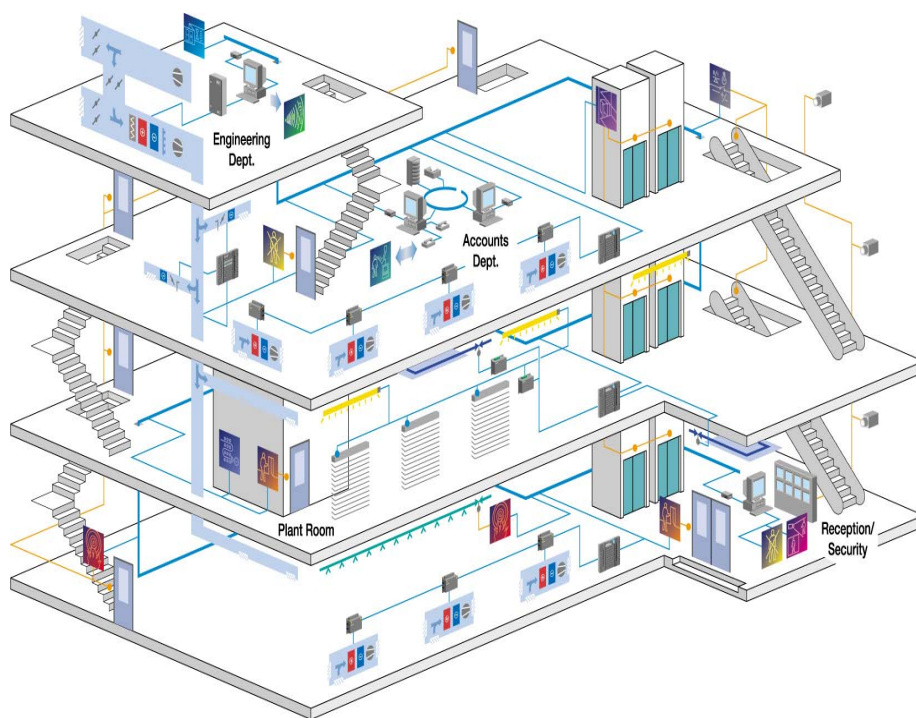


## راهنمای مدیریتی

# مزیت های اتوماسیون ساختمانی (BMS)



## راهنمای مدیریتی

# مزیت های اتوماسیون ساختمانی (BMS)

### ۱- مقدمه

سیستم مدیریت ساختمان امروزه به عنوان یک نیاز واقعی و نه به عنوان یک تکنولوژی لوکس در طراحی ساختمانهای بلند مرتبه و گسترده توسط مهندسان و مدیران ملاحظه می شود. امروزه افزایش مداوم قیمت انرژی و نیاز به دستیابی به اطلاعات صحیح و متمرکز، استفاده از BMS را توسط مدیریت سرمایه گذار و بهره بردار ساختمان کاملاً توجیه می نماید. مزیت این سیستم نسبت به سیستمهای کنترلی سنتی استاندارد، عمدتاً امکان کنترل بهینه مدیریتی و فنی متمرکز می باشد. باید در محاسبات اقتصادی ایجاد این سیستم کاملاً به این نکته توجه داشت که در حدود ۸۰ درصد از قیمت تجهیزات این سیستم که در کنترل سیستمهای حرارتی و برودتی بصورت مشترک استفاده می شود در سیستمهای سنتی و متداول نیز هزینه می شود. یکی دیگر از نکات مهم در انتخاب سیستم، قابلیت پشتیبانی مداوم سیستم توسط شرکت سازنده و یا نمایندگان داخلی آن می باشد. قابلیتهای سخت افزاری و نرم افزاری سیستمهای مدیریت ساختمان BMS کم و بیش در بین سازندگان بین المللی مشابه است ولی نکته مهم هنر استفاده از این قابلیتها در مراحل طراحی، برنامه نویسی، نصب و مخصوصاً راه اندازی سیستم می باشد. مزیتها ذکر شده برای این سیستم مخصوصاً بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه های نگهداری و راهبری تجهیزات حرارتی- برودتی و الکتریکی افزایش شرایط راحتی ساکنین بستگی مستقیم به کیفیت و طراحی برنامه نویسی و اجرای آن و همچنین رابطه مستقیم با سطح علمی مهندسین راهبر BMS در آنالیز اطلاعات دارد.

مزایای این کنترل در نیل به اهداف زیر خلاصه می شود:

- صرفه جوئی در مصرف انرژی
- کاهش نیروی انسانی
- افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش نرخ خرابی آنها
- کاهش هزینه های نگهداری و راهبری
- نگهداری و راهبری علمی و برنامه ریزی شده (Preventive maintenance)
- برقراری اتوماسیون قابل انعطاف برای تمامی عملکردهای ساختمان
- افزایش بازده کاری نیروی انسانی به لحاظ فراهم شدن محیط کاری مناسب از رهگذر کنترل دقیق پارامترهای مختلف نظیر دما، رطوبت، CO<sub>2</sub> و روشنایی در ساختمان
- بهینه سازی عملکرد سیستمهای ساختمان بطور مداوم
- بالا بردن سطح علمی مهندسین راهبری و نگهداری تاسیسات ساختمان
- تامین ایمنی ساختمان

### ۲- BMS

مجموعه ای از DDC ها (Direct Digital Controller) که بصورت یک شبکه به هم متصل می باشند. این مجموعه کنترلرها اطلاعات متغیرها را نظیر درجه حرارت، فشار، رطوبت، ولتاژ، آمپر، کالری یا وضعیت و حالت کارکرد تجهیزاتی نظیر پمپ، فن، بویلر، چیلر را که توسط سنسورها و سوئیچ ها اندازه گیری می شود، دریافت و پس از آنالیز آنها، فرمانها را به عملگرها و موتورها

مشهد - بلوار سجاد - نبش مولوی (مقابل کنسولگری عربستان) - پلاک ۲۳۹ - واحد ۱- صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۹۱۷۷۰

نظیر شیر های برقی، موتور دمپرها، کنتاکتورها و غیره ارسال می نماید. قابل ذکر است که از طریق کامپیوتر می توان به تمامی این شبکه دسترسی داشت و از این طریق نیز می توان اطلاعات و آلامها را دریافت، ذخیره و آنالیز نمود و همچنین می توان به تمامی عملگرها فرمان صادر نمود. نحوه نمایش اطلاعات در روی کامپیوتر معمولاً بصورت گرافیکی می باشد.

طبق تعریف فوق سنسورها و اندازه گیرها در لایه field و DDC ها در لایه اتوماسیون و کامپیوترها در لایه مدیریت قرار دارند. استاندارد اروپا این سه لایه را بصورت زیر تعریف می کند:

#### شبکه لایه مدیریت (Management level Network)

این لایه وظایف اپراتوری اطلاعات، آنالیزنتایج، هماهنگی، تعریف اهداف و اجرای فرمان به تمامی سرویسها و تاسیسات ساختمانی را بر عهده دارد.

#### شبکه لایه اتوماسیون (Automation level Network)

در این لایه وظایف پردازش، تشخیص و ارسال اطلاعات، حلقه های کنترلی بسته، حلقه های کنترلی باز و وظایف بهینه سازی در تاسیسات ساختمان صورت می گیرد.

#### شبکه لایه فیلد (Field level Network)

این لایه در عملکردهایی نظیر اندازه گیری، شمارش، سیگنالینگ، سوئیچینگ و اعمال فرمان استفاده می شود.

BMS می تواند دربرگیرنده تمامی سرویسهای الکتریکی، مکانیکی و حفاظتی ساختمان باشد. این سرویسها شامل گرمایش، سرمایش، تهویه مطبوع، آسانسور، نیروگاه برق اضطراری، پله برقی، کنترل روشنایی، دوربین مداربسته، اعلام و اطفاء حریق، کنترل تردد و غیره می باشند.

### ۳- اثرات مثبت استفاده از BMS

#### ۱- بهینه سازی زمان استفاده از تجهیزات (Optimization Start/Stop)

با استفاده از این عملکرد می توان زمان روشن بودن تجهیزات سرمایش و گرمایش را بحداقل ممکن رساند بدین ترتیب تا حد قابل توجهی در مصرف برق و سوخت صرفه جوئی نمود. کنترلر با داشتن اطلاعات زیر:

- زمان استفاده از محیط مورد نظر در طول هفته

- مقدار درجه حرارت تنظیمی محیط (set point)

- درجه حرارت درونی محیط

- درجه حرارت خروجی محیط

زمان راه اندازی بهینه هواساز را در صبح هر روز را محاسبه و بطور اتوماتیک هواساز آن محیط را روشن می نماید. بعنوان مثال فرض کنید ساعت شروع به کار در یکی از دفاتر ساختمان اداری ۸ صبح و Set point دما نیز روی ۲۵ درجه سانتیگراد تنظیم شده باشد. با توجه به آنکه کنترلر دائماً دمای داخل را اندازه گیری می کند با محاسبه به این نتیجه می رسد که هواساز دفتر مربوطه باید در ساعت ۷/۱۰ دقیقه صبح شروع بکار نموده تا بتواند در ساعت ۸ صبح دما را بحد مطلوب برساند، بنابراین درمقایسه با سیستمهای متداول سنتی که هواسازها را بطور دائم روشن نگه می دارند و یا در ساعت ۵ الی ۶ صبح روشن می شوند، می توان به اهمیت این مسئله واقف شد.

## ۲- Duty Cycle

این قابلیت مشابه یک ترموستات عمل می کند و با استفاده از آن می توان در فواصل زمانی مشخص سیستمی را خاموش و روشن نمود بدین ترتیب در زمانی که سیستم مربوطه خاموش است در مصرف انرژی صرفه جوئی نمود. همانطور که می دانیم تمامی سیستمهای حرارتی و برودتی براساس حداکثر بار (Load) طراحی می شوند که بتوانند تحت هر شرایطی پاسخگو باشند ولی از آنجا که حداکثر بار در طول سال بسیار کم روی خواهد داد لذا این قبیل سیستمها در مواقع عادی Over Design بوده و باعث می شود مصرف تلفات انرژی بیش از نیاز باشد، بنابراین با استفاده از Duty Cycle می توان ظرفیت سیستم طراحی شده را به اندازه مورد نیاز تقلیل داد به عنوان مثال می توان به مدرسه ای اشاره کرد که فقط در هر دو ساعت بمدت ۱۵ دقیقه فن تهویه سالن اصلی که در زنگ تفریح مورد استفاده شاگردان قرار می گیرد روشن شود و در بقیه موارد خاموش باشد.

## ۳- Peak Demand Limiting

با استفاده از این عملکرد، زمانی که مصرف انرژی الکتریکی بیش از حد مجاز تعیین شده باشد سیستم BMS تجهیزاتی را که روشن بودن آنها در اولویت بالایی نمی باشد خاموش نموده و زمانی که مصرف به کمتر از حد مجاز برسد مجدداً اقدام به روشن نمودن آنها می نماید. با این عمل در هزینه پرداختی برای مصارف الکتریکی می توان کاملاً صرفه جوئی نمود. مصرف برق بیشتر از حد مجاز در اکثر کشورها دارای هزینه بالاتری می باشد. به عنوان مثال فرض کنید که تابلوی برقی برای سه عدد هواساز و تعدادی روشنایی و تجهیزات جانبی طراحی شده باشد و حد بالای مصرف را بر روی ۱۰۰ کیلووات تنظیم کرده باشیم. حال فرض کنید سه عدد هواساز روشن بوده و مصرف آنها در حدود ۹۰KW باشد به تدریج لامپ ها و بقیه تجهیزات روشن می شوند بطوریکه مصرف برق به بیش از ۱۰۰KW می رسد در این لحظه کنترلر با استفاده از عملکرد PDL اقدام به خاموش نمودن هواساز شماره ۳ که از اهمیت کمتری برخوردار است، می کند و بدین ترتیب مصرف هیچگاه بالاتر از ۱۰۰KW نرفته و در مصرف غیرضروری انرژی صرفه جوئی خواهد شد.

## ۴- Time of Day Scheduling

توسط این عملکرد می توان تجهیزات را براساس برنامه زمانی در طول شبانه روز خاموش و روشن نمود بطوریکه در ساعات غیر ضروری از روشن بودن آنها جلوگیری شود.

## ۵- Calendar Scheduling

براساس این عملکرد می توان کارکرد تجهیزات را بمدت یک سال در اختیار کنترلر قرارداد تا براساس تعریف کارفرما در روزهای پنجشنبه، جمعه و یا سایر روزهای هفته عملکرد های مخصوص بمنظور جلوگیری از اتلاف انرژی اجرا گردد.

## ۶- Holiday Scheduling

توسط این عملکرد می توان با مشخص نمودن تاریخ تعطیلات رسمی و غیررسمی برای کنترلر، از عملکرد مخصوص این روزها استفاده نمود.

## ۷- Temporary Scheduling

با استفاده از این برنامه می توان جدول زمانبندی را بطور موقت برای روزهای خاصی از هفته را تغییر داد. به عنوان مثال فرض کنید طبق برنامه فن های تخلیه هوای سرویس های بهداشتی از ۷ صبح الی ۷ شب جهت کارکرد در روزهای عادی برنامه ریزی شده باشند چنانچه بدلیلی در روزهای دوشنبه و سه شنبه بعد از ظهر قرار به تعمیر سرویس بهداشتی باشد، دیگر نیازی به روشن بودن فن ها نیست پس می توان بطور موقت فقط برای هفته جاری این تغییر را در برنامه اعمال نمود و در آن ساعات فن ها را خاموش نمود.

مشهد - بلوار سجاد - نبش مولوی (مقابل کنسولگری عربستان) - پلاک ۲۳۹ - واحد ۱- صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۱۳۷۷ ۴

تلفکس: ۶۰۶۱۶۹۲-۶۰۹۳۶۰۷ همراه: ۰۹۱۵۳۱۷۸۷۱۱-۰۹۱۵۵۱۶۶۴۱۳ www.Ariaz.ir Info@Ariaz.ir

### ۸- Automatic Day Light Saving

این قابلیت باعث می شود که بطور اتوماتیک ساعت نرم افزاری کنترلر خود را با طلوع آفتاب در فصلهای مختلف تطبیق دهد و این عمل در کاهش مصرف انرژی الکتریکی در زمانی که از نور طبیعی بجای روشنایی مصنوعی استفاده می شود، موثر است.

### ۹- Night Set back Control

در ساختمانهای اداری در هنگام شب با کاهش یا افزایش set point که بستگی به فصل دارد می توان مصرف انرژی را کاهش داد. در عین حال، این مسئله نیز مورد توجه است که در صبح فردا در سریعترین زمان ممکن و کمترین مصرف انرژی بتوان دمای محیط را به Set Point مورد نیاز در روز رساند.

### ۱۰- Enthalpy Switch Over

با استفاده از اندازه گیری میزان آنتالپی درون و بیرون ساختمان و مقایسه آنها با یکدیگر می توان از انرژی مجانی هوای خارج ساختمان با استفاده از دمپره های قابل کنترل استفاده بهینه نمود. عملکرد آن به دو بخش تقسیم می شود. در زمانی که هواساز در حالت ایجاد برودت برای ساختمان است، در هر ساعت از شبانه روز (مثلاً صبح زود) چنانچه آنتالپی هوای خارج، از هوای داخل ساختمان کمتر باشد، هواساز روشن شده و با باز نمودن ۱۰٪ دمپر، هوای تازه و تخلیه، به تهویه کلی هوای ساختمان و خارج نمودن گرمای درون می پردازد. در فصلی که هواساز در حال گرمایش است دقیقاً عکس این برنامه پیاده می شود و زمانی که آنتالپی هوای خارج از داخل بیشتر است به استفاده از گرمای مجانی هوای بیرون با حداکثر ظرفیت می پردازد.

### ۱۱- Fan-Speed CFM Control

با کنترل سرعت فن می توان در مصرف انرژی الکتریکی صرفه جوئی نمود. درمواقع غیرضروری، کنترلر براساس برنامه طراحی شده، سرعت فن را کاهش داده و علاوه بر کاهش مصرف انرژی الکتریکی توسط موتور فن، می توان در مصرف سوخت نیز با کاهش بار کویلها صرفه جوئی نمود.

### ۱۲- Chiller /Boiler Sequencing

با استفاده از این استراتژی می توان از بکارگیری تمامی چیلرها و بویلرها جلوگیری نموده و فقط براساس نیاز واقعی به برودت و یا گرمایش تعداد چیلرها و بویلرهای روشن را تنظیم نمود. برای حصول به این نتیجه روشهای متعددی وجود دارد که در اینجا به ذکر نمونه هایی از آن می پردازیم.

**اندازه گیری دمای برگشت:** در این روش دمای آب برگشت به موتورخانه اندازه گیری می شود و کنترلر با مقایسه با Set Point به تدریج تعداد چیلرها و بویلرهای در حال کار را افزایش و یا کاهش می دهد.

**اندازه گیری انرژی:** در این روش با اندازه گیری انرژی برودتی و گرمایی مصرفی ساختمان می توان تعداد چیلرها و بویلرهای مورد نیاز برای جبران این انرژی را تعیین نمود. این عملکرد با نصب یک کالری متر در لوله اصلی برگشت از ساختمان انجام می شود، این سنسور با اندازه گیری دبی و حرارت رفت و برگشت ساختمان مقدار انرژی مصرفی را اندازه گیری می نماید.

**اندازه گیری اختلاف فشار:** در این روش اختلاف فشار آب ورودی به ساختمان با آب خروجی از ساختمان اندازه گیری شده و براساس آن کنترلر به محاسبه بار مورد نیاز توسط هواسازها می پردازد و اقدام به روشن و خاموش نمودن چیلرها و بویلرها می نماید. قابل ذکر است که اختلاف فشار بین آب ورودی به ساختمان و آب خروجی از آن به سمت موتورخانه تابعی از درصد باز بودن شیرهای کنترلی دو راهه و در نتیجه میزان بار هواسازها می باشد. پس از مشخص شدن بار ساختمان توسط یکی از سه روش نمونه

فوق و تنظیم تعداد تجهیزاتی که باید روشن باشند، با استفاده از یک عدد شیر By pass که در موتورخانه بین مسیر آب رفت و برگشت تعیبه می شود، می توان دقیقاً دبی آب مورد نیاز به ساختمان را به سمت آن هدایت نموده و دبی اضافی را از طریق این شیر به موتورخانه برگشت دهیم، بنابراین با استفاده از این روش ظرفیت پله ای چیلرها و بویلرها را که معادل تعداد چیلر یا بویلر روشن است به ظرفیت خطی و تدریجی تبدیل کرده و دقیقاً به همان اندازه مورد نیاز از انرژی خروجی آنها استفاده می کنیم. بدین ترتیب این روش در مقایسه با سایر روشهای سنتی که چیلرها و بویلرها را دائماً خاموش و یا دائماً روشن نگه می دارند از مزیت مدیریت صرفه جوئی در انرژی برخوردار می باشد.

### ۱۳- افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش نرخ خرابی آنها

یکی از قابلیت های سیستم BMS جمع آوری اطلاعات دقیق از تمامی تجهیزات حرارتی و برودتی نظیر فن، پمپ، فیلتر، شیرهای برقی، دمپرها، چیلر، بویلر و غیره و همچنین تجهیزات الکتریکی نظیر ژنراتور برق اضطراری - ترانس، تابلوی برق، UPS و غیره بر روی کامپیوتر پست مرکزی می باشد که می توان این اطلاعات را برای مدت طولانی ذخیره نمود. با دریافت سریع آلام خرابی تجهیزات و رفع سریع عیب آنها می توان عمر مفید تجهیزات را افزایش داد و همچنین با آنالیز اطلاعات و تصمیم گیری بموقع و منطقی می توان نرخ خرابی را کاهش داد. مثلاً اگر یک پمپ در ۶ ماه گذشته ۴ بار برای رفع نواقص فنی تعمیر شده است آیا تعویض پمپ منطقی تر است یا تعمیر مجدد آن؟

### ۱۴- کاهش هزینه های نگهداری و راهبری و کاهش پرسنل:

نگهداری و راهبری تاسیسات تهویه مطبوع در ساختمانهای معظم نظیر برج های تجاری، اداری و بیمارستانها با مشکلات فراوانی همراه می باشد. زمانی که کنترل این تاسیسات با سیستم های Stand alone یا کنترلرهای ساده انجام می شود و از اندازه گیریهای معمولی (Gage ها) برای اندازه گیری پارامترهای مختلف نظیر درجه حرارت، فشار، رطوبت و غیره استفاده می شود، گروه راهبری مقادیر متغیرها را از روی gage ها و وضعیت و سلامت تجهیزات را با حضور و مشاهده فیزیکی یادداشت می کنند و برنامه تعمیراتی و راهبری خود را تدوین می نمایند که این مستلزم صرف وقت و پرسنل بسیار می باشد. در صورتیکه در سیستم BMS، سنسورها اندازه گیری پارامترها را بعهده دارند و انتقال اطلاعات آنها به کامپیوتر مرکزی به آسانی و بصورت real time انجام می گیرد و وضعیت سلامت و یا خرابی تجهیزات نیز از طریق سنسورها و با چک کردن تابلوی برق این تجهیزات به آسانی در کامپیوتر قابل دسترسی می باشد. گروه راهبری با استفاده از این اطلاعات متمرکز، برنامه راهبری خود را بنحو احسن تدوین نموده و بازدیدهای روزانه و هفتگی خود را براساس نیاز واقعی سیستم اجرا می نمایند. اگر شرکت نگهدارنده تجهیزات از گروه راهبری مجزا باشند، گروه نگهدارنده نیز می توانند این اطلاعات را حتی از راه دور از طریق خطوط مخابراتی، در دفتر شرکت خودشان دریافت نموده و برنامه نگهداری خود را تدوین نمایند. امروزه نرم افزارهایی موجود است که با دریافت اطلاعات از تاسیسات، نسبت به اولویت آلامهای دریافتی، بطور اتوماتیک برنامه راهبری و نگهداری را تدوین می نمایند.

### ۱۵ - برقراری اتوماسیون قابل انعطاف برای تمامی عملکرد های ساختمان

DDC ها با استفاده از قابلیت های سخت افزاری مانند بهره گیری از ورودی و خروجی های متعدد دیجیتال و آنالوگ و امکانات نرم افزاری مانند حلقه های کنترلی PID و عملکردهای ریاضی براحتی قادر به انجام اتوماسیون دقیق تاسیسات ساختمان چه مکانیکی نظیر هواسازها و چه الکتریکی نظیر ژنراتور برق می باشند. این کنترل به این جهت قابل انعطاف می باشد که تغییرات در نحوه کنترل بصورت نرم افزاری بوده و نیازی به کابل کشی مجدد تابلوها نمی باشد. یکی دیگر از مزایای استفاده از شبکه DDC ها و BMS، استفاده از یک سنسور جهت اندازه گیری و استفاده کل شبکه از نتیجه این اندازه گیری است. بطور مثال می توان از یک سنسور برای اندازه گیری درجه حرارت بیرون ساختمان استفاده نمود و مقدار این پارامتر را به تمامی DDC ها در طبقات مختلف ارسال نمود و

در کنترل دمپره های تمامی هواسازهای ساختمان از آن استفاده نمود. در سیستم های مدیریت ساختمان های مرتفع با تجمیع (Integration) سیستم های کنترلی مختلف نظیر تهویه مطبوع، روشنایی، اعلام و اطفاء حریق، کنترل تردد، آسانسور و غیره می توان با جمع آوری و آنالیز اطلاعات آنها در یک مجموعه واحد، مدیریت فنی و حفاظتی ساختمان را بهبود بخشید. برای مثال در صورت اعلام آتش سوزی در ساختمان سیستم تهویه و فن های تخلیه (Exhaust Fans) و سیستم روشنایی و همچنین سیستم اطفاء حریق می توانند بصورت هماهنگ عمل نموده که باعث کنترل و جلوگیری از گسترش آتش سوزی شوند. این هماهنگی در BMS بسادگی قابل اجرا می باشد.

#### ۱۶- بهبود شرایط راحتی در محیط کار ( Comfort ) در نتیجه بازده کاری پرسنل

یکی از محاسن سیستم های فنی و مدیریتی ساختمان افزایش راحتی ساکنین و در نتیجه بازده کاری آنهاست. که معمولاً در هیچ گزارش اقتصادی برای محاسبه زمان برگشت سرمایه گذاری سیستم BMS در ساختمان گنجانده نمی شود ولی در ساختمانهای اداری معظم نظیر بانک و بیمه می توان رقم قابل توجهی را منظور نمود و در بیمارستانها این مزیت از ارزش والائی برخوردار است. سیستم BMS با استفاده از کنترلرهای قابل برنامه ریزی نقش مهمی در کنترل دقیق پارامترهایی که باعث افزایش comfort می شوند همواره ایفا می کند. عمده ترین این پارامترها عبارتند از درجه حرارت، درصد رطوبت، مقدار CO<sub>2</sub>، سرعت هوا و همچنین تنظیم روشنایی و نور محیط. اپراتور راهبری می تواند سریعاً از طریق کامپیوتر نیاز گرمایی و سرمائی پرسنل را تامین نموده و درجه حرارت و یا رطوبت محیط را طبق خواست و شرایط فیزیکی پرسنل اصلاح نماید. کنترل CO<sub>2</sub> در مکانهای پر رفت و آمد نظیر ساختمانهای اداری، بیمارستانها و دانشگاهها بسیار مهم است که امروزه با نصب سنسورهای اندازه گیری CO<sub>2</sub> در کانال برگشت هواسازها و یا مستقیماً در فضاهای داخلی، این پارامتر اندازه گیری شده و با تنظیم دمپر هوای تازه، مقدار آن را تحت کنترل قرار می دهند. امروزه در ساختمانهای پیشرفته، کنترل روشنائی علاوه بر رسیدن به هدف صرفه جوئی در انرژی الکتریکی به عنوان یک عامل آسایش نیز محسوب می شود.

#### ۱۷ - بالا بردن سطح علمی مهندسين در نتیجه کار با سیستم BMS

یکی دیگر از محاسن سیستم BMS ارتقاء سطح علمی تکنسین ها و مهندسين مکانیک و برق با استفاده از این سیستم می باشد. این متخصصین برای تطبیق خود با سیستم جدید بمنظور راهبری تاسیسات مکانیکی و الکتریکی باید آموزشهای لازم در زمینه کامپیوتر و کنترل را تحصیل نمایند که خود باعث پیشرفت سطح علمی آنها شده و آنها بهتر می توانند آنالیز اطلاعات دریافتی از تاسیسات را انجام دهند و همواره این تاسیسات را در وضعیت سالم تری نگهداری کرده و در بهینه سازی مصرف انرژی نیز مؤثر باشند. که این خود هزینه پرداختی برای آموزش پرسنل را توجیه می نماید.

#### ۴- چند مثال عملی

در اکثر ساختمانها بالغ بر ۷۰ درصد سیستمهایی که توسط BMS کنترل می شوند تجهیزات تهویه مطبوع (HVAC) بوده و ۲۰ درصد نیز شامل سیستمهای الکتریکی و کنترل روشنائی می باشد و تجمیع سیستمهای دیگر نظیر سیستمهای حفاظتی، امنیتی، آسانسور و غیره باقیمانده را شامل می شوند. ابتدا باید نقش سیستم BMS را در کنترل سیستمهای سرمایشی و گرمایشی ساختمان (هواساز، فن کوئل و موتورخانه که شامل چیلرها و بویلرها و مبدل ها و پمپ ها و غیره)، کنترل روشنائی و توزیع برق را بررسی نموده و سپس باید دید چگونه میتوان در مصرف انرژی صرفه جوئی کرد.

بمنظور این بررسی به شرح مختصری درمورد سیستمهایی که تحت کنترل BMS در ساختمان بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (اجرا شده توسط خود شرکت زیمنس) واقع در خیابان میرداماد قرار دارند، بعنوان یک نمونه موفق می پردازیم.

### هواساز:

این ساختمان دارای ۴۷ عدد هواساز از انواع چند زونه (Multi Zones)، تک زون (Single Zone) و Air Washer می باشد. هر طبقه به دو بخش متقارن شرقی و غربی تقسیم شده و هریک دارای یک هواساز مجزا می باشد و هرکدام از بخشهای غربی یا شرقی به ۴ الی ۶ زون تقسیم شده اند.

بطور کلی هر هواساز از بخشهای زیر تشکیل شده است:

- یک عدد فن رفت (Supply Air Fan)
- دو عدد فن برگشت (Return Air Fan)
- یک عدد کویل سرد (Cold Deck)
- یک عدد کویل گرم (Hot Deck)
- یک عدد اسپری رطوبت زن
- یک عدد فیلتر فن رفت
- یک عدد فیلتر فن برگشت
- یک مجموعه از دمپره های اکونومی شامل دمپره های هوای تازه، دمپره های هوای برگشت، دمپره های تخلیه.
- ۴ الی ۶ عدد دمپر زون کانال سرد و گرم

جهت کنترل هریک از هواسازها از یک عدد کنترلر دیجیتال شرکت زیمنس بنام (Modular Building Controller) MBC استفاده شده است. MBC در مجاورت هواساز نصب شده و بدین ترتیب از حداقل سیم کشی و هزینه جهت ارتباط بین Field Equipments و MBC استفاده شده است. یک تابلوی برق تغذیه هواساز را بعهده دارد. این تابلو دارای سلکتور سوئیچ هائی جهت انتخاب وضعیت دستی و اتوماتیک جهت روشن کردن فن ها می باشد.

### تجهیزات فیلد (Field Equipment)

سنسورها، عملگرها و دتکتورهای که بر روی هواساز یا درون اتاق ها نصب شده اند Field Equipment نام دارند. این تجهیزات عبارتند از:

- شیرموتوری سرد و گرم
- سنسور دمای کویل گرم و سرد
- سنسور حفاظت از یخ زدگی
- دتکتور اختلاف فشار
- موتورهای دمپر هوای تازه، برگشت و تخلیه
- موتورهای دمپر زون ها
- سنسور دمای هوای برگشت
- سنسور کیفیت هوای برگشت (جهت اندازه گیری Co2 و گازهای مخلوط درهوا)
- دتکتور دود در کانال
- شیر برقی رطوبت زن
- سنسور دمای اتاق

اکنون بشرح پاره ای از وظایف تجهیزات فوق و استراتژی کنترلی که توسط MBC در هواساز و چیلر انجام می شود، می پردازیم



### روشن و خاموش شدن هواسازها

توسط برنامه کنترلر، زمان روشن شدن هواساز در صبح محاسبه می شود، بطوریکه در زمان ورود کارمندان دمای اتاق به حد مطلوب رسیده باشد. پس از روشن شدن فن، ابتدا دمپر هوای تازه کاملاً باز و دمپر هوای برگشت کاملاً بسته می شود سپس **Set point** دمای مخلوط این دو هوا طبق یک تابع شیب (**Ramp**) آرام آرام به مقدار محاسبه شده خود نزدیک می شود و دمپرهاى هوای تازه و برگشت به جهت رسیدن دمای هوای مخلوط به این **Set Point** به تدریج شروع به عمل کردن می نمایند. در طول شب یا صبح زود چنانچه آنتالپی هوای بیرون نسبت به آنتالپی هوای درون مناسب تر باشد هواساز روشن شده و با بازکردن کامل دمپر هوای تازه باعث تخلیه و تازه نمودن هوای درون و همچنین استفاده از انرژی مجانی هوای بیرون می شود.

### کویل گرم و سرد

پس از آنکه هوای مخلوط به درجه تنظیم خود رسید وارد کویل گرم و سرد می شود در آنجا نیز سنسورهای برای اندازه گیری دما وجود دارد و شیر گرم و سرد طوری کنترل می شود که دمای کویل ها به مقدار مطلوب برسد.

### کنترل دمای زون ها

دمپرهاى زون ها که در آخرین بخش در خروجی هواساز قرار دارند با توجه به دمای زون ها و **Set Point** آنها طوری کنترل می شوند که با ترکیب صحیحی از هوای گرم و سرد بتوانند دمای اتاق ها را به حد مطلوب برسانند.

### تنظیم رطوبت زن

در کانال برگشت، سنسور اندازه گیری میزان رطوبت وجود دارد، با توجه به عدد قرائت شده توسط این سنسور و مقایسه آن با **Set Point** رطوبت، شیربرقی رطوبت زن به صورت **PWM** فرمان روشن گرفته تا بتدریج رطوبت زون ها به میزان مطلوب برسد.

### تنظیم CO2

همچنین در کانال برگشت، سنسور اندازه گیری **CO2** وجود دارد، با توجه به میزان **CO2** موجود در هوای برگشت و مقایسه آن با مقدار تنظیمی (**Set point**) برای داخل ساختمان، دمپر هوای تازه شروع به کار مینماید بطوریکه بتدریج بتواند با ورود هوای تازه میزان **CO2** را در حد مطلوب نگه دارد.

### سنسورهای اختلاف فشار (DPS) - کنترل فن و فیلتر

فن های رفت و برگشت به دکتورهای اختلاف فشار مجهز شده اند. پس از فرمان روشن شدن به فن ها و پس از اندکی تاخیر جهت رسیدن دور موتور به حد نامی، وضعیت سوئیچ های اختلاف فشار توسط **MBC** بررسی می شود و چنانچه این سوئیچ ها عمل نکرده باشد، بمعنی عدم کارکرد فن می باشد. بنابراین بلافاصله به فن ها دستور خاموش داده و با ثبت گزارش و فرستادن آلارم اپراتورها را برای تعمیر آن آگاه می سازد. آلارم تعویض فیلتر نیز توسط **DPS** انجام می شود.

### ترموستات یخ زدگی

این ترموستات در مسیر هوای مخلوط قرار دارد و در صبح زمستان و در زمان استارت هواساز چنانچه دمای هوای مخلوط به کمتر از میزان **Set Point** این ترموستات برسد و امکان یخ زدگی کویل گرم وجود داشته باشد بلافاصله فرمان بسته شدن دمپرهاى هوای تازه و باز شدن کامل شیر گرم و به دنبال آن خاموش شدن فن رفت صادر می شود.

## چیلر

جهت برآوردن نیاز برودتی این ساختمان از ۵ دستگاه چیلر جذبی با ظرفیت نامی هر کدام معادل ۵۲۰ تن استفاده شده است. ۶ عدد پمپ وظیفه پمپاژ نمودن آب سرد خروجی از چیلرها را به سمت ساختمان جهت مصرف توسط هواسازها برعهده دارند. جهت کنترل تعداد چیلرهای روشن از یک عدد سنسور DPT (Differential Pressure Transmitter) استفاده شده است. این سنسور، اختلاف فشار بین آب مسیر رفت به ساختمان و مسیر برگشت از ساختمان را اندازه گیری نموده و براساس Set Point هائی که برای آن تعریف شده است اقدام به روشن و خاموش نمودن چیلرها براساس یک برنامه متعادل سازی از نظر ساعت کارکرد می پردازد.

بمنظور مطالعه بیشتر سهم BMS در راهبری و نگهداری بهینه تاسیسات ساختمان از تجربیات بانک **Credit Lyonnais** پاریس در نصب سیستم های BMS که شروع آن از دهه ۷۰ میلادی صورت گرفته، استفاده نموده و سعی در یک مقایسه اجمالی بین راهبری و نگهداری بدون BMS، با استفاده از BMS دهه ۷۰ و BMS امروزه می شود.

## سیستم راهبری اولیه دستی

در این سیستم تکنسین راهبر موظف به خواندن gage ها و یادداشت پارامترهای مختلف نظیر درجه حرارت، فشار و غیره و همچنین یادداشت مصارف انرژی تجهیزات مختلف، اندازه گیری و یادداشت شدت جریان موتورهای فن، پمپ و غیره بوده است. این شخص همچنین خرابی یا عدم کارکرد تجهیزات را نیز یادداشت می نموده و تمام این اطلاعات را به مسئول راهبری منتقل می کرده است. مسئول راهبری بر اساس این اطلاعات برنامه راهبری را تنظیم و دستور کار روزانه و هفتگی را به گروه راهبر اعلام می نموده است. گروه راهبر بر اساس دستور کار، وظایف خود را انجام و دستور کار اصلاح شده را به مسئول راهبری عودت می داده است. مسئول راهبری بر اساس کارهای انجام شده برنامه راهبری را به روز در آورده و دستور کارهای جدید را به گروه راهبری ارجاع می داده است. تجهیزاتی که نیز احتیاج به تعمیر داشته است توسط گروه مسئول تعمیر می شده است. این نحوه راهبری به اقرار مسئولین بانک، بسیار وقت گیر و پر هزینه بوده و کارهای اضافی و بی حاصل بدفعات تکرار می شده است و تمامی اطلاعات بصورت دستی ضبط و نگهداری می شده است که بعلت حجم اطلاعات نوشته شده و غیر مرتب، آنالیز و در نهایت استفاده منطقی و بهینه از آنها غیر ممکن بوده است. در دهه ۷۰ و در سال ۱۹۷۷ میلادی مسئولین بانک تصمیم به اجرای اولین سیستم BMS می نمایند. این سیستم که منطبق با تکنولوژی روز خود بوده است اطلاعات ۳۰۰۰ نقطه را جمع آوری می نموده و در اختیار اپراتور قرار می داده است. این سیستم همچنین قادر به صدور فرمانهای دیجیتال یعنی روشن و خاموش کردن تجهیزات از اطاق کنترل بوده است. مسئولین فنی بانک در آن زمان بسیار از امکانات این سیستم راضی بوده و می توانستند از اطلاعات جمع آوری شده استفاده نمایند. ولی هنوز این سیستم قادر به تنظیم برنامه راهبری مدون نبوده است. کنترل دقیق تجهیزات بعلت نبودن امکانات نرم افزاری خصوصاً حلقه های کنترلی PID و فرمانهای آنالوگ برای تغییر Set Point مقدور نبوده است. بطور خلاصه می توان گفت این سیستم در بهینه سازی مصرف انرژی، زمان و هزینه راهبری چندان مؤثر نبوده است.

## اجرای BMS پیشرفته

با نصب آخرین BMS که در اواخر دهه ۸۰ صورت گرفت DDC ها کنترل تمامی تجهیزات را به عهده دارند و اطلاعات را از طریق خطوط مخابراتی به چندین پست مرکزی انتقال می دهند. مدیریت تاسیسات ساختمان چه از نظر فنی، امنیتی، اداری و مالی همه بصورت اتوماتیک و Computerized انجام می شود. مدیریت فنی و راهبری بر اساس اولویت آلارمها و زمان کارکرد تجهیزات برنامه ریزی می شود. مدیریت مالی با دریافت مصارف مختلف ( سوخت و برق )، محاسبه هزینه ها بصورت اتوماتیک انجام می شود.