تحلیل اقتصادی استفاده از عایق‌های حرارتی و به کارگیری پنجره دو جداره در یک واحد مسکونی

رضا حسینی[۱]
دانشیار

پویان جهانگیری[۲]
کارشناس

داود بهمن پور[۳]
مربی

در این مقاله بار حرارتی گرمایشی یک واحد مسکونی واقعی در زمستان محاسبه شده است. مجدداً با در نظر گرفتن یک لایه عایق در دیوارها و سقف ساختمان و همچنین دو جداره درنظر گرفتن پنجره ها این محاسبات تکرار و میزان صرفه جویی اقتصادی ناشی از کاهش اتلافات حرارتی مورد بررسی قرار می گیرد. با توجه به قیمت فعلی سوخت در ایران و سایر کشورهای جهان، زمان لازم برای بازگشت سرمایه گذاری اولیه اضافی در عایق کاری دیوارها و سقف و دوجداره کردن پنجره ها مورد محاسبه قرار گرفته است. نتیجه گیری های لازم بر روی زمان بازگشت سرمایه صورت گرفته و پیشنهادهایی برای تشویق بخش خانگی به استفاده از عایق و پنجره دو جداره ارائه گردیده است.

واژه های راهنما: تحلیل اقتصادی، عایق بندی حرارتی، پنجره دوجداره، بازگشت سرمایه

۱- مقدمه

از جمله مسائل مهمی که امروزه توجه بسیاری از اقتصاد دانان را به خود معطوف ساخته است، موضوع انرژی و استفاده بهینه از آن و محدودیت های منابع فسیلی است. یکی از مبانی توسعه یافتگی میزان انرژی مصرفی سرانه است به شرطی که بخش عمده ای از آن در صنعت وکشاورزی باشد. متاسفانه در کشورهای در حال توسعه و ازجمله کشور ما مصرف انرژی به صورت سرانه بسیار بالا است و بر خلاف انتظار بخش عمده ای از این مصرف بالای انرژی در بخش خانگی ، خدمات وتجاری است. می دانیم که مصرف بالای انرژی در این بخشهای غیر تولیدی به مفهوم اتلاف انرژی است. در سالهای اخیر تلاشهای زیادی شده است تا نه تنها مصرف انرژی در سطح متعادلی نگه داشته شود بلکه ازآن به صورت بهینه استفاده گردد. محدودیت منابع انرژی مخصوصا منابع سوختهای فسیلی و نگرانیهای موجود در توقف رشد صنعتی به علت گرانی سوختهای فسیلی و پایان پذیری آنها، کشورها را برآن داشته است تا روی دیگر منابع انرژی به خصوص انرژیهای تجدید پذیر، انرژی خورشیدی، باد، زمین گرمایی و امواج دریاها و اقیانوسها تحقیق و مطالعه شود و از سوی دیگر بهینه و بجا و درست مصرف کردن سوختهای فسیلی در دستور کارجدی اغلب

[۱] نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر hoseinir@aut.ac.ir
[۲] کارشناس، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
[۳] مربی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Archive of SID
www.SID.ir

کشورها قرارگیرد. در این مقاله تلاش گردیده که به بخش دوم یعنی بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان های مسکونی و تجاری پرداخته شود.

بر اساس آمار[۱]، یکی از مهم ترین مصارف انرژی در بخش ساختمان در کشور ما مطبوع سازی محیط کار یا سکونت است. به صورتی که ۴۰ درصد سرانه سوخت در بخش خانگی و تجاری مصرف شده و از این بخش نیز بیش از ۵۰ درصد به مطبوع سازی دمای محیط اختصاص دارد. به عنوان مثال می توان در جدول (۱) و شکلهای های (۱) و (۲) درصد سهم مصرف کننده های مختلف و مقایسه آن ها با هم را در سال های۷۴ تا ۸۶ مشاهده نمود. با نظر به این جدول و نمودار ها، می توان دریافت که سهم هر گروه از مصرف کنندگان انرژی طی سال های گذشته چه مقدار بوده و همچنین هریک از مصرف کننده ها نسبت به سال های قبل از چه رشدی برخوردار است. مثلا برخلاف رشد سهم مصارف خانگی، سهم مصارف صنعتی و کشاورزی کاهش داشته که این خود به نحوی عدم توازن در توسعه را می رساند. در این مقاله یک واحد مسکونی با مشخصات داده شده از نظر افت حرارتی از ساختمان به بیرون درشرایط زمستان در حالت واقعی و زمانی که دیوارها عایق بندی شده و پنجره ها دو جداره شوند با هم مقایسه شده است.

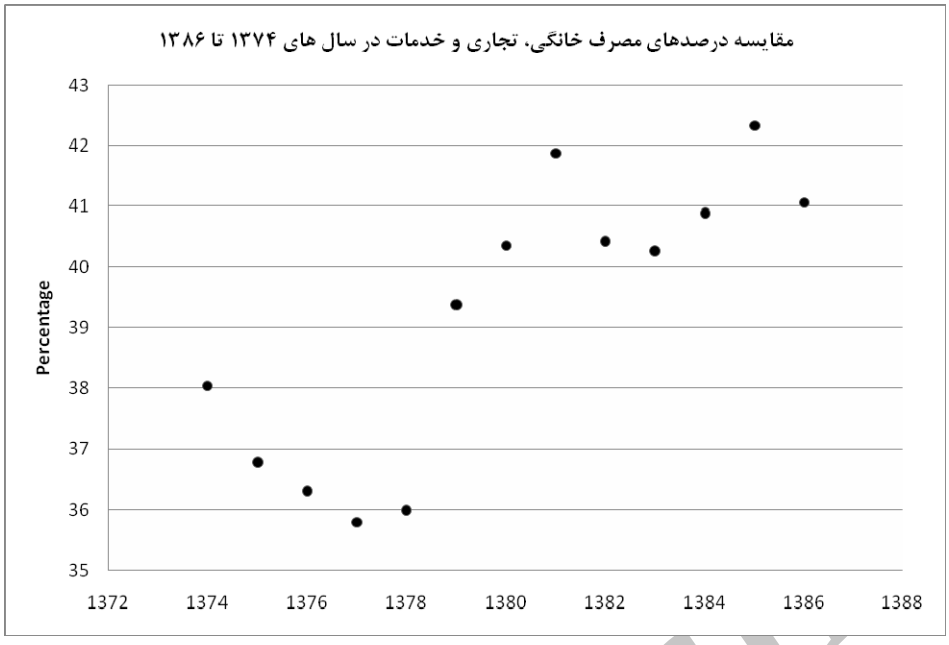
جدول۱- درصد سهم مصرف کننده های مختلف در کل مصرف انرژی نهائی[۱] ، [۲].

سال مصرف	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰
خانگی/ تجاری/خدمات/ عمومی	۳۸/۰۴	۳۶/۷۸	۳۶/۳۲	۳۵/۸۰	۳۶/۰۰	۳۹/۳۸	۴۰/۳۵
حمل و نقل	۲۳/۴۹	۲۳/۶۷	۲۳/۱۵	۲۳/۵۸	۲۴/۳۶	۲۶/۶۶	۲۸/۳۰
صنعت	۲۵/۲۷	۲۴/۹۳	۲۶/۱۰	۲۴/۲۱	۲۶/۳۲	۱۹/۵۸	۱۹/۷۰
کشاورزی	۵/۵۰	۴/۹۳	۴/۴۹	۴/۸۴	۴/۳۳	۴/۴۸	۴/۴۲
مصارف غیر انرژی	۷/۵۰	۹/۴۱	۹/۷۵	۱۱/۳۵	۸/۶۳	۹/۵۸	۶/۹۰
سایر مصارف	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۳۳

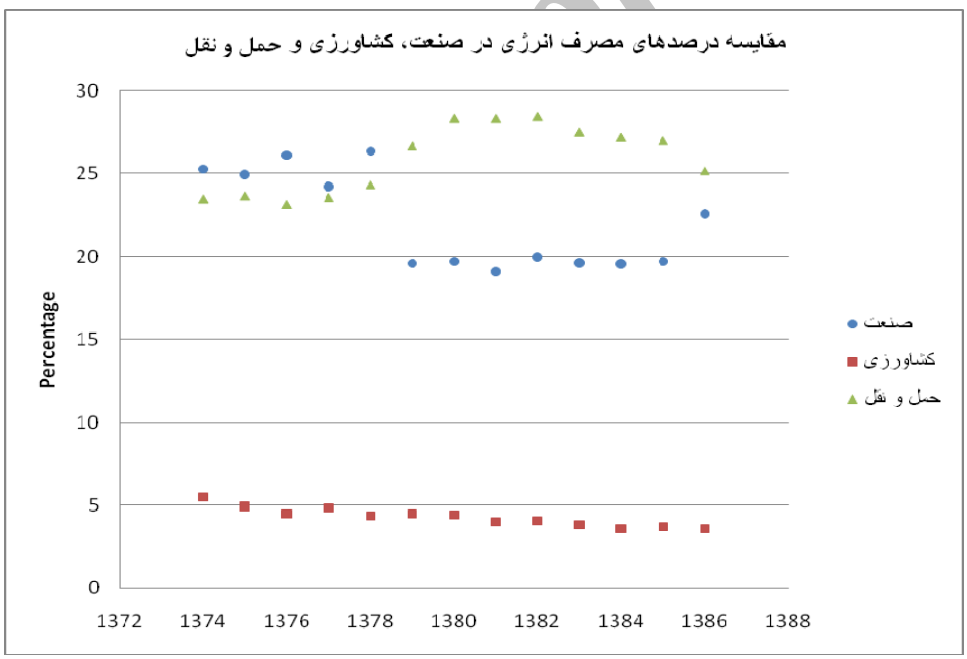
سال مصرف	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
خانگی/ تجاری/خدمات/ عمومی	۴۱/۸۷	۴۰/۴۲	۴۰/۲۶	۴۰/۸۹	۴۲/۳۲	۴۱/۰۶
حمل و نقل	۲۸/۲۹	۲۸/۴۱	۲۷/۵۱	۲۷/۱۹	۲۶/۹۸	۲۵/۱۹
صنعت	۱۹/۱۳	۱۹/۹۸	۱۹/۶۳	۱۹/۵۷	۱۹/۷۱	۲۲/۵۶
کشاورزی	۳/۹۷	۴/۰۶	۳/۷۹	۳/۵۷	۳/۶۷	۳/۵۷
مصارف غیر انرژی	۶/۳۶	۶/۷۷	۸/۴۴	۸/۵۲	۷/۰۴	۷/۳۶
سایر مصارف	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۶

Archive of SID

www.SID.ir



شکل **۱**- مقایسه درصدهای مصرف خانگی، تجاری و خدمات در سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶



شکل **۲**- مقایسه درصدهای مصرف انرژی در صنعت، کشاورزی و حمل و نقل در سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶

با توجه به مطالب فوق که بسیار مختصر از نظر گذشت و به تفصیل در مراجع مختلف آمده است اهمیت پرداختن به این موضوع روشن می گردد. از آنجا که اولین و مرتبط ترین امر با مردم در موضوع استفاده بهینه از انرژی، استفاده های خانگی و مشخصاً در گرمایش و سرمایش محیط است در این مقاله بدان پرداخته شده و نتایج حاصله در پایان بیان شده است.

www.SID.ir

۲- روش انجام کار

۲-۱- مشخصات واحد مسکونی

واحد مسکونی که کلیه محاسبات حرارتی در مورد آن انجام می گیرد دارای خصوصیات زیر می باشد:

- یک واحد آپارتمان مسکونی که در طبقه چهارم قرار دارد:

ارتفاع کف تا سطح زمین	۱۰/۶ m
ارتفاع کف تا سقف	۲/۷۰ m
ضخامت کف و سقف	حدود ۳۰ cm

۲-۲- مصالح تشکیل دهنده ساختمان

دیوار جانبی : از آجر به ضخامت ۲۲ cm که از داخل به ضخامت ۲ cm از گچ و خاک و از خارج به ضخامت حدود ۲/۵ cm از گچ، ماسه و سیمان تشکیل شده است. این دیوار در سمت غرب ساختمان قرار دارد.

دیوارهای خارجی نما : با توجه به موقعیت ساختمان , سه دیوار نما وجود دارد که از آجر به ضخامت ۲۲ cm و از داخل به ضخامت ۲ cm از گچ و خاک و از خارج به ضخامت ۳ cm دوغ آب ماسه و سیمان و ۲ cm سنگ تشکیل شده است.

کف ساختمان : قسمت خارجی آن از ۲ cm گچ و خاک , بلوک آجری به ارتفاع ۲۰ cm بتن به ضخامت ۵ cm و سنگ به ضخامت ۲ cm تشکیل شده است.

سقف : از داخل با ۲ cm گچ و خاک، بلوک آجری به ضخامت ۲۰ cm، بتن ۵ cm، ملات ۳ cm، سه لایه قیر و دو لایه گونی مجموعاً ۰/۸ cm و آسفالت ۲ cm تشکیل شده است.

دیوارهای داخلی : از آجر به ضخامت ۱۱ cm و گچ و خاک ۴ cm تشکیل شده است.

دیوارهای سرویس : از آجر به ضخامت ۱۰ cm و کاشی ۲/۵ cm تشکیل شده است.

پنجره ها : که در سه قسمت با سطوح تفکیکی ۳/۲۴ متر مربع، ۹/۷۹ متر مربع، ۱/۴۴ متر مربع و در مجموع ۱۴/۴ متر مربع سطح در محاسبات آورده شده است.

۳- محاسبات و نتایج

۳-۱- فرض های انجام شده در محاسبه بار حرارتی

۱- اتلاف حرارتی تنها برای واحد طبقه چهارم در نظر گرفته می شود.

۲- در اتلاف حرارتی واحد طبقه چهارم، حرارت از سه دیوار جانبی و سقف خارج می شود و به علت فرض همدمایی طبقه سوم و طبقه چهارم از اتلاف حرارتی کف صرفنظر می شود.

۳- اگرچه دمای مطلوب در نقاط مختلف آپارتمان نظیر اتاق های خواب، آشپزخانه , حمام و ... متفاوت است اما به جهت سادگی در محاسبات دمای مطلوب در سرتاسر آپارتمان ۲۲°C فرض می شود و با این فرض انتقال حرارت در دیوارهای داخلی خانه صرف نظر می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- در محاسبه بار حرارتی دیوارهای جانبی، نما و سقف بدینگونه عمل شده است که جدار بصورت یک جدار مرکب در نظر گرفته شده است -که در حقیقت لایه های مختلف این جدار، مصالح متفاوتی دارند که در ساخت جدار دخالت داشته اند- و مقاومت حرارتی لایه ها بصورت جداگانه محاسبه شده است و سپس مطابق روابط موجود در مورد جدارهای مرکب، مقاومت حرارتی کل جدار محاسبه گردیده و از روی آن ضریب انتقال حرارت کلی جدار بدست می آید. با در دست داشتن سطح کل جدار مورد نظر (سطح داخلی) و اختلاف دمای داخل و خارج ساختمان حرارت منتقل شده از طریق این جدار محاسبه خواهد شد.

۵- در محاسبه مقاومت حرارتی، مقاومت فیلم هوا , که در حقیقت مربوط به انتقال حرارت جابجایی هوای داخل و خارج با جدار ساختمان می باشد، در نظر گرفته شده است.

۶- دمای خارج ساختمان میانگین دما در سردترین ماه سال در تهران در نظر گرفته شده است که برابر $0^{\circ}C$ می باشد. این دماها بر اساس گزارش سازمان هواشناسی از ارقام سال ۱۹۹۴ (سردترین آمار گزارش شده) می باشد[۳].

۷- خصوصیات فیزیکی مصالح ساختمانی و ضرایب انتقال حرارت از مرجع [۴] گرفته شده است.

۸- در مورد انتقال حرارت از پنجره ها، ضریب انتقال حرارت کلی آن بر اساس اطلاعات بدست آمده از سازندگان این پنجره ها مورد استفاده قرار گرفته است.

۳-۲- جداول نتایج محاسبات

افت های حرارتی با توجه به روشی که در قسمت قبل توضیح داده شد، محاسبه شد و نتیجه درجدول (۲) نشان داده شده است.

جدول۲- حرارت اتلافی از بخشهای مختلف ساختمان در حالت بدون عایق

جدار	حرارت منتقل شده از جدار (وات)	درصد حرارت منتقل شده
سقف(۱)	۱۵۸	٪ ۲۰/۹
دیوارغربی	۱۰۳/۵	٪ ۱۳/۷
دیوار شرقی، شمالی و جنوبی	۳۰۸/۷	٪ ۴۰/۹
مجموع دیوارها بدون پنجره(۲)	۴۱۲	٪ ۵۴/۶
پنجره ها(۳)	۱۸۵	٪ ۲۴/۵
حرارت کل(۱+۲+۳)	۷۵۵	٪۱۰۰

در جدول (۳) اتلافات حرارتی برای دیوارها وکف و سقف ساختمان مورد نظر درحالتی که عایق به کار برده شده وپنجره ها دو جداره شده باشند مورد محاسبه قرار گرفته تا با مقایسه با حالت بدون عایق و پنجره یک جداره بتوان اتلاف حرارت را مقایسه کرد. سپس درجدول (۴) تلفات حرارتی با شرایط عایق و بدون آن و همچنین پنجره یک جداره ودو جداره دیده می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- حـرارت اتـلافی از ساختمان با احتساب عایـق پشـم شیـشه (۳ cm) و پنجره دو جداره با قاب فلزی

جدار	حرارت منتقل شده از جدار(وات)	درصد حرارت منتقل شده
سقف(۱)	۹۰/۸	٪ ۲۳/۸
دیوارغربی	۴۰/۶	٪ ۱۰/۶
دیوار شرقی شمالی و جنوبی	۱۲۲/۲	٪ ۳۲
مجموع دیوارها(۲)	۱۶۲/۸	٪ ۴۲/۷
پنجره ها(۳)	۱۲۷/۵	٪ ۳۳/۴
حرارت کل(۱+۲+۳)	۳۸۱/۱	٪ ۱۰۰

جدول۴- مقایسه حـرارت اتـلافی از بخشـهای ساختـمان با عایق و بدون عایق

جدار	*حرارت منتقل شده ازجدار بدون عایق (وات)*	*حرارت منتقل شده ازجدار با عایق (وات)*	*درصدکاهش نسبت به حالت بدون عایق*
سقف(۱)	۱۵۸	۹۰/۸	٪ ۴۲/۵
دیوارغربی	۱۰۳/۵	۴۰/۶	٪ ۶۰/۷
دیوار شرقی شمالی و جنوبی	۳۰۸/۷	۱۲۲/۲	٪ ۶۰/۴
مجموع دیوارها(۲)	۴۱۲	۱۶۲/۸	٪ ۶۰/۵
پنجره ها(۳)	۱۸۵	۱۲۷/۵	٪ ۳۱
حرارت کل(۱+۲+۳)	۷۵۵	۳۸۱/۱	٪ ۴۹/۵

در جدول (۵) سهم هربخش ازساختمان نسبت به اندازه سطح و درصد اتلاف حرارتی از آن برای مشخص کردن اهمیت توجه به هریک دیده می شود.

جدول۵- مقایسه درصد حرارت منتقل شده (بدون عـایق) از هر جدار با درصد مساحت هر جدار به مساحت کل

جدار	مساحت جدار(m^2)	درصد مساحت جدار به مساحت کل	درصد حرارت منتقل شده
مجموع سقف	۶۶/۴	٪ ۴۰/۵	٪ ۲۰/۹
دیوارغربی	۲۰/۶۵	٪ ۱۲/۶	٪ ۱۳/۷
دیوار شرقی شمالی و جنوبی	۶۲/۵۵	٪ ۳۸/۱	٪ ۴۰/۹
مجموع دیوارها	۸۳/۲	٪ ۵۰/۷	٪ ۵۴/۶
پنجره ها	۱۴/۴	٪ ۸/۸	٪ ۲۴/۵
مجموع کل	۱۶۴	٪ ۱۰۰	٪ ۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

۴- تفسیر نتایج

۱- در مورد جدارها , سقف از بیشترین سهم در انتقال حرارت برخوردار است. بعد از سقف دیوارها در مرتبه بعدی قرار می گیرد.

۲- مجموع حرارت انتقالی از دیوارها بیش از نیمی از حرارت کل را تشکیل می دهد.

۳- مجموع حرارت انتقال کلی از دیوارها و سقف حدود ۷۵ درصد از حرارت اتلافی را تشکیل می دهد.

۴- با استفاده از عایق پشم شیشه (۳ cm) و پنجره دو جداره، ۴۹ درصد کاهش اتلاف حرارتی دیده می شود.

۵- سقف نسبت به مساحت اشغالی انتقال حرارت کمتری نسبت به سایر جدارها دارد , علت این امر را می توان در وجود لایه های بیشتر سقف نسبت به سایر جدارها دانست، به خصوص وجود قیر و آسفالت در سقف به عنوان یک عایق حرارتی عمل کرده و در کاهش میزان انتقال حرارت از سقف نقش مهمی را داراست.

۶- پنجره ها به نسبت مساحت خود از اتلاف حرارتی بالایی برخوردارند بطوریکه حدود سه برابر سهم خود از سطح اشغالی, در انتقال حرارت آپارتمان نقش دارد و این خود نشان دهنده نقش مهم پنجره ها در اتلاف حرارتی منازل می باشد. منازلی که از پنجره های بیشتری در سازه ساختمان خود استفاده می کنند از تلفات حرارتی بالایی برخوردارند و نیازمند به استفاده از پنجره هایی با کارایی حرارتی بالا می باشند تا از اتلاف حرارتی آنها کاسته شود.

۵- مقایسه اقتصادی

در این بخش با توجه به هزینه لازم برای عایق کاری و در نظر گرفتن صرفه جویی ناشی از عایق کاری در هزینه سوخت، سال های لازم برای بازگشت سرمایه گذاری اولیه آمده است. لازم به ذکر است که در محاسبه قیمت عایق و همچنین پنجره دو جداره ، ارزان ترین نوع عایق و پنجره های دو جداره موجود دربازار مبنای محاسبه قرار گرفته است.

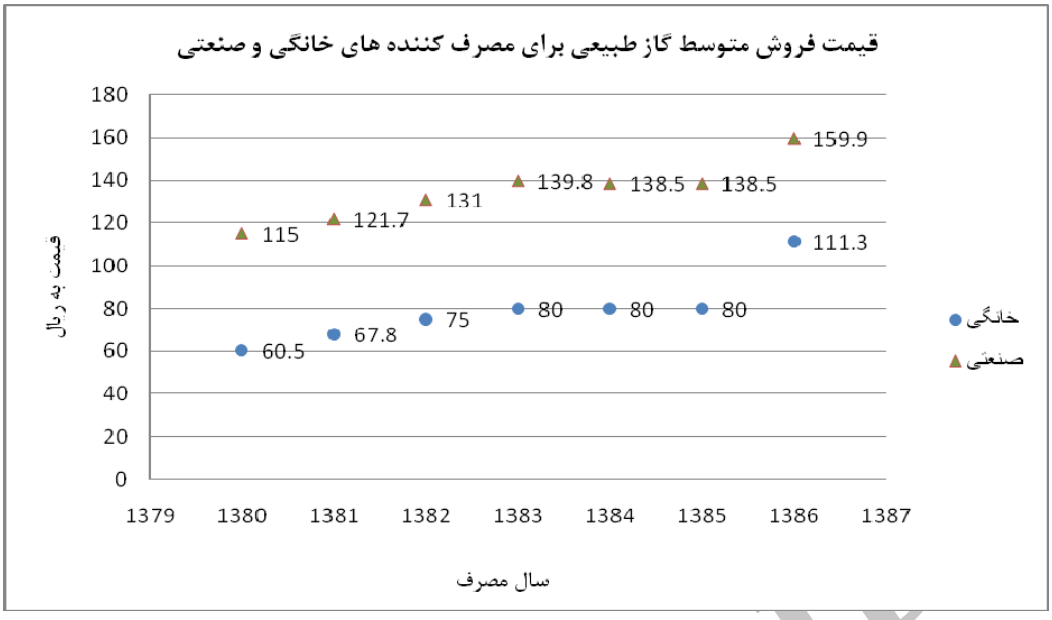
نکته قابل توجه این که نمودار برای سه قیمت متفاوت سوخت گاز ترسیم شده است. این سه قیمت عبارتند از :

۱- قیمت گاز در داخل کشور در شرایط فعلی: قیمت فروش متوسط گاز طبیعی طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ در شکل (۳) برای مصرف کننده های خانگی و صنعتی نمایش داده شده است. این نمودار متوسط نرخ رشد سالانه ۱۰/۷ درصد در بخش خانگی و ۵/۶ درصد در بخش صنعتی را نشان می دهد [۱].

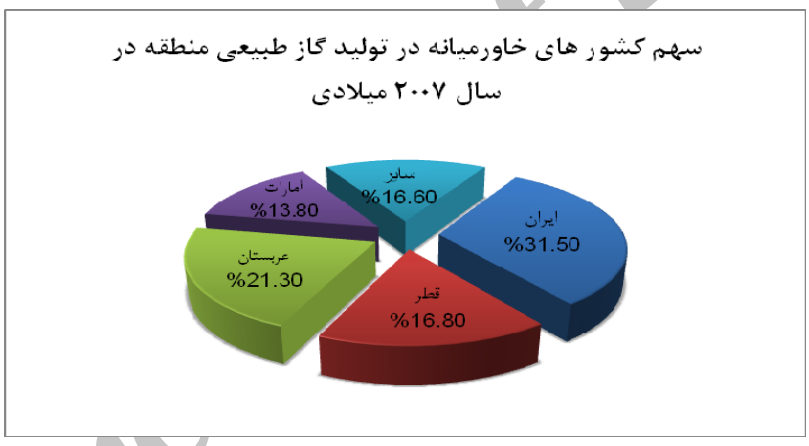
هم چنین سهم کشور های خاورمیانه در تولید گاز طبیعی و مصرف گاز طبیعی منطقه در سال ۲۰۰۷ میلادی [۱] به ترتیب در شکلهای (۴) و (۵) نمایش داده شده و با یکدیگر مقایسه شده است. داده ها نشان می دهند که ایران در سال ۲۰۰۷ میلادی بیشترین سهم را در تولید و مصرف گاز طبیعی منطقه داشته است و نسبت مصرف گاز طبیعی به تولید گاز طبیعی در ایران ۱/۱۸۴ می باشد

Archive of SID

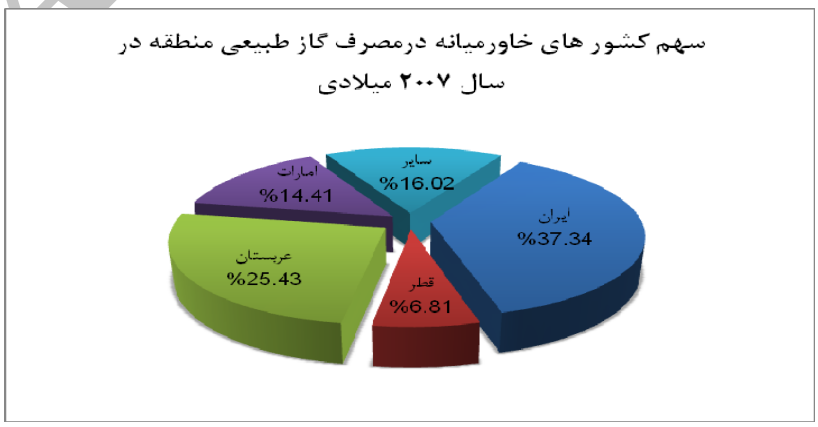
www.SID.ir



شکل ۳- فروش متوسط گاز طبیعی طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ برای مصرف کننده های خانگی و صنعتی



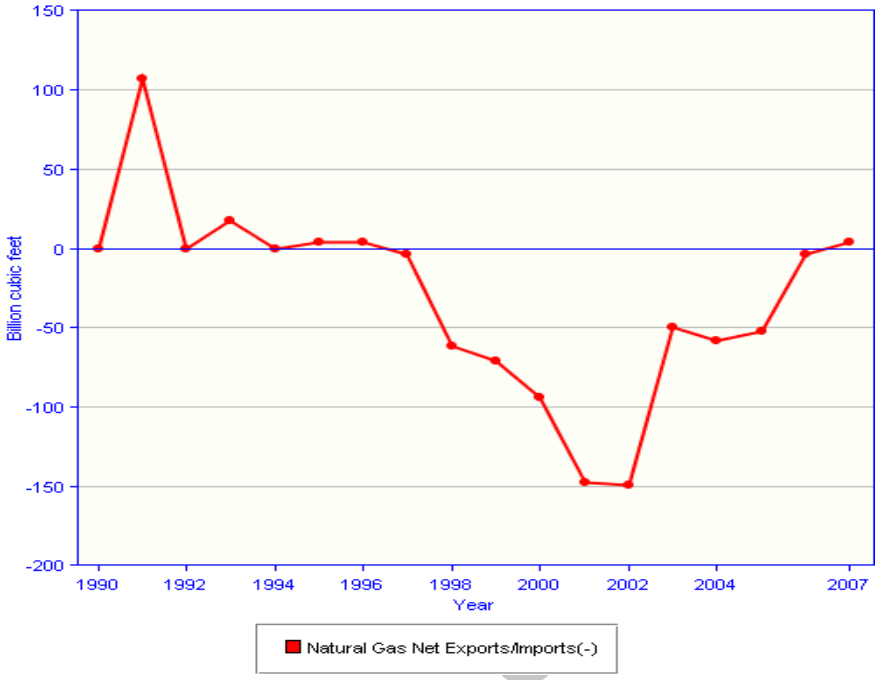
شکل ۴- سهم کشور های خاورمیانه در تولید گاز طبیعی منطقه در سال ۲۰۰۷ میلادی



شکل ۵- سهم کشور های خاورمیانه در مصرف گاز طبیعی منطقه در سال ۲۰۰۷ میلادی

www.SID.ir

۲- قیمت گاز در مبادلات جهانی: طبق آمار و اطلاعات اعلام شده [۵] متوسط قیمت صادرات گاز ایران به ترکیه در سال ۲۰۰۷ میلادی ۱۵ سنت در هر متر مکعب و متوسط قیمت واردات گاز از کشور ترکمنستان در همان سال ۴/۲ سنت در هر متر مکعب می باشد. همچنین، روند میزان صادرات و واردات گاز در ایران تا سال ۲۰۰۷ میلادی، در شکل (۶) نشان داده شده است [۵].



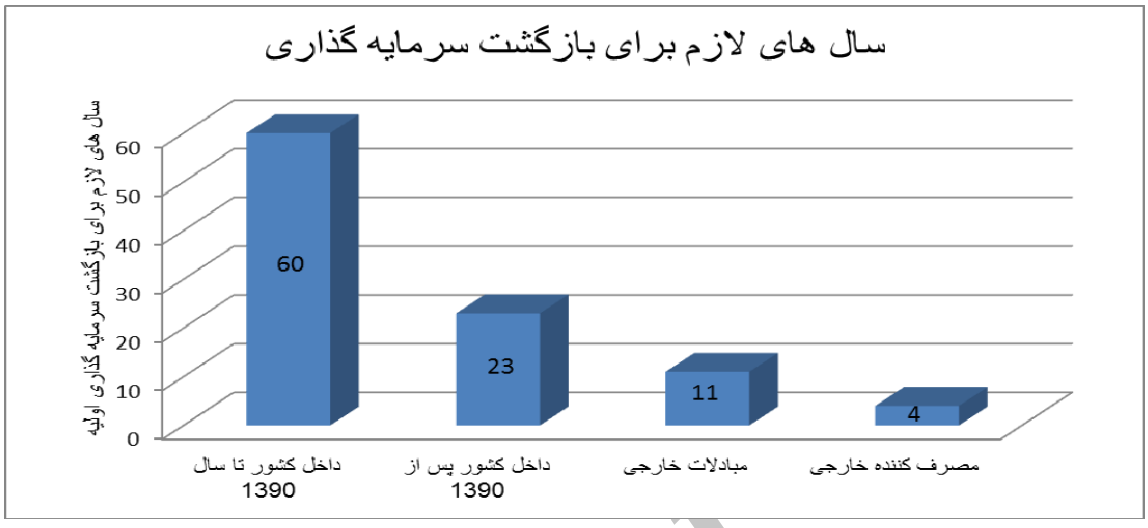
شکل ۶- روند میزان صادرات و واردات گاز در ایران تا سال ۲۰۰۷ میلادی

۳- متوسط قیمت گاز برای مصرف کننده در کشورهای دیگر جهان: شکل (۷) متوسط قیمت گاز طبیعی برای مصرف کننده خانگی را در سال ۲۰۰۷ میلادی برای چند کشور جهان بر حسب سنت بر متر مکعب نشان می دهد [۱].

شکل ۷- متوسط قیمت گاز طبیعی برای مصرف کننده خانگی در سال ۲۰۰۷ میلادی برای چند کشور جهان

www.SID.ir

با توجه به اطلاعات بخش (۵) و محاسبات انجام شده، سال های لازم برای بازگشت سرمایه گذاری برای چهار قیمت متفاوت سوخت گاز طبیعی، در شکل (۸) نشان داده شده است. شایان ذکر است که اتخاذ سیاست هدفمند کردن یارانه ها در سال های اخیر تاثیر چشمگیری در کاهش سال های لازم جهت بازگشت سرمایه در داخل کشور گذارده است.



شکل ۸- سال های لازم برای بازگشت سرمایه گذاری اولیه اضافی در عایق کاری و دو جداره کردن پنجره

نتیجه گیری و پیشنهاد

۱- مطابق نتایج ، سالهای لازم برای بازگشت سرمایه گذاری اولیه ، با توجه به قیمت سوخت در داخل کشور، در مبادلات جهانی و قیمت برای مصرف کننده خارجی، به ترتیب عبارت است از ۶۰ ، ۱۱ و ۴ سال که تفاوت بسیار زیادی بین این مقادیر وجود دارد.

۲- با توجه به عدد ۶۰ سال ، برای بازگشت سرمایه گذاری اولیه اضافی، مصرف کننده داخلی حاضر به استفاده از عایق در ساختمان نمی باشد و سیاستهای صرفا تشویقی دولت در این زمینه کارساز نخواهد بود.

۳- با توجه به افزایش قیمت گاز در انتهای سال ۱۳۸۹ (سیاست هدفمند کردن یارانه ها)، سال های بازگشت سرمایه تقریبا به یک سوم تنزل پیدا می کند. البته افزایش قیمت مصالح ساختمانی در این محاسبه منظور نشده است که به طور طبیعی سال های بازگشت سرمایه را قدری طولانی تر خواهد کرد. با توجه به محاسبات انجام شده ملاحظه می شود که سال های بازگشت سرمایه به شدت به سیاست های دراز مدت اقتصادی دولت در افزایش و کاهش حامل های انرژی و نرخ تورم دارد.

۴- راه کار عملی و موثر و صد البته اولیه برای بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان و استفاده از عایق، اعمال سیاست های قیمتی بر روی سوخت می باشد، بدین معنی که قیمت سوخت در کشور مطابق با قیمت های جهانی متعادل گردد. با این روش مصرف کننده با اختیار و انتخاب روشهای عایق کاری را در پیش رو می گیرد و نیازی به تبلیغات و تشویق دولت در این زمینه نخواهد بود.

۵- راه حل دیگر که معقول و نتیجه بخش به نظر می رسد، در این زمینه اعمال سیاست های یارانه بر عایق های ساختمانی است، به عبارت دیگر دولت با تقبل بخشی از هزینه و یا حتی تمام هزینه عایق کاری

Archive of SID

www.SID.ir

ساختمان، مصرف کننده را به استفاده از پوشش های عایق کاری تشویق نماید. در این حالت دولت و به تبع آن جامعه می تواند از سود حاصل از جمله کاهش یارانه پرداختی بر سوخت با توجه به هزینه تمام شده، کاهش هزینه حفاظت محیط زیست، افزایش رفاه اجتماعی بهره گیرد که در دید کلان دولتی مطرح است.

مراجع

[۱] ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ وزارت نیرو- معاونت امور انرژی.

[2] http://www.ieeo.org

[۳] سال نامه هواشناسی، سازمان هواشناسی کشور، (۱۳۸۵).

[۴] راهنمای طراحی سیستم های تهویه مطبوع، ترجمه مهندس کاشانی حصار و مهندس ملک زاده، ترجمه هندبوک Carrier

[۵] http://www.eia.gov

Archive of SID

www.SID.ir

Abstract

In this paper, the heat loss of a residential apartment in the winter period has been calculated. The same loss has been calculated when the walls and the roof of the apartment has been insulated and the windows replaced by double glazing. The economic benefits of reducing heat loss are shown when walls and the roof insulated and windows are double glazed. Considering the fuel cost for residential heating in Iran and the other countries, the time consumes for returning additional investment to equip the apartment with insulation and double glazing has been estimated. Conclusion has been made based on the economic assessment and suggestions have been made to encourage the residential apartments to be equipped with insulation and double glazing.

Archive of SID

www.SID.ir