

به نام خدا

## مشاوره خرید چیلر



## نوع چیلر

در هنگام انتخاب و خرید چیلر می‌بایست ابتدا نوع چیلر که برای پروژه مناسب است مورد بررسی قرار دهیم. چیلرها بر اساس ساختمان و سیکل سرمایشی به دو نوع جذبی و تراکمی تقسیم می‌شوند. بسته به شرایط پروژه، محدودیت‌ها و ظرفیت برودتی مورد نیاز، می‌توانیم یکی از این دو نوع را انتخاب کنیم.

## چیلر جذبی

مدار سرمایشی در این نوع چیلر از نوع جذبی است و قسمت‌های اصلی آن عبارتند از اواپراتور، جاذب، کندانسور و ژنراتور.

مصرف برق در این نوع چیلر بسیار کم است و انرژی اصلی مورد نیاز چیلر جذبی از منابع گرمایی مانند مشعل، بویلر و دیگ بخار تأمین می‌شود در نتیجه مصرف گاز و یا گازوئیل در این نوع چیلر بسیار بالا می‌باشد.

چیلرهای جذبی در ظرفیت‌های برودتی بالا و بصورت آب خنک طراحی و تولید می‌شوند از این رو به تجهیز بنام برج خنک کننده نیاز دارند.

به دلیل حجم بالای آب در گردش بین کندانسور و برج خنک کننده، در چیلرهای جذبی میزان هدر رفت آب بیشتر است.

بدلیل آب خنک بودن چیلر جذبی امکان استفاده از آن در شهرهای با رطوبت نسبی بالا وجود ندارد.

از چیلرهای جذبی عمدتاً در مناطقی که با مشکل تأمین برق مواجه هستند یا پروژه‌های CHP برای جلوگیری از هدر رفت گرمای تولید شده در موتورهای تولید برق استفاده می‌شود. قیمت اولیه و هزینه نگهداری و تعمیرات در چیلرهای جذبی به مراتب بالاتر است.

این نوع چیلرها بصورت یکپارچه طراحی و تولید می‌شوند و کنترل ظرفیت سرمایشی در آن‌ها بصورت خیلی محدود می‌باشد.

## چیلر تراکمی

سیکل سرمایشی در این نوع چیلر از نوع تراکمی می‌باشد و قسمت‌های اصلی آن عبارتند از کمپرسور، اواپراتور، کندانسور و اکسپنشن ولو (شیر انبساط).

انرژی مورد نیاز جهت راه‌اندازی چیلر تراکمی انرژی برق است و نیازی به گاز و گازوئیل جهت راه‌اندازی چیلر تراکمی نیست.

چیلر تراکمی در ظرفیت‌های برودتی متنوعی از حدود ۲ تن تبرید تا ۲۰۰۰ تن طراحی و تولید می‌شود. چیلر تراکمی به دو نوع عمده تقسیم می‌شود.

چیلر تراکمی هوا خنک که تبادل حرارتی و تقطیر مبرد در کندانسور آن با هوا بوده و چیلر تراکمی آب خنک که تبادل حرارتی و تقطیر مبرد در آن مانند چیلر جذبی با آب می باشد.

از چیلر تراکمی هوا خنک در هر اقلیمی می توان استفاده کرد اما از چیلر آب خنک مانند چیلر جذبی نمیتوان در مناطق مرطوب استفاده نمود.

هزینه خرید و نگهداری و تعمیرات پایین، تنوع ظرفیت برودتی، ابعاد و اندازه کوچکتر و امکان کنترل ظرفیت برودتی از مزایای چیلر تراکمی هستند.

مصرف برق بالا را می توان تنها عیب چیلر تراکمی در نظر گرفت که البته راهکارهایی برای تعدیل و کم کردن آن وجود دارد.



## ظرفیت چیلر

یکی از اولین و اصلی ترین مراحل انتخاب و خرید چیلر تعیین ظرفیت سرمایشی مورد نیاز پروژه است. بسته به این که چیلر برای چه نوع کاربری ای انتخاب می شود می بایست ظرفیت سرمایشی مورد نیاز به درستی تخمین زده شده و تعیین گردد.

## چیلر تهویه مطبوع

برای تعیین دقیق ظرفیت سرمایشی مورد نیاز یک پروژه مسکونی، تجاری، فرهنگی، اداری و ... بهترین راه بهره گیری از نرم افزارهای طراحی مانند **Hourly analysis program (hap)** می باشد اما امروزه برای تخمین بار برودتی مورد نیاز از راهکارهای سریع تر و محاسبات سرانگشتی نیز استفاده می شود. باید توجه داشت استفاده از محاسبات سرانگشتی صرفاً جهت واحدهای مسکونی و اداری با تعداد نفرات کم کاربرد دارد و در پروژه های بزرگ می بایست حتماً از نرم افزار تخمین بار برای تعیین بار برودتی استفاده نمود. در جدول زیر می توانید برای تخمین حدودی سرمایش مورد نیاز پروژه خود استفاده نمایید.

ردیف	نوع اقلیم	مترائز / یک تن برودتی	جریان برق
۱	گرم و حاره ای	۱۵ تا ۲۰ متر	زیاد
۲	معتدل	۲۵ تا ۳۵ متر	متوسط
۳	سردسیر	۴۰ متر	کم

مثال) ظرفیت واقعی چیلر یک ساختمان ۵ طبقه و هر طبقه دارای ۲۲۰ متر مربع مساحت را در شهر تهران محاسبه کنید:

$$\text{مساحت کل ساختمان: } ۱۱۰۰ = ۲۲۰ \times ۵$$

منطقه معتدل می باشد لذا به ازای حدوداً هر ۳۰ متر مربع، یک تن تبرید واقعی در نظر می گیریم.

تن تبرید واقعی:  $۳۶/۶ = ۱۱۰۰ / ۳۰$

### چیلر صنعتی

تعیین دقیق سرمایه‌ش مورد نیاز در فرآیندهای صنعتی یا خنک کاری قالب‌ها و تجهیزات صنعتی کار سخت و زمان‌بری است و محاسبات آن می‌بایست توسط کارشناسان و متخصصین این کار انجام شود.

انتخاب ظرفیت برودتی بیش از ظرفیت مورد نیاز صرفاً باعث تحمیل هزینه به پروژه می‌شود و انتخاب چیلر با ظرفیت مکان پایین توانایی پاسخگویی به نیاز پروژه را نخواهد داشت.

برای محاسبه چیلر جهت کاربری‌های صنعتی و سرمایه‌ش‌های فرآیندی می‌بایست اطلاعات زیر در دسترس باشند:

میزان گردش سیال واسط در واحد زمان (دبی)

مدت زمان مورد نیاز جهت کاهش دما در چیلر

مقدار کاهش دما (اختلاف دمای آب ورودی و خروجی از چیلر)

ظرفیت گرمایی ویژه سیال واسط در فشار ثابت

$$Q' = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{\text{lit} \times 4.19 \times (T_2 - T_1)}{s} = \text{kW}$$

**Q** : ظرفیت برودتی      **lit** : حجم سیال واسط در گردش (عمدتاً آب)

**4.19** : ظرفیت گرمایی ویژه آب در فشار ثابت

**T<sub>2</sub>** : دمای خروجی چیلر و ورودی به دستگاه یا پروسه صنعتی

**T<sub>1</sub>** : دمای ورودی به چیلر و خروجی از دستگاه یا پروسه صنعتی

**s** : زمان

## اقلیم محل نصب

یکی از موارد بسیار مهم در انتخاب چیلر اقلیم و شرایط آب و هوایی منطقه‌ای است که چیلر می‌بایست در آن نصب گردد.

بطور کلی در مناطقی دارای رطوبت نسبی بالا و اصطلاحاً هوای شرجی هستند نمی‌توان از چیلرهایی که کندانسور آن‌ها از نوع آب خنک هستند استفاده نمود.

چیلر جذبی و چیلر تراکمی آب خنک از این دسته هستند و به دلیل اینکه برای تبادل حرارتی و تقطیر مبرد در داخل کندانسور این چیلرها می‌بایست آب سرد وجود داشته باشد و این آب سرد توسط دستگاهی بنام برج خنک کننده که بر اساس سرمایش تبخیری کار می‌کند تأمین می‌شود نمی‌توان از این دو نوع چیلر در مناطق با رطوبت نسبی بالا استفاده کرد.

از **چیلر هوا خنک** می توان در هر اقلیمی استفاده کرد و هیچ محدودیتی در این زمینه برای استفاده از این نوع چیلر وجود ندارد.

باید توجه داشت علاوه بر موضوع رطوبت مواردی مانند بیشینه دمای خشک منطقه و ارتفاع از سطح دریا نیز در طراحی چیلر خصوصاً گندانسور آن بسیار تعیین کننده و مؤثر است.



## قیمت

مواردی زیادی در تعیین قیمت یک دستگاه چیلر مؤثر هستند اما باید توجه داشت در هنگام انتخاب چیلر نبایست صرفاً بر روی قیمت آن توجه داشت و اولویت باید با مشخصات فنی باشد.

در جدول زیر انواع چیلر بر اساس قیمت در ظرفیت برودتی یکسان به ترتیب آمده است.

ردیف	نوع چیلر	۲ الی ۲۰ تن تبرید	۱۵۰ الی ۲۰ تن تبرید	۱۵۰ الی ۵۰۰ تن تبرید
۱	جذبی	-	-	۱۴
۲	تراکمی هوا خنک	۹	۷/۵	۶
۳	تراکمی آب خنک	۶/۵	۵/۵	۴/۵

قیمت چیلر به ازای هر تن تبرید نامی به میلیون تومان می باشد





## مصرف برق

در بیشتر پروژه‌ها مصرف برق چیلر مسئله‌ای بسیار مهم و تعیین کننده است.

مصرف برق در چیلرهای جذبی بسیار کم و ناچیز است اما در چیلرهای تراکمی مصرف بالا می‌باشد. مصرف برق در چیلر تراکمی به عوامل زیادی بستگی دارد.

در جدول زیر مصرف برق چیلرها به ترتیب مشخص شده است.

ردیف	نوع چیلر (به ترتیب از بیشترین به کمترین مصرف کننده برق)
۱	تراکمی هوا خنک
۲	تراکمی آب خنک
۳	جذبی

در جدول زیر عوامل مؤثر بر مصرف برق چیلر آمده است.

ردیف	موارد مؤثر در مصرف برق
۱	نوع کمپرسور
۲	نوع کندانسور
۳	درجه حرارت هوای محیط
۴	درصد رطوبت

ردیف	موارد مؤثر در مصرف برق
۵	سطح تبادل کندانسور
۶	سطح تبادل اواپراتور
۷	عمر دستگاه



## ضریب عملکرد

به نسبت میزان برودت تولید شده در چیلر به انرژی مصرف شده ضریب عملکرد گفته می‌شود. به طور کلی ضریب عملکرد چیلر تراکمی بیش از چیلر جذبی است اما در چیلرهای تراکمی نیز با توجه به نوع آب خنک یا هوا خنک، نوع کمپرسور، نوع اواپراتور و کندانسور، ضریب عملکرد می‌تواند متفاوت باشد. ملاک اصلی سازمان ملی استاندارد برای تعیین رده انرژی چیلرها میزان ضریب عملکرد آنها است. در جدول زیر چیلرها به ترتیب ضرب عملکرد از زیاد به کم آورده شده‌اند. باید توجه داشت این مقایسه در ظرفیت برودتی یکسان می‌باشد.

ردیف	نوع چیلر	نوع کمپرسور
۱	تراکمی آب خنک	اسکرو
		اسکرال
		سیلندر-پیستونی
۲	تراکمی هوا خنک	اسکرو
		اسکرال
		سیلندر-پیستونی
۳	جذبی	-



<b>A</b>	COP > 3.6
<b>B</b>	3.6 ≥ COP > 3.4
<b>C</b>	3.4 ≥ COP > 3.2
<b>D</b>	3.2 ≥ COP > 2.8
<b>E</b>	2.8 ≥ COP > 2.6
<b>F</b>	2.6 ≥ COP > 2.4
<b>G</b>	2.4 ≥ COP > 2.2

$$COP = \frac{Q_L \text{ (سرمایش تولید شده در اواپراتور چیلر)}}{W_{net} \text{ (کار انجام شده برای تولید سرمایش)}}$$

## تعمیرات و نگهداری

یکی از مهم ترین مواردی که می بایست در هنگام انتخاب و خرید چیلر مورد توجه قرار بگیرد هزینه های نگهداری و تعمیرات آن است. عدم توجه به این موضوع می تواند در آینده هزینه های بسیار زیادی را به شما تحمیل کند.

هرچه ظرفیت چیلر بزرگتر باشد هزینه های نگهداری و تعمیرات آن نیز بیشتر است.

در ظرفیت سرمایشی یکسان هزینه نگهداری و تعمیرات چیلر جذبی بیش از چیلر تراکمی است و در چیلر تراکمی هزینه نگهداری و تعمیرات چیلر آب خنک بیش از چیلر هوا خنک است.

دلیل این امر وجود برج خنک کننده و کندانسور آبی و سیستم پمپاژ است که استهلاک و هزینه های نگهداری را افزایش می دهد.

در چیلرهای تراکمی نوع کمپرسور و کندانسور و اواپراتور نیز در تعیین هزینه‌های نگهداری و تعمیرات مؤثر هستند.

در جدول زیر به انواع چیلر تراکمی بر اساس هزینه‌های نگهداری و تعمیرات از زیاد به کم اشاره شده است.

ردیف	نوع چیلر (به ترتیب از بیشترین به کمترین)
۱	جذبی
۲	تراکمی هوا خنک
۳	تراکمی آب خنک

## محدودیت‌ها

در هنگام انتخاب و تعیین نوع چیلر می‌بایست به محدودیت‌های پروژه توجه داشت.

عدم توجه این محدودیت‌های پروژه امکان تهیه و یا استفاده از چیلر را سخت و گاهاً غیر ممکن می‌کند.

در جدول زیر به مهم‌ترین و شایع‌ترین محدودیت‌ها در انتخاب چیلر در پروژه‌ها اشاره شده است.

ردیف	مهم‌ترین موارد محدودیت در انتخاب چیلر
۱	شرایط اقلیمی
۲	مصرف برق
۳	ابعاد محل نصب

ردیف	مهم ترین موارد محدودیت در انتخاب چیلر
۴	بودجه پروژه
۵	دسترسی به متخصص فنی در امر نگهداری
۶	دسترسی به قطعات یدکی
۷	فضای تعیین شده جهت نصب



## چیلر ایرانی یا خارجی

یکی از پرتکرارترین و شایع ترین سؤالات در هنگام انتخاب و خرید چیلر این است که چیلر ایرانی بهتر است یا خارجی؟

به طور قطع از دیدگاه مهندسی چیلری خوب و مناسب است که دارای مشخصات فنی بهتر، گارانتی بیشتر و مطمئن تر و خدمات پس از فروش در دسترس باشد.

با همه این توضیحات در مورد انواع خاصی از چیلر به دلیل تکنولوژی و هزینه های بالای تولید آنها، شرکت های داخلی یا توانایی تولید آنها را نداشته اند و یا تمایلی برای تولید آنها نشان نداده اند.

چیلرهای جذبی از آن جمله چیلرهایی هستند که شرکت های داخلی با اینکه اقدام به تولید آنها کرده اند اما موفقیت چشمگیری در بالا بردن کیفیت و راندمان آنها نداشته اند. به همین دلیل اقبال کارفرمایان معمولاً از چیلرهای جذبی وارداتی بیشتر بوده است.

در مورد چیلرهای تراکمی سانتریفیوژ، بدلیل تکنولوژی بسیار بالای این نوع چیلرها و هزینه های سرسام آور تولید آنها، شرکت های ایرانی توانایی تولید آنها را ندارند.

در مورد چیلرهای تراکمی نوع هوا خنک و آب خنک، شرکت های داخلی توانایی بالایی در طراحی و تولید این نوع چیلرها دارند از این رو در هنگام انتخاب از میان چیلر تولید داخل و یا خارجی می بایست اطلاعات و مشخصات فنی هر دو به دقت مورد بررسی و یکسان سازی قرار گیرند.



vs



علاوه بر مشخصات فنی، مدت زمان و کیفیت گارانتی و همینطور خدمات پس از فروش از مواردی است که می‌بایست مورد توجه ویژه قرار گیرد.

شرکت‌های تولیدکننده داخلی معمولاً در این موضوع پیشگام‌تر و موفق‌تر بوده‌اند دلیل آن هم در دسترس بودن نیروهای فنی و همینطور قطعات مصرفی در مونتاژ چیلر است. در صورتیکه شرکت‌های واردکننده چیلر عمدتاً دفاتر بازرگانی بدون تجربه در امر نگهداری و تعمیرات هستند و همینطور تضمینی برای وجود قطعات یدکی چیلرهای آن‌ها در بازار ایران وجود ندارد.

در جدول زیر به مهم‌ترین موارد فنی‌ای که در هنگام مقایسه و یکسان سازی سازی چیلر ساخت داخل و وارداتی می‌بایست به آن‌ها توجه شود اشاره شده است.



ردیف	موارد مهم در انتخاب بین چیلر ایرانی یا خارجی
۱	نوع کمپرسور
۲	برند کمپرسور
۳	نوع کندانسور
۴	سطح تبادل کندانسور
۵	نوع اواپراتور
۶	سطح تبادل اواپراتور
۷	مشخصات تابلو برق
۸	نوع و برند قطعات کنترلی و شیرآلات
۹	مدت زمان و کیفیت گارانتی
۱۰	مدت زمان و کیفیت خدمات پس از فروش

بطور کلی توجه به موضوع مشاوره در هنگام انتخاب و خرید چیلر بسیار امر مهم و تعیین کننده‌ای است، در هنگام انتخاب و خرید چیلر بایستی مشخصات و محدودیت‌های پروژه مورد نظر را در نظر گرفت و همچنین مشخصات فنی دستگاه چیلر را مورد بررسی دقیق قرار داد. توجه به نوع انرژی مصرفی چیلر، اقلیم محل نصب،

فضای تعیین شده جهت نصب، ضریب عملکرد، هزینه اولیه و همچنین هزینه نگهداری و تعمیرات از مهم ترین مواردی هستند که در هنگام بررسی می بایست به آنها توجه شود. کسب مشاوره از متخصصین امر و دقت در انتخاب چیلر می تواند تأثیر بسزایی در کاهش هزینه ها و افزایش طول عمر دستگاه داشته باشد.

## پرسش های متداول

آیا ساختار چیلر صنعتی با چیلر تهویه مطبوع متفاوت است؟

➤ خیر، در ساختار کلی تفاوتی ندارند اما در جزئیات و نوع قطعات و کنترلرها و همچنین مشخصات تابلو برق می تواند تفاوت هایی وجود داشته باشد.

آیا استفاده از چیلر جذبی در صنعت کار صحیحی است؟

➤ به دلیل استهلاک و هزینه نگهداری و تعمیرات بالا و همچنین وجود برج خنک کننده و مبحث سختی گیری، بهتر است از چیلر جذبی در کاربری صنعتی استفاده نشود.

امکان افزایش ضریب عملکرد چیلر جذبی وجود دارد؟

➤ استفاده از سختی گیر و برج خنک کننده با ظرفیت مناسب و رعایت اصول نگهداری می تواند تأثیر زیادی در جلوگیری از کاهش ضریب عملکرد چیلر جذبی داشته باشد.

آیا چیلر سانتریفیوژ ایرانی هم تولید می شود؟

➤ خیر، چیلر سانتریفیوژ صرفاً در آمریکا و چند شرکت آلمانی، فرانسوی و مکزیکی تحت لیسانس شرکت های آمریکایی تولید و مونتاژ می شود.

امکان دمونتاز کردن چیلر تراکمی برای انتقال به زیر زمین وجود دارد؟

➤ بله، چیلر تراکمی را می توان بطور کامل دمونتاز کرد و به صورت قطعه های مجزا به محل نصب منتقل نمود و در محل مورد نظر مجدداً مونتاژ کرد.