

زلال ساز

آب حاوی ناخالصیهایی مانند مواد معلق ، رنگ ، روغن و مواد کلوئیدی می باشد . این ناخالصیها ، آب را کدر می کنند و باعث ایجاد رسوب در خطوط انتقال آب ، تجهیزات و مشکلاتی در فرایندها می شوند . برای بهبود وضع ظاهری آب از دستگاه زلال ساز استفاده می شود . در این دستگاه با تزریق مواد شیمیایی مناسب ناخالصیها منعقد می شوند تا شرایط ته نشینی و جداسازی آنها مهیا شود . پیش بینی و تنظیم شرایط کار دستگاه زلال ساز ، منوط به اجرای آزمایش جار تست (Jar test) می باشد .

مراحل زلال سازی آب به قرار زیر می باشد :

* کلرزی اولیه برای حذف مواد آلی آب

بعضی از مواد آلی خاصیت پراکنده کنندگی قابل توجهی دارند . بهتر است برای افزایش کارایی زلال ساز ، این مواد اکسید شوند .

* خثی سازی و ناپایدار کردن بار سطحی ذرات معلق آب Coagulation

این فرآیند در ناحیه ای از زالال ساز انجام می شود که اختلاط و تلاطم زیاد باشد . در این قسمت به طور معمول از مواد معدنی استفاده می شود .

* انعقاد ذرات معلق Flocculation

ذرات معلق که در بار سطحی آنها ختشی شده است ، به یکدیگر می چسبند و ذرات درشت تری تشکیل می دهند . به این ترتیب سرعت ته نشینی مواد افزایش می یابد . این فرآیند در ناحیه ای از زالال ساز انجام می شود که میزان اختلاط و تلاطم متوسط باشد .

* ته نشینی ذرات منعقد شده Sedimentation

* صاف کردن آب Filtration

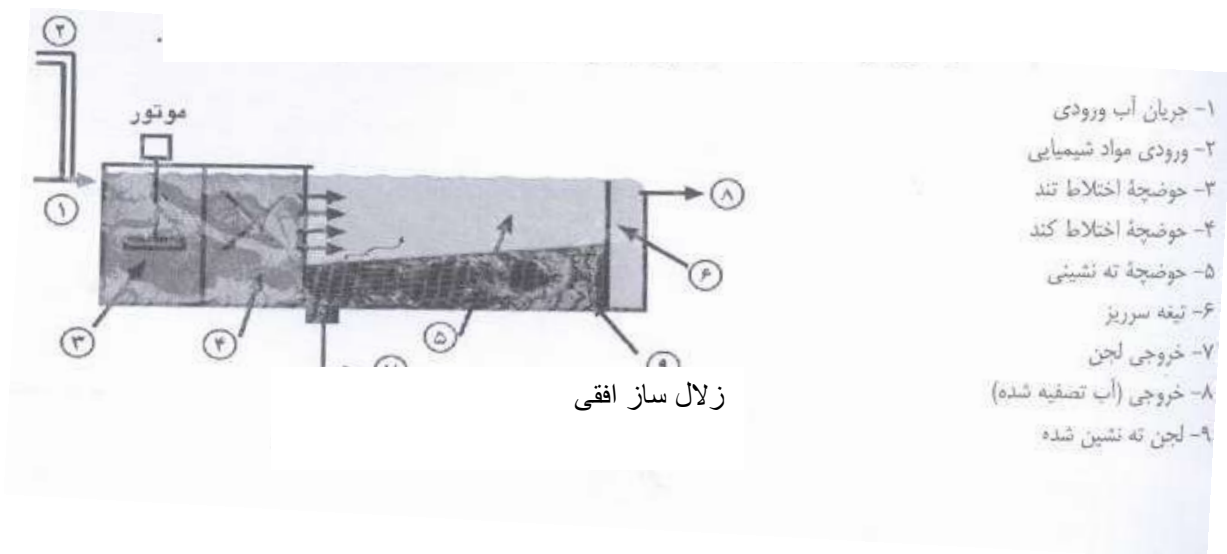
* کلرزنی ثانویه برای ضدعفونی

مواد شیمیایی محلول در آب ، درجه حرارت آب ، مقدار و نوع مواد آلاینده ، میزان کلر تزریقی ، نحوه اختلاط و نوع مواد منعقدکننده از جمله عوامل موثر در زالال سازی آب است .

انواع دستگاه های زالال سازی به شرح ذیل می باشند :

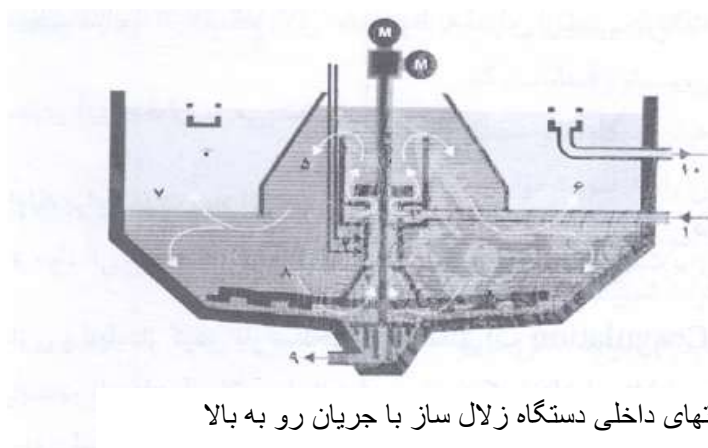
دستگاههای زالال ساز افقی

در این نوع زلال ساز سه حوضچه بتونی با مقطع مستطیل ، تعبیه می شود . جریان آب به صورت افقی مسیر هر حوضچه را طی کرده و وارد حوضچه بعدی می شود . نمایی از این نوع زلال ساز در شکل نشان داده شده است .



دستگاههای زلال ساز با جریان رو به بالا

در این نوع زلال ساز تمام مراحل عملیات در یک مخزن مدور فلزی و یا بتونی انجام می شود . فضای مورد نیاز این نوع زلال ساز نسبت به نوع افقی کمتر می باشد . شمای کلی و قسمتهای داخلی یک دستگاه زلال ساز با جریان رو به بالا در شکل نشان داده شده است.



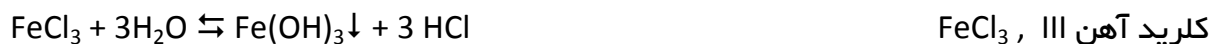
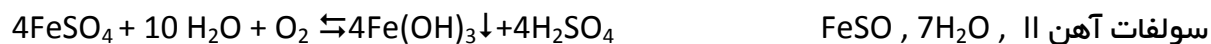
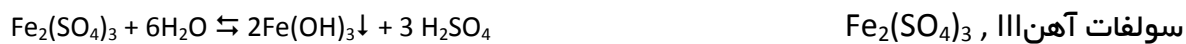
قسمتهای داخلی دستگاه زالال ساز با جریان رو به بالا

- ۱- جریان آب ورودی
- ۲- ورودی مواد شیمیایی
- ۳- ناحیه اختلاط اولیه
- ۴- لجن برگشتی
- ۵- ناحیه انعقادسازی
- ۶- آب زالال
- ۷- ناحیه جداسازی آب
- ۸- ناحیه ته نشینی
- ۹- خروجی لجن
- ۱۰- خروجی (آب تصفیه شده)

مواد مصرفی در زالال ساز

۱) مواد معدنی مورد مصرف در زالال سازی آب به همراه واکنش هیدرولیز آنها به شرح زیر

می باشند :



ترکیبات آهن نسبت به ترکیبات آلومینیوم در محدوده وسیعتری از پی . اچ (PH) قابل استفاده می باشند و لجن تولیدی آنها نیز متراکم تر است . برای زالال سازی آبهای شرب لازم است ، از نمکهای آهن استفاده شود .

۲) دیگر مواد مصرفی در زالال سازی آب ، منعقد کننده ها هستند که پلیمرهایی با جرم مولکولی بالا می باشند . این مواد ممکن است کاتیونی ، آنیونی و یا غیریونی باشند . منعقدکننده های مذکور با تشکیل لخته های درشت و سنگین از ذرات معلق آب سرعت ته نشینی را تسریع و بازدهی دستگاه زالال ساز را افزایش می دهند . با توجه به تنوع زیاد منعقدکننده های آلی لازم است مناسب ترین نوع آن انتخاب و مصرف شود . مقدار مصرف منعقدکننده ها برای شرایط عادی کمتر از 1 mg/L است .

آهک زنی

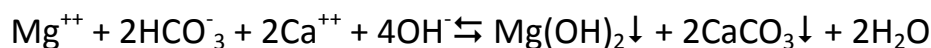
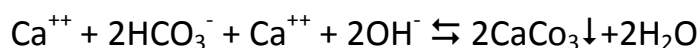
آهک زنی یکی از روشهای متداول برای کاهش سختی ، قلیائیت و سیلیس آب خام می باشد . فرآیند آهک زنی برای تصفیه آب بهداشتی ، آب برج خنک کننده و زیر آب آن و پیش تصفیه آب مصرفی سیستمهای سختگیر و یون زدا استفاده می شود .

فرآیند آهک زنی ، مشابه زلال سازی آب می باشد . لذا دستگانهایی همانند دستگانه زلال ساز افقی و یا دستگانه زلال ساز جریان رو به بالا برای آهک زنی قابل استفاده می باشد .

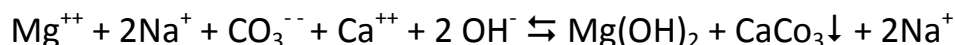
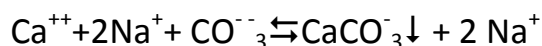
شایان ذکر است فرآیند توام زلال سازی و آهک زنی بازدهی فرآیند زلال سازی را افزایش می دهد .

در فرآیند آهک زنی نیاز به تزریق کلر ، منعقدکننده ، کمک منعقد کننده ، آهک ، سودا و اسید می باشد . برخی از واکنشهای مربوط به این فرآیند به شرح ذیل می باشند :

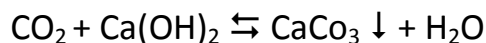
اگر قلیائیت کل آب بیشتر از مقدار سختی کل باشد ، واکنشهای زیر پس از افزودن آب آهک (مایع زلال اشباع از Ca(OH)_2) به آب صورت می پذیرد .



اگر قلیائیت کل آب کمتر از مقدار سختی کل باشد ، سختی دائم (غیرکربناتی) با استفاده از کربنات سدیم رسوب داده می شود . واکنشها به شرح ذیل می باشند :



اگر آب دارای دی اکسید کربن باشد ، طبق رابطه ذیل با آهک خثی می شود:



صافی شنی تحت فشار

صافی برای جداسازی ناخالصی های معلق در آب استفاده می شود . برای عملکرد بهتر صافی، نیاز به انعقادسازی مواد معلق می باشد . صافیهای تحت فشار ، دارای مزایایی همچون سرعت بالای تصفیه ، حجم اشغالی کم ، هزینه پایین و افت حرارتی کم آب ، پس از فرایند آهک زنی گرم می باشند . بدنه فلزی صافی تحت فشار ، استوانه ای شکل است که بستری از شن را در بر می گیرد . آبی که باید تصفیه شود ، وارد قسمت بالایی صافی می شود ، از بسر صافی عبور می کند و سپس در قسمت پایین صافی جمع آوری و به مصرف می رسد . تجمع ذرات معلق در بستر صافی ، عامل افزایش افت فشار آب طی عبور از صافی می باشد . هرگاه افت فشار بیش از حد معین شد ، صافی از مسیر تصفیه خارج و شستشو می شود . برای شستشوی صافی جریان آب معکوس می گردد ، تا ضمن منبسط شدن بستر ، آلودگیهای صافی زدوده شود . بهترین سرعت جریان برای شستشوی معکوس صافی ، سرعت جریانی است که در آن حالت بستر صافی شناور شود . اگر شیر شستشوی معکوس خیلی بیشتر از حد مذکور باز شود ، شستشوی صافی به خوبی انجام نمی شود .

میزان آب شستشو در ایام تابستان ۲-۱/۵% و در ایام زمستان ۳-۲/۵% مقدار آب صاف شده در بین دو شستشوی متوالی می باشد .

بسته به آبدهی ف صافیهای تحت فشار به دو صورت عمودی و افقی ، طراحی و ساخته می شوند . در صورتی که کدورت و مواد معلق آب زیاد باشد ، توصیه می شود قبل از صافی شنی ، آلودگیهای آب منعقد و در حوضچه های مناسب ته نشین شوند . سپس سرریز آب این حوضچه ها از صافی شنی عبور داده شود . برای کنترل عملکرد صافی کدورت آب خروجی از صافی اندازه گرفته شود .

خصوصیات عمومی صافیهای تحت فشار

- بدنه صافی ۵ بار فشار را به خوبی تحمل می کند .
- بدنه داخلی صافی پس از تمیزسازی ، سندبلاست و زنگ زدایی با دو لایه رنگ اپوکسی پوشانده می شود . سطح خارجی بدنه صافی با ضد رنگ و رنگ روغن مناسب پوشیده می شود .
- هر دستگاه مجهز به دریچه های بازدید پایین و بالا ، فشارسنج و شیر تخلیه هوا می باشد .

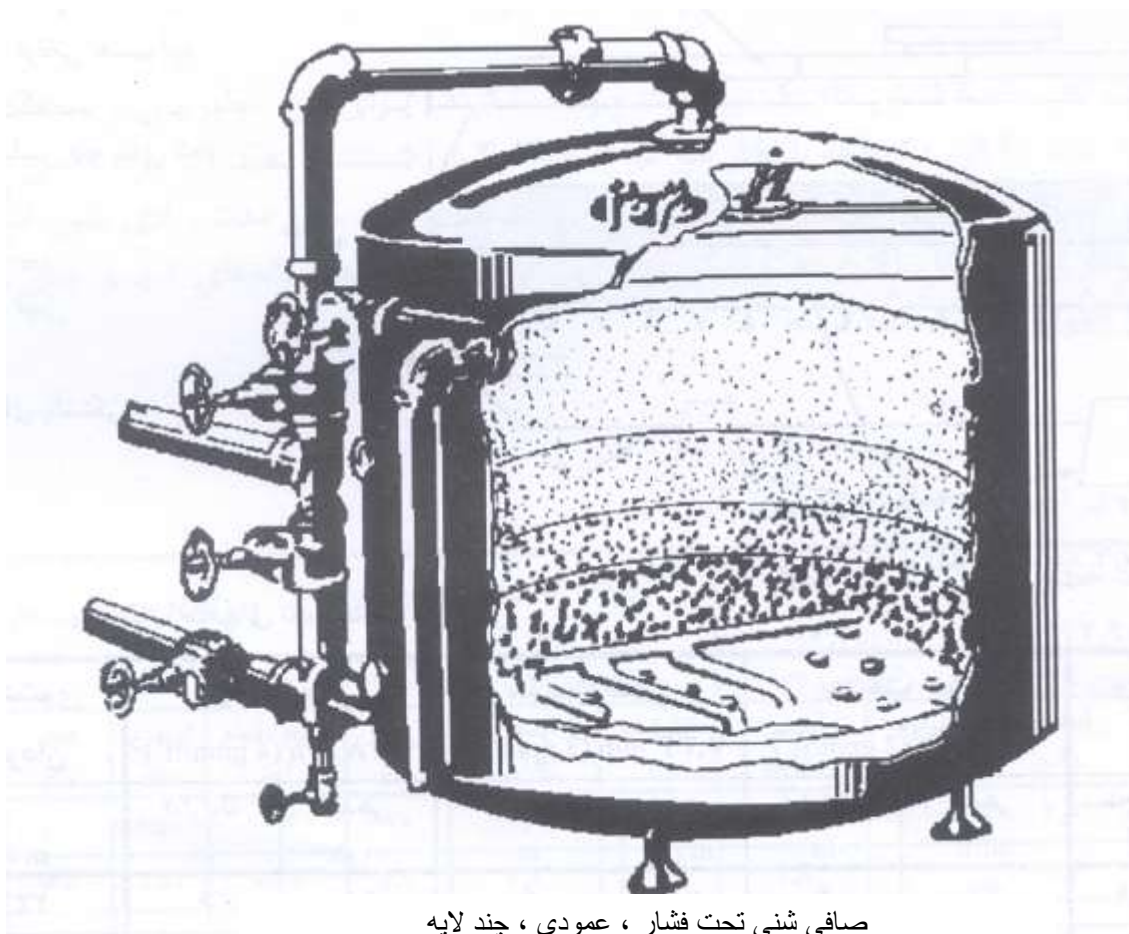
- بسته به شرایط آب خام و کیفیت آب مورد نیاز ، بستر صافی از چند لایه شن سیلیس طبقه بندی شده و یا آتتراسیت پر می گردد.
- لوله کشی دستگاه در اندازه مناسب ، به صورت نیمه اتوماتیک و یا دستی انجام می شود .

دانه بندی شنهایی مصرفی در صافیها به قرار ذیل است :

اندازه	لایه
۲-۳ میلیمتر	چهارم
۳-۵ میلیمتر	سوم
۵-۸ میلیمتر	دوم
۸-۱۲ میلیمتر	اول

صافی عمودی تحت فشار

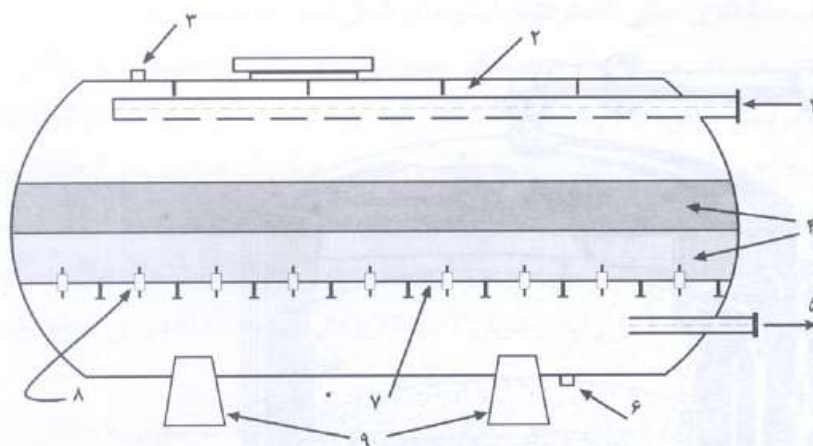
این نوع صافی قطری بین ۳-۳/۰ متر دارد و آبدهی آن حدود ۶۵ مترمکعب در ساعت با سرعت خطی ۴gpl/ft^2 می باشد .



صافی شنی تحت فشار ، عمودی ، چند لایه

صافی افقی تحت فشار

آبدهی این نوع صافیها بیش از ۴۵ متر مکعب در ساعت می باشد .



- ۱- ورود آب
- ۲- کلکتور فوقانی تقسیم آب
- ۳- شیر هواگیری
- ۴- شن سیلیس دانه بندی شده
- ۵- خروج آب
- ۶- تخلیه آب
- ۷- صفحه دابل
- ۸- نازل
- ۹- پایه های بالشتکی

صافی کربنی

یکی از روشهای مناسب برای حذف بو و طعم بد آب جذب عوامل مولد بو و طعم توسط کربن فعال می باشد . کربن فعال با خاصیت جذب سطحی بالا ، طعم و بوی ناخوشایند آب را حذف می کند . نوع کربن فعال ، دما و پی اچ (PH) آب ، از جمله عوامل موثر بر کارایی و بازدهی کربن فعال می باشد . صافی کربنی قادر است ، ترکیبات آلی (همچون هالوفرما و مواد فنلی) و کلر آزاد آب را جذب کند .

توصیه می شود صافی کربنی هر یک تا شش ماه یکبار شستشو و احیا گردد . برای این منظور پس از شستشوی معکوس صافی ، دانه های کربن را به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه با بخار آب کم فشار (۳-۴ بار) شستشو دهید . اگر مواد خاصی جذب دانه های کربن شده باشند ، باید روش احیای مناسبتری انتخاب شود . در صورتی که صافی کربنی مدت زیادی بدون استفاده رها شده باشند ، باید با آب کلردار شسته شود تا باکتری ها و دیگر عوامل بیولوژیکی از سطح دانه های کربن فعال زدوده شوند .

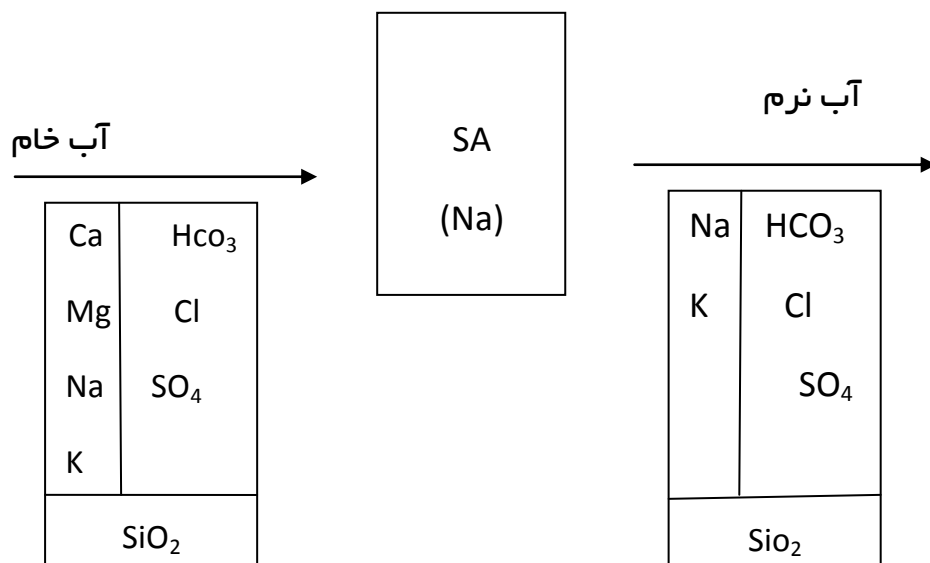
سختگیر

مجموع یونهای کلسیم و منیزیم آب را سختی می نامند . که مقدار آن برای مصارف بهداشتی و صنعتی ، باید در حد مجاز باشد . سختی آب ، عامل تشکیل رسوب در دیگهای

بخار ، مبدل‌های حرارتی برج‌های خنک کننده و سیستم‌های سرد کننده می باشد . رسوب سختی باعث بیش از حد گرم شده سطوح فلزی و کاهش عمر مفید تجهیزات می شود . اگر آب سخت برای شستشو استفاده شود ، آب کف نمی کند . در صنایع نساجی و رنگریزی کیفیت رنگ افت می کند . سختی بیش از حد باعث سوء هاضمه و بروز بیماری‌های کلیوی می شود . آب نرم برای بیماری‌های قلبی نامناسب است .

متداولترین روش برای حذف سختی آب استفاده از سختگیرهای رزینی می باشد . رزینها ، کلسیم و منیزیم را با سدیم تعویض کرده و آب سخت را به آب نرم تبدیل می کنند . رزینهای دستگاه سختگیر پس از مدت زمان معین اشباع می شوند و کارایی خود را از دست می دهند . در این هنگام رزین با محلول نمک (کلرید سدیم ۱۰%) شستشو می شود تا خاصیت تبادل یونی آن احیا شود . غلظت‌های کمتر و یا بیشتر نمک تاثیر کمتری دارند .

استفاده از آب‌های گل آلود و دارای مواد معلق و همچنین آب‌هایی که دارای کلر باقیمانده و یا املاح آهن ، منگنز ، مس و دیگر فلزات سنگین می باشند ، رزینها را فرسوده و آبدهی دستگاه سختگیر را کم می کنند . توصیه می شود برای حذف هر یک از این موارد پیش تصفیه مناسب برای دستگاه سختگیر منظور شود .



تبادل یون سختگیر

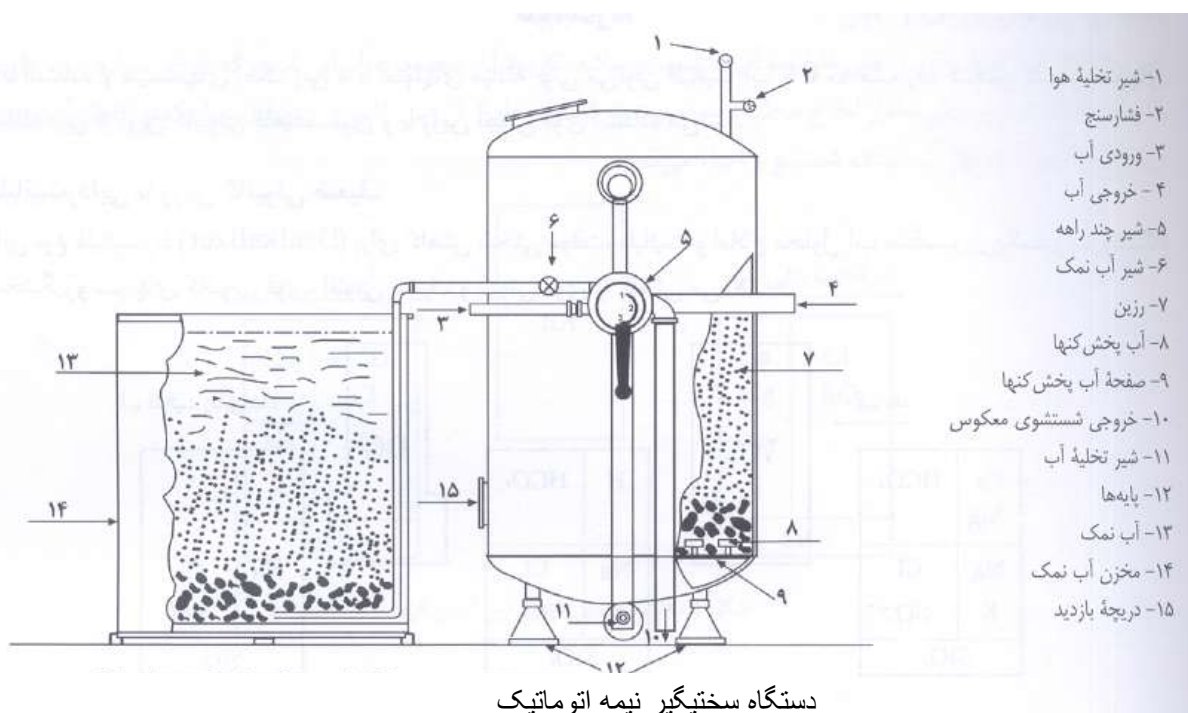
قابل توجه

توصیه می شود برای مصارف بهداشتی و غذایی از رزینهای نوع خوراکی استفاده شود.

ویژگیهای عمومی دستگاههای سختگیر

- ضخامت ورق مخازن به نحوی انتخاب می شود که ستون سختگیر تا ۷ بار فشار را تحمل کند .
- بدنه داخلی سختگیر پس از تمیزسازی ، سندبلاست و زنگ زدایی با دو لایه رنگ اپوکسی پوشانده می شود .
- آب پخش کنها و آب جمع کنهای دستگاه از جنس پی.وی.سی می باشند .

- هر دستگاه سختگیر مجهز به مانومتر و شیر تخلیه هوا می باشد .
- رزینهای کاتیونی دستگاه سختگیر دارای ظرفیت بالایی می باشد .
- همراه هر دستگاه سختگیر ، یک عدد کیت سختی ، برای اندازه گیری سختی آب تحویل می گردد .



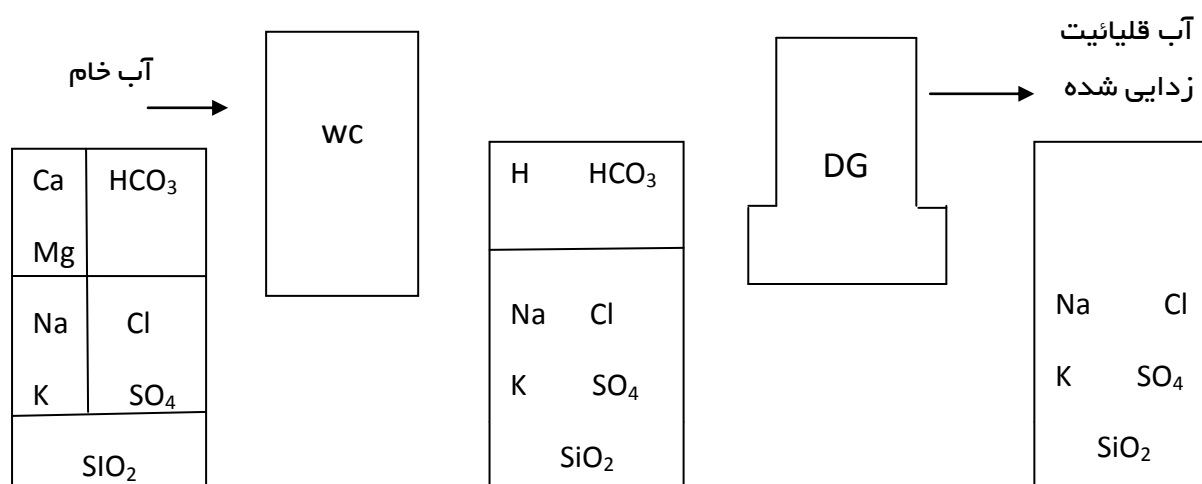
- ۱- شیر تخلیه هوا
- ۲- فشارسنج
- ۳- ورودی آب
- ۴- خروجی آب
- ۵- شیر چند راهه
- ۶- شیر آب نمک
- ۷- رزین
- ۸- آب پخش کنها
- ۹- صفحه آب پخش کنها
- ۱۰- خروجی شستشوی معکوس
- ۱۱- شیر تخلیه آب
- ۱۲- پایهها
- ۱۳- آب نمک
- ۱۴- مخزن آب نمک
- ۱۵- دریچه بازدید

قلیائیت زدا

با استفاده از سیستمهای آهک زنی و یا ستونهای مبادله یونی می توان قلیائیت آب را تا حد متعارف کاهش داد . در ستونهای مبادله یون از رزین کاتیونی ضعیف، قوی و یا رزین آنیونی قوی استفاده می شود .

قلیائیت زدایی با رزین کاتیونی ضعیف

این نوع قلیائیت زدا (Dealkalizer) برای کاهش سختی موقت ، قلیائیت و املاح محلول آب مناسب می باشد و بار دستگاه سختگیر و ستونهای کاتیونی قوی ، آنیونی ضعیف و آنیونی قوی را کاهش می دهد .



قلیائیت زدایی آب با رزین کاتیونی ضعیف

مزایای قلیائیت زدایی کاتیونی ضعیف :

- قلیائیت زدای کاتیونی برای کاهش سختی موقت آب مناسب است ، مخصوصاً اگر

آب سختی دائم نداشته باشد .

- آب خروجی از قلیائیت زدای کاتیونی اسیدی می باشد . لذا یونهای بی کربنات آب به اسید کربنیک ناپایدار تبدیل می شوند . با عبور آب از یک دستگاه گاززدا ، اسید کربنیک تجزیه شده و دی اکسید کربن از آب خارج می شود . به این ترتیب قلیائیت آب خام به مقدار زیادی کاهش می یابد.

- املاح محلول آب کم می شود .

- PH آب خروجی از قلیائیت زدای کاتیونی ضعیف حدود ۴ می باشد که مشکلات حاصل از آب قلیائیت زدایی با رزین کاتیونی قوی را کاهش می دهد .

رزینهای قلیائیت زدای کاتیونی ضعیف با احیاء کننده های رقیق نیز احیاء می شوند . لذا استفاده از آنها در بستر رزین کاتیونی قوی و یا در بستری مجاور آن ، از لحاظ اقتصادی مطلوب است . قلیائیت زدای کاتیونی ضعیف ، سختی ، قلیائیت و املاح محلول آب را کم می کند . لذا هزینه های اولیه و هزینه احیاء مربوط به ستونهای یون زدایی قوی تقلیل می یابد.

قلیائیت زدایی با رزین کاتیونی قوی

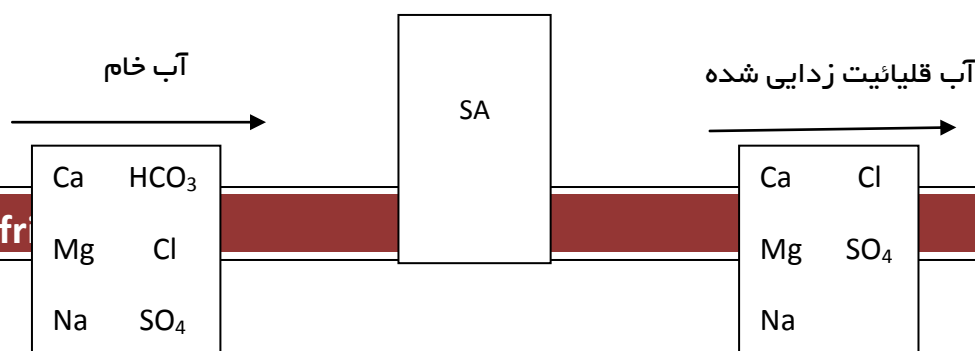
این نوع قلیائیت زدا ، املاح محلول آب از جمله قلیائیت را کاهش می دهد . در این روش یک ستون سختگیر موازی ستون قلیائیت زدا قرار داده می شود . آب خروجی از این دو

ستون به نسبت لازم با یکدیگر مخلوط و از دستگاه هوازدا عبور داده می شود ، تا قلیائیت مطلوب بدست آید .

- آب خروجی از قلیائیت زدای کاتیونی قوی اسیدی می باشد . لذا یونهای بی کربنات آب به اسید کربنیک ناپایدار تبدیل می شوند . با عبور آب از یک دستگاه گاززدا ، اسید کربنیک تجزیه شده و از آب خارج می شود . بدین ترتیب قلیائیت آب خام به مقدار زیادی کاهش می یابد .
- املاح محلول آب کم می شود .
- مقدار مصرف احیاء کننده نسبت به قلیائیت زدایی با رزین کاتیونی ضعیف زیادتر است .

قلیائیت زدایی با رزین آنیونی قوی

این نوع قلیائیت زدا فقط برای کاهش قلیائیت آب مناسب می باشد . کاربرد آن محدود به آبهایی است که دارای سولفات و کلرید کمی می باشند . در این نوع روش مقدار املاح آب نسبت به قلیائیت زدایی با رزین کاتیونی ضعیف بسیار کمتر کاهش می یابد . رزین اشباع شده با محلول آب نمک شستشو و احیاء می شود .



گاززدا

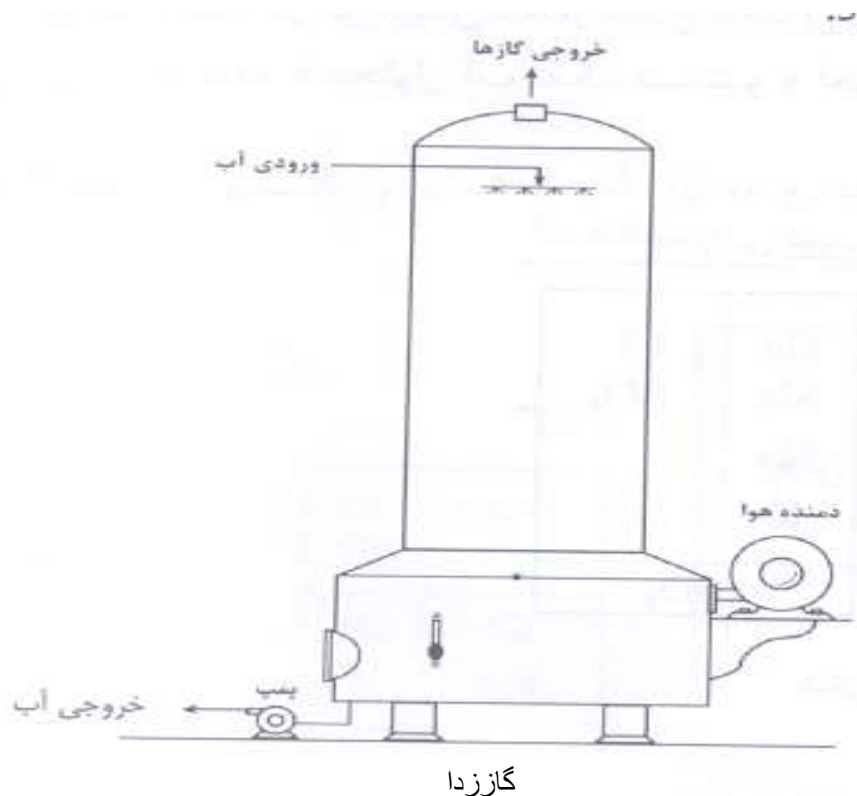
قلیائیت زدایی آب با رزین آنیونی قوی

برای کاهش هزینه تولید آب تصفیه شده ، توصیه می گردد ، آب ورودی به ستون انیونی و یا آب خروجی از دستگاه قلیائیت زدا از دستگاه گاززدا (Degasifier) عبور کند تا دی اکسید کربن آزاد آن حذف شود .

دستگاه گاززدا متشکل از یک منبع استوانه ای ، مخزن جمع آوری آب و یک دمنده هوا می باشد . آب ورودی به بالای برج گاززدا ، توسط نازل های مناسب به صورت پاششی در فضای برج پخش می شود . قطره های آب ضمن سقوط ، در تماس با جریان هوای تمیز – که از قسمت پایین برج توسط یک دمنده به سمت بالا رانده می شود – قرار می گیرند . به این ترتیب دی اکسید کربن ناشی از تجزیه بی کربناتها به فاز گاز منتقل شده و از بالای برج گاززدا خارج می شود .

آب ورودی به گاززدا بخش عمده بی کربناتها را از دست می دهد . لذا بار ستونهای آنیونی و در پی آن هزینه های اولیه و جاری سیستم تصفیه کاهش می یابد . در بعضی

موارد برای افزایش سطح تماس آب و هوا از برجهای سینی دار و یا آکنده استفاده می شود.



یون زدا

دیگهای بخار فشار بالا ، صنایع الکترونیک و برخی از صنایع شیمیایی نیاز به آب خالص دارند . یکی از روشهای تهیه آب خالص استفاده از رزین های مبادله یونی می باشد . عوامل متعددی بر عملکرد این رزینها موثر می باشند ، از آن جمله می توان به نوع رزین ، نحوه تماس آب و رزین ، دمای آب ، غلظت آنیونها و کاتیونها ، نوع و مقدار احیاکننده ، نحوه احیاء

و ترتیب قرار گرفتن ستونهای یون زدا (Deionizer) اشاره کرد . با توجه به این عوامل و کیفیت آب مورد نیاز ، دستگاههای مبادله یون در غالب یک یا چند ستون موازی و یا سری به صورت تک لایه ، دو لایه ، سه لایه و یا مخلوط ساخته می شوند .

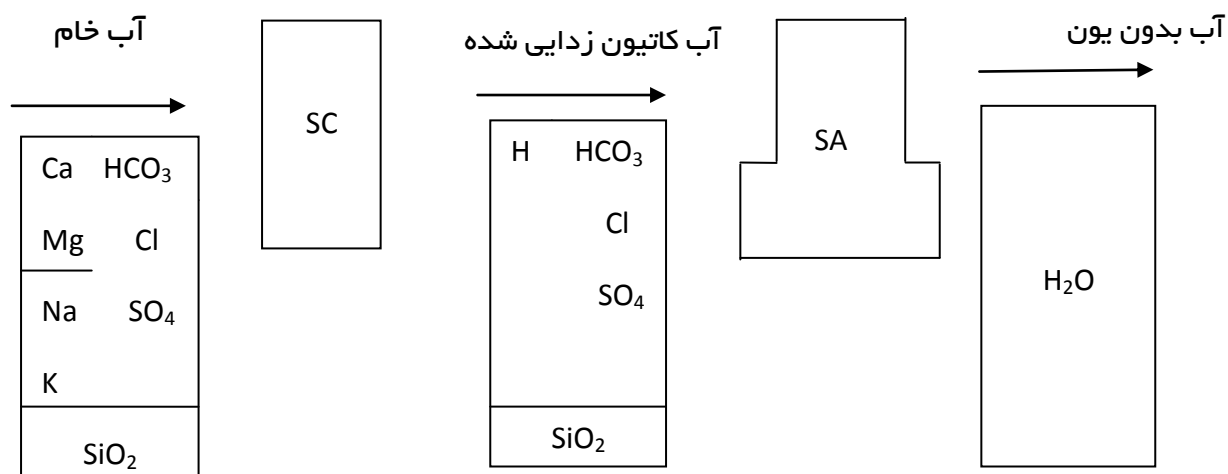
اگر آب با کیفیت بسیار عالی مورد نیاز باشد ، در انتهای هر یک از روشهای توصیه شده در جدول فوق یک ستون مخلوط شامل رزینهای کاتیونی قوی و آنیونی قوی قرار می گیرد . آب خروجی از این ستون می تواند هدایتی حدود 0.2 micro S/cm داشته باشد .

یون زدایی آب به روش دو ستونی

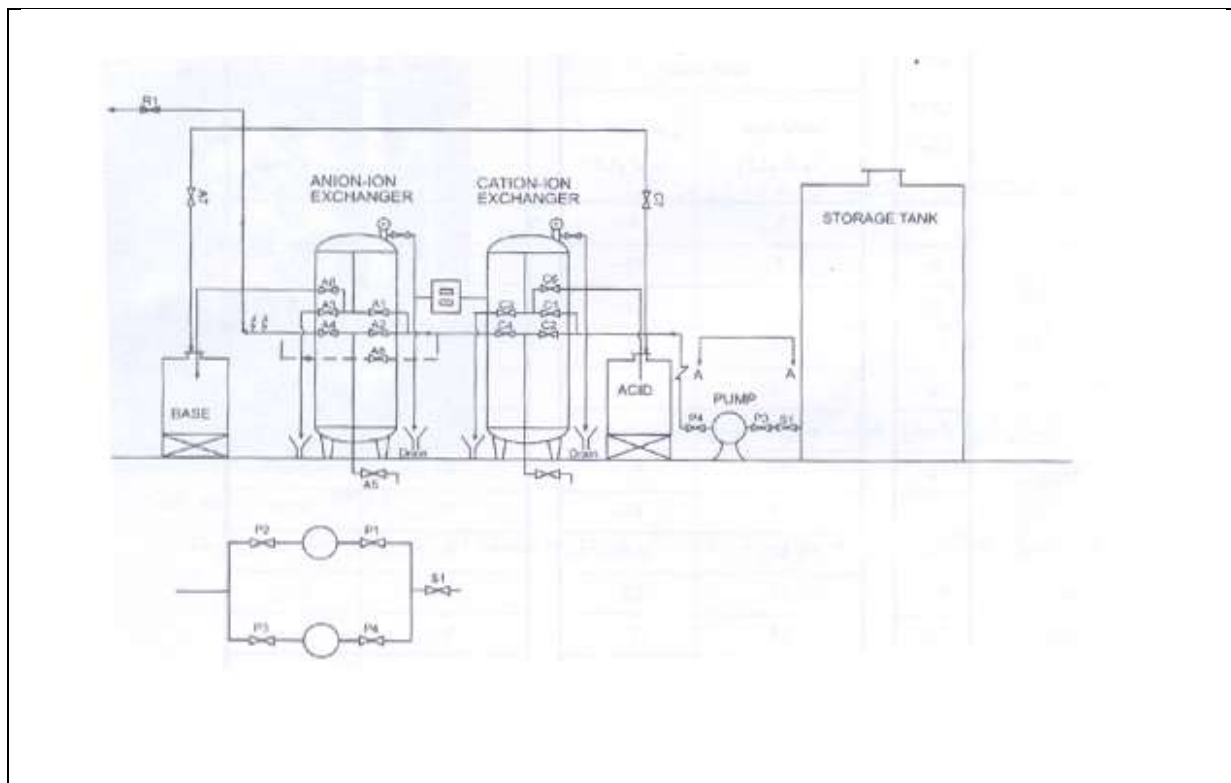
مجموعه یون زدا دارای یک ستون کاتیونی برای حذف کاتیونهایی همچون کلسیم ، منیزیم ، سدیم ، پتاسیم و آهن و یک ستون آنیونی ، برای حذف آنیونهایی همانند بی کربنات ، سولفات ، کلراید و سیلیس از آب می باشد . تجهیزات جنبی سیستم یون زدایی به روش دو ستونی عبارتند از مخزن ذخیره ، مخازن سود و اسید ، پمپ تزریق ، پمپ آب خام ، پمپ آب یون زدایی شده ، کنتور ، شیر فشار شکن ، هدایت سنج و پی اچ سنج .

حوضچه خنثی سازی مناسبی در کنار تجهیزات یون زدایی آب تعبیه می شود تا پساب حاصل از احیاء ستونهای کاتیونی و آنیونی محیط را آلوده نکند .

بدنه ستونها بسته به سفارش ، از جنس فولاد ضد زنگ (Stainless steel) و یا آهن پوشش داده شده با پی . وی . سی و یا لاستیک می باشد . کلیه شیرها ، لوله ها و اتصالات از جنس پی . وی . سی فشار قوی و یا فولاد ضد زنگ می باشند .



یون زدایی آب به روش دو ستونی



مقدار احیا کننده برای رزین کاتیونی قوی

حجم رزین (لیتر)	مقدار آب و احیاکننده بر مبنای اسیدکلریدریک ۳۷%		مقدار آب و احیاکننده بر مبنای اسید کلریدریک ۲۸-۲۵%		مقدار آب و احیا کننده بر مبنای اسید کلریدریک ۱۸%	
	محلول اسید (کیلوگرم)	آب بدون یون (کیلوگرم)	محلول اسید (کیلوگرم)	آب بدون یون (کیلوگرم)	محلول اسید (کیلوگرم)	آب بدون یون (کیلوگرم)
	۲۵	۷	۴۰	۱۰	۴۰	۱۵
۵۰	۱۴	۸۰	۲۰	۸۰	۳۰	۷۰
۷۵	۲۱	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۴۵	۱۰۰
۱۰۰	۲۸	۱۶۰	۴۰	۱۶۰	۶۰	۱۴۰
۱۵۰	۴۲	۲۴۰	۶۰	۲۴۰	۹۰	۲۱۰
۲۰۰	۵۶	۳۲۰	۸۰	۳۲۰	۱۲۰	۲۸۰

۲۵۰	۷۰	۴۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۱۵۰	۳۵۰
۳۰۰	۸۴	۴۸۰	۱۲۰	۴۸۰	۱۸۰	۴۲۰
۳۵۰	۹۸	۵۶۰	۱۴۰	۵۶۰	۲۱۰	۴۹۰
۴۰۰	۱۱۲	۶۴۰	۱۶۰	۶۴۰	۲۴۰	۵۶۰
۴۵۰	۱۲۶	۷۲۰	۱۸۰	۷۲۰	۲۷۰	۶۳۰
۵۰۰	۱۴۰	۸۰۰	۲۰۰	۸۰۰	۲۹۰	۷۰۰

مثال : برای احیاء ۲۵۰ لیتر رزین کاتیونی قوی باید ۱۰۰ کیلو اسید کلریدریک ۲۸-۲۵% در ۴۰۰ کیلوگرم آب

بدون یون حل شود .

مقدار احیاکننده برای رزین انیونی قوی

حجم رزین (لیتر)	مقدار احیاکننده بر مبنای مصرف سود جامد		مقدار احیا کننده بر مبنای مصرف سود محلول	
	سود جامد (کیلوگرم)	آب بدون یون (کیلوگرم)	سود مایع ۵۰% (کیلوگرم)	آب بدون یون (کیلوگرم)
۲۵	۳	۶۰	۶	۵۰
۵۰	۶	۱۲۰	۱۰	۱۰۰
۷۵	۹	۱۸۰	۱۵	۱۵۰

۱۰۰		۱۲	۲۵۰		۲۰	۲۰۰
۱۵۰		۱۸	۴۰۰		۳۰	۳۰۰
۲۰۰		۲۴	۵۰۰		۴۰	۴۰۰
۲۵۰		۳۰	۶۰۰		۵۰	۵۰۰
۳۰۰		۳۶	۷۵۰		۶۰	۶۰۰
۳۵۰		۴۲	۸۵۰		۷۰	۷۰۰
۴۰۰		۴۸	۹۵۰		۸۰	۸۰۰
۴۵۰		۵۴	۱۱۰۰		۹۰	۹۰۰
۵۰۰		۶۰	۱۲۰۰		۱۰۰	۱۰۰۰

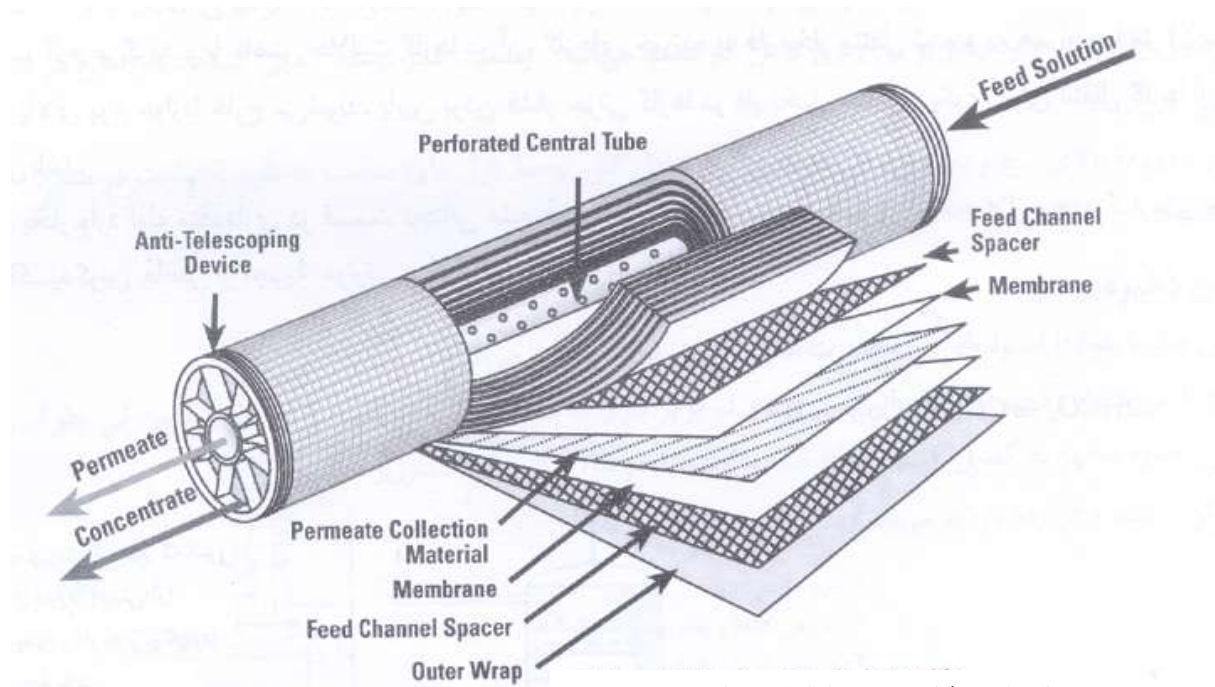
مثال : برای احیای ۲۵۰ لیتر رزین آنیونی قوی باید ۳۰ کیلو سود جامد در ۶۰۰ کیلوگرم آب بدون یون حل شود .

آب شیرین کن

در این نوع سیستمهای آب شیرین کن (Reverse Osmosis) ، با استفاده از غشاهای نیمه تراوا ، ناخالصی های آب از آن جدا می شود . آب با فشاری فراتر از فشار اسمزی از مجرای که توسط غشای نیمه تراوا به دو قسمت مجزا تفکیک شده است ، عبور می کند و به دو جریان تقسیم می شود :

۱- جریان آب نسبتاً خالص : به طور معمول از این آب به عنوان محصول استفاده می شود .

۲- جریان آب شور : این جریان حاوی املاح آب ورودی به سیستم می باشد .



اجزای غشای نیمه تراوا (ممبران)

قسمتهای اصلی دستگاههای آب شیرین کم به قرار زیر می باشند :

- میکرو فیلتر
- غشاء نیمه تراوا
- پمپ فشار قوی
- لوله های ارتباطی
- تجهیزات کنترل (پی اچ سنج ، هدایت سنج ، دما سنج ، جریان سنج)
- مخزنت تحت فشار

به طور معمول ، دستگاههای زیر به عنوان پیش تصفیه آب ورودی به سیستم آب

شیرین کن استفاده می شوند :

- صافی شنی
- صافی ذغالی
- سختگیر

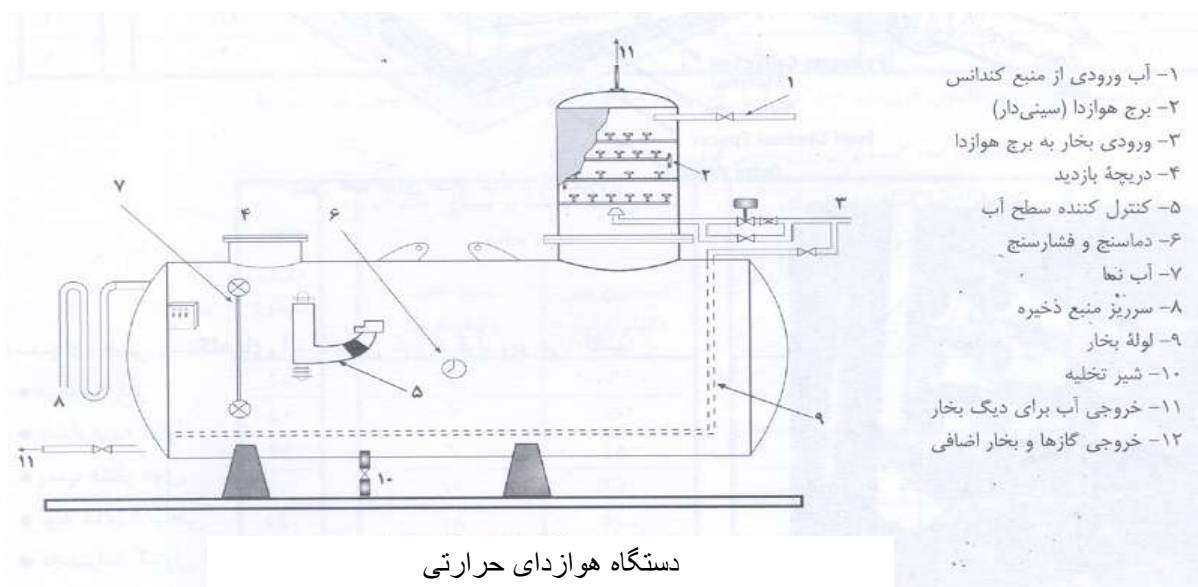
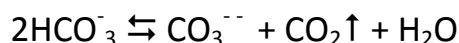
هوازداى حرارتى

دستگاه هوازدا (deaerator) برای حذف گازهای خورنده (بخصوص اکسیژن و دی اکسید کربن) از آب تغذیه دیگ بخار به کار می رود . جداسازی اکسیژن و دی اکسید کربن آزاد ، از بروز خوردگی در لوله ها ، پمپها ، بدنه دیگهای بخار و خطوط برگشت بخار مابع شده ، پیشگیری می کند .

هوازدا ممکن است در خلاء ف شرایط اتمسفریک و یا تحت فشار کار کند . آب و بخار به صورت پاششی (Spray) و یا با استفاده از سینی های غربالی ، سینی های فنجانکی (Bubble tray) و بستر آکنده (Packed bed) با یکدیگر در تماس می باشند . به طور معمول بخار و آب به صورت غیر هم جهت وارد برج هوازدا می شوند . قسمت اعظم بخار در اثر تبادل حرارت با آب مابع می شود . آب گرم می گردد و با کاهش حلالیت گازها در آن ، گازهای خورنده به فاز بخار منتقل شده و به همراه حدود ۲% بخار ورودی ، از بالای برج

هوازدا خارج می شوند . پایین بودن فشار جزئی گازها در فاز بخار عامل دیگری برای انتقال گازها از مایع به بخار می باشد .

انشعابی از بخار وارد لوله منفذداری در قسمت تحتانی منبع ذخیره می گردد . ضمن جلوگیری از انحلال مجدد گازهای حذف شده دی اکسید کربن حاصل از تجزیه حرارتی بی کربناتها را به بیرون براند .



دمای آب مخزن هوازدایی شده تابع نوع هوازدا می باشد . به طور معمول مقادیر زیر برای آن پیشنهاد می گردد :

۷۰-۹۰ °C

۱- نوع خلاء

۲- نوع اتمسفریک 100°C

۳- نوع تحت فشار $103-104^{\circ}\text{C}$

ویژگیهای عمومی هوزادا

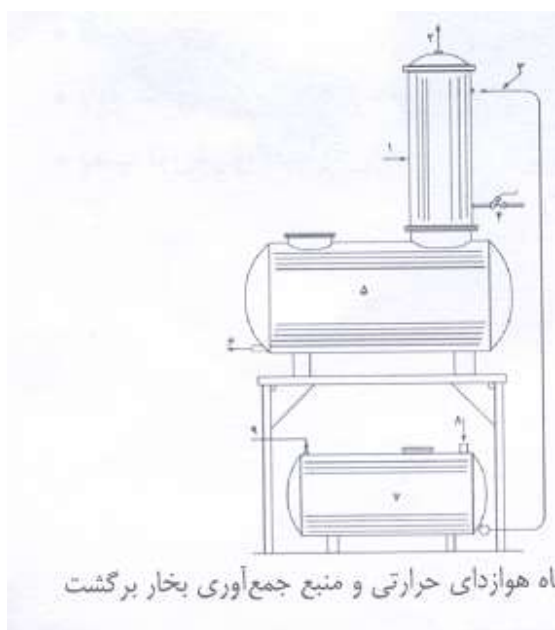
هوزاداهای شرکت کاریزاب شامل یک برج تبادل گاز از نوع سینی دار و یک مخزن ذخیره استوانه ای می باشد . ویژگیهای عمومی هر یک از این دو قسمت به شرح ذیل می باشد :

برج تبادل گاز

- برج تبادل گاز دارای سینی های مجهز به کلاهکهای عبور از نوع فنجانکی می باشد .
- بدنه ، سینی ها و کلاهکهای برج تبادل گاز از فولاد ضد زنگ ساخته می شود .
- برج تبادل گاز با پشم شیشه عایق بندی می شود تا از اتلاف حرارت و کاهش راندمان برج جلوگیری گردد .
- یک شیر برقی برای ورود بخار بر روی برج تبادل گاز نصب می شود . وضعیت شیر توسط کنترل کننده سطح مایع در منبع ذخیره کنترل می گردد .
- آب ورودی به بالای برج و بخار ورودی به پایین برج تبادل گاز ، توسط نازل های مناسب به طور یکنواخت در سطح برج توزیع می شوند .

مخزن ذخیره

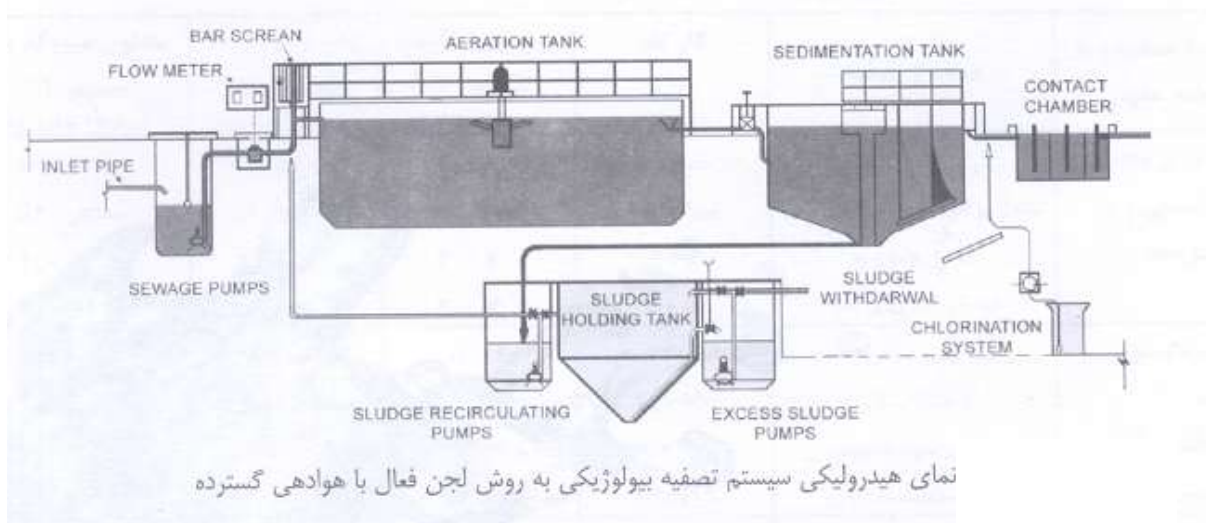
- مخزن ذخیره هوازدا استوانه ای و به صورت افقی از ورق فولاد ساخته می شود .
- سطح داخلی مخزن ذخیره با رنگ اپوکسی مقاوم در برابر حرارت ، پوشش داده می شود تا از بروز خوردگی جلوگیری شود .
- مخزن ذخیره مجهز به کنترل کننده سطح آب ، مانومتر ، ترمومتر ، شیشه آبنا ، سرریز لوله گرم کننده و دریچه بازدید می باشد .



- ۱- برج هوازدا
- ۲- خروجی گازها و بخار اضافی
- ۳- ورود آب از منبع کندانس
- ۴- ورودی بخار به برج هوازدا
- ۵- منبع ذخیره آب هوازدایی شده
- ۶- خروجی آب برای دیگ بخار
- ۷- منبع کندانس
- ۸- ورود آب نرم

تجهیزات تصفیه فاضلاب

فاضلابها به دو گروه صنعتی و شهری تقسیم می شوند . فاضلابهای صنعتی سازگار با فاضلاب شهری غالباً به فاضلاب شهری اضافه می شوند . فاضلابهای صنعتی قبل از تخلیه به مجاری فاضلابهای شهری و یا چاه های جذبی و رودخانه ها باید پیش تصفیه شوند .



تجهیزات تصفیه اولیه

فاضلاب ، محتوی مواد جامدی است که شکل ، اندازه و جرم حجمی متفاوت دارند . این مواد طی عملیاتی تحت عنوان تصفیه اولیه از آب حذف می شوند . مراحل مربوطه به شرح ذیل است :

۱- آشغالگیر (Bar screen)

از این وسیله برای حذف جامدهای درشت فاضلاب استفاده می شود . هدف اولیه آشغال گیر حفاظت پمپها و دیگر وسایل مکانیکی ، و جلوگیری از گرفتگی شیرها و تجهیزات در تصفیه خانه فاضلاب می باشد ، لذا آشغال گیری اولین عمل انجام شده بر روی فاضلاب ورودی است .

آشغالگیرها دستی و مکانیکی بر حسب سفارش تولید می گردند .

۲- دانه گیر (Grit removal)

اکثر مواد دانه‌های باعث تشدید سایش پمپها و دیگر تجهیزات مربوط به لجن می شوند . این مواد در لوله ها چاههای فاضلاب و ناحیه هایی که سرعت آب کم می شود ، مواد روغنی و گریس را جذب می کنند و توده بزرگتری از ذرات جامد را به وجود می آورند . بعلاوه این مواد قابل تجزیه بیولوژیکی نبوده و فضای مفیدی را در هضم کننده های لجن اشغال می کنند ، بنابراین جدا کردن آنها از مواد معلق آلی ضروری است .

۳- مخزن ته نشینی اولیه (Sadimentation tank)

اکثر ذرات معلق در فاضلاب خاصیت چسبندگی دارند و به طور طبیعی منعقد می شوند .
عملیات ته نشینی اولیه بدون اضافه کردن مواد شیمیایی و اختلاط مکانیکی در مخازن
دایره ای و یا مستطیلی انجام می گیرد . مواد سبک (مانند روغن و گریس) در سطح
شناور می شوند و از آب جدا می گردند .

عملیات و فرآیند های معمول در تصفیه فاضلاب



تجهیزات تصفیه ثانویه

پساب خروجی از تصفیه اولیه ، حاوی ۴۰ تا ۵۰ درصد مواد جامد معلق (به صورت آلی و معدنی) است . برای رسیدن به استانداردهای محیط زیست و تخلیه پساب به محیط ، باید مقدار این مواد کاهش یابد . عملیات مربوط به این مرحله موسوم به تصفیه ثانویه می باشد و متشکل از فرآیندهای فیزیکی - شیمیایی یا بیولوژیکی است . مجموعه عملیات فیزیکی - شیمیایی شامل فرآیندهایی مانند منعقدسازی ، صاف کردن ، اکسیداسیون شیمیایی ، جذب سطحی می باشد که برای حذف مواد جامد و کاهش به میزان قابل قبول به کار برده می شود . در حال حاضر هزینه سرمایه گذاری اولیه و بهره برداری از این عملیات زیاد است ، لذا متداول نشده اند . فرآیندهای بیولوژیکی در همه سیستمهای تصفیه فاضلابی که تصفیه ثانویه دارند ، استفاده می شود . فرآیندهای بیولوژیکی به دو روش هوازی و بی هوازی انجام می پذیرد . روش بیهوازی برای فاضلاب هایی با بار آلودگی زیاد مورد استفاده قرار می گیرد و برای رسیدن به سطح استانداردهای فعلی باید از روش هوازی نیز استفاده کرد . روشهای هوازی شامل فرآیندهایی همانند لجن فعال (هوادهی ممتد - هوادهی متعارفی - روش تثبیت تماسی و ...) ، لاگونهاى تثبیت ، صافیهای چکنده ، دیسکهای بیولوژیک و ... می باشد .

۱ – فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده

میکرو ارگانیسهای هوازی ، عامل اصلی انجام واکنشهای تجزیه مواد آلی می باشند . انرژی آزادشده از این واکنشها شرایط زیست آنها را تامین می کند . محصولات پایداری نظیر دی اکسیدکربن ، آب و آمونیاک ، از تجزیه بیوشیمیایی قسمتی از مواد آلی ، به دست می آید که در واکنش سنتزسلولهای جدید مصرف می شود . اکسیژن لازم برای سوخت و ساز میکروارگانیسها به طور مداوم (به صورت عمقی یا سطحی) به محیط واکنش تزریق می شود .

۲ – زلال ساز ثانویه

توده بیولوژیکی تولیدشده از تصفیه ثانویه ، بار آلی قابل توجهی دارد و برای رسیدن به استانداردهای فاضلاب باید حذف گردد . همچنین جامدهای بیولوژیکی باید به مقدار کافی تغلیظ شوند تا مقدار لجنی که دفع می گردد ، کاهش یابد . این اعمال در مخازن زلال ساز ثانویه انجام می گیرد .

متعادل سازی لجن

لجن غلیظ شده فاضلاب ، محیط زیست را به مخاطره می اندازد و باید قبل از دفع متعادل گردد . متداولترین روش تثبیت ، تجزیه بیولوژیکی است که به دو صورت هوازی و بی هوازی اجرا می شود .

آبگیری

شامل انواع صافی و بسترهای لجن خشک کن می باشد . در صورتی که عمل هضم روی لجن به روش مناسبی انجام شده باشد ، می توان آن را بدون نگرانی از ایجاد وضعیت نامطلوب در هوای آزاد نگهداری و انبار کرد .

استانداردهای پساب خروجی

لایحه کنترل آلودگی آب سال ۱۹۷۲ (قانون عمومی ۹۲-۵۰۰) ، سازمان محیط زیست را موظف به تدوین استانداردهایی برای تخلیه فاضلاب نموده است . کیفیت پسابهای تصفیه شده باید با جدولهای ذیل مطابقت داشته باشد .

استاندارد پسابهای تصفیه شده

مصارف کشاورزی	تخلیه به چاه جذب	کمیت
۶-۸,۵	۵-۹	PH
۰/۲ mg/L	۱ mg/L	کلر آزاد
۱۰۰۰	۱۰۰۰	کل کلیفرم ها

مصارف کشاورزی mg/L	تخلیه له چاه جذب mg/L	کمیت	مصارف کشاورزی mg/L	تخلیه به چاه جذب mg/L	کمیت
۶۰۰	۶۰۰	کلرید Cl	-	-	کلسیم Ca
-	۱۰	نیتريت NO ₂	۱۰۰	۱۰۰	منیزیم Mg
-	۱۰	نیترات NO ₃	۰/۲	۱	مس Cu
۰/۱	۰/۱	سیانید CN	۳	۳	آهن Fe
۰/۱	۰/۱	آرسنیک As	۵	۵	آلومنیوم Al
۱	۱	بر B	۱	۱	باریم Br
۱	۱	برم Br	۰/۰۵	۱	کبالت CO
۰/۵	۱	بریلیم Be	۱	۱	کروم Cr ⁺⁶
۱	ناچیز	فنل C ₆ H ₅ O H	۲	۲	کروم Cr ⁺³

۱۰۰	۳۰۰	BOD	مواد آلی	۲	۲	Ni	نیکل
۲۰۰	۶۰	COD	مواد آلی	۰/۰۵	۰/۱	Cd	کادمیم
				۰/۱	۰/۱	Ag	نقره

با تشکر از اساتید و دوستان عزیزم مهندسین : داوودی و زارع در شرکت کاریزآب

بسمه تعالی

ادغام تئوری – عملی تصفیه آب ۲

تهیه و تنظیم :

دکتر شهاب آراسته منش

مدرس واحد آموزش در صنایع فنی و حرفه ای

عضو انجمن همگن صنایع شیمیایی و سلولزی

