

## آنالیز اقتصادی، بهینه سازی و مفهوم سیستم کنترل هوشمند (BMS) در ساختمان

محمد وحیدیان<sup>۱</sup>، وحید نجاتی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی مهندسی سیستم‌های انرژی، گروه مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، M.vahidian1988@gmail.com

۲. استادیار و عضو هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، vnejadi@yahoo.com

### چکیده

کامپیوتری (PC) و کنترل سیستم بدون نیاز به کابل کشی پرهزینه و استفاده از تجهیزات گران قیمت میباشد. با توجه به میزان مصرف انرژی و روشنایی روز و دمای بیرون، سیستم قادر خواهد بود یک روش مصرف ارزان قیمت را همراه با صرفه جویی در انرژی انتخاب نماید. در نظر گرفتن دمای مطلوب ساختمان براساس نوع کاربرد آن می تواند مصرف انرژی را تا حد بسیار زیادی محدود کند. این کار با در نظر گرفتن اطلاعات اولیه ای که کارفرما به سیستم میدهد و همچنین داده هایی که سیستم به عنوان پیش فرض دارد از جمله تغییرات روزانه و فصلی شرایط طرح و نحوه انتخاب تجهیزات صورت میگیرد. در نتیجه پروسه مصرف تصاعدی انرژی و ایجاد هزینه های بالا برای نگهداری ساختمان از بین میرود. برای شناخت اهمیت اقتصادی سیستمهای مدیریت انرژی اشاره به این موضوع کفایت که استفاده از سیستم مدیریتی در یک ساختمان تک عملکردی هزینه ای به مقدار ۱۰۰ دلار در پی دارد. در حالی که کنترل آن به روش سنتی هزینه ای معادل ۱۰۰۰ دلار در بر دارد.

بنابراین لازم است به مقوله بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان توجه ویژه ای شود. بحران انرژی، مردم و مهندسان را به طراحی پایدار ساختمان ها سوق می دهد. ساختمان هایی که انرژی مورد استفاده شان از انرژی های تجدیدپذیر است و لازم به استفاده از منابع انرژی فسیلی نیست و همچنین ساختمانهایی که از سیستمهای کنترل هوشمند برای ذخیره سازی انرژی در آنها استفاده می شود. بنابراین مهندسان می توانند با طراحی بهینه ی خود مردم را از بحران انرژی نجات دهند. این مسئله و بحران برای ایران بیشتر رخ می نماید زیرا ۳۰ درصد از انرژی مصرفی هر ساله در کشور را ساختمان ها مصرف می کنند و این اندازه در مقایسه با مصرف دیگر کشورها رقم بالایی است. با توجه به افزایش قیمت انرژی و کاهش منابع انرژی با استفاده از سیستمهای کنترل هوشمند می توان مصرف انرژی ساختمان را کاهش داد.

در سالهای گذشته، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور تلاشهای دامنه داری را برای ترویج و گسترش روشهای موفق بهینه سازی در بخش ساختمانها انجام داده است. یکی از این روش های موفق، سیستم های کنترل هوشمند در ساختمان صرفه جویی متوسط معادل ۴۰٪ در ساختمانهای غیر مسکونی و اداری برای

آن گزارش شده است [۱]

جای تردیدی نیست که یکی از مهمترین چالشها و موضوعات جنجال برانگیز قرن جاری در سراسر جهان، مسئله انرژی است مصرف انرژی در چند دهه اخیر به طور سرسام آوری افزایش یافته و به طور کلی روشهای گوناگونی برای حفظ منابع انرژی وجود دارد که معمولترین روش صرفه جویی انرژی میباشد که از طریق فرهنگ سازی میسر است. جدیدترین ایده برای حفظ انرژی استفاده از سیستمهای جدید کنترل هوشمند ساختمان میباشد. ساختمان هوشمند پایستی دارای چهار عنصر اصلی یعنی سیستمها، ساختار، سرویسها و مدیریت و روابط درونی آنها باشد و هدف اصلی استفاده از سیستم کنترل هوشمند در ساختمان ذخیره سازی و مصرف درست و بهینه سازی انرژی می باشد که امروزه به عنوان یک نیاز واقعی، نه به عنوان یک تکنولوژی لوکس در طراحی ساختمانهای بلند و گسترده توسط مهندسان و مدیران ملاحظه می شود. به منظور کاهش هزینه های صنعت ساختمان و استفاده بهینه از این تکنولوژی و به کارگیری فناوری ارتباطات و رایانه کاربرد سیستمهای مدیریت در ساختمان چشمگیرتر می شوند که در مجموع صرفه جویی انرژی را در بر خواهد داشت. در این مقاله ضمن معرفی سیستم های مدیریت انرژی در ساختمان، به بررسی انواع آن، موارد کاربرد و همچنین میزان تاثیر آن در مدیریت مصرف و بهینه سازی انرژی می پردازیم.

واژگان کلیدی: انرژی، مدیریت ساختمان، BMS، بهینه سازی مصرف انرژی

### مقدمه

در عصر حاضر، گرایش جوامع صنعتی پیشرفته و در حال توسعه به استفاده از سیستمهای اتوماسیون در صنایع، سازمان ها و مراکز مختلف، با هدف کاهش نیروی انسانی و صرفه جویی در هزینه های اقتصادی، منجر به نصب و راه اندازی حجم گسترده ای از سیستم کنترل هوشمند<sup>۱</sup> در محیط های مختلف صنعتی، تجاری، اداری و حتی مسکونی گردیده است. برای نمونه در ساختمانهای تجاری و اداری سیستم روشنایی و دستگاههای تهویه مطبوع بیشترین انرژی را مصرف می کنند. از این جهت استفاده بهینه از تکنولوژی و بکار گیری فناوری ارتباطات و اتوماسیون ساختمان حائز اهمیت می گردند که در مجموع صرفه جویی انرژی را در بر خواهد داشت. در واقع مزیت استفاده از سیستمهای جدید کاهش مصرف انرژی<sup>۲</sup> قابلیت نصب ساده آنها بر روی شبکه های

<sup>۱</sup> - BMS

<sup>۲</sup> - Saving energy

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی

۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

HVACconf-IRSHRAE-1-085

این سطح در عملکردهایی نظیر اندازه گیری، شمارش، سیگنالینگ، سوچینگ و اعمال فرمان استفاده می شود. سیستم کنترل هوشمند 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... می باشند. هدف اصلی استفاده از سیستم کنترل هوشمند در یک ساختمان، ذخیره سازی انرژی و مصرف صحیح و بهینه از امکانات می باشد، که نتیجه این هدف علاوه بر ذخیره سازی انرژی، بازگشت سرمایه اولیه که صرف اجرای هوشمندسازی در ساختمان شده است می گردد [۳].

### اثرات مثبت استفاده از هوشمندسازی در ساختمان

#### بهینه سازی زمان استفاده از تجهیزات<sup>۸</sup>

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

۱. زمان استفاده از محیط مورد نظر در طول هفته

۲. مقدار درجه حرارت تنظیمی محیط (set point)

۳. درجه حرارت درونی محیط

۴. درجه حرارت خروجی محیط

زمان راه اندازی بهینه هواساز را در صبح هر روز را محاسبه و به طور اتوماتیک هواساز آن محیط را روشن می نماید.

برای کاهش انرژی برای مقاصد حرارت دادن یا خنک کردن از کلید زنی متغیر استفاده می شود.

### سیستم مدیریت ساختمان<sup>۳</sup>

اولین سیستمهای مدیریت ساختمان در اوایل سال ۱۹۷۰ معرفی شدند. طرح اولیه هوشمند سازی از دانشگاه میشیگان ایالات متحده امریکا شروع شد و در ساختمانهای دانشگاه آریزونا در سال ۱۹۹۵ اجرا گشت. سیستمهای مدیریت و اتوماسیون ساختمان علاوه بر کنترلی کردن تمام تجهیزات داخل یک خانه، سیستمهای ایمنی و امنیتی کاملی را ایجاد می کند که در برابر سرقت، آتش سوزی، نشت گاز و... می توانند خانه را محافظت کنند. سیستم تهویه، سیستم ایمنی، سیستم اعلام و اطفای حریق، سیستم مدیریت روشنایی و انرژی سیستمهای کنترل هوشمند دارای انعطاف بالایی خواهند بود که می توان به راحتی آنها را با نیازهای مختلف منطبق نمود. همچنین در هنگام بهره برداری براحتی می توان عملیات تغییر و بهینه سازی برای راهبری بهتر و کاهش هزینه های انرژی و کاهش هزینه های تعمیراتی را انجام داد [۲].

سیستم کنترل هوشمند مجموعه ای از DDC<sup>۴</sup> ها که به صورت 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 موتورهای نظیر شیر های برقی، موتور دمپر، 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 آلازمها را دریافت، ذخیره و آنالیز نمود و همچنین می توان به تمامی عملگرها فرمان صادر نمود. نحوه نمایش اطلاعات در روی کامپیوتر معمولا به صورت گرافیکی می باشد. طبق تعریف فوق سنسورها و اندازه گیرها در میدان field و DDC ها در میدان اتوماسیون و کامپیوترها در میدان مدیریت قرار دارند

استاندارد اروپا این سه سطح را به صورت زیر تعریف می کند:

#### ۱. سطح شبکه مدیریت<sup>۵</sup>

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

#### ۲. سطح شبکه اتوماسیون<sup>۶</sup>

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

#### ۳. سطح میدان شبکه<sup>۷</sup>

<sup>۳</sup> (Building management system)

<sup>۴</sup> (Direct Digital Controller)

<sup>۵</sup> (Management level Network)

<sup>۶</sup> (Automation level Network)

<sup>۷</sup> (Field level Network)

<sup>۸</sup> (Optimization Start/Stop)

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی

۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

HVACconf-IRSHRAE-1-085

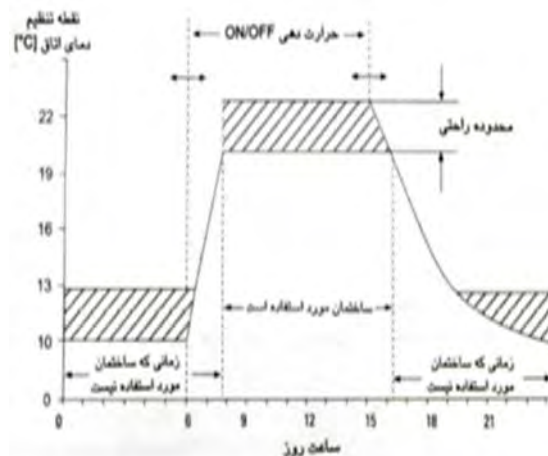
ساعت خاصی روشن شود و تلویزیون در ساعات معینی برای ضبط برنامه مورد علاقه روشن و خاموش شود و یا می توان چراغهای منزل را در ساعتی روشن یا خاموش کرد و حتی مانیتور کرد که کدام یک از لوازم خانه در حال کار هستند و آنها را کنترل کرد.

این تعریف را می توان به ساختمانها با کاربردهای دیگر نیز بسط داد. یک ساختمان هوشمند بنا به تعریف انستیتوی ساختمانهای هوشمند، بنایی است که با استفاده ی بهینه از چند عنصر پایه ی سازه، سیستم، خدمات، مدیریت و روابط درونی آنها، محیطی مناسب و دارای صرفه ی اقتصادی ایجاد کند. در ساختمان هوشمند بسیاری از اعمالی که ساکنان از روی عادت و به صورت غیرارادی انجام می دهند توسط سیستمهای هوشمند انجام می شود که باعث صرفه جویی در زمان و هزینه نیروی انسانی می شود. با به کارگیری انواع و اقسام سنسورهای حسی در داخل و خارج ساختمان و با به کارگیری یک شبکه و سیستم واحد می توان بصورت دائمی و بلادرنگ اطلاعات دما، فشار، رطوبت، دبی هوا، میزان اکسیژن و دی اکسید کربن را در اختیار داشت و از آنها در جهت رسیدن به شرایط ایده آل استفاده کرد. در زمان کارکرد سیستم هوشمند ساکنان در جهت صرفه جویی مصرف انرژی حق باز کردن پنجره ها را نخواهند داشت و در ساختمانهای اداری قبل از اتمام ساعت کار این سیستم به صورت اتوماتیک و متناوب شروع به خاموش کردن سیستمهای تهویه مطبوع می کند. در یک ساختمان هوشمند با امکانات بوجود آمده می توان 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 بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان بهره برد. سیستم مدیریت ساختمان امکان کنترل مجزای هر یک از زیر سیستم ها و هم کنترل یکپارچه آنها را در اختیار کاربر می گذارد. در ایران و در فصل تابستان در حدود ۲۵٪ مصرف برق توسط کولرهای آبی و گازی و خانگی می باشد. و همچنین طبق آخرین آمار خانه های ایرانی به طور متوسط ۵٪ تا ۱۰٪ انرژی را به شکلهای گوناگون هدر می دهند [۲].

### مزایای اصلی ساختمان هوشمند

راحتی: ساختمان هوشمند با استفاده از اتوماسیون و بر عهده گرفتن برخی کارهای تکراری راحتی بیشتری برای ساکنان خود به ارمغان می آورد. از طرف دیگر، برای ایجاد فضای دلخواه در ساختمان هوشمند تنها یک اشاره کافی است، سناریوها وظیفه تنظیم دقیق محیط را به عهده می گیرند. استفاده از یک نرم افزار کارآمد با User Interface ساده و چندزبانه (از جمله فارسی) برای کنترل تمامی تجهیزات مزیت دیگری است که موجب سادگی زندگی در ساختمان هوشمند می شود. کار با این نرم افزار نیاز به آموزش خاصی ندارد.

ایمنی: در شرایط بحرانی، از جمله آتش سوزی، آب گرفتگی و سرقت، ساختمان هوشمند اخطارهایی اعلام می کند که می تواند سهم بسزایی در پیشگیری از وقوع خرابی یا بیشتر شدن آن ایفا کند. ویژگی خاص



شکل (۱) کلید زنی متغیر

در اکثر ساختمانها بالغ بر ۷۰ درصد تجهیزات تهویه مطبوع (HVAC) توسط کنترلر هوشمند کنترل می شود و ۲۰ درصد نیز شامل سیستمهای الکتریکی و کنترل روشنایی می باشد و تجمیع سیستمهای دیگر نظیر سیستمهای حفاظتی، امنیتی، آسانسور و غیره باقیمانده را شامل می شوند. ابتدا باید نقش سیستم کنترل هوشمند در کنترل سیستمهای سرمایشی و گرمایشی ساختمان (هواساز، فن کویل و موتورخانه که شامل چیلرها و بویلرها و مبدل ها و پمپ ها و غیره) کنترل روشنایی و توزیع برق را بررسی نمود و سپس باید دید چگونه می توان در مصرف انرژی صرفه جویی کرد [۳].

### مدیریت انرژی هوشمند

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان با به کارگیری آخرین تکنولوژیها در صدد آن است که شرایطی ایده آل، همراه با مصرف بهینه انرژی در ساختمانها پدید آورد. این سیستمها ضمن کنترل بخشهای مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب با ارائه سرویسهای همزمان، سبب بهینه سازی مصرف انرژی، سطح کارایی و بهره وری سیستمها و امکانات موجود در ساختمان می شود. کنترل و دسترسی به سیستم با استفاده از نرم افزارهای مربوطه از هر نقطه در داخل ساختمان و خارج از آن از طریق اینترنت مقدور است [۴].

### ساختمان هوشمند

یک خانه یا ساختمانی است که در آن از تجهیزات خاصی استفاده می شود. خانه هوشمند معمولا با ساختار ویژه جهت کنترل و مانیتورینگ استفاده می شود. برای مثال، در زمانی که یک فرد در مسافرت به سر می برد با استفاده از تلفن یا موبایل و یا خط اینترنت می تواند سیستم امنیتی و یا تاسیسات خانه را فعال کند، دمای دلخواه را تنظیم کند، در ساعت خاصی تاسیسات سرمایش و گرمایش شروع به کار کنند و درجه حرارت خانه را به حد مطلوب برساند و یا گاز برای گرم کردن غذا در

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی

۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

HVACconf-IRSHRAE-1-085

کنترل رطوبت به عنوان یکی از عوامل مهم در حفظ شرایط مطلوب ساختمان و نیز به عنوان عاملی تاثیر گذار بر تجهیزات موجود در ساختمان از اهمیت بسیاری برخوردار است.

### ۳. سیستم کنترل $CO_2$

اندازه گیری پارامترهای کیفی هوا از قبیل  $CO_2$  می تواند فیدبک مناسبی به سیستم های تهویه مطبوع و در نتیجه فراهم سازی شرایط آب و هوایی مناسب برای افراد حاضر در ساختمان، ارائه دهد. علاوه بر این که می توان از میزان حجم  $CO_2$  موجود در هوا میزان حضور افراد را نیز حدس زد.

### ۴. سیستم آشکارساز نشت آب و رطوبت

یکی از موارد خطرناک که در ابتدا باعث آسیب زدن به تجهیزات موجود در ساختمان گردیده و سپس سیستم ها و زیرساخت های موجود را تهدید می کند، نشتی آب از داخل تاسیسات موجود در ساختمان و یا از بیرون ساختمان می باشد. تشخیص سریع وجود نشتی آب و اطلاع رسانی مناسب و اتخاذ تدابیر کنترلی خودکار یکی از موارد حیاتی در ساختمان محسوب می گردد.

### ۵. سیستم کنترل و مانیتورینگ روشنایی

برای کنترل سیستم های روشنایی می توان سناریوهای مختلفی تعریف نمود که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. کنترل روشنایی خودکار بر اساس میزان روشنایی فضای آزاد

۲. کنترل روشنایی خودکار بر اساس زمان

۳. کنترل روشنایی خودکار بر اساس وجود پیک مصرف

۴. اتصال سیستم کنترل روشنایی به سیستم امنیتی و روشن شدن فضاها در صورت تشخیص ورود غیر مجاز

۵. کنترل میزان روشنایی بر اساس میزان لوکس فضای داخلی ساختمان

۶. اندازه گیری توان مصرفی تابلوهای مختلف

پس بنابراین در سیستم اتوماسیون ساختمانی، اجزای مختلف ساختمان از طریق بسترها و پروتکل های ارتباطی مناسب با یکدیگر مرتبط شده و در یک نرم افزار و سرور مرکزی مورد نظارت و کنترل قرار می گیرند. در شکل زیر این مفهوم به صورت ساده نشان داده شده

است [۳].

دزدگیر در منطقه بندی فضاهای تحت پوشش، استفاده از سنسور دقیق تشخیص حضور شخص، حسگر اثر انگشت و همچنین کنترل و ضبط تصاویر دوربینهای مدار بسته به صورت دیجیتال ایمنی را برای منازل به شکل چشمگیری بالا می برد.

انعطاف پذیری: انعطاف پذیری در اجرا و استفاده از خصوصیات شاخص تکنولوژی هوشمند است. با استفاده از ابزاری که این تکنولوژی در اختیار قرار می دهد، برای اضافه کردن این امکانات به منازل موجود در اکثر موارد نیاز به سیم کشی مجدد و تعویض تجهیزات موجود در ساختمان وجود ندارد. استفاده از کلیدها و صفحات نمایش هوشمند برای برنامه ریزی و اجرای دستورات، امکان کنترل با استفاده از (کنترل از راه دور<sup>۱</sup>) از داخل ساختمان و یا با تلفن همراه، همگی ساکنان را برای دسترسی به امکانات ساختمان یاری می کند.

صرفه جویی در مصرف انرژی: مدیریت مصرف انرژی در ساختمان هوشمند تأثیر بسزایی در صرفه جویی مصرف انرژی دارد. وابسته کردن نور و سیستم تهویه به حضور شخص و برنامه ریزی بهینه دمای اتاقها در ساعات مختلف شبانه روز از مصادیق این مدیریت مصرف انرژی است. همچنین جلوگیری از تابش مستقیم نور آفتاب به داخل ساختمان در تابستان توسط کنترل اتوماتیک پرده و کرکره، سبب صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی برای دستگاههای سرمایشی می شود [۴].

### سیستم نظارت تصویری هوشمند تحت شبکه

تاکنون نسل های مختلفی از سیستم های نظارت تصویری ارائه گردیده است. سیستم های نظارت تصویری تحت شبکه که به صورت مستقیم به شبکه کامپیوتری متصل گردیده و از قابلیت های فراوانی همانند کیفیت تصویر، امنیت بالا، قابلیت گسترش و امکان کنترل و دیدن تصاویر از هر نقطه جهان برخوردار می باشند، می توانند دارای عملکردهای ویژه ای باشند که در بحث امنیت در ساختمان می تواند موثر باشد. با دقت در انتخاب صحیح نوع دوربین ها می تواند تا حد زیادی در هزینه ها صرفه جویی و کارایی سیستم را ارتقا بخشید.

### سیستم های مربوط به تاسیسات الکتریکی و مکانیکی

#### ۱. سیستم کنترل دما

یکی از موارد مهمی که تاثیر بسزایی در راحتی افراد حاضر در ساختمان و از سوی دیگر بر روی میزان مصرف انرژی دارد، کنترل دما در بخش های مختلف است. فیدبک گیری سیستم های تهویه مطبوع از دمای فضاهای مختلف و متناسب با میزان حضور افراد (سنجش از روی میزان  $CO_2$  موجود در هوا) می تواند سیستم را به اهداف فوق نائل سازد.

#### ۲. سیستم کنترل رطوبت

<sup>۱</sup> Remote Control

<sup>۹</sup> (Zone)

۶. استخراج کلیه I/Q ها و نوع آنها

۷. تهیه کلیه نقشه های اجرایی

۸. تهیه دستورالعمل های پیکربندی نرم افزار

۹. مشخص نمودن مارک و نوع تجهیزات مورد تایید

۱۰. تهیه مدل و تعداد تجهیزات مورد تایید

### پیشنهادهای کلی

بر اساس بررسی های انجام گرفته باید دیدگاههای زیر در نظر گرفته شود :

۱. توجه به کاربری ساختمان: اساس کاربری ساختمان، ساکنان و بهره برداران ساختمان، بافت فرهنگی و اجتماعی و ...

۲. استفاده از فناوری های نوین با دیدگاه پرهیز از پیچیدگی: در نظر گرفتن نیازها و واقعیت های بومی و نیز پرهیز از پیچیدگی به دلیل بهره برداری آسان و بهینه ساکنان ساختمان

۳. بهینه سازی مصرف انرژی با دیدگاه کاهش هزینه سرمایه گذاری اولیه: با در نظر گرفتن تجهیزات و راه حلهایی برای کاهش مصرف انرژی با توجه به اینکه هزینه سرمایه گذاری اولیه و همینطور تغییرات بر روی سیستم های موجود به صرفه باشد .

۴. بالا بردن امنیت، ایمنی و رفاه ساکنان ساختمان: در نظر گرفتن راه حل هایی برای بالا بردن سطح امنیت و ایمنی ساختمان و نیز کنترل پارامترهایی که منجر به رفاه و بالا رفتن کارایی ساختمان میشود .

۵. توجه به استاندارد های معتبر بین المللی: با توجه به اینکه اجرای سیستم های مذکور نباید باعث وابستگی کارفرما به یک مارک تجاری خاص گردد، استفاده از استانداردهای معتبر بین المللی به عنوان یک اصل در پیشنهاد در نظر گرفته شده است .

۶. طراحی ماژولار: در این پیشنهاد سیستم های مختلفی ارائه گردیده است. اما در طراحی هر سیستم به صورت ماژولار بوده و کارفرما در انتخاب و یا حذف هر سیستم می تواند به صورت آزادانه عمل نماید.



شکل (۲) ارتباط اجزای مختلف ساختمان از طریق بسترها و پروتکل ها

### نکات حائز اهمیت در طراحی ساختمان هوشمند

۱. نیاز سنجی و بررسی سناریوهای مختلف جهت کارکرد صحیح سیستم

۲. شناخت دقیق وضعیت تجهیزات موجود از لحاظ قرارگیری و برقراری ارتباط با سیستم کنترل هوشمند ساختمان

۳. بررسی اقتصادی مهندسی و نقاط بازگشت سرمایه که با در نظر گرفتن مدت زمان و نحو بازگشت سرمایه حاصل از بکارگیری سیستم های مختلف در بخش هایی همانند بهینه سازی مصرف انرژی، کاهش نیروی انسانی، کاهش نرخ خرابی و ... محاسبه می گردد.

۴. تعیین دقیق استانداردها و پروتکل ها در سطوح و بخش های مختلف سیستم

۵. معماری و بلوک دیاگرام کلی سیستم مشخص گردد .

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی

۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

HVACconf-IRSHRAE-1-085

۲. این سیستم در واقع باعث کاهش مصرف انرژی شده و با اتصال به روی شبکه های کامپیوتری و کنترل سیستم بدون نیاز به کابل کشی پر هزینه و همینطور تجهیزات گران نقش آن را پر رنگتر می کند .

۳. ۳۰ درصد از انرژی مصرفی هر ساله در کشور را ساختمان ها مصرف می کنند و این اندازه در مقایسه با مصرف دیگر کشورها رقم بالایی است و برای شناخت اهمیت اقتصادی سیستمهای مدیریت انرژی همین موضوع کافیست که در یک ساختمان هوشمند نسبت به ساختمانی که کنترل آن به روش سنتی انجام می گردد هزینه انرژی آن معادل  $\frac{1}{10}$  است .

۴. با استفاده از سیستم های کنترل هوشمند در ساختمان ، در ساختمانهای غیر مسکونی و اداری صرفه جویی متوسط معادل ۴۰٪ می باشد که این رقم حائز اهمیت است .

### مراجع

[۱] پتانسیل سنجی استفاده از روش های بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی در بخش ساختمان"، مجموعه مقالات شرکت پیشران انرژی .

[۲] وحید جعفری، حامد توسلی ، ایمان زینلی ، "بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمانهای هوشمند" دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

[۳] فناوری های راهبردی آریاز [www.Ariaz.ir](http://www.Ariaz.ir)

[۴] ماهنامه بازار بین الملل ، سال دوم ، شماره نهم، آبان و آذر ۸۹

[۵] مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ۱۹ ، صرفه جویی در مصرف

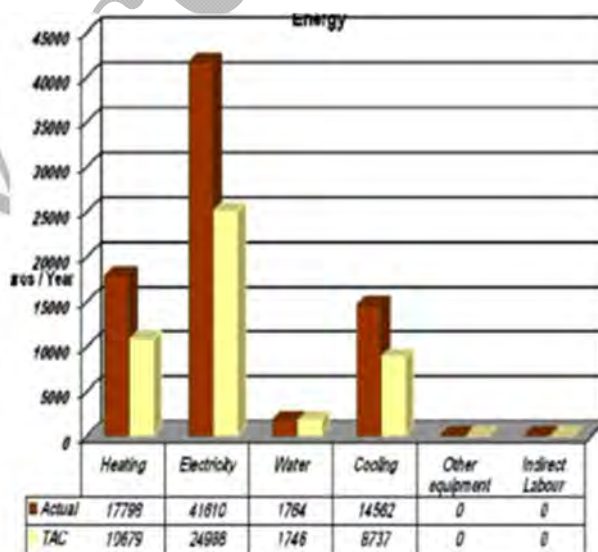
انرژی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۷۳

[۶] ملک زاده کاشانی، " راهنمای طراحی سیستمهای تهویه مطبوع"، انتشارات استاد

جدول (۱) بررسی اقتصاد مهندسی و نقاط بازگشت سرمایه

Savings Tangibles	Price Escalation Year	Return Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Heating	1%	7.73	7.81	7.89	7.97	8.05	8.13	8.21	8.29
Electricity	1%	6.1	3.5	1.6	0.5	0.3	0.8	2.1	4.2	7.1	0.9	
Water	1%	17.1	17.3	17.5	17.6	17.8	18.0	18.2	18.3	18.5	18.7	
Cooling	1%	57.2	28.7	02.0	77.0	53.8	32.3	12.7	94.8	78.7	64.5	
Other equipment	1%	262.	264.	267.	269.	272.	275.	278.	280.	283.	286.	
Indirect Labour	1%	0	6	2	9	6	3	1	9	7	5	
Intangibles	1%	6.21	6.27	6.33	6.39	6.46	6.52	6.59	6.65	6.72	6.79	
Gross Savings	1%	0.5	2.6	5.3	8.7	2.7	7.3	2.6	8.5	5.1	2.3	
	1%	369.	373.	376.	380.	384.	388.	392.	396.	399.	403.	
	1%	3	0	8	5	3	2	1	0	9	9	
	1%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	1%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	1%	31.7	32.0	32.3	32.6	33.0	33.3	33.6	34.0	34.3	34.7	
	1%	35	52	73	97	24	54	87	24	65	08	

نمودار (۱) طرح پیشنهادی صرفه جویی انرژی



### نتیجه گیری

با توجه به آنچه تا کنون گفته شد میتوان نتیجه گرفت که سیستم کنترل هوشمند در بیشتر جوامع و صنایع ساختمانی نقشی اساسی را ایفا می کند و به هنگام عملکرد صحیح سیستم هاو ذخیره سازی منابع انرژی، افزایش قابلیت اعتماد آنها را به دنبال دارد که چکیده ویژگی های آن در زیر آمده است که عبارتنداز :

۱. اجرای این سیستم کاهش نیروی انسانی را در بر خواهد داشت که منجر به صرفه جویی در هزینه های اقتصادی می شود .

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی  
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما  
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران  
HVACconf-IRSHRAE-1-085

www.Hvaccconf.ir