



## عوامل موثر بر کاهش مصرف انرژی در طراحی معماری خانه هوشمند

محمد رضا ساعدی کپورچالی

دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه آزاد واحد خلخال

Mohammadreza\_saaedi67@yahoo.com

اعظم مسعودی گوگانی

استاد راهنما عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد خلخال

### چکیده

یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که در چند دهه اخیر مورد توجه اکثر کشورهای صنعتی پیشرفته بوده است بحث جلوگیری از اتلاف انرژی می‌باشد. اهمیت این بحث در سالهای نخست دهه ۱۹۶۰ زمانی که تقاضا برای عرضه ذخایر نفتی و انرژی ناشی از آن افزایش چشمگیری یافت روشن شد. توجه به این موضوع که منابع سوخت فسیلی محدود و روبه کاهش هستند مسئولین را به فکر یافتن روش‌هایی جهت استفاده بهینه از انرژی انداخت. به طور کلی روش‌های گوناگونی برای حفظ منابع انرژی وجود دارد. معمول‌ترین روش صرفه‌جویی می‌باشد که از طریق فرهنگ سازی میسر است. همچنین می‌توان منابع انرژی را جایگزینی برای منابع سوخت‌های فسیلی در نظر گرفت از جمله انرژی تابشی خورشید و یا جریان الکتریسیته و... جدیدترین ایده برای حفظ انرژی استفاده از تجهیزات و سیستم‌های جدید می‌باشد که به همین منظور در نظر گرفته شده‌اند. سیستم‌های مدیریت انرژی ساختمان از این جمله‌اند. مدت زیادی نیست که بحث درباره موضوع ساختمانهای هوشمند در محافل عمومی مطرح گردیده است. یک ساختمان هوشمند ساختمانی است که در بر دارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه بوسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستم‌ها، ساختار، سرویس‌ها و مدیریت و رابطه میان آنها می‌باشد.

واژگان کلیدی: انرژی، تابش خورشید، معماری، خانه هوشمند، سیستمها



## مقدمه

## ساختمان هوشمند

در ساختمان های هوشمند با استفاده از سیستم های خودکار کنترل روشنایی ساختمان، کنترل دوربین های مدار بسته، کنترل درها، کنترل وضعیت های اضطراری همچون آتش سوزی و زلزله و بسیاری کنترلرهای هوشمند دیگر مصرف انرژی به نحو چشمگیری کاهش می یابد.

ساختمان هوشمند، ساختمانی است که مجهز به یک زیر ساختار ارتباطاتی قوی بوده که می تواند به صورت مستمر نسبت به وضعیت های متغیر محیط عکس العمل نشان داده و خود را با آنها وفق دهد.

و همچنین به ساکنین ساختمان این اجازه را می دهد که از منابع موجود به صورت موثرتری استفاده نموده و امنیت و آرامش آنها را افزایش دهد.

هزینه های جاری یک ساختمان اغلب بخش عمده ای از درآمد مالکان را به خود اختصاص می دهد. اکنون بسیاری از سازمانها در دنیا به صرفه جویی در مصرف انرژی و هر چه بهتر کردن محیط های کاری و زندگی خود روی آورده اند.

مدت زیادی نیست که بحث درباره موضوع ساختمانهای هوشمند در محافل عمومی مطرح شده است

## یک ساختمان هوشمند چگونه ساختمانی است؟

تعریفی که در ایالات متحده آمریکا درباره یک ساختمان هوشمند عنوان می شود اینچنین است:

«یک ساختمان هوشمند ساختمانی است که در بر دارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه بوسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستمها، ساختار، سرویسها و مدیریت و رابطه میان آنها است»

مزایای یک ساختمان هوشمند از طریق اتوماتیک کردن سیستمهایی مانند گرمایش، Ventilation، و تهویه مطبوع یا (HVAC) Air Conditioning، سیستم اعلام حریق و آتش نشانی، سیستم های امنیتی و مدیریت انرژی و روشنایی بوجود می آید.

اگر حریقی در یک ساختمان بوقوع بپیوندد، سیستم اعلام حریق به ستم امنیتی بصورت خودکار ارتباط برقرار می کند و از این طریق قفلهای کلیه دربها باز می شوند

و مردم می توانند به راحتی از محل حریق دور شوند و سیستم امنیتی با سیستم HVAC نیز ارتباطی خودکار برقرار کرده و از این طریق هوای سالم جایگزین هوای دودآلود می شود.

اصول یک ساختمان هوشمند می گوید که هزینه های واقعی یک ساختمان فقط هزینه های ساخت نیست بلکه باید به آنها هزینه های راهبری و تعمیرات را نیز اضافه کرد. ساختمان هوشمند تمامی این هزینه ها را بوسیله کنترل اتوماتیک و یکپارچه، مخابرات، و سیستم مدیریت کم می کند. (مولای م م. ۱۳۹۱)

در قرن بیست یکم و تغییرات فرهنگی و تکنولوژی و همچنین تغییرات فرهنگی و تکنولوژیکی و همچنین تغییر نحوه دید مردم در مورد محیط کاری و زندگی خود، چه در بخش تجاری و یا صنعتی و یا حتی مسکونی، نیاز به محیطی که حداکثر استفاده و حداقل هزینه را بتوان در آن تجربه کرد وجود دارد.

سیستمهای مختلفی که در یک ساختمان هوشمند به کار گرفته می شوند :

۱- سیستم مدیریت و صرفه جویی در مصرف انرژی

۲- سیستمهای ایمنی جانی (Life safety)

۳- سیستمهای مخابراتی

۴- سیستمهای اتوماتیک سازی محل کاری

**مدیریت و صرفه جویی در مصرف انرژی**

طرح ساختمان هوشمند باعث شده که در مصرف انرژی به مقدار قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی شود و همچنین مدیریت آن بسیار آسان گردد. سیستم‌های کامپیوتری بصورت قابل ملاحظه‌ای در این رابطه استفاده می‌شوند، این سیستم‌های با نام‌های مختلفی شناخته شده‌اند نام‌هایی همچون:

سیستم اتوماتیک سازی ساختمان BMS

سیستم مدیریت انرژی BEMS

سیستم مدیریت و کنترل انرژی

سیستم کنترل و مونیتورینگ مرکزی BMS

مساله انرژی در کشور ما سالها مورد توجه در نبوده و یارانه‌های آشکار و پنهان دولتی همواره شهروندان را از توجه واقعی به ارزش انرژی در اشکال مختلفش باز می‌داشته است.

در سالهای اخیر، به دلایل گوناگون لزوم محاسبه میزان مصرف صرفه جویی انرژی به عنوان یک ضرورت قطعی و چاره ناپذیر، مطرح شده است. سرعت رشد مصرف داخلی انرژی به حدی است که با روند موجود توسعه منابع نفتی شاید با گذشت چند سال و اندی دیگر قادر به صادرات نفت نباشیم.

بخش ساختمان بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، که به نظر می‌رسد ارزش آن به قیمت جهانی سالیانه بالغ بر شش میلیارد دلار می‌شود.

در صورتی که می‌توان با اجرای سیستم‌های نوین در ساختمانها، این هزینه را به شکل قابل توجهی کاهش داد و هزینه‌ای را که برای پیاده کردن این سیستم اجرا می‌شود، را در مدت زمانی نه چندان دور از راه ذخیره انرژی بدست آورد.

تغییر وضع موجود به سوی وضع قابل قبول تلاش هماهنگ عظیمی را از سوی مردم و مسئولین بصورت پیوسته می‌طلبد، که BMS (سیستم مدیریت یکپارچه ساختمان) همین هدف را دنبال می‌کند.

در ساختمان های هوشمند با استفاده از سیستم های خودکار کنترل روشنایی ساختمان، کنترل دوربین‌های مدار بسته، کنترل درها، کنترل وضعیت های اضطراری همچون آتش سوزی و زلزله و بسیاری کنترل‌های هوشمند دیگر مصرف انرژی به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد.

یک ساختمان هوشمند این مزایا را از طریق سیستم‌های کنترلی هوشمند ارائه می‌نماید. این سیستمها عبارتند از:

Heating, Ventilation and Air – Conditioning (HVAC)

Fire safety

Security

Energy/lighting management

در ایران نیز در یکی دو سال اخیر بحث مدیریت و حفظ انرژی جای خود را در مسایل مصرف انرژی باز کرده است. این در حالی است که به عنوان مثال در ایران و در فصل تابستان در حدود ۲۵٪ مصرف برق توسط کولرهای آبی و گازی و خانگی می‌باشد. و همچنین طبق آخرین آمار خانه‌های ایرانی به طور متوسط ۵٪ تا ۱۰٪ انرژی را به شکل‌های گوناگون هدر می‌دهند. با توجه به اهمیت مدیریت انرژی در ساختمان روش‌های گوناگونی برای جلوگیری از اتلاف انرژی در این مقاله پیشنهاد شده است. که امروزه به عنوان اصل مهم در ساخت و سازها مدنظر قرار می‌گیرد.

**مدیریت انرژی**

مدیریت انرژی در تعریف به معنای استفاده مقرون به صرفه و کارآمد از انرژی است. بسته به نوع مصرفی که یک ساختمان دارد دستگاههای پرمصرف متفاوتند.

به عنوان مثال در ساختمان‌های اداری و تجاری دستگاه تهویه مطبوع و سیستم روشنایی مرکزی پرمصرف‌ترین هستند. البته کاربرد سیستم‌های HVAC مصرف انرژی را تا حد زیادی با کاهش روبرو ساخته است.



امروزه در ساختمان‌های مجهز به کمک کنترلرهای پیشرفته و پیچیده می‌توان با کاهش تعداد تجهیزات میزان اتلاف انرژی را نیز کاهش داد. به بیان کامل ساده کنترلرهای ساختمان میزان مطلوب مشخصه خاصی را در حد تعیین شده نگه می‌دارد. این مشخصه می‌تواند سیستم روشنایی یا گرمایش و سرمایش و... باشد. همچنین استفاده از عایق در دیوارها و استفاده از شیشه‌های دو جداره در پنجره‌ها می‌تواند اتلاف انرژی را تا حد چشمگیری کاهش دهد.

در واقع مزیت استفاده از سیستم‌های جدید **energy saving** قابلیت نصب ساده آنها بر روی شبکه‌های کامپیوتری (PC) و کنترل سیستم بدون نیاز به کابل کشی پرهزینه و استفاده از تجهیزات گران قیمت می‌باشد. با در نظر گرفتن میزان مصرف انرژی با توجه به روشنایی روز و دمای بیرون سیستم قادر است یک روش مصرف ارزان قیمت را همراه با صرفه‌جویی در انرژی انتخاب نماید. در نظر گرفتن دمای مطلوب ساختمان براساس نوع استفاده‌ای که از آن می‌شود مصرف انرژی را تا حد بسیار زیادی محدود می‌کند. این کار با در نظر گرفتن اطلاعات اولیه‌ای که کارفرما به سیستم می‌دهد و همچنین داده‌هایی 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 هزینه‌های بالا برای نگهداری ساختمان از بین می‌رود. به این ترتیب سیستم‌های مدیریت انرژی در ساختمان (EMS) تعریف می‌شوند. EMSها با تنظیم عملکرد ساعتی و یا دوره‌ای تجهیزات از مصرف بی‌رویه آن جلوگیری می‌نمایند.

برای شناخت اهمیت اقتصادی سیستم‌های مدیریت انرژی اشاره به این موضوع کفایت که استفاده از EMS در یک ساختمان تک عملکردی هزینه‌ای به مقدار ۱۰۰ دلار پی دارد. در حالیکه کنترل عادی همان ساختمان با روش‌های سنتی هزینه‌ای معادل ۱۰۰۰۰ دلار بر دارد.

به طور خلاصه می‌توان گفت که در نظر گرفتن بحث **energy saving** استفاده از سیستم‌های مدیریت انرژی (EMS) می‌تواند در حدود ۱۰ تا ۳۰٪ کاهش قیمت و هزینه در پی دارد. از این رو این موضوع از نظر اقتصادی و سیاسی در بسیاری از کشورها اهمیت یافته و استفاده از این سیستم‌ها در اغلب کشورهای اروپایی و آمریکا روند روبه رشدی دارد.

### انواع سیستم‌های EMS و کاربری‌های مختلف:

همانطور که در قسمت قبل اشاره کردیم EMSها سیستم کنترلی هستند که با تنظیم عملکرد ساعتی و یا دوره‌ای تجهیزات از اتلاف انرژی جلوگیری می‌نمایند. به این معنا که زمان و رنج خاموش و روشن شدن دستگاه را با توجه به داده‌های از پیش تعیین شده‌ای براساس یک سیستم یکتا و به کمک ساعت‌های کنترلی کنترل می‌کند.

### : BMS

BMS راه حل جامعی برای مدیریت ساختمان پیشنهاد می‌کند. شبکه BMS ترکیبی است برای تامین نیازهای مدیریتی ساختمان به همراه امنیت در عملکرد و راحتی در جنبه علمی موضوع. پروفیل اصلی سیستم با داشتن یک شبکه ارتباطی گسترده هر نوع کنترل و اندازه‌گیری خصوصی را رد می‌کند.

پیشنهاد نصب BMS در دو حالت زیر داده می‌شود:

(a) چنانچه طرح بسیار پیچیده باشد و یا از سیستم HVAC استفاده شود.

(b) انرژی نهایی که به کمک BMS ذخیره می‌شود متناسب با هزینه مصرفی برای سیستم باشد.

تا اینجا بیشترین کاربرد BMS در سیستم‌های تهویه مطبوع و حرارت مرکزی و اطفاء حریق و سایر موارد تاسیساتی ذکر شد. کاربرد دیگر BMS در سیستم‌های روشنایی مرکزی می‌باشد. در این مورد نیز باید راندمان انرژی و بارهای حرارتی ناشی از سیستم‌های روشنایی را با شرایط آسایش و برآورد قیمت مقایسه نمود و حالت بهینه را در نظر گرفت. استفاده از لامپ‌های فلورسنت و لامپ‌ها و نورافکن‌های کم مصرف ولی با راندمان بالا پیشنهاد می‌شود. (روشنایی در مکان‌های عمومی براساس ساعات عملکرد منطقه تعیین می‌شود).

مورد دیگر استفاده از دستگاه‌های EMS در صنعت می‌باشد که بسیار گسترده نیز هست. به عنوان مثال می‌توان از سیستم‌های هیدرولیک و آبگرمکن‌های خورشیدی نام برد.



انواع سیستم‌های BMS

: Time-of-data scheduling

این نوع که می‌توان از آن به عنوان سیستم با برنامه زمان بندی روزانه یاد کرد براساس فهرست زمان‌بندی که به عنوان داده در اختیار آن قرار می‌گیرد و به کمک ساعت‌های الکترومکانیکی در عملکردهای گوناگون به کار برده می‌شود. این سیستم بیشتر در زمان تعطیلات و ساعاتی از روز که کنترل شخصی میسر نیست مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور عمده موارد استفاده از این نوع سیستم به صورت زیر خلاصه می‌شود:

لایسیستم روشنایی داخلی و خارجی ساختمان

لایکنترل حرارتی محیط و تنظیم درجه حرارت داخلی

لایتهویه مطبوع هوای محیط

لایکنترل فن‌های تهویه و تخلیه (مکنده)

لایترموستات‌های مستقیم و معکوس

: Temperature/time optimization

این نوع سیستم که معادل فارسی آن سیستم بهینه سازی دما براساس زمان است تامین کننده کنترل عملگرهای چند کاره و کنترل پیشرفته دما است. در این سیستم‌ها دمای هوای داخل و خارج به طور مداوم ثبت می‌شود بنابراین زمان خاموش و روشن شدن سیستم با تغییرات دما تعیین می‌شود. کاربرد عمده آن در سرمایش و گرمایش تهویه مطبوع می‌باشد. این نوع سیستم با ذخیره عملکرد قادر است بهترین نتیجه و راندمان را در ازای کمترین هزینه مالی در امر صرفه‌جویی در انرژی ارائه دهد. همچنین به علت پیچیدگی خاص سیستم معمولاً از یک صرفه‌جو هم استفاده می‌شود. وجود دمپرهای کنترلی در سیستم می‌تواند ورود و خروج هوا به محیط را در زمان مطلوب میسر سازد.

: Demand control systems

این نوع سیستم که معادل فارسی آن سیستم کنترل خواستاری می‌باشد در حقیقت مشابه سیستم بهینه‌سازی زمان - دما می‌باشد با این تفاوت که با اتصال ساعت‌های کنترلی به سیستم مصرف جریان برق را نیز کنترل می‌نماید. مزیت این سیکل در بررسی بارهای مطلوب و میزان مصرف برق است که در آخر با بالانس کردن این دو مورد مصرف انرژی را به حداقل مقدار خود می‌رساند.

موارد استفاده از این نوع عبارتند از: حرارت مرکزی و تهویه مطبوع موتور کمپرسورهای هوایی سیستم ضدسرقت (دزدگیر) و قفل مرکزی سیستم هشدار آتش و اطفاء حریق خودکار.

همچنین این نوع سیستم با کاهش بارهای غیر ضروری ساختمان که با توجه به ورودی در نظر گرفته شده تعیین می‌شود به میزان قابل توجهی کاهش در مصرف برق و بالتبع هزینه برق مصرفی را در پی دارد. از جمله ویژگی‌های خاص سیستم گزارش شرایط محیط (به عنوان مثال دما و رطوبت نسبی و... در مورد تهویه مطبوع و حرارت مرکزی) می‌باشد.

روش‌های کاهش اتلاف انرژی در صورت عدم وجود EMS:

اشاره به این نکته ضروری است که EMSها همیشه سودمند نمی‌باشند. علت اصلی استفاده از EMS صرفه‌جویی در انرژی و به دنبال آن صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌باشد. گاهی هزینه مالی نصب EMS در یک ساختمان با عملکرد عادی بسیار بالاتر از میزان صرفه‌جویی مالی ناشی از حفظ انرژی می‌باشد. در نتیجه بهتر است قبل از نصب سیستم یک آنالیز کلی بین هزینه‌های مصرفی برای نصب و سایر فاکتورها از جمله نوع ساختمان عملکرد و نوع اشتغال آن اندازه و ابعاد ساختمان و تعداد سیستم‌های کنترلی درون آن انجام شود. در موارد عادی با در نظر گرفتن اصول زیر می‌توان به میزان قابل توجهی از اتلاف انرژی جلوگیری نمود:

لایعایق‌های حرارتی - وجود عایق در دیوارها، سقف و کف اتاق‌ها مصرف انرژی را تا ۲۵٪ کاهش می‌دهد.





در مورد سقف‌های سفالی باید از عایق‌هایی که به صورت فویل دولایه هستند استفاده نمود. پیشنهاد می‌شود چنانچه زیر کف خالی باشد هوای داخل این فضا نیز تهویه شود.

جلوگیری از تهویه طبیعی - جلوگیری از نفوذ هوا از طریق درها و پنجره‌ها و سایر درروها به کمک نوارهایی که به همین منظور در نظر گرفته شده است مقدور است. همچنین کاهش سطح پنجره و استفاده از شیشه‌های دو جداره از اتلاف گرما یا سرما جلوگیری می‌کند.

کنترل نور خورشید - استفاده از سایبان‌های داخلی و خارجی و شیشه‌های رنگی و رفلکس تا حد زیادی اثر نور خورشید را کاهش می‌دهد.

انتخاب نوع موتور - نوع موتوری که برای دستگاه‌های تهویه و ... در نظر می‌گیریم باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر قیمت مناسب ویژگی‌های مطلوب دیگری از جمله بی‌صدا و بدون لرزش بودن را نیز دارا باشد.

#### نتایج:

با توجه به آنچه تا کنون گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که BMS برنامه‌ای است با ویژگی‌های زیر:

- ۱- سیستم کاهش هزینه که قادر به کنترل مصرف انرژی است و در نتیجه امر نگهداری ساختمان را آسان تر می‌سازد.
- ۲- سیستمی برای آسان سازی عملکرد و مختصر نمودن تجهیزات کاربردی در عین ایجاد آسایش و رفاه در ساختمان.
- ۳- سیستمی انعطاف‌پذیر با ویژگی user friendly.
- ۴- سیستمی برای کنترل و بهبود عملکرد تجهیزات نصب شده و جلوگیری از پیشامد شرایط بحرانی.

#### ذخیره انرژی :

سیستم با در نظر داشتن دمای اتاق براساس نوع عملکرد و استفاده از آن با توجه به اطلاعات اولیه و اطلاعات ثانویه‌ای که به صورت خیلی مختصر بیانگر تغییرات روزانه یا فصلی متغیرها و نحوه انتخاب دوره‌های زمانی می‌باشد و همچنین با توجه به روشنایی روز و دمای طرح خارجی برنامه مصرفی را ارائه می‌دهد که هم کم هزینه می‌باشد و از طرفی هم صرفه‌جویی در مصرف انرژی را مدنظر قرار می‌دهد. همین طور سیستم قادر است هزینه‌های مصرفی و میزان صرفه‌جویی را به کارفرما گزارش دهد. به این ترتیب پروسه مصرف تصاعدی و گران انرژی حذف می‌شود.

#### قابلیت انعطاف:

یکی از مهمترین ویژگی‌های BMS که آن را کاربردی می‌نماید قابلیت انعطاف است. به این معنا که می‌توان انواع تغییرات را با توجه به نیاز ساختمان و با حداقل نرم‌افزار در آن ایجاد نمود بدون آنکه نیازی به بکارگیری سخت‌افزارهای پیچیده و زاید و سرمایه‌گذاری پر هزینه باشد. در واقع سیستم به صورت یک شبکه کاملاً گسترده طراحی می‌شود که به راحتی بر روی PC قابل نصب است و به کمک استانداردهای میکروسافت می‌توان آن را در هر زمان که بخواهیم به روز نمود.

#### قابلیت اعتبار :

BMS یک سیستم کاملاً قابل اعتماد است و بسیار دقیق عمل می‌کند. به این ترتیب که بر عملکرد کل شبکه نظارت نموده و از مصرف بی‌رویه انرژی و پیشامد موقعیت‌های بحرانی جلوگیری می‌نماید. این سیستم در بسیاری از شبکه‌های متنوع از جمله تهویه مطبوع سرمایش و گرمایش ساختمان سیستم‌های کنترلی امنیتی ناظر آسانسور و مدیریت مرکزی تجهیزات نصب شده قابل استفاده می‌باشد.

#### از لحاظ هزینه زندگی:

در طراحی سیستم با توجه به اختیاراتی که داریم ابتدا باید به ارزیابی هزینه‌های جاری بپردازیم. در این مورد باید به راندمان مصرف انرژی و صرفه‌جویی آن توجه داشت. در اینجا محل ساختمان و جهت آن ثابت دما، تاثیر باد، آب و هوا، روشنایی و تهویه طبیعی در بررسی اهمیت زیادی دارد. در ساختمان‌هایی که مصرف بالای انرژی دارند باید حتماً یک آنالیز بر روی هزینه دوره‌ای زندگی (ICC) انجام شود و بر این اساس به طراحی اصولی پرداخت که در واقع تاثیر مستقیم بر روی هزینه‌ها دارند.



در انتخاب تجهیزات و سرویس‌ها توجه به این نکته ضروری است که حتماً یک بالانس بین قیمت و هزینه اتصال و نصب و نگهداری و میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی صورت گیرد. چیزی که برای مدیریت پروژه اهمیت دارد هزینه نهایی می‌باشد که حتماً باید مدنظر قرار گیرد.

### سرمايه‌گذاري برتر:

اهمیت BMS از این جهت است که معمولاً هزینه‌هایی که برای نصب و راه‌اندازی سیستم صرف می‌شود معمولاً بین ۳ تا ۵ سال به طور کامل احیا می‌شود و به این ترتیب با داشتن وسیله‌ای برای صرفه‌جویی در مصرف و همچنین می‌توان به حفظ و تامین سرمایه اصلی به میزان کاملاً مطلوب و مدیریت زمان دست یافت. با توجه دقیق‌تر به جزئیات کار در بحث ممیزی انرژی و بررسی و برآورد هزینه مصرفی در کاربردهای گوناگون می‌توان به سه مقوله زیر دست یافت:

۱- صرفه‌جویی بدون هزینه: به کمک تنظیم محسوس سیستم‌های کنترلی می‌توان با هدایت عملکرد تجهیزات تغییرات عمده و مفیدی در روند عملکرد دستگاه ایجاد کرد که این طرح تقریباً بدون هزینه است.  
۲- صرفه‌جویی با هزینه بسیار کم: این روند در بخش‌هایی که متناوباً مورد استفاده قرار می‌گیرند از جمله موارد زیر کاربرد دارد:

کنترلر سیستم روشنایی، سوئیچ زمانی در سیستم آبگرمکن، کنترلر سیفون توالت، vending machine ها و یا کنترلرهای حرارت مرکزی.

۳- صرفه‌جویی در مقیاس بالا: این روند در طرح‌هایی به کار می‌رود که نیازمند ایجاد تغییرات عمده و یا تغییر مکان در نقشه و همچنین مستلزم بکارگیری تجهیزات بسیار مدرن یا حساس هستند. به عنوان مثال جایگزینی سیستم بویلر و مشعل حرارتی با هدایتگر گاز داغ در واحد آب گرم و یا سیستم‌های دارای چیلر و همچنین در جایی که مصرف همزمان برق و گرما داریم (combined heat & power).

آنچه تاکنون گفته شد نتایج حاصل از یک برنامه جامع مدیریت انرژی بود که در حالت ایده‌آل بسته به میزان انعطاف‌پذیری آن حدود ۱۵ تا ۲۵٪ سود سالیانه در بر دارد.

در حالت کلی می‌توان ۳٪ تا ۶٪ صرفه‌جویی در هزینه را برای ساختمان‌هایی که مصرف بسیار بالا دارند در نظر گرفت. این در حالی است که در نهادهای چند منظوره سالانه با ۳٪ تا ۴٪ صرفه‌جویی در مصرف روبرو هستیم. نمودارهایی که در ادامه می‌آیند نرخ هزینه را براساس مدت زمان نصب نشان می‌دهند.

نمودار ۱ برای مدت زمان ۳ سال و نمودار ۲ برای ۴ سال می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود در ۹ ماه اول با یک مقدار منفی در کاهش هزینه‌ها روبرو هستیم که به صورت صعودی افزایش می‌یابد. این مقدار منفی تا ماه ۱۵ ادامه می‌یابد و در این زمان مسیر صعودی خود را طی می‌کند. در نمودار ۲ نیز روند به همین شکل می‌باشد.

بنابراین گرچه در آغاز این طور به نظر می‌رسد که وجود BMS سبب افزایش هزینه در حین نصب و اجرا می‌شود ولی با بررسی دقیق‌تر این موضوع روشن می‌شود که پس از ۳ تا ۵ سال هزینه‌ها به طور کامل باز می‌گردد و صرفه‌جویی در انرژی و هزینه‌های جاری را نیز دربرمی‌گیرد.

### راهکارهایی برای کم کردن مصرف انرژی در منزل energy-saving-tips-for-heating

امروزه با وجود قیمت‌های هنگفت سوخت و کم شدن ذخائر انرژی، مصرف انرژی خانگی و عواقب آلودگی ناشی از آن رو به افزایش می‌باشد. چند تغییر استراتژیکی می‌تواند به کاهش و صرفه‌جویی در انرژی کمک کند.

اگرچه ایران چهارمین تولیدکننده گاز در جهان به شمار می‌آید، سومین مصرف کننده گاز در جهان نیز محسوب می‌شود. در حالی که هر خانواده ایرانی با رعایت اصول ساده صرفه جویی در مصرف انرژی، می‌تواند میزان انرژی مصرفی خود را تا یک سوم کاهش دهد.

۳۸ درصد سوخت گازی کشور در ساختمان‌ها مصرف می‌شود که در مقایسه با دیگر بخش‌ها شامل صنعت، حمل و نقل و کشاورزی سهم قابل ملاحظه‌ای است و همین موضوع ضرورت صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها را بیشتر آشکار می‌کند.

مصرف بهینه سوخت در ساختمان‌ها علاوه بر کاهش میزان مصرف سوخت باعث کاهش هزینه‌های پرداختی شهروندان و همچنین کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی می‌شود. برای آگاهی از روش‌های صرفه جویی در مصرف گاز با ما همراه باشید:

### عایق بندی موتورخانه

یکی از مهم‌ترین مواردی که در بحث صرفه جویی در مصرف گاز در ساختمان‌ها باید مد نظر قرار گیرد موتورخانه است. زمانی که از صرفه جویی در مصرف انرژی در موتورخانه صحبت می‌کنیم؛ مواردی از جمله انتخاب مناسب تجهیزات تا عایق بندی و سرویس منظم را در نظر داریم.

### نصب شیر ترموستاتیک رادیاتور

برای این که بتوانیم دمای هوای فضایی را که رادیاتور در آن نصب شده است به صورت خودکار کنترل کنیم، استفاده از شیرهای ترموستاتیک رادیاتور توصیه می‌شود. به منظور بهینه سازی مصرف سوخت در منازل که از شوفاژ استفاده می‌کنند، نیاز است که سیستم رادیاتور به شیر ترموستاتیک مجهز باشد. شیر ترموستاتیک رادیاتور با قابلیت تنظیم دما توسط ترموستات، دمای اتاق را در درجه حرارت مورد نظر ثابت نگه می‌دارد و با تنظیم دمای اتاق در محدوده ۱۸-۲۱ درجه سانتی گراد بیشترین مقدار صرفه جویی در مصرف سوخت را به دست می‌دهد. به طور کلی بر اساس آزمایش‌ها، کاهش هر یک درجه سانتیگراد و جلوگیری از افزایش بی مورد دمای اتاق، سبب کاهش مصرف سوخت به میزان ۶ درصد می‌شود.

هنگامی که دمای اتاق بر اثر گرمای خروجی از رادیاتور و یا هر منبع تولید گرمای خارجی (مانند تابش خورشید، افزایش تعداد ساکنان و یا تجهیزات و لوازم برقی) افزایش یابد و در محدوده تنظیم دمای ترموستات قرار گیرد، ترموستات به شیر فرمان می‌دهد و جریان آب گرم در رادیاتور کاهش می‌یابد و از افزایش گرمای اتاق توسط رادیاتور جلوگیری می‌شود. در نتیجه ضمن تأمین شرایط آسایش حاضران در اتاق، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های سوخت مصرفی را نیز برآورده می‌کند. در غیر این صورت افراد حاضر در اتاق مجبور می‌شوند پنجره‌ها را باز کنند و این امر سبب می‌شود که هزینه پرداختی صرف گرم کردن هوای بیرون خانه شود و به هدر رود! نتایج بررسی‌ها، نشان دهنده این است که هزینه خرید و نصب شیرهای ترموستاتیک رادیاتور حداکثر طی دو دوره سرما از محل صرفه جویی در هزینه سوخت مصرفی قابل برگشت خواهد بود. (غلامرضا، ۱۳۸۳)

### عایق کاری حرارتی ساختمان

خوب است بدانید که ۵۰ درصد هدر رفت حرارتی ساختمان‌هایی که عایق کاری نشده است. از طریق پوسته خارجی (دیوارها، سقف و کف) اتفاق می‌افتد. انواع مختلف عایق‌ها؛ شامل عایق‌های معدنی مانند پشم شیشه و پشم سنگ، عایق‌های پلیمری مانند پلی استایرن (یونولیت) و عایق‌های اسفنجی و... است. نوع عایق با توجه به محل مورد استفاده و خواص فیزیکی آن انتخاب می‌شود. هرچه مقاومت حرارتی عایق بیشتر باشد گرمای کمتری از آن عبور می‌کند.

### استفاده از پنجره‌های دوجداره

حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد اتلاف انرژی ساختمان، از طریق پنجره‌ها اتفاق می‌افتد که با استفاده از پنجره‌های دوجداره استاندارد، می‌توان آن را به حداقل ممکن رساند. برای کاهش تبادل حرارتی از طریق پنجره‌ها، استفاده از قاب‌های آلومینیم ترمال بر یک (UPVC) استاندارد بسیار موثر است.





یک پنجره با شیشه تک جداره تقریباً ۱۰ برابر یک دیوار عایق کاری شده هم اندازه خود اتلاف حرارتی دارد. با دو جداره کردن پنجره‌ها اتلاف حرارتی پنجره به نصف کاهش می‌یابد. در برخی پنجره‌های دو جداره، فضای میانی را با گازهایی مانند آرگون و کریپتون پر می‌کنند تا کارایی آنها حدود ۱۰ درصد افزایش یابد.

راه دیگر برای بالا بردن کارایی پنجره‌های موجود، نصب ورقه‌های پلاستیکی شفاف روی پنجره هاست. این ورقه‌های شفاف رامی توان توسط چسب‌های دوطرفه، طوری به شیشه چسباند که چند میلیمتر با شیشه‌ها فاصله داشته باشند. کار ساده تری که می‌توان انجام داد این است که در چند هفته از سال که هوا خیلی سرد است روی پنجره‌ها نایلون کشید و دور تا دور آن چسب نواری پهن چسباند.

به گزارش خراسان، از طرفی نصب پرده‌های پر چین که پنجره را کاملاً بپوشاند جلوی اتلاف حرارت را به مقدار زیادی می‌گیرد. این پرده‌ها در فصل تابستان نیز جلوی تابش خورشید را می‌گیرند و به خنک نگه داشتن داخل ساختمان کمک شایانی می‌کنند به ویژه اگر آستر براق داشته باشند.

### انتخاب بخاری گازی مناسب

بخاری باید با مساحت اتاقی که قرار است آنجا را گرم کند، متناسب باشد. یک بخاری بزرگ را هرگز نباید برای یک محیط کوچک تهیه کرد انتخاب یک بخاری کوچک برای فضایی بزرگ نیز اشتباه است. لازم است در انتخاب بخاری به برچسب انرژی روی آن توجه شود.

### پکیج و ۲ نکته

شاید هنوز هم در برخی از نقاط کشور استفاده از کرسی‌های زغالی و بخاری‌های نفتی رایج باشد، ولی حقیقت این است که فراوانی گاز طبیعی و برقراری امکان دسترسی به این موهبت الهی، فناوری را بر آن داشته، تا راهکارهای جدیدی را برای بشر مهیا سازد. در حال حاضر، دستگاه پکیج، متداول ترین وسیله ایجاد گرمایش در سراسر دنیا محسوب می‌شود و از آن جا که مزایای بسیاری از جمله اشغال نکردن فضای مفید، ایمنی بسیار بالا، استقلال کامل هر واحد مسکونی و ... را دارد، به مرور زمان جایگزین آبگرمکن دیواری و سیستم موتورخانه مرکزی شده و آب گرم مورد نیاز برای تامین گرمایش محیط، به وسیله رادیاتورها و آب گرم بهداشتی برای مصارف روزمره از قبیل شست و شو، استحمام و ... را فراهم می‌کند. راندمان این دستگاه، به مراتب از موتورخانه مرکزی بالاتر بوده و باعث می‌شود مصرف گاز حداقل به میزان ۴۰ درصد کاهش یابد.

البته محل نصب پکیج باید فضای کافی و امکان تهویه مناسب داشته باشد تا عمل احتراق با حداکثر بازده انجام شود. همچنین محل نصب تا حد امکان باید به محل‌های عمده مصرف آب گرم مصرفی (مانند آشپزخانه) نزدیک باشد.

اجاق گاز و نکاتی برای خانم‌ها

اجاق گاز از جمله لوازم گاز سوزی است که در تمام فصول سال، مورد استفاده قرار می‌گیرد. رعایت برخی نکات در کاهش مصرف سوخت تاثیر بسزایی خواهد داشت :

\* اجاق گاز را تمیز و شعله‌ها را تنظیم کنید. غذای سوخته روی اجاق گاز باعث کاهش عمر این وسیله و مصرف بیشتر انرژی می‌شود.

\* ظروف کوچک را روی شعله‌های بزرگ قرار ندهید، چون مصرف گاز را برای پخت تقریباً ۲ برابر می‌کند.

\* هنگام پخت مواد غذایی در ظرف را بسته نگه دارید.

\* پوشاندن اجاق با فویل باعث کاهش جریان هوا و افزایش زمان طبخ می‌شود.

نکات کاربردی در مصرف آب گرم

حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد انرژی مصرفی هر خانوار صرف تامین آب گرم بهداشتی می‌شود. لذا برای صرفه جویی در این بخش باید:



۱. زمان استحمام را کوتاه کنید.
  ۲. دمای آبگرمکن را بین ۵۵ تا ۶۰ درجه سانتی گراد تنظیم کنید.
  ۳. اطمینان حاصل کنید شیرهای آب گرم نشستی ندارد و چکه نمی‌کند؛ زیرا چکه کردن یک قطره در هر ثانیه برابر با ۲۰۰ لیتر در ماه است.
  ۴. استفاده از آبگرمکن دارای نشان استاندارد و رده انرژی بالا حتماً باید مدنظر قرار گیرد.
- میزان صرفه جویی در مصرف انرژی با بهره‌گیری از اقدامات مختلف بهینه‌سازی اقدام میزان صرفه جویی در مصرف سوخت
- نصب سیستم کنترل هوشمند در ساختمان‌های اداری ۴۰ درصد، مسکونی ۱۵ درصد
- نصب شیرهای ترموستاتیک رادیاتور ۲۰ درصد
- عایق کاری حرارتی ساختمان ۳۰ درصد
- استفاده از پنجره‌های دوجداره با قاب استاندارد ۲۰ درصد

### نتیجه‌گیری

این مقاله سعی بر گشودن باب تأثیر طراحی معماری در بهینه‌سازی مصرف انرژی داشته و اهمیت آنچه را که تاکنون نادیده گرفته شده است را تنها با اشاراتی مختصر از یک سو، به طراحان و معمارانی که به تأثیر نقش خود در این راستا واقف نیستند، گوشزد نموده است. از سوی دیگر توجه به عواملی که مستقیماً به گرمایش، سرمایش و استفاده نورطبیعی در ساختمان بر می‌گردد، به سادگی مطرح گردیده است. در صورت اعمال نکات مطرح شده توسط طراحان و معماران و ساکنین ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی، به راحتی می‌توان از یکسو ضمن کاهش آلودگی ناشی از مصرف انرژی‌هایی که از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌گردد و خطر جدی برای سلامتی روحی و جسمی جامعه ایجاد کرده است، با مصرف کمتر سوخت‌های فسیلی کارایی بیشتری را به دست آورده و از سوی دیگر از منابع پایان‌ناپذیر انرژی‌های طبیعی نیز بهره‌مند شد. در این جهت توجه عملی به نکات زیر می‌تواند در بهینه‌سازی مصرف انرژی کارساز باشد: (۱۳۸۰، همایون اربابیان)

- ۱- استفاده از تجربیات غنی و ساده موجود در معماری سنتی و بومی کشور.
- ۲- توجه به ویژگی‌های مورد نیاز در طراحی و ساخت به عنوان یک استراتژی.
- ۳- هماهنگی سیستم‌های تأسیساتی مورد استفاده با طرح و محیط به طور کلی
- ۴- آگاهی استفاده‌کنندگان و ساکنین نسبت به مقوله صرفه‌جویی در مصرف انرژی.

### منابع

- ادینگتون م، شودکد. ترجمه: مهدی نژاد م ج، مولایی م م. ۱۳۹۱. فناوری های هوشمند و کاربرد های آندر معماری و طراحی. چاپ اول. تهران: انتشارات نشر، صص ۵۸۲-۶۴۸.
- تورانی ا. ۱۳۸۷. آینده فن آوری ذرات بنیادین در معماری. معماری ساختمان. شماره شانزدهم، صص ۶۶-۸۰.
- قیابکلو ز. ۱۳۹۱. تنظیم شرایط محیطی. چاپ پنجم. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، صص ۲۲۶-۳۰۸.
- گلابچی م. ۱۳۹۱. تعامل تکنولوژی و معماری. چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، صص ۱۱۳-۱۲۳ و صص ۱۸۱-۱۹۵.
- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. ۱۳۸۸. فناوری های نوین ساختمان. چاپ پنجم. تهران: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مرکز، صص ۱۴۷-۱۵۱.
- شاه چراغی آزاده، ۱۳۸۳، نگاهی بر شهرسازی معاصر ایران و ائتلاف انرژی در ساختمان ها، چهارمین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان اسکویی مهندس رضا اتفاقی، خیابانی مهندس غلامرضا، ۱۳۸۳، طراحی و ساخت تابلوی کنترل



و فرمان اتوماتیک تجهیزات موتورخانه بمنظور کاهش مصرف انرژی در تاسیسات حرارتی و برودتی ساختمان همایون) اربابیان دانشکده معماری، دانشگاه علم و صنعت ایران-سومین همایش ملی انرژی - (۱۳۸۰ اعظمی احدا... , کاظم پور عباس , ۱۳۸۳, معماری خورشیدی هوشمند در ساختمانهای هماهنگ با فتوولتاییک بطحایی مهندس تورج , محمودی مهندس امیر حسین, میرزایی مهندس محمد , ۱۳۸۳, سیستمهای کنترل هوشمند تأسیسات حرارتی ساختمان

[www.energy.gov](http://www.energy.gov)

[www.dolat.ir](http://www.dolat.ir)