

سوخته‌های فسیلی خود به دو دسته سوخته‌های مایع و سوخته‌های گازی تقسیم می‌شوند. از لحاظ ارزش حرارتی سوخته‌های مایع برتر بوده و به ازای هر کیلو گرم ماده سوختنی انرژی بیشتر

تولید می نمایند . در عوض سوخته های گازی پروسه سوختن کاملتری داشته و تولید و توزیع ارزانتر و آسانتری دارند . در جدول شماره ۱ چند نمونه از سوخته های متداول در مصارف خانگی به همراه ارزش حرارتی و تعدادی از مزایا و معایب آنها آورده شده است :

نوع سوخت	ارزش حرارتی	مزایا	معایب
نفت سفید	۱۰۲۰ Kcal/kg [۱]	ارزش حرارتی نسبتاً بالا	پروسه سوختن ناکامل، راندمان حرارتی پایین، تولید و توزیع نسبتاً گران
گازوئیل	۹۶۰ Kcal/kg [۱]		
گاز شهر	۴۲۰۰ Kcal/m ³ [۱]	پروسه سوخت کامل، راندمان حرارتی بالا، تولید و توزیع ارزان	ارزش حرارتی پایین
گاز طبیعی	۹۰۰۰ Kcal/m ³ [۲]	پروسه سوخت کامل، راندمان حرارتی بالا، تولید و توزیع ارزان، ارزش حرارتی خوب	
بوتان تجاری (مایع)	۲۹۲۰۰ Kcal/kg [۲]	پروسه سوخت کامل، راندمان حرارتی بالا	تولید و توزیع گران
برق	۸۶۰ Kcal/kw.hr [۲]	سهولت استفاده، سهولت و ارزانی تولید و توزیع	ارزش حرارتی پایین ، کمبود تولید برق در کشور

جدول (۱)

۲- صرفه جویی در مصرف سوخت در بخش پخت و پز خانگی :

قوت غالب اکثر خانواده های ایرانی برنج همراه خورش یا گوشت و مرغ و ماهی سرخ شده است . پخت برنج بر روی اجاق گاز و در مدت زمانی حداقل برابر با نیمساعت صورت می پذیرد که با اتلاف انرژی فراوان همراه است . اگر برای پخت برنج از پلوپز برقی دارای ترموستات با قابلیت روشن و خاموش شدن اتوماتیک استفاده شود حداقل ۳۰ درصد کاهش مصرف انرژی خواهیم داشت . [۳] همچنین برای پخت غذاهایی مثل خورش و سایر غذاهای پخته ، حداقل ۳ ساعت غذا بر روی اجاق گاز روشن قرار داده می شود تا به اصطلاح جا بیفتد در حالی که با استفاده از دیگهای زودپز تحت فشار این زمان به حداکثر ۳۰ دقیقه تقلیل یابد که حدود ۹۰ درصد کاهش انرژی مصرفی خواهیم داشت .

()
() .

در تمام موارد بالا (پخت برنج , خورشت و غذاهای پختنی و غذاهای سرخ کردنی) در صورتی که به جای اجاق گاز های معمولی از اجاق گازهای تایمردار استفاده شود مصرف سوخت پایین تر می آید (مواردی که به دلیل فراموشی غذا بیش از زمان لازم روی شعله می ماند یا شعله پس از برداشتن ظرف غذا روی آن بلا استفاده روشن می ماند , حذف می شود) . به راحتی قابل محاسبه است که با استفاده از زودپز و مایکروفر می توان مقدار انرژی صرف شده جهت پخت و پز را تا ۲/۳ کاهش داد .

صرفه جویی حاصل از مایکروفر + صرفه جویی حاصل از زودپز + صرفه جویی حاصل از زودپز
= متوسط مقدار صرفه جویی در بخش پخت و پز

$$\frac{\% + \% + \%}{3} = 65\%$$

عامل جلوگیری از اتلاف انرژی	درصد صرفه جویی در مصرف انرژی
	۸۵
پلوپز	۳۰
مایکروفر	۸۰
متوسط صرفه جویی قابل دستیابی در بخش پخت و پز	۶۵

جدول (۲)

۳ - صرفه جویی در مصرف سوخت در تولید آبگرم بهداشتی ساختمانها :

آبگرم بهداشتی مصارف خانگی توسط آبگرمکن تولید می گردد . آبگرمکن ها عموماً بر دو نوعند : آبگرمکن های مستقیم و آبگرمکن های غیر مستقیم . در آبگرمکن های مستقیم آبگرم در اثر احتراق سوخت در خود مخزن تهیه شده و با توجه به ظرفیت کم , معمولاً یک واحد مسکونی

کاربرد دارد. راندمان حرارتی این آبگرمکن ها بالا بوده و خود به دو صورت آبگرمکن های دیواری و ایستاده موجود می باشند. سیستم کار اینگونه آبگرمکن ها به این صورت است که در حالت عادی روی شعله کم (در اصطلاح شمعک) روشن بوده و به محض باز کردن شیر آبگرم و پایین آمدن دمای آبگرم موجود در منبع از حد معینی (که توسط استفاده کننده از قبل مشخص شده) شعله زیاد شده و مصرف سوخت بالا می رود.

اگر مکانیسم کار این آبگرمکن ها بصورتی تنظیم شود که در حالت عادی خاموش و در صورت باز شدن شیر آبگرم مشعل روشن شود، از اتلاف انرژی در اثر روشن بودن دائمی آبگرمکن روی شعله کم جلوگیری شده و مصرف سوخت حداقل ۳۰ درصد کاهش می یابد. [۵] در این نوع آبگرمکن ها چون فاصله بین نقاط مصرف داخل ساختمان و آبگرمکن کم است عایق بندی لوله های انتقال آبگرم ضروری نیست (چون این لوله ها از فضای گرم داخل ساختمان عبور می کنند).

در آبگرمکن های غیر مستقیم که در تأسیسات حرارتی مرکزی مورد استفاده قرار می گیرد، آبگرم توسط آب داغ یا بخار تولید شده در دیگ بخار، داخل یک مبدل حرارتی تهیه می گردد. این آبگرمکن ها معمولاً دارای راندمان حرارتی بالایی بوده و جهت کاهش اتلافات انرژی معمولاً منبع آبگرم و لوله های خروجی از آبگرمکن که آبگرم را از منبع به مصرف کننده می رساند عایق بندی می گردد. در این گونه آبگرمکن ها هم معمولاً مشعل دائماً روی شعله کم روشن است و اگر دمای آبگرم داخل منبع از حد معینی پایین تر برود شعله آبگرمکن زیاد شده و مصرف سوخت بالا می رود چون آبگرم تولید شده توسط این گونه آبگرمکن ها علاوه بر مصارف بهداشتی جهت مصارف گرمایشی هم استفاده می شود، روشن بودن دائم اینگونه آبگرمکنها روی شعله کم اجتناب ناپذیر است، اما در ساختمانهای بزرگ نظیر ادارات و مدارس که برای سرایدار منزلی در نظر گرفته می شود یا آشپزخانه مجموعه نیاز دائمی به آبگرم دارد بهتر است آبگرمکن کوچکی جدا از تأسیسات حرارت مرکزی نصب و این مصرف کنندگان از آن استفاده نمایند. در این صورت در فصول غیر سرد سال که احتیاج به گرمایش یا وجود آبگرم در سیستمهای بهداشتی کل ساختمان نیست می توان با خاموش کردن آبگرمکن های حرارت مرکزی، از اتلاف انرژی بی مورد جلوگیری کرده از این طریق بسته به موقعیت جغرافیائی محل و تعداد روزهای سرد سال بین ۳۰ تا ۷۵ درصد کاهش مصرف انرژی خواهیم داشت. [۲].

نوع آبگرمکن	درصد کاهش اتلاف انرژی قابل دستیابی
	۳۰
غیر مستقیم	۳۰-۷۵ درصد (بسته به تعداد روزهای سرد سال)
درصد کاهش اتلاف انرژی قابل دستیابی	۳۰-۵۲ درصد

جدول (۳)

۴ - صرفه جویی در مصرف سوخت گرمایش ساختمان :

برای محاسبه مقدار صرفه جویی ممکن در مصرف سوخت جهت گرمایش ساختمان ابتدا باید راههای اتلاف انرژی حرارتی در ساختمان را بشناسیم .

تلفات حرارتی ساختمان :

الف - تلفات حرارتی از جدارهای ساختمان (دیوارها , سقف , کف , درب و پنجره ها)

جداره های ساختمان همواره مقداری از حرارت را به صورت هدایت از ساختمان خارج می نمایند . مقدار این انتقال حرارت برای یک جداره ساده از فرمول (۱) $Q = K\Delta T \frac{A}{d}$ به دست می آید که K ضریب هدایت حرارتی جدار , ΔT , اختلاف دمای بین محیط داخل و خارج ساختمان , A مساحت جدار و d ضخامت جدار می باشد . حاصل تقسیم $\frac{d}{K}$ را مقاومت حرارتی می نامیم و آنرا با R نشان می دهیم . بنابراین خواهیم داشت :

$$Q = \frac{A\Delta T}{R} \quad [۶]$$

جداره ای ساختمان معمولاً از لایه های مختلف با مواد متفاوت و تشکیل شده و بنابراین جداره مرکب به حساب می آیند . مقاومت حرارتی جدار مرکب برابر است با حاصل جمع مقاومت حرارتی لایه های تشکیل دهنده آن .

در کشور ما معمولاً جنس دیوار از آجر یا سنگ بلوک است که از داخل و بیرون توسط دو لایه گچ و یک لایه سنگ نمای بیرونی (معمولاً از جنس آجر نما یا سنگ مرمر معمولی) پوشانده می شود . با مراجعه به هند بوک تأسیسات مشاهده می شود که ضریب انتقال حرارت برای چنین دیوار مرکبی بین ۴۸ تا ۵۲ BTU/hr.fl2.F خواهد رسید [۲] , (یعنی ضریب انتقال حرارت بین ۶۱ تا ۶۷ درصد کاهش خواهد یافت , چون مقدار حرارت خارج شده از ساختمان با ضریب انتقال حرارت نسبت مستقیم دارد (طبق رابطه ۱) پس تلفات انرژی حرارتی از دیوار ساختمان هم بین ۶۱ تا ۶۷ درصد کم خواهد شد .

یک راه اتلاف انرژی هم انتقال حرارت هدایتی از دربها و پنجره های ساختمان است . در ایران معمولاً از دربها و پنجره های شیشه ای با چهار چوب فلزی (آلومینیم یا آهن) استفاده می شود . با مراجعه به هند بوک تأسیسات مشاهده می گردد که ضریب انتقال حرارت برای اینگونه دربها و پنجره ها به ترتیب ۱/۰۵ و ۱/۱۳ BTU/ fl2.hr.F می باشد . حال اگر به جای درب و پنجره شیشه ای با قاب فلزی از پنجره با دو لایه شیشه با فاصله ۰/۵ اینچ از همدیگر (فاصله بین دو لایه شیشه خلاء) و درب چوبی به ضخامت ۲ اینچ استفاده شود ضریب انتقال حرارت به ۰/۴۵ (برای درب) و ۰/۶۵ (برای پنجره) خواهد رسید [۲] . یعنی ضریب انتقال حرارت برای درب ۵۷ درصد و برای پنجره ۴۲ درصد کاهش خواهد یافت و از این طریق نیز تلفات انرژی حرارتی از درب و پنجره ها به ترتیب ۵۷ و ۴۲ کاهش خواهد یافت . آخرین طریق تلفات حرارتی از جدارهای

ساختمان سقف و کف است . در ایران سقف معمولاً یا بصورت تیرچه بلوک به همراه یک لایه بتون و قیر گونی و کاشی (آسفالت) بوده یا بصور دلمه چوبی که پشت آن یک لایه کاهگل با پشم شیشه قرار گرفته و روی آن هم شیروانی حلبی یا سفالی قرار گرفته ، ساخته می شود هر دو گونه این سقفها عایق خوبی محسوب شده و تلفات حرارتی کمی داند [۲].

تلفات حرارتی کف ساختمانها هم چون دمای خاک در ایران در سراسر سال فقط اندکی تغییر می کند ناچیز است . این تلفات بیشتر در مورد ساختمانهایی که زیر زمین یا پارکینگ دارند محسوس است . در اینگونه موارد هم آنگونه که در ایران متداول است همانند سقف عمل شده و علاوه بر بتون ریزی کف ، قیر گونی هم انجام می شود که تلفات حرارتی از کف ساختمان را بسیار کاهش می دهد .

ب - تلفات حرارتی از طریق نفوذ هوای سرد به داخل :

نفوذ طبیعی هوا عموماً تحت تأثیر سرعت باد و خاصیت دودکشی راه پله ها و آسانسور صورت می گیرد [۲] مقدار هوای نفوذی به میزان کیپ بودن درها و پنجره ها ، ارتفاع ساختمان ، کیفیت و کار ساختمان و سرعت وزش باد بادفعاات باز و بسته کردن درها و پنجره ها (جهت ورود و خروج اشخاص با تهویه هوا) بستگی دارد [۲] .

محاسبه حجم هوای ورودی به داخل ساختمان از روش درزی صورت می گیرد . در روش درزی حجم هوای ورودی از رابطه $V = L \cdot q$ محاسبه می شود که q مقدار هوای نفوذی از درب یا پنجره بر حسب فوت بوده و بستگی به نوع پنجره و درب و سرعت هوا در بیرون از ساختمان دارد . مثلاً از درب شیشه ای با قاب فلزی خوب سوار شده (که پس از بسته شدن درب لبه های درب کاملاً روی هم جفت می شود) حدوداً نصف درب از همین نوع که خوب سوار نشده (و پس از بسته شدن درب لبه های کاملاً روی هم جفت نمی شود) هوا به داخل ساختمان نفوذ می کند یا از پنجره خوب سوار شده ولی بدون لاستیک یا بتونه دور شیشه تقریباً ۱۰ برابر پنجره ای از همین جنس اما با لاستیک یا بتونه دور شیشه هوا به داخل ساختمان نفوذ می نماید [۷]

از آنجائی که میزان هوای نفوذی به داخل با میزان تلفات انرژی نسبت مستقیم دارد به نظر می رسد که با اندیشیدن تمهیدات ساده ای نظیر خوب سوار کردن درها و پنجره هایی که کاملاً چفت نمی شوند یا نوار زدن یا بتونه کاری درزهای محل تماس شیشه با لبه فلزی درب و پنجره تا حدود ۶۰ درصد می توان اتلاف انرژی در اثر نفوذ هوا را کاهش داد .

ج - تلفات انرژی حرارتی از طریق متفرقه :

نکاتی نظیر وجود تعداد زیاد در و پنجره روی یک دیوار ، وجود پنجره های رو به شمال در مناطق سرد سیر و وجود درب و پنجره رو به هم در ضلع شمالی ساختمان موجب افزایش حداقل ۳۰ درصدی در هوای نفوذی و در نتیجه اتلاف حرارتی می گردد [۱].

در جدول ۴ بطور خلاصه ، درصد صرفه جویی قابل دستیابی از هر روش به همراه درصد صرفه جویی کل آورده شده است .

درصد جلوگیری از اتلاف انرژی	
۶۷-۶۱	دیوارها
ناچیز	کف
ناچیز	سقف
۴۲	پنجره
۵۷	درب
۶۰	هوای نفوذی
۳۰	موارد متفرقه
$\frac{۶۱ + ۴۲ + ۵۷ + ۶۰ + ۳۰}{۵} = ۵۰$	حداقل درصد جلوگیری از اتلاف انرژی قابل دستیابی در گرمایش ساختمان

جدول (۵)

۵) محاسبه درصد صرفه جویی کلی قابل دستیابی در مصارف خانگی و ارزش آن :

با مراجعه به قسمتهای قبل در می یابیم که صرفه جویی حاصل از مصرف بهینه سوخت در بخش های پخت و پز تولید آبگرم بهداشتی و گرمایشی به ترتیب ۶۷ ، ۴۰ و ۵۰ درصد حالت فعلی می باشد .

از طرف دیگر در محاسبات انجام گرفته در شرکت ملی گاز ایران میزان مصرف کلی گاز در یک خانه ۲/۵ متر مکعب در ساعت در نظر گرفته شده که از این مقدار ۰/۷ متر مکعب در ساعت برای اجاق گاز، ۰/۷ متر مکعب در ساعت برای آبگرمکن ، ۱ متر مکعب در ساعت برای هر بخاری گاز سوز و ۰/۱ متر مکعب در ساعت برای چراغ روشنایی می باشد [۸] ، اگر مقادیر ذکر شده را به عنوان مبنای مصرف سوخت فسیلی در بخشهای مختلف مصارف خانگی قبول می کنیم در می یابیم

که ۲۸ درصد مصرف خانگی در بخش پخت و پز، ۲۸ درصد در بخش تولید آبگرم بهداشتی، ۴۰ درصد در بخش گرمایش و ۴ درصد در بخش روشنایی صورت می پذیرد.

حال اگر درصدهای مصرف در هر بخش را در درصدهای صرفه جویی قابل دستیابی در همان بخش ضرب کنیم، و حاصل را از درصد مصرف اولیه کم کنیم، درصد کلی مصرف برای آن بخش خاص به دست می آید از این طریق درمی یابیم که مصرف سوخت فسیلی در بخش پخت و پز از ۲۸ درصد فعلی به ۹/۳۳ درصد در بخش تولید آبگرم بهداشتی از ۲۸ درصد فعلی به ۱۶/۸ درصد و در بخش گرمایش از ۴۰ درصد فعلی به ۲۰ درصد قابل کاهش بوده و بنابراین مصرف کلی سوخت فسیلی در مصارف خانگی در کشور ما تقریباً به میزان ۵۰ درصد قابل کاهش می باشد.

با توجه به اینکه در سال جاری ۹۰ هزار ریال یارانه ساخت در بودجه کشور پیش بینی شده حدود ۲۰ درصد از سوخته های فسیلی در بخش خانگی مصرف می شود. این میزان کاهش مصرف در بخش خانگی سالیانه ارزشی حدود ۹ هزار میلیارد ریال (نهصد میلیارد تومان) دارا می باشد که مبلغ قابل توجهی است.

لازم به ذکر است که مبلغ فوق فقط شامل صرفه جویی قابل دستیابی در مصرف سوخته های فسیلی در بخش خانگی بوده و مواردی نظیر عدم مصرف صحیح انرژی برق جهت روشنایی و استفاده از وسایل الکتریکی و الکترونیکی را شامل نمی شود.

همچنین بررسی فوق صرفه جویی قابل دستیابی در سایر زمینه های مصرف سوخته های فسیلی (نظیر نیروگاه های برق، صنعت حمل و نقل و صنایع تولیدی) را نیز در بر گرفته و بررسی هر کدام از زمینه های فوق خود بحث جداگانه ای را می طلبد.

۶) افقهای نو :

جدا از بحث های مربوط به صرفه جویی و استفاده بهینه از سوخته های فسیلی در زمینه های مختلف امروزه بحثی که بیشتر مطرح است استفاده از انرژی های پاک با منابع تجدید پذیر و جایگزینی تدریجی سوخته های فسیلی با اینگونه انرژی هاست. در کشورهای توسعه یافته هم اکنون ساخت منازل خورشیدی (منازلی که انرژی لازم جهت نیازهای پخت و پز، تولید آبگرم بهداشتی، گرمایش و سرمایش، روشنایی و استفاده از وسایل الکتریکی و الکترونیکی خود را از نور خورشید کسب می کنند)، اتومبیل های خورشیدی و حتی تولید برق از انرژی باد، آب دریا و گرمای درون زمین را سر لوحه تلاشها و تحقیقات خود قرار داده اند.

شایسته است که در کشور ما هم که این نعمتهای خدادادی (باد، آب دریا و نور خورشید) به وفور وجود دارد چنین تلاشهائی صورت پذیرد.

فهرست منابع :

[۱]. حرارت مرکزی و تهویه مطبوع، بهمن خستوه ۱۳۷۰.

ASHREA HAND BOOK, FUNDAMENTALS, 1985.[۲]

[۳]. کاتالوگ پلوپز , شرکت پارس خزر .

[۴] . کاتالوگ میکروفر , شرکت بوتان .

[۵] . کاتالوگ آبگرمکن دیواری , شرکت سینجر گاز .

[۶] . Heat transfer, j. p. HOLMAN. 1985 .

[۷] . محاسبات تأسیسات ساختمان (چاپ چهارم) , مهندس سید مجتبی طباطبائی , ۱۳۷۵ .

[۸] . طراحی شبکه های شهری , شرکت ملی گاز ایران , اسمعیل آیینه چی , ۱۳۶۹ .