

تأسیسات و زیرساخت‌های شهری

خلاصه‌ای از کتاب زیرساخت‌های شهری / جلد اول / دکتر مصطفی بهزادفر

تأسیسات شهری

منظور از تأسیسات شهری عبارت است از عناصر، امکانات و خدماتی که به منظور رفع نیازها، تأمین رفاه و ارتقای کیفیت زندگی ساکنین شهر تعیین و ایجاد شده‌اند. تأسیسات شهری، طیف گسترده‌ای از عناصر، امکانات و خدمات شهری را شامل می‌شوند که تأمین کننده نیازهای ارتباطی، بهداشتی، آموزشی، امنیتی، درمانی، رفاهی و ... را در بر می‌گیرد. چنین تأسیسات و تجهیزاتی علاوه بر آنکه از احتیاجات اساسی یک جامعه شهری است، می‌تواند معیار سنجش توسعه شهرها از جهات مختلف به حساب آید. در شهرها، احداث و توسعه تأسیسات شهری به صورت تدریجی است و تجهیز شهر در مراحل مختلف توسط دستگاه‌ها و سازمان‌های متفاوتی صورت می‌پذیرد.

به طور کلی، کاربری‌های تجهیزات شهری، تسهیلات شهری و خدمات شهری نیز در دسته تأسیسات شهری قرار می‌گیرند با اینکه نگاه متفاوتی به آنها وجود دارد.

تأسیسات شهری مانند: شبکه آبرسانی، شبکه جمع آوری فاضلاب و آب‌های سطحی، شبکه توزیع برق، شبکه گازرسانی، شبکه تلفن و اینترنت، جایگاه‌های تأمین سوخت و ...

تجهیزات شهری مانند: پایانه‌های مسافربری (فرودگاه، قطار، اتوبوس و ...)، کشتارگاه‌ها، میادین میوه و تره‌بار، آرامستان‌ها، ایستگاه‌های آتش‌نشانی، غسالخانه‌ها، پارکینگ‌ها، سردخانه‌ها، ایستگاه دفع پسماندهای شهری و ...

تاریخچه تأسیسات شهری

اولین نشانه‌ها از وجود تأسیسات شهری در تاریخ تمدن هند در شهر «هاراپا» یافت شده است که در آن، سیستمی جهت انتقال فاضلاب و پاکسزی شهر بوده است اما بنا بر گفته تاریخ‌نگاران، اولین سیستم زهکشی متعلق به رم باستان می‌باشد.

تاریخچه تأسیسات شهری در ایران به ایجاد قنات‌ها به منظور بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و انتقال آن به صورت بهینه و با کمترین میزان اتلاف و تبخیر و آلودگی باز می‌گردد. تأسیسات مدرت اولین بار در پی کمیسیون در لندن به منظور تصویب قانون بهداشت عمومی پس از انقلاب صنعتی شکل گرفت که منجر به ایجاد سیستم دفع فاضلاب و سیستم انتقال آب سالم گردید.

تأسیسات برق در سال‌های ۱۲۰۸ تا ۱۲۷۰ و تأسیسات آب در سال‌های ۱۳۰۶ تا ۱۳۰۷ برای اولین بار در ایران تأسیس شد.

تاریخچه تأسیسات شهری در ایران به ایجاد قنات‌ها به منظور بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و انتقال آن به صورت بهینه و با کمترین میزان اتلاف و تبخیر و آلودگی باز می‌گردد.

فصل اول: آبرسانی شهری

کاربرد مطالعه منابع آب در شهرسازی

- تامین آب مورد نیاز مصارف شهری و صنعتی
- تامین آب مورد نیاز مصارف آبیاری و باغبانی شهری
- شناسایی حوزه آبخیز آب های سطحی
- ارزیابی امکان ذخیره سازی آب های سطحی
- پیش بینی خطرات ناشی از بروز سیل
- آگاهی از قدرت تخریب جریان های سطحی برای اقدامات مربوط به حفاظت خاک و آبخیزداری
- امکان جمع آوری آب های سطحی در حوزه های بسته اطراف شهرها به منظور احداث دریاچه های مصنوعی برای زیبا سازی و منظرسازی شهرها
- هدایت و کنترل آب های سطحی
- برآورد امکانات تخلیه آب های سطحی و ارزیابی شبکه های تخلیه

آب زیرزمینی و آب سطحی

آب های شیرین چشمه ها، رودخانه ها و دریاچه ها را آب های سطحی و آب های شیرین موجود در لایه های زیر زمین، مانند چاه ها و قنات ها را آب زیرزمینی می نامند. آب زیرزمینی از دو نظر بر منابع آب سطحی ارجحیت دارد. اولاً آب زیرزمینی معمولاً آلوده نیست، ولی آب رودخانه ها و دریاچه ها به علت تأثیر انسان یا تأسیسات صنعتی و بهره برداری های کشاورزی آلوده می شوند که باید هزینه سنگینی برای تصفیه آنها پرداخت گردد. ثانیاً آب زیرزمینی بر خلاف رودها و دریاچه ها و مخازن آبی، در معرض تأثیرات خورشید قرار ندارد، لذا بر اثر تبخیر، هدر نمی رود. اما استفاده از آب زیرزمینی، مشکلات خاص خود را دارد؛ به طوری که بهره برداری بیش از حد لایه های آبدار، می تواند به نشست زمین و در مناطق ساحلی به نفوذ آب

نمک به داخل توده آب زیرزمینی منجر شود. همچنین خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی با مواد شیمیایی را نیز باید در نظر داشت.

منابع آب‌های سطحی

آب‌های سطحی مشهودترین آبی می‌باشند که معمولاً در شهرهای بزرگ استفاده می‌شوند. منابع آب‌های سطحی به روش‌های گوناگون عمل نموده و هر کدام شرایط خاص به خود را دارند.

۱- آب رودخانه‌ها:

رودخانه‌ها و نهرها به وسیله چشمه‌ها و آب‌های جاری تغذیه می‌شوند و کیفیت آب حاصل از آنها به موارد زیر بستگی دارد:

- خصوصیات زمین‌شناختی حوضه آبگیر

- توپوگرافی

- وسعت و ماهیت توسعه در حوضه، که انسان باعث به وجود آمدن آن است.

- شرایط آب و هوایی و فصلی

آب رودخانه‌ها به ویژه در کشورهای صنعتی یکی از کثیف‌ترین آب‌های روی زمین هستند که پس از تصفیه، در آبرسانی شهری استفاده می‌شوند. این آب‌ها پس از آب‌های شور، نامناسب‌ترین آب به شمار می‌آیند ولی به دلیل کم‌بودن درجه سختی آن، برای مصارف صنعتی مناسب هستند.

۲- آب دریاچه‌ها:

آب دریاچه‌های طبیعی و مصنوعی می‌تواند برای مصارف شرب استفاده شود.

الف) دریاچه‌های آب شور: در ایران، دریاچه‌های شور بسیاری وجود دارد که وسعت آنها نسبت به دریاچه‌های آب شیرین زیاد است. به علت وجود املاح زیاد در آب، قابل مصرف در کشاورزی، صنعت و شرب نیست و تصفیه و شیرین کردن آنها هم اقتصادی به نظر نمی‌رسد. از جمله این دریاچه‌ها می‌توان به دریاچه ارومیه، بختگان، مهارلو و حوض سلطان اشاره کرد.

ب) دریاچه‌های آب شیرین: در ایران دریاچه‌های آب شیرین متعددی وجود دارند که قابل بهره‌برداری بوده و در مناطق مختلف کشور دیده می‌شود. دریاچه‌های آب شیرین همیشه از یک یا چند رودخانه یا چشمه تغذیه شده و برای بهره‌برداری از آنها به بررسی‌های اقتصادی، آزمایش‌های مختلف، موتور پمپ، لوله‌کشی و ... نیاز است.

- دریاچه‌های طبیعی: ایران در مقایسه با کشورهای اروپایی، دارای دریاچه‌های آب شیرین زیادی نیست و تنها چند دریاچه آب شیرین طبیعی در کردستان، آذربایجان و فارس وجود دارند که به علت کوچکی و برای برقرار ماندن بیلان آبی و خشک نشدن، بسیاری از آنها را نمی‌توان برای آبرسانی استفاده نمود.

- دریاچه‌های مصنوعی: ذخایر مصنوعی و دریاچه‌ها، آبی است که پشت سدها نگهداری می‌شود و سپس داخل شبکه توزیع می‌شود. امروزه پس از آب‌های زیرزمینی، آب دریاچه‌های مصنوعی بزرگترین منبع تأمین آب شهرهای ایران هستند. در بیشتر موارد در طی دوره تابستان، معمولاً زمانی که جریان آب رودخانه برای تغذیه دریاچه پشت سدها ناکافی است، آب ذخیره شده به منظور فراهم کردن جایگزین موقت، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ساختمان سدها همیشه چندهدفی می‌باشند: آبیاری کشاورزی، آبرسانی شهرها، بدست آوردن انرژی برق، بالابردن و افزایش آب سفره‌های زیرزمینی، حفظ کردن آبادی‌های پیرامون یک رودخانه از سیلاب‌های سالانه و بالاخره ایجاد گردشگاهی برای مردم. نمونه‌هایی از این دریاچه‌های مصنوعی (سدها) می‌توان به دریاچه زریوار، سد امیرکبیر (کرج)، سد سپیدرود (سد منجیل)، سد لتیان، سد طالقان اشاره نمود.

۳- آب‌های جوی:

آب‌های ناشی از انواع بارش (باران، برف، تگرگ) که در سطح زمین جاری می‌شوند، در پاره‌ای نقاط برای مصارف عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً مناطقی که پوشیده از زمین‌های آذرین و یا دریاچه‌هایی در این نوع زمین‌ها باشند و سفره‌های آبدار زیرزمینی نیز وجود نداشته باشد، از آب‌های جوی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، مسیل (رود - دره) دربند یا مسیل درکه در شمال تهران، غالباً از برف آب‌ها و جریان‌های فصلی و بعضاً چشمه‌ای ارتفاعات البرز مرکزی آب‌دار می‌شوند.

۴- آب دریاها:

آب دریاها ۹۸٪ کل آب آزاد موجود در سطح زمین است. آب دریا محلولی است با نمک‌های مختلف که در کنار آن بیش از چهل نوع عنصر دیگر وجود دارد، به همین دلیل استفاده از آن برای شرب و مصارف صنعتی به سادگی انجام‌پذیر نیست.

در شمال ایران دریای خزر و در جنوب آن، خلیج فارس و دریای عمان واقع شده‌اند. با نصب دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن در جنوب، مقداری از آب‌های خلیج فارس و دریای عمان به این وسیله تصفیه شده و به عنوان آب آشامیدنی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. دستگاه‌ها و تأسیسات آب‌شیرین‌کن دارای هزینه‌های بسیار سنگین بوده و نیازمند سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های اساسی است.

۵- آب اقیانوس:

جوامع ساحلی بزرگ به منظوره‌های متعددی اقدام به شیرین کردن آب اقیانوس کرده‌اند. در همین راستا، دستگاه‌های تقطیر به عنوان یکی از تجهیزات تأمین آب و آبرسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و امکان استفاده از آب اقیانوس‌ها همانند دریاها مقدور است.

۶- چشمه‌ها:

اگر آب مخازن زیرزمینی، خود به سطح زمین برسد، محل خروج آن را چمه می‌گویند. در حقیقت، خروج طبیعی آب زیرزمینی، ایجاد چشمه می‌کند. چشمه‌ها نسبت به شکل بیرون آمدن آب از آنها به دو گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول، «چشمه‌های ریزنده» است که در اثر راه پیدا کردن یک لایه آبدار زیرزمینی به روی زمین پدیدار شده و آب سفره زیرزمینی بدون فشار وارد هوای آزاد یا وارد توده دیگری از آب می‌گردد. از انواع چشمه‌های ریزنده می‌توان به چشمه‌های دره‌ای، پرتگاهی، گودالی و دوره‌ای اشاره نمود. گروه دوم «چشمه‌های جهنده» می‌باشند که آب از آنها خود به خود به بیرون می‌جهد. از چشمه‌های جهنده می‌توان چشمه‌های فورانی (آرتزین) و آبفشان (چشمه‌های آب گرم و معدنی) را نام برد. معمولاً آب چشمه‌ها کمیت اندکی دارد، لذا برای پروژه‌های بزرگ آبرسانی مناسب نیست، اما آب مورد نیاز چند خانوار را برآورده می‌سازد.

الگو و شیوه استفاده از آب‌های سطحی در ایران

۱- **کانال:** اولین الگوی آبرسانی در ایران، کانال بوده است. ایرانی‌ها سعی می‌کردند با دادن شیب کم به شاخه‌هایی از رودخانه‌ها، آب را به مسیر موردنظر هدایت نمایند و یا در مکانی دیگر با بستن مسیر آب، ارتفاع آب را در سطحی بالاتر از سطح رودخانه‌ها قرار داده و از آن برای کشاورزی استفاده کنند. مانند کانال سیلک در کاشان.

۲- **سد:** از دیگر سامانه‌های تأمین آب، سدسازی بوده و این مهمترین وجه تمایز تاریخی سامانه آبرسانی در ایران است. در گذشته از غالب سدها برای کشاورزی و آسیاب و صنایع استفاده می‌شد؛ مانند آسیاب‌های شوشتر. امروزه سدها از مهمترین منابع تأمین آب شرب شهرها به شمار می‌آید.

منابع آب‌های زیرزمینی

منابع آب زیرزمینی در آبرسانی شهری بی‌نهایت مهم است. آب زیرزمینی برای تقریباً ۴۸٪ از جمعیت آمریکا منبع اصلی محسوب می‌شود. منابع آب زیرزمینی را می‌توان به راحتی گسترش داد. اغلب کمتر به

تصفیه نیاز دارد و یا به تصفیه نیاز ندارد. همچنین داخل منطقه شهری یافت می‌شود و نیاز به زمین زیادی برای ایجاد یک سایت برای حفر چاه و ایستگاه پمپاژ (کمتر از ۲۵۰ مترمربع) ندارد.

۱- سفره‌های آب زیرزمینی:

در اثر بارش (باران، برف، تگرگ) و رسوخ آن در زمین و نیز در اثر نفوذ بخشی از آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به زمین، جریان‌های آب زیرزمینی پدید می‌آیند. هنگامی که جریان آب زیرزمینی به یک لایه نفوذناپذیری مانند خاک رس برخورد کند، از حرکت عمودی خود باز می‌ایستد و در روی لایه نفوذناپذیر انبار می‌شود. این نوع انبارهای آب را سفره‌های آب زیرزمینی می‌نامند. بهترین روش برای مهار کردن آب-های جاری روی زمین جهت تقویت آب‌های زیرزمینی عبارتند از:

- ایجاد سد؛ که سبب بالا رفتن رودخانه در دریاچه آن و سپس بالارفتن فشار استاتیکی آب در پشت سد و نفوذ بیشتر آب در خلل و فرج زمین می‌شود.

- ایجاد گودال در دشت‌های واقع در پای دامنه کوه‌ها که در فصل‌هایی از سال، سیلاب‌هایی در آنها جریان می‌یابد.

- استفاده از چاه‌های جذب کننده عمود با کوره‌های افقی و جریان دادن آب‌های سطحی اضافی به درون آنها

- منحرف کردن آب سیلاب‌ها به گودال‌های طبیعی موجود در نزدیکی مسیر سیلاب، دریاچه‌های موقتی ایجاد می‌کند تا آب داخل آنها به مرور زمان در زمین نفوذ نماید.

۲- چاه‌ها:

«چاه»، منفذی است که معمولاً به صورت عمودی در زمین حفر می‌کنند تا آب زیرزمینی از راه درز و شکاف سنگ‌های زمین در آن تراوش نماید. چاه‌ها از دیدگاه‌های مختلف به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. مانند: چاه نئی، چاه آرتزین، چاه آبرفتی، غیر آبرفتی، چاه کامل، چاه ناقص و ...

۳- قنات:

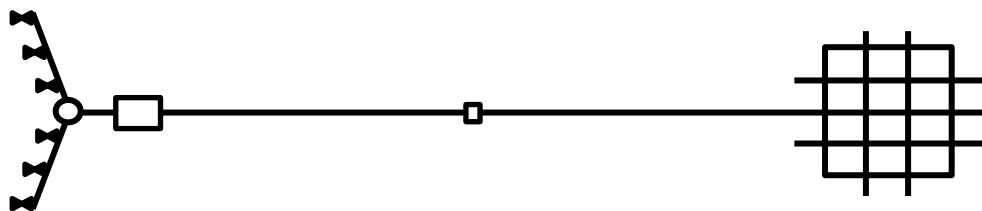
قنات یا کاریز، مجموعه‌ای از چندین میله و یک یا چند کوره زیرزمینی است که با شیبی کمتر از شیب سطح زمین، آب موجود در لایه‌های آبدار مناطق مرتفع زمین یا رودخانه‌ها یا مرداب‌ها یا برکه‌ها و یا چشمه‌ها را به کمک نیروی ثقل زمین و بدون کاربرد نیروی کشش و هیچ نوع انرژی الکتریکی یا حرارتی و یا جریان طبیعی جمع‌آوری نموده و به نقاط پست‌تر می‌رساند. به عبارت دیگر قنات را می‌توان نوعی

زهکشی زیرزمینی دانست که آب جمع‌آوری شده را به سطح زمین آورده و به مصرف آبیاری یا شرب می‌رساند.

قنات یکی از ابداعات مهم و معروف مهندسی هیدرولیک ایران است. قدمت این تکنیک استفاده از منابع آب زیرزمینی و گاهی آب‌های سطحی آن به بیش از ۳۰۰۰ سال پیش می‌رسد. امروزه علاوه بر ایران در ۳۵ کشور جهان در ۴ قاره از قنات استفاده می‌کنند و هنوز نقش آبرسانی خود را از دست نداده‌اند، به عنوان مثال ۵۵٪ آب مورد نیاز شهر یزد از طریق قنات‌ها تأمین می‌شود.

عناصر اصلی تأسیسات آبرسانی شهر

سامانه یا تأسیسات آبرسانی شهر، دارای یک الگوی کلی است که برنامه‌ریزان و طراحان شهری باید با آن آشنا باشند. نمونه‌ای از این الگوی کلی در شکل زیر آمده است:



سامانه‌های آبرسانی، دارای یک جریان سلسله مراتبی بوده و ۵ بخش را به ترتیب زیر تشکیل می‌دهند:

- ۱- تأسیسات برداشت آب (چاه‌ها، چشمه‌ها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها)
- ۲- تأسیسات تصفیه و انتقال آب (استخرهای ته‌نشینی، صافی‌ها، دستگاه‌های هوادهی و گندزدایی)
- ۳- ذخیره و ایجاد فشار در شبکه (مخازن زیرزمینی، مخازن همسطح و برج‌های آب). آب باید طوری در مکان‌هایی مناسب ذخیره شود که با فشار ثقلی به نقاط دیگر منتقل گردد.
- ۴- شبکه پخش آب در شهر (شاه‌لوله‌های اصلی و فرعی، شیرها و قطعه‌های اتصالی مثل سه‌راهی‌ها)
- ۵- انشعابات مصرف‌کنندگان.

فرآیند مطالعه منابع آب

- مرحله اول: ۱- ویژگی‌ها و نحوه موجودیت آب در طبیعت ۲- شناخت منابع تأمین آب
- مرحله دوم: میزان آب قابل استحصال
- مرحله سوم: شناخت خواص فیزیکی و شیمیایی آب و قابلیت‌های بالقوه کیفی آب
- مرحله چهارم: میزان و نحوه استفاده از آب

انواع مصرف آب شهری

مصارف آب شهری، شامل سه نوع مصرف عمده است: مصرف خانگی، مصرف صنعتی، مصرف همگانی.

۱- مصارف خانگی:

مصارف خانگی عبارتند از آشامیدن، پخت و پز، ظرفشویی، حمام و دستشویی، لباسشویی، شستشوی خانه، کولر و نظایر آن.

نوع مصرف	حداقل	حداکثر
پخت و پز و آشامیدن	۷	۱۵
حمام	۲۵	۵۰
لباشویی	۱۰	۲۰
ظرف شویی	۵	۱۵
دستشویی و توالت	۲۰	۳۰
شست و شوی خانه و آبیاری باغچه	۳	۱۰
کولر و تهویه مطبوع	۲	۵
هدردهی توزیع	۳	۵
جمع	۷۵	۱۵۰

اجزای مصرف سرانه خانگی آب در ایران بر حسب لیتر در شبانه‌روز (آبفا، ۱۳۸۶)

عوامل مؤثر بر مصرف سرانه آب شهری

- وسعت شهر
- استقرار صنایع در حومه شهر
- کیفیت آب
- قیمت آب
- فشار آب در شبکه توزیع
- آداب و رسوم
- وجود یا عدم وجود کنتور
- نحوه نگهداری از شبکه آبرسانی
- اقلیم و شرایط آب و هوایی هر شهر
- سهولت و امکان دسترسی به منابع آب

درصد مصرف خانگی	مقدار مصرف آب هر نفر در روز به لیتر	جمعیت شهر بر حسب نفر	نوع شهر از نظر بزرگی
۸۰-۶۰	کشورهای در حال رشد و کم آب	۲۰۰-۱۵۰	روستاها
۶۰-۴۰	کشورهای مرفه و صنعتی و پر آب	۲۵۰-۲۰۰	شهرهای کوچک
۵۵-۳۵		۴۰۰-۲۵۰	شهرهای متوسط
۵۵-۳۰		بیش از ۱۰۰۰۰۰	شهرهای بزرگ

میانگین مصرف آب روزانه در کشورهای در حال رشد و صنعتی

نوع شهر از نظر بزرگی	جمعیت	مصرف سرانه (لیتر در روز)		
		مناطق سرد	مناطق معتدل	مناطق گرم
شهرهای کوچک	کمتر از ۵۰,۰۰۰ نفر	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵
شهرهای متوسط	۵۰,۰۰۰ تا ۵۰۰,۰۰۰ نفر	۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰
شهرهای بزرگ	بیش از ۵۰۰,۰۰۰ نفر	۲۲۵	۲۶۰	۲۹۵

مصرف سرانه آب در شهرهای ایران

۲- مصارف صنعتی

مصارف صنعتی را می توان به سه گروه تقسیم نمود:

الف) مصرف کارگاه های کوچک: شامل نانوایی ها، قصابی ها، آرایشگاه ها، قنادی ها، نجاری ها، هتل ها، رستوران ها و غذاخوری ها، آهنگری ها و ...

ب) مصرف کارخانه های بزرگ: شامل کارخانه های صنایع فلزی، شیمیایی، نساجی، صنایع غذایی، کاغذسازی، چرمسازی، پتروشیمی، کارخانه سیمان و بتن و ...

ج) مصرف مؤسسه های دامداری: مصرف اینگونه موسسه ها را برای نگهداری انواع دام (بزرگ و کوچک) در نظر می گیرند.

۳- مصارف همگانی:

مصرف آب در مؤسسه های همگانی به روش زیر محاسبه می گردد:

- مصرف سازمان آتش نشانی، وابسته به جمعیت شهر است.
- گرمابه های همگانی وان دار، برای هر مشتری ۳۰۰ لیتر در روز.
- گرمابه های همگانی دوش دار، برای هر مشتری ۲۰۰ لیتر در روز.
- استخرهای شنا، برای هر متر مکعب استخر، ۱۰۰ لیتر در روز.
- استخرهای شنا، برای هر متر مکعب استخر (عوض کردن آب)، ۲۵۰ لیتر در روز.

- گورستان‌ها، برای هر متر مربع سطح گورستان ۰,۱ تا ۱ لیتر در روز.
- ایستگاه راه‌آهن، برای هر مسافر ۰,۵ تا ۱ لیتر در روز.
- بیمارستان‌ها، برای هر بیمار بستری ۲۵۰ تا ۶۰۰ لیتر در روز.
- آموزشگاه‌ها، برای هر شاگرد ۵ تا ۱۰ لیتر در روز.
- سربازخانه‌ها، برای هر سرباز ۲۰۰ لیتر در روز.
- آبریزگاه‌های همگانی، برای هر مستراح ۴۰ لیتر در ساعت.
- آبیاری فضای سبز، برای هر متر مربع ۱ تا ۱۰ لیتر در روز.
- تعمیرگاه‌های اتومبیل، برای شستشوی هر ماشین ۲۰۰ لیتر در روز.
- محل چادرزنی (کمپینگ) برای هر توریست ۱۰ تا ۲۰ لیتر در روز.
- شستشوی کانال‌های فاضلاب، برای هر نفر از ساکنان شهر ۰,۳ تا ۲ لیتر در روز.
- کشتارگاه‌ها، برای شستن هر لاشه گاو و یا دو لاشه گوسفند، ۳۰۰ تا ۴۰۰ لیتر در روز.
- مصرف داخلی تأسیسات سازمان آب (اتلاف آب، اتصالات غیرمجاز، تراوشات و ...)

تقاضا و تغییرات تقاضای آب

چندین عامل روی تقاضای آب اثر دارند که شامل: آب و هوا، تراکم و میزان جمعیت، انواع مصرف‌کننده‌ها (مسکونی/تجاری/صنعتی)، میزان وقوع آتش‌سوزی، هزینه آب و میزان پایبندی به حفظ منابع طبیعی آب می‌گردد.

مصرف سرانه آب فصل به فصل، ماه به ماه، روز به روز و ساعت به ساعت تغییر می‌کند. حداکثر تقاضا یعنی حداکثر مصرف آب در یک ساعت یا یک روز به عادات مردم، شرایط آب و هوایی، وجود صنایع، نوع صنایع و شیوه یا ساعت تأمین آب از سوی مسئولان بستگی دارد. مقدار آب استفاده شده در روزی که بالاترین میزان مصرف در سال را دارد به عنوان ضریب اوج مصرف شناخته می‌شود. ضریب اوج مصرف برای تعیین بیشترین تقاضای روزانه استفاده می‌شود.

میزان مصرف بر مبنای سرانه جمعیتی

الگوی مصرف آب در نقاط مختلف دنیا متفاوت است و به عوامل بسیاری مانند وضع اقتصادی، زیربنای اجتماعی و اوضاع جوی بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان یک رقم قطعی برای معیارگزینی مصرف آب به ویژه سرانه مصرف ارائه داد. در اکثر نقاط دنیا منابع آب آشامیدنی و مصرفی در شهرها بر مبنای مصرف سرانه حدود ۲۰۰ تا ۵۰۰ لیتر در روز پیش‌بینی می‌شود. این میزان با گسترش تجهیزات رفاهی و زیربنایی شهرها و بالا رفتن سطح زندگی مردم در شهرها افزایش می‌یابد.

تصفیه آب

آبی که در طبیعت به دست می‌آید معمولاً به طور مستقیم قابل استفاده نیست و باید تصفیه گردد. مهمترین دلیل تصفیه آب، حذف عوامل بیماری‌زا و ناخالصی‌های معلق و کلوئیدی است. آب‌های آلوده را می‌توان به سه روس مکانیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیک) تصفیه نمود.

مهمترین روش‌ها در تصفیه آب آشامیدنی عبارتند از:

گرفتن مواد درشت با کمک آشغال‌گیر، ته‌نشین کردن مواد خارجی معلق در آب، تصفیه آب با کمک صافی‌ها، اکسید کردن مواد آلی موجود در آب با کمک هوارسانی و گندزدایی آب با مواد شیمیایی.

شیرین کردن آب شور

شیرین کردن آب دریا مانند روش تقطیر (با قدمتی ۱۰۰ ساله) امروزه مورد توجه اکثر کشورها قرار گرفته است. در طرح تأسیسات شیرین کردن آب‌های شور، دو موضوع اساسی باید مورد توجه قرار گیرد: اول داشتن مقادیر زیادی انرژی ارزان قیمت و دوم سرمایه‌پذاری زیاد اولیه. مهمترین روش‌های تهیه آب شیرین عبارتند از:

- تقطیر

- روش الکترودیالیز

- روش استفاده از مبادله‌کننده‌های یونی

- روش انجماد

- روش اسموزی وارونه

تصفیه‌خانه آب آشامیدنی

اولین مواردی که قبل از طراحی تصفیه‌خانه آب باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از: اول، کیفیت آب، دوم، کمیت یا میزان آب، سوم، نحوه تصفیه آب و مواد شیمیایی.

محل تصفیه‌خانه

این بخش بیشتر از بخش‌های دیگر با برنامه‌ریزی شهری ارتباط دارد. شهرساز در مورد محل‌های قرارگیری تصفیه‌خانه، باید به اصول زیر توجه نماید:

۱- محل تصفیه‌خانه باید حتی‌الامکان به منبع آب نزدیک‌تر باشد.

۲- اگر شهر به وسیله چاه تغذیه می‌گردد، بهتر است با تقسیم‌بندی شهر به چند قسمت، هر قسمت از طریق یک یا چند حلقه چاه تغذیه شود.

- ۳- در محل تصفیه‌خانه باید زمین کافی برای توسعه احتمالی آینده موجود باشد.
- ۴- تصفیه‌خانه باید حتی‌الامکان به منابع برق مطمئن نزدیک باشد.
- ۵- تصفیه‌خانه باید به شریان‌های اصلی رفت و آمد نزدیک باشد.
- ۶- تصفیه‌خانه باید در محلی قرار گیرد تا بتوان به راحتی مواد دفعی آن را تخلیه نمود.
- ۷- وضع ظاهری تصفیه‌خانه و محوطه آن از زیبایی کافی برخوردار باشد.
- ۸- حتی‌الامکان آب تصفیه‌شده به مخازن ذخیره با نیروی ثقل انتقال یابد.
- ۹- ساختمان اداری و آزمایشگاهی کنترل کیفیت آب، باید نزدیک محل تصفیه‌خانه باشد.
- ۱۰- تصفیه‌خانه باید از حریم حفاظتی کافی برخوردار باشد.

ذخیره و تأمین فشار آب

ضرورت ذخیره آب

مقدار مصرف آب شهر، تحت تأثیر نوسانات مختلف سالیانه، روزانه و ساعتی قرار می‌گیرد. برای مطابقت دادن مقدار مصرف آب با مقدار آب موجود در طبیعت، تعادل بین عرضه و تقاضا در طول شبانه‌روز و کنترل شرایط بحرانی، همیشه به مخازن ذخیره آب نیاز است که بتواند در زمان پرابی، آب را در خود ذخیره کند و در زمان کم‌آبی یا مصرف زیاد آب، آن را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دهد.

اهداف استفاده از مخازن آب عبارتند از:

- تأمین آب مصرفی شهر
- تأمین کارآمدی و پاسخ‌دهندگی منابع در مورد اضطراری مثل اطفای حریق
- ایجاد فشار ثابت در لوله‌ها (شبکه آبرسانی)
- پاسخ‌دهی به نیاز شبکه برای مواقعی که بار لوله‌ها زیاد است

انواع مخازن ذخیره آب

۱- مخازن ذخیره طبیعی: این نوع مخازن شامل دو نوع است: الف) ذخایر پشت سدها ب) ذخایر زیرزمینی (سفره‌های آب زیرزمینی)

۲- مخازن مصنوعی: این نوع مخازن شامل دو گروه عمده است:

الف) مخازن زمینی هم‌تراز با ناحیه مصرف‌کننده آب: این مخازن فقط برای ذخیره آب استفاده می‌شود. در مقیاس کوچک، آب‌انبارهای قدیمی و در مقیاس بزرگ، مخازن ذخیره آب شهرها جزو این گروه هستند. برای آبرسانی شهری، باید آب را از این مخازن به یک منبع بلند فرستاد. در روستاها و شهرهای کوچک می‌توان با پمپ و مخزن تحت فشار، فشار آب را تأمین نمود.

ب) **مخازن بلند:** این مخازن، علاوه بر ذخیره آب، فشار لازم در شبکه را نیز تأمین می‌نمایند. برای تأمین ارتفاع لازم در این مخازن، از بلندی‌ها و تپه‌های اطراف شهر استفاده می‌کنند و یا مخازن را به کمک پایه‌های فلزی و بتونی در ارتفاع لازم قرار می‌دهند.

شبکه آبرسانی

یک شبکه آبرسانی عبارت است از مجموعه‌ای وسیع از یک سری لوله که با اتصالاتی نظیر سه‌راه، چهارراه، زانو، تبدیل، درپوش و همچنین شیرآلاتی نظیر برداشت عمومی، شیرهای قطع و وصل، فشارشکن، کنترل و آتش‌نشانی به هم مربوط می‌شوند، به طوری که پس از ورود آب از یک نقطه از نقاط دیگر نیز قابل برداشت باشد.

ویژگی‌های کلی شبکه آبرسانی

شبکه توزیع، قلب سامانه آبرسانی شهر محسوب می‌شود که باید مطابق با موازین زیر باشد:

- ۱- ظرفیت شبکه به حدی باشد که بتواند حداکثر جریان آب در یک ساعت را توزیع کند.
- ۲- هنگام موارد اضطراری، ظرفیت لوله در حدی باشد که بتواند آب مورد لزوم اطفای حریق را فراهم کند.
- ۳- فشار آب به قدری باشد که آب در منازل و ساختمان‌ها جریان یابد.
- ۴- ارتفاع مخزن اصلی آب به گونه‌ای باشد که حداقل فشار در آن وجود داشته باشد.
- ۵- تعمیر و نگهداری شبکه توزیع، ساده و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.
- ۶- چنانچه به تعمیر یا تعویض خط لوله نیاز باشد، شبکه توزیع بتواند آب را از طریق خط لوله‌ای غیر از لوله معیوب به مصرف‌کنندگان برساند.

سامانه‌های شکلی شبکه آبرسانی

۱- سامانه شاخه‌ای / انشعابی

این سامانه، ساده‌ترین نوع شبکه آبرسانی به شمار می‌رود. این شبکه از یک سری خطوط لوله مستقیم تشکیل شده که از طرفین لوله‌ها، لوله‌های دیگری منشعب می‌شوند. جریان آب در این شبکه همیشه یکطرفه و از سوی اخه بزرگتر به شاخه کوچکتر است و در روستاها و شهرهای کوچک از این شبکه استفاده می‌شود.

۲- سامانه حلقوی / مداری

در این سامانه، محل مورد نظر به شبکه‌های مختلف تقسیم می‌شود. چنانچه انتهای شاخه‌های سامانه شاخه-ای را به هم وصل کنیم، شبکه حلقوی به دست می‌آید. شبکه‌های حلقوی، کاربرد مطمئن‌تری دارند و در اغلب طرح‌های آبرسانی شهری به کار گرفته می‌شوند. در این نوع شبکه، امکان دسترسی یکسان برای همه مردم فراهم است ولی هزینه ساخت آن بیشتر است.

۳- سامانه مختلط / درهم

ساخت شبکه حلقوی خیلی گران تمام می‌شود لذا در عمل برای ساخت لوله‌کشی آب شهرها از هر دو سامانه حلقوی و شاخه‌ای استفاده می‌شود. شبکه‌های مختلط، یک لوله اصلی یا شاه‌لوله دارند که مسیر آن در راه‌های سواره قرار می‌گیرد و معمولاً لوله‌های فرعی در پیاده‌روها قرار دارد. این سامانه از رایج‌ترین روش‌های کاربرد سامانه شبکه‌بندی آب در شهرها است.

اجزای شبکه لوله‌کشی آب

- لوله‌ها و پیوندی‌ها
- شیرآلات
- شیرهای آتش‌نشانی
- وسایل جلوگیری از جریان معکوس آب یا شیرهای یک طرفه
- رگلاتورهای فشار (تنظیم‌کننده‌های فشار)
- شیرهای شستشو، برداشت همگانی و خودکار
- ایستگاه‌های پمپاژ
- کنترلر آب و خطوط سرویس

مدیریت تقاضای آب

مدیریت تقاضا به عنوان حلقه مکمل مدیریت تأمین و توسعه آب، عمدتاً شیوه‌های مصرف، ابزارهای لازم برای استفاده بهتر و الگوهای مصرف آب را مطرح می‌کند.

مدیریت منابع آب	مدیریت تقاضای آب
آبرسانی برای استفاده‌های شهری و صنعتی	تخصیص بهینه آب در بین مصرف‌کنندگان
آبرسانی برای استفاده در روستاها	افزایش متناسب در مناطق رو به رشد
آبیاری و آبرسانی	تأخیر و تعویق عملیات احداث واحدهای تأمین آب با استفاده از پائین آوردن مصارف جاری
تأمین آب برای سامانه‌های خنک‌کننده‌های نیروگاههای حرارتی تولید برق	افزایش درآمد در بخش آب
مهار کردن سیل و پیشگیری از خسارات	کاهش اتلاف و مصارف غیرضروری
تأمین نیروی برق آبی	حفاظت از منابع آب
حمل و نقل آبی	مدیریت خشکسالی
ماهیگیری تجارتي	کنترل کیفیت آب
تفریحات	کمک به امر توسعه پایدار
زهکشی، مهار کردن رسوب، مهار فرسایش‌ها	عملیات تعمیر و نگهداری پیشرفته
حفاظت و بهبود نظام‌های اکولوژیک	تکنولوژی مناسب برای بهینه کردن مصارف آب
حفاظت و بهبود آب در طبیعت	ایجاد تغییرات رفتاری در نحوه مصرف آب
توسعه اقتصادی منطقه‌ای و توزیع درآمد	سهیمه‌بندی‌ها و ایجاد محدودیت‌ها
بهداشت و تندرستی و اعتلای کیفیت زندگی	تعرفه‌بندی و طراحی تعرفه‌ها

اهداف و وظایف مدیریت تأمین و توسعه منابع آب و مدیریت تقاضای آب

حفاظت آب

حفاظت آب یعنی فعالیت‌های طراحی شده برای کاهش تقاضای آب مصرفی، بهبود راندمان مصرف، کاستن هرز و اتلاف آب و مصرف منطقی آب که یکی از محوری‌ترین راهبردها و سیاست‌های مدیریت آب و آبرسانی شهری است. حفاظت آب را صرفه‌جویی نیز می‌نامند.

شیوه‌های حفاظت آب / صرفه‌جویی

- ۱- شیوه‌های حفاظت یا صرفه‌جویی آب در محیط‌های داخلی: رعایت نکات و شیوه‌های صرفه‌جویی در داخل اماکن مسکونی و تجاری و صنعتی و ...
- ۲- شیوه‌های حفاظت یا صرفه‌جویی آب در محیط‌های بیرونی: رعایت نکات و شیوه‌های صرفه‌جویی در آبیاری، فضای سبز و نظایر آن
- ۳- شیوه‌های کشاورزی مبتنی بر حفاظت و صرفه‌جویی: شیوه‌های مزرعه‌داری، راهبردهای مدیریتی، اصلاح سامانه، توزیع مؤثرتر آب و ...

۴- استفاده مجدد آب و بازیافت

۵- آموزش

راهبردهای تخصیص منابع برای تأمین آب آشامیدنی

- تهیه و توزیع آب بسته‌بندی شده
- تصفیه آب در محل مصرف
- تکمیل تصفیه آب در محل مصرف
- انتقال و انحراف آب از منابع دور دست
- استفاده از آب باران
- ایجاد شبکه‌های مستقل توزیع آب آشامیدنی

سامانه‌های توزیع دو شبکه‌ای (دوبل)

این سامانه‌ها شامل دو شبکه جدا از هم است که دو گونه آب را برای مصارف متفاوتی توزیع می‌کند. در یک شبکه، آب آشامیدنی با کیفیت بالا در حد استانداردهای بین‌المللی توزیع شده که در آشامیدن و پخت و پز استفاده می‌شود و ۵ تا ۱۵ درصد نیاز آبی شهر است. در شبکه دیگر، آب با کیفیت پایین‌تر توزیع می‌گردد که برای مصارفی نظیر آبیاری، دستشویی، شستشوی البسه و صنایع استفاده می‌گردد و ۸۵ تا ۹۵ درصد نیاز آبی شهر را شامل می‌شود.

علل به کارگیری شبکه‌های دوبل

- محدودیت منابع آب
- محدودیت تأمین آب
- منابع آلوده
- مشکلات تصفیه فاضلاب
- منابع غیر آشامیدنی

انواع شبکه‌های دابل

الف) انواع شبکه‌های دابل از نظر اجرا:

۱- شبکه دابل با محدودیت شبکه غیرآشامیدنی: در این سامانه، شبکه آب آشامیدنی در کل مناطق و شبکه آب غیرآشامیدنی در برخی مناطق ایجاد می‌شوند. این مناطق ممکن است شهرک‌های صنعتی، فضاهای سبز انبوه، مجتمع‌های تفریحی و ورزشی و ... باشد که به آب غیرآشامیدنی قابل توجهی در بازه زمانی مشخصی نیاز دارند.

۲- شبکه دابل با محدودیت شبکه آب آشامیدنی: در این روش، کیفیت آب پائین‌تر از حد استانداردهای آب آشامیدنی است و در محل ورودی مجتمع‌های مسکونی متراکم، تأسیسات تصفیه تکمیلی آب احداث می‌شود و بخشی از آب که برای مصارف آشامیدن و پخت و پز است در این تصفیه‌خانه‌ها به طور کامل و در حد استانداردهای آب آشامیدنی تصفیه شده و در شبکه جداگانه‌ای به دست مصرف کننده می‌رسد.

۳- شبکه دابل کامل: در این سامانه، هر دو شبکه آب آشامیدنی و آب غیرآشامیدنی در کل مناطق ایجاد می‌شود.

ب) انواع شبکه‌های دابل از نظر هدف:

۱- استفاده مجدد از فاضلاب: در این نوع شبکه، ضمن حفظ منابع آب مرغوب، استفاده مجدد از فاضلاب و منابع آبی با کیفیت پائین که بدون استفاده هستند، مطرح می‌شود. بنابراین، شبکه اولیه، آب آشامیدنی را توزیع می‌کند و شبکه ثانویه که بعداً احداث می‌شود، آب‌های با کیفیت پائین یا پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را برای مصارف غیرآشامیدنی توزیع می‌نماید.

۲- تأمین استانداردهای کیفی آب آشامیدنی: در این شبکه، انگیزه اصلی ایجاد شبکه‌های دابل، تأمین استانداردهای کیفی آب آشامیدنی اجتماعات است که در حال حاضر، مشکل بسیاری از شهرهای کشور می‌باشد.

حریم منابع آب و خطوط انتقال آب

حریم به محدوده‌ای از فضای مجاور یک یا تعدادی از تأسیسات زیربنایی اطلاق می‌شود که برای استفاده بهینه و حداکثر نمودن کارایی تأسیسات مذکور مشخص می‌گردد. حریم به منظور جلوگیری از بازتاب‌های سوء و زیان‌آور تأسیسات زیربنایی و حفظ و نگهداری آنها و در نهایت برای جلوگیری از اتصال مجتمع‌های مسکونی به تأسیساتی که در عملکرد اصلی آن اختلال به وجود می‌آورد تعیین می‌شود.

کاربری‌های قابل استقرار در حریم قانونی تأسیسات

کاربری‌های قابل استقرار بایستی اولاً فاقد کالبد و حجم فیزیکی قابل توجه باشند، دوماً صدمه‌ای به تأسیسات وارد ننمایند، سوماً باعث اختلال در عملکرد و کارایی تأسیسات نگردند. طبق قوانین جاری کشور، این کاربری‌ها به شرح زیر هستند:

- ۱- کاربری کشاورزی (به شرط زراعت و کشت بدون درخت)
- ۲- معابر (در صورتی که باعث آسیب و اختلال به تأسیسات نگردد)
- ۳- فضای سبز عمومی (با عملکرد زیست محیطی و تلطیف هوای شهر)
- ۴- کاربری ورزشی (رو باز و بدون احداث بنا و کالبد فیزیکی)

حریم منابع آب

- حریم آب‌های سطحی دارای قابلیت شرب
- حریم حفاظت از اراضی تالابی
- حریم رودخانه‌های دائمی
- حریم بهره‌برداری از دریاچه‌های آب شیرین
- حریم دریاچه احداثی پشت سدها
- حریم رودخانه‌ها، مسیل‌ها، کانال‌ها و انهار احداثی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- حریم بهره‌برداری از آب‌های زیرمینی
- حریم چشمه‌ها
- حریم قنات
- حریم چاه‌های بهره‌برداری

حریم لوله‌های آبرسانی

به منظور حفظ و حراست لوله‌های آبرسانی روباز و بسته، حریمی در اطراف آن در نظر می‌گیرند تا از تخریب و شکستگی لوله‌ها جلوگیری شود:

- لوله‌های آبرسانی تا قطر ۵۰۰ میلی‌لیتر، ۳ متر از هر طرف نسبت به محور لوله
- لوله‌های آبرسانی از ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌لیتر، ۴ متر از هر طرف نسبت به محور لوله
- لوله‌های آبرسانی از ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌لیتر، ۵ متر از هر طرف نسبت به محور لوله
- لوله‌های آبرسانی از ۱۲۰۰ میلی‌لیتر به بالا، ۶ متر از هر طرف نسبت به محور لوله

فصل دوم: فاضلاب شهری

فاضلاب شهری

فاضلاب، محلول رقیقی است که کلیه آب‌های مصرفی دفعی حاصل از فعالیت‌های حیاتی انسان را در برمی‌گیرد و شامل آب‌های مصرفی ناشی از بهداشت فردی، حمام، شستشوی لباس و ظروف، شستشوی زمین، فعالیت‌های اقتصادی و ... می‌باشد. انجمن شهرسازان آمریکا، فاضلاب را بازمانده آبی می‌داند که به شکل‌های مختلف در یک اجتماع یا آبادی استفاده شده است. فاضلاب به طور معمول از ۹۹,۹٪ آب و ۰,۱٪ مواد جامد معلق و محلول تشکیل شده است. به طور کلی بین ۶۵ تا ۷۵ درصد آب مصرفی زیستگاه‌های بشر به فاضلاب تبدیل می‌شود و به نحوی به محیط زیست وارد شده و باعث آلودگی می‌گردد. فاضلاب تازه به رنگ خاکستری و فاضلاب کهنه به رنگ سیاه و با بوی نامطبوع همراه است.

تعریف پساب (گنداب) به طور دقیق و صحیح به زیرمجموعه‌ای از فاضلاب اطلاق می‌شود که به دلیل وجود مواد دفعی انسانی موجود در فاضلاب مناطق مسکونی آلوده می‌گردد اما اغلب به معنای هر نوع فاضلابی می‌باشد پساب، شامل مایعات اتلاف شده داخلی، شهری و یا صنعتی می‌باشد که معمولاً حاصل از رسوب در لوله‌ها یا مجاری فاضلاب و گاهی اوقات در تخلیه‌کننده‌های چاه‌های فاضلاب می‌باشند.

اهمیت جمع آوری فاضلاب

- ۱- بهداشت همگانی
- ۲- نظم و پایداری محیط زیست
- ۳- کاربرد مجدد فاضلاب
- ۴- تأثیر فاضلاب شهری بر سفره آب‌های زیرزمینی

انواع فاضلاب

۱- فاضلاب‌های خانگی: فاضلاب دستگاه‌های بهداشتی خانه‌ها مانند توالت‌ها، دستشویی‌ها، حمام، ماشین لباسشویی، ظرفشویی، پساب آشپزخانه‌ها و ... و همین‌طور فاضلاب مغازه‌ها، فروشگاه‌ها، تعمیرگاه‌ها، کارگاه‌ها، رستوران‌ها و ...

۲- فاضلاب‌های صنعتی: بازمانده آبی است که برای اهداف صنعتی استفاده می‌شود. این آلاینده‌ها ممکن است ترکیبات آلی، غیر آلی یا فلزات باشد. در فاضلاب صنعتی امکان وجود مواد شیمیایی و سمی، خاصیت خوردندگی، خاصیت قلیایی و اسیدی بیشتر و موجودات زنده کمتری نسبت به فاضلاب خانگی وجود دارد.

۳- فاضلاب‌های سطحی (رواناب‌های سطحی): رواناب‌های شهری ناشی از بارندگی و ذوب یخ‌ها و برف نقاط بلند هستند. به علت جریان در سطح زمین و تماس با آشغال‌های روی زمین و شستن خیابان‌ها آلوده شده و مقداری مواد آلی و معدنی در آنها وجود دارد.

عوامل مؤثر در مقدار فاضلاب خانگی

مقدار فاضلاب خانگی به مقدار مصرف آب در شهر بستگی دارد. عواملی از قبیل آبیاری باغچه‌ها و فضاهای سبز و تبخیر موجب می‌شود که مقدار فاضلاب از مصرف آب کمتر باشد. همچنین نشت آب‌های زیرزمینی به لوله‌های فاضلاب و مخلوط شدن قسمتی از آب باران با فاضلاب خانگی در شبکه‌های مجزا، سبب افزایش فاضلاب خانگی می‌گردد. لذا در محاسبه مقدار فاضلاب خانگی در شبکه‌های فاضلاب، بایستی به عوامل و ضرایب خاصی توجه گردد.

مهمترین عوامل مؤثر در مقدار فاضلاب خانگی

- سرانه مصرف آب
- ضریب تعدیل آب مصرفی به فاضلاب
- آمیخته شدن آب باران با فاضلاب خانگی

روش‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری

۱- جمع‌آوری ناقص: در این روش، جمع‌آوری آب باران با کمک شبکه‌های رو بسته یا رو باز انجام شده و به بیرون شهر فرستاده می‌شود و فاضلاب‌های خانگی در چاه‌های جذب کننده وارد می‌گردند. این روش، روش سنتی در بیشتر شهرهای ایران است و به علل زیست‌محیطی نباید در آینده به این صورت مورد استفاده قرار بگیرد.

۲- جمع آوری کامل: در این روش، جمع آوری آب باران و فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به کمک شبکه‌هایی از شهر بیرون برده می‌شود. برای جمع آوری کامل از دو شیوه «مجزا» و «درهم» استفاده می‌شود. در شیوه مجزا، فاضلاب خانگی و صنعتی در یک شبکه لوله به تصفیه‌خانه هدایت شده و فاضلاب‌های ناشی از آب باران در شبکه‌ای دیگر و به شکل مجزا به رودخانه فرستاده می‌شود. در شیوه درهم، فاضلاب خانگی و صنعتی و آب باران به کمک یک شبکه لوله‌کشی جمع آوری می‌گردد.

سامانه‌های جمع آوری فاضلاب

به طور کلی، سامانه جمع آوری فاضلاب دو گونه است: «اول: به صورت شبکه یا مجموعه مرتبط با هم» و «دوم: درون محلی یا درجا».

الف) سامانه‌های شبکه‌ای جمع آوری فاضلاب

سامانه شبکه‌ای فاضلاب دارای ۳ نوع مختلف در سطح دنیا متعارف و شناخته شده می‌باشد که بر اساس شرایط محیطی و میزان بارندگی درخصوص نوع سیستم جمع آوری اتخاذ می‌گردد. این سه نوع شبکه فاضلاب رایج در جهان به شرح زیر است:

– سامانه جداگانه – سامانه مشترک (ترکیبی) – سامانه نیمه ترکیبی

۱- سامانه جداگانه:

در این نوع سامانه‌ها، معمولاً دو سری از فاضلاب‌روها و کانال‌های فاضلاب به طور جداگانه کار گذاشته می‌شوند؛ یک سری برای انتقال رواناب‌ها و فاضلاب‌های خانگی و یک سری برای انتقال رواناب‌ها، سیلاب‌ها و فاضلاب‌های سطحی.

مزایای سامانه جداگانه فاضلاب

- قطر لوله‌ها کوچک است
- بار فاضلاب به واحدهای تصفیه خانه کم است
- آب رودخانه‌ها و نهرها آلوده نمی‌گردد
- سیلاب یا آب باران بدون هیچ تصفیه‌ای به رودخانه وارد می‌گردد
- چنانچه نیازی به پمپاژ فاضلاب به ارتفاع بالا باشد، با توجه به حجم کم فاضلاب، اقتصادی‌تر است

معایب سامانه جداگانه فاضلاب

- کوچک بودن قطر لوله‌ها تمیز کردن آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد

- امکان گرفتگی لوله‌ها در برخی موارد وجود دارد
- دو سری از لوله‌ها برای انتقال گذاشته می‌شود، لذا قیمت تمام‌شده سامانه گران‌تر است
- کانال‌های انتقال سیلاب، فقط در زمانی که باران می‌آید استفاده می‌شوند، بنابراین در فصول کم باران ممکن است این لوله‌ها گرفته شوند

۲- سامانه مشترک (ترکیبی):

شبکه مشترک فاضلاب‌رو، شبکه‌ای واحد است که در آن هم فاضلاب و هم آب‌های سطحی از طریق یک مجرا انتقال می‌یابند.

مزایای سامانه ترکیبی فاضلاب

- قطر لوله‌های فاضلاب بزرگ و تمیز کردن آنها آسان است
- امکان گرفتگی آنها کمتر است
- فقط یک سری لوله‌گذاری انجام می‌گیرد؛ لذا ارزان‌تر است
- وقتی فاضلاب بهداشتی با سیلاب رقیق می‌شود، قدرت فاضلاب کاهش یافته و آزاردهی آن کمتر می‌شود
- مخارج تعمیرات و نگهداری سامانه، معقول و قابل قبول است

معایب سامانه ترکیبی فاضلاب

- قطر لوله‌ها بزرگ است در نتیجه حمل آن مشکل است
- در هنگام سیلاب، بار فاضلاب به تصفیه‌خانه بطور غیر ضروری افزایش می‌یابد
- به علت باران‌های شدید، ممکن است ظرفیت فاضلاب‌روها بیش از اندازه شده و به علت سرریز آن، حالت غیربهداشتی به وجود آید
- در فصل‌های خشک به دلیل کاهش میزان جریان فاضلاب و بزرگ بودن قطر لوله‌ها تأمین جریان مناسب با مشکل مواجه می‌شود

۳- سامانه نیمه ترکیبی:

در این سامانه، طراحی و لوله‌گذاری شبکه طوری صورت می‌گیرد که در طی بارندگی‌های معمولی و خفیف، آب باران به همراه فاضلاب بهداشتی در داخل فاضلاب‌روها جمع‌آوری و انتقال یابد. لیکن هنگامی که مقدار سیلاب از حد معینی تجاوز کند باید آب باران یا فاضلاب سطحی را جداگانه جمع‌آوری کرده و از طریق کانال‌های رو باز به طرف رودخانه‌ها و نهرها منتقل کنند و فاضلاب بهداشتی به راه خود در طول لوله‌های فاضلاب ادامه دهد.

مزایای سامانه نیمه ترکیبی فاضلاب

- قطر لوله‌ها خیلی بزرگ نیست (فقط مقداری از آب سطحی وارد می‌شود)
- این سامانه امتیازات دو سامانه قبل را دارد
- مشکل گرفتگی لوله‌های فاضلاب در عمل حذف شده است
- مسئله تعیین تکلیف آب باران خانه، به سادگی رفع شده است

معایب سامانه نیمه ترکیبی فاضلاب

- ممکن است سرعت جریان فاضلاب در فصول خشک کم باشد
- به علت سیلاب، بار وارده به پمپ‌ها و واحدهای تصفیه‌خانه بالا است

الگوهای شبکه فاضلاب

۱- الگوی شعاعی: در این روش، فاضلاب باید از تمامی نقاط جمع‌آوری و به طرف چند نقطه که تصفیه‌خانه در آنجاها قرار دارد منتقل شود. این الگو در مکان‌هایی که زمین‌های کشاورزی در اطراف تصفیه‌خانه وجود دارد و همچنین برای سامانه‌های جداگانه شبکه فاضلاب و همین‌طور سامانه‌های نیمه ترکیبی مناسب است.

۲- الگوی عمودی: در این الگو، لوله‌های فاضلاب به صورتی کار گذاشته می‌شوند که لوله اصلی یا لوله بزرگ فاضلاب، کمترین فاصله را تا محل‌های ریزش، به ویژه رودخانه‌های طبیعی داشته باشد. این الگو برای سامانه جداگانه شبکه فاضلاب مناسب است.

۳- الگوی تقاطعی: این الگو، حالت اصلاح‌شده و پیشرفته الگوی عمودی است. در این الگو، لوله‌های فاضلاب رو اصلی را لوله‌های فاضلاب رو بزرگتر قطع می‌کنند. لوله‌های بزرگ به موازات مسیر رودخانه پس از جمع‌آوری و انتقال فاضلاب به یک محل مشترک، پس از تصفیه یا بدون تصفیه، فاضلاب را در آب‌های جاری دفع می‌کنند.

۴- الگوی بادبزنی: در این الگو، کل فاضلاب باید از تمامی نقاط در منطقه جمع‌آوری و به طرف یک محل مشترک که تصفیه‌خانه در آنجا قرار دارد هدایت شود. در این الگو، تعداد اندکی از لوله‌های اصلی فاضلاب رو به صورت همگرا (متوجه یک نقطه بودن) کار گذاشته شده و یک شبکه بادبزنی شکل ایجاد می‌کنند.

۵- الگوی ناحیه‌ای (حوزه‌ای): در این الگو، تمام منطقه موردنظر به چندین ناحیه تقسیم می‌شود و سپس برای هر ناحیه، مجاری جداگانه‌ای تهیه می‌گردد. این الگو در حالتی که شهر بر روی یک تپه شیب‌دار واقع شده است مناسب است.

ب) سامانه جمع‌آوری فاضلاب درون‌محلی یا درجا

ایجاد سامانه‌های شبکه‌ای فاضلاب به دلایل مختلف، اعم از اقتصادی و فنی نمی‌تواند برای همه واحدهای تولید فاضلاب مخصوصاً برای واحدهای زیستی و کارگاهی و همینطور آبادی‌ها و جوامع کوچک توجیه‌پذیر باشد. بنابراین وقتی که فاضلاب‌روهای بهداشتی در دسترس نباشد، تصفیه فاضلاب در مکان تولید برای حفاظت از محیط زیست و سلامتی عمومی امری ضروری است. به این نوع سامانه‌های دفع و جمع‌آوری، سامانه درجا یا درون‌محلی می‌گویند. معمول‌ترین نوع جمع‌آوری و دفع درون‌محلی «سامانه سپتیک» است.

سپتیک تانک

مخزن سرپوشیده‌ای برای فاضلاب انسانی است که مواد جامد را از مواد مایع جدا ساخته، مواد آلی تخمیر شده را انبار کرده و خروجی تصفیه شده را برای تخلیه نهایی آماده می‌سازد.

جنس فاضلاب‌روها (کانال‌های فاضلاب)

هنگام انتخاب مصالح فاضلاب‌روها، نکاتی همچون ارزانی، دوام، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در برابر بارهای وارده، کم‌وزنی و ... دارای اهمیت هستند.

انواع لوله‌های فاضلاب از نظر جنس

۱- لوله‌های سفالی لعابدار: این لوله‌ها برای هدایت فاضلاب شهری بسیار مناسب هستند. سطح این لوله‌ها صاف، مقاومت آنها در برابر مواد و اسیدهای خورنده فاضلاب، بسیار زیاد و نفوذپذیری آنها در برابر آب، بسیار کم است. معایب این لوله‌ها، شکنندگی، سنگینی وزن و لزوم واردات آنها از خارج از کشور است.

۲- لوله‌های پلی‌اتیلن: از مواد پتروشیمی ساخته می‌شوند. این لوله‌ها دارای دیواره‌ای صاف و مقاومت آن در برابر فاضلاب‌های خانگی و گازهای خورنده ناشی از تعفن فاضلاب مطلوب است. همچنین این لوله‌ها انعطاف‌پذیر و با طول زیاد بوده و کار گذاشتن و پیوند آنها باهم بسیار ساده، سریع و آسان است.

۳- لوله‌های پی - وی - سی: این لوله‌ها از نظر مقاومت در برابر خوردگی فاضلاب‌ها، مانند پلی-اتیلن است، ولی به علت گرانی ماده آن، معمولاً این لوله‌ها را نازک می‌سازند، لذا مقاومت کافی در برابر بارهای وارده زمین را ندارند و با کمک چسب‌های ویژه به هم پیوند داده می‌شوند.

۴- لوله‌های بتنی و بتن فولادی: ارزان‌ترین لوله‌های فاضلاب هستند. تولید لوله‌ها، آسان و کاربرد آنها به ویژه برای قطرهای بزرگ‌تر از ۶۰ سانتی‌متر، مناسب و اقتصادی است. از معایب این لوله‌ها، مقاومت کم در برابر خوردگی شیمیایی فاضلاب‌ها، سنگینی وزن، شکنندگی و کوتاه بودن قطعات می‌باشد.

۵- لوله‌های چدنی: این لوله‌ها برای هدایت فاضلاب مناسب هستند ولی به علت گرانی، کاربرد آن برای لوله‌های فاضلاب معمولی در شهرها اقتصادی نیست. اما به دلیل مقاومت زیاد، برای شبکه درونی ساختمان‌ها مناسب است.

۶- لوله‌های آزبست سیمان: این لوله‌ها از لوله‌های بتنی، سبک‌تر و دارای زبری کمتری می‌باشند. مقاومت استاتیکی این لوله‌ها مناسب بوده ولی مقاومت آنها در برابر خوردگی فاضلاب، مانند لوله‌های بتنی است و به علت نازک‌تر بودن دیواره لوله‌های آزبست سیمان، امکان خراب شدن و شکستن لوله بیشتر است.

۷- لوله‌های فولادی: کاربرد این لوله‌ها در شبکه جمع‌آوری فاضلاب از نظر اقتصادی مانند لوله‌های چدنی است. مقاومت این لوله‌ها در برابر اسیدها، کمتر از لوله‌های چدنی بوده و کاربرد آنها بدون پوشش محافظ در لوله‌های بدون فشار درونی نادرست است. برتری این لوله‌ها نسبت به چدنی در قابلیت جوش دادن آن است. لذا بیشتر در تأسیسات پمپاژ و تلمبه‌خانه‌های فاضلاب مناسب است.

۸- کانال‌های آجر بنایی: تا پیش از گسترش کاربرد بتن فولادی، برای ساختن فاضلاب‌روهای با ابعاد بزرگ از مصالح بنایی به ویژه آجر استفاده می‌شد. امروزه کاربرد آجر در ساختمان‌های ویژه شبکه فاضلاب است.

عمق نصب فاضلاب‌روها

- جهت جلوگیری از اثرات یخبندان، بهتر است لوله زیر سطح یخبندان و یا در زمین‌های رسی زیر سطح تأثیر رطوبت سالانه واقع شود.

- در صورتی که لوله زیر سطح خیابان و در معرض رفت و آمد وسایل نقلیه قرار گیرد، جهت جلوگیری از اثرات بار، ضخامت روی لوله باید حداقل ۱,۲۰ متر در نظر گرفته شود.

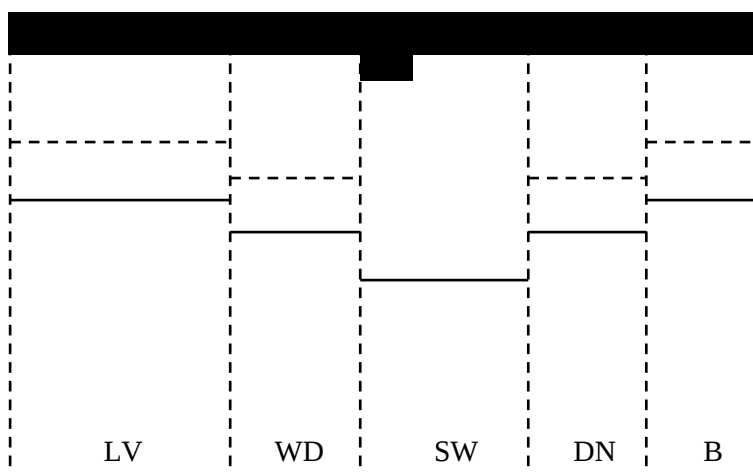
- در زمین‌های زراعی و غیرسواره‌رو ضخامت پوشش روی لوله تا حداقل ۹۰ سانتی‌متر باشد.

- چنانچه پوش روی لوله از حداقل‌های مذکور کمتر باشد لازم است لوله در غلاف بتنی قرار گیرد و یا با خاکریز محافظت گردد.

نمونه‌ای از مشخصات عرض، محل و عمق حفاری در معابر

عمق از سطح موجود یا پروفیله شدن معبر (متر)		عرض اختصاص یافته (متر)	عنوان
حداکثر	حداقل		
-۱,۲۰	-۰,۸	۱,۰۰	کابل خاکی مخابرات B
-۱,۵۰	-۱,۱۰	۱,۰۰	لوله‌های گاز فشار ضعیف DN
	-۲,۰۰	۱,۱۰	لوله‌های جمع‌آوری فاضلاب SW
-۱,۵۰	-۱,۱۰	۱,۱۰	لوله‌های توزیع آب WD
-۱,۲۰	-۰,۸	۱,۸۰	کابل برق فشار ضعیف LV

عرض، محل و عمق حفاری در گذرگاه‌های با عرض ۶ تا ۸ متر



تصفیه فاضلاب

تصفیه فاضلاب مردم را از بیماری‌های مسری که به وسیله فاضلاب خام به وجود می‌آید حفاظت می‌کند.

مقصود از تصفیه فاضلاب موارد زیر می‌باشد:

- ۱- گرفتن مواد معلق و شناور از فاضلاب
- ۲- تبدیل مواد ناپایدار موجود در فاضلاب به مواد پایدار
- ۳- جداسازی مواد سمی محلول و نامحلول
- ۴- گندزدایی و نابودی میکروب‌ها در فاضلاب

هدف از تصفیه فاضلاب

هدف از تصفیه فاضلاب از بین بردن و دفع صحیح آلاینده‌های فاضلاب با روش اقتصادی و عملی و گندزدایی فاضلاب پیش از ورود به عرصه آب قابل استفاده است. اهداف اصلی تصفیه فاضلاب عبارتند از:

۱- تأمین شرایط بهداشتی برای زندگی مردم

۲- پاک نگهداری محیط زیست

۳- بازیابی فاضلاب

اطلاعات لازم جهت انجام مطالعات تصفیه و کاربرد مجدد فاضلاب

۱- اطلاعات مربوط به جمعیت

۲- کاربری و مشخصات اراضی (طبقه‌بندی قرارداد تیپ همسان شماره ۱۲)

۳- کمیت و کیفیت مصرف و عرضه آب

۴- حجم، کمیت و کیفیت فاضلاب

۵- هزینه‌های تصفیه و دفع فاضلاب

۶- قوانین و مقررات بهره‌برداری از منابع آب

۷- قوانین و مقررات پاکی آب و سطح آلودگی فاضلاب

محل تصفیه خانه فاضلاب

- نزدیکی مکان تصفیه‌خانه فاضلاب به حوزه دریافت پساب

- فاصله از نواحی دارای شبکه فاضلاب

- پستی و بلندی حوزه طرح

محل تصفیه خانه فاضلاب

ملاحظات در نظر گرفته شده در انتخاب محل (مکانیابی) تصفیه خانه فاضلاب عبارتند از:

۱- زمین تصفیه خانه در پست‌ترین نقطه نسبت به شهر قراربگیرد (پمپاژ)

۲- جهت وزش باد غالب

۳- وجود مساحت کافی و با قیمت مناسب (توسعه ظرفیت آتی تصفیه‌خانه و اراضی لازم برای سایر ساختمان‌ها)

۴- ابعاد و شکل زمین (با توجه به ابعاد و رابطه فضاها و واحده)

۵- موقعیت نسبی زمین در رابطه با منشأ آب و انتقال آب مخازن ذخیره به شبکه توزیع

- ۶- بررسی مشخصات فیزیکی زمین شامل: مقاومت زمین از نظر تحمل وزن ساختمان‌ها، احتمال نشست، سطح آب زیرزمینی و نوسانات آن
- ۷- نزدیکی به راه‌های اصلی و مطمئن برای حمل و نقل
- ۸- نزدیکی به رودخانه، دریاها و دریاچه‌ها و یا حداقل مسیل‌ها
- ۹- مقاومت زمین تصفیه‌خانه در برابر سیلاب ناشی از بارندگی و طغیان رودخانه و یا جزر و مد دریا

اندازه تسهیلات و مساحت محوطه تصفیه خانه

اندازه مکان طرح به شرایط زیر بستگی دارد:

- (۱) الزامات تصفیه
 - (۲) فراوری جامدات
 - (۳) روش‌های دفع
 - (۴) مساحت و تعداد عناصر تجهیزاتی
 - (۵) ساختمان‌های حمایت کننده جانبی
- هرچه جمعیت شهر افزایش پیدا کند سرانه مساحت لازم برای هر نفر کاهش پیدا می‌کند.

مبانی طراحی تصفیه خانه فاضلاب و پساب

- (۱) دوره طرح
- (۲) جمعیت در دوره های طرح
- (۳) سرانه تولید فاضلاب
- (۴) ضرایب حداکثر و حداقل فاضلاب
- (۵) میزان پساب‌های صنعتی که همراه فاضلاب در دوره طرح تصفیه خواهد شد
- (۶) میزان نشتاب‌ها
- (۷) درجه تصفیه مورد نیاز
- (۸) مصارف فاضلاب و پساب تصفیه شده

متغیرها و ضوابط طراحی عوامل و اجزای تصفیه خانه فاضلاب (انتخاب ظرفیت و تعداد واحدها)

- ۱- مقدار فاضلاب ورودی به تصفیه خانه و تغییرات آن
- ۲- بار آلودگی و تغییرات آن (ظرفیت حوض های ته نشینی، هوادهی، تغلیظ و تثبیت لجن، تجهیزات برقی و مکانیکی)
- ۳- زمان ماند (ظرفیت حوض های ته نشینی، هوادهی، حوض تماس با کلر)
- ۴- بار سطحی و بار مواد جامد (حوض های ته نشینی و استخرهای تثبیت)
- ۵- سرعت جریان در فاضلاب روها (قطر لوله و تعداد کانال های ارتباطی)
- ۶- نسبت بار آلودگی بر لجن (در حوض های هوادهی تصفیه به روش لجن فعال)

حریم تصفیه خانه فاضلاب (مصوبه ۱۸)

- اولاً در انتخاب مکان تصفیه خانه کلیه مسائل فنی و زیست محیطی رعایت گردد.
- ثانیاً هرگونه ساخت و ساز تا حریم ۶ کیلومتری تصفیه خانه ممنوع می باشد.
- کمربند فضای سبز در اطراف تصفیه خانه ایجاد شود.