فصل چهاردهم

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از پایان این فصل :

۱ــ راه‌های مختلف صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان را توضیح دهد.

۲ــ عایق حرارتی را تعریف کند.

۳ــ روش‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی را شرح دهد.

۴ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی دیوار را توضیح دهد.

۵ــ میعان، اثرات و خطرات آن را توضیح دهد.

۶ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری سقف را توضیح دهد.

۷ــ روش‌های اجرایی عایق کاری کف را توضیح دهد.

۸ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری بازشوها را توضیح دهد.

۹ــ روش‌های اجرایی سایه‌بان‌ها را توضیح دهد.

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

۱۴ــ صرفه‌جویی در مصرف انرژی

مقدمه

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 علاوه بر تأمین آسایش ساکنان، ۵۰ تا ۸۵٪ نیز در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرد. در این راستا مقررات ملی ساختمان، در مبحث ۱۹ و راهنمای آن، دستورالعمل‌هایی صادر کرده است که رعایت آن الزامی است.

مطالعه آزاد

۱ــ۱۴ــ راه‌های مختلف صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

الف ــ استفاده از انواع عایق‌های حرارتی در جداره‌های ساختمان

ب ــ استفاده از درها و پنجره‌های مناسب، از نظر کاهش مصرف انرژی

ج ــ استفاده از سایه‌ی طبیعی و مصنوعی برای جلوگیری از تابش مستقیم خورشید در فصل گرما

د ــ استفاده از سیستم‌های حرارت مرکزی

هـ ــ استفاده از انرژی تابشی خورشید در فصل زمستان

و ــ استفاده‌ی مستقیم از سوخت‌های فسیلی به‌جای برق حاصل از آن

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

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

۲ــ۱۴ــ 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 دیواره‌های خارجی بنا عایق حرارتی شود.

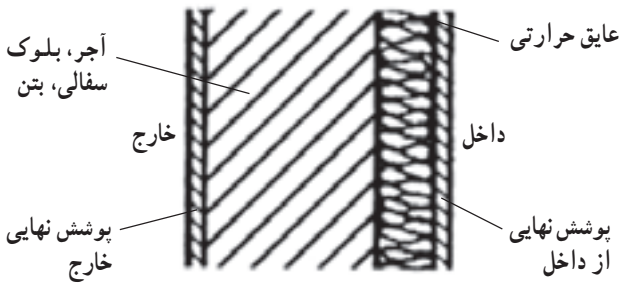
طبق تعریف، عایق حرارتی عبارت است از «مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما (یا سرما) از محیطی به محیط دیگر را کاهش می‌دهد و مقاومت حرارتی آن مساوی و یا بیش‌تر از $۰/۵ \frac{m^۲K}{W}$ است.» عایق حرارتی ممکن است توانایی‌های دیگری مانند تحمل بار و صدابندی نیز داشته باشد.

مقاومت حرارتی[۱] (R) کمیتی است که قابلیت عایق بودن (از نظر حرارتی) یک یا چند لایه از مصالح مختلف را مشخص می‌کند و واحد آن مترمربع درجه‌ی کلوین بر وات[۲] است.

۳ــ۱۴ــ روش‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی

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

الف ــ عایق‌کاری حرارتی از داخل، که با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت داخل دیوار اجرا می‌شود (شکل ۱ــ۱۴).

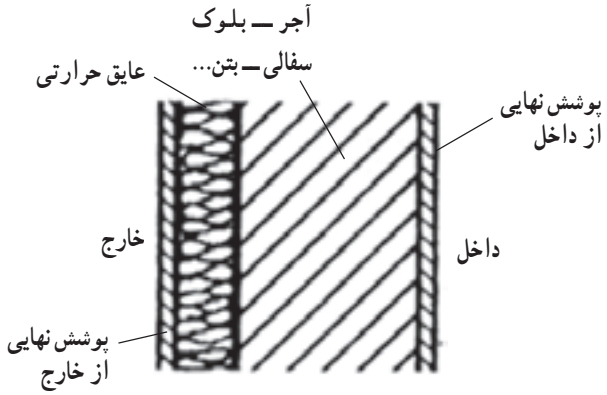


شکل ۱ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی از داخل

۱ــ Thermal resistance

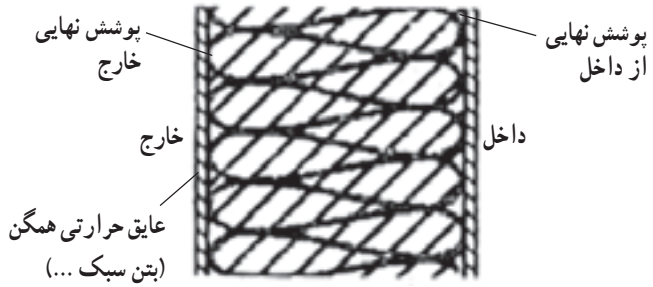
۲ــ مقاومت یک متر مربع از دیوار (به هر ضخامت) را در مقابل عبور گرما (برحسب وات) از آن، در صورتی که اختلاف دمای دو طرف دیوار یک درجه‌ی سانتی‌گراد باشد مقاومت حرارتی گویند و واحد آن $\frac{m^۲K}{W}$ است.

ب ــ عایق‌کاری حرارتی از خارج، که با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت خارج دیوار انجام می‌گیرد (شکل ۲ــ۱۴).



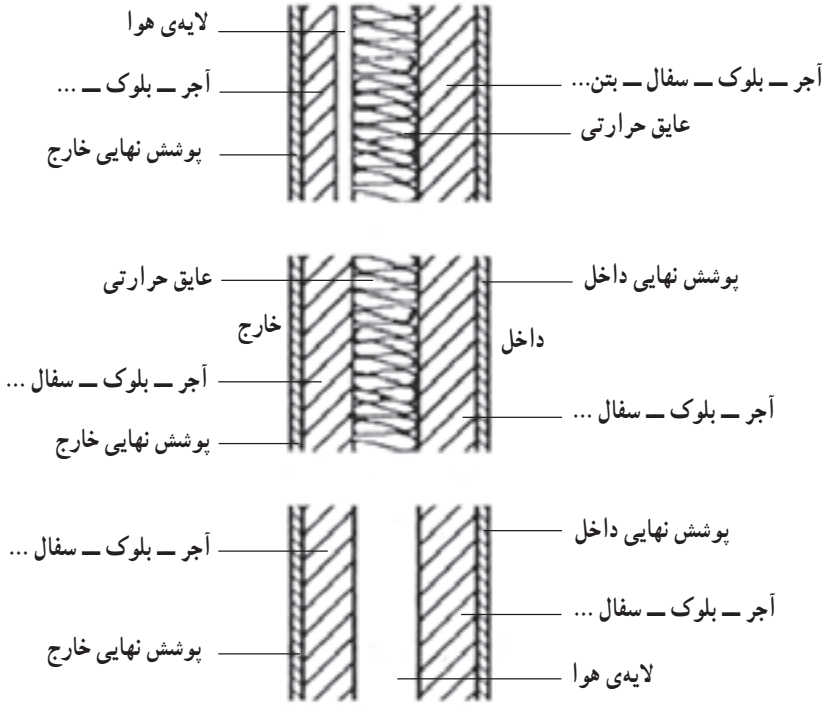
شکل ۲ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی از خارج

ج ــ عایق‌کاری حرارتی همگن، که در بخش اعظم ضخامت پوسته‌ی ساختمان، مصالح مصرف شده دارای ویژگی عایق حرارتی می‌باشد (شکل ۳ــ۱۴).



شکل ۳ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی همگن

د ــ ساخت دیوار دو لایه : این دیوار ــ همان طور که از اسم آن پیداست ــ 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 ۴ــ۱۴).



شکل ۴ــ۱۴ــ دیوار دو لایه

۴ــ۱۴ــ بازشوها

بازشوها دو دسته‌اند :

الف ــ بازشوهای شفاف (پنجره‌ها و ...)

ب ــ بازشوهای غیر شفاف (در و ...)

ــ در عایق‌کاری حرارتیِ بازشوهای شفاف، معمولاً از شیشه‌ی دو یا سه جداره استفاده می‌شود که لایه‌ی میانی آن‌ها را

هوای خشک و یا گازهای خنثی تشکیل می‌دهد.

ــ در عایق‌کاری حرارتی بازشوهای غیرشفاف، بازشوها معمولاً از مصالحی با مقاومت حرارتی ساخته می‌شوند، مانند در با رویه‌ی چوب و لایه‌ی داخلی از پلی‌اورتان.

۱ــ۴ــ۱۴ــ سایه‌بان‌ها: برای جلوگیری از ورود گرما به داخل ساختمان در اثر تشعشع خورشید در فصل گرما (تابستان) از در و پنجره و حتی دیوارها از سایه‌بان‌ها استفاده می‌شود که به صورت افقی و یا عمودی و یا توأماً طراحی می‌گردد.

مطالعه آزاد

۵ــ۱۴ــ میعان، اثرات و خطرات آن

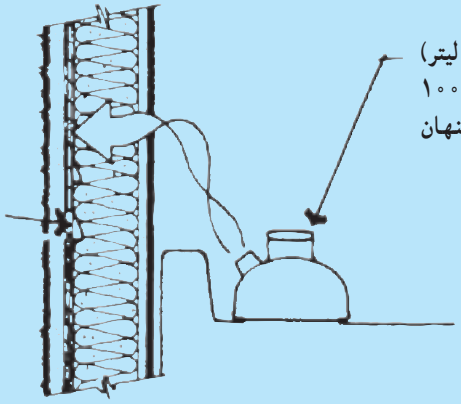
اگر آب وارد دیوارهای ساختمان و عایق حرارتی شود نه تنها باعث افزایش انتقال حرارت می‌شود بلکه از نظر دوام عناصر ساختمانی و بهداشت در فضاهای داخل نیز مشکل‌ساز است.

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 :

۱ــ قراردادن یک لایه‌ی بخاربند در طرف گرم لایه‌ی مذبور ؛

۲ــ 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 ۵ــ۱۴).



شکل ۵ــ۱۴ــ میعان در دیوار

اثرات و خطرات میعان در مواد و مصالح ساختمانی

الف ــ تغییرات ابعادی : در صورت چند لایه بودن مصالح، میعان منجر به جداکردن لایه‌ها از هم می‌شود.

ب ــ مصالح ساختمانی : مخصوصاً مواد عایق، مقاومت حرارتی خود را از دست می‌دهند.

ج ــ خردشدگی بر اثر یخبندان : در فصول یخبندان در قسمت‌های سرد، خردشدگیِ موضعی به‌وجود آمده و به دیوار آسیب وارد می‌کند.

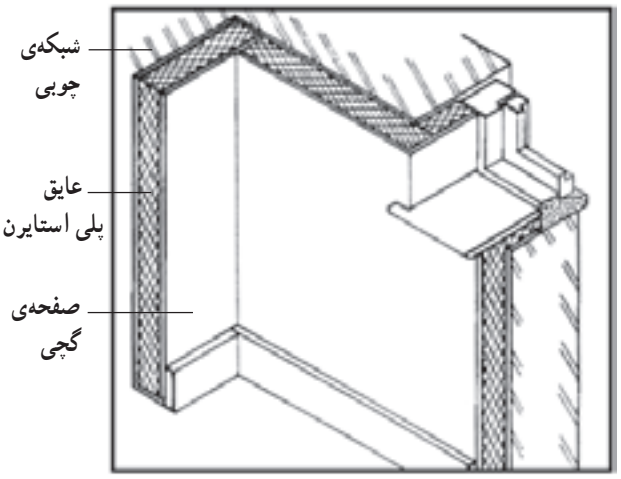
د ــ طبله‌کردن یا ترک‌خوردن پوشش نهایی

هـ ــ زنگ‌زدگی و پوسیدگی قسمت‌های فلزی

و ــ حل‌شدن و جابه‌جایی نمک‌های موجود در مصالح و پدیدآمدن لکّه‌ها در نمای ساختمان
ز ــ حل‌شدن مصالح از قبیل گچ و خرابی و جداشدن لایه‌ی ساخته شده از آن مصالح

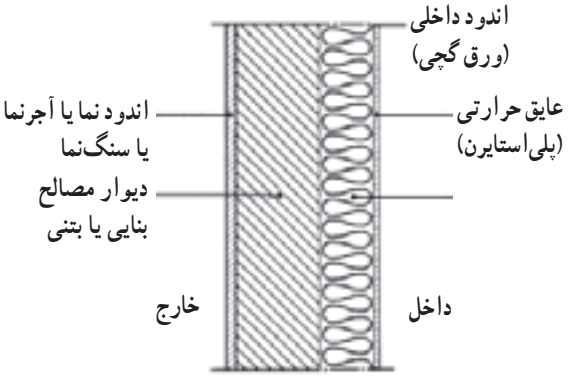
۶ــ۱۴ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی دیوار

۱ــ۶ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی از داخل: برای 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 ۶ــ۱۴).

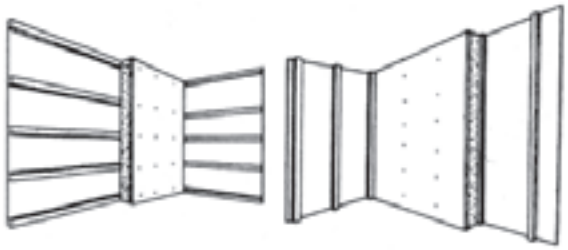


شکل ۶ــ۱۴ــ عایق‌کاری از داخل

۲ــ۶ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج: در این نوع عایق‌کاری بهتر است از موادی استفاده شود که جاذب‌آب نباشد مثل پلی‌استایرن ؛ قطعات پیش ساخته‌ی آن را با چسب‌های خمیری مخصوص روی دیوار نصب می‌کنند (شکل‌های ۷ــ۱۴ و ۸ــ۱۴).



شکل ۷ــ۱۴ــ دیوار با عایق حرارتی داخلی از پلی‌استایرن

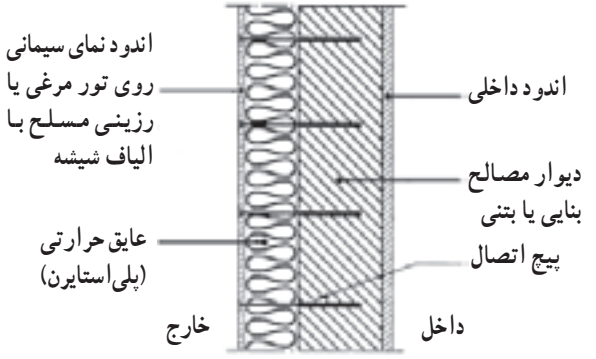


شکل ۸ــ۱۴ــ جزییات اجرای دیوار با عایق حرارتی داخلی از پلی‌استایرن پیچ شده روی شبکه‌ی چوبی

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

الف ــ یک شبکه‌ی فلزی (رابیتس ــ تورمرغی) روی عایق کار می‌گذارند و آن را با پیچ‌های مخصوص به دیوار محکم کرده و ملات سیمان را بر روی شبکه‌ی فلزی می‌ریزند.

ب ــ 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 رویه‌ی آن مقاوم شود (شکل ۹ــ۱۴).



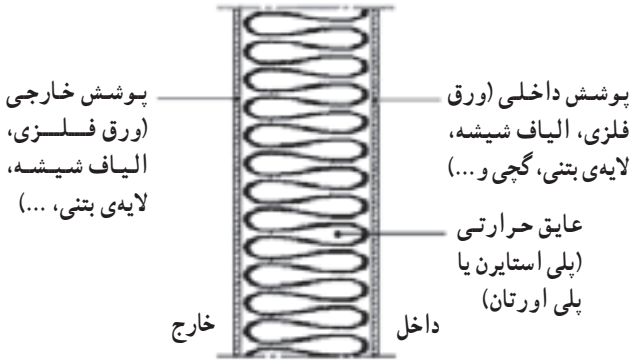
شکل ۹ــ۱۴ــ دیوار با عایق حرارتی خارجی از پلی‌استایرن یا پشم معدنی و نمای اندود ماسه سیمانی

۳ــ۶ــ۱۴ــ دیوارهای عایق حرارتی همگن

الف ــ دیوار پیش‌ساخته‌ی صنعتی (ساندویچ پانل):

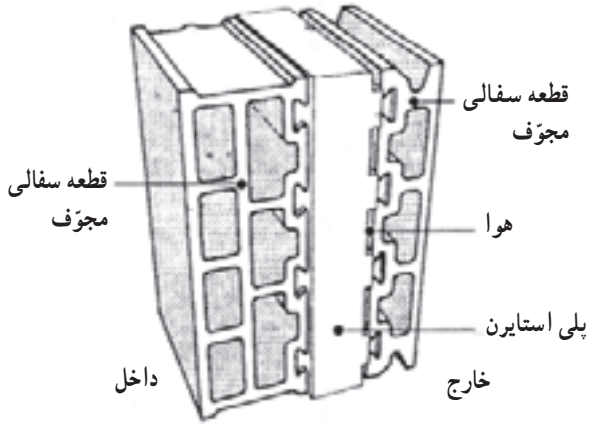
این نوع دیوار، عبارت است از قطعات بزرگ عایق حرارتی مثل

پلی اورتان و یا پلی‌استایرن 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 هم‌پوشانی گوشه‌ی قطعات صورت می‌گیرد و نفوذپذیری بخار آب به صفر می‌رسد. جهت سردخانه‌ها، مراکز اداری و... از این دیوار زیاد استفاده می‌شود (شکل ۱۰ــ۱۴).



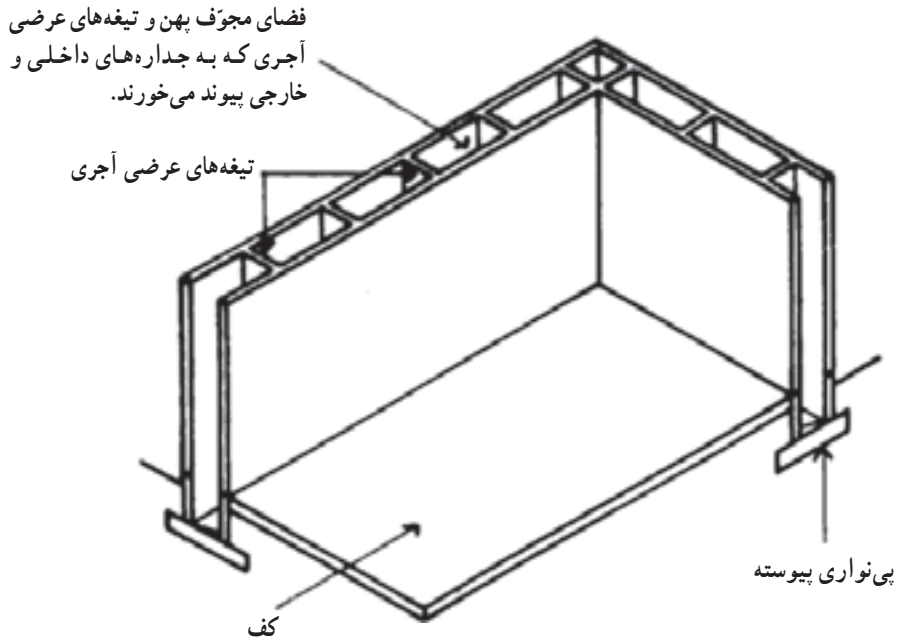
شکل ۱۰ــ۱۴ــ دیوار ساندویچ پانل صنعتی (پیش ساخته)

ب ــ دیوار با بلوک‌های مجوّف سفالی عایق‌دار: در این نوع دیوار عایق حرارتی را، که معمولاً پلی‌استایرن است بین دو قطعه‌ی سفالی دندانه‌دار به صورت پیش‌ساخته قرار می‌دهند (شکل ۱۱ــ۱۴).

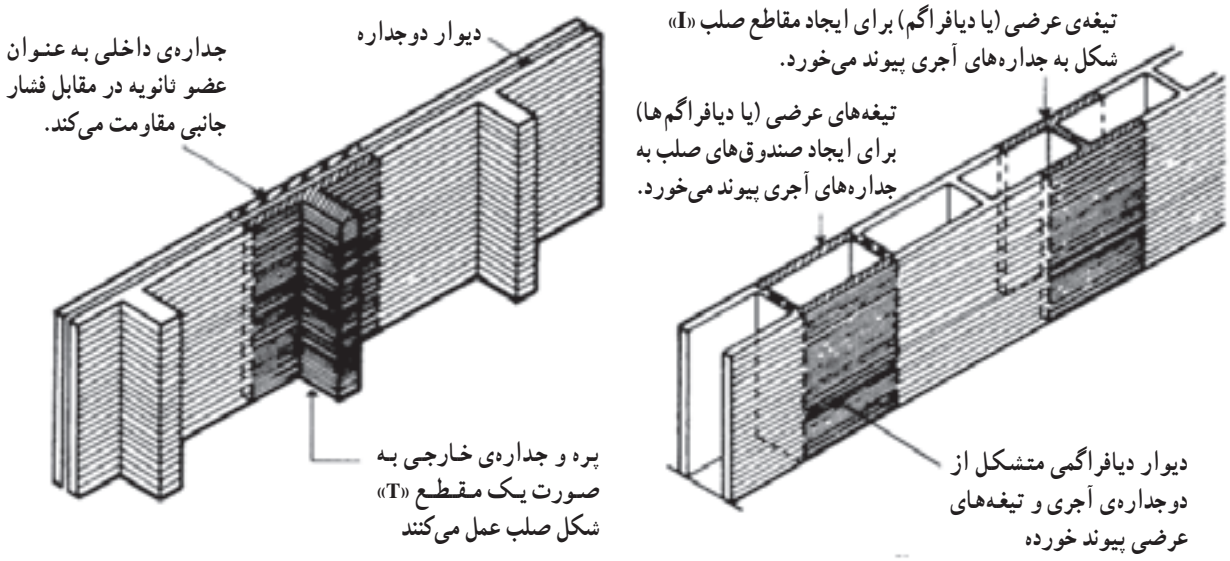


شکل ۱۱ــ۱۴ــ نمونه‌ی بلوک مجوّف سفالی عایق‌دار

با گنجاندن عایق حرارتی در ساختن دیوارهای پیش ساخته 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 ۱۲ــ۱۴ و ۱۳ــ۱۴).



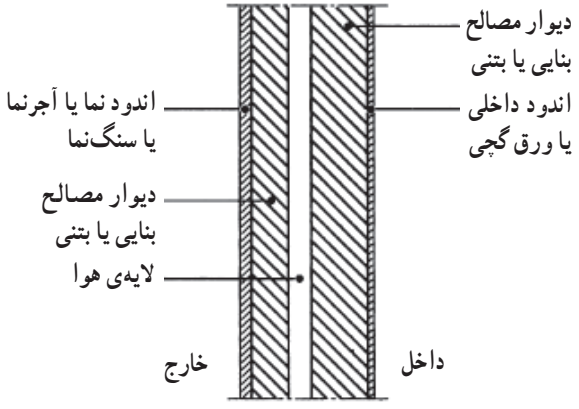
شکل ۱۲ــ۱۴ــ ساخت دیوار دیافراگمی



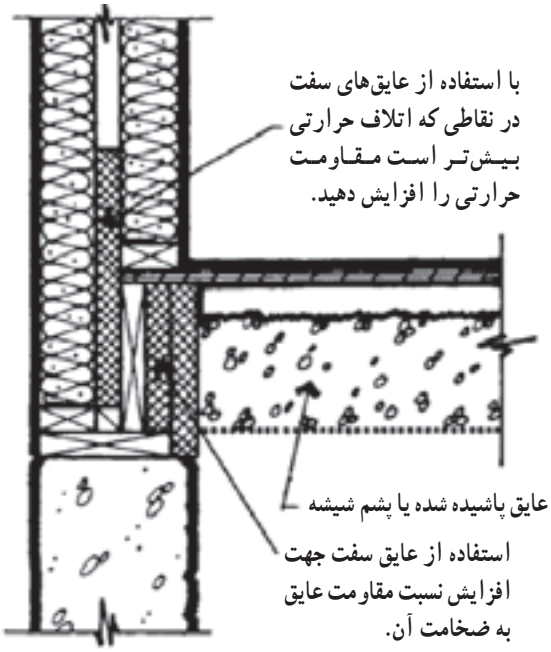
شکل ۱۳ــ۱۴ــ دیوارپره‌ای

۴ــ۶ــ۱۴ــ دیوار دو لایه

الف ــ دیوار دو لایه با مصالح بنّایی 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 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 ۱۴ــ۱۴ و ۱۵ــ۱۴).

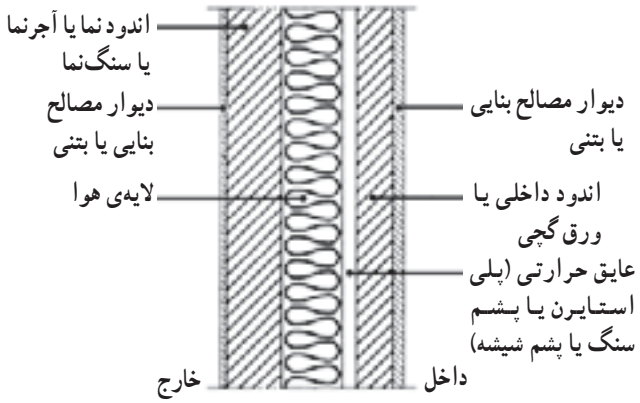


شکل ۱۴ــ۱۴ــ دیوار دو لایه از مصالح بنایی با یک لایه هوا



شکل ۱۵ــ۱۴ــ دیوار دولایه

ب ــ دیوار دو لایه از مصالح بنایی با لایه‌ی میانی هوا و عایق حرارتی: در این روش پس از ساخت دیوار داخلی، عایق حرارتی به‌وسیله‌ی بست‌های مخصوص، یا شبکه‌ای از چوب‌های چهارتراش، به لایه‌ی داخلی وصل می‌شود و با فاصله‌ای کمتر از ۱۰ سانتی‌متری دیوار خارجی ساخته می‌شود. البته باید لایه‌ی خارجی آب‌بندی پوسته‌ی[1] 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 پیش‌بینی نصب بخاربند[2] انجام گیرد (شکل ۱۶ــ۱۴).



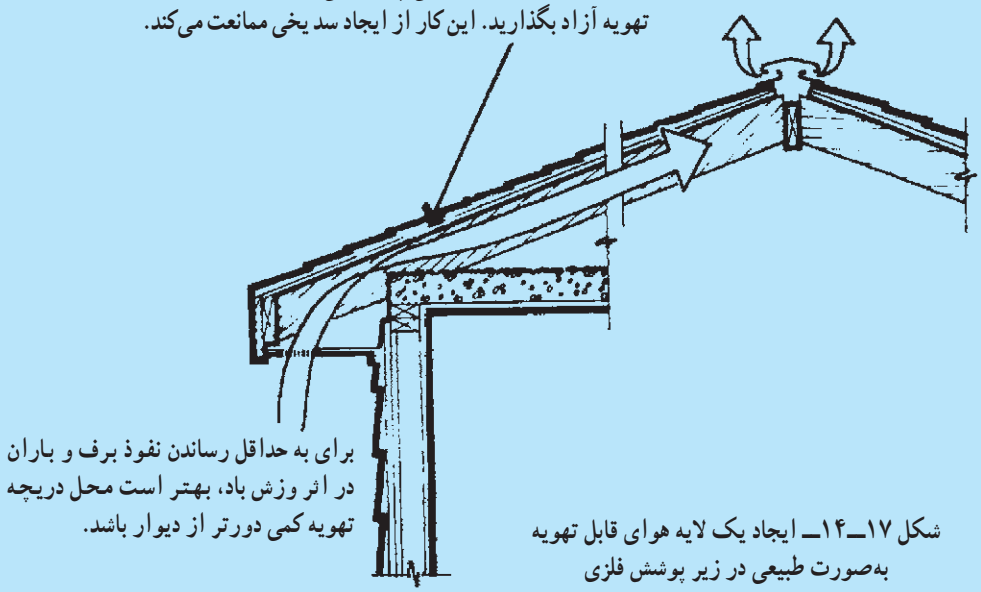
شکل ۱۶ــ۱۴ــ جزییات دیوار دولایه از مصالح بنایی یا بتنی با یک لایه‌ی عایق حرارتی پلی‌مری یا معدنی

مطالعه آزاد

۷ــ۱۴ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی سقف

۱ــ۷ــ۱۴ــ روش‌های متداول برای عایق‌کاری حرارتی سقف شیب‌دار: اگر ساختمان در منطقه‌ی گرم و مرطوب واقع باشد در فصول گرم بخار آب در خارج ساختمان بیش‌تر است و اگر عایق حرارتی در مقابل بخار آب نفوذپذیر باشد (مثل پشم معدنی) در دو طرف عایق حرارتی بخاربند پیش‌بینی می‌شود ؛ اما در سایر مناطق در قسمت داخل بخاربند نصب می‌شود و پیش‌بینی لازم در مقابل زنگ‌زدگی قطعات فلزی انجام می‌گیرد. در سقف‌های شیب‌دار اگر در هم پوشانی قطعات پوشش نهایی سقف صحیح انجام گیرد نیازی به عایق رطوبتی ندارد.

در ساختمان‌هایی که پوشش نهایی سقف فلزی است، برای افزایش عمر و کارآیی پوشش‌ها در مقابل میعان و یخ‌بندان و همچنین انبساط و انقباض، پوشش سقف یک لایه هوای قابل تهویه به صورت طبیعی در زیر پوشش سقف پیش‌بینی می‌شود (شکل ۱۷ــ۱۴).

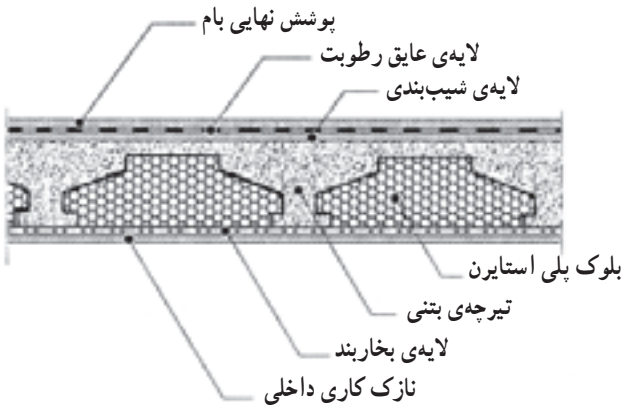


شکل ۱۷ــ۱۴ــ ایجاد یک لایه هوای قابل تهویه به‌صورت طبیعی در زیر پوشش فلزی

۱ــ دیوار، سقف، کف، بازشو و نظایر آن که یک طرف آن فضای خارج است.

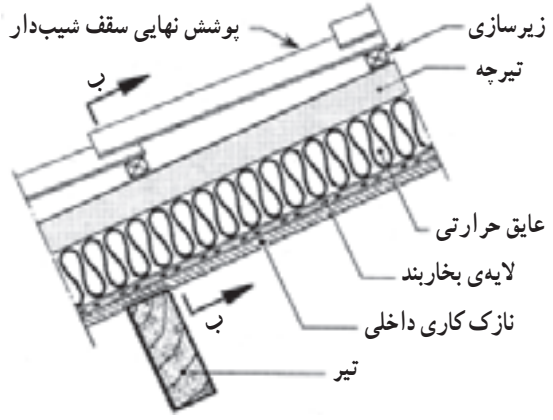
۲ــ ورق آلومینیم ــ کاغذ گرافیت و ... که بخار آب و رطوبت نمی‌تواند از آن عبور کند.

۲ــ۷ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی بام تخت، با تیرچه و بلوک‌های پلی‌استایرن: در این روش، که در اجرای سقف شیب‌دار سنگین با مواد عایق حرارتی نیز رایج است، در ساخت تیرچه بلوک به جای بلوک‌های سفالی یا بتنی از بلوک‌های پلی‌استایرن استفاده می‌شود. بعد از اجرای سقف، عایق‌کاری رطوبتی اجرا شده و با یک لایه‌ی محافظ تکمیل می‌شود (شکل ۱۸ــ۱۴).

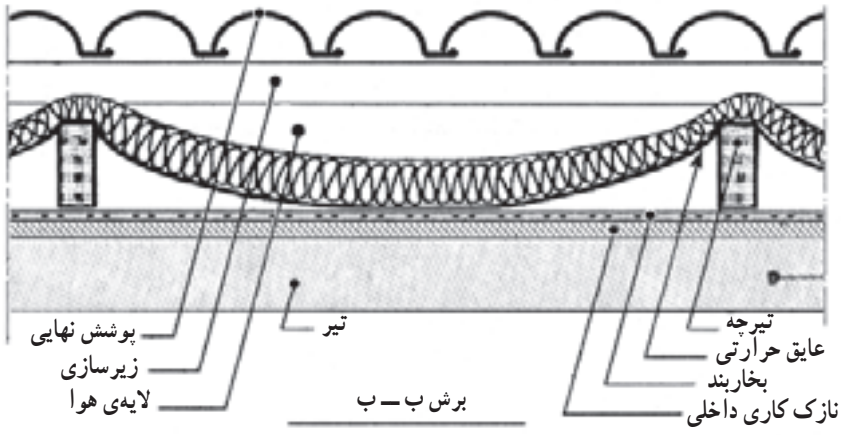


شکل ۱۸ــ۱۴ــ بام تخت با تیرچه و بلوک‌های پلی‌استایرن

۳ــ۷ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی سقف‌شیب‌دار و روی سازه‌ی سقف با پشم معدنی: در این نوع عایق‌کاری، ابتدا عایق پشم معدنی روی تیرها گذاشته شده متصل می‌گردد و سپس قطعات مربوط به زیرسازی (ترکه‌کوبی، زوار کوبی و...) پوشش نهایی روی تیرها نصب می‌شود (شکل‌های ۱۹ــ۱۴ و ۲۰ــ۱۴).

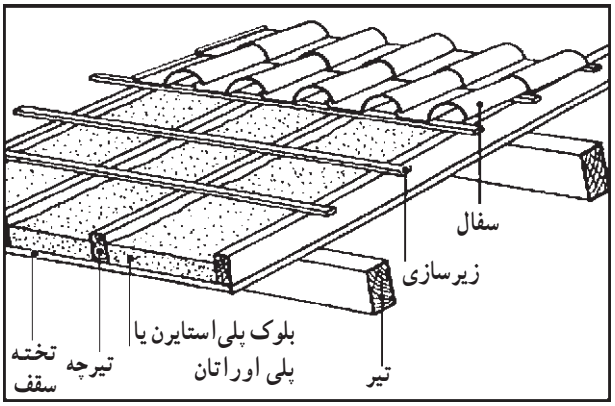


شکل ۱۹ــ۱۴ــ مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با پشم معدنی (به‌صورت توپی) روی سازه‌ی سقف

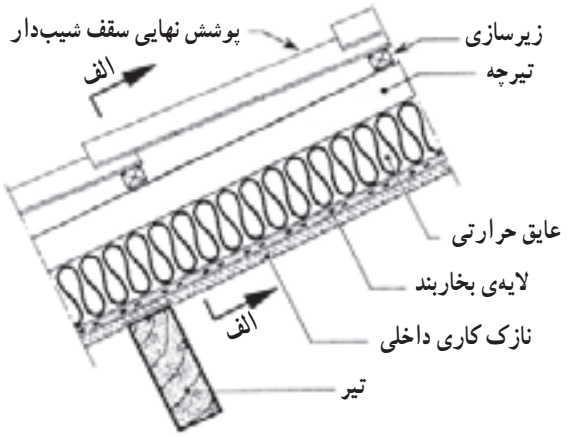


شکل ۲۰ــ۱۴ــ مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با پشم معدنی (به‌صورت توپی) روی سازه‌ی سقف

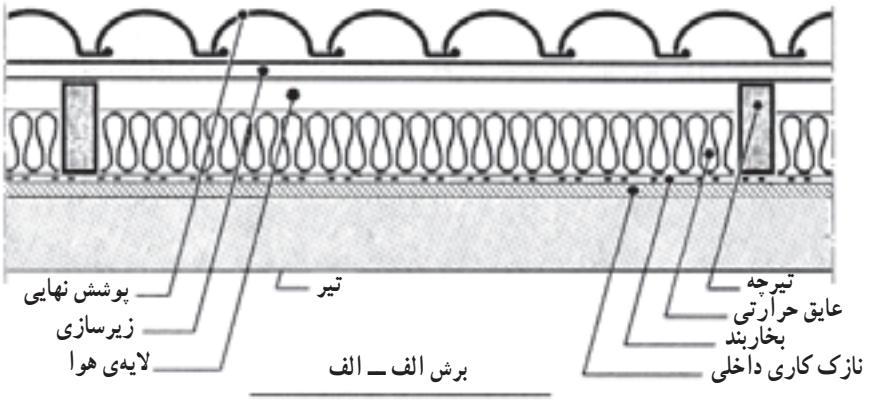
۴ــ۷ــ۱۴ــ عایق‌کاری سقف شیب‌دار با عایق حرارتی در بین تیرچه‌های سازه‌ی سقف: در این نوع عایق‌کاری، پس از اتمام کار پوشش داخلی سقف (لمبه‌کوبی و یا نصب تخته‌های چوبی یا گچی) عایق حرارتی تخت و یا توپی (رول) را بر روی آن می‌گذارند (شکل‌های ۲۱ــ۱۴، ۲۲ــ۱۴ و ۲۳ــ۱۴).



شکل ۲۱ــ۱۴ــ نمونه‌ی سقف شیب‌دار با قطعات عایق حرارتی در بین تیرچه‌های سازه سقف

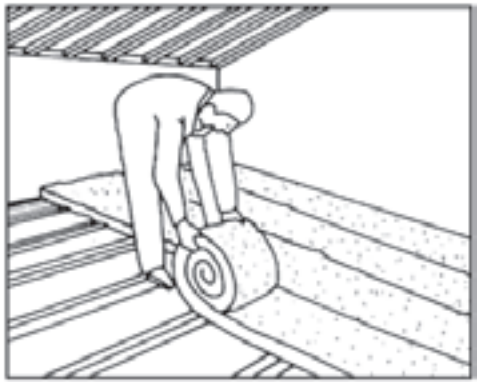


شکل ۲۲ــ۱۴ــ مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با قطعات عایق حرارتی در بین تیرچه‌های سازه‌ی سقف

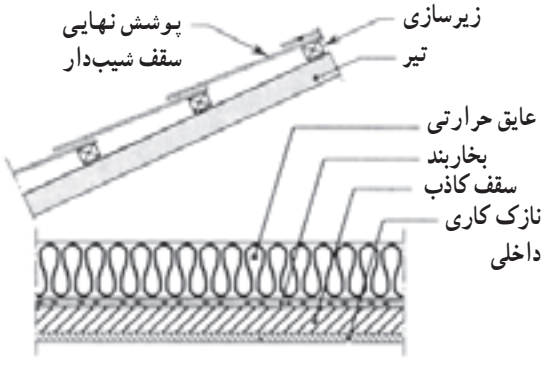


شکل ۲۳ــ۱۴ــ مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با قطعات عایق حرارتی در بین تیرچه‌های سازه‌ی سقف

۵ــ۷ــ۱۴ــ عایق‌کاری روی سقف کاذب تخت در سقف شیب‌دار: انجام این روش عایق‌کاری ساده است و با انواع عایق حرارتی قابل اجرا می‌باشد. می‌توان عایق را به صورت فلّه‌ای روی سقف کاذب به صورت دستی ریخت و یا با دستگاه پاشید. همچنین استفاده از عایق حرارتی تویی (رول) که امکان اجرای عایق‌کاری حرارتی با ضخامت ثابت بر روی سطوح غیرصاف را فراهم می‌سازد رایج است (شکل‌های ۲۴ــ۱۴ و ۲۵ــ۱۴).



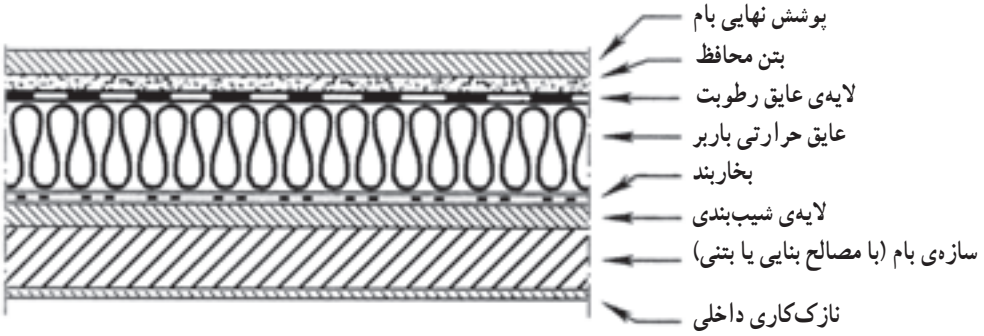
شکل ۲۴ــ۱۴ــ نمونه‌ی سقف شیب‌دار با عایق حرارتی روی سقف کاذب تخت



شکل ۲۵ــ۱۴ــ مقطع نمونه‌ی سقف شیب‌دار با عایق حرارتی روی سقف کاذب تخت

۶ــ۷ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی سقف زیر عایق رطوبتی:

در این نوع سقف، عایق حرارتی باید از نوع باربر (پلی‌استایرن سخت، پلی‌یوزان سخت و ...) باشد. اگر عایق رطوبتی که بر روی عایق حرارتی اجرا می‌شود گرم (قیروگونی) باشد بایستی دقت شود که حرارت ناشی از آن سبب آسیب‌دیدگی عایق حرارتی نشود. در صورت وجود این خطر از روش عایق‌کاری رطوبت سرد استفاده گردد (شکل ۲۶ــ۱۴).

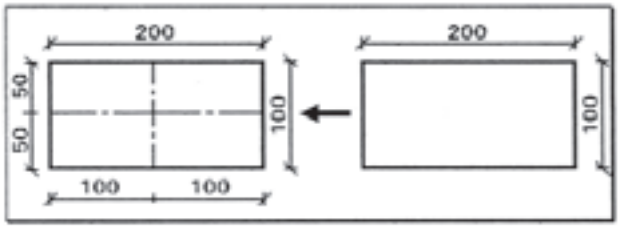


شکل ۲۶ــ۱۴ــ بام تخت با عایق حرارتی خارجی زیر عایق رطوبتی

۷ــ۷ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی روی عایق رطوبتی بام (روش بام وارونه):

پس از شیب‌بندی کردن پشت بام و عایق‌کاری رطوبتی آن، عایق‌کاری حرارتی به روش زیر انجام می‌گیرد :

۱ــ ورق‌های عایق (پلی‌استایرن) را که معمولاً در بازار به ابعاد ۱۰۰×۲۰۰ سانتی‌متر وجود دارد با اره‌ی آهن بر دنده ریز به چهار قسمت مطابق شکل ۲۷ــ۱۴ تقسیم می‌کنند.



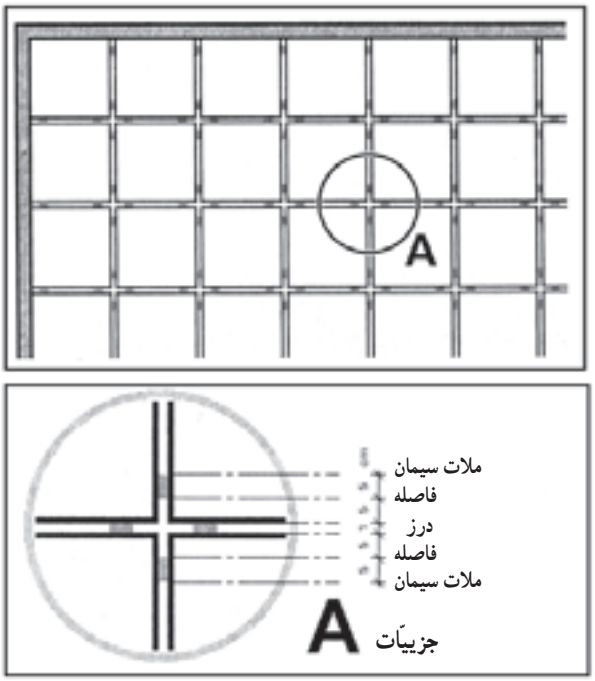
شکل ۲۷ــ۱۴ــ تقسیم‌بندی عایق به قطعه‌های مساوی

۲ــ قطعات بریده شده مطابق شکل ۲۸ــ۱۴ را به‌صورت آجرچینی، بدون ملات و خشکه چینی، روی عایق رطوبتی قرار می‌دهند. ضمناً، قبلاً روی عایق رطوبتی نایلونی می‌کشند تا پلی‌استایرن به آن نچسبد.

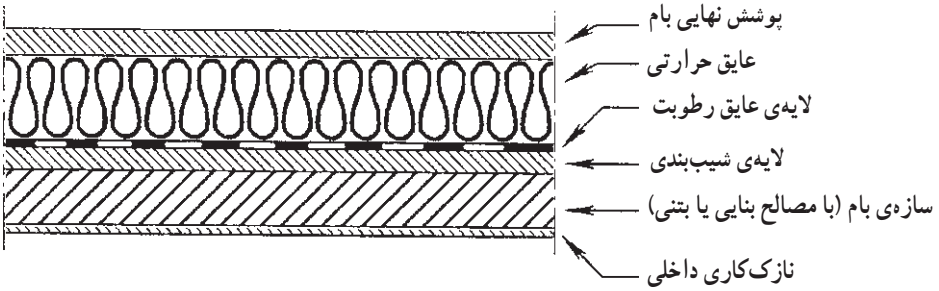
شکل ۲۸ــ۱۴ــ خشکه‌چینی عایق‌ها روی عایق رطوبتی در پشت‌بام

۳ــ روی ورق‌های پلی‌استایرن را به ضخامت ۴ سانتی‌متر شن بادامیِ شسته (به قطر ۱۵ تا ۱۶ میلی‌متر) می‌ریزند. در صورتی‌که پشت بام کف پوش نشود ضخامت شن بایستی ۸ سانتی‌متر باشد.

۴ــ روی شن بادامی به ضخامت ۴ سانتی‌متر را با درزهای یک سانتی‌متر کف‌پوش (موزاییک، بلوک بتنی و ...) می‌کنند (شکل‌های ۲۹ــ۱۴ و ۳۰ــ۱۴).



شکل ۲۹ــ۱۴ــ نحوه‌ی درزبندی پوشش کف روی بام وارونه



شکل ۳۰ــ۱۴ــ بام تخت با عایق حرارتی خارجی روی عایق رطوبتی (بام وارونه)

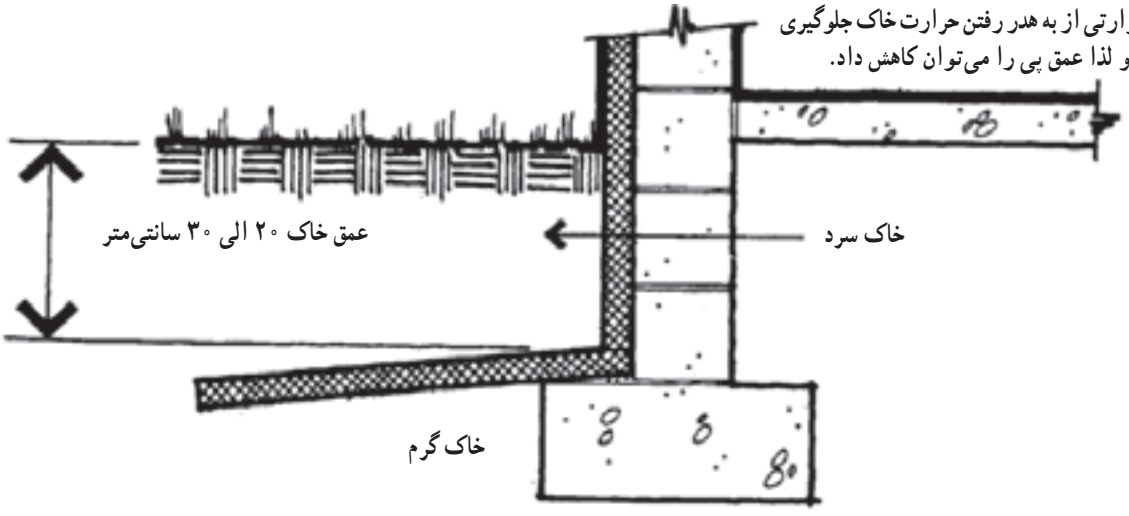
۸ــ۱۴ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی کف

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.

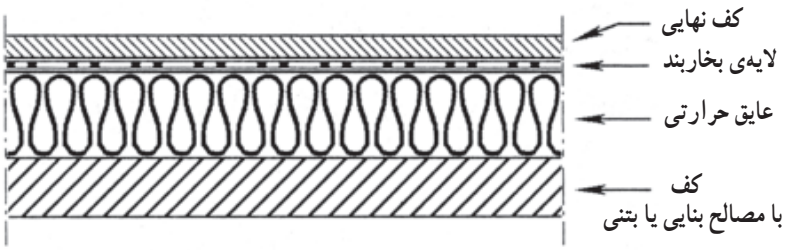
برای جلوگیری از بالارفتن رطوبت از طریق پی و دیوار، با یک لایه عایق روی پی نفوذ رطوبت سد می‌شود. سطح پی معمولاً از کف تمام شده پایین‌تر است. روی پی را با کرسی چینی تا حد زیر کف بالاآورده و سپس روی آن اندود ماسه سیمان می‌کنند تا سطح صاف لازم برای ایزولاسیون به‌وجود آید، و سپس آن را عایق رطوبتی کرده و دو طرف کرسی چینی اندودشده 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 کرسی‌چینی و به‌صورت 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 ۳۱ــ۱۴).



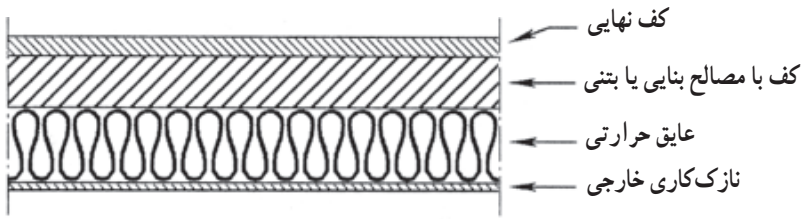
شکل ۳۱ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی کف

۱ــ۸ــ۱۴ــ عایق کاری حرارتی کف از داخل: در این روش فقط کف نهایی روی عایق حرارتی اجرا می‌شود و در صورتی‌که 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 ۳۲ــ۱۴).



شکل ۳۲ــ۱۴ــ عایق حرارتی از داخل زیر کف نهایی

۲ــ۸ــ۱۴ــ عایق کاری حرارتی کف از خارج: در این نوع عایق‌کاری می‌توان از صفحات ساخته شده از تراشه‌ی چوب و پلی‌استایرن استفاده کرد. در صورت کارگذاشتن عایق در کف قالب باید با استفاده از قطعات پلاستیکی یا فلزی، اتصال عایق حرارتی به بتن تقویت شود (شکل ۳۳ــ۱۴).



شکل ۳۳ــ۱۴ــ حالتی که نفوذپذیری بخار آب لایه‌های خارجی جدار زیاد است

مطالعه آزاد

۹ــ۱۴ــ روش‌های اجرایی عایق‌کاری حرارتی بازشوها

در هنگام ساخت پنجره و انتخاب ابعاد، شکل و جنس آن، ضمن این که باید نورگیری، آفتاب‌گیری و نیازهای دید و منظر و زیبایی مورد توجه قرارگیرد برای صرفه‌جویی انرژی نیز رعایت نکات زیر لازم است :

۱ــ کم‌بودن ابعاد پنجره

۲ــ انتخاب مناسب جنس مصالح مصرفی از قبیل نوع شیشه و قاب آن

۳ــ درزبندی جهت مقابله با تغییرات جوّی و جلوگیری از نشت هوا

۴ــ استفاده از پرده یا پوشش‌های چوبی

۵ــ محل قرارگیری نسبت به ضخامت و موقعیت دیوار بیرون از پنجره

۶ــ دو یا سه جداره کردن شیشه‌ها به فاصله‌ی ۱۵ تا ۱۶ میلی‌متر با فریم هوابند

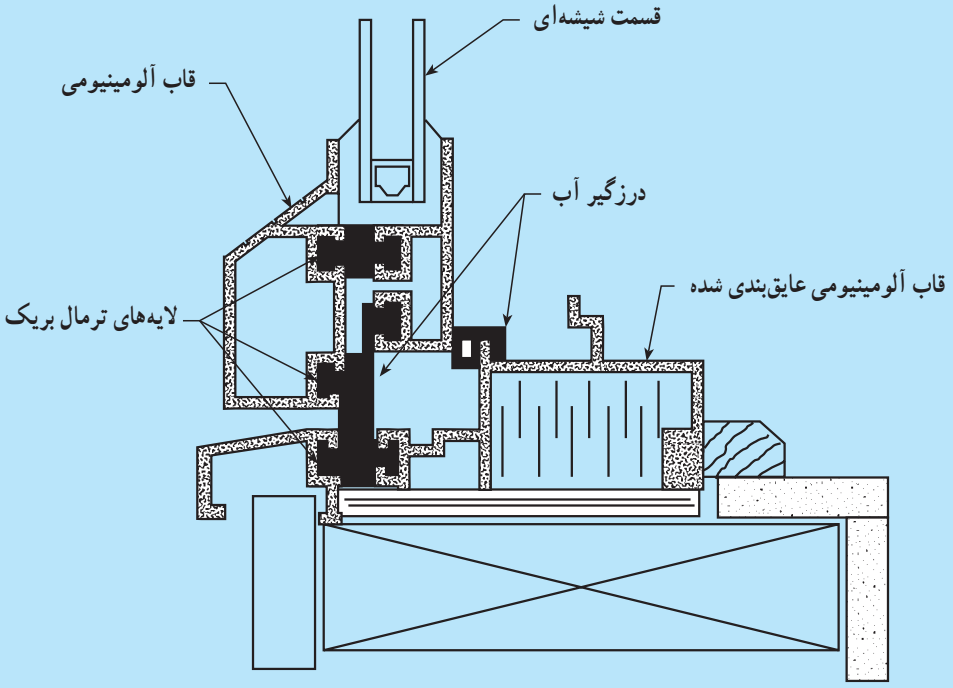
۷ــ استفاده از رنگ روشن منعکس‌کننده‌ی نور REF جهت کنترل تشعشعات elective.

۸ــ سیستم هواگیری و تخلیه‌ی هوا در پنجره‌ها

۹ــ سیستم تخلیه‌ی آب پنجره جهت جلوگیری از زنگ‌زدگی و پوسیدگی

در طراحی پنجره باید وضعیت اقلیمی (باد و باران، رطوبت هوا و ...)، انتقال حرارت و برودت، انتقال نور، میزان کنترل گرمایی، تهویه و تعرّق داخل پنجره مدّنظر قرار گیرد (شکل ۳۴ــ۱۴).

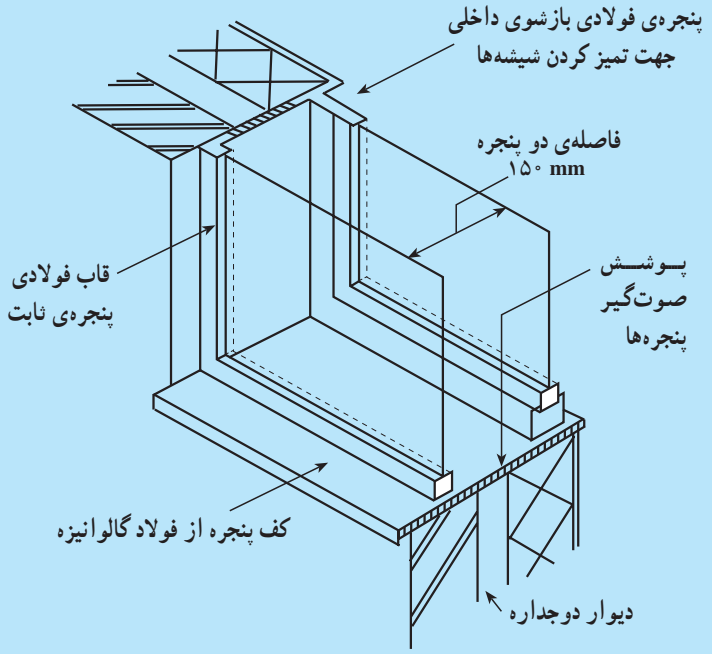
درزبندی عایق‌ها به منظور جلوگیری از تلفات حرارتی حائز اهمیت است. قطعات نرمی که جهت هوابندی در فصل مشترک قسمت‌های ثابت و متحرک استفاده می‌شود باید در مقابل یخ‌بندان، اشعه‌ی ماورای بنفش و دیگر عوامل مخرب محیطی مقاوم باشد.



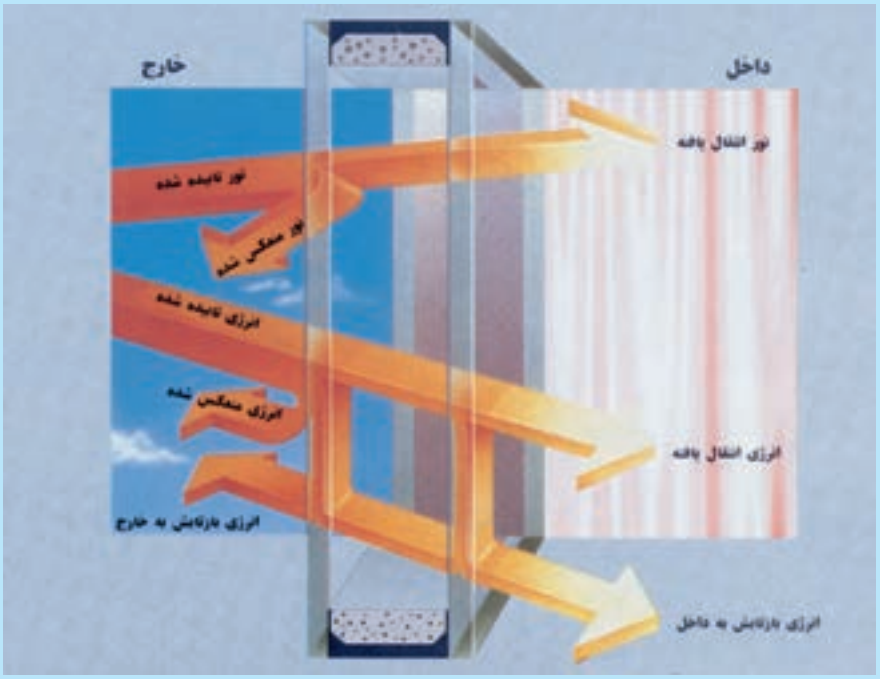
شکل ۳۴ــ۱۴ــ تصویر شماتیکی از یک پنجره با سیستم گرمابند

۱ــ۹ــ۱۴ــ بازشوهای شفاف

الف ــ عایق‌کاری قسمت‌های شفاف: رایج‌ترین روش عایق کاری قسمت‌های شفاف استفاده از شیشه‌های دو یا سه جداره است. فاصله‌ی بین جدارها حداکثر ۲۰ میلی‌متر است و بین لایه‌ها را با هوا یا گاز خنثی پرمی‌کنند. 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 ۳۵ــ۱۴ و ۳۶ــ۱۴).



شکل ۳۵ــ۱۴ــ پنجره با شیشه‌ی دوجداره



شکل ۳۶ــ۱۴ــ انعکاس و عبور انرژی تابشی از شیشه

مزایای شیشه‌های دوجداره

۱ــ عایق حرارتی: با استفاده از شیشه‌های دوجداره، بسته به‌ضخامت، 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 جداره‌کردن شیشه‌ها ضریب انتقال حرارت کل شیشه به یک‌سوم مقدار آن در حالت ساده کاهش می‌یابد در نتیجه چه در گرما و چه در سرما به‌طور قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌ی برق صرفه‌جویی خواهد شد (شکل ۳۶ــ۱۴).

۲ــ 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.

۳ــ 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.

۴ــ محافظت از اشعه‌ی ماورای بنفش: میزان انتقال زیان‌بخش ماورای بنفش به داخل ساختمان از طریق یک شیشه‌ی ساده در حدود ۸۰٪ است در حالی‌که با دو جداره‌کردن شیشه‌ها بسته به رنگ و نوع اکسید فلزی پوشش داده شده می‌توان میزان انتقال این اشعه‌ی زیان‌بخش را به ۵٪ کاهش داد (شکل ۳۷ــ۱۴).

شکل ۳۷ــ۱۴ــ دسترسی به عایق حرارتی و صدا و داشتن ایمنی و محافظت از اشعه‌ی ماورای‌بنفش با دو جداره کردن شیشه و اکسید فلز روی آن

ب ــ عایق‌کاری حرارتی قاب‌ها ــ با استفاده از عایق حرارتی: در ساختن قاب‌ها می‌توان تلفات حرارتی را کاهش داد. در ساخت پروفیل‌های فلزی (مخصوصاً از جنس آلومینیم) می‌توان با اتصال آن به اسکلت ساختمان یک قسمت عایق پروفیل چوبی یا پلاستیکی بین آن‌ها نصب کرد تا تلفات حرارتی کاهش یابد.

البته از نظر تلفات حرارتی پنجره‌های آلومینیمی مناسب نیست بلکه پنجره‌های چوبی بهتر است. به علاوه، پنجرهای باقاب رینیل و فایبرگلاس عالی محسوب می‌شوند.

۲ــ۹ــ۱۴ــ عایق‌کاری حرارتی بازشوهای غیرشفاف: در درهای فلزی، مخصوصاً درهای آلومینیمی، چون مقاومت حرارتی آن‌ها بسیار پایین است، در صورتی‌که دو طرف درب اختلاف دما داشته باشند تلفات حرارتی زیادی دارند از این‌رو بهتر است از درهای پی‌وی‌سی (که اخیراً رایج شده است) و چوبی که شرایط حرارتی قابل قبولی دارند استفاده شود. ضمناً می‌توان جهت افزایش مقاومت حرارتی در، بین دولایه‌ی در عایق پلی اورتان یا ... تزریق نمود (شکل ۳۸ــ۱۴). که تلفات حرارتی درها را می‌توان با کارگذاشتن عایق حرارتی در داخل آن کاهش داد (شکل ۳۸ــ۱۴).

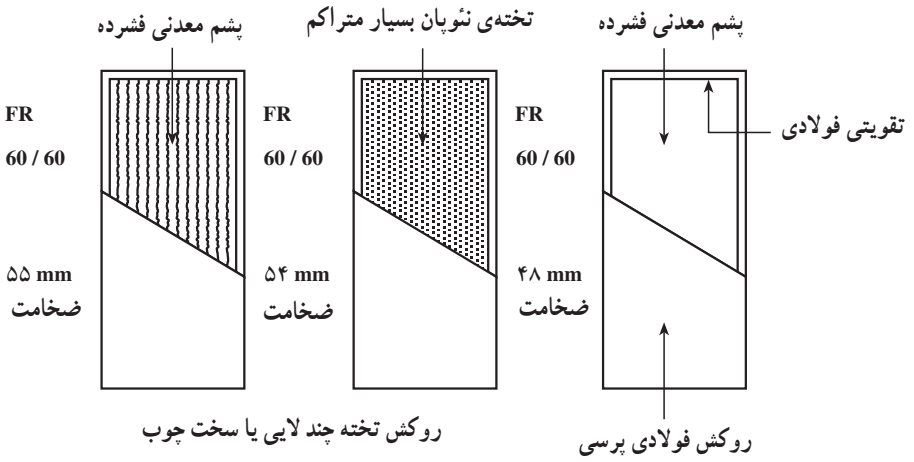
با نصب نوارهای هوابند در اطراف چهارچوب از نفوذ هوای مطلوب داخل به بیرون و در نتیجه تلفات حرارتی کاست.

۱۰ــ۱۴ــ سایه‌بان‌ها

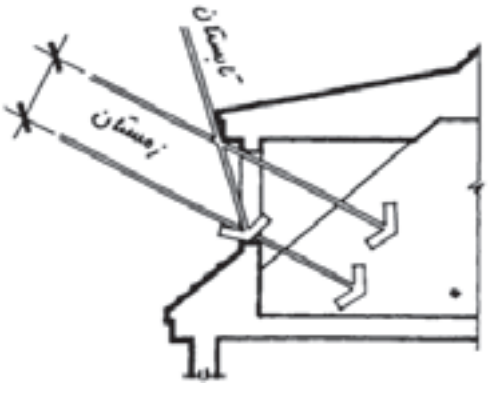
در مناطقی که نیاز به انرژی سرمایی زیاد می‌باشد (مناطق گرم‌سیر) اگر بر روی پنجره‌ها حتی دیوارها سایه‌بان مناسب پیش‌بینی نشود در اوقات گرم سال ضمن طاقت‌فرسا بودن دمای داخل، بار برودتی ساختمان نیز افزایش می‌یابد، لذا باید روی پنجره‌هایی که بر روی آن‌ها در فصل گرما آفتاب می‌افتد سایه‌بان افقی و عمودی با 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 ۳۹ــ۱۴).

در مناطق سردسیر و پنجره‌هایی که آفتاب‌گیر نیست نیازی به سایه‌بان نمی‌باشد.

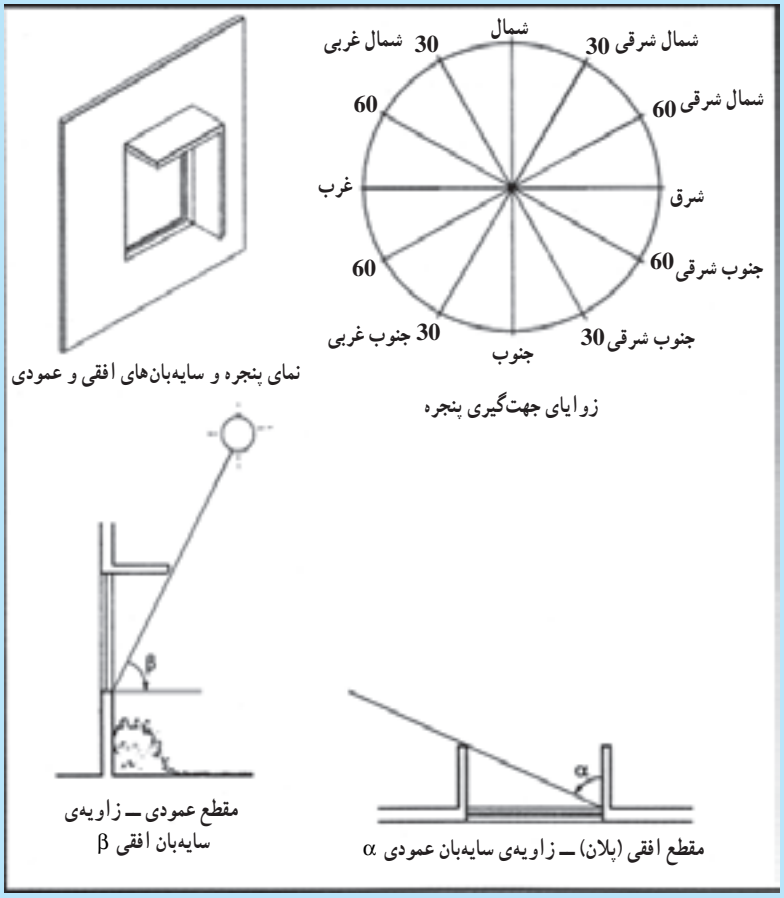
سایه‌بان دو نوع است : افقی و عمودی.



شکل ۳۸ــ۱۴ــ درِ میان پر با انواع عایق‌های حرارتی



شکل ۳۹ــ۱۴ــ سایه‌بان سبب می‌شود در تابستان آفتاب به داخل نتابد



شکل ۴۰ــ۱۴ــ زاویه‌ی سایه‌بان (افقی α و عمودی β) و زوایای جهت پنجره

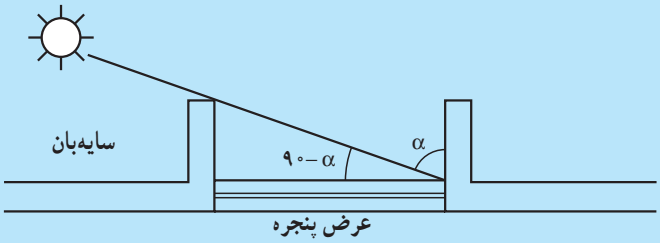
جدول ۱ ــ زاویه‌ی سایه‌بان (افقی α و عمودی β) برحسب موقعیت جغرافیایی ساختمان و جهت‌گیری پنجره

	عرض جغرافیایی	۲۵°		۲۷°		۲۹°		۳۱°		۳۳°		۳۵°		۳۷°	
	نوع سایه‌بان	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
جهت‌گیری پنجره	جنوبی	۵۵°	ــ	۵۵°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ
	شمالی	ــ	۶۵° در طرفین پنجره	ــ	۶۵° در طرفین پنجره	ــ	۷۰° در طرفین پنجره	ــ	۷۰° در طرفین پنجره	ــ	۷۰° در غرب پنجره	ــ	۷۵° در غرب پنجره	ــ	۷۵° در غرب پنجره
	شرقی	ــ	متحرک مقابل تمام‌پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام‌پنجره	۳۵°	ــ	۴۵°	ــ	۴۵°	ــ	۵۰°	ــ	۵۰°	ــ
	غربی	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره
	۳۰° شمال شرقی	ــ	۴۵° در شرق پنجره	ــ	۴۵° در شرق پنجره	۵۵° یا	۵۵° در شرق پنجره	۵۵° یا	۵۵° در شرق پنجره	۶۰° یا	۵۵° در شرق پنجره	۷۰° یا	۶۵° در شرق پنجره	۷۰° یا	۷۰° در شرق پنجره
	۶۰° شمال شرقی	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	۴۰°	ــ	۴۵° یا	۲۵° در شرق پنجره	۵۰° یا	۳۰° در شرق پنجره	۵۵° یا	۳۵° در شرق پنجره	۵۵° یا	۴۰° در شرق پنجره
	۳۰° جنوب شرقی	۴۵°	ــ	۵۰°	ــ	۵۵°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ	۶۰°	ــ
	۶۰° جنوب شرقی	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	۴۰° و	۲۰° در شرق پنجره	۴۰°	ــ	۴۵°	ــ	۴۵°	ــ	۵۵°	ــ	۵۵°	ــ
	۳۰° شمال غربی	ــ	۴۰° در غرب پنجره	ــ	۴۰° در غرب پنجره	ــ	۴۰° در غرب پنجره	ــ	۴۰° در غرب پنجره	ــ	۴۰° در غرب پنجره	ــ	۴۵° در غرب پنجره	ــ	۴۵° در غرب پنجره
	۶۰° شمال غربی	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره
	۳۰° جنوب غربی	۴۰° و	۴۰° در غرب پنجره	۵۰° و	۳۰° در غرب پنجره	۵۰° و	۳۰° در غرب پنجره	۵۰° و	۳۰° در غرب پنجره	۵۰° و	۳۰° در غرب پنجره	۵۰° و	۳۰° در غرب پنجره	۵۰° و	۴۰° در غرب پنجره
	۶۰° جنوب غربی	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره	ــ	متحرک مقابل تمام پنجره

مثال ــ ساختمانی در تهران، با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه، واقع است. در صورتی‌که ارتفاع پنجره‌ای ۰/۸ متر و طول آن ۱/۲ متر باشد و بخواهیم در فصل تابستان آفتاب به پنجره نتابد عمق یا حاشیه‌ی سایه‌بان افقی و عمودی پنجره‌ی جنوبی و شمالی چه‌قدر باید باشد؟

حل: از روی جدول زیر با عرض جغرافیایی ۳۷° زاویه‌ی تابش افقی و عمودی را می‌نویسیم :

عرض جغرافیایی	۳۷°	
نوع سایه‌بان	افقی	عمودی
جنوبی	۶۰°	ــ
شمالی	ــ	۷۵° در غرب پنجره



شکل ۴۱ــ۱۴ــ پلان سایه‌بان عمودی

الف ــ سایه‌بان عمودی

۱ــ سایه‌بان عمودی پنجره‌ی جنوبی ــ با توجه به نوع سایه‌بان (عمودی) و جهت دیوار (جنوبی) و عرض جغرافیایی (۳۷ درجه) [سطر اوّل و ستون آخر جدول ۱] پنجره‌ی جنوبی نیازی به سایه‌بان عمودی ندارد.

۲ــ سایه‌بان عمودی پنجره‌ی شمالی ــ با توجه به نوع سایه‌بان (عمودی) و جهت دیوار (شمالی) و عرض جغرافیایی (۳۷ درجه) [سطر دوم و ستون آخر، زاویه β برابر ۷۵° در طرف غرب پنجره می‌باشد] (جدول ۱)

$$\text{tg}(۹۰-\beta)=\frac{\text{حاشیه‌ی سایه‌بان}}{\text{عرض پنجره}}$$

$$\text{حاشیه‌ی (عمق) سایه‌بان} = \text{tg}(۹۰-\beta)\ \text{(عرض پنجره)} = \text{tg}(۹۰-۷۵)(۱/۲) = ۰/۲۷\times ۱/۲ = ۳۲\text{cm}$$

عمق سایه‌بان ۳۲ سانتی‌متر در ضلع غربی

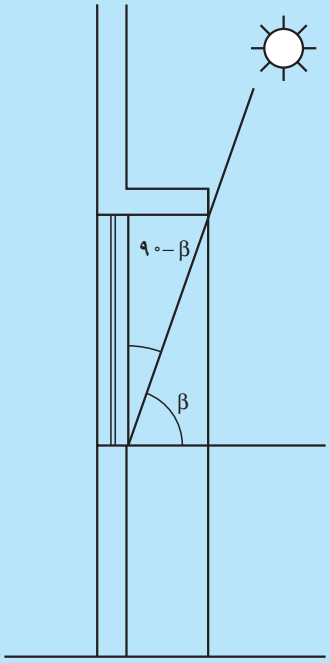
ب ــ سایه‌بان افقی

۱ــ سایه‌بان افقی پنجره‌ی جنوبی ــ با توجه به جهت‌گیری پنجره (جنوبی) و عرض جغرافیایی (۳۷ درجه) و نوع سایه‌بان (افقی) [سطر اوّل و ستون ماقبل آخر] زاویه‌ی α برابر ۶۰ درجه می‌باشد (جدول ۱).

$$\text{tg}(۹۰-\alpha)=\frac{\text{حاشیه (عمق) سایه‌بان}}{\text{ارتفاع پنجره}}$$

$$\text{حاشیه (عمق) سایه‌بان} = \text{tg}(۹۰-\alpha)\ \text{حاشیه (عمق) سایه‌بان} \Rightarrow \text{ارتفاع پنجره} = \text{tg}(۹۰-۶۰)\times ۰/۸ = \text{tg}۳۰^\circ \times ۰/۸ = ۰/۴۶\text{m}$$

۲ــ سایه‌بان افقی پنجره‌ی شمالی ــ با توجه به جهت‌گیری پنجره (در دیوار جنوبی) و عرض جغرافیایی (۳۷°) و نوع سایه‌بان (افقی) [سطر دوم (شمالی) و ستون ماقبل آخر (افقی)] زاویه α خط تیره می‌باشد (جدول ۱) پس پنجره‌ی شمالی نیاز به سایه‌بان افقی ندارد.



شکل ۴۲ــ۱۴ــ سایه‌بان افقی