

کاهش تلفات حرارتی و برودتی و صرفه جویی انرژی در دو ساختمان

نمونه و همجوار با عایقکاری حرارتی (نمونه طراحی شده و در حال اجرا)

نگارندگان :

مهندس فهیمه مجتهد زاده

چکیده :

مقاله حاضر پژوهشی است که در عرصه دانش معماری صورت پذیرفته و ماهیتی راهبردی- کاربردی دارد. این پژوهش در پی دستیابی به این سؤال محوری بوده است که میزان مصرف انرژی در ساختمانها با کاربری مصالح ساختمانی مختلف و رایج (ساخت و ساز متداول امروزی کلیه شهرهای کشور) نسبت به ساختمانهایی که طبق اصول فنی طراحی و ساخته شده اند و عایقکاری حرارتی و استفاده از انرژی خورشیدی در آن مد نظر بوده چه تفاوتی داشته؟ و هزینه‌هایی را که از نظر اقتصادی متحمل می شود چگونه است؟ و اینکه چگونه می توان با اختصاص دادن بودجه و هزینه ای ناچیز موجبات ارتقاء کیفیت ساختمان ها را از دیدگاه تبادل حرارتی فراهم آورد و به صرفه جویی قابل توجهی در مصرف کل انرژی دست یافت .

پژوهش حاضر بر روی دو ساختمان همجوار و در شهر قزوین صورت گرفته , که این دو توسط پژوهشگران طراحی شده و در حال اجرا می باشد .

مطالعه بر روی این دو ساختمان شش طبقه ای با زیر بنای ۲۰۰۰ متر مربع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی انجام گرفته است . که این ساختمان اولین ساختمان نمونه با محاسبات عایق کاری و بهره گیری از انرژی خورشیدی در استان قزوین می باشد .

جداره های خارجی (دیوارها) , بازشوها , سقف و بام برای این پروژه به دو صورت ساخت و ساز متداول کشور و در حالت دوم با عایقکاری (یعنی حالتی که اجرا گردید) و امکان استفاده از انرژی خورشیدی برای گرمایش و سرمایش ساختمان (به صورت غیر فعال) محاسبه و تجزیه و تحلیل شده و راهکارهای مناسب و اقتصادی پیشنهاد گردیده است .

نتیجه این پژوهش پیشنهاد همین راهکارها و دستیابی به دستور العمل ها و ضوابطی است که جنبه عمومی و فراگیر داشته و می تواند به عنوان یک الگو در شهر جهت ساخت و ساز بهینه مورد استفاده قرار گیرد .

مقدمه :

مشکل محدودیت منابع انرژی امروزه در حال تبدیل به یک بحران حاد در دنیایی می باشد که بسیاری از روابط و مناسبات سیاسی و اقتصادی جهان را نیز رقم زده است ، بحث محدودیت منابع گریبانگیر کلیه کشورهای صنعتی ، توسعه یافته و در حال توسعه می باشد . در این میان و در کشور ما بیش از ۳۰٪ مصرف انرژی کل را بخش خانگی به خود اختصاص داده که عمده‌تاً در تأمین گرمایش، سرمایش و تهویه ساختمانها در فصول سرد و گرم می‌باشد.

این واقعیت قابل توجه ، همراه با مسئله حفظ محیط زیست ، کاهش آلودگی هوای شهرها و محدود بودن منابع انرژی ، ضرورت استفاده بهینه از منابع و ذخایر کشورمان را بیش از پیش مطرح می کند . کارشناسان انرژی ، هزینه ناشی از مصرف بی رویه و نادرست انرژی در کشور را سالانه بیش از پنج میلیارد دلار برآورد می کنند که بخش مسکونی و تجاری مهمترین بخش مصرف کننده انرژی کشور در شکل نازل هستند . امروزه با شرایط حاکم بر دنیا و کشور شایسته است . از منابع تجدید ناپذیر و در جایگاه ویژه و خاص خود استفاده نموده و به فکر تأمین انرژی به روش های پایدار و همچنین در صدد پیشگیری از تلف شدن و هدر رفتن انرژی باشیم وجهی که می باید از طریق ساخت و ساز صحیح و اجرای دقیق اصول ضوابط تعیین شده تحقق یابد ، امری که به نوبه خود وابسته به پژوهش خاصی در این زمینه است .

مسائل و واقعیتهای مذکور بر اهمیت موضوع در زمینه جلوگیری از اتلاف انرژی و مصرف بهینه آن در ساختمان های مسکونی تأکید داشته و لزوم همکاری و مداخله معماران و شهرسازان جامعه را در عرصه زیست ایجاد می نماید .

ضرورت پرداختن به چنین امری از ابعاد زیرین ناشی می شود :

- بحران انرژی در جهان
- آلودگی روز افزون محیط زیست
- اتمام پذیری انرژیهای تجدید ناپذیر
- لزوم استفاده از فن آوری جدید به عنوان شرط لازم در جهت سالم و پویا کردن فضاها
- اتلاف بیش از حد انرژی و مصرف بی رویه در عرصه سکونتگاههای کشور به جهت ساخت و سازهای نادرست و غیر اصولی

بدین جهت پژوهشگران همراه با تجزیه و تحلیل و محاسبات فنی و دقیق ساختمان نمونه و اجرایی درصدد ارائه راهکارهای مناسب و توصیه های اصولی جهت اجرا و ساخت و ساز صحیح و اقتصادی در بخش مسکونی می باشند .

مشخصات کالبدی ساختمان :

ساختمان مورد نظر از دو بلوک هم جوار تشکیل گردیده است در واقع با همکاری و استقبال دو کار فرما که در همسایگی هم قرار داشتند پیشنهاد مهندسین مشاور را قبول نموده و با به اشتراک گذاشتن فضای جلوی زمین خود و قبول عقب نشینی در بخش شمالی موجبات ساخت این پروژه را فراهم آوردند . (تصویر شماره یک)

ساختمانهای مورد بحث در محدوده شهرداری منطقه و قزوین واقع می باشد . ساختمان ها جنوبی بوده و دسترسی به آنها از طریق یک گذر ۱۲ متری در سمت شمال صورت می پذیرد . هر بلوک دارای ۵ طبقه مستقل است بر روی پیلوت که به عنوان پارکینگ و انبار طراحی شده اند یک پله و آسانسور با ورودیهای مجزا برای هر بلوک در نظر گرفته شده است . در همسایگی شرقی یک واحد مسکونی یک طبقه و در همسایگی غربی یک ساختمان سه طبقه در حال ساخت وجود دارد . کل زیر بنای مفید هر ساختمان حدوداً ۱۰۰۰ متر مربع و در مجموع ۲۰۰۰ متر مربع می باشد , که البته پلان طبقات اول مشابه , طبقات دوم و سوم همانند هم و طبقات چهارم و پنجم نیز متفاوت می باشد (از نظر بنای مفید) (تصویر شماره دو)

سازه ساختمان اسکلت فلزی و پوشش سقفها کامپوزیت اجرا گردیده (ترکیب بتن و فولاد). نورگیری اتاقها از طریق نماهای شمالی و جنوبی صورت می گیرد که به علت طراحی فرمهای شکسته و عقب نشینی در قسمت شمالی نور گیری از قسمت شرقی در محدوده فضای سبز و حیاط خصوصی در شمال بنا نیز میسر گردیده است. بام ساختمان نیز بصورت تخت اجرا شده است (تصویر شماره ۲).

نسبت میانگین پنجره ها به سطح نمای شمالی ۳۴ درصد و همین نسبت در نمای جنوبی ۳۷ درصد می باشد .

قزوین با مشخصات اقلیمی :

عرض جغرافیایی ($36^{\circ}/15'$) - ارتفاع از سطح دریا (۱۲۷۷) متر و براساس آخرین آمار متوسط حداکثر دما ($35/6^{\circ}$) و متوسط حداقل ($-3/9^{\circ}$)؛ نیاز به انرژی در گروه متوسط و روز درجات گرمایش ۲۲۶۴ روز درجه ؛ روز درجات سرمایش ۴۲۹ روز درجه ؛ حداکثر ضریب انتقال حرارت برای دیوارها بین ۱/۱۵ تا ۰/۷ وات بر متر مربع درجه سانتیگراد ؛ حداکثر ضریب انتقال حرارت کف های روی فضای کنترل نشده ۰/۱۸ وات بر متر مربع درجه سانتیگراد ؛ حداکثر ضریب انتقال حرارت بام ها ۰/۱۷ وات بر متر مربع درجه سانتیگراد .

بادهای غالب منطقه قزوین و حداکثر سرعت وزش باد طبق آمار ایستگاههای سینوپتیک :

- در ماههای فروردین و اردیبهشت از جنوب شرقی با سرعت ۷/۳ و ۷/۲ ثانیه
- ماههای خرداد و تیر از شمال با سرعت ۷/۸ و ۹/۱ متر بر ثانیه
- ماههای مرداد - شهریور - مهر - آبان - آذر - دی , از جهت جنوب شرقی با سرعت ۷/۱ و ۷/۷ و ۶/۷ و ۵/۸ و ۵/۵ و ۵/۷ متر بر ثانیه

- ماههای بهمن و اسفند از جهت شرق با سرعت $4/3$ و $4/8$ متر بر ثانیه ، می وزد. (تصویر شماره ۴).

در طراحی این آپارتمانها نکات طراحی و موارد زیر مد نظر بوده است :

الف) استفاده از عایق های حرارتی (یونولیت) جهت کاهش تلفات حرارتی و برودتی ساختمان و در حد آسایش نگاه داشتن فضای زندگی

ب) استفاده از شیشه های دو جداره در باز شوها جهت جلوگیری از اتلاف انرژی بعنوان عایق حرارتی و همچنین جلوگیری از آلودگی صدا

ج) طراحی و تعبیه باز شوهای روبروی هم ، جهت ایجاد کوران و تهویه مطبوع در ساختمان

د) عقب نشینی ساختمان نسبت به بر شمالی (خیابان) برای ایجاد فضایی با مقیاس انسانی و ایجاد فضای سبز جهت تلطیف هوا

ح) استفاده از تأثیرات محیطی ساختمانهای بلند مرتبه

و) استفاده از خواص مصالح مختلف جهت بهره وری انرژی و ایجاد آسایش

? الف -/ استفاده از عایق های حرارتی (یونولیت) جهت کاهش تلفات حرارتی و برودتی ساختمان

یکی از ساده ترین و در عین حال اقتصادی ترین روشهای بهره وری انرژی و جلوگیری از اتلاف آن ، استفاده از عایق های حرارتی در ساخت ساختمانهای مسکونی است . افزایش عملکرد حرارتی و برودتی ، آسایش فردی ، جلوگیری از آلودگی صوتی ، کاهش هزینه های تولید انرژی در ساختمان و حفاظت در برابر آتش سوزی از جمله فواید مهم عایق کاری ساختمان می باشد . به عبارت دیگر استفاده از عایق های حرارتی منجر به موازنه کلی بسیار مثبتی هم از لحاظ مصرف انرژی و هم از نظر حفظ محیط زیست می گردد . طبق بررسیهای به عمل آمده در یک ساختمان مسکونی 36% گرمای تولیدی از جداره های خارجی ساختمان و $8/3$ درصد از طریق سقف خارج می گردد که خود بر لزوم عایق کاری ساختمانها بالاخص در مناطق سردسیر تأکید می نماید (تصویر شماره ۵)

برای نشان دادن اهمیت استفاده از عایق های حرارتی نمونه موردی ساختمان مسکونی در قزوین را مورد مطالعه قرار می دهیم .

با توجه به روز درجات گرمایش شهر قزوین $= 2264$ و روز درجات سرمایش $= 429$ ، اگر هیجده ریال هر کیلو وات ساعت ، هزینه برق باشد و هزینه عایق بندی حرارتی را برای هر متر مربع 500 ریال محاسبه کنیم خواهیم داشت

$$2264 + 429 = 2693 \text{ CD}$$

$$2693 \times 24 \text{ h/d} = 64632 \text{ Ch}$$

اگر فقط دیوارهای اطراف ساختمان که با هوای آزاد تبادل حرارتی داشته باشند ، عایق حرارتی شوند ضریب هدایت آن $0.6 \text{ W/m}^2\text{C}$ است . پس :

$$0.6 \times 64632 \times 0.18 \text{ Rls/wh} \times 10 = 6980.2/6 \text{ Rls/m}^2$$

در طول ده سال هزینه برق مصرفی برای هر متر مربع ۶۹۸۰۲/۶ ریال می شود حال اگر هزینه عایق کاری را از این مقدار کم کنیم ، هزینه برق مصرفی با احتساب هزینه عایق کاری برابر ۶۹۳۰۲/۶ ریال برای هر متر مربع خواهد شد :

$$69802/6 - 500 = 69302/6 \text{ Rls/m}^2$$

اگر دیوارها را بدون عایق در نظر بگیریم ، هزینه برقی مصرفی در ده سال برابر ۲۴۹۲۱۰/۲ ریال برای هر متر مربع می شود :

(۲/۴ w/m²⁰c ضریب هدایتی حرارتی دیوار)

$$2/4 \times 64632 \times 0/18 \times 10 = 249210/2 \text{ Rls/m}^2$$

که با مقایسه دو مقدار اگر دیوارها عایق حرارتی شوند در طول ده سال معادل ۷۲ درصد صرفه جویی هزینه برق خواهیم داشت .

$$(249210/2 - 69302/6) \div 249210/2 = 0/72$$

؟ ب - استفاده از شیشه های دو جداره در باز شوها جهت جلوگیری از اتلاف انرژی

به عنوان عایق حرارتی و همچنین جلوگیری از آلودگی ها :

یکی از عمده ترین راههای اتلاف انرژی در ساختمانها ، پنجره ها و دربهای موجود در ساختمان است که دلیل اصلی این امر بالا بودن ضریب انتقال حرارت در آنها می باشد . حال اگر بتوانیم این ضریب را در دربها و باز شوها کاهش دهیم ، صرفه جویی قابل ملاحظه ای در مصرف انرژی داشته و از پرت حرارتی در ساختمان نیز جلوگیری می گردد . یکی از راههای کاهش ضریب انتقال حرارت استفاده از شیشه های دو جداره در باز شوها و پنجره های ساختمان می باشد.(تصویر شماره ۶)

بر طبق بررسی های به عمل آمده در یک ساختمان نمونه میزان تلفات حرارتی از پنجره ها در حدود ۲۲/۸۵٪ و از طریق نفوذ هوا ۲۳٪ می باشد و پتانسیل صرفه جویی در مورد پنجره ها ۳۵٪ و نفوذ هوا ۵۰٪ می باشد که با بکارگیری پنجره های دو جداره و قابهای درزبندی شده می توان ۴۰/۲ متر مکعب گاز طبیعی در سال صرفه جویی نمود .

جهت تأکید موضوع ضریب هدایت حرارتی شیشه را در دو حالت یک جداره و دو جداره محاسبه می کنیم :

$$R=0/11 \text{ w/m}^{20}\text{c} \text{ مقاومت حرارتی فیلم سطح داخل شیشه}$$

مقاومت حرارتی شیشه ۴ میل

$$w/m^2c$$

مقاومت حرارتی هوا $R=0/11 \text{ w/m}^2c$

مقاومت حرارتی شیشه ۶ میل

$$w/m^2c$$

مقاومت حرارتی فیلم سطح خارجی شیشه $R = 0/006 \text{ w/m}^2c$

مقاومت حرارتی کل شیشه دو جداره (۴ میل و ۶ میل) برابر $0/288$ وات بر متر مربع درجه سانتیگراد می باشد که ضریب هدایتی آن $k = 3/47$ متر مربع درجه سانتیگراد بر وات خواهد شد .

مقاومت حرارتی شیشه ۶ میل , $R = 0/175$ وات بر متر مربع درجه سانتیگراد و ضریب هدایت حرارتی $k=5/8$ متر مربع درجه سانتیگراد بر وات است .
با مقایسه این دو ضریب ۴۰ درصد صرفه جویی در مصرف انرژی خواهیم داشت .
 $(5/7-3/47) \div 5/7 = 0/39$

؟ ج - طراحی و تعبیه باز شوهای روبروی هم جهت ایجاد دکوران و تهویه مطبوع در ساختمان

از دیر هنگام یکی از راههای طبیعی خنک نگاه داشتن ساختمان , تهویه و ایجاد دکوران درون بنا بوده است که اصطلاحاً Passive convective cooling نامیده می شود که با باز گذاردن درها و پنجره ها در طول شب سرما در مصالح ساختمانی بنا ذخیره می گردد . (تصویر شماره ۷).

بدین ترتیب طی روز بعد , سرمایی که در اجزاء مصالح داخلی ذخیره شده دمای فضای مورد نظر را به مراتب پائین تر از دمای خارج نگاهداری خواهد نمود . زمانی این سیستم به بهترین نحو عمل می کند که ساختمان از طرف جداره خارجی بخوبی عایق بندی حرارتی شده و باز شوها نیز جهت ممانعت از ورود هوای گرم به داخل در طول روز , ساعاتی که هوا گرم است بسته بماند .

هدف از تهویه :

- ۱- تأمین هوای تازه جهت ساکنین (تهویه بهداشتی)
- ۲- افزایش از دست دادن حرارت و تبخیر در بدن (تهویه آسایشی)
- ۳- خنک نمودن داخل ساختمان توسط تعویض هوای خنک خارج (تهویه ساختمانی)

امکان تعبیه پنجره در چهار جهت بنا بهترین امکان تهویه طبیعی را به بنا می دهد و نیاز به هوا ساز را به حداقل می رساند , عینی کردن این مسئله با توجه به قوانین و ضوابط شهرداریها در پروژه مورد بحث (نمونه موردی) با عقب نشینی بنا و ایجاد باز شوها در شکستگی های بوجود آمده و طراحی فضای سبز مقابل آن کاملاً قابل فهم می باشد .

با توجه به وزش باد از جبهه شمال در ماههای تیر و خرداد با سرعت ۷/۸ و ۹/۱ متر بر ثانیه در پروژه مورد بحث وجود عقب نشینی و فضای سبز اشاره شده در بالا و باز شوها ضروری به نظر می آید .

د - عقب نشینی ساختمان نسبت به بر شمالی (خیابان) برای ایجاد فضایی با مقیاس انسانی و ایجاد فضای سبز جهت تلطیف هوا

برای اینکه بادی که از جهت شمال در ماههای تیر و خرداد می وزد خشکی تابستان را نداشته باشد قبل از ورود به ساختمان بوسیله آب نما و گل و گیاه و درختانی که در جبهه شمالی ساختمان ایجاد گردیده مرطوب شده و سپس وارد ساختمان می گردد. (تصویر شماره ۸ و ۹). در طراحی قسمت جنوبی هم از درختان و گیاهان خزان پذیر بهره جسته تا در فصل تابستان موجبات تلطیف هوا را فراهم آورده و ساعات نیاز به سایه را نیز در ساختمان تأمین نماید و بالعکس در فصل زمستان نیز ریختن برگها مانعی برای عبور نور خورشید نبوده و تابش مورد نیاز ساختمان را مهیا می سازد .

مزایای آب و هوایی, پوشش گیاهی در محوطه ساختمان به ندرت مورد توجه قرار می گیرد. در یک روز آفتابی تابستان یک زمین چمن معمولی ($40.47 m^2$) حدود ۲۴۰۰ گالن ($910/6$ لیتر) آب تبخیر می کند . بدین ترتیب ($1012 m^2$) زمین چمن معمولی روزی ۲ میلیون و پانصد و چهار هزار Btu/Kcal (2504000) در خنک سازی هوا تأثیر خواهد داشت . این مقدار برابر است با میزان هوای خنکی که یک دستگاه تهویه مطبوع با ۱۰ ساعت کار در روز برای ۱۰ اتاق معمولی تأمین می کند. (تصویر شماره ۲۰).

ح - استفاده از تأثیرات محیطی ساختمانهای بلند مرتبه

در طراحی ساختمان نمونه قزوین جهت ایجاد دید و منظر شهری مناسب و استفاده از خواص ساختمانهای بلند با تراکم ۱۸۰ درصد به جای گسترش در سطح , از گسترش در ارتفاع بهره جسته و سطح اشغال نشده زمین به فضای سبز و حیاط شمالی اختصاص یافته است .

ارتفاع بلند ساختمان نسبت به ساختمانهای کوتاه اطراف خود ایجاد مکش کرده بدین صورت که مکش طبقات فوقانی باعث حرکت هوا از روی بامهای همسایه کوتاهتر به سمت بالا شده و همواره هوای تازه تر را به جای قبلی جایگزین می کند این مکش در قسمت عقب نشسته ساختمان بیشتر خواهد بود بدین نحو که عقب نشینی ساختمان در این ارتفاع مانند یک دودکش

عمل کرده و هوای مرطوب و خنک جبهه شمالی را که با گل و گیاه مطبوع گردیده را به سمت پنجره ها و داخل ساختمان می کشد .

این ساختمان بخاطر مکشی که در محیط ایجاد می نماید برای همسایگان کوتاهتر خود نیز جریان هوایی دائم به وجود می آورد . (تصویر شماره ۱۱)

؟ و -/ استفاده از خواص مصالح مختلف جهت بهره وری انرژی و ایجاد آسایش

انتخاب مصالح و نحوه بکارگیری آنها در ساختمان به نحوی که منجر به صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی گردد , متأسفانه تا به امروز به عنوان یک ملاک و معیار برای مهندسين معمار و طراحان ساختمان مطرح نبوده و يا كاملاً جدی گرفته نشده است. استفاده از مصالح متفاوت با توجه به خصوصیات مختلف هر یک در جایگاه خود و به صورت صحیح می تواند نتایج ارزنده و غیر قابل تصویری را موجب گردد .

استفاده از مواد و مصالحی که مقاومت هدایت گرمایی زیادی دارد همانند آجر یا سنگ در جایگاه مناسب خود, استفاده از مصالح باز تابنده مثل شیشه های رفلکسی که می تواند مقدار جذب انرژی خورشیدی را در تابستان به حداقل برساند , استفاده از خاصیت ذخیره سازی انرژی در بتن , استفاده از مصالح با بافت و رنگ مناسب در نمای ساختمان با توجه به اقلیم و ... از این مواردند. (تصویر شماره ۱۲)

به عنوان مثال بتن با توجه به ظرفیت ذخیره سازی انرژی خود (Fabric Exergy Strage-FES) قادر است در صورتیکه در معرض منبع حرارتی قرار گیرد , حرارت را ذخیره و سپس ساطع نماید , با استفاده از این خاصیت بتن می توان ضمن کاستن حداکثر حرارت ساختمان به میزان ۳ تا ۴ درجه سانتیگراد , زمان وقوع آن را نیز تا ۶ ساعت به تأخیر انداخت . برای استفاده از این ویژگی ممتاز بتن کافی است که سطح بتن پوشانده نشود و به صورت آشکار (Expose) مورد استفاده قرار گیرد .

استفاده از آجر به جای موزائیک از دیگر این موارد است , موزائیک در روزهای گرم سال خود تبدیل به یک منبع گرمایی افزایش دما می گردد در حالیکه آجر این زمان پس دهی گرما را به تأخیر انداخته و گرمای اطراف را جذب کرده و در زمان دیگر مثل شب گرما را پس می دهد . استفاده از سقف کاذب, عایق های حرارتی در بام و پوسته خارجی , استفاده از بلوک سفالی و ... از دیگر موارد می باشند که نحوه استفاده هر یک از این مصالح با توجه به نوع ساختمان و کاربری آن و اقلیم منطقه متفاوت بوده و قابل تعمق می باشد . (تصویر شماره ۱۳) .

طراحی و محاسبه تلفات حرارتی ساختمان نمونه قزوین :

جهت قیاس و آگاهی از میزان تلفات حرارتی در شرایط متفاوت ، ساختمان نمونه مورد مطالعه و محاسبه قرار گرفته است . مصالح بکار رفته در اجرای این ساختمان در سه حالت مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته و با هم مقایسه شده اند :

حالت اول : شرایط مطلوب ، مطابق پروژه در حال اجرا

حالت دوم : حذف عایق حرارتی در پروژه مزبور بدون تغییرات دیگری

حالت سوم : شرایط نامطلوب ، مطابق ساخت و سازها در همسایگی پروژه فوق الذکر در سطح شهر قزوین

حالت اول : نکات طراحی در شرایط مطلوب ، مطابق پروژه در حال اجرا

دیوارهای خارجی : سنگ تراورتن نما به ضخامت ۳ سانتی متر - ملات سیمان ۲ سانتی متر - یونولیت ۵ سانتی متر - آجر سفالی به ضخامت ۲۰ سانتی متر - گچ و خاک ۲ سانتی متر - گچ و رنگ ۲ سانتی متر .

مقاومت حرارتی این دیوار $R = 1/89$ متر مربع درجه سانتی گراد بر وات و ضریب کل انتقال حرارت دیوار $U = 0/53$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد است .

سقف نهایی : موزائیک - ماسه بادی - عایق رطوبتی - کاغذ - یونولیت ۵ سانت - مشمن - بتن شیب بندی - سقف کامپوزیت - مقاومت سقف $R = 1/95$ و $U = 0/5$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد .

پنجره ها : قاب فولادی با درزبندی با مقاومت حرارتی $R = 0/49$ متر مربع درجه سانتی گراد بر وات و ضریب کل انتقال حرارت $2/04$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد است . شیشه ها دو جداره ؛ جداره داخلی ۴ میل جداره خارجی ۶ میل بازتابی رنگی ؛ مقاومت حرارتی $R = 0/3$ متر مربع درجه سانتی گراد بر وات و ضریب کل انتقال حرارت $3/3$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد .

کف : سرامیک - ملات سیمان - سقف کامپوزیت - یونولیت - ملات گچ و رنگ با $R = 1/6$ متر مربع درجه سانتی گراد بر وات و $U = 0/63$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد تعداد دفعات تعویض هوا ۱ باد در ساعت .

در این حالت مطابق جدول شماره یک ضریب انتقال حرارت ویژه ۵۳۱ وات بر درجه سانتی گراد و ضریب انتقال حرارتی حجمی ساختمان ۰/۹ وات بر متر مکعب درجه سانتی گراد می باشد .
حالت دوم : حذف عایق حرارتی پروژه مزبور بدون تغییرات دیگری .

در این حالت مقاومت دیوار $R = 0/64$ متر مربع درجه سانتی گراد بر وات $U = 1/56$ وات بر متر مربع بر درجه سانتی گراد می باشد .

مقاومت قاب پنجره ها مانند حالت قبل و مقاومت شیشه یک جداره ۶ میل برابر با $R = 0/2$ و $U = 5$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد .

سقف نهایی بدون عایق حرارتی با مقاومت $R = 0/72$ و $U = 1/4$ می شود .

سقف نهایی: آسفالت - قیرگونی - بتن شیب بندی - طاق ضربی - ملات رنگ که در این حالت مقاومت $R = 0.6$ متر مربع درجه سانتی گراد بر وات و $U = 1/7$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد می باشد .

پنجره ها بدون شیشه دو جداره با شیشه ۶ میل اجرا شده با مقاومت $R = 0.2$ و $U = 5$ و مقاومت پروفیل ها $R = 0.49$ و $U = 2.04$ می شود .

در این شرایط ضریب انتقال حرارت ویژه ساختمان برابر با 1008 وات بر درجه سانتی گراد و ضریب انتقال حجمی $1/7$ وات بر متر مکعب درجه سانتی گراد می باشد .

(تمامی محاسبات ذکر شده در ضمیمه آورده شده است .)

حالت سوم		حالت دوم		حالت اول			نام جدار
V.A	U	U.A	U	U.A وات بر درجه سانتی گراد	U وات بر متر مربع درجه سانتی گراد	A متر مربع	
۳۷/۷	۲/۳	۲۵/۶	۱/۵۶	۸/۷	۰/۵۳	۱۶/۴	دیوار شرقی
۱۴۲/۶	۲/۳	۹۶/۷	۱/۵۶	۰/۳۳	۰/۵۳	۶۲	دیوار شمالی
۴۴/۶	۲/۳	۳۰/۳	۱/۵۶	۱۰/۳	۰/۵۳	۱۹/۴	دیوار جنوبی
۹۱	۵	۹۱	۵	۶۰/۱	۳/۳	۱۸/۲	پنجره ها و دربها (شیشه)
۱۴۸	۲/۰۴	۱۴۸	۲/۰۴	۱۴۸	۲/۰۴	۷۲/۶	قاب پنجره ها و دربها
۳۴۰	۱/۷	۲۸۰	۱/۴	۱۰۰	۰/۵	۲۰۰	سقف
با فضای کنترل شده طبقه چهارم در ارتباط است							کف
۸۰۴	۱۵/۶	۶۷۱/۶	۱۳/۱۲	۳۲۷/۴	۷/۴۳		جمع

حجم مفید طبقه پنجم $200 \times 3 = 600 \text{ m}^2$

ضریب انتقال حرارت ویژه در اثر تهویه (تعویض هوا) $H_{ac} = 0.34 \times 1 \times 600 = 204 \text{ w/}^\circ\text{C}$

ضریب انتقال حرارت ویژه در ساختمان $H = H_c + H_{ac} = 204 + 327 = 531 \text{ w/}^\circ\text{C}$

ضریب انتقال حرارت حجمی F_v ساختمان :

ضریب انتقال حرارت ویژه H در ساختمان بدون عایق $H = 204 + 671.6 = 875.6 \text{ w/}^\circ\text{C}$

ضریب انتقال حرارت حجمی ساختمان F_v ساختمان :

ضریب انتقال حرارت ویژه H در ساختمان با ساخت و ساز معمول : $H = 20.4 + 8.04 = 100.8 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$

به علت وجود بیشترین اتلاف انرژی در طبقه پنجم محاسبات مربوط به ضریب انتقال حرارتی حجمی در رابطه با طبقه پنجم صورت گرفته است . و اگر این طبقه جوابگو باشد به طور حتم طبقات زیرین هم جوابگو خواهند بود .

طبق راهنمای مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان - صرفه جویی در مصرف انرژی - شهر قزوین با نیاز به انرژی متوسط و کاربری مورد محاسبه از نوع الف یعنی مسکونی است لذا طبق جدول گروه بندی انواع ساختمانها با توجه به نیاز انرژی و سطح زیر بنا این ساختمان در گروه ۳ قرار گرفته و با توجه به مبحث ۱۹ حداکثر ضریب انتقال حرارت حجمی ساختمان $1/4 \text{ W/m}^{30}\text{C}$ وات بر متر مکعب درجه سانتی گراد می باشد .

با توجه به محاسبات مربوط به جدول محاسبه توان حرارتی ساختمان با ضریب انتقال حرارت حجمی (F_v) ساختمان با دیوارهای عایق که 0.9 وات بر متر مکعب درجه سانتی گراد محاسبه شده و مجاز و قابل قبول بوده ، چون از عدد $1/4 \text{ W/m}^{30}\text{C}$ داده شده کمتر است . ولی ضریب انتقال حرارت حجمی ساختمان بدون عایق $1/5$ است که بالاتر از $1/4$ و غیر مجاز می باشد و در حالت ساخت و ساز متداول $1/7$ وات بر متر مکعب درجه سانتی گراد است که بار غیر مجاز و غیر قابل قبول می باشد .

اگر این طبقه را با شرایط مصالح یکسان یک بار با عایق حرارتی و بار دیگر بدون عایق حرارتی مقایسه کنیم (حالت اول و دوم)

ضریب هدایت حرارتی کل در حالت اول $7/42$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد و در حالت دوم $13/12$ وات بر متر مربع درجه سانتی گراد می باشد $[0.43 = 13/12 - 7/42]$ در صورت عایق کاری ساختمان 43 درصد صرفه جویی در انتقال حرارت ساختمان خواهیم داشت . این در حالیست که ساختمان حالت اول نسبت به ساختمانهای همجوار خود یا حالت سوم 52 درصد صرفه جویی را در بر خواهد داشت . $[0.52 = 15/6 - 7/42]$ $(159/6 - 7/42)$

جمع بندی و نتیجه گیری :

همانگونه که مطالعات نشان می دهد در طراحی یک پروژه مسکونی پارامترهای بسیاری می باشند که می تواند در صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان مؤثر و مفید واقع شود که در این پژوهش ، عایق کردن ساختمان ، استفاده از شیشه های دو جداره و انتخاب صحیح مصالح مد نظر بوده ، این در حالیست که راههای متعددی جهت بهینه سازی مصرف انرژی پیش رو داریم و در این مقاله تنها سعی بر آن بوده تا چند روش پیشنهادی را که در ساختمان اجرایی و نمونه قزوین به کار گرفته شده را بسط و توضیح دهیم ، چنین به نظر می رسد که مسئولان ذیربط در کلیه شهرهای کشور با تدبیر و دوراندیشی بیشتر به راحتی بتوانند در امر بهینه سازی و ساخت و ساز صحیح ساختمان ها گام های ارزنده و مثبتی را بردارند ، در این میان سازمانهای نظام

مهندسی استان، شهرداریها، سازمان مسکن و شهرسازی و سازمان حفظ محیط زیست نقش خطیری را ایفا می نمایند.

به عنوان مثال شهرداریها به راحتی می توانند با تدابیر خاص از جمله تشویق، بخشودگی تراکم و یا ... فرهنگ عایق کاری ساختمان را در شهرستانها اندک اندک جا انداخته، هزینه بسیار هنگفت ائتلاف انرژی را به حداقل برسانند و این همکاری گسترده دست اندرکاران ساختمان، طراحان، معماران و ارگانهای فوق الذکر را می طلبد.

مطالعات و محاسبات در این پژوهش نشان می دهد که بیش از ۵۳٪ صرفه جویی انرژی در ساختمان نمونه قزوین با صرف هزینه اندکی به راحتی قابل دستیابی است، این در حالیست که اگر مسائل اقتصادی و هزینه صرفه جویی در بودجه تاسیسات ساختمان را نیز دخیل نمایم مشاهده خواهیم نمود که هزینه اولیه سرمایه گذاری نیز توجهی کاملاً اقتصادی دارد و بنابراین اگر طراحان یا معماران عزیز کمی بیشتر به خود زحمت دهند به راحتی می توانند برخی از کارفرمایان خود را متقاعد نموده و ساختمانی بهینه تر از وضع موجود اجرا نمایند، پس فرهنگ سازی، مشاوره و کمک به کار فرمایان و توجه ایشان در این امر خود یکی از راهکارهای مناسب می باشد، البته شک نیست که این امر به تنهایی میسر نبوده و در امر فرهنگ سازی دولت و سازمانهای مربوطه باید بیش از پیش بر فعالیت خود افزوده و زمینه های آگاهی بیشتر را برای مردم فراهم آورند.

منابع:

- نگارش داند واتسون - کنت لب - ترجمه وحید قبادیان - محمد فیض مهدی - طراحی اقلیمی اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان - انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۷۲.
- بخشی کامران - ارتباط آلودگی هوای شهر تهران با مصرف سوخت - مجموعه مقالات اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در بخش ساختمان - تهران - اسفند ۱۳۸۰.
- معرفت دکتر مهدی - کاری دکتر بهروز - نائجی مهندس کامران - آزمایشهای تعیین کیفیت مجموعه شیشه های چند جداره
- مجموعه مقالات اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در بخش ساختمان - تهران - اسفند ۱۳۸۰.
- قیابکلو دکتر زهرا - مدل سازی روند تغییرات دمای داخلی ساختمان توسط تهویه طبیعی - مجموعه مقالات اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در بخش ساختمان - تهران - اسفند ۱۳۸۰.
- بهفرنیا دکتر کیاچهر - استفاده از بتن در ساختمان با دیدگاه بهینه سازی مصرف انرژی - مجموعه مقالات اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در بخش ساختمان - تهران - اسفند ۱۳۸۰.
- ریاضی دکتر جمشید - ائتلاف حرارت و میعان در ساختمان های متداول - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن - دی ۱۳۶۹.

ضمیمه :

سقف نهایی :

مصلح	حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
موزائیک	۴ Cm	۴ Cm	-
آسفالت	-	-	۳ Cm
ماسه بادی	۵ Cm	۵ Cm	۳ Cm
قیر و گونی	۲ Cm	۲ Cm	۲ Cm
یونولیت	۵ Cm	-	-
سقف بتنی کامپوزیت	۷ Cm	۷ Cm	-
طاق ضربی	-	-	۱۰ Cm
ملات و رنگ	-	-	۲ Cm

$$\text{مقاومت حرارتی فیلم سطح خارجی سقف} = 0.05 \text{ m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی فیلم سطح داخلی سقف} = 0.1 \text{ m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی ملات و رنگ} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی بتن مسطح} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی پوکه شیب} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت طراحی ملات ماسه و سیمان} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی یونولیت} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی قیر و گونی} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی پوکه} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$\text{مقاومت حرارتی موزائیک} = \text{m}^2\text{c} / \text{w}$$

$$= 0.14 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی طاق ضربی}$$

$$= 0.03 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی آسفالت}$$

$$R = 1/95 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{حالت اول}$$

$$= 0.05 \text{ w/m}^2\text{c}$$

$$R = 0.72 \quad \text{مقاومت سقف بدون عایق حرارتی حالت دوم}$$

$$U = 1/4 \text{ w/m}^2\text{c}$$

$$R = 0.06 \quad \text{حالت سوم}$$

$$U = 1/7$$

$$= 200 \text{ m}^2 \quad \text{مساحت سقف}$$

دیوارهای ساختمان :

مصالح	حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
سنگ تراورس	3 Cm	2 Cm	3 Cm
ملات سیمان	2 Cm	2 Cm	2 Cm
یونولیت	5 Cm	-	-
آجر سفالی	20 Cm	20 Cm	10 Cm
گچ و خاک	2 Cm	2 Cm	2 Cm
گچ و رنگ	2 Cm	2 Cm	2 Cm

$$= 0.11 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی فیلم سطح داخلی دیوار}$$

$$\text{m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی سنگ تراورس}$$

$$\text{m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی ملات ماسه و سیمان}$$

$$\text{m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی یونولیت}$$

$$\text{m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی آجر سفالی}$$

$$\text{m}^2\text{c} / \text{w} \quad \text{مقاومت حرارتی ملات گچ و خاک}$$

مقاومت حرارتی گچ و رنگ

$$\begin{aligned} \text{مقاومت حرارتی فیلم سطح خارجی دیوار} &= 0.06 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \\ U &= 0.53 \text{ w/m}^2\text{c} \\ R &= 1.89 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ حالت اول} \\ R &= 0.64 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ حالت دوم} \\ U &= 1.56 \text{ w/m}^2\text{c} \\ R &= 0.44 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ حالت سوم} \\ U &= 2.3 \text{ w/m}^2\text{c} \end{aligned}$$

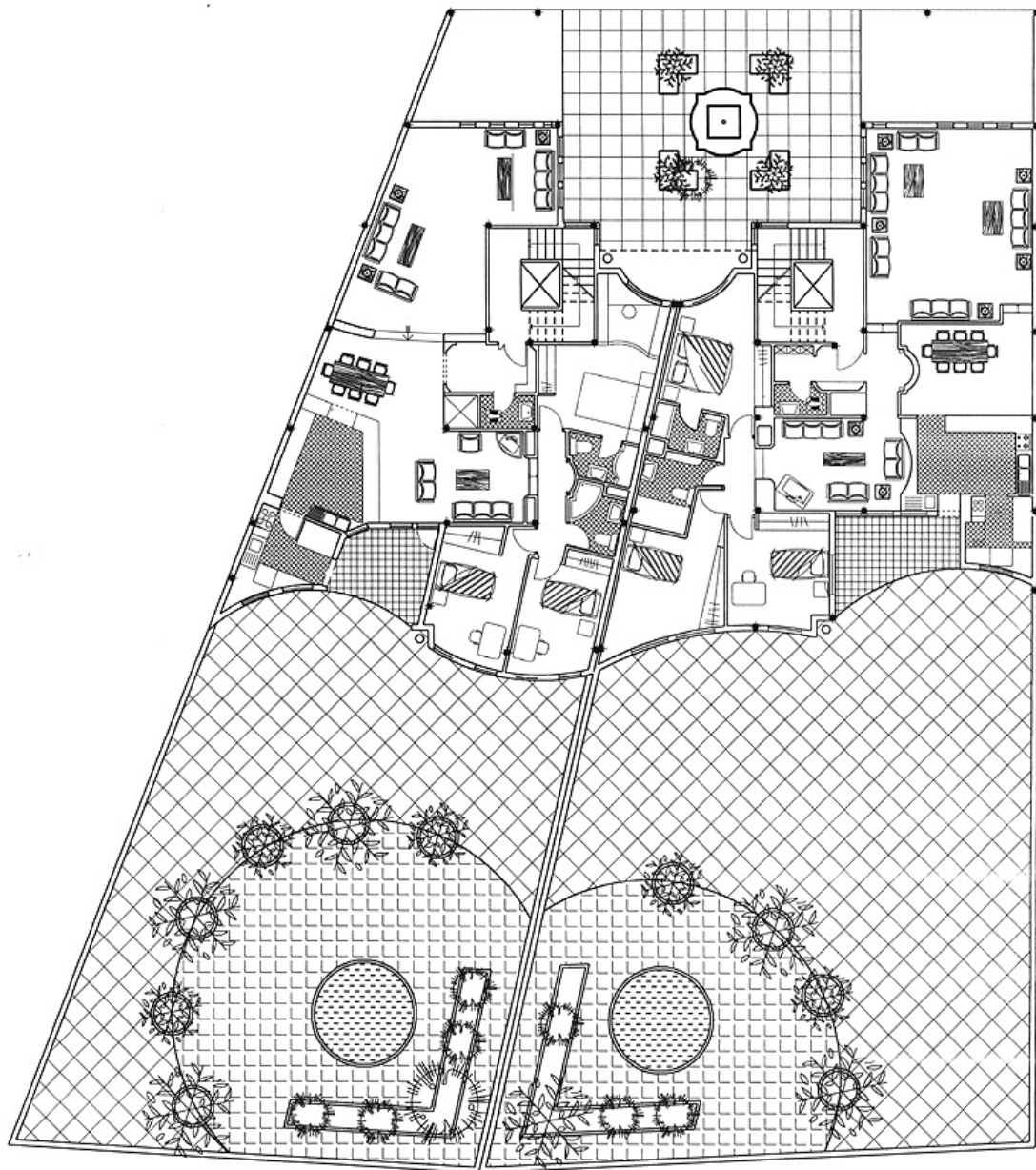
قاب چار چوب پنجره ها پروفیل آهنی :

$$\begin{aligned} \text{مقاومت حرارتی فیلم سطح داخل قاب} &= 0.11 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \\ 0.08 \div 0.25 &= 0.32 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ مقاومت حرارتی فلز} \\ 0.06 &= \text{مقاومت حرارتی فیلم سطح خارجی قاب} \\ U &= 2.04 \text{ w/m}^2\text{c} \\ R &= 0.49 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ در سه حالت} \end{aligned}$$

شیشه های دو جداره ۰/۴ میل و ۰/۶ میل

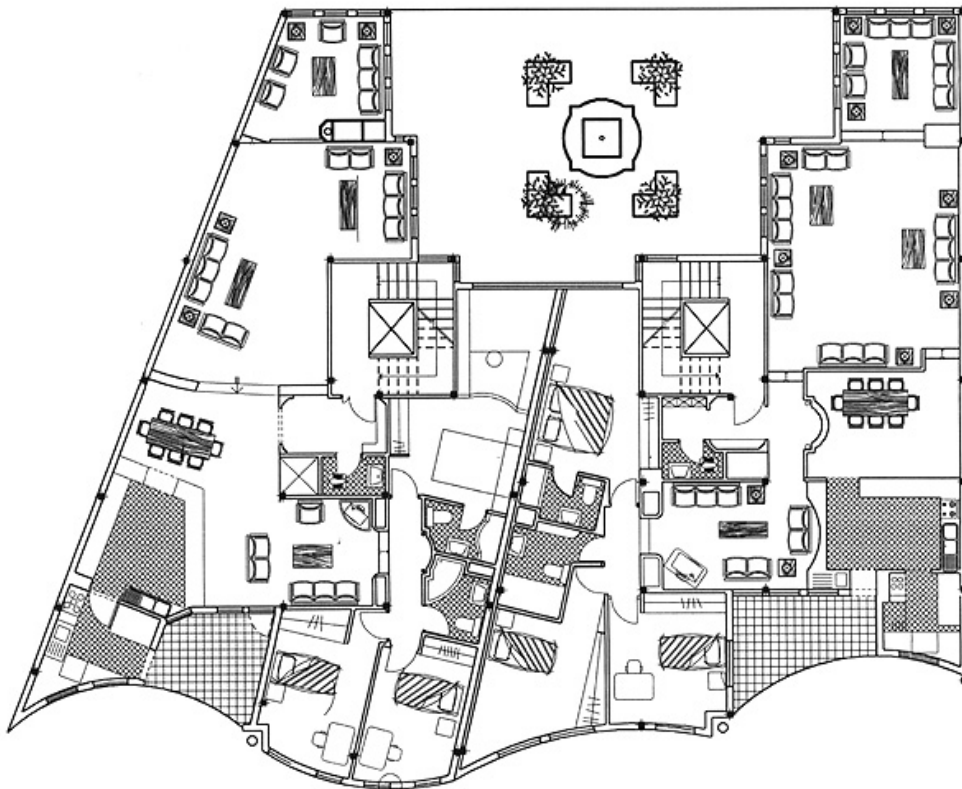
$$\begin{aligned} \text{مقاومت حرارتی فیلم سطح داخل شیشه} &= 0.11 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \\ 0.04 \div 1.15 &= 0.035 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ مقاومت حرارتی شیشه ۴ میل} \\ 0.11 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} &= \text{مقاومت حرارتی هوای داخل شیشه} \\ 0.06 \div 1.15 &= 0.05 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ مقاومت حرارتی شیشه ۶ میل} \\ 0.06 &= \text{مقاومت حرارتی فیلم سطح خارجی شیشه} \\ U &= 3.3 \text{ w/m}^2\text{c} \\ R &= 0.3 \text{ m}^2\text{c} / \text{w} \text{ در حالت اول} \\ R &= 0.2 \text{ شیشه یک جداره ۶ میل در حالت دوم و سوم} \\ U &= 5 \text{ w/m}^2\text{c} \end{aligned}$$

()

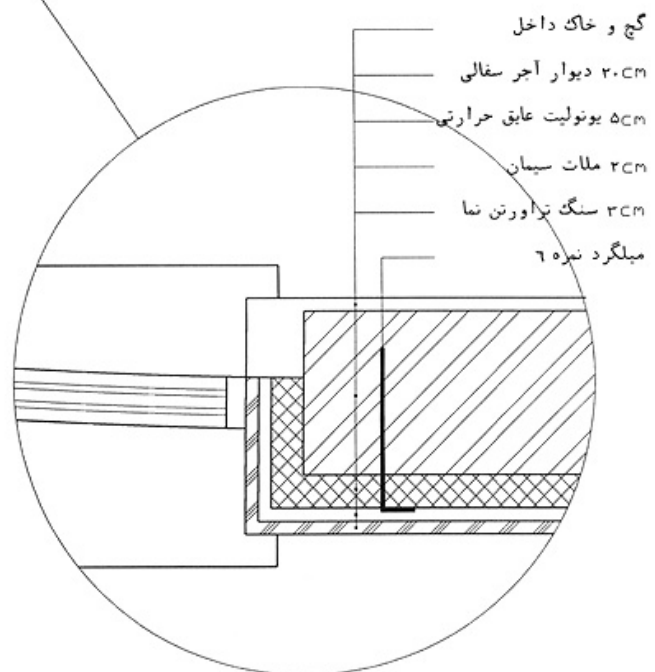


پلان محوطه سازی

()



پلان طبقه چهارم و پنجم



DET=A

()



نمای شرقی

نمای شمالی

()

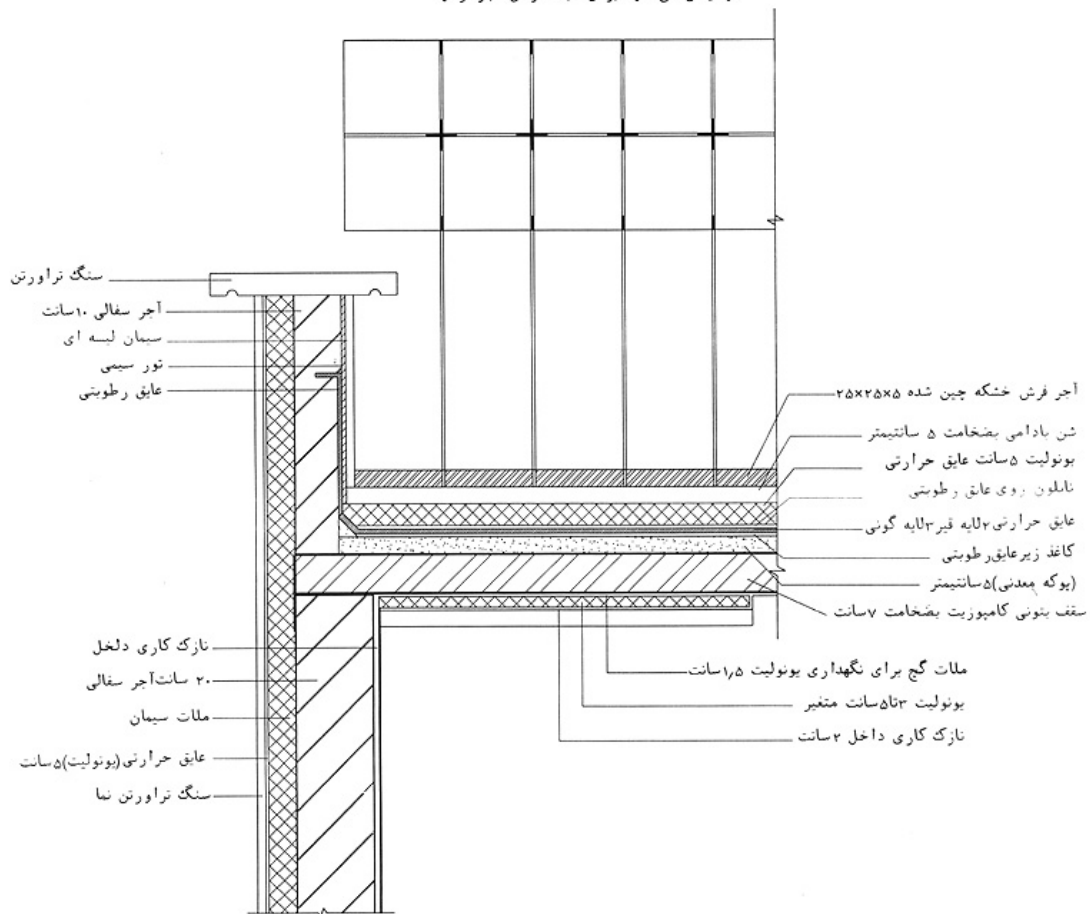


درختان همیشه سبز در سمت غرب و شمال غربی
اغلب می‌توانند مالمی در مقابل ریلر می‌سازند
سایر رستنی‌ها و درختان در دوایرهای آسانسور و آسانسور
راست می‌باشند

درختان را در کنار ریلر می‌سازند
هوای گرم و خنک در ریلر می‌سازند
سمت جنوب خانه در مقابل آسانسور و آسانسور
و آسانسور می‌باشند

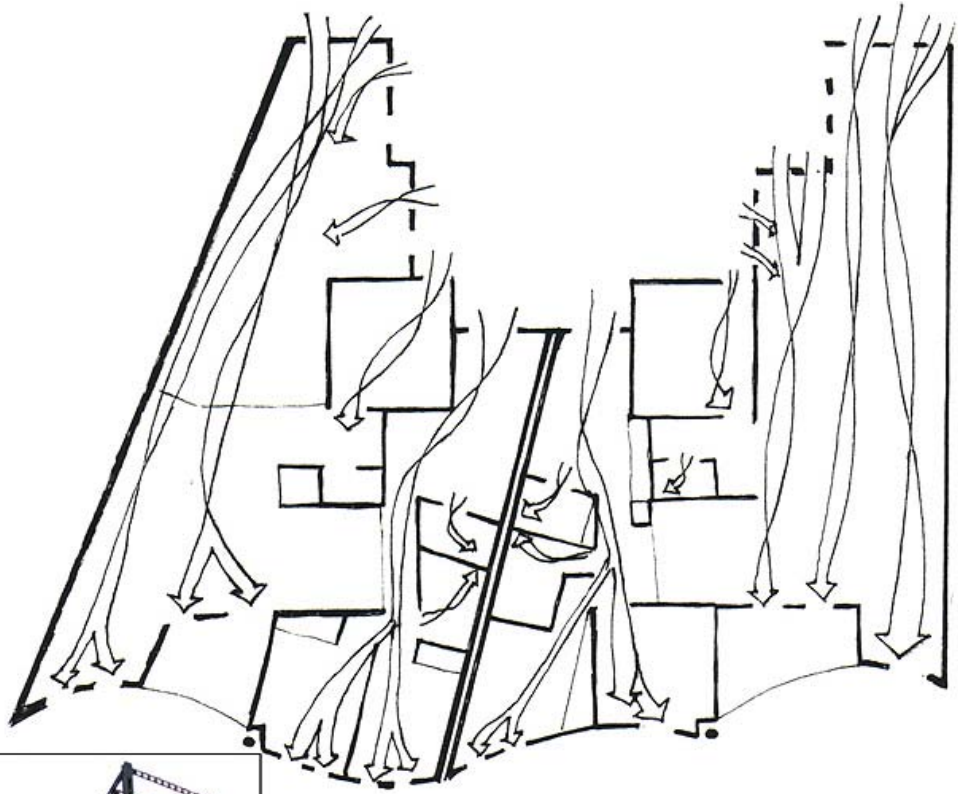
()

آجر فرش پشت بام به روش خشکه چین صورت
می گیرد و فقط ۲٫۵ سانت از هر طرف هر ضلع ماسه
وسیمان می شود، برای نایت کردن آجر فرشها.



- برای اجرای بتن شیب بندی بعد از کروم بندی پوکه ها را با شیب ۲٪ پهن کرده و سپس آنها را آب داده و بعد سیمان رami پاشیم و یک ماهیچه هم کنار دیوار تعبیه می کنیم.
- وجود کاغذ بین عایق رطوبتی و بتن شیب بندی به خاطر نجسیدن عایق به بتن است.
- وجود نایلون بین عایق رطوبتی و عایق حرارتی بخاطر نجسیدن عایق حرارتی و رطوبتی به یکدیگر است.
- خشکه چین کردن آجر فرش سقف برای عبور آب و برف و هدایت شدن به چاه است .

()



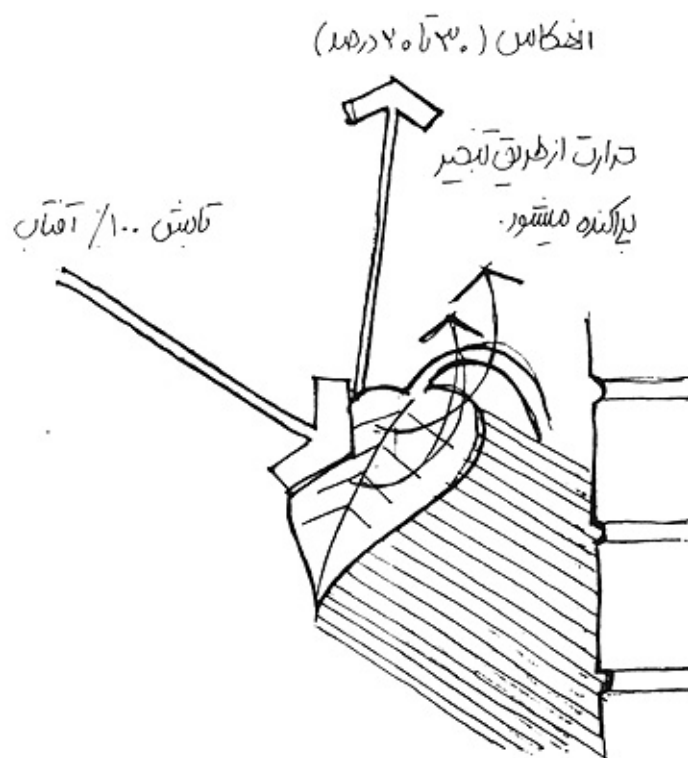
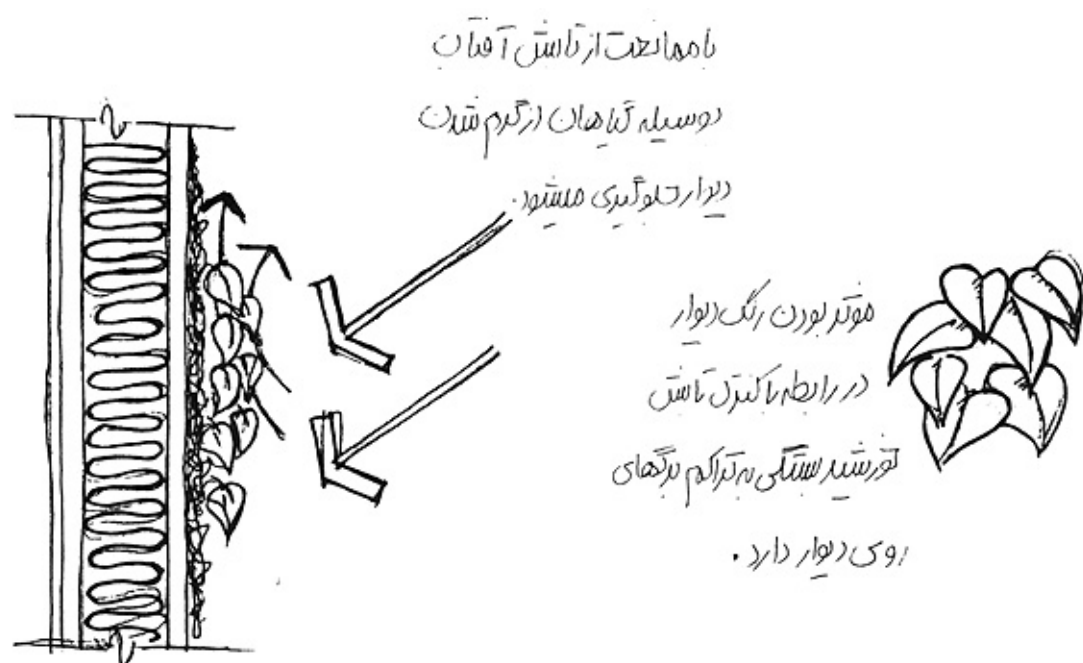
()



()



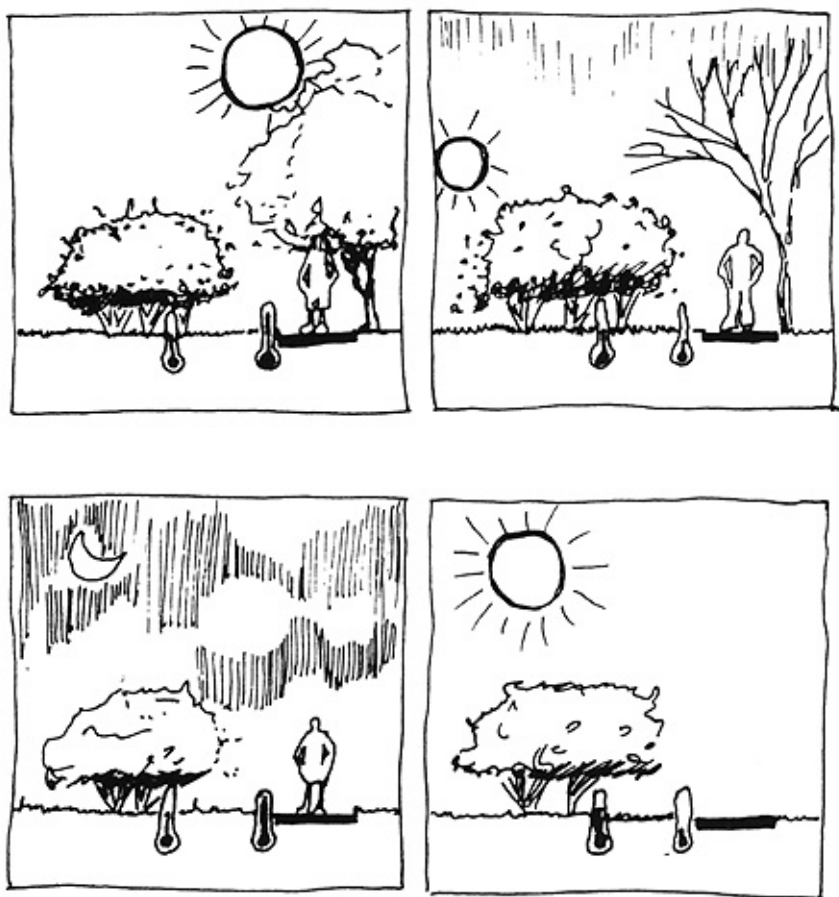
()



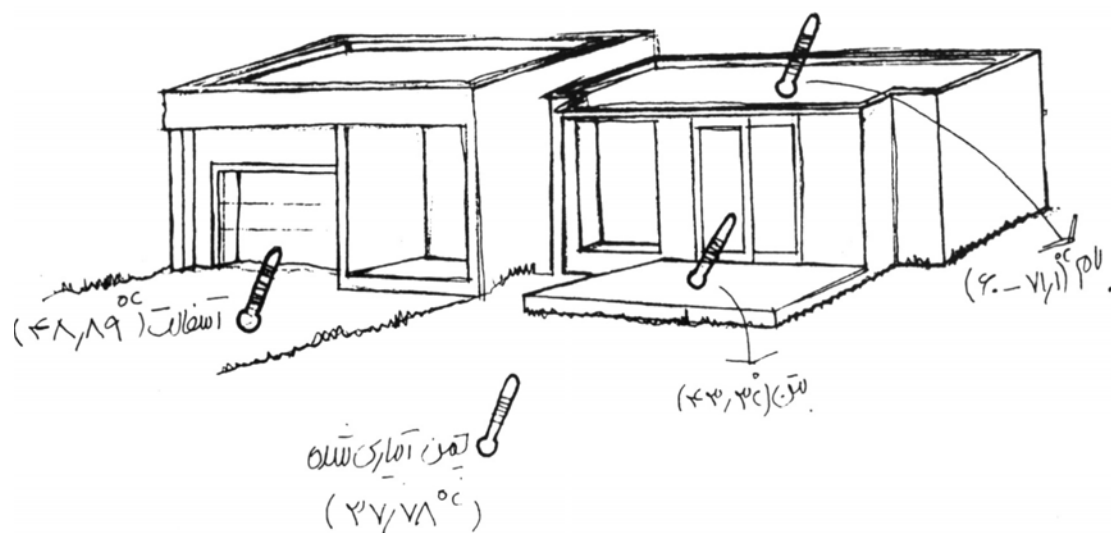
()



(-)



(-)



()

