \times K_{max}$

$$K_{max} = \frac{5}{p^{0.167}}$$

$$K_{min} = \frac{1}{K_{max}} = \frac{p^{0.167}}{5}$$

« که در این رابطه، Q_{avg} دبی میانگین روزانه جریان فاضلاب در هوای خشک (DWF)، K_{max} ضریب حداکثر جریان فاضلاب و P جمعیت دوره طرح بر حسب هزار نفر است»

دبی اضافی مربوط به بعضی از واحد های خاص مانند حمام عمومی و کارواش است.

۱۷-۷-تعیین ضریب بهره برداری شبکه فاضلاب

به دلیل مسائل اقتصادی و فنی، برخی از خانه های شهر به شبکه فاضلاب متصل نیستند که باید این موضوع در محاسبات لحاظ شود.

۱۷-۸-تعیین دبی پیک رواناب

فرض کنیم بارش با شدت یکنواخت I و در کل مساحت حوضه ای به مساحت A انجام می شود. بر اساس معادله تجربی زیر، داریم:

$$Q_p \left(\frac{m^3}{s} \right) = 0.278 \times C \times i \left(\frac{mm}{hr} \right) \times A (km^2)$$

« که در این رابطه، C ضریب رواناب است»

عامل اصلی و تعیین کننده ضریب رواناب، نوع و کاربری زمین است. اگر یک منطقه دارای چند کاربری باشد، از میانگین وزنی استفاده می کنیم.

۱۷-۹-زمان تمرکز

به معنی مدت زمانی است که آب لازم دارد تا آب از دورترین نقطه حوزه بیرون برود.

۱۷-۱۰-تعیین شدت بارش

برای تعیین شدت بارش، از نمودار شدت، مدت و دوره استفاده می کنیم که محور افقی این نمودار زمان تمرکز است.

۱۷-۱۱-دوره بازگشت

این مقدار برای کانال های اصلی حدود ۲۵ سال و برای کانال های فرعی و مسکونی حدود ۲ الی ۵ سال است.

تجهیزات شبکه فاضلاب

۱۸-۱-تجهیزات شبکه فاضلاب

فاضلاب رو ها	دریچه بازدید	حوضچه شستشو	ورودی آب باران
	منع نگهدارند آب باران	سیفون معکوس	

۱۸-۲-فاضلاب رو ها

پساب و فاضلاب ها جمع آوری شده و به تصفیه خانه و یا به منابع طبیعی آب باز می گردانند. این فاضلاب رو ها به صورت نیمه پر استفاده می شوند و معادلات کانال باز بر آنها حاکم است.

۱۸-۳-تعیین شکل فاضلاب رو ها

ابتدا نسبت مقدار کمترین دبی فاضلاب در حالت بدون بارندگی را به مقدار بیشترین آن در حالت بارندگی، محاسبه می کنیم. با هرچه کمتر بودن این نسبت، امکان ته نشینی مواد معلق بیشتر خواهد شد. با توجه به این نسبت، می توان شکل فاضلاب را تعیین نمود.

۱۸-۴-انواع مقاطع فاضلاب رو ها

مقطع دایره ای	مقطع تخم مرغی	مقطع دایره ای با شعاع متفاوت
---------------	---------------	------------------------------

۱۸-۵-مقطع دایره ای

ساخت این مقطع بسیار آسان و ارزان است اما امکان ته نشینی در زمانی که نسبت کمترین به بیشترین دبی کوچک باشد، زیاد است.

۱۸-۶-مقطع تخم مرغی

در این مقطع در صورت کوچک بودن نسبت کمترین دبی به بیشترین دبی، ارتفاع کافی برای فاضلاب وجود دارد و امکان ته نشینی کم است اما این مقطع گران است و نیاز به عمق بیشتری برای شبکه فاضلاب دارد.

۱۸-۷-مقطع دایره ای با شعاع متفاوت

مقطعی بین مقطع دایره ای و مقطع تخم مرغی

۱۸-۸-معیار های انتخاب جنس فاضلاب رو

معیار های اقتصادی	معیار های سازه ای	معیار های هیدرولیکی	معیار های زیست محیطی
-------------------	-------------------	---------------------	----------------------

برای لوله های فاضلاب رو، انتخاب هر دو نوع لوله منعطف و صلب مجاز است.

تجهیزات شبکه فاضلاب

۱-۱۹- تجهیزات شبکه فاضلاب

دریچه بازدید یا Manhole	حوضچه شستشو	ورودی آب باران
سرریز آب باران	منبع نگهدارنده آب باران	سیفون معکوس

۲-۱۹- دریچه بازدید یا Manhole

این دریچه ها برای بازدید، تمیز کردن شبکه و تعمیر آن قرار داده می شود. جنس این دریچه ها یا به صورت بتنی، یا آجری و یا پلی اتیلن است. مناطق مورد نیاز جهت نصب این دریچه، به صورت زیر است:

تقاطع لوله ها	تغییر شیب لوله ها	ابتدای هر خط
وجود اختلاف ارتفاع	تغییر جهت مسیر لوله	هر ۷۰ الی ۱۵۰ متر در مسیر

۳-۱۹- حوضچه شستشو

ته نشینی در فاضلاب ها غیر قابل اجتناب است. در نتیجه باید مواد ته نشین شده را شستشو داد. در مناطقی که سرعت شستشوی مناسب اتفاق نیافتد، از حوضچه شستشو استفاده می کنیم تا آب به صورت آبی با حجمی مشخص وارد شبکه شود.

۴-۱۹- ورودی آب باران

این ورودی ها معمولاً میان پیاده رو و سواره رو ساخته می شود و وظیفه جمع آوری آب رواناب را بر عهده دارد. فاصله ورودی ها باید ۳۰ الی ۱۰۰ متر باشد و برای هر ۳۰۰ الی ۶۰۰ متر مربع، یک دهانه در نظر گرفته می شود.

۵-۱۹- سرریز آب باران

در شبکه های مرکب، دبی فاضلاب در حالت بارندگی ممکن است به چندین برابر دبی حالت خشک برسد و از ظرفیت تصفیه

خانه بیشتر شود. در این حالت در نقاط مناسبی از شبکه، سرریزی قرار می دهیم که حجم فاضلاب اضافی را از شبکه خارج کند.

۶-۱۹- منبع نگهدارنده آب باران

وظیفه این منبع، ذخیره آب باران هنگام رگبار شدید و پس دادن دوباره آن به شبکه پس از بارش است. این کار به نوعی دبی شبکه فاضلاب هنگام سیلاب را تنظیم و ذخیره می کند.

۷-۱۹- سیفون معکوس

سازه ای است برای عبور جریان فاضلاب از زیر موانع موجود در مسیر خط فاضلاب رو. این سازه به صورت جریان تحت فشار طراحی می شود.

به خاطر تحت فشار بودن جریان، از سه لوله با سایز کوچک متوسط و بزرگ در سازه استفاده می شود تا لوله ها پر و جریان تحت فشار شود.

۸-۱۹- استفاده از پمپ در شبکه فاضلاب

به علت وجود مواد معلق، استفاده از پمپ راحت نیست و تنها در شرایطی که شب شهر کم باشد، حداقل سرعت برقرار نباشد و برای ورود به تصفیه خانه، از پمپ استفاده می شود.

۹-۱۹- فرضیات هیدرولیک شبکه فاضلاب

۱- سرعت جریان فاضلاب در لوله ثابت است.

$$\frac{\partial}{\partial t} v = 0$$

۲- جریان فاضلاب یکنواخت است.

$$\frac{\partial}{\partial x} v = 0$$

۳- جریان فاضلاب با دبی ثابت است.

۴- شیب کانال معادل شیب خط انرژی و شیب سطح آزاد است.

۱۰-۱۹- رابطه مانینگ

این رابطه در هیدرولیک کانال های باز بسیار پر کاربرد است و ارتباط میان سرعت، افت فشار و ابعاد کانال را برقرار می کند.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

«که در این رابطه، n ضریب زبری مانینگ، R شعاع هیدرولیکی و S شیب کانال است»

۱۱-۱۹- دبی حالت نیمه پر کانال

در این حالت، از معادلات زیر برای محاسبه نسبت دبی ها استفاده می کنیم:

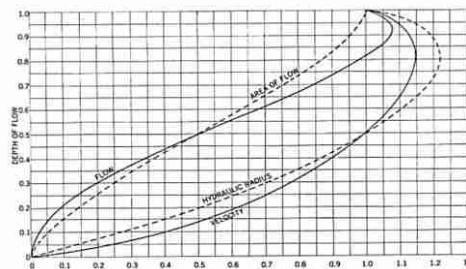
$$\theta(h) = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$

$$\frac{A_p(h)}{A_f} = \left(\frac{\theta(h)}{360} - \frac{\sin \theta}{2\pi} \right)$$

$$\frac{R_p(h)}{R_f} = \left(1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi \theta} \right)$$

$$\frac{V_p(h)}{V_f} = \left(\frac{R_p(h)}{R_f} \right)^{\frac{2}{3}} \quad \frac{Q_p(h)}{Q_f} = \left(\frac{A_p(h)}{A_f} \right) \left(\frac{R_p(h)}{R_f} \right)$$

با استفاده از نمودار نیز می توان مقدار نسبت دبی حالت نیمه پر به پر را محاسبه نمود.



۱۲-۱۹- محدودیت های شبکه فاضلاب

محدودیت قطر	محدودیت سرعت	محدودیت شیب
محدودیت عمق آب	محدودیت عمق نصب	

۱۳-۱۹- محدودیت قطر

قطر حداقل در مسیر فرعی باید ۲۰۰ میلی متر باشد. اگر سرعت زیاد و تعداد انشعابات کم باشد، از قطر ۱۵۰ میلی متر هم می توان استفاده کرد. قطر لوله های باران در شبکه مجزا حداقل ۲۵۰ میلی متر و قطر لوله ها در شبکه درهم ۲۵۰ میلی متر است. حداکثر قطر لوله ها نیز ۸۰۰ الی ۱۲۰۰ میلی متر است.

۱۴-۱۹- محدودیت سرعت

حداقل سرعت برای فاضلاب با مواد آلی ۰/۳ متر بر ثانیه و برای فاضلاب با شن و ماسه ۰/۶ الی ۰/۷۵ متر بر ثانیه است.

۱۵-۱۹- نکات محدودیت سرعت

- ۱- کمترین سرعت در آغاز بهره برداری محاسبه می شود.
- ۲- ضریب بهره برداری از شبکه در نظر گرفته شود.
- ۳- کمترین سرعت برای حالت خشک و بدون بارندگی محاسبه شود.
- ۴- نشت آب صفر در نظر گرفته شود.

۱۶-۱۹- حداقل شیب و سرعت فاضلاب

حداقل شیب و سرعت مجاز در فاضلابرو در شبکه های مرکب	شیب	قطر (میلی متر)
۰/۹	۰/۰۰۷۲	۲۵۰
	۰/۰۰۴۱	۳۰۰
	۰/۰۰۳۱	۴۰۰
۱/۰	۰/۰۰۲۴	۵۰۰
	۰/۰۰۲۰	۶۰۰
	۰/۰۰۱۷	۷۰۰
۱/۱	۰/۰۰۱۵	۸۰۰
	۰/۰۰۱۴	۹۰۰
	۰/۰۰۱۳	۱۰۰۰
	۰/۰۰۱۰	۱۲۰۰ و بزرگتر

حداقل شیب و سرعت مجاز در فاضلابرو در شبکه های مجزا	شیب	قطر (میلی متر)
۰/۷	۰/۰۰۶۰	۲۰۰
	۰/۰۰۳۳	۲۵۰
	۰/۰۰۲۷	۳۰۰
۰/۸	۰/۰۰۲۰	۴۰۰
	۰/۰۰۱۶	۵۰۰
	۰/۰۰۱۴	۶۰۰
۰/۹	۰/۰۰۱۲	۷۰۰
	۰/۰۰۱۰	۸۰۰ و بزرگتر

۱۷-۱۹- محدودیت ارتفاع آب

دلیل برقرار بودن ارتفاع آب حداقلی، پایین آوردن احتمال ته نشین شدن است. حداقل عمق آب به صورت زیر است:

$$D > 0.1D \quad D > 2 \text{ to } 3 \text{ cm}$$

حداکثر عمق آب نیز به صورت زیر است.

$$\frac{h}{D} \leq 65\% \quad (\text{لوله با قطر کمتر از } ۴۰۰)$$

$$\frac{h}{D} \leq 75\% \quad (\text{لوله با قطر بیشتر از } ۴۰۰)$$

۱۸-۱۹- عمق نصب فاضلابرو ها

حداکثر عمق نصب فاضلاب، وابسته به موارد زیر است:

عمق یخبندان	بار های وارده	روش اجرا
دریافت انشعابات خانگی	جنس خاک	عمق آب زیر زمینی

بر این اساس، پوشش خاک روی فاضلاب رو در خیابان های اصلی حداقل ۱/۲ متر، روی فاضلاب های در معابر دیگر ۰/۹ متر و حداکثر عمق نیز ۷/۵ متر است.

۱۹-۱۹- مراحل طراحی شبکه جمع آوری فاضلاب

۱- تهیه نقشه توپوگرافی

مقیاس ۱/۵۰۰۰ تا ۱/۱۰۰۰۰ برای آگاهی از وضعیت کلی عوارض طبیعی اطراف شهر و بررسی امکان ورود سیلاب و مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۲۵۰۰ برای محاسبه دقیق شبکه و تراز یابی دقیق.

۲- انتخاب مسیر لوله ها

۳- نامگذاری منظم لوله ها و دهانه های بازدید

۴- تعیین حوزه آبریز و مساحت مربوطه به هر قطعه لوله

۵- محاسبه مقدار فاضلاب هر لوله

۶- طراحی هر لوله با توجه به محدودیت ها

۷- تهیه پروفیل های طولی

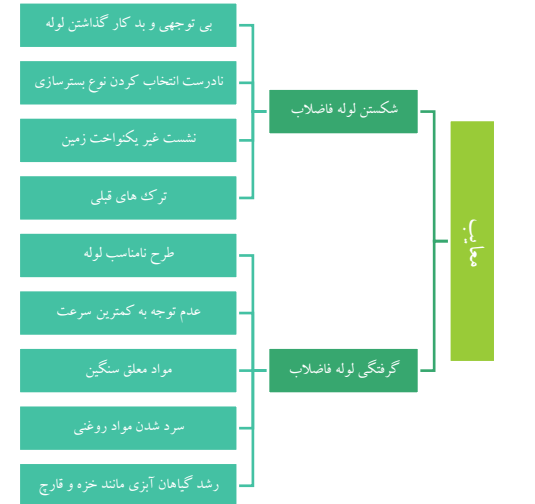
۸- تهیه جدول و نوشتن نتایج محاسبه لوله ها

نگهداری شبکه فاضلاب

۲۰-۱- نگهداری شبکه جمع آوری فاضلاب

به معنای تمیز نگه داشتن و تامین کار منظم شبکه فاضلاب است. در صورت دیدن علائمی از نارسائی های احتمالی، لازم است فوراً اقدام به برطرف نمودن آن شود.

۲۰-۲- معایب احتمالی شبکه جمع آوری فاضلاب



۲۰-۳- نشانه های مقدماتی گرفتگی لوله فاضلاب

۱- پس زدن فاضلاب در آدم رو

۲- کف کردن و متعفن شدن فاضلاب

۳- ته نشین شدن مواد لجنی روی سکو ها

۲۰-۴- نوسازی لوله فاضلاب

لوله های فاضلاب دارای عمر محدودی هستند. در اثر خوردگی ناشی از گاز ها و مواد شیمیایی و ساییده شدن توسط شن و ماسه، دیواره لوله ها سوراخ می شود و با محل اتصالات باز می شود.

۲۰-۵- روش های نوسازی لوله فاضلاب

۱- جایگزینی لوله

کاربرد این روش در زمین های در دسترس محدود است و به دلیل منحرف سازی فاضلاب هنگام تعمیر، گران ترین روش است.

۲- ایجاد لوله تازه به موازات لوله فرسوده

در این روش، آدم رو های ابتدا و انتهای لوله فرسوده شده با لوله ای نو پیوند داده می شوند. هنگام عملیات، از لوله فرسوده به طور موقت استفاده می شود تا فاضلاب عبور داده شود.

۳- تعمیر لوله

ممکن است لوله ای پلاستیکی داخل لوله فرسوده قرار داده شود یا لوله موجود با پوشش پلاستیکی آب بندی شود.

کنترل بو در شبکه فاضلاب

۲۱-۱- علت تولید بو در فاضلاب

باکتری های بی هوازی موجود در فاضلاب، مواد آلی را تجزیه می کنند که این عمل موجب تولید گاز سولفید هیدروژن می شود و بوی نامطبوع تولید کرده و ایجاد خوردگی می کند.

۲۱-۲- عوامل تاثیر گذار بر بوی فاضلاب



۲۱-۳- گام های اساسی کنترل تولید و انتشار بو

۱- تخمین پتانسیل تشکیل گاز سولفید هیدروژن

۲- تعیین محل های خروج و انتشار گاز سولفید هیدروژن

۳- اتخاذ تصمیمات و اقدامات اصلاحی طراحی در مناطق با پتانسیل تولید گاز بالا

۲۱-۴- تعیین خطر غلظت سولفید هیدروژن

اگر سولفید هیدروژن از ۳ گرم بر متر مکعب بیشتر باشد، گاز پتانسیل بالا برای ایجاد بو دارد، اگر کمتر از ۰/۵ گرم بر متر مکعب باشد، پتانسیل ایجاد بو قابل توجه نیست و اگر بیشتر از ۳۰۰ گرم بر متر مکعب باشد، گاز خطر جانی دارد.

۲۱-۵- عوامل فشرده گی گاز سولفید هیدروژن

۱- بالا بودن ارتفاع جریان نسبت به قطر فاضلاب رو

۲- کمتر بودن قطر فاضلاب روی پایین دست نسبت به بالا دست

۳- وجود سیفون وارون در شبکه

۴- پرش هیدرولیکی در شبکه و ایجاد اغتشاش در جریان

۵- کاهش ناگهانی شیب در دو فاضلاب روی متوالی

۶- تلاقی دو فاضلاب رو با زاویه نامناسب

۲۱-۶- زاویه مناسب تلاقی فاضلاب فرعی به اصلی

به نسبت جهت جریان فاضلاب اصلی، تا زاویه ۴۵ درجه زاویه مناسب، زاویه ۴۵ تا ۹۰ درجه قابل قبول و بیشتر از آن زاویه اتصال نامناسب خواهد بود.

۲۱-۷- اقدامات کنترل خروج گاز سولفید هیدروژن

۱- پیشگیری از تشکیل رسوب با توجه به حداقل سرعت و شیب
۲- جلوگیری از شرایط بی هوازی با کاهش زمان ماند (کمتر از ۴ ساعت)

۳- عدم استفاده از لوله های آسیب پذیر در برابر خوردگی برای فاضلاب رو

۴- تغییر در طراحی هیدرولیکی شیب شکن ها با اغتشاش کمتر در پرش های هیدرولیکی

۵- تعبیه لوله ای کوچک برای خروج گاز در بالای سیفون معکوس

۲۱-۸- معیار سنجش اثربخشی روش ها

اکسیژن محلول بیشتر از ۵/۰ میلی گرم بر لیتر	سولفید محلول کمتر از ۳/۰ میلی گرم بر لیتر
سولفید هوای بالا فاضلاب کمتر از ۵ ppm	PH در سطوح بتنی بیشتر از ۴

۲۱-۹- روش های کنترل گاز در صورت نبود شرایط برای اقدامات اصلی

۱- تصفیه فاز مایع

اضافه کردن مواد شیمیایی ویژه به جریان فاضلاب (نیترات کلسیم) به منظور تامین شرایط قلیایی و محدود کردن تولید گاز

۲- کنترل فاز گاز

محبوس کردن گاز های بد بو جهت جلوگیری از انتشار آنها و مسدود کردن سوراخ ها و درز های موجود در آدم رو ها با استفاده از مخلوط قیر و ماسه. در این روش امکان نفوذ گاز به بخش های دیگر وجود دارد. پس تله گاز یا سازه مارپیچ در آدم رو ایجاد می شود.

۳- تصفیه فاز گاز

بوزدایی از گاز پیش از انتشار به خارج با عبوردهی از فیلتر های ویژه تصفیه

۴- تهویه تحت فشار شبکه فاضلاب

نصب فن های مکنده و دمنده در مناطق مناسب جهت هوادهی و تهویه شبکه فاضلاب به صورت تحت فشار.

۵- کنترل فاضلاب ورودی به شبکه

اجرای قوانین محدود کننده برای صنایع و کارگاه های محلی

شستشوی شبکه فاضلاب

۲۲-۱- انواع شستشو شبکه فاضلاب

۱- شستشوی پیش گیرانه دوره ای

جلوگیری از رسوب گذاری و بروز انسداد، کاهش تولید گاز های بدبو و جلوگیری از خوردگی جداره فاضلاب رو ها

۲- شستشوی اضطراری

در صورت کمبود ظرفیت هیدرولیکی فاضلاب جهت رفع انسداد و گرفتگی فاضلاب رو

۳- شستشوی پیش از ویدیومتری

پاکسازی فاضلاب رو به منظور آماده سازی محیط کار و تشخیص بهتر شرایط فاضلاب رو

۴- شستشوی پیش از بهسازی شبکه

آماده سازی سطح داخلی فاضلاب رو ها برای تعمیر پوشش موجود یا اجرای روکش جدید

۲-۲-۲- شرایط بهینه برای ته نشینی رسوبات (شستشو)

- ۱- زمین با شیب طبیعی کم
- ۲- لوله های فرعی با قطر ۱۵ - ۲۰ سانتی متر به علت عبور دبی کم از آنها
- ۳- آغاز بهره برداری به دلیل کم بودن جمعیت و یا ضریب بهره برداری

۲-۲-۳- محدودیت های سرعت شستشو

حداقل شیب و سرعت مجاز در فاضلابرو در شبکه های مرکب		
قطر (میلی متر)	شیب	سرعت شستشو (متر بر ثانیه)
۲۵۰	۰/۰۰۷۲	۰/۹
۳۰۰	۰/۰۰۴۱	
۴۰۰	۰/۰۰۳۱	
۵۰۰	۰/۰۰۲۴	۱/۰
۶۰۰	۰/۰۰۲۰	
۷۰۰	۰/۰۰۱۷	
۸۰۰	۰/۰۰۱۵	۱/۱
۹۰۰	۰/۰۰۱۴	
۱۰۰۰	۰/۰۰۱۳	
۱۲۰۰ و بزرگتر	۰/۰۰۱۰	

حداقل شیب و سرعت مجاز در فاضلابرو در شبکه های مجزا		
قطر (میلی متر)	شیب	سرعت شستشو (متر بر ثانیه)
۲۰۰	۰/۰۰۶۰	۰/۷
۲۵۰	۰/۰۰۳۳	
۳۰۰	۰/۰۰۲۷	
۴۰۰	۰/۰۰۲۰	۰/۸
۵۰۰	۰/۰۰۱۶	
۶۰۰	۰/۰۰۱۴	
۷۰۰	۰/۰۰۱۲	۰/۹
۸۰۰ و بزرگتر	۰/۰۰۱۰	

۲-۲-۴- تاسیسات شستشو شبکه خودکار

حوضچه شستشو
(Flush Tank)

سیستم هیدروسلف
(Hydroself)

سیستم هیدروفلش
(Hydroflush)

۲-۲-۵- حوضچه شستشو

در مناطقی به کار می رود که سرعت شستشوی مناسب اتفاق نمی افتد و یا به عللی بخواهیم به سرعت فاضلاب را از محیط دور کنیم. در این سیستم آب به صورت دفعی وارد سیستم می شود.

۲-۲-۶- سیستم هایدرس

جریان را به صورت ناگهانی برای پاکسازی فاضلاب رو تخلیه می کند. این سیستم به دلیل سادگی و شستشوی شبکه فاضلاب بدون نیاز به برق و آب تمیز شهرت دارد. تعداد دریچه ها و فاصله بین آنها در این سیستم به ویژگی های مواد رسوبی، شیب طولی و ضریب زبری بستگی دارد.

۲-۲-۷- سیستم Hydrosself

این سیستم به صورت ناگهانی جریان را بدون نیاز به برق و آب تمیز رها می کند. کاربرد این سیستم زمانی است که نیاز به رسوب زدایی کانال ها، مخازن نگه داشت موقت جریان، تونل ها و جمع کننده های اصلی فاضلاب باشد.

۲-۲-۸- سیستم Hydroflush

اگر دبی جریان فاضلاب کم باشد، ذخیره کردن فاضلاب در یک محفظه به منظور شستشو مجاری به دلیل زیاد بودن مدت پر شدن محفظه عملی نیست. در این حالت از Hydroflush استفاده می شود.