



مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت ساختمان

مهندس هومن مؤتمنی

رئیس هیأت مدیره خانه مهندسين شمال (خمش)

عضو سازمان نظام مهندسی استان مازندران

چکیده:

نحوه مصرف انرژی در کشور، در انواع مختلف فسیلی نفت خام، نفت سفید، بنزین، گازو برق، موضوعی است که بدلائیل متعدد در اولویت های دست چندم مصرف کنندگان خانگی (و یا صنعتی) قرار گرفته است. در حالی که انرژی برای فعالیت های تولیدی و راندمان انرژی کالای صنعتی، دو عامل مهم تصمیم گیریهای اقتصادی در بازارهای جهانی است.

بدون تردید درک وجود چرخه های تباه ساز اقتصادی در این موضوع، به حفظ ذخایر غیرقابل برگشت انرژی کشور منجر گردیده و با متحول کردن صنایع مختلف منجمله صنعت ساختمان مقدمات رقابت پذیری در بازار های جهانی فراهم خواهد شد.

یقیناً اقدامات کلان و ارزشمند در این زمینه، نیازمند هماهنگی و همکاری تمامی بخش های تولیدی و مصرفی و بویژه در بخش مصارف خانگی و تجاری کشور است. با عنایت به این نکته که مصرف این

بخش در حدود ۴۰٪ مصرف سوخت کل کشور را شامل می شود لزوم درک متقابل اجتناب ناپذیر می نماید.

با توجه به نکات فوق مقاله حاضر ابتدا با نگاهی به آمار و ارقام به تبیین وضعیت مصرف انرژی در کشور و بالتیجه ضرورت بهینه سازی مصرف سوخت در صنعت ساختمان اشاره دارد.

در ادامه با الهام از مبانی جهان بینی و فرهنگ ایرانی و اسلامی و با ذکر شواهدی از آیات قرآن کریم اهمیت مصرف درست و به اندازه از دیدگاه ارزشهای بومی Local values و اعتقادات مذهبی مورد تاکید قرار گرفته است.

در این مقاله چهار روند کلی در زمینه کاهش مصرف سوخت در ساختمان با ارائه نکات و بعضی معادلات فیزیکی و حرارتی لازم مورد بحث قرار گرفته که عبارتند از :

تاثیرات کاشت گیاهان مناسب در مکانهایی از ساختمان جهت تقلیل مصرف انرژی سرمایش و گرمایش. نقش سیستم گرمایش همرفت اجباری Force Convection در کاهش مصرف سوخت.

ملاحظات در زمینه معماری ساختمان و نقش طراحی مناسب فضاها در کاستن از میزان مصرف سوخت خانگی توجه به انتخاب نوع و رنگ مصالح نمای ساختمان و نیز ظرفیت گرمایی ویژه آنها.

همچنین با تاکید ویژه به نقش آموزش Training برای توجیه عموم مردم و یادآوری لزوم آموزشهای تخصصی برای خردسالان Pedagogy و نیز آموزشهای ویژه بزرگسالان Andragology که به مراتب دارای مراحل حساس تری می باشد، ده ترفند آسان و در عین حال ثمربخش Effectiveness جهت توسعه بهینه سازی مصرف انرژی در خانه ارائه گردیده که نه تنها هیچ گونه هزینه ای در بر نداشته بلکه به اقتصاد خانواده نیز کمک خواهد کرد.

مقدمه

ایرانیان با الهام از مبانی جهان بینی و فرهنگ خویش در طول تاریخ (به استثنای دوران معاصر) روش هایی از زندگی و از جمله معماری و شهر و فضایی برای زیستن را خلق کرده اند که در عین حالیکه جلوه بارزی از نگرش آنها به زندگی و عالم وجود را به نمایش می گذارده، در رابطه با محیط زیست بسیار پیشرفته تر و متعالی تر از آن چیزی بوده است که انسان معاصر تحت عنوان ((توسعه پایدار)) در پی تحصیل آن است.

به نیکی می دانیم که تغییر بی پایان بارزترین خصوصیت جوامع است و انسان ذاتاً تمایل دارد این تغییرات را در جهت مطلوب خود هدایت کند. مادامی که زندگی جاری است، این تلاش سرنوشت ساز هم ادامه دارد.

یک جامعه برای تداوم حیات، نیازمند فرآیندهای گوناگون است. این فرآیندها هر یک بخشی از رفتار و خصوصیات جامعه را سبب شده و در یک فرآیند کلی جهت و سرعت حرکت آن را مقرر می سازد. این امر

را می‌توان بدین گونه تصور کرد که جایگاه امروز جوامع در ابعاد اقتصادی، سیاسی، فرهنگی معلول جهت‌گیری دیروز آنانست و جهت‌گیری امروز علت اساسی برای جایگاه فردا. مصرف بی‌رویه انرژی در کشور در سالیان اخیر نه تنها موجب بروز خسارات جبران‌ناپذیری در پیکره اقتصاد ملی گردیده بلکه بر میزان آلودگیهای زیست‌محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه CO₂ نیز افزوده است.

حال اینکه چگونه می‌توان جهت‌گیری جامعه را به سمت درک اهمیت مصرف بهینه انرژی سوق داد و عموم مردم را از ارزش واقعی سوخته‌های فسیلی FOSSIL FUEL مطلع ساخت فرآیندی است که نیاز به همکاری همه سازمانهای دولتی و غیردولتی NGOs و هماهنگی با سیستمهای فرهنگ ساز جامعه بویژه مدارس و دانشگاهها دارد.

این نوشتار سعی در بر شمردن برخی روشهای اجرایی در ساختمان را دارد که بسهولت قابل دستیابی می‌باشند و در عین حال که هزینه‌چندانی ندارند ثمر بخشی بالایی دارند.

ذکر این نکته ضروری است که این مقاله عمدتاً جستجویی است کتابخانه‌ای که می‌تواند زمینه‌های فعالیت را برای پژوهشگران میدانی فراهم سازد.

فرصت را مغتنم شمرده، از راهنمایی‌های بی‌دریغ و مؤثر جناب آقای مهندس مرتضی قدسی رئیس محترم اداره کل مسکن و شهرسازی استان مازندران که الحاق مشوق و هادی اینجانب در تهیه مطالب بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

این قطره که سیرابی را نشاید، باشد تا تشنگی فزآید.

وضعیت مصرف انرژی در کشور

ایرانیان در سال ۱۳۷۹، معادل ۲۰ میلیارد دلار، انرژی مصرف کرده اند که در ده سال آتی به ۳۵ الی ۳۷ میلیارد دلار خواهد رسید و با توجه به سقف ثابت تولید نفت ایران در اوپک، تداوم مصرف بی رویه انرژی می تواند تداوم صادرات نفتی را با مانع جدی مواجه سازد، به طوری که طبق آمار رسمی، میزان مصرفی اولیه انرژی در کشور در سال ۱۹۹۹ (م) از میزان صادرات، پیشی می گیرد.

عرضه سرانه انرژی اولیه طی سالهای ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۸، از سه بشکه معادل نفت خام به سیزده ۱۳/۵ بشکه معادل نفت خام افزایش یافته و سرانه مصرف نهایی انرژی طی این مدت از ۲/۴ به ۱۰/۳ بشکه معادل نفت خام افزایش یافته است (حدود ۵ برابر شده است). در حالی که طی این مدت، تولید ناخالص داخلی کشور، به قیمت های ثابت، تنها ۳/۷ درصد رشد داشته است یعنی افزایش مصرف انرژی تماما صرف بهبود وضعیت زندگی و افزایش رفاه جامعه نگردیده بلکه استفاده نادرست و بی رویه و اتلاف انرژی در فرآیندهای تولیدی و یا سایر بخش های اقتصادی شده است. از طرف دیگر مطابق آمار سالنامه آماری سازمان ملل، در سال ۱۹۹۵ (م)، به ازاء مصرف یک تن معادل نفت خام، ارزش افزوده کشورها به ترتیب زیر بوده است. (جدول - ۱)

دقت در ارقام فوق به وضوح نشان می دهد که چگونه این باور نادرست که به علت دارا بودن ذخایر غنی انرژی، باید انرژی را در ارزاترین قیمت ممکن، مصرف کنیم، باعث اتلاف این سرمایه های غیرقابل احیاء و غیراقتصادی شدن فعالیت های تولیدی ایران در مقایسه با بازارهای جهانی گردیده است.

نام کشور	ارزش افزوده (دلار)	نام کشور	ارزش افزوده
ژاپن	۱۱۶۷۵	ترکیه	۳۳۶۴
برزیل	۷۰۶۴	مالزی	۲۵۱۲
سنگاپور	۴۲۴۳	پاکستان	۲۱۲۰
بنگلادش	۳۹۸۰	عربستان سعودی	۱۵۱۰
تایلند	۳۴۲۰	ایران	۱۱۵۹

جدول - ۱

از طرف دیگر، بررسی ها نشان میدهد مجموع ارزش واقعی انرژی مصرفی سالانه کشور، بیش از ۱۵ میلیارد دلار است و با اعمال سیاست های بهینه سازی مصرف و مدیریت انرژی می توان، حداقل ۲۰ درصد انرژی مصرفی کشور را صرفه جویی کرد بدون آنکه به رفاه عمومی و تولید لطمه ای وارد شود (بلکه به عنوان سرمایه ای جدید، مورد استفاده مجدد قرار گیرد). یعنی به میزان حداقل سه میلیارد دلار در سال، که نزدیک به درآمد حاصل از کل صادرات غیر نفتی کشور است!

علاوه بر این، از آنجایی که در سازمان اوپک سقف و سرجمع تولید نفت خام هر کشور (تولیدکننده نفت خام) تعیین می‌شود (و نه میزان صادرات آن کشور)، از این رو هرگونه مصرف بی‌رویه داخلی، به کاهش توان صادراتی نفت خام آن کشور منجر گردیده و در نهایت می‌تواند همان کشور تولیدکننده را به وارد کننده نفت خام تبدیل کند! به طوری که در کشور ما، در صورت حفظ روند سابق سیاست‌های تولید و مصرف انرژی، در ۲۰ سال آتی، امکان صادرات نفت خام، کاملاً از بین رفته و تولید داخلی انرژی در ایران، صرفاً می‌تواند پاسخگوی میزان مصرف داخلی در کشور باشد!

واقعیت این است که رشد قیمت انرژی از سال ۱۳۵۳ تاکنون (حداکثر ۱۰٪ سالانه مطابق ماده ۵ قانون برنامه پنج ساله سوم توسعه) کمتر از میانگین تورم سالانه قیمت کالاها بوده است یعنی انرژی در مقایسه با سایر اقلام مصرفی، ارزانتر شده و طبیعی است که مردم و مصرف‌کنندگان صنعتی، نسبت به نحوه مصرف، ((بی تفاوت تر)) شده باشند. از این رو پیش‌بینی می‌شود که در آتی نزدیک، اقتصاد کشور با حرکات شوک‌مانندی به سمت افزایش قیمت انرژی پیش خواهد رفت چرا که قیمت انرژی در ایران از کشورهای هم‌چون عربستان نیز، به نسبت ارزانتر بوده و مصرف آن بی‌رویه‌تر است. حال آنکه ارقام کلانی از بودجه کشور به صورت یارانه مستقیم و غیر مستقیم به تأمین انرژی مصرفی کشور، اختصاص می‌یابد در حالی که می‌تواند با بهینه‌سازی مصرف انرژی منبع مالی سرمایه‌گذاری جدید باشد.

نکته‌ای اساسی در این بین باید مورد توجه قرار گیرد و آن اینک این متعادل‌سازی قیمت انرژی، حتماً باید همراه با افزایش تکنولوژی محصولات صنعتی در جهت کم‌مصرف بودن کالا (راندمان انرژی بالای محصول صنعتی) باشد، چرا که بدون افزایش تکنولوژی، مصرف‌کننده داخلی مورد ظلم مضاعفی قرار گرفته و مجبور است علاوه بر تحمل هزینه افزایش قیمت حامل‌های انرژی، مصرف بی‌رویه انرژی توسط محصولات کم‌بازده صنایع داخلی را نیز متحمل شود. در این راستا جهت‌گیری مناسب بخش صنعت ساختمان به طوری که بتواند با بهبود ساختارها، صرفه‌جویی انرژی را مورد توجه قرار دهد، اولویتی اساسی و ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است و الزام به تأسیس مدیریت‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در مؤسسات انبوه‌سازی و شرکت‌های ساختمانی و آموزش مهندسان و حمایت از شرکت‌های مشاوره‌ای بهینه‌سازی مصرف انرژی به همین منظور صورت می‌گیرد.

نقش فرهنگ در کاهش مصرف انرژی در ساختمانها

مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی که در بسیاری موارد قسمت‌های زیادی از آن‌ها به هدر می‌رود علاوه بر از بین بردن سرمایه ملی، ضایعات و تخریب‌های زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری را نیز در پی خواهد داشت مصرف انرژی در ساختمان‌ها برای مقاصد و مصارف مختلف (گرمایش، سرمایش، روشنایی و حرکت) یکی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف انرژی در دنیای معاصر است، به طوری که رقم انرژی مصرفی در ساختمان‌ها در جوامع مختلف بین ۴۵ تا ۵۰ درصد نسبت به کل انرژی مصرفی برآورده می‌شود.

شود. این مقدار مشتمل بر مقدار مصرف مفید و مقادیر زیاد انرژی است که به انحاء گوناگون و از جمله بازدهی نامناسب تلف می شود. به این ترتیب یکی از مهم ترین موضوعات تحقیقات و پژوهش ها باید به انجام طرح هایی گرایش داده شوند که ضمن ارتقای فناوری صرفه جویی، بازدهی انرژی مصرف شده را نیز افزایش می دهند.

مروری اجمالی بر تاریخ و رابطه مصرف انرژی و معماری رایج هر دوره، حاکی از آن است که تا قبل از ظهور انقلاب صنعتی، ساختمانها و شهرها و فرمها و اشکال و الگوهای ابدایی در هماهنگی با محیط طبیعی و به طریقی طراحی می شدند که حداکثر بهره گیری از انرژی های تجدیدناپذیر آفتاب، باد و آب حاصل شود. هر چه شرایط اقلیمی سخت تر (گرم و خشک و یا خیلی سرد) بود، اهتمام در این تطابق و ابداع روشهای کارآمد مورد نیاز تر و رایج تر بود. برای نمونه می توان از معماری اقلیم گرم و خشک ایران و به عبارتی از شهرهای بیابانی ایران نام برد که جلوه بارزی از این گونه طراحی را با ابداعات خاص خویش به جهانیان عرضه کرده اند.

اصلاح روش و میزان مصرف انرژی در ساختمانها و گرایش دادن آن به سمت مصرف بهینه با موضوعات متنوعی در ارتباط است که اهم آنها عبارت از عوامل طراحی (طراحی ساختمان و تاسیسات مرتبط با تولید و مصرف انرژی) و عوامل فرهنگی (باورها و اعتقادات و رفتار ساکنان) در جهت گرایش به سمت الگوی مناسب مصرف می باشد. فرهنگ ایرانی که یکی از ارکان آن تعالیم قرآنی است با بیان یک سری اصول، نحوه بهره گیری از منابع طبیعی را به صورت ارزش هایی برای زندگی بیان می کند. این ارزش ها راه بهره برداری از طبیعت و منابع طبیعی را نیز می نمایانند. ارزش هایی مثل «کمال جویی»، «اجتناب از اسراف»، «رعایت اعتدال»، «اصلاح زمین»، «اجتناب از بطالت و بیهودگی در زمین»، «قناعت» و امثالهم، مشخص می کنند که هر گونه دخل و تصرفی در طبیعت بایستی منجر به کمال و اصلاحی شده و از هر گونه فساد و اسراف و تباهی و بیهودگی بری باشد. در عین حال استفاده از منابع باید بر مبنای «میزان» و «اندازه» و «مقدار» و «حساب» معین (برنامه و طرح) باشد. به این ترتیب احتراز از اسراف و بطالت، استفاده از مصالح بومی، انتخاب رنگ و اشکال مناسب، کمال جویی انسان و کمال بخشی به ماده و بسیاری ویژگی های دیگر را می توان مشخصه های اصلی فرهنگی ایرانی دانست.

اصلاح گری زمین و احتراز از تباهی

اصلاح در زمین و اجتناب از فساد در آن، را می توان به عنوان محمل فعالیت های انسانی و جامع ارزش هایی که باید مدنظر قرار گیرند مطرح کرد. این دو زمینه که در واقع دو روی یک سکه هستند، جایگاه خاصی در تعالیم اسلامی داشته و ناظر بر جملگی اعمال و فعالیت های انسانی می باشند. به همان اندازه که اصلاح امری پسندیده است، فساد در در زمین امری مطرود و مذموم است که باید از آن اجتناب شود. گرایش به اصلاح و یا تمایل به فساد در زمین، در واقع تجلی و نمایش دو گونه طرز تفکر و جهان

بینی است که مبنای اولی توحید و سرچشمه ی دومی شرک است. زیرا اصلاح جلوه ی تعادل و توازن و وحدت و رحمت و جمال و فساد جلوه ی ظلم و عدم تعادل و تفرقه و تجزیه و پلیدی می باشد.

اهتمام در آبادی زمین

یکی از وظایف تعیین شده در زمین توسط تعالیم اسلامی برای انسان در زمین اهتمام به آبادی زمین است .

در واقع بنا به تعالیم اسلامی انسان به عمران زمین گمارده شده است(هود ۶۱) و بالنتیجه می توان در قالب اصلاحگری و اجتناب از فساد، عمران در زمین را به عنوان یکی از بنیادی ترین وظایف انسان در زمین مطرح کرد. برای انجام صحیح این کار نیاز به شناسایی ابزار و لوازم و مصالح و برنامه ی مورد نیازی باشد .

بوم آوری

بوم آوری در واقع تفسیر و تأویل استقلال و خود کفایی و احتراز از تشبیه به غیر توصیه شده برای جامعه مسلمین است. امروزه اهمیت صنایع و توانایی ها و فناوری و نیروی انسانی و تخصص های بومی، بر متفکران و تصمیم گیران آشکارتر شده و به عنوان یکی از اصول توسعه پایدار شناخته می شود. مروری اجمالی بر ادبیات موجود نشان می دهد که این امر که فی الواقع به تمرکز بر خودکفایی تأکید می ورزد مورد توجه شارع مقدس(ص) نیز بوده است. چنانچه در حدیث آمده است: خداوند به یکی از پیامبران وحی نمود، که به مؤمنان بگو: پوشاک دشمنان مرا نپوشید و خوراک آنان را نخورید و راه و رسم آنان را در پیش نگیرید، که اگر چنین کنید همچون دشمنان من دشمن من خواهید شد.

توجه به شأن و مقام انسان

اگر چه تفکر انسان‌گرایانه رشد یافته پس از رنسانس (Humanism)، بر انسان و اهمیت او تأکید می کند، اما باید توجه کرد که انسان‌گرایی موصوف با اهمیتی که تفکرات و تعالیم الهی برای اهمیت و مقام و شأن انسان مطرح می کند متفاوت است. بنیاد این تفاوت در بسیاری زمینه ها از جمله باور به خدا، توجه بر رابطه انسان و طبیعت و به عبارتی نسبت این دو مقوله با یکدیگر و رابطه انسان با ماوراءالطبیعه قابل شناسایی می باشد (لقمان ۲۰-جائیه ۱۳-ص ۷۲-فاطر ۳۸-بقره ۳۴-نحل ۱۲). در واقع انسان‌گرایی معاصر ضمن محدود شدن بر جنبه ی دنیوی حیات انسان و غفلت از جنبه ی معنوی و روحانی حیات و با مطلق العنان دانستن وی، یکی از مهم ترین عوامل برهم زدن تعادل موجود در طبیعت بوده است.

نقش طراحی گیاهان خانگی در کاهش مصرف انرژی خانگی

قطعا عمده کارکرد انرژی در ساختمان معلول دمای مناسب برای محیط داخل ساختمان می باشد. روش های گوناگون تنظیم شرایط محیطی و بهینه کردن مصرف انرژی در ساختمان موجب کسب توفیقاتی در راستای کاهش مصرف انرژی بوده است. یکی از راههای بهبود وضعیت مصرف حاملهای انرژی در ساختمان استفاده و کاشت گیاهان مناسب (سازگار با شرایط محیط) در مکان هایی است که توسط مهندسان طراحی می گردند. در واقع این راهکار نه تنها در تقلیل مصرف سوخت در زمستان مؤثر است بلکه تأثیرات شایانی در مصرف انرژی حین دوره گرما (تابستان) خواهد داشت تا جایی که مطالعات نشان می دهد که استفاده از پوشش گیاهی مناسب می تواند ۲۵٪ مصارف خانگی را تقلیل دهد.

تقلیل مصرف انرژی در زمستان

مهمترین کارکرد پوشش گیاهی برای ساختمان در فصل سرما جلوگیری از نفوذ باد و کاهش نفوذ آن از لابلای درزها به داخل ساختمان می باشد. این نکته وقتی در خور اهمیت بیشتر می گردد که بدانیم در یک روز با وزش توأم باد میزان تبادلی حرارتی محیط داخل با خارج از طریق درزها به میزان ۲۰٪ افزایش می یابد. با کاشت گیاهان در اماکن مناسب می توانیم به میزان شایانی از حجم هوای تعویضی کاست با توجه به رابطه زیر:

$$Q = V \cdot \rho \cdot C \cdot (t_i - t_o) \cdot N$$

که در آن :

$$Q = \text{حرارت جریانی بر حسب (W)}$$

$$V = \text{حجم هوای تعویضی (m}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص هوا (Kg/m}^3\text{)}$$

$$C = \text{گرمای ویژه هوا (W/kg} \cdot \text{ } ^\circ\text{C)}$$

واضح است که با کاهش سرعت باد کاهش عمده ای در حجم هوای تعویضی خواهیم داشت که این نیز به نوبه خود نقش مهمی در کاهش مقدار انتقال حرارت خواهد داشت. بدین ترتیب می توان مقدار قابل توجهی در مصرف سوخته های فسیلی در زمستان صرفه جویی نمود. (تا ۳۵٪)

تقلیل مصرف انرژی در تابستان

تابش گرمایی یکی از راههای انتقال انرژی است انرژی خورشید نیز نیز صرفا به صورت تابش گرمایی به زمین می رسد. تابش گرمایی که یک جسم به اطراف گسیل می کند ، به اجسام دیگر می رسد و سر انجام به صورتهای زیر در می آید :

الف) از آنها باز می تابد

ب) در آنها جذب می شود

ج) از آنها می گذرد

در نتیجه با محافظت سطح بیرونی بنا در برابر تابش گرمایی خورشید و ایجاد سایه از طریق کاشت گیاهان مناسب می توان تا ۶۵٪ در مصرف انرژی صرفه جویی داشت. نور خورشید که با طول موج کوتاه از شیشه ها عبور می کند موجب ایجاد پدیده گلخانه ای می گردد. بدین طریق که با تابیده شدن روی وسایل داخلی موجب انتشار امواج بلند می شود که دیگر قادر به عبور از شیشه نبوده و در داخل محیط ساختمان حبس می شوند این روند موجب هر چه گرمتر شدن تدریجی محیط می گردد. بدین منوال نصب سایه بانها در خارج پنجره نزدیک به ۴ برابر ثمر بخش تر از کرکره ها و پرده های داخلی خواهد بود. در این حالت می توان از سایه درختان در ضلع جنوبی ساختمان بجای سایه بان استفاده نمود. در مواردی می توان از وجود گیاهان رونده و پیچک ها روی دیوارها به عنوان نوعی عایقکاری استفاده کرد. بدین ترتیب که پوشش گیاهی با ایجاد محوطه ای از هوا بین ساختمان و برگهای سبز به عنوان عایق عمل میکند و موجب کاهش تبدلات انرژی محیط بیرونی با محیط درونی ساختمان می گردد.

$$Q = A.U.\Delta T$$

که در آن :

$Q =$ حرارت جریانی بر حسب وات

$U =$ ضریب کلی انتقال حرارت بر حسب $W/m^2 \cdot ^\circ C$

$A =$ سطح انتقال حرارت بر حسب m^2

$\Delta T =$ اختلاف دمای داخل و خارج بر حسب $^\circ C$

مقدار U برای دیوارها و سطوح مرکب عبارتست از:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{F_i} + \sum \frac{X}{K} + \frac{1}{F_o}}$$

که در آن: $R =$ مقاومت حرارتی سطوح و F_i, F_o ضرایب انتقال فیلم هوای داخل و خارج دیوار می باشند. همانطوریکه مشاهده می شود U عامل مهمی جهت تعیین مقدار انتقال حرارت می باشد که به مواد تشکیل دهنده و عایق کاری سطوح بستگی دارد.

برای اینکه تغییرات U در پوسته خارجی قابل لمس گردد کفایت بدانیم که در یک ساختمان ۱۰۰ متر مربعی در ۳ حالت معمولی، با عایق بندی مناسب و عایق بندی کامل میزان صرفه جویی در میزان انتقال حرارت بترتیب ارقام صفر، ۵۰٪ و ۶۰٪ را نشان می دهد که بسیار قابل توجه می نماید.

از دیگر ثمره های کاشت درختان در اماکن مناسب در محیط خانه هدایت کوران باد به اطراف و داخل بنا توسط ایجاد کانالهای هدایت باد به سمت بنا و باز شوها می باشد که خود در خنک نمودن فضای

ساختمان بسیار متمر ثمر خواهد بود. (البته در شرایط محیطی که در زمستان با مشکل خاصی مواجه نشویم)

جهت ایجاد کارایی بیشتر در زمینه کاشت گیاهان باید نکاتی را لحاظ نمود :

× حداقل فاصله کاشت درختان از بنا باید در حدود ۱/۵ متر باشد. البته با توجه به نوع گیاه و میزان رشد شاخه و برگ آن این مقدار تغییر می کند.

× بهتر است از درختان با ارتفاعهای متغییر استفاده گردد، درختان با تنه بلند و تاج افشان برای ایجاد سایه روی سقف مفیدند و درختانی که شاخ و برگ آنها نزدیک زمین است برای سایه روی دیوار ها .

× پیشنهاد می شود تراکم برای درختانی که به عنوان باد شکن عمل می کنند در حدود ۵۵٪ الی ۶۵٪ در نظر گرفته شود.

در هر حال استفاده از کاشت گیاهان روش بسیار کم هزینه ایست که در صورت امکان (داشتن فضای مناسب برای کاشت) می تواند کمک شایانی به تقلیل مصرف انرژی و اقتصاد خانواده نماید. کاربرد این روش برای اقلیم های بسیار سرد و بسیار گرم و نیز معتدل مناسب به نظر می رسد از آنجاییکه آمار و ارقام نشاندهنده اینست که حجم کلانی از انرژی های خانگی صرف گرمایش یا سرمایش می شود هر گونه هزینه پژوهشی و تحقیقاتی در این زمینه نیز کاملا اقتصادی می نماید.

تاثیرات سیستم گرمایش همرفت اجباری در صرفه جویی مصرف انرژی ساختمانها

به دلیل بازدهی کم مکانیزم گرمایش همرفت غیر اجباری در فصل زمستان ، دمای دیگ بخار (مثلا برای شهری مثل تهران) بسته به عواملی همچون سرعت گردش آب در مسیر ، دور یا نزدیک بودن موتورخانه به واحد های مصرف ، عدم عایق بندی صحیح و همچنین عدم طراحی مناسب ساختمانها ا لحاظ اتلاف انرژی حرارتی ، بطور متوسط باید بین ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی گراد تنظیم شود. این دمای نسبتا بالا باعث فرسایش شدید مسیر آبگرم به ویژه لوله ها شده و عمر آنها را به شدت کاهش می دهد.

مصرف کنندگان این سیستم ، کنترل خاصی بر مقدار گرمایش واحد مسکونی خود ندارند. این کنترل در کل ساختمان از طریق تنظیم دمای دیگ بخار در موتورخانه انجام می پذیرد و مصرف کننده صرفا می تواند شیر شوفاژ را بسته یا باز نگه دارد. بنابراین حد گرمایش در واحدها قابل تنظیم بنا بر میل و سلیقه مصرف کننده نیست. سیستم گرمایش همرفت اجباری (Force Convection) صرفه جویی و مزایای عمده ای را برای ساختمانهای بزرگ و به ویژه آپارتمانهای مسکونی در پی خواهد داشت .

در این حالت می توان برای واحد های مسکونی در آپارتمانها ، رادیاتورهای موجود در هال و پذیرایی را حذف و به جای آن ، رادیاتور های فن دار (فن کوئل) متناسب با حجم هال و پذیرایی نصب کرد.

در مورد اتاق‌ها نصب رادیاتور فن دار به جای رادیاتور معمولی در صورتی توصیه می‌شود که واحد آپارتمانی، زیر بنای بیش از ۸۵ متر مربع داشته باشد. در این صورت می‌توان رادیاتورهای حمام، توالت و آشپزخانه را نیز حذف کرد. البته حذف رادیاتور آشپزخانه با توجه به سطح زیربنای واحد آپارتمانی است.

مزایای استفاده از سیستم همرفت اجباری (Force Convection)

به دلیل استفاده از رادیاتورهای فن دار (همرفت اجباری)، بازدهی حرارتی در واحد حجم به شدت افزایش می‌یابد.

تعداد رادیاتورها و بازتابش حرارتی، بیش از ۷۰٪ کاهش خواهد داشت. به این معنی که مثلاً به جای ۵ رادیاتور معمولی با سطح مجموع ۱۲ متر مربع با یک رادیاتور فن دار لوله و پره (Fin Fan Tube) که در مجموع سطحی در حدود ۳ متر مربع و حتی کمتر داشته باشد قابل جایگزینی خواهد بود.

بدلیل کم شدن حجم رادیاتورها، حجم آبگرم مورد نیاز برای انتقال حرارت به شدت کاهش می‌یابد. به دلیل چند برابر بودن دفع حرارتی آبگرم در رادیاتور فن دار انرژی مصرفی برای گردش آب به شدت کاهش می‌یابد. (Pumping Energy)

اگر بطور متوسط درجه حرارت آبگرم در موتورخانه باید در حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد برای رادیاتورهای معمولی باشد با بکار بردن رادیاتور فن دار، درجه حرارتی بین ۶۵ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای آبگرم کافیت.

به دلیل پایین تر بودن انرژی مورد نیاز برای گرمایش آب در سیستم همرفت اجباری مصرف سوخت به شدت کاهش می‌یابد و به تبع آن، از هزینه‌های مصرف انرژی کل ساختمان کاهش می‌یابد. (با توجه به اینکه در کشور برای کل ساختمان یک انشعاب واحد در نظر گرفته می‌شود و با توجه به هزینه مصرف تصاعدی این نکته حائز اهمیت مینماید.)

به دلیل استفاده تعداد رادیاتورهای کمتر در هر واحد، مسیر لوله‌های آبگرم کوتاه شده و در نتیجه، هزینه ساخت کاهش می‌یابد.

از آنجا که سیستم گرمایش همرفت اجباری نیاز به دمای کمتری برای آب گرم دارد بنابراین سرعت خوردگی در مسیر گردش آبگرم به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

زمانی که در یک واحد مسکونی از سیستم همرفت اجباری (رادیاتورهای فن دار) برای گرمایش استفاده می‌شود به دلیل امکان استفاده از کلید خودکار تنظیم کننده دما (ترموستات) امکان تنظیم دمای محیط به وسیله ساکنان آن واحد مستقل از کنترل موتورخانه به وجود می‌آید که هم باعث ایجاد هوای هر چه مطبوع تر برای محیط مسکونی شده و هم صرفه جویی در مجموع مصرف انرژی را به دنبال خواهد داشت.

در واقع به دلیل بازدهی کم مکانیزم گرمایش همرفت غیر اجباری، تعداد زیادی رادیاتور شوفاژ در محل های مختلف ساختمان نصب می شود که بیشترین آنها در هال و پذیرایی و یا در راهرو قرار می گیرد. این کار طول لوله کشی مسیر آبگرم را در هر واحد ساختمانی افزایش می دهد که علاوه بر افزایش هزینه ساخت، به دلیل طولانی بودن مسیر، اتلاف انرژی را بدنبال خواهد داشت. از این رو با توجه به نکات مذکور استفاده از سیستم همرفت اجباری از هر لحاظ (چه اقتصادی و چه از نظر تقلیل در مصرف سوخت) بهینه به نظر می رسد.

ملاحظات در معماری ساختمان جهت تقلیل مصرف انرژی

بی شک علاوه بر راهکارهای مکانیکی که در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمانها بکار برده می شوند نوع طراحی سازه نیز عامل مؤثری در میزان مصرف انرژی در ساختمانها است. به نحوی که می توان با رعایت یک سری اصول اولیه شاهد کاهش چشمگیری در مصرف سوخت خانگی و مراکز اداری یا تجاری بود.

در طراحی ساختمان اتاقهایی که کاربری مشابهی دارند را در کنار هم باید قرار داد. مانند آشپزخانه و سرویسهای بهداشتی که با این کار طول لوله های آب گرم کم شده و در نتیجه میزان حرارت کمتری از لوله ها به هدر می رود. البته اعمال این نوع سیاستهای طراحی در ساختمان حتما باید به نحوی باشد که منافاتی آسایش ساکنین را به مخاطره نیاندازد چه اولین هدف طراحی یک سازه ایجاد فضایی برای آرامش و امنیت ساکنین است.

از دیگر نکات مؤثر کاهش ارتفاع طبقات می باشد. اگر انجام اینکار در کل سازه میسر نباشد می توان ارتفاع بعضی از قسمتها را بوسیله سقف کاذب کاهش داد. اینکار علاوه بر اینکه حجم هوای موجود را کاهش می دهد و رسیدن به دمای مطلوب را آسانتر می کند، به بهبود جریان همرفت هوا در اتاق نیز کمک شایانی می کند.

در اتاقهایی که امکان کاهش ارتفاع وجود ندارد می توان با نصب یک پنکه سقفی ceiling fan کمک شایانی به گرم کردن خانه کرد. بر خلاف تصور عمومی روشن کردن پنکه با دور کم نه تنها خانه را سرد نمی کند بلکه با راندن هوای گرم جمع شده در زیر سقف به پائین، به یکنواختی هوای اتاق کمک زیادی می کند.

در بعضی از ساختمانها که فضای راهروها و راه پله ها تقریباً بسته می باشد و درهای ورودی ساختمان مکرراً باز و بسته می شوند تعبیه وسایل گرمایش و سرمایش نه تنها موجب اتلاف انرژی نیست بلکه اثرات تبادلات هوا در مواقع باز و بسته شدن های متوالی درهای ورودی را کاهش می دهد. ذکر این نکته واجب است که رسیدن به دمای کاملاً مطبوع در راه پله ها توصیه نمی گردد و تنها نزدیک شدن به دمای مورد نظر کفایت می کند.

یکبار دیگر یاد آور می شود که نکات فوق تماما در شرایطی قابل حصول می باشند که آسایش و آرامش ساکنین را مختل نکنند چرا که رسالت اولیه طراحی سازه نیل به آنها می باشد.

تأثیرات رنگ و نوع و ظرفیت گرمایی ویژه مصالح نمای ساختمان در کاهش تبادل انرژی
همانطور که می دانید گرمای خورشید از طریق تابش به ما می رسد. در این طریق سرعت انتقال گرما بسیار زیاد می باشد، تمام اجسام گرمای تابشی اجسام دیگر را دریافت می نمایند ، مقداری را جذب مقداری را عبور و مقداری را بازتاب می نمایند. هرچه سطح جسم کدرتر باشد ، جسم گرمای بیشتری را جذب مینماید و هرچه سطح جسم براق تر باشد ، گرمای کمتری را جذب می نماید. از این رودر نواحی گرمسیر کشور انتخاب نمای ساختمان با رنگ روشن و سطح براق تأثیر بسزایی در محفوظ ماندن هوای محیط درون ساختمان از گرمای محیط خارجی خواهد داشت.

نکته حائز اهمیت دیگر توجه به ظرفیت گرمایی ویژه موادی است که در سطح نما از آنها استفاده می کنیم . ظرفیت گرمایی ویژه مقدار گرمایی است که لازم است به جسم داده شود تا دمای آن یک واحد بالا رود.

$$Q = C \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

که در آن

$Q =$ میزان تبادلات گرمایی بر حسب J

$\Delta T =$ میزان تغییرات دما بر حسب

$C =$ ظرفیت گرمایی ویژه

ماده مورد نظر	گرمای ویژه ماده مورد نظر بر حسب
آلومینیم	۰/۹۰
شیشه	۰/۸۴
مس	۰/۳۹
نقره	۰/۲۴
جیوه	۰/۱۴
سرب	۰/۱۳
آب	۴/۱۹

جدول ۲ - میزان گرمای ویژه برخی از مواد

با توجه به این گزینه بطور نمونه استفاده از پنجره های آلومینیمی یا چوبی بجای پنجره هایی با قاب فولادی تاثیر بسزایی در کاهش میزان تبادل گرمایی محیط داخل و خارج ساختمان خواهد داشت. جدول ۲

ده ترفند ساده برای کاهش هزینه مصرف انرژی در ساختمان

علاوه بر راهکارهای ذکر شده ده ترفند آسان و در عین حال موثر دیگر پیشنهاد می گردد که بدون هزینه و سرمایه گذاری چندان زیاد کارایی مناسبی دارند. البته باید توجه داشت که این روشها زمانی به ثمربخشی می رسند که آموزش مناسب در زمینه اهمیت صرفه جویی انرژی برای سنین مختلف انجام پذیرد. قطعاً با توجه به اهمیت قضیه شایسته است در این زمینه (آموزش) از تجربه مجربانی که در زمینه آموزش خردسالان (Pedagology) و آموزش ویژه بزرگسالان (Andragology) که معمولاً مشکلتر از Pedagology است) بطور مجزا استفاده گردد تا بتوان از یک عزم ملی national intent برای جلوگیری از اتلاف انرژی در کشور بهره برد.

۱- فیلتر وسایل خانگی باید بصورت ماهانه بازدید و در صورت نیاز تمیز و یا تعمیر گردند. چرا که فیلتر های آلوده به میزان قابل توجهی بر میزان مصرف وسایل تاثیر می گذارند.

۲- در طول روز در پنجره های جنوبی و غربی از سایه بان هایی با رنگ روشن استفاده کنید تا از ورود گرما به داخل محیط ساختمان جلوگیری گردد.

۳- از جایگذاری لامپ ها یا تلویزیون در نزدیکی کولر ها خودداری کنید. چرا که ترموستات کولر در این حالت احساس گرمای کاذب می کند و بدون توجه به شرایط دمایی محیط مدت طولانی تر از نیاز محیط به فعالیت می پردازد.

۴- از پنکه های سقفی یا متحرک برای به جریان در آوردن هوا به جای تغییر درجه ترموستات استفاده کنید. در زمستان نیز می توان با تعویض جهت چرخش پنکه های سقفی از حالت ساعتگرد به حالت پاد ساعتگرد از آنها بهره برد. بدین منوال هوای گرم در تمام قسمتهای اتاق بطور یکسان جریان می یابد.

۵- در روزهای گرم تابستان حتی المقدور از سرخ کردن غذا و پختن غذاهایی که به مدت طولانی نیاز به روشن بودن سیستمهای گرمایشی دارند خودداری کنید در اینحالت می توان استفاده از ماکروویوها و یا غذاهای سرد را جایگزین نمود. (میزان انرژی که برای سرمایش مجدد باید استفاده گردد به مراتب بیش از میزان مصرف ماکروویو خواهد بود).

۶- رایانه های خانگی را در حالتی تنظیم نمایید که بعد از ۱۵ دقیقه بیکار ماندن در حالت Sleep Mode قرار گیرند.

۷- حمامهای کوتاه مدت را جایگزین حمامهای طولانی مدت کنید.

۸- درزهای درب و پنجره ساختمان را بوسیله گچ و چسب های مخصوص کنترل کنید و همچنین از باز و بسته کردن زیاد و بی مورد درها بپرهیزید. در موارد خاص برای اطمینان از بسته بودن درها می توان از

فنر های مخصوصی بهره برد. رابطه زیر بوضوح نشاندهنده تاثیرات N (تعداد باز و بسته شدن درب و پنجره ها) در میزان تبادلات گرمایی است.

$$Q = V \cdot \rho \cdot C \cdot (t_i - t_o) \cdot N$$

که در آن :

$$Q = \text{حرارت جریانی بر حسب (W)}$$

$$V = \text{حجم هوای تعویضی (m}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص هوا (Kg/m}^3\text{)}$$

$$C = \text{گرمای ویژه هوا (W/kg. }^{\circ}\text{C)}$$

۹- بجای لامپهای احتراقی می توان از فلورسنت ها و لامپهای کم مصرف بهره برد.

۱۰- در زمستان باید پوشش مخصوص زمستان داشت و درجه ترموستات را در طول شب و روز متناوباً مدیریت نمود.

هر یک از نکات بالا به شرط رعایت مستمر می تواند تاثیر بسزایی در تقلیل مصرف انرژی داشته باشد. از آنجاییکه در کشور ما تولید انرژی برق نیز مستلزم مصرف انرژی های فسیلی می باشد بدیهی است هرگونه صرفه جویی در مصرف برق به نوبه خود کمک شایانی به صرفه جویی در مصرف سایر حامل های انرژی تلقی می گردد.

منابع :

1- Black , R,J florida climate Ganeville Florida Energy Extension service

2- Doe ,us.departement of energy

3- efficiency www.doe.gov/Energy

4- Saving energy at home ,Donna Donald ISU Extension family life specialist

5- Pareker ,j,h,The effectiveness of vegetation In residential cooling

6-www.efficient windows.org

۷ - ویژه نامه وضعیت منابع و ذخائر انرژی در ایران به مناسبت همایش علمی تخصصی صنعتگران

۸ - شایستگیهای مدیریتی - دکتر وفا غفاریان - سازمان مدیریت صنعتی

۹ - ماهنامه تدبیر شماره ۱۳۰ - مهندس کریم پاکپور

۱۰ - ماهنامه مشعل - شماره های ۲۱۰ و ۲۲۸

۱۱- دکتر زهرا قیابکلو - تاثیر پوشش گیاهی در مصرف انرژی خانگی

۱۲- مهندس رضا سهرابی - نقش مهندسان در کاهش مصرف انرژی خانگی

۱۳- فیزیک هالیدی