****

**دانشگاه تهران**

### دانشكده فني

**گروه مهندسي مكانيك**

**بررسي و انتخاب انواع سيستمهاي مختلف آيس بانك با یک**

**مخزن ذخيره سرمايي**

تقديم به :

پدر و مادر عزيزم كه همواره در تمام طول زندگي بزرگترين حامي، دلسوز و پشتيبان و ياور من بوده اند و تحصيلاتم و تمام موفقيت هايم را مديون محبتها، راهنماييها و زحمات صادقانه آن بزرگواران هستم.

#### تقدير و تشكر

**با سپاس از :**

**کسانی که مرا در این تحقیق یاری نموده اند**

# فهرست

مقدمه ............................................................................................................................................................................. 5

چكيده ............................................................................................................................................................................. 6

علائم و اصطلاحات بكار گرفته شده ......................................................................................................................... 7

فصل اول – معرفي كلي .............................................................................................................................................. 8

فصل دوم – پارامترهاي اصلي طراحي ..................................................................................................................... 22

فصل سوم – مقايسه سيستم هاي مختلف مخزن ذخيره ................................................................................... 60

فصل چهارم – روش يخسازي بروي كويل (خارجي) (External Melt Ice-On-Coil System) ...... 62

فصل پنجم – روش يخسازي بروي كويل (داخلي) (Internal Melt Ice-On-Coil System) ............. 70

فصل ششم – روش كپسولهاي يخ (Encapsulated Ice) ............................................................................ 78

فصل هفتم – روش نمك اوتكتيك (Eutectic Salt Phase Change Material) ............................... 97

فصل هشتم – توضيحي كوتاه در مورد روش يخسازي مستقيم (Ice Harvesting System) .............. 104

فصل نهم – توضيحي كوتاه در مورد روش مخزن ّ اب سرد ّ (Chilled Water Storage System) 106

فصل دهم – پروسه طراحي ....................................................................................................................................... 108

# ضميمه - Aمثالي كاربردي در استفاده از مخزن ذخيره در صنايع لبنيات ......................................... 125

# مقدمه

بحث استفاده از مخازن ذخيره سرمايي (Cool Thermal Storage) از سالهاي 1970 و 1980 آغاز گرديد. در اين زمان نيروگاه هاي توليد انرژي الكتريكي متوجه ضرورت كاهش پيك مصرف انرژي براي سهولت و حتي پيشرفت در امر توليد و توزيع شده بودند و در خيلي از موارد بخصوص در روزهاي گرم سال، مقدار ماگزيمم مصرف انرژي در يك پروژه بيشتر به سهم دستگاهها و تجهيزات تهويه مطبوع اختصاص داشت.

در بررسي انجام شده در ايالات متحده مشخس گرديد كه در بسياري از ايالتها تبريد در تابستان بيش از %35 كل برق مصرفي را بخود اختصاص داده است. (درنتيجه صحبت بر سر بهينه سازي ملياردها دلار هزينه انرژي مصرفي مي باشد).

در نتيجه صنعت به اين امر توجه نمود كه اگر بتوان تبريد را در زمان غير يك مصرف انرژي به طريقي ذخيره نمود و بعداً مورد استفاده قرار داد بار مصرفي زيادي از دوش شبكه در زمان پيك مصرف برداشته خواهد شد و در نتيجه ظرفيت بيشتري براي مصارف ديگر در طول اين زمان در دست خواهد بود و همچنين از ظرفيت اوقات غير پيك مصرف انرژي نيز بطور كامل استفاده خواهد گرديد.

در نتيجه بسياري از شركتها و نيروگاههاي توليد كننده انرژي الكتريكي از راههاي مختلف از جمله با تغيير تعرفه خود، اضافه كردن مبالغ قابل توجهي به قيمت مصرف در زمان پيك مصرف انرژي، تعيين مبلغي اضافه براي مصرف كننده بر اساس مقدار ماكزيمم انرژي مصرفي در طول يك ماه ( هزينه ديماند Demand) ) (و نه براساس مقدار كل انرژي مصرفي) وحتي تعيين وامها و سوبسيد هايي براي ترغيب مصرف كننده ها به انتقال پيك مصرف انرژي خود به ساعتهاي غير پيك، سعي در انتقال قسمتي از انرژي الكتريكي از ساعات پيك مصرف به ساعات غير پيك نمودند.

مخزن ذخيره يكي از اين راههاست كه كاركرد چيلرها را كه از پرمصرف ترين دستگاههاي تهويه مطبوع مي باشند به ساعات دلخواه موكول مي نمايد. در اكثر موارد نيز هزينه اي كه از كم كردن سايز چيلر صرفه جويي مي گردد براي ساختن يك مخزن يا خريد آن كافي مي باشد.

يكي از ضعف هايي كه در اكثر پايان نامه ها به چشم مي خورد مشخص نبودن منبع تك تك مطالب ذكر شده است؛ بطوريكه اگر خواننده به صحت بخشي از مطلب شك نمايد بطور مشخص متوجه نخواهد شد كه اين بخش و يا اين فرمول و يا حتي اين جمله دقيقا از كدام منبع نقل شده است و لذا امكان پيگيري معتبر بودن آن امكان پذير نبوده و يا با دشواري بسيار همراه خواهد بود. در اين پايان نامه سعي گرديده تا تمام قسمتهاي متن و حتي تك تك جملات با شماره هايي كه داخل كروشه [ ] قرار گرفته اند به منبع مورد نظر ارجاع داده شوند ؛ بطوريكه خواننده بتواند خود صحت و يا ميزان اعتبار تك تك جملات را بررسي و پيگيري نمايد.

مطالبي كه ناشي از اطلاعات شخصي يا دانسته ها يا نگرش مهندسي يا برداشت شخصي اينجانب گردآورنده اين پايان نامه مي باشد و يا در اثر پرس و جو و تحقيق اينجانب روشن گرديده است و داراي منبع مورد تاييد بين المللي اي نمي باشد، كلا داخل كروشه [....... ] نقل ميشود تا خواننده محترم پايان نامه خود در مورد صحت آن تصميم گيري يا بررسي نمايد.

اميدواريم اين پايان نامه به مهندسين و پيمانكاران و صاحبان صنايع در بررسي، آناليز و هم چنين انتخاب روش مناسب و با طراحي يك مخزن ذخيره (سرمايي) كمك نمايد.

چكيده

در اين پايان نامه به بررسي انواع سيستمهاي مختلف ايجاد يك آيس بانك (Ice Bank) يا يك مخزن ذخيره سرمايي (Cool Thermal Storage) پرداخته مي شود. روشهاي مختلفي كه مورد بررسي قرار مي گيرند عبارتند از :

1 – روش يخسازي بروي كويل (خارجي) (External Melt Ice-on-Coil Storage Storage System)

2 - روش يخسازي بروي كويل (داخلي) (Internal Melt Ice-on-Coil Storage Storage System)

3 – روش كپسولهاي يخ يا توپهاي يخ (Encapsulated Ice)

4 – روش نمك هاي اوتكتيك (Eutectic Salt Phase-Change Materials)

با استفاده از منابع معتبر سعي شده است تا تمام نكات قابل توجه و ضروري جهت ايجاد يك سيستم با مخزن ذخيره و همچنين نقاط قوت و ضعف هر روش مورد بحث و بررسي قرار گيرد.

در انتها چند مثال كاربردي در چگونگي انجام محاسبات و تخمين سايز مخزن مورد نياز آورده شده است.