



وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

مقررات ملی ساختمان ایران مبحث نوزدهم صرفه‌جویی در مصرف انرژی

دفتر مقررات ملی ساختمان

۱۳۸۹

سرشناسه:	ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
عنوان و نام پدید آور:	صرفه جویی در مصرف انرژی / تهیه کننده دفتر امور مقررات ملی ساختمان
مشخصات نشر:	تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری:	۱۷۲ص: جدول
فروست:	مقررات ملی ساختمان ایران مبحث نوزدهم.
شابک:	978-964-7588-82-9
وضعیت فهرست نویسی:	فیبیا
موضوع:	ساختمان سازی -- قوانین و مقررات -- ایران
موضوع:	ساختمان سازی -- مصرف انرژی
رده بندی کنگره:	۱۹ ج. ۱۳۹۰ م۲ الف/۳۴۰۲ KMH
رده بندی دیویی:	۳۴۳
شماره کتابشناسی ملی:	۲۳۲۷۸۱۶

عنوان کتاب: مبحث ۱۹ صرفه جویی در مصرف انرژی

تهیه کننده:	دفتر امور مقررات ملی ساختمان
ناشر:	نشر توسعه ایران
شمارگان:	۳۰۰۰ جلد
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۲-۹
نوبت چاپ:	اول
تاریخ چاپ:	۱۳۸۹
چاپ و صحافی:	کانون
قیمت:	۳۵۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است .

پیش‌گفتار

مقررات ملی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت و ساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

وزارت مسکن و شهرسازی که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحب‌نظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها

و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرایی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

وزارت مسکن و شهرسازی، از هنگامی که این مسؤولیت مهم بر عهده‌اش واگذار گردیده است مجدانه سعی نموده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

علی نیکزاد

وزیر مسکن و شهرسازی

هیأت تدوین کنندگان مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

الف) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

عضو	• مهندس محمدرضا اسماعیلی
عضو	• دکتر اباذر اصغری
عضو	• دکتر محمدحسن بازیار
عضو	• مهندس علی اصغر جلال زاده
عضو	• دکتر علیرضا رهایی
رئیس	• مهندس ابوالفضل صومعلو
عضو	• دکتر محمدتقی کاظمی
عضو	• دکتر ابوالقاسم کرامتی
عضو	• دکتر محمود گلابچی
نایب رئیس و عضو	• دکتر غلامرضا هوائی

ب) اعضای کمیته تخصصی

مسئول	• دکتر محمدتقی احمدی
عضو	• دکتر مرتضی محمد اردهالی
عضو	• دکتر حمیدرضا حافظی
عضو	• دکتر محمدتقی حریری
عضو	• دکتر ریما فیاض
عضو	• دکتر بهروز محمد کاری

با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مسئول و تنظیم کننده متن پیش نویس

ج) دکتر بهروز محمد کاری

د) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا	• مهندس سهیلا پاکروان
کارشناس تدوین مقررات ملی ساختمان	• مهندس لاله جعفر پوریانی
رئیس گروه تدوین مقررات ملی ساختمان	• دکتر بهنام مهرپرور

صرفه‌جویی در مصرف انرژی یکی از چالش‌های مهم جهان امروز است. در سال‌های اخیر، افزایش نگرانی‌ها در خصوص تبعات زیست‌محیطی مصرف انرژی و گرم شدن کره زمین، اهمیت این موضوع را دوچندان کرده است. از سوی دیگر سهم بخش ساختمان در مصرف انرژی کشورها قابل توجه است، و به همین دلیل، در چند دهه اخیر، در اکثر کشورهای صنعتی، اقدامات اساسی در زمینه اصلاح الگوی مصرف، با استفاده از ابزارهای مختلف از جمله تدوین مقررات و ضوابط، صورت گرفته است.

در کشور ما نیز، بخش ساختمان حدود ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. متأسفانه با این وجود، اقدامات انجام‌شده در سال‌های اخیر اثربخشی مورد انتظار را در کاهش مصرف انرژی بخش ساختمان نداشته است و رشد مصرف، همچنان روند افزایشی نگران‌کننده‌ای دارد. بدیهی است که تداوم این وضعیت، تبعات اقتصادی و زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری برای کشور به دنبال خواهد داشت.

تجربه کشورهای صنعتی به‌روشنی لازمه تدوین ضوابط و مقررات منطبق با شرایط موجود در هر کشور را آشکار می‌سازد. در همین راستا، در سال ۱۳۷۰، اولین ویرایش مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، تحت عنوان صرفه‌جویی در مصرف انرژی تدوین گردید که بخش اعظم آن ضوابط طراحی عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان بود. متأسفانه، به دلیل عدم وجود آمادگی لازم در جامعه مهندسی ساختمان، ضوابط تعیین‌شده در این ویرایش، در اکثر پروژه‌های ساختمانی، اعم از دولتی و خصوصی، نادیده گرفته شد. با توجه به این موضوع، در سال ۱۳۷۸، جلد اول راهنمای این مبحث تهیه گردید و در آن اصول کلی عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطرح شد.

در ادامه، در سال ۱۳۸۱، ویرایش دوم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان تهیه و ابلاغ گردید. در این ویرایش، علاوه بر پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و روشنایی ساختمان نیز، هر یک در فصلی جداگانه مطرح شدند، و توصیه‌هایی نیز برای طراحی ساختمان ارائه گردید. از طرف دیگر، در گروه‌بندی ساختمان‌ها، علاوه بر کاربری، عوامل دیگری نظیر نیاز انرژی سالانه نیز مد نظر قرار گرفت. همچنین برای یکسان‌سازی داده‌های فنی در خصوص مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورد استفاده در پوسته خارجی ساختمان، ضرایب هدایت حرارت و مقاومت‌های حرارتی مورد نیاز در طراحی و محاسبات نیز به پیوست ارائه گردید.

اکنون، در ویرایش حاضر مبحث نوزدهم، مسایل زیر مورد نظر قرار گرفته است:

- ساده‌سازی متن مبحث تا حد امکان؛

- گسترش حوزه شمول و ساده‌سازی راه‌حل‌های تجویزی؛

- ارائه راهنمایی‌های لازم جهت تسهیل و یکسان‌سازی روش محاسبات طراحی عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان مطابق با ضوابط مبحث ۱۹؛
- تکمیل داده‌های حرارتی مربوط به مصالح و فراورده‌های مورد استفاده در ساخت و ساز فعلی کشور، و همچنین فراورده‌های نوینی نظیر شیشه‌های دوجداره با پوشش‌های خاص، پنجره‌های یوپی‌وی‌سی و آلومینیوم گرماشکن و ... که جهت بهبود عملکرد حرارتی پوسته خارجی ساختمان قابل استفاده هستند؛
- افزودن پیوست جامعی در رابطه با سایه‌بان‌های مناسب برای شهرهای مختلف کشور؛
- افزودن اطلاعات فنی و مقادیر عددی مورد نیاز برای محاسبه انواع پل حرارتی در پوسته ساختمان؛
- تکمیل و ساده‌سازی فصل مربوط به تأسیسات مکانیکی و تأکید بر مواردی نظیر کاربرد سیستم‌های کنترل و برنامه‌ریزی؛
- تکمیل و ساده‌سازی فصل مربوط به سیستم روشنایی و تأسیسات الکتریکی.

امید است، با رفع ابهامات موجود در ویرایش قبلی، و ارائه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز، زمینه اجرایی شدن این مبحث در ساخت و ساز کشور، خصوصاً در پروژه‌های دولتی، بیش از پیش فراهم گردد.

بدیهی است ضوابط در نظر گرفته شده در این ویرایش، همچنان با مقررات وضع شده در کشورهای صنعتی فاصله دارد. امید است در آینده‌ای نه‌چندان دور، برای نیل هر چه بیشتر به استانداردهای مطرح جهانی در زمینه مصرف انرژی، گام‌های لازم برداشته شود که به نظر می‌رسد اهم اقدامات در این زمینه اشاعه فرهنگ پایداری، ساختمان‌های سبز، سیستم‌های هوشمند، کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، سیستم‌های نوین تهویه و تعمیر برچسب انرژی به تمامی فراورده‌ها و تجهیزاتی است که در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کمیته تخصصی مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۱۹ کلیات	۱
۱-۱-۱۹ دامنه کاربرد.....	۱
۲-۱-۱۹ تعاریف.....	۲
۲-۱۹ مقررات کلی طراحی و اجرا	۱۳
۱-۲-۱۹ مدارک مورد نیاز برای اخذ پروانه ساختمان.....	۱۳
۱-۱-۲-۱۹ گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح.....	۱۳
۲-۱-۲-۱۹ چک لیست انرژی.....	۱۳
۳-۱-۲-۱۹ نقشه‌های ساختمان.....	۱۴
۴-۱-۲-۱۹ مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت.....	۱۴
۵-۱-۲-۱۹ مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی و روشنایی.....	۱۵
۲-۲-۱۹ عوامل ویژه اصلی و گروه‌بندی ساختمان‌ها.....	۱۵
۱-۲-۲-۱۹ گونه‌بندی کاربری ساختمان.....	۱۵
۲-۲-۲-۱۹ گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی محل استقرار ساختمان.....	۱۶
۳-۲-۲-۱۹ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان.....	۱۶
۴-۲-۲-۱۹ گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان.....	۱۶
۵-۲-۲-۱۹ گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی.....	۱۷
۳-۲-۱۹ عوامل ویژه فرعی.....	۱۷
۱-۳-۲-۱۹ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی.....	۱۷
۲-۳-۲-۱۹ گونه‌بندی نحوه استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی.....	۱۸
۴-۲-۱۹ روش‌های طراحی پوسته خارجی ساختمان.....	۱۸
۵-۲-۱۹ طراحی سیستم‌های مکانیکی.....	۱۹
۶-۲-۱۹ طراحی سیستم روشنایی.....	۱۹

۲۱	..... ۳-۱۹ پوسته خارجی ساختمان
۲۱	..... ۱-۳-۱۹ روش الف - روش کارکردی
۲۳	..... ۱-۱-۳-۱۹ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع
۲۶	..... ۲-۱-۳-۱۹ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی پوسته خارجی
۲۸	..... ۳-۱-۳-۱۹ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته
۳۳	..... ۲-۳-۱۹ روش ب - روش تجویزی
۳۴	..... ۱-۲-۳-۱۹ الزامات در راه‌حل‌های فنی روش تجویزی
۳۵	..... ۲-۲-۳-۱۹ اثر بهره‌گیری مناسب از نور خورشید
۳۵	..... ۳-۲-۳-۱۹ اثر بهره‌گیری از سایه‌بان مناسب
۳۵	..... ۴-۲-۳-۱۹ نکاتی درباره مجموعه راه‌حل‌های فنی روش تجویزی
۳۷	..... ۵-۲-۳-۱۹ مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-۱ (با پنجره برتر)
۴۳	..... ۶-۲-۳-۱۹ مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-۲ (با پنجره ساده)
۴۷	..... ۳-۳-۱۹ اصولی کلی و توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان
۴۷	..... ۱-۳-۳-۱۹ جهت‌گیری ساختمان
۴۷	..... ۲-۳-۳-۱۹ حجم و فرم کلی ساختمان
۴۸	..... ۳-۳-۳-۱۹ جانمایی فضاهای داخلی
۴۸	..... ۴-۳-۳-۱۹ جدارهای نورگذر
۴۹	..... ۵-۳-۳-۱۹ سایبان‌ها
۴۹	..... ۶-۳-۳-۱۹ اینرسی حرارتی
۵۰	..... ۷-۳-۳-۱۹ تهویه طبیعی
۵۱	..... ۴-۱۹ تأسیسات مکانیکی
۵۱	..... ۱-۴-۱۹ مقررات کلی
۵۲	..... ۲-۴-۱۹ تأسیسات سرمایش و گرمایش
۵۲	..... ۱-۲-۴-۱۹ تأمین سرمایش و گرمایش
۵۴	..... ۲-۲-۴-۱۹ مدارهای توزیع
۵۵	..... ۳-۲-۴-۱۹ پایانه‌های سرمایش و گرمایش
۵۵	..... ۳-۴-۱۹ سیستم‌های تهویه
۵۵	..... ۱-۳-۴-۱۹ تأمین هوای تازه
۵۵	..... ۲-۳-۴-۱۹ کیفیت درزبندی بازشوها
۵۶	..... ۴-۴-۱۹ تأسیسات آب گرم مصرفی

۵۶	..... ۱-۴-۴-۱۹ ملاحظات کلی
۵۷	..... ۲-۴-۴-۱۹ عایق کاری حرارتی لوله و مخزن
۵۹	..... ۵-۱۹ سیستم روشنایی و انرژی الکتریکی
۵۹	..... ۱-۵-۱۹ سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی
۵۹	..... ۲-۵-۱۹ سیستم‌های کنترل روشنایی
۵۹	..... ۱-۲-۵-۱۹ روشنایی فضاها
۶۰	..... ۲-۲-۵-۱۹ سیستم‌های کاهش میزان و یا مدت روشنایی
۶۰	..... ۳-۲-۵-۱۹ کنترل خاموش کردن روشنایی
۶۱	..... ۳-۵-۱۹ شدت روشنایی فضاها
۶۱	..... ۴-۵-۱۹ روشنایی محوطه و بیرون ساختمان
۶۱	..... ۱-۴-۵-۱۹ لامپ‌ها
۶۱	..... ۲-۴-۵-۱۹ کنترل روشنایی محوطه و خارج ساختمان
۶۱	..... ۵-۵-۱۹ کنترل
۶۲	..... ۶-۵-۱۹ موتورها
۶۳	..... پیوست ۱: روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان
۶۳	..... پ ۱-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار
۶۳	..... پ ۱-۱-۱ جدار در تماس با خارج
۶۴	..... پ ۱-۱-۲ جدار مجاور خاک
۶۴	..... پ ۱-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل نشده
۶۴	..... پ ۱-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل شده ساختمان
۶۴	..... پ ۱-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیرینای مفید
۶۵	..... پ ۱-۳ گروه بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن
۶۷	..... پیوست ۲: روش محاسبه شاخص خورشیدی
۶۹	..... پیوست ۳: گونه بندی نیاز سالانه انرژی شهرهای ایران
۸۱	..... پیوست ۴: گونه بندی کاربری ساختمان‌ها
۸۳	..... پیوست ۵: تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی
۸۵	..... پیوست ۶: مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علائم
۸۷	..... پیوست ۷: ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

پیوست ۸: مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی..... ۹۷

- پ ۱-۸ مقاومت حرارتی لایه‌های هوا مجاور سطوح داخلی و خارجی..... ۹۷
- پ ۲-۸ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس..... ۹۸
- پ ۳-۸ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول..... ۹۹
- پ ۱-۳-۸ آجر پلاک (نما)..... ۹۹
- پ ۲-۳-۸ آجر توپر (دیوار)..... ۹۹
- پ ۳-۳-۸ آجر سوراخ‌دار (دیوار)..... ۱۰۰
- پ ۴-۳-۸ بلوک سفالی (دیوار)..... ۱۰۰
- پ ۵-۳-۸ بلوک سیمانی (دیوار)..... ۱۰۱
- پ ۶-۳-۸ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)..... ۱۰۱
- پ ۷-۳-۸ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)..... ۱۰۲
- پ ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)..... ۱۰۲

پیوست ۹: ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها..... ۱۰۷

- پ ۱-۹ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها..... ۱۰۷
- پ ۱-۱-۹ شیشه‌های ساده..... ۱۰۸
- پ ۲-۱-۹ شیشه‌های دوجداره عمودی..... ۱۰۹
- پ ۳-۱-۹ شیشه‌های دوجداره افقی (سقفی)..... ۱۱۰
- پ ۲-۹ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر..... ۱۱۲
- پ ۱-۲-۹ جدارهای نورگذر دارای شیشه تک‌جداره ساده..... ۱۱۲
- پ ۲-۲-۹ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشه دوجداره..... ۱۱۲
- پ ۳-۹ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر..... ۱۲۰
- پ ۴-۹ ضرایب انتقال حرارت درها..... ۱۲۲

پیوست ۱۰: سایه‌بان‌ها..... ۱۲۳

پیوست ۱۱: روش‌های محاسبه پل‌های حرارتی..... ۱۳۹

- پ ۱-۱۱ گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی..... ۱۴۱
- پ ۲-۱۱ روند محاسبات عددی..... ۱۴۱
- پ ۳-۱۱ ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول..... ۱۴۱
- پ ۱-۳-۱۱ کف‌های زیرین مجاور خاک..... ۱۴۱
- پ ۲-۳-۱۱ دیوارهای مجاور خاک..... ۱۴۶

- پ ۱۱-۳-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل نشده ۱۴۷
- پ ۱۱-۳-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی ۱۴۸
- پ ۱۱-۳-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار ۱۴۸
- پ ۱۱-۳-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی ۱۴۹
- پ ۱۱-۳-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر ۱۴۹

19-1 کلیات

مبحث حاضر از مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق کاری حرارتی پوسته خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی، و الزامات طراحی سیستم روشنایی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند.

در بخش اول مبحث، کلیات و تعاریف و در بخش دوم مقررات کلی طرح و اجرا آمده است. بخش سوم به روش‌های طراحی عایق کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان و توصیه‌هایی در مورد طراحی معماری اختصاص داده شده است. در بخش چهارم، ضوابط مربوط به تأسیسات مکانیکی و در بخش پنجم، ضوابط مربوط به سیستم روشنایی و تأسیسات الکتریکی بیان شده است. در ضمن، در پیوست‌های یازده‌گانه این مبحث نیز اطلاعات تکمیلی و روش‌های محاسبه مربوط به بخش‌های مختلف مبحث ارائه شده است.

شایان ذکر است که در کنار رعایت الزامات تعیین‌شده در این مبحث، باید همواره تأمین حداقل تهویه مورد نیاز برای سلامت ساکنان ساختمان‌ها منظور شود.

19-1-1 دامنه کاربرد

ضوابط ارائه شده در مورد پوسته خارجی (بخش 19-3) برای تمام ساختمان‌های جدیدالاحداث، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر. ک. به بخش 19-2-2-5)، لازم‌الاجراست. این ضوابط در قالب دو روش الف (کارکردی¹) و روش ب (تجویزی²) ارائه شده است. از روش کارکردی می‌توان در مورد تمام ساختمان‌ها استفاده کرد؛ اما کاربرد روش تجویزی به ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، با زیربنای مفید زیر 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه سه از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌شود.

-
1. System Performance Method
 2. Prescriptive Method

همچنین، رعایت ضوابط مربوط به سیستم‌ها و تجهیزات مکانیکی (بخش 19-4) و سیستم روشنایی (بخش 19-5) در مورد تمامی ساختمان‌ها، با کاربری‌های مندرج در پیوست 4 این مبحث، الزامی است.

کلیه ضوابط این مبحث می‌تواند، با رعایت سایر مباحث مقررات و ضوابط فنی، برای ساختمان‌های موجود نیز استفاده شود.

19-1-2 تعاریف

تعاریف این بخش فقط برای این مبحث ارائه شده است.

Construction

احداث

بنا کردن ساختمان بر زمین خالی.

Thermal inertia

اینرسی حرارتی

قابلیت کلی پوسته خارجی و جدارهای داخلی در ذخیره انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان‌های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه‌بندی می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

Renovation

بازسازی

دوباره‌سازی بخش‌های عمده‌ای از ساختمان که در اثر سانحه یا فرسودگی آسیب دیده است.

Opening

بازشو

همه سطوح قابل باز شدن در پوسته ساختمان، که برای دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردند؛ مانند درها، پنجره‌ها و نورگیرها.

Flat roof

بام تخت

پوشش نهایی ساختمان که شیبی کمتر از 10 درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

Pitched roof**بام شیب‌دار**

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از 10 درجه و کمتر از 60 درجه نسبت به سطح افقی دارد. بر روی سقف شیب‌دار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل‌شده یا کنترل‌نشده قرار دارد. اگر شیب جدار بیش از 60 درجه باشد، از دید این مبحث دیوار تلقی می‌شود.

Energy label**برچسب انرژی**

برچسب تعیین‌شده توسط مقامات ذیصلاح، به منظور نصب بر روی تولیدات صنعتی مورد استفاده در ساختمان، برای مشخص کردن حد کیفیت محصولات از نظر مصرف انرژی.

Thermal terminal**پایانه حرارتی**

بخشی از یک سیستم مرکزی سرمایی یا گرمایی که در آخر مدار قرار دارد و انرژی منتقل‌شده توسط مدار توزیع را به فضا یا فضاهای کنترل‌شده انتقال می‌دهد (مانند رادیاتور).

Thermal bridge**پل حرارتی**

نقاطی از ساختمان که، به علت ناپیوستگی عایق حرارتی پوسته خارجی، مقاومت حرارتی در آنها کاهش می‌یابد و باعث افزایش موضعی میزان انتقال حرارت می‌گردد.

Building envelope**پوسته خارجی**

تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و مانند آنها، که از یک طرف با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و از طرف دیگر با فضای کنترل‌شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

پوسته خارجی در تمام موارد الزاماً با پوسته کالبدی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته کالبدی ممکن است دربرگیرنده فضاهای کنترل‌نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان همچنین شامل عناصری است که، در وجه خارجی خود، مجاور خاک و زمین هستند.

Physical envelope**پوسته کالبدی**

تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوار، سقف، کف، بازشو و مانند آنها، که از یک طرف با فضای خارج و از طرف دیگر با فضای کنترل‌شده یا فضای کنترل‌نشده در ارتباط هستند.

Air exchange (air change) **تعویض هوا**
تأمین شرایط بهداشتی هوای داخل فضای کنترل شده، با عوض کردن میزان مشخصی از آن هوا با هوای تازه، در یک دوره زمانی.

Change of occupancy **تغییر کاربری**
تغییر نوع بهره‌برداری از ساختمان موجود.

Development **توسعه**
گسترش ساختمان موجود در سطح، یا افزودن به طبقات آن.

Ventilation **تهویه**
روند دمیدن یا مکیدن هوا، از طریق طبیعی یا مکانیکی، به هر فضایی یا از هر فضایی، برای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (از قبیل کنترل دما و میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و مانند آنها). چنین هوایی ممکن است مطبوع شده باشد.

Air conditioning **تهویه مطبوع**
نوعی از تهویه همراه با تنظیم عواملی همچون دما و رطوبت، همراه با حذف آلاینده‌های مختلف (مانند بو، گرد و غبار، میکروارگانیسم‌ها) برای تأمین شرایط تعیین شده.

Translucent or Transparent layer **جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف)**
جداری که ضریب عبور نور مرئی آن بزرگ‌تر از 0,05 است. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات است و شامل پنجره‌ها، نماها و درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنهاست.

Surface mass **جرم سطحی**
جرم متوسط یک متر مربع از سطح پوسته داخلی یا خارجی ساختمان.

Effective surface mass of partitions **جرم سطحی مؤثر جدار (m_i)**
جرم سطحی بخش رو به داخل جدار تشکیل دهنده پوسته خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان، که در محاسبه جرم مؤثر و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

Effective mass of partitions	جرم مؤثر جدار
حاصل ضرب جرم سطحی مؤثر در سطح جدار.	
Building effective mass	جرم مؤثر ساختمان (M)
مجموع جرم مؤثر جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان که در محاسبه اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می شود (ر.ک. به پیوست ۱).	
Building effective surface mass	جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a)
نسبت جرم مؤثر ساختمان به سطح زیربنای مفید (ر.ک. به پیوست ۱).	
Wall	دیوار
بخشی از پوسته خارجی یا داخلی غیرنورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویه بیش از 60 درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است.	
Cooling degree day	روز - درجه سرمایش
واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار سرمایشی یک ساختمان در اوقات گرم سال به کار می رود. روز درجه سرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به 21 درجه سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از 21 درجه سلسیوس بالاتر است.	
Heating degree day	روز - درجه گرمایش
واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار گرمایشی یک ساختمان در اوقات سرد سال به کار می رود. روز درجه گرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به 18 درجه سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از 18 درجه سلسیوس پایین تر است.	
Building usable area	زیربنای مفید (A_h)
مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.	

Individual (detached or semi-detached) dwelling	ساختمان مستقل کم ارتفاع
--	--------------------------------

ساختمانی حداکثر دو طبقه که از چهار طرف با ساختمان‌های مجاور فاصله دارد، یا دارای فصل مشترکی با مساحت کم‌تر از 15 متر مربع با آنهاست. در این مبحث، هر جا به اختصار عبارت «ساختمان مستقل» ذکر شود، منظور «ساختمان مستقل کم ارتفاع» است.

Attached Building	ساختمان غیرمستقل
--------------------------	-------------------------

در این مبحث، هر ساختمانی که در قالب تعریف «ساختمان مستقل کم ارتفاع» نگنجد، ساختمان غیرمستقل شناخته می‌شود.

Automatic control (& cut out) system	سیستم قطع و کنترل اتوماتیک
---	-----------------------------------

سیستمی که، با روشن و خاموش کردن تأسیسات گرمایی یا سرمایی، دمای رفت سیال یا دمای فضاها را، در محدوده تعیین شده، به صورت خودکار تنظیم می‌کند.

Solar index	شاخص خورشیدی (I_s)
--------------------	--

ضریبی که، براساس آن، مقدار بهره‌گیری ساختمان از انرژی تابشی خورشید تعیین می‌شود.

Low-E (Emissivity) glass	شیشه کم‌گسیل
---------------------------------	---------------------

شیشه‌ای که، به علت وجود پوشش‌های پایه فلزی میکروسکوپی خاص بر روی یک یا دو سطح آن، تابش فروسرخ سطح گرم شیشه به سطوح سرد پیرامون، و در نتیجه ضریب انتقال حرارت آن، نسبت به شیشه‌های شفاف، کاهش یافته است. شیشه‌های شفاف به‌طور معمول گسیلندگی (ضریب گسیل) حدود 0,85 دارند، اما گسیلندگی شیشه کم‌گسیل، در سطحی که پوشش کم‌گسیل بر آن نشانده شده است، می‌تواند تا میزان 0,05 کاهش یابد.

Building heat loss (transfer) coefficient	ضریب انتقال حرارت طرح (H)
--	----------------------------------

ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان، یا بخشی از آن، برابر است با مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاها کنترل شده، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت [W/K] است. در روش کارکردی، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌گردد.

ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ) Linear thermal transmittance

ضریب انتقال حرارت خطی بخشی یک بعدی از پوسته خارجی ساختمان برابر است با توان حرارتی منتقل شده از یک متر طول آن عنصر، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه کلوین باشد، واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت خطی $[W/m.K]$ است.

ضریب انتقال حرارت سطحی (U) Thermal transmittance

ضریب انتقال حرارت سطحی بخشی از پوسته خارجی ساختمان برابر است با توان حرارتی منتقل شده از سطحی از آن با مساحت یک مترمربع، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه کلوین باشد، واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت $[W/m^2.K]$ است.

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (\hat{U}) Required thermal transmittance

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع، ضریب انتقال حرارت سطحی انواع مختلف جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان (مانند دیوار، سقف، کف، جدار نورگذر، در) است، که در این مبحث برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع به کار می‌رود. واحد ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع $[W/m^2.K]$ است.

ضریب انتقال حرارت مرجع (H) Required heat loss (transfer) coefficient

ضریب انتقال حرارت مرجع، حداکثر ضریب انتقال حرارت مجاز ساختمان یا بخشی از آن است، و با استفاده از روابط ارائه شده در این مبحث محاسبه می‌گردد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت $[W/K]$ است.

ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h) Surface heat transfer coefficient

نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دمای سطح جدار و هوای محیط مجاور، در حالت پایدار (ر.ک. به پیوست 8).

ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع (γ) Required heat transfer correction factor

ضریبی که، در صورت طراحی مناسب و بهره‌گیری بهینه از انرژی خورشیدی در مناطق سردسیر، برای تصحیح مقادیر انتقال حرارت مرجع محاسبه می‌گردد.

ضریب کاهش انتقال حرارت (τ) Thermal transmittance reduction factor

از آنجا که اختلاف دمای فضای داخل و فضایی کنترل نشده کمتر از اختلاف دمای میان فضاهای داخل و خارج است، در محاسبه انتقال حرارت از سطوح مجاور فضاهای کنترل نشده، ضریبی به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت در نظر گرفته می شود (ر. ک. به 19-3-1-3-5).

ضریب عبور (گذر) خورشیدی سطح نورگذر (S) Solar transmittance

نسبت انرژی خورشیدی عبور کرده از سطح نورگذر به انرژی خورشیدی تابیده شده به آن.

ضریب هدایت حرارت (λ) Thermal conductivity

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، می گذرد، در زمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلوین است، واحد ضریب هدایت حرارت $[W/m.K]$ است.

عایق (عایق حرارت) Thermal insulation (Insulating material)

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر به طور مؤثر کاهش دهد. در مواردی، عایق حرارت می تواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهای دیگری نیز مانند باربری، صدابندی داشته باشد. در این مبحث، کلمه «عایق» معادل عایق حرارت به کار می رود. تحت شرایط ویژه، هوا نیز می تواند عایق حرارت محسوب شود.

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می شود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا مساوی $0,065 W/m.K$ و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از $0,5 m^2.K/W$ باشد.

عایق کاری حرارتی (گرمابندی) Thermal insulation

استفاده از عایق های حرارتی برای محدود کردن میزان انتقال حرارت در اجزای ساختمانی. سیستم عایق کاری حرارتی باید دو شرط زیر را دارا باشد:

- مقاومت حرارتی کل پوسته خارجی به همراه عایق حرارتی از حد مشخص شده ای بیشتر باشد؛

- ضریب هدایت حرارتی عایق مصرفی از حد مشخص شده ای بیشتر نباشد.

در برخی موارد، با انتخاب مناسب مصالح مورد نیاز در پوسته خارجی، می‌توان مقاومت حرارتی یادشده در مقررات را بدون استفاده از عایق حرارتی تأمین کرد.

در صورت عایق‌کاری حرارتی مناسب عناصر ساختمان، تأمین و حفظ آسایش حرارتی در فضاهای کنترل‌شده به آسانی و با صرفه‌جویی در مصرف انرژی امکان‌پذیر می‌گردد.

عایق‌کاری حرارتی به وسیله یک ماده یا مصالح خاص یا با سیستمی با چندین کارایی صورت می‌گیرد. برای مثال، یک دیوار باربر می‌تواند در عین حال نقش عایق حرارتی را نیز داشته باشد. ولی در بیشتر موارد، لازم است لایه‌ای ویژه، صرفاً به‌عنوان عایق حرارت، به جدار اضافه شود.

عایق‌کاری حرارتی از داخل **Internal thermal insulation**

عایق‌کاری حرارتی اجزای ساختمانی، که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت داخل صورت می‌گیرد.

عایق‌کاری حرارتی از خارج **External thermal insulation**

عایق‌کاری حرارتی اجزای ساختمانی، که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت خارج صورت می‌گیرد.

عایق‌کاری حرارتی پیرامونی **Peripheral thermal insulation**

عایق‌کاری حرارتی با عرضی محدود در کف روی خاک، در مجاورت و امتداد دیوارهای پوسته خارجی ساختمان.

عایق‌کاری حرارتی همگن **Distributed thermal insulation**

نوعی عایق‌کاری حرارتی که در آن مصالح ساختمانی مصرف شده، اعم از سازه‌ای و غیر سازه‌ای، در بخش اعظم ضخامت پوسته خارجی (دیوار، سقف، کف)، مقاومت حرارتی زیادی داشته باشد.

عناصر ساختمانی **Building elements**

بخش‌هایی از ساختمان که برای تأمین نیازهای سازه‌ای یا غیر سازه‌ای طراحی و ساخته شده است و در پیوند با یکدیگر، یکپارچگی ساختمان را تأمین می‌کند (مانند بام، سقف، دیوار و بازشو).

Specific factors

عوامل ویژه

عواملی که وضعیت ساختمان را، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تعیین می‌کنند. این عوامل شامل دو نوع اصلی و فرعی است (ر.ک. به 2-2-19 و 3-2-19).

Living space

فضای زیستی

فضای مورد استفاده روزمره افراد، اعم از فضای مسکونی، فضای کار و مانند آن‌ها.

Conditioned space

فضای کنترل شده

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، از فضای زیستی و غیر آن، که به علت عملکرد خاص، به طور مداوم تا دمایی برابر، بالاتر یا پایین‌تر از دمای زیست‌گاه گرم یا سرد می‌شوند.

Unconditioned space

فضای کنترل نشده

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در بر گیرنده آنها نیست (همانند درز انقطاع هوا بند شده بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که فاقد پایانه‌های گرمایشی و سرمایشی‌اند).

Building occupancy

کاربری ساختمان

نوع کاربرد ساختمان طبق گروه‌بندی ارائه شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (ر.ک. به پیوست 4). شایان ذکر است که در برخی مباحث مقررات ملی ساختمان، به جای واژه «کاربری» عبارت «نحوه تصرف» به کار رفته است.

Floor

کف

عنصر ساختمانی افقی که در بالا با فضایی کنترل شده، و در پایین با خاک، فضای کنترل نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شود.

Background heating

گرمایش پایه

گرمایش اصلی ساختمان که با دمای خارج تنظیم می‌گردد.

Complementary heating**گرمایش تکمیلی**

گرمایش فرعی ساختمان که برای جواب‌گویی به نیازهای گرمایی کوتاه مدت، در مواقعی که گرمایش پایه به‌تنهایی کافی نیست، پیش‌بینی می‌گردد.

Composite heating**گرمایش مرکب**

گرمایش تشکیل‌شده از دو مؤلفه پایه و تکمیلی.

Low consumption (high efficiency) lamp**لامپ کم‌مصرف (پر بازده)**

لامپ با بازده بیش از 55 لومن بر وات.

Thermal comfort zone**محدوده آسایش (حرارتی)**

شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود 80% ساکنان یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش دارند.

Normal temperature interval**محدوده دمایی متعارف**

محدوده دمایی که در فضاهای دارای عملکرد خاص باید حفظ گردد.

Competent authorities**مراجع ذی‌صلاح**

مراجعی که صلاحیت آنها در زمینه‌های تعیین‌شده در این مبحث مورد تأیید رسمی است، مانند مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

Thermal resistance**مقاومت حرارتی**

نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن. مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست.

مقاومت حرارتی مشخص‌کننده قابلیت عایق بودن یک یا چند لایه از پوسته یا کل پوسته از نظر حرارتی است. مقاومت حرارتی با R نمایانده می‌شود و واحد آن $[m^2K/W]$ است.

Air leakage**نشت هوا**

ورود یا خروج هوا در ساختمان، از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌هایی که برای تعویض هوا پیش‌بینی شده است.

Residential unit

واحد مسکونی

یک واحد خانه، متشکل از یک اتاق یا بیشتر، که امکانات کامل و مستقل (خواب، خوراک، پخت و پز و بهداشت) برای زندگی یک نفر یا بیشتر در آن فراهم باشد.

Air tightening

هوابندی

جلوگیری از ورود و خروج هوا، از طریق پوسته یا درزهای عناصر تشکیل دهنده آن.

2-19 مقررات کلی طراحی و اجرا

1-2-19 مدارک مورد نیاز برای اخذ پروانه ساختمان

در زمان اخذ پروانه ساختمان، لازم است مدارک زیر، برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ارائه گردد:

1-1-2-19 گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح

2-1-2-19 چک لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی خلاصه اطلاعات زیر باشد:

- 1- مشخصات پرونده ساختمانی و مهندس طراح؛
- 2- عوامل ویژه اصلی:
 - گونه‌بندی کاربری ساختمان (مطابق 1-2-2-19)؛
 - گونه‌بندی نیاز انرژی سالانه محل استقرار ساختمان (مطابق 2-2-2-19)؛
 - گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق 3-2-2-19)؛
 - گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان (مطابق 4-2-2-19).
- 3- گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق بند 5-2-2-19 تعیین می‌شود)؛
- 4- گونه‌بندی نحوه استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق 2-3-2-19)؛
- 5- روش مورد استفاده برای طراحی عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان؛
- 6- مشخصات حرارتی مصالح و عایق‌های حرارتی مصرفی در ساختمان؛
- 7- مشخصات حرارتی انواع جدارهای تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان؛
- 8- ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع ساختمان (در صورت استفاده از روش کارکردی)؛

- 9- مجموعه راه‌حل‌های فنی مورد استفاده و الزامات تعیین‌شده در آن با توجه به موقعیت جدارها و نحوه عایق‌کاری حرارتی آن‌ها (در صورت استفاده از روش تجویزی)؛
- 10- مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی سیستم مکانیکی گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویه مطبوع و تأمین آب گرم؛
- 11- شدت روشنایی فضاها و نحوه کنترل آن.

19-2-1-3 نقشه‌های ساختمان

نقشه‌های ساختمان، شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوسته خارجی ساختمان هستند. در نقشه‌های پلان طبقات، پلان بام، نماها و مقاطع، باید محل عایق‌کاری حرارتی متناسب با گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (پیوست 5) مشخص شده باشد.

جزئیات اجرایی پوسته خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل 1:1، 1:2، 1:5 یا 1:10 (بر حسب نیاز) تهیه شوند؛ و در آنها نحوه اجرای عایق‌کاری حرارتی و مشخصات فنی مصالح تشکیل‌دهنده پوسته خارجی مشخص شده باشد.

در صورت احداث ساختمان، نقشه‌های مربوط به تمامی طبقات آن باید ارائه گردد؛ و در موارد بهسازی، بازسازی، تغییر کاربری، یا توسعه ساختمان، تنها ارائه اطلاعات مربوط به واحد یا واحدهای مستقل که تغییر در آنها صورت خواهد گرفت کافی است. تمامی نقشه‌های نام‌برده و مشخصات فنی مربوط باید به تأیید و امضای مهندس یا شرکت طراح برسد.

19-2-1-4 مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت

در طراحی و اجرای ساختمان اگر از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت سنتی و متعارف استفاده شود، لازم است مشخصات فنی مورد نیاز، مانند چگالی و پوشش محافظ احتمالی، به همراه نقشه‌ها و دیگر مدارک، برای تعیین ضرایب انتقال حرارت و مقاومت‌های حرارتی این نوع مصالح و سیستم‌های مورد استفاده در پوسته خارجی ساختمان، مطابق دستورالعمل‌های داده شده در مراجع معتبر و یا جداول پیوست‌های 7 و 8 این مبحث، ارائه شود.

در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح یا اجزای ساختمانی به‌خصوصی در مراجع ذی‌صلاح یافت نشود، یا سازنده‌ای مدعی باشد که تولیداتی با مقادیر و مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر تعیین‌شده در مراجع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر آن محصولات ضمیمه مدارک گردد. این گواهی فنی باید حاوی ضرایب هدایت حرارت، یا مقاومت‌های حرارتی محصول،

با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبه محصول و آیین‌نامه اجرای آن باشد.

در این صورت، مقادیر ذکر شده در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، در طراحی و محاسبات ملاک عمل خواهد بود. به این نکته باید توجه شود که بهره‌گیری از محصولات دارای برچسب انرژی، مانند عایق‌های حرارتی یا در و پنجره‌های عایق، تا حد امکان در اولویت قرار گیرد.

19-2-1-5 مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی و روشنایی

مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی سیستم‌های مکانیکی مورد استفاده در ساختمان‌ها، اعم از سیستم‌های گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع و تامین آب گرم مصرفی، و همچنین سیستم روشنایی، باید توسط مراجع معتبر تعیین شده باشد، تا در محاسبات و طراحی مورد استفاده قرار گیرد. در صورت فقدان گواهی مشخصات فنی، ضروری است پیش از بهره‌برداری از این تجهیزات، اقدامات لازم برای تعیین مشخصات فنی مورد نیاز صورت گیرد.

19-2-2-2 عوامل ویژه اصلی و گروه‌بندی ساختمان‌ها

حداقل میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی، که در این مبحث برای پوسته خارجی ساختمان‌ها مشخص شده است، به چهار عامل ویژه اصلی وابسته است. براساس این عوامل ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی گروه‌بندی می‌شوند. عوامل ویژه اصلی تعیین‌کننده گروه ساختمان، از نظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی، به قرار زیر است:

- گونه‌بندی کاربری ساختمان؛
- گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی گرمایی - سرمایی محل استقرار ساختمان؛
- گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان؛
- گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان.

در این بخش، ابتدا به گونه‌بندی هر یک از عوامل فوق و سپس به گروه‌بندی ساختمان‌ها، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پرداخته می‌شود.

19-2-2-1 گونه‌بندی کاربری ساختمان

ساختمان‌ها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف، ب، ج، د تقسیم می‌شوند. برای تعیین گونه‌بندی ساختمان از نظر نوع کاربری به پیوست 4 رجوع شود.

در صورتی که بخش یا بخش‌هایی از ساختمان، با مساحت بیش از 150 مترمربع، و با کاربری متفاوت با کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگ‌تر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود، باید برای هر بخش گروه‌بندی جداگانه منظور شود و مقررات مربوط به آن گروه‌بندی رعایت شود.

19-2-2-2 گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی محل استقرار ساختمان

در این مبحث، مناطق مختلف کشور، از نظر سطح نیاز انرژی گرمایی - سرمایی سالانه، سه گونه‌اند:

- مناطق دارای نیاز سالانه انرژی کم؛
- مناطق دارای نیاز سالانه انرژی متوسط؛
- مناطق دارای نیاز سالانه انرژی زیاد.

در پیوست سوم، گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی 245 شهر کشور، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی که شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست ذکر نشده باشد، باید داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی مندرج در این پیوست ملاک عمل قرار گیرد.

19-2-2-3 گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان

در این مبحث، ساختمان‌ها، از نظر سطح زیربنای مفید، دو گونه‌اند:

- ساختمان‌های دارای زیربنای مفید کمتر یا مساوی 1000 مترمربع؛
- ساختمان‌های دارای زیربنای مفید بیش از 1000 مترمربع.

19-2-2-4 گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان

شهرها، در این مبحث، به دو گونه‌اند:

- شهرهای بزرگ: مراکز استان‌ها و شهرهای دارای بیش از یک میلیون نفر جمعیت؛
- شهرهای کوچک: شهرهایی با جمعیت کمتر از یک میلیون نفر که مرکز استان نیستند.

19-2-2-5 گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

برای طراحی ساختمان، طبق ضوابط مندرج در این مبحث، لازم است ابتدا گروه ساختمان، از نظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی تعیین گردد. در این مبحث گروه‌های چهارگانه ساختمان‌ها به قرار زیر است:

- گروه 1: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی؛
- گروه 2: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی متوسط در مصرف انرژی؛
- گروه 3: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی کم در مصرف انرژی؛
- گروه 4: ساختمان‌های بدون نیاز به صرفه‌جویی در مصرف انرژی.

گروه ساختمان‌ها، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پس از تعیین عوامل ویژه اصلی و براساس جدول مندرج در پیوست پنجم این مبحث، تعیین می‌شود. در این مبحث، مراد از «ساختمان گروه 1، 2، 3 یا 4» گروه‌بندی فوق است.

19-2-3 عوامل ویژه فرعی

حداقل میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی مشخص شده در این مبحث، به عوامل ویژه دیگری نیز وابسته است، که عوامل ویژه فرعی نامیده می‌شوند. عوامل ویژه فرعی عبارتند از:

- شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی؛
- نحوه استفاده از ساختمان با کاربری غیرمسکونی.

19-2-3-1 گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

ساختمان‌ها، از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، به دو گونه تقسیم می‌شوند:

- ساختمان‌های دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی؛
- ساختمان‌های دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی.

ساختمانی دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی شناخته می‌شود که، مطابق پیوست 3، دارای نیاز غالب سرمایی نباشد، مساحت جدارهای نورگذر آن در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک‌نهم زیربنای مفید ساختمان باشد، و همچنین موانع تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از 25 درجه نسبت به افق دیده شود (ر.ک. به پیوست 2).

ساختمانی که فاقد یکی از شرایط فوق باشد، ساختمان دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی شناخته می‌شود.

19-2-3-2 گونه‌بندی نحوه استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی

ساختمان‌های غیر مسکونی، از نظر نحوه استفاده، به دو گونه تقسیم می‌گردد:

- استفاده منقطع: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه‌ای که در هر شبانه‌روز، دست کم ده ساعت در روند استفاده وقفه بیفتد و بتوان کنترل دما در محدوده متعارف زمان اشغال فضاها را متوقف کرد.
- استفاده مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گونه‌ای که تعریف استفاده منقطع بر آن صادق نباشد.

اگر از برخی فضاهای ساختمان به صورت مداوم و از برخی دیگر به صورت منقطع استفاده شود، نوع استفاده از بخش بزرگ‌تر ملاک تصمیم‌گیری در مورد کل ساختمان است، مگر آنکه مساحت بخش یا بخش‌های کوچک‌تر بیش از 150 مترمربع باشد. در این صورت لازم است محاسبات حرارتی هر بخش به صورت مستقل صورت پذیرد.

در حالت‌های زیر، فضاهای با استفاده منقطع، با استفاده مداوم تلقی می‌شوند:

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (ر.ک. به پیوست 1)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از 7 درجه سلسیوس زیر محدوده دمای تعیین‌شده برای زمان‌های بهره‌برداری ساختمان.

این گونه‌بندی در تعیین ضرایب انتقال حرارت مرجع (روش کارکردی، بند 19-3-1-2) تأثیرگذار است.

19-2-4 روش‌های طراحی پوسته خارجی ساختمان

ضوابط طراحی پوسته خارجی ساختمان‌ها، برای کاهش انتقال حرارت، در بخش 19-3 بیان شده است. طراحی و تعیین میزان عایق‌کاری حرارتی اجزای پوسته ساختمان‌ها، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک به بخش 19-2-2-5)، باید با یکی از دو روش زیر صورت گیرد:

- روش الف (کارکردی) که در مورد همه ساختمان‌ها کاربرد دارد و مبنای آن میزان کل نیاز انرژی سالانه است (بخش 19-3-1).

- روش ب (تجویزی) که تنها در مورد ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه 3 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی به کار می‌رود. در این روش، دو مجموعه راه حل فنی ب-1 و ب-2 ارائه شده است (بخش 19-3-2).

19-2-5 طراحی سیستم‌های مکانیکی

ضوابط طراحی و انتخاب تجهیزات برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های مکانیکی و آب گرم مصرفی ساختمان‌ها در بخش 19-4 ارائه شده است. رعایت این ضوابط در مورد تمامی ساختمان‌های دارای کاربری‌های اعلام‌شده در پیوست 4 الزامی است.

19-2-6 طراحی سیستم روشنایی

در روشنایی با استفاده از انرژی الکتریکی، در ساختمان‌های دارای کاربری‌های اعلام‌شده در پیوست 4، لازم است، علاوه بر الزامات مبحث 13 مقررات ملی ساختمان، موارد مندرج در بخش 19-5 این مبحث نیز مد نظر قرار گیرد.

19 - 3 پوسته خارجی ساختمان

بخش قابل توجهی از تبادل حرارت ساختمان از طریق پوسته خارجی آن صورت می‌گیرد. در این قسمت، ضوابط طراحی پوسته خارجی ساختمان‌ها، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، توضیح داده می‌شود. این ضوابط در قالب دو روش الف (کارکردی) و روش ب (تجویزی)، در بندهای 19-3-1 و 19-3-2 ارائه می‌گردد.

در محاسبه و طراحی عایق کاری حرارتی پوسته انواع ساختمان‌ها می‌توان از روش کارکردی بهره گرفت، اما روش تجویزی تنها برای محاسبه عایق کاری حرارتی پوسته ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از 2000 متر مربع، و ساختمان‌های گروه 3، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، به کار برده می‌شود.

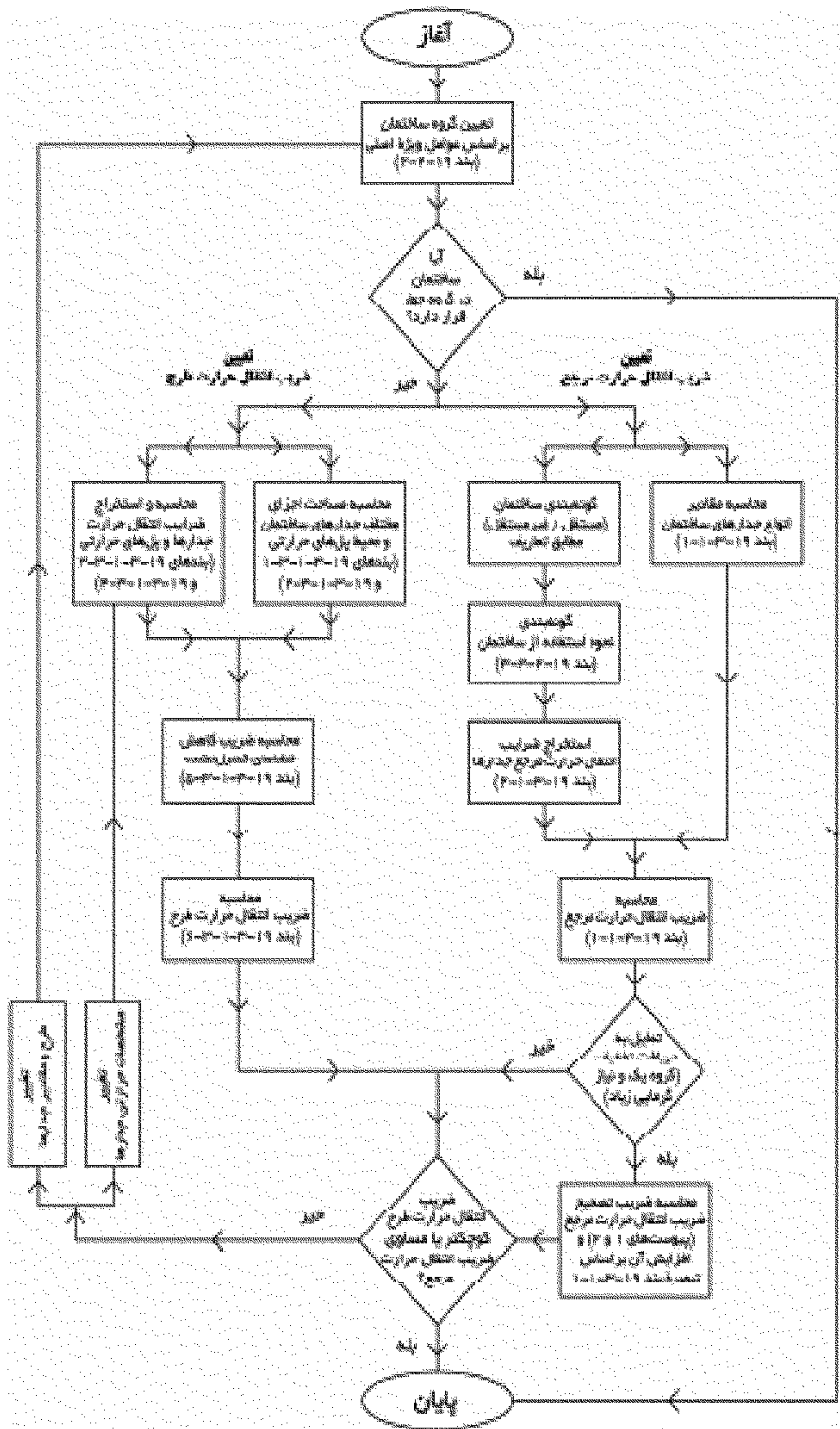
19 - 3 - 1 روش الف - روش کارکردی

روش کارکردی را می‌توان برای تمام ساختمان‌ها به کار برد، اما طراحی با آن نیازمند محاسبات انتقال حرارت پوسته خارجی ساختمان است. در مواردی که در بند فوق مشخص شده است، می‌توان از روش تجویزی (بند 19-3-2) استفاده کرد.

برای محاسبه عایق کاری حرارتی ساختمان‌ها به روش کارکردی، ابتدا باید گروه ساختمان، از لحاظ میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تعیین گردد. گروه ساختمان با توجه به عوامل ویژه اصلی (بند 19-2-2 و براساس جدول مندرج در پیوست 5 این مبحث تعیین می‌گردد. پس از آن، باید میزان عایق کاری حرارتی ساختمان‌ها، با محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با حداکثر مقدار مجاز (ضریب انتقال حرارت مرجع) تعیین شود.

روش محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع و ضریب انتقال حرارت طرح به ترتیب در بندهای 19-3-1-1 و 19-3-1-3 توضیح داده شده است. در شکل 1 نیز نمودار گردشی مراحل محاسبات عایق کاری حرارتی پوسته ساختمان در روش کارکردی نشان داده شده است.

شکل ۱- نمودار گردش مراحل محاسبه عایق کاری حرارتی پوسته ساختمان مطابق روش کارکردی



محاسبات باید برای هر ساختمان منفرد و برای هر واحد آپارتمانی به صورت مستقل انجام گردد. در صورت یکسان بودن واحدهای ساختمان از نظر مشخصات حرارتی، کافی است محاسبات براساس بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد. شایان ذکر است واحدهای یک ساختمان در صورتی یکسان تلقی می‌شوند که:

- مشخصات حرارتی تمامی پوسته خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛
- نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛
- کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.

19-3-1-1 محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان (\hat{H}) بر حسب $[W/K]$ برابر است با حداکثر انتقال حرارت مجاز از پوسته خارجی ساختمان، در شرایط پایدار و به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین هوای داخل و خارج.

در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، انتقال حرارت از بامها، دیوارها، کفهای در تماس با هوا یا خاک، درها و سطوح نورگذر ساختمان در نظر گرفته می‌شود. این جدارها ممکن است در تماس با فضای خارج، فضاهای کنترل نشده یا خاک باشند.

برای تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضرایب انتقال حرارت مرجع اجزای پوسته خارجی، با در نظر گرفتن گروه ساختمان (بند 19-2-2)، نحوه استفاده از ساختمان (بند 19-2-3-2) و مستقل یا غیرمستقل بودن آن (مطابق تعاریف صفحه 6)، از جداول بخش 19-3-1-2 استخراج گردد.

در ضمن، لازم است مقادیر اجزای پوسته خارجی ساختمان (شامل مساحت خالص کل دیوارها، بام، کف مجاور هوا، در، پنجره و سطوح مجاور فضاهای کنترل نشده و محیط کف در تماس با خاک) با توجه به ابعاد داخلی محاسبه گردد.¹

پس از طی مراحل بالا، ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان (\hat{H}) از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\hat{H} = (A_W \times \hat{U}_W) + (A_R \times \hat{U}_R) + (A_F \times \hat{U}_F) + (P \times \hat{U}_P) + (A_G \times \hat{U}_G) \\ + (A_D \times \hat{U}_D) + (A_{WB} \times \hat{U}_{WB})$$

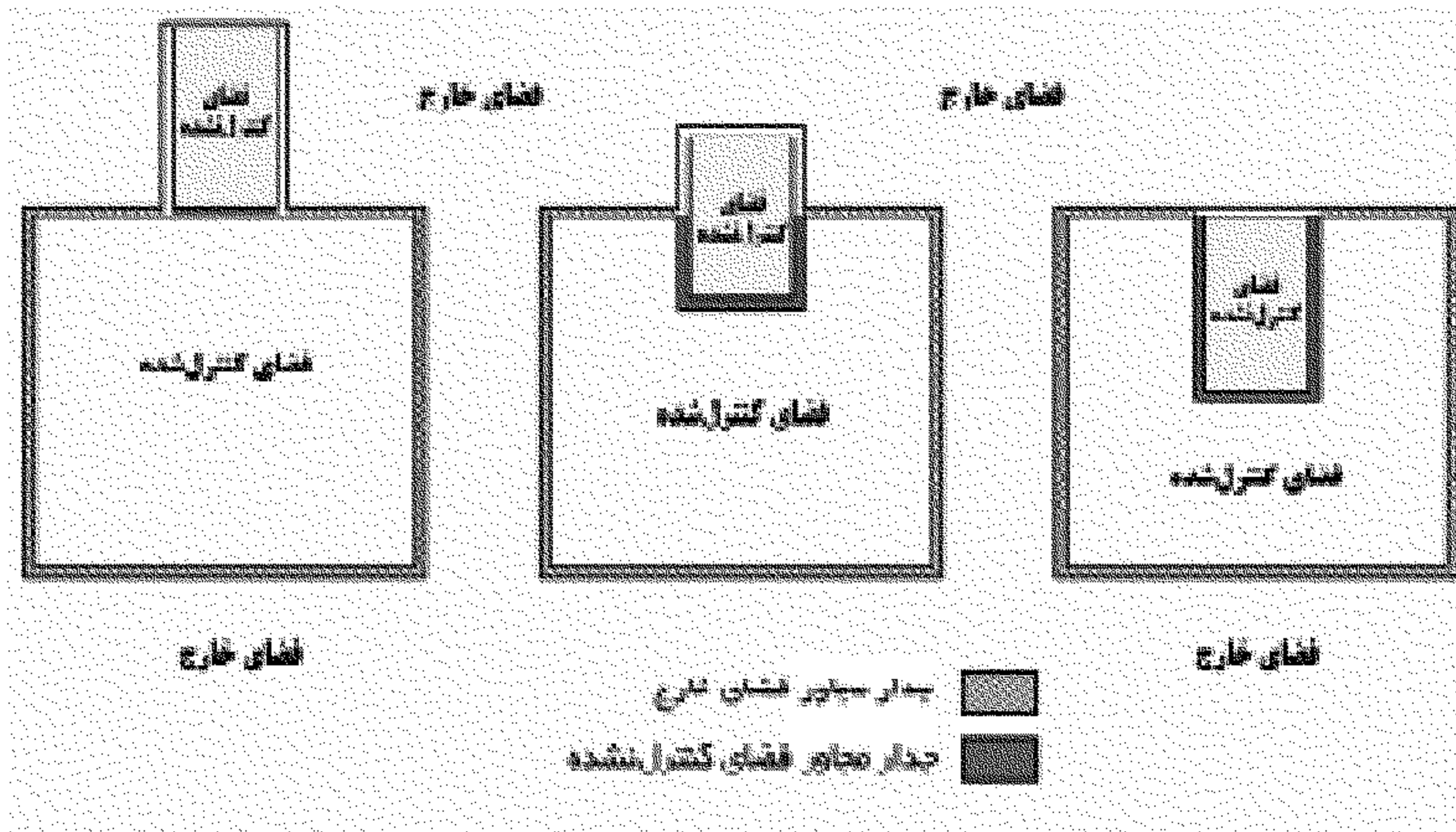
1. در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها پل حرارتی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود.

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

$[m^2]$	مساحت کل دیوارهای مجاور فضای خارج	A_W
$[W/m^2K]$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع دیوارها	\hat{U}_W
$[m^2]$	مساحت کل بام‌های تخت یا شیب‌دار مجاور فضای خارج	A_R
$[W/m^2K]$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع بام تخت یا شیب‌دار	\hat{U}_R
$[m^2]$	مساحت کل کف زیرین در تماس با هوای خارج	A_F
$[W/m^2K]$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع کف زیرین در تماس با هوا	\hat{U}_F
$[m]$	محیط کل کف زیرین در تماس با خاک، مجاور فضای خارج	P
$[W/mK]$	ضریب انتقال حرارت خطی مرجع کف زیرین در تماس با خاک	\hat{U}_P
$[m^2]$	مساحت کل جدارهای نورگذر مجاور خارج (سطوح شیشه و قاب)	A_G
$[W/m^2K]$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها	\hat{U}_G
$[m^2]$	مساحت کل درهای مجاور فضای خارج	A_D
$[W/m^2K]$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع درها	\hat{U}_D
$[m^2]$	مساحت کل سطوح در تماس با فضای کنترل نشده	A_{WB}
$[W/m^2K]$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای در تماس با فضای کنترل نشده	\hat{U}_{WB}

توضیحات:

- 1- سطوح تمام جدارهای ساختمانی ($A_{WB}, A_D, A_F, A_R, A_W$) و محیط کف زیرین در تماس با خاک (P) از طرف داخل ساختمان محاسبه می‌شوند.
- 2- تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در بخش 19-3-1-2 ارائه شده است.
- 3- منظور از «جدار مجاور فضای خارج» جداری است که بین یک فضای کنترل شده و فضای خارج قرار گرفته است. همچنین، منظور از «جدار مجاور فضای کنترل نشده» جداری است که بین یک فضای کنترل شده و یک فضای کنترل نشده قرار گرفته است (شکل 2). در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.



شکل 2 - موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

تبصره 1: در مناطق دارای نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست 3)، می توان ضریب انتقال حرارت مرجع محاسبه شده را به میزان $\gamma \cdot V$ (بر حسب وات بر کلومین) افزایش داد. در این رابطه، V حجم فضای مفید ساختمان و γ ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع است. مقادیر ضریب γ براساس اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی تعیین می گردد. برای ساختمان های غیرمستقل با فضاهای مورد استفاده مداوم، ضریب γ از جدول 1، و برای ساختمان های غیرمستقل با فضاهای مورد استفاده منقطع، ضریب γ از جدول 2 استخراج می شود. روش تعیین اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی به ترتیب در پیوست 1 و پیوست 2 ارائه گردیده است.

جدول 1 - محاسبه ضریب γ برای ساختمان های غیرمستقل - فضاهای با استفاده مداوم بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

شاخص خورشیدی I_s			اینرسی حرارتی
$I_s \geq 0,02$	$0,02 > I_s \geq$	$0,01 > I_s$	
0,06	0,03	0	کم
0,10	0,05	0	متوسط
0,12	0,06	0	زیاد

جدول 2- محاسبه ضریب γ ساختمان‌های غیرمستقل - فضاهای با استفاده منقطع
بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

شاخص خورشیدی I_s			اینرسی حرارتی
$I_s \geq 0,02$	$0,02 > I_s \geq$	$0,01 > I_s$	اختیاری
0,08	0,04	0	

19-3-1-2 ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی پوسته خارجی

ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر پوسته خارجی، براساس گروه ساختمان، نحوه استفاده از آن، و مستقل یا غیرمستقل بودن ساختمان، در جدول 3 تا جدول 5 درج شده است.
برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان (\hat{H})، لازم است ضرایب انتقال حرارت اجزای پوسته ساختمان از جداول مذکور استخراج و در رابطه بخش 19-3-1-1 قرار داده شوند.

جدول 3- ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی* برای ساختمان‌های گروه یک
(ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی)

ساختمان غیرمستقل با استفاده منقطع	ساختمان غیرمستقل با استفاده مداوم	ساختمان مستقل	نوع ساختمان و نحوه استفاده عناصر ساختمانی
1,1	0,8	0,7	\hat{U}_w دیوار
0,55	0,5	0,3	\hat{U}_R بام تخت یا شیب‌دار
0,55	0,5	0,45	\hat{U}_F کف در تماس با هوا
1,6	1,45	1,45	\hat{U}_P کف در تماس با خاک
3,4	2,7	2,7	\hat{U}_G جدار نورگذر
3,5	3,5	3,5	\hat{U}_D در
0,7	0,55	0,55	\hat{U}_{WB} جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده

* ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ داده شده است، غیر از \hat{U}_P که بر حسب $W/m.K$ است.

جدول 4 - ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی* برای ساختمان‌های گروه دو
(ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی متوسط در مصرف انرژی)

ساختمان غیرمستقل با استفاده منقطع	ساختمان غیرمستقل با استفاده مداوم	ساختمان مستقل	نوع ساختمان و نحوه استفاده عناصر ساختمانی
1,39	1,01	0,88	\hat{U}_w دیوار
0,69	0,63	0,38	\hat{U}_R بام تخت یا شیب‌دار
0,69	0,63	0,57	\hat{U}_F کف در تماس با هوا
2,02	1,83	1,83	\hat{U}_P کف در تماس با خاک
4,28	3,4	3,4	\hat{U}_G جدار نورگذر
4,41	4,41	4,41	\hat{U}_D در
0,88	0,69	0,69	\hat{U}_{WB} جدارهای مجاور فضای کنترل نشده

* ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ داده شده است، غیر از \hat{U}_P که بر حسب $W/m.K$ است.

جدول 5 - ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی* برای ساختمان‌های گروه سه
(ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی کم در مصرف انرژی)

ساختمان غیرمستقل با استفاده منقطع	ساختمان غیرمستقل با استفاده مداوم	ساختمان مستقل	نوع ساختمان و نحوه استفاده عناصر ساختمانی
1,61	1,17	1,02	\hat{U}_w دیوار
0,8	0,73	0,44	\hat{U}_R بام تخت یا شیب‌دار
0,8	0,73	0,66	\hat{U}_F کف در تماس با هوا
2,34	2,12	2,12	\hat{U}_P کف در تماس با خاک
4,96	3,94	3,94	\hat{U}_G جدار نورگذر
5,11	5,11	5,11	\hat{U}_D در
1,02	0,8	0,8	\hat{U}_{WB} جدارهای مجاور فضای کنترل نشده

* ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ داده شده است، غیر از \hat{U}_P که بر حسب $W/m.K$ است.

تبصره 2: چنانچه ساختمانی، مطابق پیوست 3، دارای نیاز غالب سرمایی باشد و تمام جدارهای نورگذر پوسته خارجی آن از سایه بان‌های معین شده در پیوست 10 برخوردار باشند، می‌توان ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی را با ضریب 1/1 افزایش داد.

19-3-1-3 محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته

پس از تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضریب انتقال حرارت طرح محاسبه و با مقدار مرجع مقایسه گردد. ضریب انتقال حرارت طرح باید با طی مراحل مندرج در بندهای 19-3-1-3 تا 19-3-1-3-6 تعیین و مطابق توضیحات بند 19-3-1-3-7 با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه شود.

19-3-1-3-1 محاسبه مساحت اجزای پوسته خارجی

برای محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، باید مقادیر تمام اجزای پوسته خارجی، که دارای مشخصات حرارتی متفاوتی هستند یا در مجاورت فضاهای متفاوتی از نظر کنترل دما قرار گرفته‌اند، به صورت جداگانه محاسبه گردد. این مقادیر شامل مساحت خالص انواع دیوارها، بام‌ها، کف‌های مجاور هوا، درها و پنجره‌هاست، که در مجاورت فضای خارج، یا فضاهای کنترل نشده، قرار گرفته‌اند. در محاسبه این سطوح، باید ابعاد داخلی فضاها ملاک قرار گیرد.

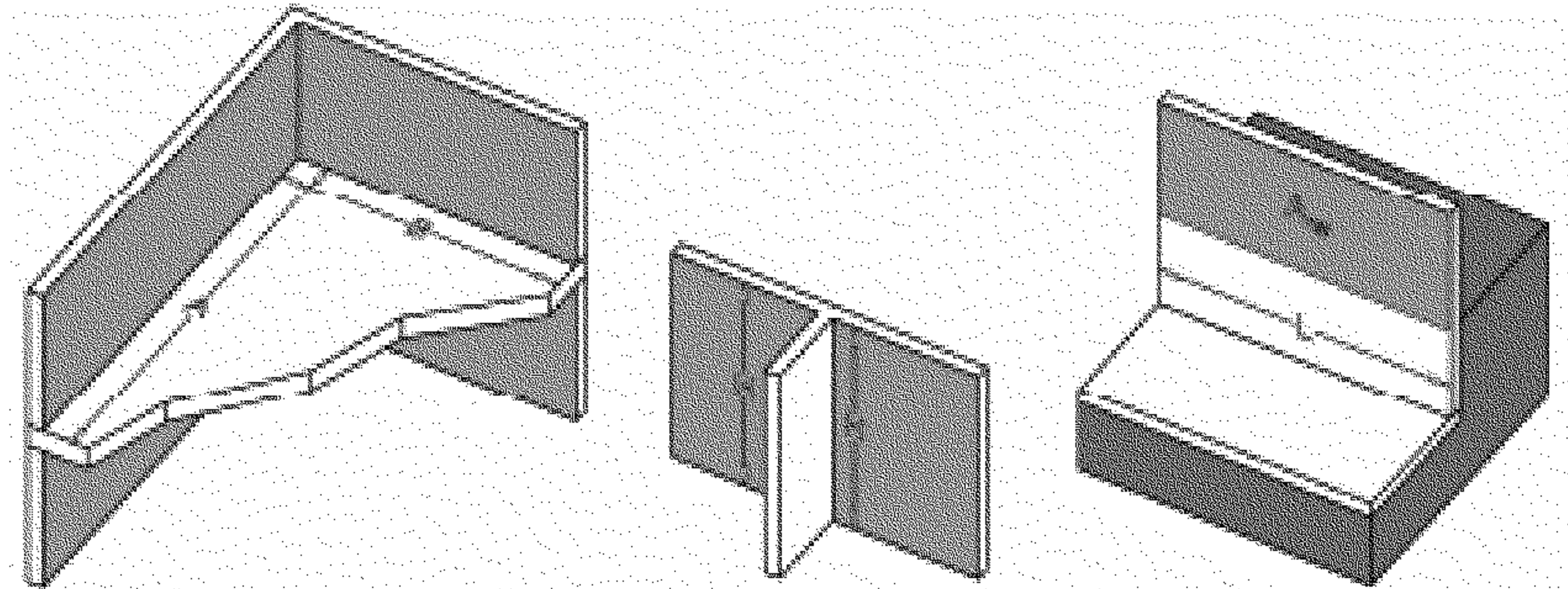
19-3-1-3-2 محاسبه محیط پل‌های حرارتی پوسته خارجی

همراه با محاسبه مساحت اجزای مختلف پوسته خارجی، لازم است طول پل‌های حرارتی پوسته خارجی ساختمان محاسبه گردد. مقادیر پل‌های حرارتی شامل موارد زیر است:

- محیط کف و دیوار مجاور خاک؛
- محیط کف‌های زیرین؛
- محیط سقف‌های میانی (که باید در عدد 2 ضرب شود)؛
- محیط سقف‌های نهایی؛
- طول اتصالات دیوارهای داخلی و خارجی (که باید در عدد 2 ضرب گردد)؛
- طول اتصالات بازشوها و جدارهای غیرنورگذر.

باید متذکر شد که چنانچه، برای تسریع و ساده‌سازی عملیات، حذف محاسبات دقیق و تفکیکی پل‌های حرارتی مد نظر باشد، می‌توان از محاسبه طول پل‌های حرارتی صرف نظر کرد؛ اما

در این صورت، لازم است ضریب انتقال حرارت اجزای ساختمانی دارای پل حرارتی، بر اساس مقادیر داده شده در جدول 32، پیوست 11 افزایش یابد.



پل حرارتی دیوار مجاور پل حرارتی تقاطع دیوارهای پل حرارتی کف بین طبقات:
 خاک:
 L داخلی و خارجی:
 $2 \times H$ $2 \times (A+B)$

شکل 3- طرح برخی از پل‌های حرارتی در پوسته خارجی ساختمان

3-19-1-3-3 محاسبه و استخراج ضرایب انتقال حرارت اجزای پوسته

اقدام دیگر در تعیین ضریب انتقال حرارت طرح، محاسبه یا استخراج ضرایب انتقال حرارت سطحی تمامی اجزای پوسته خارجی است.

ضریب انتقال حرارت جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول (پیوست 7) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی، لایه‌های هوا و سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی (پیوست 8) محاسبه گردد. لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست 9 این مبحث تعیین گردد.

در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح، یا اجزایی به‌خصوص، در پیوست‌های مذکور نیامده باشد و یا سازنده‌ای مدعی باشد که محصولاتی با مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر مندرج در منابع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر محصول مورد نظر ضمیمه مدارک گردد.

این گواهی فنی باید مشتمل بر ضرایب هدایت حرارت یا مقاومت‌های حرارتی محصول، با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبه محصول و آیین اجرای آن باشد. در این حالت، مقادیر مذکور در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، ملاک طراحی و محاسبات خواهد بود.

19-3-1-3-4 استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پلهای حرارتی

علاوه بر محاسبه ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای پوسته، ضروری است ضرایب انتقال حرارت خطی پلهای حرارتی ساختمان نیز، با استفاده از پیوست 11 این مبحث، تعیین گردد. در صورتی که، به منظور تسریع و ساده‌سازی عملیات، تمایلی به انجام محاسبات دقیق و تفکیکی پلهای حرارتی وجود نداشته باشد، می‌توان با صرف‌نظر از استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پلهای حرارتی، ضریب انتقال حرارت سطحی اجزای ساختمانی دارای پله حرارتی را، با استفاده از مقادیر تعیین‌شده در جدول 32، پیوست 11 افزایش داد.

19-3-1-3-5 محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده

علاوه بر موارد یادشده در فوق، آنچه باید در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح انجام گیرد، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت تمام فضاهای کنترل‌نشده ساختمان است. با توجه به آنکه اختلاف دمای فضای داخل با فضاهای کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای فضاهای داخل و خارج است و در نتیجه مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است، لازم است این موضوع، با استفاده از یک ضریب کاهش، در محاسبات لحاظ شود. به این ترتیب، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از فضاهای کنترل‌نشده ساختمان و منظور کردن آن در محاسبه انتقال حرارت اجزای مجاور این فضاها، ضرورت می‌یابد. از رابطه زیر، ضریب کاهش یک فضای کنترل‌نشده به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{\sum A_e U_e}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i}$$

τ	: ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده
A_e	: مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج
$[m^2]$	
U_e	: ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج
$[W/m^2K]$	
A_i	: مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده
$[m^2]$	
U_i	: ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده
$[W/m^2K]$	

چنانچه، به ملاحظه ساده‌سازی عملیات، از محاسبه دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضایی کنترل نشده صرف نظر شود، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک فرض می‌شود.

19-3-1-3-6 محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

پس از مراحل فوق، باید ضریب انتقال حرارت طرح (H) با محاسبه مجموع حاصل ضرب‌های مساحت اجزای مختلف پوسته در ضریب انتقال حرارت و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر هر کدام از آنها، و همچنین مجموع حاصل ضرب‌های محیط پل‌های حرارتی در ضریب انتقال حرارت خطی و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر با آنها تعیین گردد، که در رابطه زیر بیان شده است:

$$H = \sum_{i=1}^n (A_{wi} \times U_{wi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (A_{Ri} \times U_{Ri} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (A_{Fi} \times U_{Fi} \times \tau_i) \\ + \sum_{i=1}^n (A_{Gi} \times U_{Gi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (A_{Di} \times U_{Di} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (P_i \times \Psi_i \times \tau_i)$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

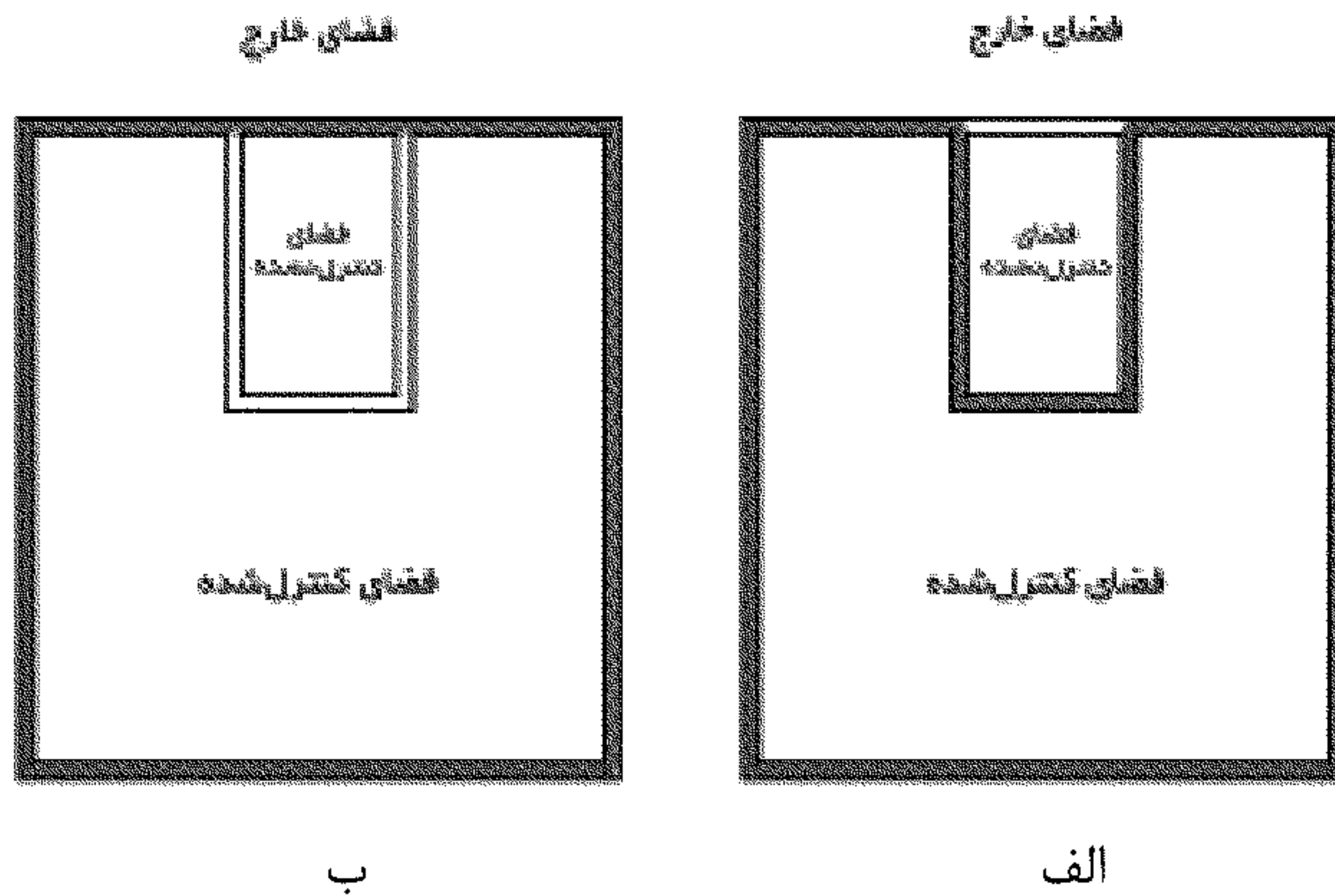
$[m^2]$	A_{wi} - مساحت خالص هر یک از انواع دیوارهای مجاور خارج یا فضای
$[W/m^2K]$	U_{wi} - ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با هر کدام از انواع دیوارها
$[m^2]$	A_{Ri} - مساحت خالص هر کدام از انواع بام تخت یا شیب‌دار مجاور خارج یا
$[W/m^2K]$	U_{Ri} - ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع بام تخت یا شیب‌دار
$[m^2]$	A_{Fi} - مساحت خالص هر کدام از انواع کف زیرین در تماس با هوای خارج یا
$[W/m^2K]$	U_{Fi} - ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع کف زیرین در تماس با هوا
$[m^2]$	A_{Gi} - مساحت خالص انواع جدارهای نورگذر و قاب آنها، مجاور خارج یا
$[W/m^2K]$	U_{Gi} - ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع جدارهای نورگذر
$[m^2]$	A_{Di} - مساحت خالص هر کدام از انواع درهای خارجی یا مجاور فضای
$[W/m^2K]$	U_{Di} - ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع درهای خارجی
$[m]$	P_i - محیط انواع کف در تماس با خاک و پل‌های حرارتی
$[W/mK]$	Ψ_i - ضریب انتقال حرارت خطی متناظر با انواع کف در تماس با خاک و
	τ_i - ضریب کاهش انتقال حرارت هر جدار

توضیحات:

- 1- منظور از جدار مجاور فضای خارج جداری است که بین یک فضای کنترل شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از جدار مجاور فضای کنترل نشده جداری است که بین فضای کنترل شده و فضای کنترل نشده قرار می گیرد (شکل 2). در رابطه بالا، سطوح جدارها و پل های حرارتی بین فضاهای کنترل نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی شود.
- 2- ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر یک است.
- 3- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه شده برای آن فضای کنترل نشده است (بند 19-3-1-3-5). در صورت عدم تمایل به انجام محاسبه فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.
- 4- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضایی کنترل نشده و فضای خارج را عایق کاری حرارتی نماید (شکل 4 ب)، باید در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، به جای جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و فضاهای کنترل شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل نشده مذکور و فضای خارج را در رابطه فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت τ_i ، ضریب $1 - \tau_i$ در محاسبه وارد گردد. اگر ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده محاسبه نشده باشد، لازم است عدد یک، به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت این اجزا، مفروض و در رابط، بالا قرار داده شود.

19-3-1-3-7 مقایسه ضریب انتقال حرارت طرح و مرجع

پس از محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می شود. در روش کارکردی، عایق کاری حرارتی ساختمان باید به گونه ای طراحی شود که ضریب انتقال حرارت طرح (H) کوچکتر از یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع (\hat{H}) باشد. در صورت بیشتر بودن ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع، باید با اصلاح مشخصات حرارتی و یا مقادیر اجزای پوسته خارجی، ضریب انتقال حرارت طرح را، تا مقداری کمتر از یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع، کاهش داد.



شکل 4- الف: عایق کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای مجاور فضاهای کنترل نشده
 ب: عایق کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای بین فضای کنترل نشده و خارج

19-3-2 روش ب - روش تجویزی

طراحی با روش تجویزی، در مقایسه با روش کارکردی، به مراتب ساده تر است. این روش در مورد ساختمان های مسکونی 1 تا 9 طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از 2000 مترمربع، و ساختمان های گروه 3، از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی، قابل استفاده است. در این روش، حداقل مشخصات حرارتی قابل قبول جدارهای پوسته خارجی، براساس گروه ساختمان از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به بخش 19-2-2-5)، در دو مجموعه راه حل فنی زیر ارائه می شود و لازم الاجراست:

- ب-1) مجموعه راه حل های فنی، با بهره گیری از پنجره های برتر (ص 37 تا 42)؛ که برای ساختمان های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه های 1، 2 یا 3 از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.
- ب-2) مجموعه راه حل های فنی، با بهره گیری از پنجره های ساده (ص 43 تا 46)؛ که برای ساختمان های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه های 2 یا 3 از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

مطابق مجموعه راه حل های فنی ب-1، جدارهای نورگذر ساختمان باید به لحاظ مشخصات حرارتی از انواع برتر این جدارها باشند؛ در حالی که براساس مجموعه راه حل های فنی ب-2،

استفاده از پنجره‌های ساده نیز مجاز است، ولی دیوارهای ساختمان باید مقاومت حرارتی بیشتری نسبت به مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-1 داشته باشند. در جدول 6، رده‌بندی کیفی پنجره‌ها در عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطابق روش تجویزی درج شده است.

جدول 6- رده‌بندی کیفی پنجره‌ها در عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطابق روش تجویزی*

کیفیت پنجره	نوع شیشه	جنس پنجره	رده
با گواهی‌نامه فنی	دوجداره ساده یا کم‌گسیل	یوپی‌وی‌سی	1
با گواهی‌نامه فنی	دوجداره کم‌گسیل	آلومینیومی حرارت‌شکن	
-	دوجداره ساده یا کم‌گسیل	یوپی‌وی‌سی	2
با گواهی‌نامه فنی	دوجداره ساده	آلومینیومی حرارت‌شکن	
با گواهی‌نامه فنی	دوجداره ساده یا کم‌گسیل	چوبی	
-	تمام انواع تک‌جداره	تمام انواع	3 ساده

* لازم است توضیح داده شود که دسته‌بندی فوق تنها از لحاظ انتقال حرارت است و میزان نشت هوا ملاک نبوده است.

19- 3- 2- 1 الزامات در راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

در هر یک از مجموعه راه‌حل‌های فنی، الزامات زیر در مورد مشخصات حرارتی جدارهای ساختمان تعیین شده است:

- 1- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، در دو حالت مجاورت دیوار با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوه عایق‌کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)؛
- 2- حداقل مقاومت حرارتی بام، در دو حالت مجاورت بام با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوه عایق‌کاری حرارتی بام و دیوارهای ساختمان؛
- 3- رده‌بندی کیفی جدارهای نورگذر ساختمان؛

4- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا، در دو حالت مجاورت کف با فضای خارج یا فضای کنترل نشده، و براساس نحوه عایق کاری حرارتی کف مجاور هوا و دیوارهای ساختمان؛

5- روش قابل قبول عایق کاری حرارتی کف روی خاک (سراسری یا پیرامونی) و حداقل مقاومت حرارتی عایق حرارتی مورد استفاده.

19-3-2-2 اثر بهره‌گیری مناسب از نور خورشید

در صورتی که ساختمان دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست 3 دارای نیاز غالب گرمایی باشد و مطابق توضیحات بند 19-2-3-1 امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی وجود داشته باشد، می‌توان حداقل مقاومت‌های حرارتی ارائه شده در راه‌حل‌های فنی را با ضریب 0/95 کاهش داد.

19-3-2-3 اثر بهره‌گیری از سایه‌بان مناسب

در صورتی که ساختمان دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست 3 دارای نیاز غالب سرمایی باشد و تمامی جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان نیز سایه‌بان‌های معین شده در پیوست 10 را داشته باشند، می‌توان حداقل مقاومت‌های حرارتی ارائه شده در راه‌حل‌های فنی را با ضریب 0/9 کاهش داد.

19-3-2-4 نکاتی درباره مجموعه راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

در مورد مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی، که در بخش‌های 19-2-3-5 و 19-2-3-6 آمده است، در نظر گرفتن موارد زیر لازم است:

- در عایق کاری حرارتی جدارهای خارجی ساختمان‌های غیرمسکونی گروه 3، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که به صورت منقطع استفاده می‌شوند (ر.ک. به 19-2-3-2)، تنها می‌توان از روش‌های عایق کاری حرارتی از داخل و مقادیر متناظر با آنها استفاده نمود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده شده در مورد دیوار، بام و کف مجاور هوا مربوط به تمامی ضخامت جدارها است. بنابراین، لازم است مقاومت حرارتی عایق، با استفاده از مقادیر بیان شده در راه‌حل فنی و با در نظر گرفتن مقاومت حرارتی دیگر لایه‌های جدار، تعیین شود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده شده در مورد کف روی خاک تنها مربوط به لایه عایق حرارتی است.

- در مورد فضاهای کنترل نشده، طراح می‌تواند، به جای عایق‌کاری حرارتی جدارهای مجاور فضای کنترل نشده ساختمان (شکل 4 الف، ص 33)، به عایق‌کاری حرارتی تمام جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و فضای خارج (شکل 4 ب، ص 33)، با استفاده از مقادیر و مشخصات تعیین شده برای جدارهای مجاور خارج، بپردازد.
- در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که، با درز انقطاع از ساختمان قطعه مجاور جدا شده است، لازم است نکات زیر مد نظر قرار گیرد:
 - الف) در صورت پوشیده بودن کامل فضای درز انقطاع، و نیز یقین داشتن به کنترل شده بودن فضاهای ساختمان مجاور، نیازی به عایق‌کاری حرارتی آن جدارها نیست، اما در صورتی که اطلاعی در مورد نحوه کنترل دمایی ساختمان مجاور در دست نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل نشده در نظر گرفته می‌شود.
 - ب) در صورت پوشیده نشدن درز میان دو ساختمان، جدار مجاور آن مانند جدار مجاور فضای خارج در نظر گرفته می‌شود.
- در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که بدون درز انقطاع به بنای قطعه مجاور چسبیده‌اند، اگر فضاهای بنای مجاور کنترل شده باشند، نیاز به عایق‌کاری حرارتی این جدارها نیست، اما اگر نحوه کنترل دمایی ساختمان مجاور معلوم نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل نشده در نظر گرفته می‌شود.

19-3-2-5 مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب 10 (با پنجره برتر)
 19-3-2-5-1 ساختمان‌های گروه 1 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

الف - حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2.K/W$]

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی
1/0	2/1	2/3	2/3	1/2

ب - حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف	
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار
1/0	2/1	3/0	3/0	3/0

ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

همه جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای رده کیفی یک باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل نشده را می توان از هر کدام از رده های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا $[m^2.K/W]$

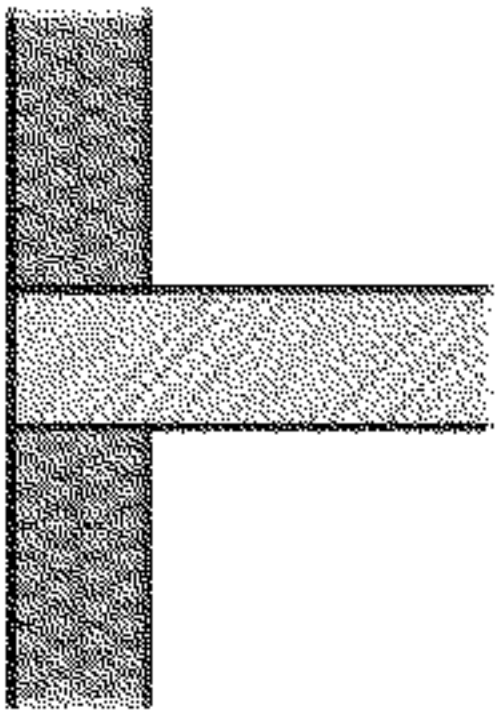
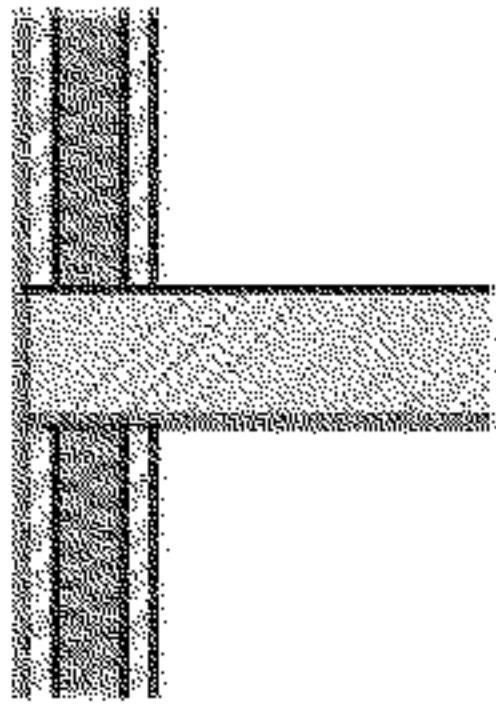
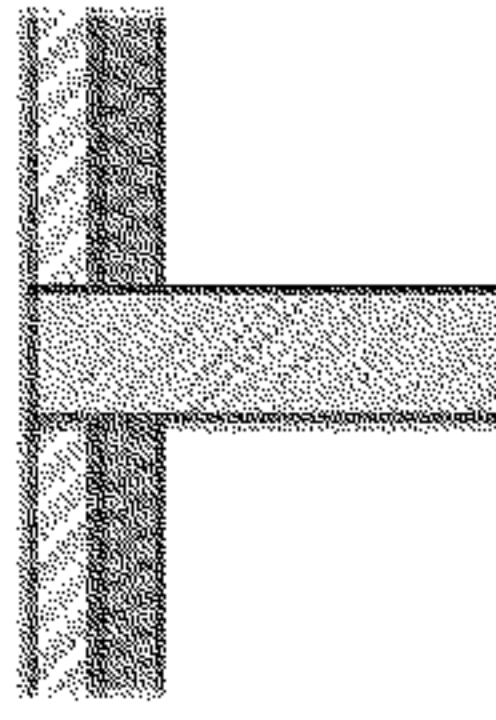
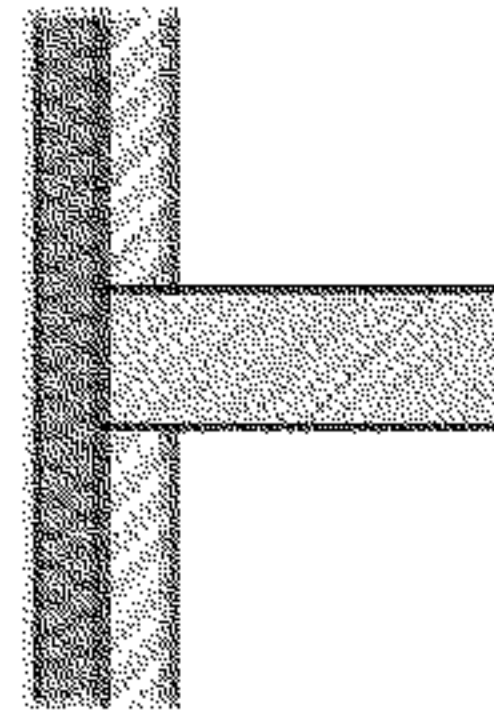
کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی کف		عایق حرارتی خارجی کف	
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار
0,9	2,1	3,2	3,2	3,2

ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل شده $[m^2.K/W]$

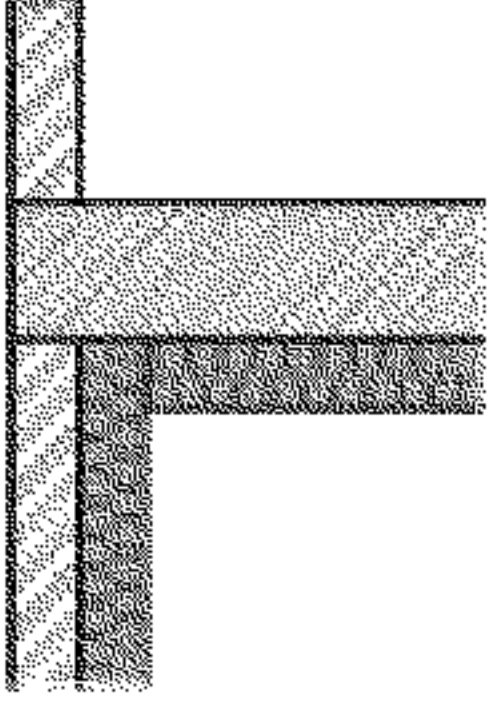
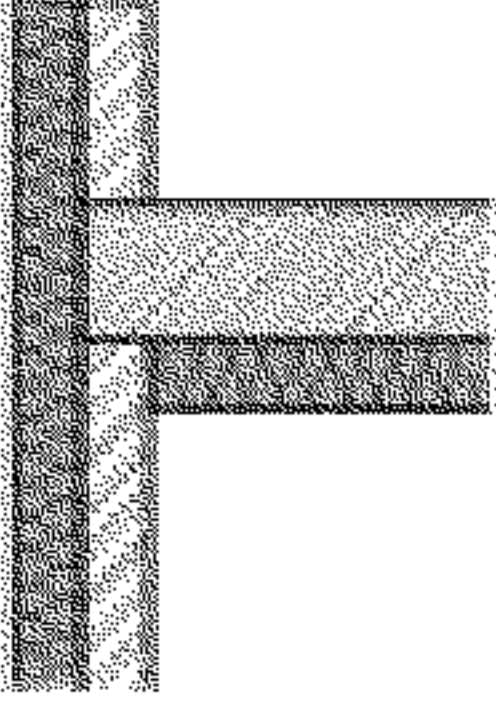
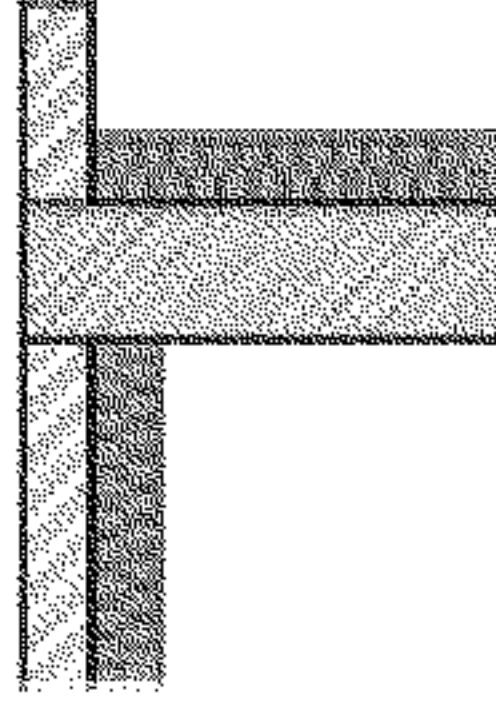
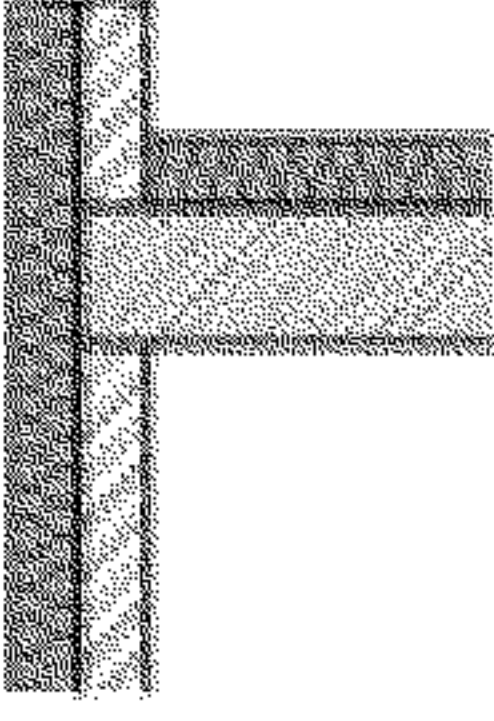
موقعیت کف ساختمان		
کمتر از 40 سانتی متر بالاتر از محوطه، یا هم تراز با محوطه، یا پایین تر از محوطه	بیش از 40 سانتی متر بالاتر از محوطه	
عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 70	عایق کاری سراسری	عایق کاری سراسری
1,1	0,7	0,9

19-3-2-5-2 ساختمان‌های گروه 2 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

الف - حداقل مقاومت حرارتی دیوارها $[m^2.K/W]$

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی
				
0,8	1,4	1,5	1,5	0,9

ب - حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف $[m^2.K/W]$

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف	
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار
				
0,8	1,6	2,1	2,1	2,1

ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای رده کیفی 2 یا 1 باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل نشده را می توان از رده های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا $[m^2.K/W]$

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی کف		عایق حرارتی خارجی کف	
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار
0,7	1,5	2,2	2,2	

ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل شده $[m^2.K/W]$

موقعیت کف ساختمان					
پایین تر از محوطه، هم تراز با محوطه، یا کمتر از 40 سانتی متر بالاتر از محوطه		به میزان 40 تا 100 سانتی متر بالاتر از محوطه		بیش از 100 سانتی متر بالاتر از محوطه	
عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 100 سانتی متر	عایق کاری سراسری
0,5	0,3	0,7	0,5	0,9	0,7

3-19-2-3-5-3 ساختمان‌های گروه 3 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

الف - حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2.K/W$]

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی
0,7	1,1	1,2	1,2	0,8

ب - حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف	
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار
0,7	1,4	1,7	1,7	1,7

ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

تمام جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای رده کیفی 2 یا 1 باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل نشده را می‌توان از هر کدام از رده‌های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی کف		عایق حرارتی خارجی کف	
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار
0,6	1,3	1,7	1,7	

ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل شده [$m^2.K/W$]

موقعیت کف ساختمان				
عایق کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل شده ضرورت ندارد.	کف ساختمان پایین تر از محوطه، هم تراز با محوطه، یا کمتر از 40 سانتی متر بالاتر از محوطه	کف ساختمان به میزان 40 تا 100 سانتی متر بالاتر از محوطه	بیش از 100 سانتی متر بالاتر از محوطه	
	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی متر	عایق کاری سراسری
	0,3	0,2	0,5	0,2

19-3-2-6 مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب 20 (با پنجره ساده)

19-3-2-6-1 ساختمان‌های گروه 2 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

الف - حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2.K/W$]

دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده	دیوار مجاور فضای خارج				درصد سطح جدارهای نورگذر نسبت به دیوارهای خارجی
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
0,8	غیرمجاز	غیرمجاز	غیرمجاز	2,5	16-20
0,8	4,1	4,9	4,9	1,7	11-15
0,8	2,8	3,2	3,2	1,4	10 و کمتر

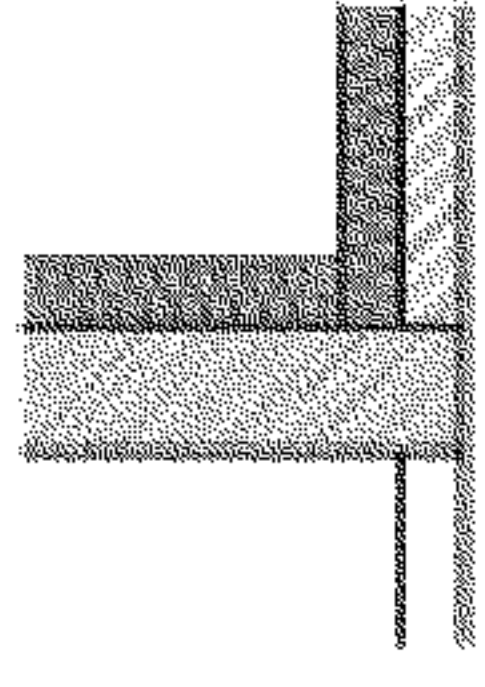
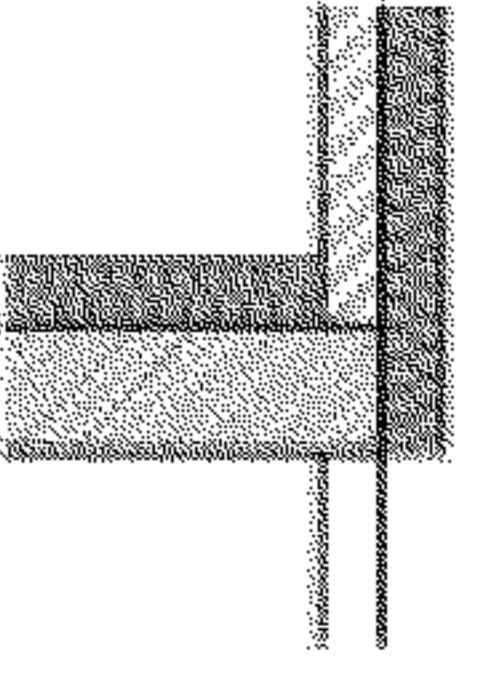
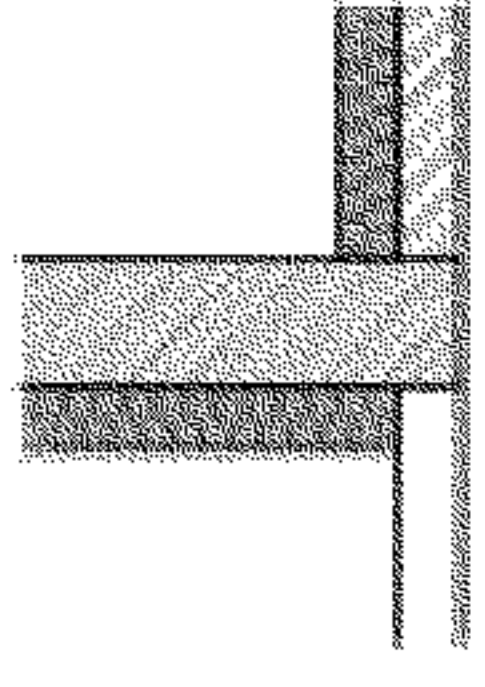
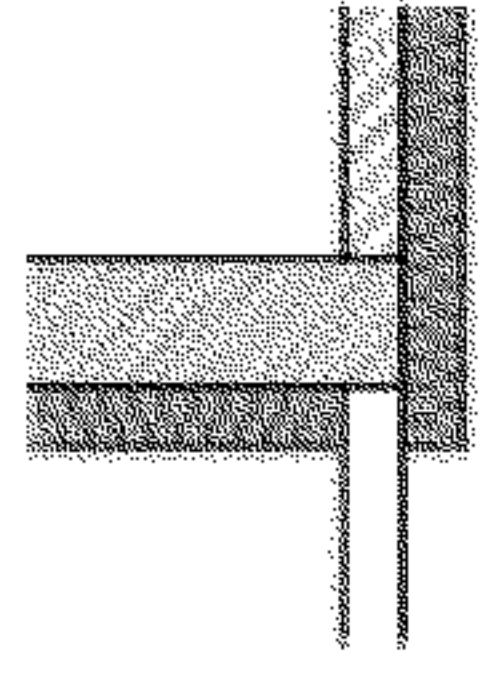
ب - حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی بام مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است.
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف		
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	
0,8	1,6	2,1	2,1	2,1	

ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل شده مساوی یا کمتر از 20 درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می توان، با رعایت الزامات تعیین شده در این بخش، از پنجره های رده کیفی 3 (مطابق جدول 6) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه حل های فنی ب-1 مربوط به این گروه (بند 19-3-2-5-2) بهره جست.

د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]

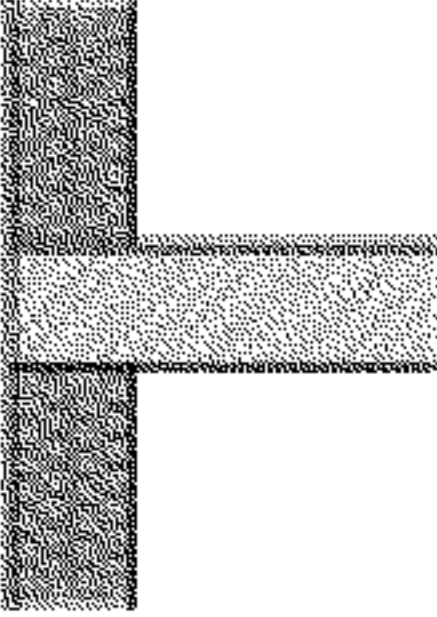
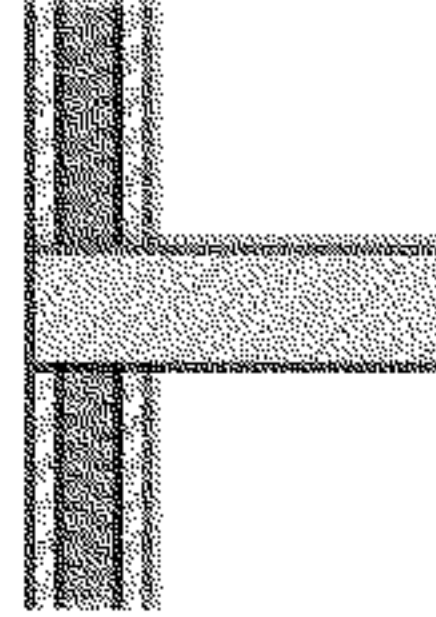
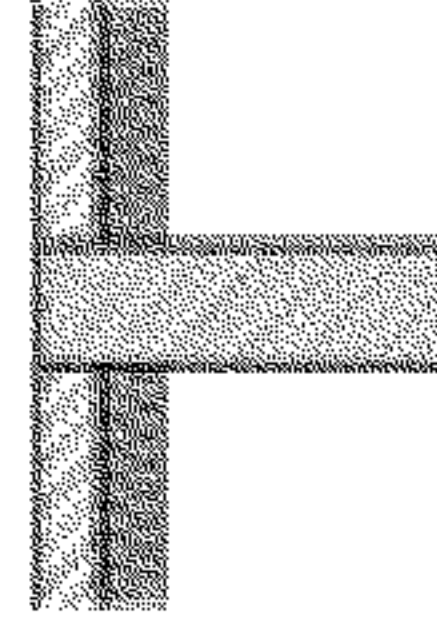
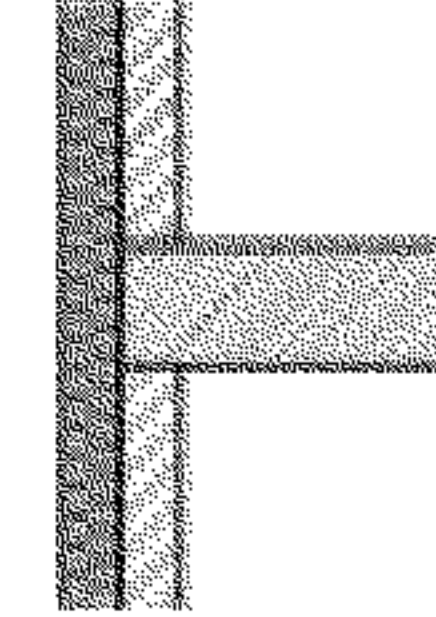
کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است.
	عایق حرارتی داخلی کف		عایق حرارتی خارجی کف		
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	
					
0,7	1,5	2,2	2,2	2,2	

ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل شده [$m^2.K/W$]

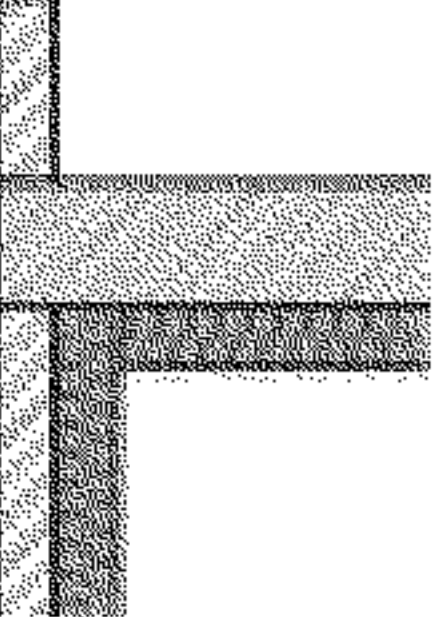
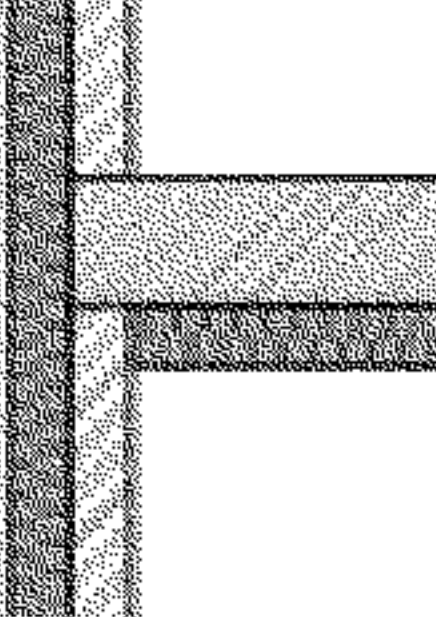
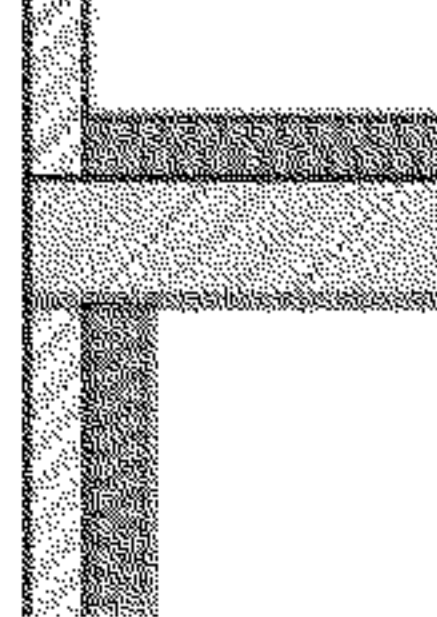
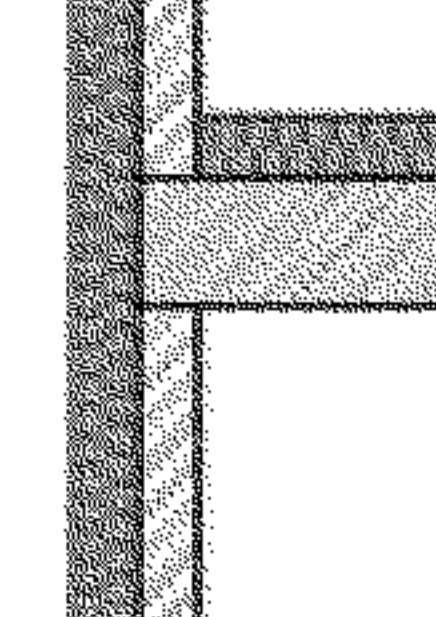
موقعیت کف ساختمان					
پایین تر از محوطه، هم تراز با آن، یا کمتر از 40 سانتی متر بالاتر از آن		تا ارتفاع 40 تا 100 سانتی متر بالاتر از محوطه		بیش از 100 سانتی متر بالاتر از محوطه	
عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 100 سانتی متر	عایق کاری سراسری
0,5	0,3	0,7	0,5	0,9	0,7

2-6-2-3-19 ساختمان‌های گروه 3 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

الف - حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2.K/W$]

دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده	دیوار مجاور فضای خارج				درصد سطح جدارهای نورگذر نسبت به دیوارهای خارجی
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
					
0,7	4,6	5,7	5,7	1,8	21-25
0,7	2,8	3,2	3,2	1,4	16-20
0,7	2,1	2,4	2,4	1,2	11-15
0,7	1,9	2,0	2,0	1,1	10 و کمتر

ب - حداقل مقاومت حرارتی بام [$m^2.K/W$]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				توضیح: مقدار مقاومت حرارتی بام مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است.
	عایق حرارتی داخلی		عایق حرارتی خارجی		
	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	
					
0,7	1,7	1,7	1,7	1,7	

ج - جدارهای نورگذر

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل شده مساوی یا کمتر از 25 درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می توان، با رعایت الزامات تعیین شده در این بخش، از پنجره های رده کیفی 3 (مطابق جدول 6) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه حل های فنی ب-1 مربوط به این گروه (بند 19-3-2-5-3) استفاده گردد.

د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است
	عایق حرارتی داخلی		عایق حرارتی خارجی		
	همراه با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	همراه با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	همراه با عایق کاری داخلی یا همگن دیوار	همراه با عایق کاری خارجی یا میانی دیوار	
0,6	1,7	1,7	1,7	1,7	

ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل شده [$m^2.K/W$]

موقعیت کف ساختمان				
عایق کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل شده ضرورت ندارد.	پایین تر از محوطه، هم تراز با آن، یا کمتر از 40 سانتی متر بالاتر از آن	تا ارتفاع 40 تا 100 سانتی متر بالاتر از محوطه	بیش از 100 سانتی متر بالاتر از محوطه	
	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی متر	عایق کاری سراسری
	0,3	0,2	0,5	0,2

19-3-3 اصول کلی و توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان

طراحی معماری ساختمان باید حتی‌الامکان سازگار با اقلیم باشد، تا ساختمان از شرایط و امکان‌های مطلوب طبیعی بهره‌گیری نماید و در برابر شرایط نامطلوب اقلیمی محافظت گردد. این رویکرد در طراحی معماری ساختمان موجب می‌شود تا مقدار انرژی مورد نیاز برای تأمین شرایط آسایش حرارتی به حداقل برسد و بخشی از آن، از طریق طبیعی و در اکثر موارد با استفاده از سیستم‌های غیرفعال، تأمین شود. علاوه بر عایق کاری حرارتی، برخی از تدابیر مؤثر در بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی در ساختمان عبارتند از:

- جهت‌گیری ساختمان
- حجم و فرم کلی ساختمان
- جانمایی فضاهای داخلی
- جدارهای نورگذر
- سایبان‌ها
- اینرسی حرارتی جدارها
- تهویه طبیعی

19-3-3-1 جهت‌گیری ساختمان

جهت‌گیری ساختمان به سمت جنوب در بهره‌گیری ساختمان از انرژی خورشیدی بسیار مؤثر است. جهت‌گیری مناسب به این معنی است که جدارهای نورگذر جنوبی، برای بهره‌برداری بیشتر از انرژی تابشی خورشید در کوتاه‌ترین روز سال، از 9 صبح تا 3 بعدازظهر، در معرض تابش خورشید قرار گیرند. به‌علاوه، ساختمان به نحوی قرار گیرد، که در طول سال از بادهای نامطلوب محفوظ باشد و ضمناً، در فصل گرم سال، بتوان از نسیم‌ها و بادهای مطلوب برای تهویه طبیعی و حفظ شرایط آسایش حرارتی استفاده کرد.

19-3-3-2 حجم و فرم کلی ساختمان

حجم و فرم کلی ساختمان در انتقال انرژی حرارتی بسیار مؤثر است. هر قدر نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به زیربنای آن کمتر باشد، انتقال حرارت ساختمان نیز کمتر خواهد بود. توصیه می‌شود در مناطق با نیاز انرژی زیاد (مطابق پیوست 3)، ساختمان به صورت متراکم طراحی شود و از مقدار سطح پوسته خارجی نسبت به سطح زیربنای آن کاسته گردد. در اقلیم‌های گرم و مرطوب و یا با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست 3) ساختمان باید به شکلی طراحی شود که امکان استفاده از تهویه طبیعی برای تمام فضاهای داخلی فراهم گردد.

19-3-3-3 جانمایی فضاهای داخلی

فضاهای داخلی ساختمان به دو دسته فضاهای اصلی و فضاهای حایل تقسیم می‌شوند. فضاهای اصلی فضاهایی هستند که در بیشتر اوقات شبانه‌روز مورد استفاده قرار می‌گیرند و افراد در آن سکونت دارند. فضاهای حایل ساکن ندارند و به طور مستمر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

بهتر است فضاهای اصلی و فضاهای حایل به نحوی جانمایی شوند که فضاهای حایل بین فضاهای اصلی و جبهه‌های نامطلوب ساختمان (از نظر حرارتی) قرار گیرند، تا انتقال حرارت از فضاهای اصلی به خارج در اوقات سرد سال (یا از خارج به فضاهای اصلی در اوقات گرم سال) به حداقل برسد.

فضاهای اصلی باید حتی‌الامکان رو به جبهه‌های مطلوب ساختمان قرار داشته باشند. جبهه‌های مطلوب ساختمان به ترتیب اهمیت عبارتند از: جنوبی، شرقی، شمالی. با استقرار فضاهای اصلی رو به جنوب، در اوقات سرد بخشی از گرمای مورد نیاز ساختمان از طریق تابش آفتاب به داخل تأمین می‌شود.

19-3-3-4 جدارهای نورگذر

جدارهای نورگذر، شامل پنجره‌ها، نورگیرها و مانند آنها، باید از قاب‌های مرغوب و بدون درز مستقیم و دارای حداقل نشت هوا باشند. از طرف دیگر، این جدارها باید جوابگوی انتظارات تعریف‌شده در دیگر مباحث مقررات ملی، نظیر مقاومت در برابر باد و ایمنی در مقابل حریق نیز باشند. استفاده از شیشه‌های معمول، یا با مشخصات حرارتی برتر (کم‌گسیل، ...)، به صورت چندجداره و یا با دو قاب موازی برای این سطوح، به‌ویژه در مورد پنجره‌ها، توصیه می‌شود.

قاب‌های این جدارها باید از جنس مناسب، مانند چوب، پلیمرهای مرغوب و یا فلز، با حداقل پل‌های حرارتی، باشد. در صورت مناسب نبودن درزبندی دور قاب‌ها، باید با استفاده از نوارهای انعطاف‌پذیر از نشت هوا جلوگیری شود. قبل از انجام عملیات درزبندی، باید اطمینان حاصل شود که دریچه‌های مخصوص ورود هوای تازه، به تعداد و اندازه مناسب، در تمامی فضاهای اصلی وجود دارد، و اقدامات درزبندی شرایط بهداشت فضاهای داخلی را تحت‌الشعاع قرار نمی‌دهد.

در مورد پنجره‌های کشویی ساده، که فاقد یراق‌آلات مخصوص درزبندی هستند، امکان بهبود درزبندی منتفی است. استفاده از این نوع بازشوها در ساختمان‌های واقع در مناطق بادخیز و همچنین در ساختمان‌های بلند به‌هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

مقدار سطوح نورگذر از نظر انتقال حرارت در ساختمان بسیار مؤثر است. به علت مقاومت حرارتی اندک سطوح نورگذر نسبت به دیگر اجزای پوسته خارجی، هر قدر مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوسته خارجی کمتر باشد، اتلاف حرارت از ساختمان کاهش خواهد یافت. در

نتیجه، در نظر گرفتن مقدار کافی و مناسب سطوح نورگذر، ضمن تأمین نور مناسب برای فضاهای داخل، موجب کاهش انتقال حرارت به خارج خواهد شد.

البته در بین نماهای مختلف یک ساختمان، سطوح نورگذر جنوبی عملکرد حرارتی بهتری دارند و به جذب انرژی تابشی خورشید، برای تأمین بخشی از گرمای مورد نیاز در اوقات سرد کمک می‌کنند. بهتر است در جبهه‌های نامطلوب و سرد ساختمان، مقدار سطوح نورگذر، به حداقل میزان مورد نیاز برای تأمین روشنایی طبیعی کاهش یابد. مشخصات حرارتی برخی از انواع جدارهای نورگذر در پیوست 9 آمده است.

19-3-3-5 سایبان‌ها

سایبان‌ها برای کنترل میزان تابش آفتاب به سطوح نورگذر ساختمان به کار می‌روند. در همه مناطق اقلیمی لزوماً به سایبان نیاز نیست. برای معلوم ساختن این نیاز، باید اقلیم منطقه به‌طور دقیق مطالعه شود. زاویه سایبان افقی یا عمودی¹ باید با توجه به اوقات گرم سال و زوایای تابش خورشید در این اوقات تعیین شود. به این ترتیب، در اوقات گرم تمامی سطح پنجره در سایه قرار می‌گیرد و سایبان مانع از ورود تابش مستقیم خورشید به داخل و افزایش دما و ایجاد شرایط نامطلوب حرارتی در فضای داخل می‌شود.

ابعاد سایبان باید به اندازه‌ای باشد که، در اوقات گرم سال، از تابش خورشید به داخل جلوگیری کند و در اوقات سرد، برای استفاده از گرمای تابشی خورشید، امکان ورود تشعشع خورشید را به داخل فراهم کند.

در پیوست 10 این مبحث، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، برای 216 شهر کشور، ارائه شده است. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، زاویه سایه‌بان افقی و زاویه سایه‌بان عمودی، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، تعیین شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی مشخص می‌گردد.

19-3-3-6 اینرسی حرارتی

برخی عناصر ساختمان، مانند کف، سقف یا دیوارها، که دارای اینرسی حرارتی یا ظرفیت حرارتی زیاد (جرم زیاد) هستند، توانایی ذخیره‌سازی حرارت را دارند. گرما یا سرمای موجود در فضا بر اثر وجود ظرفیت حرارتی، به آن عناصر منتقل می‌گردد و در ساعاتی که گرما یا سرما مورد نیاز است به محیط بازگردانده می‌شود. در نتیجه، به کمک ظرفیت حرارتی عناصر ساختمان، از نوسان شدید

1. با توجه به این نکته که در اکثر متون فنی واژه «عمودی» به جای واژه «قائم» به کار رفته است، در این مبحث نیز از واژه «عمودی» استفاده شده است.

دما در فضای داخل کاسته می‌شود. میزان نیاز به عناصر حرارتی با ظرفیت حرارت زیاد بستگی به نوع استفاده از فضا دارد. در فضاهایی که در طول شبانه‌روز به‌طور مداوم از آنها استفاده می‌شود اینرسی حرارتی زیاد مطلوب است و عایق‌کاری حرارتی در سمت خارجی پوسته ساختمان توصیه می‌گردد. اما در فضاهای با استفاده منقطع در طول شبانه‌روز، اینرسی حرارتی بهتر است تا حد ممکن کم باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت داخلی پوسته ساختمان صورت گیرد. جزییات مربوط به محاسبه اینرسی حرارتی در پیوست ۱ آمده است.

19-3-3-7 تهویه طبیعی

فراهم ساختن امکان تهویه طبیعی در ساختمان‌ها موجب تأمین بهتر آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی سیستم‌های مکانیکی می‌شود. این موضوع، به‌خصوص در اقلیم‌های مرطوب، اهمیت زیادی دارد.

در طراحی ساختمان در اقلیم‌های مرطوب، توصیه می‌شود که با تعبیه بازشوهای روبه‌رو و مسدود نکردن مسیر جریان هوا با عناصر داخلی، امکان ایجاد کوران در فضاها فراهم شود. در اقلیم گرم و مرطوب، بهتر است با تمهیداتی، مانند ایجاد سایه، دمای هوا، پیش از ورود به فضاهای داخلی ساختمان، کاهش یابد.

در اقلیم گرم و خشک، در اوقات گرم، تهویه طبیعی شبانه ساختمان موجب خنک‌سازی توده مصالح می‌شود. در طول روز نیز، تهویه فضاهای داخلی، با هوای خنک‌شده از طریق سیستم‌های ساده تبخیری، بخش قابل توجهی از نیازهای سرمایی ساختمان را تأمین می‌کند.

4-19 تأسیسات مکانیکی

علاوه بر رعایت احکام مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در تأسیسات مکانیکی، الزامات مندرج در این فصل نیز باید در همه گونه‌های کاربری ساختمان‌ها (مطابق پیوست 4) رعایت شود.

1-4-19 مقررات کلی

در این بخش ملاحظات و تدابیر کلی، برای کاهش نیاز انرژی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها، بیان شده است.

الف) به کارگیری سیستم‌ها و تجهیزات فعال، یا غیرفعال که از منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند خورشید و زمین گرمایی، بهره می‌برند، به‌خصوص در ساختمان‌های با زیربنای بیش از 2000 متر مربع، توصیه می‌شود.

ب) تجهیزات تأمین نیازهای سرمایی و گرمایی، تهویه و آب گرم مصرفی، مانند انواع بخاری‌ها، کولرها، پمپ‌های حرارتی، پمپ‌ها، آب گرم‌گن‌ها، دمنده‌ها (فن‌ها)، و اجزای مختلف موتورخانه‌ها، باید دارای برچسب انرژی باشند.

ج) فضاهای کنترل‌شده ساختمان نباید به طور مستقیم با فضاهای کنترل‌نشده یا فضای خارج در ارتباط باشند و باید، به شکل مناسبی، با استفاده از در، جداکننده و مانند آنها، از این فضاها جدا شوند. در فضاهای کنترل‌شده پرتردد، لازم است در به صورت خودکار بسته شود.

د) در هتل‌ها، بیمارستان‌ها، ادارات، مجتمع‌های تجاری و ساختمان‌های با کاربری مشابه، لازم است سیستمی برای توقف خودکار سرمایش و گرمایش، در صورت باز ماندن طولانی مدت بازشوهای خارجی، پیش‌بینی شود. در این نوع ساختمان‌ها، کاربرد سیستم‌های هوشمند توصیه می‌شود.

ه) در واحدهای مستقل ساختمانی که گرمایش، سرمایش یا آب گرم مصرفی آنها با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، توصیه می‌شود که برای هر یک از واحدها کنتور اندازه‌گیری مصرف انرژی نصب گردد، تا اثر تدابیر به کار برده شده برای کاهش مصرف انرژی در هر واحد، جداگانه محاسبه و عاید همان واحد گردد.

و) در ساختمان‌های گروه یک، چنانچه نیاز انرژی بخشی از ساختمان، یا بخشی از سیستم‌های آن، زیاد باشد، نصب کنتور اندازه‌گیری جداگانه برای آن الزامی است.

ز) دمای هوای داخل فضاها، در محل حضور افراد، باید در اوقات سرد سال حداکثر 20 درجه سلسیوس و در اوقات گرم سال حداقل 28 درجه سلسیوس تنظیم شود. در مناطق مرطوب، دمای هوای فضاها در اوقات گرم سال باید بسته به مورد تعیین شود، و در هیچ حالتی نباید کمتر از 25 درجه سلسیوس باشد. برای فضاهای دارای شرایط خاص، رعایت مقادیر فوق لازم نیست و دماهای تنظیم گرمایش و سرمایش آنها را باید بسته به مورد تعیین کرد.

تبصره: در مورد کولرهای آبی نیاز به رعایت مقررات دمای مبنا نیست.

ح) در ساختمان‌هایی، مانند ساختمان‌های صنعتی، که کنترل دمای کل هوای داخل ضرورت ندارد، نیازهای آسایش حرارتی باید به صورت موضعی تأمین گردد.

19-4-2 تأسیسات سرمایش و گرمایش

19-4-2-1 تأمین سرمایش و گرمایش

سرمایش و گرمایش ساختمان ممکن است به دو صورت مرکزی یا مستقل تأمین شود. موتورخانه‌ها و پکیج‌ها از سیستم‌های مرکزی به شمار می‌روند. بخاری‌ها و کولرهای پنجره‌ای از نوع سیستم‌های مستقل است. در هر حال، ظرفیت و مشخصات فنی تجهیزات باید براساس محاسبات بارهای گرمایشی و سرمایشی تعیین شود و تا حد امکان از به کارگیری تجهیزاتی با ظرفیت بالاتر از نیاز خودداری گردد.

الزامات هر یک از سیستم‌های مرکزی و مستقل، به ترتیب، در بندهای 19-4-2-1-1 و 19-4-2-1-2 ارائه شده است.

19-4-2-1-1 سیستم مرکزی

الف) در سیستم‌های مرکزی گرمایشی یا سرمایشی باید برای کنترل دمای هوا و یا آب خروجی از هر یک از سیستم‌ها از ترموستات استفاده شود.

- ب) کنترل دما باید از طریق تنظیم زمان‌های روشن و خاموشی تجهیزات گرمایشی، سرمایشی (مشعل، کمپرسور)، یا کنترل ظرفیت آنها و یا تنظیم جریان سیال فعال (توسط پمپ و شیر برقی) انجام گیرد.
- ج) لازم است پمپ مربوط به سیال فعال، براساس دمای هوا و یا آب برگشتی، کنترل و روشن یا خاموش شود.
- د) درجه تنظیم دما برای کنترل سیستم باید در ارتباط با دمای هوای بیرون ساختمان به صورت خودکار قابل تنظیم باشد.
- ه) برای همه ساختمان‌های گروه 1 و ساختمان‌های گروه 2 با زیربنای مفید بالای 1000 مترمربع (ر.ک. به پیوست 5)، در نظر گرفتن سیستم برنامه‌ریزی کارکرد تجهیزات در ساعات شبانه روز، با در نظر گرفتن ساعات بهره‌برداری، الزامی است. برای دیگر گروه‌های ساختمانی نیز این اقدام توصیه می‌شود.
- و) در تمام سیستم‌های سرمایشی، ضریب انرژی مورد نیاز برای جابه‌جایی هوا، که مقدار آن با رابطه زیر محاسبه می‌شود، نباید هیچ‌گاه کمتر از 5 باشد.

بار سرمایشی محسوس جابه‌جا شده سیستم

$$\frac{\text{ضریب انرژی جابه‌جایی هوا}}{\text{انرژی الکتریکی ورودی به دمنده های سیستم}} = \frac{(W)}{(W)}$$

رابطه بالا در تمام سیستم‌های تمام هوا و آب - هوا و فن کوئل صادق است. انرژی الکتریکی پمپ‌ها برای سیستم‌های آب - هوا باید در مخرج کسر به انرژی الکتریکی ورودی به دمنده‌های سیستم اضافه شود.

ز) تجهیزاتی که، برای تامین رطوبت و حفظ شرایط آسایش در داخل ساختمان، نیاز به مصرف انرژی دارند باید از طریق حسگر رطوبت کنترل شوند.

ح) در صورتی که از قسمتی از فضاهای ساختمانی غیرمسکونی با بهره‌برداری منقطع، به صورت مداوم استفاده شود، باید گرمایش و سرمایش این فضاها از سیستم مرکزی تفکیک گردیده و به صورت مستقل در نظر گرفته شود.

4-19-2-1-2-4-19 سیستم مستقل

الف) هر نوع سیستم گرمایشی یا سرمایشی غیرمرکزی که کاملاً مستقل عمل می‌کند باید با کنترل ترموستاتیک روشن و خاموش یا تنظیم شود.

تبصره: در مورد بخاری‌های نفتی و گازی نیاز به رعایت بند فوق نیست.

ب) نصب شومینه در مجاورت دیوارهای داخلی مجاز است؛ و شومینه باید کاملاً جدا از دیوار خارجی ساختمان باشد. نصب سیستم کنترل اتوماتیک، برای بسته نگه‌داشتن دمپر در زمان خاموش بودن شومینه، توصیه می‌شود.

19-4-2-2 مدارهای توزیع

مدارهای توزیع کار انتقال و توزیع سرما و گرمای تولید شده به پایانه‌ها را انجام می‌دهند. بالانس کردن مدارهای سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی الزامی است. برای بالانس کردن، باید از تجهیزات مورد نیاز، اعم از دمپرها، دما سنج‌ها، فشارسنج‌ها و شیرهای بالانس، استفاده گردد. برای تجهیزات سرمایش و گرمایش، عایق کاری حرارتی سیستم‌های توزیع بخار، آب و هوا الزامی است و بر اساس مقررات این بند انجام می‌گیرد.

19-4-2-2-1 عایق کاری حرارتی لوله‌ها

تمام لوله‌های مورد استفاده در سیستم‌های سرمایش و گرمایش باید براساس بیشترین مقدار مشخص شده در مبحث 14 مقررات ملی و جدول 7 این مبحث عایق کاری حرارتی گردد. برای تضمین حداقل ضخامت مفید عایق حرارتی، استفاده از عایق‌های حرارتی پیش‌ساخته توصیه می‌شود. در زمان نصب، باید از فشردن عایق و کاهش مقاومت حرارتی اسمی آن اجتناب شود.

جدول 7- حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله در سیستم‌های سرمایش و گرمایش $[m^2.K/W]$

نوع سیال	قطر لوله تا 38 میلی‌متر	قطر لوله بیش از 38 میلی‌متر
آب گرم	0,88	1,32
بخار	1,00	2,00
آب سرد، مبرد و براین	0,88	1,00

19-4-2-2-2 عایق کاری حرارتی کانال‌ها

تمام کانال‌های مورد استفاده در سرمایش و گرمایش، در صورت قرار داشتن در فضای داخل ساختمان، علاوه بر رعایت ضوابط مندرج در مبحث 14 مقررات ملی ساختمان، باید با عایقی که از حداقل مقاومت حرارتی $0,88 [m^2.K/W]$ برخوردار است عایق کاری گردد. اگر کانال‌های مورد

استفاده در سرمایش و گرمایش در خارج از ساختمان است، باید با عایقی که از حداقل مقاومت حرارتی $1/44 [m^2.K/W]$ برخوردار است عایق کاری شوند. در مورد کانال‌های کولر آبی واقع در فضای داخلی ساختمان، نیازی به عایق کاری حرارتی نیست.

19-4-2-3 پایانه‌های سرمایش و گرمایش

الف) توصیه می‌شود که برای تمام پایانه‌های سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی مانند شوفاژ، فن کویل، و دمپر (در سیستم‌های هوا)، کنترل ترموستاتیک نصب گردد.

ب) دمنده‌های پایانه‌های حرارتی و برودتی باید قابلیت روشن و خاموش شدن توسط یک سیستم کنترل ترموستاتیک، با امکان تنظیم دماهای مختلف در شبانه‌روز، را داشته باشند.

ج) در ساختمان‌های غیرمسکونی، در نظر گرفتن سیستم کنترل مرکزی کارکرد دمنده‌ها در طی ساعات شبانه‌روز الزامی است.

19-4-3 سیستم‌های تهویه

19-4-3-1 تأمین هوای تازه

تمام سیستم‌های تأمین هوای تازه، که با استفاده از دمنده یا فن کار می‌کنند، باید به کلید روشن - خاموش تجهیز شوند، تا در شرایط غیر کاری و هنگامی که به هوای تازه نیازی نیست خاموش شوند، مگر آنکه مجهر به کنترل خودکار باشند.

در تمام نقاط ورود و خروج هوا در ساختمان، در نظر گرفتن سیستم‌های خودکار، که دمپر آنها فقط در زمان کار کردن باز می‌شود، الزامی است. در مواردی که درجه آلودگی هوای داخل تغییر می‌کند، تنظیم خودکار میزان هوای تازه الزامی است.

حداکثر میزان تهویه مکانیکی نباید بیش از 20 درصد از حداقل تهویه تعیین شده از نظر سلامت و بهداشت بالاتر باشد. در صورتی که از سیستم‌های بازیافت انرژی از هوای خروجی استفاده شود، این محدودیت برطرف می‌گردد.

19-4-3-2 کیفیت درزبندی بازشوها

در هر واحد مستقل، چنانچه میزان تهویه ناخواسته هوا، که از طریق بازشوهایی مانند درها و پنجره‌ها صورت می‌گیرد، در شرایط عادی، از یک سوم حجم تعویض هوا در ساعت تجاوز نکند،

ضریب انتقال حرارت مرجع \hat{H} ، در بند 19-3-1-1، را می‌توان تا 10% افزایش داد. میزان تهویه ناخواسته هوا از طریق مراجع مربوطه تعیین می‌گردد.

توجه: در صورتی که با استفاده از تمهیدات مختلف (مانند بهره‌گیری از پنجره‌های نوین و انواع درزبندها) میزان تهویه هوای ناخواسته از بازشوها کاهش یابد، باید هوای تازه مورد نیاز برای تأمین سلامتی و بهداشت، به صورت طبیعی یا مکانیکی، فراهم گردد.

19-4-4-4 تأسیسات آب گرم مصرفی

19-4-4-1 ملاحظات کلی

الف) در سیستم مرکزی گرمایش، طراحی و اجرای تأسیسات آب گرم مصرفی باید به‌طور مجزا انجام شود یا عملکرد مجزای آن توسط شیرهای برقی با کنترل اتوماتیک امکان‌پذیر گردد.

ب) کاربرد سیستم‌های خورشیدی برای پیش گرم کردن آب و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی توصیه می‌گردد.

ج) در ساختمان‌های عمومی با زیربنای بیش از 2000 مترمربع، در آب گرم‌کن‌های مخزن‌دار بدون پمپ، استفاده از محبوس‌کننده حرارت¹ الزامی است. کاربرد محبوس‌کننده در دیگر ساختمان‌ها نیز توصیه می‌شود.

د) تجهیزات سیستم آب گرم مصرفی باید مجهز به سیستم کنترل دما باشد. طراحی سیستم آب گرم مصرفی باید براساس ضوابط مبحث 14 مقررات ملی انجام شود و دمای آب گرم مصرفی نباید از 60 درجه سلسیوس بیشتر باشد. در استخرهایی که دمای آب کنترل می‌شود، دمای آب نباید بیش از 27 درجه سلسیوس باشد.

ه) آب گرم‌کن‌های خاص مصارف ویژه، مانند آب گرم‌کن استخرها، برای آسانی و سهولت کار، باید مجهز به کلید روشن و خاموش بدون وابستگی به ترموستات، جهت راه‌اندازی و خاتمه کار، باشند.

و) استفاده از کنترلر خودکار برای خاموش کردن پمپ آب گرم برگشتی، در زمانی که پیش‌بینی شده به آب گرم نیازی نیست، الزامی است.

ز) برای به کارگیری پمپ تصفیه آب، استفاده از کنترلر ساعتی الزامی است. توصیه می‌شود، در ساعات حداکثر بار شبکه، از پمپ استفاده نشود.

- ح) آب‌دهی دستشویی و سردوشی‌های حمام در فشار 550 kPa (حدود 5/5 بار یا اتمسفر) نباید بیش از 0/16 لیتر بر ثانیه باشد.
- ط) در حد امکان از شیرهای مشترک آب گرم و سرد استفاده شود.
- ی) در ساختمان‌هایی با کاربری عمومی، استفاده از شیرهای فنری یا شیرهای دارای چشم الکترونیکی الزامی است.

19-4-4-2 عایق کاری حرارتی لوله و مخزن

- الف) در سیستم‌های آب گرم مصرفی، لوله‌ها باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از $0,88 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$ باشند.
- ب) مخزن‌های آب‌گرم باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از 1/00 $\text{[m}^2 \cdot \text{K/W]}$ باشند.
- ج) در استخرهای عمومی، که از آب گرم استفاده می‌کنند، استفاده از پوشش الزامی است. در مورد استخرهای شخصی ساختمان‌های مسکونی، که از آب گرم استفاده می‌کنند، بهره‌گیری از این پوشش توصیه می‌شود.

19-5 سیستم روشنایی و انرژی الکتریکی

در تأمین روشنایی با استفاده از انرژی الکتریکی، لازم است علاوه بر الزامات مبحث 13 مقررات ملی ساختمان، موارد مندرج در این بخش نیز منظور شود. همچنین، علاوه بر الزامات این بخش، می‌توان، برای تأمین بخشی از انرژی الکتریکی ساختمان، از سلول‌های خورشیدی، به صورت مستقل یا موازی با شبکه سراسری برق، بهره گرفت.

19-5-1 سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی

در فضاهای عمومی کلیه ساختمان‌ها که از روشنایی الکتریکی به صورت ممتد استفاده می‌شود، به کارگیری لامپ‌های کم‌مصرف (پر بازده)، با حداقل بازده 55 لومن بر وات، الزامی است. بهره‌گیری از لامپ‌های کم‌مصرف در کلیه فضاهای داخلی ساختمان‌های مسکونی که از روشنایی الکتریکی به صورت ممتد استفاده می‌شود، به ویژه در فضاهای نشیمن و آشپزخانه، توصیه می‌شود. تمامی سیستم‌های روشنایی نصب‌شده درون یا روی سقف باید دارای بازتابنده‌هایی باشند، تا بیشترین روشنایی به فضا برسد.

19-5-2 سیستم‌های کنترل روشنایی

19-5-2-1 روشنایی فضاها

هر فضای مستقل باید یک کلید یا سیستم کنترل جداگانه داشته باشد که:

- 1- در محل ورودی - خروجی فضاها قرار گیرد، رؤیت‌پذیر و در دسترس باشد.
- 2- با دیدن آن، خاموش یا روشن بودن چراغ‌ها معلوم شود.

این الزامات در مورد لامپ‌هایی که صرفاً برای مقاصد تزئینی استفاده می‌شود صادق نیست.

19- 5- 2- 2 سیستم‌های کاهش میزان و یا مدت روشنایی

روشنایی فضاهای محصور که مساحتی برابر 10 متر مربع یا بیشتر دارد و بار الکتریکی روشنایی آن بیش از 12 وات بر متر مربع است و با بیش از یک منبع تأمین می‌گردد، باید به نحوی کنترل شود که بار الکتریکی روشنایی چراغ‌ها تا نصف قابل کاهش باشد، ضمن اینکه همچنان سطح روشنایی با یکنواختی قابل قبول در تمام فضا تأمین گردد. کاهش روشنایی به صورت یکنواخت می‌تواند به یکی از روش‌های زیر تأمین گردد:

- 1- استفاده از کاهش‌دهنده‌های نور¹ برای کنترل تمام سیستم‌های روشنایی؛
- 2- کنترل ردیف‌های زوج و فرد با دو کلید؛
- 3- نصب کلید مستقل برای لامپ وسط سیستم‌های سه لامپی؛
- 4- نصب کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعه لامپ؛
- 5- استفاده از سیستم‌های تشخیص حضور و یا حرکت؛
- 6- استفاده از سیستم‌های زمان‌دار قابل تنظیم و یا سیستم‌هایی که به صورت خودکار خاموش می‌شوند.

در مورد فضاهای محصور که در طول روز از نور طبیعی کافی بهره‌مند می‌شوند، علاوه بر موارد فوق، توصیه می‌گردد در صورت امکان حداقل یک سیستم کنترل نور مصنوعی داشته باشند که سیستم روشنایی را، در بخشی که از نور طبیعی بهره می‌گیرد، کنترل کند.

19- 5- 2- 3 کنترل خاموش کردن روشنایی

در هر منطقه روشنایی ساختمان، سیستم‌های روشنایی باید توسط یک یا چند کلید مرکزی دستی نصب شده در محل قابل کنترل باشد. همچنین استفاده از کلید اتوماتیک (حسگر تشخیص حضور یا حرکت یا کنترل زمانی) توصیه می‌شود. در موارد زیر، رعایت این ضابطه لازم نیست:

الف) روشنایی راهروها، سراسراها (لابی‌ها) و فضاهای ورودی که فاقد روشنایی ایمنی باشند. در مورد سیستم‌های روشنایی ایمنی باید مطابق الزامات مبحث 13 مقررات ملی ساختمان عمل شود.

ب) فضاهای با کاربری خاص مانند فروشگاه‌ها و مجتمع‌های تجاری، رستوران‌ها، مساجد، تئاترها، سینماها و ساختمان‌های مشابه.

اگر یک سیستم کلیدی زمان‌دار پیش‌بینی شده باشد، باید شرایط زیر برقرار باشد:

- به راحتی قابل رؤیت و در دسترس باشد؛
- در جایی باشد که بتوان به آسانی دانست که کلید مربوط به کدام فضا است؛
- به صورت دستی نیز کار کند.

در صورتی که از سیستم برنامه‌ریزی زمانی استفاده می‌شود، سیستم باید قابلیت دریافت برنامه‌های خاص بر اساس تقویم سالانه را داشته باشد.

19-5-3 شدت روشنایی فضاها

شدت روشنایی فضاها و کاربری‌های مختلف در ساختمان‌ها باید براساس مبحث 13 مقررات ملی ساختمان تعیین گردد. برای تأمین این شدت روشنایی، باید توجه شود که از چراغ‌های با ضریب بهره بالا، لامپ‌های با راندمان بالا و امکانات متناسب دیگر به نحوی استفاده شود که چگالی انرژی الکتریکی (بر حسب وات بر مترمربع) برای تأمین روشنایی مورد نظر بهینه باشد.

19-5-4 روشنایی محوطه و بیرون ساختمان

19-5-4-1 لامپ‌ها

لامپ‌های مورد استفاده برای روشنایی محوطه و بیرون ساختمان باید حداقل دارای راندمان 50 لومن بر وات باشند.

19-5-4-2 کنترل روشنایی محوطه و خارج ساختمان

برای محوطه ساختمان‌هایی که در 24 ساعت یا تمام هفته مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، بهره‌گیری از کنترل‌کننده اتوماتیک یا سلول نوری برای روشن و خاموش کردن لامپ‌ها الزامی است.

19-5-5 کنتور

در مجتمع‌ها، تجهیز هر واحد مستقل به کنتور جداگانه، جهت تعیین میزان تفکیکی مصرف برق، الزامی است.

6-5-19 موتورها

هرگونه موتور الکتریکی باید مطابق با مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد. استفاده از موتورهای دور متغیر در تجهیزاتی مانند پمپها و دمندهها و ابزار الکترونیک قدرت، و تنظیم فرکانس متناسب با بار متغیر و کاهش مصرف انرژی الکتریکی موتورها، توصیه می گردد.

پیوست 1:

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، در وهله اول لازم است جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف آن محاسبه گردد. میزان جرم جدار، که در تعیین گروه اینرسی حرارتی در نظر گرفته می‌شود، به موقعیت جدار و لایه‌های مختلف تشکیل‌دهنده، آن بستگی دارد. در این پیوست، روش محاسبه جرم سطحی مؤثر جدار در حالت‌ها و موقعیت‌های مختلف ارائه می‌گردد. پس از تعیین جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف، جرم مؤثر کل ساختمان یا بخشی از آن (M) محاسبه می‌گردد و، در پایان، مقدار جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a) تعیین می‌شود.

پ 1-1 تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

پ 1-1-1 جدار در تماس با خارج

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان، یا بخشی از آن، فاقد عایق حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارت همگن باشد، در محاسبه جرم مؤثر سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبه جرم مؤثر جدار منظور می‌شود. در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شده یک جدار بیش از 150 کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.

پ 1-1-2 جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گرده‌رو یا فضای بسته مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر 150 کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارت است در محاسبه جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شده آن جدار بیش از 150 کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.

پ 1-1-3 جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل نشده

جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضایی کنترل نشده (راه‌پله، پارکینگ، انبار، ...)، اگر فاقد عایق حرارت باشد، برابر نصف جرم سطحی جدار، و در غیر این صورت، برابر با جرم سطحی بخشی از لایه‌های جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است، در نظر گرفته می‌شود.

پ 1-1-4 جدارهای داخل فضای کنترل شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده است کمتر از 300 کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی مؤثر مساوی با جرم سطحی جدار است؛ در غیر این صورت، جرم سطحی مؤثر مساوی با 300 کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می‌شود.

پ 1-2 جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

اگر m_i جرم سطحی مؤثر قسمت i از پوسته خارجی و عناصر داخلی ساختمان و A_i مساحت مربوط به آن باشد، جرم مؤثر ساختمان برابر است با:

$$M = \sum (m_i \cdot A_i)$$

بدین ترتیب، جرم سطحی مؤثر ساختمان (یا بخشی از آن) m_a بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید ساختمان (یا بخشی از آن) A_h ، براساس رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$m_a = M / A_h$$

پ 1-3 گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید (m_a)، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول 8 تعیین می‌گردد:

جدول 8 - گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

گروه اینرسی	جرم سطحی مؤثر ساختمان، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید m_a (kg/m^2)
کم	کمتر از 150
متوسط	مساوی یا بیش از 150 و کمتر از 400
زیاد	مساوی یا بیش از 400

پیوست 2:

روش محاسبه شاخص خورشیدی

طراح، در صورت تمایل، می تواند از این ضریب برای ساختمان های گروه 1، از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی، و در مناطق با نیاز گرمایی زیاد کشور (مطابق پیوست 3) استفاده کند. شاخص خورشیدی ساختمان، یا بخشی از آن، با علامت I_s نشان داده شده است، و بر مبنای رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$I_s = \sum (A_i \cdot S_i \cdot \sigma_i) / V$$

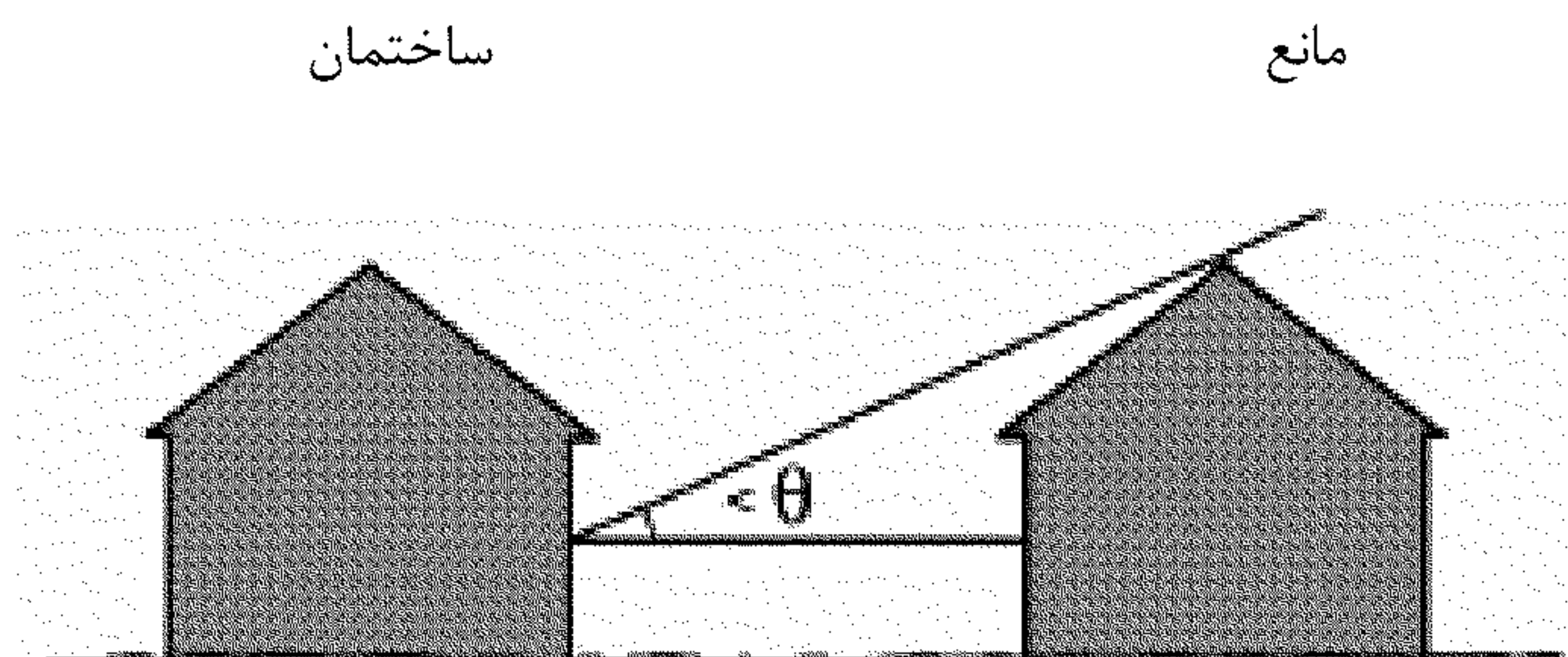
A_i :	مساحت بخش نور گذر i پوسته خارجی ساختمان به مترمربع
S_i :	ضریب عبور (گذر) خورشیدی برای بخش نور گذر i ، مطابق جدول 9
σ_i :	ضریب کاهش مربوط به موقعیت سطح نور گذر، مطابق جدول 10
V :	حجم کل فضای کنترل شده ساختمان، یا بخش مورد نظر

جدول 9 - مقادیر ضریب انتقال خورشیدی برای انواع مختلف شیشه های ساختمانی متعارف

نوع شیشه	ساده	رنگی ساده		رنگی انعکاسی			مشجر	دوجداره	
		سبز	برنزی	آبی	آبی	برنز			جیوه ای	بی رنگ	بی رنگ
رنگ	بی رنگ	سبز	برنزی	آبی	آبی	برنز	جیوه ای	بی رنگ	بی رنگ
(ضخامت میلی متر)	4	6	4	6	6	6	6	4-6	4
S_i	0,86	0,83	0,70	0,62	0,33	0,24	0,23	0,33	0,52

جدول 10- مقادیر ضریب کاهش σ_i مربوط به موقعیت سطح نورگذر

موقعیت و جهت ¹ سطح نورگذر					زاویه متوسط رؤیت موانع روبروی پوسته (θ) (مطابق شکل 5)
شمال	غرب		شرق	جنوب	
	فضاهای با استفاده منقطع	فضاهای با استفاده مداوم			
0,3	0,4	0,6	0,6	1,0	کمتر از 15 درجه
0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	بزرگ‌تر از یا مساوی 15 درجه و کمتر از 25 درجه
0	0	0	0	0	بزرگ‌تر از یا مساوی 25 درجه



شکل 5- زاویه رؤیت موانع روبروی سطوح نورگذر

1. جهت‌ها به روش زیر تعیین می‌گردد:

- جنوب: جهت‌های بین جنوب شرقی و جنوب غربی
- شرق: جهت‌های بین شمال شرقی و جنوب شرقی
- غرب: جهت‌های بین شمال غربی و جنوب غربی
- شمال: جهت‌های بین شمال شرقی و شمال غربی

پیوست 3:

گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی شهرهای ایران

در این پیوست، گونه‌بندی نیاز انرژی 245 شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامده باشد، لازم است مشخصات نزدیک‌ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
1	آبادان	زیاد		●
2	آبادچی - فریدن	زیاد	●	
3	آباده	متوسط	●	
4	آبعلی	زیاد	●	
5	آجی چای	زیاد	●	
6	آزاد شهر	کم	●	
7	آستارا	متوسط	●	
8	آغاچاری	زیاد		●
9	آمل	کم	●	
10	آوج	زیاد	●	
11	احمدآباد - درودزن	متوسط	●	
12	احمدوند	متوسط	●	
13	اختحوان گلپایگان	متوسط	●	

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	متوسط	اراک	14
	●	زیاد	اردبیل	15
	●	متوسط	اردستان	16
	●	متوسط	اردکان	17
	●	زیاد	ارومیه	18
	●	متوسط	استور	19
	●	متوسط	اسدآباد بیرجند	20
	●	زیاد	اسکو	21
	●	متوسط	اسلام آباد غرب	22
	●	متوسط	اصفهان	23
	●	کم	افراچال	24
	●	زیاد	الیگودرز	25
	●	زیاد	امام قیس	26
●		زیاد	امیدیه	27
	●	متوسط	امین آباد	28
	●	کم	انار	29
	●	متوسط	انارک	30
●		زیاد	اندیمشک	31
	●	زیاد	اهر	32
●		زیاد	اهواز	33
●		متوسط	اهواز (ملاثانی)	34
●		زیاد	ایران شهر	35
	●	متوسط	ایلام	36
	●	متوسط	ایوانکی	37

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	کم	بابل	38
	●	کم	بابلسر	39
	●	زیاد	باراندوزچای	40
	●	متوسط	بارنیشابور	41
●		کم	باغ ملک	42
	●	متوسط	بافت	43
	●	کم	بجستان	44
	●	متوسط	بجنورد	45
	●	متوسط	بروجرد	46
●		زیاد	بستان	47
	●	زیاد	بستان آباد	48
●		متوسط	بم	49
●		متوسط	بمپور	50
●		متوسط	بن سیدان	51
	●	کم	بندر انزلی	52
●		زیاد	بندر بوشهر	53
●		زیاد	بندر دیر	54
●		زیاد	بندر عباس	55
●		زیاد	بندر لنگه	56
●		زیاد	بندر ماهشهر	57
	●	متوسط	بنکوه	58
	●	متوسط	بوئین زهرا	59
	●	کم	بی بالان	60
	●	متوسط	بیاضه بیابانک	61

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	زیاد	بیجار	62
	●	متوسط	بیرجند	63
	●	متوسط	پارس آباد مغان	64
	●	کم	پل زمانخان	65
	●	متوسط	پل کله	66
	●	زیاد	پیرانشهر	67
	●	کم	پيله سرا	68
	●	زیاد	تازه کند	69
●		متوسط	تاشکویه کله گاه	70
	●	متوسط	تاکستان	71
	●	زیاد	تبریز	72
	●	متوسط	تربت حیدریه	73
	●	متوسط	تفرش	74
	●	زیاد	تکاب	75
●		زیاد	تنگ پنج	76
	●	متوسط	تهران	77
●		زیاد	جاسک	78
●		زیاد	جزیره ابوموسی	79
●		متوسط	جزیره خارک	80
●		زیاد	جزیره سیری	81
●		متوسط	جزیره قشم	82
●		زیاد	جزیره کیش	83
	●	زیاد	جلفا	84
●		متوسط	جیرفت	85

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
●		زیاد	چابهار	86
●		متوسط	چغارت	87
	●	متوسط	چناران	88
●		متوسط	حاجی آباد (بندرعباس)	89
	●	متوسط	حجت آباد (پیشکوه)	90
●		متوسط	حمیدیه	91
	●	متوسط	حنا	92
●		کم	خاش	93
	●	متوسط	خرم آباد	94
	●	کم	خرم آباد تنکابن	95
	●	زیاد	خرم دره	96
●		زیاد	خرمشهر	97
	●	کم	خشکه داران تنکابن	98
	●	متوسط	خفر	99
	●	زیاد	خلخال	100
	●	زیاد	خوانسار	101
●		متوسط	خوریابانک	102
	●	زیاد	خوی	103
●		متوسط	داراب	104
	●	زیاد	داران	105
	●	زیاد	داشبند بوکان	106
	●	متوسط	دامغان	107
	●	زیاد	دامنه فریدن	108
	●	متوسط	درگز	109

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	متوسط	درود	110
	●	زیاد	دره تخت	111
●		زیاد	دزفول	112
	●	کم	دشت ناز	113
●		متوسط	دوگنبدان	114
	●	متوسط	ده صومعه	115
●		زیاد	دهلران	116
	●	کم	دیپوک	117
	●	کم	رامسر	118
●		زیاد	رامهرمز	119
	●	کم	رشت	120
	●	متوسط	روانسر	121
	●	کم	رودبار گیلان	122
●		متوسط	زابل	123
	●	کم	زاهدان	124
	●	متوسط	زردگل سرخ آباد	125
	●	متوسط	زرقان	126
	●	زیاد	زرینه اوباتو	127
	●	زیاد	زنجان	128
●	●	متوسط	ساوه	129
	●	متوسط	سبزوار	130
●	●	متوسط	سپید دشت	131
	●	متوسط	سد درودزن	132
●	●	متوسط	سر پل ذهاب	133

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	زیاد	سراب	134
●		متوسط	سراوان	135
	●	متوسط	سرخس	136
	●	کم	سرکت تجن	137
	●	زیاد	سقز	138
	●	متوسط	سمنان	139
	●	متوسط	سنگ ترش	140
	●	متوسط	سنگ سوراخ	141
	●	متوسط	سنندج	142
	●	زیاد	سوباشی	143
	●	متوسط	سیرجان	144
	●	متوسط	شاهرود	145
●		متوسط	شبانکاره	146
	●	زیاد	شمس آباد اراک	147
●		متوسط	شمعون	148
●		متوسط	شوش	149
●		زیاد	شوشتر	150
	●	متوسط	شهربابک	151
	●	متوسط	شهرکرد	152
	●	متوسط	شیراز	153
	●	کم	شیرگاه	154
	●	متوسط	شیروان بروجرد	155
●		زیاد	صفی آباد دزفول	156
●		متوسط	طبس	157

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	متوسط	طرق کرتیان	158
	●	متوسط	عباس آباد قم	159
	●	زیاد	عدل	160
	●	متوسط	فردوس	161
	●	متوسط	فسا	162
	●	کم	فومن	163
	●	زیاد	فیروزآباد خلخال	164
	●	کم	قائمشهر	165
	●	متوسط	قائن	166
	●	کم	قرآن تالار	167
	●	کم	قراخیل قائمشهر	168
	●	زیاد	قروه	169
	●	متوسط	قره آغاج	170
	●	متوسط	قزوین	171
●	●	کم	قصر شیرین	172
	●	زیاد	قطورچای	173
	●	متوسط	قم	174
	●	متوسط	قمشه (شهرضا)	175
	●	متوسط	قوچان	176
●	●	متوسط	کازرون	177
●	●	متوسط	کاشان	178
	●	متوسط	کاشمر	179
	●	متوسط	کبوترآباد	180
	●	متوسط	کرج	181

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	کم	کرمان	182
	●	متوسط	کرمانشاه	183
	●	متوسط	کرد	184
	●	کم	کره سنگ	185
	●	متوسط	کشف رود	186
●		زیاد	کنارک چابهار	187
	●	متوسط	کنگاور	188
●		متوسط	کوتیان صفی آباد	189
	●	زیاد	کوهرنگ	190
●		زیاد	کهنوج	191
●		زیاد	گتوند	192
●		متوسط	گچساران	193
	●	متوسط	گرکان آشتیان	194
	●	متوسط	گرگان	195
	●	متوسط	گرمسار	196
	●	متوسط	گرمسار (داور آباد)	197
	●	متوسط	گلمکان	198
	●	متوسط	گناباد	199
	●	کم	گنبد قابوس	200
	●	کم	گورگین - خبر	201
	●	متوسط	گوشه نهاوند	202
●		زیاد	لار	203
	●	زیاد	لار - پلور	204
	●	کم	لاهیجان	205

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	متوسط	لتیان	206
	●	متوسط	لردگان	207
	●	زیاد	لیقوان	208
	●	زیاد	ماکو	209
	●	زیاد	مراغه	210
	●	زیاد	مرند	211
	●	متوسط	مرودشت	212
●		زیاد	مسجد سلیمان	213
	●	متوسط	مشهد	214
	●	متوسط	مشیران	215
	●	متوسط	ملایر	216
	●	زیاد	موچان	217
	●	متوسط	مهلباد	218
	●	زیاد	مهرگرد	219
	●	متوسط	میاندوآب	220
●		متوسط	میانده جیرفت	221
	●	زیاد	میانه	222
●		متوسط	میرجاوه	223
	●	زیاد	میمه	224
●		زیاد	میناب	225
	●	متوسط	نابین	226
	●	متوسط	نجف آباد	227
	●	متوسط	نطنز	228
●		متوسط	نورآباد ممسنی	229

نیاز غالب حرارتی		نیاز انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	●	زیاد	نوژیان	230
	●	کم	نوشهر	231
●	●	متوسط	نهبندان	232
	●	کم	نی ریز	233
	●	متوسط	نیشابور	234
	●	متوسط	ورامین	235
	●	متوسط	ورزنه	236
	●	متوسط	ولد آباد	237
●		متوسط	هفت تپه	238
	●	زیاد	همدان	239
	●	متوسط	همگین	240
	●	زیاد	همند آپسرد	241
	●	متوسط	هوتن (چات)	242
●		متوسط	هويزه	243
	●	متوسط	ياسوج	244
●	●	متوسط	يزد	245

پیوست 4:

گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

در این مبحث، ساختمان‌ها از لحاظ نوع کاربری، مطابق جدول زیر، به چهار گونه تقسیم شده‌اند. این گونه‌بندی براساس سه عامل زیر تعیین شده است:

- 1 - تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه‌روز؛
- 2 - شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان؛
- 3 - اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

مسکونی، بیمارستان، هتل، مهمانسرا، آسایشگاه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه	نوع کاربری الف
ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبه بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، بخش اداری ساختمان صنعتی، ساختمان آموزشی، خانه بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، مجتمع فنی - حرفه‌ای، سالن غذاخوری، دانشسرا و مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، ساختمان اداری یا تجاری بزرگ، کتابخانه	نوع کاربری ب
مسجد و تکیه، اردوگاه جهانگردی، بنای یادبود، ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، استادیوم ورزشی سرپوشیده، فروشگاه، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس	نوع کاربری ج
انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، کارخانه صنعتی اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو و مشابه آنها، پارکینگ در طبقات، آشیانه حفاظتی هواپیما، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیه زمینی، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه فرعی مترو، ترمینال راه‌آهن، پناهگاه، ساختمان کشتارگاه	نوع کاربری د

پیوست 5:

تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

شهرهای کوچک (براساس بند 19-2-2-4)		شهرهای بزرگ (براساس بند 19-2-2-4)		نیاز انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست 3)	گونه‌بندی کاربری ساختمان (از پیوست 4)
زیربنای کمتر از 1000 متر مربع	زیربنای بیش از 1000 متر مربع	زیربنای کمتر از 1000 متر مربع	زیربنای بیش از 1000 متر مربع		
گروه 2		گروه 1		زیاد	نوع الف
گروه 3		گروه 2		متوسط	
گروه 4		گروه 3		کم	
گروه 2		گروه 2	گروه 1	زیاد	نوع ب
گروه 3		گروه 3	گروه 2	متوسط	
گروه 4		گروه 4	گروه 3	کم	
گروه 2		گروه 2		زیاد	نوع ج
گروه 3		گروه 3		متوسط	
گروه 4		گروه 4		کم	
گروه 4		گروه 4		زیاد	نوع د
گروه 4		گروه 4		متوسط	
گروه 4		گروه 4		کم	

پیوست 6:

مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

واحد	علامت	معادل انگلیسی	مقادیر فیزیکی و تعاریف	ردیف
J	Q	Heat, quantity of heat	حرارت، مقدار حرارت	1
W	Φ	Heat flow rate	توان حرارتی مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود: $\Phi = dQ/dt$	2
W/(m.K)	λ	Thermal conductivity	ضریب هدایت حرارتی توان حرارتی که از لایه‌ای به ضخامت یک متر می‌گذرد اگر اختلاف دما (در حالت پایدار) بین دو طرف لایه برابر یک درجه باشد: $q = -\lambda \cdot \text{grad } T$	3
$m^2.K/W$	R	Thermal resistance	مقاومت حرارتی سطحی قابلیت عایق حرارت بودن یک یا چند لایه از جدار و یا کل جدار. مقدار اختلاف دمای لازم، بین دو طرف یک متر مربع از یک لایه یا جدار (در حالت پایدار) تا توان حرارتی برابر با واحد از آن عبور کند: $R = (T_i - T_e)/q$ در مورد لایه‌ای با ضخامت d که در آن مقدار R ثابت است و یا رابطه خطی با دما دارد: $R = d/\lambda$	4

واحد	علامت	معادل انگلیسی	مقادیر فیزیکی و تعاریف	ردیف
W/(m ² .K)	h	Surface coefficient of heat transfer	ضریب تبادل حرارت در سطح جدار نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار.	5
W/(m ² .K)	U	Thermal transmittance	ضریب انتقال حرارت سطحی نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جداری به سطح یک مترمربع، در حالت پایدار: $U = \Phi / ((T_i - T_e) \cdot A)$	6
W/(m.K)	Ψ	Linear thermal transmittance	ضریب انتقال حرارت خطی نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جدارهایی دارای یک پل حرارتی به طول یک متر، در حالت پایدار: $\Psi = \Phi / ((T_i - T_e) \cdot L)$	7
W/K	H	Coefficient of heat loss	ضریب انتقال حرارت ساختمان مقدار انتقال حرارت از ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان، اگر اختلاف دمای داخل و خارج آن برابر یک درجه باشد: $H = \Phi / \Delta T$	8
m ⁻¹	I _s	Solar Index	شاخص خورشیدی	9

پیوست 7:

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مقادیر مندرج در این پیوست در محاسبات هر دو روش طراحی عایق کاری حرارتی (الف و ب) به کار می‌رود، مگر آنکه مراجع ذی صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری برای مصالح، تعیین کرده باشد.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
1,80	بیش از 2000	1. اندود و ملات آهکی یا سیمانی
1,30	1800 تا 2000	
1,00	1600 تا 1800	
0,80	1450 تا 1600	
0,70	1250 تا 1450	
0,55	1000 تا 1250	
0,40	750 تا 1000	
0,30	500 تا 750	
		2. بتن و فرآورده‌های بتنی
		بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی آهکی و آهکی):
2,00	2300 تا 2600	- متراکم
1,65	2000 تا 2300	
1,35	1800 تا 2000	- متخلخل
1,15	1600 تا 1800	
		- مسلح ¹ :
2,30	2300 تا 2400	درصد میل‌گرد: بین 1 تا 2 درصد
2,50	بیش از 2400	درصد میل‌گرد: بیش از 2 درصد

1. در صورتی که حداقل نیمی از میل‌گردها موازی شار حرارت باشد.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
1,4	2000 تا 2400	بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن گدازی: - متراکم:
0,8	2100 تا 2300	- با ماسه رودخانه‌ای یا معدنی - با سرباره داندان - متخلخل:
0,7	1600 تا 2000	با کمتر از 10 درصد ماسه رودخانه
0,52	1400 تا 1600	بتن سبک‌دانه: - با پوکه طبیعی یا سرباره منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود 750) ¹ : - با ذرات ریز یا با ماسه
0,44	1200 تا 1400	- بدون ذرات ریز و بدون ماسه
0,35	1000 تا 1200	- با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود 650) ¹
0,35	1000 تا 1200	- با سنگدانه سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود 600) ¹
0,46	950 تا 1150	- با رس منبسط یا شیبست منبسط: - چگالی ظاهری سنگدانه بیش از 350 و عیار سیمان بیش از 300 ¹ :
1,05	1600 تا 1800	- با ماسه رودخانه بدون ماسه سبک
0,85	1400 تا 1600	- با ماسه رودخانه و ماسه سبک - چگالی ظاهری سنگدانه بین 350 و 550 و عیار سیمان بیش از 300 ¹ :
0,70	1200 تا 1400	- با ماسه سبک و حداکثر 10% ماسه رودخانه
0,46	1000 تا 1200	- با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از 350 و عیار سیمان کمتر از 250 ¹ :
0,33	800 تا 1000	- با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه
0,25	600 تا 800	- بدون ماسه و با عیار سیمان کم
0,20	کمتر از 600	
0,31	600 تا 800	بتن با سنگدانه بسیار سبک: - متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از 3 تا 6 میلیمتر) اجرای درجا: - نسبت: 1 به 3

1. واحد اندازه‌گیری چگالی سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
0,24	600 تا 400	- نسبت: 1 به 6
0,19	450 تا 400	- لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه
		بتن هوادار اتوکلاو شده ¹ :
0,29	825 تا 775	800 - چگالی اسمی:
0,27	775 تا 725	750 - چگالی اسمی:
0,25	725 تا 675	700 - چگالی اسمی:
0,23	675 تا 625	650 - چگالی اسمی:
0,21	625 تا 575	600 - چگالی اسمی:
0,19	575 تا 525	550 - چگالی اسمی:
0,18	525 تا 475	500 - چگالی اسمی:
0,16	475 تا 425	450 - چگالی اسمی:
0,15	425 تا 375	400 - چگالی اسمی:
		بتن با خرده چوب:
0,16	650 تا 450	- ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان
1,65	2300 تا 2000	موزاییک
1,35	2000 تا 1800	
		3. بتونه درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی²
0,35	1200	سیلیکون خالص
0,50	1450	سیلیکون خمیری
0,12	750	سیلیکون اسفنجی
0,21	1300	پلی‌یورتان
0,14	1200	پی‌وی‌سی قابل انعطاف با 40 درصد روان‌ساز
0,05	70	پلی‌یورتان اسفنجی
0,05	70	پلی‌اتیلن اسفنجی

1. AAC

2. Thermal break

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		4. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان
0,13	910	کائوچو طبیعی
0,06	70	کائوچو اسفنجی
0,17	1200	کائوچو سخت
0,20	930	پلی ایزو بوتیلن
0,40	1700	پلی سولفور
0,25	980	بوتادیان
0,20	1050	آکرلیک
0,25	1150	پلی آمید (نایلون)
0,30	1300	رزین فنلی
0,19	1400	رزین پلی استر
0,50	980	پلی اتیلن چگالی زیاد (HD)
0,33	920	پلی اتیلن چگالی کم (LD)
0,22	910	پلی پروپیلن
0,25	1200	پلی پروپیلن با 20 درصد الیاف شیشه
0,16	1050	پلی استایرن
0,18	1180	پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)
0,17	1390	پلی وینیل کلراید (PVC)
0,23	1240	پلی کلروپرن (نئوپرن)
0,24	1200	بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم
0,25	1150	اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)
0,25	2200	پلی تترا فلورو اتیلن (PTFE)
0,20	1200	رزین اپوکسی
0,25	1200	پلی یورتان
0,30	1410	پلی استات
0,20	1200	پلی کربنات

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		5. چوب و فراورده‌های گیاهی
		چوب‌های طبیعی:
0,23	600 تا 750	- بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار:
0,15	450 تا 600	- چگالی نرمال متوسط 650 تا 800 kg/m ³ و رطوبت 15 درصد
		- چگالی نرمال متوسط 500 تا 650 kg/m ³ و رطوبت 15 درصد
		- چوب درخت‌های صمغی بسیار سنگین (برگ ریز):
0,23	600 تا 750	چگالی طبیعی بیش از 700 kg/m ³
0,15	450 تا 600	- کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی 500 تا 600 kg/m ³
0,12	300 تا 450	- کاج یا صنوبر، اپیسه آ چگالی طبیعی 350 تا 500 kg/m ³
0,12	300 تا 450	- تبریزی، اکومه چگالی طبیعی 350 تا 500 kg/m ³
		چوب‌های طبیعی خاص:
0,054	60 تا 120	- بالزا
0,29	800 تا 1000	- چوب‌های سنگین
0,067	250 تا 300	
		صفحات پایه چوبی:
0,24	750 تا 900	- صفحات تخته چندلا
0,21	600 تا 700	
0,17	500 تا 600	
0,15	450 تا 500	
0,13	350 تا 450	
0,11	250 تا 350	
0,09	کمتر از 250	
0,13	کمتر از 650	- صفحات با تراشه‌های پولکی جهت یافته (OSB)
0,23	کمتر از 1200	- صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان
0,18	640 تا 820	- صفحات با ذرات چوب (نئوپان)
0,15	450 تا 640	
0,13	270 تا 450	
0,10	180 تا 450	

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
0,11 0,10 0,08	550 تا 450 450 تا 350 350 تا 250	- پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب
0,10 0,049 0,055	کمتر از 500 150 تا 100 250 تا 150	چوب پنبه: - متراکم - انبساط یافته خالص - انبساط یافته به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی
0,12	400 تا 300	کاه فشرده
		6. خاک و خشت
2,0 1,5 1,1	2200 تا 1700 1800 تا 1200 2000 تا 1770	شن و ماسه رس یا لای (سیلت) خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم
		7. سفال، کاشی
1,04 0,98 0,92 0,85 0,79 0,74 0,69 0,64 0,60 0,55 0,50 0,46 0,41 0,38 0,34	2400 تا 2300 2300 تا 2200 2200 تا 2100 2100 تا 2000 2000 تا 1900 1900 تا 1800 1800 تا 1700 1700 تا 1600 1600 تا 1500 1500 تا 1400 1400 تا 1300 1300 تا 1200 1200 تا 1100 1100 تا 1000 کمتر از 1000	2400 2300 2200 2100 2000 1900 1800 1700 1600 1500 1400 1300 1200 1100 1000 چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی:

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		8. سنگ‌ها
		سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:
3,5	2900 تا 2300	- گنایس، پرفیر
2,8	2700 تا 2500	- گرانیت
2,2	2800 تا 2000	- شیست، اسلیت (سنگ لوح)
		سنگ‌های آتشفشانی:
1,6	3000 تا 2700	- بازالت
1,1	2700 تا 2000	- تراکیت، آندزیت
0,55	کمتر از 1600	- سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه)
		سنگ‌های آهکی:
3,5	2800 تا 2600	- مرمر
2,3	2590 تا 2200	- خیلی سخت
1,7	2190 تا 2000	- سخت
1,4	1990 تا 1800	- نیمه سخت
1,1	1790 تا 1600	- نرم با سختی 2 و 3
0,85	کمتر از 1590	- خیلی نرم
		ماسه سنگ‌ها:
2,6	2800 تا 2600	- کوارتزی
2,3	2590 تا 2200	- سیلیسی
1,9	2700 تا 2000	- آهکی
		سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساینده و پومیس:
2,6	2800 تا 2600	- فلینت
1,8	2500 تا 1900	- سنگ ساینده
0,9	1900 تا 1300	
0,12	کمتر از 400	- پومیس
1,3	1750	سنگ مصنوعی

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
1,1 0,05 0,055 0,063	2700 120 تا 130 130 تا 140 140 تا 180	9. شیشه و اسفنج شیشه شیشه اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)
0,95 0,65 0,46 0,35	1800 تا 2200 1400 تا 1800 1400 تا 1800 1000 تا 1400	10. صفحات سیمانی الیافی سلولزی
0,056 0,050 0,047 0,044 0,042 0,040 0,039 0,038	7 تا 10 10 تا 13 13 تا 15 15 تا 19 19 تا 24 24 تا 29 29 تا 40 بیش از 40	11. عایق‌های حرارتی پلیمری پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم): - پلی‌استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به صورت منقطع، یا قالب‌گیری شده ممتد بدون پوسته سطحی - پلی‌استایرن اکسترود شده با حفره‌های پر از: - هوا یا گاز کربنیک: - ضخامت کمتر یا مساوی 60 میلی‌متر - ضخامت بیش از 60 میلی‌متر HCFC - CFC - - بدون پوسته سطحی - با پوسته سطحی
0,041 0,046 0,035	28 تا 40 28 تا 40 25 تا 40	
0,033 0,031	25 تا 40 25 تا 40	

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
0,031 0,034	25 تا 35 35 تا 48	پلی‌وینیل کلراید (PVC) منبسط شده
0/035	27 تا 40	اسفنج پلی‌یورتان یا پلی‌ایزوسیانات مطابق استاندارد ملی ایران: - صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان: - بین پوشش انعطاف‌پذیر نفوذپذیر
0/030	27 تا 40	- بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از 50 میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز
0,041	37 تا 65	- صفحات ممتد برش خورده از بلوک‌های منبسط شده با گاز HCFC یا پنتان - صفحات با عایق تزریق شده به صورت ممتد بین دو ورق فلزی:
0,032	37 تا 60	- منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان
0,035	37 تا 60	- منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک
12. عایق‌های حرارتی معدنی		
0,050	15 تا 25	پشم سنگ
0,044	25 تا 40	
0,042	40 تا 100	
0,044	100 تا 125	
0,046	125 تا 150	
0,047	150 تا 175	
0,048	175 تا 200	
0,055	7 تا 10		پشم شیشه
0,047	10 تا 15	
0,044	15 تا 20	
0,041	20 تا 30	
0,039	30 تا 40	
0,038	40 تا 80	
0,039	80 تا 120	
0,040	120 تا 150	

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		13. عایق‌های رطوبتی
0,70	کمتر از 2100	قیصر خالص
1,15	کمتر از 2100	آسفالت (قیصر ماسه‌دار)
0,23	1000 تا 1100	ورق پیش‌ساخته قیصر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده
		14. فلزت و آلیاژها
72	7870	آهن خالص
52	7780	فولاد
56	7500	چدن
230	2700	آلومینیوم
160	2800	آلومینیوم آلیاژی سخت
380	8930	مس
120	8400	برنج
35	11340	سرب
110	7200	روی
		15. گچ
0,56	1200 تا 1500	گچ سخت با حداقل میزان آب لازم
0,43	900 تا 1200	
0,57	1000 تا 1300	گچ اندود داخلی (زنده یا کشته)
0,40	کمتر از 1000	
1,10	1300 تا 1700	گچ و خاک
0,25	750 تا 900	گچ قطعات پیش‌ساخته گچی با روکش مقوایی گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی
0,25	800 تا 1000	گچ با روکش مقوایی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت‌شده با الیاف معدنی گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از 1 تا 2 میلی‌متر):
0,30	600 تا 900	- یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ
0,18	500 تا 600	- دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ

پیوست 8:

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

مقادیر ارائه شده در این پیوست در هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنای محاسبه قرار می‌گیرد، مگر آنکه مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری تعیین کرده باشند.

پ 8-1 مقاومت حرارتی لایه‌های مجاور سطوح داخلی و خارجی

در این قسمت، مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوسته‌های خارجی و هوای محیط داخلی یا خارجی (R_e , R_i) به دست داده می‌شود. مقادیر مقاومت حرارتی لایه‌های مجاور سطوح، بسته به زاویه‌ی جدار نسبت به سطح افقی، جهت جریان حرارت و نوع فضایی که جدار با آن در تماس است، در جدول جدول 11 آمده است. این مقادیر بر حسب $[m^2.K/W]$ هستند.

چنانچه دیوار خارجی دارای لایه یا لایه‌های هوای تهویه شده باشد، در محاسبات ضریب انتقال حرارت، تنها لایه‌های بین فضای داخل و لایه‌های هوای تهویه شده در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، لایه‌های هوا مانند فضای خارج تلقی می‌شود، با این تفاوت که مقاومت حرارتی R_e بین سطح خارجی پوسته‌های خارجی و لایه‌های هوای تهویه شده برابر با R_i در نظر گرفته می‌شود.

جدول 11 - مقاومت حرارتی لایه هوای مجاور سطح داخلی (R_i) و لایه هوای مجاور سطح خارجی (R_e) انواع جدارها

جدار در تماس با فضای کنترل نشده		جدار در تماس با فضای خارج				جهت جریان حرارت	زاویه جدار نسبت به سطح افقی
جمع لایه‌ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی	جمع لایه‌ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی		
0,22	0,11	0,11	0,17	0,06	0,11	افقی	عمودی یا با زاویه بیش از 60 درجه
0,18	0,09	0,09	0,14	0,05	0,09	رو به بالا	افقی یا با زاویه کمتر از 60 درجه
0,34	0,17	0,17	0,22	0,05	0,17	رو به پایین	

پ 8-2 مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول 12، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایه هوا، آمده است.

جدول 12 - مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی

ضخامت لایه هوا (میلی‌متر)							جهت جریان حرارت	زاویه لایه هوا نسبت به سطح افقی
51 تا 100	25 تا 50	14 تا 24	11,1 تا 13	9,1 تا 11	7,1 تا 9	5 تا 7		
0,16	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	افقی	عمودی یا با زاویه بیش از 60 درجه
0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	رو به بالا	افقی یا با زاویه کمتر از 60 درجه
0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	رو به پایین	

پ 8-3 مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول

در این بخش، مقادیر مقاومت‌های حرارتی برخی لایه‌های غیرهمگن عناصر ساختمانی متداول بر حسب $[m^2.K/W]$ آمده است.

پ 8-3-1 آجر پلاک (نما)

جدول 13 - مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما




مقاومت حرارتی	ضخامت (سانتی‌متر)	لایه ساختمانی
0,03	3 تا 4	آجر پلاک در نما

پ 8-3-2 آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت: 5/5 سانتی‌متر
عرض: 10 تا 11 سانتی‌متر
طول: 20 تا 22 سانتی‌متر

وزن مخصوص ماده آجر: 1700 تا 2000 کیلوگرم بر متر مکعب

جدول 14 - مقادیر مقاومت حرارتی لایه ساختمانی آجر توپر در دیوار




ضخامت جدار (سانتی‌متر)				شکل آجرچینی مقطع افقی
35	22	10,5	5,5	
		0,09	0,05	
	0,20			
0,30				

پ 8-3-3 آجر سوراخدار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : 5/5 سانتی متر
عرض : 10 تا 11 سانتی متر
طول : 20 تا 22 سانتی متر




وزن مخصوص ماده سفالی: 1700 تا 2000 کیلوگرم بر متر مکعب
درصد روزهها: 25 تا 40 درصد

جدول 15- مقادیر مقاومت حرارتی لایه ساختمانی آجر سوراخدار در دیوار

ضخامت جدار (سانتی متر)			شکل آجرچینی
35	22	10,5	مقطع افقی
		0,13	
	0,28		
0,42			




پ 8-3-4 بلوک سفالی (دیوار)

جدول 16- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

ضخامت جدار (سانتی متر)						شکل بلوک
40	20	15	12,5	10,5	7,5	مقطع افقی
				0,20	0,16	
		0,30	0,27			
0,78	0,39					یا 

پ 8-3-5 بلوک سیمانی (دیوار)

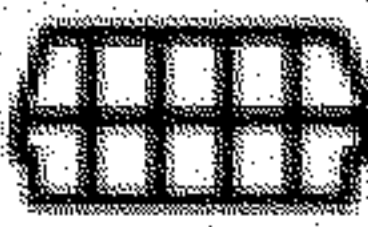
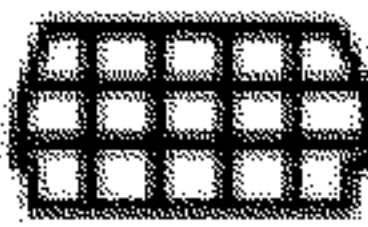
جدول 17- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

ضخامت جدار (سانتی متر)					شکل بلوک مقطع افقی
40	20	15	10,5	7,5	
			0,09	0,07	
	0,19	0,14			
0,32					

پ 8-3-6 تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

فاصله محور تا محور تیرچه‌ها : 50 سانتیمتر
 ضخامت بدنه سفالی بلوک : 8 تا 10 میلیمتر
 وزن مخصوص خشک ماده سفالی بلوک : 1700 تا 2100 کیلوگرم بر مترمکعب
 پوشش بتنی روی تیرچه : 5 سانتی متر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین)

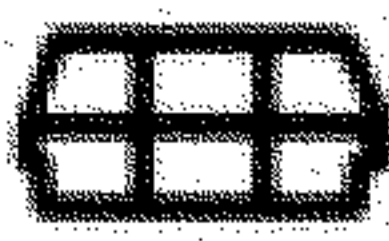
جدول 18- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سفالی

ارتفاع بلوک (سانتی متر)		شکل بلوک مقطع افقی
25	20	
	0,26	
0,35		

پ 8-3-7 تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

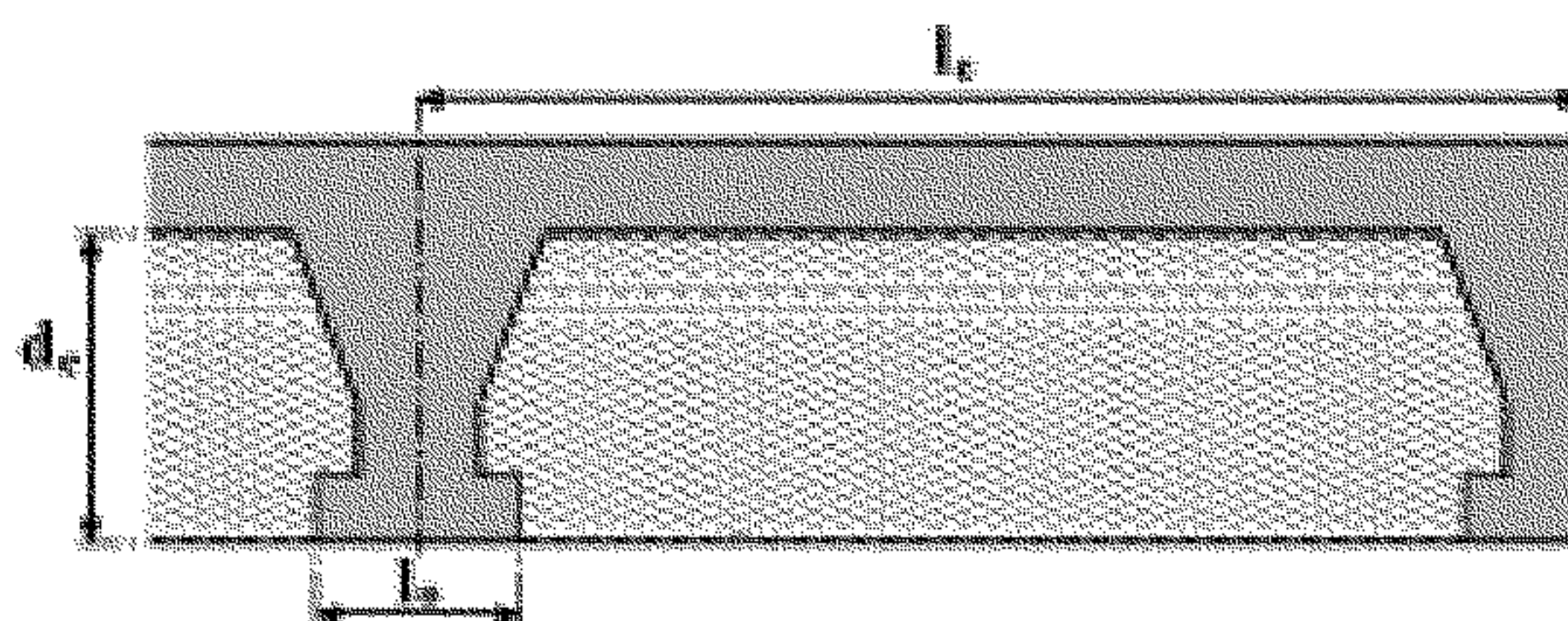
فاصله محور تا محور تیرچه‌ها : 50 سانتیمتر
 ضخامت بدنه سفالی بلوک : 15 تا 30 میلیمتر
 وزن مخصوص خشک ماده سیمانی بلوک : 1950 تا 2250 کیلوگرم بر مترمکعب
 پوشش بتنی روی تیرچه : 5 سانتی‌متر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین)

جدول 19- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)		شکل بلوک مقطع افقی
25	20	
	0,15	
0,25		

پ 8-3-8 تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)

با توجه کم بودن ضریب هدایت حرارت پلی‌استایرن منبسط، شکل بلوک دارای اهمیت خاصی است. برای تیرچه بلوک‌های ساده، با مقطعی مشابه شکل 6، مقاومت‌های حرارتی سقف تیرچه و بلوک با استفاده از جدول 20 تعیین می‌شود.

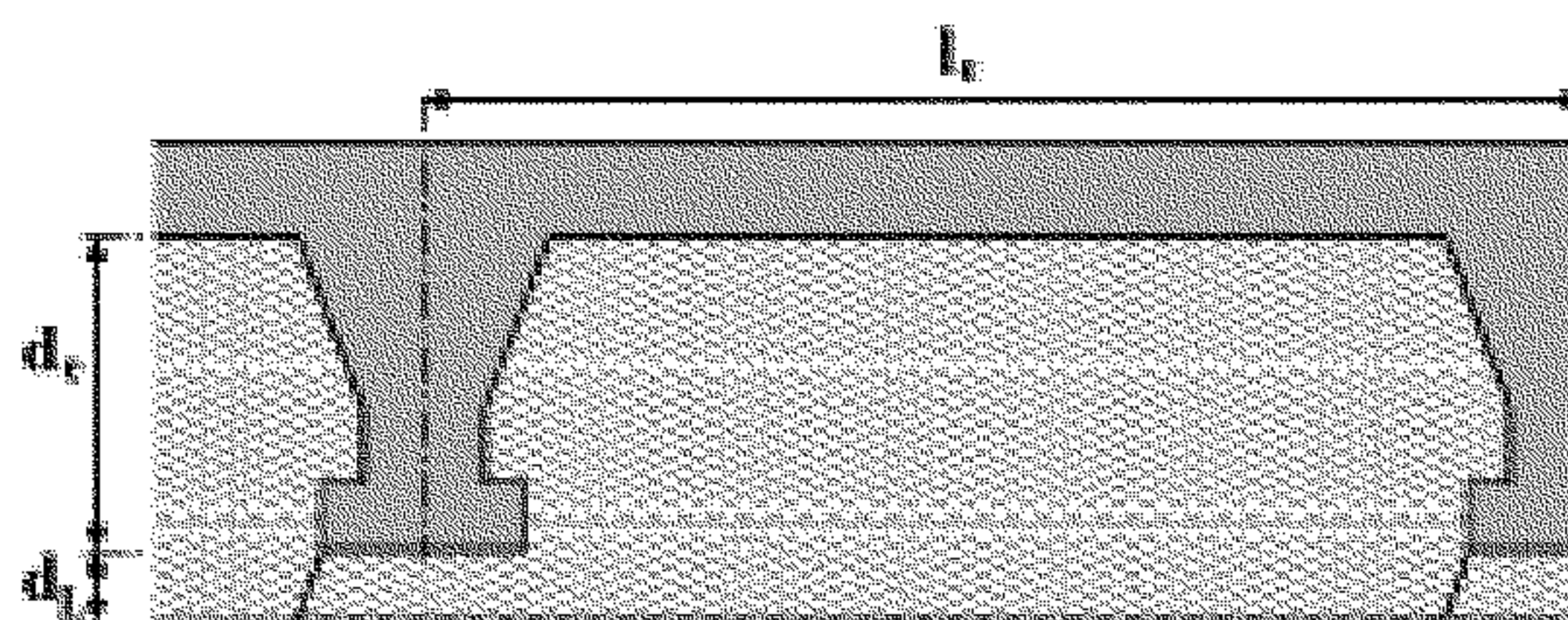


شکل 6- تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

جدول 20 - مقادیر مقاومت حرارتی R_i سقف تیرچه و بلوک پلی استایرن ساده

l_e (cm)	فاصله محور به محور تیرچه‌ها		عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	ارتفاع بلوک d_e (cm)
	$l_e > 64$	$63 > l_e > 61$			$60 > l_e > 55$
0,77	0,74	0,68	$124 > l_e > 95$	20
0,68	0,65	0,59	$140 > l_e > 125$	
0,90	0,86	0,79	$124 > l_e > 95$	25
0,79	0,76	0,69	$140 > l_e > 125$	
1,03	0,99	0,91	$124 > l_e > 95$	30
0,91	0,87	0,79	$140 > l_e > 125$	

در صورت وجود زبانه‌ای برای پوشش زیر تیرچه، در بخش تحتانی بلوک (شکل 7)، مقاومت حرارتی سقف با استفاده از جدول 21 تعیین می‌گردد.



شکل 7

شکل 7 - نمونه سقف تیرچه و بلوک پلی استایرن با پاشنه

جدول 21- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

فاصله محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)			عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	ارتفاع پاشنه d_L (mm)
$l_e < 64$	$63 < l_e < 61$	$55 < l_e < 60$			
1,94	1,90	1,82	$124 > l_e > 95$	12	30
1,84	1,80	1,72	$140 > l_e > 125$		
2,08	2,03	1,94	$124 > l_e > 95$	15	
1,93	1,89	1,82	$140 > l_e > 125$		
2,16	2,11	2,00	$124 > l_e > 95$	17	
2,04	1,98	1,88	$140 > l_e > 125$		
2,26	2,19	2,08	$124 > l_e > 95$	20	
2,12	1,06	1,95	$140 > l_e > 125$		
2,45	2,37	2,25	$124 > l_e > 95$	25	
2,30	1,15	2,11	$140 > l_e > 125$		
2,62	2,54	2,41	$124 > l_e > 95$	30	
2,46	1,23	2,27	$140 > l_e > 125$		
2,19	2,15	2,07	$124 > l_e > 95$	12	40
2,09	2,05	1,97	$140 > l_e > 125$		
2,34	2,29	2,20	$124 > l_e > 95$	15	
2,21	2,17	2,08	$140 > l_e > 125$		
2,43	2,37	2,26	$124 > l_e > 95$	17	
2,30	2,24	2,14	$140 > l_e > 125$		
2,53	2,46	2,35	$124 > l_e > 95$	20	
2,39	2,33	2,21	$140 > l_e > 125$		
2,74	2,66	2,54	$124 > l_e > 95$	25	
2,59	2,52	2,4	$140 > l_e > 125$		
2,93	2,85	2,73	$124 > l_e > 95$	30	
2,77	2,70	2,58	$140 > l_e > 125$		

ادامه جدول 21- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی استایرن با پاشنه

فاصله محور به محور تیرچه ها l_e (cm)			عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	ارتفاع پاشنه d_L (mm)
$l_e < 64$	$63 < l_e < 61$	$55 < l_e < 60$			
2,44	2,40	2,32	$124 > l_e > 95$	12	50
2,35	2,30	2,22	$140 > l_e > 125$		
2,60	2,55	2,45	$124 > l_e > 95$	15	
2,49	2,43	2,33	$140 > l_e > 125$		
2,69	2,62	2,51	$124 > l_e > 95$	17	
2,57	2,50	2,39	$140 > l_e > 125$		
2,80	2,73	2,60	$124 > l_e > 95$	20	
2,66	2,59	2,47	$140 > l_e > 125$		
3,03	2,96	2,81	$124 > l_e > 95$	25	
2,88	2,80	2,68	$140 > l_e > 125$		
3,25	3,17	3,02	$124 > l_e > 95$	30	
3,09	3,01	2,88	$140 > l_e > 125$		
2,67	2,63	2,55	$124 > l_e > 95$	12	60
2,58	2,53	2,45	$140 > l_e > 125$		
2,83	2,78	2,69	$124 > l_e > 95$	15	
2,73	2,67	2,57	$140 > l_e > 125$		
2,92	2,86	2,75	$124 > l_e > 95$	17	
2,80	2,74	2,63	$140 > l_e > 125$		
3,04	2,97	2,85	$124 > l_e > 95$	20	
2,91	2,84	2,71	$140 > l_e > 125$		
3,29	3,21	3,09	$124 > l_e > 95$	25	
3,15	3,08	2,94	$140 > l_e > 125$		
3,52	3,44	3,31	$124 > l_e > 95$	30	
3,38	3,30	3,16	$140 > l_e > 125$		

پیوست 9:

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

در این پیوست، به ترتیب، ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها، جدارهای نورگذر و درها درج می‌گردد. برای تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، باید به بخش‌های پ 9-1 و پ 9-2، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوه تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ 9-3، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ 9-4 آمده است.

مقادیر درج‌شده در این پیوست برای هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنای محاسبه است، مگر آنکه ضرایب انتقال حرارت دیگری، توسط مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، تعیین شده باشد. همه مقادیر بر حسب $W/m^2.K$ هستند.

پ 9-1 ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها

ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها (U_{gl})، که در جدول 22 تا جدول 27 این بخش آمده است، مربوط به شیشه‌های با ضخامت 4 میلی‌متر، در دو حالت عمودی و افقی، است. مقادیر ضرایب انتقال حرارت مربوط به گسیلندگی‌های بینابینی را می‌توان با درونیابی مقادیر داده‌شده در جدول محاسبه کرد.

برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت 85 درصد¹ در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقادیر مربوط تنها در صورتی ملاک عمل است که تولیدات مربوط دارای گواهی‌نامه مؤید وجود گاز و حفظ آن در طول دوره بهره‌برداری باشد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر مربوط به هوا ملاک قرار گیرد.

همچنین ضرایب گسیلندگی عمود مفید شیشه‌ها، که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود، باید به تأیید مرجعی معتبر رسیده باشد. در غیر این صورت، نباید گسیلندگی کم برای شیشه منظور شود.

1. 85 درصد گاز خنثی و 15 درصد هوای خشک

لازم است توضیح داده شود که پوشش کم‌گسیل را می‌توان، در مراحل تولید، مستقیماً روی شیشه، یا بر فیلمی که روی شیشه چسبانده می‌شود، نشانده. برای آنکه مجموعه شیشه‌های کم‌گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم‌گسیل، در مناطق با نیاز گرمایی زیاد روی سطح 3 (شکل 8، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایی زیاد روی سطح 2 قرار گیرد (شکل 8، سمت چپ).



شکل 8 - محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرمسیر (سمت چپ)

پ 9-1-1 شیشه‌های ساده

در مورد شیشه‌های ساده (تک‌جداره)، برای هر ضخامت، ضریب انتقال حرارت برابر است با:

$$U_{gl} = 5/8 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$$

در حالتی که جدار عمودی است

$$U_{gl} = 6/9 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$$

در حالتی که جدار افقی است

پ 9-1-2 شیشه‌های دوجداره عمودی

جدول 22- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پر شده با هوا (100 درصد)

U _{gl} [W/(m ² .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε _n									شیشه‌های عادی
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05		
2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	3,3	6
2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	3,1	8
2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	2,9	10
2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	2,8	12
2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	2,7	14
2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	2,7	16
2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	2,7	18
2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	2,7	20

جدول 23- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پر شده با آرگون (85 درصد)

U _{gl} [W/(m ² .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε _n									شیشه‌های عادی
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05		
2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	3,1	6
2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	2,9	8
2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	2,8	10
2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	2,7	12
2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	2,6	14
2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2	2,6	16
2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	2,6	18
2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	2,6	20

جدول 24- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پرشده با کریبتون (85 درصد)

U _{gl} [W/(m ² .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	
ضریب انتقال حرارت									
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε _n								شیشه‌های عادی	
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05		
2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	2,8	6
2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	2,7	8
2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	2,6	10
2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	2,6	12
2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2	2,6	14
2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	2,6	16
2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	2,6	18
2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	2,6	20

پ 9-1-3 شیشه‌های دوجداره افقی (سقفی)

جدول 25- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره افقی (سقفی) پرشده با هوا (100 درصد)

U _{gl} [W/(m ² .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	
ضریب انتقال حرارت									
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε _n								شیشه‌های عادی	
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05		
3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	3,6	6
3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	3,5	8
2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,4	2,3	3,4	10
2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	3,4	12
2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	3,4	14
2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,3	2,2	3,4	16
2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	3,4	18
2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	3,3	20

جدول 26- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره افقی (سقفی) پرشده با آرگون (85 درصد)

U _{gl} [W/(m ² .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε _n									شیشه‌های عادی
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05		
2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,3	2,2	3,4	6
2,7	2,6	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0	3,3	8
2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	3,2	10
2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	3,2	12
2,6	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	3,2	14
2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	3,2	16
2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	3,2	18
2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	3,2	20

جدول 27- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره افقی (سقفی) پرشده با کریپتون (85 درصد)

U _{gl} [W/(m ² .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε _n									شیشه‌های عادی
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05		
2,6	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	3,2	6
2,6	2,5	2,4	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	3,2	8
2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	3,2	10
2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	3,1	12
2,5	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	3,1	14
2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7	3,1	16
2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7	3,1	18
2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	3,1	20

پ 9-2 ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ 9-2-1 جدارهای نورگذر دارای شیشه تک جداره ساده

اگر جدار نورگذر با شیشه تک جداره ساده و با قاب فولادی یا آلومینیومی معمولی ساخته شده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط بازشو برابر است با:

در حالتی که جدار عمودی است $U_G = 5,8 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

در حالتی که جدار افقی است $U_G = 6,9 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

در پنجره‌های چوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چند جداره در نظر گرفته می‌شود؛ و در صورت کاربرد آن با شیشه تک جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و آلومینیومی ساده به کار برده می‌شود.

پ 9-2-2 جدارهای نورگذر دارای انواع شیشه دوجداره

برای محاسبه ضریب انتقال حرارت یک جدار نورگذر دارای شیشه دوجداره (U_G)، لازم است، علاوه بر مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (U_{g1})، ضریب انتقال حرارت قاب بازشو (U_{ff}) نیز مشخص شود. در تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، نکات زیر باید در نظر قرار گیرد:

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت‌شکن، سه مقدار 3,0، 4,0 و 5,0 $[\text{W/(m.K)}]$ در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر 5,0 $[\text{W/(m.K)}]$ در نظر گرفته می‌شود.

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار 1,5، 1,8 و 2,5 $[\text{W/(m.K)}]$ در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر 2,5 $[\text{W/(m.K)}]$ در نظر گرفته می‌شود.

- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار 0,13 و 0,18 $[\text{W/(m.K)}]$ در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر 0,18 $[\text{W/(m.K)}]$ در نظر گرفته می‌شود.

- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول 28 تا جدول 30)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم‌گسیل) بین $1/2$ و $2/9$ $[W/(m^2.K)]$ در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از $2/9$ باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برون‌یابی اعداد ارائه‌شده تعیین می‌شود.

در جدول 28 تا جدول 30، ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر (U_G)، بر حسب نوع بازشو، ضریب انتقال حرارت شیشه (U_{gl}) و نوع و ضریب انتقال حرارت قاب (U_{fr})، درج شده است.

جدول 28 (ص 114) مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول 29 (ص 116) مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول 30 (ص 119) مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

جدول 28- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_G بر حسب U_{fr} و U_{gl}

U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$			U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	نوع جدار نورگذر	
$U_{fr} = 5,0$	$U_{fr} = 4,0$	$U_{fr} = 3,0$			
2,9	2,5	2,2	1,2	پنجره لولایی	
2,9	2,6	2,3	1,3		
3	2,7	2,3	1,4		
3,1	2,7	2,4	1,5		
3,1	2,8	2,5	1,6		
3,2	2,9	2,5	1,7		
3,3	2,9	2,6	1,8		
3,3	3	2,7	1,9		
3,4	3	2,7	2		
3,4	3	2,7	2,1		
3,4	3,1	2,8	2,2		
3,5	3,2	2,8	2,3		
3,6	3,2	2,9	2,4		
3,6	3,3	3	2,5		
3,7	3,4	3	2,6		
3,8	3,4	3,1	2,7		
3,8	3,5	3,1	2,8		
3,9	3,6	3,2	2,9		
2,7	2,4	2,1	1,2		در پنجره‌های لولایی
2,8	2,5	2,2	1,3		
2,8	2,5	2,2	1,4		
2,9	2,6	2,3	1,5		
3	2,7	2,4	1,6		
3	2,7	2,5	1,7		
3,1	2,8	2,5	1,8		
3,2	2,9	2,6	1,9		
3,2	2,9	2,6	2		
3,2	2,9	2,6	2,1		
3,3	3	2,7	2,2		
3,4	3,1	2,8	2,3		
3,4	3,1	2,9	2,4		
3,5	3,2	2,9	2,5		
3,6	3,3	3	2,6		
3,6	3,4	3,1	2,7		
3,7	3,4	3,1	2,8		
3,8	3,5	3,2	2,9		

ادامه جدول 28 - ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت شکن U_G بر حسب U_{fr} و U_{gl}

U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$			U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	نوع جدار نورگذر
$U_{fr} = 5,0$	$U_{fr} = 4,0$	$U_{fr} = 3,0$		
2,6	2,3	-	1,2	پنجره
2,6	2,4	-	1,3	
2,7	2,5	-	1,4	
2,8	2,5	-	1,5	
2,9	2,6	-	1,6	
2,9	2,7	-	1,7	
3	2,8	-	1,8	
3,1	2,8	-	1,9	
3,1	2,9	-	2	
3,1	2,9	-	2,1	
3,2	2,9	-	2,2	
3,3	3	-	2,3	
3,4	3,1	-	2,4	
3,4	3,2	-	2,5	
3,5	3,2	-	2,6	
3,6	3,3	-	2,7	
3,7	3,4	-	2,8	
3,7	3,5	-	2,9	
2,3	2,1	-	1,2	کشویی
2,4	2,2	-	1,3	
2,5	2,3	-	1,4	
2,6	2,4	-	1,5	
2,7	2,5	-	1,6	
2,7	2,5	-	1,7	
2,8	2,6	-	1,8	
2,9	2,7	-	1,9	
3	2,8	-	2	
3	2,8	-	2,1	
3	2,8	-	2,2	
3,1	2,9	-	2,3	
3,2	3	-	2,4	
3,3	3,1	-	2,5	
3,4	3,2	-	2,6	
3,4	3,2	-	2,7	
3,5	3,3	-	2,8	
3,6	3,4	-	2,9	

جدول 29 - ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{fr} و U_{gl}

U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$			U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	نوع جدار نورگذر
$U_{fr} = 2,5$	$U_{fr} = 1,8$	$U_{fr} = 1,5$		
2	1,7	1,6	1,2	پنجره
2,1	1,8	1,7	1,3	
2,1	1,9	1,7	1,4	
1,2	1,9	1,8	1,5	
2,3	2	1,9	1,6	
2,3	2	2	1,7	
2,4	2,1	2	1,8	
2,4	2,2	2,1	1,9	
2,5	2,2	2,1	2	
2,5	2,2	2,1	2,1	
2,5	2,3	2,2	2,2	
2,6	2,4	2,3	2,3	
2,6	2,4	2,3	2,4	
2,7	2,5	2,4	2,5	
2,8	2,6	2,5	2,6	
2,9	2,6	2,6	2,7	
2,9	2,7	2,6	2,8	
3	2,8	2,7	2,9	
2	1,7	1,6	1,2	در پنجره‌ای لولایی
2	1,8	1,7	1,3	
2,1	1,9	1,7	1,4	
2,2	1,9	1,8	1,5	
2,2	2	1,9	1,6	
2,3	2	2	1,7	
2,4	2,1	2	1,8	
2,4	2,2	2,1	1,9	
2,5	2,2	2,1	2	
2,5	2,2	2,1	2,1	
2,5	2,3	2,2	2,2	
2,6	2,4	2,3	2,3	
2,6	2,4	2,3	2,4	
2,7	2,5	2,4	2,5	
2,8	2,6	2,5	2,6	
2,9	2,6	2,6	2,7	
2,9	2,7	2,6	2,8	
3	2,8	2,7	2,9	

ادامه جدول 29 - ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{fr} و U_{gl}

U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$			U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	نوع جدار نورگذر	
$U_{fr} = 2,5$	$U_{fr} = 1,8$	$U_{fr} = 1,5$			
1,9	-	-	1,2	پنجره	
2	-	-	1,3		
2,1	-	-	1,4		
2,1	-	-	1,5		
2,2	-	-	1,6		
2,3	-	-	1,7		
2,3	-	-	1,8		
2,4	-	-	1,9		
2,4	-	-	2		
2,4	-	-	2,1		
2,5	-	-	2,2		کشویی
2,6	-	-	2,3		
2,6	-	-	2,4		
2,7	-	-	2,5		
2,8	-	-	2,6		
2,9	-	-	2,7		
2,9	-	-	2,8		
3	-	-	2,9		
1,8	-	-	1,2	در پنجره‌ای	
1,9	-	-	1,3		
2	-	-	1,4		
2,1	-	-	1,5		
2,1	-	-	1,6		
2,2	-	-	1,7		
2,3	-	-	1,8		
2,4	-	-	1,9		
2,4	-	-	2		
2,4	-	-	2,1		
2,5	-	-	2,2		بدون آستانه
2,6	-	-	2,3		
2,6	-	-	2,4		
2,7	-	-	2,5		
2,8	-	-	2,6		
2,9	-	-	2,7		
3	-	-	2,8		
3	-	-	2,9		

ادامه جدول 29 - ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_w بر حسب U_g و U_f

U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$			U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	نوع جدار نورگذر
$U_{fr} = 2,5$	$U_{fr} = 1,8$	$U_{fr} = 1,5$		
2,1	1,8	1,6	1,2	در پنجره‌ای
2,1	1,8	1,7	1,3	
2,2	1,9	1,8	1,4	
2,2	1,9	1,8	1,5	
2,3	2	1,9	1,6	
2,4	2,1	1,9	1,7	
2,4	2,1	2	1,8	
2,5	2,2	2,1	1,9	
2,5	2,2	2,1	2	
2,5	2,2	2,1	2,1		کشویی
2,5	2,3	2,2	2,2	با آستانه
2,6	2,3	2,2	2,3	
2,7	2,4	2,3	2,4	
2,7	2,5	2,4	2,5	
2,8	2,5	2,4	2,6	
2,8	2,6	2,5	2,7	
2,9	2,7	2,6	2,8	
3	2,7	2,6	2,9	

جدول 30 - ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m ² .K]		U_{gl} بخش نورگذر [W/m ² .K]	نوع جدار نورگذر	
$\lambda_{fr} = 0,18$	$\lambda_{fr} = 0,13$			
1,9	1,8	1,2	پنجره لولایی	
2	1,8	1,3		
2,1	1,9	1,4		
2,1	2	1,5		
2,2	2	1,6		
2,2	2,1	1,7		
2,3	2,2	1,8		
2,4	2,2	1,9		
2,4	2,3	2		
2,4	2,3	2,1		
2,5	2,4	2,2		
2,5	2,4	2,3		
2,6	2,5	2,4		
2,7	2,6	2,5		
2,8	2,6	2,6		
2,8	2,7	2,7		
2,9	2,8	2,8		
3	2,8	2,9		
1,9	1,7	1,2		در پنجره‌ای لولایی بدون آستانه با کشویی
1,9	1,8	1,3		
2	1,9	1,4		
2,1	2	1,5		
2,1	2	1,6		
2,2	2,1	1,7		
2,3	2,2	1,8		
2,4	2,2	1,9		
2,4	2,3	2		
2,4	2,3	2,1		
2,5	2,4	2,2		
2,5	2,4	2,3		
2,6	2,5	2,4		
2,7	2,6	2,5		
2,8	2,7	2,6		
2,8	2,7	2,7		
2,9	2,8	2,8		
3	2,9	2,9		

ادامه جدول 30 - ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m ² .K]		U_{gl} بخش نورگذر [W/m ² .K]	نوع جدار نورگذر
$\lambda_{fr} = 0,18$	$\lambda_{fr} = 0,13$		
2	1,8	1,2	در پنجره‌ای لولایی با آستانه
2,1	1,9	1,3	
2,1	2	1,4	
2,2	2	1,5	
2,2	2,1	1,6	
2,3	2,1	1,7	
2,4	2,2	1,8	
2,4	2,3	1,9	
2,4	2,3	2	
2,4	2,3	2,1	
2,5	2,3	2,2	
2,6	2,4	2,3	
2,6	2,5	2,4	
2,7	2,5	2,5	
2,7	2,6	2,6	
2,8	2,7	2,7	
2,9	2,7	2,8	
2,9	2,8	2,9	

پ 9-3 مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

مثال 1) تعیین ضریب انتقال حرارت یک پنجره با مشخصات زیر:

- نوع قاب: پی‌وی‌سی، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامه فنی: $U_{fr} = 1,8$ [W/(m².K)]
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود میان دو شیشه: 85 درصد آرگون
- فاصله داخلی بین دو شیشه: 10 میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه‌های کم‌گسیل

ابتدا باید ضریب انتقال حرارت شیشه تعیین شود (بخش پ 9-1). به این منظور، از بخش پ 9-1-2 با عنوان شیشه‌های دوجداره عمودی، جدول 23 مربوط به شیشه‌های دو جداره عمودی پر شده با 85

درصد آرگون استفاده می‌شود. مطابق این جدول، و با توجه به فاصله 10 میلی‌متری بین دو شیشه و عدم استفاده از پوشش کم‌گسیل، ضریب انتقال حرارت شیشه از ستون دوم جدول، $2/8$ $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

این توضیح را باید افزود که اگر پنجره مورد استفاده فاقد گواهی‌نامه تأییدکننده وجود گاز و حفظ آن در طول دوره بهره‌برداری باشد، باید مقادیر مربوط به هوا ملاک محاسبه قرار گیرد (جدول 22).

در مرحله بعد، باید به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر پرداخت (بخش پ 9-2). در این مثال، قاب پنجره از جنس پی‌وی‌سی است، بنابراین برای آن از جدول 29 استفاده می‌شود. در بخش مربوط به پنجره‌های لولایی این جدول، ردیف مربوط به شیشه دارای ضریب انتقال حرارت $2/8$ $[W/(m^2.K)]$ را در نظر می‌گیریم. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت برای پنجره داده شده است، که مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب پی‌وی‌سی است. با توجه به آنکه، مطابق گواهی‌نامه فنی، ضریب انتقال حرارت قاب پی‌وی‌سی $1/8$ $[W/(m^2.K)]$ است، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون چهارم جدول، برابر $2/7$ $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌شود.

مثال 2) تعیین ضریب انتقال حرارت پنجره‌ای با مشخصات زیر:

- نوع قاب: آلومینیومی حرارت‌شکن، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامه فنی: نامشخص
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود در فاصله میان دو شیشه: 100 درصد هوا
- فاصله داخلی بین دو شیشه: 12 میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: گسیلندگی عمود مفید 0/2، مورد تأیید یک مرجع معتبر

برای تعیین ضریب انتقال حرارت شیشه، ابتدا از جدول 22 بخش پ 9-1-2، که مربوط به شیشه‌های دوجداره پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت 12 میلی‌متری لایه هوا و گسیلندگی عمود مفید 0/2، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر $2/0$ $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

در مرحله بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول 28 بخش پ 9-2، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشه دارای ضریب انتقال حرارت $2/0$ $[W/(m^2.K)]$ توجه

می‌شود. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت درج شده برای پنجره مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب فلزی با حرارت‌شکن است. اگر فرض کنیم قاب پنجره فاقد گواهی‌نامه فنی است، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب را باید برابر 5 در نظر بگیریم و به این ترتیب، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون آخر جدول 28، برابر $3/4 [W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

پ 9-4 ضرایب انتقال حرارت درها

مقادیر داده شده در این بخش مربوط به درهای متداول است. در صورتی که برای درها از عایق‌های حرارتی خاصی استفاده شود و در گواهی‌نامه فنی معتبر نیز ضرایب انتقال حرارت ارائه شده باشد، آن ضرایب می‌تواند ملاک محاسبه قرار گیرد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر داده شده در جدول 31 مورد استفاده قرار گیرد.

جدول 31- ضرایب انتقال حرارت درها

جنس در	نوع در	ضریب انتقال حرارت در $U_D [W/m^2.K]$
در چوبی معمولی	توپر	3/5
	با شیشه تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از 30 درصد	4/0
	با شیشه تک‌جداره، سطح شیشه بین 30 و 60 درصد	4/5
	با شیشه دوجداره با لایه هوای 6 میلی‌متر یا بیشتر	3/3
در فلزی معمولی	تمام فلز	5/8
	با شیشه تک‌جداره	5/8
	با شیشه دوجداره، سطح شیشه کمتر از 30 درصد	5/8
	با شیشه دوجداره، سطح شیشه بین 30 و 60 درصد	4/8
در تمام‌شیشه‌ای	با شیشه تک‌جداره	5/8

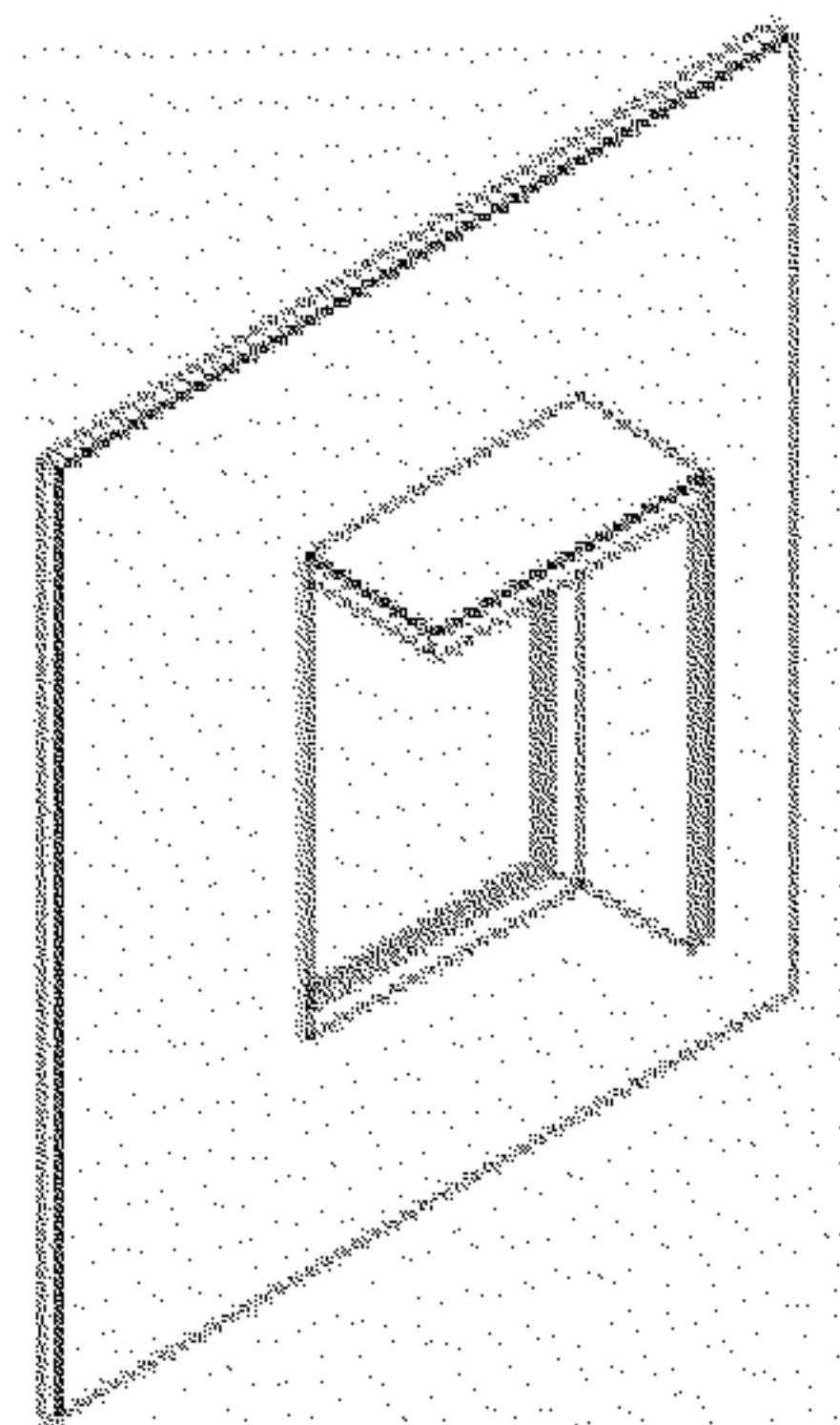
پیوست 10:

سایه‌بان‌ها

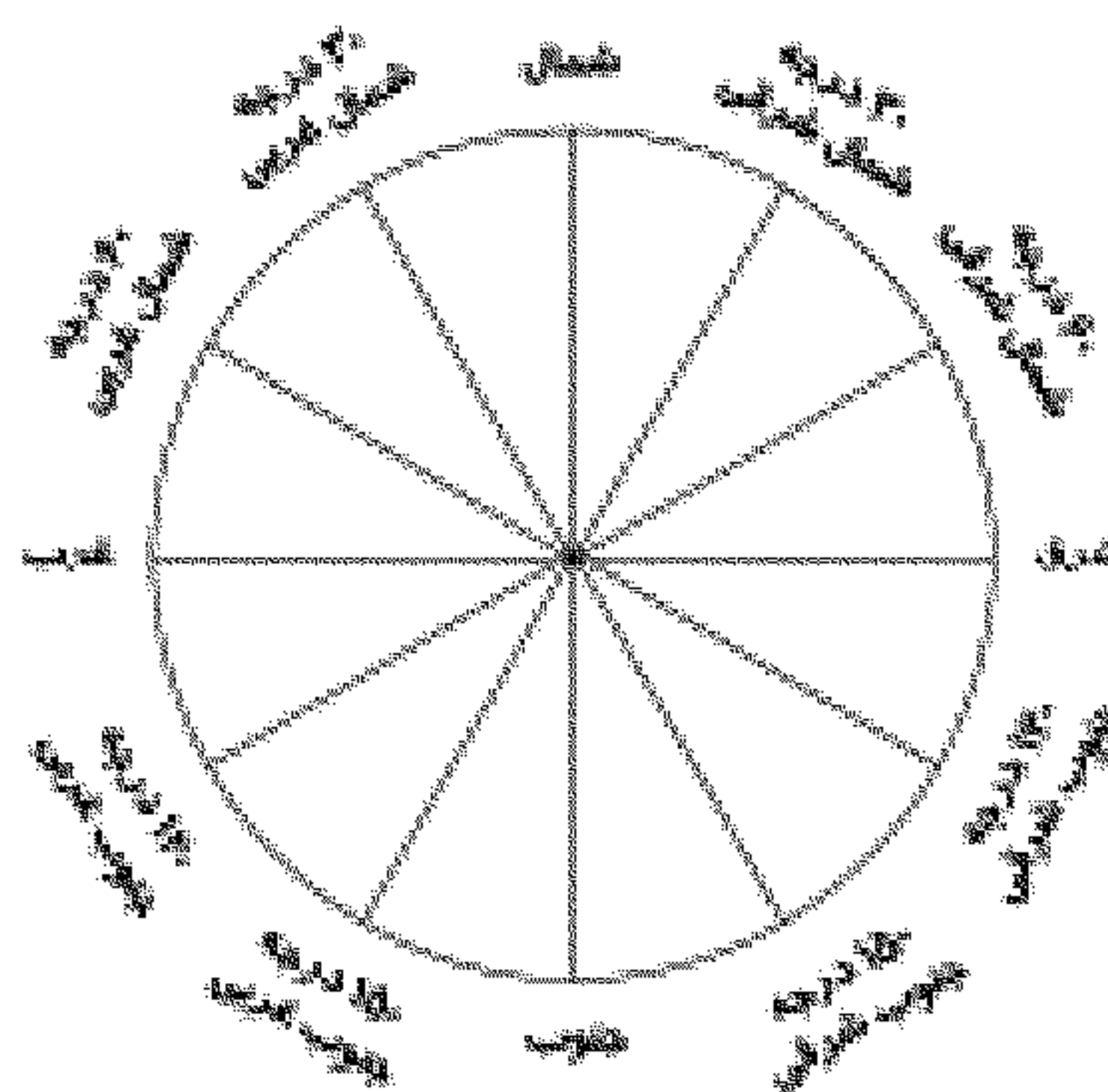
در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در 216 شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، زاویه سایه‌بان افقی و زاویه سایه‌بان عمودی، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی به سادگی مشخص می‌گردد. در شکل 9، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویه سایه‌بان عمودی و زاویه سایه‌بان افقی نشان داده شده است.

برای استفاده از جدول‌های مندرج در این پیوست، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

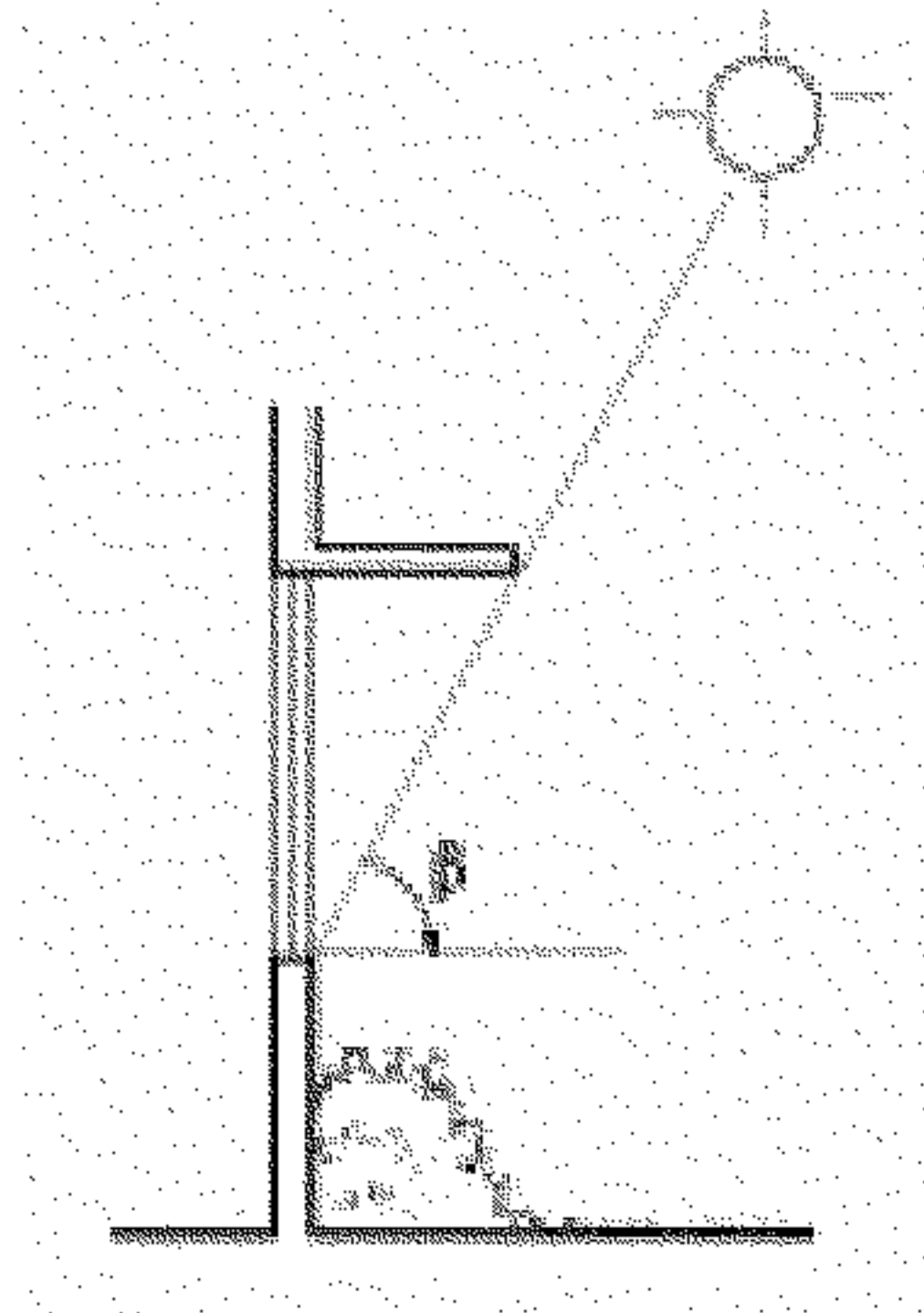
- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد.
- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد.
- «ل» مخفف «شمالی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد.
- «ج» مخفف «جنوبی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت جنوب پنجره قرار گیرد.
- «ط» مخفف «طرفین» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید در دو سمت پنجره قرار گیرد.
- «ع.م» جانشین عبارت «سایه‌بان عمودی متحرک مقابل تمام پنجره» است.
- چنانچه برای یک پنجره هر دو زاویه سایه‌بان افقی و عمودی توصیه شده باشد، باید از هر دو نوع سایه‌بان استفاده گردد.



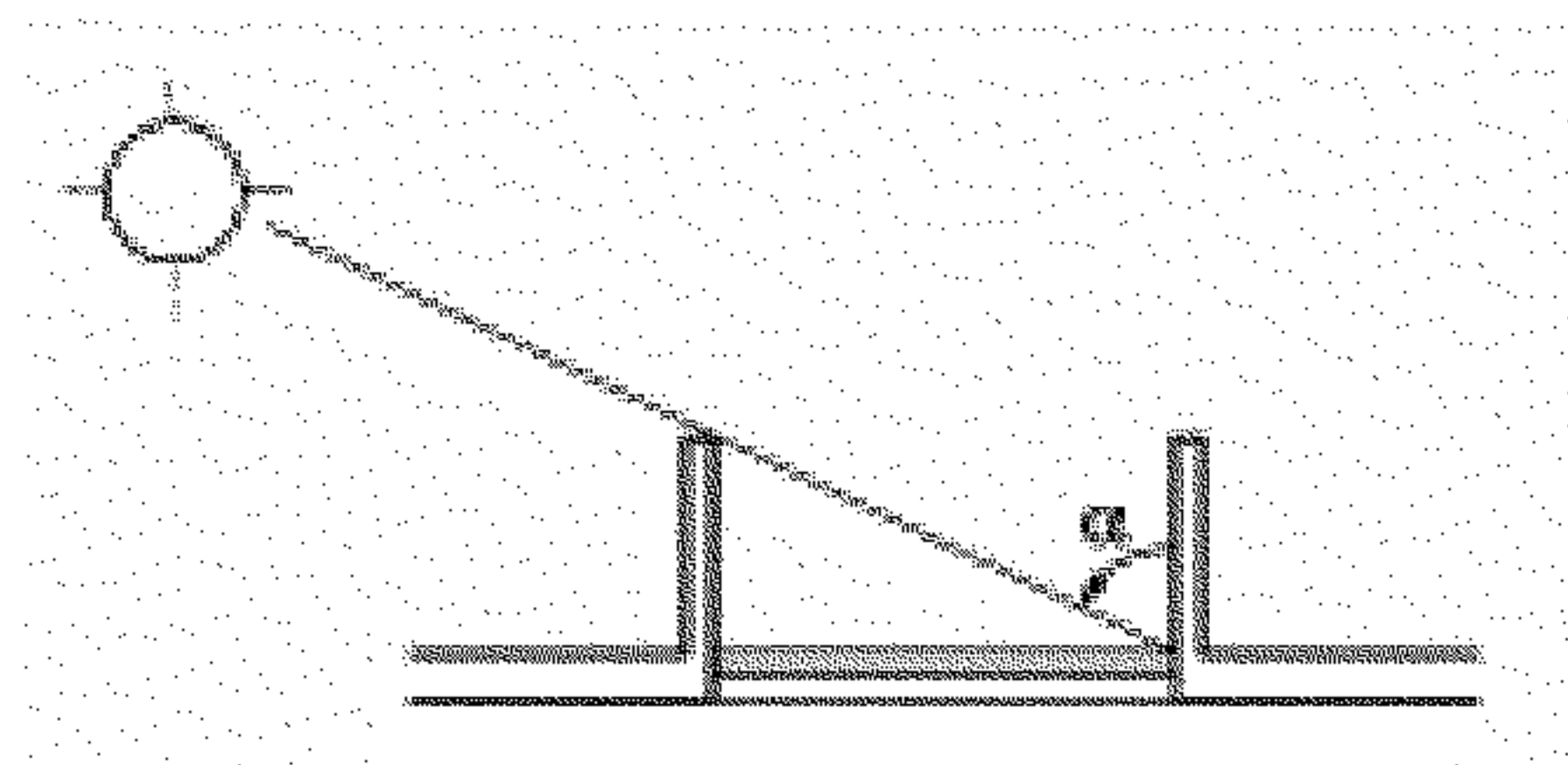
نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی



جهت‌گیری پنجره



مقطع عمودی - زاویه سایه‌بان افقی



مقطع افقی - زاویه سایه‌بان عمودی

شکل 9- زوایای جهت پنجره و زاویه سایه‌بان افقی و عمودی

- در صورتی که محل استقرار ساختمانی در این پیوست درج نشده باشد، می‌توان سایه‌بان‌های مربوط به نزدیک‌ترین شهر را ملاک گرفت.
- در صورت ذکر نشدن زاویه جهت‌گیری پنجره در جدول‌ها، مقادیر زوایای سایه‌بان آن باید مطابق با مقادیر نزدیک‌ترین جهت‌گیری پنجره، یا از طریق درون‌یابی مقادیر، تعیین گردد.
- در شهرهایی که با علامت * مشخص شده‌اند، با توجه به عمق زیاد سایه‌بان‌ها، توصیه می‌شود ضمن رعایت زوایای سایه‌بان ارائه شده، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود.

ردیف	جهت پنجره	30 درجه شمال		60 درجه شمال		120 درجه جنوب		150 درجه جنوب		120 درجه جنوب شرقی		60 درجه شمال شرقی		30 درجه شمال شرقی		زاویه سایه بان نام شهر	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی		
1	آبادان	23	0	34	0	10	15	35	15	50	30	37	0	41	0	56	62
2	آبادچی فریدن	75	0	60	0	55	0	60	0	72	0	0	0	0	0	0	0
3	آباده	50	0	35	0	34	25	55	0	80	80	0	0	0	0	0	80
4	آبلی	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	آجی چای	50	0	33	0	30	0	50	0	62	0	72	0	85	0	0	0
6	آزادشهر	31	0	34	0	20	20	35	20	50	0	55	0	52	0	80	61
7	آستارا	40	0	34	0	30	13	40	33	55	0	62	0	70	0	80	71
8	آغاچاری	32	0	34	0	15	10	35	15	50	30	37	0	41	0	56	62
9	آمل	46	0	15	0	30	10	40	26	60	0	72	0	85	0	0	76
11	احمدآباد درودزن	26	0	20	0	30	20	38	0	62	0	72	0	80	0	0	55
12	احمدوند	30	0	20	0	40	10	45	30	59	0	70	0	82	0	0	78
13	اختوان گلپایگان	75	0	60	0	55	0	60	0	72	0	0	0	0	0	0	0
14	اراک	30	0	20	0	22	30	50	30	65	0	72	0	76	80	0	77
15	اردبیل	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	اردستان	35	0	34	0	30	12	40	35	60	0	68	0	70	0	82	66
17	اردکان خارس	50	0	35	0	40	25	55	0	80	80	0	0	0	0	0	80

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		120 درجه		60 درجه		30 درجه		زاویه سایه بان نام شهر	
		شمال غربی	شمالی شرقی	شمال غربی	غرب غربی	جنوب غربی	جنوب غربی	جنوب غربی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	شرق	شمال شرقی	شمال شرقی	شمال شرقی	شمال شرقی		
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی
18	ارومیه	2	غ	ع	-	15	غ	35	غ	50	غ	80	-	-	-	-	-
19	استور	75	-	60	-	55	-	60	-	72	-	80	-	-	-	-	-
20	اسدآباد میرجند	50	-	35	-	40	غ	55	-	80	-	75	-	77	غ	-	-
21	اسکو	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-	71	-	76	غ	-	-
22	اصفهان	50	-	33	-	30	-	50	-	62	-	70	-	73	غ	-	-
23	افراچال	31	-	ع	-	20	غ	35	-	50	-	60	-	76	غ	-	-
24	امام قیس	40	-	ع	-	30	غ	40	-	55	-	80	-	-	-	80	-
25	امین آباد	32	-	ع	-	15	غ	35	غ	50	غ	70	-	67	-	53	-
26	انارک	46	-	15	-	30	غ	40	-	60	-	68	-	65	-	70	-
27	اندیمشک*	53	-	23	-	38	غ	50	غ	70	-	50	-	45	-	45	-
28	اهر	26	-	20	-	30	غ	38	-	62	-	72	-	85	-	-	-
29	اهواز	30	-	20	-	40	غ	45	غ	59	-	50	-	40	-	37	-
30	اهواز ملاتانی	75	-	60	-	55	-	60	-	72	-	50	-	40	-	40	-
31	ایران شهر*	30	-	20	-	22	غ	50	غ	65	-	50	40	42	-	30	-
32	ایلام	44	-	14	-	30	غ	52	غ	58	-	70	-	76	-	83	-
33	ایوانکی	52	-	5	-	35	غ	50	غ	60	-	70	-	67	-	70	53
34	بابل	46	-	15	-	30	غ	40	-	60	-	65	-	65	-	72	-

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		120 درجه		60 درجه		30 درجه	
		شمال		شمال		جنوب		جنوب		جنوب		شرق		شمال	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی
35	بابلسر	76	غ	15	غ	30	غ	26	غ	65	غ	65	غ	72	غ
36	باختران	78	غ	20	غ	40	غ	30	غ	70	غ	76	غ	82	غ
37	باراندوزچای	82	غ	26	غ	35	غ	15	غ	70	غ	80	غ	87	غ
38	بار نیشابور	83	غ	30	غ	40	غ	50	غ	75	غ	80	غ	80	غ
39	باغ ملک	62	غ	ع	ع	15	غ	35	غ	50	غ	40	غ	37	غ
40	بافت	80	غ	32	غ	36	غ	56	غ	75	غ	83	غ	83	غ
41	بجستان	72	غ	12	غ	17	غ	43	غ	65	غ	72	غ	75	غ
42	بجنورد	83	غ	30	غ	40	غ	50	غ	65	غ	75	غ	80	غ
43	بستان آباد	76	غ	10	غ	30	غ	20	غ	60	غ	70	غ	71	غ
44	بم	63	غ	ع	ع	25	غ	45	غ	60	غ	60	غ	50	غ
45	بندر انزلی	77	غ	17	غ	33	غ	45	غ	60	غ	70	غ	77	غ
46	بمپور	70	غ	ع	ع	20	غ	40	غ	52	غ	50	غ	30	غ
47	بندر دیر*	65	غ	ع	ع	20	غ	35	غ	50	غ	50	غ	43	غ
48	بندرعباس*	65	ط	ع	ع	20	غ	37	غ	47	غ	25	غ	ع	ع
49	بندرلنگه*	65	ط	ع	ع	20	غ	40	غ	50	غ	45	غ	ع	ع
50	بندر ماهشهر	62	غ	ع	ع	15	غ	35	غ	50	غ	40	غ	37	غ
51	بن سیدان*	62	غ	ع	ع	15	غ	30	غ	45	غ	50	غ	45	غ

ردیف	جهت پنجره	30 درجه شمال		60 درجه شمال		120 درجه جنوب		150 درجه جنوب		150 درجه جنوب شرقی		120 درجه جنوب شرقی		60 درجه شمال شرقی		30 درجه شمال شرقی		زاویه سایه بان نام شهر	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی		
52	بنکوه	32	ع	ع	ع	30	ع	40	ع	60	ع	60	ع	65	ع	80	ع	65	
53	بوشهر*	32	ع	ع	ع	10	ع	40	ع	55	ع	30	ع	30	ع	33	ع	62	
54	بوئین زهرا	30	ع	20	ع	22	ع	30	ع	65	ع	72	ع	81	ع	80	ع	77	
55	بیاضه بیابانک	32	ع	ع	ع	25	ع	40	ع	55	ع	60	ع	55	ع	60	ع	75	
56	بی بالان	47	ع	17	ع	33	ع	45	ع	60	ع	70	ع	77	ع	86	ع	77	
57	بیرجند	30	ع	20	ع	30	ع	50	ع	65	ع	75	ع	80	ع	80	ع	77	
58	بیجار	30	ع	20	ع	40	ع	45	ع	59	ع	70	ع	82	ع	82	ع	78	
59	پارس اباد مغان	35	ع	ع	ع	25	ع	6	ع	52	ع	60	ع	65	ع	72	ع	65	
60	پل زمانخان	50	ع	26	ع	35	ع	50	ع	65	ع	75	ع	80	ع	86	ع	80	
61	پل کله	50	ع	26	ع	35	ع	50	ع	65	ع	75	ع	80	ع	86	ع	80	
62	پیلمبرا	50	ع	19	ع	20	ع	45	ع	60	ع	70	ع	82	ع	82	ع	80	
63	تازه کند	40	ع	10	ع	25	ع	45	ع	58	ع	60	ع	68	ع	76	ع	70	
64	تاشکویه کله گاه*	33	ع	ع	ع	12	ع	35	ع	42	ع	50	ع	35	ع	36	ع	52	
65	تاکستان	47	ع	18	ع	25	ع	40	ع	65	ع	70	ع	80	ع	85	ع	77	
66	تبریز	50	ع	33	ع	35	ع	50	ع	62	ع	72	ع	85	ع	85	ع	85	
67	تجریش	33	ع	ع	ع	35	ع	45	ع	60	ع	65	ع	63	ع	70	ع	85	
68	تربت حیدریه	40	ع	27	ع	30	ع	50	ع	70	ع	80	ع	85	ع	85	ع	80	

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		120 درجه		60 درجه		30 درجه		زاویه سایه بان نام شهر																					
		شمال شرقی	شمال غربی	شمال غربی	غرب	جنوب غربی	جنوب غربی	جنوب غربی	جنوب غربی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	شرق	شمال شرقی	شمال شرقی	شمال شرقی																						
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی																						
69	تفرش	-	30	-	20	-	20	30	غ	50	غ	65	-	72	-	76	80	ش	81	-	-	-	77	غ	-	-	-	-	-	-							
70	تنگ پنج*	32	غ	م	ع	-	م	ع	-	10	غ	15	غ	18	غ	30	غ	45	-	50	-	45	-	47	-	60	غ	62	-	-	-						
71	تهران - پارک شهر	35	غ	م	ع	-	م	ع	-	5	غ	40	غ	20	غ	50	غ	60	-	68	-	67	-	70	-	75	80	ش	80	ش	70	غ	-	-			
72	تهران - دوشان تپه	32	غ	م	ع	-	م	ع	-	20	غ	22	غ	40	ط	40	غ	60	-	62	-	60	-	60	-	65	-	75	غ	62	-	-	-				
73	تهران - سعداباد	-	52	-	42	-	40	غ	20	غ	45	غ	20	غ	-	-	72	-	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
74	تهران - مهرآباد	-	52	غ	م	ع	-	15	غ	35	غ	20	غ	50	غ	60	-	70	-	67	-	70	ش	53	ش	80	ش	65	غ	-	-	-	-				
75	تهران - نارمک	-	30	-	22	-	20	غ	20	غ	40	غ	40	غ	50	غ	70	-	80	-	80	-	83	-	-	-	-	80	غ	-	-	-	-				
76	تهران - نمایشگاه	-	40	-	30	-	30	-	32	-	47	-	70	-	80	-	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	غ	-	-	-	-				
77	جاسک*	40	غ	م	ع	-	م	ع	-	45	ط	40	غ	70	غ	50	ش	35	ش	50	ش	10	ش	50	م	ع	م	ع	40	ش	70	ط	-	-	-		
78	جزیره خارک*	32	غ	م	ع	-	م	ع	-	10	غ	10	غ	40	غ	50	ش	55	ش	40	ش	25	ش	30	م	ع	م	ع	33	ش	30	ش	33	ش	62	غ	-
79	جزیره قشم	40	غ	م	ع	-	م	ع	-	8	غ	20	غ	18	غ	37	غ	47	ش	40	ش	20	ش	25	م	ع	م	ع	40	ش	65	ط	-	-	-		
80	جلفا	52	غ	-	20	-	20	-	35	-	50	-	60	-	70	-	71	-	82	-	-	-	-	-	-	-	-	82	غ	-	-	-	-	-			
81	جیرفت*	32	غ	م	ع	-	م	ع	-	5	غ	20	غ	25	غ	30	غ	50	-	55	-	50	-	50	-	50	-	52	-	67	غ	63	-	-	-		
82	چابهار*	40	غ	م	ع	-	م	ع	-	15	غ	20	غ	25	غ	37	غ	45	ش	70	ش	35	ش	35	م	ع	م	ع	40	ش	70	ط	-	-	-		
83	چغارت	32	غ	م	ع	-	م	ع	-	17	غ	20	غ	40	غ	55	-	60	-	54	-	52	-	52	-	57	-	70	غ	62	-	-	-	-			
84	چناران	84	غ	-	30	-	30	-	40	-	50	-	65	-	75	-	80	ج	80	-	-	-	-	-	-	-	-	83	غ	-	-	-	-	-			
85	حاجی آباد بندرعباس*	33	غ	م	ع	-	م	ع	-	10	غ	12	غ	35	غ	30	غ	42	-	50	-	50	-	35	-	36	-	52	غ	63	-	-	-	-			

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		120 درجه		60 درجه		30 درجه		زاویه سایه بان نام شهر	
		شمال	شمال شرقی	شمال	غرب	جنوب	جنوب غربی	جنوب	جنوب شرقی	جنوب	شرق	شمال	شمال شرقی	شمال	شمال شرقی		
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی		
86	حجت آباد - پیشکوه	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
87	حمیدیه	2	32	ع	ع	15	15	35	15	30	50	40	37	41	56	62	.
88	حنا	50	.	35	34	25	40	55	80	80	.	.	.	.	.	.	80
89	خاش	20	.	16	16	20	.	40	70	75	80	76	82	.	73	.	.
90	خرم آباد	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
91	خرم اباد تنکابن	47	.	17	17	10	33	25	45	60	70	77	86	.	77	.	.
92	خرمشهر	2	32	ع	ع	15	15	35	15	30	50	40	37	41	56	62	.
93	خشکه داران	47	.	17	17	10	33	25	45	60	70	77	86	.	77	.	.
94	خفر	36	6	ع	ع	10	30	25	40	60	70	60	60	65	65	67	.
95	خوانسار	75	.	60	55	55	.	60	72	.	.	.	.	.	.	.	.
96	خور بیابانک	2	32	ع	ع	10	25	20	40	55	60	55	55	60	75	62	.
97	خوی	52	.	20	20	35	.	50	60	70	71	82	.	.	.	82	.
98	داراب	33	ع	ع	ع	8	20	20	45	48	50	60	52	50	52	67	63
99	داشبند بوکان	46	.	10	10	10	30	20	45	60	65	71	82	.	76	.	.
100	دامغان	42	.	11	10	10	30	15	45	60	70	72	82	.	73	.	.
101	دامنه فریدن	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
102	دره تخت	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

ردیف	جهت پنجره	30 درجه شمال		60 درجه شمال		120 درجه جنوب		150 درجه جنوب		120 درجه جنوب شرقی		60 درجه شمال شرقی		30 درجه شمال شرقی		زاویه سایه بان نام شهر	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی		
103	درگز	غ	71	غ	62	غ	67	غ	65	غ	70	غ	67	غ	62	ش	
104	درود	غ	73	غ	81	غ	73	غ	71	غ	70	غ	73	غ	81	ش	
105	دزفول*	غ	62	غ	60	غ	47	غ	45	غ	50	غ	45	غ	45	ش	
106	دشت ناز	غ	76	غ	85	غ	72	غ	65	غ	65	غ	72	غ	85	ش	
107	ده صومعه	غ	77	غ	80	غ	81	غ	76	غ	72	غ	81	غ	80	ش	
108	دیپوک	غ	71	غ	88	غ	76	غ	70	غ	70	غ	70	غ	76	ش	
109	ذوب آهن اصفهان	غ	80	غ	80	غ	86	غ	80	غ	75	غ	86	غ	80	ش	
110	رامسر	غ	77	غ	86	غ	77	غ	70	غ	70	غ	77	غ	86	ش	
111	رامهرمز	غ	62	غ	56	غ	41	غ	40	غ	50	غ	37	غ	41	ش	
112	رشت	غ	77	غ	86	غ	77	غ	70	غ	70	غ	77	غ	86	ش	
113	رودبار	غ	80	غ	82	غ	82	غ	72	غ	70	غ	82	غ	82	ش	
114	زابل	غ	62	غ	60	غ	45	غ	47	غ	60	غ	42	غ	45	ش	
115	زاهدان	غ	73	غ	82	غ	76	غ	80	غ	75	غ	76	غ	82	ش	
116	زردگل سرخ آباد	غ	70	غ	70	غ	85	غ	70	غ	70	غ	85	غ	70	ش	
117	زنجان	غ	60	غ	30	غ	35	غ	37	غ	15	غ	55	غ	70	ش	
118	ساره	غ	61	غ	75	غ	60	غ	61	غ	65	غ	60	غ	43	ش	
119	سبزوار	غ	65	غ	73	غ	76	غ	65	غ	65	غ	76	غ	73	ش	

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		120 درجه		60 درجه		30 درجه	
		شمال شرقی	شمال غربی	شمال شرقی	شمال غربی	جنوب شرقی	جنوب غربی	جنوب شرقی	جنوب غربی	جنوب شرقی	جنوب غربی	شرق	شمال شرقی	شمال شرقی	شمال غربی
		زاویه سایه بان		زاویه سایه بان		زاویه سایه بان		زاویه سایه بان		زاویه سایه بان		زاویه سایه بان		زاویه سایه بان	
		نام شهر		نام شهر		نام شهر		نام شهر		نام شهر		نام شهر		نام شهر	
120	سپیددشت	62	76	62	76	55	60	55	60	55	60	55	60	55	60
121	سراب	76	-	76	-	60	65	60	65	60	65	60	65	60	65
122	سراوان	70	56	70	56	40	50	40	50	40	50	42	45	45	56
123	سرخس	63	80	63	80	40	55	40	55	40	55	60	60	60	60
124	سرکت تجن	76	-	76	-	40	60	40	60	40	60	72	85	72	85
125	سفر	76	-	76	-	40	60	40	60	40	60	71	82	71	82
126	سمنان	65	80	65	80	40	60	40	60	40	60	60	65	60	65
127	سنگ تراش	73	-	73	-	30	65	30	65	30	65	73	81	73	81
128	سنگ سوراخ	83	-	83	-	50	65	50	65	50	65	80	-	80	-
129	سنندج	78	-	78	-	40	59	40	59	40	59	76	82	76	82
130	سویاشی	-	60	-	60	38	70	38	70	38	70	85	-	85	-
131	شاهرود	73	-	73	-	30	60	30	60	30	60	72	82	72	82
132	شبانکاره	63	60	63	60	20	60	20	60	20	60	42	50	42	50
133	شمس آباد	80	-	80	-	35	65	35	65	35	65	86	-	86	-
134	شمعون*	62	60	62	60	15	50	15	50	15	50	45	47	45	47
135	شوش*	62	60	62	60	15	50	15	50	15	50	45	47	45	47
136	شوشتر*	62	60	62	60	15	50	15	50	15	50	45	47	45	47

ردیف	جهت پنجره	30 درجه شمال		60 درجه شمال		120 درجه جنوب		150 درجه جنوب		120 درجه جنوب شرقی		60 درجه شمال شرقی		30 درجه شمال شرقی		زاویه سایه بان نام شهر	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی		
137	شهر کرد	80 غ	-	26 -	26 -	35 -	35 -	50 -	50 -	65 -	65 -	75 -	75 -	80 -	80 -	86 -	86 -
138	شیراز	72 غ	-	10 -	10 -	30 غ	30 غ	40 -	40 -	60 -	60 -	70 -	70 -	70 -	70 -	72 -	72 -
139	شیرگاه	76 غ	-	5 غ	5 غ	30 غ	30 غ	40 -	40 -	60 -	60 -	65 -	65 -	72 -	72 -	85 -	85 -
140	شیروان - بروجرد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141	طبس	62 غ	-	5 غ	5 غ	20 غ	20 غ	30 -	30 -	50 -	50 -	60 -	60 -	52 -	52 -	50 -	50 -
142	طرق کرتیان	83 غ	-	30 -	30 -	40 -	40 -	50 -	50 -	65 -	65 -	75 -	75 -	80 -	80 -	80 -	80 -
143	عباس آباد - قم	61 غ	-	5 غ	5 غ	30 غ	30 غ	40 -	40 -	55 -	55 -	65 -	65 -	61 -	61 -	60 -	60 -
144	عدل	80 غ	-	26 -	26 -	35 -	35 -	50 -	50 -	65 -	65 -	75 -	75 -	80 -	80 -	86 -	86 -
145	فردوس	72 غ	-	12 -	12 -	17 -	17 -	43 -	43 -	65 -	65 -	72 -	72 -	72 -	72 -	75 -	75 -
146	فسا	67 غ	-	6 غ	6 غ	30 غ	30 غ	40 -	40 -	60 -	60 -	70 -	70 -	60 -	60 -	60 -	60 -
147	فومن	77 غ	-	17 -	17 -	33 غ	33 غ	45 -	45 -	60 -	60 -	70 -	70 -	70 -	70 -	77 -	77 -
148	فیروزآباد - خلخال	-	-	30 غ	30 غ	37 -	37 -	55 -	55 -	70 -	70 -	80 -	80 -	-	-	-	-
149	قائم شهر	76 غ	-	5 غ	5 غ	30 غ	30 غ	40 -	40 -	60 -	60 -	65 -	65 -	72 -	72 -	85 -	85 -
150	قائن	77 غ	-	20 -	20 -	30 غ	30 غ	50 -	50 -	65 -	65 -	75 -	75 -	75 -	75 -	80 -	80 -
151	قرآن تالار	76 غ	-	5 غ	5 غ	30 غ	30 غ	40 -	40 -	60 -	60 -	65 -	65 -	72 -	72 -	85 -	85 -
152	قره آغاچ	-	-	33 -	33 -	35 -	35 -	50 -	50 -	62 -	62 -	72 -	72 -	85 -	85 -	-	-
153	قزوین	77 غ	-	18 -	18 -	25 -	25 -	40 -	40 -	65 -	65 -	70 -	70 -	72 -	72 -	80 -	80 -

ردیف	جهت پنجره	30 درجه شمال		60 درجه شمال		120 درجه جنوب		150 درجه جنوب		150 درجه جنوب شرقی		120 درجه جنوب شرقی		60 درجه شمال شرقی		30 درجه شمال شرقی		زاویه سایه بان نام شهر
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	
154	قصر شیرین	28	32	34	34	28	20	30	40	50	57	30	40	60	65	80	28	
155	قطورچای	28	28	20	20	35	35	50	60	70	71	82	82					
156	قم	31	31	34	34	30	30	40	55	65	61	60	43	75	61	61		
157	قمشه	50	50	26	26	35	35	50	65	75	80	86						
158	قوچان	84	84	30	30	40	40	50	65	75	80	80						
159	کازرون	33	33	34	34	20	20	30	50	60	50	42	50	60	63	63		
160	کاشان	36	36	34	34	30	30	45	60	65	65	65	72	83	67	67		
161	کاشمر	42	42	12	12	17	17	43	65	72	72	75	82					
162	کرمان	35	35	25	25	31	31	45	70	80	85							
163	کرد	30	30	20	20	40	40	45	59	70	76	82						
164	کره سنگ	46	46	15	15	30	30	40	60	65	65	72	85					
165	کشف رود	40	40	10	10	35	35	40	60	72	70	70	75					
166	کوتیان صفی آباد*	32	32	34	34	15	15	30	45	50	45	45	47	60	62	62		
167	گتوند*	32	32	34	34	15	15	30	45	50	45	45	47	60	62	62		
168	گچساران	32	32	34	34	20	20	35	50	60	55	53	69	73	62	62		
169	گرگان	31	31	34	34	25	25	40	55	60	55	56	70	82	61	61		
170	گرگان - آشتیان	55	55	43	40	43	43	60	80	85								

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		120 درجه		150 درجه		60 درجه		30 درجه		زاویه سایه بان نام شهر
		شمال	شمال شرقی	شمال	غرب	جنوب	جنوب غربی	جنوب	جنوب شرقی	جنوب	جنوب شرقی	شرق	شمال	شمال شرقی	شمال	شمال شرقی		
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	
171	گرمسار - داورآباد	65	80	65	80	60	60	60	60	60	60	60	60	60	65	80	65	
172	گلمکان	83	80	30	30	40	40	50	50	65	75	80	80	75	80	80	83	
173	گناباد	72	72	12	12	17	43	65	72	72	75	82	82	75	82	72	72	
174	گنبد قابوس	61	80	64	64	20	35	50	52	55	56	73	73	56	73	61	80	
175	گرگین خنجر	72	80	15	15	30	40	60	70	70	75	80	80	75	80	72	80	
176	گوشه نهوند	60	60	30	30	38	50	70	80	85	85	85	85	85	85	60	60	
177	لار - پلور	60	60	30	30	38	50	70	80	85	85	85	85	85	85	60	60	
178	لار - فارس	65	60	64	64	35	43	50	55	60	50	55	55	50	55	60	65	
179	لاهیجان	77	86	17	17	33	45	60	70	70	77	86	86	77	86	77	77	
180	لتیان	60	60	20	20	20	40	65	75	76	82	82	82	76	82	60	60	
181	لردگان	55	80	20	20	30	38	62	72	76	80	80	80	76	80	55	55	
182	لیقوان	60	60	20	20	20	40	65	75	76	82	82	82	76	82	60	60	
183	ماکو	82	82	20	20	35	50	60	70	71	82	82	82	71	82	82	82	
184	مراغه	76	82	10	10	30	45	60	65	70	71	82	82	71	82	76	82	
185	مرند	82	82	20	20	35	50	60	70	71	82	82	82	71	82	82	82	
186	مرودشت	72	80	10	10	16	40	60	70	70	72	80	80	72	80	72	80	
187	مسجد سلیمان	62	56	64	64	15	35	50	40	50	37	41	56	41	56	62	56	

ردیف	جهت پنجره	30 درجه شمال		60 درجه شمال		120 درجه جنوب		150 درجه جنوب		150 درجه جنوب شرقی		120 درجه جنوب شرقی		60 درجه شمال شرقی		30 درجه شمال شرقی		زاویه سایه بان نام شهر	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی		
188	مشهد	84	-	30	-	30	40	-	50	65	-	75	80	80	-	-	-	83	-
189	مشیران	40	-	۴۴	-	۴۳	30	33	40	55	-	62	65	70	-	80	-	71	-
190	ملایر	53	-	23	-	30	38	30	50	70	-	80	85	-	-	-	60	-	60
191	موجان	50	-	26	-	26	35	-	50	65	-	75	80	86	-	-	-	80	-
192	مهباد	46	-	10	-	10	30	20	45	60	-	65	70	71	-	82	-	76	-
193	مهرگرد	-	50	-	35	-	40	25	55	80	80	-	-	-	-	-	80	-	80
194	میاندوآب	46	-	10	-	10	30	20	45	60	-	65	70	71	-	82	-	76	-
195	میانه	46	-	10	-	10	30	20	45	60	-	65	70	71	-	82	-	76	-
196	میرجاوه	-	20	-	16	-	20	-	40	70	-	75	80	76	-	82	-	73	-
197	میمه	50	-	26	-	26	35	-	50	65	-	75	80	86	-	-	-	80	-
198	میناب*	40	-	10	-	۴۴	20	8	37	47	40	42	25	۴۴	۴۴	40	65	65	40
199	نائین	35	-	۴۴	-	۴۴	30	35	40	60	-	68	65	70	-	72	-	66	-
200	نجف آباد	50	-	26	-	26	35	-	50	65	-	75	80	86	-	-	-	80	-
201	نطنز	-	52	-	30	-	35	-	50	65	-	75	80	-	-	-	-	82	-
202	نورآباد ممسنی	32	-	۴۴	-	۴۴	18	10	38	45	50	55	52	51	-	65	-	62	-
203	نوزیان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	نوشهر	46	-	15	-	۴۴	30	26	40	60	-	65	65	72	-	85	-	76	-

ردیف	جهت پنجره	30 درجه		60 درجه		120 درجه		150 درجه		150 درجه		120 درجه		60 درجه		30 درجه		زاویه سایه بان نام شهر
		شمال	شمال شرقی	شمال	غرب	جنوب	جنوب غربی	جنوب	جنوب شرقی	جنوب	جنوب شرقی	جنوب	شرق	شمال	شمال شرقی	شمال	شمال شرقی	
		عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	
205	نیریز	-	72 غ	-	76 غ	-	80 غ	-	72 غ	-	76 غ	-	72 غ	-	76 غ	-	80 غ	
206	نیشابور	-	83 غ	-	83 غ	-	83 غ	-	83 غ	-	83 غ	-	83 غ	-	83 غ	-	83 غ	
207	ورامین	-	61 غ	-	75 غ	-	75 غ	-	61 غ	-	60 غ	-	43 غ	-	60 غ	-	43 غ	
208	ورزنه	-	66 غ	-	82 غ	-	82 غ	-	66 غ	-	72 غ	-	70 غ	-	72 غ	-	82 غ	
209	ولداآباد	-	77 غ	-	80 غ	-	80 غ	-	77 غ	-	81 غ	-	76 غ	-	81 غ	-	80 غ	
210	هفت تپه*	-	62 غ	-	60 غ	-	60 غ	-	45 غ	-	45 غ	-	45 غ	-	45 غ	-	47 غ	
211	همدان نوژه	60	-	-	-	-	-	-	80	-	80	-	70	-	80	-	85	
212	همگین	80	-	-	-	-	-	-	80 غ	-	80 غ	-	80 غ	-	80 غ	-	80 غ	
213	همند افسرد	60	-	-	-	-	-	-	75	-	75	-	65	-	75	-	76	
214	هوتن	-	61 غ	-	80 غ	-	80 غ	-	55	-	55	-	50	-	55	-	52	
215	هویزه	-	62 غ	-	56 غ	-	56 غ	-	30 غ	-	50 غ	-	50 غ	-	37 غ	-	41 غ	
216	یزد	-	66 غ	-	78 غ	-	78 غ	-	40 غ	-	60 غ	-	60 غ	-	60 غ	-	60 غ	

پیوست 11:

روش‌های محاسبه پل‌های حرارتی

ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان دلایل مختلفی دارد، که مهم‌ترین آنها عبارت است از:

- وجود قطعات یا اجزایی، با ضریب هدایت حرارت زیاد، در پوسته خارجی ساختمان که به صورت موضعی یا گسترده از داخل به خارج جدار ادامه می‌یابند، مانند پروفیل‌های فولادی در دیوارها و سقف‌ها؛
- تغییر ضخامت موضعی مصالح، خصوصاً عایق‌های حرارتی، که در بخش‌هایی از پوسته خارجی سبب کاهش مقاومت حرارتی می‌گردد؛
- تداوم نداشتن بعضی لایه‌ها، خصوصاً عایق‌های حرارتی، در محل‌های اتصال پوسته خارجی به جدارهای داخلی (کف طبقات، تیغه‌های داخلی، ...).

پل‌های حرارتی موجب می‌گردند انتقال حرارت از پوسته خارجی به میزان قابل توجهی افزایش یابد. در برخی ساختمان‌ها، این افزایش می‌تواند حدود 40 درصد از کل انتقال حرارت ساختمان را شامل شود. از دیگر تبعات پل‌های حرارتی، ایجاد یا تشدید میعان سطحی در اوقات سرد سال است. محاسبه پل‌های حرارتی را می‌توان با استفاده از استاندارد EN ISO 10211-1 انجام داد. در این پیوست، مقادیر مربوط به ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول، که در طراحی عایق‌کاری حرارتی ساختمان به روش کارکردی استفاده می‌شود، آمده است.¹ در صورت طراحی به روش تجویزی، نیاز به محاسبه پل‌های حرارتی نیست، زیرا اثر پل‌ها در مقادیر مقاومت حرارتی ارائه شده منظور شده است.

1. در روش کارکردی، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها انتقال حرارت از پل حرارتی کف روی خاک منظور می‌شود. اما در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح باید اثر پل‌های حرارتی با استفاده از مقادیر این پیوست محاسبه گردد.

در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، در روش کارکردی، دو امکان برای در نظر گرفتن انتقال حرارت ناشی از پل‌های حرارتی وجود دارد:

- **عایق کاری حرارتی یکپارچه و بدون انقطاع در محل تقاطع جدارها:** در این حالت اگر مقادیر اجزای پوسته خارجی ساختمان با توجه به ابعاد خارجی محاسبه گردد، پل‌های حرارتی قابل چشم‌پوشی خواهند بود. اما اگر در محاسبه مقادیر اجزای پوسته خارجی ابعاد داخلی ساختمان ملاک بوده باشد، فقط لازم است ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای متقاطع ایجادکننده پل حرارتی به میزان 10 درصد افزایش یابد.

- **عایق کاری حرارتی غیریکپارچه در محل اتصال برخی جدارها:** در این حالت لازم است پل‌های حرارتی، بسته به مورد، با استفاده از روش‌ها و مقادیر ارائه شده در این پیوست محاسبه شوند. البته در این حالت نیز، برای تسریع و ساده‌سازی محاسبات، می‌توان به جای محاسبه پل‌های حرارتی، ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای مورد نظر پوسته خارجی را در مقادیر تعیین‌شده در یک ردیف از جدول 32 ضرب کرد.

جدول 32- ضرایب افزایشی معادل اثر پل‌های حرارتی، براساس ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای پوسته خارجی

ضریب افزایش	ضریب انتقال حرارت [W/m ² .K]
3,50	کمتر از 0,29
2,93	بین 0,30 و 0,39
2,45	بین 0,40 و 0,49
2,16	بین 0,50 و 0,69
1,83	بین 0,70 و 0,99
1,58	بین 1,00 و 1,49
1,39	بین 1,50 و 1,99
1,29	بین 2,00 و 2,49
1,23	بیش از 2,50

پ 11-1 گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی

پل حرارتی، به‌طور کلی، دو گونه است:

1- پل حرارتی خطی، یا دو بعدی، که با ضریب انتقال حرارت خطی Ψ به واحد $[W/m.K]$ تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال یک دیوار خارجی با عایق از داخل به کف طبقات. در این حالت، انتقال حرارت از این پل‌ها برابر حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت خطی و طول پل حرارتی است.

2- پل حرارتی موضعی، یا سه بعدی، که با ضریب انتقال حرارت نقطه‌ای χ به واحد $[W/K]$ تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال کف طبقه به دو دیوار متعامد پوسته خارجی.

پ 11-2 روند محاسبات عددی

محاسبات را می‌توان با مدل‌سازی پل‌های حرارتی به روش عناصر محدود، یا تفاضل محدود، انجام داد. لازم است انطباق نرم‌افزار مورد استفاده با انتظارات تعیین‌شده مطابق با پیوست A استاندارد EN ISO 10211-1 کنترل شود.

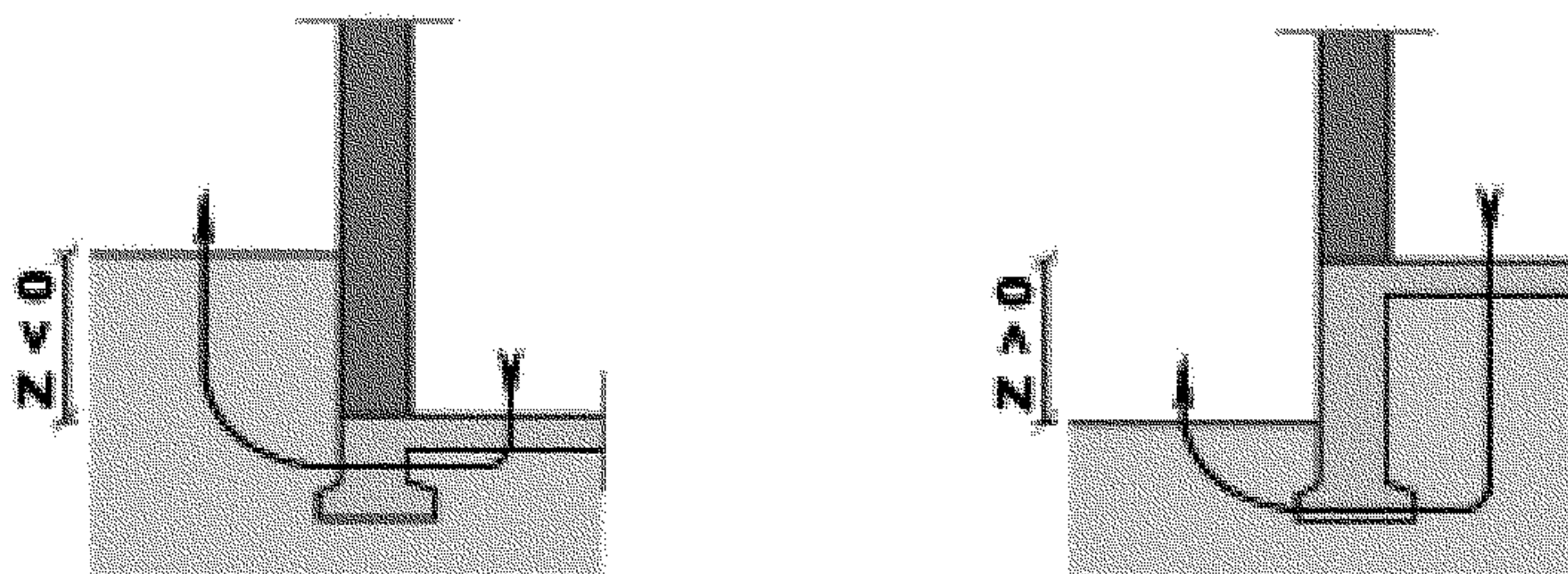
پ 11-3 ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول

در این بخش، ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول آمده است. چنانچه پل‌های حرارتی مورد نظر با شرایط تعیین‌شده در این بخش انطباق کامل نداشته باشند، ضروری است محاسبات عددی طبق بند پ 11-2 صورت پذیرد.

پ 11-3-1 کف‌های زیرین مجاور خاک

پ 11-3-1-1 کف روی خاک بدون عایق حرارتی

در مواردی که دیوار و کف ساختمان فاقد هر گونه عایق حرارتی است، ضرایب انتقال حرارت خطی، در محل اتصال دیوار به کف روی خاک، برحسب اختلاف ارتفاع بین کف‌سازی داخل و محوطه‌سازی خارج از ساختمان (Z)، با استفاده از جدول 33 تعیین می‌گردد.



شکل 10- حالات مختلف اختلاف تراز کف داخلی و محوطه ساختمانی

جدول 33- ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک

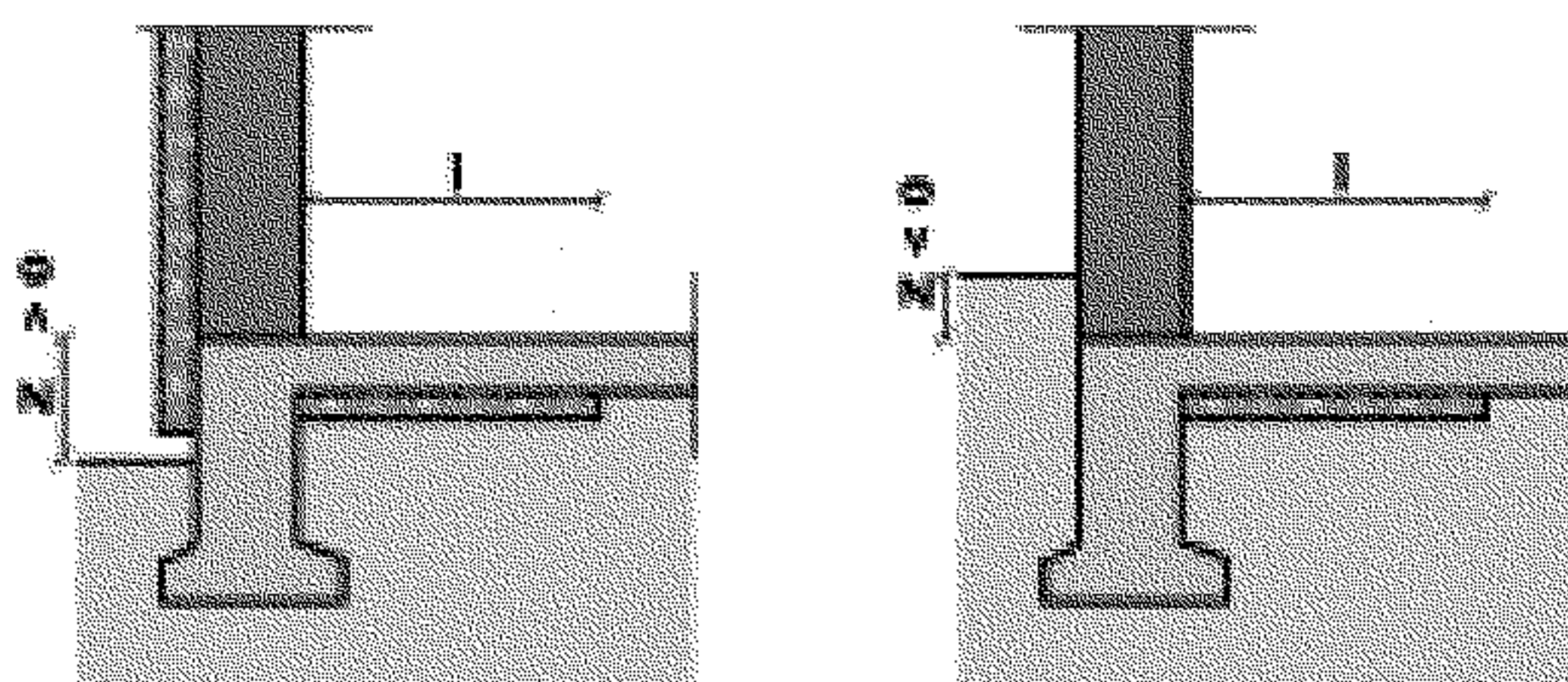
Ψ به [W/m.K]	Z به متر
0	کمتر از -6,00
0,20	از -6,00 تا -4,05
0,40	از -4,00 تا -2,55
0,60	از -2,50 تا -1,85
0,80	از -1,80 تا -1,25
1,00	از -1,20 تا -0,75
1,20	از -0,70 تا -0,45
1,40	از -0,40 تا -0,25
1,75	از -0,20 تا +0,20
2,10	از +0,25 تا +0,40
2,35	از +0,45 تا +1,00
2,55	از +1,05 تا +1,50

پ 11- 3- 1- 2- کف روی خاک با عایق حرارتی

برای کاهش انتقال حرارت از کف روی خاک، می‌توان در زیر تمام سطح کف، یا به صورت پیرامونی زیر کف، یا به صورت ادامه عایق حرارتی دیوار، عایق‌کاری حرارتی را اجرا کرد. در هر کدام از این حالات، بسته به نحوه عایق‌کاری در محل تلاقی کف و دیوار، سه حالت در نظر گرفته می‌شود: قطع‌شده، کاهش‌یافته و یکسره.

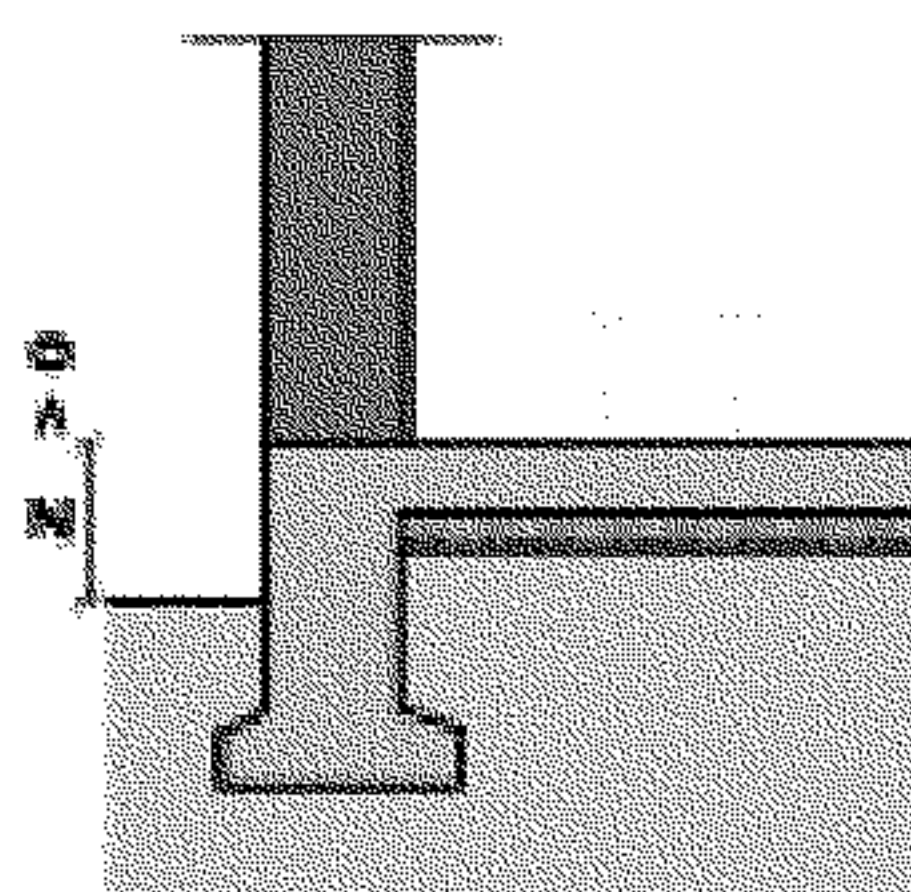
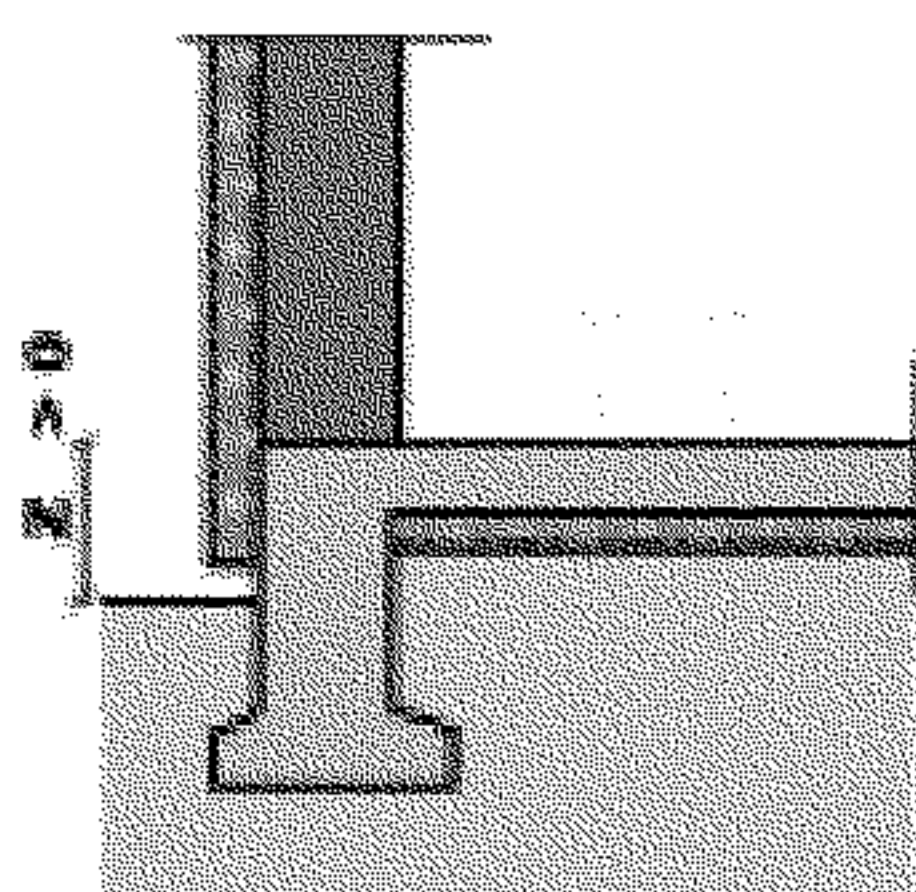
عایق حرارتی قطع شده

در مواردی که، در محل تلاقی کف و دیوار، عایق کاری حرارتی به صورت منقطع اجرا می‌گردد (مانند نمونه‌های شکل 11)، جدول 34 ضریب انتقال حرارت خطی مربوط به اتصال کف را، با توجه به پارامترهایی، از جمله اختلاف ارتفاع کف‌سازی داخل و محوطه Z ، عرض عایق حرارتی l ، و مقاومت حرارتی آن α ، داده است.



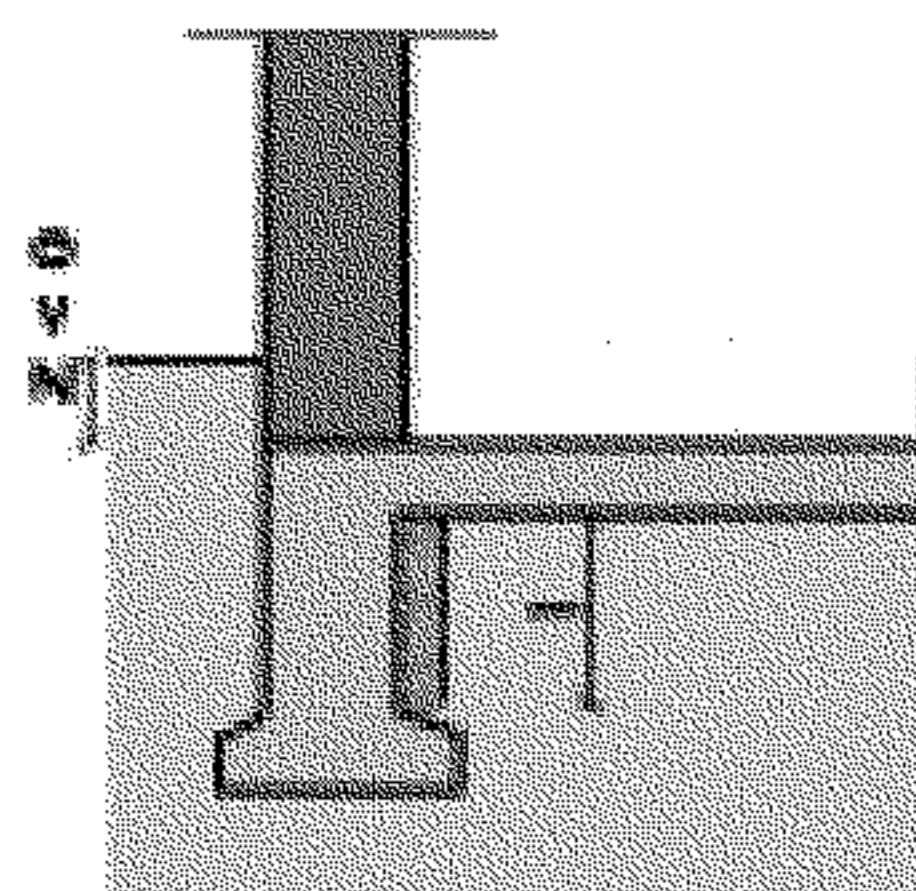
عایق پیرامونی افقی
و دیوار دارای عایق حرارتی

عایق پیرامونی افقی
و دیوار فاقد عایق حرارتی



عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار دارای عایق حرارتی

عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار فاقد عایق حرارتی



عایق پیرامونی عمودی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

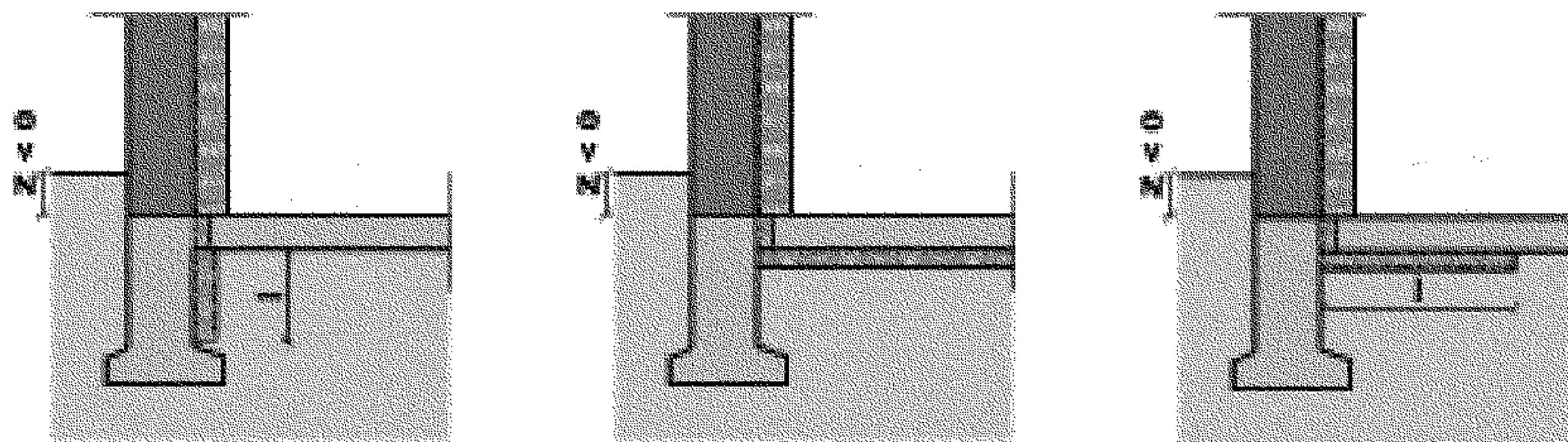
شکل 11 - حالت‌های مختلف عایق کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع شده در محل تلاقی دیوار و کف

جدول 34 - ضریب انتقال حرارت خطی Ψ بر حسب $[W/m.K]$ در عایق کاری قطع شده

مقاومت حرارتی عایق ($m^2.K/W$)							عرض عایق (متر)	Z (متر)	
2,05 تا 3,00	1,55 تا 2,00	1,05 تا 1,50	0,80 تا 1,00	0,60 تا 0,75	0,40 تا 0,55	0,20 تا 0,35			
0,85	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,95	0,25 تا 1,00	از -1,20 تا -0,75	عایق حرارتی پیرامونی (عمودی یا افقی)
1,05	1,05	1,05	1,10	1,10	1,10	1,15	0,25 تا 1,00	از -0,70 تا -0,45	
1,15	1,20	1,20	1,25	1,25	1,25	1,30	0,25 تا 0,40	از -0,40 تا -0,25	
1,05	1,10	1,15	1,15	1,20	1,25	1,25	0,45 تا 1,00		
1,40	1,45	1,45	1,50	1,50	1,55	1,60	0,25 تا 0,40	از -0,20 تا +0,20	
1,30	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	0,45 تا 1,00		
1,65	1,70	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	0,25 تا 0,30		
1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	0,35 تا 0,45	از +0,25 تا +0,40	
1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,75	1,85	0,50 تا 0,65		
1,35	1,40	1,45	1,55	1,60	1,70	1,80	0,70 تا 1,00		
1,90	1,90	1,95	2,00	2,00	2,05	2,10	0,25 تا 0,30		
1,80	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00	2,10	0,35 تا 0,45	از +0,45 تا +1,00	
1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,95	2,05	0,50 تا 0,65		
1,50	1,55	1,65	1,70	1,80	1,90	2,00	0,70 تا 1,00		
2,10	2,15	2,20	2,20	2,25	2,30	2,35	0,25 تا 0,30		
2,00	2,05	2,10	2,15	2,15	2,25	2,30	0,35 تا 0,45	از +1,05 تا +1,50	
1,85	1,90	1,95	2,05	2,10	2,15	2,25	0,50 تا 0,65		
1,70	1,80	1,85	1,95	2,00	2,10	2,20	0,70 تا 1,00		
1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,15	1,05 تا 1,50		
0	0	0	0	0	0	0		کمتر از -6,00	عایق حرارتی سرتاسری زیر تمام سطح کف
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20		از -6,00 تا -4,05	
0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40		از -4,00 تا -2,55	
0,40	0,45	0,45	0,50	0,50	0,55	0,55		از -2,50 تا -1,85	
0,45	0,55	0,60	0,60	0,65	0,70	0,70		از -1,80 تا -1,25	
0,55	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90		از -1,20 تا -0,75	
0,65	0,75	0,80	0,90	0,95	1,00	1,05		از -0,70 تا -0,45	
0,70	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20		از -0,40 تا -0,25	
0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45		از -0,20 تا +0,20	
0,95	1,05	1,20	1,30	1,45	1,55	1,70		از +0,25 تا +0,40	
1,00	1,15	1,30	1,45	1,55	1,70	1,90		از +0,45 تا +1,00	
1,10	1,25	1,40	1,55	1,70	1,85	2,05		از +1,05 تا +1,50	

عایق حرارتی کاهش یافته

در برخی موارد، عایق کاری دیوار در محل تلاقی با کف، با ضخامت کمتر و با حفظ ضخامت اصلی دیوار، در بخش زیر کف اجرا می‌شود. البته در هیچ نقطه‌ای مقاومت حرارتی عایق حرارتی نباید کمتر از $0,20 [m^2.K/W]$ باشد. در این شرایط، ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از مقادیر جدول 34 و با کسر مقادیر جدول 35 به دست می‌آید.



عایق پیرامونی عمودی

عایق سراسری

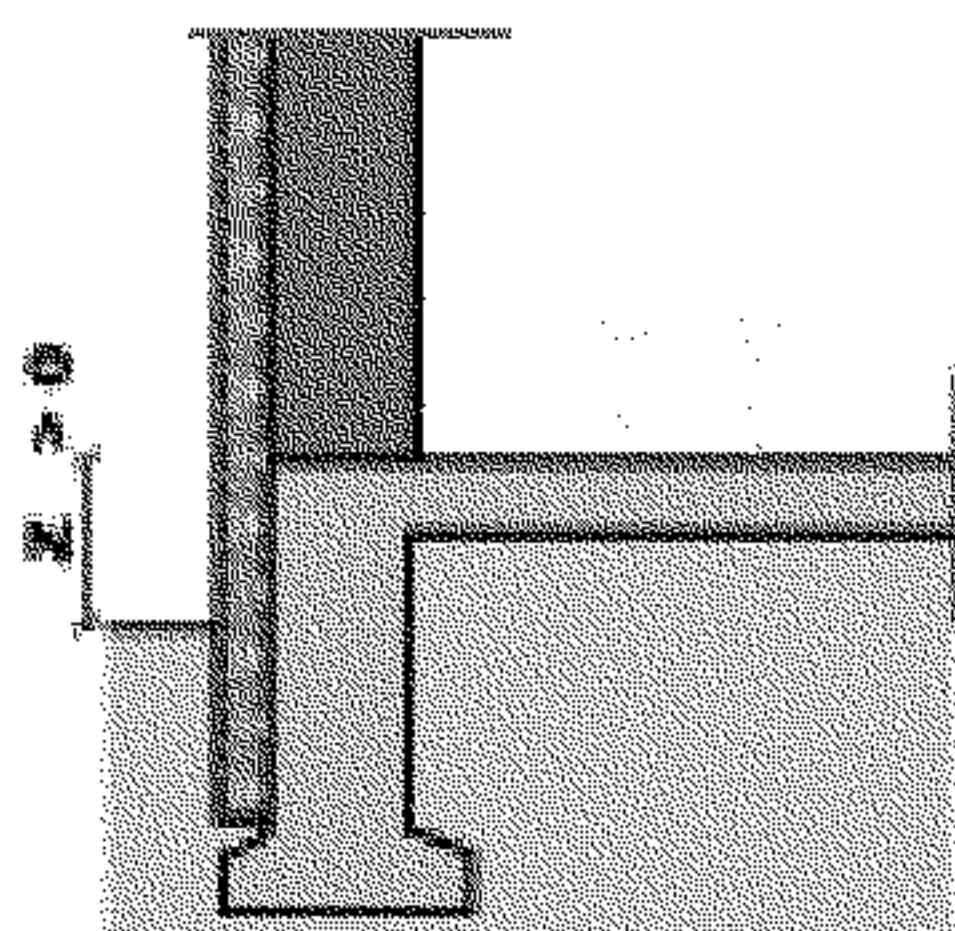
عایق پیرامونی افقی

شکل 12 - حالات مختلف عایق کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش یافته

جدول 35 - مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی کاهش یافته

کاهش $\Psi [W/m.K]$	Z (متر)	
0,00	-0,45	کمتر از یا مساوی با
0,05	-0,25	و
0,10	-0,20	بیشتر از یا مساوی با

عایق حرارتی یکسره



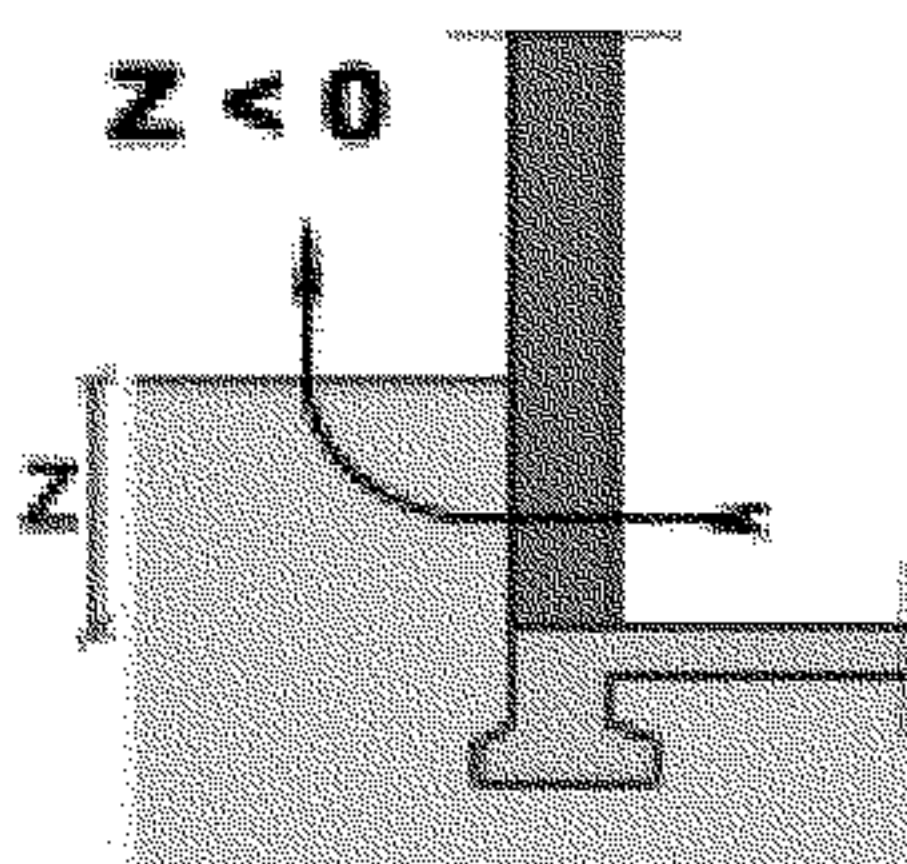
در صورت ادامه یافتن عایق حرارتی از خارج، تا روی شالوده، ضریب انتقال حرارت خطی، بسته به مقاومت عایق حرارتی و اختلاف تراز داخل و خارج، با استفاده از مقادیر جدول 34 و کسر مقادیر ارائه شده در جدول 36، به دست می‌آید.

شکل 13 - عایق کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی

جدول 36- مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی یکسره $[W/m.K]$

3,00 تا 1,05	1,00 تا 0,60	0,55 تا 0,20	$R [m^2.K/W]$
			$Z [m]$
0	0	0	کمتر از یا مساوی با -0,45
0,10	0,10	0,05	بین -0,40 و -0,25
0,25	0,20	0,15	بیشتر از یا مساوی با -0,20

پ 11-3-2 دیوارهای مجاور خاک



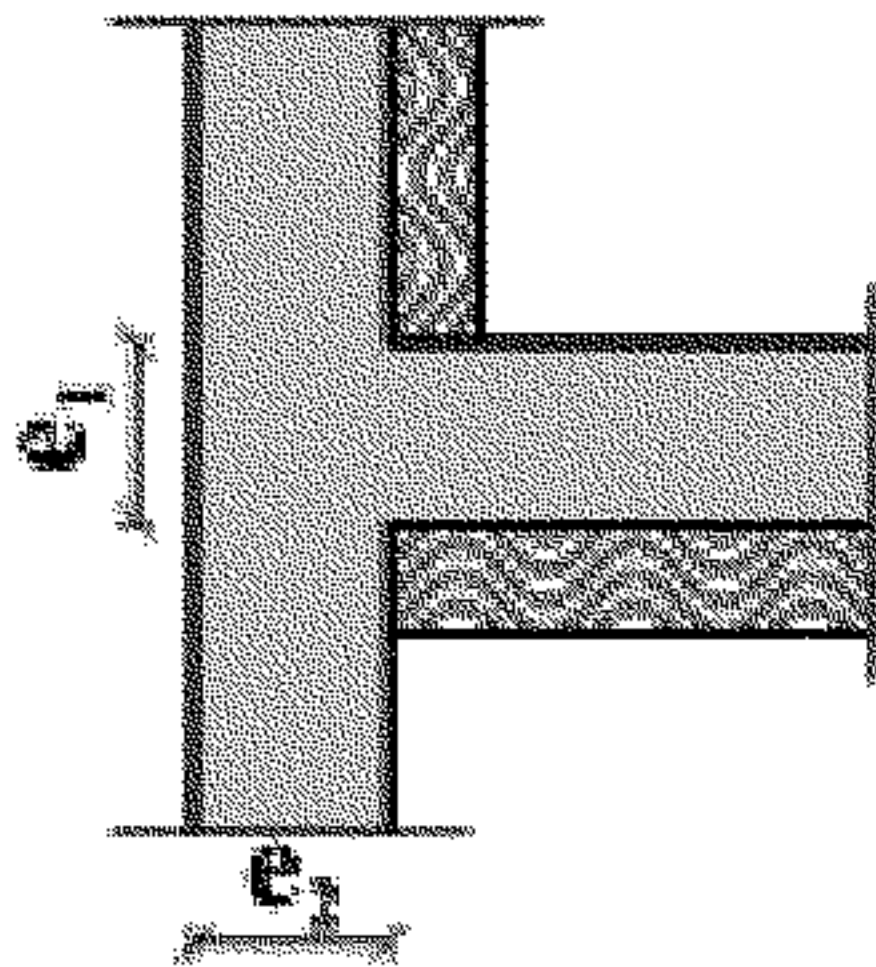
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول 37 تعیین می‌گردد.

جدول 37- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوارهای مجاور خاک $[W/(m.K)]$

ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار $[W/(m^2.K)]$											$Z [m]$
3,10 تا	2,60 تا	2,20 تا	1,80 تا	1,50 تا	1,20 تا	1,00 تا	0,80 تا	0,65 تا	0,50 تا	0,40 تا	
3,70	3,09	2,59	2,19	1,79	1,49	1,19	0,99	0,79	0,64	0,49	
3,40	3,20	3,00	2,80	2,65	2,45	2,25	2,05	1,85	1,65	1,40	کمتر از -6,00
3,20	3,00	2,85	2,65	2,45	2,25	2,05	1,90	1,70	1,50	1,30	از -5,05 تا -6,00
3,00	2,80	2,65	2,45	2,25	2,05	1,90	1,65	1,50	1,35	1,15	از -4,05 تا -5,00
2,70	2,55	2,35	2,20	2,00	1,85	1,65	1,45	1,30	1,15	1,00	از -3,05 تا -4,00
2,50	2,30	2,15	2,00	1,80	1,65	1,45	1,30	1,15	1,00	1,85	از -2,55 تا -3,00
2,30	2,10	1,95	1,80	1,65	1,45	1,30	1,15	1,00	0,85	0,70	از -2,05 تا -2,50
2,05	1,90	1,75	1,55	1,40	1,25	1,10	1,00	0,85	0,70	0,60	از -1,5 تا -2,00
1,75	1,60	1,45	1,30	1,15	1,00	0,90	0,75	0,65	0,55	0,45	از -1,05 تا -1,50
1,40	1,30	1,15	1,05	0,90	0,80	0,65	0,60	0,50	0,40	0,35	از -0,75 تا -1,00
1,10	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	0,50	0,40	0,35	0,30	0,20	از -0,45 تا -0,70
0,70	0,60	0,55	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	از -0,25 تا -0,40
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	از -0,20 تا 0,00

پ 11-3-3 اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل نشده

اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بتنی دارای عایق از داخل

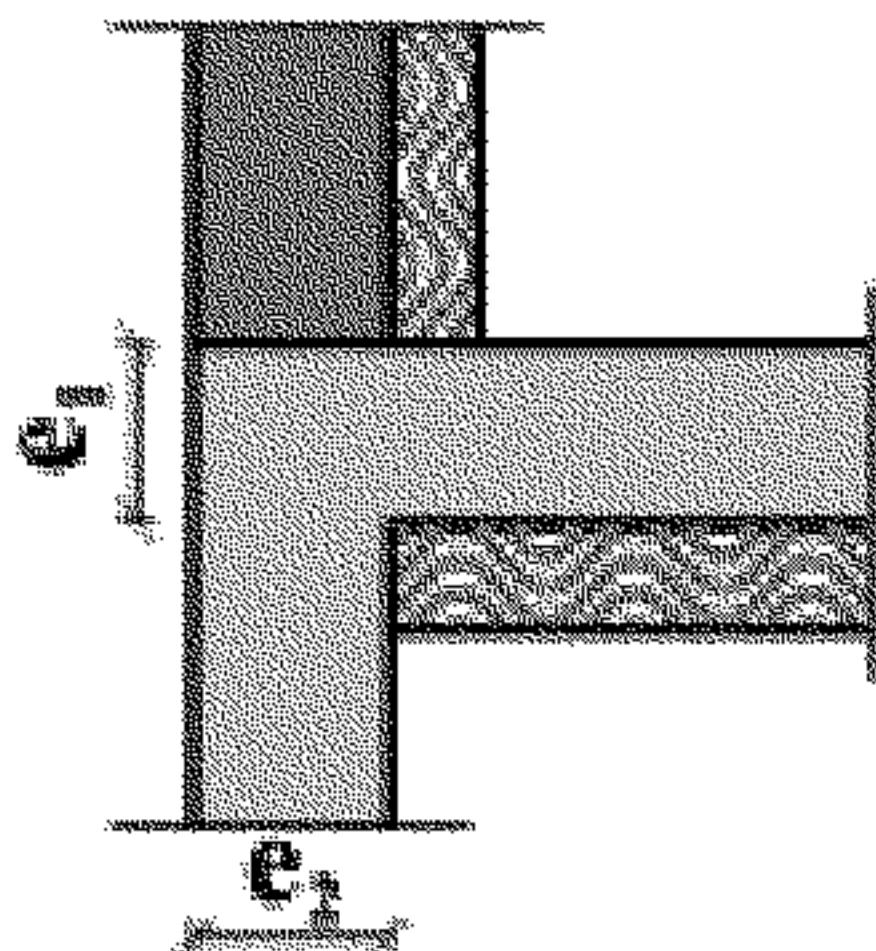


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 دارد و با مقادیر جدول 38 تعیین می‌گردد.

جدول 38 - ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [W/(m.K)]

30/0	27/5	25/0	22/5	20/0	17/5	15/0	e_1 (cm)
							e_2 (cm)
0,39	0,36	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24	19 تا 15
0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,22	25 تا 20

اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بنایی دارای عایق از داخل

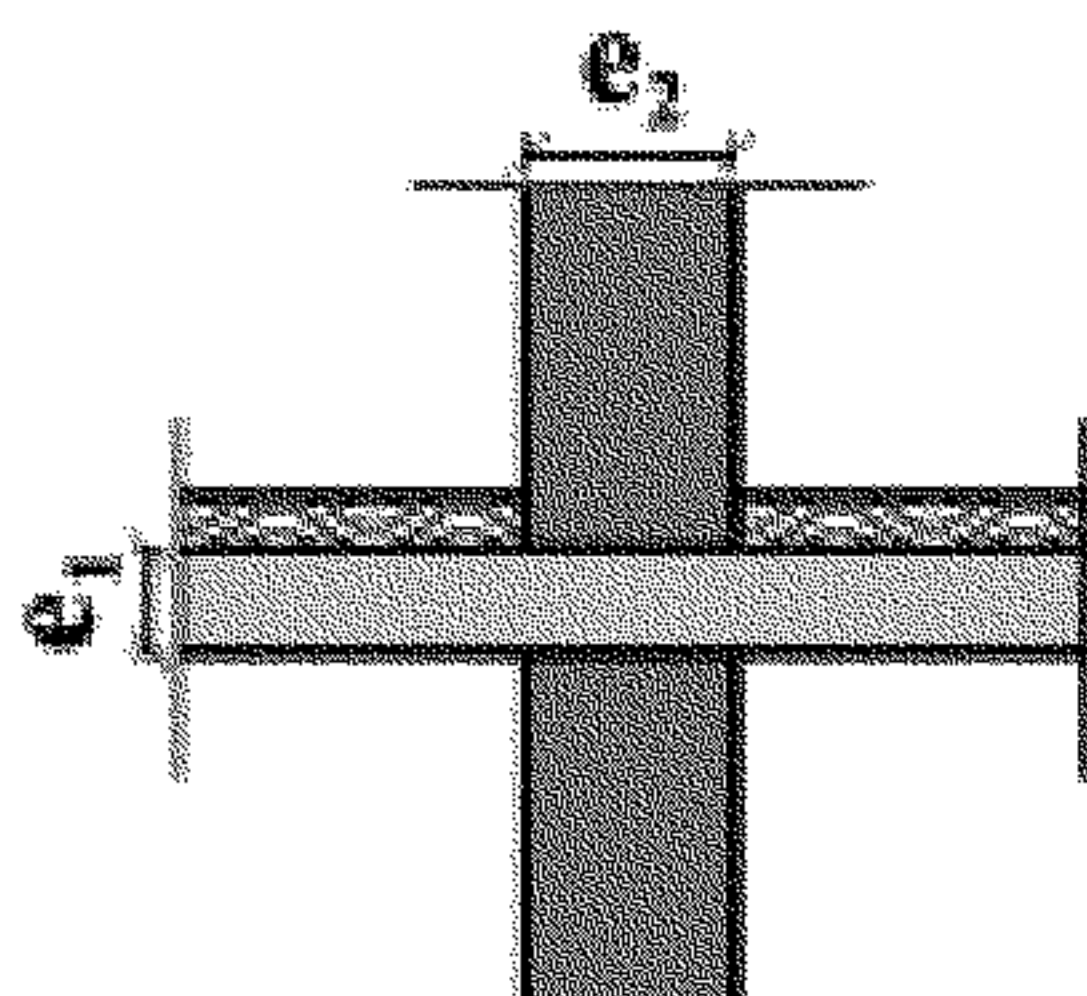


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 دارد و با مقادیر جدول 39 تعیین می‌گردد.

جدول 39 - ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [W/(m.K)]

30/0	27/5	25/0	22/5	20/0	17/5	15/0	e_1 (cm)
							e_2 (cm)
0,36	0,33	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	19 تا 15
0,33	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22	0,19	25 تا 20

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

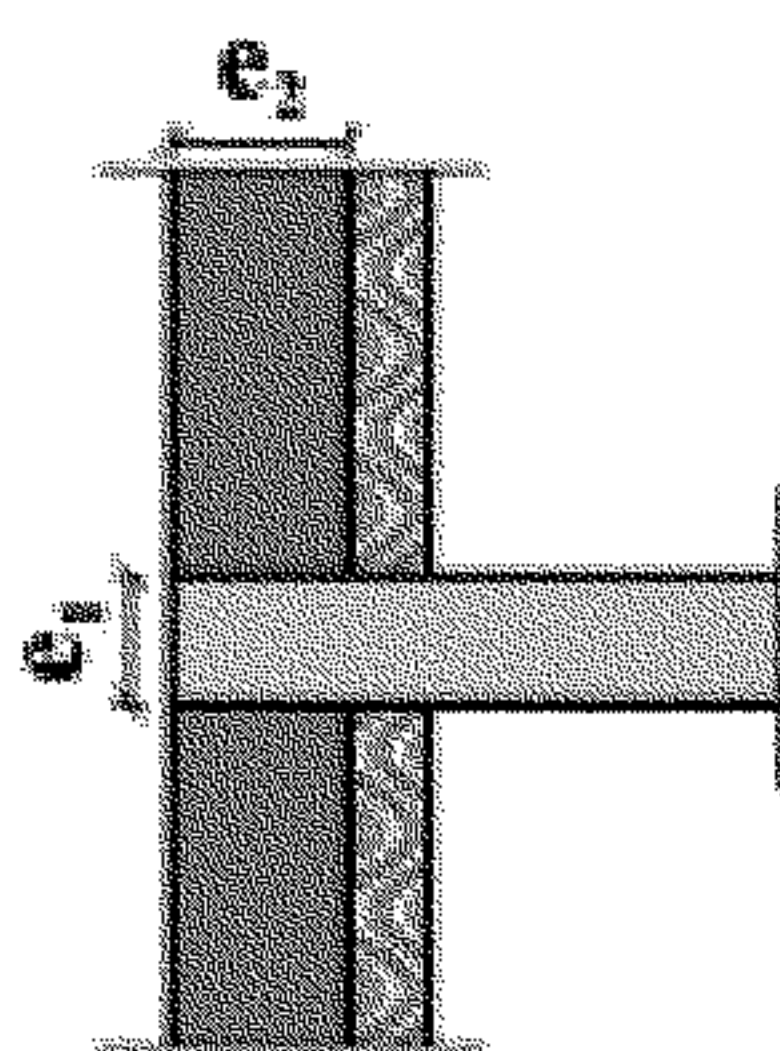


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد.

جدول 40 - ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل
[W/(m.K)]

30/0	27/5	25/0	22/5	20/0	17/5	15/0	e_1 (cm)
							e_2 (cm)
0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,28	0,24	19 تا 15
0,33	0,31	0,28	0,26	0,30	0,26	0,22	25 تا 20

پ 11-3-4 اتصالات متداول سقف‌های میانی



ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال سقف‌های بین طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد.

پ 11-3-5 اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص شده در شکل 14)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2 ، با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت.