

## استفاده از آیس بانک در سیستم تهویه مطبوع ساختمان

امیر ودادی-زهره عبدالمهی

چکیده:

مقدمه:

بسیاری از تاسیسات سرمایشی در طول شبانه روز فقط ساعات محدودی را مشغول کار هستند و در آن ساعات محدود میزان مصرف انرژی سرمایی بسیار زیاد است. در سیستم های ذخیره سازی انرژی امکان تولید و ذخیره و انرژی سرمایشی ذخیره شده تامین کننده قسمتی و یا همه ی بار سرمایشی ساختمان در ساعات پیک مصرف برق و اوج بار خنک کنندگی ساختمان می باشد. یکی از دستگاه هایی که امروزه در صنایع مختلف جهت تبرید با هدف کاهش مصرف انرژی و عدم هزینه های زیاد، استفاده از دستگاه آیس بانک است. سیستم آیس بانک جهت تهویه مطبوع و تاسیساتی که نیاز به برودت دارند طراحی و ساخته شده اند. سیستم آیس بانک با تولید و ذخیره یخ مقدار زیادی انرژی برودتی را در خود ذخیره می کند تا در ساعات مورد نیاز، برودت لازم را برای سیستم تامین نماید. سیستم آیس بانک را می توان بصورت گزینه ای قابل اعتماد و نسبتا ارزان قیمت در اکثر سیستم های برودتی، صنعتی و تهویه مطبوع جهت ذخیره انرژی استفاده نمود. در این مقاله سیستم آیس بانک معرفی، مزایا و کاربردهای آن ذکر شده و به عنوان نمونه به طور کامل به مقایسه اقتصادی سیستم سرمایش در یک پروژه و همچنین به بررسی فنی و ریالی چند پروژه نمونه که در دو حالت معمولی (بدون استفاده از سیستم آیس بانک) و با استفاده از سیستم آیس بانک صورت گرفته، پرداخته میشود. نتایج نشان می دهد که صرفه جویی خوبی در بحث هزینه و همچنین انرژی شده است.

کلید واژه: آیس بانک، کاهش مصرف انرژی، برودت، تهویه مطبوع

در بازار نابسامان انرژی امروز میزان مصرف انرژی یک مساله ی بسیار مهم می باشد. تولید انرژی الکتریکی منوط به داشتن برنامه هایی برای کاهش پیک تقاضا و دستیابی به هزینه ی تولید بهینه می باشد.

بهره وری از انرژی با بکارگیری تکنیک های پیشرفته در نحوه ی مصرف افزایش می یابد. در نواحی گرم و مرطوب ۶۰٪ از انرژی الکتریکی تولید شده صرف تهویه مطبوع می شود. در نتیجه افزایش کارایی سیستم های تهویه مطبوع علاوه بر کاهش مصرف، می تواند هزینه های سرمایه گذاری برای ساخت نیروگاههای جدید را نیز کاهش دهد.

روش های متعددی برای ذخیره ی انرژی در ساختمان ها بکار می رود که می توان آنها را به دو دسته ی فعال و خودبخودی تقسیم کرد. در تکنیکهای خودبخودی هر گونه بار گرمایشی در ساختمان با استفاده از عایق سایبان، رنگ و ... کاهش می یابد. مدیریت مصرف انرژی با بکارگیری تعرفه متغیر، بهینه سازی روش های سرمایشی موجود و سیاست ذخیره سازی انرژی را می توان بعنوان مثال هایی از روش فعال نام برد. بخصوص ایده ی ذخیره سازی انرژی سرمایش باعث تغییر پیک مصرف انرژی الکتریکی ساختمان ها در اواسط روز می شود. بیشترین بار سرمایشی ساختمان ها در ساعت ۱۲ تا ۱۷ می باشد. در این بازه بازدهی نیروگاه های تولید انرژی الکتریکی به ویژه از نوع توربین گازی به دلیل افزایش دمای هوای ورودی به کمپرسور کاهش می یابد. اگر چه ذخیره ی انرژی سرمایشی یک تکنیک امید بخش می باشد. کارایی آن بستگی به تغییرات بار سرمایشی در طول روز دارد.

نیازمند ساخت نیروگاههای بیشتر می باشد که این رویه باعث آلودگی بیشتر و افزایش مشکلات زیست محیطی خواهد شد. همچنین در ساعات گرم روز کارایی چیلرها کاهش می یابد و این خود مصرف انرژی معمول چیلرها را افزایش می دهد. اگر بتوان بطریقی توان سرمایشی را در ساعات غیر پیک و خنک تر شب تامین کرد علاوه بر کاهش پیک مصرف برق در طول روز افزایش کارایی چیلرها را نیز شاهد خواهیم بود .

### عملکرد سیستم آیس بانک

در سیستم های سرمایشی صنعتی که از آیس بانک استفاده میکنند زمانیکه بار برودتی وجود ندارد و یا کمتر به برودت نیاز است (معمولا به هنگام شب) با تزریق مستقیم مبرد به داخل کویل انرژی برودتی به صورت یخ در اطراف لوله های کویل آیس بانک ذخیره میشود.

زمانی که یخ به ضخامت مورد نظر رسید، حسگر فرمانی برای قطع جریان مبرد به سیستم برودتی ارسال میکند. زمانیکه آب سرد برای سرمایش مورد نیاز باشد، پمپ سیرکولاسیون شروع به کار نموده و آب سرد را از مخزن آیس بانک به محل های مورد نیاز پمپ میکند. آب برگشتی در داخل مخزن گردش نموده و پس از تماس مستقیم با یخ سرد میشود. همزمان برای افزایش میزان انتقال حرارت بین آب و یخ، توسط دستگاه همزن (آجیتاتور) موجود در داخل مخزن آیس بانک جریان آب یکنواختی روی کویلها بوجود می آید.

شکل (۱) نمای شماتیک از یک آیس بانک نشان داده شده است

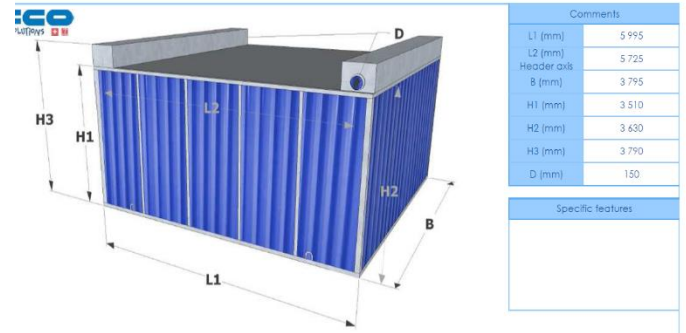
ذخیره سازی انرژی سرمایشی به ویژه برای ساختمان هایی که فقط در طول روز مورد استفاده قرار می گیرند و بار سرمایشی آنها در شب ناچیز است مفید تر خواهد بود. در این دسته از ساختمان ها می توان ادارات ، دانشکده ها و اماکن مذهبی مانند مساجد، ایستگاه های مترو، و ... را گنجانند . لیکن کاربری این سیستم برای ساختمان هایی مانند بیمارستان و ساختمان های مسکونی نیز توجیه پذیر بوده و نمونه های بسیاری از پروژه های اجرا شده در خارج از ایران به عنوان نمونه وجود دارد که قابل بازدید و بررسی هستند.

### معرفی سیستم آیس بانک

به طور کلی در سیستم های ذخیره سازی انرژی سرمایشی امکان تولید و ذخیره انرژی سرمایشی در بازه زمانی غیر پیک مصرف برق وجود دارد. انرژی سرمایشی ذخیره شده تامین کننده قسمتی و یا همه ی بارسرمایشی ساختمان در ساعات پیک مصرف برق و اوج بار خنک کنندگی ساختمان می باشد علاوه بر آن در ساعات شب بازدهی چیلر به دلیل کاهش دمای محیط بیشتر می شود که میزان شارژ و تخلیه شارژ مخازن ذخیره سازی انرژی سرمایشی به منحنی بار سرمایشی ساختمان در طول شبانه روز یا بازه زمانی هفتگی بستگی دارد.

اصول ذخیره سازی سرما بر پایه استفاده از انرژی داخلی آب و یا یخ می باشد، بر این اساس میتوان با صرف انرژی آب را خنک و یا منجمد نمود و در زمان مورد نظر از توان تبریدی آن استفاده کرد. توضیح ساده ی این مساله بدین گونه است که در ساعاتی از روز که مصرف انرژی الکتریکی برای تولید توان سرمایشی بالاست از چیلرها کمتر استفاده شود و به جای آن از توان سرمایشی ذخیره شده در ساعات غیر پیک استفاده کرد، تهویه مطبوع در سالهای اخیر در دنیا باعث افزایش پیک مصرف برق در ساعات گرم روز شده است و جبران این مساله

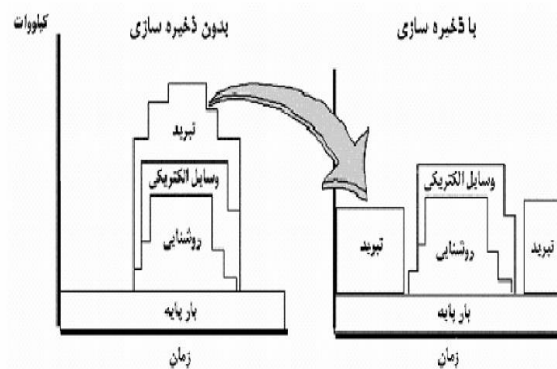
شب که دمای هوا کمتر است منتقل کرد با افزایش کارایی کمپرسور از جهتی دیگر کاهش مصرف انرژی الکتریکی را در پی خواهد داشت. بازدهی چیلر در ساعات شب بین ۲ تا ۸ درصد افزایش می یابد. در شکل (۳) تغییرات بازدهی کمپرسور چیلر در مقایسه با دمای محیط نشان داده شده است.



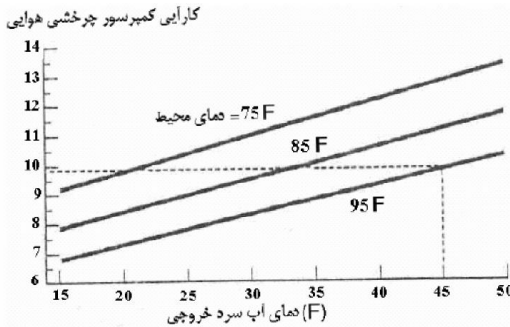
شکل (۱) شماتیک آیس بانک

### جابجایی بار سرمایشی در زمان پیک مصرف برق

تحقیقات گوناگونی برای انواع مدل تئوری و عملی و آنالیز هزینه ی روش های ذخیره سازی انجام شده است. در شکل (۲) جابجایی بار سرمایشی که معمولا در زمان پیک مصرف برق می باشد، بصورت ساده نشان داده شده است. مصرف برق یک ساختمان شامل بار پایه ثابت، بعلاوه روشنایی در زمان های مشخص می باشد. اگر بتوان تولید انرژی سرمایشی را به اوقات کم مصرف انرژی الکتریکی منتقل کرد کاهش پیک مصرف برق بدست می آید.



شکل (۲) جابجایی بار سرمایشی



شکل (۳) تغییرات بازدهی کمپرسور چرخشی چیلر

همچنین در ساعات شب کارایی کندانسور و دیگر تجهیزات سیستم خنک کننده بیشتر می شود.

### مزایا و قابلیت سیستم ذخیره سرمای

- کاهش ظرفیت تجهیزات تولید سرما
- تغییر جزئی در سرمایه گذاری اولیه
- امکان استفاده از آب سرمایش با دمای پایین (حدود ۲ درجه)
- کاهش هزینه دیماندر برق
- صرفه جویی در هزینه مصرف انرژی
- افزایش قابلیت اطمینان سیستم
- موارد کاربرد و استفاده از مخزن ذخیره
- ماکزیمم بار سرمایی مورد نیاز به طرز قابل ملاحظه بالاتر از میزان متوسط بار مورد نیاز باشد
- تعرفه برق مصرفی طوری است که هزینه دیماندر (Demand) آن بالا باشد.

بطور مشخص کارایی کمپرسور چیلرها در اوقات گرم روز کاهش می یابد و اگر بتوان کارکرد چیلر را به ساعات

در این قسمت به طور کامل به مقایسه اقتصادی سیستم سرمایه‌های می پردازیم:

### مشخصات ساختمان:

ظرفیت های محاسبه شده زیر به تقریب بر اساس محاسبات پروژه های مشابه جهت تخمین تجهیزات موتورخانه می باشد و کل مساحت پروژه یعنی ۲۶۰۰۰ متر مربع مبنای برآورد بوده است. کاربری ساختمان بیمارستانی می باشد.

مقایسه اقتصادی سیستم سرمایه‌های:

### چیلرهای جذبی

بر اساس مدارک محاسباتی پروژه نتیجه بررسی ها به شرح زیر اعلام می گردد:

با توجه به بار برودتی محاسبه شده حدود ۹۰۰ تن تبرید و در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۲۰٪ داریم

$$900 \times 1/2 = 1080$$

بنابراین به سه دستگاه چیلر جذبی به ظرفیت هر یک ۳۶۰ تن تبرید نیاز بوده است.

بهای سه دستگاه ابزوربشن جمعا :

۹,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰ تومان

بهای برج خنک کننده :

۱,۳۵۰,۰۰۰,۰۰۰ تومان

بهای پمپ های برج خنک کننده

۹۰,۰۰۰,۰۰۰ تومان

بهای تقریبی سایر متعلقات نظیر شیرهای کنترل

لوله کشی های بخار و برج خنک کننده

و غیره

- یک سیستم موجود تبرید باید گسترش یا اضافه ظرفیت پیدا کند .
- در محلها یا پروژه هایی که یک تانک یا یک مخزن قابل استفاده جهت تبدیل آن به مخزن ذخیره موجود است .
- ساعات پیک مصرف تجهیزات تهویه مطبوع با ساعات پیک مصرف انرژی الکتریکی یکسان باشد .
- در محلها یا پروژه هایی که انرژی الکتریکی محدود است و یا فقط برای ساعتهای مشخصی از روز قابل دستیابی است و یا اینکه مصرف بیش از مقدار موجود انرژی مجاز نیست و یا منوط به اضافه کردن ترانس ها و تجهیزات گران قیمت دیگر می باشد ( سکوهای نفتی و ... ) اضافه کردن یک مخزن ذخیره می تواند مشکل را حل کرده و از هزینه های بالا جهت ایجاد انرژی الکتریکی اضافه جلوگیری نماید .
- در مواردی که به ظرفیت تبرید اضافه بر نیاز و ذخیره نیاز باشد .
- در مواردی که تصمیم به تعویض گازهای مبرد مضر به حال محیط زیست مانند R-۲۲ و دیگر مبردهای مشابه گرفته می شود .
- در مواردی که لازم است توزیع هوا و یا توزیع آب در گردش با دمای پایین تری انجام شود.
- در مواردی که تعرفه برق در ساعات پیک و غیر پیک بار متفاوت باشد.

سرمایه گذاری اولیه:

تجهیزات برودتی	تومان
تومان ۱۰,۸۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه انشعاب برق به ازای هر کیلووات ۳۹۰ هزارتومان	۱۰,۸۲۰,۰۰۰,۰۰۰
تومان ۱۰۵,۳۰۰,۰۰۰	
افزایش ظرفیت مخزن آب (۵۰۰ متر مکعب)	میزان دیماند برق مورد نیاز برای ابزرویشن ها و برج خنک کننده و پمپ مربوطه حدودا ۲۷۰ کیلو وات پیش بینی می شود.
تومان ۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه سیستم هوشمند	میزان آب مصرفی مورد نیاز برج خنک کننده های هر ابزرویشن در حالت پیک بار حدود ۲/۲٪ دبی آب در گردش آن یعنی ۵۴۰۰ لیتر در دقیقه است بنابراین دبی آب برج مصرفی حدود ۱۱۸/۸ لیتر در دقیقه برای هر ابزرویشن و برای کل مجموعه در پیک بار ۳۵۶/۴ لیتر در دقیقه برآورد می شود، که میزان بدون در نظر گرفتن میزان آب بک واش در سختی گیر است. با توجه به نوسانات بار در کل فصل گرم و نیاز به راه اندازی سیستم قبل از اول اردیبهشت لغایت پایان آبان ماه یعنی ۲۱۰ روز، میزان بار برودت گروه معادل حداکثر ۱۰۸۰ تن ظرف ۸۴ روز (حدود ۴۰٪ از کل مدت) در نظر گرفته می شود.
تومان ۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه کابل کشی و تابلو برق	مدت فعالیت ساختمان بطور پیوسته است، یعنی ۲۴ ساعت در نظر گرفته می شود.
تومان ۱,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه خرید چیلر هوا خنک جهت بار پاییز حدود ۱۰۰ تن	لیتر در یک سال $356/4 \times (24 \times 60) \times 84 = 43110144$
تومان ۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه دیزل ژنراتور مورد نیاز سرمایش	یا به عبارت دیگر میزان مصرف آب برای سرمایش در یک سال معادل ۴۳۰۰۰ متر مکعب می باشد و هر روز حدود ۵۰۰ متر مکعب
تومان ۱۹,۴۱۶,۳۰۰,۰۰۰	
جمع	میزان مصرف برق بر اساس تخمین فوق العاده ۴۵۳۶۰۰ لیتر کیلووات ساعت یا ۴۵۴ مگاوات ساعت می باشد.
هزینه بهره برداری	جمع بندی هزینه ها:
هزینه برق مصرفی ظرف مدت یک سال	
تومان ۱۸۰ هر کیلو وات (میانگین) در سال ۱۳۹۷	
تومان ۵۴۹,۷۶۳,۰۰۰	
هزینه آب مصرفی هر متر مکعب تقریبا ۶۰۰ تومان	
تومان ۲۵۸,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه ابونمان انشعاب برق ۱۲ ماه سال (۲۷۰ کیلووات)	
تومان ۴۱,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه گاز مصرفی در تابستان بابت سرمایش مصرف ۸۴ شبانه روز مصرف پیک ابزوریشن ها (هر ابزرویشن ۹۹ متر مکعب در ساعت) میزان مصرف ۵۹۸۷۵۲ متر مکعب	

$$270 \times 84 \times 24 = 544320$$

در یک سال قیمت هر متر مکعب ( میانگین تابستان و بهار

۲۱۴ تومان) ۱۲۸،۱۳۰،۰۰۰

پروژه نمونه شماره ۱ :

کاربری ساختمان: اداری

جمع بندی هزینه مصرف ۷۴۴،۶۹۳،۰۰۰ تومان

چیلرهای هوا خنک بدون آیس بانک و یا با آیس بانک

در حالت سنتی و بدون آیس بانک با توجه به اینکه در سیستم هوا خنک علاوه بر در نظر گرفتن ضریب اطمینان لازم است شرایط دمای هوای حداکثر تابستان که روی عملکرد کندانسور تاثیر می گذارد نیز در نظر گرفته شود بر اساس محاسبات تقریب ۳ دستگاه چیلر به ظرفیت حدود ۴۱۴ تن اسمی لازم است.

در حالت استفاده از آیس بانک، با توجه به مقایسه اقتصادی زیر میتوان از یک دستگاه چیلر هوا خنک جهت تولید ۲۶۵ تن برودت واقعی استفاده نمود که با در نظر گرفتن ضرایب اطمینان، ظرفیت نامی آن ۳۶۵ تن برودت محاسبه می شود.

به علاوه در مدار سرمایش اتیلن گلیکول نیاز به ۳۴۹ تن برودت در دمای رفت و برگشت ۶ به ۱۱ درجه سانتیگراد داریم که با ضرایب اطمینان معادل دو دستگاه چیلر به ظرفیت ۲۴۱ تن برودت واقعی داریم، که همین چیلرها قادرند در شب برودت واقعی ۲۵۱/۳ تن را در دمای رفت ۵ درجه سانتیگراد زیر صفر و برگشت یک درجه سانتیگراد زیر صفر تامین کنند.

همچنین یک آیس بانک به ظرفیت ۱۷۵۸ تن ساعت و دو دستگاه مبدل صفحه ای در کنار این چیلرها لازم است.

پروژه نمونه:

حال در این بخش به بررسی فنی و ریالی چند پروژه نمونه که بر روی آنها در دو حالت معمولی (بدون استفاده از سیستم آیس بانک) و با استفاده از سیستم آیس بانک صورت گرفته می پردازیم :

آیس بانک	حالت معمولی	حالت آیس بانک	آیتم
۲۴۴	۴۳۷		چیلر (تناژ)
۱۱۹۲	----		آیس بانک(تن ساعت)
۷۱،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ۰۰	۷۵،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ۰۰		سرمایه گذاری اولیه (ریال)
۴۶۰	۴۵۰		مقدار مصرف برق (Mwh)
۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰	۴۰۰،۰۰۰،۰۰۰		هزینه مصرف برق(ریال)
۴۰۰	۷۰۰		دیماند برق(kw)
۲۲۰،۰۰۰	۴۰۰،۰۰۰،۰۰۰		هزینه دیماند(ریال)
۱۷۰،۰۰۰،۰۰۰	۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰		هزینه تعمیر و نگهداری(ریال)
	۱۰،۰۰۰،۰۰۰		صرفه جویی سالانه(ریال)
	۴،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰		صرفه جویی اولیه

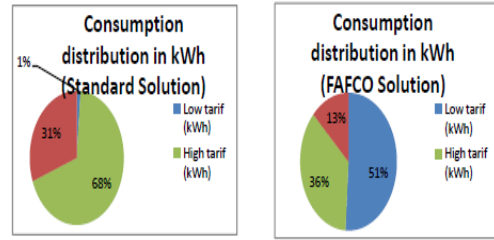
جدول شماره ۱

پروژه نمونه شماره ۲ :

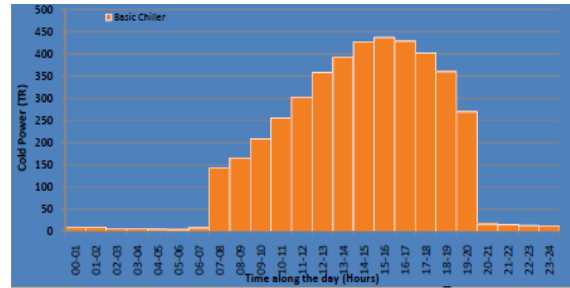
کاربری ساختمان: استادیوم ورزشی

آیتم	حالت معمولی	حالت بانک	آیس
چیلر (تناژ)	۲۳۸	۱۳۹	
آیس بانک (تن ساعت)	----	۷۰۹	
سرمایه گذاری اولیه (ریال)	۳۹,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۳۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۰۰
مقدار مصرف برق (Mwh)	۴۵۴	۴۸۹	
هزینه مصرف برق (ریال)	۱,۳۳۰,۰۰۰,۰۰۰	۱,۱۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۰
دیماندر برق (kw)	۳۵۷	۲۲۱	
هزینه دیماندر (ریال)	۲۲۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۴۰,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه تعمیر و نگهداری (ریال)	۱۷۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
صرفه جویی سالانه (ریال)	۳۸۰,۰۰۰,۰۰۰		
صرفه جویی اولیه	۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰		

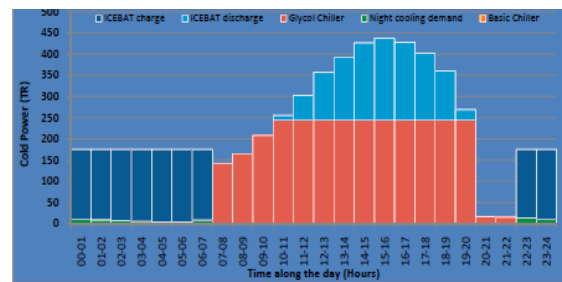
جدول شماره ۲



شکل شماره ۴



نمودار شماره ۱ بار کل پروژه با استفاده از سیستم سنتی



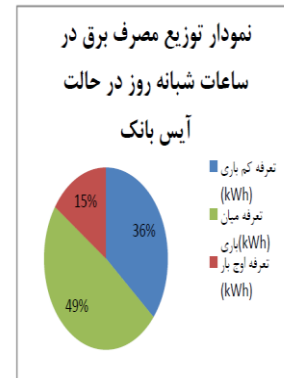
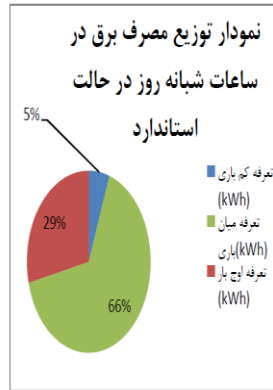
نمودار شماره ۲ بار کل پروژه با استفاده از سیستم آیس بانک

پروژه نمونه شماره ۳:

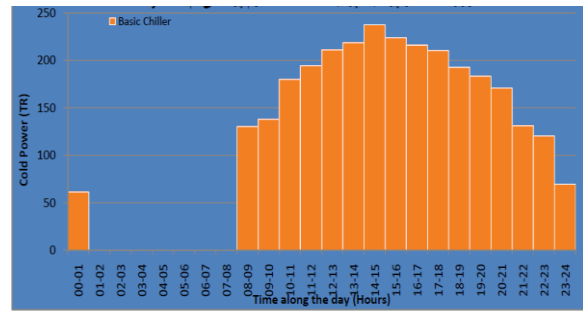
کاربری ساختمان: دانشکده

آیتم	حالت معمولی	حالت بانک
چیلر (تناژ)	۳۴۴	۱۸۹
آیس بانک (تن ساعت)	---	۱۲۳۶
سرمایه گذاری اولیه (ریال)	۱۷,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
مقدار مصرف برق (Mwh)	۴۰۶	۳۹۵
هزینه مصرف برق (ریال)	۱,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
دیماند برق (kw)	۵۶۰	۳۲۰
هزینه دیماند (ریال)	۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه تعمیر و نگهداری (ریال)	۳۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۸۰,۰۰۰,۰۰۰
صرفه جویی سالانه (ریال)	۷۴۰,۰۰۰,۰۰۰	
صرفه جویی اولیه	۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	

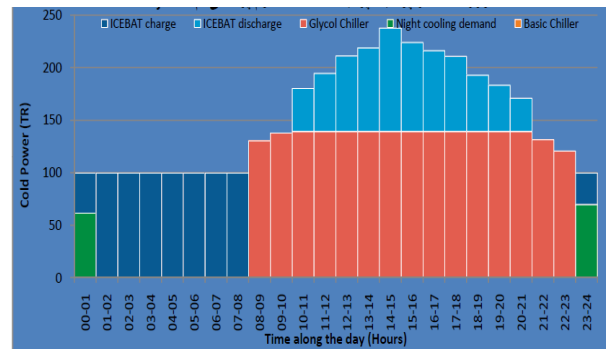
جدول شماره ۳



شکل شماره ۵



نمودار شماره ۳ بار کل پروژه با استفاده از سیستم سنتی



نمودار شماره ۴ بار کل پروژه با استفاده از سیستم آیس بانک



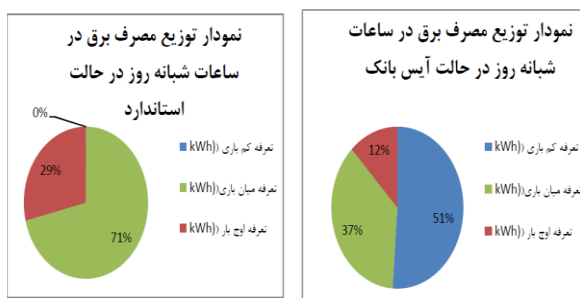
نمودارها نشان می دهد که استفاده از سیستم آیس بانک نسبت به سیستم سنتی (چیلر)، بار کل پروژه در زمان های پیک مصرف برق کاهش چشمگیری داشته که این مسئله باعث صرفه جویی در انرژی و همچنین صرفه جویی در پرداخت هزینه ها می شود. از آنجاییکه در سیستم های دارای آیس بانک، تجهیزات برودتی شامل کمپرسور، کندانسور و غیره دارای ظرفیت و اندازه کوچکتری می باشند، انرژی الکتریکی حدود ۱۵٪ کاهش پیدا می کند که همین امر باعث کاهش هزینه سرمایه گذاری اولیه پروژه نیز می گردد. جداول آورده شده در این مقاله به خوبی این مسئله را بیان می کند.

نتیجه گیری:

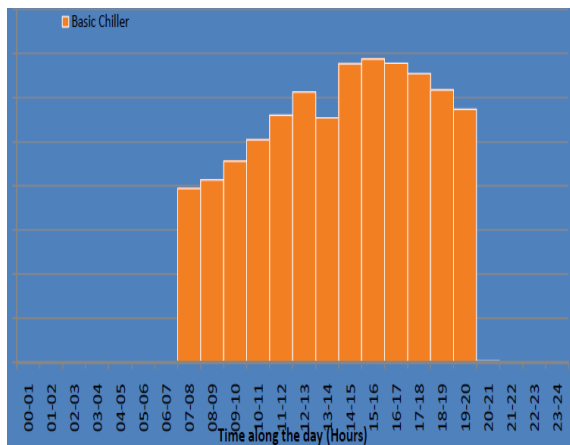
به منظور کاهش مصرف انرژی می توان از سیستم های زیادی بهره برد، یکی از دستگاه هایی که امروزه در صنایع مختلف جهت تبرید با هدف کاهش مصرف انرژی و عدم هزینه های زیاد، استفاده از دستگاه آیس بانک است.

این مقاله به بحث در مورد ذخیره سازی انرژی سرمایه شی با توجه به میزان بیشینه بار سرمایه شی مورد نیاز ساختمان و همچنین گستره زمانی مصرف آن پرداخته است. در این پژوهش پس از بررسی سیستم آیس بانک و مزایا و کاربردهای آن، به بررسی سیستم خنک سازی ساختمان در دو حالت استفاده از سیستم آیس بانک و بدون استفاده از آن سیستم، در چند پروژه پرداخته است نتایج نشان می دهد که استفاده از سیستم آیس بانک، مصرف انرژی الکتریکی تاسیسات سرمایه شی را در ساعات اوج مصرف به حدود ۱۵٪ کاهش می دهد. آمارها نشان می دهد که این امر سبب کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از تولید برق می شوند.

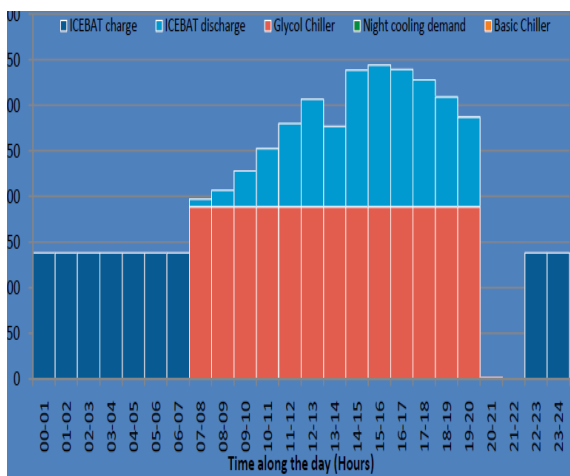
یکی دیگر از مباحث مهم دیگر بحث فنی و ریالی پروژه می باشد که نتایج به خوبی نشان می دهد که به لحاظ هزینه ای صرفه جویی خوبی هم در حالت اولیه و هم



شکل شماره ۶



نمودار شماره ۶ بار کل پروژه با استفاده از سیستم سنتی



نمودار شماره ۷ بار کل پروژه با استفاده از سیستم آیس بانک

### تحلیل و جمع بندی:

از آنجا که قسمت زیادی از برودت در شب تولید می شود و دمای محیط کمتر از روز می باشد، لذا بازده کندانسور افزایش چشمگیری میابد.

سالانه نسبت به حالت معمولی ( بدون استفاده از سیستم آیس بانک ) می باشد.

منابع:

- ۱- استفاده از سیستم آیس بانک با رویکرد کاهش پیک مصرف انرژی در ساختمان (مهدی عابد پور کاریزکی - سید مهدی میری)