Archive of SID

مقایسه فنی و اقتصادی چیلرهای جذبی و تراکمی

Technical & economical contrast absorption & Compression Chiller

افشین عابدی[۱]
Afshina1976@gmail.com
کسری خسرویان[۲]
Kasra.kh1986@yahoo.com

چکیده

در حال حاضر انواع چیلرهای جذبی و تراکمی به منظور تأمین آب سرد جهت تأمین بار برودتی ساختمانها تولید و به بازار عرضه می شوند. حال اینکه در چه مواردی بهتر است از چیلر جذبی و در چه مواردی بهتر است از چیلر تراکمی استفاده شود، موضوعی است که با در نظر گرفتن موارد مختلف از جمله سهولت کاربرد، هزینه های اولیه و جاری، فضاهای مورد نیاز و ... قابل بررسی می باشد. شایان ذکر است که به دلیل تنوع بالای این دستگاه ها، بررسی و مقایسه تمامی آنها امکان پذیر نبوده و به همین دلیل در این مقاله به بررسی و مقایسه دو سیستم چیلر تراکمی اسکرو و چیلر جذبی شعله مستقیم از نظر هزینه اولیه، هزینه راهبردی و هزینه های مصرف انرژی و مصرف آب پرداخته شده است.

(۱)کارشناس ارشد مهندسی مکانیک،
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد شهر مجلسی،
طرح سپاهان
مدیر عامل شرکت مهندسان مشاور دقیق طرح سپاهان

(۲)کارشناس مهندسی تأسیسات،
کارشناس فنی شرکت مهندسان مشاور دقیق

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

امروزه پیشرفت تکنولوژی در تمامی زمینه های علمی و مهندسی باعث گردیده تا گزینه های مختلفی برای انتخاب روش ها، سیستم ها و تجهیزات مناسب به منظور نیل به یک هدف واحد و پیش روی طراحان سیستم های فنی و مهندسی قرار گیرد. که دانش به روز و شناخت کافی تنها راه حل منطقی برای انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه های پیش رو با در نظر گرفتن پارامترهای اساسی مورد نیاز طرح می باشد. یکی از این موارد انتخاب دستگاههای مرکزی ایجاد سرمایش در سیستم های تهویه مطبوع ساختمان می باشد، با توجه به گسترش روزافزون تقاضا، تولید این دستگاه ها بسیار متنوع شده، که از آن جمله می توان به انواع چیلرهای جذبی و تراکمی اشاره نمود. بی شک استفاده از این تجهیزات همراه با دستگاه های هواساز یا فن کویل، یکی از مناسب ترین سیستم های تهویه مطبوع را برای یک ساختمان فراهم می آورد. حال اینکه در چه مواردی بهتر است از چیلر جذبی و در چه مواردی بهتر است از چیلر تراکمی استفاده شود، موضوعی است که با در نظر گرفتن موارد مختلف از جمله سهولت کاربرد، هزینه های اولیه و جاری، فضاهای مورد نیاز و ... قابل بررسی می باشد. در این مقاله به بررسی این موارد برای چند ظرفیت مختلف از این نوع دستگاهها پرداخته خواهد شد. شایان ذکر است که به دلیل تنوع بالای این دستگاه ها، بررسی تمامی آنها امکان پذیر نبوده و به همین دلیل آخرین تکنولوژی موجود در بازار ایران در هر دو نوع جذبی و تراکمی بررسی شده است. بدین ترتیب این مقایسه بین چیلرهای تراکمی نوع اسکرو (Twin Screw) و چیلرهای جذبی شعله مستقیم دو اثره شرکت هیتاچی ژاپن صورت می گیرد.

فرضیات:

- این مقایسه بین ظرفیتهای ۱۰۰، ۲۰۰و ۴۰۰ تن تبرید به عنوان نمونه می باشد.
- در محاسبه هزینه های اولیه، هزینه های متعلقات سیستم گرمایش ساختمان، آب گرم مصرفی و پمپ های سیرکولاسیون آب سرد (Chilled) سیستم سرمایش ساختمان به دلیل اشتراک بین دو سیستم در نظر گرفته نمی شود.
- این مقایسه ها براساس مشخصات فنی موجود در کاتالوگ کارخانه سازنده دستگاهها می باشد.
- چیلرهای جذبی و تراکمی مورد مقایسه هر دو از محصولات تولیدی شرکت هیتاچی ژاپن بوده که در زمینه چیلرهای تراکمی و چیلرهای جذبی به بالاترین تکنولوژی روز دنیا دست یافته است.
- شرایط ساختمان در مورد مساحت و فاصله موتورخانه تا بام بر اساس ظرفیت های مورد نظر مفروض بوده و برای استفاده از هر دو نوع چیلر ثابت در نظر گرفته می شود.
- به جز بخشهای مربوط به مسیر آب خنک کننده بین کندانسور و برج خنک کننده شامل برج خنک کننده،پمپ های آب خنک کننده، تجهیزات مربوط به این پمپ ها و مسیرهای ارتباطی چیلر تا برج خنک کننده، همچنین سختی گیر و مسیرهای مربوط به آن، سایر بخش ها در صورت استفاده از چیلر جذبی یا تراکمی بین دو سیستم یکسان خواهد بود. بنابراین در مقایسه هزینه های اولیه و جاری تنها این موارد در نظر گرفته می شود.
- در این مقایسه هزینه های اولیه چیلرهای جذبی و تراکمی از لیست قیمتهای شرکت تولیده کننده و سایر تجهیزات از فهرست بهای پایه مکانیکی ساختمان سال ۸۷ استخراج شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه فنی:

چیلر های جذبی دستگاه هایی هستند که بر اساس جذب و دفع مبرد (آب) توسط ماده جاذب (لیتیم برماید) به ترتیب در بخش های جاذب (ابزوربر) و ژنراتور توانایی ایجاد برودت(تولید آب سرد) در بخش اواپراتور را بر اثر تبخیر مبرد دارند، که البته برای کامل شدن سیکل تبرید نیاز به یک منبع دمایی نسبتا پایین(آب خنک کننده) در بخش کندانسور برای تقطیر مبرد دارند. چیلرهای جذبی برای فرآیند ایجاد سرمایش به یک منبع انرژی گرمایی نیاز دارند که در چیلرهای جذبی شعله مستقیم این منبع انرژی حرارتی از احتراق گاز داخل ژنراتور دستگاه ایجاد می گردد. چیلرها ی جذبی دو اثره از دو ژنراتور، ژنراتور دما بالا و ژنراتور دما پایین برای افزایش بازده بهره می برند. چیلر جذبی مورد نظر دارای (Cop=1.13) در رده ی بالاترین ضریب عملکرد بین چیلرهای جذبی موجود در بازار ایران با احتساب ارزش حرارتی گاز ایران می باشد.

چیلرهای تراکمی یک سیکل ساده تبرید با چهار بخش اصلی کمپرسور،کندانسور، اواپراتور و شیر انبساط می باشد که بر اساس سیکل تبرید کارنو کار می کند.کمپرسور که بخش اصلی دستگاه است می تواند از نوع رفت وبرگشتی، دوار (اسکرال، اسکرو و...) یا سانتریفوژ باشد. در بین کمپرسور ها، کمپرسور نوع اسکرو دارای بالاترین راندمان بوده ودر نوع Twin Screw به دلیل کاهش قطعات مکانیکی نسبت به انواع دیگر کمپرسور عمر مفید دستگاه در حد قابل توجهی افزایش یافته است. چیلرهای تراکمی مورد مقایسه در این متن از نوع Twin Screw با سیستم کنترل ظرفیت پیوسته (Continuous Control) بوده و دارای ضریب عملکرد (Cop=5.2) می باشد،که این مقدار نیز در بین چیلر های تراکمی کم نظیر می باشد. همچنین استفاده از کمپرسور اسکرو و مبدلهای صفحه ای، ابعاد این چیلر را به میزان زیادی کاهش داده است.

مقایسه اقتصادی:

در این قسمت به صورت جداگانه به بررسی اقتصادی استفاده از چیلر تراکمی یا جذبی برای سه ظرفیت ۱۰۰،۲۰۰و۴۰۰ تن تبرید در دو بخش هزینه های اولیه و جاری پرداخته می شود. در جداول شماره ۱و۲ به ترتیب مشخصات فنی چیلر های تراکمی اسکرو و چیلرهای جذبی شعله مستقیم دو اثره در سه ظرفیت مورد نظر آورده شده است.

جدول شماره ی ۱: مشخصات فنی چیلر های تراکمی اسکرو

	۱۰۱ تن تبرید	۲۰۲ تن تبرید	(۲*۲۰۲) تن تبرید
توان مورد نیاز کمپرسور (kw)	۷۶/۸	۱۴۵/۴	۲۹۰/۸
دبی آب سرد $\left(m^3/hr\right)$	۶۱/۱	۱۲۲/۱	۲۴۴/۲
دمای ورود وخروج آب سرد $\left(c^\circ\right)$	۱۲-۷	۱۲-۷	۱۲-۷
افت فشار آب سرد (kpa)	۴۳	۴۵	۴۵
دبی آب خنک کننده $\left(m^3/hr\right)$	۷۴/۳	۱۴۷/۱	۲۹۴/۲
دمای ورود وخروج آب خنک کننده $\left(c^\circ\right)$	۳۰-۳۵	۳۰-۳۵	۳۰-۳۵
افت فشار آب خنک کننده (kpa)	۶۲	۶۱	۶۱
مصرف آب برج خنک کننده $\left(m^3/hr\right)$	۰/۹۳	۱/۸۴	۳/۶۸

www.SID.ir

Archive of SID

نکته:برای ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید به دلیل ساخته نشدن دستگاهی با این ظرفیت از دو دستگاه چیلر تراکمی هر یک به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید استفاده شده است.

جدول شماره ی ۲ : مشخصات فنی چیلر های جذبی شعله مستقیم دو اثره

	۱۰۰ تن تبرید	۲۱۰ تن تبرید	۴۰۰ تن تبرید
دبی آب سرد $\left(m^3/hr\right)$	۵۵	۱۲۷	۲۴۲
دمای ورود وخروج آب سرد (c°)	۱۲-۷	۱۲-۷	۱۲-۷
افت فشار آب سرد (kpa)	۴۲	۴۵	۱۰۳
دبی آب خنک کننده $\left(m^3/hr\right)$	۹۱/۴	۲۱۰	۴۰۰
دمای ورود وخروج آب خنک کننده (c°)	۳۲-۳۸	۳۲-۳۷/۵	۳۲-۳۷/۵
افت فشار آب خنک کننده (kpa)	۳۸	۸۸	۱۰۴
انرژی الکتریکی مورد نیاز دستگاه (kw)	۳/۵۱	۶	۱۰/۷
مصرف گاز بر اساس ارزش حرارتی گاز ایران $\left(m^3/hr\right)$	۳۷	۶۷/۳	۱۲۸
مصرف آب برج خنک کننده $\left(m^3/hr\right)$	۱/۸	۴/۲	۸

نکته:نزدیکترین ظرفیت به ظرفیت ۲۰۰ تن تبرید در میان تولیدات این کمپانی در زمینه چیلر جذبی، چیلر ۲۱۰ تن تبرید می باشد که در محاسبات در نظر گرفته شده است.

مقایسه چیلر تراکمی اسکرو ۱۰۱ تن تبرید و جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید

هزینه های اولیه:

در جداول ۳و۴ به عنوان نمونه تجهیزاتی که بین دو سیستم مشابه نبوده برای دو سیستم تراکمی اسکرو به ظرفیت ۱۰۱ تن تبرید و جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید مشابه نمی باشد، آورده شده است.

جدول شماره ی ۳ : **تجهیزات** غیر مشترک مربوط به چیلر تراکمی ۱۰۱ تن تبرید

ردیف	نام تجهیز یا دستگاه	تعداد	کاربرد
۱	برج خنک کن به ظرفیت ۷۴.۳ متر مکعب بر	۱ دستگاه	آب خنک کننده ی کندانسور

www.SID.ir

Archive of SID

	ساعت		
۲	پمپ رده ۲۰۰-۸۰ (مکش ۵ اینچ ورانش ۴ اینچ)	۲ دستگاه	بین برج خنک کن و کندانسور
۳	سختی گیر(به ظرفیت ۳۵۰۰۰۰ گرین)	۲ دستگاه	کاهش سختی آب جبرانی برح خنک کن
۴	شیر کشویی ۵ اینچ	۲ عدد	مکش پمپ های برج خنک کن
۵	شیر کشویی ۴ اینچ	۳ عدد	رانش پمپ های برج خنک کن و بای پاس
۶	لرزه گیر ۵ اینچ	۲ عدد	مکش پمپ های برج خنک کن
۷	لرزه گیر ۴ اینچ	۲ عدد	رانش پمپ های برج خنک کن
۸	صافی ۵ اینچ	۲ عدد	مکش پمپ های برج خنک کن
۹	شیر یکطرفه ۴ اینچ	۲ عدد	رانش پمپ های برج خنک کن
۱۰	شیر کشویی۱/۲و۱ اینچ	۳ عدد	مربوط به سختی گیر
۱۱	لوله پر کن آب برج خنک کننده ۱/۲و۱ اینچ	۲۲ متر	مسیر سختی گیر تا برج خنک کننده

جدول شماره ۴ : تجهیزات غیر مشترک مربوط به چیلر جذبی شعله مستقیم ۱۰۰ تن تبرید

ردیف	نام تجهیز یا دستگاه	تعداد	کاربرد
۱	برج خنک کن به ظرفیت ۹۱.۴متر مکعب بر ساعت	۱ عدد	آب خنک کننده ی کندانسور
۲	پمپ رده ۲۰۰-۱۰۰ (مکش ۶ اینچ ورانش ۵ اینچ)	۲ عدد	بین برج خنک کن و کندانسور
۳	سختی گیر(به ظرفیت ۵۵۰۰۰۰ کرین)	۲ عدد	کاهش سختی آب جبرانی برح خنک کن
۴	شیر کشویی ۶ اینچ	۲ عدد	مکش پمپ های برج خنک کن
۵	شیر کشویی ۵ اینچ	۳ عدد	رانش پمپ های برج خنک کن و بای پاس
۶	لرزه گیر ۶ اینچ	۲ عدد	مکش پمپ های برج خنک کن
۷	لرزه گیر ۵ اینچ	۲ عدد	رانش پمپ های برج خنک کن
۸	صافی ۶ اینچ	۲ عدد	مکش پمپ های برج خنک کن
۹	شیر یکطرفه ۵ اینچ	۲ عدد	رانش پمپ های برج خنک کن
۱۰	شیر کشویی ۲ اینچ	۳ عدد	مربوط به سختی گیر
۱۱	لوله پر کن آب برج خنک کننده ۲ اینچ	۲۲ متر	مسیر سختی گیر تا برج خنک کننده

نکته: لوله مسیر آب خنک کننده بین چیلر و برج برای این ظرفیت برای دو سیستم تراکمی یا جذبی مشابه و برابر ۵ اینچ می باشد در حالیکه در دو ظرفیت دیگر به دلیل افزایش قابل توجه دبی آب خنک کننده برای چیلر جذبی نسبت به تراکمی قطر لوله برای سیستم جذبی بیشتر خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه های اولیه مربوط به این ظرفیت برای دو سیستم مورد نظر در جدول شماره ی ۵ آورده شده است. فضای مورد نیاز با در نظر گرفتن فضای دسترسی برای چیلر تراکمی حدود ۱۰ متر مربع و برای چیلر جذبی ۲۱ متر مربع می باشد و با در نظر گرفتن یک مقدار متوسط قیمت هر متر مربع از فضای موتورخانه برابر با سه میلیون ریال برآورد شده است.

جدول شماره ی ۵ : برآورد هزینه های اولیه در ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید

اختلاف هزینه ها ی بین دو سیستم	سیستم تراکمی اسکرو ۱۰۱ تن تبرید	سیستم جذبی شعله مستقیم ۱۰۰ تن تبرید	
۲۲۰.۰۰۰.۰۰۰	۸۳۰.۰۰۰.۰۰۰	۱.۰۵۰.۰۰۰.۰۰۰	قیمت دستگاه چیلر(ریال)
۵۴.۳۳۶.۰۰۰	۱۶۴.۱۹۹.۰۰۰	۲۱۸.۵۳۵.۰۰۰	قیمت کل تجهیزات غیر مشترک(ریال)
۳۳.۰۰۰.۰۰۰	۳۰.۰۰۰.۰۰۰	۶۳.۰۰۰.۰۰۰	هزینه فضای مورد نیاز برای چیلر(ریال)
۳۰۷.۳۳۶.۰۰۰	۱.۰۲۴.۱۹۹.۰۰۰	۱.۳۳۱.۵۳۵.۰۰۰	مجموع هزینه های اولیه(ریال)

هزینه های جاری:

در این قسمت به بررسی هزینه های جاری استفاده از چیلر تراکمی یا جذبی برای ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید پرداخته خواهد شد. این هزینه ها شامل هزینه های انرژی و هزینه های مربوط به تعمیر و نگهداری می باشد که بصورت جداگانه بررسی خواهند شد. برای محاسبه هزینه های انرژی برق با استفاده از تعرفه های ارائه شده توسط سازمان برق منطقه ای اصفهان برای مصارف عادی کد تعرفه ی ۲-۲ (مصارف خانگی) برای انشعاب سه فاز فشار ضعیف ۳۰ کیلو وات و بیشتر به مطابق جدول شماره ی (۶) می باشد. در جدول شماره ی (۷) مصارف انرژی هر یک از سیستم های جذبی یا تراکمی در بخش های غیر مشترک شامل مصارف چیلر، برج خنک کن و پمپ های آب خنک کننده آورده شده است.

جدول شماره ۶ : تعرفه ی مصرف برق به **ازای** هر کیلو وات در ساعت برای انشعاب سه فاز خانگی

تعرفه ی ساعات عادی(ریال) ۸-۱۸	تعرفه ی ساعات اوج بار(ریال) ۱۸-۲۲	تعرفه ی ساعات کم باری (ریال) ۲۲-۸
۱۲۷.۵۷	۲۵۵.۱۵	۶۳.۷۹

(۱) ریال به ازای هر کیلو وات ساعت $= \frac{(۱۰\times۱۲۷/۵۷)+(۴\times۲۵۵/۱۵)+(۱۰\times۶۳/۷۹)}{۲۴} = ۱۲۲/۳$ قیمت متوسط هر کیلو وات ساعت برق سه فاز

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ی ۷ : مصارف انرژی سیستم تراکمی و جذبی در ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید

تجهیزات مصرف کننده ی انرژی غیر مشترک دو سیستم	برق مصرفی (kw)	گاز مصرفی $\left(m^3/hr\right)$
چیلر تراکمی اسکرو ۱۰۱ تن تبرید	۷۶/۸	-
برج خنک کن چیلر تراکمی(مصرف فن برج)	۱/۵	-
پمپهای سیرکولاسیون آب خنک کننده چیلر تراکمی	۵/۵	-
چیلر جذبی شعله مستقیم ۱۰۰ تن تبرید	۳/۵	۳۷
برج خنک کن چیلر جذبی(مصرف فن برج)	۲/۲	-
پمپهای سیرکولاسیون آب خنک کننده چیلر جذبی	۷/۵	-

نکته:مصرف برق چیلر جذبی شامل پمپهای محلول و مبرد و فن مشعل دستگاه می باشد.

بر اساس تعرفه ی شرکت ملی گاز ایران، تعرفه ی گاز مبلغ ۱۷۰ ریال به ازای هر متر مکعب گاز در نظر گرفته می شود.

با توجه به تعرفه های مشخص شده در بالا هزینه های مصرف انرژی برای دو سیستم در هر ماه به صورت زیر برآورد می گردد. با توجه به اینکه در تمامی ساعات شبانه روز چیلر با صد در صد ظرفیت خود کار نمی کند ضریبی برابر با ۰/۷در هزینه های مصرف انرژی دستگاه ها اعمال می شود.

هزینه مصرف انرژی الکتریکی برای سیستم با چیلر تراکمی به ظرفیت ۱۰۱ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	ریال در روز ۸۳/۸×۲۴×۱۲۲/۳ = ۲۴۵۹۷۰
ماکزیمم هزینه در هر ماه	ریال در ماه ۲۰۴۹۷×۳۰ = ۷۳۷۹۰۹۰
هزینه ی واقعی در هر ماه	ریال در ماه ۷۳۷۹۰۹۰×۰/۷ = ۵۱۶۵۳۶۰

هزینه مصرف انرژی الکتریکی برای سیستم با چیلر جذبی به ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	ریال در روز ۱۳/۲×۲۴×۱۲۲/۳ = ۳۸۷۴۴
ماکزیمم هزینه در هر ماه	ریال در ماه ۳۸۷۴۰×۳۰ = ۱۱۶۲۲۰۰
هزینه ی واقعی در هر ماه	ریال در ماه ۱۱۶۲۲۰۰×۰/۷ = ۸۱۳۵۴۰

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه مصرف گاز برای سیستم با چیلر حذبی به ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید

ماکزیمم هزینه ی در هر روز	ریال در روز ۳۷×۲۴×۱۷۰=۱۵۰۹۶۰
ماکزیمم هزینه ی در هر ماه	ریال در ماه ۱۵۰۹۶۰×۳۰=۴۵۲۸۸۰۰
هزینه ی واقعی در هر ماه	ریال در ماه ۴۵۲۸۸۰۰×۰/۷=۳۱۷۰۱۶۰

هزینه کل مصرف انرژی در صورت استفاده از چیلر جذبی شامل مصرف انرژی الکتریکی و مصرف گاز برابر با ۳۹۸۳۷۰۰ ریال در هر ماه خواهد بود.

هزینه ی مصرف آب به منظور جبران آب کاسته شد در برج خنک کننده به دلیل تبخیر و پرتاب قطرات ریز آب، یکی دیگر از هزینه های جاری وارد شده می باشد. میزان آب جبرانی برج خنک کن برای چیلر تراکمی درحدود ۱/۲۵٪ و برای چیلر جذبی در حدود ۲٪ دبی آب در گردش برج خنک کننده در نظر گرفته می شود. در زیر محاسبه هزینه های آب مصرفی در برج خنک کن با استفاده از ضوابط سازمان آب و با در نظر گرفتن رده مصرف در صورت استفاده از چیلر تراکمی یا جذبی صورت گرفته است. بر اساس یک حساب سر انگشتی، ساختمانی که چنین ظرفیتی برای چیلر آن در نظر گرفته شده باشد می تواند دارای حدوداً ۲۵ واحد مسکونی باشد.

هزینه مصرف آب برای چیلر تراکمی به ظرفیت۱۰۱ تن تبرید

ماکزیمم مصرف آب در هر روز	متر مکعب در روز ۰/۹۳×۲۴=۲۲/۳
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه برای کل ساختمان	متر مکعب در ماه ۲۲/۳×۳۰=۶۶۹
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه به ازای هر واحد	متر مکعب در ماه ۶۶۹÷۲۵=۲۶/۷
ماکزیمم هزینه ی آب در هر ماه به ازای هر واحد	ریال در ماه ۱۳۰۷(۲۶/۷)−۲۱۷۴۵=۱۳۱۵۰
هزینه آب در هر ماه برای کل ساختمان	ریال در ماه (۱۳۱۵۰×۲۵)×۰/۷=۲۳۰۱۲۰

با در نظر گرفتن مجموع مصارف آب چیلر و سایر مصارف بهداشتی و تقسیم آن بر تعداد خانوار های محتمل ساکن در چنین ساختمانی میزان متوسط مصرف هر خانوار در رده مصرف ۲۵ تا ۳۰ متر مکعب در ماه برآورد می شود. برای مصارف بین ۲۵ تا ۳۰ متر مکعب در ماه براساس تعرفه های سازمان آب و فاضلاب برای هر خانوار میزان آب بها از رابطه زیر محاسبه می گردد.

آب بها به ریال (۲) $= ۱۳۰۷(\mathbf{X})-۲۱۷۴۵$

در رابطه ی فوق (X) مقدار مصرف به متر مکعب می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه مصرف آب برای چیلر جذبی به ظرفیت۱۰۰ تن تبرید

ماکزیمم مصرف آب در هر روز	متر مکعب در روز $۱/۸ \times ۲۴ = ۴۳/۲$
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه برای کل ساختمان	متر مکعب در ماه $۴۳/۲ \times ۳۰ = ۱۲۹۶$
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه به ازای هر واحد	متر مکعب در ماه $۱۲۹۶ \div ۲۵ = ۵۱/۸$
ماکزیمم هزینه ی آب در هر ماه به ازای هر واحد	ریال در ماه $۳۸۱۲(۵۱/۸) - ۱۲۹۰۱۱ = ۶۸۴۵۰$
هزینه آب در هر ماه برای کل ساختمان	ریال در ماه $(۶۸۴۵۰ \times ۲۵) \times ۰/۷ = ۱۱۹۷۸۷۰$

با احتساب سایر مصارف، مصرف آب درصورت استفاده از چیلر جذبی در رده مصرف ۵۰ تا ۶۰ متر مکعب در ماه برای هر واحد قرار می گیرد. برای مصارف بین ۵۰ تا ۶۰ متر مکعب، در محاسبه آب بها از رابطه ی زیر صورت می گیرد.

$$۳۸۱۲(\mathbf{X}) - ۱۲۹۰۱۱ = \quad (۳)$$

آب بها به ریال

بخش دیگر هزینه های جاری، هزینه های مربوط به تعمیر و نگهداری می باشد. هزینه تعمیر ونگهداری چیلر جذبی در حدود ۱.۶۰۰.۰۰۰ریال و برای چیلر تراکمی ۹۰۰.۰۰۰ ریال در هر ماه برای ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید برآورد می شود.در جدول شماره ی ۸ مجموع هزینه های جاری استفاده از چیلر جذبی و تراکمی آورده شده است.

جدول شماره ی ۸ : برآورد هزینه های جاری برای چیلر جذبی ۱۰۰ تن شعله مستقیم و ۱۰۱ تن تراکمی اسکرو

اختلاف هزینه ها ی بین دو سیستم	سیستم تراکمی اسکرو ۱۰۱ تن تبرید	سیستم جذبی شعله مستقیم ۱۰۰ تن تبرید	
۱.۱۸۱.۶۶۰	۵.۱۶۵.۳۶۰	۳.۹۸۳.۷۰۰	هزینه ی مصرف انرژی (ریال)
۹۶۷.۷۵۰	۲۳۰.۱۲۰	۱.۱۹۷.۸۷۰	هزینه ی مصرف آب (ریال)
۷۰۰.۰۰۰	۹۰۰.۰۰۰	۱.۶۰۰.۰۰۰	هزینه تعمیر و نگهداری(ریال)
۴۸۶.۰۹۰	۶.۲۹۵.۴۸۰	۶.۷۸۱.۵۷۰	مجموع هزینه های جاری(ریال)

چیلر تراکمی ۲۰۲ تن تبرید تراکمی اسکرو و ۲۱۰ تن جذبی شعله مستقیم

هزینه های اولیه:

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول شماره ی (۹) نتایج حاصل از مقایسه هزینه های اولیه برای استفاده از چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید و چیلر تراکمی با کمپرسور اسکرو به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید ارائه شده است.

جدول شماره ی ۹ : برآورد هزینه های اولیه چیلر جذبی به ظرفیت ۲۱۰تن تبرید و جیلر تراکمی به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید

اختلاف هزینه ها ی بین دو سیستم	سیستم تراکمی اسکرو ۲۰۲ تن تبرید	سیستم جذبی شعله مستقیم ۲۱۰ تن تبرید	
۲۰۳.۰۰۰.۰۰۰	۱.۷۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱.۹۰۳.۰۰۰.۰۰۰	قیمت دستگاه چیلر(ریال)
۱۶۸.۶۰۹.۰۰۰	۲۱۵.۷۸۶.۰۰۰	۳۸۴.۳۹۵.۰۰۰	قیمت کل تجهیزات غیر مشترک(ریال)
۵۴.۰۰۰.۰۰۰	۴۲.۰۰۰.۰۰۰	۹۶.۰۰۰.۰۰۰	هزینه فضای مورد نیاز برای چیلر(ریال)
۴۲۵.۶۰۹.۰۰۰	۱.۹۵۷.۷۸۶.۰۰۰	۲.۳۸۳.۳۹۵.۰۰۰	مجموع هزینه های اولیه(ریال)

نکته: فضای مورد نیاز برای چیلر جذبی به ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید ۳۲ متر مربع و برای جیلر تراکمی اسکرو به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید ۱۴ متر مربع می باشد.

هزینه های جاری:

مصارف انرژی استفاده ازچیلر های جذبی ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید و چیلر تراکمی به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید در جدول شماره ۱۰ ارائه شده است.

جدول شماره ی ۱۰ : مصارف انرژی سیستم چیلر تراکمی به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید و جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید

گاز مصرفی $\left(m^3/hr\right)$	برق مصرفی (kw)	تجهیزات مصرف کننده ی انرژی غیر مشترک دو سیستم
-	۱۴۵/۴	چیلر تراکمی اسکرو ۲۰۲ تن تبرید
-	۳/۷	برج خنک کن چیلر تراکمی(مصرف فن برج)
-	۱۱	پمپهای سیرکولاسیون آب خنک کننده چیلر تراکمی
۵۷/۷	۴/۵	چیلر جذبی شعله مستقیم ۲۱۰ تن تبرید
-	۵/۵	برج خنک کن چیلر جذبی(مصرف فن برج)
-	۱۵	پمپهای سیرکولاسیون آب خنک کننده چیلر جذبی

نتایج حاصل از مقایسه هزینه های انرژی و آب مصرفی برج خنک کننده برای چیلر جذبی به در ظرفیت های ۲۱۰ تن تبرید و تراکمی به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید در زیر آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه مصرف انرژی الکتریکی برای سیستم با چیلر تراکمی به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	۱۶۰/۱×۲۴×۱۲۲/۳ = ۴۶۹۶۳۰ ریال در روز
ماکزیمم هزینه در هر ماه	۴۶۹۶۳۰×۳۰ = ۱۴۰۸۸۹۶۰ ریال در ماه
هزینه ی واقعی در هر ماه	۱۴۰۸۸۹۶۰×۰/۷ = ۹۸۶۲۲۷۰ ریال در ماه

هزینه مصرف انرژی الکتریکی برای سیستم با چیلر جذبی به ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	۲۵×۲۴×۱۲۲/۳ = ۷۳۳۸۰ ریال در روز
ماکزیمم هزینه در هر ماه	۷۳۳۸۰×۳۰ = ۲۲۰۱۴۰۰ ریال در ماه
هزینه ی واقعی در هر ماه	۲۲۰۱۴۰۰×۰/۷ = ۱۵۴۰۹۸۰ ریال در ماه

هزینه مصرف گاز برای سیستم با چیلر جذبی به ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	۵۷/۷×۲۴×۱۷۰ = ۲۳۵۴۱۰ ریال در روز
ماکزیمم هزینه در هر ماه	۲۳۵۴۱۰×۳۰ = ۷۰۶۲۴۸۰ ریال در ماه
هزینه ی واقعی در هر ماه	۷۰۶۲۴۸۰×۰/۷ = ۴۹۴۳۷۳۰ ریال در ماه

هزینه کل مصرف انرژی در صورت استفاده از چیلر جذبی شامل مصرف انرژی الکتریکی و مصرف گاز برابر با ۶.۴۸۴.۷۱۰ ریال در هر ماه خواهد بود.

بر اساس یک حساب سر انگشتی ساختمانی که چنین ظرفیتی برای چیلر آن در نظر گرفته شده باشد، می تواند دارای حدوداً ۵۰ واحد مسکونی باشد.

هزینه مصرف آب برای چیلر تراکمی به ظرفیت۲۰۲ تن تبرید

ماکزیمم مصرف آب در هر روز	متر مکعب در روز ۱/۸×۲۴ = ۴۴/۱
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه برای کل ساختمان	متر مکعب در ماه ۴۴/۱×۳۰ = ۱۳۲۳
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه به ازای هر واحد	متر مکعب در ماه ۱۳۲۳ ÷ ۵۰ = ۲۶/۵

www.SID.ir

Archive of SID

ماکزیمم هزینه ی آب در هر ماه به ازای هر واحد	ریال در ماه $۱۳۰۷(۲۶/۵)-۲۱۷۴۵=۱۲۸۹۰$
هزینه آب در هر ماه برای کل ساختمان	ریال در ماه $(۱۲۸۹۰\times۵۰)\times۰/۷=۴۵۱۱۵۰$

هزینه مصرف آب برای چیلر جذبی به ظرفیت ۲۱۰ تن تبرید

ماکزیمم مصرف آب در هر روز	متر مکعب در روز $۴/۲\times۲۴=۱۰۰/۸$
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه برای کل ساختمان	متر مکعب در ماه $۱۰۰/۸\times۳۰=۳۰۲۴$
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه به ازای هر واحد	متر مکعب در ماه $۳۰۲۴\div۵۰=۶۰/۵$
ماکزیمم هزینه ی آب در هر ماه به ازای هر واحد	ریال در ماه $۴۹۰۱(۶۰/۵)-۱۹۴۳۵۱=۱۰۲۱۶۰$
هزینه آب در هر ماه برای کل ساختمان	ریال در ماه $(۱۰۲۱۶۰\times۵۰)\times۰/۷=۳۵۷۵۶۰۰$

جدول۱۱ : برآورد هزینه های جاری ماهیانه برای چیلر جذبی ۲۱۰ تن شعله مستقیم و ۲۰۲ تن تراکمی اسکرو

اختلاف هزینه ها ی بین دو سیستم	سیستم تراکمی اسکرو ۲۰۲ تن تبرید	سیستم جذبی شعله مستقیم ۲۱۰ تن تبرید	
۳.۳۷۷.۵۶۰	۹.۸۶۲.۲۷۰	۶.۴۸۴.۷۱۰	هزینه ی مصرف انرژی (ریال)
۳.۱۲۴.۴۵۰	۴۵۱.۱۵۰	۳.۵۷۵.۶۰۰	هزینه ی مصرف آب (ریال)
۸۰۰.۰۰۰	۱.۵۰۰.۰۰۰	۲.۳۰۰.۰۰۰	هزینه تعمیر و نگهداری(ریال)
۵۴۶.۸۹۰	۱۱.۸۱۳.۴۲۰	۱۲.۳۶۰.۳۱۰	مجموع هزینه های جاری(ریال)

چیلر تراکمی به ظرفیت ۴۰۴ تن تبرید (دو دستگاه هر یک به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید) و چیلر ۴۰۰ تن جذبی

هزینه های اولیه:

www.SID.ir

Archive of SID

در این قسمت به مقایسه هزینه های اولیه غیر مشترک در صورت استفاده از چیلر جذبی و یا استفاده از چیلر تراکمی به منظور تامین بار برودتی در محدوده ی ۴۰۰ تن تبرید پرداخته می شود همانطور که قبلا اشاره شد برای تامین این بار برودتی می توان از یک چیلر جذبی به ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید و یا دو دستگاه چیلر تراکمی به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید استفاده نمود. در جدول شماره ی ۱۲ هزینه های اولیه استفاده از هر یک از این دستگاه ها آورده شده است.

جدول شماره ی ۱۲ : برآورد هزینه های اولیه چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۴۰۰تن تبرید و دو دستگاه چیلر تراکمی اسکرو به ظرفیت (۲۰۲) تن تبرید

	سیستم جذبی شعله مستقیم ۴۰۰ تن تبرید	سیستم تراکمی اسکرو (۲۰۲*۲) تن تبرید	اختلاف هزینه ها ی بین دو سیستم
قیمت دستگاه چیلر(ریال)	۲.۹۵۰.۰۰۰.۰۰۰	۳.۴۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۴۵۰.۰۰۰.۰۰۰
قیمت کل تجهیزات غیر مشترک(ریال)	۶۶۲.۰۸۲.۵۰۰	۷۳۱.۱۹۹.۵۰۰	۶۹.۱۱۷.۰۰۰
هزینه فضای مورد نیاز برای چیلر(ریال)	۱۲۹.۰۰۰.۰۰۰	۸۴.۰۰۰.۰۰۰	۴۵.۰۰۰.۰۰۰
مجموع هزینه های اولیه(ریال)	۳.۷۴۱.۰۸۲.۵۰۰	۴.۲۱۵.۱۹۹.۵۰۰	۴۷۴.۱۱۷.۰۰۰

نکته: فضای مورد نیاز در این ظرفیت برای چیلر جذبی ۴۳ متر مربع و برای چیلرهای تراکمی ۲۸ متر مربع می باشد.

هزینه های جاری:

هزینه های جاری برای این ظرفیت نیز مشابه مورد قبل شامل هزینه های مصرف انرژی، مصرف آب و هزینه های تعمیر و نگهداری می باشد. مصارف انرژی چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید و دو دستگاه چیلر تراکمی اسکرو به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید در جدول شماره ۱۳ ارائه شده است.

جدول شماره ی ۱۳ : مصارف انرژی چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۴۰۰تن تبرید و دو دستگاه چیلر تراکمی اسکرو به ظرفیت (۲۰۲) تن تبرید

تجهیزات مصرف کننده ی انرژی غیر مشترک دو سیستم	برق مصرفی (kw)	گاز مصرفی $\left(m^3/hr\right)$
دو دستگاه چیلر تراکمی اسکرو هر یک ۲۰۲ تن تبرید	۲۹۱	-
برجهای خنک کن چیلرهای تراکمی(مصرف فن برجها)	۷/۴	-
پمپهای سیرکولاسیون آب خنک کننده چیلر تراکمی	۲۲	-
چیلر جذبی شعله مستقیم ۴۰۰ تن تبرید	۱۰	۱۲۸
برج خنک کن چیلر جذبی(مصرف فن برج)	۵	-
پمپهای سیرکولاسیون آب خنک کننده چیلر جذبی	۳۷	-

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از مقایسه هزینه های انرژی و آب مصرفی برج خنک کننده برای چیلر جذبی به ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید و دو دستگاه چیلر تراکمی هر یک به ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید(مجموعا ۴۰۴ تن تبرید) در زیر آورده شده است.

هزینه مصرف برق برای سیستم تراکمی اسکرو در ظرفیت ۴۰۴ تن تبرید به دلیل اینکه برای این ظرفیت از دو دستگاه چیلر تراکمی اسکرو با ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید استفاده شده است، دو برابر ظرفیت قبل خواهد بود، با این احتساب هزینه ی مصرف انرژی سیستم تراکمی اسکرو در ظرفیت ۴۰۴ تن تبرید ۱۹.۷۲۴.۴۰۰ ریال خواهد بود.

هزینه مصرف انرژی الکتریکی برای سیستم با چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	ریال در روز ۵۲×۲۴×۱۲۲/۳ = ۱۵۲۶۳۰
ماکزیمم هزینه در هر ماه	ریال در ماه ۱۵۲۶۳۰×۳۰ = ۴۵۷۸۹۱۰
هزینه ی واقعی در هر ماه	ریال در ماه ۴۵۷۸۹۱۰×۰/۷ = ۳۲۰۵۲۰۰

هزینه مصرف گاز برای سیستم با چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید

ماکزیمم هزینه در هر روز	ریال در روز ۱۲۸×۲۴×۱۷۰ = ۵۲۲۲۴۰
ماکزیمم هزینه در هر ماه	ریال در ماه ۵۲۲۲۴۰×۳۰ = ۱۵۶۶۷۲۰۰
هزینه ی واقعی در هر ماه	ریال در ماه ۱۵۶۶۷۲۰۰۰×۰/۷ = ۱۰۹۶۷۰۰۰

هزینه کل مصرف انرژی در صورت استفاده از چیلر جذبی شامل مصرف انرژی الکتریکی و مصرف گاز برابر با ۱۴.۱۷۲.۲۰۰ ریال در هر ماه خواهد بود.

هزینه مصرف آب نیز مانند انرژی الکتریکی برای چیلر تراکمی اسکرو به ظرفیت ۴۰۴ تن تبرید دو برابر ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید و به عبارتی ۹۰۲.۳۰۰ ریال خواهد بود.

هزینه مصرف آب برای چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت۴۰۰ تن تبرید

ماکزیمم مصرف آب در هر روز	متر مکعب در روز ۸×۲۴ = ۱۹۲
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه برای کل ساختمان	متر مکعب در ماه ۱۹۲×۳۰ = ۵۷۶۰
ماکزیمم مصرف آب در هر ماه به ازای هر واحد	متر مکعب در ماه ۵۷۶۰÷۱۰۰ = ۵۷/۶
ماکزیمم هزینه ی آب در هر ماه به ازای هر واحد	ریال در ماه ۳۸۱۲(۵۷/۶)−۱۲۹۰۱۱ = ۹۰۵۶۰
هزینه آب در هر ماه برای کل ساختمان	ریال در ماه

www.SID.ir

Archive of SID

	$(۹۰۵۶۰\times۱۰۰)\times۰/۷ = ۶۳۳۹۲۰۰$

جدول شماره ی۱۴ : برآورد هزینه های جاری چیلر جذبی شعله مستقیم به ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید و دو دستگاه چیلر تراکمی اسکرو به ظرفیت (۲۰۲) تن تبرید

	سیستم جذبی شعله مستقیم ۴۰۰ تن تبرید	سیستم تراکمی اسکرو (۲۰۲*۲) تن تبرید	اختلاف هزینه ها ی بین دو سیستم
هزینه ی مصرف انرژی (ریال)	۱۴.۱۷۲.۲۰۰	۱۹.۷۲۴.۴۰۰	۳۵.۸۹۵.۵۰۰
هزینه ی مصرف آب (ریال)	۶.۳۳۹.۲۰۰	۹۰۲.۳۰۰	۵.۴۳۶.۹۰۰
هزینه تعمیر و نگهداری(ریال)	۴.۲۰۰.۰۰۰	۲.۵۰۰.۰۰۰	۱.۷۰۰.۰۰۰
مجموع هزینه های جاری(ریال)	۲۴.۷۱۱.۴۰۰	۲۳.۱۲۶.۷۰۰	۱.۵۸۴.۷۰۰

نتیجه گیری:

در جدول شماره ی ۱۴ خلاصه نتایج حاصل از این مقایسه های انجام شده ارائه گردیده است.
جدول شماره ی۱۴ خلاصه نتایج حاصل از مقایسه ها

	ظرفیت ۱۰۰ تن تبرید	ظرفیت ۲۰۰ تن تبرید	ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید
هزینه های اولیه چیلر تراکمی اسکرو (ریال)	۱.۰۲۴.۱۹۹.۰۰	۱.۹۵۷.۷۸۶.۰۰۰	۴.۲۱۵.۱۹۹.۵۰۰
هزینه های اولیه چیلر جذبی شعله مستقیم (ریال)	۱.۳۳۱.۵۳۵.۰۰۰	۲.۳۸۳.۳۹۵.۰۰۰	۳.۷۴۱.۰۸۲.۵۰۰
اختلاف هزینه های اولیه	**۳۰۷.۳۳۶.۰۰۰**	**۴۲۵.۶۰۹.۰۰۰**	**۴۷۴.۱۱۷.۰۰۰**
هزینه های جاری چیلر تراکمی اسکرو (ریال)	۶.۲۹۵.۴۸۰	۱۱.۸۱۳.۴۲۰	۲۳.۱۲۶.۷۰۰
هزینه های جاری چیلر جذبی شعله مستقیم (ریال)	۶.۷۸۱.۵۷۰	۱۲.۳۶۰.۳۱۰	۲۴.۷۱۱.۴۰۰
اختلاف هزینه های های جاری	**۴۸۶.۰۹۰**	**۵۴۶.۸۹۰**	**۱.۵۸۴.۷۰۰**

همانطوری که در جدول(۱۴) ملاحظه می شود در ظرفیت های ۱۰۰ و ۲۰۰ تن تبرید به دلیل بالاتربودن هزینه های اولیه چیلر های جذبی شعله مستقیم نسبت به چیلر های تراکمی اسکرو و اختلاف ناچیز هزینه های جاری این دو سیستم استفاده از چیلرهای تراکمی اسکرو مقرون به صرفه تر می باشد، ولی در ظرفیت ۴۰۰ تن تبرید هزینه های اولیه

www.SID.ir

Archive of SID

چیلر تراکمی اسکرو، به علت استفاده از دو دستگاه چیلر با ظرفیت ۲۰۲ تن تبرید بالا تر از چیلر جذبی شعله مستقیم بوده در حالی که اختلاف هزینه های جاری بین دو سیستم ناچیز می باشد، بنابرین به نظر می رسد استفاده از چیلر های تراکمی در شرایط فعلی و با توجه به تعرفه های آب، برق و گاز تا ظرفیت ۲۰۰ تن تبرید دارای صرفه ی اقتصادی میباشد.

www.SID.ir