

## سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) فراسوی عصر الکترونیک با رویکرد مهندسی ارزش

مهندس سیف اله نیکنامی

مشاور و کارشناس BMS

Niknamis2 @ Asme.Org

مهندس مصطفی قلم چی

راهبر مطالعه ارزش - موسسه خدمات مدیریت و فناوری رشد قلم چی

m.ghalamchi@moshanir.com

واژگان کلیدی: مدیریت هوشمند ساختمان، تاسیسات ساختمان، انرژی، EMS، BMS

### چکیده

کا هس هزینه های دوره بهره برداری - جلوگیری از اتلاف منابع برگشت ناپذیر - و در نتیجه بیشینه کردن ارزش - تامین الگوی مصرف بهینه انرژی از جمله استفاده از روشنایی طبیعی فضاها در ساختمان (حتی الامکان) و نیز ایجاد شرایط محیطی مناسب جهت آسایش انسان - از جمله اهداف مهندسی ارزش در صنعت ساختمان می باشد .

سیستم های مدیریت ساختمان (BMS) از زمان معرفی شان در اوایل سال ۱۹۷۰ یک راه طولانی را طی کرده اند. سیستم های مدرن کم هزینه تر، سریعتر و بیشتر قابل اطمینان هستند و به سبب این مشخصه ها همواره آموختن و به کارگیری و استفاده از آنها راحتتر بوده و پیشنهاد می شود. آنها همواره به صورت کاملاً موفق و تقریباً در بسیاری از انواع تاسیسات و ساختمان ها نصب و راه اندازی شده اند و همین امر آنها را به عنوان یک نیاز ضروری که لازمه یک مدیریت موفق است، مطرح می سازد. این مقاله مفاهیم مدیریتی در باب EMS و BMS را در صنعت ساختمان و تاسیسات با رویکرد مهندسی ارزش به صورت جداگانه ارائه، و از آنجاییکه EMS زیر مجموعه ای از BMS می باشد در ابتدا مورد بررسی قرار می گیرد.

### Abstract

Building management systems (BMS) have come a long way since their introduction in the early 1970s. Modern systems cost less, are faster and more reliable, offer more features, have a more user friendly interface and easier learn and use. They have been installed successfully in facilities of all sizes and types, making them practically an essential requirement to the successful management of operating costs. This article addresses managerial implications concerning the BMS & EMS in the building industry.



## EMS

سیستم مدیریت انرژی (EMS) جهت کنترل و مانیتورینگ تاسیسات الکتریکی و مکانیکی و استفاده بهینه از انرژی الکتریکی و سوخت در ساختمان‌ها می‌باشد. که در قالب یکپارچگی با سیستم مدیریت هوشمند BMS پیاده می‌شود. سیستم EMS شامل تابلویی از تجهیزات حفاظتی، کنترلی و مانیتوری مجهز به ایترنرفیس مناسب (Mod-BUS) جهت ارتباط با سیستم BMS می‌باشد که با پیاده سازی اطلاعات ارسالی در پایگاه اطلاعات زمینه لازم را جهت اجرای روش‌های بهینه جهت مصرف انرژی فراهم می‌آورد. مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های هوشمند تاثیر بسزایی در صرفه‌جویی مصرف انرژی دارد. وابسته کردن نور و سیستم تهویه به حضور شخص و برنامه‌ریزی دمای اتاق‌ها در ساعات مختلف شبانه روز از مصادیق مدیریت مصرف انرژی می‌باشد. همچنین جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید به داخل ساختمان توسط کنترل اتوماتیک پرده و کرکره سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی برای دستگاه‌های سرمایشی می‌شود.

## منطق کنترل EMS و BMS

در جهت کاهش هزینه‌های صنعت ساختمان استفاده بهینه از تکنولوژی و بکارگیری فناوری ارتباطات و رایانه عملکرد سیستم‌های مدیریت و اتوماسیون ساختمان چشمگیرتر می‌گردند که در مجموع صرفه‌جویی انرژی را در برخواهد داشت بطوریکه صرفه‌جویی‌های ناشی از بکارگیری این سیستم‌ها در مدت زمان کوتاهی موجب جبران هزینه‌های مربوطه می‌شود. سیستم‌های کنترل هوشمند دارای انعطاف بالایی خواهند بود که می‌توان براحتی آنها را با نیازهای مختلف منطبق نمود. همچنین در هنگام بهره‌برداری براحتی

می‌توان عملیات تغییر و بهینه‌سازی برای راهبری بهتر و کاهش هزینه‌های انرژی و کاهش هزینه‌های تعمیراتی را انجام داد. در ساختمان هوشمند بسیاری از اعمالی که ساکنان از روی عادت و بصورت غیر ارادی انجام می‌دهند توسط سیستم‌های هوشمند انجام می‌گردد که باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه نیروی انسانی می‌گردد. با بکارگیری انواع و اقسام سنسورهای حسی در داخل و خارج ساختمان و با بکارگیری یک شبکه و سیستم واحد می‌توان بصورت دائمی و بلادرنگ اطلاعات دما، فشار، رطوبت، دبی هوا، میزان اکسیژن و دی‌اکسید کربن را در اختیار داشت و از آنها در جهت رسیدن به شرایط ایده‌آل استفاده کرد. در یک ساختمان هوشمند با امکانات نرم‌افزاری بوجود آمده می‌توان نمودارهای مختلفی را برحسب زمان در اختیار داشت و از آنها در جهت بهبود کیفی شرایط زیستی و حداکثر استفاده از هوای طبیعی را برای ساکنین بوجود آورد. در زمان کارکرد سیستم هوشمند ساکنان در جهت صرفه‌جویی مصرف انرژی حق باز کردن پنجره‌ها را نخواهند داشت و در ساختمان‌های اداری قبل از اتمام ساعت کار این سیستم بصورت اتوماتیک و متناوب شروع به خاموش کردن سیستم‌های تهویه مطبوع می‌کند. در یک ساختمان هوشمند با امکانات بوجود آمده می‌توان در هر زمان میزان مصرف انرژی بر پایه مصرف انرژی سوخت و برق را بدست آورد و از آن در جهت کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان (مبحث نوزدهم - مقررات ملی ساختمان) بهره برد.



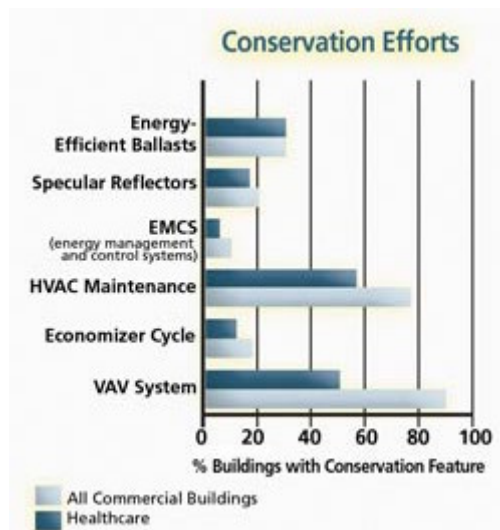
جمله این اقدامات بوده است. اما علیرغم موارد به انجام رسیده، همچنان پتانسیل‌های بسیار گسترده‌ای برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور وجود دارد، که در صورت بکارگیری راهکارهای مناسب، نتایجی همچون کاهش سطح تقاضای انرژی و محدود شدن نرخ رشد روبه افزایش ظرفیت‌سازی نیروگاهی، بهبود الگوی تولید، مصرف و بهبود ضریب استفاده از سیستم موجود و آزادسازی ظرفیت‌های عرضه برای حضور فعالتر در بازارهای بین‌المللی انرژی را به دنبال خواهد داشت.

## ارزیابی پتانسیل مصرف انرژی در یک ساختمان اداری:

مصرف انرژی در چند دهه اخیر بطور سرسام آوری افزایش یافته است. این افزایش از یک طرف نشان دهنده رشد اقتصادی و به گردش افتادن بیشتر چرخ‌های صنعت و در پی آن جابجا شدن کالاهای صنعتی به نقاط مختلف می‌باشد. از طرف دیگر شاید به دلیل قیمت ارزان انرژی، صاحبان صنایع و مصرف کنندگان خصوصی کشور در پی صرفه‌جویی و استفاده منطقی از این نعمت خدادادی نبوده‌اند. بعد از بحران انرژی سال‌های ۱۹۷۴ که با بالا رفتن قیمت نفت خام و قیمت انرژی همراه بود، بطور کلی روند مصرف انرژی کمی تغییر کرد و کشورهای بدون نفت در مصرف آن بصورت سیستماتیک‌تر عمل نمودند. به همین دلیل ممالک مصرف کننده انرژی در جهت جایگزینی انرژی‌های جدید فسیلی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و استفاده بهتر از انرژی‌های موجود گام برداشته‌اند.

## بازگشت سرمایه در گروی ذخیره‌سازی انرژی:

هدف اصلی استفاده از سیستم BMS در یک ساختمان ذخیره‌سازی انرژی و مصرف صحیح و بهینه از امکانات می‌باشد، که نتیجه این هدف علاوه بر ذخیره‌سازی انرژی بازگشت سرمایه اولیه که صرف اجرای BMS شده است می‌گردد. با ذکر چند مثال کاربردی طریقه صرفه‌جویی در مصرف انرژی را شرح می‌دهیم.



بیشترین مصرف انرژی در ساختمان توسط سیستم روشنایی بوجود می‌آید که با هوشمندسازی این سیستم می‌توان از اتلاف انرژی تا حد زیادی جلوگیری کرد که این عمل با ترکیب روشنایی روز و روشنایی مصنوعی به بهترین نحو و خاموش کردن چراغها در زمان بدون مصرف بوجود می‌آید. سیستم‌های مدرن مدیریت ساختمان امروزه برپایه وب- *web base* - نگاشته می‌شوند که بزرگترین حسن آن در بکارگیری امتیازات شبکه جهانی اینترنت و کنترل ساختمان از راه دور توسط سیستم‌های ارتباطی متداول در دنیا است به اینصورت که با راه اندازی سایت ساختمان مورد نظر و با وارد کردن شناسه کاربری و رمز عبور می‌توان از هر مکانی بر ساختمان احاطه داشت. در اینگونه ساختمان‌ها می‌توان با نصب تابلوهای نمایشگر الکترونیکی در مکان‌های خاص ساختمان و نمایش دادن اطلاعات مختلف از سیستم‌های کنترلی ساختمان، زندگی را برای ساکنین لذت بخش کرد.

## روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی (EMS)

تاکنون اقدامات مفیدی در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور به ثمر رسیده است. تدوین استانداردها و معیارهای برجسب مصرف انرژی، ایجاد و توسعه آزمایشگاه ملی صرفه‌جویی انرژی، بهینه‌سازی انرژی و مدیریت بار در صنایع، ممیزی انرژی در ساختمان‌ها، تهیه نرم‌افزارهای مشاور بهینه‌سازی و فعالیت‌های آموزشی و آگاه سازی از



۱- در اکثر اداره‌جات و سازمان‌ها کارمندان برای مصرف درست اهمیتی قائل نیستند مثلاً وقتی کارمندی محل کار خود را ترک می‌کند حتی اگر بازگشت وی زمان زیادی طول بکشد سیستم تهویه و روشنایی خود را همچنان روشن ترک می‌کند در ساختار BMS در صورت عدم وجود کسی در محل بصورت خودکار و پس از طی زمانی، سیستم به حالت حداقل مصرف سوییچ می‌کند تا دوباره شخص به محل کار خود بازگردد.

۲- در ساختمان‌های بزرگ اداری ساعت ۷ صبح تمام سیستم تهویه و روشنایی کل ساختمان روشن می‌گردد در صورتی که ممکن است افرادی در مرخصی یا مأموریت بوده و یا با تاخیر به محل کار بیایند که در این صورت انرژی بیهوده مصرف می‌گردد. در ساختار BMS تا فرد کارت حضور و غیاب را در ورودی می‌کشد سیستم تهویه روشنایی اتاق او فعال می‌گردد، و بدین صورت از مصرف بیهوده جلوگیری می‌گردد.

۳- در ساختمان‌های بزرگ اگر کنترل و مدیریتی روی تاسیسات مکانیکی نداشته باشیم بطور مثال بویلر را در نظر بگیریم مثلاً چهار بویلر داریم که در صورت عدم وجود کنترل بر عملکرد مجموعه بویلرها دو یا سه بویلر را همواره در مدار قرار می‌دهیم در صورتی که ممکن است حتی یک بویلر نیز جوابگوی سیستم در زمان‌های خاصی باشد که در این صورت نیز مصرف بهینه نمی‌باشد ولی اگر با استفاده از اندازه‌گیری با تعداد بویلرها تعیین کنیم همواره بصورت بهینه انرژی را مصرف می‌کنیم ضمن آنکه خللی در کار سیستم بوجود نمی‌آید.

۴- در هواساز ممکن است دمای مطلوب را بتوان از هوای محیط بیرون تامین نمود بدون اینکه نیاز به فعالیت هواساز باشد. که اگر مدیریت و کنترل وجود نداشته باشد با اینکه محیط بیرون جوابگوی سیستم می‌باشد ولی همچنان هواساز نیز در حال کار است که نتیجه عدم استفاده صحیح از انرژی می‌باشد.

قابلیت‌های بسیار دیگری نیز برای سیستم می‌توان مثال زد که

ذکر مثالهای فوق فقط بخشی از نحوه ذخیره سازی انرژی را شامل می‌شد.

بحث دیگری که در بازگشت سرمایه نقش دارد مصرف بهینه از امکانات می‌باشد که در ذیل توضیحات مختصری خواهیم داد:

۱- در سیستم تاسیسات مکانیکی با تقسیم زمان‌های کارکرد بین تمام اعضای یک مجموعه (مثلاً مجموعه پمپ‌های سیرکولاسیون) فشار کاری بین همه اعضا تقسیم می‌شود. ضمن اینکه از غیر فعال بودن یک بخش از مجموعه بطور دائم جلوگیری می‌کند که خود باعث بهتر عمل کردن تمام مجموعه می‌گردد.

۲- روی تمام تجهیزات مورد استفاده در ساختمان کنترل داشته و تمام وضعیت‌های موجود را اندازه‌گیری کرده و در صورت بروز خرابی در سیستم بطور خودکار به جز Standby سوییچ کرده و خرابی را به اطلاع کاربر می‌رساند تا در اسرع وقت جهت تعمیر اقدام گردد.

۳- زمان‌های کارکرد تمام تجهیزات را ذخیره می‌نماید و در زمانی که نیاز به سرویس می‌باشد به کاربر اطلاع می‌دهد تا سیستم همواره در حالت مطلوبی کار نماید.

۴- در تمام سیستم‌های تهویه مطبوع و تاسیسات مکانیکی (مثلاً مبدلها) علاوه بر اندازه‌گیری دمای پروسه و ست یونیت تعریف شده با اندازه‌گیری دمای محیط بیرون روی ست یونیت اثر گذاشته تا نوسانات دما جبران گردد. (با توجه به اینکه در اغلب مناطق ایران دمای شب و روز بسیار متفاوت می‌باشد با استفاده از این روش براحتی می‌توان نوسانات ناشی از این تغییر دما را بصورت خودکار جبران نموده بدون اینکه نیازی به تغییرات مداوم ست یونیت باشد).

با توجه به موارد ذکر شده و موارد بسیار دیگر که در ساختار BMS قرار دارند، علاوه بر استفاده بهینه از تجهیزات بر عمر تجهیزات نیز افزوده می‌گردد، ضمن اینکه فضای کار را ایده‌آل می‌نماید. با توجه به مطالب ذکر شده و آمارهای



بدست آمده از پروژه‌های اجرا شده بر اساس ساختار BMS بطور میانگین در بحث ذخیره‌سازی انرژی حدود ۲۵ الی ۳۰ درصد کاهش مصرف وجود داشته است و بازگشت سرمایه در اثر استفاده از ساختار BMS در حدود ۲/۵ الی ۳ سال امکان پذیر می‌باشد.

## استراتژی‌های مناسب سیستم BMS در کاهش مصرف انرژی:

معروفترین روش‌های به کار گرفته شده توسط طراحان BMS عبارتند از:

- خاموش و روشن کردن تجهیزات براساس جداول زمانبندی کارکرد،
- Lock out یا بهره‌برداری از تجهیزات در صورت نیاز و ضرورت.
- بهره‌برداری از مینیمم ظرفیت مجاز در بهره‌برداری از تجهیزات (Resets).
- محدود کردن تقاضا یا Demand Limiting که موجب قطع برق تجهیزات در صورت بارگذاری بیش از حدود تعیین شده، خواهد شد.
- مونیتورینگ وضعیت تجهیزات توسط اپراتورهای آموزش دیده و بهره‌برداری از داده‌ها در رفع مشکلات تجهیزات و بررسی عملکرد موثر آنها.

## BMS

امروزه BMS (Building Management System)

، سیستم مدیریتی ساختمان به یکی از گریز ناپذیرترین شاخه‌های علمی، تحقیقاتی و اجرایی در ساختمان‌ها به منظور نظارت اتوماتیکی و کنترل تاسیسات تبدیل گردیده است. همچنین با توجه به کمبود منابع انرژی در سطح جهان، اهمیت مصرف بهینه سوخت بیش از پیش مورد توجه است.

سیستم مدیریتی ساختمان (BMS) وظیفه مدیریت و کنترل وضعیت ساختمان را از لحاظ سرمایش و گرمایش (HVAC)، روشنایی (Lighting)، کنترل تردد امنیت (Access)، سیستم اعلام حریق (FAS) و ارتباط منطقی این زیر سیستم‌ها را که از طریق یک پردازشگر دیجیتالی الکترونیکی برای کنترل الگوریتم‌ها استفاده می‌شود و قابلیت برقراری ارتباط با دیگر کنترلرها را امکان می‌سازد.

از آنجائیکه بکارگیری سیستم‌های مدیریت ساختمان باید فاقد پیچیدگی‌های فنی بوده و به سادگی توسط کاربر انجام پذیرد، امروزه اغلب تولید کنندگان سیستم‌های مدیریت ساختمان، نرم‌افزارهای گرافیکی کاربرپسندی را جهت کنترل سیستم‌ها ارائه می‌دهند. نرم‌افزارهای مربوطه با استفاده از اشیاء گرافیکی مختلف، کنترل همه جانبه ساختمان را به راحتی در دسترس قرار می‌دهند.

در مورد BMS دانستن چه مواردی ضروریست؟

اصطلاح BMS، تمامی المان‌های کنترلی شامل سخت افزاری، کنترلرها، شبکه‌های ارتباطی و کنترلرهای مرکزی را پوشش می‌دهد. به طور کلی یک سیستم کنترلی شامل سه بخش اصلی سنسور، کنترلر و یک وسیله کنترل کننده می‌باشد و هر مولفه در معماری شبکه به طریقی با سیستم ارتباطی در تماس است. شبکه ارتباطی با دو قسمت ضروری مشخص شده است:

- **قسمت فیزیکی:** که سیگنال‌های کنترلی را منتقل می‌کند از قبیل سیم، فیبر نوری، رادیو.
- **پروتکل:** یک دسته از قوانین زبانی رایج برای ارتباط برقرار کردن سیگنال‌ها.

چندین پروتکل تا به امروز تدوین شده است ولی همه آنها هنوز برای استفاده در BMS استخراج نشده‌اند. از نظر تاریخچه، تولید کنندگان وسازندگان همواره قراردادهای مربوط به خود را توسعه داده‌اند که امروزه حرکتی قدرتمند به سمت قراردادهای استاندارد شده شکل گرفته است. یک مزیت عمده استفاده از شبکه BMS بر طبق یک پروتکل عملکردی استاندارد، افزایش میزان سازگاری میان اجزا



مختلف تجهیزات کنترلی این سیستم میباشد. این سیستم زمانی مفید است که در یک سیستم کاری مجزا استفاده شود. BACnet بالاترین سطح پروتکلی است که در صنعت BMS استفاده می‌شود و می‌تواند اتوماسیون ساختمان و محصولات کنترلی از سازندگان مختلف را با هم یکی کرده و به یک سیستم به هم پیوسته و منفرد تبدیل کند [Newman M, 1996]

#### • توابع اولیه سیستمهای مدیریت ساختمان:

BMS توابع مختلفی را ارائه می‌کند که در زیر تمامی آنها لیست شده‌اند:

#### • سوئیچینگ اتوماتیک ON/OFF تجهیزات:

این تابع لحظه‌ای عمل می‌کند و نوع آن روزانه بر اساس شرایط محیطی قابل تغییر است.

• مانیتورینگ وضعیت تجهیزات، همراه با شرایط محیطی:

توسط این تابع پرسنل تعمیراتی ساختمان می‌توانند توسط هشدار دهنده (آلارم) در یک لحظه برای ترمیم سیستم اطلاع حاصل کرده و اقدام نمایند. به بیانی دیگر یک سیستم خوب BMS به ما اجازه می‌دهد که به روش غیر فعال مدیریتی خطاهای موجود در سیستم را به صورت پیشگیرانه و فعال کنترل نماییم.

#### • نگهداری و حفاظت انرژی:

در طراحی خوب یک ساختمان و تجهیزات HVAC کارآمد BMS، نقش اساسی در جلوگیری از هدر رفتن انرژی و کاهش اثرات محیطی به ساختمان را ایفا می‌کند.

#### • مدیریت تجهیزات ساختمان:

BMS یک خلاصه از الگوریتم‌ها و گزارشات را در سطحی وسیع در اختیار قرار می‌دهد. این امر اطلاعات مفیدی را برای پیشبرد سرویس‌ها و هزینه‌ها تأمین می‌کند. این اطلاعات همچنین می‌تواند ارزش تجهیزات اضافه شده و در کل ارزش مالکیت موقت اضافه شده به سایت را در اختیار قرار دهد.

برای مثال بعد از ساعت‌ها استفاده از تهویه مطبوع می‌تواند به درستی عمل نظارت، ثبت و کنترل اتوماتیک را هر جا که کاربردی داشته باشد انجام دهد.

#### • قابلیت‌های کنترل از راه دور:

BMS نظارت کنترلی و مرکزی یک ساختمان را فراهم می‌سازد. از یک مکان می‌تواند وضعیت دما، فشار و تجهیزات را در مکان‌های دیگر به دست آورد که این اطلاعات وضعیت ساختمان را کاملاً مشخص نموده و این موقعیت مرکزی از نظر جغرافیایی محدودیت ندارد.

#### • ردیابی خطا:

BMS این امکان را فراهم می‌کند، تصویری بزرگ از سیستم‌های ساختمان در اختیار داشته و به کمک آن خطاهای موجود در فرآیند بهره‌برداری را تشخیص دهیم.

#### • قابلیت یکپارچه کردن سیستم‌های ساختمان :

انجام این کار باعث افزایش راندمان و کاهش هزینه‌های مربوط به راه‌اندازی سیستم می‌شود و از طرفی بازدهی کارکنان را نیز افزایش می‌دهد.

#### فواید استفاده از BMS:

هدف اصلی به کارگیری BMS در ساختمان‌ها بهره‌گیری از مزایای اقتصادی و کاهش مصرف انرژی و ایجاد فضای امن و آرام در آنهاست. عموم مزایا و نتایج بهره‌برداری از BMS عبارتند از:

- ایجاد محیطی مطلوب برای افراد حاضر در ساختمان.
- استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها.
- ارائه سیستم کنترلی با قابلیت برنامه‌ریزی زمانی عملکرد.
- کاهش چشمگیر هزینه‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات.
- بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی.
- عدم نیاز به پیمانکار دائمی ساختمان.
- امکان مانیتورینگ و کنترل تمامی نقاط تحت کنترل از طریق یک PC، موبایل یا اینترنت



- با توجه به یکپارچه‌سازی مدیریت تأسیسات و سیستم‌های مختلف در ساختمان، تمام تجهیزات بصورت هماهنگ کارکرده و امکان تداخل و بروز مشکلات ناشی از عدم هماهنگی از بین می‌رود.
- امکان گرفتن گزارش‌های آماری از تمامی تجهیزات و عملکرد آنها به منظور بهینه‌سازی مصرف و عملکرد.

لازم است یاد آوری کنیم که فواید BMS شدیداً هنگام درگیر شدن استفاده کنندگان مختلف با سیستم‌های ساختمان بروز پیدا می‌کند. موارد ذیل علاوه بر مزایایی که در بالا به آن پرداخته شد لیست تعدادی از فوایدی را که تحت تأثیر یک BMS مدرن و موثر حاصل شده است، نشان می‌دهد [ CIBSE guide (۲۰۰۰) ].

این فواید تنها زمانی حاصل می‌شود که سیستم به درستی مشخص، نصب، سازماندهی، اجرا و نگهداری شده باشد.

### مزایا برای صاحب ساختمان

- بهای اجاره بالاتر (ارزش افزوده ساختمان)
- قابلیت انعطاف و تغییر در استفاده از ساختمان
- صورتحساب جداگانه سرویس‌ها برای مستأجرین.

### مدیریت تأسیسات

- کنترل مرکزی یا از راه دور و نظارت به عملکرد ساختمان

- بهای عملکردی پایین
- استفاده کافی از منابع ساختمان و سرویس‌ها
- بهره‌وری بالا
- سیستم اطلاع رسانی سریع و تشخیص خطاها
- طرح و شماتیک کلی از تجهیزات همراه با مستندات به طور مطلوب .

### مستأجر یا ساکنین ساختمان:

- نظارت موثر در مصرف انرژی
- کنترل شرایط آسایش درونی
- امکان کنترل جداگانه اتاق‌ها
- افزایش بازدهی کارکنان

- بهبود قابلیت اعتماد و عمر مفید ساختمان
- جوابگوی موثر به شکایات در خصوص HVAC نگهداری و حفاظت کردن:

- سهولت دستیابی به اطلاعات در خصوص تشخیص مشکلات
- برنامه‌ریزی حفاظت کامپیوتری
- استفاده موثر از کارکنان واحد تعمیرات و نگهداری
- مشخص کردن سریع مشکلات
- متقاعد کردن بهتر ساکنین و ایجاد شرایط آسایش بیشتر

### انتخاب صحیح BMS:

خرید، نصب و راه‌اندازی صحیح یک سیستم BMS سرمایه‌گذاری مهمی به شمار می‌رود، این سیستم‌ها به صورت یکپارچه و گران قیمت بوده و نصب آنها می‌تواند به صورت مرحله‌ای انجام شود. مدیران تأسیسات به منظور اینکه BMS خریداری شده بهترین سیستم جهت نصب و اطمینان از برآورده کردن خواسته‌های آنها به منظور رفع نیازهای مصرف کننده باشد فاکتورهایی را جهت تصمیم‌گیری و انتخاب خود در نظر می‌گیرند. این فاکتورها در زیر به طور مختصر بحث شده است.

#### ۱. قابلیت های BMS

توانایی BMS برای کنترل هزینه انرژی و اصلاح عملکرد اجزاء از طریق کنترل از راه دور و همچنین کاهش اتلاف انرژی و هزینه نیروی انسانی به طوری که آسایش و راحتی ساکنین را فراهم کند بسیار حائز اهمیت است. همچنین یکپارچه کردن توابع ساختمان و عملکردها در یک سیستم یکی از مهمترین مشخصه‌های سیستم‌های اتوماسیون امروزی است.

#### ۲. انتخاب یک سیستم

- فرایند انتخاب یک BMS باید طبق فاکتورهای زیر انجام شود.
- تأمین کننده نیاز مصرف کننده در پروژه‌های مشابه
- مدت زمانی که سیستم در فعالیت تجاری می‌باشد





- آموزش کاملاً طبقه‌بندی شده توسط پشتیبانی کننده، جهت پرسنل عملیاتی و کارکنان تعمیرات نگهداری
- حمایت، گارانتی و خدمات پس از فروش جهت یک دوره زمانی بلند مدت [Eastwell A, 1998].

### ۳. محدودیت‌های سیستم

BMS تمام مشکلات مربوط به حفاظت و عملکردها را بهبود نمی بخشد. هرچند که این سیستم به موثرتر بودن عملکردها کمک می‌کند اما نمی‌تواند تمام نقایص مربوط به عملیات‌ها را پوشش دهد، از قبیل عدم پیشگیری و برنامه ریزی‌های حفاظتی

### ۴. مشخص کردن نیازهای اتوماسیون

BMS می‌تواند نقایص موجود در عملکردهای کنونی را مشخص کند، نمونه بارز کمبود و نواقصی که مدیران تأسیسات را در مورد راه‌اندازی یک سیستم جدید اتوماسیون ترغیب می نماید عبارتند از:

- استفاده بالای انرژی
- بازدهی حفاظتی پایین
- عدم هماهنگی فعالیت‌های حفاظتی
- عدم توانایی تطابق سیستم‌های ساختمان برای تغییر نیازها و احتیاجات ساکنین

- عدم هماهنگی میان سیستم‌های مختلف ساختمان

### ۵. توانایی سیستم در مشخص کردن روند حرکت در آینده

BMS انتخاب شده در صنعت ساختمان باید به آسانی بتواند خود را با روند حرکت رو به رشد در آینده تطبیق دهد، بنابر این به این طریق مدیران تأسیسات می‌توانند در آینده تصمیمات جدیدی را بدون صرف هزینه کلان اتخاذ کنند.

### \* BMS به عنوان یک مکمل پیشرفته برای

### شرکت‌های نگهدارنده تأسیسات\*

BMS یک فرصت عالی را برای شرکت‌های تأسیساتی به منظور رقابت با دیگر شرکت‌های ساختمانی در بازار، به ویژه

برای شرکت‌های متوسط یا کوچک فراهم می‌کند. BMS این کار را توسط ابزارهای زیر انجام می‌دهد:

- **توان اطلاعاتی:** عملیات و عملکردهای نگهداری به سمت یکپارچگی نزدیک می‌شود، و این امر دستیابی به اطلاعات را برای پرسنل تأسیساتی امکان پذیرتر ساخته و به آنها در شناخت مشکلات کمک می‌کند تا به خوبی تمامی مشکلات، حتی آنهایی که غیر قابل تشخیص و اخطار دادن می‌باشد، را تشخیص دهد.

- **استفاده موثر از کارکنان تأسیساتی و نگهداری:** (کنترل و مونیتورینگ از راه دور برای افزایش بازدهی)

- **تشخیص خطاها:** که هزینه تأسیساتی را کاهش داده، عمر مفید سیستم را افزایش می‌دهد و به برنامه‌ریزی بهتر تأسیسات کمک می‌کند.

علاوه بر تمامی موارد ذکر شده در بالا اهمیت ادامه آموزش کارکنان را در مورد کلیه سیستم‌های جدید مدیریتی BMS را در بازار افزایش می‌دهد.

### چرا سیستم‌های ساختمانی یکپارچه؟

سیستم‌های BMS مدرن در واقع یک منبع اطلاعاتی قدرتمند هستند. یک سیستم تمام زیر مجموعه‌های یک ساختمان یا تأسیسات را از لحاظ کاری سازگار و یکپارچه می‌کند. در اینجا چند دلیل عمده وجود دارد که چرا صاحبان ساختمان‌ها و مدیران تأسیسات سیستم‌های یکپارچه را ترجیح می‌دهند:

### • گستردگی سایت و اشتراک مکان‌های مجزا

کنترل و هدایت سیستم‌های مجزا از طریق یک BMS مرکزی این امکان را فراهم می‌کند تا تمام سیستم‌ها و تجهیزات مربوطه را از یک ایستگاه کاری به صورت ماهرانه‌ای تحت نظارت قرار دهیم. اطلاعات یک سیستم در حال کار و شرایط مختلف قابل مشاهده و ارزیابی بوده و کمک می‌کند تا راه‌اندازی تأسیسات بازده بالاتر و هزینه کمتری را در حین افزایش بازدهی کارکنان داشته باشد.

- **استفاده از توان اطلاعاتی**





این تکنولوژی مدرن این امکانات را به مدیران تأسیسات می‌دهد تا اطلاعاتی دقیق در یک رنج وسیع از طریق فاکتورهای زیر بدست آورند:

نظارت و بازرسی از طریق مونیتورینگ، هشدار دهنده‌ها، تشخیص دهنده‌ها، عیب‌یابی، حفاظت و نگهداری همراه با تحلیل انرژی. پیوستگی اطلاعات میان تمام تجهیزات و سیستم‌ها باعث افزایش راندمان و کاهش هزینه‌ها می‌شود.

#### • پاسخگویی به نیازهای ساکنین ساختمان

یکپارچگی سیستم این فرصت را فراهم می‌کند تا سیستم‌های ساختمانی به هدف خود که افزایش راندمان و تأمین آسایش است برسند. این امر باعث می‌شود تا پاسخگویی به واکنش‌های سیستم سریعتر شده و راندمان افزایش و در نهایت هزینه‌ها کاهش یابند.

#### • گرفتن بیشترین خروجی با توجه به آنچه که به آن داده می‌شود

یکپارچه بودن سیستم، توانایی BMS را برای جمع‌آوری داده‌ها، طراحی، شبکه کردن و برقراری ارتباط با دیگر سیستم‌های ساختمان توسعه داده می‌دهد. این امر به BMS این اجازه را می‌دهد تا استعدادهای بالقوه دیگر قسمت‌های سیستم که معمولاً بلا استفاده می‌مانند را آشکار سازد.

#### • انجام بیشترین با کمترین

رقابت میان شرکت‌های مختلف همیشه در این است که بیشترین کارایی را با استفاده از کمترین ورودی و استفاده از منابع داشته باشد و این امر از طریق کاهش تعداد کارکنان، ثابت نگه داشتن تعداد آنها و گسترش تجارت بدون افزایش تعداد کارکنان امکان پذیر است. نتیجه اینکه بازدهی و راندمان ایجاد شده با ذخیره در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های اجرایی همراه خواهد بود.

#### • استقلال فروش

طراحی BMS امروزه به طور کاملاً شاخص بر اساس تکنولوژی سیستم‌های باز (open protocol) بنیانگذاری شده است که در این طراحی ابزار آلات BMS می‌توانند با سیستم‌های مختلف دیگر در کارخانجات متفاوت که از پروتکل‌های مختلف استفاده می‌کنند، ارتباط برقرار کنند. این

امر توانایی انتخاب اجراء و شرکت سیستم در یک محیط رقابتی را فراهم می‌کند. آزادی انتخاب می‌تواند باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های عملیاتی و اولیه شود.

#### • تشخیص مسئولانه یک منبع پاسخگو

برای بسیاری از تشکیلات این مزیت نهایی از همه مهمتر است. یک سازنده تجربی می‌تواند تمام مزیت‌ها را با هم جمع کرده و یکجا به کار ببرد، از قبیل طراحی، نصب، اجرا و تأمین نیازهای مصرف کنندگان، یک منبع پاسخ گویی زمانی ارزشمند است که مشکلی بروز می‌کند و این منبع جوابگویی شامل تجهیزاتی می‌شود که نقش موثری را در افزایش کارایی و بهروری تولید ایفا می‌کنند.

#### چرا تعدادی از پروژه‌های BMS شکست می‌خورند؟

متأسفانه تعداد زیادی از پروژه‌های BMS در ساختمان‌ها شکست خورده و هرگز به هدف نهایی خود نرسیده‌اند. چهار مسئله یا مشکل در مورد این پروژه‌ها مطرح است که می‌تواند پروژه‌ها را قبل از رسیدن به حالت استاندارد و بهره‌برداری دچار شکست کند. [Fennimore J, 1998].

#### \* مزیت‌های یک سیستم مدیریت ساختمان مدرن

و موثر تنها زمانی حاصل می‌شود که سیستم به

طور صحیح و مشخص انتخاب ، نصب ،

نگهداری و حفاظت شده باشد. \*

#### • انجام ندادن وظایف

کوتاهی در ارزیابی اطلاعات پیشنهاد شده و مشخصات قابل دسترس از سازندگان مختلف و صحبت با شرکت‌های دیگر برای پی بردن به اینکه آیا آنها این کارها و وظایف را به خوبی و چگونه انجام می‌دهند.

#### • انجام ندادن تعدادی از فاکتورهای اثر بخش

کوتاهی در محاسبه مقدار ذخیره‌سازی و صرفه‌جویی حقیقی سیستم‌ها. مدیران همواره نیاز دارند تا درک درستی از هزینه‌ها و منافع و مزیت‌های پروژه داشته باشند.



## • مخفی نگه داشتن و بروز ندادن اطلاعات

مهندسين ساختمان و تاسيسات براي اداره كردن يك سيستم بايد به صورت يك تيم كاري و برنامه ريزي شده به منظور موفقيت در پروژه عمل نمايند، نه اينكه به صورت مجزا و مخفيانه عمل كنند بايد همواره كار به صورت گروهی باشد. اداره كردن يك ساختمان به صورت مهندسی، در يك پروژه خیلی مهم است.

## • نادیده گرفتن جهان واقعی

این امر کاملاً برای اطمینان از اینکه چیزی که شما روی مونیتور کامپیوتر به صورت تصویر می بینند تا چه حدی با چیزی که در جهان واقعی وجود دارد هماهنگ و سازگار است، کاملاً لازم و ضروری است.

## مسیر حرکت BMS در آینده

چندین دلیل که تأثیر حضور انقلابی و موثر اتوماسیون ساختمان های بزرگ را مشخص می کند در زیر ذکر شده است.

## \* سیستم های مدیریت ساختمان برای مشکلات

عملکردی و تأسیساتی کامل نبوده و نمی توانند به تمام کمبودها و نواقص عملیاتی از قبیل فقدان عوامل حفاظتی و تأسیساتی با برنامه ریزی

مشخص غلبه کنند. \*

## • شبکه گسترده جهانی

اینترنت به BMS این اجازه را می دهد تا متوسط توابع ورودی، با وجود محدودیت های جغرافیایی، یکپارچه و توسعه یافته شود و به آسانی تمام داده ها از هر نقطه سایت انتقال دهد و این باعث می شود که کاربرد حفاظت آن برای کاربردی های سیستم های ساختمانی راحت تر شود.

## • انقلاب بی سیم

پتانسیل فوق العاده ای در تکنولوژی بی سیم وجود دارد مانند سنسورهای بی سیم، نظارت و بازرسی بی سیم (مونیتورینگ)

این امکان را فراهم می کند تا سیستم های یک ساختمان از طریق کامپیوترهای مرکزی با یکدیگر در ارتباط باشند و اطلاعات مربوط به آنها برای یک مدیریت ماهرانه از طریق اینترنت در دسترس باشد.

## • مولفه های کنترلی سیستم های HVAC

برای تجهیزات HVAC ساختمان، همواره دستگاه های به منظور کنترل عملکرد آنها وجود دارد. هزینه پایین تر و افزایش کارایی ریز پردازنده های DDC مطابقت با پروتکل های مخابراتی استاندارد، نتیجه کنترل های صنعت HVAC است.

## • محیط زیست

جهان امروزی بسیار در حال رشد بوده و تغییرات به سرعت در آن اتفاق می افتد. همواره مکانیزه کردن جهان با محیطی سبز و پاکیزه باید همراه باشد و باید دستگاه ها و تجهیزاتی که برای اتوماتیک کردن جهان به کار می روند، این هدف را تأمین کنند. یک مدیریت موفق این مسائل را با چیزهایی که نیاز است، تطبیق می دهد. ساختمان هایی که دارای استانداردهای متناسب با محیط زیست هستند، شامل فضاهای اداری مشترک می باشد، که این امر تمام حمل و نقل ها و زیر ساخت های حمایتی را تا زمانی که واحدهای مسکونی با راندمان بالا ساخته شوند، شامل می شود.

[Sinclair K,2001]

## • قابلیت همکاری با استانداردها

یکی از مهمترین پیشرفت های اخیر و تازه در زمینه BMS پیاده سازی و اجرای استاندارد هاست. دو استاندارد در مورد چگونگی کارکرد سیستم و ارتباط میان تجهیزات عبارتند از: ASHRAE's BACnet و LonMark's LonWorks.

مدیران فروش باید بدانند که سیستمی که آنها برای فروش می گذرانند با یکی از استانداردها مطابقت داشته باشد و همچنین علیرغم اینکه رقابت و پیشرفت زیادی میان سازندگان در این زمینه وجود دارد زمان زیادی از استفاده آنها توسط یک سازنده نگذشته باشد. [Piper J,1998]

## • یکپارچه کردن سیستم ها

ساختمان ها در حال حاضر از سیستم های مستقل استفاده می کنند که این سیستم ها شامل مدیریت انرژی، آتش نشانی،



اینترنت در این فرآیند نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند و هم اکنون زمان آماده شدن برای آینده‌ای خوب با ارتباطاتی موثر است.

امنیتی، روشنایی و تعمیر و نگهداری تأسیسات می‌شود. اغلب اوقات نیاز به جمع آوری و به اشتراک گذاشتن اطلاعات میان سیستم‌ها مطرح می‌باشد. به اشتراک گذاشتن اطلاعات به کمک یکپارچه کردن سیستم‌ها، هزینه‌های عملیاتی و تأسیساتی را کاهش داده و از طرفی راندمان ساختمان را بهبود می‌بخشد و باعث افزایش کارایی کارکنان می‌شود. [Sullivan E, 1998]

#### • توسعه نرم‌افزاری

بیشترین تغییرات مهم که در صنعت BMS اتفاق افتاده است، ارتباطات نرم‌افزاری بوده است. سازندگان همواره در جستجوی راه‌هایی برای استفاده هر چه بیشتر از اطلاعاتی هستند که هم اکنون در سیستم‌ها در دسترس آنها قرار دارد. همچنین کاربران در صدد آموزش و استفاده آسانتر از این سیستم‌ها می‌باشند. سیستم‌های آینده نسبت به سیستم‌های کنونی از لحاظ شهری و گرافیکی بیشتر و راحت‌تر در دسترس قرار خواهد گرفت. [Piper J, 1998]

#### • سیستم‌های خبره (ویژه)

این سیستم‌ها یک فرایند تشخیص خودکار هستند. بر اساس آنچه که حقیقت دارد و اتفاق افتاده است این سیستم‌ها می‌توانند کاربران را از طریق روش‌هایی برای حل مشکلات راهنمایی کنند.

مراجع:

#### نتیجه‌گیری:

با ظهور ریز پردازنده‌ها، سیستم‌های کنترل کامپیوتری در بیشتر جوامع و صنایع ساختمانی نقشی اساسی را ایفا می‌کنند و به هنگام عملکرد صحیح سیستم‌ها و ذخیره‌سازی منابع انرژی، افزایش قابلیت اعتماد آنها را به دنبال دارد. بدون شک یکپارچگی سیستم‌های ساختمانی مدرنتر با توجه به مهندسی ارزش نوید و موجی از آینده به شمار می‌رود. در دهه‌های بعد نه تنها سیستم‌های HVAC بلکه تقویت تمامی سیستم‌های ساختمانی از قبیل کنترل روشنایی، آسانسورها و سیستم‌های اطفای حریق یکپارچه خواهد شد.

CIBSE guide (2000): "Building Control Systems", UK  
Eastwell A. (1998). "Building Energy Management" & "Intelligent Buildings", UK  
Fennimore, J. (1998). "Four ways to sink an upgrade"  
Newman, M. (1996). "Intelligent Building Automation & Control Products Using the BACnet Protocol".  
Piper, J. (1998). "Finding the Right BAS" & "Building Automation Today"  
Sinclair, K. (2001). "The greening of buildings with automation"  
Sullivan, E. (1998). "Is The Future Now"  
ASHRAE Standard 135  
[www.facilitiesnet.com](http://www.facilitiesnet.com)  
[www.bacnet.org](http://www.bacnet.org)  
[www.lonmark.org](http://www.lonmark.org)



