

به نام خدا  
دانشکده فنی ولیعصر

جلسه چهارم :  
تجهیزات مولد سرما  
مدرس: وحیدی

نیمسال دوم ۹۱-۹۹

به طور کلی تجهیزات مولد سرما در قالب سه گروه عمده خنک کن های تبخیری، تراکمی و جذبی طبقه بندی می شوند .

مولد گرما

تجهیزات مولد

تبخیری: کولر آبی، ایرواشر

تراکمی: کولر گازی، چیلر تراکمی

جذبی

مولد سرما

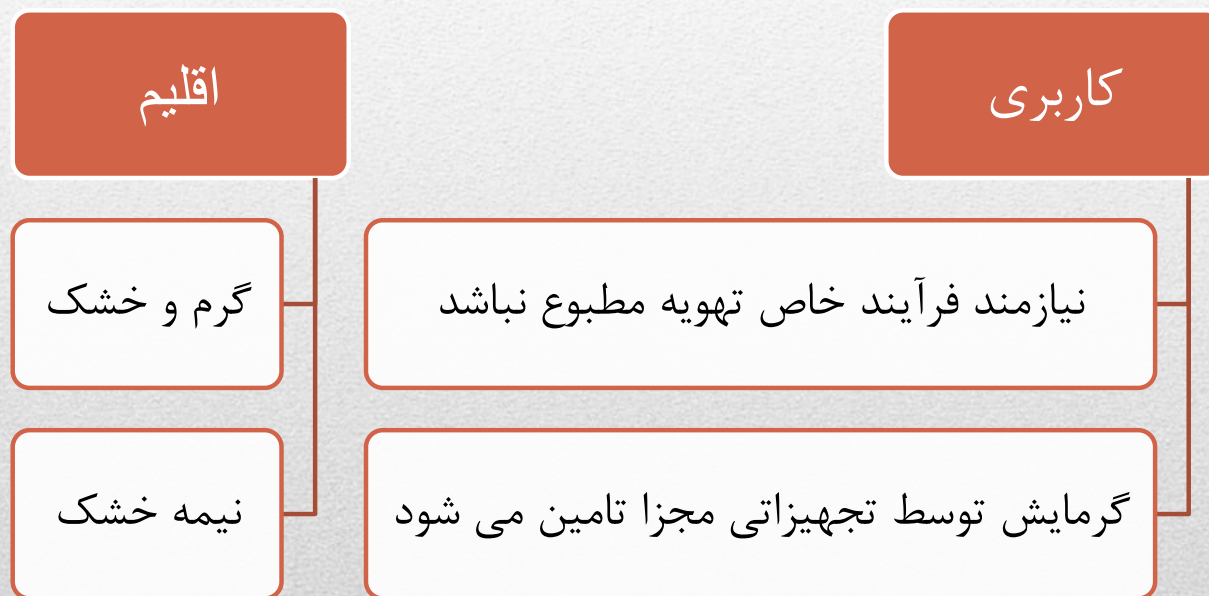
# تجهیزات مولد سرما

خنک کن تبخیری که کولر آبی رایج ترین نوع آن محسوب می شود، بر اساس گرماگیری آب از هوای عبوری عمل می کند. آب با اخذ گرمای محسوس هوا، تبخیر می شود و از همین رو چنین تجهیزاتی، خنک کن تبخیری نامیده می شود. این شرایط تا زمانی دوام دارد که میزان بخار آب با رطوبت موجود در هوا که در اثر کارکرد خنک کن تبخیری به آن اضافه می شود در دامنه مناسبی نگه داشته شود، در غیر این صورت هوای فضای مورد نظر، علی رغم کاهش گرمای محسوس و افت دما به دلیل افزایش رطوبت غیر قابل تحمل خواهد شد. به منظور جلوگیری از چنین حالتی، کارکرد خنک های تبخیری باید به همراه تخلیه هوا از فضای مورد نظر باشد تا با تعویض هوا مقدار رطوبت اضافه شده هم خارج شود.



## خنک کن تبخیری

کولر آبی رایج ترین وسیله سرمایش تبخیری در ایران است که در مناطق خشک و نیمه خشک کارایی خوبی دارد. در کولر آب بر سطح پوشالی یا سلولزی آن را مرطوب نموده و امکان تبخیر سریع تر آب و کاهش گرمای محسوس هوای عبوری را فراهم می آورد. ظرفیت هوادهی کولر آبی بر اساس فوت مکعب در دقیقه بیان می شود.



## کولر آبی و زمینه های کاربرد

برای تعیین ظرفیت کولر آبی می توان از رابطه زیر استفاده کرد

$$\text{ظرفیت کولر آبی (cfm)} = \frac{\text{حجم فضا (ft}^3\text{)}}{\text{شاخص دفعات تعویض هوا در دقیقه}}$$

شاخص دفعات تعویض هوا بنا به شرایط آب و هوایی محل بین ۱/۵ تا ۳ بار در دقیقه منظور می شود که میانگین آن را می توان ۲/۵ بار در نظر گرفت .

مثال: بر این اساس فضایی به مساحت ۱۰۰ مترمربع و به ارتفاع ۳ متر با حجم ۳۰۰ مترمربع و  $10593 \text{ ft}^3$  نیازمند کولری به ظرفیت حداقل ۴۲۳۷ cfm است. که روش محاسبه آن به ترتیب زیر است :

$$* \text{برای تبدیل متر مکعب به فوت مکعب آن را در } 35/31 \text{ ضرب می کنیم} \quad 35/31 \times 300 = 10593 \text{ ft}^3$$

$$10593 \div 2/5 = 4237 \text{ cfm}$$

بنابراین می توان به طور تقریبی ظرفیت کولر آبی را به ازای هر مترمکعب فضا ۱۵ cfm در نظر گرفت .

## تخمین ظرفیت کولر آبی

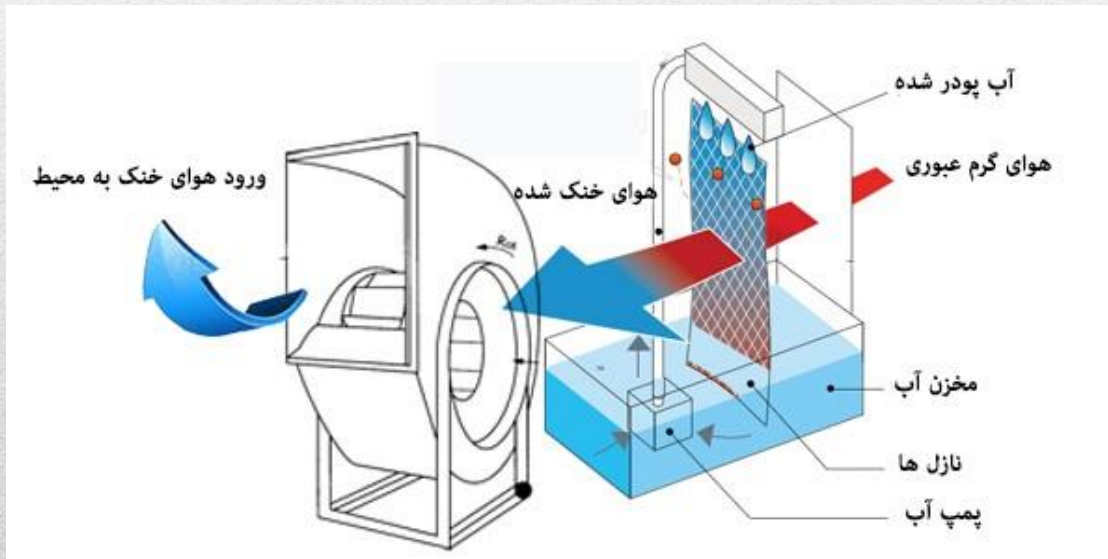
❑ کولر های آبی باید در فضای باز نصب شوند تا امکان تامین هوای تازه به صورت صد درصد برای آن ها وجود داشته باشد. به طور معمول کولرهای آبی را در بام نصب می کنند، اما در ساختمان هایی با بیش از شش طبقه، استقرار کولرها روی بام هم از نظر مقدار کانال مصرفی و هم از جنبه افت فشار هوا چندان منطقی نیست. در چنین شرایطی می توان کولر آبی را در بالکن هر طبقه نصب کرد. در چنین شرایطی ضمن منظور نمودن فضای کافی برای دسترسی و تعمیرات، با مصالح مشبک آن را پنهان نمود.

❑ کولر آبی نباید در محلی نصب شود که احتمال ورود هوای آلوده و بوی نامطبوع نامطبوع وجود داشته باشد و در همین راستا، کولر آبی باید حداقل ۳ متر از سطح دهانه دودکش و دهانه هواکش فاضلاب، فاصله افقی داشته باشد. مگر آن که دهانه دودکش و دهانه هواکش فاضلاب، حداقل ۲ متر از سطح فوقانی کولر بالاتر باشد.

## ملاحظات معماری

---

هواشوی همچون کولر آبی از طریق رطوبت زنی باعث کاهش دما می شود. اما فرآیند تماس آب با هوا در این وسیله متفاوت است. در هواشوی آب توسط یک پمپ فشار قوی به سمت افشانک هایی که در چند ردیف و در مسیر جریان هوا قرار گرفته اند روانه می شود و در اثر فشار پمپ و عبور از افشانک ها به صورت پودر در می آید که این خود باعث افزایش تبخیر سطحی می شود. پاشیدن آب از افشانک ها ضمن کاهش دمای هوای عبوری، گرد و غبار را نیز از هوا می زداید و به نوعی هوا را نیز شستشو می دهد. از این رو هواشوی ها قطع نظر از کاربرد سرمایشی، کاربرد تصفیه و رطوبت زنی هم دارند.



## ایرواشر (هواشوی)

## کاربری

کارخانه ها

کارگاه ها

رختشویخانه ها

❑ هواسوی ها بازدهی بهتری نسبت به کولر آبی دارند و در ظرفیت های بسیار بیشتری نیز به کار گرفته می شوند. به همین دلیل برای اماکن وسیع و حجیم کاربرد بیشتری دارد.

❑ کاربری هایی که نیازمند فرآیندهای خاص تهویه مطبوع نباشد.

❑ به دلیل افزایش رطوبت برای اقلیم گرم و خشک یا نیمه خشک مناسب است.

# زمینه های کاربرد ایرواشر



- ❑ هوا شوی ها بر خلاف کولر آبی در فضای باز نصب نمی شوند. بلکه محل استقرار آن به طور معمول سرپوشیده و محصور است؛ اما در عین حال باید امکان تامین هوای تازه برای آن ها از طریق کانال ها و دریچه های مناسب در نظر گرفته شود .
- ❑ معمولا اتاق هواشوی بر روی بام و یا طبقات زیرین در نظر گرفته می شود .

## ملاحظات معماری

---

همه خنک کن های تراکمی از واحدهای کوچک و کم ظرفیت محلی پنجره ای که کولر گازی خوانده می شوند گرفته تا خنک کننده های تراکمی پر ظرفیت مرکزی که معمولا چیلر تراکمی خوانده می شوند دارای سه بخش اصلی کمپرسور (متراکم کننده)، کندانسور (تقطیر کننده) و اواپراتور (تبخیر کننده) هستند .

## کارکرد

ماده مبرد (خنک کننده) گاز فرئون یا مبرد های جایگزین در فضای کم فشار اواپراتور تبخیر شده و گرمای تبخیر را از آب یا هوایی که در تماس غیر مستقیم با آن قرار دارد می گیرد و موجب کاهش دمای آب یا هوای عبوری می شود .

ماده مبرد پس از تبخیر به وسیله کمپرسور مکیده شده و با فشار به سمت کندانسور فرستاده می شود. متراکم کننده دما و فشار مبرد را افزایش می دهد.

ماده مبرد در مجاورت آب یا هوای خنک بار دیگر تقطیر شده و برای تبخیر مجدد و تولید سرما روانه اواپراتور می شود .

کار این قسمت تنظیم و کنترل فشار جریان مبرد است.

## اجزا

اواپراتور

کمپرسور

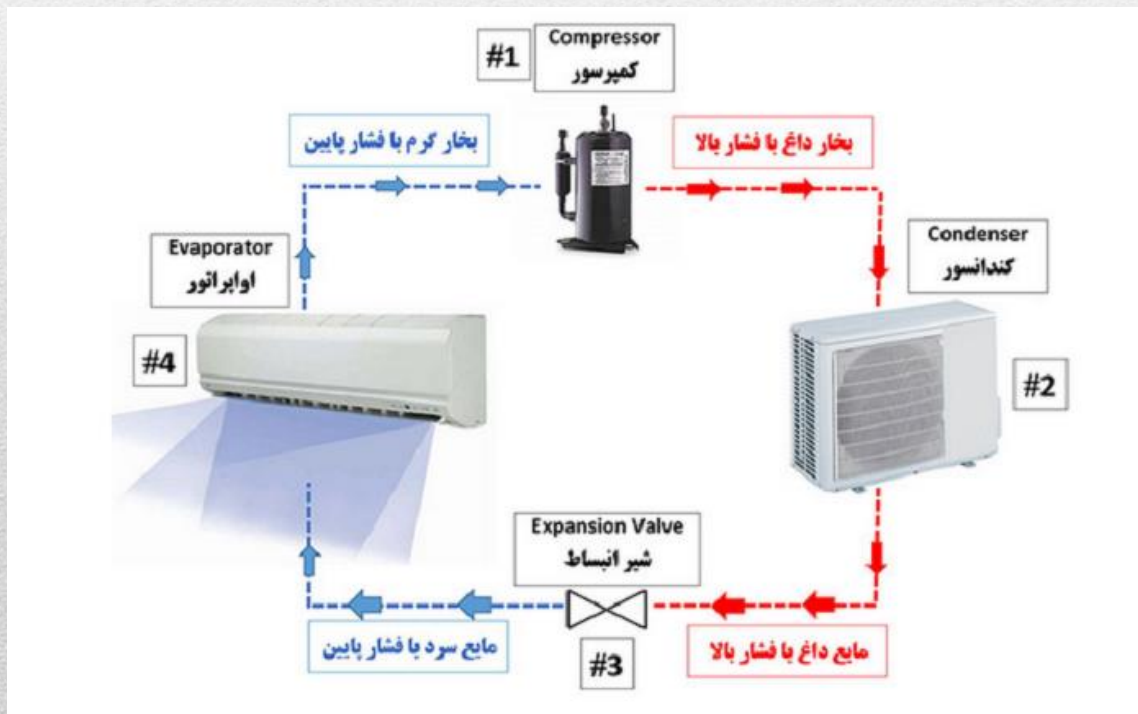
کندانسور

شیر انبساط

# خنک کن تراکمی

روش کار کولر گازی و هر سیستمی سرمایشی که بر اساس سیکل تبرید تراکمی می باشد به این صورت است :

گاز مخصوصی که در کولر گازی بکار میرود در کمپرسور متراکم شده و تحت تاثیر این فشار دما و فشار آن افزایش می یابد در کندانسور (یونیت بیرونی که در مجاورت هوای آزاد قرار گرفته) خنک شده ، تقطیر می شود و تبدیل به مایع می گردد (مایع داغ با فشار بالا) . فشار مایع خروجی بعد از عبور از شیر انبساط کاهش می یابد و به سمت ورودی اواپراتور شامل تعدادی لوله و پره آلومینیومی که در داخل همان بخشی از کولرگازی قرار دارد که روی دیوار اتاق نصب میشود (یونیت داخلی یا اسپلیت) هدایت می شود. در اواپراتور این مایع که فشار از روی آن برداشته شده و دوباره میل تبدیل شدن به گاز دارد گرمای هوای محیط را گرفته (همیشه مایعات برای تبخیر شدن از محیط گرما می گیرند) و تبخیر میشود (مجدداً تبدیل به گاز میشود)



هوای اتاق با گردش پروانه فن داخلی از یک سمت یونیت داخلی وارد شده و پس از عبور از بین لوله های اواپراتور، سرد شده و از سمت دیگر به داخل اتاق هدایت می گردد. گاز تبخیر شده در اواپراتور نیز دوباره به کمپرسور برمیگردد و این چرخه مرتباً تکرار میشود.

# کولر گازی



25000 BTU/h

دو تکه



پنجره ای

انواع کولر های گازی عبارتند از:  
پنجره ای (یک تکه)  
دو تکه  
پرتابل

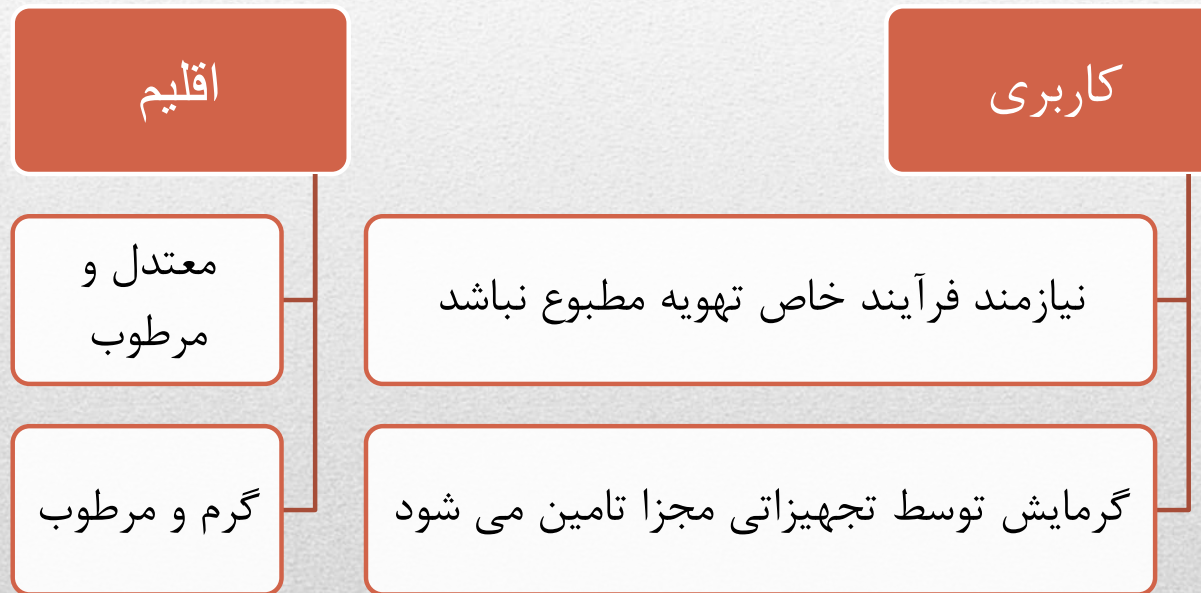
که البته امروزه استفاده از  
کولرهای گازی دو تکه یا  
اصطلاحاً اسپلیت رایج تر است .



پرتابل

انواع کولر گازی

کولرهای گازی بر خلاف کولر های آبی رطوبت محیط را افزایش نمی دهد پس در مناطق مرطوب کارایی زیادی می توانند داشته باشند. کولرهای آبی در مناطقی که رطوبت هوا بالا است، مانند شمال و جنوب کشور از کارایی خوبی برخوردار نیستند، لذا در این مناطق از کولرهای گازی به طور گسترده استفاده می شود. لکن در مناطقی که شرایط آب و هوایی برای استفاده از کولر آبی مساعد است، استفاده از کولر گازی اشتباه است.



## کولر گازی و زمینه های کاربرد



برای نصب کندهاتسور باید محیطی را در نظر گرفت که سایه خوبی داشته باشد و در زیر نور مستقیم آفتاب نباشد



نصب پنل خارجی کولر گازی باید از دودکش ها ، هود آشپزخانه ، فن های اگزاست و محیط های آلوده به دور باشد زیرا نه تنها باعث می شود بو و مقداری آلاینده به داخل اتاق هدایت شود بلکه خیلی زود کثیف و خراب می شوند

- ۱- محل نصب یونیت خارجی باید به نحوی انتخاب شود که دور از فضاهای اصلی باشد زیرا سر و صدا و لرزش بخش خارجی کولر گازی باعث آلودگی صوتی شود.
- ۲- یونیت خارجی حتی المقدور نباید در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار گیرد، تابش مستقیم باعث کاهش راندمان کاری کندهاتسور می شود .
- ۳- نصب پنل خارجی کولر گازی باید از دودکش ها ، هود آشپزخانه ، فن های اگزاست و محیط های آلوده دور باشد . زیرا نه تنها باعث می شود بو و مقداری آلاینده به داخل اتاق هدایت شود بلکه خیلی زود کثیف و خراب می شوند.
- ۴- قدرت پرتاب باد هم بین ۵ تا ۱۰ متر بسته به نوع کولر متفاوت است. بنا براین باید پنل را در شرایطی تعبیه کنید که طول مورد نیاز را پوشش دهد و در ضمن باد به راحتی وارد اتاق شود و مانعی بر سر راه باد نباشد. به این منظور انتخاب ارتفاع حدود ۲ متری از سطح زمین برای نصب کولر گازی مناسب است .
- ۵- معابر مناسب لوله ها با توجه به موقعیت استقرار هر یک از واحدهای داخلی یا خارجی در محل مناسب پیش بینی شود.
- ۶- بهترین محل برای نصب این گونه دستگاه ها ، استفاده از بام ، بالکن یا حیاط خلوت است . چنین فضاهایی برای سرویس و نگهداری بسیار مناسب هستند و امکان پنهان سازی این تجهیزات را نیز فراهم می کنند .

## ملاحظات معماری

گروه پر ظرفیتی از تجهیزات دو تکه تراکمی که با نام چیلر تراکمی با کندانسور هوایی معروف هستند نه به صورت محلی بلکه به صورت مرکزی مورد استفاده قرار می گیرند. در این گروه بر خلاف سایر تجهیزات دو تکه ،اوپراتور و کمپرسور بر روی یک شاسی و در داخل موتورخانه نصب شده و کندانسور هوایی در فضای باز قرار می گیرد .

البته چیلرها دارای انواع مختلفی هستند .به همین دلیل خنک کن های تراکمی را می توان در اقلیم های مختلف و شرایط کابری مختلف استفاده کرد .

ضریب کارایی نسبتا خوب واحدهای تراکمی از جمله دیگر مزایای مهم آن ها محسوب می شود . بزرگ ترین عیب خنک کن های تراکمی در ظرفیت های پایین(کولر گازی )و ظرفیت های بالا(چیلر) مصرف نسبتا بالای برق آنهاست .

خنک کن های تراکمی ضمن استهلاک زیاد تجهیزاتی پر سر و صدا هستند . آسیب های زیست محیطی در صورت استفاده از فرئون ها به عنوان مبرد از دیگر معایب خنک کن های تراکمی است .



## چیلر تراکمی

خنک کن های تراکمی به دلیل تنوع زیاد ، محدودیت چندانی برای کاربری های مختلف تحت شرایط اقلیمی متفاوت ندارند مگر آن که استفاده از آن ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد. اماکن کوچکی که بنا به دلایل مختلف مانند شرایط اقلیمی و یا لزوم رطوبت کم در آن ها نتوان از خنک کننده های تبخیری استفاده کرد . پروژه هایی که دارای تجهیزات تبادل حرارت دو فصلی مانند فن کوئل و هواساز هستند و بنا به شرایط اقلیمی نتوان از چیلرهای جذبی در آن ها استفاده کرد .

## زمینه های کاربرد

---



تهویه مطبوع به کمک چیلر آبزوربشن یکی از بهترین و عالی ترین روش های تهویه مطبوع است و در عین حال با دوام ترین دستگاه ها می باشد. قسمت های یک چیلر جذبی عبارتند از:

## کارکرد

## اجزا

وظیفه اوپراتور سرد کردن آبی است که باید برای مصارف سرمایشی ساختمان ارسال شود.

جذب بخار مبرد تبخیر شده در اوپراتور انجام می شود.

وظیفه ژنراتور، غلیظ کردن محلول لیتیم برماید به حالت غلظت اولیه اش است.

بخار مبردی که از ژنراتور آزاد می شود در کندانسور به مایع تبدیل می شود.

اوپراتور

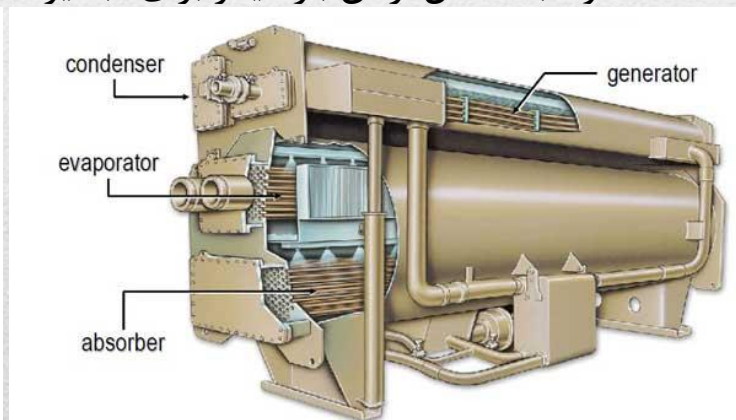
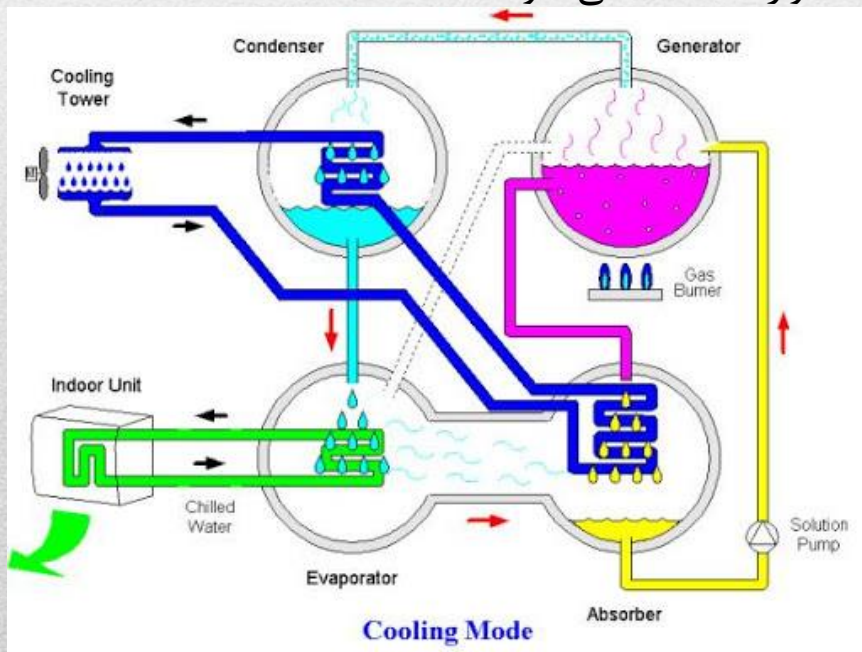
ابزوربر یا  
جاذب

ژنراتور

کندانسور

# خنک کن جذبی

خنک کن جذبی بر اساس فرآیند شیمیایی در محیط خلا موجب جذب گرما و تولید سرما می گردد. در اغلب چیلر های جذبی، ماده مبرد آب است که در محفظه اواپراتور تحت خلا و در دمایی کم تبخیر شده است و گرمای تبخیر را از سیال ثانویه می گیرد و بخارهای حاصل از این فرآیند توسط ماده جاذبی مانند لیتیم بروماید که در محفظه دیگری به نام ابزوربر قرار دارد جذب می شود. لیتیم بروماید با جذب بخار آب رقیق شده و به تدریج قابلیت جذب خود را از دست می دهد. بنابراین برای تغلیظ و احیای قابلیت مجدد، توسط پمپ مخصوصی از ابزوربر به محفظه دیگری به نام ژنراتور یا تغلیظ کننده فرستاده می شود. در این محفظه در مجاورت حرارت بار دیگر غلیظ شده و به ابزوربر باز می گردد. از سوی دیگر بخار آب حاصل از حرارت دهی لیتیم بروماید رقیق در ژنراتور به محفظه تقطیر یا کندانسور می رود. در کندانسور، بخار حاصل از عملکرد ژنراتور در مجاورت آب ارسالی از سوی برج خنک کن تقطیر شده و آب حاصل از آن بار دیگر برای تبخیر مجدد وارد محفظه می شود.



## چیلر جذبی

## ویژگی ها :

خنک کن های جذبی برخلاف چیلرهای تراکمی از تنوع چندانی برخوردار نیستند و به غیر از موارد معدودی که با ظرفیت کم و به صورت محلی مورد استفاده قرار می گیرند، در اغلب موارد، کاربرد مرکزی دارند .

چیلرهای جذبی متکی به سوخت های فسیلی و دیگ های آب گرم یا بخار هستند و مصرف برق آنها بسیار اندک است .

استهلاک کم و عمر نسبتا زیاد از جمله مزایای چیلرهای جذبی محسوب می شود .  
چیلرهای جذبی کم سر و صدا و بدون لرزش هستند .

## زمینه های کاربرد :

پروژه های بزرگ در اقلیم گرم و خشک و نیمه خشک .

پروژه هایی که دارای تجهیزات تبادل دو فصلی مانند فن کوئل و هواساز است .

پروژه هایی که در آنها استفاده از خنک کن تراکمی به دلیل مصرف زیاد مقرون به صرفه نباشد .

# ویژگی ها و زمینه های کاربرد

---