به نام خدا

مقایسه عملکرد سیستمهای سرمایش تراکمی

و سیستمهای سرمایش جذبی رایج

در ساختمانهای با کاربری غیر مسکونی (اداری- تجاری)

واحد تحقیق و توسعه شرکت پیشران انرژی[1]

۱۳۸۸

حقوق چاپ و نشر محفوظ و متعلق به شرکت پیشران انرژی می باشد

[1] طراح و مجری سامانه های کنترل هوشمند سیستمهای مرکزی گرمایش و سرمایش ساختمان در ایران و دارای گواهینامه ممیزی انرژی بخش ساختمان از شرکت بهینه سازی مصرف سوخت

فهرست عناوین

۱- مقدمه ۳

۲- مقایسه چیلرهای جذبی با چیلرهای تراکمی از دیدگاه ضریب عملکردی (COP) ۳

۳- مقایسه چیلرهای جذبی با چیلرهای تراکمی از دیدگاه مصرف انرژی اولیه ۴

۴- لزوم بزرگتر بودن ظرفیت برجهای خنک کن و ظرفیت پمپاژ به برجها در سیستمهای جذبی در مقایسه با سیستمهای تراکمی به علت ضریب عملکردی پایین چیلرهای جذبی ۵

۵- لزوم استفاده از برجهای خنک کن در سیستمهای جذبی ۵

۶- انعطاف پذیری پایین کنترلی چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی ۶

۷- مصرف بسیار بالای برق سیستمهای جذبی در ساختمانهای اداری آموزشی در مقایسه با سیستم های تراکمی ۶

۸- فشار به شبکه برق در ساعات اوج بار (۱۹ تا ۲۳) توسط سیستمهای جذبی در ساختمانهای اداری- آموزشی در مقایسه با سیستمهای تراکمی ۷

۹- اثرات مخرب زیست محیطی ۸

۱۰- هزینه های چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی ۱۰

۱۱- مثال : مقایسه عملکرد سیستم سرمایش تراکمی و سیستم سرمایش جذبی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع ۱۰

۱۱-۱- عملکرد سیستم سرمایش تراکمی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع ۱۰

۱۱-۲- عملکرد سیستم سرمایش جذبی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع ۱۲

۱۱-۳- مقایسه ۱۴

۱۲- نتیجه گیری ۱۵

۱- مقدمه :

هم اکنون در بسیاری کشورهای پیشرفته دنیا از چیلرهای جذبی استفاده بسیاری می گردد، ولی استفاده از این چیلرها عموما جهت بازیابی حرارت مازاد و پرت نیرو گاه ها، کوره ها و ...، پروژه های CCHP[۲] (تولید سرمایش، گرمایش و برق توامان) و یا استفاده از انرژیهای تجدید پذیر مانند انرژی زمین گرمایی می باشد و کمتر جهت کارکرد این چیلرها از انرژی حاصل از سوختن گاز طبیعی استفاده می گردد. از جمله دلایل کاربرد محدود چیلرهای جذبی در مواردی غیر از موارد فوق الذکر (با مصرف سوخت گاز طبیعی) و استفاده از چیلرهای تراکمی به صورت گسترده در ساختمانهای این کشورها، می توان به ضریب عملکردی پایین چیلرهای جذبی، ارزش بسیار بالاتر گاز طبیعی در مقایسه با برق و نیز آلایندگی زیست محیطی بیشتر چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی اشاره کرد، که در متن این گزارش بیشتر به آن پرداخته خواهد شد.

متاسفانه در کشور ما (با توجه به قیمت بسیار غیر واقعی تر گاز نسبت به برق) روز به روز استفاده از چیلرهای جذبی با مصرف گاز طبیعی در ساختمانها در حال توسعه می باشد. کاربرد چیلرهای جذبی با استفاده از گاز طبیعی زمانی غیر منطقی تر است که این چیلرها در ساختمانهای اداری و آموزشی به کار روند. بعضا توجیه می شود که استفاده و یا جایگزین کردن چیلرهای جذبی به جای چیلرهای تراکمی در ساختمانهای اداری و آموزشی کشور، جهت کاهش مصرف برق و پیک زدایی از شبکه برق در تابستان می باشد، اما در این گزارش نشان داده خواهد شد که استفاده از چیلرهای جذبی در ساختمانهای اداری و آموزشی، در عمل نه تنها کمکی به کاهش مصرف و پیک زدایی از شبکه برق (ساعات ۱۹ تا ۲۳) نمی کند، بلکه عملا بر میزان مصرف و شدت پیک شبکه برق کشور نیز می افزاید.

۲- مقایسه چیلرهای جذبی با چیلرهای تراکمی از دیدگاه ضریب عملکردی (COP[۳]):

ضریب عملکردی چیلرهای جذبی تک اثره تقریبا بین ۰.۶ تا ۰.۸، چیلرهای جذبی دو اثره تقریبا ۱ و ضریب عملکـردی چیلرهای تراکمی بین ۲ تا ۶.۱ می باشد.[۴]

---

[۲] Combined Cooling, Heating and Power

[۳] Coefficient Of Performance

[۴] Absorption Chillers, Southern California Gas Company, New Buildings Institute, Advanced Design Guideline Series, November ۱۹۹۸

از آنجا که بیشترین سهم چیلرهای جذبی رایج در کشور را چیلرهـای جـذبی تـک اثـره تشـکیل مـی دهنـد، ضـریب عملکردی چیلرهای جذبی در این گـزارش بـه طـور متوسـط ۰.۷ در نظـر گرفتـه مـی شـود. همچنـین بـا توجـه بـه بررسی های به عمل آمده ضریب عملکردی چیلرهای تراکمی تقریبا برابر با ۴ در نظر گرفته می شود.

لازم به ذکر است هزینه چیلرهای جذبی تک اثره در حدود ۴۰٪ و هزینه چیلرهای جذبی دو اثره (که معمولا بـه علـت عدم توجیه اقتصادی و مسائل فنی در ظرفیت زیر ۱۰۰ تن تولید نمی شـوند) تـا ۱۰۰٪ از هزینـه چیلرهـای تراکمـی بیشتر می باشد و با هزینه خرید چیلرهای جذبی، می توان چیلرهای تراکمی با ضریب عملکردی بسیار بـالا خریـداری کرد. اما در این گزارش جهت سهولت مقایسه ضریب عملکردی سیستمهای سرمایش تراکمی و جـذبی مـورد اسـتفاده در ساختمانهای اداری و آموزشی کشور را طبق آنچه پیشتر ذکر گردید، به ترتیب همان ۴ و ۰.۷ در نظر می گیریم.

با توجه به ضریب عملکرد چیلرهای جذبی رایـج (۰/۷) بـرای تولیـد KWH ۱ سـرما ، نیـاز بـه KWH ۱.۴۳ انـرژی از طریق سوختن گاز طبیعی می باشد. (با چشم پوشی از تلفات بویلر، تلفات سیکل حرارتی میان بویلر و ژنراتور چیلـر در چیلرهای آب گرم و بخار، که باعث افزایش چشمگیر این مقدار می گردد.)

در صورتیکه ضریب عملکرد چیلرهای تراکمی رایج در حدود ۴ می باشد یعنی برای تولید KWH ۱ سـرما ، نیـاز بـه KWH ۰/۲۵ انرژی از طریق مصرف برق می باشد.

۳- مقایسه چیلرهای جذبی با چیلرهای تراکمی از دیدگاه مصرف انرژی اولیه:

با توجه به ضریب عملکرد چیلرهای جذبی و نیز ارزش حرارتی گاز تهران ($9400\ kcal/m^3$) می تـوان نتیجـه گرفـت که برای تولید KWH ۱ سرما در چیلرجذبی نیاز به سوختن m^3 ۰/۱۳ گاز طبیعی در موتورخانه می باشد.

در نیروگاه های کشور (با راندمان متوسط ۳۰٪) به ازای سوختن هر مترمکعب گاز طبیعـی KWH ۳/۲۷ بـرق تولیـد می شود، پس با توجه به ضریب عملکردی چیلرهای تراکمی و راندمان نیروگاه های کشور می توان نتیجه گرفـت کـه برای تولید KWH ۱ سرما در چیلر تراکمی نیاز به سوختن m^3 ۰/۰۷۶ گـاز طبیعـی (در نیروگـاه هـای کشـور) مـی باشد.

در نتیجه برای تولید مقدار مساوی سرمایش، در بعد کلان چیلرهای جـذبی رایـج ۷۱٪ بیشـتر از چیلرهـای تراکمـی منابع انرژی اولیه را مصرف می کنند.

بایستی توجه داشت در سطح دنیا به علت بالا بودن راندمان نیروگاه ها و ... ارزش گاز طبیعی به مراتب بـالاتر از بـرق می باشد. در تأیید این مطلب به قیمت گاز طبیعی و برق در چند کشور پیشرفته دنیا توجه کنید.

نام کشور	قیمت برق Cent/KWH	قیمت گاز طبیعی Cent/m^3
آمریکا	۸	۵۳
سوئد	۲۳	۱۱۷
انگلستان	۲۰	۵۵

و به همین خاطر، در شرایط عادی استفاده از چیلرهای جذبی بـا سـوزاندن گـاز طبیعـی در موتورخانـه هـا در سـطح جهانی توجیه اقتصادی و فنی ندارد.

استفاده از چیلرهای جذبی در شرایطی اقتصادی است که جهت بازیابی حرارت مازاد و پرت نیرو گاه ها، کوره ها و ...، پروژه های CCHP (تولید سرمایش، گرمایش و برق توامان) و یا استفاده از انرژیهای تجدید پذیر مانند زمین گرمایی باشد، و استفاده از چیلرجذبی در غیر از موارد فوق الذکر، با سوزاندن گاز طبیعی در موتورخانه ها کاری غیرقابل توجیه و در جهت خلاف منافع بلند مدت ملی است.

۴- لزوم بزرگتر بودن ظرفیت برجهای خنک کن و ظرفیت پمپاژ به برجها در سیستمهای جذبی در مقایسه با سیستمهای تراکمی به علت ضریب عملکردی پایین چیلرهای جذبی

به دلیل پایین بودن ضریب عملکرد چیلرهای جذبی، گرمایی که می بایست از آنها دفع گردد بسیار بیشتر از چیلرهای تراکمی بوده، و به این خاطر بایستی در سیستمهای جذبی از برجهای خنک کننده و پمپهای برج با ظرفیـت بـالاتر از سیستمهای تراکمی استفاده کرد که این امر علاوه بر سرمایه گذاری اولیه بیشتر، باعـث مصـرف بیشـتر بـرق پمپهـا و دمنده های برجهای خنک کننده در سیستمهای جذبی می گردد.

۵- لزوم استفاده از برجهای خنک کن در سیستمهای جذبی

به دلیل محدودیت های طراحی، جهت خنک نمودن کندانسور و ابزربر چیلرهای جذبی مـی بایسـت از سـیال واسـطه آب، و جهت خنک کردن آب خنک کننده، بایستی از برجهای خنک کن تر اسـتفاده نمـود. بـه دلیـل اینکـه سیسـتم کارکرد برجهای خنک کن تر تبخیری است، در مناطق مرطوب به هیچ عنوان نمی توان از چیلرهـای جـذبی اسـتفاده نمود.

در صورتی که در چیلرهای تراکمی می توان جهت خنـک کـردن کندانسـور بـا حـذف سـیال واسـطه آب و سیسـتم برجهای خنک کن، به طور مستقیم از کندانسورهای هوایی استفاده نمود، که کارکرد آنها را در مناطق مرطـوب امکـان پذیر می کند.

در نظر داشته باشید که جهت عملکرد برجهای خنک کن تر بایستی سیستم لوله کشی و پمپـاژ آب خنـک کـن نیـز اجرا گردد، همچنین جهت کارکرد مطلوب برجهای خنک کننده تر در اکثر مناطق کشور نیاز به نصب سیستم سـختی گیر آب می باشد، که در سیستم کندانسور هوایی این گونه نیست.

در نتیجه در مناطق غیر مرطوب نیز با در نظر گرفتن مزیتهای کندانسورهای هوایی مانند سرمایه گذاری اولیه پـایین تر و هزینه سرویس و نگهداری کمتر، و نیز محدودیت های آن مانند راندمان عملکردی پایین تر نسبت بـه بـرج هـای خنک کن، می توان به جای سیستم برجهای خنک کن از کندانسورهای هوایی استفاده نمود.

۶- انعطاف پذیری پایین کنترلی چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی

باید توجه داشت که چیلرهای جذبی از نظر کنترلـی انعطـاف پـذیر نیسـتند و معمـولاً بایـد بـه طـور مـداوم شـرایط عملکردی آنها پایش گردد، در صورتی که چیلرهای تراکمی نیاز به نگهداری مداوم نداشته و از لحاظ کنترل نیز بسـیار قابل انعطاف می باشند.

۷- مصرف بسیار بالای برق سیستمهای جذبی در ساختمانهای اداری آموزشی در مقایسه با سیستم های تراکمی

در ساعات غیر بهره برداری ساختمان های غیرمسکونی می توان به سادگی با استفاده از سیستمهای کنتـرل هوشـمند سرمایش، چیلرهای تراکمی، پمپهـای چیلـدواتر و پمـپ هـای بـرج، فـن بـرج هـا و فـن کویـل هـا و هواسـازها را در

سیستمهای تراکمی خاموش نمود. در صورتی که در اکثریت مطلق چیلرهای جذبی این امر به سادگی امکان پذیر نیست. چون در اکثریت ساختمانهای مجهز به چیلر های جذبی تجهیزات کنترلی اتوماتیک (شیر برقی ۳ راهه، سیستم هوشمند رفع اتوماتیک کریستال و ...) به دلیل قیمت بسیار بالا نصب نگردیده اند و یا به عنوان مثال در صورت نصب شیر برقی ۳ راهه این شیرها به دلایل مختلف از جمله عدم سرویس و نگهداری صحیح، پس از مدتی عملا بای پس می گردند ، و اپراتورها نیز بنا به دلایلی از جمله نپذیرفتن خطر احتمال وقوع پدیده کریستال در اثر روشن و خاموش کردن هر روزه چیلرها، استهلاک چیلرها و یا عدم تخصص جهت انجام این کار، در ساعات غیر کاری ساختمان اصولا عملیات پیچیده روشن و خاموش کردن هر روزه سیستمهای جذبی را انجام نمی دهند. بنابر این سیستمهای جذبی جذبی عموما ۲۴ ساعته روشن می مانند، توجه داشته باشید که خاموش نکردن تجهیزات صرفا مربوط به چیلر جذبی نمی گردد و تمامی تجهیزات پر مصرف برق سیستم مرکزی سرمایش از جمله پمپها و دمنده ها نیز روشن می مانند، چون به عنوان مثال در صورتی که چیلر روشن باشد و پمپ برج خاموش شود، چیلر جذبی در معرض آسیب جدی قرار می گیرد.

۸- فشار به شبکه برق در ساعات اوج بار (۱۹ تا ۲۳) توسط سیستمهای جذبی در ساختمانهای اداری- آموزشی در مقایسه با سیستمهای تراکمی

ساعات اوج بار شبکه برق (ساعات ۱۹ تا ۲۳) در ساعات غیر بهره برداری ساختمانهای غیر مسکونی اتفاق می افتد، که در این ساعات اکثریت مطلق سیستمهای سرمایش جذبی شامل چیلرهای جذبی، پمپهای چیلدواتر و پمپ های برج، فن برج ها (همانطور که پیشتر ذکر گردید پمپهای برج و فن برج ها در سیستمهای جذبی، به دلیل پایین بودن ضریب عملکردی چیلر و در نتیجه بزرگ بودن ظرفیت این تجهیزات ، برق بسیار بیشتری در مقایسه با سیستمهای تراکمی مصرف می کنند) و نیز فن کویل ها و هواسازها، در سطح ساختمانهای اداری و آموزشی کشور، بدون اینکه نیاز به سرمایش ساختمان باشد، صرفا به دلیل انعطاف ناپذیری چیلرهای جذبی روشن می مانند، و انرژی الکتریکی بسیار زیادی را از شبکه برق شهری مصرف می کنند. در نتیجه چیلرهای جذبی عملاً نه تنها کمکی به پیک زدایی از شبکه برق شهری نمی کند، بلکه در ساعات پیک مصرف برق باعث وارد آمدن بار اضافی به شبکه نیز می گردند.

باید دوباره یادآور شد که سیستمهای تراکمی به علت انعطاف پذیری کنترلی و قابلیت خاموشی کامل در ساعات غیر کاری ساختمان، ساعات ۱۹ تا ۲۳ که زمان پیک مصرف برق در شبکه می باشد در این ساعات اتفاق می افتد، کمک شایان توجهی به پیک زدایی از شبکه برق شهری در ساختمانهای اداری و آموزشی می نمایند.

نکته دیگری که باید به آن توجه داشت این است که در چند سال اخیر به علت استفاده بسیار گسترده از کولرهای گازی و اسپیلت در ساختمانها ساعات پیک بین ساعات (۱۱ تا ۳) نیز اتفاق می افتد، که بررسی تحلیلی این موضوع خود نیازمند گزارش تفصیلی دیگری است.

۹- اثرات مخرب زیست محیطی

در سیستمهای جذبی رایج برای تولید سرما گاز طبیعی در موتورخانه ها سوزانده می شود و آلاینده های زیست محیطی به طور مستقیم از ساختمانها وارد جو شهری می گردد، و همانطور که پیشتر گفته شد برای تولید ۱ KWH سرما در چیلرجذبی ۰/۱۳ m^3 گاز طبیعی در موتورخانه می سوزد. در سیستم های تراکمی در موتورخانه ساختمان آلاینده ای تولید نمی گردد و آلاینده های زیست محیطی به طور غیر مستقیم از نیرو گاه ها وارد جو خارج شهر می گردد و همانطور که پیشتر ذکر شد برای تولید ۱ KWH سرما در چیلر تراکمی نیاز به سوختن ۰/۰۷۶ m^3 در نیروگاه های کشور می باشد. یعنی مصرف مستقیم گاز طبیعی در ساختمان توسط چیلرهای جذبی در مقایسه با مصرف غیر مستقیم گاز طبیعی در نیروگاهها توسط چیلرهای تراکمی، به ازای ساعات کارکرد برابر، ۷۱٪ بیشتر است.

به ازای سوختن هر متر مکعب گاز طبیعی ۲.۱ Kg آلاینده زیست محیطی تولید می گردد، از آنجاییکه به ازای سوختن هر مترمکعب گاز طبیعی در نیروگاه های کشور (با راندمان متوسط ۳۰٪) ۳/۲۷ KWH برق تولید می شود، در نتیجه به ازای مصرف ۱ KWH برق ۰.۶۴ Kg آلاینده زیست محیطی تولید می شود.

با توجه به مطالب پیشین در ساعات غیر بهره برداری ساختمان های اداری- آموزشی می توان به سادگی با استفاده از سیستمهای کنترل هوشمند سرمایش، چیلرهای تراکمی، پمپهای چیلدواتر و پمپ های برج، فن برج ها و فن کویل ها و هواسازها را در سیستمهای تراکمی خاموش نمود. در صورتی که در اکثریت مطلق چیلرهای جذبی این امر به سادگی امکان پذیر نیست. این امر باعث می گردد در این ساعات سیستمهای جذبی برق بسیار زیادی مصرف کنند، و در نتیجه در این ساعات نیز با کارکرد سیستمهای جذبی، آلاینده های زیست محیطی بسیاری به طور غیر مستقیم از نیرو گاههای کشور وارد جو می گردد.

با توجه به اطلاعات فوق الذکر چند نکته مهم استنباط می گردد :

۱- تولید آلاینده های زیست محیطی مستقیم از طریق کارکرد چیلرهای جذبی در مقایسه با تولید آلاینده های زیست محیطی غیر مستقیم توسط چیلرهای تراکمی، به ازای ساعات کارکرد برابر، ۷۱٪ بیشتر است. باید به این مقدار تولید آلاینده زیست محیطی غیر مستقیم ناشی از کارکرد پمپهای مبرد و محلول چیلرهای جذبی را نیز افزود. البته باید توجه داشت که اگر جهت تولید برق از روش برقابی و ... استفاده گردد، استفاده از چیلرهای تراکمی کاملا پاک خواهد بود.

۲- آلاینده های ناشی از کارکرد چیلرهای تراکمی به صورت غیر مستقیم در منطقه غیر شهری و به صورت متمرکز و قابل کنترل وارد جو می گردد. به عنوان مثال جهت کارکرد ۱۰۰۰۰ چیلر تراکمی در تهران، آلاینده های زیست محیطی، صرفا از یک نیروگاه خارج از شهر به جو وارد می شود، و به علت متمرکز بودن گازهای خروجی می توان به سادگی و با توجیه اقتصادی، تا اندازه ممکن آلاینده های خروجی را تنها از محل نیروگاه فیلتر نمود. اما جهت کارکرد ۱۰۰۰۰ چیلر جذبی با مصرف گاز طبیعی، آلاینده های زیست محیطی در ۱۰۰۰۰ نقطه شهری به طور مستقیم وارد جو شهری می گردند و فیلتر کردن آلاینده ها در ۱۰۰۰۰ نقطه، کاری بسیار دشوار و بدون توجیه اقتصادی است.

* اثر تجمعی آلاینده های زیست محیطی ۱۰۰۰۰ سیستم سرمایش جذبی، که از ۱۰۰۰۰ نقطه شهری به طور مستقیم وارد جو می گردد، در ساختمانهای با مساحت متوسط ۳۰۰۰ متر مربع، طبق نتایج جدول صفحه ۱۴ برابر با ۱۹۸۱۳۳۰ تن طی یک دوره گرما می باشد.

۳- تولید آلاینده های زیست محیطی به طور غیر مستقیم از طریق کارکرد دیگر اجزای برقی سیستمهای جذبی (پمپهای چیلد، پمپهای برج، برج های خنک کن، پایانه های برودتی) به ازای ساعات کارکرد برابر بیشتر از سیستمهای تراکمی می باشد. دلیل این امر بزرگتر بودن سایز برجهای خنک کن و ظرفیت پمپاژ به این برجها و طبیعتا مصرف برق بیشتر آنها می باشد.

۴- علیرغم اینکه در ساعات غیر کاری ساختمانهای اداری سیستمهای تراکمی به آسانی با سیستم کنترل هوشمند سرمایش از مدار خارج می گردند، اکثریت مطلق سیستمهای جذبی به دلایلی که پیشتر ذکر شد خاموش نمی گردند، در نتیجه در ساختمانهای اداری ساعات کارکرد روزانه سیستمهای جذبی بسیار بیشتر از ساعات کارکرد سیستمهای تراکمی می باشد. با در نظر گرفتن این نکته و موارد مطروحه در بندهای پیشین مقدار تولید آلاینده های زیست محیطی در سیستمهای جذبی بسیار بیشتر از سیستمهای تراکمی می باشد، که هزینه های زیست محیطی و اجتماعی بسیار بالایی را به دولت و جامعه تحمیل می کند.

* اثر تجمعی آلاینده های زیست محیطی ۱۰۰۰۰ سیستم سرمایش جذبی که به طور غیر مستقیم در نیرو گاه تولید می گردد، در ساختمانهای با مساحت متوسط ۳۰۰۰ متر مربع، طبق نتایج جدول صفحه ۱۴ برابر با ۱۵۱۶۵۸۰ تن در یک دوره گرما می باشد. این مقدار برای سیستمهای تراکمی طبق نتایج جدول صفحه ۱۴ برابر با ۶۴۶۵۰۰ تن در یک دوره گرما می باشد.

۱۰- هزینه های چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی

به تمامی محدودیت های ذکر شده چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی ، می بایست هزینه اولیه بسیار بالاتر آنها را اضافه کرد. همانطور که پیشتر یک چیلر جذبی معمولی به طور متوسط ۴۰٪ از چیلر تراکمی مشابه خود گران تر است، به علت بزرگتر بودن ظرفیت برجهای خنک کن و ظرفیت پمپاژ به برجها در سیستمهای جذبی در مقایسه با سیستمهای تراکمی هزینه اولیه این تجهیزات نیز بیشتر است. به علاوه در کنار چیلرهای جذبی بخار و آبگرم بایستی تجهیزات تولید و انتقال بخار و یا آبگرم نیز فعالیت کنند ، در صورتی که در چیلرهای تراکمی نیازی به کارکرد این گونه تجهیزات نمی باشد. به هزینه های چیلر جذبی رایج می بایست، هزینه پرسنلی بابت مانیتورینگ شبانروزی را نیز افزود.

۱۱- مثال : مقایسه عملکرد سیستم سرمایش تراکمی و سیستم سرمایش جذبی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع

در این مثال یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع در شهر تهران در نظر گرفته شده است، وجهت تامین سرمایش این ساختمان، دو سیستم سرمایش تراکمی و جذبی با یکدیگر مقایسه می گردند. ساعت کاری این ساختمان اداری (زمان بهره برداری) شنبه تا چهارشنبه از ساعت ۸ صبح الی ۱۶ و پنجشنبه از ساعت ۸ الی ۱۲ می باشد. سیستم سرمایش در ۱۲۰ روز سال فعال است.

۱۱-۱- عملکرد سیستم سرمایش تراکمی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع

- توان تقریبی چیلرهای تراکمی : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۱۰۵ kw
- توان تقریبی پمپ های چیلد واتر : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۱۵ kw
- توان تقریبی پمپ های برج : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۱۵ kw
- توان تقریبی دمنده های برج : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۱۵ kw

با در نظر گرفتن ساعات کاری ساختمان، انعطاف پذیری کنترلی سیستم تراکمی و قابلیت خاموش نمودن اتوماتیک سیستم در ساعات غیر کاری ساختمان و با در نظر گرفتن متوسط یک ساعت زمان پیش راه اندازی هوشمند سیستم در ابتدای روز توسط سیستم کنترل هوشمند سرمایش (زمان پیش راه اندازی متناسب با دمای بیرون و دمای داخل توسط سیستم کنترل هوشمند محاسبه می گردد.)، کارکرد سیستم تراکمی ۵۰ ساعت در هفته، یعنی به طور متوسط ۳۰٪ ساعات روزانه می باشد.

با استفاده از سیستم کنترل هوشمند سرمایش تراکمی، علاوه بر غیر فعال شدن اتوماتیک سیستم سرمایش در ساعات غیر کاری ساختمان، در ساعات کاری نیز کمپرسورهای چیلرهای تراکمی صرفا به اندازه ای فعالیت می کنند که در هر لحظه بار سرمایشی مناسب ساختمان تامین گردد. جهت این منظور در هر لحظه سیستم کنترل هوشمند طبق اطلاعات حرارتی ارسال شده از سنسور هوای محیط خارج ساختمان، سنسور هوای محیط داخل ساختمان، سنسور دمای آبسرد رفت و سنسور دمای آبسرد برگشت، بار سرمایشی مناسب ساختمان را تعیین می کند و مطابق با آن کمپرسورها به میزان لازم و نه بیشتر در مدار قرار می گیرند.

* مصرف برق چیلرهای تراکمی در کل دوره : با فرض اینکه کمپرسورها در طی ساعات کاری دوره سرمایش به طور متوسط ۷۵٪ زیر بار قرار می گیرند، که با کنترل هوشمند سیستم تراکمی ۱۵٪ از کارکرد آنها نیز کاسته می گردد.

مصرف برق چیلرهای تراکمی در کل دوره سرمایش ۵۷۸۳۴ KWH = درصد ساعات کارکرد روزانه ۰.۳۰ × ساعات شبانروز ۲۴ × روز سرمایش ۱۲۰ × (صرفه جویی حاصل از سیستم کنترل هوشمند سرمایش ۰.۱۵ - ۱) × ظرفیت زیر بار چیلرها ۰.۷۵ × توان چیلرها ۱۰۵ KW

* مصرف برق پمپهای چیلد واتر در کل دوره :

مصرف برق پمپهای چیلد واتر در کل دوره سرمایش ۱۲۹۶۰ KWH =

درصد ساعات کارکرد روزانه ۰.۳۰ × ساعات شبانروز ۲۴ × روز سرمایش ۱۲۰ × توان پمپهای چیلد واتر ۱۵ KW

* مصرف برق پمپهای برج خنک کن در کل دوره :

مصرف برق پمپهای برج خنک کن در کل دوره سرمایش ۱۲۹۶۰ KWH =

درصد ساعات کارکرد روزانه ۰.۳۰ × ساعات شبانروز ۲۴ × روز سرمایش ۱۲۰ × توان پمپهای برج خنک کن ۱۵ KW

* مصرف برق فنهای برج خنک کن در کل دوره :

درصد ساعات کارکرد روزانه ۰.۳۰ ×ساعات شبانروز ۲۴ ×روز سرمایش ۱۲۰ × توان فنهای برج خنک کن ۱۵ KW

= ۱۲۹۶۰ KWH مصرف برق فنهای برج خنک کن در کل دوره سرمایش

* مصرف برق فن کویلها در کل دوره : در ساختمانی با مساحت۳۰۰۰ مترمربع حدود ۱۳۰ فن کویل با تـوان متوسـط ۶۰ w وجود دارد.

× (صرفه جویی حاصل از سیستم کنترل هوشمند سرمایش ۰.۱۵- ۱) × ظرفیت زیر بار فن کویلها ۰.۷۵ × توان فن کویلها (۱۳۰ ×۰.۰۶ KW)

مصرف برق فن کویلها در کل دوره سرمایش ۴۲۹۶ KWH = درصد ساعات کارکرد روزانه ۰.۳۰ × ساعات شبانروز ۲۴ × روز سرمایش ۱۲۰

* مصرف برق در ساعات پیک مصرف (۱۹ تا ۲۳) : به دلیل خـاموش شـدن سیسـتم تراکمـی در سـاعات غیـر کـاری ساختمان برابر با ۰ KWH می شود.

- ✓ بنا بر این در کل دوره گرم سال جهت کارکرد سیستم سرمایش تراکمی در یک ساختمان اداری بـا مسـاحت ۳۰۰۰ متر مربع ۱۰۱۰۱۰ KWH برق (بدون هیچ مصرفی در ساعات پیک مصرف (۱۹ تـا ۲۳)) مصـرف می گردد.

۱۱-۲- عملکرد سیستم سرمایش جذبی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع

- توان تقریبی پمپ محلول و پمپ مبرد چیلرهای جذبی: برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۵.۶ KW
- توان تقریبی پمپ های چیلد واتر : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۱۵ KW
- توان تقریبی پمپ برج : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۲۸.۵ KW
- توان تقریبی دمنده برج : برای ساختمان با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع معادل ۲۸.۵ KW

* شدت مصرف گاز طبیعی جهت کارکرد چیلر جذبی :

شدت سرمایش مورد نیاز ۴۲۰ KW ×مصرف گاز طبیعی به ازای شدت واحد سرمایش ۰.۱۳ m^3 / KWH

= ۵۴.۶ m^3/hr شدت مصرف گاز طبیعی جهت کارکرد چیلر جذبی

* مصرف برق چیلرهای جذبی در کل دوره :

۵.۶ KW توان پمپهای مبرد و محلول × ۱۲۰ × روز سرمایش ۲۴ × ساعات شبانروز = ۱۶۱۲۸ KWH

* مصرف گاز طبیعی چیلرهای جذبی در کل دوره : با فرض اینکه چیلرها در طی دوره سرمایش به طور متوسط ۶۰٪ زیر بار قرار می گیرند

۵۴.۶ m^3/hr شدت مصرف گاز طبیعی جهت کارکرد چیلر جذبی × ۰.۶ ظرفیت زیر بار چیلرها × ۱۲۰ روز سرمایش × ۲۴ ساعات شبانروز

= ۹۴۳۴۹ m^3 مصرف گاز طبیعی چیلرهای جذبی در کل دوره

* مصرف برق پمپهای چیلد واتر در کل دوره :

۱۵ KW توان پمپهای چیلد واتر × ۱۲۰ روز سرمایش × ۲۴ ساعات شبانروز = ۴۳۲۰۰ KWH

* مصرف برق پمپهای برج خنک کن در کل دوره :

۲۸.۵ KW توان پمپهای برج خنک کن × ۱۲۰ روز سرمایش × ۲۴ ساعات شبانروز = ۸۲۰۸۰ KWH

* مصرف برق فنهای برج در کل دوره :

۲۸.۵ KW توان پمپهای چیلد واتر × ۱۲۰ روز سرمایش × ۲۴ ساعات شبانروز = ۸۲۰۸۰ KWH

* مصرف برق فن کویلها در کل دوره :

(۰.۰۶ KW× ۱۳۰) توان فن کویلها × ۰.۶ ظرفیت زیر بار فن کویلها × ۱۲۰ روز سرمایش × ۲۴ ساعات شبانروز

= ۱۳۴۷۸ KWH مصرف برق فن کویلها در کل دوره سرمایش

* مصرف برق در ساعات پیک مصرف (۱۹ تا ۲۳) در کل دوره :

۲۳۶۹۶۶ مصرف برق کل سیستم جذبی در دوره گرم سال × ۴ ساعات پیک مصرف / ۲۴ ساعات شبانروز

= ۳۹۴۹۴ KWH مصرف برق سیستم جذبی در ساعات پیک مصرف

❖ بنا بر این در کل دوره گرم سال جهت کارکرد سیستم سرمایش جذبی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع ۲۳۶۹۶۶ KWH برق (با ۳۹۴۹۴ KWH مصرف در ساعات پیک مصرف (۱۹ تا ۲۳)) و ۹۴۳۴۹ m^3 گاز طبیعی مصرف می گردد.

۱۱-۳- مقایسه

نتایج فوق در جدول زیر خلاصه گردیده اند :

سیستم سرمایشی در یک ساختمان اداری با مساحت ۳۰۰۰ متر مربع	سرمایه گذاری اولیه خرید تجهیزات (میلیون تومان)	مصرف برق در دوره ۱۲۰ روزه گرما (KWH)	مصرف گاز در دوره ۱۲۰ روزه گرما (متر مکعب)	مصرف برق در ساعات پیک مصرف برق (۱۹ تا ۲۳) (KWH)	میزان تولید آلاینده های زیست محیطی به صورت مستقیم از ساختمان در دوره ۱۲۰ روزه گرما (Kg)	میزان تولید آلاینده های زیست محیطی به صورت غیر مستقیم در نیروگاه در دوره ۱۲۰ روزه گرما (Kg)
سیستم سرمایش تراکمی رایج (با کنترل توسط سیستم کنترل هوشمند سرمایش)	۷۸	۱۰۱۰۱۶	۰	۰	۰	۶۴۶۵۰
سیستم سرمایش جذبی رایج	۱۱۳	۲۳۶۹۶۶	۹۴۳۴۹	۳۹۴۹۴	۱۹۸۱۳۳	۱۵۱۶۵۸

* فرضیات محاسبات

۱- ساعات بهره برداری از ساختمان اداره شنبه تا چهار شنبه ۸ تا ۱۶ ، پنج شنبه ها ۸ تا ۱۲ و جمعه ها تعطیل می باشد.
۲- سیستم سرمایش جذبی رایج شامل چیلرهای جذبی، پمپهای چیلد واتر، پمپهای برج، برجهای خنک کن و پایانه های حرارتی به دلیل عدم انعطاف کنترلی و نیز عدم تخصص کافی متصدی در ساعات غیر بهره برداری ساختمان روشن می ماند.
۳- سیستم سرمایش تراکمی شامل چیلرهای تراکمی، پمپهای چیلد واتر، پمپهای برج، برجهای خنک کن و پایانه های حرارتی در ساعات غیر بهره برداری ساختمان توسط سیستم کنترل هوشمند سرمایش غیر فعال می گردد.
۴- هزینه تقریبی خرید تجهیزات سیستم تراکمی و جذبی با مشخصات بندهای قبل به ترتیب ۷۸ و ۱۱۳ میلیون تومان برآورد گردیده اند.
۵- به ازای سوختن هر متر مکعب گاز طبیعی ۲.۱ Kg آلاینده زیست محیطی تولید می گردد.
۶- به ازای مصرف ۱ KWH برق ۰.۶۴ Kg آلاینده زیست محیطی در نیرو گاه های کشور تولید می شود.

۱۲-نتیجه گیری

به دلیل ضریب عملکردی پایین چیلرهای جذبی، ارزش بسیار بالاتر گاز طبیعی در مقایسه با برق در مقیاس بین المللی و نیز ملاحظات زیست محیطی استفاده از چیلرجذبی بدون وجود حرارت مازاد و با سوزاندن گاز طبیعی در موتورخانه ساختمانها کاری غیرقابل توجیه و در جهت خلاف منافع بلند مدت ملی است.

به دلیل انعطاف پذیری کنترلی پایین چیلرهای جذبی، و در نتیجه روشن ماندن سیستمهای جذبی در ساعات غیر کاری ساختمانهای اداری و آموزشی در اکثریت ساختمانها، استفاده از چیلرهای جذبی در ساختمانهای اداری و آموزشی به مراتب غیر منطقی تر از استفاده این چیلرها در ساختمانهای مسکونی می باشد.

سیستمهای جذبی رایج در ساختمانهای اداری و آموزشی و در مقایسه با چیلرهای تراکمی عملا نه تنها کمکی به کاهش مصرف و پیک زدایی از شبکه برق شهری (ساعات ۱۹ تا ۲۳) نمی کنند، بلکه بر میزان مصرف و شدت پیک شبکه برق کشور می افزایند.

طبق یکی از بندهای مصوبه هیئت وزیران مورخ ۸۸/۱/۲۳ " وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، شرکت‌ها و مؤسسات دولتی مجاز به نصب چیلرهای تراکمی در ساختمانهای خود نیستند و در صورت نیاز به‌سیستم‌های تهویه مطبوع مکلفند صرفاً از چیلرهای جذبی استفاده نمایند" که با توجه به مطالب ذکر شده در این گزارش بایستی تامل بیشتری پیرامون مندرجات این بند صورت گیرد.