

فصل 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 فیتینگ، 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.

غیرقابل آشامیدن		آب آشامیدنی	منابع آب
صنعتی	کشاورزی		
	✓	✓	چشمه
			رودخانه
			دریا
			دریاچه
			سفره‌های 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 شکل صفحه قبل آلودگی‌های منابع آب را بررسی نمایید.
۲ چه میزان از این منابع آب قابل آشامیدن است؟

ویژگی‌های آب



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.



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

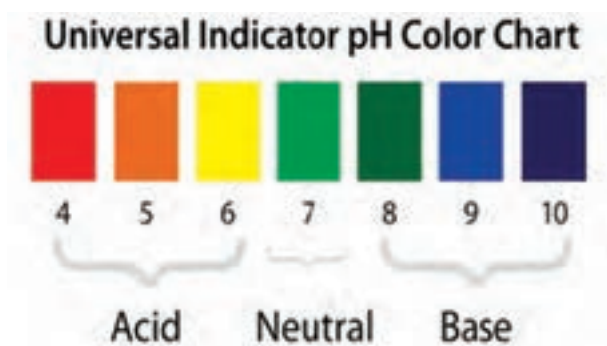
چهار عامل اصلی که در ویژگی‌های آب، می‌تواند تأثیر به‌سزایی داشته باشد، درجه اسیدی pH، مواد جامد معلق در آب TSS، مواد جامد محلول در آب TDS و سختی آب است به‌طوری که کاهش یا افزایش میزان هر یک از آنها می‌تواند به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم در عملکرد دستگاه تأثیر داشته باشد.

بحث کلاسی



- 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



شکل ۱ - شاخص درجه اسیدی PH

مقدار PH (Potential of Hydrogen) آب طبیعی خنثی برابر ۷ است. PH از صفر تا ۷ نشان‌دهنده خواص اسیدی در حالی که PH از ۷ 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.

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 اندازه‌گیری TSS وسایل مورد نیاز (ترازوی دیجیتالی با دقت یک دهم گرم - فیلتر الیافی ۲ میکرون) توضیح روش: برای اندازه‌گیری میزان TSS از یک فیلتر الیافی ۲ میکرون که وزن آن مشخص است استفاده می‌شود به این صورت که اگر آب تمیز باشد در حدود ۳ الی ۴ لیتر و اگر آلاینده‌های 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 به‌دست آورید.

نکته



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

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 می‌شود. این مواد با فیلتر کردن، از آب جدا نشده و فقط پس از تبخیر آب، به‌عنوان جزئی از مواد جامد آن به‌صورت رسوب باقی می‌مانند. وزن رسوب باقیمانده، 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 آب‌های مختلف

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

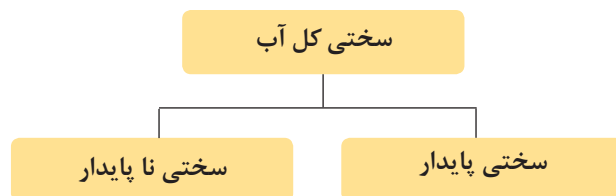
پژوهش



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

ترکیبات اصلی TDS شهرها	کلسیم	نیترات	منیزیم	منگنز	کربنات پتاسیم	کربنات هیدروژن	سدیم	کلرید	سولفات
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 کارکرده 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

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

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 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 CaCO_3)

جدول ۳ - طبقه بندی سختی آب

سختی ppm (بر مبنای 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	
طبقه بندی					



۱ سختی غیرکربناتی، عامل جدی در تصفیه آب نیست، زیرا حلالیت (Solubility) آن تقریباً ۷۰ برابر بیشتر از سختی کربناتی است.

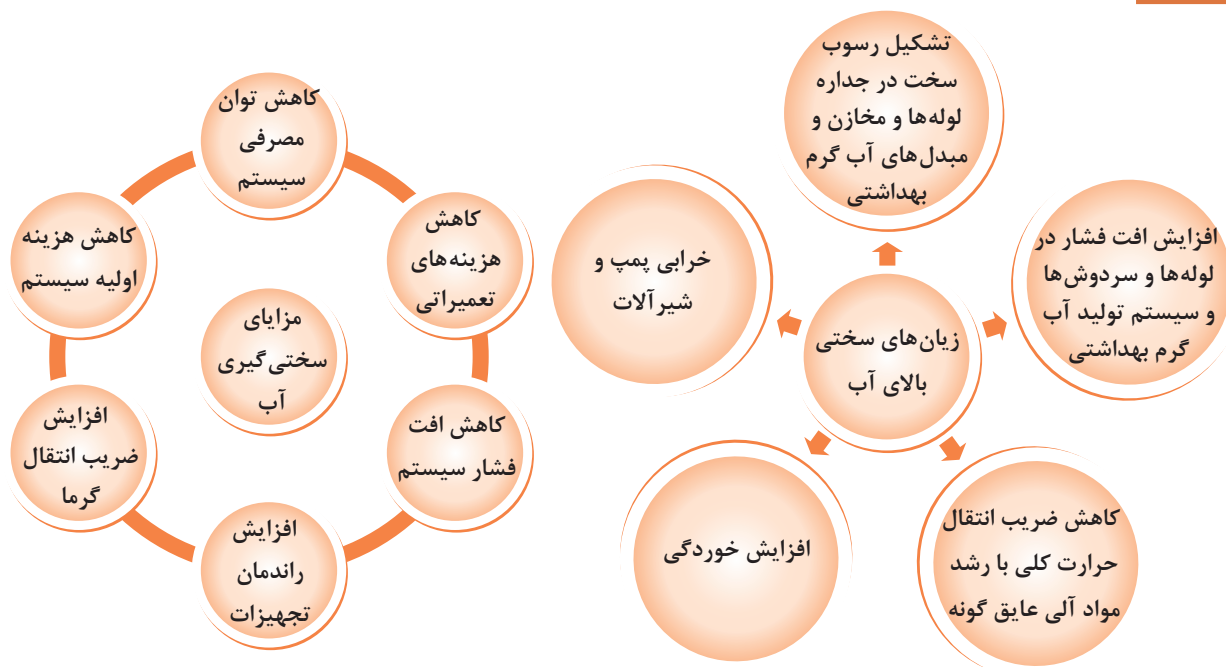
۲ حداکثر مجاز درجه سختی آب‌های آشامیدنی مطابق استاندارد WHO (سازمان بهداشت جهانی) به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر و حداقل سختی آب آشامیدنی ۳۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر تعیین شده است. در ضمن حداکثر درجه سختی آب مصرفی در دیگ‌های بخار طبق استاندارد DIN (آلمان)، ۴۵ میلی‌گرم کربنات کلسیم در 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



- 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 به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



مبنای اندازه‌گیری سختی آب بر پایه سختی ناپایدار 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.

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

$$\frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم حل شونده}} = \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{0.001 \text{ gr}}{1000 \text{ gr}} = \frac{1}{1,000,000} = 1 \text{ pm} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{Lit}}$$

توجه





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

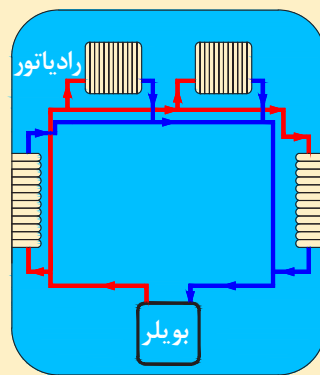
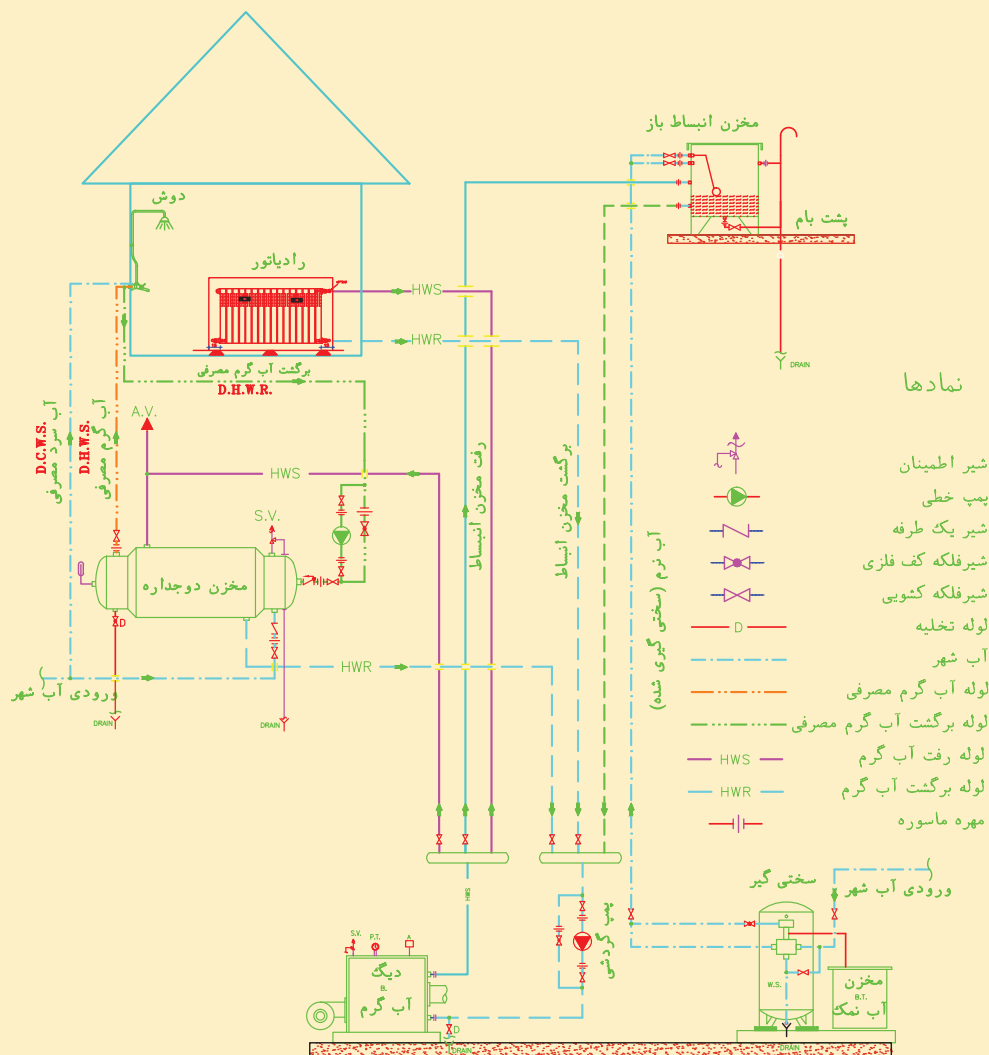
ارزیابی آب و نوع سیستم گردش آب ارتباط نزدیک بایکدیگر دارند:

ارزیابی آب یک سیستم گرمایی عبارت است از:

سنجش: ۱- سختی کل ۲- PH ۳- TDS ۴- TSS



به نظر شما برای اندازه‌گیری سختی آب از کدام یک از محل‌های شکل زیر استفاده می‌شود.





سنجش (Test Kit)

هریک از کارهای زیر را بر روی آب انجام دهید.

جدول لوازم و تجهیزات مورد نیاز



PH سنج دیجیتال

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

الف) با استفاده از PH سنج دیجیتال درجه اسیدی و درجه قلیایی آب شهر در نقاط مختلف هنرستان خودتان را در بازه‌های ۶ ساعته طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری 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.

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

ب) سختی آب شهر در کارگاه خودتان را طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری نمایید: (روش کیت‌های حجم سنجی)، رایج‌ترین روش سنجش برای اندازه‌گیری غلظت یون‌ها در آب است. در این روش از یک استوانه کوچک و ظرف‌های مجهز به قطره چکان استفاده می‌شود. استوانه تا خط نشانه از نمونه، پر و معرف‌های لازم قطره قطره از محلول استاندارد به نمونه اضافه می‌شود. زمانی که تمام یون‌های مورد نظر با محلول استاندارد واکنش دهد، نمونه تغییر رنگ خواهد داد، این نقطه پایانی شناخته می‌شود.

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



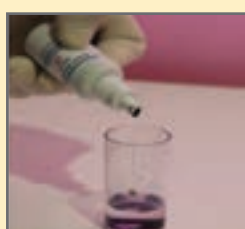
کیت سختی سنجی

مراحل سختی سنجی:

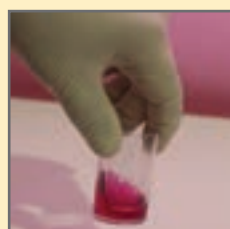
- ۱ ظرف A را تا خط نشانه پر از آب نمایید (۱۰ CC).
- ۲ ۴ قطره از محلول B را در ظرف مذکور بریزید.
- ۳ اگر رنگ آب، آبی رنگ شد به معنی آن است که آب سختی ندارد اما اگر رنگ آب قرمز شد آب دارای سختی است و مراحل زیر را ادامه دهید.
- ۴ با قطره چکان از محلول C برداشته و آن را قطره قطره شمرده و در آب می ریزیم تا رنگ آب داخل ظرف آبی رنگ شود.
- ۵ تعداد قطرات رادر ۱۷/۱ 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.



پر کردن 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.

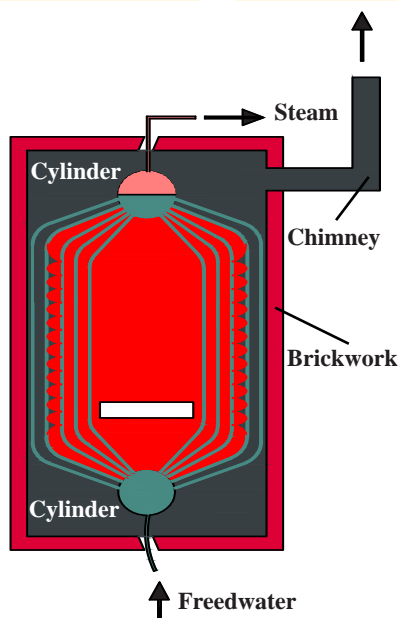
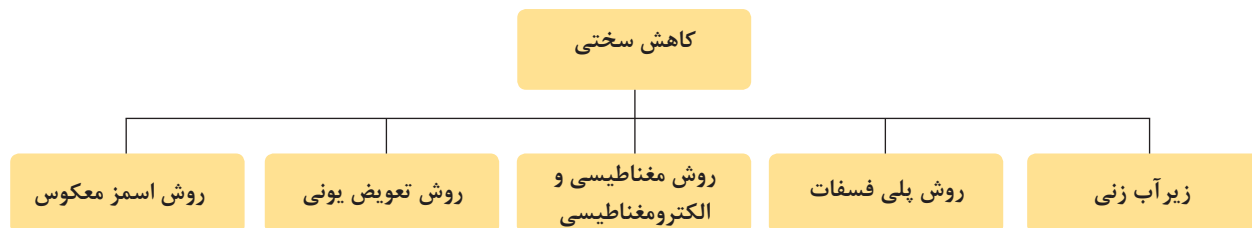
آیا می‌دانید



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

برای کاهش سختی آب با چه روش هایی آشنا هستید؟
به پنج روش می توان سختی آب را کاهش داد:



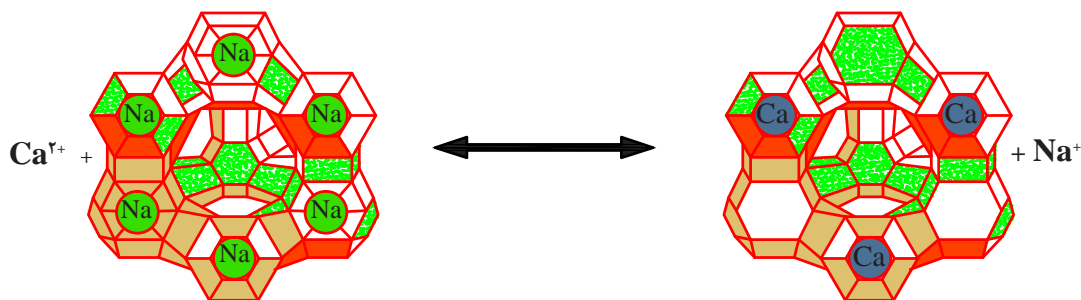
زیر آب زنی (Blowdown):

عبارت است از خارج ساختن آب اشباع شده از مواد معلق و نمک های محلول از دیگ بخار که ساده ترین و ارزان ترین روش برای کاهش سختی است. آبی که به این طریق از دیگ خارج می گردد به وسیله آب تغذیه جدید که دارای مواد محلول کمتر است تأمین می گردد. از این رو با داشتن مقدار معین و مشخص از زیر آب می توان از افزایش سختی موادی که باعث عدم عملکرد صحیح دیگ ها می گردند جلوگیری به عمل آورد و مقدار مواد معلق یا محلول را ثابت نگه داشت. در ضمن این روش در سیستم های بسته در معرض هوا نظیر برج خنک کن، با نام زیر کشی (Bleed Off) شناخته می شود.

شکل ۴ - زیر آب زنی دیگ بخار

سختی گیر رزینی

نوعی سختی گیر مکانیکی بوده که رایج ترین 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، یون های سخت منفی و مثبت در آب سخت (کلسیم و منیزیم) را جذب و به جای آنها یون های سدیم مثبت و کلر منفی را جایگزین می کنند. بعد از اشباع شدن رزین ها به کمک آب نمک احیا می گردند.



شکل ۵ - جایگزینی 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.

سختی گیر پلی فسفات:



شکل ۶- روش نصب 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.

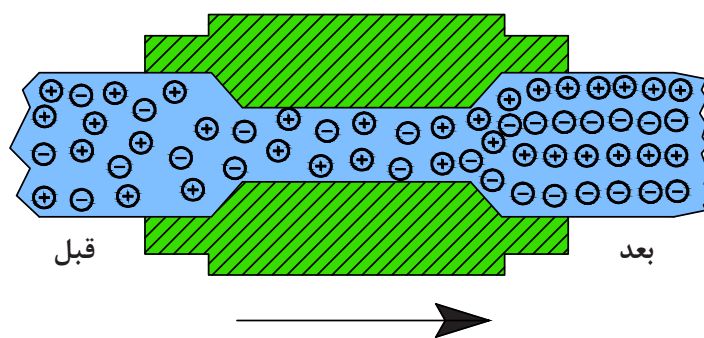


- ۱ فیلم آموزشی مربوطه را مشاهده نمایید و پس از آن راجع به نحوه کاهش سختی در سختی گیر پلی فسفات بحث و گفت‌وگو نمایید.
- ۲ راجع به کاربرد سختی گیر پلی فسفات برای مصارف صنعتی، آشامیدنی و تجاری بحث و گفت‌وگو نموده و جدول را تکمیل نمایید.
- ۳ با افزایش دمای آب عملکرد این نوع سختی گیر چه تغییری خواهد کرد؟
- 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.

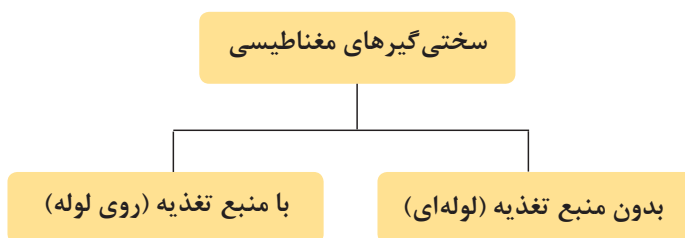
مورد بحث	آب آشامیدنی	آب جبرانی دیگ	برج خنک کن	آب خالص	پکیج گرمایشی	سیستم بخار
مورد مصرف (مناسب - نامناسب) × ✓						×

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 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 کدام اند؟
- 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 کدام اند؟
- 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؟

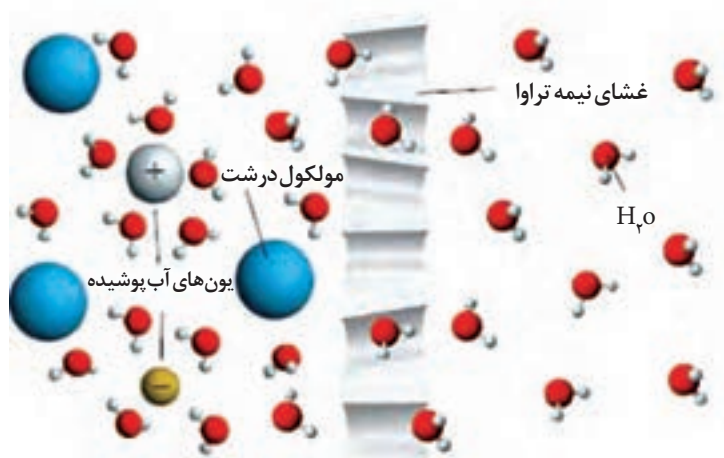
قطر لوله سختی گیر	$\frac{m^3}{hr}$	
	اینچ	میلی متر
۱۰	$\frac{3}{8}$	۰/۲
۱۵	$\frac{1}{2}$	۰/۷
۲۰	$\frac{3}{4}$	۲
۲۵	۱	۴
۳۲	$1\frac{1}{4}$	۶
۴۰	$1\frac{1}{2}$	۱۲
۵۰	۲	۲۰
۶۵	$2\frac{1}{2}$	۳۷
۸۰	۳	۵۵
۱۰۰	۴	۱۲۰
۱۲۵	۵	۱۵۰

اسمز معکوس (Reverse osmosis): گذرندگی

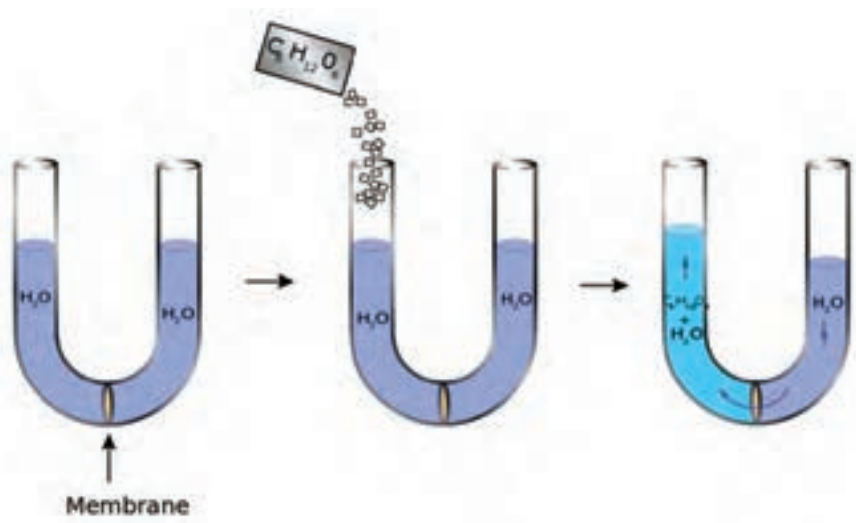
- ۱ با توجه به شکل هنگامی که حبوبات و میوه های خشک را برای مدتی درون آب قرار دهیم، متورم می شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می شود، آیا تاکنون اندیشیده اید که در این پدیده ها چه اتفاق می افتد؟ راجع به آن بحث و گفت و گو نمایید.



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.



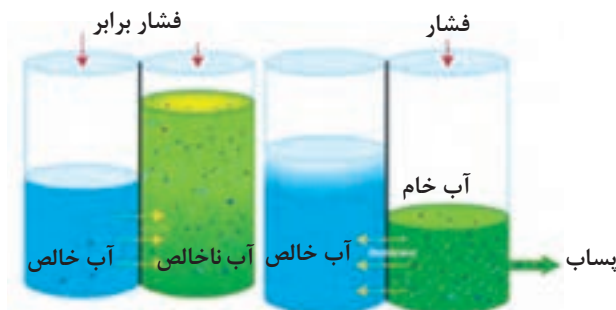
شکل ۹- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی



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 تا فشار آب

و آب شکر در دو سمت ممبران برابر شوند.



شکل ۱۱ - اسمز معکوس با اعمال فشار معکوس

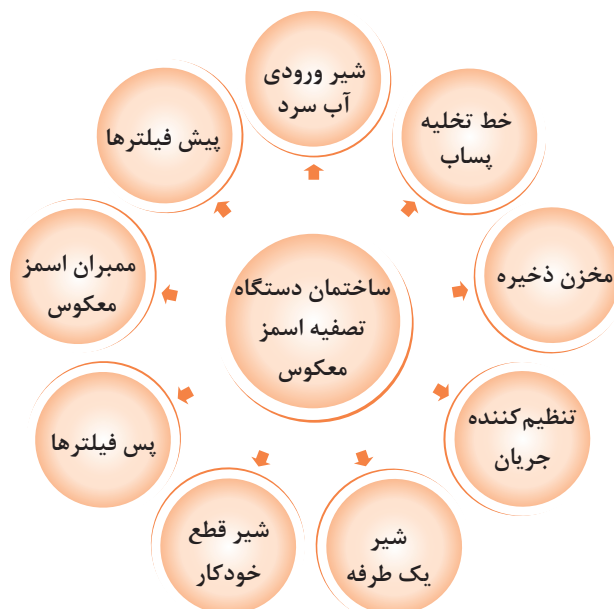
اسمز معکوس نوعی تکنولوژی تصفیه و کاهش نمک‌های محلول در آب است که در آن از یک غشای نیمه تراوا استفاده می‌گردد تا ذرات بزرگ موجود در آب آشامیدنی جداسازی شوند. در اسمز معکوس از نیروی فشار برای غلبه بر فشار اسمزی استفاده می‌گردد. اسمز معکوس می‌تواند بسیاری از انواع مولکول‌ها، یون‌ها و همچنین باکتری‌ها را از محلول حذف کند و در فرایندهای صنعتی و همچنین در تولید آب آشامیدنی کارایی زیادی دارد. در این روش حل شونده (ناخالصی‌ها) در یک سوی تحت فشار غشا باقی‌مانده و حلال خالص (آب) به سمت دیگر رانده می‌شود. این غشا 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.

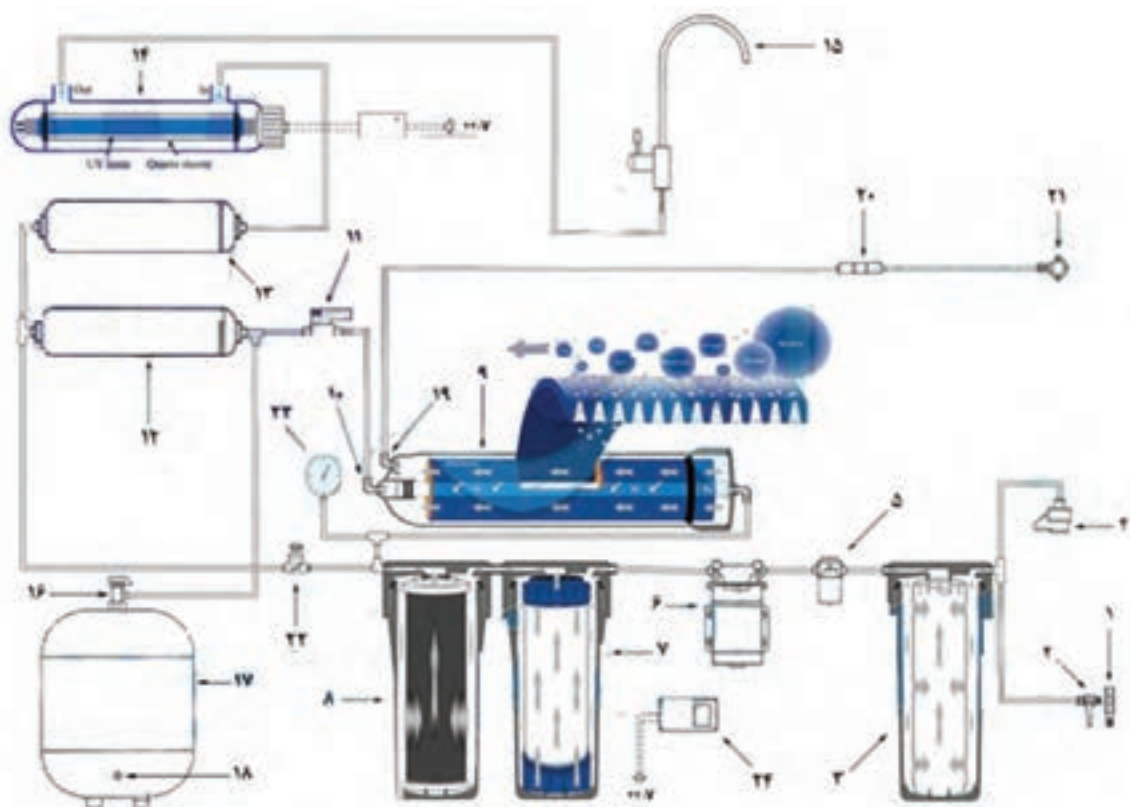
پژوهش



- 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 سختی گیر 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 سنج	۲۳

هوزینگ سفید و فیلتر کربن گرانول مرحله ۳	۸
هوزینگ ممبران و ممبران مرحله ۴	۹
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 نام هر یک از مراحل را به ترتیب مشخص نمایید.

کار کلاسی



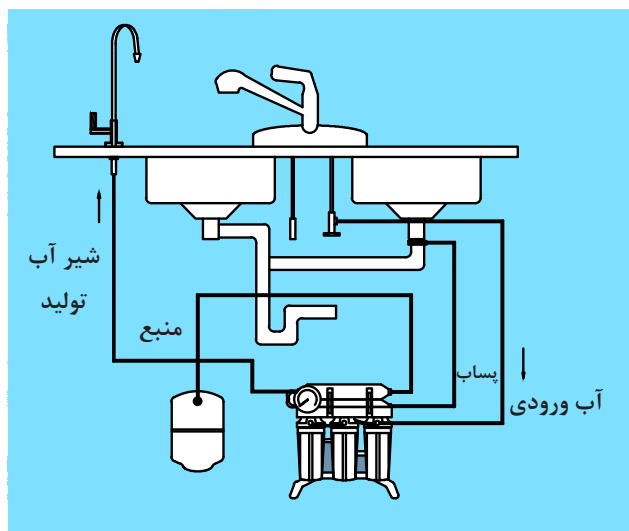
مراحل تصفیه و عملکرد سیستم اسمز معکوس

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

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

* 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.



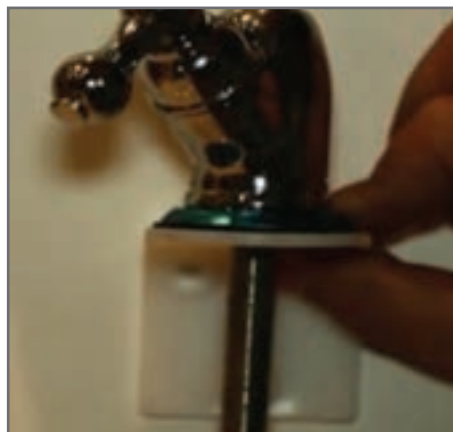
شکل ۱۳ - نقشه ارتباطی لوله کشی دستگاه اسمز معکوس

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

مرحله اول: نصب شیر برداشت

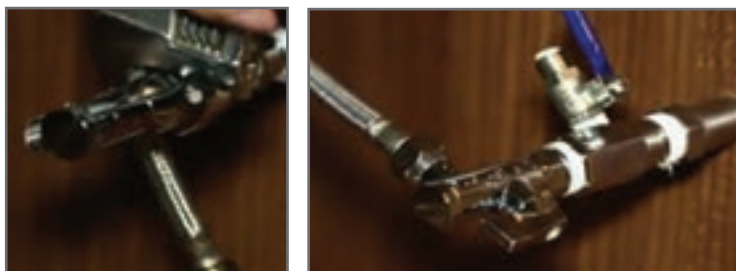
۱ یک سوراخ با قطر ۱۱mm روی سینک در محل مناسب ایجاد کنید. این عمل را در سه مرحله با مته های ۵ و ۸ و ۱۱ انجام دهید.

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 تصفیه‌کن 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 قلیایی 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.

- ۱ هرگز در زمان بهره برداری و کارکرد روزانه، برق و آب ورودی دستگاه را قطع نکنید.
- ۲ 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.
- ۳ 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



- ۱ 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.
- ۲ 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.
- ۳ با توجه به میزان بالای ایجاد فاضلاب و انرژی الکتریکی برای تولید آب تصفیه شده، در مصرف غیر آشامیدن و یا برای شست و شو از آب تصفیه شده پرهیز نمایید.

کار کارگاهی



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

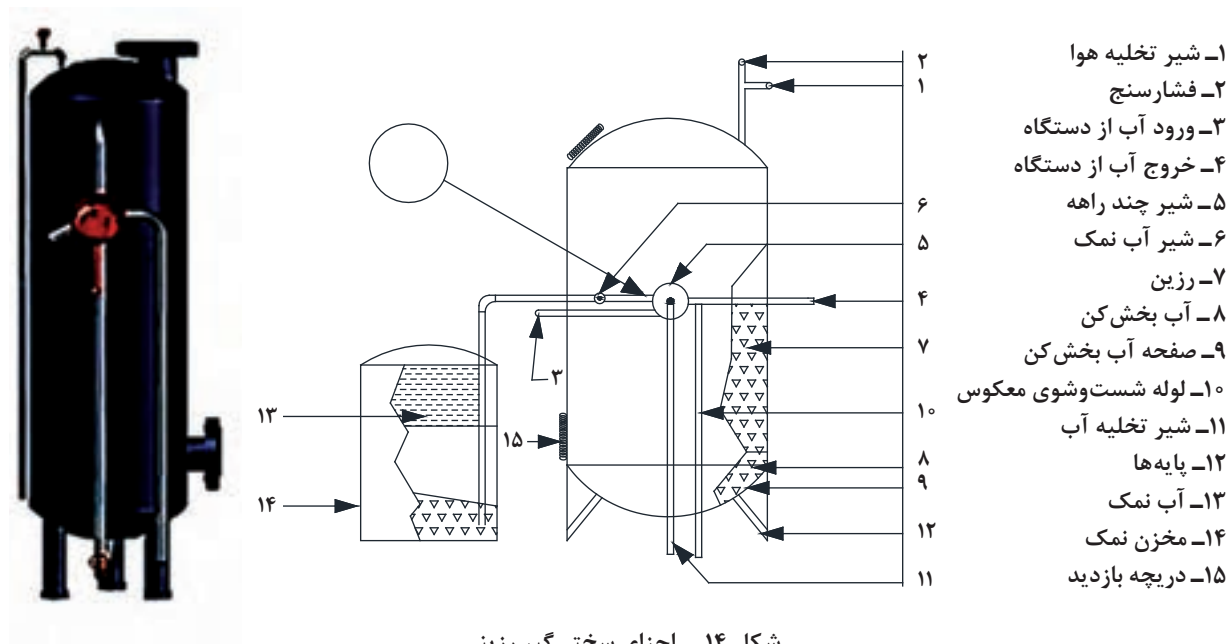
تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار / تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله
از هر کدام یک دست	پیچ گوشتی دو سو و چهارسو سایز کوچک و متوسط	دو حلقه	نوار تفلون
یک دستگاه	دریل برقی	به تعداد هنرجویان	دستکش و لباس کار
از هر کدام یک عدد	مته های شماره ۵-۸-۱۱ میلی متر		

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 راهه</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>

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.

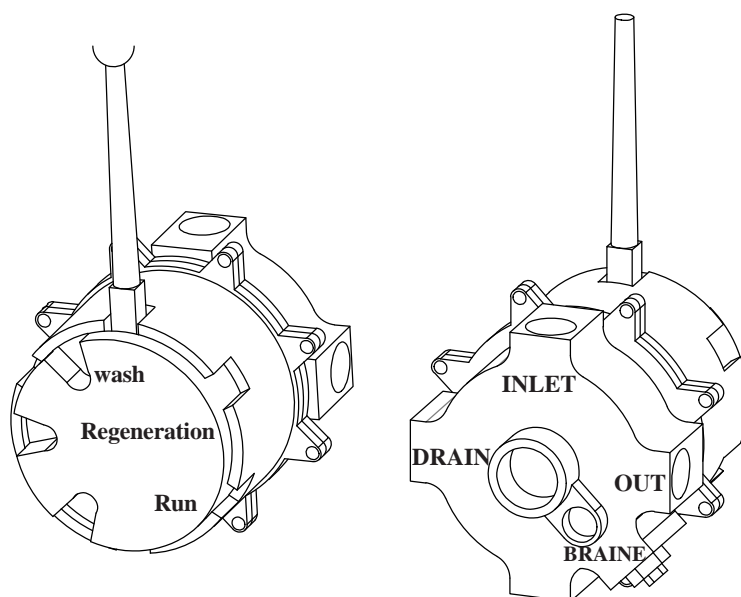
با توجه به فیلم آموزشی و عکس مربوطه حالت های مختلف شیرهای نیمه اتوماتیک و اتوماتیک را بررسی و گفت و گو نمایید.

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 در مرکز 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 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.

۳ 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



رزین‌ها:

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

شکل ۲۰- دانه‌های رزین پرولایت C۱۰۰E کیسه ۲۵ لیتری

انواع رزین‌های کاتیونی و آنیونی و ترتیب قرارگیری آنها در تهیه آب نرم را تحقیق نمایید.

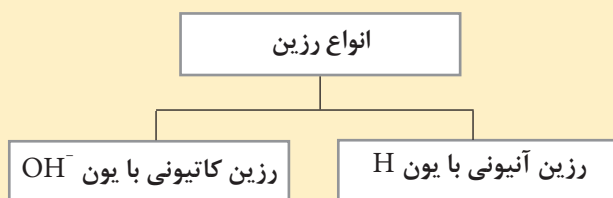
پژوهش



بحث کلاسی

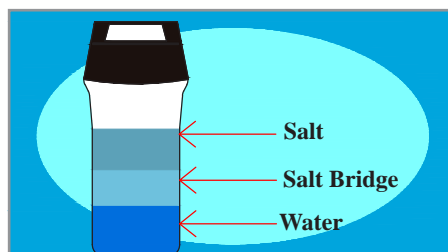


با توجه به نمودار زیر هر رزین با یون فعال مشخص کدام یک از مواد زیر را می‌تواند حذف نماید؟



مورد بحث	مواد آلی	کلسیم	نیترات	منیزیم	کلرید	منگنز	سولفات	پتاسیم	بی‌کربنات	سدیم	کربنات	آهن
رزین H ⁺	✓											
رزین 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.

معمولاً برای سختی‌گیرها 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 ۵/۰ تا ۵/۱ درصد است.

تحقیق



آیا می‌توان در سختی‌گیرها از نمک دریا و یا ترکیبی از نمک دریا و سنگ نمک استفاده کرد؟

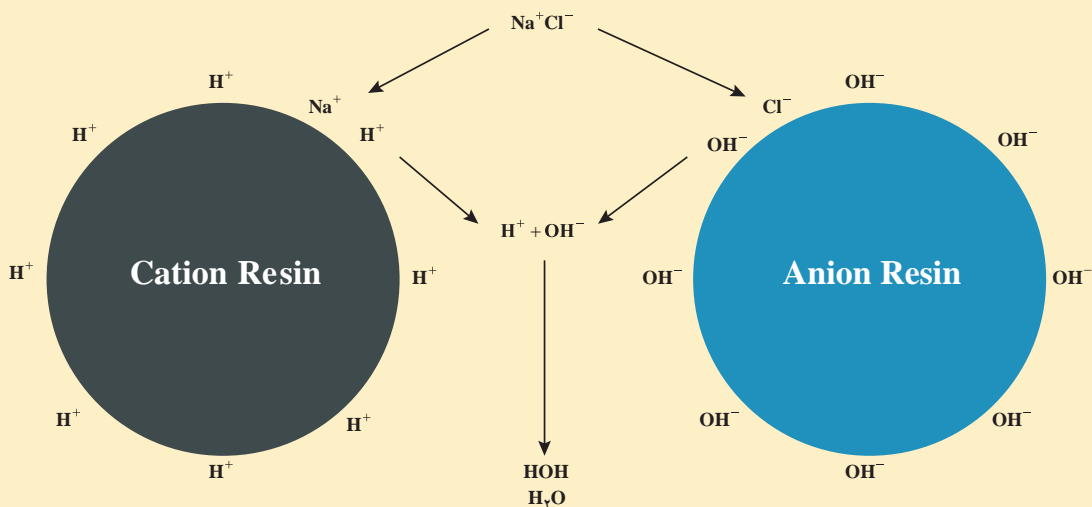
احیا

سختی‌گیرهای 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 سختی‌گیرهای رزینی محلول ۱۰٪ (۱۰۰ گرم در لیتر) است. غلظت‌های بیشتر و کمتر تأثیر کمتری را در پی دارد. بدین ترتیب رزین دوباره خاصیت سختی‌گیری خود را باز می‌یابد.

نکته



با توجه به جدول انتخاب سختی‌گیر در رابطه با سؤالات زیر با یکدیگر بحث نمایید.

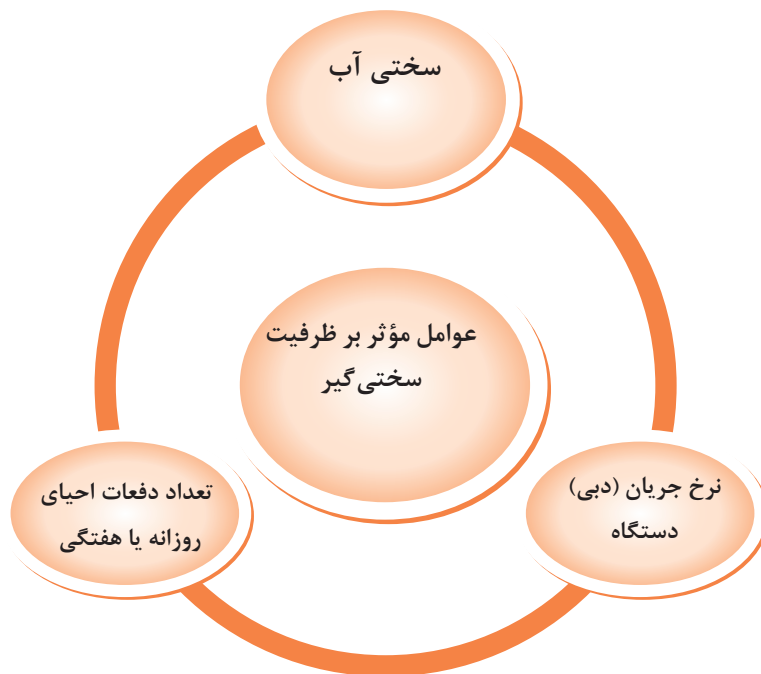
- ۱ مقدار رزین هر دستگاه با توجه به حداکثر ظرفیت سختی‌گیری به چه میزان خواهد بود؟
- ۲ نسبت حجم مخزن نمک به مقدار رزین مناسب چه میزان است؟

بحث کلاسی



جدول ۷- سختی گیر

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



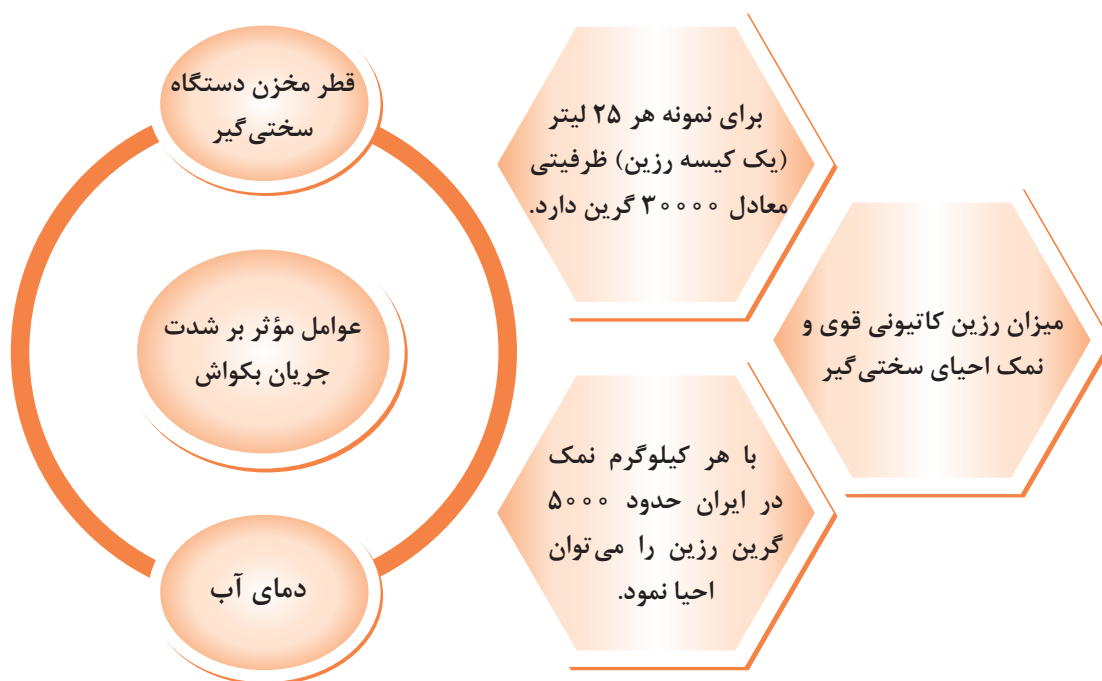
hr زمان شست و شو $\times \frac{\text{lit}}{\text{hr}}$ ظرفیت آبدهی $\times \frac{\text{mg}}{\text{lit}}$ سختی آب = ظرفیت سختی گیر بر حسب میلی گرم
اگر بخواهیم مقدار ظرفیت دستگاه را بر حسب گرین به دست آوریم باید ظرفیت را در ۱/۵۴٪ ضرب کنیم.

سیکل شست و شو یا ساعت کاری یا بک‌واش بستگی به کاربرد ساختمان و تعداد ساعات کارکرد تجهیزات در شبانه روز دارد و ممکن است روزانه یا هفتگی باشد. از آنجا که سیکل شست و شو آب زیادی را هدر می‌دهد، بهتر است سیکل شست و شو طولانی‌تر باشد. برای مثال برای ۸ ساعت کار در روز و اگر سیکل شست و شو هفتگی باشد با احتساب یک روز تعطیلی، ساعات شست و شو برابر با ۴۸ ساعت در هفته خواهد بود.

نکته



مثال: سختی یک آب شور ۴۰۰ ppm می‌باشد. چنانچه ظرفیت آبدهی ۳۰۰ لیتر بر ساعت و زمان شست و شو ۷۲ ساعت در نظر گرفته شود ظرفیت سختی گیر باید چند گرین باشد؟
 mg $= 400 \times 300 \times 72 = 8640000$ = ظرفیت سختی گیر (mg)
 grain $= 8640000 \times 0.0154 = 133056$ = ظرفیت سختی گیر (grain)
 با توجه به جدول سختی گیر TS۱۵۰ مناسب است.



کار کارگاهی



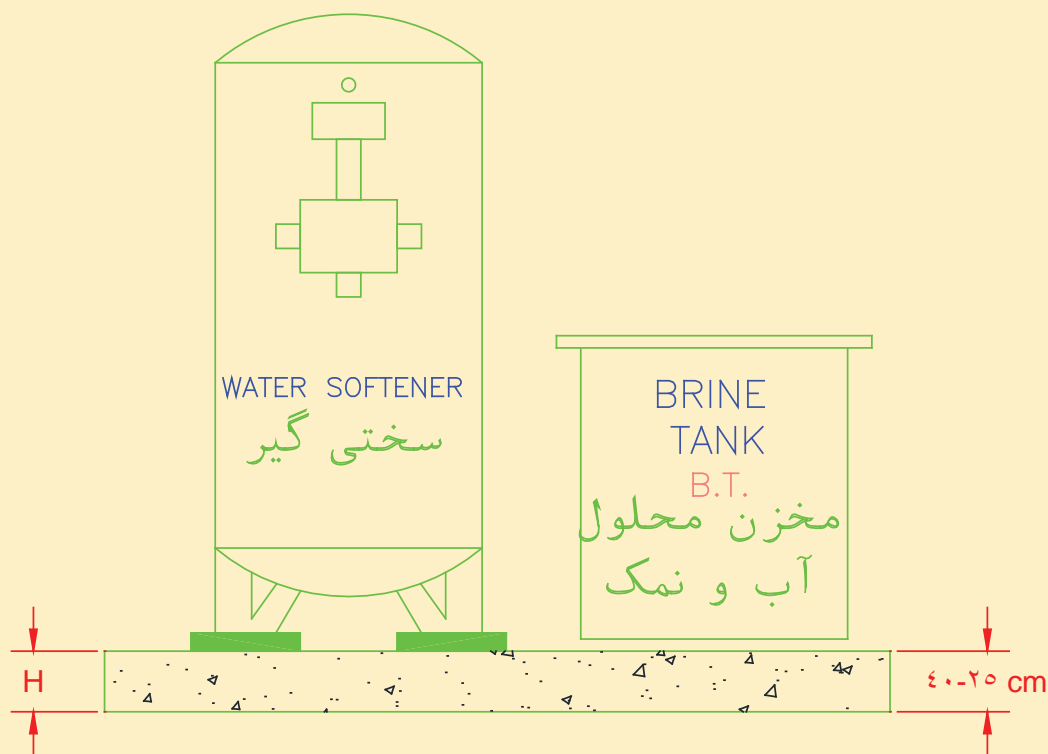
استقرار سختی گیر روی فونداسیون (پایه بتنی) به کمک هم گروهی های خود یک دستگاه سختی گیر رزینی را بر روی فونداسیون آماده در کارگاه مستقر کنید.

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	متر ۳ 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 ۸-۱۰ cm

مراحل انجام کار:

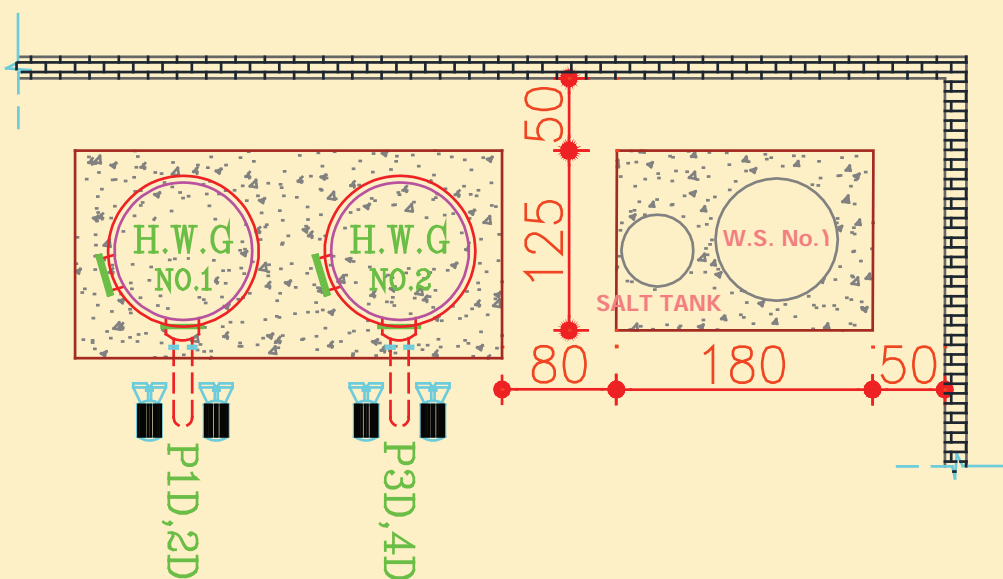
- ۱ وسایل و ابزار کار را از انبار تحویل بگیرید.
- ۲ به لباس کار و وسایل ایمنی تجهیز شوید.
- ۳ با توجه به ابعاد سختی گیر نقشه پلان استقرار تأیید شده توسط هنرآموز ابعاد فاصله گذاری مجاز و ایمنی موجود را بررسی نمایید.
- ۴ سختی گیر را بر روی فونداسیون قرار داده و جهت شیر سرویس را در مسیر در دسترس قرار دهید.
- 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 فنداسیون 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 پهلوی 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



مسیر حرکت سختی گیر را بررسی و موانع آن برداشته شود.



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



آزمایش‌های قبل از نصب 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 $2\frac{1}{4}$ 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

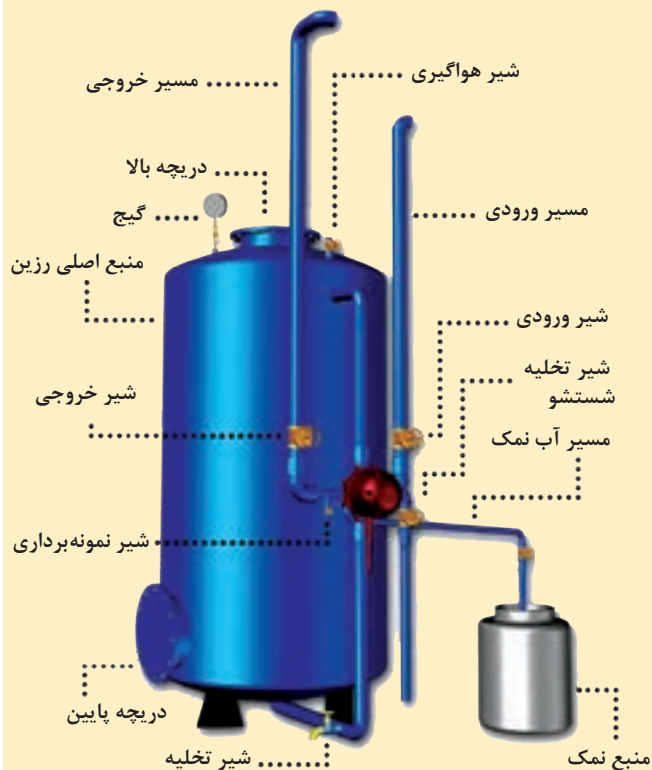
۱ شیرهای ورودی و خروجی را ببندید و محل نصب مانومتر را با درپوش و مواد آب‌بندی مناسب مسدود نمایید.

۲ با استفاده از آب شهر و از مسیر شیر ورودی اقدام به پر نمودن سختی گیر کرده و برای افزایش فشار تا ۷ بار (طبق دستورالعمل سازنده) و یا $1/5$ برابر فشار کار با استفاده از دستگاه تلمبه فشار آب از مسیر شیر ورودی اقدام نمایید و از عدم نشتی سراسر سختی گیر اطمینان حاصل نمایید. در صورت وجود نشتی 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 نشتی آب از عدم وجود هوا در تجهیزات اطمینان حاصل نمایید.

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



اجزای سختی گیر رزینی به همراه مخزن نمک



اتصال سختی گیر به سیستم لوله کشی و ارتباط لوله کشی تجهیزات
بر روی یک سیستم لوله کشی شده دستگاه سختی گیر را برابر نقشه کار زیر نصب نمایید.

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار / تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله
۱ دستگاه	سختی گیر رزینی	به مقدار مورد نیاز	لوله پلیمری پلی پروپیلن
۱ عدد	شیر نیمه اتوماتیک	به مقدار مورد نیاز	اتصالات (زانو - سه راهی - بوشن - مهره ماسوره) سایز ۳/۴"
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۶ اینچ	۳ عدد	شیر فلکه سایز ۳/۴"
۱ عدد	دستگاه اتوی فیوژن	یک جفت	دستکش کار
۱ عدد	آچار لوله گیر ۲ ۱/۲ اینچ	یک دست	لباس کار

اتصال به لوله کشی آب شهری

۱ شناسایی لوله ورودی

۲ شناسایی سرلوله های خروجی

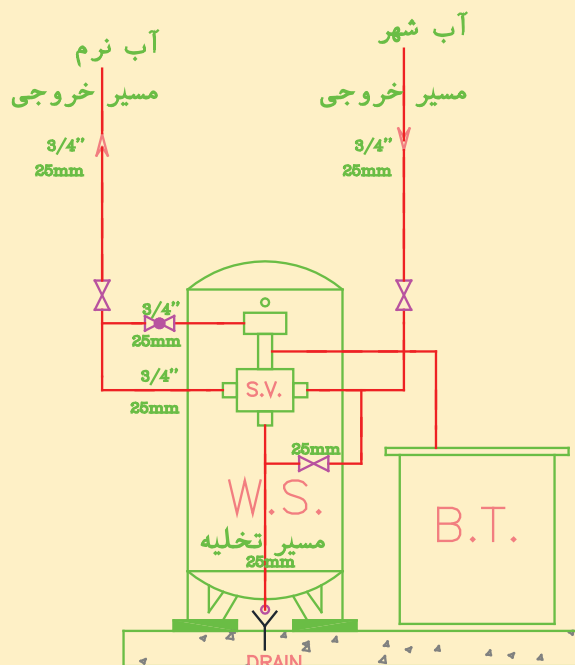
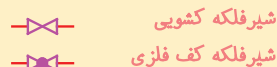
۲ شناسایی سرلوله های واسط

۴ لوله کشی برابر نقشه

نصب شیر هواگیری بر روی سختی گیر

نصب مخزن نمک به سختی گیر

نمادها

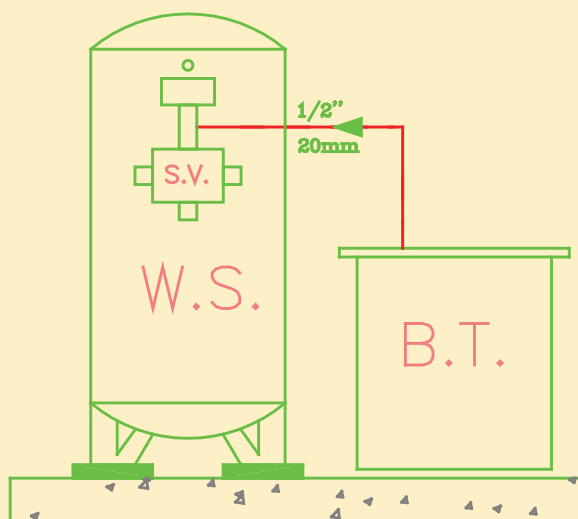




قبل از اتصال شیرآلات به سیستم لوله کشی از مناسب بودن جهت شیر و در دسترس بودن آن اطمینان حاصل نمایید.

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 سایز ۲۰ mm
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۴ اینچ	به مقدار مورد نیاز	اتصالات (زانو - سه راهی - بوشن - مهره ماسوره) سایز ۲۰ mm
۱ عدد	دستگاه اتوی فیوژن	۱ عدد	شیر فلکه سایز ۱/۲"
۱ عدد	قیچی برش لوله	به تعداد هنجاریان	دستکش کار

دستور کار

نصب مخزن نمک به سختی گیر

- ۱ مخزن نمک را از نظر آب بند بودن آزمایش نمایید.
- ۲ لوله کشی طبق نقشه کار با لوله پلیمری یا فلزی
- ۳ اتصال لوله درین به کفشوی فاضلاب با فاصله هوایی

۴ تشخیص محل اتصال لوله تخلیه به شیر نیمه اتوماتیک

۵ لوله کشی خط تخلیه طبق نقشه کار و نصب شیر تخلیه

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 خلاً شکن و یا شیر یک طرفه دوتایی حفاظت شود.

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

کار کارگاهی



آزمایش تجهیزات لوله کشی سختی گیر

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار / تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله
۱ دستگاه	سختی گیر رزینی	۱ جفت	دستکش
۱ دست	آچار تخت یک دست کامل	۱ دست	لباس کار
۱ عدد	آچار لوله گیر $2\frac{1}{4}$ اینچ	۵ جفت برای هر گروه	کفش ایمنی
۲ عدد	آچار فرانسه ۱۴ اینچ	به مقدار لازم	شیلنگ آب به همراه بست شیلنگ
۱ عدد	فشار سنج ۱۰ بار مجهز به شیر سماوری		
۱ دستگاه	دستگاه تست فشار آب		
۱ دستگاه	مخزن آب نمک		

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

تست مسیر لوله کشی سختی گیر

۱ تست مسیر لوله کشی مخزن نمک

۲ تست مسیر درین (تخلیه)

نکته: برابر مقررات ملی ساختمان کلیه خطوط باید با $1/5$ برابر فشار کار تست شود که حداقل 10 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؟



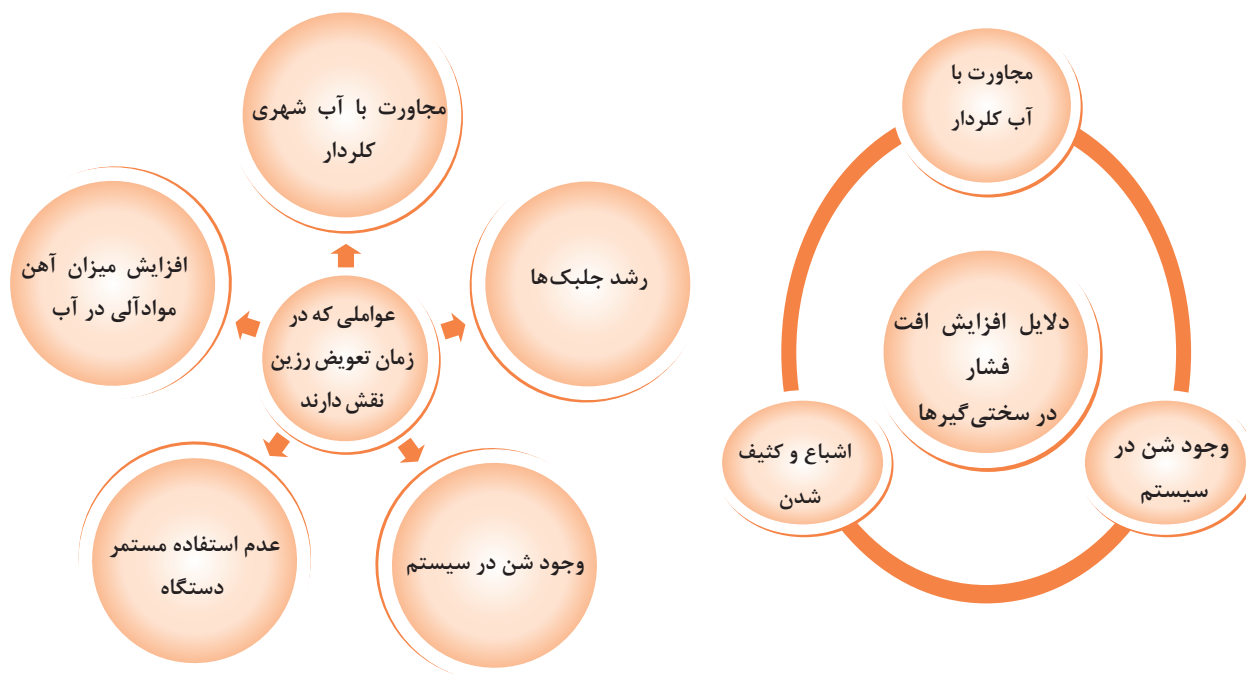
روند تغییر شکل رزین در طول سختی گیری و ترکیب با مواد آلی



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 ۲۳ - دلایل افزایش افت فشار در سختی گیرها

شکل ۲۲ - عوامل تعویض رزین

کار کارگاهی



شارژ دستگاه سختی گیر

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 و میلی متری	یک دست	لباس کار
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۴ اینچ		

- ۱ با توجه به کاتالوگ دستگاه مقدار رزین و سیلیس مورد نیاز را تهیه نمایید.
- ۲ آزمایش 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 به‌همراه واشر مناسب با پیچ و مهره مناسب محکم ببندید.
- ۷ آزمایش پس از نصب
- ۸ هواگیری سیستم بعد از راه‌اندازی



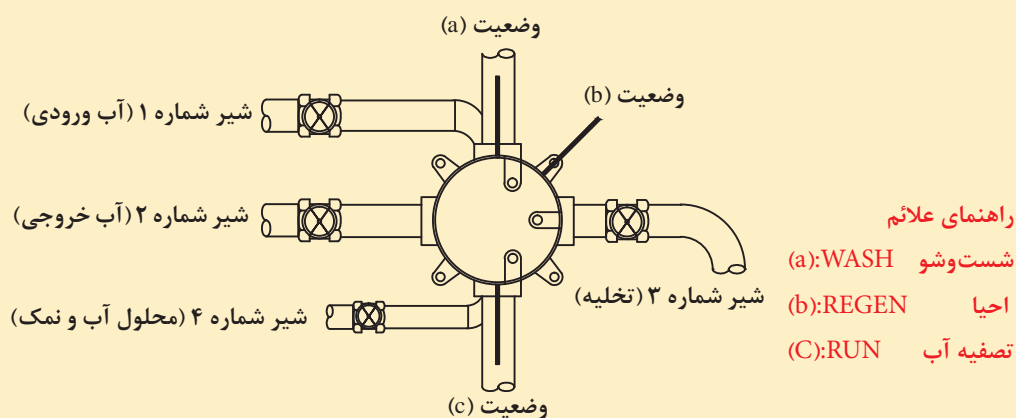
نمای برش خورده و مقدار سیلیس و رزین
سختی‌گیر رزینی



راه اندازی سختی گیر

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

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار / تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله
۱ دستگاه	سختی گیر رزینی	با توجه به ظرفیت سختی گیر	رزین کاتیونی C۱۰۰E
۱ دستگاه برای هر سختی گیر	شیر سولو	باتوجه به مقدار رزین	سنگ نمک
۱ سری کامل	آچار تخت	۱ جفت	دستکش کار



حالت های مختلف شیر نیمه اتوماتیک (سولو)

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 ببینند. 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 دستور کار زیر مراحل احیای رزین دستگاه 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)
 ابتدا شیر شماره ۱ تا ۴ را ببندید.

۱ 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.

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

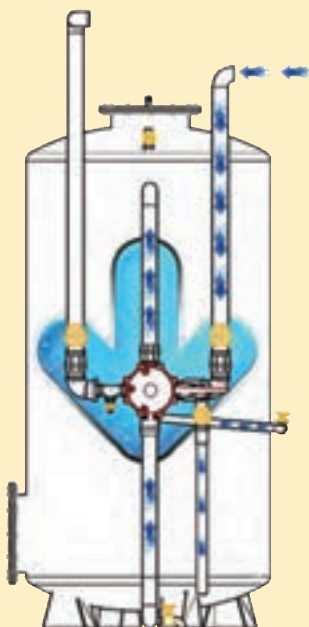
۳ شیر شماره ۳ و ۴ را باز کنید تا محلول آب و نمک به مدت ۲۵ الی ۴۰ دقیقه وارد سیستم شود (حدود دو سوم آب نمک مصرف شود) برای تنظیم میزان مکش درپوش برنجی روی نازل نمک در پشت شیر سولو را باز و تنظیم کنید.

۴ 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.

پس از گذشت مدت لازم مرحله بعدی یعنی شست و شوی رزین با آب را انجام دهید.

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 بک واش (back wash)

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

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

۱ ابتدا تمامی شیرها را ببندید.

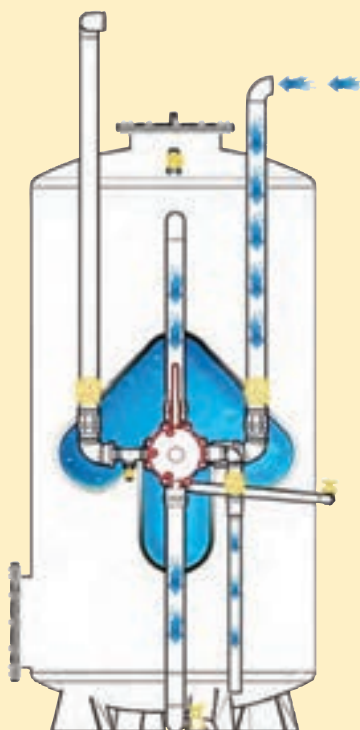
۲ دسته شیر سولو را در وضعیت (WASH) (وضعیت a) قرار دهید.

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 می گردد. (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 کنید.

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



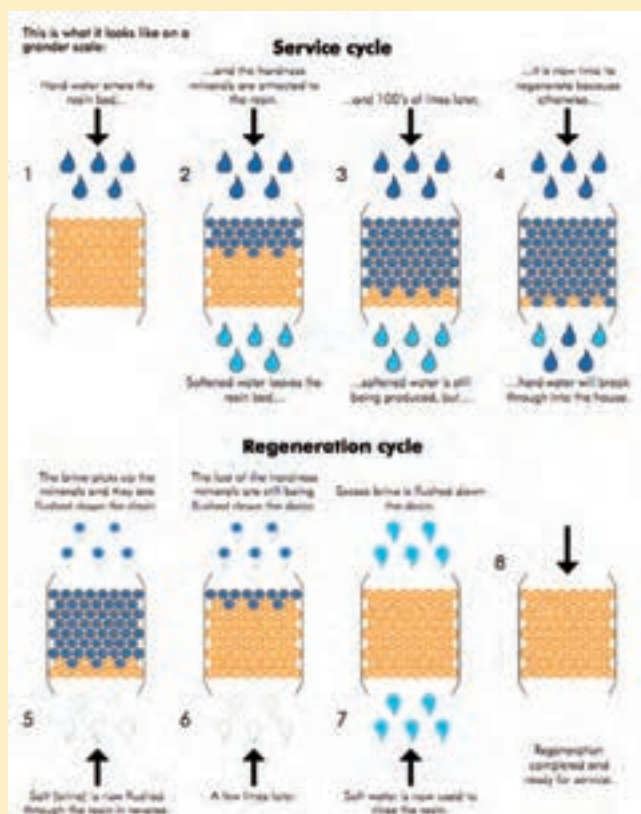
مسیر جریان حالت شست و شوی رزین

سختی گیر با شیر نیمه اتوماتیک



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

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



چرخه احیا و سختی گیری در سختی گیر رزینی

با توجه به میزان دفع آب نمک در مراحل احیا و بک واش از سیستم و تأثیر دفع نامناسب آب نمک در محیط زیست و فاضلاب با یکدیگر بحث و گفت و گو نمایید.

نکته: احیای 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.



راه اندازی سختی گیر تمام اتوماتیک
برابر دستور کار زیر یک دستگاه سختی گیر تمام اتوماتیک را نصب نمایید.

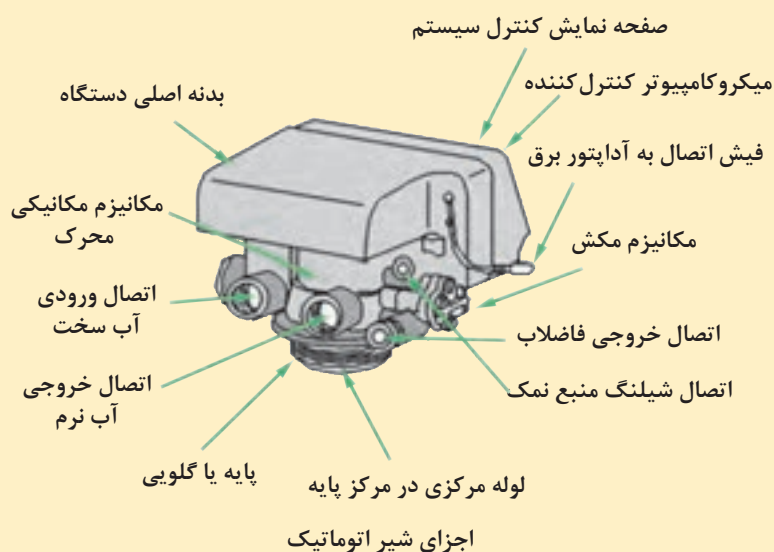
مواد مصرفی		تجهیزات	
نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد
رزین کاتیونی C۱۰۰E	با توجه به ظرفیت سختی گیر	سختی گیر FRP به همراه مخزن نمک	۱ دستگاه
دستورالعمل نصب سازنده	۱ عدد	منبع تغذیه شیر اتوماتیک	۱ عدد
دستکش کار	۱ جفت	آچار تخت میلی متری	۱ دست کامل
لباس کار	۱ دست	آچار فرانسه ۱۴ اینچ	۱ عدد



فرایند گردش آب در سختی گیر FRP



اجزای سختی گیر FRP



اجزای شیر اتوماتیک

دستور کار راه اندازی در مخازن: احیاء در این مخازن به صورت دستی توسط اپراتور و یا به صورت اتوماتیک توسط شیر اتوماتیک صورت می گیرد.

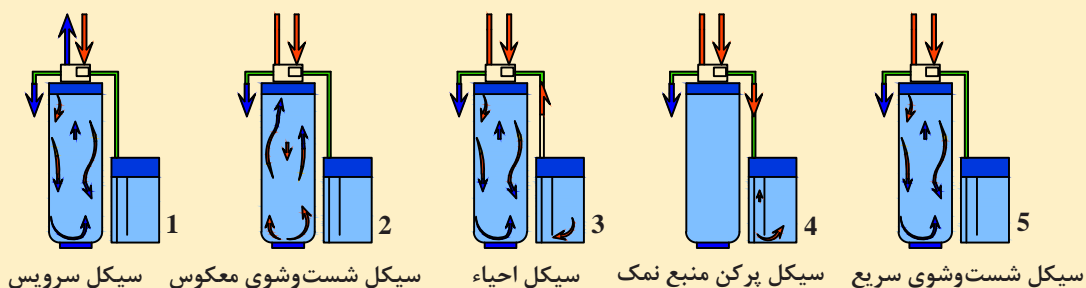
سیکل (۱) سیکل سرویس: آب سخت از ورودی IN به داخل دستگاه وارد شده و از بالا بر روی بستر رزین پاشیده شده، پس از تبادل یون و سختی گیری، آب تصفیه شده از منبع، داخل شیر شده و از خروجی OUT برای مصرف نهایی خارج می گردد (در شیرهای UP FLOW جهت حرکت آب معکوس است).

سیکل (۲) شست و شوی بکواش: 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 ۵-۱۰ 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.



بعد از انجام مراحل فوق جدول زیر را کامل نمایید:

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



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

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 راه 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 گل آلود 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
شاخص ها:

- 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

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 مرحله ای آب شهر - ابزار لوله کشی

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 راه اندازی دستگاه	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: 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	۲	
	میانگین نمرات	*	

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.