

## نحوه محاسبه ظرفیت چیلر تراکمی :

برای محاسبه ظرفیت چیلر ها چه تراکمی چه جذبی اهمیتی ندارد که چه کاربردی دارند. بلکه یک فرمول ساده برای محاسبه ظرفیت سرمایشی چیلر ها وجود دارند.

لذا برای بدست آوردن ظرفیت چیلر سه پارامتر مورد اهمیت است:

۱. دمای آب ورودی به چیلر (T1)
۲. دمای آب خروجی یا مورد نیاز چیلر (T2)
۳. شدت جریان آب (mi)

## فرمول مورد نظر محاسباتی:

$$Q = Cp * p * V * \Delta T$$

که در اینجا Q بر حسب (Btu/hr) و Cp گرمای ویژه آب (Btu/lb\*f) و p چگالی آب (Btu /lb\*f) و V شدت جریان (gallon/hr)  $\Delta T$  بر حسب فارنهایت است.

نکته: پس از بدست آمدن عدد از فرمول بالا یک Over size به مقدار ۲۰٪ برای چیلر در نظر می گیریم.

مثال : اگر در یک چیلر که دمای میان آب ورودی ۹۰ درجه فارنهایت و خروجی ۴۰ درجه فارنهایت باشد و شدت جریان ۶۰ گالن بر دقیقه بار برودتی را محاسبه کنید؟

$$Q = Cp * p * V * \Delta T$$

$$Cp = 1 \text{ Btu /lb*f}$$

$$P = 8.33 \text{ lb/gallon}$$

$$V = 60 \text{ gallon/min} * 60 = 3600 \text{ gallon/hr}$$

$$\Delta T = 10 \text{ F}$$

$$Q = 1 * 8.33 * 3600 * 50 = 1499400 \text{ (Btu/hr)}$$

$$1 \text{ TR} = 12000 \text{ (Btu/hr)}$$

$$1499400 / 12000 = 125 \text{ TR}$$

## محاسبه بر حسب متریک :

$$Q = Cp * p * V * \Delta T$$

$$Cp = 4/18 = \text{ظرفیت گرمای ویژه آب}$$

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 = \text{چگالی آب}$$

$$V = 60 \text{ gallon/min} * 0.000063 = 0.00378 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\Delta T = 27/8 \text{ C}$$

$$Q = 4/18 * 1000 * 0.00378 * 27/8 = 439/25 \text{ (kw)}$$

$$439/25 * 4312 = 1499400 \text{ (Btu/hr)}$$

$$1499400 / 12000 = 125 \text{ TR}$$

## محاسبه سر انگشتی :

اگر پارامتر های بالا موجود نبود به طور تقریبی ظرفیت چیلر از فرمول زیر محاسبه می شود .

$$Q = 30 \text{ تا } 25 / (\text{متر مربع}) = A \text{ (تن تبرید)}$$

مساحت فضایی که نیاز به خنک کاری دارد = A

عدد ثابت بسته به دمای منطقه = 30 تا 25

مثال: اگر یک فضا با مساحت مفید ۷۵۰ متر مربعی داشته باشیم ظرفیت چیلر مورد نظر برای این مکان

چگونه به دست می آید ؟

$$Q = 750 / 25 = 30 \text{ TR}$$



## ۱- نحوه نصب و لوله کشی چیلرهای تراکمی

۱-۱ قبل از نصب و استقرار چیلر در موتورخانه ، ابتدا قسمت‌های مختلف آن مانند : کمپرسورها - تابلو برق لوله کشی مدارات تبرید و کنترلرها را بدقت بازدید نموده تا اگر در موقع حمل و نقل آسیب دیده اند با شرکت سازنده جهت رفع عیب اقدامات لازم به عمل آورده شود .

۱-۲ چیلر را روی یک فونداسیون تراز بتونی (ترجیحاً بتون مسلح) که تحمل وزن دستگاه را داشته باشد (مطابق دستورات شرکت سازنده) نصب و مستقر نمائید .

۱-۳ چیلرهای با کندانسور آبی برای نصب در فضای باز ساخته نشده اند. لذا چیلر در موتورخانه تاسیسات وحتى المقدور نزدیک برج خنک کننده نصب نمائید .

۱-۴ محل استقرار چیلر در موتورخانه را به شکلی در نظر بگیرید که دسترسی به تابلوی برق آن براحتی میسر بود و فضای کافی در اطراف آن جهت تعمیرات کمپرسورها - اواپراتور و کندانسور وجود داشته باشد

۱-۵ فضای موتورخانه ای که در آن چیلر تراکمی نصب می شود باید دائماً تعویض گردد ، لذا پیش بینی هواکش برای موتورخانه تاسیسات الزامی است . هواکش به ظرفیت مناسب تهیه و نصب گردد .

۱-۶ چیلرهای تراکمی دستگاههای گران قیمتی می‌باشند، بنابراین اجرای لوله کشی و تاسیسات جنبی اینگونه دستگاهها باید بطور اصولی و مطابق دستورات شرکت سازنده انجام شود .

۱-۷\_ قبل از لوله کشی چیلر نقشه لوله کشی تاسیسات موتورخانه باید توسط مهندس مشاور تهیه و طراحی گردد. در این راستا حتماً از خدمات مهندسی مشاور تاسیسات کمک بگیرید.

۱-۸\_ پس از پایان لوله کشی تاسیسات چیلر حتماً دماسنج مناسب تهیه گردیده و در ارتفاع مناسب برای رویت‌های دمای آب ورود و خروج اواپراتور و کندانسور نصب شود .

## ۲- کارهای مقدماتی قبل از راه اندازی چیلرهای تراکمی

قبل از راه اندازی چیلر اقدامات زیر را انجام دهید .

۲-۱\_ برق اصلی (مدار قدرت ) چیلر را توسط یک کابل مناسب به تابلوی برق موتورخانه متصل نمائید . تابلو برق موتور خانه باید مجهز به ولت متر - آمپر متر - کلید قطع و وصل اضطراری و فیوزهای جداگانه فقط برای چیلر باشد .

۲-۲\_ مدار آب اواپراتور را از طریق منبع انبساط چیلر و شیر تغذیه با آب تمیز پر کنید .

۲-۳\_ مدار آب برج کننده را نیز از طریق طشت برج خنک کننده با آب تمیز پر کرده و در صورت نیاز در مسیر پرکن آب برج خنک کننده دستگاه تصفیه آب و سختی گیر نصب نمائید .

۲-۴\_ قبل از روشن کردن چیلر یک گروه باید جداگانه عملکرد کلیه دستگاههای سیستم تهویه مطبوع را که با چیلر در ارتباط می باشند مانند هواسازها - فن کویلها - پمپ های مدار آب اواپراتور پمپ های مدار آب برج خنک کننده را بازدید و اشکالات آنها را رفع نمایند .

۲-۵\_ شیرهای مکش و رانش کمپرسورهای چیلرهای تراکمی را در وضعیت باز قرار دهید ( بطور معمول این شیرها در کارخانه سازنده پس از تست و راه اندازی در وضعیت بسته قرار داده می شوند . )

۲-۶\_ شیر سرویس در مدار مایع را نیز در وضعیت باز قرار دهید .

۲-۷\_ فنرهای زیر پایه های هر کمپرسور یا شاسی کمپرسورها را در وضعیت کار قرار دهید . برای انجام این کار به دستورات شرکت سازنده در این خصوص مراجعه نمائید .

۲-۸\_ در چیلرهای تراکمی با کمپرسور نوع باز ( (VIL TER- CARLYLE)) مرکز شفت الکترو موتور و کمپرسور باید کاملاً در یک امتداد باشند . برای کنترل مراکز شفت ها باید از ابزار مخصوص استفاده نمایند

. توصیه می شود این کار به تکنسین های خدمات پس از فروش شرکت سازنده محول شود چون انجام اینگونه کارها احتیاج به مهارت و دقت خاص دارد .

### ۳- آماده سازی و راه اندازی برج خنک کننده چیلرهای تراکمی

پس از انجام کارهای مقدماتی ، برج خنک کننده را طبق مراحل زیر آماده و راه اندازی کنید .

۳-۱\_ به محل نصب برج خنک کننده مراجعه کنید و کنترل نمایند میزان سطح آب طشت آن کافی باشد . عملکرد شناور پرکن طشت را کنترل کنید که بخوبی آب وارد آن شده و گیر ندارد .

۳-۲\_ پس از اطمینان از وجود آب کافی در طشت برج خنک کننده ، پمپ های مدار آب کندانسور را روشن کرده و کارکرد صحیح آنها را کنترل کنید .

۳-۳\_ پس از راه اندازی پمپ های مدار آب برج خنک کننده پاشش آب نارلها و تمیزی و نظافت کرکره های برج را بازدید نمایید . جریان آب باید با فشار و میزان کافی به طشت برج ریخته شود و آب تمامی سطوح کرکره را پوشش دهد .

۳-۴\_ در برجهای خنک کننده نوع فایبر گلاس ( FRP ) حرکت آزادانه آب پخش کن ( SPRINKLER ) را که بصورت رادیال آب را از طریق سوراخهایی که در لوله تعبیه شده بر روی سطوح خنک کننده توزیع می کند کنترل کنید .

۳-۵\_ تسمه های باد بزن های سانتر یفیوژ و پولی فلکه را کنترل و بازدید کنید .

۳-۶\_ یاتاقانهای باد بزن های سانتر یفیوژ را بازدید و در صورت نیاز گریس کاری کنید .

۳-۷\_ پس از راه اندازی و روشن کردن الکترو موتور بادبزن ها کنترل کنید جهت گردش چرخ باد بزن به نحوی باشد که هوا به سمت بالای برج پرتاب گردد ( در برجهای خنک کننده جریان متقابل جریان هوا از سمت پائین به بالا برج و جریان آب از بالا به پائین برج حرکت کند)

۳-۸\_ در مورد برج های خنک کننده نوع فایبر گلاس جهت گردش پره ملخی باید به نحوی باشد که هوا در جهت مخالف ریزش آب روی کرکره ها به طرف بالا مکش گردد و از قسمت فوقانی برج به بیرون پرتاب گردد .

۳-۹\_ الکتروموتورهای بادبزن های سانتریفیوژ و ملخی را بازدید و اتصالات الکتریکی آنها را کنترل کنید و همواره آمپر معرفی الکتروموتورها را اندازه گیری کنید که از میزان مجاز تجاوز نکنند .

توجه داشته باشید کارکرد صحیح برج خنک کننده و پمپ آن از مهمترین کارهای راه اندازی چیلرهای تراکمی می باشد .

## ۴- راه اندازی پمپهای مدار آب اوپراتور چیلرهای تراکمی

۴-۱\_ هم زمان با راه اندازی پمپ های برج خنک کننده باید پمپ های مدار اوپراتور را نیز روشن کرده و شیر فلکه های سیستم تابستانی را در وضعیت باز قرار بدهید .

۴-۲\_ عملکرد شیر شناور منبع انبساط چیلر را کنترل کرده و سطح آب آنرا بازرسی کنید. در صورتیکه سیستم منبع انبساط بسته به چیلر متصل است شیر متعادل کننده فشار و میزان هوای درون منبع را بازدید و کنترل کنید .

۴-۳\_ پمپ مدار آب اوپراتور را روشن کرده این پمپ آب را در مدار اوپراتور و در دستگاههای تهویه مطبوع جنبی مانند هوا سازها - فن کویلها و در سیستم های صنعتی در درون قالب های مبدل به گردش در می آورد . بنابراین پس از راه اندازی آنها لازم است از بالاترین نقاط سیستم را هواگیری کنید .

۴-۴\_ در صورت نیاز به شیر اتوماتیک تخلیه هوا ( AIR VENT ) آنرا تهیه و در بالاترین نقطه محللهای شده نصب نمائید .

۴-۵\_ تمامی فن کویلها و هوا سازهای متصل به سیستم را هواگیری کنید . در پروسه های صنعتی مبدلهای حرارتی را نیز هوا گیری و جریان آب درون آنها را کنترل نمائید .

۴-۶\_ عملکرد شیرهای سه راهه موتوری کویلها ی سرماییه هوا سازها را کنترل نمائید .

## ۵- راه اندازی چیلرهای تراکمی

قبل از هر گونه اقدام در مورد راه اندازی چیلرهای تراکمی توجه شما را به نکته مهمی جلب می نمایم . اکثر شرکت های بزرگ سازنده چیلرهای تراکمی در ایران دارای واحد خدمات پس از فروش بوده که از حمله وظایف این واحد نظارت بر نصب و راه اندازی چیلرها می باشد. بنابراین پیشنهاد می شود ابتدا با شرکت سازنده چیلر تماس گرفته و از مدیریت خدمات پس از فروش آن شرکت در خواست اعزام ناظر بر راه اندازی و نصب چیلر نمائید لازم به ذکر است که ارائه اطلاعاتی از قبیل مدل و شماره سریال از سوی شما به شرکت سازنده ، مراحل راه اندازی را سرعت خواهد بخشید .

۵-۱\_ پس از انجام کارهای مقدماتی و راه اندازی برج خنک کننده و پمپ های اوپراتور و کندانسور جریان برق را در تابلوی چیلر برقرار کرده و هیترهای کارتر ( Crankcase Heaters ) کمپرسورها را در وضعیت روشن قرار دهید تا مایع مبردی که در روغن کمپرسور جمع شده است ظرف ۲۴ ساعت قبل از راه اندازی کاملاً بوسیله حرارت گرمکن روغن تبخیر شده و در کارتر روغن فقط روغن خالص وجود داشته باشد. اطمینان حاصل نمائید که گرمکن کارتر روغن سالم است و المنت آن سالم است. بهترین راه برای تشخیص این مهم لمس کارتر کمپرسور با دست می باشد .

۵-۲\_ توجه داشته باشید چیلرهای آبی قبل از حمل به محل نصب در کارخانه سازنده شارژ گاز روغن شده است و بطور کامل تست و آزمایش می شوند . همچنین کلیه کنترلرهای چیلر شامل :

ترموستات - کنترل ضد یخ زدگی - کنترل فشار بالا و پائین - کنترل فشار روغن و بی متالهای کمپرسورها طبق شرایط استاندارد چیلرهای آبی تنظیم و لاک زده می شوند . لذا نیازی به تنظیم مجدد ندارند .

۵-۳\_ حداقل ۱۵ دقیقه قبل از راه اندازی چیلرهای تراکمی ، برج خنک کننده و پمپ آن را روشن نموده تا آب خنک در کندانسور چیلر گردش کند .

۵-۴\_ پمپ های مدار اوپراتور را روشن کرده و عملکرد فلوسوییچ در قسمت خروجی آب از اوپراتور را کنترل نمائید که بطور صحیح کار کند .

۵-۵\_ مدار اینتر لاک شامل پمپ های اوپراتور - پمپ های برج خنک کننده و فن های برج خنک کننده را در مدار فرمان چیلر بر قرار نموده بطوریکه با توقف هر یک از تجهیزات فوق چیلر بطور اتوماتیک خاموش شود.

(جهت کابل کشی و اجرای مدار اینتر لاک از شرکت سازنده چیلر نقشه برق در خواست نمائید.)

۵-۶\_ ترموستات و آنتی فریز چیلر را بازدید کنید که در دمای مورد نظر تنظیم شده باشند (لاک کارخانه سازنده سالم باشد).

۵-۷\_ اتصالات اصلی تابلوی برق چیلر را یکبار دیگر بازدید کنید که محکم و اصولی در جای خود قرار گرفته باشند.

۵-۸\_ ولتاژ برق ورودی به تابلوی برق چیلر را اندازه گیری و کنترل کنید (اینکار را با ولت متر سالم انجام دهید)



## ۶ - چیلر را راه اندازی و روشن کنید

۶-۱\_ چیلر را راه اندازی و روشن کنید . بلافاصله آمپر مصرفی هر یک از کمپرسورهای را بدقت اندازه گیری نمایند . در صورت مشاهده شرایط غیر عادی کمپرسور را خاموش و علت را بررسی کنید .

۶-۲\_ پس از روش کردن چیلر وضعیت شارژ گاز را از طریق رویت سایت گلاس مدار مایع کنترل کنید در صورت نیاز چیلر را شارژ گاز نمائید .

۶-۳\_ سطح روغن کارتر کمپرسورها را ضمن کار دستگاه بدقت زیر نظر داشته باشید عموماً در دفترچه های راهنمای راه اندازی چیلرها میزان سطح مجاز روغن کارتر کمپرسور نشان داده شده است. برای مثال سطح روغن انواع کمپرسورها مارک DWM COPELAND



۶-۴\_ ۳۰ دقیقه پس از راه اندازی چیلر فشار رانش - فشار مکش و فشار روغن کمپرسورها را کنترل کنید .  
محدوده مجاز مقادیر فشارها برای انواع چیلرها با کندانسور آبی در جدول زیر نوشته شده است .

محل اندازه گیری فشار

محل اندازه گیری فشار	* حداقل فشار	حداکثر فشار
شیر رانش کمپرسور	۱۸۰	واحد فشار پوند بر اینچ مربع
شیر مکش کمپرسور	۵۵	۲۴۰
خروجی پمپ روغن کمپرسور	۱۰ + فشار مکش	۴۰ + فشار مکش
* - حداقل فشار روغن کمپرسور در خروجی پمپ برای کمپرسورهای مختلف تفاوت دارد در این مورد به کاتالوگ شرکت سازنده چیلر مراجعه کنید .		

۶-۵\_ همواره پس از راه اندازی چیلر فشار و آمپر مصرفی کمپرسورها را در یک جدول ثبت نمایید. اطلاعات مندرج شده در این جدول کمک زیادی به اپراتورها و تکنسین های راهبری چیلر می نماید . لذا تعداد کافی این جدول را در موتور خانه داشته باشید روزانه مقادیر و پارامترهای مختلف را اندازه گیری و ثبت نمایید .

۶-۶\_ و در پایان پس از راه اندازی کامل چیلر در صورتیکه شرایط کارکرد آن حالت عادی بوده و سیستم بدون اشکال بکار خود ادامه می دهد ، رفته رفته تمامی بادبزن های فن کویلها و هوا سازها را روشن نمایید تا چیلر با حداکثر ظرفیت خود زیر بار برود .

اگر حین راه اندازی چیلرهای تراکمی با اشکالات و موارد زیر مواجه شدید فوراً آن را خاموش و نسبت به رفع نقص اقدامات لازم به عمل آورید .  
تغییرات ولتاژ برق موتور خانه غیر عادی باشد .

. کنترل ضد یخ زدگی ( Anti Freeze Control ) یا فلوسوئیچ دستگاه را خاموش کند .

. فشار رانش کمپرسورها دائماً بیش از ۲۴۰ پوند بر اینچ مربع باشد .

. سطح روغن کارتر کمپرسورها پائین تر از حد مجاز باشد .

. کنترل حفاظت سیم پیچ کمپرسور ( MOD ) عمل نماید .

و بالاخره با شنیدن هر صدای غیر عادی فوراً چیلر را خاموش کنید و به دنبال منشاء صدا باشید تا بر طرف گردد .