

آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- گردش آب در طبیعت را شرح دهد.
- ۲- منابع های آب را نام ببرد.
- ۳- چگونگی تشکیل سفره های زیرزمینی را شرح دهد.
- ۴- چاه و انواع آن را شرح دهد.
- ۵- قنات و ساختمان آن را شرح دهد.
- ۶- هدف از حفر قنات را بیان کند.
- ۷- منابع های روزمینی و زیرزمینی را نام ببرد.
- ۸- رودخانه و چگونگی استفاده از آن در آب رسانی شهری را توضیح دهد.

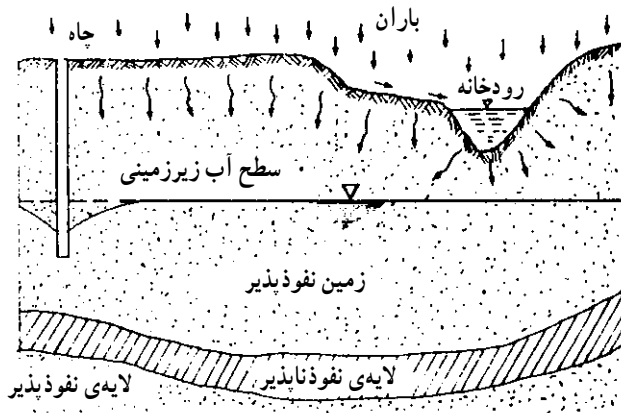
۱- آب

- ۱-۱- گردش آب در طبیعت
 ضمن آن حالت خود را از مایع به بخار یا جامد (یخ) و برعکس
 آب در طبیعت همواره در مداری بسته سیر می کند که تغییر می دهد.



شکل ۱-۱- گردش آب در طبیعت

سرعت این نفوذ یا حرکت، بسته به نوع زمین متفاوت است. هنگام مواجه شدن با لایه‌های نفوذناپذیر مانند خاک رُس، این آب‌ها متوقف شده تشکیل منبع‌های زیرزمینی را می‌دهند. همچنان‌که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود در طبیعت غالباً چند منبع آبی روی هم قرار می‌گیرند که به وسیله‌ی لایه‌های نفوذناپذیر از هم جدا می‌شوند.



شکل ۱-۲- تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی

سطح آب در منبع بالایی معمولاً ثابت نیست و با بارندگی‌های فصلی تغییر می‌کند. لذا بهره‌برداری از منابع گودتر مطمئن‌تر ولی گران‌تر است. افزون بر این، منابع گودتر، از آلودگی سطحی زمین بیشتر در امان می‌باشند. طبقات خاک خاصیت صاف‌کنندگی دارد، بنابراین آب هنگام گذر از آن‌ها تصفیه شده، مواد معلق خود را از دست می‌دهد و تنها نمک‌های محلول را در خود نگه می‌دارد. دمای آب نیز در اثر تماس با لایه‌های گودتر زمین تقریباً ثابت می‌ماند و تنها از ۸ تا ۱۲ درجه متغیر است.

۱-۲-۲- روش‌های بهره‌برداری از منبع‌های زیرزمینی

چاه‌ها: چاه حفره‌ی استوانه‌ای قائمی است که سطح زمین را به یک مخزن زیرزمینی آب متصل می‌سازد. آب‌های زیرزمینی از راه درزها و شکاف سنگ‌ها و خلل و فرج زمین در چاه تراوش می‌نماید.

چاه‌ها دارای دسته‌بندی‌های مختلفی می‌باشند. از نظر وضع طبیعی زمین، چاه‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند:

گروه نخست چاه‌های نشستی یا معمولی هستند که آب در آن‌ها به صورت آزاد جریان دارد و سطح آب آن‌ها، پیش از برداشت، هم تراز سطح آب زیرزمینی مجاور می‌باشد.

قسمتی از آب‌های روی زمین در اثر گرمای ناشی از تابش خورشید بخار شده و به صورت ذرات بسیار ریزی (به قطر حدود $2/0$ میلی‌متر) ابرها را تشکیل می‌دهند. این ذرات در حالت عادی، به علت جریان باد، سرعت سقوط کمی دارند و تقریباً در هوا معلق می‌باشند، ولی بر اثر تغییرات درجه حرارت و فشار موجود در جو به حالت بخار اشباع درآمده، ذرات ریز به هم پیوسته و دانه‌های بارانی به قطر حدود $5/0$ تا 8 میلی‌متر تشکیل می‌دهند. این دانه‌های نسبتاً درشت بر اثر وزن خود به سوی زمین فرود می‌آیند. ذرات باران اگر در مسیر خود به لایه‌ی سردی از هوا برخورد کنند تبدیل به برف یا تگرگ می‌گردند. گاهی هم ممکن است حالت اشباع نامبرده کاملاً در سطح زمین انجام گیرد که در این صورت شبنم پدید می‌آید.

۱-۲-۱- منبع‌های آب

بیشتر بارش‌های آسمانی پس از باریدن مستقیماً و یا در اثر تعریق گیاهان به صورت بخار درآمده به آسمان برمی‌گردند. قسمت کمتری از این بارش‌ها هم به شکل‌های گوناگون بر روی زمین جاری می‌شود و یا در زیرزمین انبار می‌گردد. آب‌هایی را که از طریق جوی‌ها و رودخانه‌ها جریان یافته و به دریاچه‌ها و دریاها می‌ریزند آب‌های سطحی می‌نامند. آب‌هایی هم که به زیرزمین نفوذ می‌کند آب‌های زیرزمینی نام دارد که از آن‌ها تحت عنوان «منبع‌های آب» یاد می‌کنند.

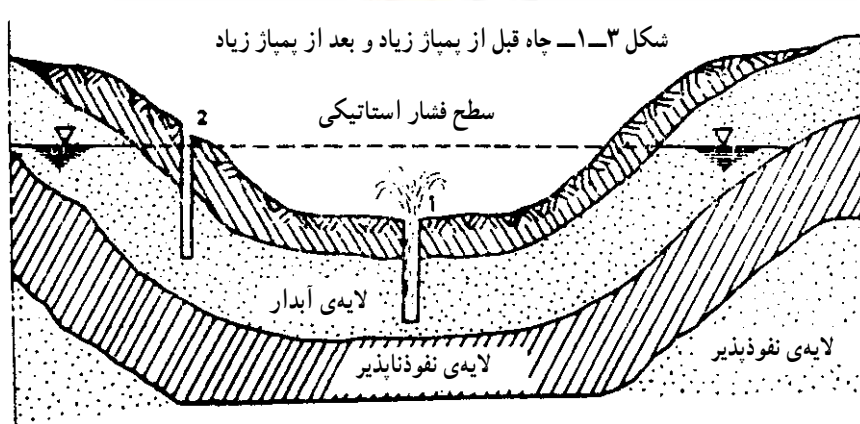
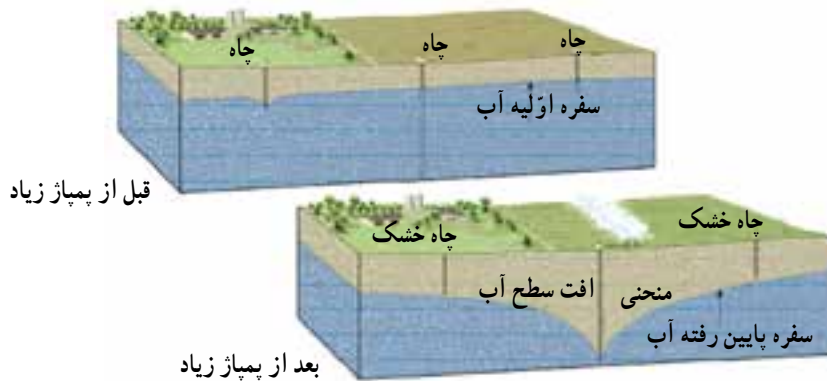
باید دانست که میانگین بارندگی در کشور ما در حدود ۲۳ سانتی‌متر در سال است که در مقایسه با میانگین بارش در خشکی‌های زمین (حدود ۶۶ سانتی‌متر) بسیار کم و ناچیز می‌باشد. از این جهت می‌توان ایران را جزء مناطق خشک و کم‌باران محسوب نمود. بنابراین باید از منبع‌های آب سطحی و زیرزمینی کشورمان حفاظت کرده، در مصرف آب جداً صرفه‌جویی نموده و بهینه‌سازی مصرف را در نظر داشته باشیم.

۱-۲-۱-۱- منبع‌های زیرزمینی آب: نفوذ آب حاصل

از بارش باران و برف در زمین سبب پر شدن قسمتی از فضای خالی بین ذرات جامد زمین می‌شود. این نفوذ، تحت تأثیر نیروی جاذبه‌ی زمین، از نقاط بلندتر به سمت نقاط پست‌تر صورت می‌گیرد.

اغلب خودبه‌خود بر روی زمین جاری می‌شوند. در شکل ۱-۳ یک چاه نشستی و در شکل ۱-۴ چاه‌های آرتزین و نیمه‌آرتزین مشاهده می‌شوند.

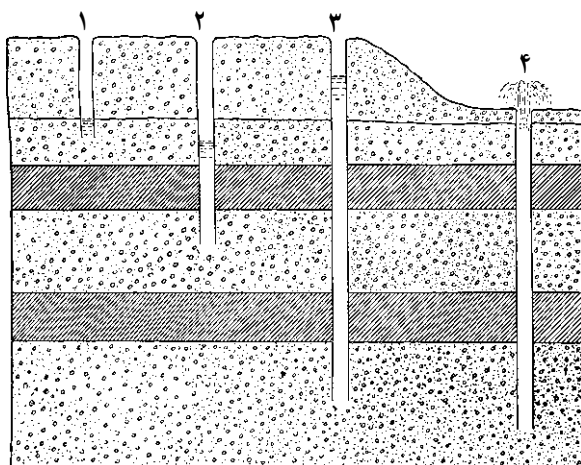
گروه دوم چاه‌های آرتزین و نیمه‌آرتزین اند که آب زیرزمینی با فشار وارد آن‌ها می‌گردد و سطح آب در چاه، پیش از برداشت از آن، بالاتر از سطح منبع زیرزمینی مجاور چاه است در نتیجه



شکل ۱-۴- سفره‌ی آبی و چاه آرتزین و نیمه‌آرتزین

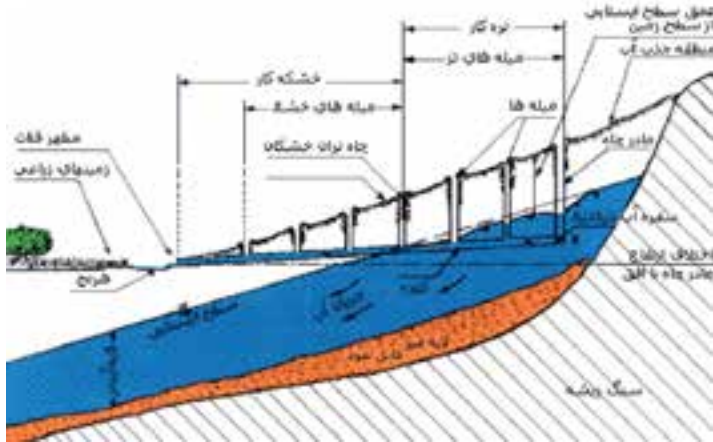
نشان می‌دهد. برای برداشت آب از این گونه چاه‌ها، به جز مورد آرتزین، از پمپ‌های مناسب، بسته به عمق چاه، استفاده می‌شود.

چاه‌ها از نظر گودی نیز به دو دسته تقسیم می‌گردند: دسته‌ی اول چاه‌های کم عمق که غالباً به صورت دستی و چاه‌های ۸۰ سانتی‌متر تا چند متر حفر می‌شوند. عمق این چاه‌ها می‌تواند در حالت معمولی تا ۲۰ متر هم برسد. باید دانست که در عمق‌های بیشتر، بسته به قطر چاه و ویژگی‌های محلی و مقدار گازهای زیرزمینی، به تدریج، کار کردن انسان بدون تزریق هوای فشرده به درون چاه مشکل می‌گردد.

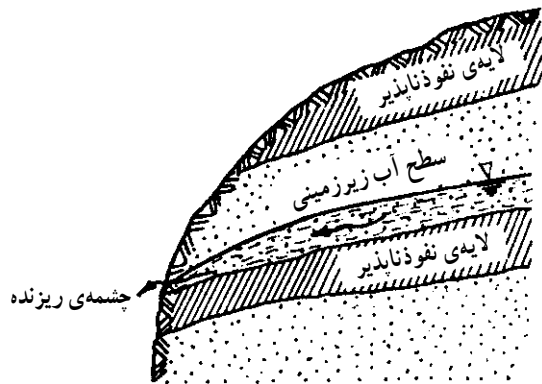
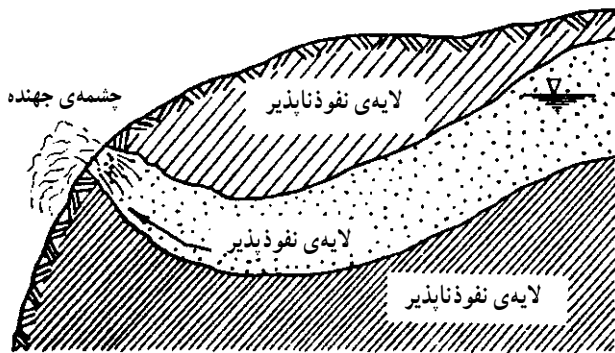


۱- چاه سطحی ۲ و ۳- چاه عمیق ۴- چاه آرتزین
شکل ۱-۵- مقایسه‌ی انواع چاه‌ها از نظر عمق آن‌ها ۳

دسته‌ی دوم چاه‌های نیمه‌عمیق و عمیق با گودی بیش از ۲۰ متر هستند که در کندن آن‌ها امروزه معمولاً از ماشین‌های گوناگون چاه‌کشی «ضربه‌ای» و «دورانی» استفاده می‌شود. در این صورت بسته به احتیاج، قطر آن‌ها از ۲۰ سانتی‌متر تا ۱/۲ متر انتخاب می‌گردد. شکل ۱-۵، به صورت ترسیمی، ساختمان انواع چاه را



شکل ۱-۶- نمای ساده‌ی قنات



شکل ۱-۷- چشمه‌ها

۳-۲-۱- آب‌های سطحی: آب‌های سطحی که از جریان یافتن آب‌های ناشی از بارندگی بر روی زمین به دست

امروزه با توسعه‌ی شبکه‌ی برق‌رسانی، برای چاه‌های دستی (سطحی) و کم‌عمق از پمپ‌های سرچاه یا کف‌کش و در سایر موارد از پمپ‌های شناور استفاده می‌کنند. این مطلب در درس پمپ‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در گذشته، بیشتر از پمپ‌های کمر چاهی، به کمک جعبه دنده و موتور دیزل در مناطق بدون برق استفاده می‌شد هنوز هم در بعضی مزارع کشاورزی از این نوع پمپ‌ها استفاده می‌شود که به آن‌ها تلمبه یا موتور می‌گویند.

قنات یا کاریز: قنات‌ها تاریخ استفاده‌ی طولانی دارند. مورخان قنات‌سازی را فتآوری ملی ایرانیان باستان در آب‌رسانی کشتزارها و شهرها می‌دانند. ایرانیان با ساختن قنات به دو هدف می‌رسیدند.

هدف مهم‌تر و اصلی روان ساختن آب‌های زیرزمینی به روی زمین بود که در نتیجه‌ی بی‌نیاز شدن از بالا کشیدن آب از چاه با کمک دلو، در نیروی انسانی صرفه‌جویی می‌شده است. هدف دوم نیز جلوگیری از تیخیر و هدر رفتن آب بوده است.

قنات برای برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سفره‌هایی که عمق آن‌ها از یک صد متر بیشتر نباشد و علاوه بر این، در فواصل دور و در شیب زمین قرار گرفته باشد. قنات از دو قسمت تشکیل می‌شود: اول مجرای زیرزمینی تقریباً افقی (با شیب ۵/۰ تا ۲ متر در هزار متر) به نام «پیشکار»، و دوم مجراهای استوانه‌ای عمودی که به صورت چاه، پیشکار را به سطح زمین اتصال می‌دهند و «میله» نامیده می‌شوند. اولین و عمیق‌ترین میله را «مادر چاه» و محل بیرون آمدن آب از قنات را «مظهر» قنات می‌گویند (شکل ۱-۶).

چشمه: چشمه جایی است که در آن، آب زیرزمین بدون دخالت انسان به روی زمین روان شود. چشمه‌ها به دو گروه «ریزنده» و «جهنده» تقسیم می‌شوند (شکل ۱-۷).

این آب‌ها باعث شده است که بهره‌برداری از آن‌ها برای مصرف‌های صنعتی بسیار مناسب باشد.

برای برداشت آب رودخانه باید در درجه‌ی اول محل برداشت در قسمت تمیزتر رودخانه و پیش از آبادی‌ها و نقاطی باشد که فاضلاب‌های شهری یا صنعتی وارد آن می‌گردد و در درجه‌ی دوم محل برداشت آب، با توجه به تغییر سطح آب در طول سال، طوری انتخاب شود که هیچ‌گاه لوله‌ی برداشت بیرون از آب قرار نگیرد.

می‌آیند، به علت تماس با هوا از یک سو و شستن آلودگی‌های روی زمین از سوی دیگر، آلودگی‌های گوناگونی را می‌توانند با خود داشته باشند؛ از این رو، قبل از آشامیدن حتماً باید تصفیه شوند. از منابع‌های آب سطحی رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین، اعم از مصنوعی و طبیعی و انبارهای جمع‌آوری آب باران را می‌توان نام برد.

رودخانه: آب‌های رودخانه‌ها، به‌ویژه در کشورهای صنعتی، آلوده‌ترین آب‌های سطحی هستند که در آب‌رسانی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، کم بودن درجه‌ی سختی

پرسش

- ۱- گردش آب در طبیعت را شرح دهید.
- ۲- نحوه‌ی تشکیل باران و شبنم را توضیح دهید.
- ۳- منابع‌های آب را توضیح دهید.
- ۴- چگونگی تشکیل منابع‌های زیرزمینی آب را توضیح دهید.
- ۵- روش‌های بهره‌برداری از منابع‌های زیرزمینی را نام ببرید.
- ۶- انواع چاه را توضیح دهید.
- ۷- چاه آرتزین و نیمه‌آرتزین را شرح دهید.
- ۸- انواع چاه را از نظر گودی شرح دهید.
- ۹- در ایران اهداف عمده از کندن قنات چه بوده است؟
- ۱۰- ساختمان قنات را توضیح دهید.
- ۱۱- ساختمان چشمه را توضیح دهید.
- ۱۲- منابع‌های سطحی یا روی زمینی آب را نام ببرید.

ویژگی‌های آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- ویژگی‌های فیزیکی آب را توضیح دهد.
- ۲- ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی را توضیح دهد.
- ۳- ویژگی‌های شیمیایی آب آشامیدنی را توضیح دهد.
- ۴- ویژگی‌های باکتریولوژیکی آب آشامیدنی را توضیح دهد.
- ۵- ویژگی‌های آب صنعتی را توضیح دهد.

۲- ویژگی‌های آب

قطع جریان آب در لوله‌های مکش پمپ می‌شود.
 ۳-۱-۲- انجماد آب: آب خالص در فشار یک اتمسفر در دمای 0°C یخ می‌بندد و حجم آن حدود ۹ درصد افزایش می‌یابد^۱. این پدیده ممکن است سبب شکستن ظرف آب و یا لوله‌های آب‌رسانی گردد.

۴-۱-۲- انحلال‌پذیری گازها: انحلال‌پذیری گازها در دمای کم و فشار زیاد بیشتر است. با گرم شدن آب، گازهای محلول آن به تدریج از آن خارج می‌شوند. مثلاً آب‌های زیرزمینی که مقدار گازهای محلول در آن‌ها زیاد است پس از رسیدن به سطح زمین، به علت کم شدن فشار و گرم شدن گازهای محلول خود، نظیر گاز کربنیک، را از دست می‌دهند.

۵-۱-۲- هدایت الکتریکی: آب خالص قابلیت هدایت الکتریسیته یا رسانایی بسیار ناچیزی دارد به طوری که می‌توان آن‌را عایق الکتریسیته یا نارسانا دانست. ولی با ورود نمک‌های گوناگون به آب، بسته به نوع و مقدار نمک، هدایت‌پذیری آب به شدت زیاد می‌شود. لذا با اندازه‌گیری مقدار قابلیت هدایت ویژه آب‌های ناخالص می‌توان به مقدار و نوع نمک‌های گوناگون آن پی برد.

آب ماده‌ای است به فرمول شیمیایی H_2O . حدود یازده درصد وزنی آب را هیدروژن و ۸۹ درصد آن را اکسیژن تشکیل می‌دهد. در طبیعت آب خالص یافت نمی‌شود و همیشه با مقداری مواد خارجی همراه است.

۲-۱- ویژگی‌های فیزیکی آب

۱-۱-۲- جرم مخصوص: آب در دمای 4°C بیشترین جرم مخصوص خود را دارد و آن یک گرم بر سانتی‌متر مکعب. $(\rho = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3})$ معادل یک کیلوگرم بر لیتر $(\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}})$ است.

۲-۱-۲- دمای تبخیر: آب در فشار یک اتمسفر (فشار جو در سطح دریای آزاد) در 100°C به بخار تبدیل می‌شود. با کم شدن فشار محیط دمای تبخیر آب کاهش می‌یابد، به طوری که اگر فشار مطلق به $2/5^{\circ}$ تا $5/5^{\circ}$ اتمسفر (فشار نسبی برابر $8/5^{\circ}$ تا $5/5^{\circ}$ اتمسفر) برسد آب در دمای محیط‌های معمولی نیز تبدیل به بخار می‌گردد. همین پدیده است که سبب

۲-۲- ویزگی های آب آشامیدنی

۲-۲-۱- تعاریف

— **حداکثر مطلوب:** عبارت است از حداکثر غلظتی از مواد که برای آب آشامیدنی مناسب تشخیص داده می شود. چنانچه آب حاوی موادی با غلظت بالاتر از حداکثر مطلوب باشد از نظر کیفیت در حد پایین تری قرار دارد، اما هنوز قابل آشامیدن است.

— **حداکثر مجاز:** عبارت است از حدی که اگر غلظت مواد موجود در آب از آن تجاوز کند، آب مزبور برای آشامیدن مناسب نیست و مصرف مداوم آن در درازمدت، اثر زیان بخشی بر سلامت مصرف کننده خواهد گذاشت.

۲-۲-۲- ویزگی های فیزیکی آب های آشامیدنی

دما: آب بسیار سرد آثار ناگواری بر دستگاه گوارش انسان دارد برعکس آب با دمای زیاد هم، حالت بی مزگی داشته و گوارا نیست. دمای آب آشامیدنی باید بین 5°C تا 15°C باشد. مناسب ترین دمای آب آشامیدنی بین ۸ تا ۱۲ درجه سانتی گراد است. دمای آب های زیرزمینی در عمق 1° متر از سطح زمین در حدود 10°C است و به ازای هر ۳۳ متر افزایش عمق تقریباً یک درجه به گرمی آب های زیرزمینی افزوده می شود.

رنگ: آب آشامیدنی باید بی رنگ باشد و در ضخامت های زیاد رنگ آبی مایل به سبز زلالی داشته باشد. کدوری آب به واسطه وجود مواد معلق در آب است.

کدوری آب ممکن است موقتی هم باشد؛ مانند کدوری شیری

رنگی که در نتیجه ی ورود بیش از حد اشباع مولکول های هوا در آب به وجود می آید و پس از مدتی با بیرون رفتن ذرات هوا، آب حالت زلالی خود را به دست می آورد. رنگ آب مربوط به موادی است که در آن نمک هایی به صورت حل شده یا معلق وجود داشته باشد. مثلاً نمک های آهن به آب رنگ مایل به قرمز و نمک های منگنز رنگ قهوه ای مایل به سیاه می دهند. زردی رنگ آب نشانه ی وجود ترکیب های گیاهی و اسیدهای آلی ناشی از فساد آن ها و یا وجود خاک رس می باشد، درحالی که سبزی آب نشانه ی وجود گیاهانی از قبیل آلك ها و جلبک ها در آن می باشد.

بو: آب آشامیدنی باید بی بو باشد. وجود اسیدسولفوریک، کلر، فنل و آمونیاک به آب بوی ناخوشایند می دهد.

مزه: مزه ی آب باید گوارا باشد. آب با درجه ی سختی خیلی کم طعم بی مزه و ناخوشایندی دارد. شوری آب نشانه ی وجود نمک خوراکی و تلخی آن دلیل زیادی ترکیب های منیزیم می باشد. آب های قلیایی ($\text{pH} > 9$) مزه ی آب صابون دارند درحالی که آب های اسیدی ($\text{pH} < 6$) ترش مزه اند. وجود زیاد نمک های آهن و آلومینیم مزه ی آب را گس می کند درحالی که مزه ی گندیدگی آب به علت آلودگی های آلی آن است که ممکن است همراه با میکروب های بیماری زا نیز باشد.

— **حدود ویزگی های فیزیکی آب آشامیدنی:**

ویزگی های فیزیکی آب آشامیدنی نباید از مشخصات داده شده در جدول ۲-۱ تجاوز کند.

جدول ۲-۱- حدود مجاز ویزگی های فیزیکی آب آشامیدنی

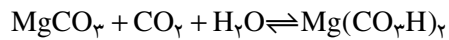
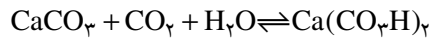
| ویزگی | حداکثر مطلوب | حداکثر مجاز |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| رنگ (Pt - Co) | ۵ | ۲۰ |
| بو | غیر قابل اعتراض | — |
| pH | کمتر از ۷ یا بیشتر از ۸/۵ نباشد | کمتر از ۶/۵ یا بیشتر از ۹/۲ نباشد |
| تیرگی (JTU) | ۵ | ۲۵ |

نوع است: ناپایدار و پایدار.

سختی ناپایدار یا سختی کربناتی، که ناشی از وجود بی کربنات کلسیم و بی کربنات منیزیم در آب می باشد.

۲-۲-۳- ویزگی های شیمیایی آب آشامیدنی

— **سختی آب:** سختی آب به واسطه ی وجود نمک های کلسیم و منیزیم در آن ایجاد می شود و سختی از نظر پایداری دو



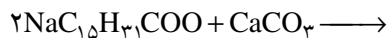
سختی پایدار یا سختی غیرکربناتی، که به علت وجود ترکیبات دیگری از کلسیم و منیزیم در آب، به وجود می‌آید و کربن در آن دخالت ندارد. مثلاً سولفات‌ها، کلرورها، نیترات‌ها، فسفات‌ها و سیلیکات‌های کلسیم و منیزیم سختی پایدار به وجود می‌آورند.

مجموع سختی کربناتی و سختی غیرکربناتی «سختی کلی آب» را تشکیل می‌دهد.

درجه‌ی اشباع آب نسبت به سختی‌های ناپایدار به حدود ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر و برای سختی پایدار به ۱۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد.

اثرات سختی آب آشامیدنی: بدن انسان در برابر سختی آب حساسیت زیادی ندارد. به طوری که می‌توان آب‌های سخت تا ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر را به راحتی و آب‌های با سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر را، در صورت ضرورت و برای مدتی کوتاه، به مصرف آشامیدن رسانید. لذا در تصفیه‌خانه‌های بیشتر شهرها، به‌ویژه آن‌هایی که از آب‌های سطحی استفاده می‌کنند کمتر به کاستن سختی آب مبادرت می‌ورزند. آب خیلی سبک برای کاربرد در کارخانه‌ها مناسب است ولی از نظر آشامیدنی خوش مزه نیست. آب آشامیدنی باید حداقل ۳۰ میلی‌گرم در لیتر (30ppm) سختی داشته باشد.

آب‌های با درجه‌ی سختی بسیار، در صورت گرم شدن و به علت جدا شدن مقداری از گاز کربنیک آن‌ها، در جدار ظرف‌ها ایجاد رسوب می‌کنند. همچنین در شست‌وشوی لباس، کف کردن صابون را به تأخیر می‌اندازند و در نتیجه صابون بیشتری مصرف می‌نمایند. زیرا صابون‌ها با نمک‌های کلسیم و منیزیم ترکیبات نامحلولی را به وجود می‌آورند و این فعل و انفعال‌ها تا وقتی ادامه دارد که نمک‌های مزبور در آب به پایان برسند.



البته این مشکل، از اواسط قرن بیستم به بعد، با پیدایش پودرهای لباس‌شویی که از مواد دترجنت تولید می‌شوند و در برابر آب‌های سخت حساس نیستند مرتفع شده است.

درجه‌ی اسیدی آب یا pH: درجه‌ی تمرکز یون‌های آزاد H^+ را که بیانگر میزان خاصیت اسیدی آب است با pH و درجه‌ی تمرکز یون‌های آزاد OH^- را که بیانگر میزان خاصیت قلیایی آن است با pOH نشان می‌دهند.

هرگاه درجه‌ی pH و pOH آب یکسان باشد آب حالت خنثی دارد. همچنین اگر $\text{pH} < 7$ باشد آب خاصیت اسیدی و اگر $\text{pH} > 7$ باشد آب خاصیت قلیایی دارد. برای مثال، محلول نرمال اسید کلریدریک، که اسیدی قوی است، دارای $\text{pH} = 0$ و محلول نرمال سود سوزآور، که یک باز قوی است، دارای $\text{pH} = 14$ می‌باشد. آب آشامیدنی خوب باید کمی مایل به قلیایی باشد (7 تا 8 pH).

— **ترکیب‌های شیمیایی دیگر:** مهم‌ترین عناصر و ترکیب‌های شیمیایی دیگر که اغلب در آب‌ها یافت می‌شوند عبارت‌اند از:

اکسیژن (O_2): در طبیعت همیشه در آب‌ها مقداری اکسیژن محلول وجود دارد که از چند نظر لازم است. اکسیژن محلول در آب برای ادامه‌ی زندگی حیوان‌های آبی لازم است و موجب فعل و انفعال‌های تصفیه‌ی زیستی خودبه‌خودی در آب می‌گردد.

میزان اکسیژن لازم در آب آشامیدنی ۵ میلی‌گرم در لیتر است. از این رو، به آب‌هایی که اکسیژن محلول کمتری دارند در تصفیه‌خانه به طریق هواده‌ی، اکسیژن می‌دهند.

فلوئور (F): وجود ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر فلوئور در آب آشامیدنی، برای تقویت لثه و مینای دندان، مفید است. چون در طبیعت مقدار فلوئور موجود در آب‌ها معمولاً کمتر از این مقدار است به آب فلوئور اضافه می‌کنند. اضافه کردن فلوئور در تصفیه‌خانه‌ها باید خیلی با احتیاط انجام گیرد زیرا، بسته به دمای آب، مقدار بیش از ۱ تا ۱/۷ میلی‌گرم در لیتر فلوئور اثر مسموم‌کنندگی دارد.

۳-۲- ویژگی آب صنعتی

خواص آب مصرفی مورد نیاز در کارخانه‌ها باید در هر مورد با توجه به نوع فرآورده‌ی کارخانه بررسی و تعیین گردد. چه‌بسا در یک کارخانه برای مصرف‌های گوناگون نیاز به انواع مختلفی از آب باشد. مثلاً در یک کارخانه‌ی قند آب لازم برای شست‌وشوی چغندر قند با آب مصرفی برای گرفتن شیرهای چغندر و نیز آب لازم برای دیگ‌های بخار کارخانه از یک نوع نیست. نظر به رشد روزافزون صنایع و تنوع آن‌ها نمی‌توان در این‌جا مشخصات آب مصرفی هر قسمت را جداگانه بررسی نمود. ولی چون تنها قسمتی که تقریباً در تمام کارخانه‌ها به‌صورت یکسان وجود دارد آب دیگ‌های بخار است. لازم است گفته شود که آب مصرفی در دیگ بخار باید نمک‌زدایی شده و سختی آن کم یعنی در حدود ۲۰ میلی‌گرم در لیتر باشد. ضمناً حداکثر مجاز درجه‌ی سختی آب مصرفی در دیگ‌های بخار، طبق استاندارد آلمان، ۴۵ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم است.

آب صنعتی در کارهای ساختمانی: آب در کارهای ساختمانی یا برای تهیه‌ی ملات و یا آب‌پاشی روی قطعه‌های تازه‌ساز بتنی به‌کار می‌رود. ملات‌هایی از قبیل گل، شفته‌آهک و ماسه‌آهک حساسیت زیادی در برابر ناخالصی‌های آب مصرفی ندارند ولی آبی که برای تهیه‌ی ملات ماسه‌سیمان، که امروزه مهم‌ترین ملات را در کارهای ساختمانی تشکیل می‌دهد به‌کار می‌رود و نیز آب مورد نیاز برای ساختن قطعه‌های بتنی و بتن‌آرمه باید دارای خواص شیمیایی مشخص باشد.

چنان‌که می‌دانید آب‌های موجود در طبیعت دارای خواص

فیزیکی و شیمیایی یکسانی نیستند و برای کاربرد آن‌ها در هر مورد شناخت لازم است. از سوی دیگر آب تنها برای آشامیدن مصرف نمی‌گردد، استفاده از آب برای شست‌وشو، برای تأسیسات حرارت مرکزی، برای تهویه و بالاخره استفاده از آن در کارخانه‌ها جزء مصرف‌هایی است که شبکه آب‌رسانی شهری باید آن را تأمین نماید. از آن‌جا که آب لازم برای هر یک از مصرف‌های نام برده باید دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مخصوص به خود باشد، آب شبکه‌ی شهری، از نظر خواص شیمیایی عملاً نمی‌تواند برای تمام مصرف‌های گفته شده بسیار خوب و مطلوب باشد.

اولین و مهم‌ترین مسئله‌ای که باید پیش از فرستادن آب به درون شبکه‌ی شهری مورد توجه قرار گیرد همانا بی‌ضرر بودن آن از نظر وجود میکروب‌های بیماری‌زا است. لذا گندزدایی آب پیش از وارد شدن آن به شبکه‌ی مصرف هیچ‌گاه نباید از سیستم تصفیه حذف گردد. بعد از گندزدایی، به لحاظ اهمیت، آن دسته از ترکیب‌های شیمیایی را باید از آب جدا نمود که وجود آن‌ها سبب مسمومیت آبی و یا تدریجی انسان را فراهم می‌سازند. در مرحله‌ی سوم توجه به آن دسته از خواص فیزیکی و ترکیب‌های شیمیایی آب لازم می‌شود که موجب بروز عوارض تدریجی در دستگاه‌های گوارش می‌گردد.

پس از به‌دست آوردن اطمینان از بهداشتی بودن آب باید توجه شود که تا آن‌جا که ممکن است آبی که در شبکه فرستاده می‌شود از دید فنی نیز مناسب کاربردهای دیگر نیز باشد و لذا آن دسته از کارخانه‌های تصفیه‌ی خصوصی، آب مورد نیاز خود را تهیه می‌کنند.

- ۱- جرم مخصوص آب چند کیلوگرم بر لیتر است؟
- ۲- آب در چه دمایی دارای حداکثر جرم مخصوص است؟
- ۳- انجماد آب چه تفاوتی با انجماد اکثر مواد دیگر دارد؟
- ۴- چرا یخزدگی آب از سطح آن شروع می‌شود؟
- ۵- آب زیر سطح یخ بسته‌ی یک حوض دارای چه دمایی است؟ توضیح دهید.
- ۶- دمای تبخیر آب در فشار اتمسفر چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟
- ۷- آیا آب را می‌توان بدون حرارت دادن در دمای هوای اتاق به جوش آورد؟
- ۸- تبخیر آب در دمای پایین چه اثری در سیستم‌های لوله‌کشی با آب می‌تواند داشته باشد؟
- ۹- انحلال‌پذیری گازها در آب را توضیح دهید.
- ۱۰- هدایت یا عدم هدایت الکتریکی آب را توضیح دهید.
- ۱۱- حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز را تعریف کنید.
- ۱۲- ویژگی‌های آب آشامیدنی را توضیح دهید.
- ۱۳- سختی و انواع آن را تعریف کنید.
- ۱۴- سختی ناپایدار و سختی پایدار را تعریف کنید.
- ۱۵- حد مجاز سختی آب آشامیدنی را بیان کنید.
- ۱۶- pH و pOH و حد مجاز آن‌ها را در آب آشامیدنی تعریف کنید.
- ۱۷- وجود اکسیژن در آب آشامیدنی را توضیح دهید.
- ۱۸- وجود فلئور در آب آشامیدنی را توضیح دهید.
- ۱۹- ویژگی‌های آب‌های صنعتی را توضیح دهید.
- ۲۰- حد مجاز سختی در دیگ‌های بخار را بیان کنید.

تصفیه‌ی آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- روش‌های مختلف تصفیه‌ی آب را بیان کند.
- ۲- دلایل و چگونگی گندزدایی آب را بیان کند.
- ۳- روش‌های مختلف گرفتن سختی را بیان کند.

۳- تصفیه‌ی آب

چون آب‌های موجود در طبیعت دارای مقداری مواد معلق هستند که در مرحله‌ی اول باید از آب گرفته شوند، برای رسیدن به این هدف آب را از یک طرف وارد استخرهای بزرگی می‌کنند و از طرف دیگر خارج می‌سازند. آب پس از وارد شدن به استخر کاهش سرعت پیدا می‌کند به طوری که ذرات معلق در آب امکان ته‌نشین شدن پیدا می‌کنند.

۲-۳- ته‌نشینی کردن با استفاده از مواد شیمیایی

یا ته‌نشینی با انعقاد: برای کوتاه کردن مدت زمان ته‌نشینی و نیز برای کم کردن مقدار نمک‌های محلول در آب غالباً استخرها کفایت نکرده و کاربرد مواد شیمیایی برای تصفیه‌ی آب لازم می‌شود. مواد شیمیایی که برای ته‌نشینی مواد خارجی آب مصرف می‌شوند به دو صورت زیر کار می‌کنند.

اول: مواد شیمیایی که بیشتر دارای بار الکتریکی مثبت می‌باشند مواد ریز معلق در آب را که معمولاً دارای بار منفی هستند به خود جذب کرده و ذرات معلق بزرگ‌تر و سنگین‌تری را می‌سازند و برای ته‌نشینی شدن آماده می‌کنند. این پدیده را انعقاد می‌نامند.

دوم: مواد شیمیایی با نمک‌های محلول در آب ترکیب شیمیایی انجام داده و از نمک‌های محلول نمک‌های نامحلول به وجود می‌آورند و آن‌ها را برای ته‌نشینی آماده می‌سازند. مهم‌ترین مواد شیمیایی که در تصفیه‌ی آب آشامیدنی به کار می‌روند عبارت‌اند از: سولفات آلومینیم (زاج سفید)، کلرور آلومینیم، کلرور آهن،

آبی که در طبیعت یافت می‌شود معمولاً قابل استفاده‌ی مستقیم نیست و باید قبل از استفاده تصفیه شود. این کار به‌ویژه برای آب‌های روی زمینی بیشتر ضرورت دارد. آب‌های آلوده را می‌توان به سه روش: مکانیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیک) تصفیه کرد. در تصفیه‌ی آب آشامیدنی، مهم‌ترین روش‌های متداول عبارت‌اند از: گرفتن مواد درشت با کمک آشغالگیرها، ته‌نشینی کردن مواد خارجی معلق در آب، تصفیه‌ی آب به کمک صافی‌ها، اکسید کردن مواد آلی موجود در آب با کمک هوارسانی و گندزدایی آب توسط مواد شیمیایی.

۱-۳- شبکه‌های آشغالگیر

قبل از ورود آب به تصفیه‌خانه، به کمک این شبکه‌های فلزی مواد بزرگ شناور در آب گرفته می‌شود و لذا برای برداشت آب از منبع‌های روی زمینی مانند رودخانه‌ها به کار می‌روند. در صورت زیاد بودن مواد شناور در آب رودخانه و برای جلوگیری از بسته شدن شبکه‌های نام‌برده، آن‌ها را در دو یا سه ردیف با سوراخ‌های گوناگون قرار می‌دهند.

۲-۳- ته‌نشینی کردن مواد خارجی آب

۱-۲-۳- ته‌نشینی بدون استفاده از مواد شیمیایی:

تصفیه در استخرهای ته‌نشینی را تصفیه‌ی مقدماتی آب نیز می‌نامند.

سولفات آهن و سولفات مس (کات کبود).

۳-۳-۲- صافی‌های شنی تند: تفاوت این نوع

صافی‌ها با صافی‌های کند در سرعت عبور آب از آن‌ها است. به علت سرعت زیاد جلوگیری از عبور باکتری‌ها به خوبی صافی‌های کند نمی‌باشد.

۳-۳-۳- صافی‌های تحت فشار: ساختمان صافی‌های

تحت فشار شبیه کار صافی‌های شنی تند و کند است، با این تفاوت که شن و ماسه و کانال جمع‌آوری در داخل استوانه‌ای قرار می‌گیرد که تحت فشار آب است. برای افزایش سرعت در بین لایه‌های ماسه از این صافی‌ها استفاده می‌شود. امروزه از این صافی‌ها برای مصارف خانگی، بهداشتی و صنعتی استفاده می‌کنند. برای افزایش درجه‌ی تصفیه ممکن است چند صافی را پشت سر هم قرار داد، به طوری که آب پس از خروج از یک صافی وارد صافی بعدی شود. شکل ۳-۲ این صافی را نشان می‌دهد.

مهم‌ترین موارد استفاده‌ی صافی‌های شنی تحت فشار عبارت است از:

۱- تصفیه یا فیلتراسیون آب‌های سطحی: اکثر

آب‌های سطحی مانند آب رودخانه‌ها و چاه‌های کم‌عمق دارای باکتری و مواد معلق بوده و قبل از استفاده جهت آشامیدن و مصارف صنعتی بایستی مواد معلق آن‌ها حذف گردد.

در صورتی که مواد معلق در آب بیش از حد مجاز باشد ابتدا باید از مخازن ته‌نشینی استفاده نمود و سپس آب را از صافی‌های شنی عبور داد.

۲- تصفیه یا فیلتراسیون آب استخرها: آب استخرها

دارای ناخالصی‌هایی از قبیل مو، رنگ، مواد جامد و شناور و ... می‌باشد که حذف آن‌ها با سیرکولاسیون (گردش) دائمی آب استخر و عبور آن از صافی‌های شنی تحت فشار امکان‌پذیر خواهد بود.

۳- تصفیه‌ی آب برگشتی برج‌های خنک‌کن: مواد معلق

در مدارهای برگشتی برج‌های خنک‌کن می‌تواند به بخش‌های مختلف سیستم صدمه برساند، با استفاده از صافی‌های شنی تحت فشار می‌توان میزان مواد معلق موجود در آب را به حداقل رساند.

۴- طعم و رنگ نامطبوع و کلرزدایی: با استفاده از

کربن اکتیو متبلور در فیلترهای تحت فشار می‌توان طعم نامطبوع،

۳-۳-۳- صافی‌ها

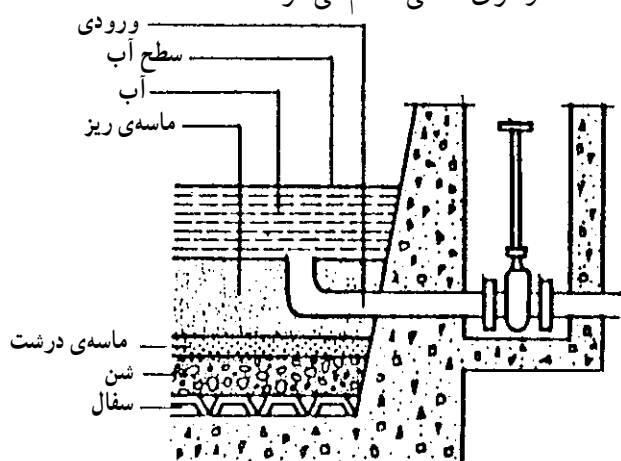
تصفیه‌ی نهایی آب به وسیله‌ی صافی‌ها انجام می‌گیرد. در صورتی که آب دارای مواد خارجی و معلق زیاد نباشد، صافی‌ها می‌توانند تنها وسیله‌ی تصفیه‌ی آب نیز باشند. برای آب‌های با درجه‌ی ناخالصی زیاد، باید پیش از صافی از استخرهای ته‌نشینی استفاده کرد.

صافی‌ها را از نظر سرعت آب در آن‌ها به دو دسته‌ی کند و تند تقسیم می‌کنند.

۱-۳-۳- صافی‌های شنی کند: این صافی‌ها

استخرهای مستطیلی آجری یا بتنی هستند که روی کانال‌های جمع‌آوری آن‌ها با سفال‌های سوراخدار پوشانده شده است. بستر صافی از یک لایه ماسه‌ی ریز به عمق یک متر تشکیل شده است و آب با عمق تقریبی ۱/۲ متر بر روی آن قرار می‌گیرد. وقتی صافی برای اولین بار مورد استفاده قرار می‌گیرد فقط مواد معلق را جدا می‌کند. ماسه‌ی ریز تمیز جلوی عبور باکتری‌ها را نمی‌گیرد، اما سطح ماسه به زودی با لایه‌ی نازکی از مواد معلق پوشانده می‌شود که این لایه جلوی عبور باکتری‌ها را می‌گیرد، شکل ۳-۱ ساختمان صافی کند را نشان می‌دهد.

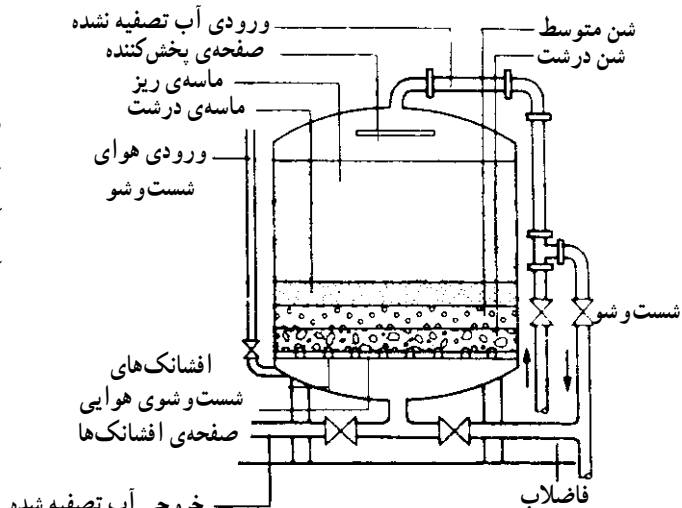
پس از چند روز، و تا حداکثر دو ماه، کارکردن به علت کثیف شدن لایه‌ی ماسه، افت فشار در صافی افزایش یافته و راندمان آن به شدت پایین می‌آید. در این مرحله با روش‌های مختلف به شست و شوی صافی اقدام می‌شود.



شکل ۳-۱- ساختمان صافی شنی کند

می‌گردد ضمن این که از مصرف آب زیاد جلوگیری می‌شود.

۲- شست و شو با آب: ذرات جمع شده توسط لایه‌های شن و سیلیس در طول مدت تصفیه به وسیله آب شست و شو و تخلیه می‌گردد. مسیر ورودی آب شست و شو در جهت عکس آب ورودی به صافی می‌باشد. برای شست و شوی صافی باید از آب تمیز و تصفیه شده استفاده نمود.



شکل ۲-۳- صافی تحت فشار

رنگ و کلر اضافی موجود در آب را حذف کرد.

۵- تصفیه نهایی پساب‌های صنعتی: در پساب

خروجی از سیستم‌های تصفیه فاضلاب‌ها اغلب مقداری مواد معلق موجود است که با استفاده از صافی‌های شنی میزان این مواد معلق به حداقل می‌رسد.

شست و شوی صافی‌ها: صافی‌ها را به دو طریق

شست و شو می‌دهند:

۱- شست و شو با هوا: در صورت لزوم، استفاده از

هوا جهت شست و شوی صافی در اولین مرحله صورت می‌گیرد.

شست و شو با هوا سبب جداسازی ذرات جامد از لایه‌های شن

۳-۴- هوادهی

هوادهی، به عنوان یک واحد تصفیه، عبارت است از کاربرد

روش‌ها و وسایلی که آب را در تماس نزدیک با هوا قرار می‌دهد تا غلظت مواد فرآر در آب کاهش یابد. مانند گاز کربنیک، ازت، هیدروژن سولفور، اکسیژن، متان و نیز مواد فرآر مولد بو و طعم.

هوادهی همچنین باعث می‌شود که غلظت آهن و منگنز

موجود در آب‌های زیرزمینی کاهش یابد. در کشور ما که آب‌های

زیرزمینی منشأ آب مشروب اکثر اجتماعات است هوادهی می‌تواند

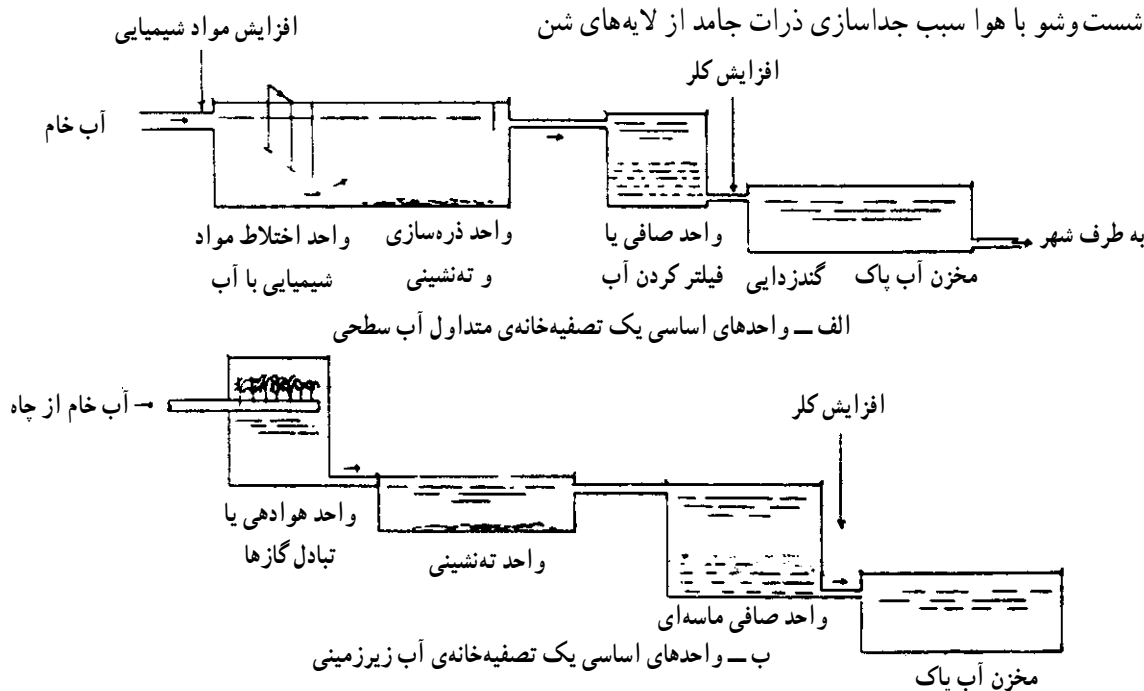
نقش تصفیه‌ی آب را ایفا نماید. زیرا در بسیاری از این آب‌ها

آهن وجود دارد که اگر از آب گرفته نشود، باعث رنگین شدن

اکثر وسایل مصرف آب می‌شود. آب پس از هوادهی وارد

استخرهای ته‌نشینی و یا صافی‌ها می‌شود. شکل ۳-۳ واحدهای

اساسی یک تصفیه‌خانه‌ی آب را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳- واحدهای اساسی یک تصفیه‌خانه

۳-۵- گندزدایی آب

زیادتر می‌گردد. همچنین در شست و شوی ظروف در آبی که سختی آن بالا است، پس از خشک شدن، روی آن رسوباتی باقی می‌ماند. این رسوبات در ظروف رنگین و فلزی و استیل و لوازم بهداشتی کاملاً مشهود است.

از نظر گوارشی سختی بیش از حد آب موجب اختلال در هضم غذا و نیز بروز سنگ کلیه می‌شود. مردمان قدیم سختی آب را به سنگینی و سبکی آب اطلاق می‌نمودند. گرچه هنوز دانش پزشکی میزان هر کدام از ترکیبات آب را روشن نکرده است که کدام یک مضر و کدام مفید است ولی به‌طور کلی می‌توان گفت که سبک کردن آب در تأسیسات صنعتی بسیار ضروری‌تر از موارد تأمین احتیاجات خانگی است.

برای کاهش سختی آب دو روش عمده وجود دارد:

۱- روش آب آهک سرد و گرم

۲- روش تعویض یونی با استفاده از بسترهای رزینی یا

ژئولیت‌ها

۱-۶-۳- روش آب آهک یا کربنات دوسود: سختی

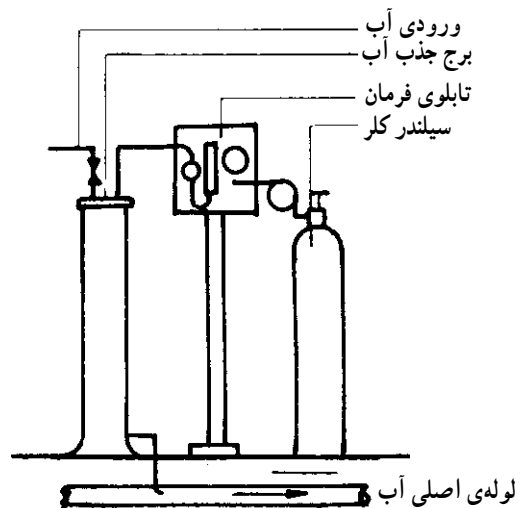
موقت یا سختی کربنات را به وسیله‌ی آهک کشته شده Ca(OH)_2 و یا کربنات دوسود (CO_3Na_2) که به آب اضافه شود و می‌توان برطرف نمود.

مقدار درصد آهک یا کربنات دوسود لازم بستگی به مقدار کلسیم و یا منیزیم موجود در آب دارد.

شرح دستگاه و طرز عمل: دستگاه‌هایی که امروزه برای نرم کردن آب به روش آب آهک به کار می‌رود، از یک منبع بزرگ مخروطی شکل به ابعاد مختلف و یک منبع کوچک دارای همزن تشکیل گردیده است.

آب و مواد شیمیایی (آهک و کربنات دوسود) را در منابع کوچکی که دارای همزن هستند مخلوط کرده و سپس وارد منبعی مخروطی شکل که بزرگ‌تر است می‌کنند. آب از سر مخروط وارد شده و از ته آن به طرف بالا می‌رود. چون آب هرچه بالاتر رود قطر مخروط با سطح مقطع بزرگ‌تر می‌شود؛ بنابراین از سرعت آن کاسته می‌گردد و به نقطه‌ای می‌رسد که سرعت حرکت آب به طرف بالا با سرعت ته‌نشین شدن مواد جامد در آب برابر می‌شود. بالای این نقطه آب نرم شده وجود دارد که از قسمت

آبی که برای مصرف آشامیدن تهیه می‌شود باید عاری از باکتری‌های مضر باشد. با افزودن کلر به آب، ترکیبات آلی موجود در آب اکسید می‌شوند. مقدار کلر به دقت تنظیم می‌شود تا علاوه بر کافی بودن آن برای نابود کردن تمامی باکتری‌های موجود در آب، مقدار آن نیز از لحاظ ایجاد مزه‌ی نامطلوب در آب بیش از اندازه نباشد. کلر در سیلندرهای فولادی ویژه‌ای، همچون سیلندرهای اکسیژن، به صورت مایع تحت فشار نگهداری می‌شود. رنگ این سیلندرها زرد است. کلر با خارج شدن از سیلندر از حالت مایع به گاز تبدیل و سپس به داخل لوله‌ی اصلی یا مخزن ذخیره‌ی آب تزریق می‌شود (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴- نمای ساده دستگاه کلرزنی گازی

۳-۶- گرفتن سختی آب

در آب‌های صنعتی، بالا بودن سختی آب سبب تشکیل رسوبات سخت در جدار لوله‌ها و دیگ‌های بخار می‌گردد. این امر علاوه بر افزایش افت فشار در طول مسیر لوله سبب کاهش ضریب انتقال حرارتی نیز می‌گردد.

به عبارت دیگر رسوبات سختی که در دمای بالا روی جداره‌های داخلی لوله و دستگاه‌ها و مخازن ایجاد می‌گردد به نوبه‌ی خود ضایعاتی را به وجود می‌آورد.

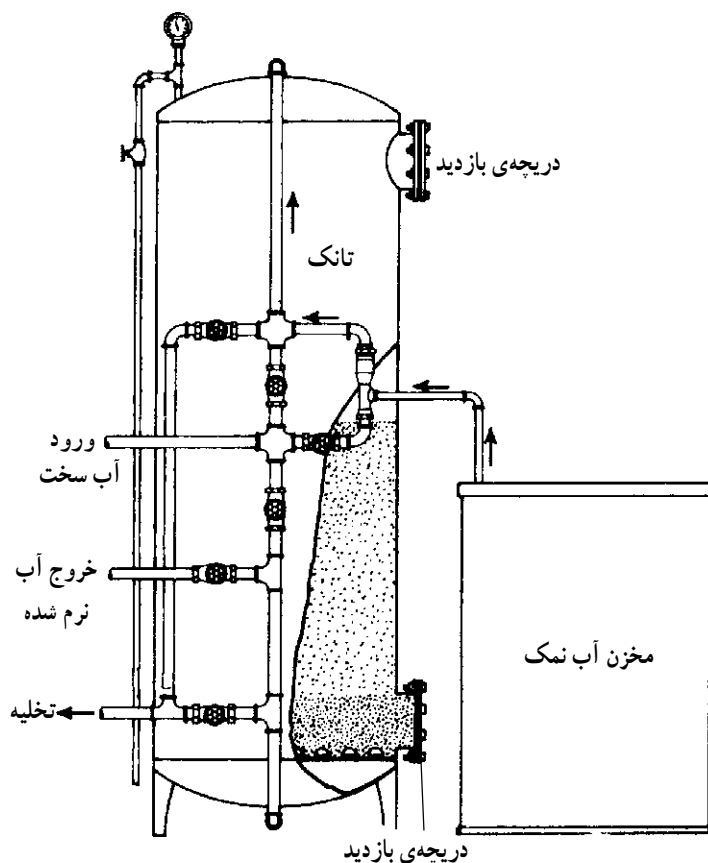
در مصارف شست و شو، سختی آب موجب می‌گردد که صابون کمتر کف کند در نتیجه در این قبیل آب‌ها مصرف صابون

وقتی آبی را که دارای سولفات‌های کلسیم و منیزیم است از روی بستری از ماده‌ی زئولیت عبور دهند، کلسیم و منیزیم جای خود را با سدیم زئولیت عوض می‌کنند و بدین وسیله از سختی آب کاسته می‌گردد. آن‌گاه، زمانی که تمام یون سدیم زئولیت مصرف شد می‌توان آن‌را به وسیله‌ی عبور دادن محلول کلرور سدیم (نمک طعام) احیا نمود. بدین ترتیب عمل عکس انجام گرفته کلسیم و منیزیم از زئولیت جدا شده و یون سدیم به جای اول بازمی‌گردد.

شکل ۳-۵ یک دستگاه سختی‌گیر زئولیتی را نشان می‌دهد. اندازه‌ی سختی‌گیرها بستگی به دبی یا مقدار عبور آب در واحد زمان از سختی‌گیر و مقدار املاح موجود در آب دارد. قدرت کارکرد هر دستگاه نیز بستگی به گذر آب، سرعت حرکت آب و میزان سختی آب دارد.

فوقانی منبع خارج شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته آبی که از این طریق به دست می‌آید کیفیت خوبی برای مصارف تأسیسات حرارتی ندارد، لذا امروزه در صنعت با استفاده از بسترهای رزینی عمل نرم کردن آب را انجام می‌دهند.

۲-۶-۳- روش تعویض یونی با استفاده از بسترهای رزینی (زئولیت‌ها): زئولیت‌ها یا رزین‌هایی که برای نرم کردن آب به کار می‌روند ترکیباتی هستند از اکسیدهای سدیم (Na_2O)، آلومینیم (Al_2O_3) و سیلیسیوم (SiO_2) که فرمول کلی آن‌ها به صورت « $\text{Na}_x\text{O} \cdot \text{Al}_y\text{O}_z \cdot 2\text{SiO}_2$ » نوشته می‌شود. این ترکیبات می‌توانند یون خود را با یون‌های موجود در آب تبادل نمایند. این ترکیبات را می‌توان با از طریق استخراج از طبیعت و یا به‌طور مصنوعی ساخت. چون رنگ زئولیت‌های طبیعی سبز است به این ترکیبات شن‌های سبز گفته می‌شود.



شکل ۳-۵ - دستگاه سختی‌گیر زئولیتی

دستگاه شامل یک سیم پیچ دور لوله و یک دستگاه الکترونیک است. دستگاه الکترونیک یک میدان مغناطیسی بسیار کوچک ایجاد می کند (شکل ۶-۳).



الف - سختی گیر



ب - لوله قبل و بعد از نصب سختی گیر

شکل ۶-۳ - سختی گیر مغناطیسی با منبع تغذیه

میدان ایجاد شده توسط دستگاه الکترونیک امواجی تولید می کند و باعث می شوند کریستال های بزرگ کربنات کلسیم به وجود آیند که برای چسبیدن به لوله تمایلی ندارند.

شکل ۷-۳ چگونگی عمل را نشان می دهد. این عمل باعث می شود که از تشکیل رسوب در لوله ها جلوگیری به عمل آید.

این دستگاه ها در ظرفیت های مختلف برحسب نیاز ساخته می شوند. ساختمان کلی آن ها با هم مشابه بوده و تفاوت فقط در نوع کنترل های آن ها می باشد.

دستگاه های نرم کننده عموماً از اجزای زیر تشکیل گردیده است:

۱- مخزن استوانه ای شکل که از ورق فولادی جوشکاری شده از داخل و خارج ساخته و مجهز به حداقل دو عدد دریچه جهت بازدید می باشد. درون مخزن، طبقات زئولیت به ضخامت ۷۵ الی ۲۰۰ سانتی متر ریخته شده است.

۲- هر دستگاه دارای یک لوله برای ورود آب سخت و یک لوله برای خروج آب نرم و یک لوله برای ورود آب شست و شودهنده با کلیه ی اتصالات و شیرفلکه های لازم می باشد. جهت توزیع یکنواخت آب ورودی در قسمت فوقانی در سختی گیر یک آب پخش کن مخروطی یا دیسکی تعبیه شده است. همچنین جهت جمع آوری آب تصفیه شده و توزیع یکنواخت آب شست و شوی معکوس، در کف هر سختی گیر یک صفحه ی فولادی جهت تعبیه ی نازل ها قرار داده شده است.

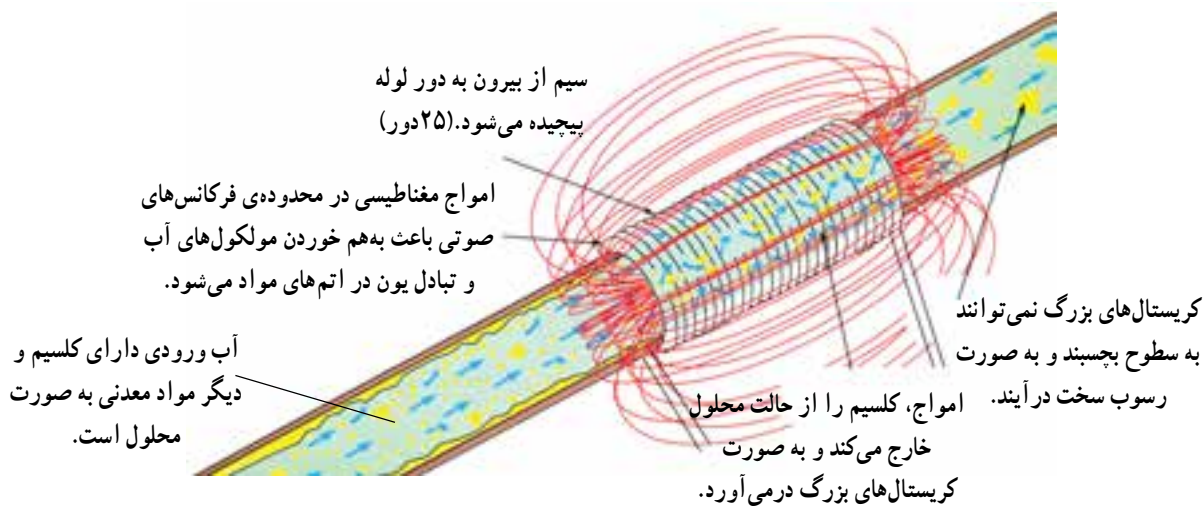
۳- نازل های پلاستیکی بر روی صفحه ی فولادی مستقر در کف سختی گیر به تعداد مناسب، حداقل ۳ عدد به ازای هر فوت مربع سطح سختی گیر، نصب شده است.

۴- مخزن آب نمک، ساخته شده از ورق فولادی یا مواد پلاستیکی مجهز به صافی، لوله ی تغذیه ی آب، لوله ی خروجی آب نمک و اتصالات مربوط به تخلیه ی مخزن.

۵- سیستم به صورت دستی به وسیله ی شیرفلکه های برنجی و یا چدنی قابل تنظیم و باز و بسته شدن است و یا به صورت نیم اتوماتیک و تمام اتوماتیک به وسیله ی شیرهای سه راهی موتور و دستگاه فرمان، به طور خودکار کنترل می شود.

۳-۶-۳ - سختی گیر های مغناطیسی: سختی گیر های مغناطیسی در واقع از تشکیل رسوب توسط آب های سخت جلوگیری می کنند و در دو نوع وجود دارند. الف - با استفاده از منبع تغذیه ب - بدون نیاز به منبع تغذیه.

الف - سختی گیر مغناطیسی با منبع تغذیه: این نوع



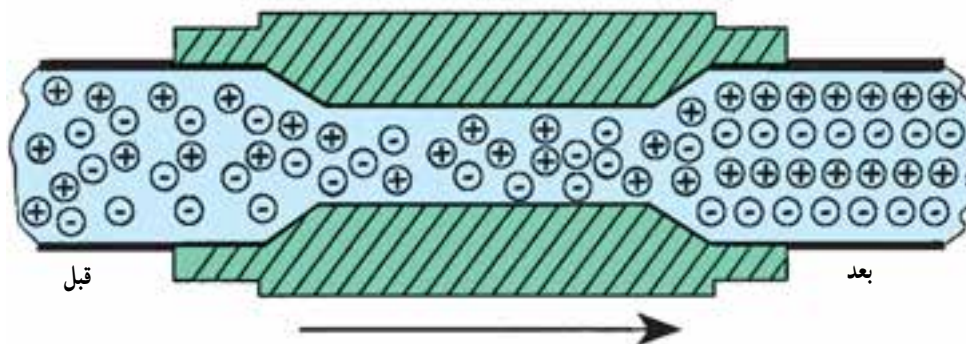
شکل ۷-۳- اساس کار سختی گیر مغناطیسی

مطابق شکل ۹-۳ آب عبوری از دستگاه تحت تأثیر انرژی موجود در دستگاه (حوزه ی مغناطیسی) قرار گرفته و این انرژی با اثر بر روی ذرات معلق و مولکول های CaCO_3 موجود در آب خواص فیزیکی و الکتریکی آنها را تغییر می دهد و آرایش خاصی را ایجاد می نماید. اگر آب با سرعت مناسب (جدول ۱-۳) از داخل منبع انرژی (حوزه ی مغناطیسی) عبور داده شود مولکول های کلسیم به هم پیوسته و کریستال های کلسیم را تشکیل می دهند که به جای رسوب در جداره ها، همواره با جریان آب در یک مدار باز از داخل سیستم عبور کرده و تخلیه می شوند و در سیکل بسته به صورت شناور باقی مانده و طبق نظریه ی فوق تمایلی به ترکیب و در نهایت ایجاد رسوب نخواهند داشت.

ب- سختی گیر مغناطیسی بدون منبع تغذیه: شکل ۸-۳ یک نمونه از سختی گیر مغناطیسی را نشان می دهد. این وسیله که آب از داخل آن عبور می کند در اطراف خود دارای منبع انرژی مغناطیسی است و به سهولت در مسیر آب نصب می شود.



شکل ۸-۳- سختی گیر مغناطیسی بدون منبع تغذیه



شکل ۹-۳- آرایش الکترون ها در میدان مغناطیسی

جدول ۱-۳- میزان جریان نسبت به قطر لوله‌ی سختی‌گیر

| قطر لوله‌ی سختی‌گیر | | مقدار جریان $\frac{m^3}{hr}$ |
|---------------------|----------------|---------------------------------|
| میلی‌متر | اینچ | |
| ۱۰ | $\frac{3}{8}$ | ۰/۲ |
| ۱۵ | $\frac{1}{2}$ | ۰/۷ |
| ۲۰ | $\frac{3}{4}$ | ۲ |
| ۲۵ | ۱ | ۴ |
| ۳۲ | $1\frac{1}{4}$ | ۶ |
| ۴۰ | $1\frac{1}{2}$ | ۱۲ |
| ۵۰ | ۲ | ۲۰ |
| ۶۵ | $2\frac{1}{2}$ | ۳۷ |
| ۸۰ | ۳ | ۵۵ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۱۲۰ |
| ۱۲۵ | ۵ | ۱۵۰ |

نصب دستگاه: نصب دستگاه با استفاده از فیتینگ‌های دنده‌ای انجام می‌گیرد و می‌توان آن را به صورت افقی یا عمودی در مدار نصب نمود.

برای حذف مواد جامد احتمالی موجود در جریان آب، به‌ویژه حذف ذرات با ترکیب آهن و منگنز، مطابق توصیه‌ی کارخانه‌ی سازنده در مسیر ورودی جریان آب به این دستگاه از یک واحد صافی مناسب استفاده می‌کنند و مواد جمع‌آوری شده در آن را هر چند وقت یک بار تخلیه می‌نمایند.

چون دستگاه قطعه‌ی متحرک ندارد نیاز به اپراتوری، سرویس یا تعمیر هم ندارد. فقط لوله‌ی میانی دستگاه، همان قسمتی که آب از داخل آن می‌گذرد، باید دست کم سالی دو یا سه بار با وسیله‌ی مناسبی (Cylinder brush) تمیز شود.

- ۱- روش‌های مختلف ته‌نشین کردن مواد معلق آب را توضیح دهید.
- ۲- روش‌های مختلف تصفیه‌ی آب را نام ببرید.
- ۳- در ته‌نشین کردن با استفاده از مواد شیمیایی، نحوه‌ی انجام عمل را شرح دهید.
- ۴- انواع صافی‌ها را نام ببرید و هریک را توضیح دهید.
- ۵- صافی‌های شنی کند را توضیح دهید.
- ۶- صافی‌های تحت فشار را توضیح دهید.
- ۷- مهم‌ترین موارد استفاده از صافی‌های شنی تحت فشار را بیان نمایید.
- ۸- یک شکل شماتیک از صافی تحت فشار رسم نمایید.
- ۹- چگونگی شست‌وشوی صافی‌های تحت فشار را بیان نمایید.
- ۱۰- هوادهی را بیان نمایید.
- ۱۱- اجزای اصلی یک تصفیه‌خانه را به ترتیب نام ببرید.
- ۱۲- چگونگی گندزدایی آب با کلرزنی را شرح دهید.
- ۱۳- سختی آب در مصارف بهداشتی - آشامیدنی و صنعتی چه مشکلاتی به وجود می‌آورد؟ شرح دهید.
- ۱۴- روش‌های گرفتن سختی آب را بیان کنید.
- ۱۵- روش گرفتن سختی با استفاده از آب آهک را توضیح دهید.
- ۱۶- روش تعویض با استفاده از بسترهای رزینی را توضیح دهید.
- ۱۷- ساختمان دستگاه سختی‌گیر را توضیح دهید.
- ۱۸- انواع سختی‌گیرها را نام ببرید.
- ۱۹- سختی‌گیر مغناطیسی با استفاده از منبع تغذیه چیست؟ توضیح دهید.
- ۲۰- سختی‌گیر مغناطیسی بدون منبع تغذیه چیست؟ شرح دهید.
- ۲۱- چگونگی نصب سختی‌گیر مغناطیسی را شرح دهید.