

### روش‌های کاهش سختی:

#### روش تدریس:

با توجه به اهمیت موضوع سختی، پیش از نصب انواع سختی گیر شناخت دستگاه و نحوه عملکرد آن به کمک فیلم آموزشی و تصاویر کمک شایانی در نصب صحیح دستگاه خواهد نمود. در ذیل مطالب مرتبط با علم سختی گیر و روش‌های جلوگیری از ایجاد رسوب و خوردگی بیان شده است.

#### زیان‌های سختی بالای آب در سیستم آب گرم بهداشتی:

آب مصرفی در سیستم تهویه مطبوع، آب سرد و گرم بهداشتی می‌تواند مشکلات و مسائلی به وجود بیاورد. آب به عنوان یک حلال بزرگ، گازهای هوا و مواد معدنی درون خاک‌ها و صخره‌هایی را که با آنها در تماس قرار می‌گیرد می‌تواند در خود حل نماید. شرایط محیطی تجهیزات تأسیسات مکانیکی، ممکن است عامل ایجاد لجن و جلبک در سیستم باشد. برای تأمین شرایط کنترل مناسب و مؤثر سیستم، بایستی کل سیستم و منابع آب مورد ارزیابی قرار گیرد. برای تمام سیستم‌ها، یک برنامه تصفیه آب باید در نظر گرفته شود، زیرا ممکن است در آنالیز نهایی سیستم، تصفیه آب ضروری تشخیص داده شود.

**توجه:** هنرجو باید به اهمیت تصفیه و کاهش سختی آب در صنعت پی ببرد لذا مزایای این عمل را برای او تشریح نمایید.

#### مزایای تصفیه آب

یک برنامه تصفیه آب، جنبه‌های اقتصادی سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از طرفی عملیات پیوسته و رضایت بخش تر سیستم را نیز تضمین می‌نماید. برخی از این مزایا عبارت است از:

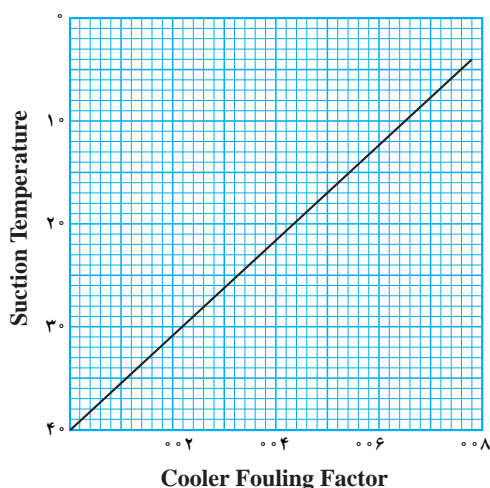
- کاهش هزینه‌های تعمیراتی
- کاهش توان مصرفی سیستم
- افزایش راندمان تجهیزات
- کاهش افت فشار سیستم
- افزایش راندمان سطح انتقال حرارت

کاهش هزینه اولیه سیستم (به دلیل در نظر گرفتن رسوب‌زایی سیستم) آب سخت در حالت طبیعی می‌تواند رسوب (scale) ایجاد کند، هنگامی که گرم می‌شود، لایه‌ای رسوبی از خود به جا خواهد گذاشت. این رسوب و دیگر ناخالصی‌ها در درون لوله‌ها، شیرها و پمپ‌ها انباشته شده و مانعی در مسیر جریان سیال ایجاد می‌نماید. شکل ۱۳ رسوب ایجاد شده درون لوله فولادی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- مقایسه دو لوله کار کرده در دو حالت آب تصفیه شده (treated) و تصفیه نشده (untreated)

علاوه بر این یک لایه بسیار نازک رسوب می‌تواند به شدت بازده سطح انتقال حرارت را تحت تأثیر قرار دهد. نمودار ۱، اثر ضخامت‌های مختلف لایه رسوب بر درجه حرارت یک مبدل حرارتی را نشان می‌دهد. این نمودار را به هنجاریان نشان داده تا تأثیر ضخامت سختی را بر کاهش دما مشاهده کنند و به ضرورت سختی‌گیری پی ببرند.



نمودار ۱ - تأثیر رسوب بر درجه حرارت مبدل حرارتی

### روش‌های تعیین سختی آب:

دقیق‌ترین روش برای تعیین سختی آب، محاسبه آن از آنالیز کامل شیمیایی آب است. وقتی نمکی مانند کلرید سدیم، NaCl، در آب حل می‌شود، دو یون جدا از هم Na و Cl به وجود می‌آید که به‌طور جداگانه اندازه‌گیری می‌شوند. عملاً می‌توان فلز کلسیم را جداگانه و بدون توجه به ترکیب آن با بنیان بی‌کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ ) که تولید بی‌کربنات کلسیم  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  می‌کند و یا بنیان سولفات،  $\text{SO}_4$  و تشکیل سولفات کلسیم  $\text{CaSO}_4$ ، تعیین نمود. به همین ترتیب بنیان‌های اسیدی را نیز به‌طور جداگانه می‌توان اندازه‌گیری نمود، یعنی بی‌کربنات، سولفات و کلرید را بدون توجه به فلزات ترکیب شده با آنها مشخص می‌کنیم.

### ارزیابی سیستم‌های آب:

ارزیابی آب و نوع سیستم گردش آب ارتباط نزدیک با یکدیگر دارند:

ارزیابی آب یک سیستم گرمایی عبارت است از:  
۱- سنجش سختی ۲- PH ۳- TDS ۴- TSS

به نظر شما برای اندازه‌گیری سختی آب از کدام یک از محل‌های نشان داده شده در شکل استفاده می‌شود؟ پاسخ این بحث کلاسی صفحه ۱۲ می‌تواند یکی از نقاط زیر باشد.

(قبل از سختی‌گیر، بعد از سختی‌گیر، آب بهداشتی)

ارزیابی سیستم شامل تعداد و نوع مدارات آب، مواد و مصالح مصرفی و محل تجهیزات می‌شود. هر نوع از مدارات آب نیازمند نوع متفاوتی از تصفیه و سختی‌گیری آب است.

## عوامل اولیه رسوب کربنات کلسیم

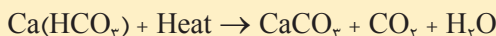


پژوهش زیر را به هنرجویان ارائه نمایید و بخواهید نتایج آن را به کلاس ارائه دهند.

### پژوهش



۱ شرایط ایجاد کربنات کلسیم را از بی کربنات کلسیم در مجاورت گرما بیابید. (جواب):



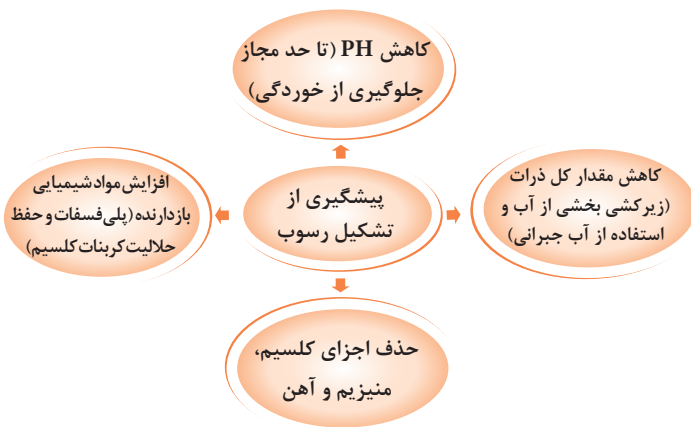
آب + دی اکسید کربن + کربنات کلسیم      گرما + بی کربنات کلسیم

۲ چگونه می توان کربنات کلسیم را به بی کربنات کلسیم تبدیل نمود (با افزودن دی اکسید کربن در آب و تولید گاز کربنیک و یا مواد اسیدی دیگر)

### پیشگیری از تشکیل رسوب:

- روش های متعددی برای پیشگیری یا به حداقل رساندن رسوب گیری وجود دارد:
- ۱ افزایش مقدار کل ذرات جامد که در اثر تبخیر آب سیستم گردش مجدد ایجاد شده است را می توان به وسیله زیرکشی بخشی از آب و استفاده از آب جبرانی، کنترل نمود.
  - ۲ تمایل رسوب کردن کربنات کلسیم را می توان با افزایش مواد شیمیایی بازدارنده کنترل کرد؛ مانند پلی فسفات ها که باعث حفظ حلالیت کربنات کلسیم در آب می شوند.
  - ۳ PH آب را می توان با افزایش اسید (معمولاً اسید سولفوریک) پایین آورده و قلیائیت را کاهش داد. اما افزایش اسید نباید در حدی باشد که خوردگی را افزایش دهد.

۴ می‌توان قبل از استفاده، آب را تصفیه کرد تا اجزای کلسیم، منیزیم و آهن که ترکیبات نسبتاً غیرقابل انحلال ایجاد می‌کنند، حذف شوند.



## تصفیه آب

آبی که در طبیعت یافت می‌شود معمولاً قابل استفاده مستقیم نیست و باید قبل از استفاده تصفیه شود. این کار به‌ویژه برای آب‌های روی زمینی بیشتر ضرورت دارد. سه روش کلی تصفیه آب عبارت‌اند از:



## ● انواع تصفیه:

● **تصفیه خارجی:** کلیه روش‌ها برای رهایی از مشکلات ناشی از وجود ناخالصی قبل از ورود آب به داخل واحد صنعتی را تصفیه خارجی گویند که شامل روش‌هایی چون آهک‌زنی، استفاده از رزین‌های تعویض یونی و فیلتراسیون است.

● **تصفیه داخلی:** در صورت کم بودن دبی آب ممکن است هزینه تصفیه آب به روش‌های خارجی خیلی زیاد باشد لذا برای حذف کامل ناخالصی‌ها با افزودن مواد شیمیایی مناسب به آب در خود واحد صنعتی عمل تصفیه انجام می‌پذیرد که به آن تصفیه داخلی می‌گویند. بدین ترتیب که برای جذب باقیمانده اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در آب بویلر و همچنین خارج نمودن موفق رسوب به کمک زیرکشی بایستی با تزریق یک یا چند ماده شیمیایی ترکیبات تشکیل‌دهنده رسوب را به لجن‌های سیال و آزاد تبدیل کرد.

## ● مراحل تصفیه آب آشامیدنی:

● قبل از ورود آب از منبع‌های روزمینی مانند رودخانه به تصفیه‌خانه، به منظور جمع‌آوری مواد شناور، به کمک این شبکه‌های فلزی مواد بزرگ شناور در آب گرفته می‌شود.

● ۱.۲ ته‌نشینی بدون استفاده از مواد شیمیایی تصفیه در استخرهای ته‌نشینی را تصفیه مقدماتی گویند به دلیل کاهش سرعت ذرات معلق در آب امکان ته‌نشین شدن پیدا می‌کنند.

● ۲.۲ ته‌نشینی با استفاده از مواد شیمیایی

● به کمک مواد شیمیایی باردار و انعقادکننده

● مواد شیمیایی با نمک‌های محلول در آب مانند سولفات آلومینیم (زاج سفید)،

کلرور آلومینیم، سولفات آهن و سولفات مس (کات کبود)

● تصفیه نهایی آب است از نظر سرعت آب شامل:

● ۱.۳ صافی‌های شنی کند

● ۲.۳ صافی‌های شنی تند

● ۳.۳ صافی‌های شنی تحت فشار: مهم‌ترین موارد استفاده صافی تحت فشار:

● ۱- تصفیه آب‌های سطحی ۲- آب استخر ۳- آب برگشتی برج خنک کن

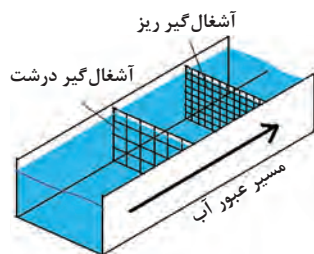
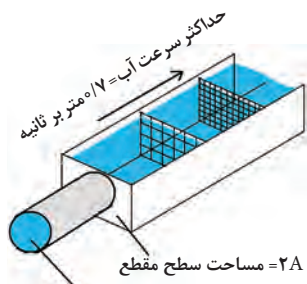
● ۴- طعم و رنگ نامطبوع و کلرزدایی ۵- پساب صنعتی

● هوادهی، به‌عنوان یک واحد تصفیه باعث کاهش غلظت مواد فرار در آب مانند گاز کربنیک، ازت، هیدروژن سولفور، اکسیژن، متان و نیز مواد فرار مولد بو و طعم می‌شود.

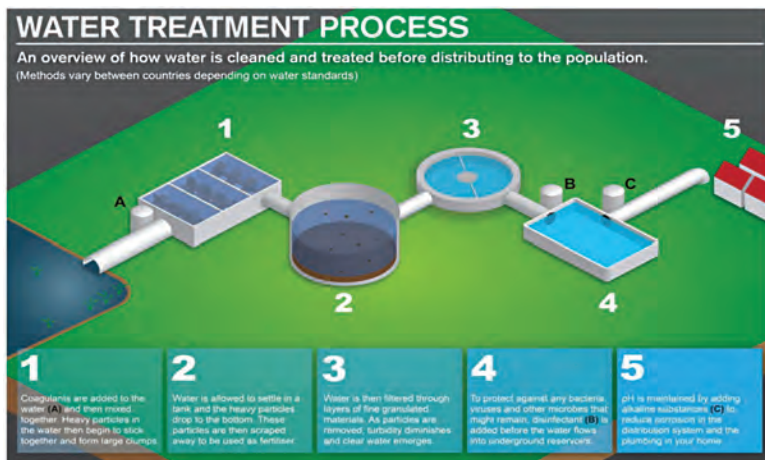
● همچنین باعث کاهش غلظت آهن و منگنز موجود در آب‌های زیرزمینی شده که منشأ آب شرب اکثر شهرهای ایران است و نقش تصفیه آب را ایفا می‌نماید.

● آبی که برای آشامیدن تهیه می‌شود باید عاری از باکتری‌های مضر باشد. با

افزودن کلر، ترکیبات آلی در آب اکسید می‌شوند. مقدار آب برای نابود کردن تمامی باکتری‌های موجود در آب کافی باشد و نیز مقدار آن نیز از لحاظ ایجاد مزه نامطلوب در آب بیش از حد مجاز نباشد.



شکل ۱۴ - آشغال گیر مکانیکی



شکل ۱۵ - مراحل تصفیه آب

## سختی آب در مناطق مختلف ایران

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. بسیاری از شهرهای کویری ایران که خاک قلیایی (خاکی مملو از فلزات قلیایی خاکی) دارند، از جمله شهرهای قم، زاهدان، گرمسار و سمنان هستند که میزان سختی آب در آنها بالاست، به طوری که در استان‌های سیستان و سمنان، سالانه چندین بار باید پوشال‌های کولر آبی را به‌علت اینکه مقدار فراوانی املاح روی آن رسوب کرده است تعویض کرد.

### سختی گیر (Water Softener)

در این بخش از هنرجو بخواهید که حتماً کارهای کلاسی را انجام و نتیجه را به شما گزارش دهد. این عمل باعث می‌شود که درک بالایی از کاربرد انواع سختی گیر پیدا کند. در مطالب زیر پاسخ کار کلاسی‌ها داده شده است.

برای کاهش سختی آب چهار روش عمده وجود دارد:

۱ روش تعویض یونی (Ion Exchange) با استفاده از بستر رزینی (Resin)

۲ روش اسمز معکوس (Reverse Osmosis)

۳ روش سختی گیر پلی فسفات

۴ روش مغناطیسی و الکترومغناطیسی (الکترونیکی)

سختی گیر رزینی، سختی گیر مکانیکی یا سختی گیرهای تبادل یونی، رایج‌ترین انواع سختی گیر در بازار هستند. سختی گیرهای شیمیایی و فیزیکی، اگرچه گاهی اوقات به‌عنوان «نرم‌کننده» به آنها رجوع می‌شود، اما مواد معدنی سخت را از آب پاک نمی‌کنند، بلکه از ته‌نشین شدن یا چسبیدن آنها به سطوح، جلوگیری می‌کند. تنها راه‌حل برای نرم کردن آب سخت، پاک کردن مواد معدنی کلسیم و منیزیم، از آب است. فقط سختی گیرهای تبادل یونی (رزینی) و برخی روش‌های فیلتراسیون این کار را انجام می‌دهند.

**مزایا:** سختی گیرهای تبادل یونی، تمامی نیازهای آب نرم واقعی را برای مصارف خانگی و صنعتی، برآورده می‌کنند.

**معایب:** مشکلات اصلی سختی گیرهای تبادل یونی عبارت‌اند از:

۱ گران بودن آنها

۲ بالا بودن هزینه راه‌اندازی و نگهداری آنها

۳ جاگیر بودن سختی گیر

همچنین آب سختی‌گیری شده حاوی سدیم بوده که برای آشامیدن مناسب نیست. البته این مشکل را می‌توان با در نظر گرفتن یک خروجی که آب سختی‌گیری



نشده از آن بیرون می‌آید، حل نمود. یک راه حل دیگر برای از بین بردن محتویات سدیم، استفاده از دستگاه تقطیر کننده آب است.

### کاربردهای سختی‌گیر رزینی

کاربرد سختی‌گیرها رزینی معمولاً برای مصارف صنعتی، شهری و تجاری استفاده می‌شوند. از کاربردهای سختی‌گیر می‌توان موارد زیر را نام برد:

- ۱ آب آشامیدنی
- ۲ آب جبرانی دیگ و رآکتور
- ۳ برج خنک کننده با آب
- ۴ آب با درجه خلوص بالا
- ۵ خشکشویی‌ها و رستوران‌های بزرگ
- ۶ حفاظت از عناصر انتقال حرارت و نازل اسپری
- ۷ استفاده در اسمز معکوس و یا سیستم دیونیزه
- ۸ تصفیه فاضلاب
- ۹ بازسازی آب

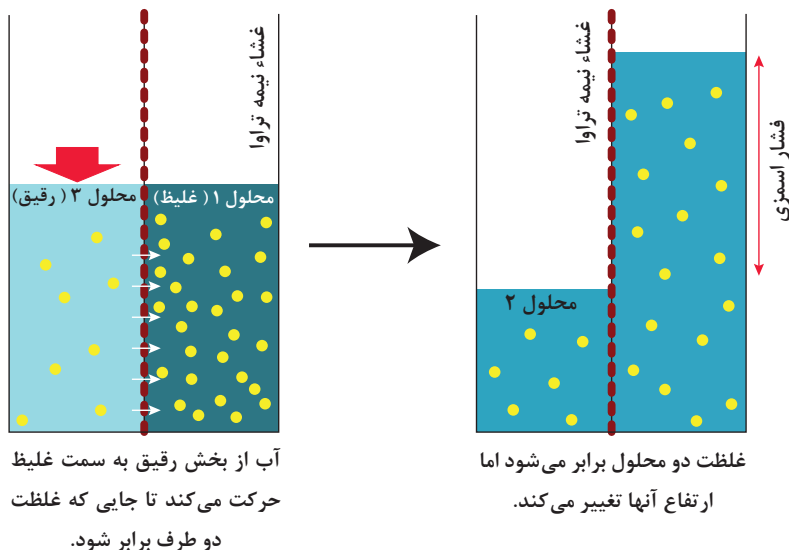
### اسمز معکوس (Reverse Osmosis)

فرایندی فیزیکی است که می‌توان از محلولی به کمک یک غشاء نیمه تراوا، حلال تقریباً خالص تهیه کرد.

اسمز معکوس نوعی تکنولوژی تصفیه 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 فائق آمدن بر فشار اسمزی استفاده می‌گردد. فشار اسمزی یک ویژگی مبتنی بر تعداد ذرات است که خود تحت تأثیر قابلیت‌های شیمیایی و پارامترهای ترمودینامیکی است. 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. نتیجه این است که حل شونده (ناخالصی‌ها) در یک سوی فشار غشا باقی مانده و حلال خالص (آب) به سمت دیگر رانده می‌شود. در راستای «عملکرد گزینشی»، این غشا نایستی 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.

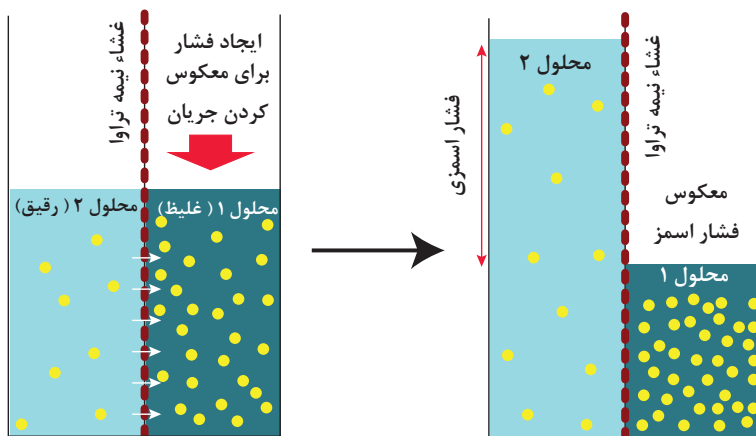
در فرایند اسمز طبیعی، حلال (آب) از محیط با غلظت کمتر (پتانسیل بیشتر آب) از طریق غشا به محیطی با غلظت بیشتر (پتانسیل کمتر آب) می‌رود. حرکت

حلال خالص در راستای کاهش انرژی آزاد سیستم و از طریق ایجاد تعادل در غلظت محلول در هر دو طرف غشا برقرار می‌گردد که موجب برقراری فشار اسمزی می‌شود.



شکل ۱۶ - اسمز طبیعی

برای معکوس کردن این جریان باید فشار خارجی زیادی جهت تغییر جهت در جریان طبیعی حلال خالص (آب) ایجاد شود و به همین دلیل به آن اسمز معکوس می‌گویند. این فرایند مشابه سایر کاربردهای تکنولوژی غشا است. با این حال تفاوت‌های اساسی بین اسمز معکوس و فیلتراسیون وجود دارند. مکانیزم عمده در فیلتراسیون غشایی جداسازی بر مبنای سایز است و بنابراین فرایند به صورت تئوریک قادر به دستیابی به جداسازی کامل اجزا فارغ از سایر پارامترهای عملیاتی از قبیل فشار یا غلظت مؤثر است. به علاوه، اسمز معکوس شامل مکانیسم‌های انتشار می‌گردد. به گونه‌ای که جداسازی به صورت مؤثری وابسته به غلظت، فشار و شدت جریان آب است. اسمز معکوس عمدتاً به دلیل کاربرد در تصفیه آب آشامیدنی از آب دریا، با جداسازی نمک و سایر مواد زائد شناخته شده است.

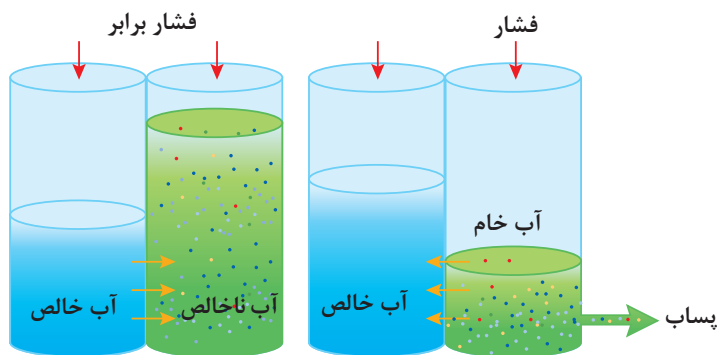


بر اثر فشار ایجاد شده، آب از سمت غلیظ به سمت رقیق می‌رود تا زمانی که فشار دو طرف برابر شود.

در یک سمت محلول کاملاً رقیق و در سمت دیگر محلول بسیار غلیظ باقی می‌ماند.

شکل ۱۷ - اسمز معکوس

با توجه به شکل:



شکل ۱۸ - پدیده اسمز معکوس

شکل سمت چپ: مولکول‌های آب در قسمت آب خالص، به خاطر پدیده طبیعی اسمز وارد محفظه آب ناخالص می‌شوند.

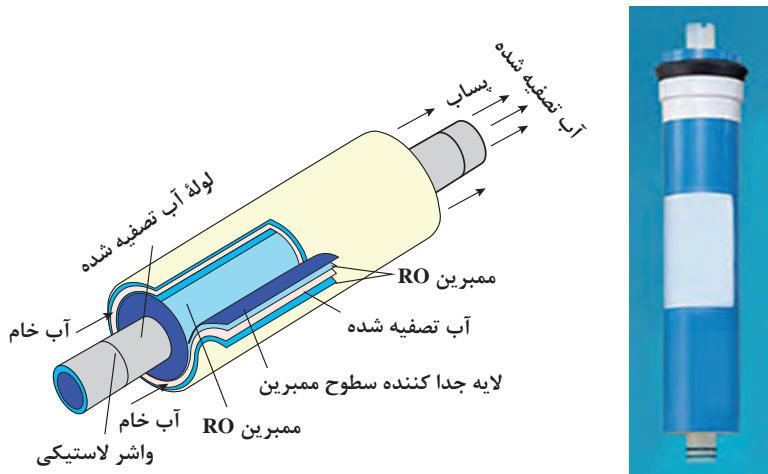
شکل سمت راست: می‌توان با اعمال فشار  $P$  (به میزان بالاتر از فشار اسمزی) مولکول‌های آب را وادار کرد که از محفظه آب شور وارد محفظه آب خالص شوند. بنابراین با اعمال فشار مکانیکی به آب شور، مولکول‌های آب از مولکول‌های نمک (ناخالصی) جدا و آب شیرین تهیه می‌شود. این فرایند را اسمز معکوس می‌گویند.

تکنولوژی اسمز معکوس در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی: هر دستگاه تصفیه آب اسمز معکوس (اعم از خانگی و یا صنعتی) به صورت ساده شامل قسمت‌های زیر است:

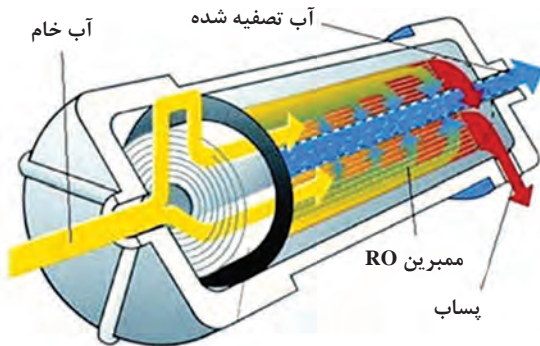
الف) غشاء نیمه تراوا (ممبران)  
ب) پمپی که بتواند فشار لازم آب ورودی به سیستم را تأمین کند.  
ج) خروجی پساب (فاضلاب)

در دستگاه‌های اسمز معکوس خانگی، آب خام (تصفیه نشده) پس از عبور از سه فیلتر اولیه (پیش فیلترها) و انجام تصفیه اولیه، با فشار پمپ (ماکزیمم فشار ۱۰۰ PSI) وارد محفظه (هوزینگ)‌ای که حاوی ممبران RO است می‌شود. ممبران از چندین لایه غشای نیمه تراوا که به دور یک لوله مرکزی پیچیده شده‌اند تشکیل شده است.

چون ناخالصی‌ها قادر به عبور از غشاء نیستند از این‌رو در یک طرف غشاء آب تقریباً خالص وجود خواهد داشت که راهی لوله مرکزی شده و به سمت خروجی آب تصفیه شده هدایت می‌شود. در طرف دیگر لایه‌های غشاء، آب تغلیظ شده از ناخالصی‌ها وجود خواهد داشت که به سمت مجرای فاضلاب هدایت می‌شود. شکل زیر برشی از یک محفظه RO که ممبران در آن قرار گرفته است را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ - برش محفظه Ro



شکل ۲۰ - پمپ تصفیه آب خانگی

وجود پمپ به این دلیل است که آب جهت عبور از چشمه‌های غشاء که قطر آنها ۰/۰۰۰۱ میکرون است، نیاز به فشار دارد، لذا وجود پمپ در سیستم ضروری است. خروجی پساب در سیستم‌های اسمز معکوس، به منظور دفع ناخالصی‌هایی که توسط غشاء از آب جدا شده است، تعبیه شده و در واقع آب تغلیظ شده و سرشار از ناخالصی‌ها از طریق خروجی پساب وارد فاضلاب می‌شود. همچنین عبور آب از روی سطح غشاء و جاری شدن آن به مجرای فاضلاب باعث می‌شود که ناخالصی‌های جدا شده از آب روی سطح غشاء رسوب‌گذاری نکنند و باعث کاهش عمر غشاء نشوند. در صورتی که مجرای خروجی پساب بنا به هر دلیلی بسته شود، غشاء در مدت زمان کوتاهی کاملاً کیپ شده و می‌بایست تعویض شود. با توجه به اینکه غشاء اسمز معکوس از قیمت نسبتاً بالایی برخوردار است، در نظر گرفتن خروجی پساب جهت افزایش عمر غشاء مقرون به صرفه خواهد بود. میزان فاضلاب در سیستم‌های مختلف متفاوت است. اما معمولاً نسبت پساب سیستم به تولید آن، سه به یک است. به عبارتی در بدو راه‌اندازی سیستم، به ازای هر یک واحد آب تصفیه شده، سه واحد آب وارد فاضلاب خواهد شد.

## نصب و راه‌اندازی سختی‌گیر اسمز معکوس

### روش تدریس:

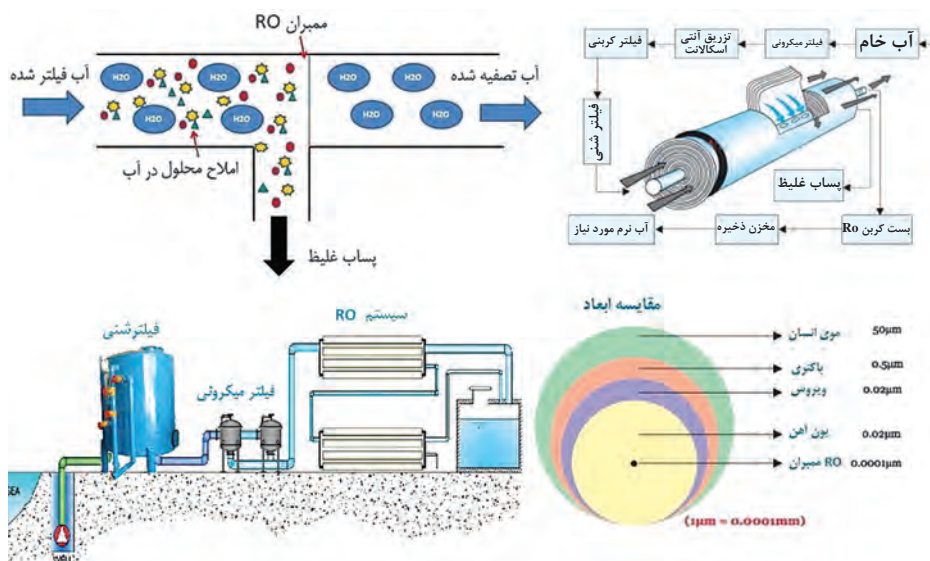
توصیه می‌شود برای انجام این آزمایش ابتدا دستورالعمل نصب و راه‌اندازی مطالعه شود و فیلم آموزشی نیز نمایش داده شود و سپس توسط هنرآموز اجرا و نکات مربوطه توضیح داده شود.

در صورت بروز نشتی حتماً علت آن را دقیق بررسی نموده و در صورت نیاز به باز کردن اجزای دستگاه اسمز معکوس، آن را باز و با حوصله و دقت دوباره همان مراحل را طی نمایید.

جدول محدوده اندازه اطراف محل استقرار سختی گیر

محل استقرار			
فاصله از دیوار پشت (cm)	ارتفاع فونداسیون (cm)	فاصله از دیوار پهلو (cm)	فاصله از تجهیزات جانبی (cm)
۵۰	۲۵-۴۵	۵۰	۸۰

نمودار زیر به فهم مطلب برای هنرجو می تواند بسیار کمک نماید. نمودار را در کلاس نمایش دهید تا مراحل تهیه آب نرم مصرفی را ببینید سپس از او بخواهید چنین نموداری برای دستگاه های با مراحل کمتر یا بیشتر تهیه و به کلاس ارائه نماید.



شکل ۲۱ - مراحل تصفیه

ارزشیابی تکوینی (نصب و راه اندازی سختی گیر اسمز معکوس)

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	نصب شیر برداشت		سوراخ کاری سینک یا نصب شابلون L		
			شناخت اتصالات و واشرهای مورد نیاز		
			اجرا و نصب صحیح شیربرداشت		
۲	گرفتن انشعاب آب ورودی به دستگاه		۱- انتخاب وسایل و ابزار		
			۲- باز نمودن شیر پیسوار		
			۳- نصب سه راهی تبدیل		
			۴- نصب مجدد شیر پیسوار و سه راهی در محل زانوی شیر پیسوار		
۳	تعبیه خروجی فاضلاب دستگاه		۱- سوراخکاری و نصب بست زینچه پلاستیکی		
۴	نصب دستگاه		۱- انتخاب وسایل و ابزار		
			۲- نصب اجزای دستگاه تصفیه و انواع فیلتر		
			۳- نصب شاسی دستگاه و مخزن در محل پیش بینی شده		
۵	اتصال انشعاب		۱- اتصال انشعاب آب ورودی ۲- اتصال انشعاب آب خروجی		

		۱- تست فشار مخزن			۶	راه اندازی و تست دستگاه
		۲- اجرای پریز برق نزدیک دستگاه با رعایت مسائل ایمنی				
		۳- راه اندازی دستگاه و بررسی نشستی و بررسی آب سختی گیری شده (TDSسنج)				
<b>جمع نمره</b>						
		رعایت ایمنی در کار با ابزار برش و سوراخ کاری هنگام آن و رعایت ضوابط برقی		رعایت ایمنی و شخصی و کارگاهی	۷	
		زمان بندی شروع و پایان کار و زیبایی اجرای کار و نصب		دقت و سرعت در انجام کار	۸	
		۱- رعایت مسایل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار ۳- اتصال درست شیلنگ تخلیه دستگاه قبل از سیفون		رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار	۹	
		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استانداردهای - انضباط		پیاده سازی ۵S در محیط کار	۱۰	
<b>جمع نمره</b>						

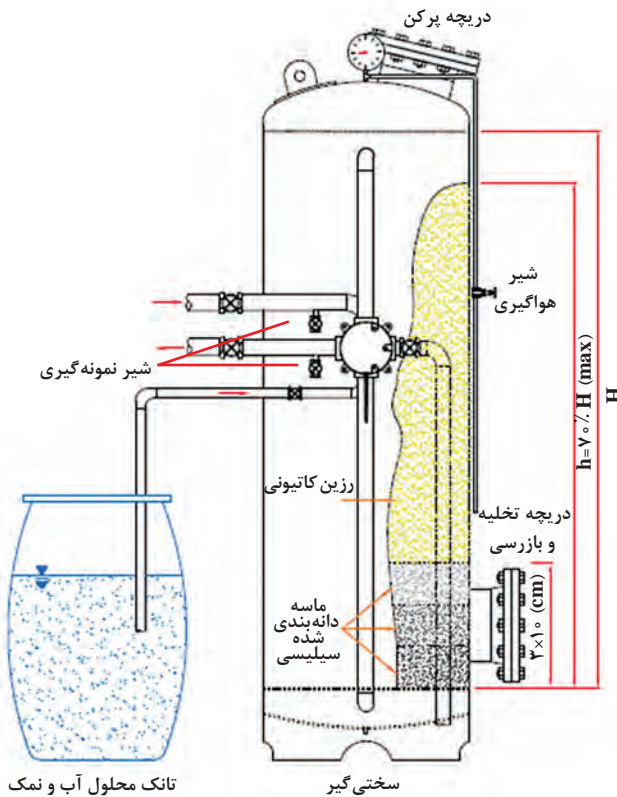


## سختی گیر رزینی و ساختمان آن

در این بخش از هنرجو بخواهید قبل از نصب مدل سختی گیر رزینی مورد نظر را بررسی و شرایط لازم برای نصب و امکانات کارگاهی برای آن را در نظر بگیرید، مواردی که در صفحه ۴۰ کتاب درسی عنوان شده می‌تواند نمونه‌هایی از این دست باشد. در مورد عملکرد این نوع دستگاه‌ها و شارژ و احیای آن از فیلم آموزشی و تصاویر ارائه شده استفاده کنید.

دانش‌افزایی:

ساختمان سختی گیر رزینی متشکل از یک مخزن استوانه ایستاده، از ورق فولادی و یا مواد پلی پروپیلن است که در داخل آن رزین‌های تبادل یونی، قرار داده شده است. این رزین‌ها براساس جایگزینی یون‌های سخت آب مانند کلسیم و منیزیم با اتم‌های سدیم، آب سخت را به آب نرم تبدیل می‌نمایند.



شکل ۲۲ - سختی گیر رزینی و مخزن نمک

در سیکل کاری دستگاه آب از بالا وارد شده و پس از گذر از بستر رزین از پایین دستگاه خارج می‌شود. (مطابق شکل)

برای جلوگیری از خروج رزین‌ها در کف دستگاه تعدادی نازل قرار دارد که روی آن را یک بستر سیلیسی پوشانده است. تکنیک تعویض یون، تکنیک بستر ثابت با جریان رو به پایین است زیرا رزین در طول عملیات تعویض یون حرکت نکرده و همانند یک بستر و یا ستون محکم می‌ماند و آب در طول رزین حرکت می‌کند. بالای ستون رزین بیشتر یون‌های آب را می‌گیرد و این روند ادامه داشته تا آن جا که در انتها تمامی یون‌های دریافت شده‌اند. به همین دلیل تا مخزن سختی‌گیرها برای جلوگیری از فرار یون‌ها به صورت ستونی ساخته می‌شوند و برای افزایش راندمان همواره قطر کم و ارتفاع زیادی دارند.

## رزین

رزین (Resin) یک نوع ترشح هیدروکربنی از تعدادی از گیاهان است. رزین در فارسی همان صمغ یا با صمغ پوشاندن است که اساساً از صمغ کاج مخروطی شکل گرفته می‌شود. این صمغ به دلیل خواص شیمیایی و مکان‌های مورد استفاده آن بسیار مشهور شده است. رزین در تولید لاک و جلادهنده‌ها، چسب‌ها و بسیاری موارد دیگر استفاده می‌شود.

دانه‌های رزین که به صورت معمول از پتاسیم و یا سدیم پوشانده شده‌اند با عبور آب سخت از روی این رزین، یون منیزیم و کلسیم جایگزین با سدیم و پتاسیم می‌شود. پس از شست‌وشوی رزین (Back wash) با عبور از روی آب نمک درون تانک نمک دوباره خاصیت خود را به دست می‌آورد. به عبارت دیگر سدیم و پتاسیم دوباره احیا می‌گردند.

در تمامی سیستم‌های سختی‌گیر با رزین واجب است که به صورت دوره‌ای، رزین شست‌وشو معکوس صورت بگیرد. اما در بعضی از سختی‌گیرهای جدید این عمل به صورت خودکار صورت می‌گیرد.



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.

شکل ۲۳ - دانه‌های رزین

متداول ترین رزین مورد استفاده در سختی گیرهای صنایع غذایی، رزین پرولایت C۱۰۰E است.

● رزین های تبادل یونی جایگزین مناسب تر و قابل انعطاف تری نسبت به زئولیت های طبیعی یا مصنوعی هستند. همچنین، رزین های تبادل یون در فرایند تصفیه بیو دیزل بسیار مؤثر هستند.



شکل ۲۴ - نمونه کیسه رزین (پرولایت C۱۰۰E) ۲۵ لیتری

### انواع رزین از نظر یون فعال

مشخصات کلی رزین تبادل یونی (Ion Exchange Resin) ماتریس پلیمری حل نشدنی است که حاوی یون های ناپایدار قادر به تبادل با یون در محیط اطراف است.

رزین ها برحسب گروه عامل تعویض متصل به پایه پلیمری رزین به چهار دسته تقسیم می شوند:

رزین های کاتیونی قوی (SAC) Strong Acidis Cation

رزین های کاتیونی ضعیف (WAC) Weak Acidis Cation

رزین های آنیونی قوی (SBA) Strong Basic Anion

رزین های آمونیونی ضعیف (WBA) Weak Basic Anion

رزین های کاتیونی ضعیف قادر به جذب کاتیون هایی هستند که به قلیائیت آب مرتبط است و قادر به جذب کلیه کاتیون های موجود در آب نیست.

مزیت رزین های کاتیونی ضعیف بازدهی بالای آنها در مقایسه با رزین های کاتیونی قوی است، در نتیجه باعث تولید پساب کمتر در احیاء های مکرر می گردد.

رزین های آنیونی قوی قادر به جذب کلیه آنیون های موجود در آب است.

رزین های آنیونی ضعیف قادر به جذب آنیون اسیدهای قوی نظیر اسیدسولفوریک،

کلریدریک و نیتریک است. این رزین‌ها مقاوم‌تر از رزین آنیونی قوی بوده و به همین جهت در سیستم‌های تصفیه آب کاربرد بیشتری دارند.

● از رزین‌های آنیونی و رزین‌های کاتیونی در فرایند تبادل یونی استفاده زیادی می‌شود. رزین‌های آنیونی جذب یون‌های منفی و رزین‌های کاتیونی جذب یون‌های مثبت را بر عهده دارند.

در زیر پاسخ بحث کلاسی صفحه ۳۴ آورده شده است.

رزین آنیونی دارای یون  $H^+$  بوده و آنیون‌های زیر را از آب حذف می‌نماید:

سیلیس - مواد آلی - نیترات - کلراید - سولفات - بی‌کربنات - کربنات

رزین کاتیونی ضعیف:

دارای یون  $OH^-$  بوده و کاتیون‌های زیر را از آب حذف می‌نماید:

کلسیم - منیزیم - منگنز - آهن - پتاسیم - سدیم.

### دانش افزایی

واحد محاسباتی ظرفیت دستگاه سختی‌گیر «گرین» است. (واحد سختی در سیستم امریکایی گرین در گالن (gpg) است) هر یک gpg معادل وجود یک گرین (معادل ۶۴/۸ میلی‌گرم) کربنات کلسیم در یک گالن (۳/۸۷ لیتر) آب است. بنابراین یک سختی‌گیر ۵۰,۰۰۰ گرین می‌تواند ۵۰,۰۰۰ گالن آب با سختی ۱ gpg را تعویض یون کند و سپس باید وارد سیکل احیاء شود. مثال برای نرم‌سازی ۱۰۰ گالن در دقیقه آب با سختی ۷ gpg مورد نیاز است بنابراین داریم

$$5 \text{ gpg} \times 100 \text{ gpm} = 500 \text{ grain/m}$$

به ۵۰۰ گرین در دقیقه ظرفیت سختی‌گیر احتیاج داریم. حال چنانچه بخواهیم سیکل عملکرد دستگاه ۱۰ ساعت باشد، داریم:

$$500 \text{ grain/g} \times 60 \text{ min/hr} \times 10 \text{ hr} = 300,000 \text{ grain}$$

به یک سختی‌گیر ۳۰۰,۰۰۰ گرین احتیاج است.

از آنجا که واحد سختی در ایران ppm است و هر gpg معادل ۱۷/۱ ppm است فرمول محاسبه سختی گیر به شکل زیر خواهد بود:

ظرفیت سختی گیر بر حسب

$$\text{Grain} = \frac{۶۰ * \text{دبی آب سختی گیری شده مورد نیاز بر حسب gpm} * \text{سختی آب شهر بر حسب ppm} * \text{ساعت کاری تا بک واش}}{۱۷/۱۰}$$

رابطه محاسبه حجم رزین:

$$V_R (\text{lit}) = \frac{\text{Grain}}{۳۰۰۰۰}$$

رابطه انتخاب سختی گیر برای دیگ آب گرم در مدار بسته:

دبی تقریبی آب گرم در گردش

$$V(\text{gpm}) = \frac{Q_b (\text{Kcal} / \text{hr})}{۲۵۰۰}$$

**نکته:** میزان آب جبرانی سیستم گرمایش ۲٪ در نظر گرفته می شود.  
کارکارگاهی استقرار سختی گیر روی فونداسیون / آزمایش آب بندی پیش از لوله کشی / اتصال به لوله کشی و آب شهر / نصب و لوله کشی مخزن نمک / آزمایش آب بندی پس از لوله کشی / شارژ رزین

کار کارگاهی



### روش تدریس

این بخش باید به صورت تعاملی بین (هنرجو - هنرآموز) یا (هنرجو - محتوی) و (هنرجو - هنرجو) تدریس شود. هنرجویان را به گروه های دو یا چند نفره تقسیم نموده و هر گروه باتوجه به نقشه کار پس از برآورد مواد مصرفی و لوازم موردنیاز اقدام به انجام فعالیت کارگاهی نمایند.

بهتر است این کارکارگاهی طی مراحل زیر انجام شود.

1 محل استقرار سختی گیر را تمیز و اندازه گیری های لازم توسط هنرجویان انجام شود. برای این منظور می توانید چک لیستی شبیه چک لیست زیر تهیه و در اختیار هنرجویان قرار دهید تا آن را بررسی و تکمیل نمایند.

چک لیست استقرار سختی گیر								
فواصل فونداسیون از اطراف				جنس فونداسیون		ابعاد سختی گیر		
عقب	راست	چپ	جلو			ارتفاع	عرض (قطر)	طول (قطر)
				آیا محل استقرار تراز و صاف است. در صورتی که جواب منفی باشد اصلاح گردد.				
فاصله سختی گیر تا لبه فونداسیون بعد از استقرار						ابعاد فونداسیون		
				خیر	بله			

۲ بعد از تکمیل اطلاعات مورد نیاز با خط کشی، محل استقرار سختی گیر را مشخص کنند.

۳ سپس با توضیحات و راهنمایی های هنرآموز سختی گیر رزینی و طی مراحلی که در کتاب ذکر شده سختی گیر را در محل خود مستقر و لوله کشی نمایند.

۴ بعد از انجام کار، نسبت به تکمیل ارزشیابی تکوینی هنرجویان اقدام نمایید.

توجه



با توجه به سنگین بودن قطعات حتماً از وسایل مناسب استفاده نموده و در هنگام انتقال سختی گیر حتماً حضور داشته و انجام کار هنرجویان را نظارت کنید.

## ارزشیابی تکوینی استقرار سختی گیر روی فونداسیون

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول(۲نمره)	غیر قابل قبول(۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- انتخاب ابزار مناسب		
			۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
			۳- آماده سازی محل استقرار برابر نقشه		
۲	استقرار سختی گیر روی فونداسیون		استقرار دستگاه روی فونداسیون برابر نقشه		
			به کارگیری از جرثقیل مناسب		
			کنترل و تراز کردن سختی گیر روی فونداسیون		
<b>جمع نمره</b>					
۳	رعایت ایمنی و شخصی و کارگاهی		استفاده از جرثقیل مناسب و رعایت ایمنی کار با جرثقیل - دستکش و کفش کار مناسب		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		
۵	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۶	پیاده سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندارد سازی - انضباط		
<b>جمع نمره</b>					

### ارزشیابی تکوینی آزمایش آب بندی پیش از لوله کشی سختی گیر

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (نمره ۳)	قابل قبول (نمره ۲)	غیر قابل قبول (نمره ۱)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- انتخاب ابزار مناسب		
			۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
			۳- آماده سازی مراحل تست آب بندی		
۲	آزمایش آب بندی سختی گیر- هیدرواستاتیکی فشار		بستن صحیح تمامی شیرهای سختی گیر و محفظه سختی گیر		
			بستن گیج فشار در محل مناسب روی سختی گیر یا دستگاه تست		
			تنظیم فشار تست		
			تشخیص زمان تست		
			انجام صحیح مراحل تست		
<b>جمع نمره</b>					
۳	رعایت ایمنی و شخصی و کارگاهی		به کارگیری لوازم تست استاندارد - دستکش و عینک و کفش کار		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		
۵	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۶	پیاده سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندارد سازی - انضباط		
<b>جمع نمره</b>					



ارزشیابی تکوینی اتصال سختی گیر به سیستم لوله کشی و ارتباط لوله کشی تجهیزات

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
			۳- برآورد مقدار لوله و تعداد اتصالات و شیرآلات مورد نیاز مطابق نقشه کار		
۲	اتصال سختی گیر به سیستم لوله کشی آب شهری و ارتباط لوله کشی شیر سولو		۱- اتصال به لوله کشی آب شهری و جهت صحیح شیر		
			۲- رعایت اصول لوله کشی		
			۳- اجرای سرلوله های واسط و شیر سولو و جهت صحیح شیر		
			۴- اجرای سرلوله های خروجی و جهت صحیح شیر		
			۵- نصب شیر تخلیه و شیر هواگیری و نحوه تخلیه فاضلاب		
<b>جمع نمره</b>					
۳	رعایت ایمنی و شخصی و کارگاهی		استفاده از ابزار استاندارد - دستکش و کفش کار مناسب		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار تراز بندی لوله کشی		
۵	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسایل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۶	پیاده سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندارد سازی - انضباط		
<b>جمع نمره</b>					

### ارزشیابی تکوینی نصب مخزن نمک

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
			۳- آماده سازی لوله و اتصالات مخزن نمک		
۲	استقرار و اتصال مخزن نمک به سختی گیر		۱- استقرار تانک نمک روی فونداسیون		
			۲- برقراری ارتباط لوله کشی تانک نمک و سختی گیر		
			۳- بارگیری سنگ نمک به مقدار لازم		
			۴- آب گیری تانک نمک		
<b>جمع نمره</b>					
۳	رعایت ایمنی و شخصی و کارگاهی		استفاده از تجهیزات استاندارد - کفش کار و دستکش		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار تراز بندی لوله کشی		
۵	رعایت نکات زیست محیطی کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار ۳- عدم هدر دادن آب نمک و تخلیه در سیستم فاضلاب		
۶	پایه سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندار سازی - انضباط		
<b>جمع نمره</b>					

## ارزشیابی تکوینی آزمایش آب بندی پس از لوله کشی سختی گیر

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
			۳- آماده سازی لوازم تست آب بندی		
۲	آزمایش آب بندی سختی گیر		۱- بستن صحیح تمامی شیرهای سختی گیر و محفظه سختی گیر - تست مسیر لوله کشی ورودی خروجی و مخزن نمک - تست لوله کشی مسیر درین		
			۲- بستن گیج فشار در محل مناسب روی سختی گیر یا دستگاه تست		
			۳- تنظیم فشار تست		
			۴- تشخیص زمان تست		
			۵- انجام صحیح مراحل تست		
<b>جمع نمره</b>					
۳	رعایت ایمنی و شخصی و کارگاهی		استفاده از تجهیزات استاندارد - کفش کار و دستکش کار		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		
۵	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار		
۶	پایه سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندارد سازی - انضباط		
<b>جمع نمره</b>					



شکل ۲۶ - بارگیری سختی گیر



شکل ۲۵ - رزین

### زمان تعویض رزین به عوامل زیر بستگی دارد:

**۱** دلیل اول تعویض رزین، مجاورت آنها با آب شهری کلردار است. بعد از تقریباً ۱۰ سال، رزین شکسته می‌شوند و بسیار تکه تکه می‌شوند که فشار آب را درون مخزن محدود می‌سازند. در صورت خرابی bottom distributor صفحه‌ای است که در خروجی زیر لایه سیلیس قرار داده می‌شود و روی آن نازل‌های برنجی بوده که آب را از خود عبور داده و به خروجی هدایت می‌کند، این صفحه مانع از خروج سیلیس و رزین از سیستم شده و آب تمیز عبوری از لایه را به سیستم تزریق می‌کند. می‌بایست آن را بازدید و در صورت نیاز برای تعمیر و یا تعویض آن اقدام نمود.

**۲** زمانی است که رزین‌ها با رشد جلبک‌های درون مخزن آلوده شده باشند. این موضوع معمولاً قابل رؤیت است و در مخزن‌هایی روی می‌دهد که در محیط بیرونی نصب شده‌اند.

**۳** مقدار قابل توجهی شن درون مخزن باشد، به دلیل وجود آب چاه این مشکل پیش می‌آید و به همین دلیل همیشه توصیه شده است که یک فیلتر رسوب‌زدا قبل از ورود آب به سختی‌گیر وجود داشته باشد. شن موجود در بستر رزین باعث خواهد شد تا فشار آب ضعیفی داشته باشید. تنها راه حل این مشکل، بیرون آوردن رزین و شن درون مخزن است. گاهی جایگزینی رزین جدید از جداسازی شن از رزین قدیمی بسیار برای شما راحت‌تر است.

**۴** هنگامی که یک مخزن رزین برای ماه‌ها و یا سال‌ها بلا استفاده می‌ماند و یا بوی تندی از رزین‌ها تشخیص داده می‌شود، زمانی است که باید رزین را تعویض کنید. شما می‌توانید با محلول کلر ضعیف، رزین‌ها را تمیز نمایید ولی باید رزین‌ها را خارج کنید و با محلول کلر قوی، مخزن را تمیز کنید و سپس از رزین‌های جدید استفاده کنید.

**۵** رزین‌هایی که توسط آهن و یا مواد آلی از بین رفته‌اند را می‌توان با اضافه کردن محلول پاک‌کننده رزین با دوز بالا (اسید سیتریک و یا سفیدکننده) تمیز کرد. البته تعویض همیشه جواب خواهد داد.

### ارزشیابی تکوینی شارژ دستگاه سختی گیر

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- استفاده صحیح از وسایل و ابزار		
			۳- آماده سازی مقدار لازم سیلیس و رزین و کنترل آن		
۲	شارژ دستگاه		۱- بارگیری رزین به مقدار لازم		
			۲- کنترل صفحه پخش کننده قبل از شارژ		
			۳- بررسی رزین کار کرده و یا تعویض آن		
<b>جمع نمره</b>					
۳	رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی		استفاده از تجهیزات استاندارد - کفش کار و دستکش کار		
۴	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار تراز بندی لوله کشی		
۵	رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار		۱- رعایت مسائل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار ۳- عدم هدر دادن رزین		
۶	پیاده سازی ۵S در محیط کار		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندار دسازی - انضباط		
<b>جمع نمره</b>					

در حین و پس از انجام مراحل بهره‌برداری و احیاء دستگاه از هنرجو بخواهید برابر جدول زیر شرح فعالیت خود را یادداشت و زمان دقیق آن را نوشته و به شما ارائه نماید.

کار کلاسی



بعد از انجام مراحل فوق جدول زیر را کامل کنید:

زمان (دقیقه)	شرح عملیات	مراحل سختی‌گیر	مراحل
با توجه به ظرفیت سختی‌گیر		RUN-In Serve بهره‌برداری	۱
۸-۱۵	شست و شوی معکوس Back Wash	احیاء REGEN	۲
۱۵-۵۰	حرکت از بالا به پایین محلول آب و نمک در بستر رزین (Downflow Brine Function)		
۱۵-۶۰	شست‌وشوی آرام (Slow Rinse)		
۶-۱۲	شست‌وشوی سریع (Fast Rinse)		
۲۵	پر شدن تانک محلول آب و نمک (Salt Tank Refill)	RUN-In Serve بهره‌برداری	۳

توجه کنید که برای فهم بهتر مطلب در تمام مراحل بهره‌برداری و احیاء بهتر است از هنرجو بخواهید یک نمونه از دستورالعمل کارخانه سازنده سختی‌گیر را تهیه کند و به کلاس ارائه دهد. با مقایسه مطالب ارائه شده توسط هنرجویان، شیوه اجرا تسهیل خواهد شد.

مرحله	مراحل سختی گیر	شرح عملیات	زمان (دقیقه)
۱	RUN-In Serve بهره برداری	برای تماس مناسب بین رزین و آب شدت جریان پیشنهادی ۱۰ تا ۴۵ لیتر در دقیقه به ازای هر متر مکعب	با توجه به ظرفیت سختی گیر
۲	احیاء REGEN	شست و شوی معکوس  Back Wash	زمان مورد نیاز برای یک واش، بسته به میزان ذرات معلق موجود در منبع تأمین آب دارد. اگر در آب، آهن وجود دارد، حد بالایی این بازه زمانی را برای مدت زمان یک واش انتخاب کنید. میزان جریان یک واش، توسط یک اوریفیس موجود در شیر کنترلی سختی گیر، تنظیم می شود.
		حرکت از بالا به پایین محلول آب و نمک در بستر رزین  (Downflow Brine Function)	این فعالیت، در واقع بخش اول ترکیب آن با فعالیت شست و شوی آرام است و شیر کنترلی برای انجام هر دوی این فعالیت ها در یک موقعیت باقی می ماند. برای انجام این فعالیت، محلول آب و نمک اشیاع، توسط شیر سختی گیر از سمت مخزن نگهداری این محلول مکش شده و پس از مخلوط شدن با آبی که از داخل ونتوری انژکتور عبور می کند، وارد بستر رزین برای احیای آن می شود. به خاطر داشته باشید که محلول اشیاع آب و نمک، دارای ۳۰۰ گرم نمک در لیتر است. شدت جریان آب پیشنهادی ۵ تا ۱۰ لیتر در دقیقه به ازای هر متر مکعب
		شست و شوی آرام  (Slow Rinse)	همان طور که در متن بالا هم اشاره شد، فعالیت شست و شوی آرام، در واقع ادامه فعالیت قبل است. با این تفاوت که در این فعالیت، دیگر مکش محلول آب و نمک را نخواهیم داشت. ادامه حرکت جریان آب در داخل انژکتور، باعث انجام فعالیت شست و شوی آرام می شود. شدت جریان آب پیشنهادی ۵ تا ۱۰ لیتر در دقیقه به ازای هر متر مکعب
۳	RUN-In Serve بهره برداری	شست و شوی سریع  (Fast Rinse)	عملیات شست و شوی سریع، توسط همان نازل یک واش شیر کنترلی انجام می شود. بنابراین، دبی آن برابر دبی یک واش است. به عنوان مثال، برای مصارف خانگی و نیمه صنعتی، مقدار پایین این بازه و برای مصارف پیش تصفیه سیستم های اسمز معکوس، آب مقطر سازی، بویلر و سایر مصارف صنعتی، مقدار بالایی این بازه توصیه می شود.
		پر شدن تانک محلول آب و نمک  (Salt Tank Refill)	در این فعالیت، یک جریان آب کنترل شده وارد مخزن محلول آب و نمک می شود تا آن را برای سیکل بعدی احیا آماده کند. باید این نکته را مدنظر داشت که هر لیتر آب خالص، می تواند حدود ۳۰۰ گرم نمک را در خود حل کند.

## دانش افزایی

معمولاً برای سختی گیرها در دنیا سه نوع نمک استفاده می شود که به شرح زیر تقسیم بندی می گردد:

۱ نمک سخت (سنگ نمک)

۲ نمک خورشیدی

۳ نمک تبخیر شده

نمک سخت یک ماده معدنی در درون زمین می باشد که دارای ۹۸ تا ۹۹ درصد از سدیم کلراید می باشد. این نوع نمک ماندگاریش در آب در حدود ۵/۵ تا ۱/۵ درصد است.

نمک خورشیدی یک نوع نمک است که از تبخیر به وسیله خورشید از آب دریا به دست می آید.

این نمک ۸۵ درصد از سدیم کلراید تشکیل شده است. این نمک به صورت کریستال به فروش می رسد.

نمک تبخیر شده که از استخراج در اعماق زمین به دست می آید با تبخیر کردن مواد اضافی تا ۹۹/۶٪ سدیم کلراید دارد.

آیا مفید است که ترکیبی از این نمکها را با هم استفاده کنیم؟

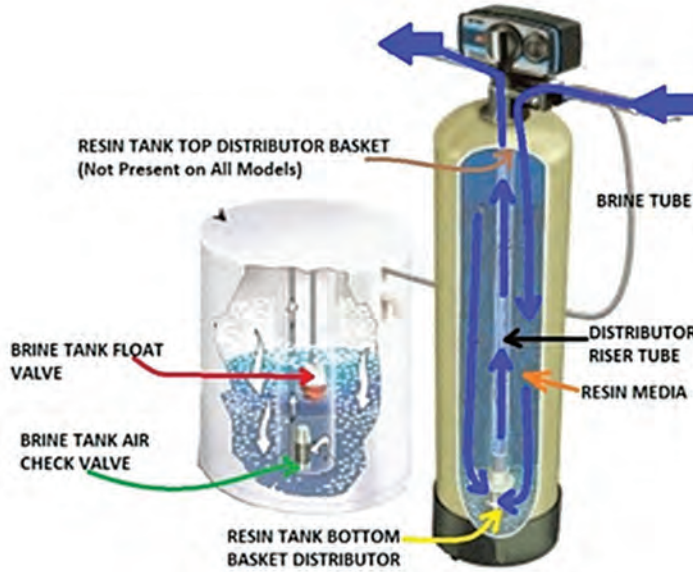
به صورت کلی این تفاوت وجود ندارد که مخلوطی از این نمکها با هم استفاده شود اما باعث می شود تا عملکرد سختی گیر کاهش پیدا کند.

**نکته:** در پدیده channeling، پایین بودن سرعت آب باعث می شود تا مسیرهای مشخصی در داخل رزین برای عبور آب به وجود بیاید و آب تنها از همین مسیرها از داخل بستر رزین عبور کرده و سایر نواحی بستر، دست نخورده باقی بماند. به این ترتیب، اثربخشی تبادل یون، کاهش چشم گیری خواهد داشت.

**نکته:** احیاء سختی گیر مراحل متعددی داشته آب بسیار زیادی را تلف می کند. بنابراین آب نرم را می بایست در مدار بسته تا حد ممکن به گردش در آورد و از اتلاف آن جلوگیری نمود.

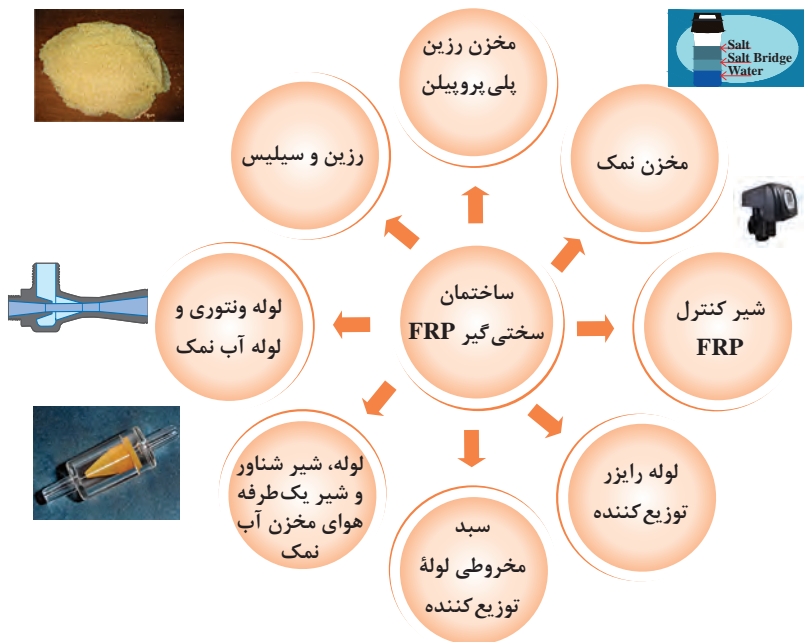


## سختی گیر رزینی FRP



شکل ۲۷- اجزای سختی گیر FRP



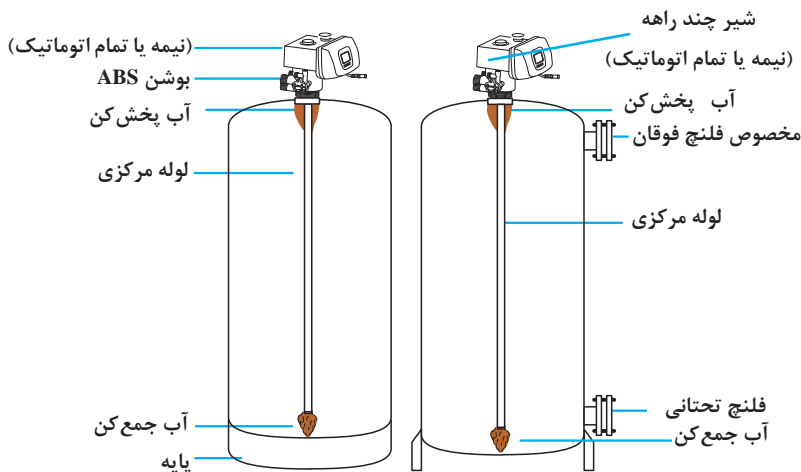


این سختی گیرها دارای پنج سیکل عملیاتی به جای سه سیکل موجود در سیستم‌های قدیمی است که عبارت‌اند از:

۱- سرویس ۲- شست‌وشوی معکوس ۳- احیاء ۴- پرکن منبع نمک ۵- شست‌وشوی سریع

در سیکل‌های ۲ و ۳ عملیات با آب سخت انجام می‌پذیرد در حالی که رزین داخل منبع اشباع می‌باشد. لذا آب سخت به داخل منبع وارد شده و تمام حجم منبع را فرا می‌گیرد. در این شیرها علاوه بر سیکل ۴؛ سیکل حیاتی پروسی ۵ پیش‌بینی شده که دقیقاً قبل از سیکل سرویس وارد عمل شده و آب سخت و شور جمع شده در سختی‌گیر را با سرعت بالا به فاضلاب هدایت کرده و سپس سیکل ۱ آغاز می‌گردد.

در نصب و راه‌اندازی مخازن FRP از هنرجو بخواهید مراحل زیر را به دقت انجام دهد و به خاطر حساسیت کار حتماً در تمامی مراحل انجام کار نظارت داشته باشد.



شکل ۲۸- منبع سختی‌گیر فلزی نصب از بالا      شکل ۲۹- منبع سختی‌گیر FRP نصب از بالا

### مراحل راه‌اندازی سختی‌گیرها

در هنگام راه‌اندازی دستگاه قدم به قدم موارد ذیل، با دقت تمام اجرا گردند:

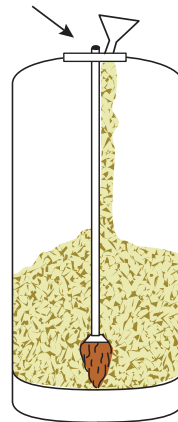
#### ۱- شارژ رزین و سیلیس

۱- الف) شارژ رزین و سیلیس در منابع FRP: ابتدا سیلیس از بالای منبع به داخل منبع ریخته می‌شود و پس از آن نسبت به شارژ رزین اقدام می‌گردد. در این حالت می‌توان لوله مرکزی را از منبع در آورده و پس از شارژ سیلیس و رزین آن را از بالای منبع فرو برد، و با چرخش آن را تا کف منبع به داخل منبع هدایت کرد، با توجه به حالت مخروطی سر آب جمع‌کن نصب شده به لوله مرکزی، این امر به راحتی میسر خواهد بود. اگر بیرون آوردن لوله مرکزی دارای مشکلاتی از نظر ارتفاع فضای نصب باشد، می‌توان در حالتی که لوله در داخل منبع می‌باشد، مواد را با یک قیف از اطراف لوله مرکزی به داخل منبع ریخت. ولی باید توجه کرد با مسدود نمودن موقتی مجرای لوله مرکزی توسط پارچه از نفوذ رزین در هنگام شارژ، به داخل لوله جلوگیری گردد.

۱- ب) شارژ رزین و سیلیس در منبع فلزی: در این حالت اگر در بالای منبع فلنج نصب شده باشد پس از باز کردن آن، مواد را در حالی که لوله در داخل دستگاه قرار دارد شارژ کرده و سپس فلنج مذکور بسته می‌شود. در حالتی که فلنج بالا بر روی منبع نباشد، انجام عملیات شارژ منابع مشابه منابع FRP از طریق بوشن

۲/۵" نصب شده بر بالای منبع انجام می پذیرد.

گردن لوله مرکزی

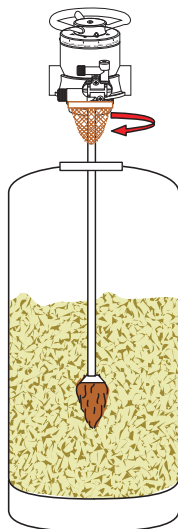


شکل ۳۰ - نحوه شارژ رزین

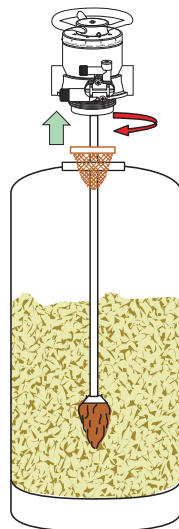
## ۲ نصب لوله و آب پخش کن بالایی

در این مرحله لوله را از پایین به داخل سوراخ میانی شیر با حرکت رو به بالا و همزمان چرخشی جا می زنیم (شکل ۳۱). توجه شود که سرلوله کمی سنباده زده شده و دقیقاً قبل از جا زدن خیس گردد. تا از صدمه رساندن به واشر داخل

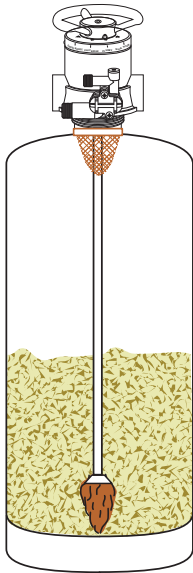
گلوئی جلوگیری گردد. ضمناً قبل از جا زدن لوله آب پخش کن بالا را روی لوله سوار نموده، و پس از جازدن لوله در داخل مجرای میانی شیر آب پخش کن را به سمت بالا کشیده و در داخل گلوئی شیر قرار داده و با کمی چرخش آن را قفل نمائید (شکل ۳۲). دقت گردد که آب پخش کن از جایش خارج نشود (حتماً قفل شده باشد). حال آب پخش کن بالا و شیر روی لوله سوار شده و از قبل نیز آب جمع کن انتهایی لوله نصب شده است، و برای نصب روی منبع مرحله بعد را اجرا می نماییم.



شکل ۳۲



شکل ۳۱



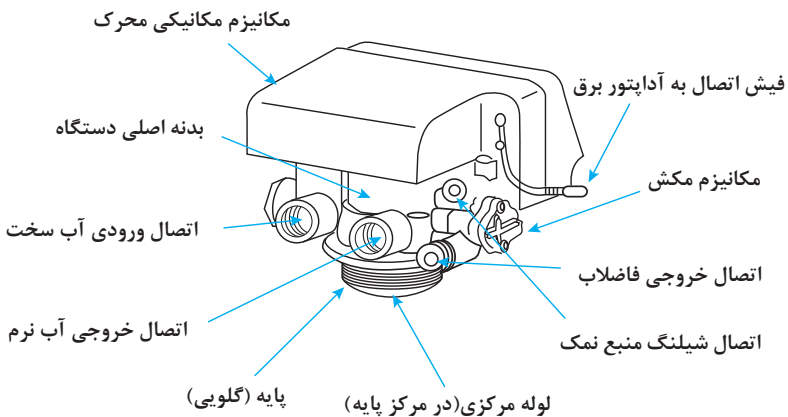
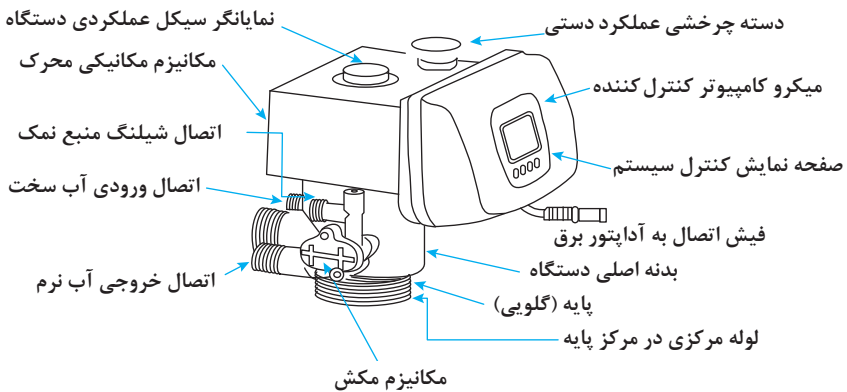
شکل ۳۳

**۳** قراردادن لوله و نصب شیر در روی منبع در این مرحله لوله و شیر را که روی لوله نصب شده است را به داخل منبع گذاشته و با فشار و کمی چرخش به سمت پایین فرو می‌بریم توجه شود که اگر منبع FRP است نیازی به بستن تفلون نمی‌باشد و واشر گلوئی سیاه رنگ بزرگ شیر برای آب‌بندی بین شیر و منبع کافی است، ولی اگر منبع فلزی می‌باشد حتماً دو دنده ابتدائی را تفلون نندید و دنده‌های بالاتر را تفلون بزنیید این امر از دنده به دنده بسته‌شدن شیر جلوگیری می‌نماید. حال لوله و شیر نصب شده را به سمت بوشن (فلزی در منابع فلزی و در منابع FRP) فشار داده و با چرخش لوله را به کف سختی‌گیر رسانده و به آرامی روی منبع (بوشن) می‌بندیم. (در حالت بوشن فلزی از دنده به دنده شدن باید پرهیز نمود) توجه شود در این مرحله چرخش با دقت انجام شود. هنگام فرو بردن لوله چون سر آب جمع‌کن پایین مخروطی است با کمی چرخاندن در رزین جا باز کرده و به پایین می‌رود و نیازی به فشار خیلی زیاد نمی‌باشد.

**۴** اتصال ورودی خروجی آب و دیگر اتصالات به شیر چند راهه: در این مرحله حتماً دستورالعمل بهره‌برداری از شیرهای چند راهه که در جعبه شیر قرار دارد مطالعه نموده و طبق دستورالعمل اتصالات را نصب نمائید. دقت شود در هنگام نصب لوله به شیر از اتصالات پلاستیکی تحویلی استفاده شود. روش تدریس (کارکارگاهی راه‌اندازی سختی‌گیر نیمه اتوماتیک / تمام اتوماتیک) این بخش باید به صورت تعاملی بین (هنرجو - هنرآموز) یا (هنرجو - محتوی) و (هنرجو - هنرجو) تدریس شود. هنرجویان را به گروه‌های دو یا چند نفره تقسیم نموده و هر گروه باتوجه به نقشه کار پس از برآورد مواد مصرفی و لوازم مورد نیاز اقدام به انجام فعالیت کارگاهی نمایند. در این بین از فیلم‌های آموزشی مراحل مختلف عملکرد شیرهای سختی‌گیر استفاده شود.

## شکل شماتیک دستگاه

قبل از آنکه هنرجویان شیر و متعلقات آن را روی مخزن نصب کنند لازم است با اجزای شیر آشنا شوند بهتر است تصاویر زیر را به هنرجویان نشان دهید و سپس از آنها بخواهید محل‌های فوق را روی یک نمونه واقعی برجسب‌زنی و نام آن را یادداشت نمایند این عمل به فرایند یادگیری بهتر کمک خواهد کرد.



شکل ۳۴ - اجزای شیر اتوماتیک سختی گیر

از هنرجویان بخواهید جدولی به مانند زیر تشکیل داده و لیست تجهیزات جانبی نمونه‌ای که با آن کار می‌کنند را استخراج کنند.

### تجهیزات جانبی هر دستگاه

تجهیزات جانبی مدل F65b		تجهیزات جانبی مدل F63b	
تعداد	شرح	تعداد	شرح
۱	اتصالات ۱/۲ شلنگ فاضلاب	۱	اتصالات ۱/۲ شلنگ فاضلاب
۱	اتصالات ۳/۸ شلنگ مکش آب نمک	۱	اتصالات ۳/۸ شلنگ مکش آب نمک
۱	بوش سفیدرنگ شلنگ آب نمک	۱	بوش سفیدرنگ شلنگ آب نمک
۱	آداپتور برق	۱	آداپتور برق
۱	اورینگ گلوئی جهت اتصال به بدنه منبع یا تبدیل (۷۳ × ۵/۳)		اورینگ گلوئی جهت اتصال به بدنه منبع یا تبدیل (۷۳ * ۵/۳)
۱	واشر داخل اتصالات فاضلاب	۱	واشر داخل اتصالات فاضلاب
۱	واشر قرمز کوچک داخل مجرای مکش آب نمک	۱	واشر قرمز کوچک داخل مجرای مکش آب نمک
۲	اتصال ۳/۴		

### نحوه عملکرد دستگاه و بهره‌برداری از سیستم

صفحه نمایش کنترلی و تنظیم دستگاه:




### صفحه نمایش


در زمان کار دستگاه هر ۳۰ ثانیه در طرفین علامت «» پارامترهای زیر متناوباً نمایش داده می‌شوند:

۱ ساعت جاری زمان حال برحسب ساعت و دقیقه  
۲ مدت زمان باقی مانده از سیکل عملکردی جاری (مدت بر حسب روز D، ساعت H، دقیقه M)

۳ در صورتی که واحد زمانی دستگاه ساعت انتخاب نشده باشد، زمان آغاز سیکل احیا نمایش داده می‌شود.




در سیکل سرویس نوارهای رنگی موجود در سمت چپ صفحه نمایش از پایین به بالا به صورت پویا، متناوباً روشن و خاموش می‌شوند و این امر مشخصه این سیکل می‌باشد.


۱ علامت  و نوارهای روشن و خاموش شونده به صورت پویا، همگی دال بر سیکل ۱ یا همان سرویس هستند. عدد ۳ نیز زمانی باقی مانده از این سیکل را که سه روز است نشان می‌دهد.



۲ نوارهای رنگی سمت چپ صفحه به صورت پویا روشن و خاموش می‌شود که حکایت از سیکل یا سرویس دارد. علامت  نشان دهنده نمایش زمان جاری که در اینجا ۱۲:۲۰ می‌باشد است.

۳ نوارهای رنگی سمت چپ صفحه به صورت پویا روشن و خاموش می‌شوند که حکایت از سیکل سرویس دارد. ارقام ۰۰:۰۲ زمان آغاز سیکل احیا را نمایش می‌دهند. این حالت در شرایطی که سیکل سرویس براساس ساعت شمارش شود در دسترس نمی‌باشد.

### کاربرد کلید

این دکمه را فشار دهید تا به منو (فهرست انتخاب اصلی وارد شوید. علامت تنظیم پارامترها یعنی  روشن می‌شود. در این حالت منو با استفاده از دو کلید بالا  و پایین  می‌توان به پارامترهای مختلف دسترسی داشت.

جهت تغییر مقادیر هر پارامتر، پس از ورود به منوی اصلی و دسترسی به پارامتر مورد نظر، این کلید را مجدداً فشار دهید. ارقام پارامتر مورد نظر و علامت تنظیم پارامترها  هر دو چشمک نخواهند زد که بیانگر امکان تغییر پارامتر چشمک‌زن می‌باشد.

پس از تنظیم عدد مورد نظر (که توسط کلیدهای بالا  و پایین  صورت می‌گیرد) با فشردن تغییر تأیید شده و انجام می‌پذیرد. صدای بوق شنیده خواهد شد و دستگاه به حالت آمادگی برای تنظیم بعدی برمی‌گردد.



## کاربرد کلید L

فشردن این کلید در حالی که دستگاه در حالت منو (فهرست انتخابی) قرار ندارد و در حال عملیات می‌باشد، سیکل موجود را قبل از اتمام زمان مقرر خاتمه می‌دهد و سیستم به سیکل بعدی داخل می‌شود. فشردن این کلید در حالی که دستگاه در حالت منو (فهرست انتخابی) قرار دارد سیستم را به یک حالت قبل برمی‌گرداند. فشردن این کلید در حالت تنظیم پارامترها در حالی که آنها هنوز ضبط نشده‌اند، حالت را به یک مرحله عقب‌تر برمی‌گرداند و تغییرات را اعمال نمی‌کند.

## کاربرد کلید ▲ و ▼




به منو داخل شوید (در حالت نمایش فهرست انتخابی)، با فشردن کلیدهای فوق می‌توانید پارامترهای تنظیم شده را مشاهده کنید. در هنگام تنظیم پارامترها با فشردن این دو کلید می‌توانید با افزایش یا کاهش اعداد، تغییرات لازم در پارامتر مورد نظر را به وجود آورید. در هنگامی که صفحه کلید قفل شده است، با فشردن همزمان این دو کلید و نگه داشتن آنها به مدت ۱۰ ثانیه، می‌توانید آن را از حالت قفل خارج کنید.

## نحوه تنظیم هر پارامتر



برای مثال در نظر بگیرید می‌خواهید ساعت جاری را از ۹:۴۰ به ۱۱:۲۸ تغییر داده و زمان شست‌وشوی معکوس را از ۱۰ دقیقه به ۱۵ دقیقه تغییر دهید. به مراحل زیر توجه فرمایید.

۱ اگر علامت  را بر روی صفحه نمایش می‌بینید، حاکی از این می‌باشد که صفحه کلید قفل می‌باشد. دو کلید ▲ و ▼ را همزمان برای مدت ۱۰ ثانیه نگه دارید تا سیستم از حالت قفل خارج شود و به مرحله بعد وارد شود.



۲ کلید  را جهت ورود به منو فشار دهید. ساعت قبلی نمایش داده شده و علامت  و  روشن شده و علامت «:» چشمک می‌زند.



۳ کلید  را جهت ورود به حالت تنظیم، مجدداً فشار دهید. ارقام ساعت و علامت  چشمک می‌زنند.



۴ علامت را متناوباً فشار دهید تا عدد ۹ ساعت به ۱۱ تبدیل شود.



۵ کلید را فشار دهید. ارقام ساعت ثابت شده و ارقام دقیقه و علامت شروع به چشمک زدن می کنند. سپس کلید را فشار دهید تا عدد ۴۵ به ۲۸ دقیقه تبدیل شود.



۶ جهت تأیید اعداد کلید را فشار دهید. صدای بوقی را می شنوید و تمامی اعداد ثابت می شوند و دیگر چشمک نمی زند. دستگاه به حالت تنظیم برمی گردد.



۷ جهت دسترسی به سیکل مورد نظر شست و شوی معکوس کلیدهای یا را فشار دهید تا علامت شروع به چشمک زدن کند.



۸ کلید را فشار دهید تا به حالت تنظیم وارد شوید. عدد ۱۰ و علامت چشمک می زنند. کلید را فشار دهید تا عدد ۱۰ به ۱۵ تبدیل شود.



۹ جهت تأیید کلید را فشار دهید. صدای بوقی می شنوید و اعداد دیگر روشن و خاموش نمی شود و سیستم به حالت قبل باز می گردد.



۱۰ کلید را جهت برگشتن به منو اصلی فشار دهید. صفحه نمایش آخرین سیکل عملیاتی را که دستگاه در آن حالت کار می کرده (که در مورد مثال ما سیکل سرویس بوده است) را نشان می دهد و مشغول به ادامه کار می شود. اگر برای مدت ۱ دقیقه به صفحه کلید دست نزنید، صفحه کلید قفل شده و علامت روشن می شود.



چنان که از دستگاه جهت فیلتر شنی استفاده می‌کنید، زمان احیاء و پرکن منبع نمک را روی صفر تنظیم کنید.

## تست و راه‌اندازی آزمایشی دستگاه

- ۱ دستگاه را بر روی سختی گیر نصب نمایید و لوله‌کشی‌های مربوطه را انجام دهید. شایان ذکر است دستگاه می‌تواند 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 با 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 به فشارید 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 شست‌وشوی سریع (Fast Rinse) وارد شود اجازه دهید برای مدتی این سیکل نیز به صورت آزمایشی کار کند.
- ۹ از آب نمونه‌برداری 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) برمی‌گردد.
- ۱۱ پارامترهای مورد نظر را طبق دستور عملکرد دستگاه، تنظیم نمایید. دستگاه آماده عملکرد خودکار است.

## راهنمای تعمیر و نگهداری دستگاه

### قسمت مکانیکی دستگاه

نقص یا مشکل به وجود آمده	دلایل	راه حل
خروج آب سخت از خروجی دستگاه	<p>۱- شیر مسیر گذر فرعی باز باشد. (by pass)</p> <p>۲- منبع نمک بدون نمک مانده باشد.</p> <p>۳- سیستم مکش آب نمک مسدود شده باشد.</p> <p>۴- آب کافی در منبع نباشد.</p> <p>۵- نشت آب از لوله مرکزی داخل منبع، مخلوط شدن آب خام ورودی و آب تصفیه شده خروجی (در سختی گیرهایی که از سیستم لوله مرکزی به جای نازل استفاده می شود).</p> <p>۶- نشت آب در داخل شیر و مخلوط شدن آب خام و آب تصفیه شده</p>	<p>۱- شیر گذر فرعی را ببندید. (by pass)</p> <p>۲- اطمینان حاصل کنید که سنگ نمک در منبع وجود دارد.</p> <p>۳- نازل مکش آب نمک را تعویض کنید.</p> <p>۴- زمان پرکردن منبع آب نمک را چک کنید.</p> <p>۵- از عدم شکستگی لوله مرکزی یا سلامت اورینگ مرکزی و سلامت آب پخش کن و آب جمع کن مرکزی اطمینان حاصل کنید.</p> <p>۶- بدنه داخل شیر را چک کرده در صورت نیاز، تعمیر یا تعویض کنید. باید این عملیات همگی توسط کارشناسان یا نمایندگان شرکت صورت گیرد.</p>
افت فشار سیستم	<p>۱- لوله آب خام ورودی به سختی گیر بر اثر ورود اجرام خارجی یا قطعات دیگر مسدود شده باشد.</p> <p>۲- مجرای دستگاه یا لوله مرکزی سختی گیر مسدود شده باشد.</p>	<p>۱- مسیر لوله کشی را بازبینی و تمیز کنید.</p> <p>۲- شیر را بررسی و تمیز کرده و از تمیزی لوله مرکزی سختی گیر و نازل ها اطمینان حاصل کنید.</p>
خروج رزین از مجرای فاضلاب	<p>نقص سیستم آب پخش کن یا آب جمع کن داخل دستگاه سختی گیر</p>	<p>۱- آب جمع کن و آب پخش کن ها و مسیرهای متصل کننده آنها به دستگاه و منبع را چک کنید.</p> <p>۲- اطمینان حاصل کنید که سیستم دارای هوا نیست.</p>

<p>۱- فشار را تا حد مناسب بالا ببرید (۱/۵ تا ۴ بار)</p> <p>۲- پس از بررسی لوله هر گونه انسداد را برطرف کنید.</p> <p>۳- در صورت وجود هر گونه نشتی آن را برطرف کنید.</p> <p>۴- نازل مخروطی شکل سیستم مکش را تعویض یا مجرای مکش را تمیز کنید.</p> <p>۵- بدنه داخلی دستگاه بازبینی و جهت تعمیر یا تعویض به نمایندگی‌های مجاز شرکت تحویل گردد.</p>	<p>۱- فشار ورودی بسیار کم باشد. (فشار ایده‌آل دستگاه حدود ۱/۵ تا ۴ بار می‌باشد).</p> <p>۲- لوله اتصال منبع نمک به دستگاه مسدود شده باشد.</p> <p>۳- نشتی در لوله مکش آب نمک وجود داشته باشد.</p> <p>۴- مکانیزم نازل مکش دستگاه صدمه دیده یا مسدود شده باشد.</p> <p>۵- نشتی آب در داخل بدنه شیر وجود داشته باشد.</p>	<p>عدم مکش آب نمک یا خروج مستمر آب از شیلنگ آب نمک در سیکل احیا (دلیل آن نقص شماره ۴۳ می‌باشد).</p>
<p>۱- در هنگام زمان بندی منبع پرکن نمک دقت به عمل آید.</p> <p>۲- سیستم کش آب نمک در داخل دستگاه و مسیر آن چک شده و در صورت نیاز تعمیر گردد.</p>	<p>۱- زمان مکش آب نمک تنظیم نشده باشد.</p> <p>۲- سیستم مکش آب نمک مسدود یا دارای نقص می‌باشد.</p>	<p>مقدار آب نمک در منبع آب نمک بیش از حد معمول است و یا سرریز می‌گردند.</p>
<p>۱- بدنه داخلی دستگاه بازبینی و جهت تعمیر یا تعویض به نمایندگی‌های مجاز شرکت تحویل گردد.</p>	<p>۱- در صورت عدم قطع دستگاه، داخل دستگاه آب بندی نمی‌باشد.</p>	<p>خروج آب به صورت مستمر از مجرای تخلیه فضا لای</p>
<p>۱- برق دستگاه را مجدداً وصل کنید.</p> <p>۲- جهت تعمیر یا تعویض به نمایندگی‌های مجاز شرکت تحویل گردد.</p>	<p>۱- برق دستگاه قطع شده باشد.</p> <p>۲- سیستم کنترل دستگاه خراب شده باشد.</p> <p>۳- چرخ دنده داخلی قفل شده باشد.</p>	<p>سیستم در یک سیکل قفل شده باشد</p>

### قسمت کنترلی دستگاه:

در موارد زیر حتماً دستگاه را جهت تعمیر یا تعویض قطعات به نمایندگی های مجاز شرکت تحویل دهید.

نقص یا مشکل به وجود آمده	دلایل	راه حل
۱- تمام اعداد و اشکال صفحه نمایش روشن می باشند.	۱- مدار صفحه نمایش یا خط تأمین کننده برق مدار کنترلی صدمه دیده است. ۲- مدار اصلی کنترلی صدمه دیده است.	۱- تعویض سیستم های تأمین کننده برق ۲- تعویض صفحه کنترلی داخلی
۲- هیچ علامت یا عددی روی صفحه نمایش نمایان نمی گردد.	۱- خط ارتباطی برق مدار اصلی کنترلی صدمه دیده باشد. ۲- مدار صفحه نمایش صدمه دیده باشد.	۱- تعویض سیستم های تأمین کننده برق ۲- تعویض صفحه کنترلی داخلی
۳- تنها حرف E۱ روی صفحه نمایش دیده می شود.	۱- مدار فرمان یا خط تأمین کننده برق بورد اصلی خراب است.	۱- خط تأمین کننده باید تعویض گردد. ۲- بورد الکترونیکی باید تعویض گردد.
۴- تنها حرف E۲ روی صفحه نمایش دیده می شود.	۱- قطعات مدار فرمان بورد اصلی خراب است.	۱- بورد الکترونیکی باید تعویض گردد.
۵- تنها حرف E۳ - E۴ روی صفحه نمایش دیده می شود.	۱- کارت حافظه سیستم صدمه دیده است.	۱- بورد الکترونیکی باید تعویض گردد.

## ارزشیابی تکوینی راه‌اندازی سختی گیر

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول(۲نمره)	غیر قابل قبول(۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده‌سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- نقشه و دستورالعمل مراحل و وضعیت شیرها		
			۳- توانایی انجام کار		
۲	انجام مراحل مختلف سختی گیر در وضعیت شیر سه راهه نیمه اتوماتیک در سه مرحله		بررسی و شناخت وضعیت‌های مختلف شیر سولو و شرح عملکرد آن		
			وضعیت شیرهای ورودی و خروجی (باز یا بسته بودن) (تشریح مسیر جریان)		
			انجام مرحله احیا b/۲- شست‌وشوی معکوس و باز بودن شیر شماره ۳ و ۱ به همراه محلول آب نمک مناسب محاسبه شده و زمان بهره‌برداری و تشریح مسیر جریان		
			انجام مرحله احیا وضعیت P/۲- شست‌وشو با آب نمک و باز بودن شیر شماره ۲ و زمان بهره‌برداری و تشریح مسیر جریان		
			انجام مرحله احیا وضعیت C/۳- شست‌وشو با آب خام و باز بودن شیر شماره ۲-۴ و زمان بهره‌برداری و تشریح مسیر جریان		
			انجام مرحله بهره‌برداری وضعیت C/۳- تولید آب نرم و باز بودن شیر شماره ۳-۴ و زمان بهره‌برداری و تشریح مسیر جریان		
			تکمیل جدول مراحل سختی‌گیر		
جمع نمره					

			اطمینان از قرارگیری شیر در وضعیت درست رعایت ایمنی در کار با ابزار برنده و گردنده و به کارگیری عینک ایمنی		رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی	۳
			زمان بندی شروع و پایان کار و مراحل مختلف شیر سولو		دقت و سرعت در انجام کار	۴
			۱- رعایت مسایل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار ۳- عدم هدر دادن آب نرم به دلیل تلفات زیاد آب در شست و شوی معکوس و احیا		رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار	۵
			سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استانداردها سازی - انضباط		پیاده سازی ۵S در محیط کار	۶
جمع نمره						



## ارزشیابی تکوینی راه‌اندازی سختی‌گیر اتوماتیک

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده‌سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- نقشه و دستورالعمل مراحل و وضعیت شیرها (نمونه دستورالعمل نصب شیر اتوماتیک ارائه گردیده است)		
			۳- توانایی انجام کار		
۲	انجام مراحل مختلف سختی‌گیر در وضعیت شیر اتوماتیک در پنج مرحله FRP		بررسی و شناخت وضعیت‌های مختلف شیر اتوماتیک		
			انجام مرحله احیا - شست‌وشوی معکوس		
			انجام مرحله احیا - حرکت از بالا به پایین محلول آب و نمک در بستر رزین		
			انجام مرحله احیا - بررسی وضعیت شست‌وشوی با آب خام و شیرهای باز و بسته و زمان آن (شست‌وشوی آرام - در شیر FRP)		
			انجام مرحله احیا - بررسی وضعیت شست‌وشوی با آب خام و شیرهای باز و بسته و زمان آن (شست‌وشوی سریع - در شیر FRP)		
			انجام مرحله احیا - پرشدن مخزن نمک آب و نمک		
			انجام مرحله احیا - حرکت از بالا به پایین محلول آب و نمک در بستر رزین		
			بررسی وضعیت بهره‌برداری و پرشدن مخزن محلول آب و نمک و شیرهای باز و بسته و زمان آن (شست‌وشوی سریع - در شیر FRP)		
تکمیل جدول مراحل سختی‌گیر					
جمع نمره					

		اطمینان از قرارگیری شیر در وضعیت درست رعایت ایمنی در کار با ابزار و به کارگیری عینک ایمنی		رعایت ایمنی شخصی و کارگاهی	۳
		زمان بندی شروع و پایان کار و مراحل مختلف شیر اتوماتیک		دقت و سرعت در انجام کار	۴
		۱- رعایت مسایل زیست محیطی ۲- تمیز نمودن محیط کار پس از خاتمه کار ۳- عدم هدر دادن آب نرم به دلیل تلفات زیاد آب در شست و شوی معکوس و احیا		رعایت نکات زیست محیطی در محیط کار	۵
		سامان دهی - پاکیزه سازی - نظم و ترتیب - استاندارد سازی - انضباط		پیاده سازی ۵S در محیط کار	۶
جمع نمره					

## روش ارزشیابی واحدهای یادگیری

پس از آموزش هر واحد یادگیری برای اطمینان از یادگیری آن کار توسط هنرجو باید هنرجو را ارزیابی کرد.

توجه بفرمایید که در ارزشیابی چند مورد را باید در نظر گرفت:

۱ هدف ارزشیابی اندازه‌گیری توانایی هنرجو در میزان دستیابی به استاندارد عملکرد آن کار است. و این حداقل روایی برای یک ارزشیابی می‌باشد.

۲ ارزشیابی باید بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری باشد که پایایی لازم را داشته باشد و قابل اندازه‌گیری بوده و چنانچه در یک محل دیگر با یک ارزیاب دیگر این ارزشیابی انجام شود همان نتیجه به دست آید.

۳ اصول ارزشیابی ناظر بر تحقق شایستگی‌ها و دستیابی به سطوح شایستگی‌ها است.

۴ شرایط ارزشیابی به گونه‌ای فراهم شود که دلهره‌آور نبوده و منصفانه باشد.

۵ به‌کارگیری کارگروهی در فرایندهای ساخت، نصب و تعمیر در سنجش قضاوتی شرط قبولی در هر پودمان و هر واحد یادگیری کسب حداقل نمره ۱۲ از ۲۰ می‌باشد.

۷ نمره هر پودمان (فصل) ممکن است از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده باشد.

۸ = ۱ = عدم احراز شایستگی و ۲ = احراز شایستگی و ۳ = شایستگی بالاتر از حد انتظار (هر شایستگی بر اساس سه نمره ۱ و ۲ و ۳ سنجیده می‌شود و نتیجه آن با ضریب ۵ منظور می‌گردد).

۹ نمره مستمر بر اساس فعالیت‌های کارگاهی، نظم، مشارکت در کارگروهی و... از صفر تا ۵ می‌باشد.

۱۰ نمره هر درس میانگین نمره پنج پودمان است به شرطی که نمره هیچ پودمانی کمتر از ۱۲ نباشد. برای مثال اگر هنرجویی در پودمان اول نمره کمتر از ۱۲ را کسب کند و در چهار پودمان دیگر نمره ۲۰ بگیرد تا حداقل نمره قبولی پودمان اول را احراز نکند نمره میانگین گرفته نمی‌شود.

۱۱ هنرجویان مجاز به همراه داشتن کتاب همراه هنرجو را در زمان انجام آزمون دارند.

۱۲ بدیهی است تا هنرجو نمره شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش (حداقل) ۲ را کسب نکند قادر به گذراندن آن شایستگی نمی‌باشد گرچه این نمره در نمره میانگین مراحل دخالت داده نمی‌شود.

۱۳ پس از میانگین گرفتن، چنانچه اعشار نمره از ۰/۵ کمتر باشد به سمت پایین گرد شده و چنانچه بالاتر باشد به سمت بالا گرد می‌شود.

۱۴ چنانچه هنرجو در هر پودمان شایستگی مورد نظر را احراز ننماید. در همان پودمان نمره نگرفته و می‌تواند پودمان‌های دیگر را بگذراند و در طول سال اصلاح یادگیری با توجه بیشتر هنرآموز بر روی آن هنرجو و مشارکت بیشتر هنرجو در گروه‌های کاری انجام گیرد.

۱۵ در ادامه به پر کردن یک نمونه فرم ارزشیابی برای هر هنرجو می‌پردازیم.

## ارزشیابی شایستگی نصب سختی گیر

<p><b>شرح کار:</b>                  - استقرار مخزن                  - لوله کشی مخزن                  - شارژ دستگاه</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b>                  نصب دستگاه های آب گرم مصرفی با به کارگیری ابزار لازم و رعایت اصول فنی و ایمنی برابر نقشه و دستورالعمل سازنده</p> <p><b>شاخص ها:</b>                  - استقرار مخزن به صورت تراز و برابر نقشه                  - اتصال لوله ها به صورت آب بند و برابر نقشه                  - اتصال کنترل ها و شیرها برابر نقشه                  - شارژ و راه اندازی دستگاه</p> <p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b>  <b>شرایط:</b>                  کارگاه تأسیسات استاندارد به ابعاد ۸ × ۶ متر دارای تهویه کافی با نور کافی به انضمام لوازم ایمنی و سیستم سرمایشی و گرمایشی ایمن                  زمان: ۳ ساعت</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b>                  نقشه کار - دستگاه سختی گیر ژنولیتی - دستگاه سختی گیر ۷ مرحله ای آب شهر - ابزار لوله کشی</p>			
<p><b>معیار شایستگی</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	استقرار مخزن	۱	
۲	اتصال به سیستم لوله کشی	۲	
۳	شارژ دستگاه	۲	
	<p><b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b>                      ۱- تصمیم گیری و تجزیه و تحلیل موقعیت                      ۲- به کارگیری لباس کار، عینک، دستکش و کفش ایمنی                      ۳- رعایت اصول ایمنی                      ۴- توجه به کاهش سختی بر سیستم موتورخانه و بدن                      ۵- رعایت در دفع اصولی نمک در محیط</p>	۲	
	<p>میانگین نمرات*</p>		
<p>*حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>			

## نمونه ارزشیابی پایانی پودمان ۱ با نرم افزار اکسل

رشته تحصیلی: تأسیسات نام و نام خانوادگی:		درس: نصب و راه اندازی سیستم تولید آب گرم بهداشتی کد دانش آموزی:	
پودمان ۱- نصب سختی گیر		تعداد واحد یادگیری ۱	
واحد یادگیری ۱- نصب سختی گیر		تعداد مراحل: ۲	
مرحله کار	حداقل نمره	نمره	
۱- استقرار مخزن	۱	۲	
۲- اتصال به سیستم لوله کشی	۲	۳	
۳- شارژ دستگاه	۲	۳	
ایمنی بهداشت / شایستگی غیرفنی / توجهات زیست محیطی	۲	۲	
میانگین مراحل	۲	۳	
نمره شایستگی از ۳		۳	
نمره مستمر (از ۵)		۲	
نمره واحد یادگیری از ۲۰		۱۷	
۱۷			

زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۲ نمره از ۳ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۲ است.

نمره کلی درس (میانگین نمرات پودمان ها) زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را کسب نماید.

همان طور که مشاهده می کنید در این واحد یادگیری که از سه مرحله تشکیل شده هنرجو در مراحل ۱ و ۲ و ۳ بالاتر از حد انتظار نمره گرفته و با نمره ایمنی و مستمر، نمره نهایی ۱۷ را کسب نمود.