

# پودمان ۱

## نصب سختی گیر



آب در طبیعت با کیفیت‌های مختلف یافت می‌شود و حاوی مواد معدنی، آلی و گازهای محلول بوده و با دید ظاهری نمی‌توان در مورد کیفیت و خوبی و بدی آن قضاوت نمود یا در موتورخانه سیستم مرکزی نیاز به آبی داریم که دارای کمترین املاح و مواد محلول باشد. در این واحد یادگیری با ویژگی‌های آب و روش‌های متداول تهیه آب برای مصارف آشامیدنی و موتورخانه آشنا می‌شوید.

## واحد یادگیری ۱

«أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیه ۶۸، سوره واقعه  
آیا به آبی که می نوشید، اندیشیده اید؟



### نصب سختی گیر



### استاندارد عملکرد

نصب سختی گیر با استفاده از ابزار لازم با رعایت اصول فنی و ایمنی برابر نقشه و دستورالعمل سازنده

### پیش نیاز و یادآوری

- ۱ لوله کشی فیتینگی، جوشی و فشاری
- ۲ نقشه خوانی
- ۳ آزمایش نشت



آیا می‌دانید آب در طبیعت چه نقشی دارد؟ آب در طبیعت همواره در مداری بسته سیر می‌کند که ضمن آن حالت خود را از مایع به بخار یا جامد (یخ) و برعکس تغییر می‌دهد.



گردش آب در طبیعت

با توجه به شکل بالا با هم‌گروه‌های خود بحث و تبادل نظر نموده و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید:  
۱ انواع آب‌های نمایش داده شده در چرخه آب را از نظر سختی از بیشترین به کمترین دسته‌بندی نمایید.

- ۲ باران چگونه تشکیل می‌شود؟
- ۳ آیا سرعت باد در تبخیر تأثیر دارد؟
- ۴ آیا همه آب‌ها قابل آشامیدن هستند؟
- ۵ آب آشامیدنی باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد؟

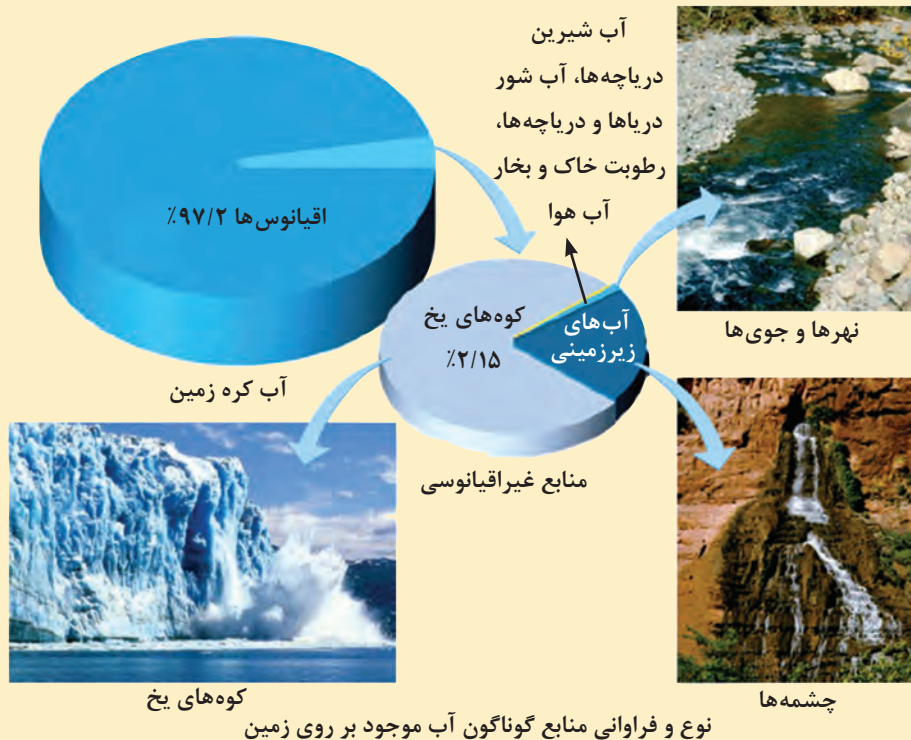


جدول زیر را کامل نمایید. و در هر مورد بحث کنید که آیا می توان آن آب را به صورت مستقیم استفاده کرد یا باید عملیات تکمیلی روی آن انجام داد.

| غیرقابل آشامیدن |         | آب آشامیدنی | منابع آب             |
|-----------------|---------|-------------|----------------------|
| صنعتی           | کشاورزی |             |                      |
|                 | √       | √           | چشمه                 |
|                 |         |             | رودخانه              |
|                 |         |             | دریا                 |
|                 |         |             | دریاچه               |
|                 |         |             | سفره های آب زیرزمینی |



در رابطه با آب خاکستری، آب مجازی و آب شیرین دریا تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.



- ۱ با توجه به تصاویر بالا آلودگی های منابع آب را بررسی نمایید.
- ۲ چه میزان از این منابع آب قابل آشامیدن است؟





- ۱ به نظر شما کدام یک از ویژگی‌های آب در عملکرد دستگاه‌های گرمایی می‌تواند تأثیرگذار باشد؟
- ۲ کدام یک از این ویژگی‌ها بین انسان و دستگاه‌های گرمایی تأثیرگذاری مشترکی دارند؟

بحث کلاسی



در مورد سایر ویژگی‌های آب آشامیدنی پژوهش نموده و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش





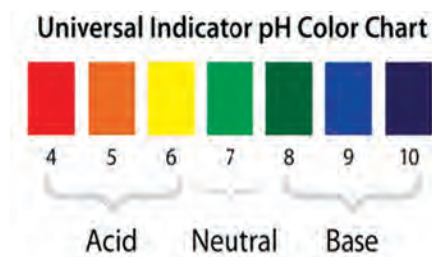


چهار عامل اصلی که در ویژگی‌های آب، می‌تواند تأثیر بسزایی داشته باشد، درجه اسیدی pH، مواد جامد معلق در آب TSS، مواد جامد محلول در آب TDS و سختی آب است به طوری که کاهش یا افزایش میزان هر یک از آنها می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در عملکرد دستگاه تأثیر داشته باشد.

۱ آیا کاهش سختی آب برای دستگاه‌ها و آشامیدن ضرورت دارد؟  
 ۲ به نظر شما چه عاملی باعث می‌شود سوراخ‌های سر دوشی حمام بعد از مدتی مسدود شوند؟

### درجه اسیدی آب یا مقدار pH

pH یک کمیت است که میزان اسیدی یا بازی بودن مواد را مشخص می‌کند. اسید سولفوریک دارای pH صفر و سود سوزآور دارای pH چهارده است.



شکل ۱ - شاخص درجه اسیدی PH

مقدار pH (Potential of Hydrogen) آب طبیعی خنثی برابر ۷ است. pH از صفر تا ۶ نشان‌دهنده خواص اسیدی در حالی که pH از ۸ تا ۱۴ نشان‌دهنده خاصیت بازی است. اگر pH کمتر از ۷ باشد، خوردگی تجهیزاتی که در تماس با آب هستند، افزایش می‌یابد. زمانی که pH بیشتر از ۷/۵ یا ۸ باشد، رسوب کربنات کلسیم به راحتی ایجاد خواهد شد. یکی از مواردی که کنترل آن در تأسیسات مهم است مقدار pH آب است که با روش‌های متنوعی می‌توان آن را به حد دلخواه رساند.

انواع روش‌های کنترل pH آب در تأسیسات را یافته و به کلاس ارائه نمایید.



### کل مواد جامد معلق در آب

کل مواد جامد در آب (Total Suspended Solids) که به اختصار TSS می‌نامند این ذرات توانایی جذب توسط یک فیلتر را دارند و می‌توانند بزرگ یا بسیار ریز و در حد میکرون باشد، همچنین این ذرات ممکن است شامل شن و ماسه، چوب و یا انواع میکروب و باکتری‌ها باشند.



شکل ۲ - نمایش ذرات جامد معلق در آب

**روش اندازه گیری TSS** وسایل مورد نیاز (ترازوی دیجیتال با دقت یک دهم گرم - فیلتر الیافی ۲ میکرون) توضیح روش: برای اندازه گیری میزان TSS از یک فیلتر الیافی ۲ میکرون که وزن آن مشخص است استفاده می شود به این صورت که اگر آب تمیز باشد در حدود ۳ الی ۴ لیتر و اگر آلاینده های آب زیاد باشد حدود یک لیتر از این فیلتر عبور دهید و سپس فیلتر را در محلی گذاشته تا خشک شود و پس از آن مجدد فیلتر را وزن نمایید و مقدار دقیق TSS را به دست آورید.

برای جلوگیری از خطاهای احتمالی در آزمایش ذکر شده لازم است فیلتر مورد استفاده را ابتدا توسط آب مقطر شست و شو دهید.

نکته



### کل مواد جامد محلول در آب (TDS)

به کل مواد جامد محلول در آب که برابر مجموع غلظت همه مواد آلی و معدنی موجود در آب است، TDS (Total Dissolved Solids) گفته می شود. این مواد با فیلتر کردن، از آب جدا نشده و فقط پس از تبخیر آب، به عنوان جزئی از مواد جامد آن به صورت رسوب باقی می ماند. وزن رسوب باقی مانده، که رابطه مستقیم با هدایت الکتریکی آب هم دارد، بیانگر مقدار کل مواد جامد محلول در آب است.

جدول ۱ - مقادیر تقریبی مواد جامد محلول در آب های مختلف

| مقادیر تقریبی TDS در آب های مختلف |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| کل جامدات محلول TDS (ppm)         | نوع آب            |
| $10,000 < T.D.S. < 47,000$        | آب خلیج فارس      |
| $1000 < T.D.S. < 10,000$          | آب شور            |
| $500 < T.D.S. < 1000$             | آب مجاز آشامیدنی  |
| $100 < T.D.S. < 500$              | آب مطلوب آشامیدنی |
| $5 < T.D.S. < 100$                | آب مطلوب صنعتی    |

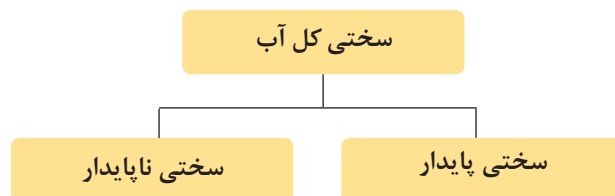
با توجه به جدول میزان ترکیبات محلول در آب که باعث تغییرات در مقدار TDS می شوند، جدول صفحه بعد را برای دو شهر (بانظرهنرآموز) تکمیل و مقادیر آن را با یکدیگر مقایسه نمایید.

پژوهش



| سولفات | کلرید | سدیم | کربنات هیدروژن | کربنات پتاسیم | منگنز | منیزیم | نیترات | کلسیم | ترکیبات اصلی TDS شهرها |
|--------|-------|------|----------------|---------------|-------|--------|--------|-------|------------------------|
|        |       |      |                |               |       |        |        |       | ۱-                     |
|        |       |      |                |               |       |        |        |       | ۲-                     |

### سختی کل آب: (Water Total hardness)



سختی به وسیلهٔ مجموع نمک‌های کلسیم و منیزیم در آب بیان می‌شود اگرچه ممکن است شامل آلومینیوم، آهن، منگنز، استرانسیم یا روی نیز باشد.



شکل ۳ - مقایسه دو لوله کار کرده در دو حالت آب سختی‌گیری شده و سختی‌گیری نشده

علاوه بر این یک لایه بسیار نازک رسوب می‌تواند به شدت بازده سطح انتقال گرما را تحت تأثیر قرار دهد جدول (۲) نشان‌دهنده اثر ضخامت‌های مختلف لایه رسوب بر دمای یک مبدل گرمایی است:

جدول ۲ - تأثیر رسوب بر کاهش راندمان انتقال گرما در مبدل حرارتی

| کاهش راندمان انتقال گرما (%) | ضخامت رسوب (mm) |
|------------------------------|-----------------|
| ۹                            | ۰/۸             |
| ۱۲                           | ۲               |
| ۲۵                           | ۳               |
| ۴۰                           | ۶               |
| ۵۵                           | ۹/۶             |
| ۷۰                           | ۱۲/۵            |



**سختی ناپایدار (موقت) یا سختی کربناتی (Temporary):** که ناشی از وجود کربنات‌ها و بی‌کربنات‌های کلسیم و یا منیزیم در آب است و برحسب ppm بیان می‌شود. (برمبنای  $\text{CaCO}_3$ )  
**سختی پایدار (دائمی) یا سختی غیرکربناتی (Permanent):**  
 باقی‌مانده سختی به علت وجود ترکیبات دیگری از کلسیم و یا منیزیم در آب مانند سولفات‌ها، کلریدها، نیترات‌ها، فسفات‌ها و یا سیلیکات‌های کلسیم و یا منیزیم، به وجود می‌آید که کربن در آن دخالت ندارد و با یکای ppm بیان می‌شود. (برمبنای  $\text{CaCO}_3$ )

جدول ۳ - طبقه بندی سختی آب

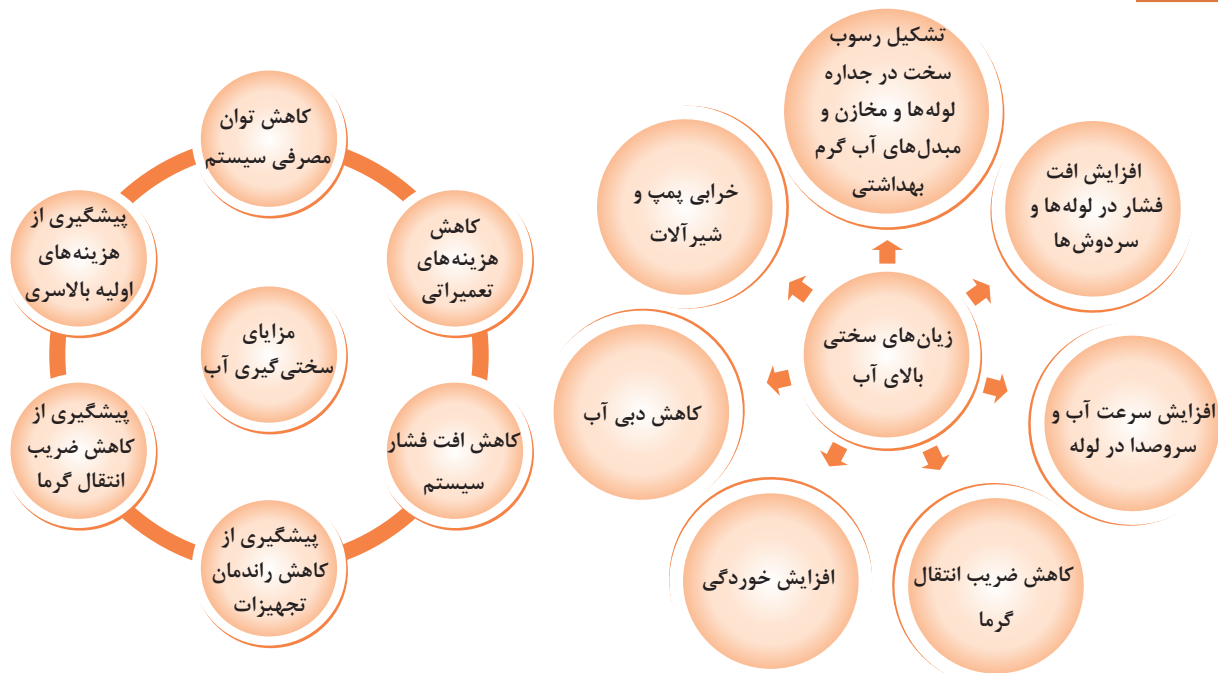
| سختی ppm (بر مبنای $\text{CaCO}_3$ ) | کمتر از ۱۵ | ۱۵ تا ۵۰    | ۵۰ تا ۱۰۰ | ۱۰۰ تا ۲۰۰ | بیشتر از ۲۰۰ |
|--------------------------------------|------------|-------------|-----------|------------|--------------|
| خیلی نرم                             | نرم        | نیمه سخت    | سخت       | خیلی سخت   |              |
| Very Soft                            | Soft       | Medium hard | Hard      | Very hard  |              |

- ۱ سختی غیرکربناتی، عامل جدی در تصفیه آب نیست، زیرا حلالیت (Solubility) آن تقریباً ۷۰ برابر بیشتر از سختی کربناتی است.
- ۲ حداکثر مجاز درجه سختی آب‌های آشامیدنی مطابق استاندارد WHO (سازمان بهداشت جهانی) به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر و حداقل سختی آب آشامیدنی ۳۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر تعیین شده است. در ضمن حداکثر درجه سختی آب مصرفی در دیگ‌های بخار طبق استاندارد DIN (آلمان)، ۴۵ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر است. برای سایر کاربردها بایستی حداکثر درجه سختی مورد نیاز طبق استانداردهای توصیه شده، تعیین گردد.
- ۳ لازم به ذکر است سختی کل زیر مجموعه‌ای از TDS است، ولی به دلیل اهمیت املاح سختی کل در ایجاد رسوب، ملاک ارزیابی سختی‌گیری آب، سختی کل است. از این پس هر جا که از سختی آب یاد می‌شود منظور سختی کل آب است.

نکته



## مقایسه سیستم‌های با سختی گیر و بدون سختی گیر



پژوهش‌های زیر را انجام و به کلاس ارائه نمایید.

- ۱ از رسوب ایجاد شده بر روی تجهیزات بهداشتی و آشپزخانه منزل خود عکس تهیه نمایید.
- ۲ افزایش سختی آب چه تأثیری بر روی مصرف مواد شوینده مانند صابون دارد؟
- ۳ روش‌های تعیین ضخامت رسوب و مقدار آن را بیابید.

پژوهش



مبنای اندازه‌گیری سختی آب بر پایه سختی ناپایدار  $\text{CaCO}_3$  است: بخش بر میلیون (Part Per Million) یکایی برای بیان غلظت حل‌شونده‌ها است:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

در این رابطه، یکای بیان جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

توجه



از آنجاکه جرم حل‌شونده ناچیز است با واحد کوچک تر میلی گرم و جرم محلول با کیلوگرم سنجیده می‌شود چون اندازه‌گیری مایعات با حجم نیز بیان می‌شود آن را به صورت زیر نیز نشان می‌دهند:

$$\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} = \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{0/001 \text{ gr}}{1000 \text{ gr}} = \frac{1}{1,000,000} = 1 \text{ ppm} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{Lit}}$$



سختی آب در مناطق مختلف کشور به دلیل تغییر شرایط محیطی و مواد معدنی منطقه تغییر می‌کند.

کیفیت آب می‌تواند به صورت چشمگیری از یک منطقه نسبت به منطقه دیگر و متناسب با منابع آبی آن منطقه و مواد معدنی موجود در آب، تغییر کند. جدول ۴ درجه سختی آب برخی از شهرهای ایران را نمایش می‌دهد.

جدول ۴ - درجه سختی آب برخی از شهرهای ایران

| ردیف | نام شهر | سختی (ppm)  | ردیف | نام شهر  | سختی (ppm) |
|------|---------|-------------|------|----------|------------|
| ۱    | اراک    | ۴۲۵         | ۱۵   | سمنان    | ۶۲۲        |
| ۲    | اردبیل  | ۴۳۹         | ۱۶   | سنندج    | ۲۷۰        |
| ۳    | ارومیه  | ۹۲          | ۱۷   | شیراز    | ۴۸۸        |
| ۴    | اصفهان  | ۳۵۳         | ۱۸   | قزوین    | ۲۴۱        |
| ۵    | اهواز   | ۵۴۹         | ۱۹   | قم       | ۶۸۳        |
| ۶    | ایلام   | ۲۹۴         | ۲۰   | کرمان    | ۲۸۱        |
| ۷    | بوشهر   | ۶۰۰         | ۲۱   | کرمانشاه | ۲۱۳        |
| ۸    | بیرجند  | ۵۱۰         | ۲۲   | گرگان    | ۳۹۷        |
| ۹    | تبریز   | ۲۴۷         | ۲۳   | مشهد     | ۲۷۸        |
| ۱۰   | تهران   | ۲۰۰ الی ۷۰۰ | ۲۴   | همدان    | ۲۰۰        |
| ۱۱   | رشت     | ۴۱۰         | ۲۵   | یزد      | ۳۵۰        |
| ۱۲   | زاهدان  | ۸۷۴         | ۲۶   | یاسوج    | ۲۸۰        |
| ۱۳   | کرج     | ۲۵۰         | ۲۷   | زنجان    | ۳۲۰        |
| ۱۴   | ساری    | ۴۳۲         | ۲۸   | شهرکرد   | ۲۷۰        |

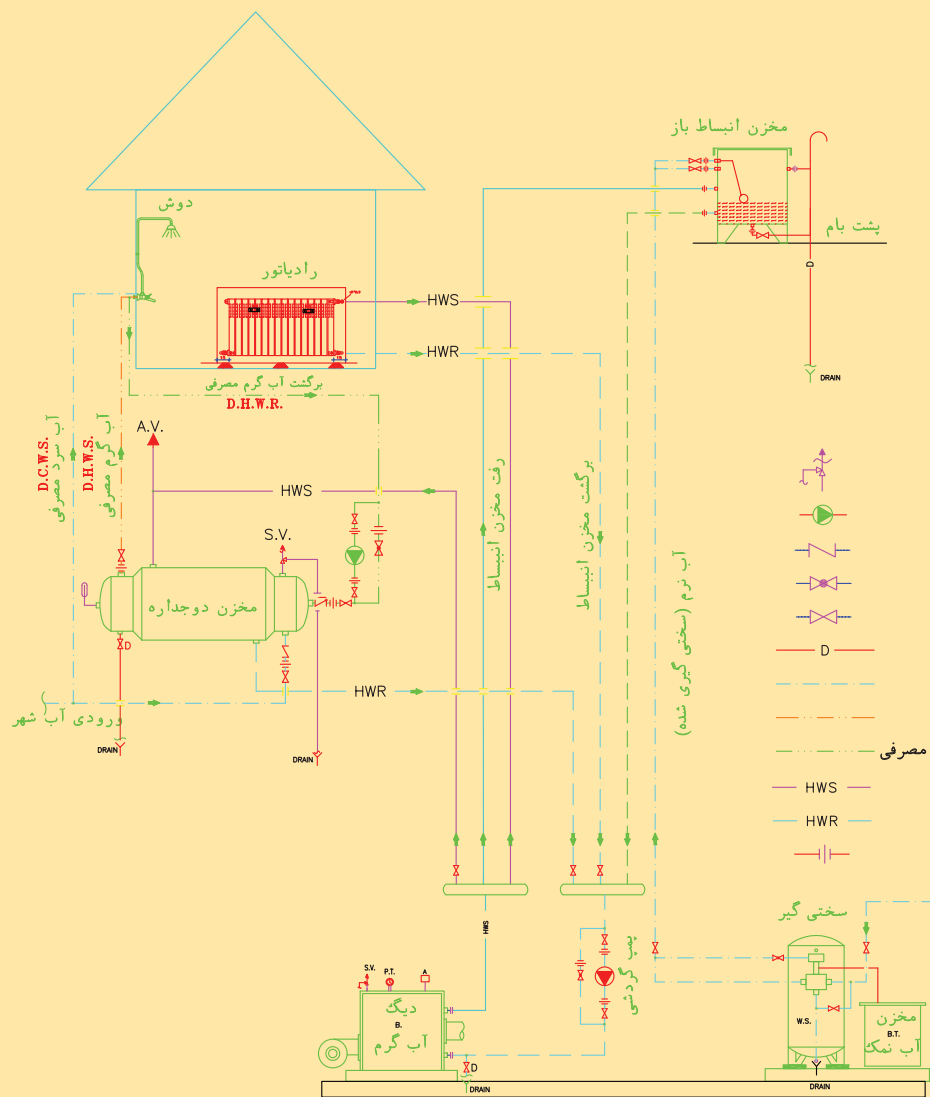
ارزیابی آب و نوع سیستم گردش آب ارتباط نزدیک بایکدیگر دارند:

ارزیابی آب یک سیستم گرمایی عبارت است از:

سنجش: ۱- سختی کل ۲- pH ۳- TDS ۴- TSS



به نظر شما برای اندازه گیری سختی آب از کدام یک از محل های شکل زیر استفاده می شود.



نمادها

- شیر اطمینان
- پمپ خطی
- شیر یک طرفه
- شیرفلکه کف فلزی
- شیرفلکه کشویی
- لوله تخلیه
- آب شهر
- لوله آب گرم مصرفی
- لوله برگشت آب گرم مصرفی
- لوله رفت آب گرم
- لوله برگشت آب گرم
- مهره ماسوره



### سنجش (pH، سختی، کلر و TDS)

با توجه به دستور کار زیر مقادیر درجه اسیدی (pH)، سختی، کلر و TDS آب هنرستان را اندازه گیری نمایید.

#### جدول لوازم و تجهیزات مورد نیاز



pH سنج دیجیتال

| تجهیزات            |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| تعداد برای هر گروه | نام وسیله                          |
| ۱ عددی             | ph سنج و دستورالعمل استفاده        |
| ۱ عدد              | کیت سختی سنجی و دستورالعمل استفاده |
| ۱ عدد              | کیت کلر سنجی و دستورالعمل استفاده  |
| ۱ عدد              | TDS سنج و دستورالعمل استفاده       |

#### دستور کار:

الف) با استفاده از pH سنج دیجیتال درجه اسیدی و درجه قلیایی آب شهر در نقاط مختلف هنرستان خودتان را در بازه های ۶ ساعته طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه گیری نموده و به صورت یک گزارش زمانی و مکانی در جدول زیر وارد و به کلاس ارائه نمایید. در ادامه با معدل گیری pH آب آشامیدنی را اعلام نمایید.

| مقدار pH | تاریخ | زمان | منطقه نمونه برداری |
|----------|-------|------|--------------------|
|          |       |      | ۱-                 |
|          |       |      | ۲-                 |
|          |       |      | ۳-                 |

ب) سختی آب شهر در کارگاه خودتان را طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه گیری نمایید: (روش کیت های حجم سنجی)، رایج ترین روش سنجش برای اندازه گیری غلظت یون ها در آب است. در این روش از یک استوانه کوچک و ظرف های مجهز به قطره چکان استفاده می شود. استوانه تا خط نشانه از نمونه، پر و معرف های لازم قطره قطره از محلول استاندارد به نمونه اضافه می شود. زمانی که تمام یون های مورد نظر با محلول استاندارد واکنش دهد، نمونه تغییر رنگ خواهد داد، این نقطه پایانی شناخته می شود.

**توجه:** تعداد قطرات مصرفی از محلول استاندارد ضرب در ضریب مشخص (۱۷/۱)، غلظت یون مورد نظر را تعیین خواهد کرد.



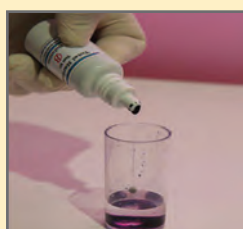
کیت سختی سنجی

### مراحل سختی سنجی

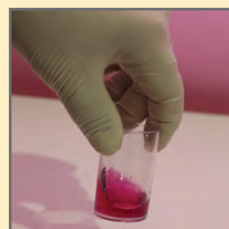
- ۱ ظرف A را تا خط نشانه پر از آب نمایید (100CC).
- ۲ ۴ قطره از محلول B را در ظرف مذکور بریزید.
- ۳ اگر رنگ آب، آبی شد به معنی آن است که آب سختی ندارد اما اگر رنگ آب قرمز شد آب دارای سختی است و مراحل زیر را ادامه دهید.
- ۴ با قطره چکان از محلول C برداشته و آن را قطره قطره شمرده و در آب می ریزیم تا رنگ آب داخل ظرف آبی رنگ شود.
- ۵ تعداد قطرات را در ۱/۱۷ ضرب می نماییم تا مقدار سختی آب بر حسب PPM به دست آید.
- ۶ برای آب هایی که سختی آنها کمتر از ۱۷/۱ PPM باشد از محلول D استفاده می شود.



پرکردن آب تا خط نشانه



افزودن محلول B



افزودن محلول C



تغییر رنگ آب

پ) مقدار کلر آب شهر در کارگاه خودتان را طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه گیری نمایید.



کیت‌های کلیرید برای اندازه‌گیری مقدار کلرید آب توصیه می‌شوند. کلرید به صورت  $CL^-$  یکی از آنیون‌های معدنی اصلی در آب و فاضلاب می‌باشد. مقادیر زیاد این یون، به لوله‌ها و سازه‌های فلزی آسیب می‌رساند.



مراحل کلر سنجی

### روش انجام کلر سنجی از آب:

- ۱ باز گذاشتن شیر آب به مدت یک دقیقه
  - ۲ شست‌وشوی محفظه کیت کلر سنج با آب مورد نظر
  - ۳ استفاده از معرف‌ها یا قرص طبق دستورالعمل سازنده کیت
  - ۴ اختلاط کامل نمونه آب با معرف
  - ۵ قرائت میزان کلر آزاد باقی‌مانده بلافاصله بعد از اختلاط
  - ۶ مطابقت با مقدار توصیه شده در استاندارد ملی ۱۰۵۳ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی
  - ۷ شست‌وشوی کیت در پایان کار
- نتایج سنجش خود را در جدول زیر وارد نمایید.

| ساعت..... | ساعت..... |                   |
|-----------|-----------|-------------------|
|           |           | روش آزمون         |
|           |           | تعداد آزمون       |
|           |           | دامنه اندازه‌گیری |
|           |           | مقدار نمونه       |
|           |           | حد تشخیص          |
|           |           | نتیجه             |

**توجه:** برای کنترل بهداشت عمومی و فردی لازم است، pH و کلر آب به‌طور روزانه کنترل شود.

ت) با استفاده از TDS متر دیجیتال میزان ذرات جامد محلول در آب شهر در نقاط مختلف هنرستان خودتان را در بازه‌های ۱۲ ساعته طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری نموده و به صورت یک گزارش زمانی به کلاس ارائه نمایید.



| منطقه نمونه برداری | زمان | تاریخ | مقدار TDS |
|--------------------|------|-------|-----------|
| ۱-                 |      |       |           |
| ۲-                 |      |       |           |
| ۳-                 |      |       |           |

آبی که از مواد خارجی بیماری‌زا یا دارای آثار زیان‌آور بیولوژیکی پاک باشد و نیز از نظر ترکیب فیزیکی شیمیایی یا میکروبی با استانداردهای آب آشامیدنی اعلام شده توسط مقامات مسئول و قانونی بهداشتی مطابقت داشته باشد آب آشامیدنی یا آب مصرفی (Potable \_ Domestic Water) گویند.



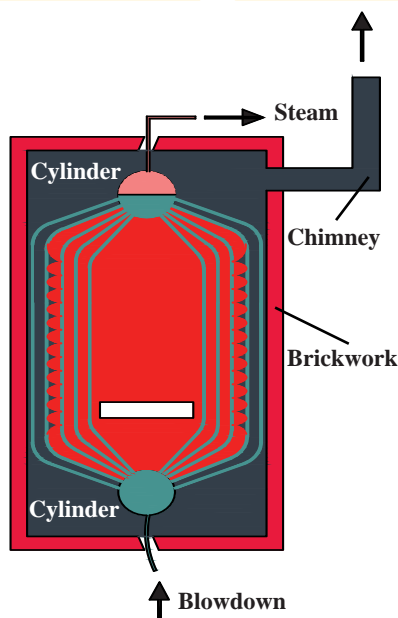
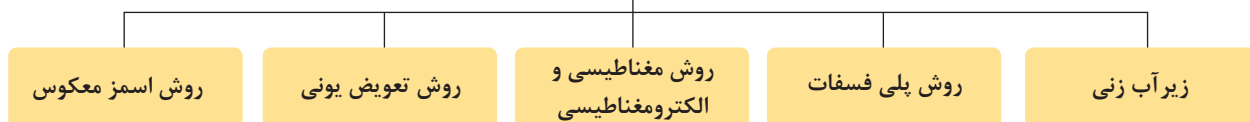
جدول ۵ - مقایسه میزان تأیید شده املاح در آب‌های آشامیدنی توسط اداره استاندارد ایران

| ترکیبات | PPm     | ترکیبات   | PPm                  |
|---------|---------|-----------|----------------------|
| کلسیم   | ۳۰۰     | منگنز     | ۰/۱                  |
| منیزیم  | ۳۰      | آلومینیوم | ۰/۱                  |
| نیتрат  | ۵۰      | سرب       | ۰/۰۱                 |
| سولفات  | ۲۵۰-۴۰۰ | pH        | ۶/۵-۹                |
| سدیم    | ۲۰۰-۳۰۰ | TDS       | ۵۰۰-۱۰۰۰             |
| روی     | ۳       | TH        | ۲۰۰-۵۰۰              |
| فلوئور  | ۱/۵     | کدورت     | ۱-۵(NTU)             |
| مس      | ۱       | رنگ       | ۱۵(TCU)              |
| آهن     | ۰/۳     | بو        | (TON) غیر قابل اغماض |

## سختی گیر

برای کاهش سختی آب با چه روش‌هایی آشنا هستید؟  
به پنج روش می‌توان سختی آب را کنترل کرد:

### کنترل سختی آب



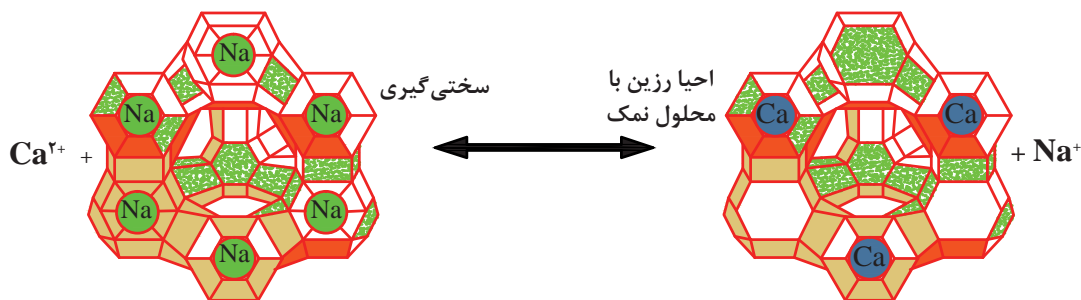
شکل ۴ - زیر آب زنی دیگ بخار

### زیر آب زنی (Blowdown)

عبارت است از خارج ساختن آب اشباع شده از مواد معلق و نمک‌های محلول از دیگ بخار که ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش برای کاهش سختی است. آبی که به این طریق از دیگ خارج می‌گردد به وسیله آب تغذیه جدید که دارای مواد محلول کمتر است تأمین می‌گردد. از این رو با داشتن مقدار معین و مشخص از زیر آب می‌توان از افزایش سختی موادی که باعث عدم عملکرد صحیح دیگ‌ها می‌گردند جلوگیری به عمل آورد و مقدار مواد معلق یا محلول را ثابت نگه داشت. در ضمن این روش در سیستم‌های بسته در معرض هوا نظیر برج خنک‌کن، با نام زیر کشی (Bleed Off) شناخته می‌شود.

### سختی گیر رزینی

نوعی سختی گیر مکانیکی بوده که رایج‌ترین انواع سختی گیر در صنعت است و تنها راه حل برای نرم کردن آب سخت، پاک کردن مواد معدنی کلسیم و منیزیم، از آب است. سختی گیرهای تبادل یونی، یون‌های سخت منفی و مثبت در آب سخت (کلسیم و منیزیم) را جذب و به جای آنها یون‌های سدیم مثبت و کلر منفی را جایگزین می‌کنند. بعد از اشباع شدن رزین‌ها به کمک آب نمک احیا می‌گردند.



شکل ۵ - جایگزینی کلسیم و سدیم در سختی گیر رزینی



- ۱ فیلم آموزشی مربوطه را مشاهده نمایید و پس از آن راجع به نحوه تعویض یون در سختی گیر رزینی بحث و گفت‌وگو نمایید.
- ۲ راجع به کاربرد سختی گیر رزینی برای مصارف صنعتی، آشامیدنی و تجاری بحث و گفت‌وگو نموده و جدول را تکمیل نمایید.

| مورد بحث                    | آب آشامیدنی | آب جبرانی دیگ | برج خنک کن | آب خالص | خشک شویی | سیستم بخار |
|-----------------------------|-------------|---------------|------------|---------|----------|------------|
| مورد مصرف (مناسب - نامناسب) | ×           | ✓             |            |         |          | ✓          |



یکی از روش‌های جلوگیری از خروج سختی گیر از سیستم استفاده از دو مخزن سختی گیر تحت عنوان سختی گیر دوبلکس است راجع به نحوه عملکرد آن تحقیق نموده و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید. فیلم‌های آموزشی مربوط به انواع سختی گیر را تهیه و به کلاس ارائه نمایید.

### سختی گیر پلی فسفات

از این سختی گیرها در ظرفیت‌های پایین استفاده می‌شود. کریستال‌های پلی فسفات ( $P_2O_5$ ) معمولاً در یک کارتریج (فشنگی) داخل ظرف شیشه‌ای قرار گرفته است. این روش شیمیایی با حل شدن پلی فسفات در آب مانع از تشکیل رسوب شده و مناسب مصارف خانگی با ظرفیت پایین است.



شکل ۶ - روش نصب سختی گیر پلی فسفات

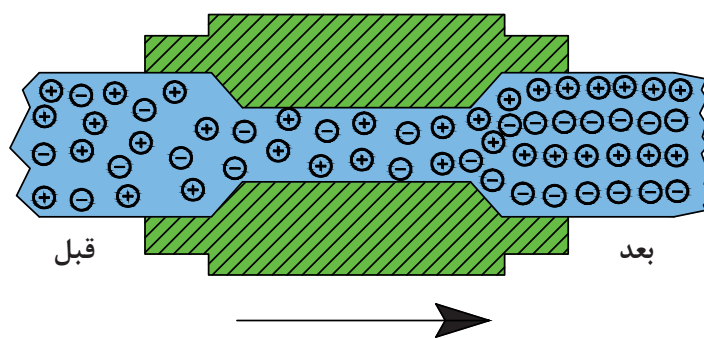


- ۱ فیلم آموزشی مربوطه را مشاهده نمایید و پس از آن راجع به نحوه کاهش سختی در سختی گیر پلی فسفات بحث و گفت‌وگو نمایید.
- ۲ راجع به کاربرد سختی گیر پلی فسفات برای مصارف صنعتی، آشامیدنی و تجاری بحث و گفت‌وگو نموده و جدول را تکمیل نمایید.
- ۳ با افزایش دمای آب عملکرد این نوع سختی گیر چه تغییری خواهد کرد؟
- ۴ زمان تعویض کریستال‌های پلی فسفات چند وقت یکبار است؟
- ۵ روش نصب سختی گیر و مراحل آن را با توجه به فیلم آموزشی تشریح نمایید.

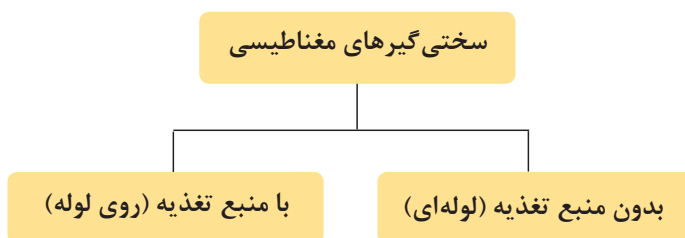
| مورد بحث                    | آب آشامیدنی | آب جبرانی دیگ | برج خنک کن | آب خالص | پکیج گرمایشی | سیستم بخار |
|-----------------------------|-------------|---------------|------------|---------|--------------|------------|
| مورد مصرف (مناسب - نامناسب) | ×           | ✓             |            |         |              | ×          |

### سختی گیر الکترومغناطیسی

این نوع سختی گیر با اعمال میدان مغناطیسی برابر شکل زیر آب عبوری از دستگاه را تحت تأثیر قرار داده و با اثر بر روی ذرات معلق و مولکول های  $\text{CaCO}_3$  موجود در آب خواص فیزیکی و الکتریکی آن را تغییر داده و آرایش خاصی را ایجاد می نماید.



شکل ۷ - آرایش الکترون ها در میدان مغناطیسی



شکل ۸ - سختی گیر الکترومغناطیس



- ۱ عوامل مؤثر در انتخاب سختی گیر مغناطیسی طبق جدول انتخاب سختی گیر کدامند؟
- ۲ با این روش آیا می توان به طور کامل از حذف سختی آب در سیستم های بسته اطمینان حاصل نمود.
- ۳ کاربردهای مناسب این نوع سختی گیرها کدامند؟
- ۴ روش نصب دستگاه با چه اتصالی امکان پذیر است؟
- ۵ برای حذف ذرات معلق و با ترکیب آهن و منگنز در این نوع سختی گیر از چه وسیله ای استفاده می شود؟

| قطرلوله سختی گیر |          |                | مقدار جریان $\frac{m^3}{hr}$ |
|------------------|----------|----------------|------------------------------|
| نمره بازاری      | میلی متر | اینچ           |                              |
| ۱/۵              | ۱۰       | $\frac{3}{8}$  | ۰/۲                          |
| ۲                | ۱۵       | $\frac{1}{2}$  | ۰/۷                          |
| ۲/۵              | ۲۰       | $\frac{3}{4}$  | ۲                            |
| ۳                | ۲۵       | ۱              | ۴                            |
| ۴                | ۳۲       | $1\frac{1}{4}$ | ۶                            |
| ۵                | ۴۰       | $1\frac{1}{2}$ | ۱۲                           |
| ۶                | ۵۰       | ۲              | ۲۰                           |
| ۷                | ۶۵       | $2\frac{1}{2}$ | ۳۷                           |
| ۹                | ۸۰       | ۳              | ۵۵                           |
| ۱۰               | ۱۰۰      | ۴              | ۱۲۰                          |
| ۱۲               | ۱۲۵      | ۵              | ۱۵۰                          |

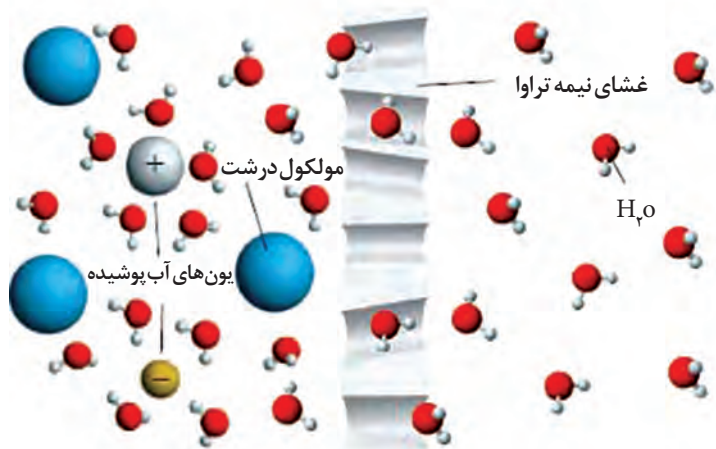
## اسمز معکوس (Reverse osmosis)

- ۱ با توجه به شکل هنگامی که حبوبات و میوه های خشک را برای مدتی درون آب قرار دهیم، متورم می شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می شود، آیا تاکنون اندیشیده اید که در این پدیده ها چه اتفاق می افتد؟ راجع به آن بحث و گفت و گو نمایید.

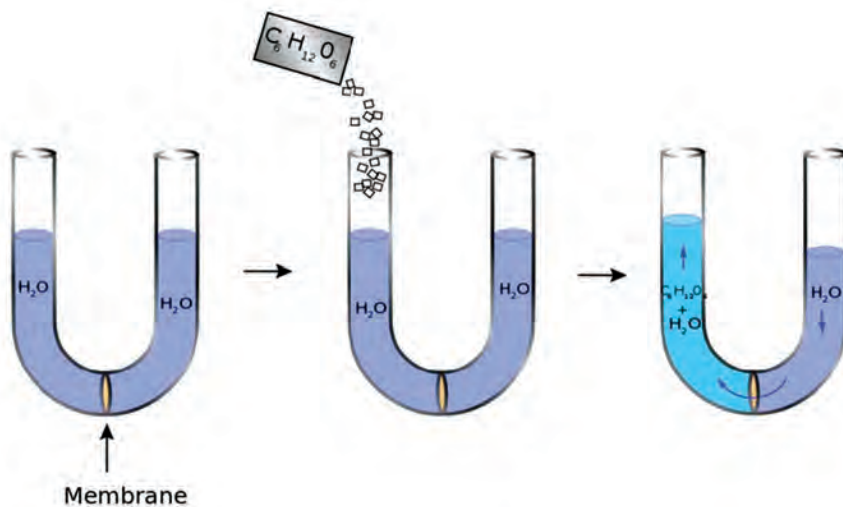




اسمز معکوس یا گذرندگی، فرایندی فیزیکی است که می‌توان از محلولی به کمک یک غشای نیمه تراوا، حلال تقریباً خالص تهیه کرد. دیواره یاخته‌ها در گیاهان، روزنه‌هایی بسیار ریزی دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر نمایند، به گونه‌ای که این روزنه‌ها اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌نمایند این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا (Membrane) نامیده می‌شوند.



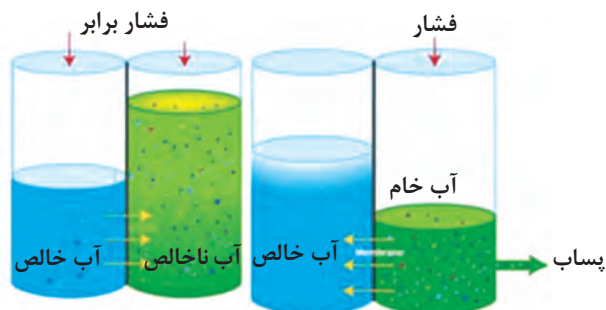
شکل ۹- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی



شکل ۱۰- اسمز طبیعی در یک لوله U شکل

به منظور تجسم این اثر، تصور کنید یک لوله U شکل با مقدار مساوی از آب در هر طرف، که توسط یک غشای نیمه تراوا از هم جدا شده باشند، ساخته شده است و غیرقابل نفوذ نسبت به مولکول شکر هستند. حالا مقداری شکر به آب در یک طرف اضافه شود، ارتفاع ستون مایع در آن سمتی که شکر افزوده شده است افزایش و در طرف دیگر کاهش خواهد یافت. این فرایند تغییر ارتفاع تا زمانی ادامه خواهد داشت که فشار آب

و آب شکر در دو سمت ممبران برابر شوند.



شکل ۱۱ - اسمز معکوس با اعمال فشار معکوس

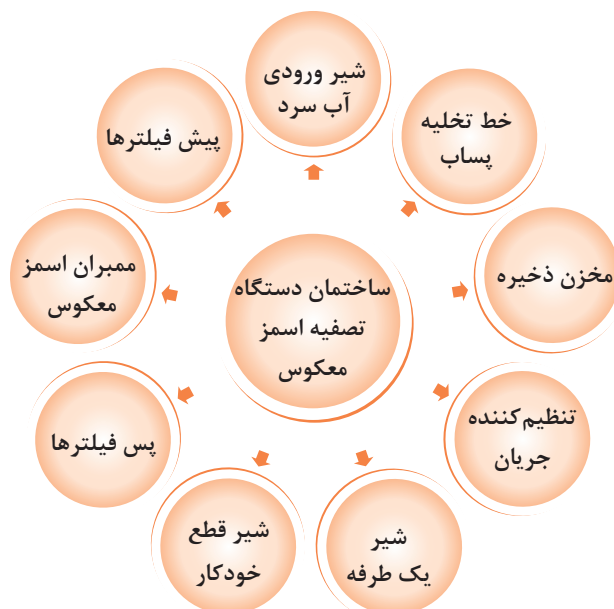
اسمز معکوس نوعی تکنولوژی تصفیه و کاهش نمک‌های محلول در آب است که در آن از یک غشای نیمه تراوا استفاده می‌گردد تا ذرات بزرگ موجود در آب آشامیدنی جداسازی شوند. در اسمز معکوس از نیروی فشار برای غلبه بر فشار اسمزی استفاده می‌گردد. اسمز معکوس می‌تواند بسیاری از انواع مولکول‌ها، یون‌ها و همچنین باکتری‌ها را از محلول حذف کند و در فرایندهای صنعتی و همچنین در تولید آب آشامیدنی کارایی زیادی دارد. در این روش حل شونده (ناخالصی‌ها) در سمت تحت فشار، غشاء باقی مانده و حلال خالص (آب) به سمت دیگر رانده می‌شود. این غشاء ناپستی اجازه عبور مولکول‌ها یا یون‌های بزرگ را از درون منافذ (سوراخ‌ها) بدهد، اما بایستی نفوذ اجزای کوچک‌تر محلول (از قبیل خود حلال) را فراهم نماید.

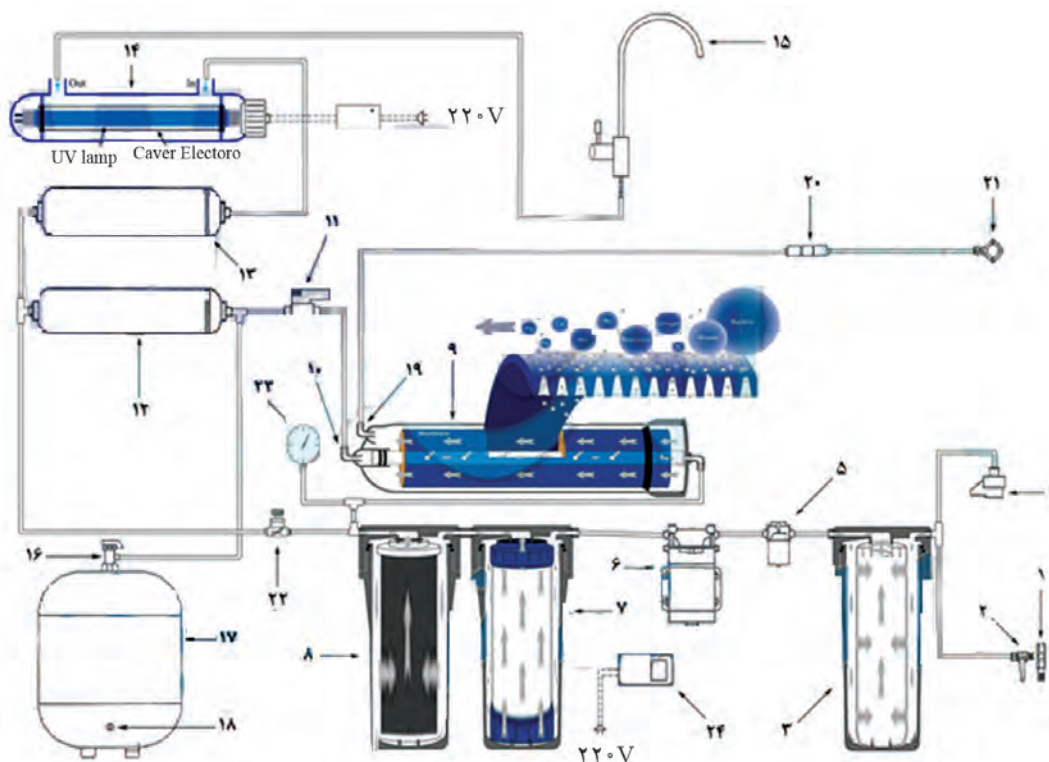
پژوهش



- ۱ در مورد تاریخچه اسمز طبیعی و اسمز معکوس تحقیق نمایید.
- ۲ انواع ممبران‌های مورد استفاده در تصفیه آب آشامیدنی تحقیق و نمونه‌هایی از آن را به کلاس ارائه دهید.

ساختمان یک سختی‌گیر اسمز معکوس خانگی شامل اجزای زیر است:





شکل ۱۲ - نقشه ارتباطی دستگاه اسمز معکوس تصفیه خانگی

|                          |    |
|--------------------------|----|
| شیر مصرف                 | ۱۵ |
| شیر مخزن ذخیره           | ۱۶ |
| منبع آب تحت فشار         | ۱۷ |
| شیر تنظیم فشار هوا       | ۱۸ |
| زانویی خروجی پساب        | ۱۹ |
| محدود کننده جریان فاضلاب | ۲۰ |
| بست فاضلاب               | ۲۱ |
| شیر تنظیم TDS شیر میکسر  | ۲۲ |
| گیج فشار                 | ۲۳ |
| ترانس برق                | ۲۴ |

|   |    |
|---|----|
| هوزینگ سفید و فیلتر کربن گرانول مرحله ۳                     | ۸  |
| هوزینگ ممبران و ممبران مرحله ۴                              | ۹  |
| شیر یک طرفه (چک ولو)  | ۱۰ |
| سوئیچ قطع فشار بالا (High Pressure Switch)                  | ۱۱ |
| فیلتر پست کربن (مرحله ۵)                                    | ۱۲ |
| فیلتر مواد معدنی Mineral (مرحله ۶) و فیلتر قلیایی (مرحله ۷) | ۱۳ |
| لامپ UV (مرحله ۸)   | ۱۴ |

| ردیف | نام قطعه                                 |
|------|--|
| ۱    | سه راه استیل                             |
| ۲    | شیر ورودی                                |
| ۳    | هوزینگ شفاف و فیلتر الیافی (مرحله ۱)     |
| ۴    | سوئیچ قطع فشار پایین low pressure switch |
| ۵    | شیر برقی                                 |
| ۶    | پمپ                                      |
| ۷    | هوزینگ سفید و فیلتر کربن فعال مرحله ۲    |

در شکل ۱۲، دستگاه تصفیه خانگی چند مرحله‌ای نشان داده شده است. مراحل تصفیه را تحلیل نمایید.



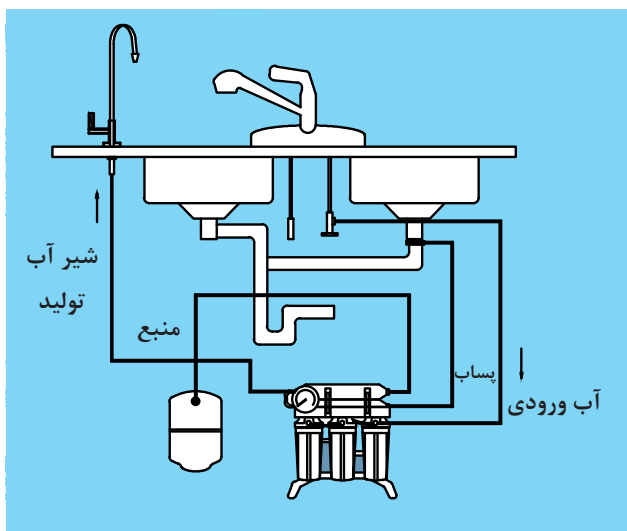
## مراحل تصفیه و عملکرد سیستم اسمز معکوس

فیلترهای مورد استفاده در مدل‌های مختلف متفاوت است، در جدول زیر با انواع فیلترهای مورد استفاده در سیستم اسمز معکوس تصفیه خانگی آشنا می‌شوید:

جدول ۶ - مراحل تصفیه و عملکرد سیستم اسمز معکوس

| تصویر فیلتر  | طول عمر        | عملکرد                               | نوع فیلتر                          | مرحله تصفیه | مرحله کلی   |
|--|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|
|   | متوسط<br>۶ ماه | حذف شن،<br>انواع رسوبات،<br>زنگ آهن  | الیافی PP<br>PolyPropylene         | اول*        | پیش تصفیه   |
|   | متوسط<br>۶ ماه | کاهش کلر و<br>مواد آلی               | کربن فعال<br>Activated Carbon      | دوم**       |             |
|   | متوسط<br>۶ ماه | حذف آرسنیک<br>و ذرات تا<br>۵ میکرون  | کربن گرانول<br>Granular Carbon     | سوم**       |             |
|   | ۲ سال          | حذف املاح،<br>نمک، ویروس و<br>باکتری | ممبران<br>(اسمز معکوس)<br>Membrane | چهارم       | مرحله نهایی |
| <br> | ۱/۵ سال        | حذف بو و طعم                         | پست کربن<br>Post Carbon            | پنجم        |             |
| <br> | ۱/۵ سال        | اضافه کردن<br>املاح مفید             | املاح<br>Mineral                   | ششم         |             |
| <br> | ۱ سال          | قلیایی کننده                         | آلکالین<br>Alkaline                | هفتم#       |             |
|   | .....          | کشنده انگل،<br>باکتری، ویروس         | ماورای بنفش<br>Ultra-violet        | هشتم        |             |

- \* عدم تعویض به موقع فیلتر مرحله ۱ باعث اشباع شدن سریع تر مرحله ۲ و ۳ خواهد شد.
- \*\* اشباع شدن فیلترهای مرحله ۲ و ۳ باعث عدم جذب کلر و آسیب جدی ممبران (مرحله ۴) می شود.
- \*\*\* به دلیل افزایش PH مزه آب به تلخی می رسد، پیشنهاد می شود این فیلتر قبل از فیلتر کربن نهایی قرار گیرد.

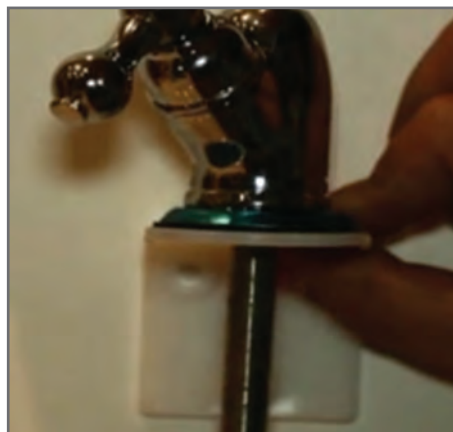


شکل ۱۳ - نقشه ارتباطی لوله کشی دستگاه اسمز معکوس

## روش نصب و راه اندازی دستگاه اسمز معکوس (مطابق فیلم آموزشی و دستورالعمل سازنده)

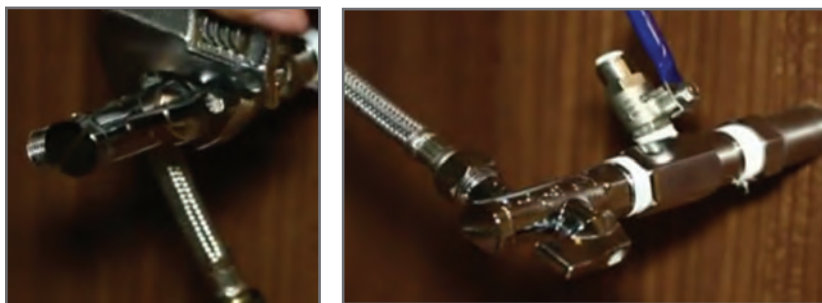
### مرحله اول: نصب شیر برداشت

- ۱ یک سوراخ با قطر ۱۱mm روی سینک در محل مناسب ایجاد کنید. این عمل را در سه مرحله با مته های ۵ و ۸ و ۱۱ انجام دهید.
- ۲ شیر برداشت را روی سینک نصب کنید و اتصالات و واشرهای آن را به خوبی محکم کنید. در صورت تمایل می توان با استفاده از قطعه L شکل که در بسته بندی دستگاه وجود دارد، شیر برداشت را روی دیوار نیز نصب کرد.



## مرحله دوم: گرفتن انشعاب آب ورودی به دستگاه

- ۱ آب ورودی ساختمان را قطع کنید.
- ۲ شیر پیسوار آب سرد زیر سینک را باز کنید.
- ۳ سه راهی انشعاب آب ورودی را به لوله آب سرد متصل کنید.
- ۴ شیر پیسوار را به سه راهی انشعاب آب ورودی متصل کنید.
- ۵ شیر ورودی آب را به سه راهی متصل و آن را در حالت بسته قرار دهید.



## مرحله سوم: تعبیه خروجی فاضلاب دستگاه

- ۱ یک سوراخ با مت ۵ روی لوله فاضلاب زیر سینک (یا هر لوله فاضلاب دیگر که در دسترس است) ایجاد کنید.
- ۲ بست فاضلاب را روی لوله فاضلاب سوار کرده و پیچ و مهره‌های آن را محکم کنید.

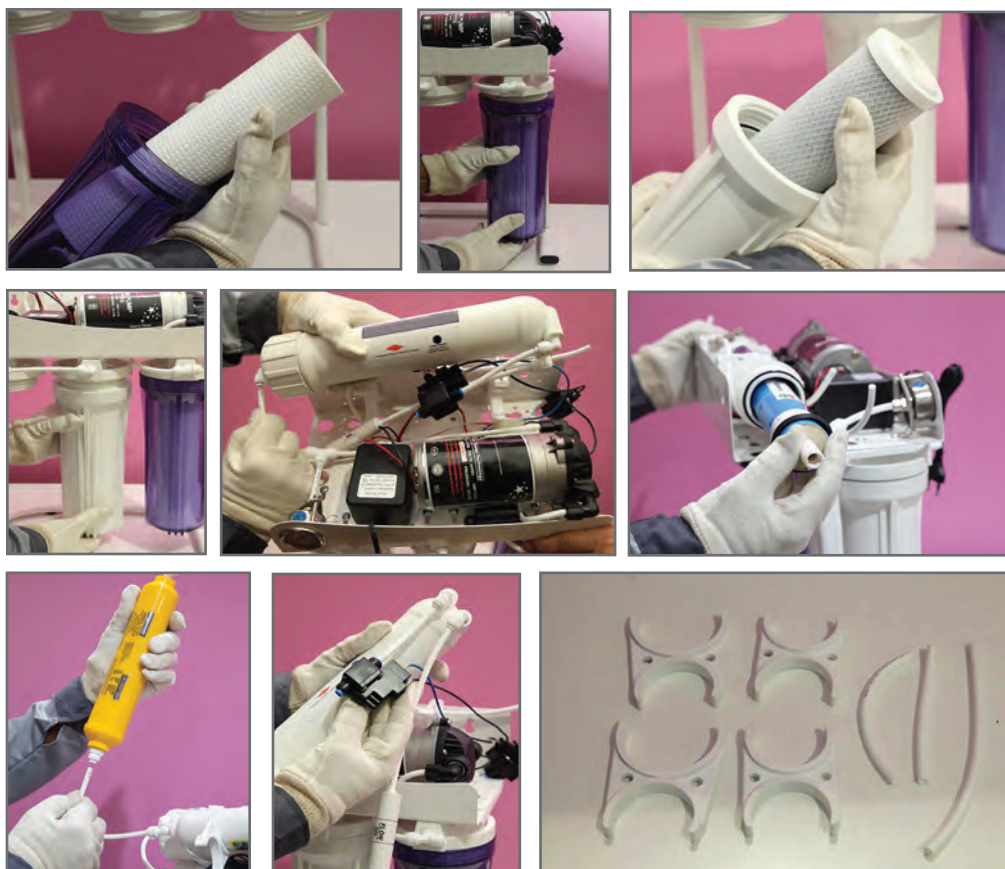


## مرحله چهارم: نصب دستگاه

- ۱ دستگاه آب تصفیه کن را در محل مناسبی که برای آن در نظر گرفته‌اید قرار دهید.
- ۲ منبع ذخیره آب را در محل مناسب قرار دهید. پایه مخزن آب را نیز برای ثابت نگهداشتن مخزن زیر آن قرار دهید.
- ۳ رزوه‌های ورودی مخزن را به وسیله نوار تفلون، نوار پیچی کنید.
- ۴ شیر قطع سریع مخزن را به ورودی مخزن متصل کنید. برای محکم کردن شیر در محل خود به هیچ وجه از آچار استفاده نکنید.
- ۵ پوشش پلاستیکی کارتریج‌های الیافی و کربنی را برداشته و هر فیلتر را در هوزینگ (محفظه) خود قرار دهید.
- ۶ اطمینان حاصل کنید که هوزینگ‌ها به خوبی محکم شده‌اند.
- ۷ ممبران RO را از پوشش پلاستیکی خود خارج کرده و آن را در محفظه مخصوص خود قرار دهید. توجه کنید که ممبران از طرفی که دارای دو عدد واشر لاستیکی است وارد محفظه می‌شود.
- ۸ درپوش هوزینگ ممبران RO را به خوبی محکم کنید.
- ۹ در صورت وجود فیلتر ماورای بنفش بعد از خروج فیلتراملاح و کلیایی نصب نمایید.







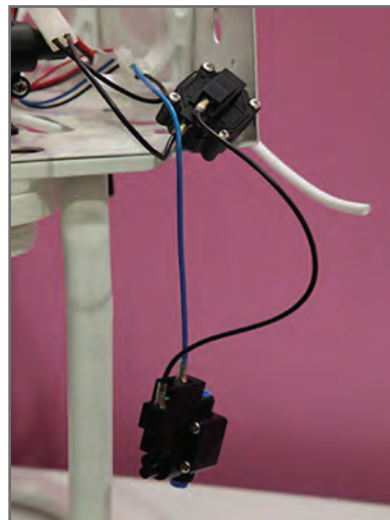
### مرحله پنجم: نصب شیلنگ‌های دستگاه

- ۱ شیلنگ آبی رنگ ( در صورت نبود از شیلنگ سفید) را از یک طرف به شیر ورودی و از طرف دیگر به مرحله اول دستگاه تصفیه آب خانگی متصل نمایید. اطمینان حاصل کنید که شیلنگ در اتصالات کاملاً قفل شده است.
- ۲ شیلنگ سیاه رنگ ( در صورت نبود از شیلنگ سفید) را از یک طرف به محدود کننده جریان فاضلاب و از طرف دیگر به بست فاضلاب متصل کنید.
- ۳ شیلنگ سفید را از یک طرف به خروجی فیلتر کربن نهایی و از طرف دیگر به شیر برداشت روی سینک متصل کنید.
- ۴ شیلنگ نارنجی رنگ ( در صورت نبود از شیلنگ سفید) را از یک طرف به سه راهی ورودی کربن نهایی و از طرف دیگر به شیر قطع سریع روی مخزن متصل کنید.



### مرحله ششم: راه اندازی و تست دستگاه

- ۱ برای حصول اطمینان از وجود کارتریج‌ها در محفظه‌ها تمامی محفظه‌ها را کنترل کنید.
- ۲ شیر روی مخزن را بسته و باد منبع را به وسیله گیج اندازه بگیرید. فشار باید بین ۵ تا ۱۰ PSI باشد در غیر این صورت باد مخزن را تنظیم کنید.
- ۳ شیر مخزن را باز کنید.
- ۴ دو شاخه را به برق متصل کنید.
- ۵ محل اتصالات و شیلنگ‌های دستگاه تصفیه آب را با دقت کنترل کنید. در صورت نشت آب از محل اتصالات نسبت به رفع آن اقدام کنید.
- ۶ پس از حصول اطمینان از کارکرد دستگاه اسمز معکوس تصفیه خانگی و بررسی تمامی نکات ذکر شده، صبر کنید تا دستگاه آنقدر کار کند تا مخزن پر شده و پمپ خاموش شود. سپس دو شاخه را از برق کشیده و شیر برداشت روی سینک را باز کنید تا آب مخزن کاملاً تخلیه شود.
- ۷ دو شاخه را مجدداً به برق متصل کنید. دستگاه تصفیه آب خانگی آماده بهره‌برداری است.



### نصب و راه اندازی سختی گیر اسمز معکوس

یک دستگاه سختی گیر اسمز معکوس مطابق دستورالعمل نصب و راه اندازی نمایید.

کار کارگاهی



| تجهیزات           |   | مواد مصرفی        |                  |
|-------------------|---|-------------------|------------------|
| مقدار / تعداد     | نام وسیله                                     | مقدار / تعداد     | نام وسیله        |
| از هر کدام یک دست | پیچ گوشتی دو سو و چهارسو<br>سایز کوچک و متوسط | دو حلقه           | نوار تفلون       |
| یک دستگاه         | دریل برقی                                     | به تعداد هنرجویان | دستکش و لباس کار |
| از هر کدام یک عدد | مته های شماره ۸-۱۱ میلی متر                   |                   |                  |

نکات ایمنی



- هرگز در زمان بهره برداری و کارکرد روزانه، برق و آب ورودی دستگاه را قطع نکنید.
- روند جریان و گردش آب در داخل دستگاه تصفیه آب، توسط یک پمپ قوی با فشار انجام می گیرد. لذا برای پیشگیری از بروز مشکلات احتمالی در زمان عدم استفاده از دستگاه برای مدت بیش از ۲۴ ساعت، حتماً شیر آب ورودی دستگاه و شیر منبع ذخیره آب را بسته و در صورت امکان جریان برق دستگاه را قطع نمایید.
- در صورت مشاهده و بروز هرگونه مشکل و نشت آب در هر قسمت دستگاه و یا نقاط ورودی و خروجی، لطفاً بلافاصله شیر آب ورودی دستگاه و شیر منبع ذخیره آب را بسته، و در صورت امکان جریان برق دستگاه را قطع نمایید و به هنرآموز خود اطلاع دهید.

نکات زیست محیطی



- ورودی آب دستگاه می بایست به آب سرد متصل شده باشد. هرگز آب گرم بیش از ۴۰ درجه سلسیوس وارد دستگاه نشود. آب داغ پس از ورود به دستگاه ضمن ضرر رساندن به بدن، سبب آسیب رساندن به فیلترها و باعث فرسودگی زود هنگام مخزن و پمپ دستگاه می گردد.
- به دلیل داشتن پس آب تصفیه در مسیر خروج فاضلاب، سیفون قرار گیرد و از قرار دادن شیلنگ فاضلاب دستگاه به صورت مستقیم در لوله فاضلاب خودداری کنید.
- با توجه به میزان بالای ایجاد فاضلاب (سه برابر آب تصفیه شده) و انرژی الکتریکی برای تولید آب تصفیه شده، در مصرف غیرآشامیدن و یا برای شست و شو از آب تصفیه شده پرهیز نمایید.

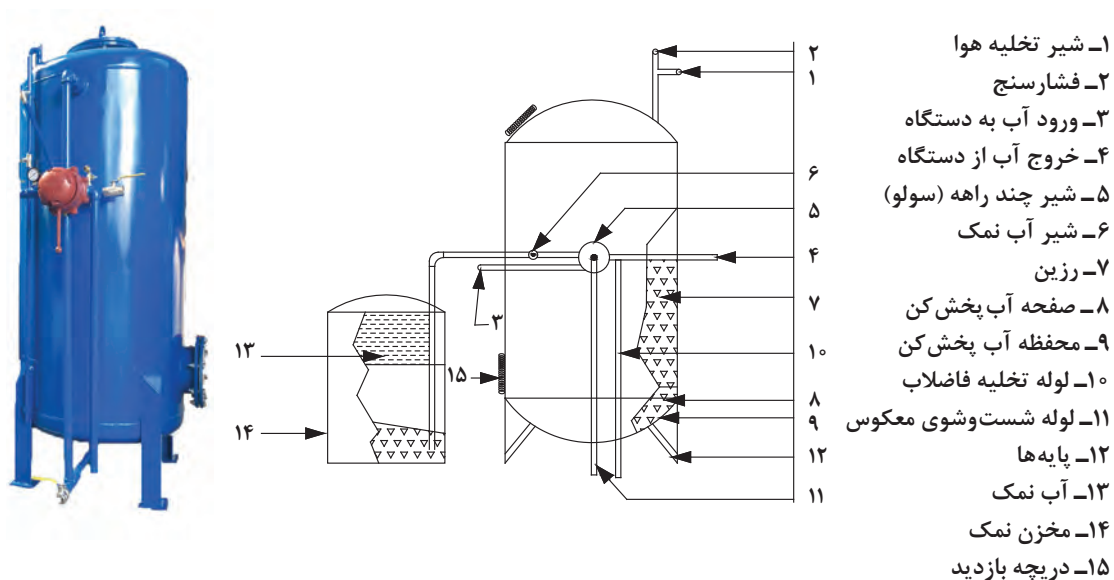
جدول قطعات دستگاه اسمز معکوس

| ردیف | نام قطعه یا ابزار                                       | تصویر   |
|------|---|---|
| ۱    | سه راهی استیل ۱/۴×۱/۲ اینچ                              |    |
| ۲    | شیر ورودی ۱/۴ اینچ                                      |    |
| ۳    | کپسول پس آب   |   |
| ۴    | شیلنگ بر-قیچی   |  |
| ۵    | پمپ دیافراگمی و ترانسفورمر برق                          |  |
| ۶    | شیر برداشت آب تصفیه شده (علمک) بر روی سینک ظرفشویی      |  |
| ۷    | شیلنگ رابط و بست و پایه های نگهدارنده فیلتر-آچار هوزینگ |  |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
|    | <p>مخزن دیافراگمی تحت فشار و ذخیره آب تصفیه به همراه شیر مخزن</p> | <p>۸</p>  |
|    | <p>شیر اتوماتیک چهار راه</p>                                      | <p>۹</p>  |
|   | <p>شاسی، شابلون و بدنه نگهدارنده فیلترها و تجهیزات دستگاه</p>     | <p>۱۰</p> |
|  | <p>کلید فشار پایین</p>  | <p>۱۱</p> |
|  | <p>کلید فشار بالا</p>   | <p>۱۲</p> |
|  | <p>شیر برقی</p>   | <p>۱۳</p> |

## سختی گیر رزینی

ساختمان یک سختی گیر رزینی شامل اجزای زیر است:



شکل ۱۴ - اجزای سختی گیر رزینی

## انواع شیر چندراهه



شکل ۱۷ - شیر اتوماتیک



شکل ۱۶ - شیر نیمه اتوماتیک



شکل ۱۵ - شیر دستی

۱ شیر دستی: کلیه مراحل توسط نگهدار انجام شده و بزرگترین مشکل شیرهای دستی در مکش نمک آنها است.

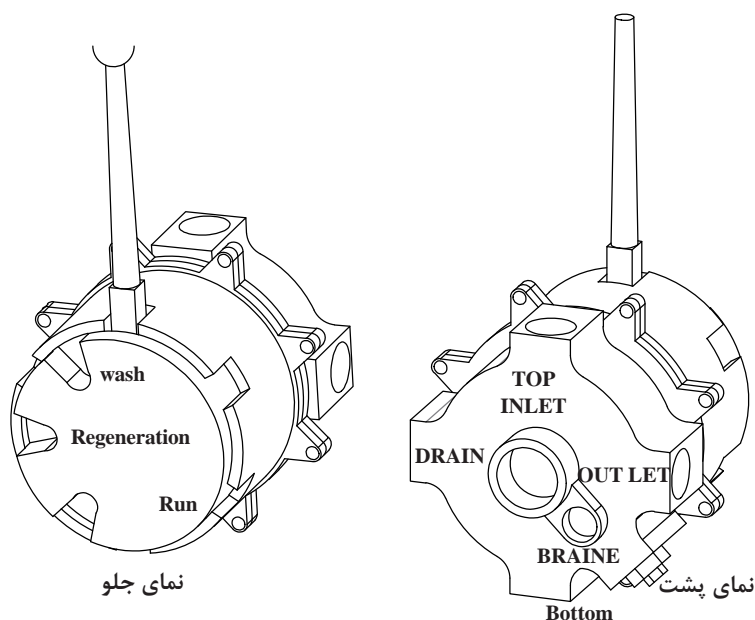
با توجه به فیلم آموزشی و عکس مربوطه حالت های مختلف شیرهای نیمه اتوماتیک و اتوماتیک را بررسی و گفت و گو نمایید.

کار کلاسی





۲ شیر چند راهه نیمه اتوماتیک (Solo Valve): مطابق شکل ۱۸ این شیر چدنی بوده و به شیرهای چند راهه معروفاند و برای مخازن فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، این شیر دارای شش محل اتصال بوده که به ترتیب: INLET لوله آب ورودی، OUT لوله آب خروجی، BRAINE لوله آب نمک، TOP به قسمت بالا و BOTTOM به قسمت پایین سختی گیر متصل می‌شود و DRAIN نیز لوله تخلیه است.



شکل ۱۸ - شیر چندراهه (سولو)

این شیر دارای اهرمی است که می‌تواند بر روی یکی از حالت‌های سرویس (Run)، شست‌وشوی معکوس (back wash) و یا احیا (Regeneration) قرار بگیرد.

۲ شیر چند راهه اتوماتیک: مطابق شکل ۱۹ این شیرها دارای ۵ حالت عملکرد بوده و علاوه بر سه حالت سرویس، شست‌وشوی معکوس و احیا می‌توان حالت پرکن مخزن نمک و سیکل شست‌وشوی کند و سریع را نیز انجام دهد.



شکل ۱۹ - شیر چند راهه اتوماتیک





شکل ۲۰ - دانه‌های رزین پرولاپت C۱۰۰E کیسه ۲۵ لیتری

## رزین‌ها

رزین (Resin) نوعی بسپار (Polymer) بوده که می‌تواند طبیعی و یا مصنوعی باشد. رزین‌های طبیعی از ترشح گیاهان (صمغ) تشکیل شده است.

پژوهش



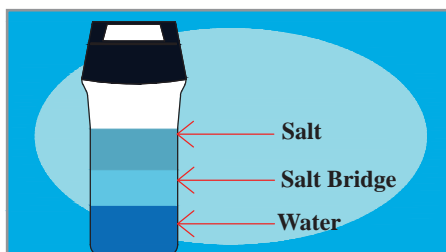
- ۱ انواع رزین‌های کاتیونی و آنیونی و ترتیب قرارگیری آنها در تهیه آب نرم را تحقیق نمایید.
- ۲ با توجه به نمودار زیر هر رزین با یون فعال مشخص کدام یک از مواد زیر را می‌تواند حذف نماید؟

### انواع رزین

رزین کاتیونی با یون  $\text{OH}^-$       رزین آنیونی با یون  $\text{H}^+$

| مورد بحث           | مواد آلی | کلسیم | نیترات | منیزیم | کلرید | منگنز | سولفات | پتاسیم | بی‌کربنات | سدیم | کربنات | آهن |
|--------------------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-----------|------|--------|-----|
| رزین $\text{H}^+$  | ✓        |       |        |        |       |       |        |        |           |      |        |     |
| رزین $\text{OH}^-$ |          | ✓     |        |        |       |       |        |        |           |      |        |     |

## مخزن آب نمک



شکل ۲۱ - مخزن آب نمک

در کنار سختی‌گیرهای رزینی یک مخزن آب نمک قرار دارد که در آن مخلوطی از آب و بلورهای نمک قرار داده شده است و از این آب نمک برای احیای رزین بهره گرفته می‌شود.

پودمان ۱: نصب سختی گیر

معمولاً برای سختی گیرها از سنگ نمک استفاده می‌شود. نمک سخت ماده معدنی در درون زمین می‌باشد که دارای ۹۸ تا ۹۹ درصد از سدیم کلرید است. ماندگاری این نوع نمک در آب در حدود ۵/۵ تا ۱/۵ درصد است.

آیا می‌توان در سختی گیرها از نمک دریا و یا ترکیبی از نمک دریا و سنگ نمک استفاده نمود؟ انواع نمک مورد استفاده در سختی گیر را بیان نمایید.

پژوهش



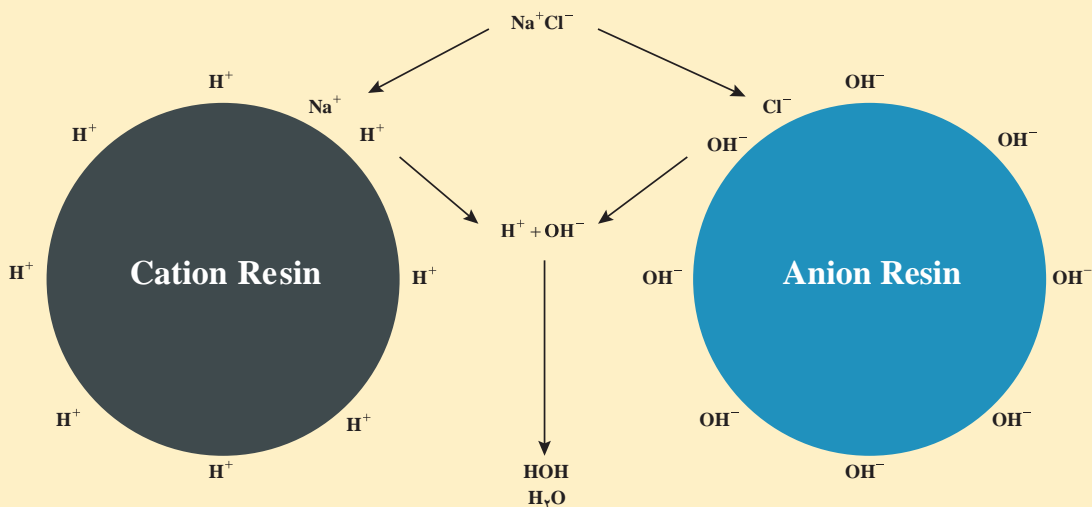
## احیا

سختی گیرهای رزینی (سیکل سدیم) بعد از مدتی انجام مبادله در مدار اشباع شده و می‌بایست توسط شست‌وشو با نمک (NaCl) مجدداً احیا شوند.

بحث کلاسی



با توجه به فیلم آموزشی و شکل زیر روش احیای رزین را بررسی نمایید:



چرخه تعویض یون و احیای رزین کاتیونی

بهترین غلظت آب نمک برای احیای سختی گیرهای رزینی محلول ۱۰٪ (۱۰۰ گرم در لیتر) است. غلظت‌های بیشتر و کمتر تأثیر کمتری را در پی دارد. بدین ترتیب رزین دوباره خاصیت سختی گیری خود را باز می‌یابد.

نکته



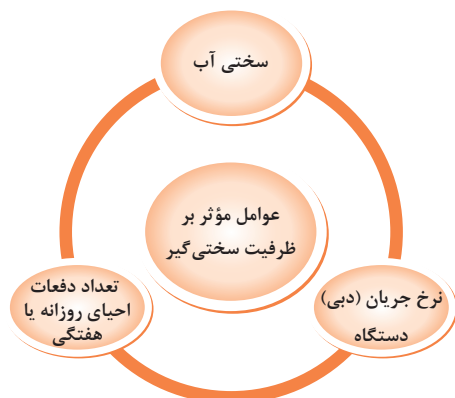
- با توجه به جدول انتخاب سختی گیر در رابطه با سؤالات زیر با یکدیگر بحث نمایید.
- ۱ مقدار رزین هر دستگاه با توجه به حداکثر ظرفیت سختی گیری به چه میزان خواهد بود؟
  - ۲ نسبت حجم مخزن نمک به مقدار رزین مناسب چه میزان است؟

بحث کلاسی



جدول ۷- انتخاب انواع سختی گیر

| قیمت (۱۳۹۵)<br>به ریال | حجم مخزن<br>نمک Lit | ابعاد سختی گیر<br>(Cm) |     | حداکثر آبدهی<br>سختی گیر G.P.M | سایز شیر<br>و اتصالات<br>(اینچ) | حداکثر<br>حجم رزین<br>Lit | حداکثر<br>ظرفیت<br>(Grain) | مدل    |
|------------------------|---------------------|------------------------|-----|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------|
|                        |                     | ارتفاع                 | قطر |                                |                                 |                           |                            |        |
| ۷,۸۸۰,۰۰۰              | ۶۰                  | ۳۰                     | ۱۲۰ | ۶                              | $\frac{3}{4}$                   | ۲۵                        | ۳۰۰۰۰                      | TS۳۰   |
| ۸,۱۷۰,۰۰۰              | ۶۰                  | ۳۰                     | ۱۲۰ | ۶                              | $\frac{3}{4}$                   | ۲۵                        | ۳۰۰۰۰                      | TS۳۰"  |
| ۹,۶۹۰,۰۰۰              | ۶۰                  | ۳۰                     | ۱۵۰ | ۱۲                             | $\frac{3}{4}$                   | ۵۰                        | ۶۰۰۰۰                      | TS۶۰   |
| ۱۰,۲۷۰,۰۰۰             | ۶۰                  | ۳۰                     | ۱۵۰ | ۱۲                             | $\frac{3}{4}$                   | ۵۰                        | ۶۰۰۰۰                      | TS۶۰"  |
| ۱۲,۵۷۰,۰۰۰             | ۱۰۰                 | ۴۰                     | ۱۵۰ | ۱۹                             | $\frac{3}{4}$                   | ۷۵                        | ۹۰۰۰۰                      | TS۹۰   |
| ۱۳,۴۳۰,۰۰۰             | ۱۰۰                 | ۴۰                     | ۱۵۰ | ۱۹                             | $\frac{3}{4}$                   | ۷۵                        | ۹۰۰۰۰                      | TS۹۰"  |
| ۱۴,۵۴۰,۰۰۰             | ۱۰۰                 | ۴۰                     | ۱۵۰ | ۲۵                             | $\frac{3}{4}$                   | ۱۰۰                       | ۱۲۰۰۰۰                     | TS۱۲۰  |
| ۱۵,۶۹۰,۰۰۰             | ۱۰۰                 | ۴۰                     | ۱۵۰ | ۲۵                             | $\frac{3}{4}$                   | ۱۰۰                       | ۱۲۰۰۰۰                     | TS۱۲۰" |
| ۱۸,۸۶۰,۰۰۰             | ۲۰۰                 | ۵۰                     | ۱۵۰ | ۳۰                             | ۱                               | ۱۲۵                       | ۱۵۰۰۰۰                     | TS۱۵۰  |
| ۲۰,۳۰۰,۰۰۰             | ۲۰۰                 | ۵۰                     | ۱۵۰ | ۳۰                             | ۱                               | ۱۲۵                       | ۱۵۰۰۰۰                     | TS۱۵۰" |
| ۲۰,۲۷۰,۰۰۰             | ۲۰۰                 | ۵۰                     | ۱۵۰ | ۳۵                             | ۱                               | ۱۵۰                       | ۱۸۰۰۰۰                     | TS۱۸۰  |
| ۲۱,۹۹۰,۰۰۰             | ۲۰۰                 | ۵۰                     | ۱۵۰ | ۳۵                             | ۱                               | ۱۵۰                       | ۱۸۰۰۰۰                     | TS۱۸۰" |
| ۲۵,۴۴۰,۰۰۰             | ۲۰۰                 | ۶۰                     | ۱۵۰ | ۴۰                             | ۱                               | ۱۷۵                       | ۲۰۰۰۰۰                     | TS۲۰۰  |
| ۲۷,۴۵۰,۰۰۰             | ۲۰۰                 | ۶۰                     | ۱۵۰ | ۴۰                             | ۱                               | ۱۷۵                       | ۲۰۰۰۰۰                     | TS۲۰۰" |
| ۲۸,۶۸۰,۰۰۰             | ۳۰۰                 | ۶۰                     | ۱۵۰ | ۵۵                             | $1\frac{1}{4}$                  | ۲۲۵                       | ۲۵۰۰۰۰                     | TS۲۵۰  |
| ۳۱,۲۷۰,۰۰۰             | ۳۰۰                 | ۶۰                     | ۱۵۰ | ۵۵                             | $1\frac{1}{4}$                  | ۲۲۵                       | ۲۵۰۰۰۰                     | TS۲۵۰" |
| ۳۰,۰۹۰,۰۰۰             | ۳۰۰                 | ۶۰                     | ۱۵۰ | ۶۰                             | $1\frac{1}{4}$                  | ۲۵۰                       | ۲۷۰۰۰۰                     | TS۲۷۰  |
| ۳۲,۹۷۰,۰۰۰             | ۳۰۰                 | ۶۰                     | ۱۵۰ | ۶۰                             | $1\frac{1}{4}$                  | ۲۵۰                       | ۲۷۰۰۰۰                     | TS۲۷۰" |



زمان شست و شو تا بک واش  $\times \frac{\text{lit}}{\text{hr}}$  ظرفیت آبدهی  $\times \frac{\text{mg}}{\text{lit}}$  سختی آب = ظرفیت سختی گیر بر حسب میلی گرم  
 اگر بخواهیم مقدار ظرفیت دستگاه را بر حسب گرین به دست آوریم باید ظرفیت را در  $\frac{1}{54} \%$  ضرب کنیم.

۱ سیکل شست و شو یا ساعت کاری تا بک واش بستگی به کاربرد ساختمان و تعداد ساعات کارکرد تجهیزات در شبانه روز دارد و ممکن است روزانه یا هفتگی باشد. از آنجا که احیا و بک واش آب زیادی را هدر می دهد، بهتر است سیکل شست و شو طولانی تر باشد. برای مثال برای ۸ ساعت کار در روز و برای سیکل شست و شو هفتگی، با احتساب یک روز تعطیلی، ساعات شست و شو برابر با ۴۸ ساعت در هفته خواهد بود.

۲ میزان آب جبرانی سیستم گرمایشی ۲٪ آبگیری سیستم در نظر گرفته می شود.

نکته



**مثال:** سختی یک آب شور ppm ۴۰۰ می باشد. چنانچه ظرفیت آبدهی ۳۰۰ لیتر بر ساعت و زمان

شست و شو تا بک واش ۷۲ ساعت در نظر گرفته شود ظرفیت سختی گیر باید چند گرین باشد؟

$$(mg) \text{ ظرفیت سختی گیر} = 400 \times 300 \times 72 = 8640000 \text{ mg}$$

$$\text{grain} = 8640000 \times 0.0154 = 133056 \text{ grain}$$

با توجه به جدول سختی گیر TS۱۵۰ مناسب است.





### استقرار سختی گیر روی فونداسیون (پایه بتنی)

به کمک هم گروهی های خود یک دستگاه سختی گیر رزینی را بر روی فونداسیون آماده در کارگاه مستقر کنید.

#### جدول تجهیزات و مواد مصرفی

| تجهیزات     |  | مواد مصرفی             |                            |
|-------------|--|------------------------|----------------------------|
| مقدار/تعداد | نام وسیله                                  | مقدار/تعداد            | نام وسیله                  |
| ۱ عدد       | دستگاه سختی گیر رزینی به همراه مخزن آب نمک | ۱ عدد                  | نقشه استقرار و فاصله گذاری |
| ۱ عدد       | ۳ متر متری                                 | ۱ عدد                  | دستورالعمل نصب سازنده      |
| ۱ عدد       | فونداسیون آماده                            | ۱ عدد                  | گچ اندازه زنی              |
| ۱ عدد       | تراز یک متری                               | به تعداد هنرجو         | لباس و دستکش و کفش کار     |
| ۱ عدد       | تیفور                                      | ۴ عدد برای هر سختی گیر | رول بولت نمره ۱۰-۸         |

۱ مسیر حرکت اطراف محل استقرار سختی گیر را بررسی و موانع آن برداشته شود.

۲ با توجه به وزن دستگاه از تیفور و متعلقات متناسب استفاده کنید.



#### دستور کار:

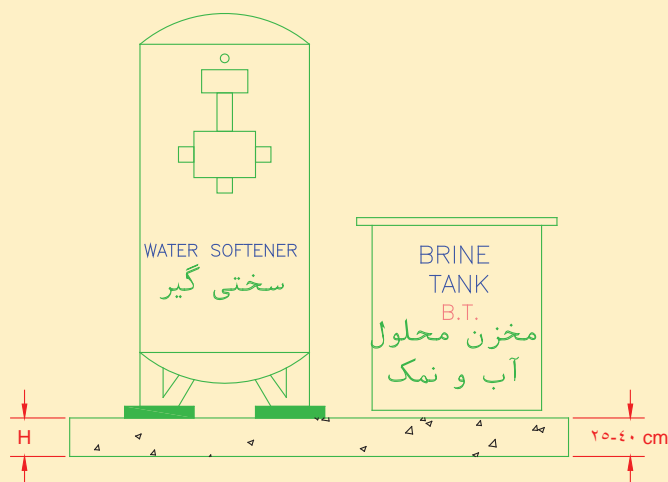
۱ وسایل و ابزار کار را از انبار تحویل بگیرید.

۲ به لباس کار و وسایل ایمنی تجهیز شوید.

۳ با توجه به ابعاد سختی گیر نقشه پلان استقرار تأیید شده توسط هنرآموز ابعاد فاصله گذاری مجاز و ایمنی موجود را بررسی نمایید.

۴ سختی گیر را بر روی فونداسیون قرار داده و جهت شیر سرویس را در مسیر در دسترس قرار دهید.

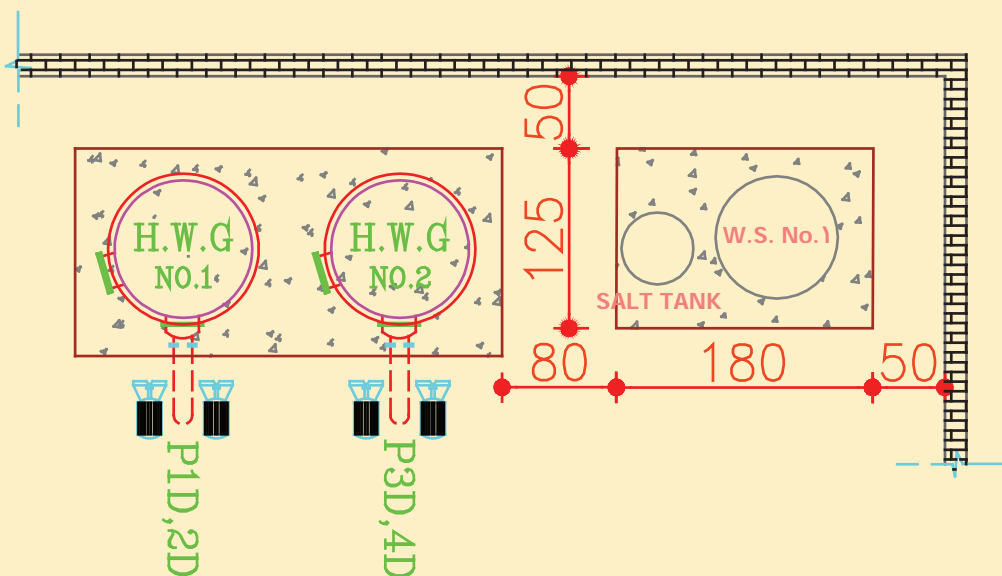
۵ در صورت نیاز، پایه های سختی گیر را بر روی صفحه های (پلیت های) از قبل اجرا شده در فونداسیون قرار دهید و با رول بولت پایه های سختی گیر را بر روی صفحه یا پایه بتنی محکم نمایید.



نمایش سختی گیر تعویض یونی به همراه مخزن نمک بر روی فونداسیون



- ۱ ارتفاع مناسب فونداسیون سختی گیرهای تعویض یونی ۲۵ تا ۴۰ سانتی متر از کف تمام شده موتورخانه
- ۲ به هیچ عنوان بدون هماهنگی مهندس سازه و اخذ تأیید مشاور و طراح بار دستگاه‌ها را به سازه ساختمان تحمیل نکنید!
- ۳ فاصله دستگاه‌ها باید نسبت به هم ۸۰ سانتی متر، فاصله از پشت ۵۰ سانتی متر تا دیوار پهلو نیز ۵۰ سانتی متر باشد.
- ۴ حداقل فاصله سختی گیر از تجهیزات جانبی ۸۰ سانتی متر است.



پلان استقرار سختی گیر تعویض یونی به همراه مخزن نمک



در مورد لرزه گیرهای زیر دستگاه (منجید) تحقیق نمایید.



آزمایش‌های قبل از لوله‌کشی سختی گیر بر روی یک دستگاه سختی گیر هر یک از کارهای زیر را انجام دهید.

| تجهیزات       |                                    | مواد مصرفی    |           |
|---------------|------------------------------------|---------------|-----------|
| مقدار / تعداد | نام وسیله                          | مقدار / تعداد | نام وسیله |
| ۱ عدد         | سختی گیر رزینی                     | ۱ جفت         | دستکش     |
| ۱ عدد         | آچار فرانسه ۱۴ اینچ                | ۱ دست         | لباس کار  |
| ۱ دست         | آچار تخت                           | ۱ جفت         | کفش ایمنی |
| ۱ عدد         | آچار لوله گیر ۲ ۱/۴ اینچ           | ۴ متر         | شیلنگ آب  |
| ۱ عدد         | فشار سنج ۱۰ بار مجهز به شیر سماوری | ۱ عدد         | بست فلزی  |
| ۱ دستگاه      | دستگاه تست فشار آب                 |               |           |

### دستور کار

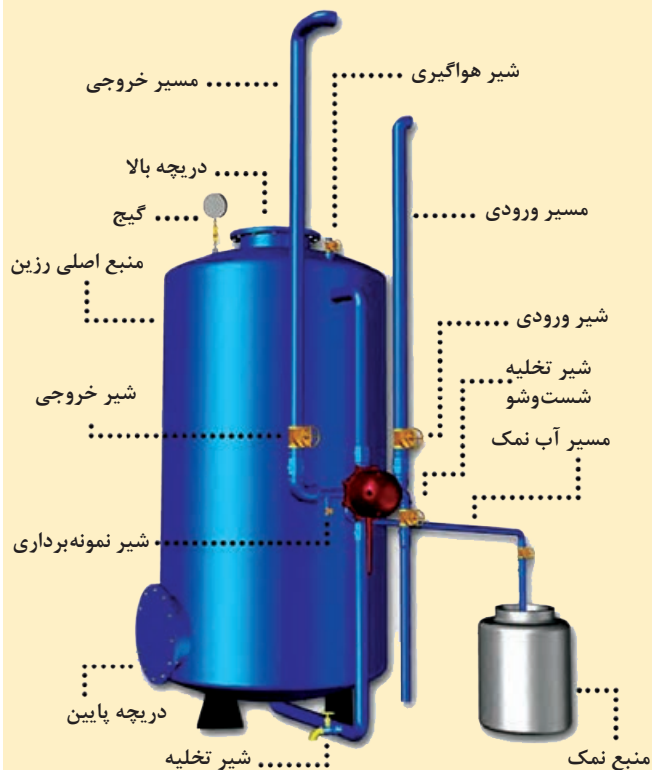
**۱** شیرهای ورودی و خروجی را ببندید و محل نصب مانومتر را با درپوش و مواد آب‌بندی مناسب مسدود نمایید.

**۲** با استفاده از آب شهر و از مسیر شیر ورودی اقدام به پر نمودن سختی‌گیر کرده و برای افزایش فشار تا ۷ بار (طبق دستورالعمل سازنده یا مقررات ملی مبحث ۱۴) و یا ۱/۵ برابر فشار کار با استفاده از دستگاه تلمبه فشار آب از مسیر شیر ورودی اقدام نمایید و از عدم نشستی سراسر سختی‌گیر اطمینان حاصل نمایید. در صورت وجود نشستی در هر قسمت و یا محل اتصالات درپوش و یا شیر معیوب اقدام گردد.

**۳** حالت‌های شیر نیمه اتوماتیک را بررسی و هر وضعیت را در صورت لزوم بر روی آن مشخص نمایید.

**۴** باید هنگام تست نشستی آب از عدم وجود هوا در تجهیزات اطمینان حاصل نمایید.

**توجه:** در هنگام تست حتماً به لوازم ایمنی مجهز باشید.



اجزای سختی‌گیر رزینی به همراه مخزن نمک



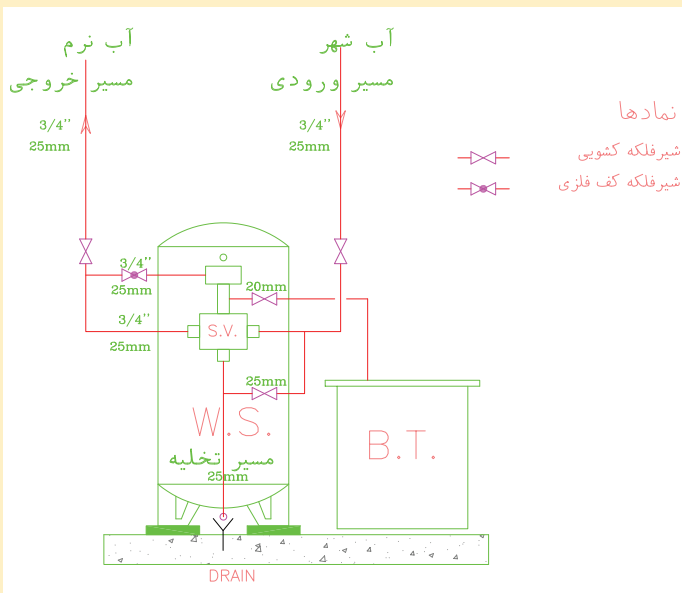


### اتصال سختی گیر به سیستم لوله کشی و ارتباط لوله کشی تجهیزات

| تجهیزات       |   | مواد مصرفی         |  |
|---------------|---|--------------------|--|
| مقدار / تعداد | نام وسیله                                 | مقدار / تعداد      | نام وسیله  |
| ۱ دستگاه      | سختی گیر رزینی                            | به مقدار مورد نیاز | لوله پلی پروپیلن ۲۵ میلی متر                               |
| ۱ عدد         | شیر نیمه اتوماتیک                         | به تعداد مورد نیاز | اتصالات (زانو - سه راهی - بوشن - مهره ماسوره) ۲۵ میلی متری |
| ۱ عدد         | آچار فرانسه ۱۶ اینچ                       | ۳ عدد              | شیر فلکه کشویی سایز ۲۵ میلی متری                           |
| ۱ دستگاه      | اتوی فیوژن                                | ۱ عدد              | شیر فلکه کف فلزی ۳/۴"                                      |
|               |   | یک جفت             | دستکش کار  |
| ۱ عدد         | آچار لوله گیر ۲ ۱/۲ اینچ<br>قیچی برش لوله | یک دست             | لباس کار   |

بر روی یک سیستم لوله کشی شده دستگاه سختی گیر را برابر نقشه کار زیر نصب نمایید.

#### دستور کار:



- ۱ اتصال به لوله کشی آب شهری لوله ورودی مشخص شود.
- ۲ سرلوله های خروجی مشخص شوند.
- ۳ سرلوله های واسط مشخص شوند.
- ۴ لوله کشی برابر نقشه انجام شود.
- ۵ فشارسنج بر روی سختی گیر نصب گردد.
- ۶ مخزن نمک به سختی گیر اتصال یابد.
- ۷ شیر هواگیری بر روی سختی گیر نصب گردد.

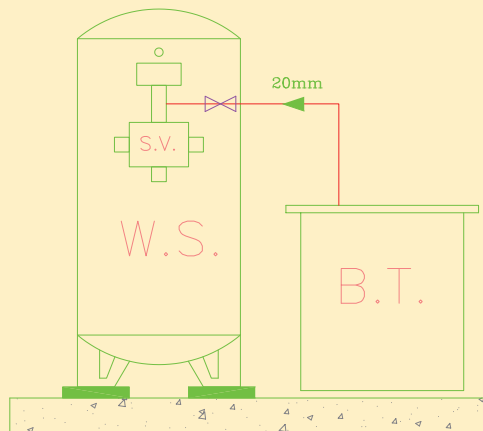
قبل از اتصال شیرآلات به سیستم لوله کشی از مناسب بودن جهت شیر و در دسترس آن اطمینان حاصل نمایید.





## نصب مخزن نمک

برابر نقشه کار زیر ارتباط لوله کشی تانک نمک با دستگاه سختی گیر را برقرار نمایید.



| تجهیزات       |                     | مواد مصرفی         |   |
|---------------|---------------------|--------------------|---|
| مقدار / تعداد | نام وسیله           | مقدار / تعداد      | نام وسیله                                       |
| ۱ عدد         | مخزن آب نمک         | به مقدار مورد نیاز | لوله پلیمری پلی پروپیلن ۲۰ میلی متر             |
| ۱ عدد         | آچار فرانسه ۱۶ اینچ | به تعداد مورد نیاز | اتصالات (زانو - بوشن - مهره ماسوره) ۲۰ میلی متر |
| ۱ دستگاه      | اتوی فیوژن          | ۱ عدد              | شیر فلکه ۲۰ میلی متر                            |
| ۱ عدد         | قیچی برش لوله       | یک جفت             | دستکش کار                                       |
|               |                     | یک دست             | لباس کار  |

## دستور کار

- ۱ مخزن نمک را از نظر آب بند بودن آزمایش نمایید.
- ۲ لوله کشی طبق نقشه کار با لوله پلیمری انجام شود.
- ۳ اتصال لوله درین به کفشوی فاضلاب با فاصله هوایی انجام شود.
- ۴ محل اتصال لوله تخلیه به شیر نیمه اتوماتیک مشخص شود.
- ۵ لوله کشی خط تخلیه و نصب شیر تخلیه طبق نقشه کار انجام شود.
- ۶ با توجه به ظرفیت سختی گیر (برحسب گرین) مقدار مورد نیاز سنگ نمک و میزان آب، مخزن نمک را شارژ نمایید. (غلظت ۱۰٪ و هر ۵۰۰۰ گرین یک کیلو سنگ نمک)

**نکته:** برابر مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۶، انشعاب آب شبکه لوله کشی برای تغذیه تأسیسات گرمایی باید با پیش بینی فاصله هوایی، نصب یک شیر یک طرفه و یک شیر خلأ شکن و یا شیر یک طرفه دوتایی حفاظت شود.

**توجه:** ابزار کار خود را در محیط کارگاه رها نکنید.



### آزمایش تجهیزات لوله کشی سختی گیر

| تجهیزات       |                                    | مواد مصرفی    |                             |
|---------------|------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| مقدار / تعداد | نام وسیله                          | مقدار / تعداد | نام وسیله                   |
| یک دست        | آچار تخت یک دست کامل               | یک جفت        | دستکش                       |
| ۱ عدد         | آچار لوله گیر $2\frac{1}{4}$ اینچ  | یک دست        | لباس کار                    |
| ۲ عدد         | آچار فرانسه ۱۴ اینچ                | یک جفت        | کفش ایمنی                   |
| ۱ عدد         | فشار سنج ۱۰ بار مجهز به شیر سماوری | به مقدار لازم | شیلنگ آب                    |
| ۱ دستگاه      | دستگاه تست فشار آب                 |               | بست شیلنگ                   |
|               |                                    | ۱ دستگاه      | سختی گیر رزینی لوله کشی شده |

بر روی یک دستگاه سختی گیر هر یک از کارهای زیر را انجام دهید.

#### دستور کار:

۱ تست مسیر لوله کشی آب ورودی

۲ تست مسیر لوله کشی آب نرم

**نکته:** برابر مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۶ کلیه خطوط لوله کشی تا وسیله مصرفی (مخزن انبساط)

باید با  $1/5$  برابر فشار کار تست شود که حداقل ۱۰ بار است.

**توجه:** به هنگام تست دقت کنید تجهیزات ارتباطی کاملاً سالم باشند و فشار تست را تحمل کنند.

**توجه:** در هنگام تست حتماً به لوازم ایمنی مجهز باشید.



با توجه به شکل در چه صورت دستگاه سختی گیر نیاز به تعویض رزین پیدا خواهد کرد؟



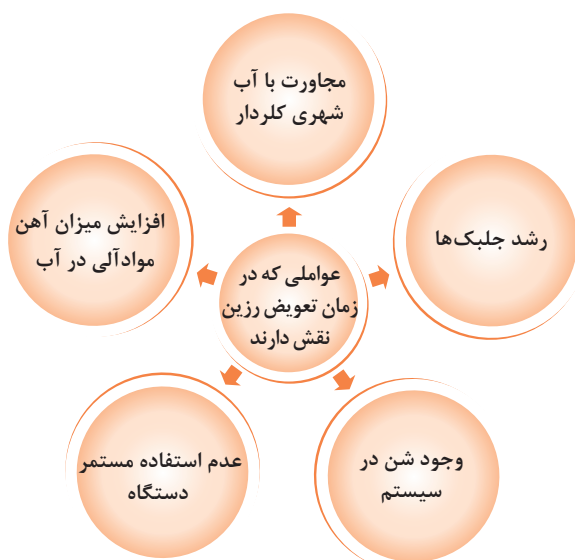
روند تغییر شکل رزین در طول سختی گیری و ترکیب با مواد آلی



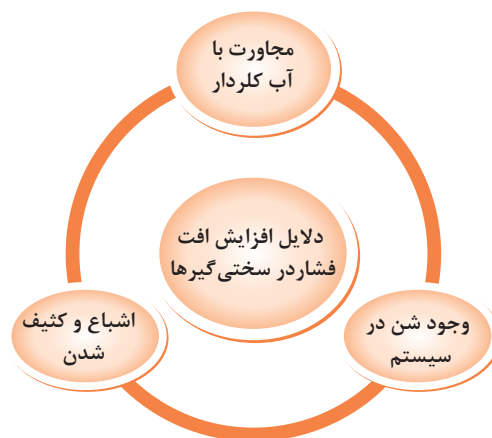
با توجه به جدول زیر دلایل مربوطه را مورد بحث و بررسی قرار دهید.

جدول زمان تعویض رزین در سختی گیر رزینی

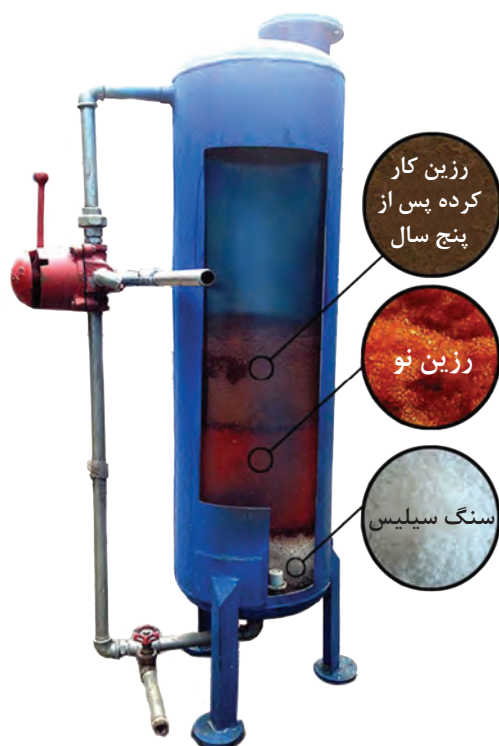
| مورد بحث                 | توضیح و تأثیر آن در زمان تعویض رزین و عوارض آن |
|--------------------------|--|
| مجاورت با آب شهری کلردار |  |
| رشد جلبک در مخزن آلوده   |  |
| فراوانی بیش از حد شن     |  |
| بلا استفاده بودن         |  |
| افزایش آهن و مواد آلی    |  |



شکل ۲۲ - عوامل تعویض رزین



شکل ۲۳ - دلایل افزایش افت فشار در سختی گیرها



نمای برش خورده و مقدار سیلیس و رزین سختی گیر رزینی

### شارژ دستگاه سختی گیر

کار کارگاهی



| تجهیزات                 |                     | مواد مصرفی              |                    |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| مقدار / تعداد           | نام وسیله           | مقدار / تعداد           | نام وسیله          |
| ۱ دستگاه                | سختی گیر رزینی فلزی | به مقدار ظرفیت سختی گیر | رزین کاتیونی C۱۰۰E |
| به ازای هر دریچه بازدید | واشر آب بندی فلنج   | به مقدار ظرفیت سختی گیر | سنگ سیلیس          |
| ۱ عدد                   | قیف                 | یک جفت                  | دستکش کار          |
| ۱ دست کامل              | آچار تخت میلی متری  | یک دست                  | لباس کار           |
| ۱ عدد                   | آچار فرانسه ۱۴ اینچ | یک جفت                  | کفش ایمنی          |

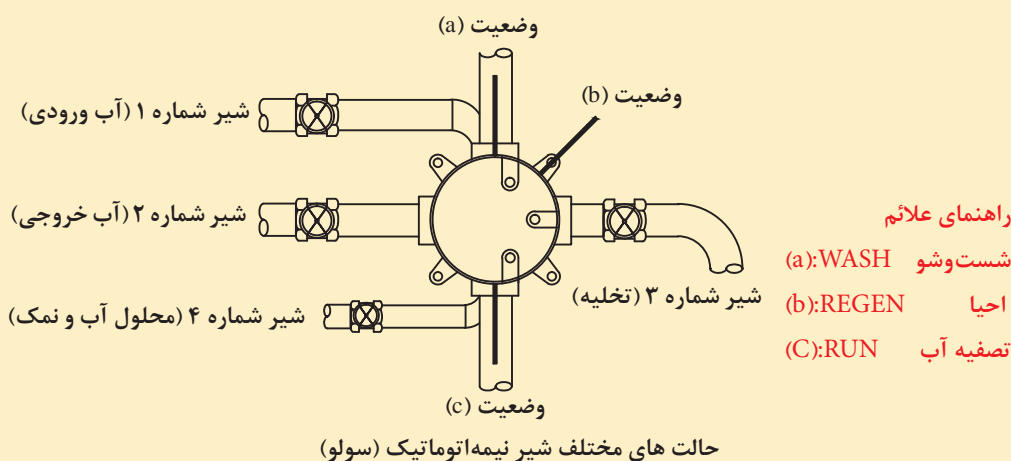
### دستور کار:

- ۱ با توجه به کاتالوگ دستگاه مقدار رزین و سیلیس مورد نیاز را تهیه نمایید.
- ۲ قبل از شارژ، از سالم بودن رزین‌ها اطمینان حاصل نمایید.
- ۳ با استفاده از آچار فرانسه و آچارهای تخت مناسب پیچ‌های دریچه بالا و پایین را باز نمایید.
- ۴ صفحه پخش کننده آب را بررسی و از باز بودن نازل‌ها و تمیز بودن آن اطمینان حاصل نمایید در صورت نیاز به شست‌وشو، این کار را قبل از شارژ انجام دهید.
- ۵ سیلیس را ابتدا در کف سختی‌گیر ریخته (برای مخازن FRP به کمک قیف) و بعد از آن رزین مورد نظر را بر روی آن بریزید.
- ۶ سپس دریچه‌های بالایی و پایینی را به همراه واشر مناسب با پیچ و مهره مناسب محکم ببندید.
- ۷ آزمایش پس از شارژ رزین
- ۸ هواگیری سیستم بعد از راه‌اندازی



## راه اندازی سختی گیر

| تجهیزات       |                | مواد مصرفی    |           |
|---------------|----------------|---------------|-----------|
| مقدار / تعداد | نام وسیله      | مقدار / تعداد | نام وسیله |
| ۱ دستگاه      | سختی گیر رزینی | یک جفت        | کفش کار   |
|               |                | یک دست        | لباس کار  |
|               |                | یک جفت        | دستکش کار |



با توجه به دستور کار زیر راه اندازی دستگاه سختی گیر را انجام دهید.

**دستور کار:** راه اندازی سختی گیر با شیر نیمه اتوماتیک (سولو)

- ابتدا همه شیرها را بسته و شیر هواگیری دستگاه را باز کنید.
- دسته شیر سولو (solo valve) را در وضعیت (Run) (وضعیت C) قرار دهید.
- شیر شماره ۱ (ورودی) را باز کنید. در این حالت مخزن دستگاه به تدریج پر از آب می گردد.
- به محض خروج آب از لوله هواگیری، شیر هواگیری را ببندید.
- شیر شماره ۲ (خروجی) را باز کنید. بدین ترتیب دستگاه آماده بهره برداری و تصفیه آب است.

**نکته ۱:** در حین بهره برداری از دستگاه سختی گیر، اطمینان حاصل کنید که فشار نسبی داخل مخزن بین (۱/۷-۲/۵ بار) باشد. اگر فشار داخل مخزن کمتر از (۱/۷ بار) باشد، در آب بندی شیر سولو و مکش آب نمک اختلال ایجاد خواهد شد. همچنین در فشارهای بالا ممکن است قطعات شیر سولو صدمه ببیند. در هر حال بهره برداری از شیر سولو در فشارهای بالاتر از (۲/۵ بار) به هیچ وجه توصیه نمی گردد.

**نکته ۲:** سختی آب تصفیه شده خروجی از سختی گیرها همواره باید کنترل شده و مورد آزمایش قرار بگیرد. به محض اینکه سختی آب از حد مجاز بیشتر شود، بلافاصله باید نسبت به عمل احیای رزین که در ادامه شرح داده شده است - اقدام نمود.



### احیای سختی گیر

با توجه به دستورکار زیر مراحل احیای رزین دستگانه سختی گیر را انجام دهید.  
احیا کردن رزین سختی گیر با محلول آب و نمک (REGEN) (وضعیت b)  
روش شست و شوی معکوس سختی گیرهای رزینی (احیاء کردن رزین)

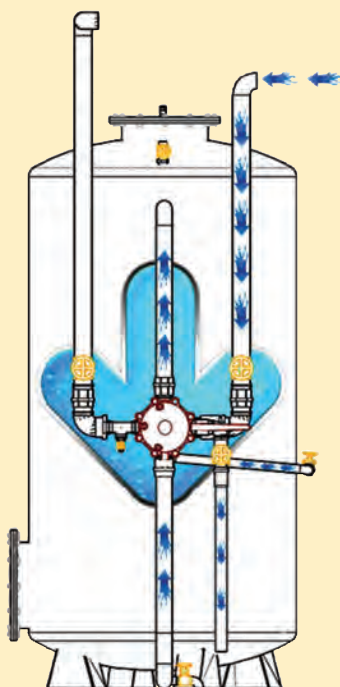
۱ ابتدا شیر شماره ۱ تا ۴ را ببندید.

۲ اهرم (دسته) شیر را به مدت ۲۰-۱۰ دقیقه روی وضعیت بک‌واش (وضعیت a) قرار دهید تا شست و شوی معکوس انجام شود. به این ترتیب مواد معلق از بستر رزین زدوده می‌شوند و فشردگی بستر کاهش می‌یابد.

۳ سپس دسته شیر سولو را در وضعیت احیاء (REGEN) (وضعیت b) قرار دهید.

۴ شیر شماره ۳ و ۴ را باز کنید تا محلول آب و نمک به مدت ۲۵ الی ۴۰ دقیقه وارد سیستم شود (حدود دو سوم آب نمک مصرف شود) برای تنظیم میزان مکش درپوش برنجی روی نازل نمک در پشت شیر سولو را باز و تنظیم نمایید. در این حالت جریان از بالا به پایین است و شیر چند راهه به کمک پدیده ونتوری آب نمک را از تانک مکش کرده و به داخل ستون رزین هدایت می‌کند. این روش برای بیشتر سختی گیرهای رزینی قابل اجراست اما باید برای اطمینان از صحت مراحل انجام شده به دستورالعمل شرکت تولید کننده مراجعه کرد.

**نکته صرفه جویی:** برای احیای آب نرم را می‌بایست در مدار بسته تا حد ممکن به گردش در آورد تا از اتلاف آن جلوگیری به عمل آید.



مسیر جریان حالت احیا کردن رزین سختی گیر با شیر نیمه اتوماتیک





## شست و شوی رزین

با توجه به دستور کار زیر مراحل شست و شوی رزین دستگاه سختی گیر را انجام دهید.

### دستور کار شست و شوی معکوس رزین با آب یا بک‌واش (back wash)

در این حالت جریان آب به صورت برعکس از کف مخزن به طرف بالا جریان پیدا می‌کند. بدین ترتیب فشردگی بستر رزین از بین رفته و مواد معلق از آن زدوده می‌شود.

**نکته ۳:** چنانچه نازل‌های فوقانی کیفیت مناسبی نداشته باشند احتمال فرار رزین در شست و شوی معکوس وجود دارد.

۱ ابتدا تمامی شیرها را ببندید.

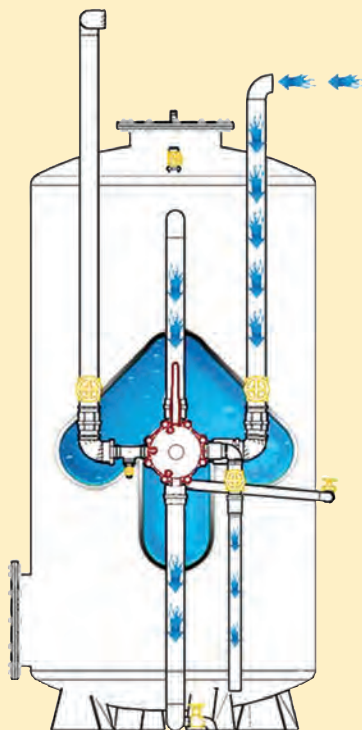
۲ دسته شیر سولو را در وضعیت (WASH) (وضعیت a) قرار دهید.

۳ شیر شماره ۱ و ۳ (شیرهای ورودی و تخلیه) را باز کنید. در این حالت آب از سمت پایین ستون رزین به داخل مخزن دستگاه وارد شده و از بالای آن خارج می‌گردد. (درست عکس مسیر تصفیه)

۴ حدود ۲۰ دقیقه صبر کنید تا کل رزین موجود در داخل مخزن دستگاه شسته شده و محلول آب و نمک از آن تخلیه گردد.

۵ آنگاه کلیه شیرها را ببندید و شیر شماره ۱ و ۲ را باز نمایید.

۶ سپس دسته شیر سولو را در وضعیت (RUN) قرار دهید. در این حالت دستگاه مجدداً آماده کار است.



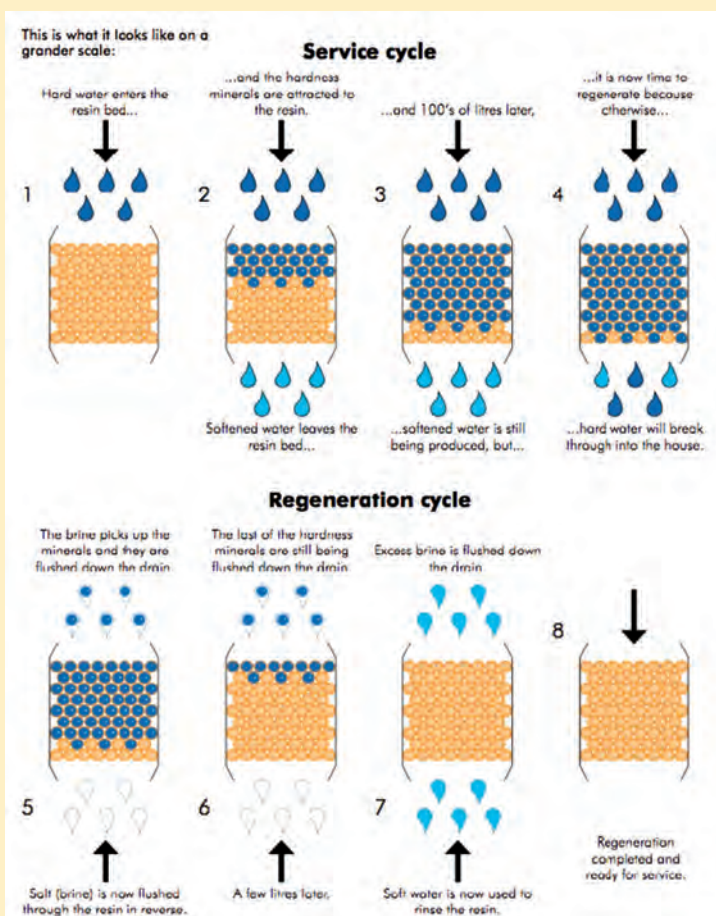
مسیر جریان حالت شست و شوی رزین

سختی گیر با شیر نیمه اتوماتیک



۱ بعد از انجام مراحل فوق با توجه به شماتیک چرخه سرویس و احیا جدول زیر را کامل نمایید:

| زمان<br>(دقیقه) | وضعیت شیر  |             | مراحل سختی گیر<br>شرح عملیات شیر چند راهه | شماره<br>وضعیت     |
|-----------------|------------|-------------|---|--------------------|
|                 | شیرهای باز | شیرهای بسته |   |                    |
|                 |            |             | شست و شوی معکوس Back Wash                 | ۲<br>احیا<br>REGEN |
|                 |            |             | شست و شو با آب نمک REGEN                  |                    |
|                 |            |             | شست و شو با آب خام RUN                    |                    |
|                 |            |             | بهره برداری RUN-In Serve                  | ۳                  |



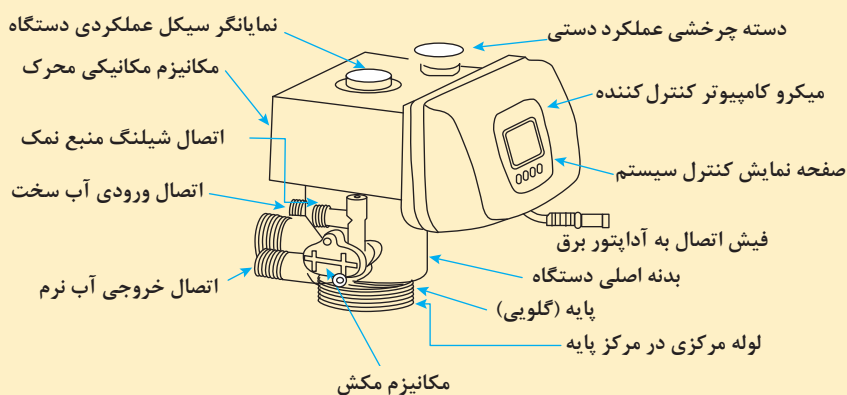
چرخه احیا و سختی گیری در سختی گیر رزینی

۲ با توجه به میزان دفع آب نمک در مراحل احیا و بک‌واش از سیستم و تأثیر دفع نامناسب آب نمک در محیط زیست و فاضلاب با یکدیگر بحث و گفت‌وگو نمایید.



## راه اندازی سختی گیر تمام اتوماتیک

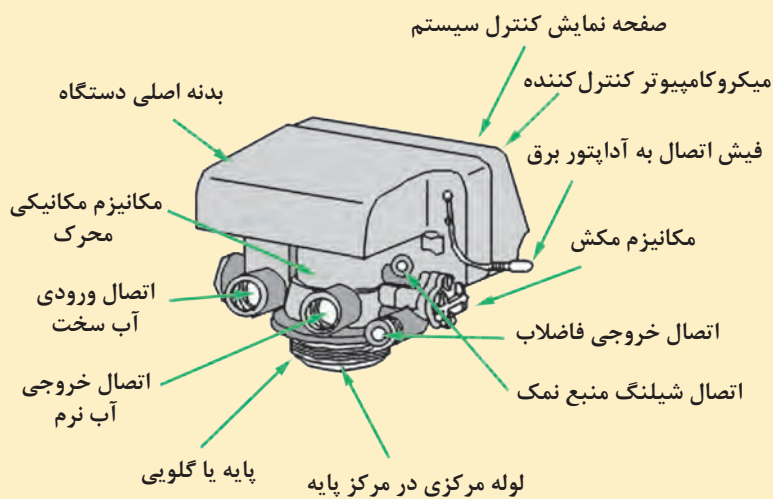
| تجهیزات       |  | مواد مصرفی                |                       |
|---------------|--|---------------------------|-----------------------|
| مقدار / تعداد | نام وسیله  | مقدار / تعداد             | نام وسیله             |
| ۱ دستگاه      | سختی گیر FRP به همراه مخزن نمک                   | با توجه به ظرفیت سختی گیر | رزین کاتیونی C100E    |
| ۱ عدد         | متعلقات جانبی شیر اتوماتیک با توجه به نوع دستگاه | ۱ عدد                     | دستورالعمل نصب سازنده |
| ۱ دست کامل    | آچار تخت میلی متری                               | ۱ جفت                     | دستکش کار             |
| ۱ عدد         | آچار فرانسه ۱۴ اینچ                              | ۱ دست                     | لباس کار              |



فرایند گردش آب در سختی گیر FRP



متعلقات سختی گیر FRP



اجزای شیر اتوماتیک

برابر دستور کار زیر یک دستگاه سختی گیر تمام اتوماتیک را نصب نمایید.  
**دستور کار راه اندازی در مخازن:** احیا در این مخازن به صورت دستی توسط اپراتور و یا به صورت اتوماتیک توسط شیر اتوماتیک صورت می گیرد.

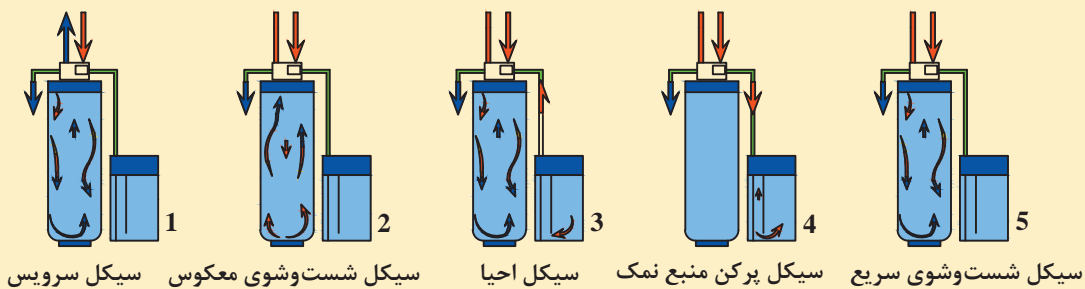
**سیکل ۱) سیکل سرویس:** آب سخت از ورودی IN به داخل دستگاه وارد شده و از بالا بر روی بستر رزین پاشیده شده، پس از تبادل یون و سختی گیری، آب تصفیه شده از منبع، داخل شیر شده و از خروجی OUT برای مصرف نهایی خارج می گردد (در شیرهای UP FLOW جهت حرکت آب معکوس است).

**سیکل ۲) شست و شوی بک واش:** آب سخت از ورودی IN به داخل شیر سختی گیر وارد شده و رزین را شست و شو داده، ضمن همگن کردن دانه های رزین و شست و شوی آنها از بالا و از مجرای DRAIN به فاضلاب هدایت می شود. در این سیکل با توجه به اینکه رزین اشباع است، آب سخت در داخل منبع باقی می ماند. این آب نباید در سیکل (۱) به سیستم وارد شود؛ بنابراین با طراحی سیکل ۵، این مشکل چاره اندیشی شده است.

**سیکل ۳) شست و شو با آب نمک:** آب سخت از ورودی IN به داخل شیر وارد شده، با عبور از مکانیزم مکش شیر که دارای نازل مخصوصی است، بر اساس خاصیت ونتوری به همراه خود آب نمک (یا محلول احیا کننده) را مکش نموده و با پاشش آن بر روی رزین اشباع، آن را احیا می کند و پس از وارد شدن به شیر، چون دارای مقدار زیادی یون های مزاحم گرفته شده از رزین است، از خروجی DRAIN به فاضلاب هدایت می شود.

**سیکل ۴) پرکن نمک:** آب ورودی به دو قسمت تقسیم می شود، یک قسمت منبع نمک را پر می نماید و قسمت دیگر داخل شیر و سیستم مکش شیر را شست و شو می دهد و از تجمع رسوبات در هر سیکل در داخل شیر و سیستم مکش جلوگیری می کند.

**سیکل ۵) شست و شوی سریع:** در این سیکل، آب ورودی از مجرای IN داخل شده و آب شوری که طی سیکل ۳ در منبع جمع گشته را به فاضلاب هدایت می کند.



مراحل مختلف کار سختی گیر FRP

- ۱ فشار کار مخازن FRP ۱۰-۵ بار و فشار کار شیرها ۶ بار است.
- ۲ محدودیت دمایی مخازن و شیرها ۴۹ - ۵ درجه سلسیوس و محل نگهداری در شرایط سربسته و دور از تابش مستقیم نور خورشید و بارندگی و ضرب دیدگی باشند.



### جدول مراحل و زمان بندی سختی گیر اتوماتیک

| زمان (دقیقه) | شرح عملیات  | مراحل سختی گیر  | مراحل |
|--------------|---|---|-------|
|              | با توجه به ظرفیت سختی گیر   | برای تماس مناسب بین رزین و آب شدت جریان پیشنهادی ۱۰ تا ۴۵ لیتر در دقیقه به ازای هر متر مکعب | ۱     |
| ۸-۱۵         | شست و شوی معکوس Back Wash   | احیا<br>REGEN.  | ۲     |
| ۱۵-۵۰        | حرکت از بالا به پایین محلول آب و نمک در بستر رزین (Downflow Brine Function) |   |       |
| ۱۵-۶۰        | شست و شوی آرام (Slow Rinse)   |   |       |
| ۶-۱۲         | شست و شوی سریع (Fast Rinse)   |   |       |
| ۲۵           | پر شدن تانک محلول آب و نمک (Salt Tank Refill)                               | RUN-In Serve<br>بهره برداری   | ۳     |

در مورد پدیده channeling در داخل سختی گیر تحقیق و نتیجه را به کلاس اعلام نمایید.

پژوهش





### تست و راه اندازی آزمایشی دستگاه

- ۱ دستگاه را بر روی سختی گیر نصب نمایید و لوله کشی های مربوطه را انجام دهید. شایان ذکر است دستگاه می تواند به دو صورت نصب از بالا و یا نصب از پهلو به منبع سختی گیر نصب گردد.
- ۲ شیر فلکه اصلی ورود آب به سیستم را تا ۴/۱ باز کنید، تا آب به داخل سیستم و منبع وارد شود. هنگامی که جریان آب متوقف شد، به آرامی شیر فلکه خروجی آب را باز کنید تا هوای سیستم خارج شود، سپس شیر فلکه خروجی را ببندید.
- ۳ سپس شیر فلکه ورودی را کاملاً باز کنید.
- ۴ کلید L را چند بار فشار دهید تا به حالت back wash برسد در این حالت بگذارید آب به مدت ۴ دقیقه از مسیر فاضلاب خارج گردد.
- ۵ منبع نمک را از آب پر کرده و آن را از مقدار کافی نمک پر کنید، سپس نمک را در حد امکان در آن حل نمایید.
- ۶ کلید L را چند بار بفشارید تا به حالت احیا (Regeneration) برسد. بگذارید تا کاملاً آب منبع نمک مکیده شود.
- ۷ کلید L را فشار دهید تا به حالت پرکردن منبع آب نمک (Brine Refill) وارد شده و منبع آب نمک تا حد مورد نیاز پر شود.
- ۸ کلید L را بفشارید تا به حالت شست و شوی سریع (Fast Rinse) وارد شود اجازه دهید برای مدتی این سیکل نیز به صورت آزمایشی کار کند.
- ۹ از آب نمونه برداری کنید، اگر کیفیت آب مطلوب بوده کلید L را فشار دهید تا دستگاه به حالت سرویس (In serve) برگردد.
- ۱۰ با فشردن کلید L سیستم به حالت سرویس (In serve) برمی گردد.
- ۱۱ پارامترهای مورد نظر را طبق دستور عملکرد دستگاه، تنظیم نمایید. دستگاه آماده عملکرد خودکار است.

صفحه نمایش کنتری و تنظیم دستگاه:



## تذکرات مهم ایمنی و زیست محیطی

- ضروری است از یخ‌زدگی رزین و آب در سختی‌گیر جلوگیری به عمل آید، یخ‌زدگی موجب از بین رفتن رزین می‌گردد.
  - سختی آب خروجی از سختی‌گیر همواره باید از طریق شیر نمونه‌گیری به وسیله کیت سختی سنج کنترل گردد. به محض اینکه سختی آب از حد مجاز بیشتر شود، باید نسبت به عمل احیا اقدام نمایید.
  - اطمینان حاصل کنید در زمان احیا، فشار داخل مخزن بین ۱/۷ بار تا ۳/۵ بار باشد. اگر فشار داخل مخزن کم باشد، در مکش آب نمک اختلال ایجاد خواهد شد و در فشارهای بالا ممکن است قطعات شیر چند راهه صدمه ببیند.
  - بهتر است در فشارهای بالاتر از ۴/۵ بار قبل از ورودی شیر چند راهه، از یک شیر فشارشکن استفاده نموده، یا حداقل در زمان تغییر موقعیت دسته شیر چند راهه، شیر شماره ۱ (ورودی) را بسته تا از وارد شدن فشار ناگهانی به شیر چند راهه جلوگیری شود.
  - هنگام حرکت دادن دسته شیر چند راهه، آن را به آرامی به طرف خود کشیده و در موقعیت مورد نظر قرار دهید. چرا که با رها کردن ناگهانی ممکن است قطعات داخلی شیر صدمه ببیند.
  - میزان مکش آب نمک در کارخانه از پیش تنظیم شده است در صورت نیاز امکان تنظیم مجدد مکش آب نمک در پشت شیر چند راهه کنار لوله آب نمک وجود دارد. (میزان مکش باید به گونه‌ای باشد که احیای رزین با آب نمک با غلظت حدود ۱۰٪ انجام شود.) کاهش مکش آب نمک می‌تواند به دلیل کاهش فشار درون سختی‌گیر باشد. همچنین لازم است کنترل شود عاملی موجب گرفتگی مسیر آب نمک نگردد.
  - استفاده از آب‌های گل‌آلود و دارای مواد معلق و همچنین آب‌هایی که دارای املاح آهن، منگنز، مس و دیگر فلزات سنگین می‌باشند، رزین‌های سختی‌گیر را زود فرسوده و آب‌دهی دستگاه سخت‌گیر را کم می‌کنند. توصیه می‌شود قبل از دستگاه سختی‌گیر، مواد معلق آب توسط یک فیلترشنی جداسازی شوند.
  - توصیه می‌گردد سالی یکبار بدون اینکه شیر چند راهه باز شود از شکاف بین کلاهک و بدنه شیر، با گریس معمولی عملیات گریس‌کاری انجام شود.
- بسته به نوع رزین استفاده شده در محصولات رزین باید تا حدود ۱۰ سال تعویض گردد. اما این رزین اگر از کیفیت خوبی برخوردار باشد و از آب شهر در تغذیه آن استفاده شده باشد، این عدد تا ۱۵ سال هم می‌تواند ارتقا یابد. از آنجا که رزین‌های مورد استفاده طبیعی بوده دفع آن در طبیعت بدون هیچ مشکلی امکان‌پذیر است.



### ارزشیابی شایستگی نصب سختی گیر

#### شرح کار:

- استقرار مخزن
- لوله کشی مخزن
- شارژ دستگاه

#### استاندارد عملکرد:

نصب سختی گیر با استفاده از ابزار لازم با رعایت اصول فنی و ایمنی برابر نقشه و دستورالعمل سازنده  
**شاخص‌ها:**

- استقرار مخزن به صورت تراز و برابر نقشه
- اتصال لوله‌ها به صورت آب‌بند و برابر نقشه
- اتصال کنترل‌ها و شیرها برابر نقشه
- شارژ و راه‌اندازی دستگاه

#### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

##### شرایط:

کارگاه تأسیسات استاندارد به ابعاد ۶ × ۸ متر دارای تهویه کافی با نور کافی به انضمام لوازم ایمنی و سیستم سرمایشی و گرمایشی ایمن  
 زمان: ۳ ساعت

#### ابزار و تجهیزات:

نقشه کار - دستگاه سختی گیر رزینی - دستگاه سختی گیر اسمز معکوس ۷ مرحله‌ای آب شهر - ابزار لوله‌کشی

#### معیار شایستگی

| ردیف | مرحله کار   | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|------|---|-----------------------|------------|
| ۱    | استقرار سختی گیر  | ۱                     |            |
| ۲    | اتصال به سیستم لوله کشی   | ۲                     |            |
| ۳    | شارژ و راه‌اندازی دستگاه  | ۲                     |            |
|      | شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:<br>۱- تصمیم‌گیری و تجزیه و تحلیل موقعیت<br>۲- به‌کارگیری لباس کار، عینک، دستکش و کفش ایمنی<br>۳- رعایت اصول ایمنی<br>۴- توجه به کاهش سختی بر سیستم موتورخانه و بدن<br>۵- رعایت در دفع اصولی نمک در محیط | ۲                     |            |
|      | میانگین نمرات   | *                     |            |

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

