



ما مصمم هستیم تا کلیه آموخته هایمان را در اختیار دانشجویان و دانش پژوهان پرچسته کشور قرار دهیم و معتقدیم که با این

عمل، در سازندگی های آتی که توسط شما توانمندان بوجود خواهد آمد شریک خواهیم بود.

شما نیز با بکارگیری علوم تان، ایران را سرفرازتر کنید

## باتشکر فراوان از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر مسجدی

### تامین آب مشروب

برآورد آب مورد نیاز: طرح شبکه آبرسانی باید جوابگوی تغییرات و تحولات فصلی و روزانه و افزایش مصرف در اثر بالا رفتن فرهنگ بهداشتی اجتماع باشد تا بهره برداری از سیستم دچار هیچگونه اختلالی نگردد. بدلیل فقدان برنامه های درازمدت آینده و عدم امکان پیش بینی صحیح تغییرات واقعی در منطقه ضروری است آب مورد نیاز برآورده در طرح تا حد امکان باید بتواند تغییرات پیش بینی نشده را جبران نماید تا طرح از کیفیت قابل قبولی برخوردار باشد.

روش بررسی مصرف سرانه یا روش بررسی تعیین مقدار مصرف آب: روشهایی که برای تخمین مصرف سرانه وجود دارد عبارتند از:

۱- روش آماری: این روش بر پایه آمار مصرف منطقه مورد مطالعه در گذشته تجزیه و تحلیل متغیرهای مصرف سرانه آب و با وجود همبستگی بین مصرف و زمان، مصرف سرانه دوره طرح تعیین میگردد.

۲- روش مقایسه ای: در این روش با توجه به مصرف سرانه شهرها یا روستاهایی که با منطقه مورد مطالعه مشابهتی از نظر عوامل موثر در مصرف دارند قضاوت و استنباط فنی در سالهای آتی تخمین زده میشود.

تعیین مقدار مصرف آب: مقدار مصرف سرانه آب تابعی از سطح زندگی، فرهنگ، کیفیت، درجه حرارت هوا و غیره است که میزان آن از چند تا ۵۰ لیتر در شبانه روز برای هر نفر تغییر می کند. مصارف سرانه به ۳ دسته تقسیم میشوند:

الف - مصارف خانگی: عبارتند از آشامیدن (۵ لیتر در روز برای هر نفر)، پخت و پز (۵ لیتر)، حمام (۵۵ لیتر)، لباسشویی (۲۰ لیتر)، ظرف شویی (۱۰ لیتر)، دستشویی و توالت (۳۰ لیتر)، شستشوی خانه (۱۰ لیتر)، باغچه، استخر و ...

ب - مصارف صنعتی: مصرفهای صنعتی به ۳ گروه تقسیم میشوند:

- کارگاههای کوچک مانند نانوایی ها ( برای هر ۲۰۰ نفر ساکنین شهر یک کارگر نانو و برای هر کارگر نانو ۱۴۰ لیتر مصرف در روز )، قصابی ها ( برای هر ۳۰۰ نفر یک کارگر و برای هر کارگر ۱۰۰ لیتر در روز )، آرایشگاهها و غیره

- کارگاههای بزرگ - آب در کارخانه به مصارف گوناگون از قبیل خنک کردن موتورها، تولید فرآورده های کارخانه و یا شستشوی کارخانه میرسد لذا مصرف کارخانه های بزرگ بسته به نوع و مقدار فرآورده های آنها و یا بسته به مواد خام مصرفی تغییر میکند. بعلاوه مقدار مصرف آب بستگی به سیستمی دارد که کارخانه با آن کار میکند.

- موسسه های دام داری: مصرف اینگونه موسسه ها برای نگهداری هر دام بزرگ ۵۰ تا ۸۰ لیتر در شبانه روز و برای نگهداری هر دام کوچک ۱۰ تا ۳۰ لیتر در شبانه روز در نظر میگیرند.

ج - مصارف همگانی: (( مصرف سازمان آتش نشانی: یکی از کارهای شبکه آبرسانی آمادگی آن برای تامین آب لازم جهت خاموش کردن آتش سوزی ها میباشد. برای خاموش کردن یک آتش سوزی، بسته به بزرگی آن ممکن است تا

۵۰۰ متر مکعب و یا بیشتر آب لازم گردد

(( مصرف داخلی تاسیسات سازمان آب: مصرف سازمان آب، شامل آب لازم برای شستشوی استخرهای ته نشین، صافی ها، آبیاری فضای سبز و غیره که جمعا حدود ۱ تا ۱,۵٪ مصرف شهر برای این منظور در نظر گرفته میشود.

۳)) تلفات آبی : شامل آبهایی است که در اثر شکستن لوله‌ها و پس دادن آب در اتصالات شبکه هدر می‌رود . مقدار هدر رفتن آب را معمولاً در تاسیسات نو حدود ۵٪ و در تاسیسات قدیمی و کهنه تا ۸٪ در نظر می‌گیرند . برای لوله‌های خارج از شهر و شاه لوله هانیز ۱٪ مصرف شهر بعنوان تلفات در نظر گرفته می‌شود .  
نوسانات مصرف آب شهر : مجموع مصرف‌های خانگی و صنعتی تحت تاثیر یک رشته نوسانات قرار دارد که باید در طرح شبکه‌های آبرسانی مورد توجه قرار گیرد . این نوسانات عبارتند از :

الف)) نوسانات سالیانه که بیشتر ناشی از عوامل طبیعی مانند گرما، سرما، خشکی و رطوبت هوا است . در سالیان بسیار مرطوب و پربارانگی مقدار مصرف‌های خانگی به حداقل خود میرسد. مقدار تولید سالیانه کارخانه‌ها نیز بر مصرف سالیانه آب شهرها تاثیر مستقیم دارد .

ب)) نوسانات فصلی : مصرف آب خانگی در فصل تابستان ۲ تا ۳ برابر فصل زمستان است بعلاوه مصرف آب کارخانه‌های شیرسازی بعلاوه افزایش فراورده‌هایشان در تابستان بیشتر میگردد .

ج)) نوسانات ماهیانه : مصرف آب خانگی بستگی به موقعیت شهرداری . ممکن است در برخی از ماهها بشدت کم و یا زیاد شود. این موضوع بیشتر در مناطق توریستی و ویلاقی بچشم می‌خورد .

د)) نوسانات هفتگی : در روزهای تعطیل بعلاوه بستن بودن بیشتر کارگاهها مصرف آب کم گشته و در عوض مصارف خانگی افزایش می‌یابد ( بعلاوه توجه بیشتر مردم به شستشو) .

ح)) نوسانات روزانه : این نوسانات بیشتر از دیگر نوسانات فوق مورد توجه بوده و در محاسبات تاسیسات و شبکه آبرسانی منظور میگردد. اگر ماکزیم مصرف روزانه یک ناحیه در سال  $Q_{max}^d$  باشد مقدار آن ۱٫۱ تا ۱٫۵ برابر میانگین مصرف روزانه است . ماکزیم مصرف روزانه در طی سال بیشتر در روزهای گرم تابستان رخ میدهد .  
 $Q_{max}^d = (1.1 \rightarrow 2.5) * Q_m^d$  دبی روزانه از تامین مصرف آب مورد نیاز بدست می‌آید و  $Q_m^d$  دبی مصرفی میانگین گیری شده است .

تعیین ضریب حداکثر روزانه : از روی مصرف حداکثر روزانه  $Q_m^d$  ، ظرفیت پمپها ، حجم مخازن ذخیره هوایی و زمینی را تعیین میکنند . ( با گرم شدن هوا ضریب افزایش می‌یابد )

گرم مرطوب	گرم و خشک	معتدل	معتدل	سرد و کوهستانی	منطقه آب و هوایی
۱٫۵ تا ۲٫۵	۱٫۵ تا ۱٫۸	۱٫۳ تا ۱٫۶	۱٫۲ تا ۱٫۵	۱٫۱ تا ۱٫۳	ضریب

د)) نوسانات ساعتی : در ۲۴ ساعت شبانه روز مقدار مصرف آب در شهر ، نوسان میکند و شبکه لوله کشی را با توجه به مقدار ماکزیم آن محاسبه و طراحی میکنند. شدت و ضعف نوسانات ساعتی در شهرها بستگی به بزرگی شهر و برنامه روزانه بیشتر مردم آن دارد .

$$Q_{max}^h = \frac{(1.5 \rightarrow 2.5)(1.1 \rightarrow 2.5)}{24} * Q_m^d \quad \text{به عبارت دیگر} \quad Q_{max}^h = \frac{(1.5 \rightarrow 2.5)}{24} * Q_{max}^d$$

تعیین ضریب حداکثر نوسانات ساعتی ( ۱٫۲ تا ۲٫۵ ) : جدول زیر نشان میدهد که با افزایش جمعیت ، ضریب ساعتی کاهش می‌یابد .

بیشتر از ۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰	کوچکتر از ۵۰۰۰	جمعیت بر حسب نفر
۱٫۲ تا ۱٫۴	۱٫۳ تا ۱٫۶	۱٫۴ تا ۱٫۸	۱٫۵ تا ۲	۲ تا ۲٫۵	ضریب

تعیین جمعیت : هدف از بررسی شناخت روند افزایش عددی جمعیت در گذشته از روی آمار موجود و بررسی عوامل موثر بر شدت و ضعف این افزایش ، آن است که بتوان با کنش واقع بینانه ، با استفاده از روشهای پیشبینی ، افزایش جمعیت در آینده را تخمین زد .

روشهای تخمین جمعیت درآینده : روشهای متعددی برای این منظور وجود دارد که مهمترین آنها عبارتست از روش تساعدهندسی ، روش حسابی ، روش لگاریتمی و روش افزایش جمعیت با نقصان رشد . طبق بررسی بعمل آمده جزروش هندسی برای مناطقی همچون ایران ، سایر روشهای تخمین جمعیت ، نتیجه مطلوبی را بدست نمی دهد . روش هندسی : در این روش که برآورد جمعیت اغلب شهرهای ایران مورد استفاده قرار میگیرد . فرض بر این است که افزایش جمعیت سالانه بصورت تصاعدهندسی بوده و از رابطه زیر بدست می آید  $P = P_0(1 + \gamma)^n$  که  $P$  جمعیت سال مورد نظر ،  $P_0$  جمعیت سال مبداء ،  $\gamma$  درصد رشد سالانه و  $n$  تعداد سالهای بین سال مبداء و سال مورد نظر است .

سال مورد نظر سالی است که قرار است اجرای طرح آغاز گردد و منظور از جمعیت مبداء میزان جمعیت منطقه در سال شروع بهره برداری از تاسیسات طراحی شده است . دوره طرح معمولاً برای شبکه های آبرسانی برای ۲۵ تا ۵۰ سال آینده در نظر گرفته میشود . عوامل موثر در افزایش جمعیت :

الف // مهاجرت : مهمترین عواملی که سبب مهاجرت میشود عبارتست از صنعتی شدن منطقه ، سرمایه گذاری بیشتر برای آبادانی شهرها ، استعداد طبیعی شهرها برای توسعه و عوامل نظامی و سیاسی است .

ب // بالا رفتن سطح بهداشت : بهتر شدن بهداشت همگانی بویژه کاهش مرگ و میر کودکان تاثیر چشمگیری در افزایش جمعیت شهرها دارد .

ج // گسترش راهها : تکامل خطوط ارتباطی و در نتیجه گسترش خدمات توریستی به رونق بازار کار در شهرها کمک میکند د // بی توجهی به برنامه تنظیم خانواده :

مثال : در شهری جمعیت در حال حاضر آن ۵۰۰۰۰ نفر ، در سال قبل ۴۷۱۰۰ نفر ، در ۲ سال قبل ۴۴۶۰۰ نفر و در ۳ سال قبلی ۴۱۰۰۰ نفر بوده است . جمعیت این شهر برای ۳ سال آینده را محاسبه نمایید .

$$P = P_0(1 + \gamma)^h \quad P_0 = 50000 \quad P_1 = 47100 \quad P_2 = 44600 \quad P_3 = 41000$$

$$\gamma_1 = \frac{50000 - 47100}{47100} = 0.062 = 6.2\% \quad , \quad \gamma_2 = \frac{47100 - 44600}{44600} = 0.056 = 5.6\%$$

$$\gamma_3 = \frac{44600 - 41000}{41000} = 0.088 = 8.8\% \Rightarrow \gamma_t = \frac{0.062 + 0.056 + 0.088}{3} = 0.0684$$

$$\Rightarrow P = 50000(1 + 0.0684)^3 = 60978$$

مثال : جمعیت شهری ۱۲۵۰۰۰ نفر است مقدار متوسط مصرف سالانه  $160 \text{ lit/day}$  برای هر نفر است چنانچه مصرف ماکزیمم روزانه ۲۰٪ مقدار فوق باشد و نیز مقدار ساعتی ۱۶٪ در نظر گرفته شود ، مقدار ماکزیمم مصرف روزانه و ساعتی را محاسبه نمایید .

$$Q_{\max}^d = 160 * 2 = 320 \text{ lit/day} \quad , \quad Q_{\max}^h = \frac{320 * 1.6}{24} = 21.33 \text{ lit/h}$$

با داشتن مقدار مصرف ساعتی برای هر نفر میتوان مقدار مصرف ساعتی شهر را بدست آورد .

$$21.33 * 125000 = 2666250 \text{ لیتر در ساعت برای کل شهر .}$$

خواص و تجزیه آب :

خواص فیزیکی آب :

• وزن مخصوص آب : آب در  $4^{\circ}\text{C}$  بیشترین وزن مخصوص را دارد و برابر یک گرم بر سانتی متر مکعب میباشد .

• درجه بخار شدن آب : آب در فشار یک اتمسفر ، در  $100^{\circ}\text{C}$  تبدیل به بخار میگردد . با کم شدن فشار محیط درجه گرمای لازم برای تبخیر آب کاسته میشود این پدیده سبب قطع جریان آب در لوله مکش میگردد .

• درجه یخبندان آب : آب خالص در فشار یک اتمسفر و در درجه حرارت  $0^{\circ}\text{C}$  یخ بسته و حجم آن ۹٪ افزایش می یابد . این پدیده ممکن است سبب شکستن ظرف آب و یا لوله های آبرسانی گردد .

• حل پذیری گازها : حل پذیری گازها در درجه گرمای کم و فشار زیاد بیشتر است با گرم شدن آب گازهای محلول آن بتدریج از آن بیرون می آیند برای مثال آبهای زیرزمینی که مقدار گازهای محلول در آنها زیاد است پس از رسیدن به سطح زمین بعلت کم شدن فشار و گرم شدن گازهای محلول خود را نظیر گاز کربنیک از دست میدهد.

• هدایت پذیری الکتریسیته : آب خالص قابلیت انتقال الکتریسیته بسیار ناچیزی دارد بطوریکه میتوان آنرا عایق الکتریسیته دانست . با ورود نمکهای گوناگون به آب ، بسته به نوع و مقدار نمک ، هدایت پذیری الکتریسیته توسط آب بشدت افزایش می یابد . لذا با اندازه گیری مقدار قابلیت هدایت ویژه آبهای ناخالص میتوان به مقدار و نوع نمک موجود در آب پی برد .  
 خواص فیزیکی آبهای آشامیدنی :

• درجه گرمای آب آشامیدنی : آب بسیار سرد اثر بدی بردستگاه گوارش انسان دارد و آب با درجه گرمای بالا حالت بی مزگی داشته و گوارا نیست . مناسبترین درجه گرمای آب آشامیدنی ۸ تا ۱۲ درجه سانتی گراد است .  
 • رنگ آب آشامیدنی : آب آشامیدنی باید بیرنگ باشد و در ضخامتهای زیاد رنگ آبی مایل به سبز زلالی را داشته باشد . کدری آب به واسطه وجود مواد معلق و کلوئیدی در آب است .

• بوی آب آشامیدنی : آب آشامیدنی باید بی بو باشد .  
 • مزه آب آشامیدنی : مزه آب باید گوارا باشد . آب با درجه سختی خیلی کم حالت بی مزگی ناخوشایندی را میدهد . شوری آب نشانه وجود نمک خوراکی و تلخی آب بدلیل وجود ترکیبات منیزیم است .

• هدایت پذیری الکتریسیته آب آشامیدنی : تا ۴۰۰ میکروموز ، این هدایت خوب و تا ۱۰۰۰ میکروموز قابل قبول است .

• خواص شیمیایی آب : آب وقتی میتواند جهت آشامیدن مناسب باشد که کل مواد جامد محلول در آن ۵۰۰ ppm (میلیگرم در لیتر) باشد .  
 مواد شیمیایی موجود در آب : عبارتند از :

• ته ماندگی کل : TDS : مواد کل معلق و مواد کل محلول در آب - واژه ته ماندگی کل ، به کل مواد جامد محلول کلوئیدی و یا معلق در آب اطلاق میگردد و مقدار مجاز آن برای آبهای شهری ۵۰۰ ppm است . ته ماندگی کل به موادی که در ته ظرف پس از تبخیر مقدار معینی از نمونه خشک نمودن آن در دمای معین باقی میماند ، اطلاق میگردد .

• قابلیت هدایت الکتریکی آب و رابطه آن با TDS : هدایت الکتریکی آب ، شاخص قابلیت آن در هدایت جریان برق است و از این نظر بطور مستقیم با مقدار TDS متناسب است . در سیستم متریک با واحد ژیمنس و بدلیل کوچکی برحسب میکرو ژیمنس بیان میشود . بین هدایت الکتریکی برحسب میکرو ژیمنس و TDS آنها ، روابط تجربی متعددی وجود دارد که در مورد آبهای سطحی و زیرزمینی روابط زیر پیشنهاد شده است :  
 $TDS = EC * (0.63 \rightarrow 0.7)$  و برای آبهای صنعتی با قلیائیت زیاد رابطه  $TDS = EC * 0.9$  بکار میرود . TDS برحسب ppm است .

• شوری آبها : شوری عبارتست از کل جامدات محلول در آب که پس از تبدیل کلیه کربناتها به اکسیدهای خود و جایگزین شدن کلر بجای برم و ید . در ضمن اکسید شدن کلیه مواد آلی اندازه گیری شده است و از نظر مقدار شوری از TDS کوچکتر است

• اسیدیته آب : اسیدیته آب عبارتست از ظرفیت کمی آب در خنثی نمودن یک باز قوی .  
 • قلیائیت آب : قلیائیت آب عبارتست از ظرفیت کمی آب در خنثی نمودن یک اسید قوی .  
 • سختی آب : درجه سختی آب را از دو نقطه مورد توجه قرار میدهند : ( ۱ ) به مقدار ترکیبات آهکی بصورت سولفات کلسیم ، کلروکلسیم و هیدروکربنات کلسیم ( ۲ ) با توجه به مقدار ترکیبات منیزیم یعنی سولفات ، کلرو و بی کربنات منیزیم .

مواد آلی موجود در آب: طبیعت منشاء اولیه مواد آلی موجود در آب است ولی در حال حاضر زندگی شهری و فعالیت صنایع، خود عامل بسیار مهمی در افزایش این مواد در آبها محسوب میشوند. زیرا عوامل مهمی که در زمینه شناسایی مواد شیمیایی آلی موجود در آبها و پسابها که از شاخص اصلی محسوب میشوند به اختصار شرح داده میشوند.

اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی BOD : BOD نشان دهنده قابلیت حذف مواد آلی موجود در نمونه آب مورد نظر در مقابل باکتریهای معمول در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و بمدت ۵ روز میباشد.

اکسیژن مورد نیاز شیمیایی COD : نشان دهنده مقدار اکسیژن مورد نیاز جهت اکسیداسیون مواد آلی موجود در یک نمونه آب است.

اکسیژن مورد نیاز آبی IOD : این مقدار نشان دهنده حضور مقدار مواد احیاء کننده قوی در پسابها است که با تاثیر سریع، مقدار اکسیژن را در جریانهای دریافتی ضمن اختلاط، تعدیل میدهد.

ارزش پرمنگناتی : این مقدار مشابه COD است با این تفاوت که در این روش بجای استفاده از یک اکسید کننده قوی نظیر بی کربنات پتاسیم از پرمنگنات پتاسیم جهت اکسیداسیون استفاده میشود.

ازت موجود در آب : مواد ازت دار بطریق مختلف نظیر تماس آب با فاضلابها و یا تخلیه زه آبهای کشاورزی در رودخانه ها تولید میشود.

حداکثر مقدار قابل قبول و حداکثر مجاز مواد خارجی در آب آشامیدنی، بنابه پیشنهاد سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۷۱ بر حسب mg/L یا ppm

نام مواد شیمیایی	TDS پس مانده تبخیر	بر حسب کربنات	سولفاتها	نتریتها آمونیوم	کلرورها	گاز کلر آزاد	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	مس	روی	نیکل	فلور
حداکثر مقدار قابل قبول	۵۰۰	۳۵۰	۲۰۰	۰۰۰۵	۲۰۰	۰۰۰۳	۷۵	۵۰	۰۰۱	۰۰۰۵	۱	۵	۰۰۱	۱۰۰۵
حداکثر مجاز	۱۵۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۰۰۰۵	۶۰۰	۰۰۰۵	۲۰۰	۱۵۰	۱	۰۰۰۵	۱۰۰۵	۵۰۰	۱	۱۰۰۷

خواص بیولوژیکی و باکتریولوژیکی آب آشامیدنی: در آبهای طبیعی، خصوصا آبهای روی زمینی، در کنار مواد معلق تعداد بسیاری موجودهای کوچک تک سلولی نیز یافت میگردد موجودهای زنده نام برده شده در آب ممکن است ریشه گیاهی و یا حیوانی داشته باشد. اگر در آب محیط مناسبی برای رشد باکتری وجود نداشته باشد، در برابر نور خورشید و جریان آب و در نتیجه یک تصفیه طبیعی کم از زمین میروند.

خواص آب مصرفی در کارخانه جات: خواص آب مصرفی در کارخانه جات باید در هر مورد با توجه به نوع و برآورد کارخانه بررسی و تعیین گردد. حتی ممکن است در یک کارخانه نیز برای مصرفهای گوناگون نیاز به انواع مختلفی از آب پیدانمود. برای مثال در یک کارخانه قند، آب لازم برای شستشوی چغندر با آب مصرفی برای گرفتن شیر چغندر و آب لازم برای دیگهای بخار کارخانه متفاوت بوده و از یک نوع نیستند.

خواص آب مصرفی در کارهای ساختمانی: آب در کارهای ساختمانی یا برای تهیه ملات و یا آبپاشی روی قطعه های تازه ساز بتنی بکار میروند. ملاتها از قبیل گل و ماسه و آهک حساسیت زیادی در برابر ناخالصی های آب مصرفی ندارند. آب لازم برای تهیه ملات ماسه سیمان که امروزه مهمترین ملات را در کارخانه ساختمانی تشکیل میدهند و نیز آب مورد نیاز برای ساختن قطعه های بتنی و بتن آرمه باید دارای خواص شیمیایی مشخصی باشند. بطور کلی آبهایی که بشکل های گوناگون روی ملاتهای ماسه سیمان اثر کرده و مقاومت آنها را کاهش میدهند، آبهای خورنده نامیده میشوند و مهمترین آنها عبارتند از:

۱- آبهای کازکربنیک دار ۲- آبهای سولفات دار ۳- آبهای شور

برای بررسی کیفیت آب در تصفیه خانه، گامهای زیر باید برداشته شود:

• نمونه برداری از آب: در یک تصفیه خانه ویا یک منبع طبیعی آب، نمونه برداری از آب باید منظم و در چند نقطه از مسیر جریان آب انجام گیرد. برای مثال برای نمونه برداری از نقطه وارد شدن آب به تصفیه خانه و نقطه خروج آن، کافی نیست بلکه برای کنترل کارواحدهای گوناگون نیز باید نمونه برداری ها و آزمایشهای لازم انجام گیرد بسته به وسایل آزمایش و سیستم کاربرد آزمایشگاه تصفیه خانه، نمونه های برداشت آب ۲ تا ۳ لیتر میباشند و باید در موقع برداشت توجه شود که هیچگونه گازی از آن خارج نگردد و فوراً شیشه نمونه بسته شود. زمان بین برداشت نمونه و آزمایش آن نباید از ۷۲ ساعت بیشتر گردد و شیشه نمونه برداری باید قبلاً با آب مورد آزمایش چندبار شسته شود.

• آزمایش آب: آزمایشهایی که روی آب انجام میشود به دو گروه تقسیم میگردند. الف: آزمایشهای روزمره // این آزمایشها در تصفیه خانه عبارتست از تعیین خواص فیزیکی، شیمیایی و خواص بیولوژیکی و باکتریولوژیکی میباشد. ب: آزمایش کامل // برای طرح یک تصفیه خانه و انتخاب واحدهای مناسب برای تصفیه آب مورد نظر، نیاز به آگاهی کامل برای تمام خواص فیزیکی و شیمیایی آب میباشد. یکی از این آزمایشها، آزمایش تعیین نوع و مقدار مواد منعقدکننده لازم برای ته نشینی مواد معلق می باشد.

سیستمهای طراحی: (نحوه توزیع آب در منطقه)

پخش آب در شهر: (انواع شبکه های لوله کشی آب //

شبکه لوله کشی قسمتی از تاسیسات آبرسانی شهری است که وظیفه رساندن آب رابه مصرف کنندگان بعهده دارد شبکه پخش آب در شهر حدود ۵۰ تا ۹۰٪ تمام هزینه تاسیسات آبرسانی را بخود اختصاص میدهد. چون تغییر دادن لوله های یک شبکه پس از چند سال کار، هزینه سنگینی را لازم دارد. در محاسبه شبکه لوله کشی جمعیت ۲۵ تا ۴۰ سال آینده شهر را مبنای طرح قرار میدهند. از نظر سیستم پخش آب میتوان شبکه لوله کشی را به ۳ گونه طراحی نمود

۱- شبکه های شاخه ای: در این شبکه ها که مانند شاخه های درخت هستند ساده ترین نوع شبکه ها را تشکیل میدهند جریان آب در آنها همیشه یکطرفه و از سوی شاخه بزرگتر بسمت شاخه کوچکتر حرکت میکند. محاسبه این شبکه ها ساده و عیب مهم آنها این است که در موقع شکستن لوله ای در بالا دست، تمامی قسمتهای واقع در پایین دست بی آب میمانند بعلاوه در انتهای شاخه ها ممکن است آب بعلت کمی مصرف مدتی ساکن بماند که در تعیین مزه آن بی تاثیر نیست و نیز در این شبکه ها بعلت یکسوپودن همیشگی جریان و کم بودن سرعت در شاخه های فرعی، امکان ته نشینی بیشتری وجود دارد.

۲- شبکه های حلقه ای: اگر انتهای شاخه های شبکه شاخه ای رابه یکدیگر وصل کنیم، شبکه حلقه ای ایجاد میگردد. در این شبکه ها آب در لوله ها، بسته به محل مصرف تغییر جهت میدهد و هر ناحیه از ۲ یا چند جهت امکان آبرسانی دارد. این شبکه ها عیوب شبکه های شاخه ای را ندارند ولی هزینه ساختمان آنها بیشتر و محاسبه آنها بعلت مشخص نبودن جهت جریان در لوله ها مشکل تر است.

۳- شبکه های درهم: چون ساختمان شبکه های حلقه ای خیلی گران تمام میشود و همواره صرفه اقتصادی ندارد، لذا عملاً برای شبکه های لوله کشی شهرها از هر دو گونه شبکه استفاده میکنند.

محاسبه هیدرولیکی شبکه های لوله کشی آب:

$$Q_{c.f.s} = 0.432 C D^{2.63} S^{0.54}, \quad S = \frac{h_L}{L}, \quad h_{L_{c.f.s}} = \left( \frac{L}{0.212 C^{1.85} D^{4.87}} \right) Q^{1.85}$$

$$h_{L_{si}} = \frac{10.7 * L}{C^{1.85} * D^{4.87}} Q^{1.85} \text{ m}^3 / \text{s}$$

مبنای طرح: در طراحی شبکه های آبرسانی باید نکات زیر رعایت گردد:

محدودیتها (( در هر شبکه آبرسانی یک سری محدودیتهای فنی وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از محدودیتهای فشار، سرعت و قطر لوله

محدودیت فشار در شبکه : فشار موجود در شبکه های آبرسانی همواره باید در یک محدوده معینی قرار داشته باشد این محدوده معین دارای یک حداقل فشار مجاز و یک حداکثر مجاز است که بسته به وسعت شبکه و نواحی مختلف ممکن است تغییر نمایند . هدف از تامین حداقل فشار در یک شبکه آبرسانی شهری را میتوان ایجاد فشار لازم در ابتدای هارانشعاب و همچنین عدم ایجاد کمبود فشار بهنگام مواقع اضطراری به ویژه آشنشانی است . حداکثر فشار در یک شبکه آبرسانی شهری نیز باید بگونه ای باشد که از ترکیبی و شکستن لوله ها بویژه در محل اتصالات جلوگیری بعمل آید . بدیهی است که این خطر در نقاط کم ارتفاع و گود شهر و در هنگامی که جریان آب در شبکه ناچیز می باشد به مراتب بیشتر از سایر حالات می باشد زیرا تحت این شرایط افت فشار به کمترین مقدار خود رسیده و در نتیجه فشار به حداکثر مقدار خود میرسد . فشار مجاز در لوله ها حداقل ۱۴ متر برابر با ۱.۴ اتمسفر یا ۱.۴ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر فشار ۵۰ متر یا ۵ اتمسفر است محدودیت سرعت : حداکثر سرعت به این علت تعیین میگردد که اگر سرعت جریان آب در لوله های شبکه از یک حدی بیشتر شود باعث افزایش افت فشار در شبکه شده و لذا لزوم استفاده از تاسیسات ایجاد فشار (پمپ) در شبکه را بدنبال خواهد داشت که در مواقعی ممکن است موجبات غیر اقتصادی شدن شبکه را فراهم نماید علاوه بر اثر تغییر جهت سرعت در زانوها و سه راهی ها نیرویی ایجاد میگردد که امکان شکسته شدن لوله بویژه در محل اتصالات افزایش می یابد . در ارتباط با علت در نظر گرفتن حداقل سرعت جریان در لوله های شبکه های آبرسانی نیز میتوان گفت که در سرعت های کم رسوب بیشتری در لوله ها ایجاد شده و همچنین گازهای محلول در آب در چنین حالتی بصورت حبابهایی در قسمتهای بلند شبکه جمع شده و در نتیجه جریان آب را مختل میسازد .

مطابق تجربیات بدست آمده ، سرعت آب در لوله های مختلف را میتوان بصورت زیر در نظر گرفت :

■ برای لوله هایی با قطر ۵ تا ۵۰ سانتی متر ، سرعت جریان بین ۰.۸ تا ۱.۲ متر بر ثانیه

■ برای لوله هایی با قطر ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی متر ، سرعت جریان بین ۱.۲ تا ۱.۷۵ متر بر ثانیه

حداکثر سرعت مجاز در شبکه های آب در حدود ۲ متر بر ثانیه و حداقل آن ۰.۳ متر بر ثانیه است . بهترین سرعت آب در شبکه ۰.۸ الی یک متر بر ثانیه می باشد .

محدودیت قطر لوله : از آنجا که هنگام آتش سوزی دبی جریان بطور ناگهانی در بعضی از لوله های شبکه افزایش می یابد در لوله هایی فرعی و کوچک شبکه افت فشار زیادی ایجاد شده که ممکن است منجر به ایجاد مکش در لوله های آن قسمت از شبکه گردد . برای جلوگیری از بروز چنین حالتی برای قطر لوله در یک شبکه شهری مقدار حداقلی انتخاب میشود که معمولاً برابر ۱۰۰ میلی متر در نظر گرفته میشود .

مقدار C لوله ها مطابق جدول زیر میباشد

پلاستیک	چوبی	فولاد	فولاد	سیمانی	چدنی ۳۰	چدنی ۲۰	چدنی ۱۰	چدنی ۵	چدنی
تیکی		پرچ شده		نی یا بتنی	سال کار کرده	سال کار کرده	سال کار کرده	سال کار کرده	نو و کار کرده
PVC									
۱۲۰ تا ۱۴۰	۱۲۰	۱۰۷ تا ۱۱۳	۱۲۰	۱۲۰ تا ۱۴۰	۷۵ تا ۹۰	۹۰ تا ۱۰۰	۱۰۷ تا ۱۱۳	۱۲۰	۱۳۰

مسئله : یک چشمه در دامنه یک کوهستان کشف شده است . پس از آزمایش آب چشمه ، قابل شرب بودن آن تایید شد . مقدار گذر حجمی آب این چشمه در زمستان که ماکزیمم است برابر ۵۰ لیتر در ثانیه است . میخواهیم آب این چشمه را که یک حوضچه روی آن ساخته شده ، به مقصدی در فاصله ۱۳۰۰۰ متری هدایت نموده و به شبکه وصل نماییم . اختلاف ارتفاع بین سطح حوضچه روی چشمه و سطح آب در مخزن ۱۰۰ متر است . با توجه به اینکه از نظر اقتصادی لوله از بستر نسبت به سایر لوله ها مقرون بصرفه تر است ، قطر لوله مورد نیاز را بر حسب اینج بدست آورید . طول معادل اتصالات ۲۰٪ کل طول لوله است .

$$Q = 50 \text{ lit} / s \quad L' = 13000 \text{ m} \quad \Delta h = 100 \quad C = 140 \quad L = L' + 20\% \cdot 13000 = 15600 \text{ m}$$

$$S = \frac{\Delta h}{L} = \frac{100}{15600} = 0.0064 \quad , \quad h_{L_{tot}} = \frac{10.7 * L}{C^{1.85} * D^{4.87}} Q^{1.85} \quad , \quad 100 = \frac{10.7 * 15600}{140^{1.85} * D^{4.87}} 0.05^{1.85}$$

$$\Rightarrow D = 0.2250 \text{ m} = 22.5 \text{ cm} = 10''$$

روشهای محاسبه هیدرولیکی شبکه های آبرسانی شهری: منظور از محاسبه یک شبکه آبرسانی شهری، تعیین قطر و دبی مربوط به هر لوله و همچنین محاسبه فشار در نقاط مختلف شبکه است. روشهای مختلفی برای محاسبه شبکه های آبرسانی شهری وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

— روش هاردی کراس — روش طول معادل — روش نیوتن-رانسون — روش تئوری خطی

— روش بهینه سازی با استفاده از تئوری خط بحرانی

برای محاسبه شبکه های آبرسانی نیاز به یک سری معادلات و قوانین از مکانیک سیالات و هیدرولیک وجود دارد برای مثال معادله پیوستگی، معادله داریسی، معادله هایزن ویلیامز و قوانین کریشوف از جمله معادلاتی هستند که در محاسبه شبکه های آبرسانی شهری مورد استفاده قرار میگیرند.

قوانین کریشوف: قانون اول (( در هر گره از شبکه مجموع دبی های ورودی با مجموع دبی های خروجی برابر است.

قانون دوم (( مجموع جبری افت فشارهای پدید آمده در شاخه های هر حلقه از شبکه، با انتخاب یک جهت اختیاری، برابر صفر است.

روش هاردی کراس برای محاسبه هیدرولیکی شبکه های آبرسانی: این روش، یکی از معمولی ترین روشهای موجود در طرح و محاسبه شبکه های لوله کشی میباشد. روش هاردی کراس در واقع یک راه حل ریاضی بمنظور محاسبه قطر لوله، افت فشار در هر یک از شاخه های شبکه و همچنین مقدار گذر حجمی جریان (دبی) در لوله های متعدد سیستم لوله کشی آن شبکه میباشد. جهت حل یک شبکه آبرسانی با استفاده از روش هاردی کراس اقدامات زیر را باید انجام داد.

- بر روی نقشه ای که خطوط تراز یا توپوگرافی مشخصی دارند و معمولاً ترکیبی از نقشه طرح جامع شهر و توپوگرافی است، خطوط شبکه لوله را مشخص مینمایند. محل ورود آب از مخزن به داخل شبکه را بر روی نقشه مشخص مینمایند.

- با توجه به اصول اقتصادی و موارد فنی، تعداد حلقه ها را تعیین و شماره گذاری میکنیم.

- جهت جمع جبری افتهای فشار نظیر ارتفاع لازم است برای کلیه حلقه ها یک جهت مثبت انتخاب شود که معمولاً جهت حرکت عقربه های ساعت در نظر گرفته میشود.

- مقادیر گذر حجمی جریان آب را در هر بخش از شهر با توجه به تراکم جمعیت و مصارف گوناگون برآورد نموده و شاخه های شبکه لوله کشی را که آن گذر حجمی لازم است از آن گرفته و بمصرف اهالی برسد تعیین مینماییم.

- در اینصورت هر یک از شاخه های شبکه را در هر حلقه شماره گذاری مینماییم. بهتر است این شماره گذاری نیز در جهت عقربه های ساعت صورت پذیرد. توضیح اینکه لوله های مشترک در دو حلقه، لازم نیست دو بار شماره گذاری شوند.

- در این مرحله که جهت انجام محاسبات بسیار حساس میباشد میبایستی با توجه به مصارف شاخه های لوله و مصارف نواحی مختلف مقادیر گذر حجمی که دارای ماهیت منطقی و عقلانی است را برای هر شاخه تخمین زده بطوری که اصل پیوستگی یا قانون کریشوف در مورد هر گره همواره برقرار باشد.

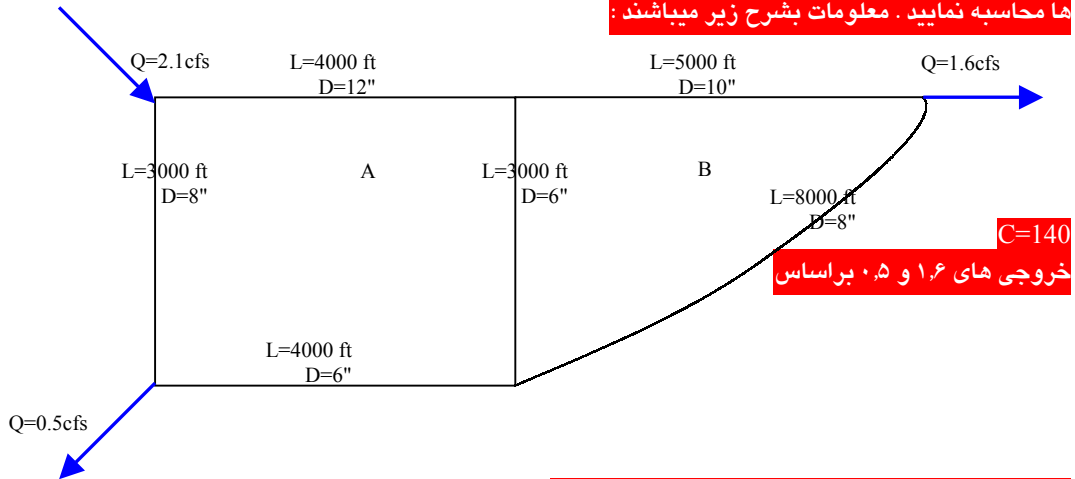
- در این مرحله میبایستی یک سرعت منطقی و اقتصادی برای شاخه های شبکه در نظر گرفت تجربه ثابت کرده است که سرعت  $V = 4 \text{ f.p.s}$  (معادل  $1.2 \text{ m/s}$ ) یک سرعت اقتصادی و مناسب است لیکن سرعتهای بین ۱ تا ۹ f.p.s (فوت بر ثانیه) قابل قبول میباشند.

- با استفاده از معادله پیوستگی میتوان مقادیر قطرهارا در هر شاخه محاسبه نمود و بر روی هر شاخه همواره با طول لوله ذکر کرد.

- با داشتن ضریب زبری جدار داخلی لوله (C یا f) قطر D هر شاخه و طول هر شاخه L را با استفاده

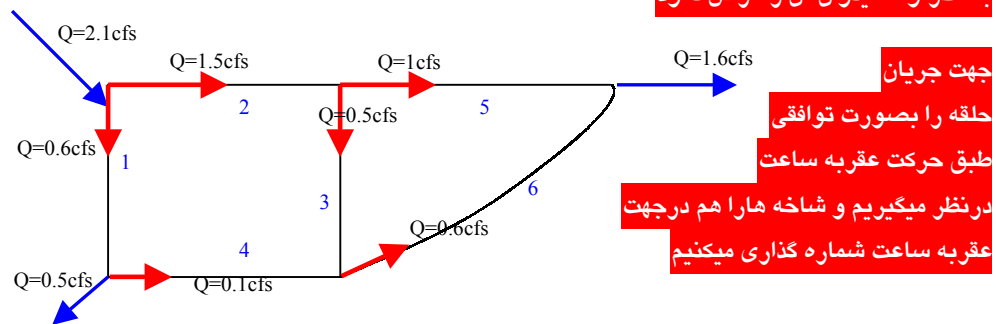
از فرمول هایزن ویلیامز  $h_{L_{c-f}} = \left( \frac{L}{0.212 C^{1.85} D^{4.87}} \right) Q^{1.85}$  و یا داریسی میتوان افت فشار را محاسبه نمود.

مسئله: دریک سیستم شبکه لوله کشی آب شهری که بطور حلقه ای انجام میگیرد مقدار جریان آب را در هر یک از شاخه ها محاسبه نمایید. معلومات بشرح زیر میباشد:



ورودی ۲٫۱ تعیین گردیده است که طبق قانون کریشوف

مقدار خروجی با ورودی برابر باشد. و تعیین مقدار دبی در هر حلقه نیز به نیاز آبی هر حلقه بستگی دارد. حال شبکه را شماره گذاری نموده و جهت جریان را در آن مشخص میکنیم. مقدار دبی اولیه برای هر شاخه اختیاری است و با توجه به قطر لوله میتوان آن را فرض نمود



جهت جریان

حلقه را بصورت توافقی

طبق حرکت عقربه ساعت

در نظر میگیریم و شاخه ها را هم در جهت

عقربه ساعت شماره گذاری میکنیم

یقیناً پس از محاسبه شبکه و رسیدن به  $Q$  واقعی، اختلافی با  $Q$  فرضی خواهیم داشت. میزان این اختلاف را با  $\Delta Q$

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_L}{1.85 \sum \frac{h_L}{Q}}$$

در فرمول  $\Delta Q$  اگر مقدار منفی را در نظر بگیریم، نتیجه بدست آمده مقدار خطا خواهد بود و اگر در نظر بگیریم نتیجه بدست آمده مقدار اصلاحی میباشد.

حال یک جدول جهت انجام محاسبات ترسیم میکنیم و محاسبات را تا رساندن  $\Delta Q$  به صفر ادامه میدهیم.

اجزاء شبکه لوله کشی آب:

لوله ها: لوله هایی که امروزه در شبکه های آبرسانی شهرها بکار میروند به ترتیب اهمیت وزیادی کاربرد آنها عبارتند از:

☒ لوله های چدنی: این لوله ها را با قطرهای ۴۰ تا ۱۲۰۰ م می سازند. در ایران این لوله ها با قطر ۸۰ تا ۷۰۰ م م و با روش گریز از مرکز و در کارخانه لوله سازی ایران تهیه میشود. این لوله ها طبق استاندارد بین المللی ISO در ۳ کلاس به بازار عرضه میگردد.

کلاس LA برای تحمل فشارهای کم در شبکه و حداکثر برای تحمل ۸ اتمسفر ساخته میشود.

کلاس A برای تحمل فشارهای متوسط در شبکه و حداکثر برای تحمل ۱۰ اتمسفر ساخته میشود

کلاس B برای تحمل فشارهای زیاد در شبکه و حداکثر برای تحمل ۱۲ اتمسفر ساخته میشود. لوله های چدنی معمولی که ترکیب های گرافیت در آنها بصورت سوزنی شکل میباشد شکسته هستند. برای برطرف کردن این عیب و افزایش تحمل فشار آنها، با تغییراتی در شکل ساختن آنها، ترکیب های گرافیت را بصورت کروی شکل درمی آورند. این لوله ها

که بنام لوله های چدنی (داک تیل) معروفند خواص لوله های چدنی را حفظ کرده وبعلاوه تاحدی خاصیت الاستیک نیز به خودمیگیرند و قابلیت فشار آنها افزایش می یابد لذا در ایران به آنها لوله های چدنی نشکن نیز میگویند. لوله های چدنی مقاومت نسبتا خوبی در برابر آبهای مضر و خورنده دارند ولی با وجود این برای بالابردن مقاومت مذکور رویه درونی و بیرونی آنها را قیراندود میکنند. اتصال لوله های چدنی غالبا بصورت نروماده صورت میگیرد و برای آبنندی محل اتصالها حلقه لاستیکی را درون مادگی قرارداده و با پیچانده حلقه چدنی دندانه دار به درون مادگی سبب فشردن شدن حلقه لاستیکی مذکور شده و در نتیجه آبنندی لوله تامین میگردد.

☒ لوله های آزبست سیمان: پس از لوله های چدنی، کاربرد لوله های آزبست سیمان بیش از لوله های دیگر میباشد. این لوله ها از ۱۰ تا ۱۵٪ وزنی الیاف آزبست و ۸۵ تا ۹۰٪ سیمان ساخته شده اند. ساختمان آنها بدین صورت انجام میگیرد که نخست الیاف آزبست را به کمک آب با سیمان مخلوط نموده و خمیر بدست آمده را با کمک نورد به لایه های نازک آزبست سیمان تبدیل میکنند و سپس آنها را روی قالب فلزی صیقلی با ضخامتهای گوناگون می چسبانند و نورد میزنند. این لوله ها را برای بدست آوردن مقاومت ابتدایی خود مدتی کوتاه در هوای آزاد قرارداده و قالب فلزی را بیرون می آورند و سپس لوله را برای بدست آوردن مقاومت نهایی در استخرهای آب قرار میدهند و بدین ترتیب مدت زمان ساختن یک لوله آزبست سیمان نزدیک به یک ماه میرسد. بسته به ضخامت دیواره لوله، اینگونه لوله ها را برای تحمل فشارهای ۲٫۵ تا ۱۶ اتمسفر در شبکه بکار میبرند. لوله های آزبست سیمان در ایران توسط کارخانه فارسیت در ۳ کلاس گوناگون ساخته میشود. از کلاس B برای فشار ۶ اتمسفر و کلاس C برای فشار ۹ اتمسفر و کلاس D برای فشار ۱۲ اتمسفر استفاده میشود. قطر لوله های آزبست سیمان بین ۵۰ تا ۵۰۰ م م و ضخامت دیواره ۹ تا ۵۰ م م در نظر گرفته میشود. مقدار ضریب هایزن ویلیامز (C) ۱۴۰ و عدد ناصافی (E) از ۰٫۱ تا ۰٫۴ م م انتخاب می نمایند. مقاومت لوله آزبست سیمان در برابر آبهای مضر و خورنده و درجه آبنندی آنها از لوله های بتنی بیشتر است با وجود این برای زیاد کردن مقاومت آنها در برابر آبهای خورنده این لوله ها را با قیر اندود میکنند. در صورتی که زمین دارای مواد سولفاته باشد باید در ساختمان این لوله ها از سیمان ضد سولفات استفاده کنند.

☒ لوله های بتن آرمه: این لوله ها معمولا برای قطرهای زیادتر از ۵۰۰ م م ساخته میشوند و بسته به فشاری که باید تحمل کنند، محاسبه میگردند. در محاسبه لوله های بتن آرمه باید آنها را زیر تاثیر بارهای بیرونی ناشی از وزن خاک و وزن وسایل نقلیه و نیروهای درونی ناشی از فشار آب رامورد توجه قرارداد چون مقاومت کشش بتن بسیار ناچیز است. باید در لوله های بتن آرمه، به بتن، تنها خستگی فشاری وارد آید و تمام خستگی کششی را فولاد تحمل نماید. به این جهت در فشارهای زیاد ناشی از آب، یعنی فشارهای بیش از ۶ اتمسفر لازم است که برای جلوگیری از ایجاد ترکهای مویی در بتن و تامین آبنندی آن، ضخامت دیواره لوله ها خیلی زیاد گردد. لذا در این موارد برای کاهش ضخامت دیوار و در نتیجه کاستن وزن لوله باید از بتن پیش فشردن استفاده شود. برای جلوگیری از اثر آبهای خورنده، رویه آنها را قیر اندود میکنند. در صورتی که زمین سولفاته باشد باید از سیمان ضد سولفات برای ساختن لوله استفاده نمود. در صورتی که آب درون لوله خیلی خورنده باشد میتوان دیواره درونی آن را با پوشش پلاستیکی پوشاند.

☒ لوله های فولادی: لوله های فولادی را با قطرهای ۶ الی ۳۰۰۰ م م می سازند و به ۲ دسته تقسیم میشوند.

- لوله های بدون جوش طولی که باروش نورد ساخته میشوند. این روش برای لوله هایی با قطر کمتر از ۵۰۰ م م بکار میروند.

- لوله های فولادی با جوش طولی که از خم کردن ورقه های فولادی و جوش دادن آنها در کارخانه بدست می آید. از این روش برای ساختن لوله های بزرگ یعنی بقطر ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ م م استفاده می شود.

لوله های فولادی در ایران بیشتر توسط کارخانه لوله سازی اهواز تهیه میگردد و معمولا برای فشارهای بیش از ۱۶ اتمسفر بکار میروند. لذا کاربرد لوله های فولادی در شبکه پخش آب درون شهر کم بوده و بیشتر در شاه لوله های بین شهرها مورد استفاده قرار میگیرند. لوله های فولادی برخلاف لوله های چدنی شکننده نیستند ولی مقاومت آنها در برابر آبهای خورنده کم است. لذا برای استفاده از قشر عایق در آنها باید دقت بیشتری بعمل آید. از جمله عایق های مصرفی در این لوله ها لایه ای از ماسه سیمان، به ضخامت ۴ تا ۱۶ م م روی دیواره درونی لوله میباشد. در صورتی که

خورندگی آب خیلی زیاد باشد مانند لوله های بتنی از پوشش پلاستیکی و در صورتی که آب سولفات باشد از مخلوط ماسه سیمان با سیمان ضد سولفات استفاده میشود. برای جدار بیرونی لوله در برابر آبهای زیرزمینی خورنده، بسته به درجه خورندگی آن از چند لایه قیرگونی و پوشش آنها به وسیله ملات ماسه سیمان استفاده میشود.

☒ لوله های پلاستیکی: لوله های پلاستیکی بافرآورده های پتروشیمی ساخته میشود. بیشترین و مهمترین مواد بکاررفته در ساختمان این لوله ها عبارتند از PVC (پلی وینیل کلراید) و PE (پلی اتیلن). لوله های پلاستیکی، سبک و لذا جابجاکردن آنها آسان است. لوله های PVC سخت و شکننده، ولی لوله های PE در دو نوع سخت و شکننده و نوع نرم و خم پذیر به بازار عرضه میشود. ناصافی دیواره درونی لوله های پلاستیکی ناچیزولذافت فشار هیدرولیکی در آنها نسبت به لوله های دیگر کمتر است. لوله پلی اتیلن نوع سخت در ایران با قطرهای خارجی (بیرونی) ۱۰ تا ۴۰۰ م م برای فشارکار ۲، ۲،۵، ۳، ۴، ۶ و ۱۰ اتمسفر ساخته میشوند. برای آبرسانی شهری، بیشتر از لوله های ۶ تا ۱۰ اتمسفر استفاده میشود و پلی اتیلن نرم با قطرهای خارجی ۱۰ تا ۱۶۰ م م و برای فشارهای ۲،۵ و ۱۰ اتمسفر ساخته میگردد.

#### شیرها:

شیرها دستگاههایی هستند که برای قطع و وصل، تنظیم و یا برداشت آب یا هوا در شبکه بکار برده میشود. تعداد آنها بسیار زیاد و بسته به نوع کار آنها عبارتند از:

۱- شیرهای قطع و وصل (شیرفلکه دروازه ای): این شیرها برای قطع جریان در یک لوله و یا یک قسمت از شبکه بکار میرود. شیرهای قطع و وصل باید به تعداد کافی در نقاط مورد لزوم یعنی پس از هر انشعاب پیش بینی گردد بطوری که بتوان با بستن آنها هر شبکه را از بقیه قسمتهای آن جدا نمود. در طولهای مستقیم و بدون انشعاب حد اقل هر ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر یک شیر باید پیش بینی نمود تا در موقع تعمیر شبکه، لازم نشود تمام لوله ها را از آب تخلیه و دوباره پر نمود. شیرهای قطع و وصل دارای انواع گوناگونی هستند مانند شیرهای کشویی، مخلوطی، سماوری، دیافراگمی، حبابی و پروانه ای. پرمصرف ترین نوع شیرهای نام برده، شیرهای قطع و وصل کشویی و پروانه ای هستند. باز و بسته شدن شیر کشویی با کمک میله ای انجام میگردد که تا نزدیکی سطح زمین رسیده و سر آن در زیر دریچه چدنی و در کف خیابان قرار دارد. با پیچاندن میله به کمک یک اهرم، کشوی درون شیر بالا و پایین رفته و جریان آب را قطع و وصل میکند. پوسته بیرونی این شیرها معمولاً چدنی و کشوی درون آنها از آلیاژی نظیر برنج استفاده میشود. وزن این شیرها نسبتاً زیاد است برای مثال یک شیر به قطر ۳۰۰ م م در حدود ۲۵۰ کیلوگرم وزن دارد لذا باید در زیر آن تکیه گاه بتنی پیش بینی نمود تا نیروی وزن آن سبب شکستن لوله نشود. شیرهای پروانه ای با کمک جعبه دنده ای باز و بسته میشود. این شیرها داری ارتفاع و پهنا کمتری بوده لذا فلز کمتری در ساختمان آنها بکار رفته است. غالباً بهای این شیر نیز از شیرهای کشویی کمتر است ضمناً بعلت اینکه حرکت شیر با جعبه دنده انجام میگردد، کاربرد آن آسانتر و تنظیم دبی برای آن بهتر و دقیقتر امکان پذیر است. در مقابل بعلت وجود جعبه دنده در ساختمان این شیرها نگهداری و روغن کاری آنها بیشتر از شیرهای کشویی لازم میگردد.

۲- شیرهای آتش نشانی: این شیرها برای برداشت آب توسط مامورین آتش نشانی پیش بینی میشود. با توجه به طول شیلنگ های برزنتی اداره آتش نشانی، فاصله شیرها باید از یکدیگر ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر باشد. محل آنها کنار پیاده روها به فاصله ۵۰ س م از سواره رو و نزدیک چهارراه ها میباشد. شیرهای آتش نشانی به ۲ گونه ساخته میشوند: الف) شیرهای رو زمینی: در مکانی که احتمالاً برخورد وسایل نقلیه در بین نباشد، استفاده میگردد. قطر لوله های شیر آتش نشانی رو زمینی ۸۰ تا ۱۰۰ م م انتخاب میگردد ب) شیرهای زیرزمینی: این شیرها ارزانتر و در برابر یخبندان مطمئن تر هستند ولی دسترسی به آنها سخت تر و در زمستان ها در اثر ریزش برف پیدا کردن آنها مشکل میگردد. قطر لوله های شیر آتش نشانی زیرزمینی ۷۰ تا ۸۰ م م انتخاب میگردد.

۳- شیرهای یکطرفه: این شیرها برای یکطرفه کردن جریان آب در لوله بکار میرود. موارد کاربرد آن در شبکه پخش آب در شهر بسیار زیاد و مهمترین آنها در انشعاب خانه ها میباشد. وجود این شیر سبب میگردد تا در مواقعی که فشار در شبکه شهر کاهش مییابد، آب شبکه درونی ساختمان به شبکه

شهر بازنگردد. این موضوع علاوه بر رعایت جنبه های بهداشتی برای جلوگیری از ورود هوا به درون شبکه شهری لازم می باشد. موارد کاربرد دیگر این شیرها در ایستگاههای پمپاژ و بعد از پمپ استفاده میشود تا در مواقع خاموشی های ناگهانی، از بازگشت آب به درون پمپ جلوگیری شود.

۴- شیرهای کنترل خودکار: این شیرها در جایی کار گذاشته میشوند که هدف آن کنترل و تنظیم خودبه خود جریان آب در لوله باشد. این کنترل و تنظیم خودکار ممکن است شامل دبی، فشار و یا سرعت جریان آب در لوله باشد.

مهمترین انواع شیرهای کنترل خودکار عبارتند از:

الف) شیر فشار شکن: در شهرهایی که دارای شیب زیادی هستند ممکن است در نقاط پست شهر، فشار آب در شبکه از حدود مجاز برای لوله ها بیشتر گردیده و سبب صدمه زدن و ترکیدن لوله های ضعیف تر گردد. این پدیده به ویژه برای لوله کشی ساختمانهای واقع در آن نقاط بیشتر رخ میدهد و علاوه بالا رفتن فشار همیشه همراه بازپاشیدن تلفات آب می باشد لذا در این نوع شبکه ها باید پیش از نقاطی که در آنها فشار از حد مجاز بیشتر می گردد، تاسیسات فشار شکن ساخت. این کاربرد شبکه درونی شهرها با قراردادن شیرهای خودکار فشار شکن انجام میشود.

ب) شیر نگهدارنده فشار: این گونه شیرها در جایی کار گذاشته میشوند که هدف جلوگیری از کاهش زیاد فشار باشد برای مثال در نقاطی که ممکن است برداشت آب از یک انشعاب، موجب کاهش فشار زیادی در شاه لوله و عدم تامین فشار لازم برای مصرف کنندگان اصلی در شاه لوله گردد، با قراردادن شیر نگهدارنده فشار در ابتدای انشعاب مانع از کاهش بی رویه فشار در لوله اصلی میشود.

ج) شیر اطمینان: این شیر مانند شیر نگهدارنده فشار است با این تفاوت که در موقع بالا رفتن فشار در لوله، آب بصورت پس آب به بیرون از شبکه میریزد. این نوع شیر در ایستگاههای پمپاژ و برای خنثی کردن ضربه قوچ کار گذاشته میشود.

د) شیر کنترل دبی: عملکرد این شیرها با کمک یک دستگاه دبی سنج نظیر دیافراگم و یا لوله ونتیومتر انجام میگردد. شیرهای کنترل دبی، دو گونه اند ۱- نوعی از آنها با دبی ثابت تنظیم شده اند، یعنی اگر دبی از مقدار ثابت مورد نظر بیشتر شود، شیر شروع به بسته شدن مینماید. و اگر دبی از مقدار مورد نیاز کمتر شود، شیر شروع به باز شدن مینماید در نتیجه تغییر دهانه شیر، دبی در لوله ثابت می ماند ۲- نوع دیگر شیرهایی هستند که مقدار دبی ثابت مطرح شده در نوع یک را می توان با دست تغییر داد و یا با فرمانی از راه دور، شیر را برای دبی ثابتی تنظیم نمود.

ر) شیر کنترل سطح آب: این شیرها که بنام شیرهای شناور نیز معروفند، برای کنترل سطح آب در منبع های ذخیره آب، بویژه در برج های آب بکار میروند. شیر با کمک گوی توخالی و شناوری که با پایین و بالا رفتن سطح آزاد آب در منبع پایین و بالا میرود، از حالت کاملاً باز به حالت کاملاً بسته تغییر میکند.

ز) شیر کنترل ارتفاع: کار این شیر مانند شیر شناور می باشد با این تفاوت که محل کار گذاشتن آن میتواند دور از سطح آب در منبع باشد. با تغییر ارتفاع سطح آب در منبع ذخیره و در نتیجه فشار استاتیک که به شیر وارد می آید، شیر بصورت خودکار باز و بسته میشود. معمولاً شیر را طوری تنظیم میکنند که با پر شدن منبع کاملاً بسته شده و جریان آب بدرون منبع ذخیره قطع شود. یکی از موارد کاربرد این شیر، روی ورودی مخازن ذخیره آب است که برای جلوگیری از به هدر رفتن آب از راه سرریز منبع کار گذاشته میشوند.

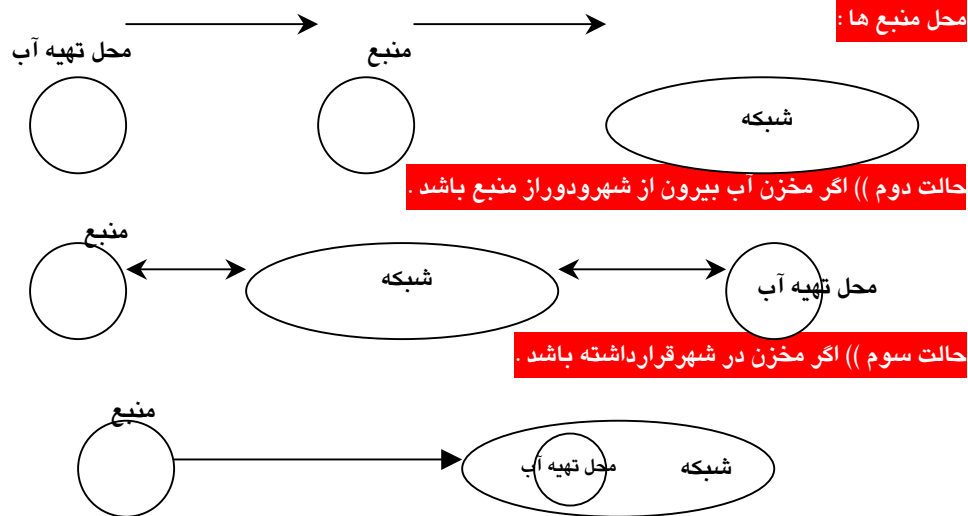
۵- شیرهای هواگیر: ممکن است به علت مکشهای کوتاه مدت در برخی از قسمتهای مختلف شبکه های شهر، هوا وارد لوله ها گردد و علاوه قسمتی از هوای محلول در آب باعث کم بودن سرعت جریان بصورت حبابهایی از آب جدا شده و از جمع شدن آنها فضاهایی از هوا در لوله های آب ایجاد شود که باعث سبکی آنها بسوی نقاط بلند شبکه لوله کشی، کشیده شده و در آنجا جمع میشوند. وجود چنین فضاهایی، سبب مختل شدن جریان آب و ایجاد ضربه قوچ در قسمتهای مختلف شبکه میشود لذا در نقاط بلند شبکه لوله کشی شهری تاسیساتی پیش بینی میشود که در ضمن آبیندی، هوای بوجود آمده در شبکه را از لوله بیرون نماید. این کار توسط هواکشهای خودکار انجام میشود.

۶- شیرهای شستشو یا شیرهای تخلیه : ذرات ریز ماسه و یا ذرات ریز ناشی از کنده شدن مواد ته نشینی شده درون لوله ها باعث وزن زیادخودبه نقاط گود شبکه رانده شده ودر آنجا جمع میشوند ، لذا دراین نقاط بایدشیرهایی برای تخلیه موادجامد مذکور و شستشوی لوله کارگذاشت .

۷- شیرهای برداشت همگانی : در شهرهایی که به عللی تمام مردم قادر به گرفتن انشعاب از شبکه لوله کشی آب نیستند ونیزدر گذرگاههای پررفت و آمد بیرون شهر جهت استفاده مسافرین قراردادن این شیرها برابر استاندارد داده شده ، لازم است . بازو بسته کردن این شیرها بایدبصورت فشاری انجام گیردتا از هدررفتن آب جلوگیری شود . مخازن ذخیره آب : مقدار مصرف شهری، تحت تاثیریک رشته نوسانها قرار داردکه مهمترین آنها عبارتند از نوسانهای سالانه ونوسانهای روزانه ونوسانهای ساعتی وازسوی دیگر آبدمی منبع های طبیعی آب نیزباعلت تغییرات فصلی و سالانه درمقدار بارندگی نوسان هایی به همراه دارد . ( برای مطابقت دادن مقدار مصرف آب بامقدارمصرف آب موجوددرطبیعت همیشه نیازه تاسیساتی بنام منابع ذخیره آب است که بتواند درزمان پرابی یا کمی مصرف، آب را درخود ذخیره نموده و درزمان کم آبی ویا زیادی مصرف آنرا دراختیارمصرف کنندگان قرار دهد . )  
انواع منابع ذخیره آب :

۱ - منابع زمینی هم تراز با ناحیه مصرف کنندگان آب : این منبع ها فقط برای ذخیره آب هستند. درمقیاس کوچک میتوان آب انبارهای قدیمی را نام برد ودرمقیاس بزرگ منابع ذخیره آب شهرهامی توان جزو این گروه دانست. برای آبرسانی شهرها باید آب را از این منابع ، به یک منبع بلندفرستاد ویا درشهرهای بسیار کوچک یا روستاها توسط پمپ، فشارآب را درشهرک تامین نمود. لذا ساختمان این گونه منبع ها بندرت مورد استفاده قرار می گیرد.

منبع ها بلند : شامل الف : منبع های زمینی بلند ب : برجهای آب  
حالت اول )) اگر مخزن آب بین منبع آب و شهرباشد . جهت استفاده از منابع بلندضروری است پارامترهای زیربرابرسی نماییم .  
محل منبع ها :



حالت دوم )) اگر مخزن آب بیرون از شهرودوراز منبع باشد .

حالت سوم )) اگر مخزن در شهرقرارداشته باشد .

منبع های بلند علاوه برذخیره آب فشارلازم را درشبکه تامین میکند. برای تامین ارتفاع لازم دراین منابع یا ازبلندیها یا تپه ماهورهای اطراف شهر( منبع زمینی بلند ) ویا باکمک پایه هایی فلزی وبتن آرمه منبع را درارتفاع لازم میسازند ( برجهای آب یا مخازن هوایی ) .

محل منبع ها : از نقطه نظر sys کار و موقعیت منبع ها نسبت به شهر، چندحالت ممکن است رخ دهد.

حالت اول )) محل تهیه آب یا تصفیه خانه یا نقطه مناسب برای منبع دریک سوی شهرباشد . دراین صورت آب ازیک سو وارد منابع ذخیره شده و از سوی دیگربه سمت شهرومحل پخش آن جریان می یابد . در این حالت لوله برداشت و لوله تغذیه جدا از هم هستند .

حالت دوم )) محل تهیه آب دریک سوی شهرومحل مناسب برای ایجادمنبع درسوی دیگرشهرقراردارد دراین صورت بایدآب ازدرون شهربه سوی منبع جریان یابد یعنی درمواقعی که مصرف آب درشهرکم است آب اضافی از درون لوله

های شهر به سمت منبع جریان می یابد و در مواقعی که مصرف آب بیش از مقدار تهیه شده می باشد، جریان آب از هر دو سو وارد شهر میگردد. لذا لوله تغذیه و برداشت آب در منبع یکی بوده و جهت جریان آب در آن در ساعت های گوناگون شبانه روز تغییر می کند.

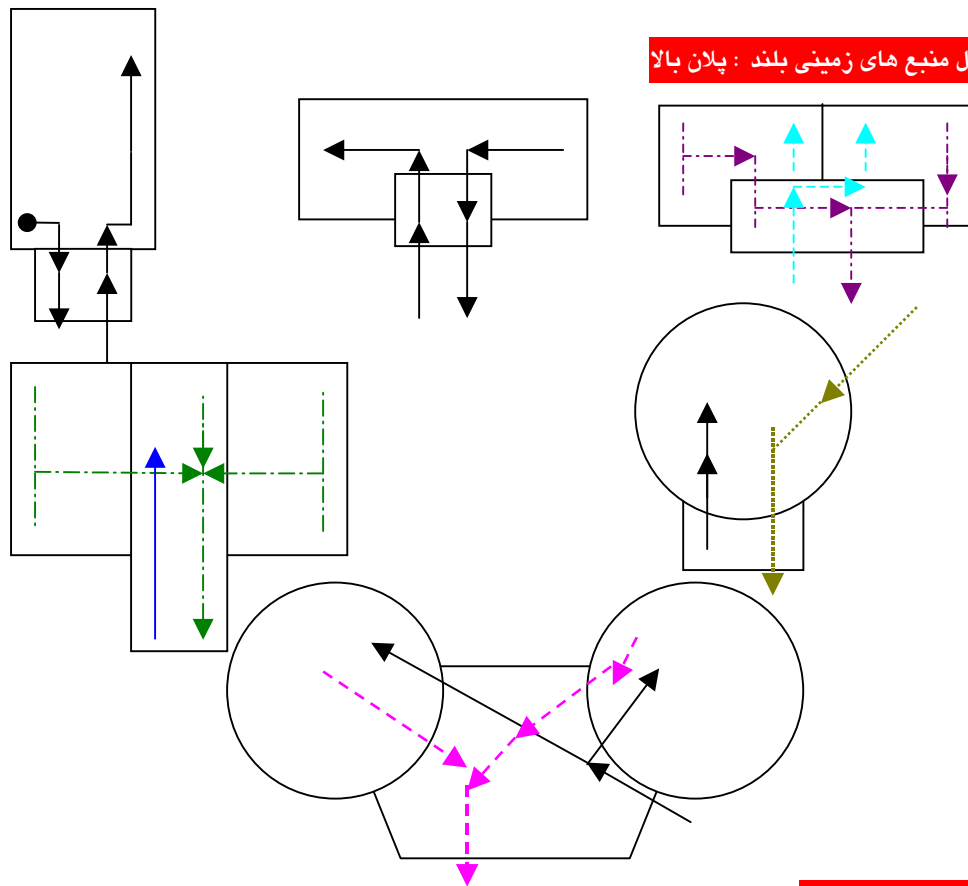
حالت سوم)) در مورد برج های آب در صورتی که شهر شیب چندانی نداشته باشد از نظر تعادل درافت فشارها و کم شدن بلندی منبع، مناسب ترین نقطه برای ایجاد آن وسط شهری باشد.

بلندی منبع: بلندی منبع باید به اندازه ای باشد که در شبکه لوله کشی شهر و در برابر تمام خانه ها حداقل فشار لازم را برای مصرف کننده تامین نماید.

منابع زمینی بلند: این منابع روی تپه های پیرامون، یا درون شهر ساخته میشوند. منبع های زمینی را معمولاً بین ۳۰۰ تا ۱۵۰ هزار متر مکعب انتخاب میکنند در تعیین حجم منبع های زمینی را باید جمعیت ۱۰ تا ۲۵ سال جمعیت شهر مبنای محاسبه قرار گیرد. بسته به بزرگی شهر باید حجم ذخیره ای برای آتش نشانی در نظر گرفت.

الف -- حجم و ابعاد منبع های زمینی بلند: حجم منبع های زمین بلند بعلاوه ارزانی نسبی ساختمان آنها و برای تامین بیشتر در برابر نارسائیهایی مانند از کار افتادن پمپ و یا نوسانهای پیش بینی شده مربوط به رژیم تغذیه منبع بیشتر از حداقل لازم برای تامین نوسانهای مصرف شهر است انتخاب می کنیم.

شکل و ظاهر آنها استوانه ای و یا مکعب مستطیل است. مخازن استوانه ای برای حجم هایی بین ۳۰۰ تا ۲۵۰۰ متر مکعب پیشنهاد میشوند و برای حجم های کمتر از ۳۰۰ و بیشتر از ۲۵۰۰، شکل مکعب مستطیل اقتصادی تر است.



ارتفاع مخازن زمینی بلند:

یکی از پارامترهای مهمی که در برآورد هزینه پروژه یک مخزن زمینی میباشد ارتفاع مخازن است زیرا با در نظر گرفتن یک مخزن با حجم ثابت در صورتی که ارتفاع کمتر از حد معمول باشد، ضخامت دیواره ها بر اثر کم شدن نیروهای هیدروستاتیکی کمتر خواهد شد در حالتی که سطح زیربنای مخزن بیشتر از حد معمول میشود و یا بالعکس در صورتی که ارتفاع بیش از حد معمول باشد ضخامت دیواره بردال بتنی ( پی بتونی ) کف مخزن بر اثر زیاد شدن نیروهای هیدروستاتیکی زیاد خواهد شد. بنابراین سطح زیربنای مخزن کمتر از حد معمول میشود.

جنس ساختمان مخازن زمینی بلند: این مخازن را میتوان با بتن که شامل شن و ماسه و سیمان همراه با آرماتور و یا سنگ و ملات سنگ اجرا میشود. لازم به یادآوری است که مهندس طراح اینگونه مخازن می بایست از موقعیت و چگونگی دسترسی به مواد مصالح ساختمانی اطلاع کافی داشته باشد. زیرادری بعضی از نقاط که می بایستی از مخازن در آن محل بنا شود دسترسی به سنگ، فوق العاده آسانتر و هزینه تهیه سنگ نسبت به تهیه شن و ماسه و سیمان و آرماتور به مراتب کمتر است.

سیستم تغذیه و برداشت آب از منبعهای زمینی بلند: معمولاً منابع زمینی را که بشکل استوانه و یا مکعب مستطیل میباشند بصورت دوگانه (دو بل) می سازند و این امر در مواقعی که یکی از مخازن به عللی احتیاج به تعمیر دارد، باعث میگردد آبرسانی به شهر قطع نگردد زیرا با تعبیه شیرهای قطع و وصل بین دو مخزن مجاور میتوان یکی از آنها را از شبکه جدا نمود و در مخازن برای جلوگیری از رکود سطح آب و جلوگیری از بوی نا مطبوع می بایستی لوله های ورودی و خروجی آب از یکدیگر فاصله داشته باشند، تمام مخازن میبایستی به لوله های هواکش و کنترل های تعیین ارتفاع مجهز باشند. برای شستشوی مخازن در مواردی که حجم آنها زیاد بوده و کف آنها نسبت به سطح طبیعی زمین پایین تر است میبایستی تجهیزات لازم برای تخلیه آبهای حاصل از شستشو و لجنهای موجود در مخازن را پیش بینی کرد.

مخازن هوایی یا منبع های پایه دار یا برج های آب: اینگونه مخازن از فولاد و گاهی از بتن آرمه ساخته میشود. مخازن هوایی را از ۲۵ تا ۱۰۰۰ متر مکعب می سازند لذا بهتر است که این مخازن بین ۲۵ تا ۳۰۰ متر مکعب از جنس فولاد و بیشتر از آن از بتن آرمه ساخته میشوند. لازم به توضیح است که مخازن بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مکعب که از بتن ساخته میشوند میبایستی محاسبه دقیق داشته باشند لیکن بیش از ۱۰۰۰ متر مکعب، نه فقط اقتصادی نیست بلکه از نظر فنی نیز ساخت آن صحیح نمیباشد. ارتفاع مخزن هوایی را ۵ تا ۷ متر و قطر آنها را از روابط زیر بدست می آوریم.

فرمولها تجربی و متریک:

$$100 \leq V \leq 500 m^3 \rightarrow D = 5 + \frac{V}{100}, \quad 500 \leq V \leq 1000 m^3 \rightarrow D = 8 + \frac{V}{250}$$

حجم مخازن مرتفع از دو قسمت تشکیل شده است: الف: حجم ذخیره برای آتش نشانی که بصورت استانداردهای جهانی برای آتش سوزیهای به مدت ۲ ساعت در نظر گرفته می شوند که این امر برابر مصرف کاریک اتومبیل آتش نشانی میباشد زیرا ماشینهای آتش نشانی میتوانند ۷۵ متر مکعب آب را جهت خاموش کردن آتش در یک ساعت تخلیه نمایند بنابراین حجم مخزن هوایی، مختص به مقدار آب مورد نیاز برای آتش نشانی با حد اقل ۲ ساعت جهت خاموش کردن آتش، ۱۵۰ متر مکعب خواهد بود.

جدول استاندارد آمریکا جهت تعیین مقدار آب آتش نشانی

جمعیت ( نفر )	مدت آتش نشانی ( ساعت )	حجم ذخیره ( میلیون گالن )
۱۰۰۰	۴	۰٫۲
۲۰۰۰	۶	۰٫۵
۴۰۰۰	۸	۱
۶۰۰۰	۱۰	۱٫۵
۱۰۰۰۰	۱۰	۱٫۸
۱۳۰۰۰	۱۰	۲٫۱
۱۷۰۰۰	۱۰	۲٫۴
۲۲۰۰۰	۱۰	۲٫۷
۲۸۰۰۰	۱۰	۳
۴۰۰۰۰	۱۰	۳٫۶
۶۰۰۰۰	۱۰	۴٫۲
۸۰۰۰۰	۱۰	۴٫۸

۱۰۰۰۰۰	۱۰	۵,۴
۱۲۵۰۰۰	۱۰	۶
۱۵۰۰۰۰	۱۰	۶,۶
۲۰۰۰۰۰	۱۰	۷,۲

حجم مخزن آب جهت مصرف: محاسبه حجم مخازن هوایی مربوط خواهد بود به تغییرات و نوسانات میزان مصرف در ساعات مختلف شبانه روز و همچنین به ساعات کارپمپ ها برای تخلیه آب به مخازن مرتفع بیان می شود. روشهای تصفیه آب:

۱- روشهای فیزیکی تصفیه آب: آبی که در طبیعت بدست می آید معمولاً قابل استفاده مستقیم نبوده و باید تصفیه گردد. این کاربویره برای آبهای روی زمین خیلی لازم است.

آبهای آلوده را میتوان به ۳ روش فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه نمود. در تصفیه آب آشامیدنی ممکن است چند گونه از تصفیه های نامبرده تواما در یک دستگاه انجام گیرد.

روشهای متداول تصفیه فیزیکی: ۱- شبکه های آشغال گیر: قبل از ورود آب به تصفیه خانه با کمک این شبکه های فلزی مواد بزرگ شناور در آب گرفته میشود لذا تنها برای برداشت از منابع روی زمینی مانند رودخانه ها مورد استفاده قرار میگیرد. در صورت زیاد بودن مواد شناور آب رودخانه، برای جلوگیری از بسته شده شبکه، آنها را در ۲ یا ۳ ردیف و با سوراخهای گوناگون قرار میدهند.

۲- روش ته نشین کردن مواد خارجی آب: الف) ته نشینی بدون استفاده از مواد شیمیایی:

تصفیه دراستخرهای ته نشینی را معمولاً تصفیه مقدماتی آب نیز مینامند. چون آبهای موجود در طبیعت دارای مقداری مواد معلق میباشند که در مرحله اول باید از آب گرفته شود لذا آب را وارد استخرهای بزرگی میکنند و از سوی دیگر خارج میسازند. آب پس از وارد شدن به استخر سرعش کاسته میشود. این سرعت کافی است که به ذرات معلق امکان ته نشینی را بدهد. این کارممکن است به شکل متفاوت نیز صورت گیرد یعنی استخری را پراز آب نموده و صبر میکنند تا مواد در آن ته نشین شود و سپس آب را خالی نموده و استخر را میشویند ولی این شکل کار برای دبی های کم اجرا پذیر است و نیاز به تعداد زیادی استخر میگردد. لذا امروزه کمتر از این روش استفاده میشود.

ب) ته نشینی با استفاده از مواد شیمیایی:

با کوتاه کردن مدت زمان ته نشینی و نیز برای کم کردن مقدار نمکهای محلول در آب غالباً استخرهای ساده ته نشینی کفایت نکرده و کاربرد مواد شیمیایی جهت تصویه آب لازم میگردد. نوع و مقدار مواد شیمیایی لازم باید نسبت به نوع آب و مواد آن درآزمایشگاه تعیین گردد. مواد شیمیایی که برای ته نشینی مواد خارجی آب مصرف میشود به دو صورت زیر کار میکنند:

- مواد شیمیایی مصرفی که بیشتر دارای بار الکتریکی مثبت میباشند مواد ریز معلق در آب را که معمولاً دارای بار منفی هستند به دور خود جذب نموده و ذرات معلق بزرگتر و سنگین تر را میسازد و برای ته نشینی آماده میکنند. این پدیده را انعقاد می نامند.

- مواد شیمیایی بانمک های محلول در آب ترکیب شیمیایی نموده و از نمک های محلول، نمکهای نامحلول بوجود می آورند و آنها را برای ته نشینی آماده می سازند. موادی شیمیایی که در تصفیه خانه آب آشامیدنی بکار میروند بسیار گوناگون می باشند و مهمترین آنها عبارتند از سولفات آلومینیوم (زاج سفید)، آلومینات سدیم، کلرو آلومینیوم، کلرو آهن، سولفات آهن، سولفات مس (کات کبود)

برای کاربرد مواد شیمیایی در تصفیه آب میتوان به دو گونه عمل کرد:

- استفاده از استخرهای مجزا: در ظرفیتهای کم معمولاً از استخرهای جداگانه ای برای انعقاد، لخته شده و ته نشینی استفاده میشود. آب خام پس از ورود به استخر کوچک مخلوط کننده ای با کمک پره هایی به شدت با مواد شیمیایی در هم آمیخته میشود و سپس وارد استخر لخته شدن گردیده و در آن با کمک پره هایی با سرعت کم و به آهستگی به آمیخته شدن خود ادامه میدهند سرعت پرها در استخر دوم با ید به اندازه ای باشد که از

یک سو مانع از ته نشین شدن ذرات معلق گشته و از سوی دیگر امکان به هم پیوستن و لخته شدن را نیز به مواد معلق بدهد. افزایش سرعت پره ها در این استخر موجب خرد شدن دوباره لخته ها و مختل گردیدن عمل ته نشینی مواد خواهد شد. آب پس از بیرون رفتن از استخر لخته شدن وارد استخر سوم یعنی استخر ته نشینی شده و مواد معلق آب، ته نشین میشوند.

• استفاده از استخرهای ته نشینی مرکب: در ظرفیت های زیاد معمولاً ۳ عمل انعقاد، لخته شدن و ته نشینی در یک فضا انجام می گیرد و برای این کار از استخرهای ویژه ای استفاده میشود که انواع آن و طرز کارشان متفاوت است. این گونه ساختمانها از تماس دوباره لجن برای افزایش قدرت ته نشینی مواد معلق موجود در آب استفاده میشود و نوع معروف از این استخرها، استخرهای ته نشینی اکسیداتور و پولساتور میباشد. در این گونه استخرها معمولاً جریان در منطقه ته نشین، از پایین به بالا رخ می دهد. در چنین جریانی نخست مواد معلق لخته شده همراه جریان آب به سمت بالا حرکت کرده و سپس به علت کاهش سرعت حرکت آب به نقطه ای میرسند که سرعت ته نشین برابر سرعت حرکت آب گشته و در نتیجه ذره از حرکت بازمی ایستد و سپس در جهت معکوس، یعنی به سمت کف استخر، شروع به ته نشین شدن میکنند.

۳- صافی ها: تصفیه خانه های آب به وسیله صافی ها انجام میگردد و در صورتی که آب دارای مواد خارجی و معلق بسیاری نباشد، صافی ها میتوانند تنها وسیله تصفیه باشند. برای آبهایی با درجه ناخالص زیاد باید پیش از صافی از استخرهای ته نشینی ساده و یا استخرهای پولساتور و یا اکسیداتور استفاده نمود. صافی ها برای تصفیه آب چند کار بطور همزمان انجام میدهند

(a) تصفیه مکانیکی بصورت صاف کردن آب و گرفتن مواد کلوئیدی و انکلهای موجود در آب. شدت این کار بستگی به بزرگی و کوچکی خلل و فرج لایه ای ماسه دارد.

(b) در اثر خاصیت جذب سطحی دانه های ریز ماسه مواد کلوئیدی را در آب به دور خود جمع میکنند

(c) اکسیداسیون مستقیم مواد مصرفی و آلی آب با کمک اکسیژن محلول در آب.

(d) کمک به رشد و تکثیر باکتریهای هوازی که بصورت لایه لجن در روی ماسه ها نمودار میگرددند.

۴- استفاده از کربن فعال در تصفیه آب (تصفیه فیزیکی): نیروی ناشی از جذب سطحی کربن فعال به علت زیاد بودن سطح ذرات آن بسیار زیاد است. کربن فعال را ممکن است از چوب و زغال چوب و یا از زغال سنگ تهیه نمود. امروزه زغال فعال از جمله بهترین و مطمئن ترین موادی است که برای انعقاد مواد کلوئیدی آب در تصفیه خانه ها به شکلهای گوناگون مورد استفاده قرار میگیرند. کربن فعال بصورت پودر به ابعاد ۰,۰۴ تا ۰,۱۴ میلی متر و یا بصورت خرده زغال و دانه دانه ای شکل به ابعاد ۰,۴ تا ۲ میلی متر به فروش میرسند. برای آلودگی های موقتی میتوان از پودر کربن فعال به مقدار ۲ تا ۴۰ میلیگرم در هر لیتر استفاده نمود. برای کاربرد کربن فعال در صافی ها خرده زغال مزبور را به لایه های ۰,۵ تا ۲ متری روی ماسه قرار میدهند.

۵- روش هوادهی: روش هوادهی در تصفیه آب آشامیدنی کاربرد بسیاری دارد. از این روش برای اکسیداسیون مواد آلی و معدنی بویژه برای گرفتن گازهای اضافی موجود در آب استفاده میشود آب آشامیدنی پس از دریافت اکسیژن کافی و انجام گرفتن اعمال زیستی توسط باکتریها و اکسیداسیون مواد آلی و واکنشهای شیمیایی روی مواد معدنی، باید از صافی و یا استخرهای ته نشینی گذرانده شود تا مواد معلق پدید آمده از آن گرفته شوند. در تمام روشهای هوادهی کوشش بر این است که هرچه بیشتر آب را در مجاورت هوا قرار دهند تا اکسیژن لازم را بدست آورده و گازهای اضافی را از دست بدهد.

روشهای شیمیایی تصفیه آب: بسته به نتایج آزمایش آب خام، باید یک رشته تصفیه هایی برای آب پیش بینی نمود تا از نظر بهداشتی مناسب برای آشامیدن گردیده و تا آنجا که ممکن است جوابگوی نیازهای دیگری نیز مانند شستشوی روزانه و کاربرد در کارخانه باشد. مهمترین کاربردهایی که از روشهای گوناگون تصفیه آب در شهرها لازم است عبارتند از:

• گندزدایی آب آشامیدنی: کار گندزدایی و کشتن باکتریهای موجود در آب که ممکن است بصورت شیمیایی و یا فیزیکی انجام گیرد حداقل تصفیه ای است که در شبکه آبرسانی هر شهر باید به اجرا در آید. گندزدایی به روشهای

زیر انجام پذیراست: ۱- کلرزدن / ۲- کاربرد ازن / ۳- گندزدایی با اشعه ماوراء بنفش / ۴- کاربرد ید و برم  
۵- جوشاندن آب.

• گرفتن گاز کربنیک اضافی و کاستن درجه اسیدی آن: وجود گاز کربنیک اضافی در آب سبب افزایش درجه اسیدی و تاثیر روی جدار ظرفها و لوله های بتونی و فرسایش آنها گردیده و درجه سختی آب زیاد میگردد. از سوی دیگر تاثیر آبهای اسیدی روی لوله های فولادی کالوانیزه سبب افزایش مقدار ترکیبهای محلول فلزهای روی و سرب در آب میشوند که اثر مسموم کننده در انسان دارند. مقدار گاز کربنیک اضافی را میتوان به روشهای مکانیکی مانند هوادهی کاست و یا بکمک ترکیبهای شیمیایی، گاز کربنیک خورنده را از آب گرفت. انتخاب روش کار بستگی به درجه سختی آب و مقدار گاز کربنیک اضافی و بالاخره ترکیبات آهن و منگنز در آب دارد.

• گرفتن آهن و منگنز اضافی از آب: آهن و منگنز در آب بیشتر بصورت بی کربناتها و یا سولفاتهای دو ظرفیتی این فلزات که هر دو محلولند، یافت میشود. برای کم کردن مقدار آهن و منگنز باید بوسیله اکسیداسیون محلولهای بیرنگ این فلزهای دو ظرفیتی را تبدیل به ترکیبهای رنگی و نامحلول سه ظرفیتی منگنز قهوه ای مایل به سیاه می باشد.

• کاستن درجه سختی آب: کم کردن سختی آب به این شکل انجام میگردد که به روش یونهای کلسیم و منیزیم بصورت ته نشینی نمکهای آنها از آب گرفته شوند. روشهای متداول برای کاستن سختی آب عبارتند از روش عوض کردن یون ها و استفاده از آهک.

• گرفتن چربی: در آبهایی که مقدار چربی در آنها زیاد است برای گرفتن آن میتوان از ۲ روش استفاده نمود (روش اول) روش مکانیکی: برای جداکردن مقدار چربی زیاد بیش از ۵ میلی گرم در لیتر از استخرهای ته نشینی و یا حوضچه های جرم گیر استفاده میشود. روش دوم) کارکرد کربن فعال برای جداکردن مقدارهای کم چربی (کمتر از ۵ میلی گرم در لیتر) لایه ای از پودر زغال راروی صافی گذاشته و آب را از صافی میگذرانیم. قطردانه های زغال در حدود یک میلیمتر و سرعت جریان آب در صافی ۵ تا ۶ متر در ساعت باید انتخاب شود.

۶- شیرین کردن آب شور: بیشترین قسمت آب روی زمین که در دریاها آزاد یافت میشوند به علت دارا بودن مقداری نمک قابل آشامیدن نبوده و همچنین قابل استفاده در کشاورزی نیز نمی باشند. مقدار نمک آب دریای آزاد در حدود ۳ تا ۳.۵٪ (۳۰ تا ۳۵ گرم در لیتر) میباشد. روشهای شیرین کردن آب بسته به مقدار نمکهای موجود در آن متفاوت است که مهمترین آنها به ترتیب عبارتند از تقطیر آب شور، روش اسمزی وارونه، روش الکترودیالیز، وش عوض کردن یون ها و روش یخ زدن.

در صورتی که تمایل دارید تا مطالب علمی و یا مقالاتتان در این سایت قرار گیرد با مدیریت سایت تماس بگیرید

موفق باشید

فرزین نجفی پور

