

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

- هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این فصل :
- ۱- راه‌های مختلف صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان را توضیح دهد.
 - ۲- عایق حرارتی را تعریف کند.
 - ۳- روش‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی را شرح دهد.
 - ۴- روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی دیوار را توضیح دهد.
 - ۵- میعان، اثرات و خطرات آن را توضیح دهد.
 - ۶- روش‌های اجرایی عایق‌کاری سقف را توضیح دهد.
 - ۷- روش‌های اجرایی عایق‌کاری کف را توضیح دهد.
 - ۸- روش‌های اجرایی عایق‌کاری بازشوها را توضیح دهد.
 - ۹- روش‌های اجرایی سایه‌بان‌ها را توضیح دهد.

نکته: قسمت‌های آبی رنگ فصل چهاردهم به منظور مصالعه‌ی آزاد می‌باشد.

۱۴- صرفه‌جویی در مصرف انرژی

مقدمه

علاوه بر تأمین آسایش ساکنان، ۵۰ تا ۸۵٪ نیز در مصرف انرژی مصرف کلان انرژی در ساختمان، ضمن این که موجب آلودگی هوا و محیط زیست می‌شود، هزینه‌ی زیادی را نیز به کشور تحمیل می‌کند. لذا با بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌توان آن الزامی است.

مطالعه آزاد

۱-۱۴ راه‌های مختلف صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

- الف - استفاده از انواع عایق‌های حرارتی در جداره‌های ساختمان
- ب - استفاده از درها و پنجره‌های مناسب، از نظر کاهش مصرف انرژی
- ج - استفاده از سایه‌ی طبیعی و مصنوعی برای جلوگیری از تابش مستقیم خورشید در فصل گرما
- د - استفاده از سیستم‌های حرارت مرکزی
- هـ - استفاده از انرژی تابشی خورشید در فصل زمستان
- و - استفاده‌ی مستقیم از سوخت‌های فسیلی به‌جای برق حاصل از آن

- ز - استفاده از پمپ‌های حرارتی
- ح - استفاده از رنگ‌های مناسب از نظر جذب حرارت در ساختمان
- ط - استفاده از بادشکن‌ها
- ی - تقسیم‌بندی ساختمان از نظر حرارتی
- ک - بهره‌جستن از نور طبیعی برای روشنایی داخلی در طراحی ساختمان
- ل - دقت در انتخاب شکل و جهت مناسب ساختمان برای اختصاص فضاها در طراحی
- م - بهره‌گیری از تلفیق برخی روش‌های سنتی حفظ انرژی با روش‌های مدرن ساختمان‌سازی
- ن - بالابردن راندمان موتورهای الکتریکی و سایر وسایل برق مصرفی در ساختمان‌ها
- س - رعایت استانداردهای ساختمان‌سازی و لوله‌کشی و نصب تأسیسات سرمایشی و گرمایشی
- ع - ذخیره‌کردن انرژی در مواقعی که نیازی بدان نیست، به منظور استفاده در مواقع دیگر
- ف - استفاده از برخی روش‌های ابتکاری و ساده نظیر ساخت پشت بام‌های استخری
- ص - بناکردن ساختمان‌ها متناسب با خصوصیات جغرافیایی و اقلیمی محل
- ق - استفاده از منابع دیگر انرژی غیر از انرژی فسیلی، از قبیل انرژی باد، خورشید، دریاها، رودخانه‌ها و ...
- ر - طراحی شکل فشرده

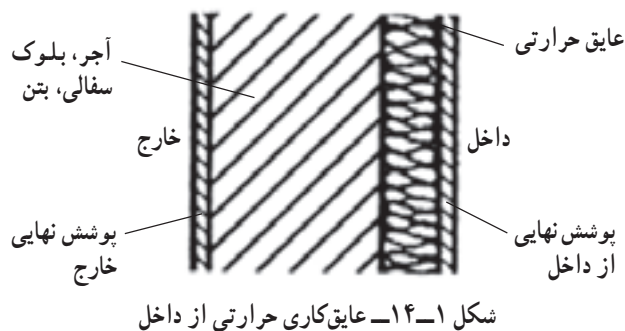
از نظر حرارتی) یک یا چند لایه از مصالح مختلف را مشخص می‌کند و واحد آن مترمربع درجه‌ی کلون بر وات^۲ است.

در این فصل در خصوص استفاده از عایق‌کاری حرارتی دیوارهای خارجی و بازشوهای مناسب و سایه‌بان‌ها توضیح داده می‌شود.

۳-۱۴- روش‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی

عایق‌کاری حرارتی دیوار، سقف و کف به یکی از روش‌های زیر انجام می‌شود:

الف - عایق‌کاری حرارتی از داخل، که با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت داخل دیوار اجرا می‌شود (شکل ۱-۱۴).



۲-۱۴- عایق حرارتی

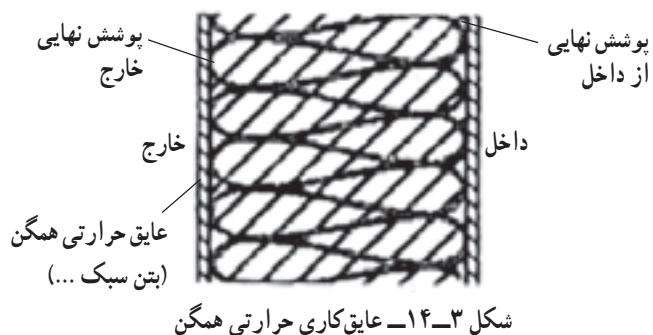
برای جلوگیری از تبادل گرما و سرما بین فضاهای داخلی و خارجی ساختمان در فصول مختلف، و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ضروری است که دیوارهای خارجی بنا عایق حرارتی شود.

طبق تعریف، عایق حرارتی عبارت است از «مصالح یا سیستم ترکیبی که انتقال گرما (یا سرما) از محیطی به محیط دیگر را کاهش می‌دهد و مقاومت حرارتی آن مساوی و یا بیش‌تر از $\frac{m^2K}{W} / 0.5$ است». عایق حرارتی ممکن است توانایی‌های دیگری مانند تحمل بار و صدابندی نیز داشته باشد. مقاومت حرارتی^۱ (R) کمیتی است که قابلیت عایق بودن

^۱ - Thermal resistance

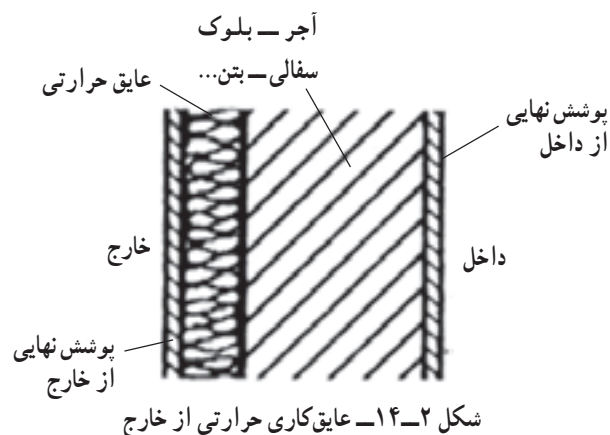
^۲ - مقاومت یک متر مربع از دیوار (به هر ضخامت) را در مقابل عبور گرما (برحسب وات) از آن، در صورتی که اختلاف دمای دو طرف دیوار یک درجه‌ی سانتی‌گراد

باشد مقاومت حرارتی گویند و واحد آن $\frac{m^2K}{W}$ است.

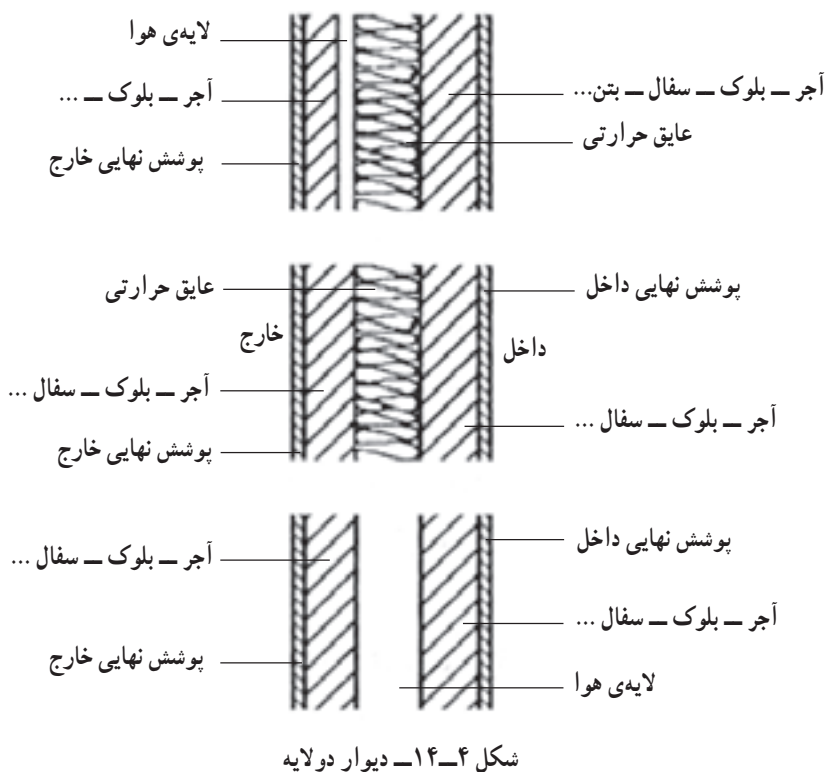


د - ساخت دیوار دو لایه : این دیوار - همان طور که از اسم آن پیداست - تشکیل شده است از دو لایه دیوار با مصالح ساختمانی که بین آنها لایه‌ای از هوا یا عایق و یا هر دو وجود دارد (شکل ۱۴-۴).

ب - عایق کاری حرارتی از خارج، که با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت خارج دیوار انجام می‌گیرد (شکل ۱۴-۲).



ج - عایق کاری حرارتی همگن، که در بخش اعظم ضخامت پوسته‌ی ساختمان، مصالح مصرف شده دارای ویژگی عایق حرارتی می‌باشد (شکل ۱۴-۳).



ب - بازشوها ی غیر شفاف (در و ...)
- در عایق کاری حرارتی بازشوها ی شفاف، معمولاً از شیشه‌ی دو یا سه جداره استفاده می‌شود که لایه‌ی میانی آنها را

۱۴-۴ - بازشوها
بازشوها دو دسته‌اند :
الف - بازشوها ی شفاف (پنجره‌ها و ...)

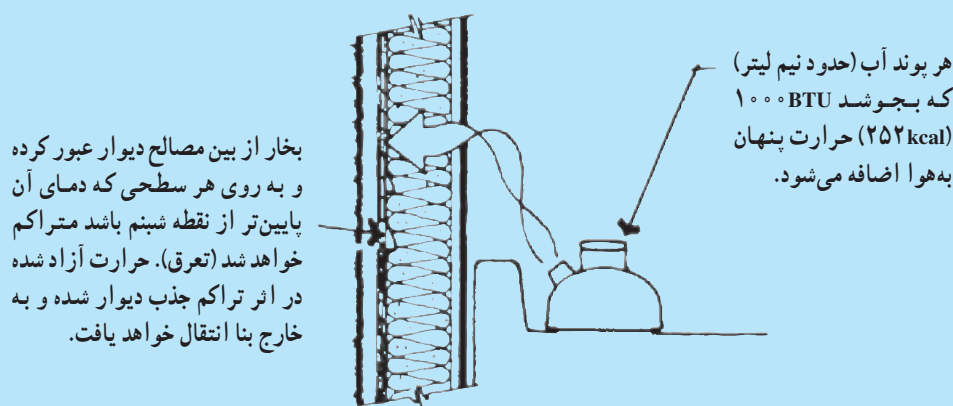
هوای خشک و یا گازهای خنثی تشکیل می‌دهد. ۱-۴-۱۴- سایه بان‌ها: برای جلوگیری از ورود گرما به داخل ساختمان در اثر تشعشع خورشید در فصل گرما (تابستان) معمولاً از مصالحی با مقاومت حرارتی ساخته می‌شوند، مانند در با رویه‌ی چوب و لایه‌ی داخلی از پلی‌اورتان. از در و پنجره و حتی دیوارها از سایه بان‌ها استفاده می‌شود که به صورت افقی و یا عمودی و یا توأم طراحی می‌گردد.

مطالعه آزاد

۱۴-۵- میعان، اثرات و خطرات آن

اگر آب وارد دیوارهای ساختمان و عایق حرارتی شود نه تنها باعث افزایش انتقال حرارت می‌شود بلکه از نظر دوام عناصر ساختمانی و بهداشت در فضاهای داخل نیز مشکل ساز است. اگر یک طرف دیوار سرد و طرف دیگر آن گرم باشد بخار آب موجود هوا در قسمت گرم (مخصوصاً در جاهایی که رطوبت نسبی آن زیاد است) در برخورد با قسمت سرد به مایع تبدیل می‌شود (میعان). در ماه‌های سرد انتقال بخار آب از داخل به خارج و در ماه‌های گرم در جهت عکس انجام می‌گیرد. به روش‌های زیر می‌توان از بروز این پدیده جلوگیری کرد:

- ۱- قراردادن یک لایه‌ی بخاربند در طرف گرم لایه‌ی مذکور؛
- ۲- پیش‌بینی یک لایه‌ی هوا در قسمتی که خطر میعان وجود دارد و هدایت کردن آب احتمالی ناشی از میعان به قسمت خارج و نفوذپذیری مصالح اجازه انتقال بخار آب بین دیوارها، سقف‌ها و غیره را می‌دهد و منجر به کپک‌زدن، پوسیدن و ایجاد خرابی در داخل دیوار گردد (شکل ۵-۱۴).

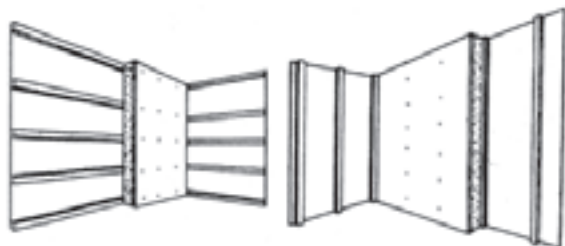


شکل ۵-۱۴- میعان در دیوار

اثرات و خطرات میعان در مواد و مصالح ساختمانی

- الف - تغییرات ابعادی: در صورت چند لایه بودن مصالح، میعان منجر به جدا کردن لایه‌ها از هم می‌شود.
- ب - مصالح ساختمانی: مخصوصاً مواد عایق، مقاومت حرارتی خود را از دست می‌دهند.
- ج - خردشدگی بر اثر یخ‌بندان: در فصول یخ‌بندان در قسمت‌های سرد، خردشدگی موضعی به وجود آمده و به دیوار آسیب وارد می‌کند.
- د - طبله کردن یا ترک خوردن پوشش نهایی
- ه - زنگ‌زدگی و پوسیدگی قسمت‌های فلزی

و - حل شدن و جابه‌جایی نمک‌های موجود در مصالح و پدید آمدن لکه‌ها در نمای ساختمان
 ز - حل شدن مصالح از قبیل گچ و خرابی و جدا شدن لایه‌ی ساخته شده از آن مصالح

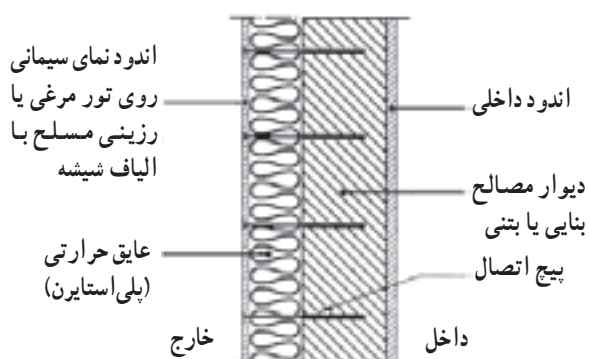


شکل ۸-۱۴ - جزئیات اجرای دیوار با عایق حرارتی داخلی از پلی‌استایرن پیچ شده روی شبکه‌ی چوبی

سپس اجرای نما در این روش به دو طریق زیر انجام می‌گیرد:

الف - یک شبکه‌ی فلزی (رایتس - تور مرغی) روی عایق کار می‌گذارند و آن را با پیچ‌های مخصوص به دیوار محکم کرده و ملات سیمان را بر روی شبکه‌ی فلزی می‌ریزند.

ب - شبکه‌های تشکیل شده از الیاف شیشه را با پیچ‌های معمولاً پلاستیکی از لایه‌ی عایق عبور داده و به دیوار پیچ می‌کنند در نتیجه لایه‌های مختلف تشکیل شده از الیاف شیشه با هم درگیر می‌شوند تا روبه‌ی آن مقاوم شود (شکل ۹-۱۴).



شکل ۹-۱۴ - دیوار با عایق حرارتی خارجی از پلی‌استایرن یا پشم معدنی و نمای اندود ماسه سیمانی

۳-۱۴-۶ - دیوارهای عایق حرارتی همگن

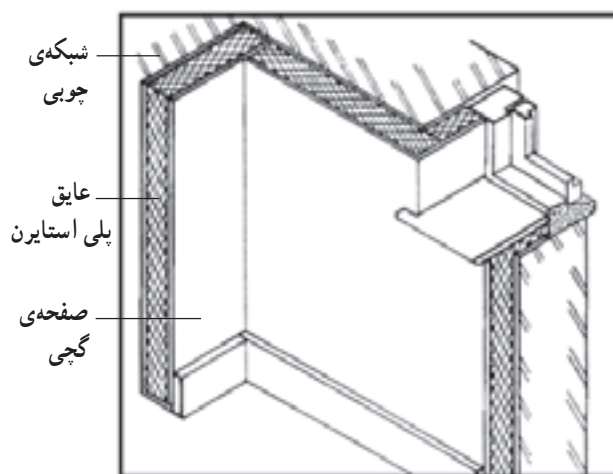
الف - دیوار پیش‌ساخته‌ی صنعتی (ساندویچ پانل):

این نوع دیوار، عبارت است از قطعات بزرگ عایق حرارتی مثل

۶-۱۴-۱ - روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی دیوار

۱-۱۴-۶-۱ - عایق‌کاری حرارتی از داخل:

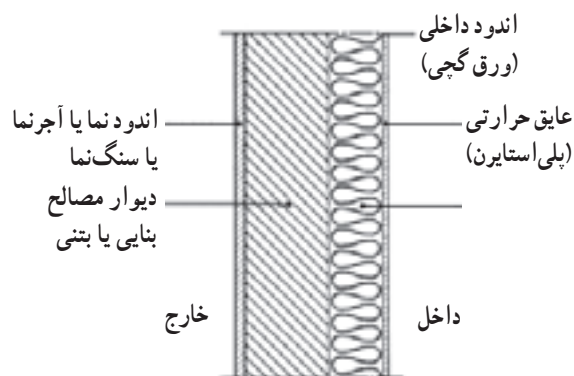
عایق‌کاری حرارتی از داخل معمولاً از قطعاتی استفاده می‌شود که یک طرف آن یک صفحه‌ی گچی و طرف دیگرش پلی‌استایرن است. این قطعات را روی شبکه‌ی چوبی پیچ می‌کنند و با چسب خمیری به دیوار نصب می‌نمایند (شکل ۶-۱۴).



شکل ۶-۱۴ - عایق‌کاری از داخل

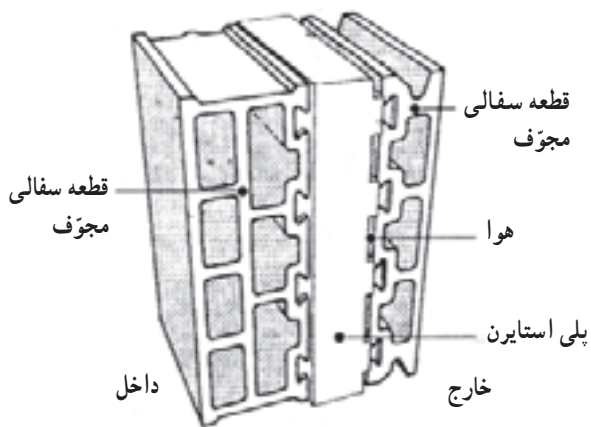
۲-۱۴-۶-۲ - عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج:

این نوع عایق‌کاری بهتر است از موادی استفاده شود که جاذب آب نباشد مثل پلی‌استایرن؛ قطعات پیش‌ساخته‌ی آن را با چسب‌های خمیری مخصوص روی دیوار نصب می‌کنند (شکل‌های ۷-۱۴ و ۸-۱۴).



شکل ۷-۱۴ - دیوار با عایق حرارتی داخلی از پلی‌استایرن

دو قطعه‌ی سفالی دندانه‌دار به صورت پیش‌ساخته قرار می‌دهند (شکل ۱۴-۱۱).

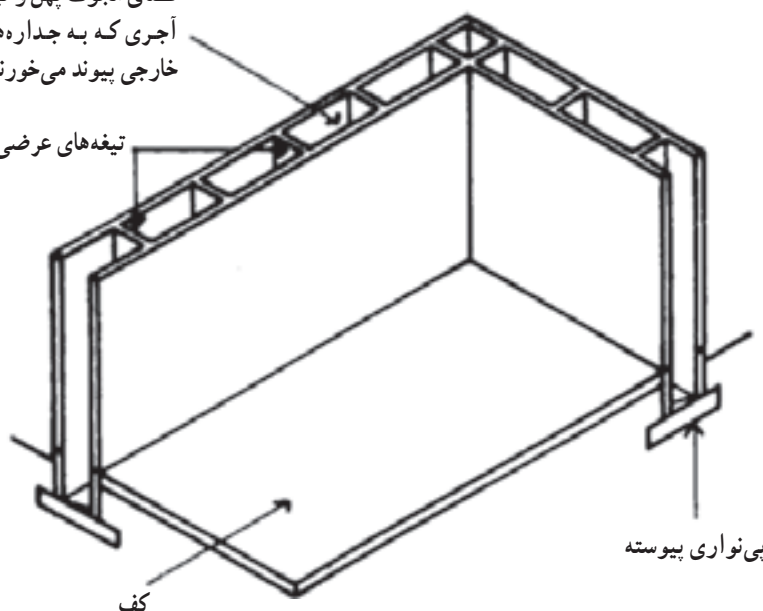


شکل ۱۴-۱۱- نمونه‌ی بلوک مجوف سفالی عایق‌دار

با گنجاندن عایق حرارتی در ساختن دیوارهای پیش‌ساخته به صورت ساندویچی و قرارگرفتن در میان دو لایه بتن، می‌توان پوشش پیش‌ساخته را به عنوان سپری یک پارچه، مقاوم و با دوام در برابر باران و برف به همراه عایق‌بندی صوتی و آتش‌پادی، حرارتی خوب پذیرفت (شکل‌های ۱۴-۱۲ و ۱۴-۱۳).

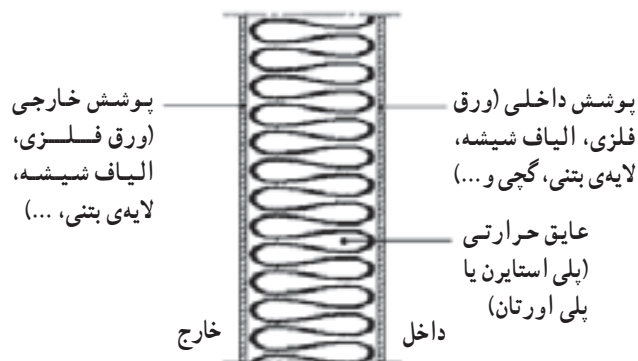
فضای مجوف پهن و تیغه‌های عرضی
آجری که به جداده‌های داخلی و
خارجی پیوند می‌خورند.

تیغه‌های عرضی آجری



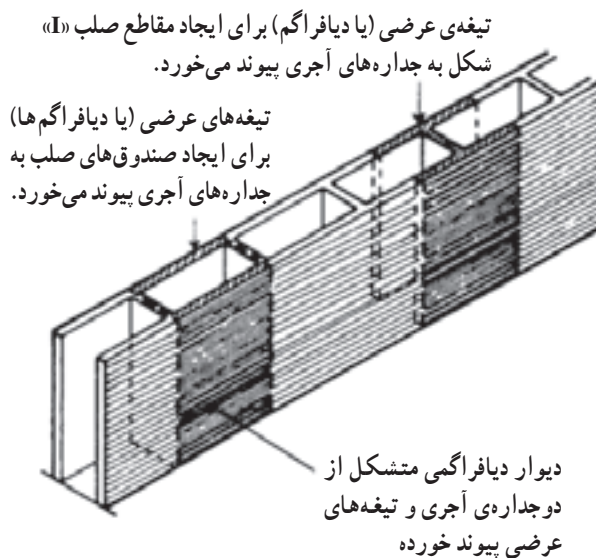
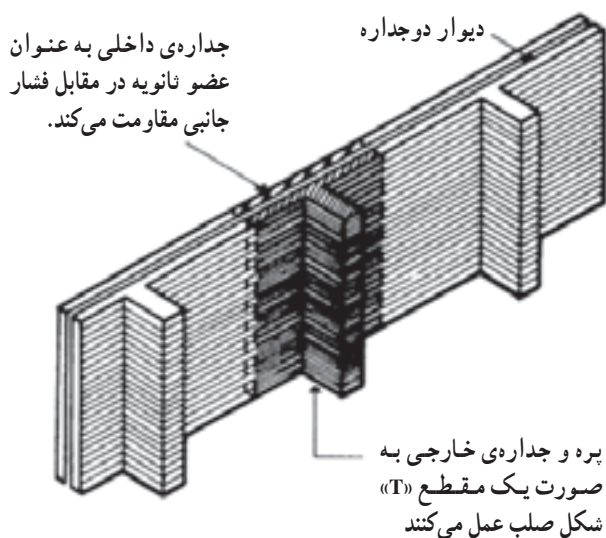
شکل ۱۴-۱۲- ساخت دیوار دیافراگمی

پلی اورتان و یا پلی استایرن که در وسط دو لایه ورق آهن گالوانیزه، آلومینیم، بتن و یا پلاستیک، که با الیاف شیشه (فایبرگلاس) تقویت شده و با کلاف‌بندی جهت مقاومت در برابر نیروهای خارجی قرارگرفته است. در این دیوار آب‌بندی قطعات با هم پوشانی گوشه‌ی قطعات صورت می‌گیرد و نفوذپذیری بخار آب به صفر می‌رسد. جهت سردخانه‌ها، مراکز اداری و... از این دیوار زیاد استفاده می‌شود (شکل ۱۴-۱۰).



شکل ۱۴-۱۰- دیوار ساندویچ پانل صنعتی (پیش‌ساخته)

ب- دیوار با بلوک‌های مجوف سفالی عایق‌دار: در این نوع دیوار عایق حرارتی را، که معمولاً پلی‌استایرن است بین



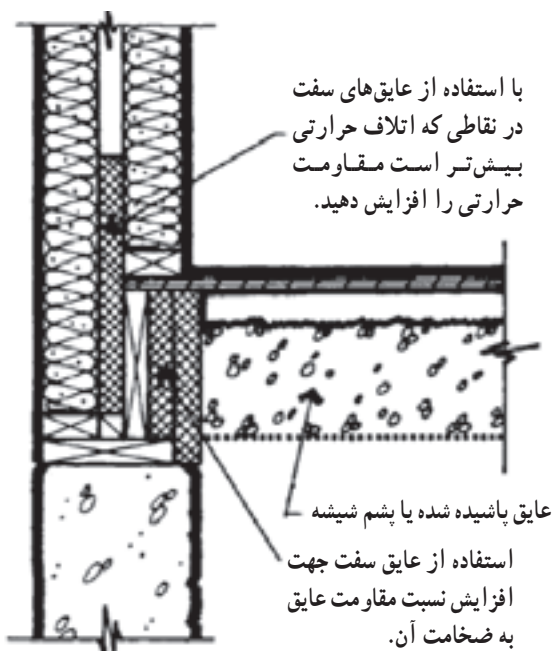
شکل ۱۳-۱۴- دیوار پره‌ای

عایق حرارتی). باید توجه شود که لایه‌ی هوا از ۱۰ سانتی‌متر بیش‌تر نشود، زیرا در این صورت جریان لایه‌ی هوای میانی دیوار سبب افزایش انتقال گرما می‌شود. ضمناً ضروری است در این نوع دیوارها، پیش‌بینی لازم برای دفع آب‌هایی که به لایه‌ی هوا می‌رسد صورت گیرد (شکل‌های ۱۴-۱۴ و ۱۴-۱۵).

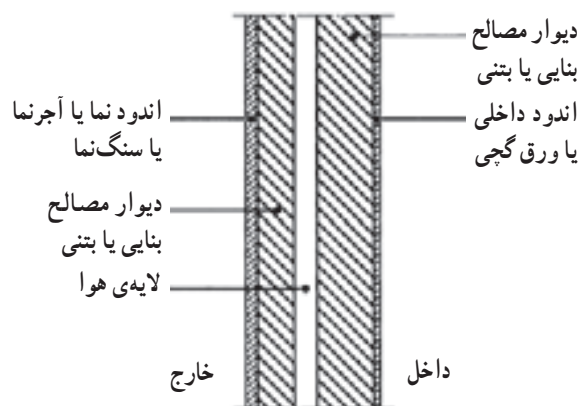
۴-۶-۱۴- دیوار دو لایه

الف- دیوار دو لایه با مصالح بنایی و لایه‌ی میانی

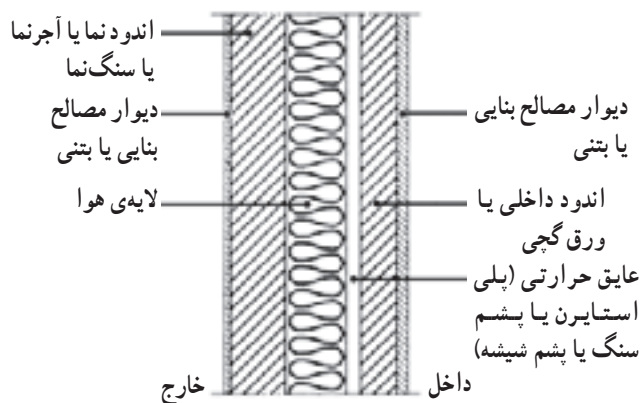
هوا: اگر دیوار از دو لایه مصالح ساختمانی ساخته شود و در وسط آن یک لایه‌ی هوا وجود داشته باشد از انتقال گرما از دیوار به مقدار زیادی کاسته می‌شود (البته نه به اندازه‌ی وجود



شکل ۱۵-۱۴- دیوار دو لایه



شکل ۱۴-۱۴- دیوار دو لایه از مصالح بنایی با یک لایه هوا



شکل ۱۶-۱۴- جزئیات دیوار دو لایه از مصالح بنایی یا بتنی با یک لایه ی عایق حرارتی پلی مری یا معدنی

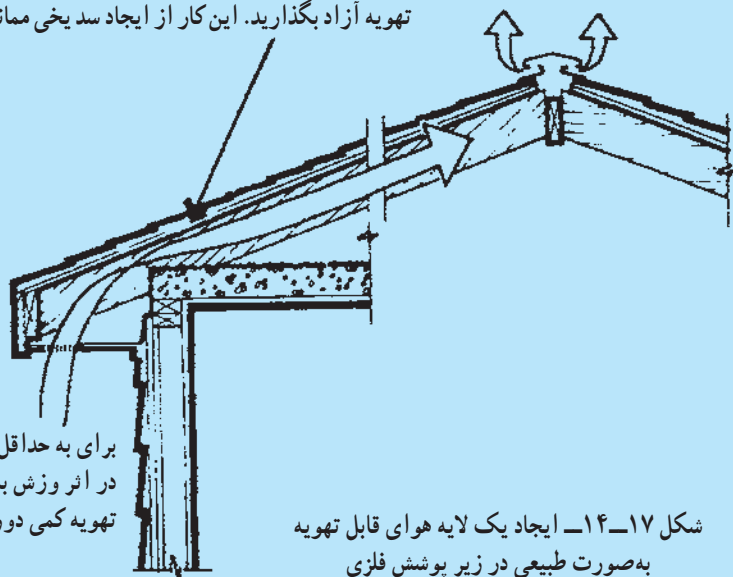
ب- دیوار دو لایه از مصالح بنایی با لایه ی میانی هوا و عایق حرارتی: در این روش پس از ساخت دیوار داخلی، عایق حرارتی به وسیله ی بست های مخصوص، یا شبکه ای از چوب های چهار تراش، به لایه ی داخلی وصل می شود و با فاصله ای کمتر از ۱۰ سانتی متری دیوار خارجی ساخته می شود. البته باید لایه ی خارجی آب بندی پوسته ی^۱ دیوار را تأمین نماید. تا از رسیدن آب به عایق و در نتیجه خرابی جلوگیری شود. اگر عایق حرارتی از مصالح معدنی باشد باید در طرف گرم پیش بینی نصب بخار بند^۲ انجام گیرد (شکل ۱۶-۱۴).

مطالعه آزاد

۱۴-۷- روش های اجرایی عایق کاری حرارتی سقف

۱۴-۷-۱- روش های متداول برای عایق کاری حرارتی سقف شیب دار: اگر ساختمان در منطقه ی گرم و مرطوب واقع باشد در فصول گرم بخار آب در خارج ساختمان بیش تر است و اگر عایق حرارتی در مقابل بخار آب نفوذ پذیر باشد (مثل پشم معدنی) در دو طرف عایق حرارتی بخار بند پیش بینی می شود؛ اما در سایر مناطق در قسمت داخل بخار بند نصب می شود و پیش بینی لازم در مقابل زنگ زدگی قطعات فلزی انجام می گیرد. در سقف های شیب دار اگر در هم پوشانی قطعات پوشش نهایی سقف صحیح انجام گیرد نیازی به عایق رطوبتی ندارد. در ساختمان هایی که پوشش نهایی سقف فلزی است، برای افزایش عمر و کارایی پوشش ها در مقابل میعان و یخ بندان و همچنین انبساط و انقباض، پوشش سقف یک لایه هوای قابل تهویه به صورت طبیعی در زیر پوشش سقف پیش بینی می شود (شکل ۱۷-۱۴).

در بالای لایه ی عایق حرارتی چند سانتی متر فضای باز جهت تهویه آزاد بگذارید. این کار از ایجاد سد یخی ممانعت می کند.



برای به حداقل رساندن نفوذ برف و باران در اثر وزش باد، بهتر است محل دریچه تهویه کمی دورتر از دیوار باشد.

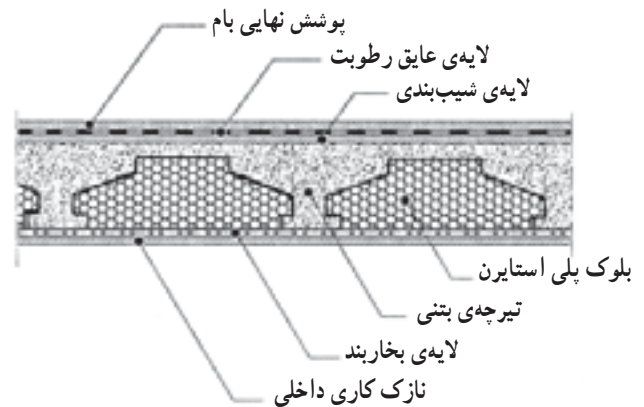
شکل ۱۷-۱۴- ایجاد یک لایه هوای قابل تهویه به صورت طبیعی در زیر پوشش فلزی

۱- دیوار، سقف، کف، باز شو و نظایر آن که یک طرف آن فضای خارج است.

۲- ورق آلومینیم - کاغذ گرافیت و ... که بخار آب و رطوبت نمی تواند از آن عبور کند.

۱۴-۷-۲- عایق کاری حرارتی بام تخت، با تیرچه و

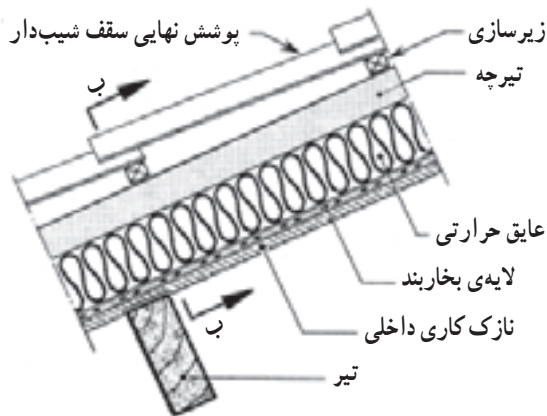
بلوک های پلی استایرن: در این روش، که در اجرای سقف شیب دار سنگین با مواد عایق حرارتی نیز رایج است، در ساخت تیرچه بلوک به جای بلوک های سفالی یا بتنی از بلوک های پلی استایرن استفاده می شود. بعد از اجرای سقف، عایق کاری رطوبتی اجرا شده و با یک لایه ی محافظ تکمیل می شود (شکل ۱۴-۱۸).



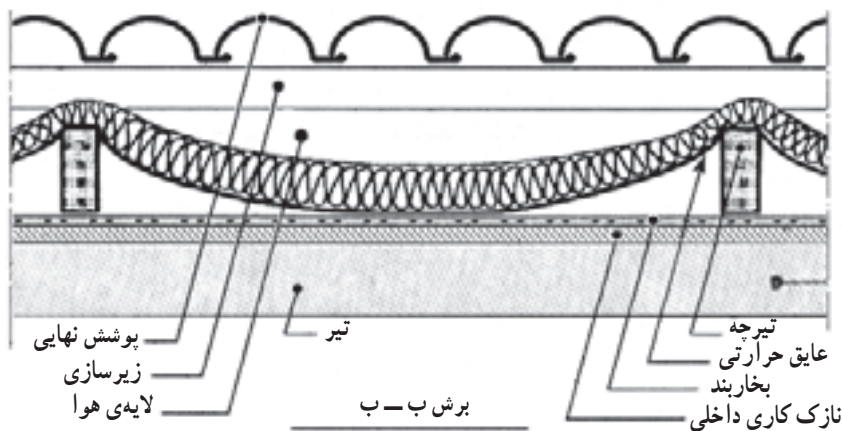
شکل ۱۴-۱۸- بام تخت با تیرچه و بلوک های پلی استایرن

۱۴-۷-۳- عایق کاری حرارتی سقف شیب دار و

روی سازه ی سقف با پشم معدنی: در این نوع عایق کاری، ابتدا عایق پشم معدنی روی تیرها گذاشته شده متصل می گردد و سپس قطعات مربوط به زیرسازی (ترکه کوبی، زوار کوبی و...) پوشش نهایی روی تیرها نصب می شود (شکل های ۱۴-۱۹ و ۱۴-۲۰).



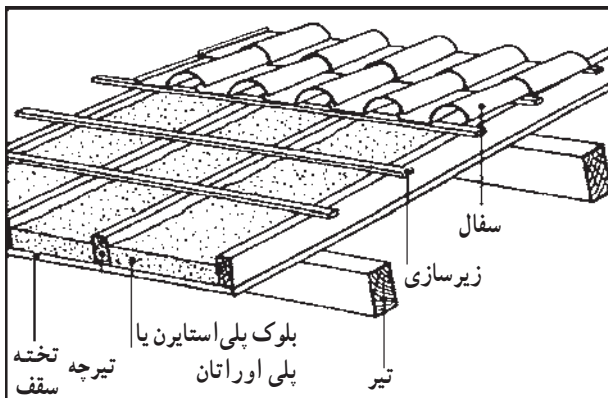
شکل ۱۴-۱۹- مقطع نمونه ی سقف شیب دار با پشم معدنی (به صورت توپی) روی سازه ی سقف



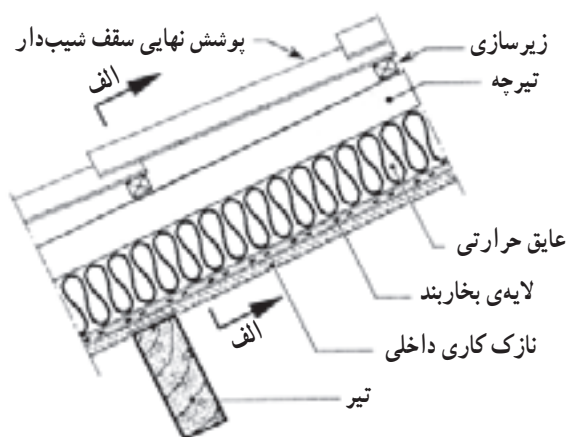
شکل ۱۴-۲۰- مقطع نمونه ی سقف شیب دار با پشم معدنی (به صورت توپی) روی سازه ی سقف

۱۴-۷-۴- عایق کاری سقف شیب دار با عایق

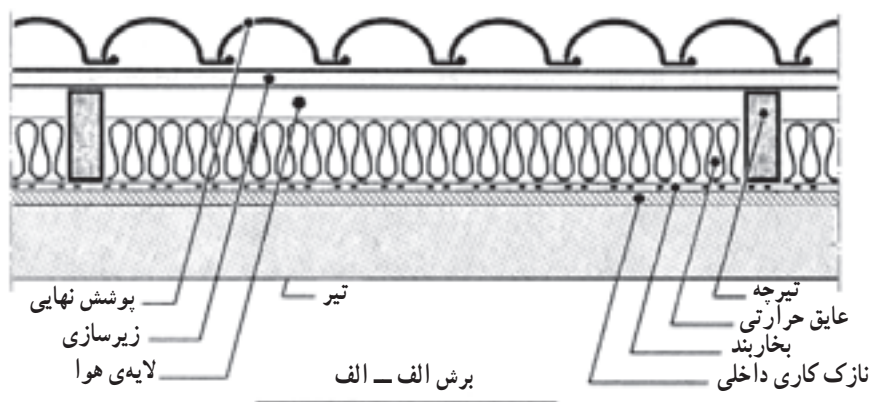
حرارتی در بین تیرچه های سازه ی سقف: در این نوع عایق کاری، پس از اتمام کار پوشش داخلی سقف (لمبه کوبی و یا نصب تخته های چوبی یا گچی) عایق حرارتی تخت و یا توپی (رول) را بر روی آن می گذارند (شکل های ۱۴-۲۱، ۱۴-۲۲ و ۱۴-۲۳).



شکل ۱۴-۲۱- نمونه ی سقف شیب دار با قطعات عایق حرارتی در بین تیرچه های سازه سقف



شکل ۱۴-۲۲- مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با قطعات عایق حرارتی در بین تیرچه‌های سازه‌ی سقف

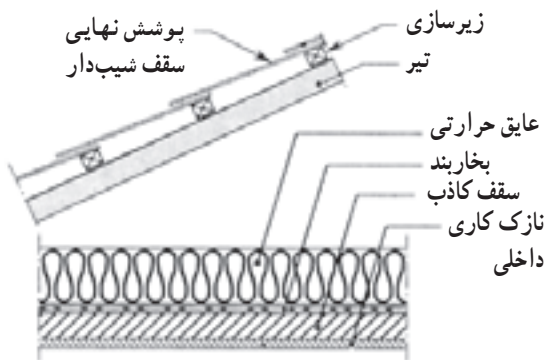


شکل ۱۴-۲۳- مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با قطعات عایق حرارتی در بین تیرچه‌های سازه‌ی سقف

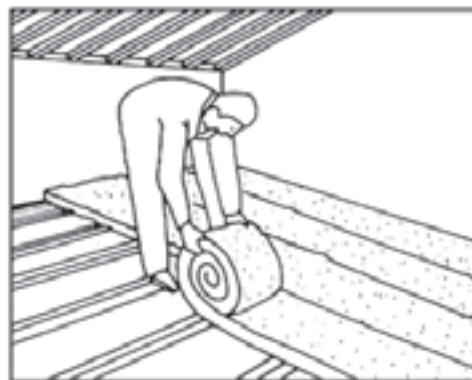
پاشید. همچنین استفاده از عایق حرارتی تویی (رول) که امکان اجرای عایق کاری حرارتی با ضخامت ثابت بر روی سطوح غیرصاف را فراهم می‌سازد رایج است (شکل‌های ۱۴-۲۴ و ۱۴-۲۵).

۱۴-۷-۵- عایق کاری روی سقف کاذب تخت در

سقف شیب‌دار: انجام این روش عایق کاری ساده است و با انواع عایق حرارتی قابل اجرا می‌باشد. می‌توان عایق را به صورت فله‌ای روی سقف کاذب به صورت دستی ریخت و یا با دستگاه



شکل ۱۴-۲۵- مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با عایق حرارتی روی سقف کاذب تخت

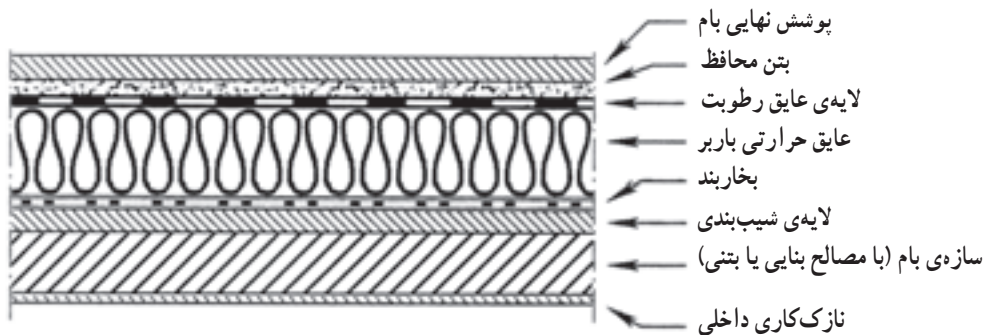


شکل ۱۴-۲۴- نمونه‌ی سقف شیب‌دار با عایق حرارتی روی سقف کاذب تخت

باشد بایستی دقت شود که حرارت ناشی از آن سبب آسیب دیدگی عایق حرارتی نشود. در صورت وجود این خطر از روش عایق کاری رطوبت سرد استفاده گردد (شکل ۱۴-۲۶).

۶-۷-۱۴- عایق کاری حرارتی سقف زیر عایق

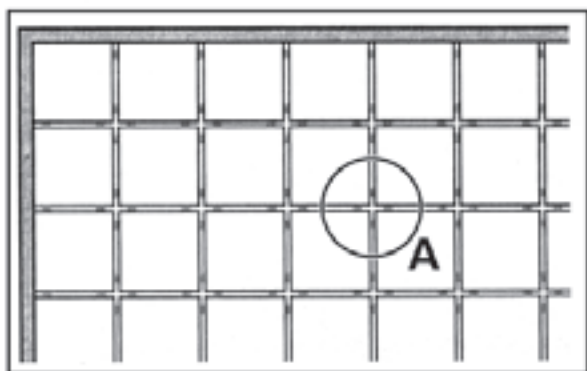
رطوبتی: در این نوع سقف، عایق حرارتی باید از نوع باربر (پلی استایرن سخت، پلی یوزان سخت و ...) باشد. اگر عایق رطوبتی که بر روی عایق حرارتی اجرا می شود گرم (قیروگونی)



شکل ۱۴-۲۶- بام تخت با عایق حرارتی خارجی زیر عایق رطوبتی

۳- روی ورق های پلی استایرن را به ضخامت ۴ سانتی متر شن بادامی شسته (به قطر ۱۵ تا ۱۶ میلی متر) می ریزند. در صورتی که پشت بام کف پوش نشود ضخامت شن بایستی ۸ سانتی متر باشد.

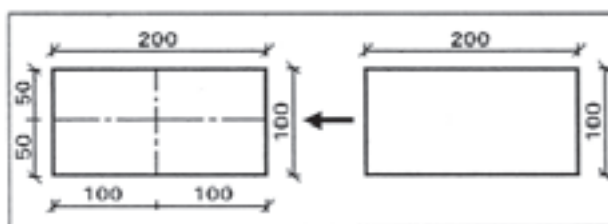
۴- روی شن بادامی به ضخامت ۴ سانتی متر را با درزهای یک سانتی متر کف پوش (موزاییک، بلوک بتنی و ...) می کنند (شکل های ۱۴-۲۹ و ۱۴-۳۰).



شکل ۱۴-۲۹- نحوه ی درز بندی پوشش کف روی بام وارونه

۷-۷-۱۴- عایق کاری حرارتی روی عایق رطوبتی

بام (روش بام وارونه): پس از شیب بندی کردن پشت بام و عایق کاری رطوبتی آن، عایق کاری حرارتی به روش زیر انجام می گیرد: ۱- ورق های عایق (پلی استایرن) را که معمولاً در بازار به ابعاد ۱۰۰×۲۰۰ سانتی متر وجود دارد با اره ی آهن بر دنده ریز به چهار قسمت مطابق شکل ۱۴-۲۷ تقسیم می کنند.

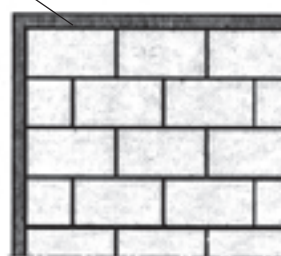


شکل ۱۴-۲۷- تقسیم بندی عایق به قطعه های مساوی

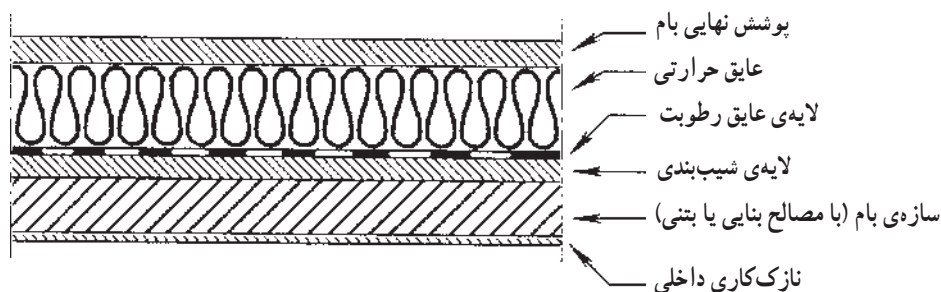
۲- قطعات بریده شده مطابق شکل ۱۴-۲۸ را به صورت

آجرچینی، بدون ملات و خشکه چینی، روی عایق رطوبتی قرار می دهند. ضمناً، قبلاً روی عایق رطوبتی نایلونی می کشند تا پلی استایرن به آن نچسبد.

جان پناه



شکل ۱۴-۲۸- خشکه چینی عایق ها روی عایق رطوبتی در پشت بام



شکل ۳۰-۱۴ بام تخت با عایق حرارتی خارجی روی عایق رطوبتی (بام وارونه)

۸-۱۴ روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی کف

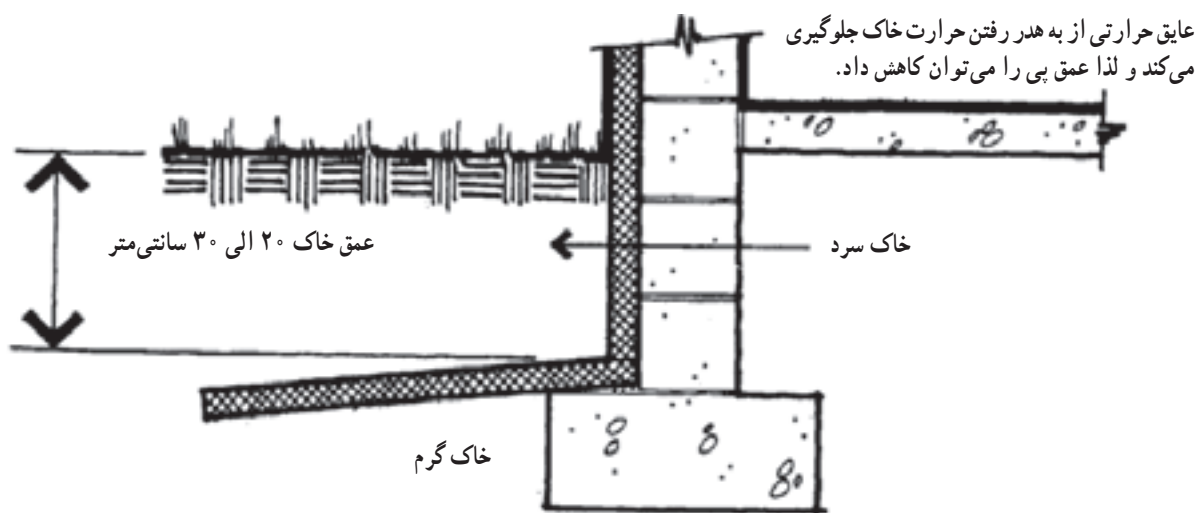
برای جلوگیری از بروز رطوبت در کف، می‌توان روی خاک یک لایه‌ی ۳۰ سانتی‌متری سنگ‌ریزه یا قلوه‌سنگ اضافه کرد. همچنین می‌توان به جای عایق‌کاری تمام کف، طرف دیوارهای خارجی را به عرض یک متر عایق کرد.

اگر عایق کف در مقابل بخار آب نفوذپذیر باشد و کف با هوای آزاد تماس داشته باشد، برای جلوگیری از ورود بخار آب به کف یک لایه بخاربند به سمت بالای عایق اضافه می‌شود.

برای جلوگیری از بالا رفتن رطوبت از طریق پی و دیوار، با یک لایه عایق روی پی نفوذ رطوبت سد می‌شود. سطح پی

معمولاً از کف تمام شده پایین‌تر است. روی پی را با کرسی چینی تا حد زیر کف بالا آورده و سپس روی آن اندود ماسه سیمان می‌کنند تا سطح صاف لازم برای ایزولاسیون به وجود آید، و سپس آن را عایق رطوبتی کرده و دو طرف کرسی چینی اندود شده و عایق پایین آورده می‌شود تا اتصال لایه‌ی عایق مجاور ممکن باشد و احتمال نفوذ آب از بین برود.

می‌توان عایق حرارتی را در مجاورت کرسی چینی و به صورت افقی نصب نمود. با اجرای صحیح این کار عمق نفوذ یخبندان در خاک کاهش می‌یابد و می‌توان کف پی را بالاتر از سطح طبیعی یخبندان قرار داد (شکل ۳۱-۱۴).

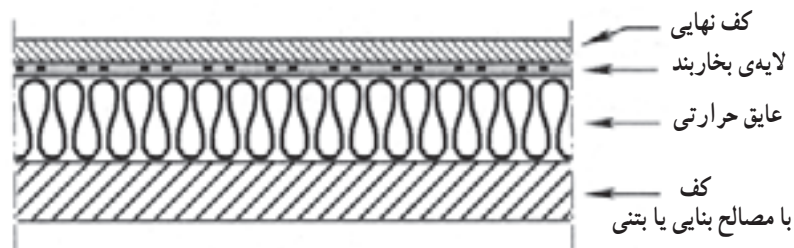


شکل ۳۱-۱۴ عایق‌کاری حرارتی کف

۱-۸-۱۴ عایق‌کاری حرارتی کف از داخل: در

این روش فقط کف نهایی روی عایق حرارتی اجرا می‌شود و در صورتی که عایق حرارتی نفوذپذیر بخار آب باشد و لایه‌ی بخاربند (مانند روکش گرافیت یا آلومینیم) نداشته باشد و کف‌سازی با بتن

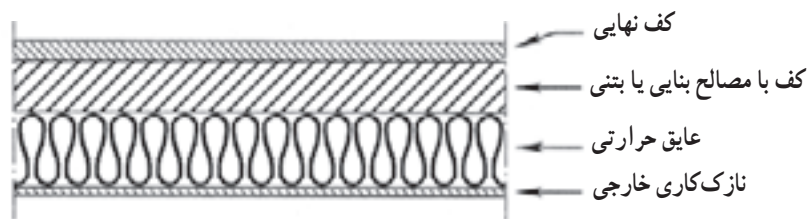
باشد، برای جلوگیری از نفوذ شیره‌ی بتن به عایق حرارتی، استفاده از یک لایه‌ی محافظ پلی‌پروپیلن با ضخامت حداقل ۱۰ میکرون مناسب است (شکل ۳۲-۱۴).



شکل ۱۴-۳۲- عایق حرارتی از داخل زیر کف نهایی

در کف قالب باید با استفاده از قطعات پلاستیکی یا فلزی، اتصال عایق حرارتی به بتن تقویت شود (شکل ۱۴-۳۳).

۱۴-۸-۲- عایق کاری حرارتی کف از خارج: در این نوع عایق کاری می توان از صفحات ساخته شده از تراشه ی چوب و پلی استایرن استفاده کرد. در صورت کار گذاشتن عایق



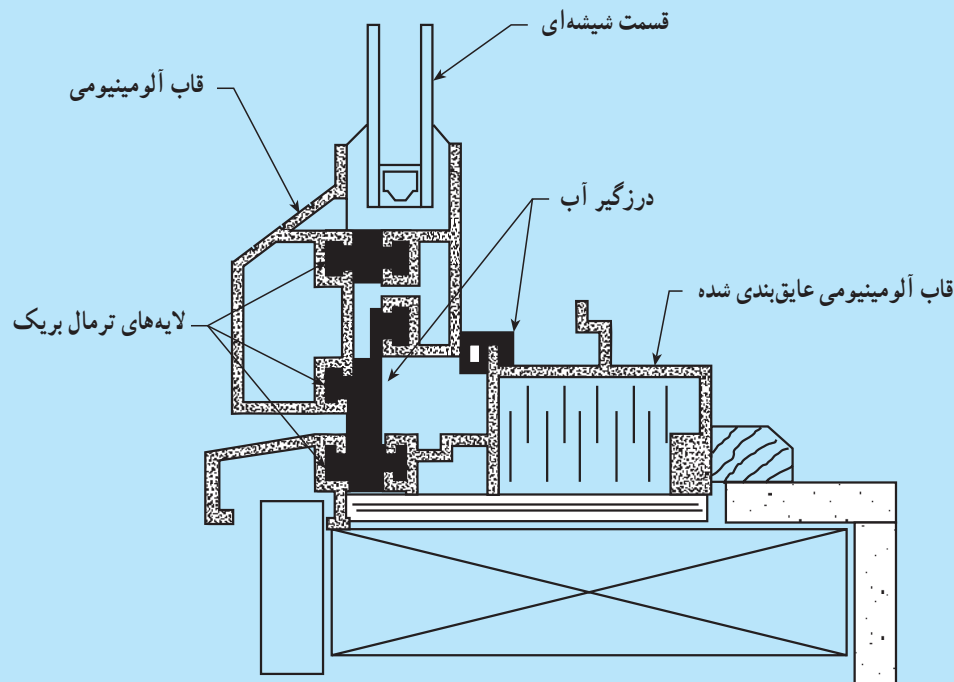
شکل ۱۴-۳۳- حالتی که نفوذپذیری بخار آب لایه های خارجی جدار زیاد است

مطالعه آزاد

۱۴-۹- روش های اجرایی عایق کاری حرارتی باز شوها

در هنگام ساخت پنجره و انتخاب ابعاد، شکل و جنس آن، ضمن این که باید نورگیری، آفتاب گیری و نیازهای دید و منظر و زیبایی مورد توجه قرار گیرد برای صرفه جویی انرژی نیز رعایت نکات زیر لازم است:

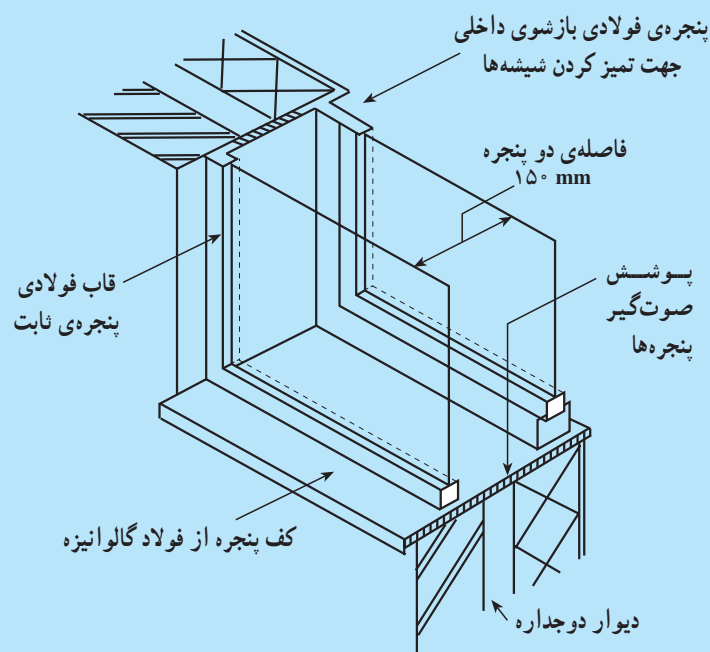
- ۱- کم بودن ابعاد پنجره
 - ۲- انتخاب مناسب جنس مصالح مصرفی از قبیل نوع شیشه و قاب آن
 - ۳- درزبندی جهت مقابله با تغییرات جوّی و جلوگیری از نشت هوا
 - ۴- استفاده از پرده یا پوشش های جوّی
 - ۵- محل قرارگیری نسبت به ضخامت و موقعیت دیوار بیرون از پنجره
 - ۶- دو یا سه جداره کردن شیشه ها به فاصله ی ۱۵ تا ۱۶ میلی متر با فریم هوا بند
 - ۷- استفاده از رنگ روشن منعکس کننده ی نور REF جهت کنترل تشعشعات elective.
 - ۸- سیستم هواگیری و تخلیه ی هوا در پنجره ها
 - ۹- سیستم تخلیه ی آب پنجره جهت جلوگیری از زنگ زدگی و پوسیدگی
- در طراحی پنجره باید وضعیت اقلیمی (باد و باران، رطوبت هوا و ...)، انتقال حرارت و پرودت، انتقال نور، میزان کنترل گرمایی، تهویه و تعرق داخل پنجره مد نظر قرار گیرد (شکل ۱۴-۳۴).
- درزبندی عایق ها به منظور جلوگیری از تلفات حرارتی حائز اهمیت است. قطعات نرمی که جهت هوا بندی در فصل مشترک قسمت های ثابت و متحرک استفاده می شود باید در مقابل یخ بندان، اشعه ی ماورای بنفش و دیگر عوامل مخرب محیطی مقاوم باشد.



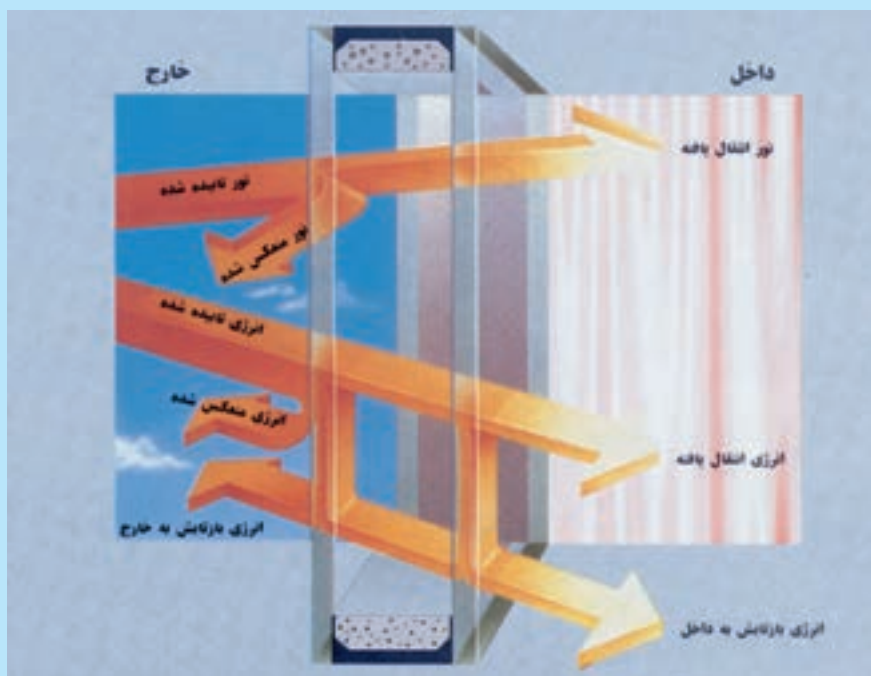
شکل ۱۴-۳۴- تصویر شماتیکی از یک پنجره با سیستم گرمابند

۱-۹-۱۴- بازشوهای شفاف

الف- عایق کاری قسمت‌های شفاف: رایج‌ترین روش عایق کاری قسمت‌های شفاف استفاده از شیشه‌های دو یا سه جداره است. فاصله‌ی بین جدارها حداکثر ۲۰ میلی متر است و بین لایه‌ها را با هوا یا گاز خنثی پرمی کنند. اگر بین دو جدار از هوا پر شود برای جلوگیری از میعان، پروفیل‌های فاصل با مواد جاذب رطوبت قرار می‌دهند و شیشه‌ها را آب‌بندی و هوابندی می‌کنند تا گازهای داخل به بیرون و رطوبت هوا به جدارها منتقل نشود و تلفات حرارتی نیز کاهش یابد (شکل ۱۴-۳۵ و ۱۴-۳۶).



شکل ۱۴-۳۵- پنجره با شیشه‌ی دوجداره



شکل ۳۶-۱۴- انعکاس و عبور انرژی تابشی از شیشه

مزایای شیشه‌های دوجداره

۱- عایق حرارتی: با استفاده از شیشه‌های دوجداره، بسته به ضخامت، رنگ و نوع اکسید فلزی که بر روی شیشه پوشش داده می‌شود می‌توان میزان انرژی تابشی انتقال یافته به داخل ساختمان را به (یک پنجم) مقدار انرژی‌ای که از طریق شیشه‌ی ساده به داخل ساختمان منتقل می‌شود کاهش داد. به علاوه با دو جداره کردن شیشه‌ها ضریب انتقال حرارت کل شیشه به یک سوم مقدار آن در حالت ساده کاهش می‌یابد در نتیجه چه در گرما و چه در سرما به طور قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌ی برق صرفه جویی خواهد شد (شکل ۳۶-۱۴).



شکل ۳۷-۱۴- دسترسی به عایق حرارتی و صدا و داشتن ایمنی و محافظت از اشعه‌ی ماورای بنفش با دو جداره کردن شیشه و اکسید فلز روی آن

۲- عایق صدا: شیشه‌های دوجداره عایق بسیار مناسب صدا بوده به نحوی که با استفاده از آن‌ها می‌توان تا ۶۰٪ از انتقال سروصدا به داخل ساختمان جلوگیری به عمل آورد. این مزیت در شهرهای بزرگ بیش‌تر محسوس می‌شود و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۳- ایمنی: با دوجداره کردن شیشه‌ها در مقایسه با شیشه‌ی ساده مقاومت مکانیکی شیشه تا چندین برابر در مقابل نیروهای ضربه‌ای و همچنین نیروهای وارده به شیشه ناشی از زلزله افزایش می‌یابد.

۴- محافظت از اشعه‌ی ماورای بنفش: میزان انتقال زیان بخش ماورای بنفش به داخل ساختمان از طریق یک شیشه‌ی ساده در حدود ۸۰٪ است در حالی که با دو جداره کردن شیشه‌ها بسته به رنگ و نوع اکسید فلزی پوشش داده شده می‌توان میزان انتقال این اشعه‌ی زیان بخش را به ۵٪ کاهش داد (شکل ۳۷-۱۴).

کار گذاشتن عایق حرارتی در داخل آن کاهش داد (شکل ۳۸-۱۴).
با نصب نوارهای هوا بند در اطراف چهارچوب از نفوذ هوای مطلوب
داخل به بیرون و در نتیجه تلفات حرارتی کاست.

۱۴-۱- سایه بان ها

در مناطقی که نیاز به انرژی سرمایی زیاد می باشد (مناطق
گرم سیر) اگر بر روی پنجره ها حتی دیوارها سایه بان مناسب پیش بینی
نشود در اوقات گرم سال ضمن طاق فرسا بودن دمای داخل، بار
برودتی ساختمان نیز افزایش می یابد، لذا باید روی پنجره هایی که
بر روی آن ها در فصل گرما آفتاب می افتد سایه بان افقی و عمودی
با عمق مناسب کار گذاشته شود. منظور از عمق مناسب آن است
که در فصل گرما آفتاب به داخل نیفتد و در فصل سرما استفاده
از گرمای تابشی خورشید به داخل فراهم شود (شکل ۳۹-۱۴).
در مناطق سردسیر و پنجره هایی که آفتاب گیر نیست نیازی
به سایه بان نمی باشد.
سایه بان دو نوع است: افقی و عمودی.

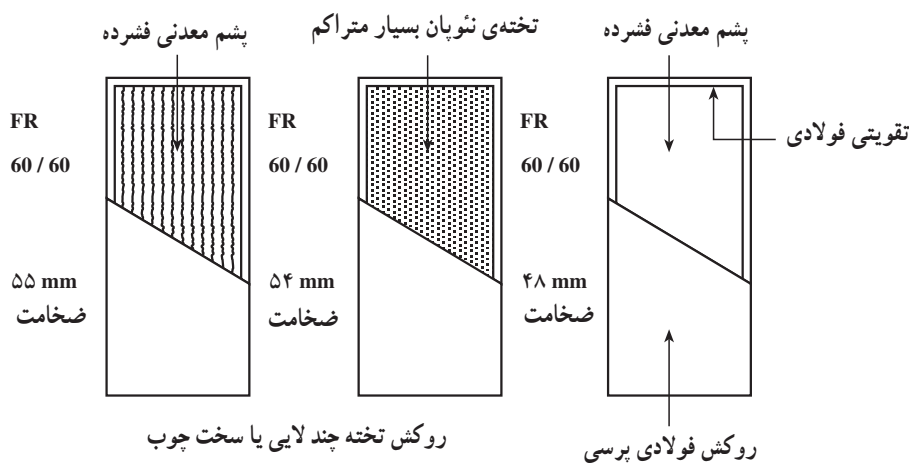
ب- عایق کاری حرارتی قاب ها - با استفاده از عایق

حرارتی: در ساختن قاب ها می توان تلفات حرارتی را کاهش داد.
در ساخت پروفیل های فلزی (مخصوصاً از جنس آلومینیم) می توان
با اتصال آن به اسکلت ساختمان یک قسمت عایق پروفیل چوبی یا
پلاستیکی بین آن ها نصب کرد تا تلفات حرارتی کاهش یابد.

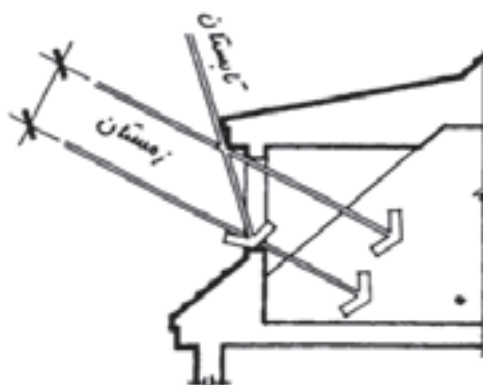
البته از نظر تلفات حرارتی پنجره های آلومینیمی مناسب
نیست بلکه پنجره های چوبی بهتر است. به علاوه، پنجره های با قاب
رینیل و فایبرگلاس عالی محسوب می شوند.

۱۴-۹-۲ عایق کاری حرارتی باز شوهای غیر شفاف:

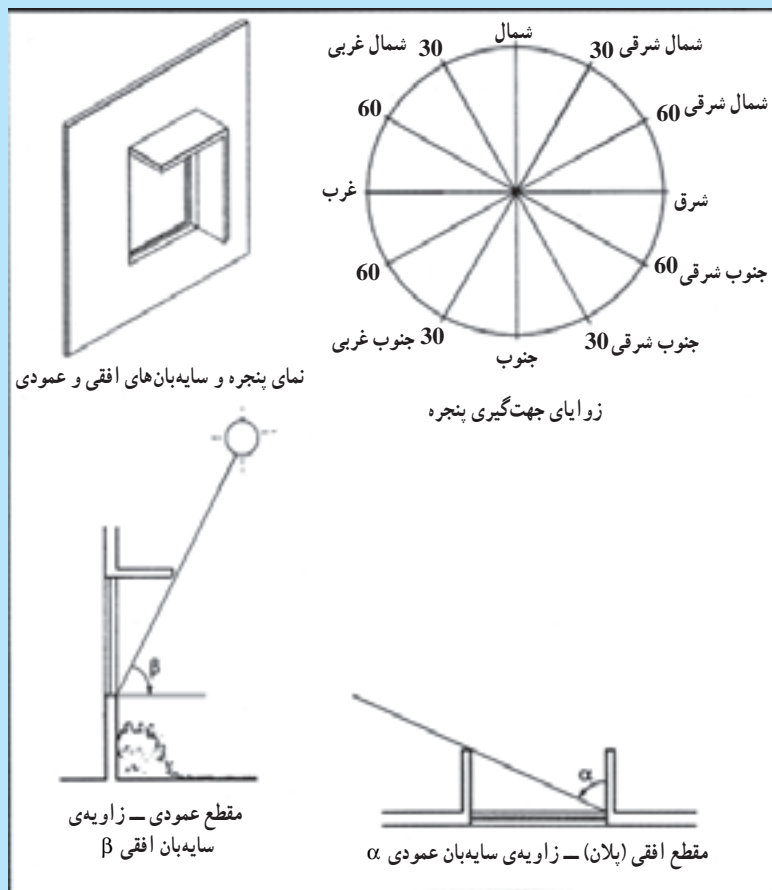
در درهای فلزی، مخصوصاً درهای آلومینیمی، چون مقاومت
حرارتی آن ها بسیار پایین است، در صورتی که دو طرف درب اختلاف
دما داشته باشند تلفات حرارتی زیادی دارند از این رو بهتر است از
درهای پی وی سی (که اخیراً رایج شده است) و چوبی که شرایط
حرارتی قابل قبولی دارند استفاده شود. ضمناً می توان جهت افزایش
مقاومت حرارتی در، بین دولایه ی در عایق پلی اورتان یا ... تزریق
نمود (شکل ۳۸-۱۴). که تلفات حرارتی درها را می توان با



شکل ۳۸-۱۴- در میان پر با انواع عایق های حرارتی



شکل ۳۹-۱۴- سایه بان سبب می شود در تابستان آفتاب به داخل نتابد



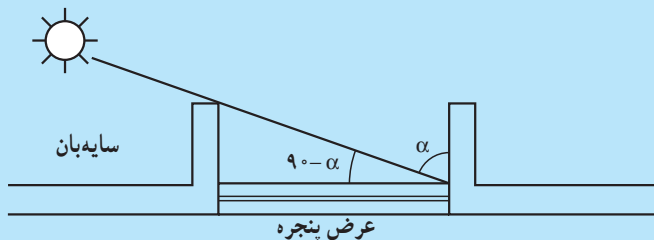
شکل ۴-۱۴- زاویه‌ی سایه‌بان (افقی α و عمودی β) و زوایای جهت پنجره

جدول ۱ - زاویه سایه بان (افقی α و عمودی β) بر حسب موقعیت جغرافیایی ساختمان و جهت گیری پنجره

عرض جغرافیایی	۲۵°		۲۷°		۲۹°		۳۱°		۳۳°		۳۵°		۳۷°	
	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی
نوع سایه بان	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°	۶۰°
جنوبی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
شمالی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
شرقی	متحرک	متحرک	متحرک	۳۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°	۴۵°
غربی	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک	متحرک
۳۰° شمال شرقی	-	-	-	۴۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°	۵۵°
۶۰° شمال شرقی	-	-	-	متحرک	۴۰°	-	۴۵°	۲۵°	۵۰°	۳۰°	۵۵°	۳۵°	۵۵°	۴۰°
۳۰° جنوب شرقی	۴۵°	-	۵۰°	-	۵۵°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-
۶۰° جنوب شرقی	-	متحرک	۴۰°	۲۰°	۴۰°	-	۴۵°	-	۴۵°	-	۴۵°	-	۵۵°	-
۳۰° شمال غربی	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۵°	-	۴۵°
۶۰° شمال غربی	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک
۳۰° جنوب غربی	۴۰°	۴۰°	۵۰°	۳۰°	۵۰°	۳۰°	۵۰°	۳۰°	۵۰°	۳۰°	۵۰°	۳۰°	۵۰°	۴۰°
۶۰° جنوب غربی	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک

جهت گیری پنجره

مثال — ساختمانی در تهران، با عرض جغرافیایی 37° درجه، واقع است. در صورتی که ارتفاع پنجره‌ای $0.8/1$ متر و طول آن $1/2$ متر باشد و بخواهیم در فصل تابستان آفتاب به پنجره تنابد عمق یا حاشیه‌ی سایه‌بان افقی و عمودی پنجره‌ی جنوبی و شمالی چه قدر باید باشد؟
حل: از روی جدول زیر با عرض جغرافیایی 37° زاویه‌ی تابش افقی و عمودی را می‌نویسیم:



37°		عرض جغرافیایی
عمودی	افقی	نوع سایه بان
—	6°	جنوبی
75° در غرب پنجره	—	شمالی

شکل ۴۱-۱۴ پلان سایه بان عمودی

الف — سایه بان عمودی

- ۱- سایه بان عمودی پنجره‌ی جنوبی — با توجه به نوع سایه بان (عمودی) و جهت دیوار (جنوبی) و عرض جغرافیایی (37° درجه) [سطر اول و ستون آخر جدول ۱] پنجره‌ی جنوبی نیازی به سایه بان عمودی ندارد.
- ۲- سایه بان عمودی پنجره‌ی شمالی — با توجه به نوع سایه بان (عمودی) و جهت دیوار (شمالی) و عرض جغرافیایی (37° درجه) [سطر دوم و ستون آخر، زاویه β برابر 75° در طرف غرب پنجره می‌باشد] (جدول ۱)

$$\text{حاشیه‌ی سایه بان} = \frac{\text{عرض پنجره}}{\text{tg}(90 - \beta)}$$

$$\text{عمق سایه بان} = \text{tg}(90 - \beta) (\text{عرض پنجره}) = \text{tg}(90 - 75) (1/2) = 0.27 \times 1/2 = 32 \text{ cm}$$

عمق سایه بان ۳۲ سانتی متر در ضلع غربی

ب — سایه بان افقی

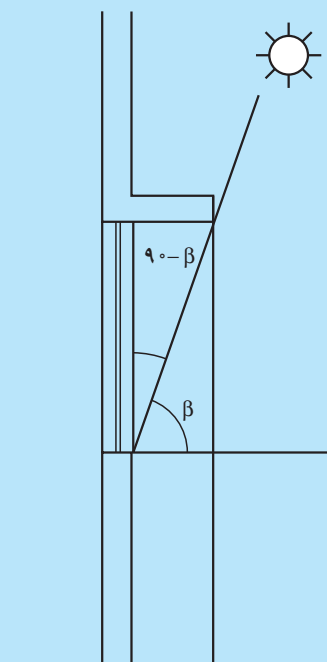
- ۱- سایه بان افقی پنجره‌ی جنوبی — با توجه به جهت گیری پنجره (جنوبی) و عرض جغرافیایی (37° درجه) و نوع سایه بان (افقی) [سطر اول و ستون ماقبل آخر] زاویه‌ی α برابر 6° درجه می‌باشد (جدول ۱).

$$\text{حاشیه (عمق) سایه بان} = \frac{\text{ارتفاع پنجره}}{\text{tg}(90 - \alpha)}$$

$$\text{حاشیه (عمق) سایه بان} = 46 \text{ سانتی متر} \Rightarrow \text{ارتفاع پنجره} = \text{tg}(90 - 60) \times 0.8 = \text{tg} 30^\circ \times 0.8 = 0.46 \text{ m}$$

$$\text{حاشیه (عمق) سایه بان} = \text{tg}(90 - \alpha)$$

- ۲- سایه بان افقی پنجره‌ی شمالی — با توجه به جهت گیری پنجره (در دیوار جنوبی) و عرض جغرافیایی (37°) و نوع سایه بان (افقی) [سطر دوم (شمالی) و ستون ماقبل آخر (افقی)] زاویه α خط تیره می‌باشد (جدول ۱) پس پنجره‌ی شمالی نیاز به سایه بان افقی ندارد.



شکل ۴۲-۱۴ سایه بان افقی