

بررسی تاثیر عایقکاری بر بار حرارتی - برودتی ساختمان



پروژه: تاثیر عایقکاری بر بار حرارتی و برودتی ساختمان

کارفرما: سازمان بهینه سازی مصرف سوخت

مدیر طرح : شرکت توسعه سرزمین سبزآنگاره

اجرا : شرکت مهندسين مشاور پژوهشهای ساختمانی ایران

فهرست فصول

مقدمه

- فصل ۱- تعاریف و کلیات و روش تحقیق
- فصل ۲- بررسی تجربیات دیگر کشورها در زمینه عایقکاری
- فصل ۳- بررسی انواع عایقهای موجود در بازارهای جهانی و داخلی
- فصل ۴- بررسی استانداردهای موجود در زمینه عایق و عایقکاری
- فصل ۵- جمع آوری و تدوین شیوه های عایقکاری
- فصل ۶- بررسی تاثیر عایقکاری حرارتی بر عایقکاری صوتی، اندازه تجهیزات حرارتی - برودتی
- فصل ۷- بررسی عرفهای موجود در ساختمانهای کشور از نظر عایقکاری
- فصل ۸- محاسبات فنی - اقتصادی
- فصل ۹- تدوین حداقل الزامات قانونی مورد نیاز برای عایقکاری
- فصل ۱۰- جمع بندی و نتیجه گیری

فصل اول : روش تحقیق، تعاریف و کلیات

- موضوع تحقیق
- ضرورت تحقیق
- پیشینه تحقیق
- اهداف تحقیق
- مخاطبان تحقیق
- نوع تحقیق
- زمینه تحقیق
- شیوه اجرای تحقیق
- پرسشهای اصلی تحقیق
- نوع تحقیق
- روش تحقیق: تحقیق دارای دو بخش کیفی و کمی (پیمایشی و توصیفی) است. روش به کار رفته در بخش کیفی، کتابخانه ای و میدانی می باشد.

مفاهیم تعریف شده

- عایق حرارتی
- دانسیته و واحدها
- ضریب جذب آب
- گازهای سمی
- واژه نامه
- حرارت (گرما) و واحدها
- دما و واحدها
- مکانیزمهای انتقال حرارت و واحدها
- رسانایی حرارتی و واحدها
- مقاومت حرارتی و واحدها
- درز هوا

فصل دوم - بررسی تجربیات دیگر کشورها در زمینه عایقکاری

مبنای قوانین مربوط به ساختمان در جهان:

۱- روش اجزایی:

۲- روش کل نگر (تجمعی، کارکردی)

۳- روش کنترل بر میزان تقاضا برای انرژی

۴- استاندارد بازده انرژی

۵- استاندارد چرخه حیات

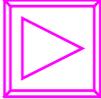
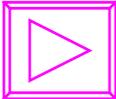
۶- معیارهای زیست محیطی

هم اکنون رایج ترین روشهای تدوین کدهای ساختمان مبتنی بر بند ۳ و ۴ می باشد

وضعیت مقررات انرژی در جهان

- طبقه بندی مناطق جهان به منطقه آفریقا، شرق دور، منطقه آسیای مرکزی، آسیای جنوب غربی، اقیانوسیه، آمریکای شمالی و جنوبی ، خاور میانه، اروپای شرقی و غربی
- بررسی این که آیا مقرراتی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان دارند یا نه و لازم الاجرا بودن آن

نگاهی دقیق تر به وضعیت برخی کشورها

- انگلیس، اسکاتلند و ولز
- فرانسه
- آلمان
- هلند
- کشورهای اسکاندیناوی
-  ایالات متحده آمریکا
-  کانادا
- روسیه
-  اتحادیه اروپا

فصل ۳- انواع عایق های موجود در بازارهای جهانی و داخلی

اساس تقسیم بندی عایقهای حرارتی -برودتی	
دما پایین دما متوسط دما بالا	• دمای استفاده
مواد معدنی فیبر دار یا سلول دار مواد آلی عایقهای پلیمری نانو عایق ها	• منشاء پیدایش
قطعه ای (BATT) پنویی (BLANKET) تویی (ROLL) صلب (RIGID) فومی انعکاسی فیلم فضای پر از هوا یا خلاء بتن سبک سیستمهای عایق	• شکل عایق
عایقهای بلوری عایقهای سلولی عایقهای فیبری عایقهای فومی	• شکل ساختاری

انواع عایق :

- عایقهای حرارتی - برودتی
- عایقهای الکتریکی
- عایقهای صوتی
- عایقهای رطوبتی
- عایق آتش (ضد حریق)

خصوصیات مهم عایقهای حرارتی

- خصوصیات حرارتی:

(رسانایی، انتشار حرارتی، مقاومت حرارتی، ضریب انتقال حرارت)

- خصوصیات فیزیکی:

(شکل ظاهری، قدرت فشردگی، پایداری ابعادی، ضریب انبساط، بار گسیختگی، موئینگی، میزان جذب آب و بخار)

- خصوصیات شیمیایی:

(میزان اسیدیته، قابلیت اشتعال، مقاومت در برابر UV، سمیت، مقاومت شیمیایی، میل به واکنش شیمیایی، خوردگی)

برخی از انواع عایقهای متداول:

عایق پشم شیشه



عایق پشم سنگ



پشم سرباره



ورمیکولیت و پرلیت



عایق‌های طبیعی :

سلولز



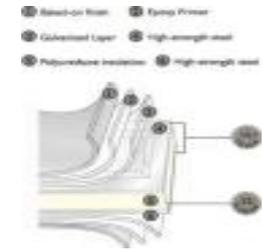
عایق‌های کتانی



عایق‌های پشمی



فوم های پلیمری



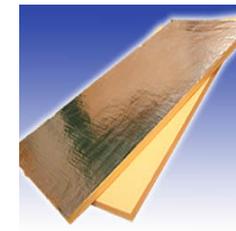
فوم پلی یورتان



فوم اوره فرمالدئید



فوم پلی استایرن



آخرین تحولات در زمینه عایقکاری

عایقهای انعکاسی (رفلکتیو)

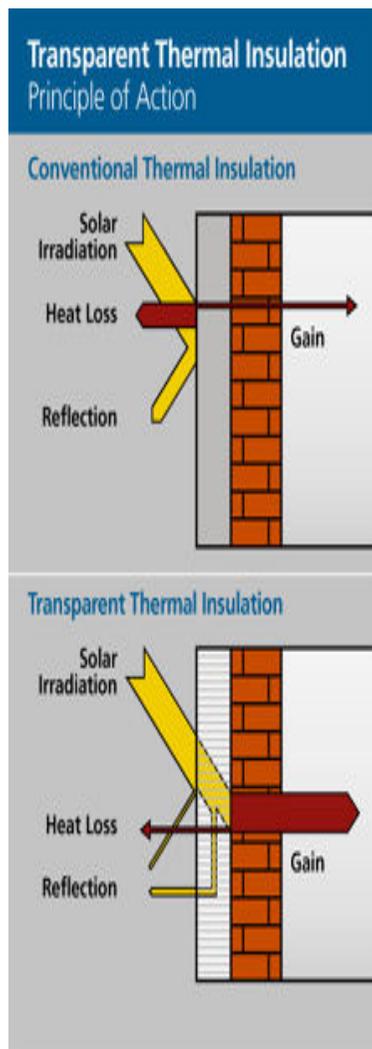
انواع مواد عایق انعکاسی :

- لایه (های) فویل آلومینیومی که با لایه (های) حبابهای پلاستیکی یا مواد فومی از هم جدا شده اند.
- لایه های متعدد آلومینیوم ، کاغذ کرافت و / یا پلاستیک با منبسط کننده های داخلی و فلنج هایی در لبه ها برای تسهیل در نصب
- یک لایه آلومینیومی که با یک لایه کاغذ کرافت یا مواد پلاستیکی پوشیده شده است.

کاربرد عایق‌های انعکاسی:

- مواد عایق انعکاسی، به طور کلی برای نصب بین یا بر روی اجزای چهارچوب و دیوارها، کف و سقفهای پرداخت نشده مناسبند.
- برخی از این کاربردها عبارتند از:
- ساختمانهای نو ساز و نیز بناهای موجود مسکونی. در این خانه ها در دیوارها، کف، سقف، بام، زیرزمین و مناطق خزیده رو می توان از این عایق بهره برد.
- ساختمانهای نو ساز و نیز بناهای موجود ساختمانهای تجاری. در این خانه ها در دیوارها، کف، سقف، بام، زیرزمین و مناطق خزیده رو می توان از این عایق بهره برد، همچنین در دیوارها کف، سقف و فضاهای خزیده رو قابل استفاده اند.
- در خانه های پیش ساخته در دیوارها کف، سقف و فضاهای خزیده رو قابل استفاده اند
- برخی از کاربردهای دیگر عبارتند از استفاده در پوششهای گرمایش آب، سردخانه ها، مرغداری ها و ساختمانهای دامداری، عایقکاری لوله ها

عایقهای پلیمری شفاف (TTI)



- عایقهای پلیمری شفاف، به موادی اطلاق می گردد که از یک سوبه دلیل محتوای بالای هوا و جداسازی لایه های هوا در حجم های کوچک، دارای خاصیت عایق بوده و از سوی دیگر به دلیل بالابودن ضریب جذب تشعشعی، جریان گرمای تابشی را به خوبی عبور می دهند.

- بر اساس جبران اتلاف حرارتی توسط دریافت انرژی خورشیدی و حتی گرم کردن فضا با این انرژی، کار می کند. این عایقکاری بر اساس بازده بالابرای عایقکاری حرارتی و انتقال حرارت بالا برای انرژی خورشیدی کار می کند.

- مواد اولیه این عایقها اغلب پلی کربنات کندویی و فوم های آکرلیک می باشند.

نانو عایقها

استفاده از نانو تکنولوژی یکی از راههای کنترل خواص حرارتی مواد است. در این تکنولوژی، با ساخت ورقه هایی از مواد غیر مشابه، رسانایی مواد را کاهش می دهند. چرا که در فصل مشترک مواد، انتقال حرارت به خوبی صورت نمی گیرد. برای مثال یک نوع نانو عایق، رنگهایی می باشند که با تکنولوژی نانو تولید شده و ۳۹ برابر پشم شیشه و ۸ برابر پلی یورتان خاصیت عایق دارد. لیکن قیمت آن بسیار بالا است.

(پانلهای عایق خلاء VIP)

در این عایق‌ها، اساس کار بر روی مواد نیست، بلکه بر پایه ایجاد محیط خلاء بین مواد و جداره هاست. در این حالت انتقال حرارت صورت نمی‌گیرد، چرا که مولکول گازی برای انتقال وجود ندارد. مشکلات زیادی در این راه وجود دارد. **ایجاد پل حرارتی، فشار بالای وارد بر دیواره ها** که ناشی از خلاء است، از مشکلاتی است که رفع آن هزینه بر است.

عایقکاری دینامیک:

این نوع عایق بیشتر یک سیستم را تداعی می کند تا یک ماده.

عایقکاری دینامیک، به نوعی از عایقکاری گفته می شود که در آن بخش یا همه اتلاف حرارتی ناشی از رسانایی، توسط جریان سیال فعال در خلاف جهت، جذب می گردد.

بررسی آثار زیست محیطی انواع عایقها

- آثار ناشی از مواد خام تشکیل دهنده
 - محدودیت منابع 
 - آلودگی حاصل از استخراج منابع 
 - قابلیت بازیافت 
- مواد شیمیایی به کار رفته در فرآیند تولید
- طول عمر عایقها
- تاثیر عایقها بر محیط زیست و سلامت انسان

جدول ۳

بررسی استانداردهای مشخصات فنی و گونه

بندی عایقهای حرارتی

سه استاندارد خارجی **ASTM، DIN و BS** در زمینه مشخصات و گونه بندی عایقها و نیز استانداردهای تدوین شده در موسسه ملی تحقیقات و استاندارد ایران

- بررسی استانداردها بر اساس جنس عایق های حرارتی
- مقایسه روش تست های خواص مختلف عایق های حرارتی

بررسی عایق‌های حرارتی از جنس الیاف معدنی

استانداردهای اروپایی	استانداردهای انگلیسی	استانداردهای آمریکایی
DIN – EN 13162	BS 5803 – Part 1 - 1985	ASTM C612 - 00a
	BS 5803 – Part 2 – 1985	ASTM C665 - 98
	BS 5803 – Part 3– 1985	
	BS 6676 – Part 1 - 1986	

➤ این بررسی شامل مقایسه ابعاد و تلرانسهای مجاز برای انواع الیاف معدنی پتویی (پوشینه ای)، قطعه ای، نواری میباشد. در بخش دیگر، خواص فیزیکی الیاف معدنی، شامل حداکثر دمای مورد استفاده، ماکزیمم چگالی، مینیمم مقاومت فشاری، ماکزیمم جذب بخار آب، مشخصات سوختن و ... و خواص شیمیایی چون PH ، میزان برخی یونهای محلول در آب و ... بررسی شده است.

➤ در خصوص نشانه گذاری الیاف معدنی مصنوعی نیز بر طبق استانداردهای زیر مقایسه ای انجام گرفته است:

EN(13162)

BS(-Part15803-Part2 5803-Part3 5803-Part16676)

ASTM(C665- C612)

➤ به نظر می رسد که استانداردهای **BS** در این زمینه فراگیرتر و کامل تر تدوین گردیده است.

بررسی عایق‌های پلیمری

موارد مورد بررسی عایق پلی استایرن

ASTM C578 EN 13164 - 13163	ابعاد و تلرانس های مجاز عایق حرارتی پلی استایرن سلولی صلب
ASTM C578	خواص فیزیکی پلی استایرن سلولی صلب
ASTM C578	مقاومت حرارتی پلی استایرن سلولی صلب در دمای متوسط اضافی
EN 13163	درصد تغییر فرم عایق (EPS) تحت بار فشاری و دمای معین
EN 13164	طبقه بندی عایق (XPS) بر اساس جذب آب با غوطه وری کامل و جذب آب با diffusion
EN 13164	طبقه بندی عایق (XPS) بر اساس تنش فشاری یا استحکام فشاری و استحکام کششی عمود بر سطح
EN 13163	طبقه بندی عایق (EPS) بر اساس پایداری ابعادی تحت شرایط معین
مقایسه نشانه گذاری در استانداردهای عایق پلی استایرن	

بررسی عایق‌های پلیمری

موارد مورد بررسی عایق پلی یورتان

EN 13165	ابعاد و تلرانس های مجاز و ضخامت عایق فوم پلی یورتان
EN 13165	انحراف از صافی سطح عایق فوم پلی یورتان
EN 13165	درصد تغییر فرم عایق (PUR) تحت بار فشاری و دمای معین
EN 13165	طبقه بندی عایق (PUR) بر اساس تنش فشاری یا استحکام فشاری و استحکام کششی عمود بر سطح
EN 13165	سطوح مختلف پایداری ابعادی عایق (PUR)
BS 7457	کدهای طراحی برای هدایت حرارتی عایق فوم پلی یورتان
BS 7457	انحراف مجاز از مقادیر اعلام شده برای اجزا سیستم فوم پلی یورتان
BS 7457	الزامات خواص
مقایسه نشانه گذاری در استانداردهای عایق پلی یورتان	

مقایسه روش تست خواص مختلف عایق های حرارتی

ASTM C 165-00	روش تست اندازه گیری خواص فشاری عایق های حرارتی
ASTM C 167-98	روش تست ضخامت و چگالی عایق های پوشینه ای یا نوارهای عایق (Blanket or Batt)
ASTM C 518-98	روش آزمایش خواص انتقال حرارتی حالت پایدار با استفاده از دستگاه اندازه گیری جریان حرارت
ASTM E 96-00	روش تست برای عبور بخار آب مصالح
ASTM C 303-02	روش تست ابعاد و چگالی عایق های حرارتی تخته ای و بلوکی پیش ساخته
ASTM C 203-99	روش تست تعیین بار شکست و خواص خمشی عایق های حرارتی نوع بلوکی
ASTM C 411-97	روش تست برای عملکرد سطح داغ عایق حرارتی در دمای زیاد
ASTM C 177-97	روش تست اندازه گیری شار حرارتی حالت پایدار و خواص انتقال حرارتی با استفاده از دستگاه صفحه گرم محافظت شده
ASTM E 84-00a	روش تست خصوصیات سوختن سطحی مصالح ساختمانی

مقایسه روش تست خواص مختلف عایق های حرارتی

EN 822	تعیین طول و عرض
EN 823	تعیین ضخامت
EN 825	تعیین تخت بودن
EN 826	تعیین رفتار فشاری
EN 1602	اندازه گیری چگالی
EN 1603	تعیین پایداری ابعادی در شرایط آزمایشگاهی متعارف ثابت
EN 1604	اندازه گیری پایداری ابعادی در شرایط دما و رطوبت معین
EN 1605	تعیین تغییر شکل تحت شرایط دما و بار فشاری معین
EN 1606	تعیین خزش فشاری
EN 12085	تعیین ابعاد خطی

استانداردهای ملی ایران

استاندارد ISIRI 1584	این استاندارد به ویژگی و روش آزمون صفحه های پلی استایرن قابل انبساط برای مصارف عایق حرارتی اختصاص دارد
استاندارد ISIRI 2386	این استاندارد تحت عنوان پشم شیشه است. در این استاندارد روشهای آزمایش تعیین درصد رزین، قطر الیاف، ابعاد (ضخامت، طول، عرض)، وزن مخصوص، مقاومت کششی و ضریب هدایت حرارتی شرح داده شده است.
استاندارد ISIRI 5842	این استاندارد مواد پلاستیکی سلولی سخت را که بصورت فوم های تخته ای یا ورق ساخته میشوند و در عایقکاری حرارتی ساختمان بکار می روند را، در برمی گیرد.

فصل پنجم: جمع آوری و تدوین روشهای عایقکاری در ساختمان

شیوه ها و روشهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان ، در دو بخش مطرح است:

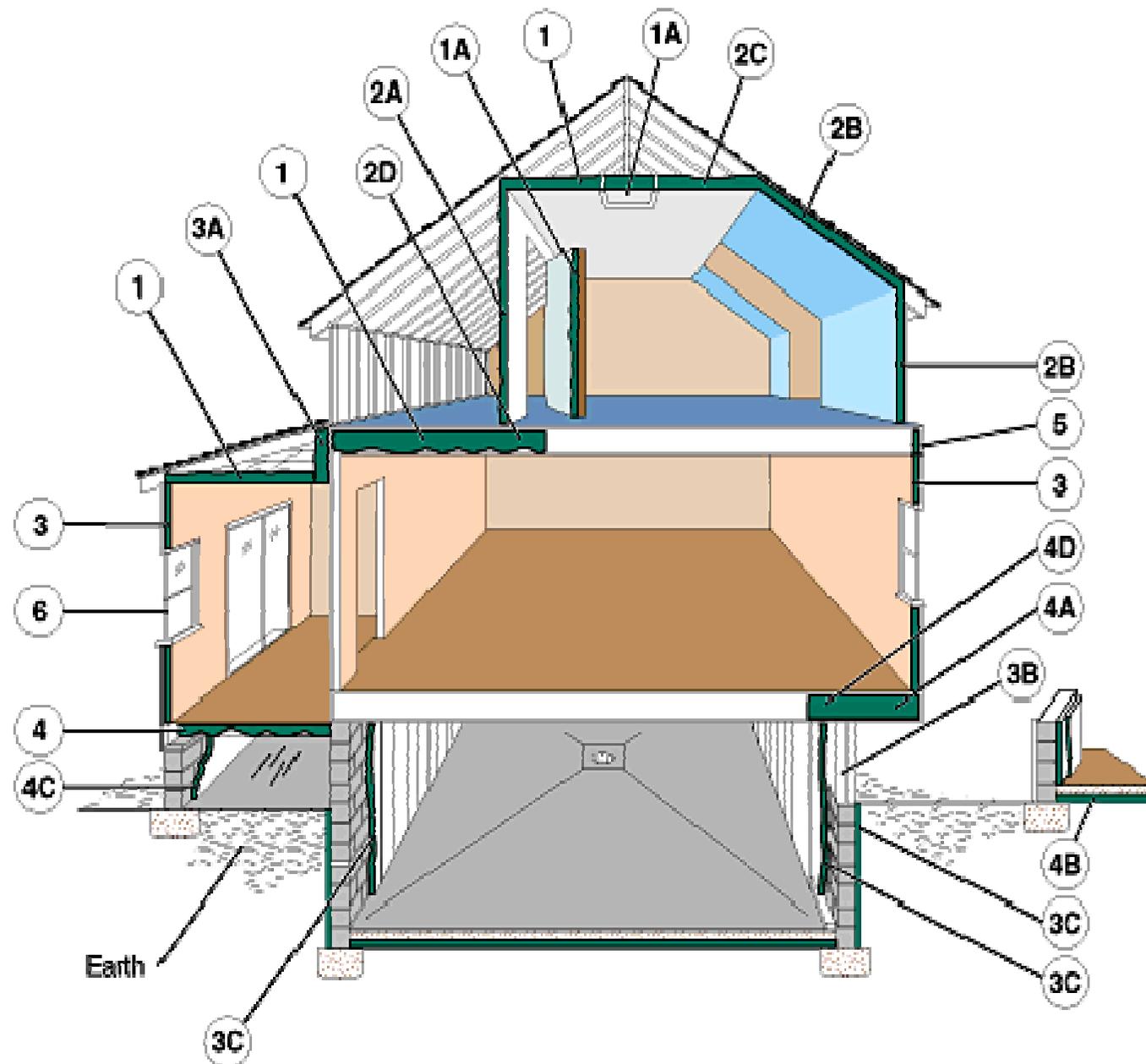
- کاهش اتلاف انرژی و عایقکاری ساختمانهای موجود

- عایقکاری ساختمانهای در حال ساخت

انواع شیوه های استفاده از عایق در ساختمان

- بین دیواره ها و سطوح
- روی پوسته خارجی ساختمان
- داخل فضاها
- تزریق بین منافذ و فواصل دیوارها
- سایر روشها

محل‌هایی از ساختمان که نیاز به عایقکاری دارند:



شیوه های کاهش اتلاف و عایقکاری ساختمان های ساخته شده

- شیوه های کاهش اتلاف انرژی از طریق پنجره
- شیوه های کاهش اتلاف انرژی از طریق درها
- عایق بندی دیوارها

اقدامات مناسب جهت کاهش اتلاف حرارتی از پنجره ها:

اقدامات اولیه در ارتباط با پنجره ها

- ۱- تعویض شیشه های شکسته
- ۲- نصب مجدد پنجره ها
- ۳- درزبندی درپها و پنجره ها
- ۴- تغییر کارایی پنجره
- ۵- استفاده از پنجره های پلاستیکی و شیشه ای مقاوم در برابر طوفان
- ۶- نصب کرکره های عایق
- ۷- نصب پانل عایقکاری در برابر پنجره

اقدامات اساسی تر:

- ۱- تعویض چهارچوبهای معمولی با چهارچوبهای آلومینیوم ترمال برک یا UPVC
- ۲- دوجداره یا سه جداره کردن پنجره ها
- ۳- استفاده از شیشه های رفلکتیو

اقدامات مناسب جهت کاهش اتلاف حرارتی از درب‌ها:

اقدامات اولیه:

- درزبندی دربها
- استفاده از نوارهای مخصوص در پادری
- استفاده از دربهای ضد طوفان
- تعویض دربهای شکسته و مندرس
- نصب دربهای مانع نفوذ هوا موازی با درب اصلی

اقدامات ثانویه :

- عایقکاری بین دو جدار درب
- تعویض درب موجود با دربهای عایق شده یا دربهای UPVC

عایقکاری دیوارها

- جلوگیری از ایجاد ترک و درز در دیوارها
- عایقکاری دیوارها از داخل
- عایقکاری دیوارها از خارج
- دمیدن عایق در فواصل میان دو دیوار

عایقکاری سقف و محیط ساختمان

- استفاده از عایق در زیر سقف کاذب

- استفاده از عایق در اطراف ساختمان

عایقکاری ساختمان‌های در حال ساخت

• عایقکاری بنا

عایقکاری دیوارها

عایقکاری سقف

عایقکاری کف و فونداسیون

عایقکاری محیط و مکانهای خزیده رو

عایقکاری تاسیسات ساختمان:

عایقکاری حرارتی لوله های رفت و برگشت

عایقکاری کانال های هوا

عایقکاری منابع دو جداره

عایقکاری دیگ حرارتی

شیوه های عایقکاری با عایقهای گوناگون:

- روشهای عایقکاری با عایقهای انعکاسی
- روشهای عایقکاری یا عایق فومی (پلی استایرن)
- روشهای عایقکاری با عایقهای فله ای
- روشهای عایقکاری با پشم شیشه
- روشهای عایقکاری با پشم سنگ
- شیوه های عایقکاری با عایقهای سلول بسته پلیمری [\(فیلم\)](#)

فصل ششم :

الف - تاثیر عایقکاری حرارتی بر انتقال صوت

تعاریف اولیه: روشهای انتقال صوت:

اگر انتقال صدا به داخل ساختمان از طریق هوا باشد به آن **Air Borne** می گویند.

اگر انتقال از طریق اسکلت ساختمان باشد به آن صدای **Structure Borne** می گویند.

- یکی از مسائل مهمی که در معماری امروز مورد توجه زیاد قرار گرفته است و به طور جدی دنبال می گردد ، محدود کردن انتقال صدای **Structure Borne** در ساختمان است . زیرا این صدا ، مخصوصاً در مجتمع های مسکونی و محیط های آموزشی از طریق اسکلت به کل ساختمان منتقل شده و در فضا منتشر می گردد.

روش‌های مهار انتقال صوت در ساختمان:

به منظور جلوگیری از انتقال صدا در ساختمان بهترین روش عایق کاری دیوارها و کف ساختمان است. عایق به دو روش می تواند از انتقال صدا جلوگیری کند:

- **Absorbtion**: در این روش امواج صوتی که به سطح عایق برخورد می کنند، به داخل آن نفوذ کرده و درون عایق به صورت های دیگر انرژی مثل گرما تبدیل می شوند.
- **Blocking**: این روش به منظور جلوگیری از انتقال صدا به روش **Air Borne** به کار می رود، در این روش یک سطح پیوسته در مسیر حرکت صوت ایجاد
- می گردد که می تواند جلو حرکت هوا را بگیرد یا سرعت حرکت را کاهش دهد.

ویژگی های اکوستیکی برخی محصولات عایق :

ضریب جذب صدا (NRC) ، بدون بعد) و شاخص انتقال صدا (STC) برحسب دسی بل) از مهمترین ویژگیهای اکوستیکی عایق ها به شمار می روند . ضریب جذب صدا، ضریبی است بین صفر و یک که مقدار انرژی مستهلک شده توسط عایق به کل انرژی مکانیکی صدا را مشخص می کند . اگر سطحی هیچ صدایی را جذب نکند ، ضریب جذب صفر است اگر ۱۰۰٪ صدا جذب شود ضریب برابر با یک می شود .

میزان جذب صوت انواع عایق ها در فرکانس های بین ۲۰۰۰ - ۲۰۰۰۰

ضریب جذب NRC صوت	نام محصول
۰/۶ - ۱/۰۷	انواع پشم سنگ (با ضخامت ۵۰ cm و دانسیته 30kg/m^3)
۰/۵ - ۱/۱۰	انواع پشم شیشه (با ضخامت ۵۰ cm و دانسیته 18kg/m^3)
۰/۵ - ۱/۰۳	پشم سرباره
۰/۶۸ - ۰/۸۲	ورمیفایر
۰/۷۵	پلی یورتان

نتیجه: تاثیر عایق کاری حرارتی بر انتقال صدا

بحث عایقکاری صوتی، از این دیدگاه که برخی فرآورده های عایقکاری ماهیتاً ویژگی های حرارتی و صوتی را به صورت همزمان دارا می باشند ، همواره در کنار عایقکاری حرارتی مطرح می باشد ، با یک پیش دآوری کلی می توان چنین گفت که به غیر از پوسته های داخلی ، در تمامی پوسته های خارجی از جمله دیوارها و بازشوها عایقکاری حرارتی مسائل اکوستیکی ساختمان ها را تا حد زیادی پوشش می دهد .

تأثیر عایقکاری بر اندازه و نوع تجهیزات حرارتی-برودتی

- انواع سیستمهای گرمایش و سرمایش
- کاربری ساختمانها و تاثیر آن بر انتخاب تجهیزات گرمایشی-سرمایشی
- بررسی محاسبات مربوط به ساختمان نمونه از جنبه کاهش اندازه تجهیزات

نتایج تاثیر عایقکاری بر اندازه و نوع تجهیزات حرارتی-برودتی

- عایقکاری مناسب در مناطق مختلف کشور بین ۴۰ تا ۶۰ درصد بار حرارتی ساختمان را کاهش می دهد.
- این کاهش بار حرارتی می تواند ظرفیت دیگ حرارتی را تا نصف کاهش دهد.
- برای مثال طبق محاسبات انجام شده ، در شهر زاهدان، ساختمانی با زیربنای ۱۰۰۰ مترمربع بدون عایقکاری دیگی با ظرفیت ۱۰۵۳۰۰ کیلوکالری بر ساعت نیاز دارد که در صورت عایقکاری متعارف دیوارها، سقف و کف ساختمان این مقدار به ۶۳۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت می رسد. همچنین مشعل مورد نیاز برای دیگ در شرایط بدون عایقکاری ۱۲۴۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت ظرفیت دارد که در حالت عایقکاری این عدد به ۷۴۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت می رسد. میزان سوخت مصرفی این مشعل ها از حالت دوم به اول از ۱۳/۲ مترمکعب به ۷/۹ مترمکعب در هر ساعت کاهش می یابد.
- در کاهش انرژی مورد نیاز ساختمان در زاهدان از ۱۰۵۳۰۰
- به ۶۳۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت، تعداد پره های رادیاتور فولادی ۲۰۰ × ۶۰۰ در کل ساختمان به ۳۳۰ پره کاهش می یابد بنابراین تقریباً کلیه اجزاء این سیستم از عایقکاری متأثر می گردد. ملاحظه می شود که عایقکاری میزان قابل توجهی سرمایه گذاری اولیه را کاهش می دهد. علاوه بر آن، از آنجا که با کاهش ظرفیت مشعل، میزان سوخت مصرفی در ساعت نیز کاهش می یابد، هزینه های جاری نیز در این سیستم با عایقکاری کاهش می یابند. این سوخت می تواند، گاز یا گازوئیل باشد.

فصل هفتم : عرف‌های عایقکاری در داخل کشور

- عایقکاری و شیوه‌های کاهش مصرف انرژی در معماری سنتی
موادی چون خشت، چینه و گاهگل
محصولات عایق مورد استفاده در ساختمان‌ها در امروز:
انواع متداول: پشم‌های معدنی، (پشم شیشه، پشم سرباره، پشم سنگ)
انواع جدیدتر: عایق‌هایی از جنس پلی‌استایرن، پلی‌اتیلن ترفنالات، پلی‌یورتان و ... که
در اشکال فوم‌های سخت، مصالح پیش‌ساخته بلوک‌های ساندویچی، پانل‌های
ساندویچی و ... به بازار عرضه و کمابیش با استقبال روبرو شده است.
ورمی‌فایرها: آجرهای عایق سبک ورمیکولیتی می‌باشند که دارای پایه معدنی می‌باشند،
همچنین ورمیکس که مخلوطی آماده بوده و به صورت سنتی بر دیوار کشیده می‌شود
یا پاشش می‌شود تا جدار داخلی اتاق پوشیده شود.

• درب و پنجره :

دربهای UPVC
پنجره های UPVC و آلومینیوم ترمال برک
پنجره های دوجداره و سه جداره
شیشه های رفلکتیو با E بالا
کاغذ دیواری هایی که خاصیت عایق نیز دارند.

فصل هشتم:

الف : انتخاب عایق مناسب در طراحی

چه عایقی ؟ چه مقدار ؟ در کجا؟

سه سوال مهمی است که باید در هر پروژه عایقکاری به آن پاسخ داده شود.

معیارهای مد نظر در انتخاب عایق :

در خرید عایق برای خانه نکات متعددی مدنظر است، مقادیر R و هزینه مهمترین فاکتورها می باشند به طوری که برخی از افراد معیار انتخاب عایق را حاصل کسر

هزینه

_____ می دانند .

$R\text{-Value} \times \text{in}$ ضخامت

کاربری ساختمان نیز تا حدی تعیین کننده است.

فاکتورهایی که باید در انتخاب عایق مدنظر باشند:

- ۱- مقدار U-Value .
- ۲- راحتی حرارتی ایجاد شده توسط عایق .
- ۳- هزینه .
- ۴- راحتی تهیه با توجه به محل و منطقه واقع شدن بنا و نیز راحتی نصب .
- ۵- میزان آتش گیر بودن عایق و مدت زمان گسترش شعله و گازهای متصاعد شده پس از آتش سوزی .
- ۶- تأثیر عایق بر سلامتی جسمی انسان های ساکن در فضای عایقکاری شده .
- ۷- تأثیر عایق بر محیط زیست و قابلیت بازیافت آن و نیز میزان آلودگی ایجاد شده در فرآیند تولید عایق .
- ۸- تأثیر عایق بر نفوذ حشرات موذی به منطقه مسکونی (برخی عایق ها باعث هجوم این حشرات میگردند) .
- ۹- تأثیر رطوبت بر عایق .
- ۱۰- تغییرات ماده بر اثر تغییر دما .
- ۱۱- میزان خوردگی ایجاد شده توسط عایق .
- ۱۲- اثر نور خورشید بر عایق .

چه مقدار عایق ؟

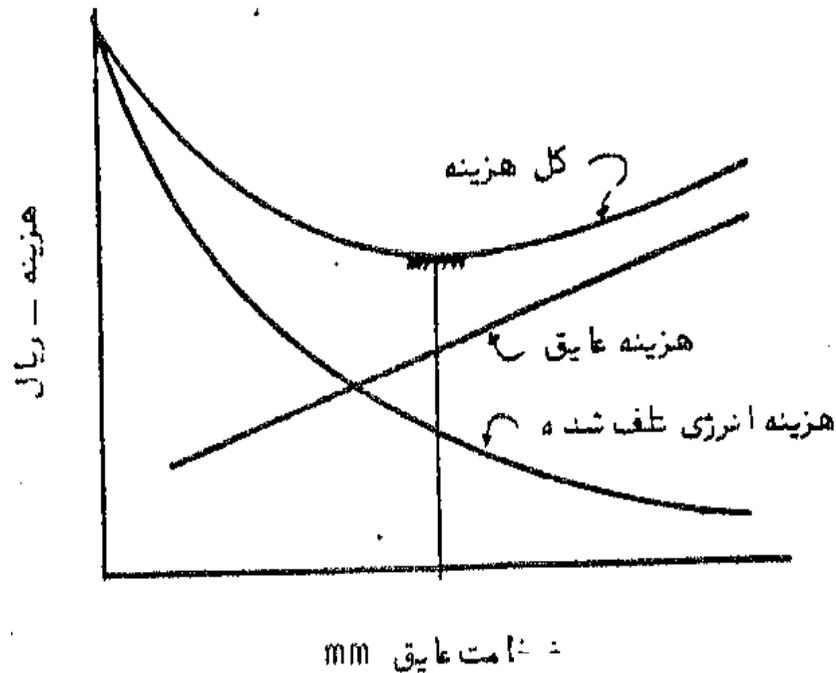
- مهمترین نکته تعیین کننده قوانین و مقررات هستند .
- در کشورهایی که الزامی برای استفاده از عایق در ساختمان وجود ندارد ، تنها عامل محرک در استفاده از عایق ، عامل صرفه جویی اقتصادی است .
- در این شرایط میزان عایق مورد نیاز به آب و هوا ، نوع سیستم گرمایش (نفت ، گاز ، الکتریسیته) بستگی دارد .

روش اقتصادی برای تعیین میزان عایق بهینه برای اجزای ساختمان

در تعیین بهینه عایق دو فاکتور «صرفه جویی» و «هزینه» موثرند:

- اقلام مربوط به هزینه: هزینه تهیه و نصب عایق شامل مزد کارگر و قیمت عایق
- صرفه جویی انجام یافته: هزینه جبران انرژی تلف شده از اجزاء ساختمان که شامل صرفه جویی در سرمایه اولیه (تجهیزات حرارت و برودت) و قیمت های آبونمان

نمودار پیشنهادی:



فاکتورهای موثر در تعیین ضخامت بهینه:

- شرایط اقلیمی
- قیمت انرژی
- هزینه تغییر سیستمهای ساختمانی
- بازده سیستمهای حرارتی - برودتی
- ضرایب اقتصادی

محاسبات و نتایج حاصله :

• فرضیات اولیه:

- شرایط آب و هوایی : ویژگی های آب و هوایی منطقه مورد بررسی مربوط به شهر تهران را براساس اطلاعات ASHREA Handbook است.
 - فضاها : ساختمان دارای سه طبقه می باشد و به عنوان یک Block Diagram مورد بررسی قرار گرفته است . مشخصات طبقه همکف، طبقه اول و طبقه دوم و مشخصات مصالح مورد استفاده در دیوار اطراف ساختمان و نیز سقف و کف آن در جدول درج گردیده است .
 - سیستم گرمایش ساختمان دیگ آب گرم با مشعل گازسوز سیستم سرمایش آن چیلر فرض گردیده است که ترمینال هر دو فن کوئل می باشد.
 - مقادیر مقاومت حرارتی اجزای مختلف ساختمان برطبق مقررات ملی ساختمان برای هریک از اجزا به **روش کارکردی** در نظر گرفته شده است . در این روش ابتدا باید طبق مقررات ، نوع ساختمان تعیین و سپس مقادیر عایق توصیه شده برای رسیدن به ضریب انتقال حرارت مطلوب اعمال گردد.
- ساختمان نمونه، طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ، ارزیابی می گردد**

ارزیابی ساختمان مطابق مقررات ملی ساختمان

- مشخصات ساختمان و تعیین گروه :

مشخصات کلی : ساختمان با زیر بنای ۹۷۵ متر مربع در منطقه جنوب غربی تهران واقع است. ساختمان دارای ۳ طبقه و غیر ویلایی است.

- عوامل ویژه اصلی :

کاربری : کاربری ساختمان هم مسکونی (خوابگاه کارکنان) و هم اداری است. در گروه "الف" ساختمانها در طبقه بندی پیوست ۴ مقررات ملی ساختمان قرار می گیرد.

سطح انرژی مورد نیاز سالانه منطقه جغرافیایی طبق پیوست ۳ مقررات: متوسط
سطح زیربنای مفید ساختمان شامل فضاهای کنترل شده : کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع
نوع شهر محل احداث(تهران): شهر بزرگ

- تعیین گروه ساختمان :

- شرایط بهره گیری از نور خورشید: از انرژی خورشید بهره منداست.

- نوع انرژی مصرفی : غیر برقی

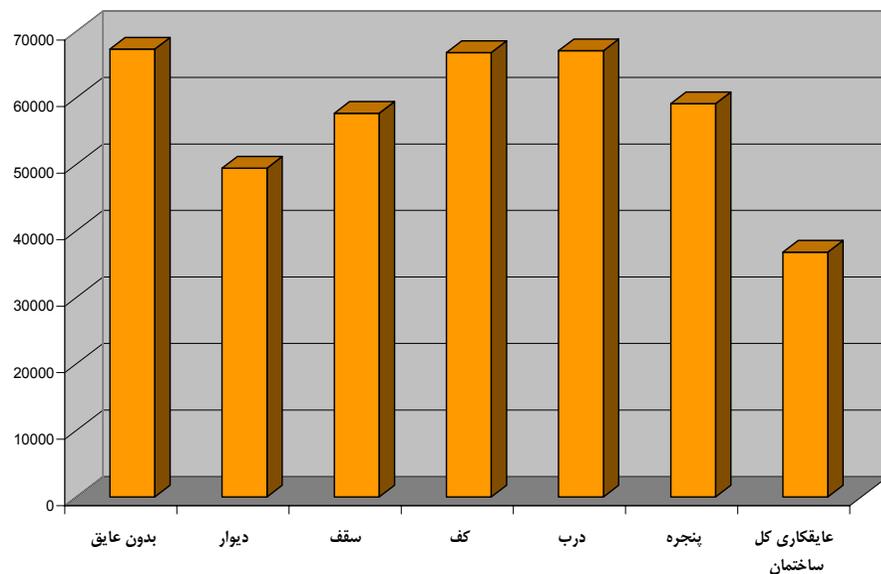
- نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید : ۱۰

- از سیستمهای نوین تهویه استفاده می شود.

- نحوه استفاده از ساختمان : مداوم

- نتیجه : این ساختمان طبق پیوست ۵ مقررات ملی ، ساختمان گروه ۲ شناخته می شود.

نمودار ۸-۱ تغییرات میزان بار حرارتی ساختمان با عایقکاری هر یک از اجزاء

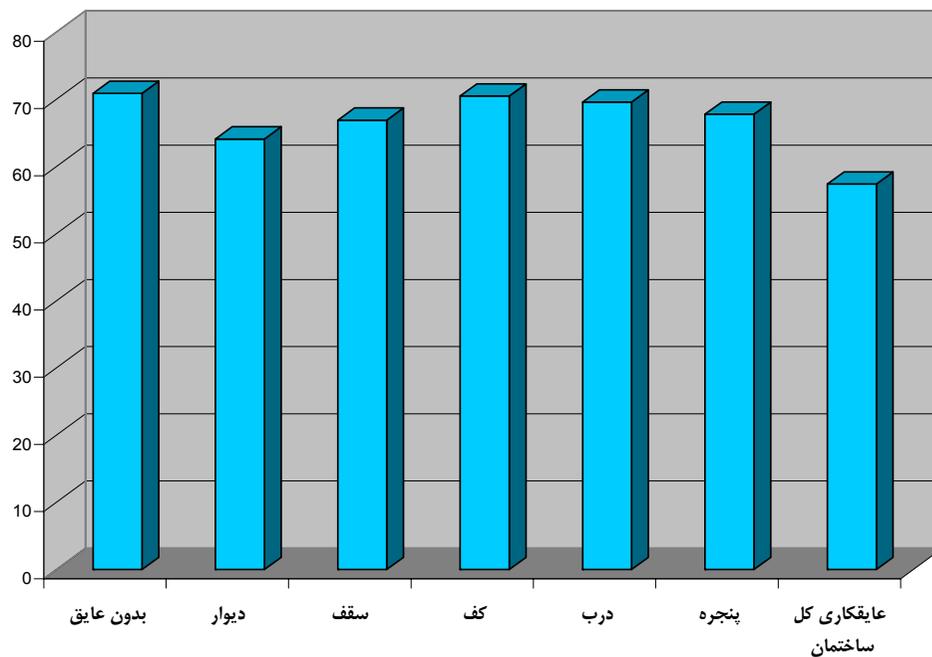


نتایج حاصل :

جدول ۵ میزان اتلاف حرارتی را در دو حالت بدون عایق و پس از عایقکاری مطابق مقرات ملی ساختمان نشان می

دهد [presentation\5.doc](#)

نمودار ۸-۲ تغییرات بار برودتی ساختمان با عایقکاری



نتایج حاصله :

- ۱- در عایقکاری اجزاء ساختمان صرفه جویی بیشتر در بار حرارتی رخ می دهد تا برودتی
- ۲- حداقل عایقکاری بر طبق مقررات ملی ساختمان بار حرارتی یک ساختمان معمولی را تا بیش از ۴۰ درصد کاهش می دهد.
- ۳- مهمترین تاثیر عایقکاری بر اجزاء ساختمان در دیوارها و سقف خود را نشان می دهد. بیشترین میزان صرفه جویی در بار حرارتی و برودتی در دیوارها دیده می شود.
- ۴- درباره اجزایی چون درب و پنجره ، میزان تاثیر گذاری بستگی به این دارد که چه درصدی از مساحت جانبی ساختمان به درب یا پنجره تخصیص یابد. مسلماً در ساختمانهای پر پنجره میزان تاثیر عایقکاری بر بار حرارتی بسیار بیشتر خواهد بود. همچنین ملاحظه میشود که میزان کاهش بار حرارتی بسیار بیشتر از بار برودتی است و این به دلیل نادیده گرفتن مکانیزمهای دیگر کاهش انتقال حرارت و تاکید بیشتر بر کاهش انتقال حرارت هدایتی در مقررات ملی ساختمان است.

محاسبات اقلیمی و بررسی اقتصادی تاثیر عایقکاری

تقسیمات اقلیمی در ایران :

۱- اقلیم معتدل و مرطوب (سواحل جنوبی دریای خزر)

۲- اقلیم سرد (کوهستان های غربی)

۳- اقلیم گرم و خشک (فلات مرکزی)

• منطقه نیمه بیابانی

• منطقه بیابانی

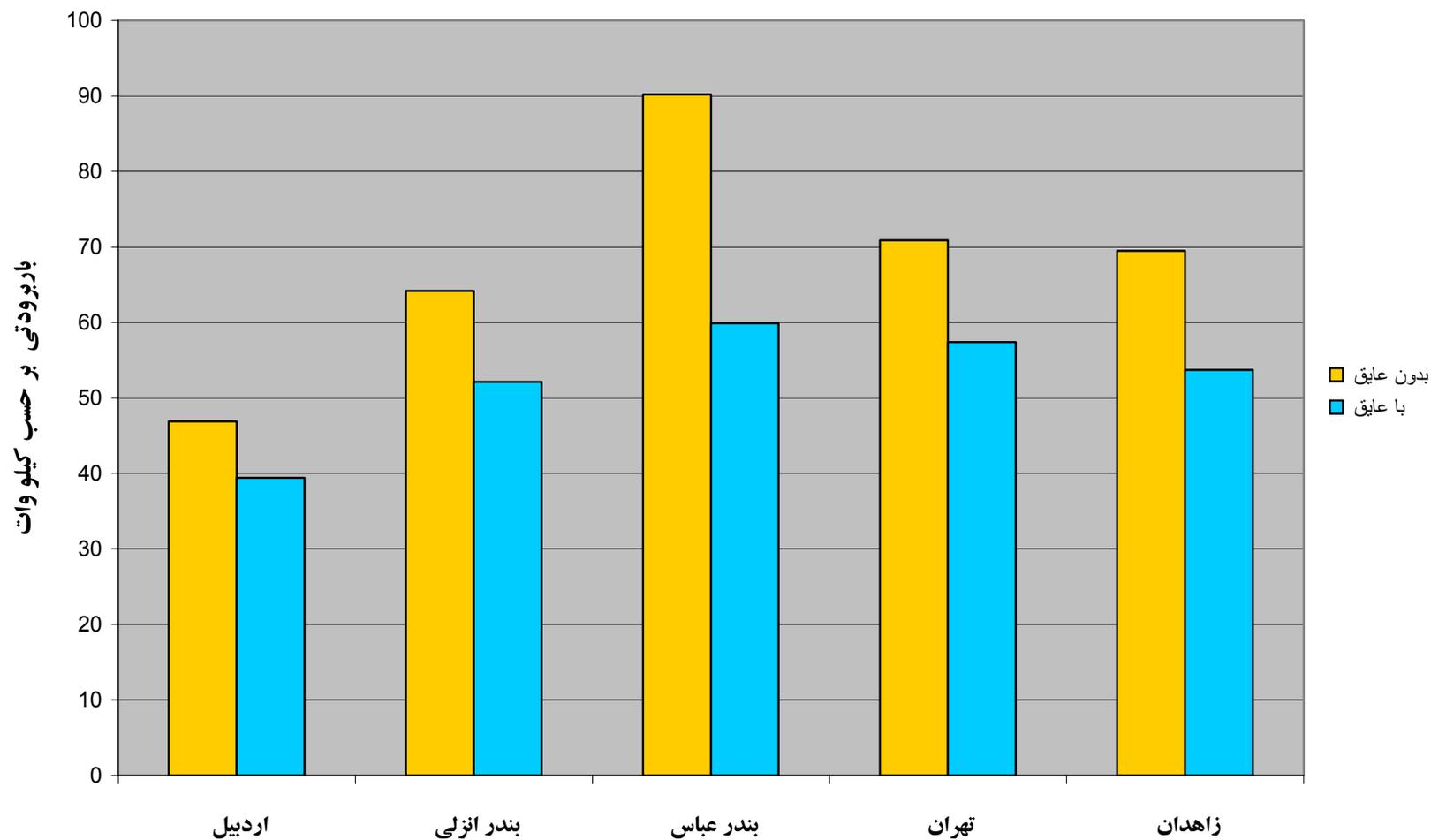
۴- اقلیم گرم و مرطوب (سواحل جنوبی ایران)

شهرهای انتخابی از هر اقلیم

- ۱- تهران از اقلیم نیمه بیابانی
- ۲- بندر انزلی از اقلیم معتدل و مرطوب خزر
- ۳- اردبیل از اقلیم سرد - کوهستانی
- ۴- زاهدان از اقلیم بیابانی
- ۵- بندرعباس از اقلیم گرم و مرطوب جنوبی

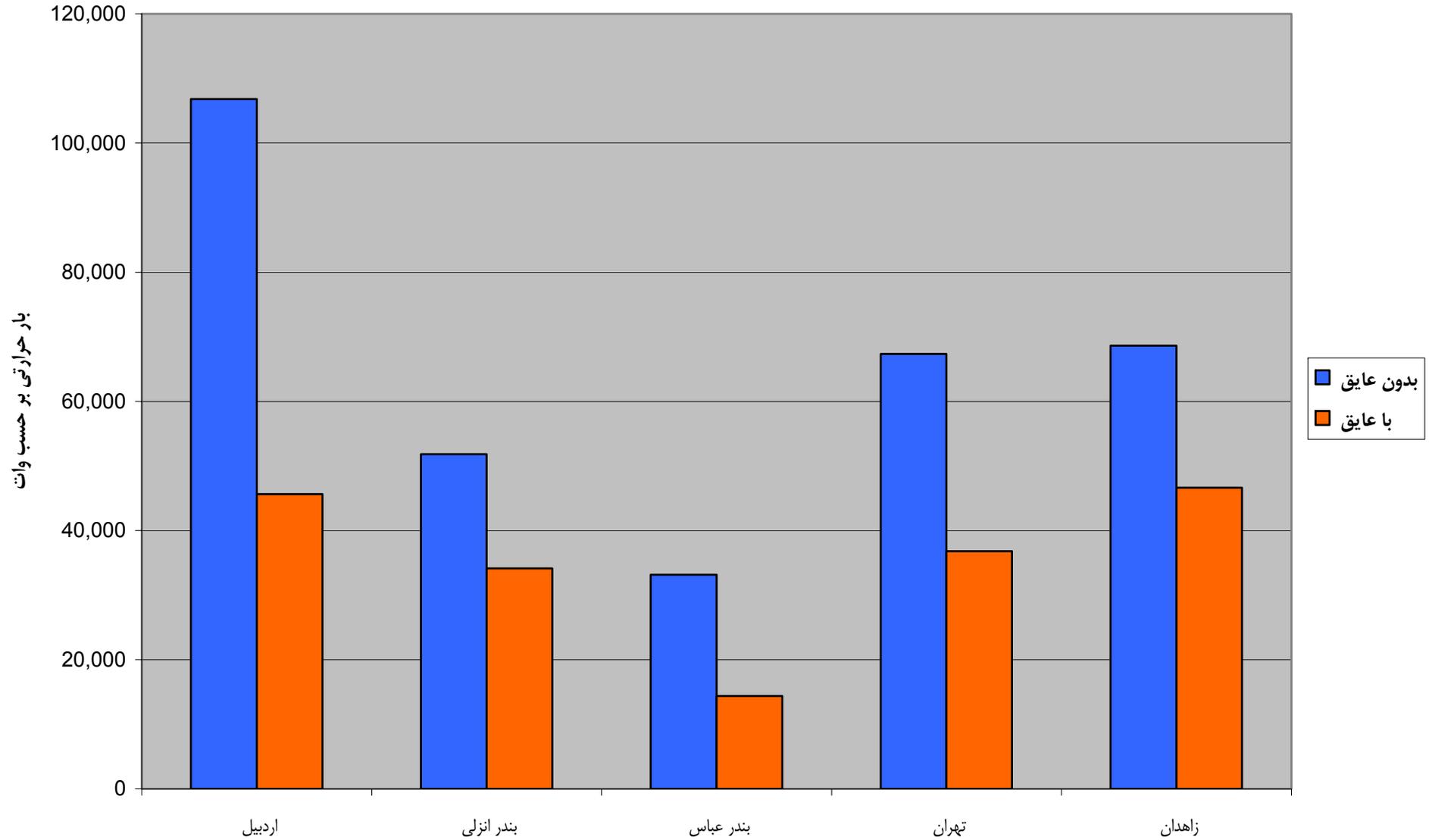
نتایج حاصل از محاسبات بار حرارتی و برودتی برای اقلیم ها

نمودار ۸-۴ - مقایسه بار برودتی شهرها با عایق و بدون عایق



بار حرارتی

نمودار ۸-۵- مقایسه بار حرارتی شهرها با عایق و بدون عایق



نتایج محاسبات

- کاهش اتلاف حرارتی با عایقکاری مطابق مقررات ملی ساختمان در سردترین شهر بیشتر است.
- کاهش اتلاف برودتی با عایقکاری مطابق مقررات ملی ساختمان در گرمترین شهر بیشتر است.
- با حداقل عایقکاری مناسب می توان میزان اتلاف حرارتی را ۳۲ تا ۵۷ درصد کاهش داد.
- با حداقل عایقکاری مناسب می توان میزان اتلاف برودتی را ۱۵ تا ۳۵ درصد کاهش داد .

تأثیر اقتصادی کاهش بار حرارتی

- ۱- کاهش هزینه های ثابت :
- کاهش اندازه دیگ حرارتی
- کاهش اندازه مشعل
- کاهش اندازه دستگاه ترمینال خروجی در برخی موارد (برای مثال کاهش تعداد پره های رادیاتور)
- ۲- هزینه های جاری :
- کاهش میزان سوخت مصرفی در ساعت
- کاهش توان مصرفی دستگاهها و کاهش برق مصرفی

تأثیر اقتصادی کاهش بار ورودتی

۱- کاهش هزینه های ثابت :

- کاهش اندازه وسایل سرمایشی چون چیلر و برج خنک کننده
- کاهش اندازه دستگاه ترمینال خروجی در برخی موارد

۲- هزینه های جاری :

- کاهش توان مصرفی دستگاهها و کاهش برق مصرفی

محاسبه نرخ بازده سرمایه

- یک سرمایه گذاری زمانی سودده تلقی می شود که **بیشترین نرخ بازده سرمایه** را دارا باشد.
- اگر در فرآیند مالی پروژه ای سرمایه اولیه (P) ارزش اسقاطی (SV)، درآمد سالیانه (A) و عمر مفید (n) باشد با حل رابطه زیر (i) که نرخ برگشت سرمایه است مشخص می شود:•
$$-P + A (P/A , i\% , n) + SV(P/F , i\% , n) = 0$$

فرضیات

- ۱- عمر مفید عایق در ساختمان طبق آنچه در فصل های قبل آمد به طور متوسط ۲۵ سال در نظر گرفته می شود.
- ۲- مدت استهلاک تجهیزات گرمایشی و نیاز به تعویض آنها ۲۵ سال در نظر گرفته می شود.
- ۳- مقادیر قیمت های برق و گاز (قیمت سوبسیددار) با نرخ افزایش سالیانه ۵ درصد منظور می شود.
- ۴- مقادیر مربوط به قیمت گاز یکبار بدون سوبسید و یکبار سوبسید دار منظور می گردند.

مبانی محاسبات

- سرمایه اولیه $P = ۶۴۰۴۷۳۰۰$ ریال
 - سود اولیه ناشی از کوچک شدن اندازه تجهیزات حرارتی و برودتی ۵۲۶۸۶۳۹۰ ریال است.
- میزان صرفه جویی در مصرف گاز و برق به صورت سالیانه محاسبه می شود، لیکن جهت مقایسه، یکبار نیز محاسبات را بانرخ جهانی گاز انجام می دهیم.

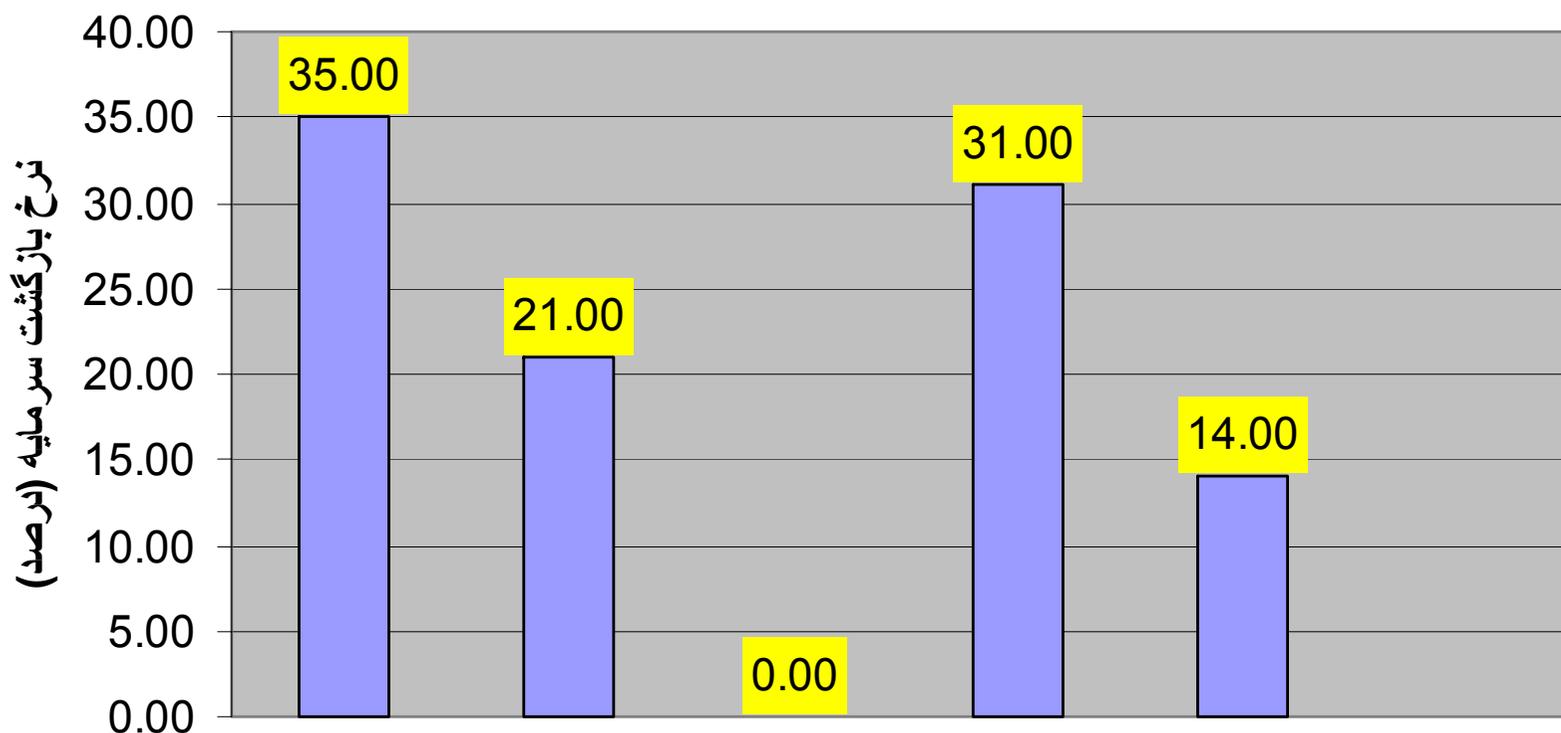
نرخ بازگشت سرمایه:

با قیمت گاز سوبسید دار: $20/57\%$

با قیمت گاز بدون سوبسید: 186%

مقایسه نرخ بازگشت سرمایه در شهرهای مورد نظر

مقایسه نرخ بازگشت سرمایه در بخش گرمایش در اقلیمهای مختلف
بر اثر عایقکاری



تدوین حداقل الزامات قانونی

قوانین انرژی در ایران :

- مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ، مجموعه ای از ضوابط فنی - اجرایی لازم الاجرا در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی است. این مقررات در سال ۱۳۷۸ تدوین و در سال ۸۱ مورد بازبینی قرار گرفته است. در این مقررات هم تفاوت‌های اقلیمی و هم میزان مصرف ساختمان‌ها در تعیین مقادیر مقرر دخالت داده شده است. این مقررات مقادیر را هم براساس مقررات تجویزی و هم براساس کارکردی احتساب نموده است. این مقررات با مقایسه میزان صرفه جویی‌ها در روش‌های سنتی و معادل سازی آن‌ها با مصالح نوین تدوین گردیده است.

مبنای مقررات پیشنهادی

- روش پیشنهاد ، تدوین قوانین عایقکاری در هر ناحیه است . این روش بر مبنای صرفه جویی در سوبسید پرداختی برای سوخت توسط دولت، پیشنهاد گردیده است.

مقررات پیشنهادی

- لازم است نوع عایق برای هر منطقه تفاوت داشته باشد میزان صرفه جویی انرژی برای هر عایق به تنهایی اندازه گیری می شود.
- هزینه عایقکاری برای هر متر مربع یا واحد طول محاسبه می شود.
- مقدار مابه التفاوت سوبسید قیمت سوخت با عایق و بدون عایق در یک عایقکاری متعارف (برای مثال طبق مبحث نوزدهم مقررات ساختمان) محاسبه می شود.
- این مابه التفاوت در هر منطقه مطابق نرخ بازگشت سرمایه آن منطقه برای طول عمر عایق قابل محاسبه است . در صورت عایقکاری ساختمانها این مبلغ در بودجه دولت ذخیره می گردد. از آنجا که یکی از دلایل عدم عایقکاری به ویژه در ساختمانهایی که از ساختن آنها ، کسب سود بیشتر مد نظر است ، هزینه عایقکاری و دید اقتصادی به مسئله است ، دولت می تواند این مابه التفاوت را به صورت وام در اختیار سازندگان هر منطقه به میزان صرفه جویی همان منطقه پرداخت نماید . این امر باعث می گردد که باز دولت در این امر ذینفع باشد.

فواید اقتصادی :

- راندمان کاری افراد افزایش می یابد.
- آلودگی هوا کاهش می یابد.
- میزان بیماریهای ناشی از سرما و گرما و آلودگی کاهش می یابد
- فرهنگ عایقکاری در کشور رواج مییابد.
- اغلب ساختمانهای کشور عایقکاری می شوند.
- با توجه به ملموس بودن آثار عایقکاری ، صاحبان بناهای موجود نیز با آگاه شدن به فواید آن خود راسا اقدام به عایقکاری و ایجاد تمهیداتی برای کاهش انرژی می گردند و از قبل این فواید دولت بخشی از بودجه خود را که همه ساله به هدر می رود در یک سرمایه گذاری موثر به کار می اندازد.
- با یک بهینه سازی خطی میان عایقها از نظر میزان کارایی و قیمت آنها و با توجه به قید اقتصادی مسئله (مقدار وام پرداختی توسط دولت) گستره ای از عایقهای مناسب برای هر اقلیم را انتخاب می کنیم.
- در کنار این امر برای بهره گیری از عایقهای جدید تر و موثر تر که علم آنها هم اکنون در جهان در حال گسترش است بهتر است بخشی از هزینه های صرفه جویی شده ، صرف تولید انبوه عایفهایی با کارایی بهتر شود.

جمع بندی و نتیجه گیری

تحقیقات نشان می دهد نزدیک به ۶۰٪ حرارت ساختمان از طریق پوسته تلف می شود . توسط عایقکاری ۵۰٪ از تلفات حرارتی پوسته کاسته می شود و تقاضای گرمایش از MTOE 40 به MTOE 20 می رسد. کاهش تلفات پوسته باعث کاهش ظرفیت تجهیزات سرمایشی و گرمایشی انتخابی می گردد. کاهش هزینه سرمایه گذاری حاصل از کاهش ظرفیت سازی تجهیزات بیش از سرمایه گذاری برای عایقکاری پوسته ساختمان است واگر کلیه ساختمان ها راهکارهای پیشنهادی را اجرا نمایند 3/8 GW ظرفیت تولید برق کشور کاهش می یابد.

پیشنهادات:

- ۱- عرضه انرژی به قیمت واقعی : در کشورهای دیگر برای انرژی مالیات مضاعف وجود دارد ولی در ایران کاملاً برعکس است .
- ۲- آگاه سازی و آموزش برای همه اقشار جامعه .
- ۳- تدوین و تصویب قوانین و مقررات: مصرف بیشتر انرژی فقط با پرداخت هزینه جبران نمی شود بلکه مشکلاتی نظیر آلودگی محیط زیست ، محدودیت منابع ... ، ایجاد می کند. اکثر کشورها دارای قانون انرژی هستند .
- ۴- ایجاد مکانیزم هایی برای تشویق و جریمه در خصوص استفاده صحیح یا بی رویه منابع انرژی.
- ۵- توسعه کاربرد کنتورهای چند تعرفه در مصارف خانگی .
- ۶- توسعه و ترویج سیستم های مدیریت مصرف انرژی ساختمان (BMS) در مجتمع های مسکونی و اداری و عمومی .
- ۷- اجرای طرح مدیریت مصرف انرژی در ساختمانهای اداری ، بیمارستانها مدارس و مجتمع های تجاری .
- ۸- ترویج عایقکاری جدار خارجی ساختمانها و استفاده از پنجره های دو جداره .
- ۹- توسعه سیستم اطلاع رسانی بهینه سازی مصرف انرژی .

- ۱۰- اجباری کردن واحد مدیریت مصرف انرژی در کلیه رشته های مهندسی .
- ۱۱- تعریف و انجام پروژه های علمی - فرهنگی برای اطلاع دقیق مردم از وضعیت انرژی در کشور و ذخایر و قیمت های واقعی آن
- ۱۲- ایجاد حساسیت از سنین کودکی در کلیه شهروندان نسبت به منابع طبیعی به ویژه سوخت های فسیلی و بها دادن به تلاش انجمن های غیر دولتی مستقلى که در این زمینه فعالیت می کنند.

راهکارها در بخش ساختمان :

۱۳- ایجاد فرهنگ استفاده از منابع تجدیدپذیر طبیعی جایگزین سوخت فسیلی توسط استفاده از آن در ساختمانهای دولتی و پروژه هایی که کارفرمای آنها دولت است.

۱۴- ارزش دهی به معماریهای سنتی و شیوه های عایق بندی رعایت شده در آنها و تلاش برای ابداع روشهای مدرن با بهره گیری از آنها