وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران
مبحث نوزدهم
صرفه‌جویی در مصرف انرژی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۸۹

سرشناسه:	ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان
عنوان و نام پدیدآور:	صرفه جویی در مصرف انرژی/ تهیه کننده دفتر امور مقررات ملّی ساختمان
مشخصات نشر:	تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری:	۱۷۲ص.: جدول
فروست:	مقررات ملّی ساختمان ایران مبحث نوزدهم.
شابک:	978-964-7588-82-9
وضعیت فهرست نویسی:	فیپا
موضوع:	ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران
موضوع:	ساختمان سازی - - مصرف انرژی
رده بندی کنگره:	۱۹. ج ۱۳۹۰ ۲م۹الف/۳۴۰۲ KMH
رده بندی دیویی:	۳۴۳
شماره کتابشناسی ملّی:	۲۳۲۷۸۱۶

عنوان کتاب: مبحث ۱۹ صرفه جویی در مصرف انرژی

تهیه کننده:	دفتر امور مقررات ملّی ساختمان
نـــاشر:	نشر توسعه ایران
شمارگان:	۳۰۰۰ جلد
شـــابک:	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 ملّی 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 ملّی 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 ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی 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 ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی 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 ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی 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 ملّی 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 ملّی ساختمان وتصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی 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 ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی 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 ملّی 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 ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

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

ب) اعضای کمیته تخصصی

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

با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ج) دکتر بهروز محمدکاری — مسئول و تنظیم کننده متن پیش‌نویس

د) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

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

مقدمه

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 ملّی ساختمان، تحت عنوان صرفه‌جویی در مصرف انرژی تدوین گردید که بخش اعظم آن ضوابط طراحی عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ 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 ملّی ساختمان تهیه و ابلاغ گردید. در این ویرایش، علاوه بر پوستهٔ 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 فراورده‌های ساختمانی مورد استفاده در پوستهٔ 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 پوستهٔ 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 تعمیم 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 ملّی ساختمان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱۹-۱ کلیات ۱

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد ۱

۱۹-۱-۲ تعاریف ۲

۱۹-۲ مقررات کلی طراحی و اجرا ۱۳

۱۹-۲-۱ مدارک مورد نیاز برای اخذ پروانهٔ ساختمان ۱۳

۱۹-۲-۱-۱ گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح ۱۳

۱۹-۲-۱-۲ چک لیست انرژی ۱۳

۱۹-۲-۱-۳ نقشه‌های ساختمان ۱۴

۱۹-۲-۱-۴ مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت ۱۴

۱۹-۲-۱-۵ مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی و روشنایی ۱۵

۱۹-۲-۲ عوامل ویژهٔ اصلی و گروه‌بندی ساختمان‌ها ۱۵

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان ۱۵

۱۹-۲-۲-۲ گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی محل استقرار ساختمان ۱۶

۱۹-۲-۲-۳ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان ۱۶

۱۹-۲-۲-۴ گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان ۱۶

۱۹-۲-۲-۵ گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ۱۷

۱۹-۲-۳ عوامل ویژهٔ فرعی ۱۷

۱۹-۲-۳-۱ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ۱۷

۱۹-۲-۳-۲ گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی ۱۸

۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان ۱۸

۱۹-۲-۵ طراحی سیستم‌های مکانیکی ۱۹

۱۹-۲-۶ طراحی سیستم روشنایی ۱۹

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

۱۹-۴-۴-۱ ملاحظات کلی ۵۶
۱۹-۴-۴-۲ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن ۵۷
۱۹-۵ سیستم روشنایی و انرژی الکتریکی ۵۹
۱۹-۵-۱ سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی ۵۹
۱۹-۵-۲ سیستم‌های کنترل روشنایی ۵۹
۱۹-۵-۲-۱ روشنایی فضاها ۵۹
۱۹-۵-۲-۲ سیستم‌های کاهش میزان و یا مدت روشنایی ۶۰
۱۹-۵-۲-۳ کنترل خاموش کردن روشنایی ۶۰
۱۹-۵-۳ شدت روشنایی فضاها ۶۱
۱۹-۵-۴ روشنایی محوطه و بیرون ساختمان ۶۱
۱۹-۵-۴-۱ لامپ‌ها ۶۱
۱۹-۵-۴-۲ کنترل روشنایی محوطه و خارج ساختمان ۶۱
۱۹-۵-۵ کنتور ۶۱
۱۹-۵-۶ موتورها ۶۲
پیوست ۱: روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان ۶۳
پ۱-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار ۶۳
پ۱-۱-۱ جدار در تماس با خارج ۶۳
پ۱-۱-۲ جدار مجاور خاک ۶۴
پ۱-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده ۶۴
پ۱-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان ۶۴
پ۱-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید ۶۴
پ۱-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن ۶۵
پیوست ۲: روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی ۶۷
پیوست ۳: گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی شهرهای ایران ۶۹
پیوست ۴: گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها ۸۱
پیوست ۵: تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ۸۳
پیوست ۶: مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم ۸۵
پیوست ۷: ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول ۸۷

پیوست ۸ : مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی ۹۷
پ ۸-۱ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی ۹۷
پ ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس ۹۸
پ۸-۳ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول ۹۹
پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما) ۹۹
پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار) ۹۹
پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار) ۱۰۰
پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار) ۱۰۰
پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار) ۱۰۱
پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف) ۱۰۱
پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف) ۱۰۲
پ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف) ۱۰۲
پیوست ۹ : ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها ۱۰۷
پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها ۱۰۷
پ ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده ۱۰۸
پ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی ۱۰۹
پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) ۱۱۰
پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ۱۱۲
پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده ۱۱۲
پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره ۱۱۲
پ۹-۳ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ۱۲۰
پ۹-۴ ضرایب انتقال حرارت درها ۱۲۲
پیوست ۱۰ : سایه‌بان‌ها ۱۲۳
پیوست ۱۱ : روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی ۱۳۹
پ۱۱-۱ گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی ۱۴۱
پ۱۱-۲ روند محاسبات عددی ۱۴۱
پ۱۱-۳ ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول ۱۴۱
پ۱۱-۳-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک ۱۴۱
پ۱۱-۳-۲ دیوارهای مجاور خاک ۱۴۶

پ۱۱-۳-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده ۱۴۷
پ۱۱-۳-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی..... ۱۴۸
پ۱۱-۳-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار ۱۴۸
پ۱۱-۳-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی ۱۴۹
پ۱۱-۳-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر ۱۴۹

1-19 کلیات

مبحث حاضر از مقررات ملّی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویهٔ 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 عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ 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 تهویهٔ مورد نیاز برای سلامت ساکنان ساختمان‌ها منظور شود.

1-1-19 دامنه کاربرد

ضوابط ارائه شده در مورد پوستهٔ خارجی (بخش19-3) برای تمام ساختمان‌های جدیدالاحداث، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر. ک. به بخش19-2-2-5)، لازم‌الاجراست. این ضوابط در قالب دو روش الف (کارکردی[1]) و روش ب (تجویزی[2]) ارائه شده است. از روش کارکردی می‌توان در مورد تمام ساختمان‌ها استفاده کرد؛ اما کاربرد روش تجویزی به ساختمان‌های مسکونیِ 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 (بخش19-4) و سیستم روشنایی (بخش19-5) 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.

احداث **Construction**

بنا کردن ساختمان بر زمین خالی.

اینرسی حرارتی **Thermal inertia**

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

بازسازی **Renovation**

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

بازشو **Opening**

همهٔ سطوح قابل باز شدن در پوستهٔ 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.

بام تخت **Flat roof**

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

بام شیب‌دار **Pitched roof**

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.

برچسب انرژی **Energy label**

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.

پایانهٔ حرارتی **Thermal terminal**

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 کنترل شده انتقال می‌دهد (مانند رادیاتور).

پل حرارتی **Thermal bridge**

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

پوستهٔ خارجی **Building envelope**

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

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

پوستهٔ کالبدی **Physical envelope**

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.

تعویض هوا **Air exchange (air change)**

تأمین شرایط بهداشتی هوای داخل فضای کنترل‌شده، با عوض کردن میزان مشخصی از آن هوا با هوای تازه، در یک دورهٔ زمانی.

تغییر کاربری **Change of occupancy**

تغییر نوع بهره‌برداری از ساختمان موجود.

توسعه **Development**

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

تهویه **Ventilation**

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.

تهویهٔ مطبوع **Air conditioning**

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 تعیین‌شده.

جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف) **Translucent or Transparent layer**

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.

جرم سطحی **Surface mass**

جرم متوسط یک متر مربع از سطح پوستهٔ داخلی یا خارجی ساختمان.

جرم سطحی مؤثر جدار (m_i) **Effective surface mass of partitions**

جرم سطحی بخش رو به داخل جدار تشکیل دهندهٔ پوستهٔ خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان، که در محاسبهٔ جرم مؤثر و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

جرم مؤثر جدار **Effective mass of partitions**

حاصل‌ضرب جرم سطحی مؤثر در سطح جدار.

جرم مؤثر ساختمان (M) **Building effective mass**

مجموع جرم مؤثر جدارهای تشکیل‌دهنده پوستهٔ خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان که در محاسبهٔ اینرسی حرارتی ساختمان درنظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a) **Building effective surface mass**

نسبت جرم مؤثر ساختمان به سطح زیربنای مفید (ر.ک. به پیوست 1).

دیوار **Wall**

بخشی از پوستهٔ خارجی یا داخلی غیرنورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویهٔ بیش از 60 درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است.

روز- درجهٔ سرمایش **Cooling degree day**

واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار سرمایشی یک ساختمان در اوقات گرم سال به کار می‌رود. روز درجه سرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به 21 درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از 21 درجه سلسیوس بالاتر است.

روز- درجهٔ گرمایش **Heating degree day**

واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار گرمایشی یک ساختمان در اوقات سرد سال به کار می‌رود. روز درجه گرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به 18 درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از 18 درجه سلسیوس پایین‌تر است.

زیربنای مفید (A_h) **Building usable area**

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.

ساختمان مستقل کم‌ارتفاع **Individual (detached or semi-detached) dwelling**

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 کم‌ارتفاع» است.

ساختمان غیرمستقل **Attached Building**

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

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

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

شاخص خورشیدی (I_s) **Solar index**

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

شیشهٔ کم‌گسیل **Low-E (Emissivity) glass**

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 شیشهٔ کم‌گسیل، در سطحی که پوشش کم‌گسیل بر آن نشانده شده است، می‌تواند تا میزان 0/05 کاهش یابد.

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

ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان، یا بخشی از آن، برابر است با مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاهای کنترل‌شده، 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 پوستهٔ 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 پوستهٔ 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 (Û) Required thermal transmittance

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع، ضریب انتقال حرارت سطحی انواع مختلف جدارهای تشکیل‌دهنده پوستهٔ 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 (Ĥ) 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 ارائه‌شده 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 کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای میان فضاهای داخل و خارج است، در محاسبه انتقال حرارت از سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده، ضریبی به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت در نظر گرفته می‌شود (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 تابیده‌شده 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، می‌گذرد، 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 می‌تواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهای دیگری نیز مانند باربری، صدابندی داشته باشد. در این مبحث، کلمه «عایق» معادل عایق حرارت به کار می‌رود. تحت شرایط ویژه، هوا نیز می‌تواند عایق حرارت محسوب شود.

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود 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.

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) **Thermal insulation**

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

- مقاومت حرارتی کل پوستهٔ خارجی به همراه عایق حرارتی از حد مشخص‌شده‌ای بیشتر باشد؛
- ضریب هدایت حرارتی عایق مصرفی از حد مشخص‌شده‌ای بیشتر نباشد.

در برخی موارد، با انتخاب مناسب مصالح مورد نیاز در پوستهٔ 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 وسیلهٔ یک ماده یا مصالح خاص یا با سیستمی با چندین کارآیی 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 پوستهٔ 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 پوستهٔ 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).

عوامل ویژه **Specific factors**

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 19-2-2 و 19-2-3).

فضای زیستی **Living space**

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

فضای کنترل‌شده **Conditioned space**

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.

فضای کنترل‌نشده **Unconditioned space**

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

کاربری ساختمان **Building occupancy**

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

کف **Floor**

عنصر ساختمانی افقی که در بالا با فضایی کنترل‌شده، و در پایین با خاک، فضای کنترل‌نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوستهٔ خارجی ساختمان محسوب می‌شود.

گرمایش پایه **Background heating**

گرمایش اصلی ساختمان که با دمای خارج تنظیم می‌گردد.

گرمایش تکمیلی **Complementary heating**

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

گرمایش مرکب **Composite heating**

گرمایش تشکیل‌شده از دو مؤلفهٔ پایه و تکمیلی.

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

لامپ با بازده بیش از 55 لومن بر وات.

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

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

محدودهٔ دمای متعارف **Normal tempereture interval**

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

مراجع ذی‌صلاح **Competent authorities**

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

مقاومت حرارتی **Thermal resistance**

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.

نشت هوا **Air leakage**

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

واحد مسکونی **Residential unit**

یک واحد خانه، متشکل از یک اتاق یا بیشتر، که امکانـات کامـل و مـستقل (خـواب، خـوراک، پخت و پز و بهداشت) برای زندگی یک نفر یا بیشتر در آن فراهم باشد.

هوابندی **Air tightening**

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

2-19 مقررات کلی طراحی و اجرا

1-2-19 مدارک مورد نیاز برای اخذ پروانهٔ 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 خلاصهٔ اطلاعات زیر باشد:

1- مشخصات پروندهٔ ساختمانی و مهندس طراح؛

2- عوامل ویژهٔ اصلی:

- گونه‌بندی کاربری ساختمان (مطابق 19-2-2-1)؛
- گونه‌بندی نیاز انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق 19-2-2-2)؛
- گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق 19-2-2-3)؛
- گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان (مطابق 19-2-2-4).

3- گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق بند 19-2-2-5 تعیین می‌شود)؛

4- گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق 19-2-3-2)؛

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 تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ 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 نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی آن‌ها (در صورت استفاده از روش تجویزی)؛

10- مشخصات فنیِ مرتبط با مصرف انرژی سیستم مکانیکی گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویهٔ مطبوع و تأمین آب گرم؛

11- شدت روشنایی فضاها و نحوهٔ کنترل آن.

19-2-1-3 نقشه‌های ساختمان

نقشه‌های ساختمان، شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوستهٔ 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 پوستهٔ خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل 1:1، 1:2، 1:5 یا 1:10 (بر حسب نیاز) تهیه شوند؛ و در آنها نحوهٔ اجرای عایق‌کاری حرارتی و مشخصات فنی مصالح تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ 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 ارائهٔ 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 پوستهٔ 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 ضمیمهٔ 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 همه‌جانبهٔ محصول و آیین‌نامهٔ اجرای آن باشد.

در این صورت، مقادیر ذکرشده 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.

5-1-2-19 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 بهره‌بردای از این تجهیزات، اقدامات لازم برای تعیین مشخصات فنی مورد نیاز صورت گیرد.

2-2-19 عوامل ویژهٔ اصلی و گروه‌بندی ساختمان‌ها

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

- گونه‌بندی کاربری ساختمان؛
- گونه‌بندی نیاز سالانهٔ 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.

1-2-2-19 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 سالانهٔ 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.

5-2-2-19 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 چهارگانهٔ 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 ویژهٔ 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.

3-2-19 عوامل ویژهٔ فرعی

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

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

1-3-2-19 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 نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی

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

- استفادهٔ منقطع: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه‌ای که در هر شبانه‌روز، دست‌کم ده ساعت در روند استفاده وقفه بیفتد و بتوان کنترل دما در محدودهٔ متعارف زمان اشغال فضاها را متوقف کرد.
- استفادهٔ 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 استفادهٔ منقطع، با استفادهٔ مداوم تلقی می‌شوند:

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (ر.ک. به پیوست1)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از 7 درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ 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 پوستهٔ خارجی ساختمان

ضوابط طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان‌ها، برای کاهش انتقال حرارت، در بخش 19-3 بیان شده است. طراحی و تعیین میزان عایق‌کاری حرارتی اجزای پوستهٔ 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 همهٔ 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.

3-19 پوستهٔ خارجی ساختمان

بخش قابل توجهی از تبادل حرارت ساختمان از طریق پوستهٔ خارجی آن صورت می‌گیرد. در این قسمت، ضوابط طراحی پوستهٔ 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 پوستهٔ انواع ساختمان‌ها می توان از روش کارکردی بهره گرفت، اما روش تجویزی تنها برای محاسبه عایق کاری حرارتی پوستهٔ 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.

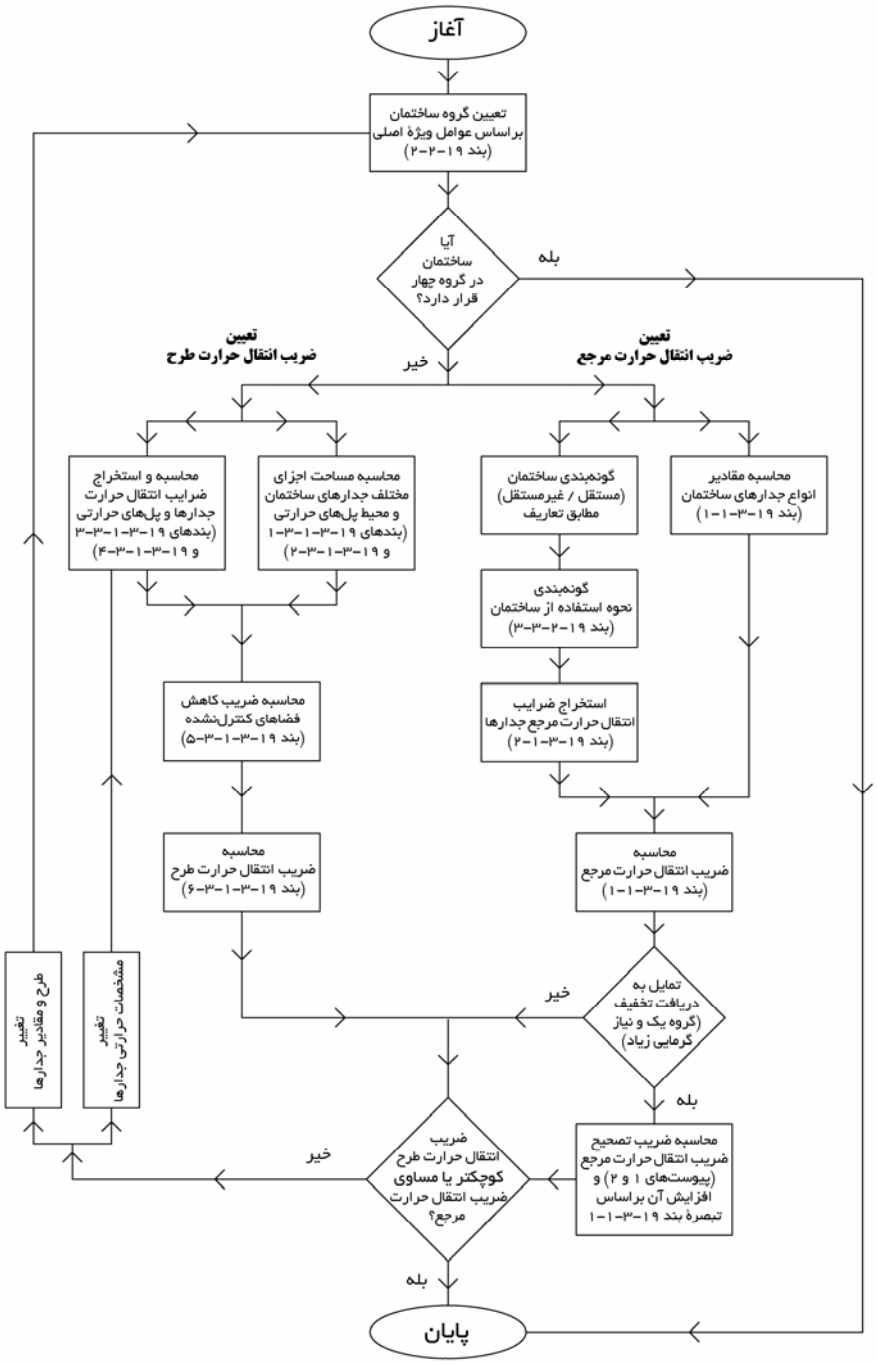
19-3-1 روش الف - روش کارکردی

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

برای محاسبه عایق‌کاری 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 عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها، با محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با حداکثر مقدار مجاز (ضریب انتقال حرارت مرجع) تعیین شود.

روش محاسبهٔ 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 عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ ساختمان در روش کارکردی نشان داده شده است.

شکل ۱- نمودار گردشی مراحل محاسبه عایق‌کاری 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 پوستهٔ خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛
- نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛
- کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.

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

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

در محاسبهٔ 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 کنترل‌نشده یا خاک باشند.

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

در ضمن، لازم است مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی ساختمان (شامل مساحت خالص کل دیوارها، بام، کف مجاور هوا، در، پنجره و سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده 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 محاسبهٔ 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:

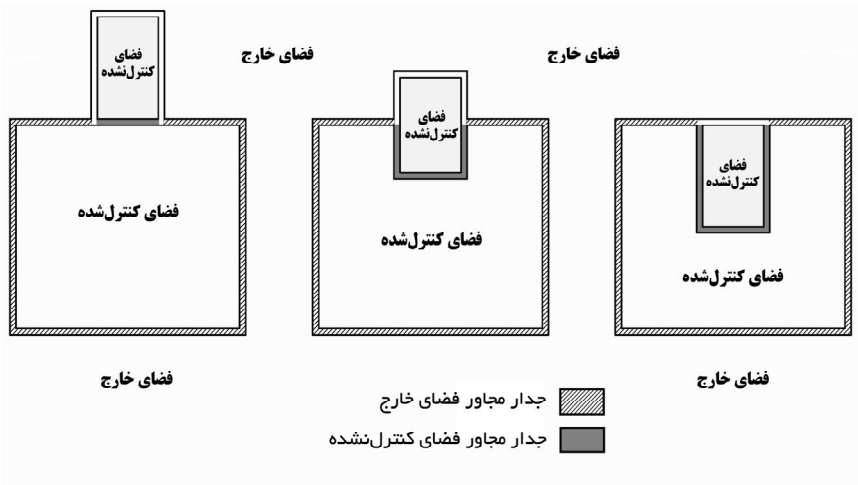
- A_W	مساحت کل دیوارهای مجاور فضای خارج	$[m^2]$
- $\hat{U}_W$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع دیوارها	$[W/m^2K]$
- A_R	مساحت کل بام‌های تخت یا شیب‌دار مجاور فضای خارج	$[m^2]$
- $\hat{U}_R$	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع بام تخت یا شیب‌دار	$[W/m^2K]$
- A_F	مساحت کل کف زیرین در تماس با هوای خارج	$[m^2]$
- $\hat{U}_F$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

توضیحات:

1- سطوح تمام جدارهای ساختمانی (A_W ، A_R ، A_F ، A_D ، A_{WB}) 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 کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته است. همچنین، منظور از «جدار مجاور فضای کنترل‌نشده» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و یک فضای کنترل‌نشده قرار گرفته است (شکل 2). در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.



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

تبصره 1: در مناطق دارای نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست 3)، می توان ضریب انتقال حرارت مرجع محاسبه‌شده را به میزان $\gamma.V$ (بر حسب وات بر کلوین) 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 می‌گردد. برای ساختمان‌های غیرمستقل با فضاهای مورد استفادهٔ مداوم، ضریب γ از جدول 1، و برای ساختمان‌های غیرمستقل با فضاهای مورد استفادهٔ منقطع، ضریب γ از جدول 2 استخراج می‌شود. روش تعیین اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی به ترتیب در پیوست 1 و پیوست 2 ارائه گردیده است.

جدول 1- محاسبهٔ ضریب γ برای ساختمان‌های غیرمستقل - فضاهای با استفادهٔ مداوم بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

اینرسی حرارتی	شاخص خورشیدی I_S		
	$0/01 > I_S$	$0/02 > I_S >=$	$I_S >= 0/02$
کم	0	0/03	0/06
متوسط	0	0/05	0/10
زیاد	0	0/06	0/12

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

اینرسی حرارتی	شاخص خورشیدی I_S		
	$0/01 > I_S$	$0/02 > I_S >=$	$I_S >= 0/02$
اختیاری	0	0/04	0/08

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

ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر پوستهٔ 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 رابطهٔ 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

19-3-1-3 محاسبهٔ 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 19-3-1-3-1 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 محاسبهٔ مساحت اجزای پوستهٔ خارجی

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، باید مقادیر تمام اجزای پوستهٔ 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 کنترل‌نشده، قرار گرفته‌اند. در محاسبه این سطوح، باید ابعاد داخلی فضاها ملاک قرار گیرد.

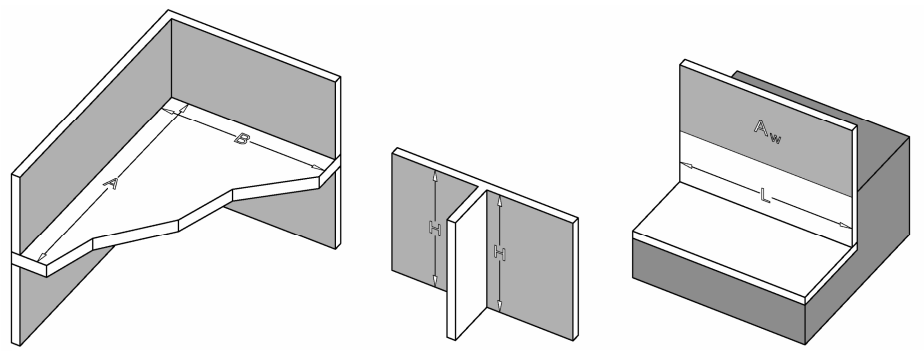
19-3-1-3-2 محاسبهٔ محیط پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی

همراه با محاسبهٔ مساحت اجزای مختلف پوستهٔ خارجی، لازم است طول پل‌های حرارتی پوستهٔ 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 صرف‌نظر 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 خاک:
L

پل حرارتی تقاطع دیوارهای داخلی و خارجی:
2 × H

پل حرارتی کف بین طبقات:
2 × (A+B)

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

3-19-3-1-3 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 پوستهٔ 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 پوستهٔ خارجی (پیوست 8) محاسبه گردد. لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوستهٔ 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 محاسبهٔ ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای پوسته، ضروری است ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتیِ 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 پل حرارتی را، با استفاده از مقادیر تعیین‌شده در جدول 32، پیوست 11 افزایش داد.

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

علاوه بر موارد یادشده در فوق، آنچه باید در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح انجام گیرد، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت تمام فضاهای کنترل‌نشدهٔ 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 کنترل‌نشدهٔ ساختمان و منظور کردن آن در محاسبهٔ 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 ملاحظهٔ ساده‌سازی عملیات، از محاسبهٔ دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضایی کنترل‌نشده صرف‌نظر شود، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک فرض می‌شود.

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

پس از مراحل فوق، باید ضریب انتقال حرارت طرح (H) با محاسبهٔ مجموع حاصل‌ضرب‌های مساحت اجزای مختلف پوسته در ضریب انتقال حرارت و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر هر کدام از آنها، و همچنین مجموع حاصل‌ضرب‌های 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:

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

توضیحات:

1- منظور از جدار مجاور فضای خارج جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از جدار مجاور فضای کنترل‌نشده جداری است که بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده قرار می‌گیرد (شکل 2). در رابطهٔ بالا، سطوح جدارها و پل‌های حرارتی بین فضاهای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

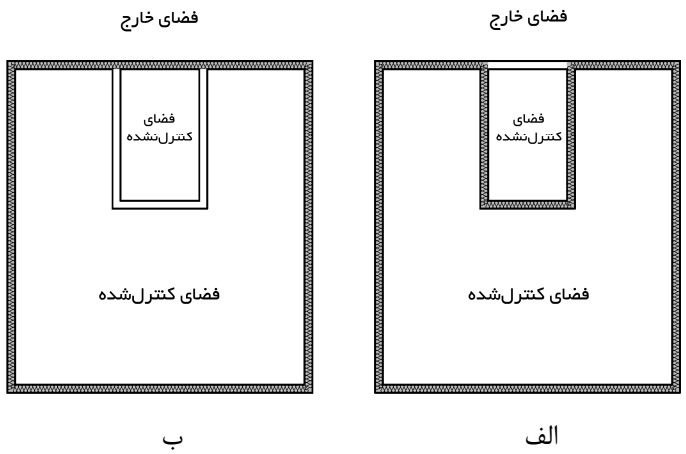
2- ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر یک است.

3- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه‌شده برای آن فضای کنترل‌نشده است (بند 19-3-1-3-5). در صورت عدم تمایل به انجام محاسبهٔ فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.

4- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضایی کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید (شکل 4 ب)، باید در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، به جای جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضاهای کنترل‌شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل‌نشده مذکور و فضای خارج را در رابطهٔ فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده 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 کنترل‌نشده 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 مقایسهٔ ضریب انتقال حرارت طرح و مرجع

پس از محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌شود. در روش کارکردی، عایق‌کاری حرارتی ساختمان باید به گونه‌ای 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 پوستهٔ خارجی، ضریب انتقال حرارت طرح را، تا مقداری کمتر از یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع، کاهش داد.



شکل 4- الف: عایق‌کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای مجاور فضاهای کنترل‌نشده
ب: عایق‌کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای بین فضای کنترل‌نشده و خارج

2-3-19 روش ب – روش تجویزی

طراحی با روش تجویزی، در مقایسه با روش کارکردی، به مراتب ساده‌تر است. این روش 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 صرفه‌جویی در مصرف انرژی، قابل استفاده است.

در این روش، حداقل مشخصات حرارتی قابل قبول جدارهای پوستهٔ خارجی، براساس گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر. ک. به بخش 19-2-2-5)، در دو مجموعه راه‌حل فنی زیر ارائه می‌شود و لازم‌الاجراست:

ب-1) مجموعه راه‌حل‌های فنی، با بهره‌گیری از *پنجره‌های برتر* (ص 37 تا 42)؛ که برای ساختمان‌های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه‌های 1، 2 یا 3 از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

ب-2) مجموعه راه‌حل‌های فنی، با بهره‌گیری از *پنجره‌های ساده* (ص 43 تا 46)؛ که برای ساختمان‌های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه‌های 2 یا 3 از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

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

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

* 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 نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)؛

2- حداقل مقاومت حرارتی بام، در دو حالت مجاورت بام با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوهٔ 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 کنترل‌نشده، و براساس نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی کف مجاور هوا و دیوارهای ساختمان؛

5- روش قابل قبول عایق‌کاری 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 ساختمانِ 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 ساختمانِ دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست 3 دارای نیاز غالب *سرمایی* باشد و تمامی جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز سایه‌بان‌های معین‌شده 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 دربارهٔ مجموعه راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

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

- در عایق‌کاری 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 عایق‌کاری حرارتی از داخل و مقادیر متناظر با آنها استفاده نمود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد دیوار، بام و کف مجاور هوا مربوط به تمامی ضخامت جدارها است. بنابراین، لازم است مقاومت حرارتی عایق، با استفاده از مقادیر بیان‌شده در راه‌حل فنی و با در نظر گرفتن مقاومت حرارتی دیگر لایه‌های جدار، تعیین شود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد کف روی خاک تنها مربوط به لایهٔ عایق حرارتی است.

- در مورد فضاهای کنترل‌نشده، طراح می‌تواند، به جای عایق‌کاری حرارتی جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشدهٔ ساختمان (شکل 4 الف، ص 33)، به عایق‌کاری حرارتی تمام جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضای خارج (شکل 4 ب، ص 33)، با استفاده از مقادیر و مشخصات تعیین‌شده 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 کنترل‌شده بودن فضاهای ساختمان مجاور، نیازی به عایق‌کاری حرارتی آن جدارها نیست، اما در صورتی که اطلاعی در مورد نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور در دست نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.

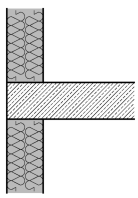
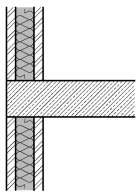
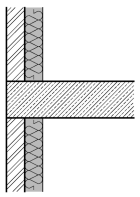
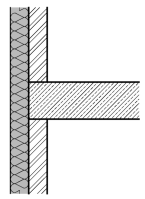
ب) در صورت پوشیده نشدن درز میان دو ساختمان، جدار مجاور آن مانند جدار مجاور فضای خارج در نظر گرفته می‌شود.

- در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که بدون درز انقطاع به بنای قطعه مجاور چسبیده‌اند، اگر فضاهای بنای مجاور کنترل‌شده باشند، نیاز به عایق‌کاری حرارتی این جدارها نیست. اما اگر نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور معلوم نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.

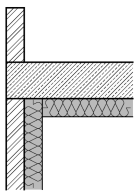
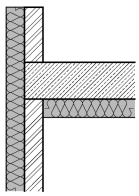
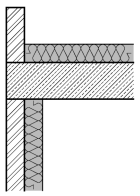
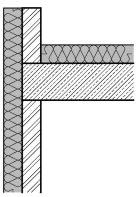
5-2-3-19 مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-1 (با پنجرهٔ برتر)

1-5-2-3-19 ساختمان‌های گروه 1 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

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

دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده	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

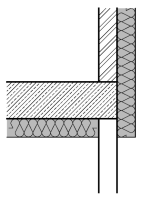
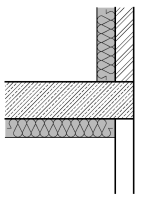
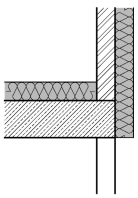
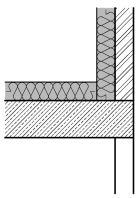
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [m^2.K/W]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف	
	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار
				
1/0	2/1	3/0	3/0	3/0

ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

همهٔ جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای ردهٔ کیفی یک باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده 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]

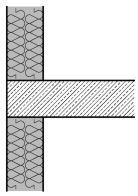
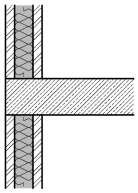
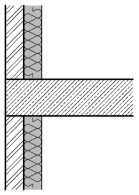
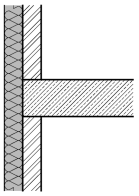
کف مجاور فضای کنترل‌نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف	
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار
				
0/9	3/2	3/2	3/2	2/1

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

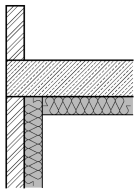
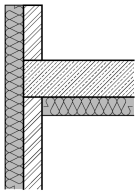
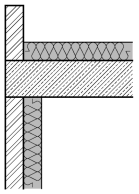
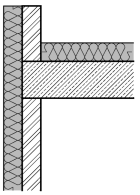
موقعیت کف ساختمان		
بیش از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه	کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه، یا هم‌تراز با محوطه، یا پایین‌تر از محوطه	
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70
0/9	0/7	1/1

2-5-2-3-19 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			
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی
				
0/8	1/4	1/5	1/5	0/9

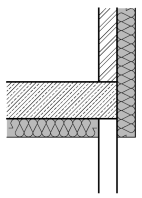
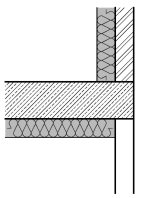
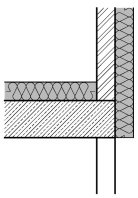
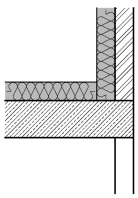
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [m^2.K/W]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف	
	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری 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 ردهٔ کیفی 2 یا 1 باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از رده‌های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

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

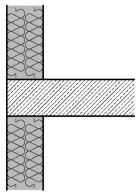
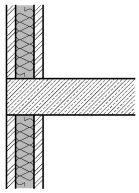
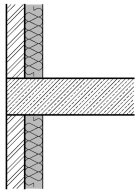
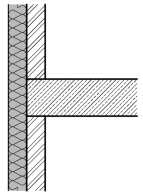
کف مجاور فضای کنترل‌نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف	
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار
				
2/2	2/2	2/2	1/5	0/7

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

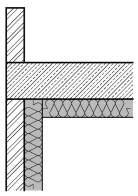
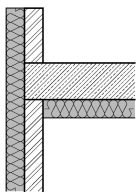
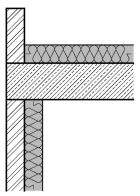
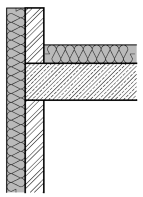
موقعیت کف ساختمان					
بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		به میزان 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 100 سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر
0/7	0/9	0/5	0/7	0/3	0/5

3-19-2-5-3 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			
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی
				
0/7	1/1	1/2	1/2	0/8

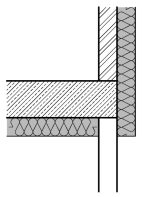
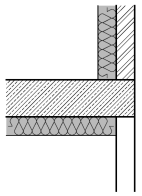
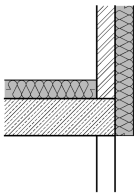
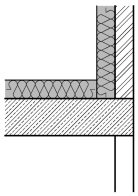
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی داخلی بام یا سقف		عایق حرارتی خارجی بام یا سقف	
	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری 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 کنترل‌نشده 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 کنترل‌نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف	
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار
				
0/6	1/7	1/7	1/7	1/3

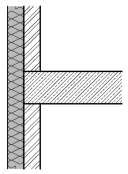
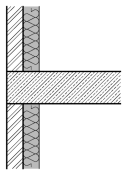
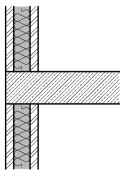
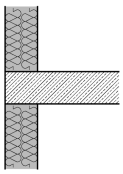
ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [m^2.K/W]

موقعیت کف ساختمان				
بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		کف ساختمان به میزان 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		کف ساختمان پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر	عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل‌شده ضرورت ندارد.
0/2	0/5	0/2	0/3	

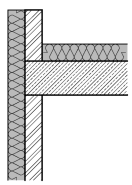
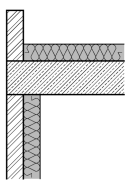
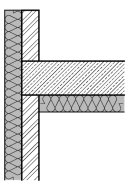
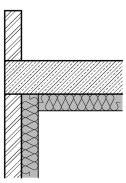
6-2-3-19 مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-2 (با پنجرهٔ ساده)

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

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

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

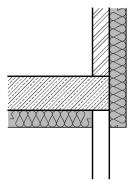
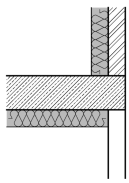
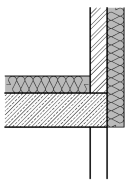
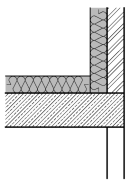
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

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

ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مساوی یا کمتر از 20 درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می‌توان، با رعایت الزامات تعیین‌شده در این بخش، از پنجره‌های ردهٔ کیفی 3 (مطابق جدول 6) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-1 مربوط به این گروه (بند 19-3-2-5-2) بهره جست.

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

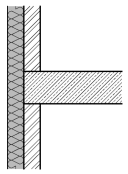
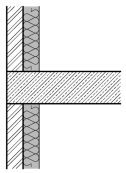
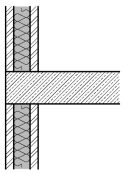
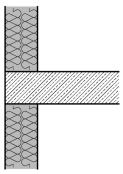
توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است.	کف مجاور فضای خارج				کف مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف		
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی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

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

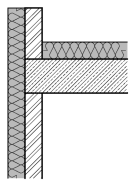
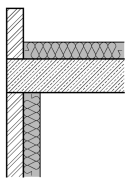
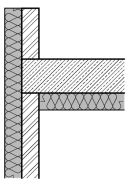
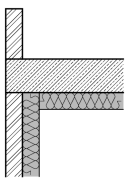
موقعیت کف ساختمان					
بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		تا ارتفاع 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با آن، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از آن	
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 100 سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر
0/7	0/9	0/5	0/7	0/3	0/5

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

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

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

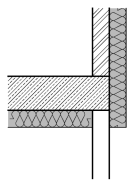
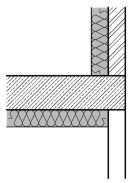
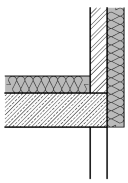
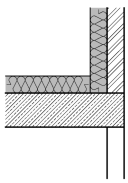
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام [m^2.K/W]

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

ج - جدارهای نورگذر

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مساوی یا کمتر از 25 درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می‌توان، با رعایت الزامات تعیین‌شده در این بخش، از پنجره‌های رده کیفی 3 (مطابق جدول 6) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه‌حل‌های 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]

توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است.	کف مجاور فضای خارج				کف مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی		عایق حرارتی داخلی		
	همراه با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	همراه با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	همراه با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	همراه با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	
					
	1/7	1/7	1/7	1/7	0/6

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

موقعیت کف ساختمان				
بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		تا ارتفاع 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با آن، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از آن
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر	عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل‌شده ضرورت ندارد.
0/2	0/5	0/2	0/3	

3-3-19 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 عایق‌کاری 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
- تهویهٔ طبیعی

1-3-3-19 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 تهویهٔ طبیعی و حفظ شرایط آسایش حرارتی استفاده کرد.

2-3-3-19 حجم و فرم کلی ساختمان

حجم و فرم کلی ساختمان در انتقال انرژی حرارتی بسیار مؤثر است. هر قدر نسبت سطح پوستهٔ 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 پوستهٔ 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 تهویهٔ طبیعی برای تمام فضاهای داخلی فراهم گردد.

19-3-3-3 جانمایی فضاهای داخلی

فضاهای داخلی ساختمان به دو دستهٔ 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 داخل ساختمان 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 پوستهٔ خارجی، هر قدر مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوستهٔ 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.

5-3-3-19 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. زاویهٔ سایبان افقی یا عمودی[1] 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، زاویهٔ سایه‌بان افقی و زاویهٔ 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.

6-3-3-19 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 واژهٔ «عمودی» به جای واژهٔ «قائم» به کار رفته است، در این مبحث نیز از واژهٔ «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 پوستهٔ ساختمان توصیه می‌گردد. اما در فضاهای با استفادهٔ منقطع در طول شبانه‌روز، اینرسی حرارتی بهتر است تا حد ممکن کم باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت داخلی پوستهٔ ساختمان صورت گیرد. جزییات مربوط به محاسبه اینرسی حرارتی در پیوست 1 آمده است.

19-3-3-7 تهویه طبیعی

فراهم ساختن امکان تهویهٔ 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 تعبیهٔ 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، تهویهٔ طبیعی شبانهٔ ساختمان موجب خنک‌سازی توده مصالح می‌شود. در طول روز نیز، تهویهٔ 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 همهٔ 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 زمین‌گرمایی، 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، آب‌گرم‌کن‌ها، 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 طولانی‌مدت 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 درجهٔ سلسیوس و در اوقات گرم سال حداقل 28 درجهٔ 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 درجهٔ 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) درجهٔ تنظیم دما برای کنترل سیستم باید در ارتباط با دمای هوای بیرون ساختمان به صورت خودکار قابل تنظیم باشد.

ه) برای همهٔ 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.

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

رابطه بالا در تمام سیستم‌های تمام هوا و آب- هوا و فن کویل 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.

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، عایق‌کاری حرارتی سیستم‌های توزیع بخار، آب و هوا الزامی است و بر اساس مقررات این بند انجام می‌گیرد.

19-4-2-2-1 عایق‌کاری 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 عایق‌کاری حرارتی گردد. برای تضمین حداقل ضخامت مفید عایق حرارتی، استفاده از عایق‌های حرارتی پیش‌ساخته توصیه می‌شود. در زمان نصب، باید از فشرده کردن 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 عایق‌کاری 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 عایق‌کاری 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 عایق‌کاری شوند. در مورد کانال‌های کولر آبی واقع در فضای داخلی ساختمان، نیازی به عایق‌کاری حرارتی نیست.

3-2-4-19 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.

3-4-19 سیستم‌های تهویه

1-3-4-19 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 مجهز 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 درجهٔ آلودگی هوای داخل تغییر می‌کند، تنظیم خودکار میزان هوای تازه الزامی است.

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

2-3-4-19 کیفیت درزبندی بازشوها

در هر واحد مستقل، چنانچه میزان تهویهٔ ناخواستهٔ 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 تهویهٔ ناخواستهٔ 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 تهویهٔ هوای ناخواسته از بازشوها کاهش یابد، باید هوای تازهٔ مورد نیاز برای تأمین سلامتی و بهداشت، به صورت طبیعی یا مکانیکی، فراهم گردد.

19-4-4 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 آب‌گرم‌کن‌های مخزن‌دار بدون پمپ، استفاده از محبوس‌کننده حرارت[1] 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 آب‌گرم‌کن استخرها، برای آسانی و سهولت کار، باید مجهز به کلید روشن و خاموشِ 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 تصفیهٔ آب، استفاده از کنترلر ساعتی الزامی است. توصیه می‌شود، در ساعات حداکثر بار شبکه، از پمپ استفاده نشود.

1. Heat trap

ح) آب‌دهی دستشویی و سردوشی‌های حمام در فشار 550 kPa (حدود 5/5 بار یا آتمسفر) 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.

2-4-4-19 عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

الف) در سیستم‌های آب گرم مصرفی، لوله‌ها باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از 0/88 $[m^2.K/W]$ باشند.

ب) مخزن‌های آب‌گرم باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از 1/00 $[m^2.K/W]$ 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.

5-19 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.

1-5-19 سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی

در فضاهای عمومی کلیه ساختمان‌ها که از روشنایی الکتریکی به صورت ممتد استفاده می‌شود، به‌کارگیری 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 نصب‌شدهٔ درون یا روی سقف باید دارای بازتابنده‌هایی باشند، تا بیشترین روشنایی به فضا برسد.

2-5-19 سیستم‌های کنترل روشنایی

1-2-5-19 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 تزیینی استفاده می‌شود صادق نیست.

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

روشنایی فضاهای محصوری 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 نور[1] برای کنترل تمام سیستم‌های روشنایی؛
2- کنترل ردیف‌های زوج و فرد با دو کلید؛
3- نصب کلید مستقل برای لامپ وسط سیستم‌های سه‌لامپی؛
4- نصب کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعهٔ 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، سرسراها (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.

1. Dimmer

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.

3-5-19 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 بهرهٔ 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.

4-5-19 روشنایی محوطه و بیرون ساختمان

1-4-5-19 لامپ‌ها

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

2-4-5-19 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.

5-5-19 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 مؤسسهٔ 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 می‌گردد.

پیوست 1:

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، در وهلهٔ 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 تشکیل‌دهندهٔ 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.

پ1-1 تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

پ1-1-1 جدار در تماس با خارج

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان، یا بخشی از آن، فاقد عایق‌حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارتِ همگن باشد، در محاسبهٔ 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 محاسبهٔ جرم مؤثر جدار منظور می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ یک جدار بیش از 150 کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.

پ1-1-2 جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه‌رو یا فضای بستهٔ 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 عایق‌حرارت است در محاسبهٔ جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از 150 کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.

پ1-1-3 جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده

جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضایی کنترل‌نشده (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.

پ1-1-4 جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل‌شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌است 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.

پ1-2 جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

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

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 رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$m_a = M / A_h$$

پ1-3 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

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

پیوست 2:

روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی

طراح، در صورت تمایل، می‌تواند از این ضریب برای ساختمان‌های گروه 1، از نظر میزان صرفه‌جویی 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 بـر مبنـای رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$I_s = \Sigma (A_i.S_i.\sigma_i) / V$$

A_i : مساحت بخش نورگذر i پوستهٔ خارجی ساختمان به مترمربع

S_i : ضریب عبور (گذر) خورشیدی برای بخش نورگذر i، مطابق جدول 9

σ_i : ضریب کاهش مربوط به موقعیت سطح نورگذر، مطابق جدول 10

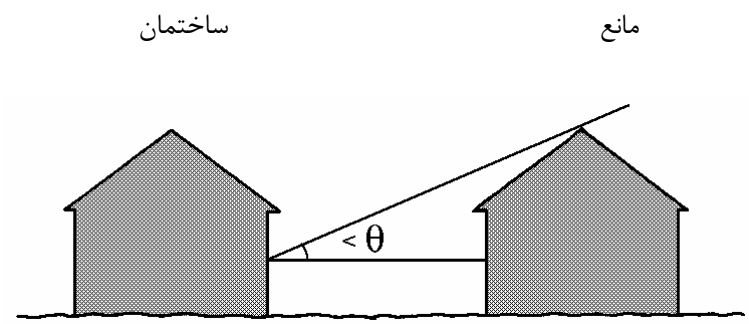
V : حجم کل فضای کنترل‌شدهٔ ساختمان، یا بخش مورد نظر

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

نوع شیشه	ساده		رنگی ساده			رنگی انعکاسی			مشجر	دوجداره
رنگ	بی‌رنگ		سبز	برنزی	آبی	آبی	برنز	جیوه‌ای	بی‌رنگ	بی‌رنگ
(ضخامت میلی‌متر)	4	6	6	4	6	6	6	6	4	6-4
S_i	0/86	0/83	0/62	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

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



شکل 5- زاویه رؤیت موانع روبروی سطوح نورگذر

1. جهت‌ها به روش زیر تعیین می‌گردد:
جنوب : جهت‌های بین جنوب شرقی و جنوب غربی
شرق : جهت‌ها 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 سالانهٔ انرژی شهرهای ایران

در این پیوست، گونه‌بندی نیاز انرژی 245 شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی‌که 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	آغاجاری	زیاد		●
9	آمل	کم	●	
10	آوج	زیاد	●	
11	احمدآباد - درودزن	متوسط	●	
12	احمدوند	متوسط	●	
13	اختحوان گلپایگان	متوسط	●	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

نوع کاربری الف	مسکونی، بیمارستان، هتل، مهمانسرا، آسایشگاه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه
نوع کاربری ب	ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، بخش اداری ساختمان صنعتی، ساختمان آموزشی، خانهٔ 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 ج	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 د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، کارخانهٔ صنعتی اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو و مشابه آنها، پارکینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه فرعی مترو، ترمینال راه‌آهن، پناهگاه، ساختمان کشتارگاه

پیوست 5:

تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از پیوست 4)	نیاز انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست 3)	شهرهای بزرگ (براساس بند 19-2-2-4)		شهرهای کوچک (براساس بند19-2-2-4)	
		زیربنای بیش از 1000 متر مربع	زیربنای کمتر از 1000 متر مربع	زیربنای بیش از 1000 متر مربع	زیربنای کمتر از 1000 متر مربع
نوع الف	زیاد	گروه 1		گروه 2	
	متوسط	گروه 2		گروه 3	
	کم	گروه 3		گروه 4	
نوع ب	زیاد	گروه 1	گروه 2	گروه 2	
	متوسط	گروه 2	گروه 3	گروه 3	
	کم	گروه 3	گروه 4	گروه 4	
نوع ج	زیاد	گروه 2		گروه 2	
	متوسط	گروه 3		گروه 3	
	کم	گروه 4		گروه 4	
نوع د	زیاد	گروه 4		گروه 4	
	متوسط	گروه 4		گروه 4	
	کم	گروه 4		گروه 4	

پیوست 6:

مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

ردیف	مقادیر فیزیکی و تعاریف	معادل انگلیسی	علامت	واحد
1	**حرارت، مقدار حرارت**	Heat, quantity of heat	Q	J
2	**توان حرارتی** مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود: $\Phi = dQ/dt$	Heat flow rate	Φ	W
3	**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: $q = - \lambda \, . \, \mathrm{grad}\, T$	Thermal conductivity	λ	W/(m.K)
4	**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 رابطهٔ خطی با دما دارد: $R = d / \lambda$	Thermal resistance	R	$m^2.K/W$

ردیف	مقادیر فیزیکی و تعاریف	معادل انگلیسی	علامت	واحد
5	**ضریب تبادل حرارت در سطح جدار** نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار.	Surface coefficient of heat transfer	h	$W/(m^2.K)$
6	**ضریب انتقال حرارت سطحی** نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جداری به سطح یک مترمربع، در حالت پایدار: $U = \Phi / ((T_i-T_e) . A)$	Thermal transmittance	U	$W/(m^2.K)$
7	**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: $\Psi = \Phi / ((T_i-T_e) . L)$	Linear thermal transmittance	Ψ	W/(m.K)
8	**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: $H = \Phi / \Delta T$	Coefficient of heat loss	H	W/K
9	**شاخص خورشیدی**	Solar Index	I_S	m^{-1}

پیوست 7:

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
1. اندود و ملات آهکی یا سیمانی	بیش از 2000	1,80
	1800 تا 2000	1,30
	1600 تا 1800	1,00
	1450 تا 1600	0,80
	1250 تا 1450	0,70
	1000 تا 1250	0,55
	750 تا 1000	0,40
	500 تا 750	0,30
2. بتن و فرآورده‌های بتنی		
بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی):		
- متراکم	2300 تا 2600	2,00
	2000 تا 2300	1,65
- متخلخل	1800 تا 2000	1,35
	1600 تا 1800	1,15
- مسلح:[1]		
درصد میل‌گرد: بین 1 تا 2 درصد	2300 تا 2400	2,30
درصد میل‌گرد: بیش از 2 درصد	بیش از2400	2,50

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

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

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

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
- نسبت: 1 به 6	400 تا 600	0/24
- لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	400 تا 450	0/19
بتن هوادار اتوکلاو شده[1]:		
- چگالی اسمی: 800	775 تا 825	0/29
- چگالی اسمی: 750	725 تا 775	0/27
- چگالی اسمی: 700	675 تا 725	0/25
- چگالی اسمی: 650	625 تا 675	0/23
- چگالی اسمی: 600	575 تا 625	0/21
- چگالی اسمی: 550	525 تا 575	0/19
- چگالی اسمی: 500	475 تا 525	0/18
- چگالی اسمی: 450	425 تا 475	0/16
- چگالی اسمی: 400	375 تا 425	0/15
بتن با خرده چوب:		
- ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان	450 تا 650	0/16
موزاییک	2000 تا 2300	1/65
	1800 تا 2000	1/35
3. بتونهٔ درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی[2]		
سیلیکون خالص	1200	0/35
سیلیکون خمیری	1450	0/50
سیلیکون اسفنجی	750	0/12
پلی‌یورتان	1300	0/21
پی‌وی‌سی قابل انعطاف با 40 درصد روان‌ساز	1200	0/14
پلی‌یورتان اسفنجی	70	0/05
پلی‌اتیلن اسفنجی	70	0/05

1. AAC
2. Thermal break

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
4. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان		
کائوچو طبیعی	910	0/13
کائوچو اسفنجی	70	0/06
کائوچو سخت	1200	0/17
پلی‌ایزو بوتیلن	930	0/20
پلی‌سولفور	1700	0/40
بوتادی‌ان	980	0/25
آکریلیک	1050	0/20
پلی‌آمید (نایلون)	1150	0/25
رزین فنلی	1300	0/30
رزین پلی‌استر	1400	0/19
پلی‌اتیلن چگالی زیاد (HD)	980	0/50
پلی‌اتیلن چگالی کم (LD)	920	0/33
پلی‌پروپیلن	910	0/22
پلی‌پروپیلن با 20 درصد الیاف شیشه	1200	0/25
پلی‌استایرن	1050	0/16
پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)	1180	0/18
پلی وینیل کلراید (PVC)	1390	0/17
پلی‌کلروپرن (نئوپرن)	1240	0/23
بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم	1200	0/24
اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)	1150	0/25
پلی‌تترا فلوئورو اتیلن (PTFE)	2200	0/25
رزین اپوکسی	1200	0/20
پلی‌یورتان	1200	0/25
پلی‌استات	1410	0/30
پلی‌کربنات	1200	0/20

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

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

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

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

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

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

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 لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی

در این قسمت، مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی و هوای محیط داخلی یا خارجی (R_e, R_i) به دست داده می‌شود. مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح، بسته به زاویهٔ 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 لایهٔ هوای تهویه شده در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، لایهٔ هوا مانند فضای خارج تلقی می‌شود، با این تفاوت که مقاومت حرارتی R_e بین سطح خارجی پوستهٔ خارجی و لایهٔ هوای تهویه شده برابر با R_i در نظر گرفته می‌شود.

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

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

پ8-2 مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

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

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

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

پ8-3 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.

پ8-3-1 آجر پلاک (نما)

جدول 13- مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

لایهٔ ساختمانی	ضخامت (سانتی‌متر)	مقاومت حرارتی
آجر پلاک در نما	3 تا 4	**0/03**

پ8-3-2 آجر توپر (دیوار)

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

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

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

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

پ-8-3-3 آجر سوراخ‌دار (دیوار)

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

وزن مخصوص مادهٔ سفالی: 1700 تا 2000 کیلوگرم بر متر مکعب
درصد روزنه‌ها: 25 تا 40 درصد

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

شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)		
	10/5	22	35
	0/13		
		0/28	
			0/42

پ-8-3-4 بلوک سفالی (دیوار)

جدول 16- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)					
	7/5	10/5	12/5	15	20	40
	0/16	**0/20**				
			0/27	**0/30**		
یا					**0/39**	**0/78**

پ8-3-5 بلوک سیمانی (دیوار)

جدول 17- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)				
	7/5	10/5	15	20	40
	0/07	**0/09**			
			0/14	**0/19**	
					0/32

پ8-3-6 تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : 50 سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : 8 تا 10 میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سفالی بلوک : 1700 تا 2100 کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : 5 سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

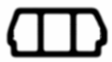
جدول 18- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

شکل بلوک مقطع افقی	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)	
	20	25
	0/26	
		0/35

پ8-3-7 تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

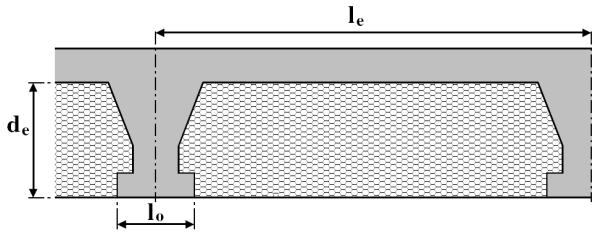
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : 50 سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : 15 تا 30 میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سیمانی بلوک : 1950 تا 2250 کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : 5 سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول 19- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

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

پ8-3-8 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.

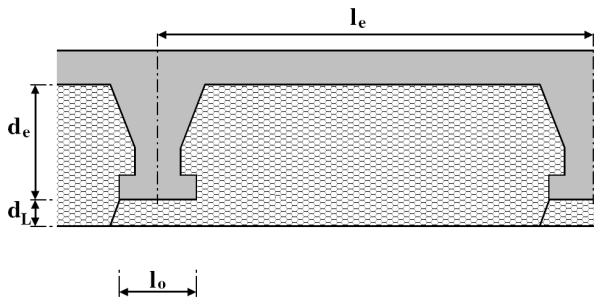


شکل6- تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

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

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

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



شکل7- نمونهٔ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

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

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

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

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

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 پ9-1 و پ9-2، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوهٔ تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ9-3، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ9-4 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. همهٔ مقادیر بر حسب $W/m^2.K$ هستند.

پ9-1 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.

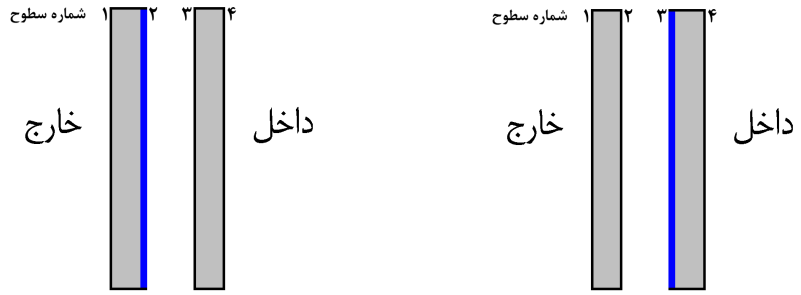
برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت 85 درصد[1] در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقادیر مربوط تنها در صورتی ملاک عمل است که تولیدات مربوط دارای گواهی‌نامهٔ مؤید وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر مربوط به هوا ملاک 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، نشاند.

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)

پ9-1-1 شیشه‌های ساده

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

در حالتی که جدار عمودی است $U_{gl} = 5/8\ [W/(m^2.K)]$

در حالتی که جدار افقـــی است $U_{gl} = 6/9\ [W/(m^2.K)]$

پ9-1-2 شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول 22- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا (100 درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]								
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n							
		0/05	0/10	0/15	0/20	0/25	0/30	0/35	0/40
6	3/3	2/5	2/6	2/6	2/7	2/8	2/8	2/9	2/9
8	3/1	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/5	2/6	2/7
10	2/9	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3	2/3	2/4	2/5
12	2/8	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4
14	2/7	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2	2/2
16	2/7	1/4	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2
18	2/7	1/4	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2
20	2/7	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2

جدول 23- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون (85 درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]								
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n							
		0/05	0/10	0/15	0/20	0/25	0/30	0/35	0/40
6	3/1	2/1	2/2	2/3	2/4	2/4	2/5	2/6	2/6
8	2/9	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3	2/3	2/4
10	2/8	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3
12	2/7	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/1
14	2/6	1/2	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1
16	2/6	1/2	1/4	1/5	1/6	1/8	1/9	2/0	2/0
18	2/6	1/2	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/0
20	2/6	1/2	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1

جدول 24- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با کریپتون (85 درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]								
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n							
		0/05	0/10	0/15	0/20	0/25	0/30	0/35	0/40
6	2/8	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3
8	2/7	1/3	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1
10	2/6	1/2	1/3	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0
12	2/6	1/2	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	2/0
14	2/6	1/2	1/4	1/5	1/6	1/8	1/9	2/0	2/0
16	2/6	1/2	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/0
18	2/6	1/2	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1
20	2/6	1/2	1/4	1/5	1/7	1/8	1/9	2/0	2/1

پ9-1-3 شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)

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

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]								
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n							
		0/05	0/10	0/15	0/20	0/25	0/30	0/35	0/40
6	3/6	2/7	2/8	2/9	3/0	3/0	3/1	3/2	3/2
8	3/5	2/4	2/5	2/6	2/7	2/8	2/8	2/9	3/0
10	3/4	2/3	2/4	2/6	2/6	2/7	2/8	2/9	2/9
12	3/4	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7	2/8	2/8	2/9
14	3/4	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7	2/7	2/8	2/9
16	3/4	2/2	2/3	2/5	2/6	2/6	2/7	2/8	2/9
18	3/4	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7	2/8	2/9
20	3/3	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7	2/8	2/9

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

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]								
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n							
		0/05	0/10	0/15	0/20	0/25	0/30	0/35	0/40
6	3/4	2/2	2/3	2/5	2/5	2/6	2/7	2/8	2/9
8	3/3	2/0	2/1	2/3	2/4	2/5	2/6	2/6	2/7
10	3/2	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7
12	3/2	1/9	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7
14	3/2	1/9	2/0	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/6
16	3/2	1/9	2/0	2/1	2/3	2/4	2/4	2/5	2/6
18	3/2	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6
20	3/2	1/8	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6

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

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]								
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n							
		0/05	0/10	0/15	0/20	0/25	0/30	0/35	0/40
6	3/2	1/9	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/6
8	3/2	1/9	2/0	2/1	2/2	2/4	2/4	2/5	2/6
10	3/2	1/8	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6
12	3/1	1/8	1/9	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6
14	3/1	1/8	1/9	2/0	2/2	2/3	2/4	2/5	2/5
16	3/1	1/7	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5
18	3/1	1/7	1/9	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5
20	3/1	1/7	1/8	2/0	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5

پ9-2 ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ9-2-1 جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده

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

$U_G = 5/8\ [W/(m^2.K)]$ در حالتی که جدار عمودی است

$U_G = 6/9\ [W/(m^2.K)]$ در حالتی که جدار افقی است

در پنجره‌های چوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چندجداره در نظر گرفته می‌شود؛ و در صورت کاربرد آن با شیشهٔ تک‌جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و آلومینیومی ساده به کار برده می‌شود.

پ9-2-2 جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت یک جدار نورگذر دارای شیشهٔ دوجداره (U_G)، لازم است، علاوه بر مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (U_{gl})، ضریب انتقال حرارت قاب بازشو (U_{fr}) 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 **[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 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار 1/5، 1/8 و 2/5 **[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 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار 0/13 و 0/18 **[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 **[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 (ص116) مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول 30 (ص119) مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = 3/0	U_{fr} = 4/0	U_{fr} = 5/0
پنجرهٔ لولایی	1/2	2/2	2/5	2/9
	1/3	2/3	2/6	2/9
	1/4	2/3	2/7	3
	1/5	2/4	2/7	3/1
	1/6	2/5	2/8	3/1
	1/7	2/5	2/9	3/2
	1/8	2/6	2/9	3/3
	1/9	2/7	3	3/3
	2	2/7	3	3/4
	2/1	2/7	3	3/4
	2/2	2/8	3/1	3/4
	2/3	2/8	3/2	3/5
	2/4	2/9	3/2	3/6
	2/5	3	3/3	3/6
	2/6	3	3/4	3/7
	2/7	3/1	3/4	3/8
	2/8	3/1	3/5	3/8
	2/9	3/2	3/6	3/9
در پنجره‌ای لولایی	1/2	2/1	2/4	2/7
	1/3	2/2	2/5	2/8
	1/4	2/2	2/5	2/8
	1/5	2/3	2/6	2/9
	1/6	2/4	2/7	3
	1/7	2/5	2/7	3
	1/8	2/5	2/8	3/1
	1/9	2/6	2/9	3/2
	2	2/6	2/9	3/2
	2/1	2/6	2/9	3/2
	2/2	2/7	3	3/3
	2/3	2/8	3/1	3/4
	2/4	2/9	3/1	3/4
	2/5	2/9	3/2	3/5
	2/6	3	3/3	3/6
	2/7	3/1	3/4	3/6
	2/8	3/1	3/4	3/7
	2/9	3/2	3/5	3/8

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = 3/0	U_{fr} = 4/0	U_{fr} = 5/0
پنجرهٔ کشویی	1/2	-	2/3	2/6
	1/3	-	2/4	2/6
	1/4	-	2/5	2/7
	1/5	-	2/5	2/8
	1/6	-	2/6	2/9
	1/7	-	2/7	2/9
	1/8	-	2/8	3
	1/9	-	2/8	3/1
	2	-	2/9	3/1
	2/1	-	2/9	3/1
	2/2	-	2/9	3/2
	2/3	-	3	3/3
	2/4	-	3/1	3/4
	2/5	-	3/2	3/4
	2/6	-	3/2	3/5
	2/7	-	3/3	3/6
	2/8	-	3/4	3/7
	2/9	-	3/5	3/7
در پنجره‌ای کشویی	1/2	-	2/1	2/3
	1/3	-	2/2	2/4
	1/4	-	2/3	2/5
	1/5	-	2/4	2/6
	1/6	-	2/5	2/7
	1/7	-	2/5	2/7
	1/8	-	2/6	2/8
	1/9	-	2/7	2/9
	2	-	2/8	3
	2/1	-	2/8	3
	2/2	-	2/8	3
	2/3	-	2/9	3/1
	2/4	-	3	3/2
	2/5	-	3/1	3/3
	2/6	-	3/2	3/4
	2/7	-	3/2	3/4
	2/8	-	3/3	3/5
	2/9	-	3/4	3/6

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = 1/5	U_{fr} = 1/8	U_{fr} = 2/5
پنجرهٔ لولایی	1/2	1/6	1/7	2
	1/3	1/7	1/8	2/1
	1/4	1/7	1/9	2/1
	1/5	1/8	1/9	1/2
	1/6	1/9	2	2/3
	1/7	2	2	2/3
	1/8	2	2/1	2/4
	1/9	2/1	2/2	2/4
	2	2/1	2/2	2/5
	2/1	2/1	2/2	2/5
	2/2	2/2	2/3	2/5
	2/3	2/3	2/4	2/6
	2/4	2/3	2/4	2/6
	2/5	2/4	2/5	2/7
	2/6	2/5	2/6	2/8
	2/7	2/6	2/6	2/9
	2/8	2/6	2/7	2/9
	2/9	2/7	2/8	3
در پنجره‌ای لولایی	1/2	1/6	1/7	2
	1/3	1/7	1/8	2
	1/4	1/7	1/9	2/1
	1/5	1/8	1/9	2/2
	1/6	1/9	2	2/2
	1/7	2	2	2/3
	1/8	2	2/1	2/4
	1/9	2/1	2/2	2/4
	2	2/1	2/2	2/5
	2/1	2/1	2/2	2/5
	2/2	2/2	2/3	2/5
	2/3	2/3	2/4	2/6
	2/4	2/3	2/4	2/6
	2/5	2/4	2/5	2/7
	2/6	2/5	2/6	2/8
	2/7	2/6	2/6	2/9
	2/8	2/6	2/7	2/9
	2/9	2/7	2/8	3

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = 1/5	U_{fr} = 1/8	U_{fr} = 2/5
پنجرهٔ کشویی	1/2	-	-	1/9
	1/3	-	-	2
	1/4	-	-	2/1
	1/5	-	-	2/1
	1/6	-	-	2/2
	1/7	-	-	2/3
	1/8	-	-	2/3
	1/9	-	-	2/4
	2	-	-	2/4
	2/1	-	-	2/4
	2/2	-	-	2/5
	2/3	-	-	2/6
	2/4	-	-	2/6
	2/5	-	-	2/7
	2/6	-	-	2/8
	2/7	-	-	2/9
	2/8	-	-	2/9
	2/9	-	-	3
در پنجره‌ای کشویی بدون آستانه	1/2	-	-	1/8
	1/3	-	-	1/9
	1/4	-	-	2
	1/5	-	-	2/1
	1/6	-	-	2/1
	1/7	-	-	2/2
	1/8	-	-	2/3
	1/9	-	-	2/4
	2	-	-	2/4
	2/1	-	-	2/4
	2/2	-	-	2/5
	2/3	-	-	2/6
	2/4	-	-	2/6
	2/5	-	-	2/7
	2/6	-	-	2/8
	2/7	-	-	2/9
	2/8	-	-	3
	2/9	-	-	3

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = 1/5	U_{fr} = 1/8	U_{fr} = 2/5
در پنجره‌ای کشویی با آستانه	1/2	1/6	1/8	2/1
	1/3	1/7	1/8	2/1
	1/4	1/8	1/9	2/2
	1/5	1/8	1/9	2/2
	1/6	1/9	2	2/3
	1/7	1/9	2/1	2/4
	1/8	2	2/1	2/4
	1/9	2/1	2/2	2/5
	2	2/1	2/2	2/5
	2/1	2/1	2/2	2/5
	2/2	2/2	2/3	2/5
	2/3	2/2	2/3	2/6
	2/4	2/3	2/4	2/7
	2/5	2/4	2/5	2/7
	2/6	2/4	2/5	2/8
	2/7	2/5	2/6	2/8
	2/8	2/6	2/7	2/9
	2/9	2/6	2/7	3

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m².K]	
		λ_{fr} = 0/13	λ_{fr} = 0/18
پنجرهٔ لولایی	1/2	1/8	1/9
	1/3	1/8	2
	1/4	1/9	2/1
	1/5	2	2/1
	1/6	2	2/2
	1/7	2/1	2/2
	1/8	2/2	2/3
	1/9	2/2	2/4
	2	2/3	2/4
	2/1	2/3	2/4
	2/2	2/4	2/5
	2/3	2/4	2/5
	2/4	2/5	2/6
	2/5	2/6	2/7
	2/6	2/6	2/8
	2/7	2/7	2/8
	2/8	2/8	2/9
	2/9	2/8	3
در پنجره‌ای لولایی بدون آستانه با کشویی	1/2	1/7	1/9
	1/3	1/8	1/9
	1/4	1/9	2
	1/5	2	2/1
	1/6	2	2/1
	1/7	2/1	2/2
	1/8	2/2	2/3
	1/9	2/2	2/4
	2	2/3	2/4
	2/1	2/3	2/4
	2/2	2/4	2/5
	2/3	2/4	2/5
	2/4	2/5	2/6
	2/5	2/6	2/7
	2/6	2/7	2/8
	2/7	2/7	2/8
	2/8	2/8	2/9
	2/9	2/9	3

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m².K]	
		λ_{fr} = 0/13	λ_{fr} = 0/18
در پنجره‌ای لولایی با آستانه	1/2	1/8	2
	1/3	1/9	2/1
	1/4	2	2/1
	1/5	2	2/2
	1/6	2/1	2/2
	1/7	2/1	2/3
	1/8	2/2	2/4
	1/9	2/3	2/4
	2	2/3	2/4
	2/1	2/3	2/4
	2/2	2/3	2/5
	2/3	2/4	2/6
	2/4	2/5	2/6
	2/5	2/5	2/7
	2/6	2/6	2/7
	2/7	2/7	2/8
	2/8	2/7	2/9
	2/9	2/8	2/9

پ9-3 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 گواهی‌نامهٔ فنی: U_{fr} = 1/8 [W/(m².K)]
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود میان دو شیشه: 85 درصد آرگون
- فاصلهٔ داخلی بین دو شیشه: 10 میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه‌های کم‌گسیل

ابتدا باید ضریب انتقال حرارت شیشه تعیین شود (بخش پ9-1). به این منظـور، از بخـش پ9-1-2، بـا عنوان شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی، جدول 23 مربوط به شیشه‌های دو جدارهٔ عمودی پرشده بـا 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 گواهی‌نامهٔ تأییدکنندهٔ وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد، باید مقادیر مربوط به هوا ملاک محاسبه قرار گیرد (جدول 22).

در مرحلهٔ بعد، باید به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر پرداخت (بخش پ9-2). 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 شیشهٔ 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 گواهی‌نامهٔ 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 پ9-1-2 ، که مربوط به شیشه‌های دوجدارهٔ پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت 12 میلی‌متری لایهٔ هوا و گسیلندگی عمود مفید 0/2، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر 2/0 $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول 28 بخش پ9-2 ، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت2/0 $[W/(m^2.K)]$ 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 گواهی‌نامهٔ 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.

پ9-4 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 گواهی‌نامهٔ 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 شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از 30 درصد	4/0
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه بین30 و60 درصد	4/5
	با شیشهٔ دوجداره با لایهٔ هوای 6 میلی‌متر یا بیشتر	3/3
در فلزی معمولی	تمام فلز	5/8
	با شیشهٔ تک‌جداره	5/8
	با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه کمتر از 30 درصد	5/8
	با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه بین 30 و 60 درصد	4/8
در تمام‌شیشه‌ای	با شیشهٔ تک‌جداره	5/8

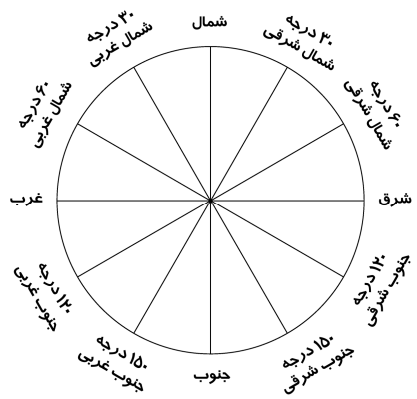
پیوست 10:

سایه‌بان‌ها

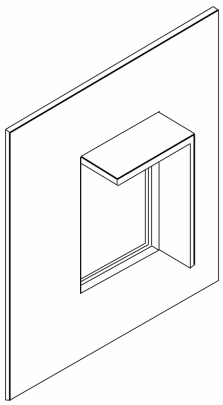
در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در 216 شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، *زاویهٔ سایه‌بان افقی* و *زاویهٔ سایه‌بان عمودی*، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های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

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

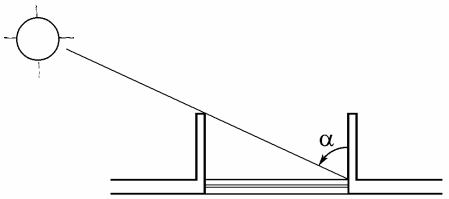
- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد.
- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد.
- «ل» مخفف «شمالی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد.
- «ج» مخفف «جنوبی» است 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 زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی توصیه شده باشد، باید از هر دو نوع سایه‌بان استفاده گردد.



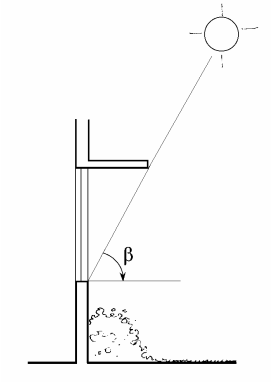
جهت‌گیری پنجره



نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی



مقطع افقی - زاویهٔ سایه‌بان عمودی



مقطع عمودی - زاویهٔ سایه‌بان افقی

شکل 9- زوایای جهت پنجره و زاویهٔ 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 زاویهٔ 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	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔ‌سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
1	آبادان	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
2	آبادچی فریدن	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	-	60	-	55	-	55	-	60	-	75	-
3	آباده	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80غ	80	-	55	-	40	25غ	34	-	35	-	50	-
4	آبعلی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	آجی چای	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	72	-	62	-	50	-	35	-	30	-	33	-	50	-
6	آزادشهر	-	61غ	80	-	73	-	56	-	52	-	55	-	50	-	35	20غ	20	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
7	آستارا	-	71غ	-	-	80	-	70	-	65	-	62	-	55	-	40	33غ	30	13غ	-	ع.م	-	ع.م	-	40غ
8	آغاجاری	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
9	آمل	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
11	احمدآباد-درودزن	55	-	-	-	-	-	80	-	76	-	72	-	62	-	38	-	30	20غ	20	-	20	-	26	-
12	احمدوند	-	78غ	-	-	-	-	82	-	76	-	70	-	59	-	45	30غ	40	10غ	20	-	20	-	30	-
13	اختحوان گلپایگان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	-	60	-	55	-	55	-	60	-	75	-
14	اراک	-	77غ	-	-	-	80ش	81	-	76	-	72	-	65	-	50	30غ	22	-	20	-	20	-	30	-
15	اردبیل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	اردستان	-	66غ	82	-	72	-	70	-	65	-	68	-	60	-	40	35غ	30	12غ	-	ع.م	-	ع.م	-	35غ
17	اردکان-فارس	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80غ	80	-	55	-	40	25غ	34	-	35	-	50	-

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
18	ارومیه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
19	استور	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	72	-	60	-	55	-	55	-	60	-	75	-
20	اسداباد-بیرجند	-	77غ	-	-	-	80	80	-	75	-	75	80	80	-	55	-	40	25غ	34	-	35	-	50	-
21	اسکو	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	اصفهان	-	73غ	-	-	81	-	73	-	71	-	70	-	62	-	50	-	35	-	30	-	33	-	50	-
23	افراچال	-	76غ	-	-	86	-	76	-	70	-	60	-	50	-	35	20غ	20	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
24	امام قیس	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80غ	55	-	40	33غ	30	13غ	-	ع.م	-	ع.م	-	40غ
25	امین آباد	-	65غ	-	80	-	53	70	-	67	-	70	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
26	انارک	-	66غ	82	-	72	-	70	-	65	-	68	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
27	اندیمشک*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	70	-	50	30غ	38	20غ	30	-	-	23غ	-	53غ
28	اهر	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	72	-	62	-	38	-	30	20غ	20	-	20	-	26	-
29	اهواز	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	59	-	45	30غ	40	10غ	20	-	20	-	30	-
30	اهواز-ملاثانی	-	62غ	60	-	55	-	40	-	40	-	50	-	72	-	60	-	55	-	55	-	60	-	75	-
31	ایرانشهر*	65	70غ	-	45	30	-	30	-	42	40	50	-	65	-	50	30غ	22	-	20	-	20	-	30	-
32	ایلام	-	75	-	-	83	-	76	-	70	-	70	-	58	-	52	30غ	30	12غ	14	-	14	-	-	44غ
33	ایوانکی	-	65غ	-	80	-	53	70	-	67	-	70	-	60	-	50	20غ	35	15غ	-	ع.م	-	5غ	52	-
34	بابل	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
		افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
35	بابلسر	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
36	باختران	-	78غ	-	-	-	-	82	-	76	-	70	-	59	-	45	30غ	40	10غ	20	-	20	-	30	-
37	باراندوزچای	-	82غ	-	-	-	-	87	-	80	-	70	-	60	-	50	15غ	35	10غ	24	-	26	-	-	52غ
38	بار نیشابور	-	83غ	-	-	-	-	-	80چ	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
39	باغ ملک	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
40	بافت	-	80غ	-	-	-	-	-	-	-	-	83	-	75	-	56	-	36	-	31	-	32	-	51	-
41	بجستان	-	72غ	-	-	82	-	75	-	72	-	72	-	65	-	43	-	17	-	12	-	12	-	-	42غ
42	بجنورد	-	83غ	-	-	-	-	-	80چ	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
43	بستان آباد	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
44	بم	-	63غ	67	-	52	-	50	-	60	-	60	-	60	-	45	15غ	25	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ
45	بندر انزلی	-	77غ	-	-	86	-	77	-	70	-	70	-	60	-	45	25غ	33	10غ	17	-	17	-	-	47غ
46	بمپور	65	70غ	-	45ش	30	-	30	-	42	40ش	50	-	52	20غ	40	15غ	20	10غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
47	بندر دیر*	-	65غ - 80ش	60	-	45	-	43	-	45	-	50	-	50	50غ	35	20غ	20	10غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
48	بندرعباس*	-	65ط	-	40ش	-	ع.م	-	ع.م	25	20ش	42	40ش	47	25غ	37	18غ	20	8غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
49	بندرلنگه *	-	65ط	-	40ش	-	ع.م	-	ع.م	25	25ش	47	15ش	50	45غ	40	15غ	20	10غ	-	ع.م	-	5غ	-	37غ
50	بندر ماهشهر	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
51	بن سیدان*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔ‌سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
52	بنکوه	-	65غ	80	-	65	-	60	-	60	-	60	-	60	-	40	40غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
53	بوشهر*	-	62غ	-	33ش	30	38ش	-	ع.م	30	25ش	40	55ش	50	52غ	40	0غ	10	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
54	بوئین زهرا	-	77غ	-	-	-	80ش	81	-	76	-	72	-	65	-	50	30غ	22	-	20	-	20	-	30	-
55	بیاضه بیابانک	-	62غ	75	-	60	-	55	-	55	-	60	-	55	-	40	20غ	25	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
56	بی بالان	-	77غ	-	-	86	-	77	-	70	-	70	-	60	-	45	25غ	33	10غ	17	-	17	-	-	47غ
57	بیرجند	-	77غ	-	-	-	80ش	80	-	75	-	75	-	65	-	50	-	30	20غ	20	-	20	-	30	-
58	بیجار	-	78غ	-	-	-	-	82	-	76	-	70	-	59	-	45	30غ	40	10غ	20	-	20	-	30	-
59	پارس اباد مغان	-	65غ	-	-	72	-	65	-	60	-	60	-	52	-	16غ	25	10غ	-		ع.م	-	ع.م	-	35غ
60	پل زمانخان	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
61	پل کله	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
62	پیلمبرا	-	80غ	-	-	-	-	82	-	72	-	70	-	60	-	45	15غ	20	30غ	18	-	19	-	-	50غ
63	تازه کند	-	70غ	-	-	76	-	68	-	65	-	60	-	58	-	45	15غ	25	15غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
64	تاشکویه کله گاه*	-	63غ	52	-	36	-	35	-	36	-	50	-	42	30غ	35	10غ	12	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ
65	تاکستان	-	77غ	-	-	-	85ش	80	-	72	-	70	-	65	-	40	-	25	-	18	-	18	-	-	47غ
66	تبریز	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	72	-	62	-	50	-	35	-	30	-	33	-	50	-
67	تجریش	-	63غ	85	-	70	-	63	-	62	-	65	-	60	-	45	30غ	35	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ
68	تربت حیدریه	-	80غ	-	-	-	-	85	-	85	-	80	-	70	-	50	-	30	-	26	-	27	-	40	-

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔ‌سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
69	تفرش	-	77غ	-	-	-	80ش	81	-	76	-	72	-	65	-	50	30غ	22	-	20	-	20	-	30	-
70	تنگ پنج*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
71	تهران- پارک شهر	-	70غ	-	80ش	75	-	70	-	67	-	68	-	60	-	50	20غ	40	5غ	-	ع.م	-	10غ	-	35غ
72	تهران- دوشان تپه	-	62غ	75	-	65	-	60	-	60	-	62	-	60	-	40	40ط	22	20غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
73	تهران- سعدآباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	72	-	-	20غ	45	20غ	40	-	42	-	52	-
74	تهران- مهرآباد	-	65غ	-	80ش	-	53ش	70	-	67	-	70	-	60	-	50	20غ	35	15غ	-	ع.م	-	5غ	52	-
75	تهران- نارمک	-	80غ	-	-	-	-	83	-	80	-	80	-	70	-	50	40غ	40	20غ	20	-	22	-	30	-
76	تهران- نمایشگاه	-	82غ	-	-	-	-	-	-	82	-	80	-	70	-	47	-	32	-	30	-	30	-	40	-
77	جاسک*	-	70ط	-	40ش	-	ع.م	-	ع.م	50	10ش	50	35ش	50	70غ	40	45ط	-	ع.م	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
78	جزیره خارک*	-	62غ	-	33ش	30	38ش	-	ع.م	30	25ش	40	55ش	50	52غ	40	0غ	10	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
79	جزیره قشم	-	65ط	-	40ش	-	ع.م	-	ع.م	25	20ش	42	40ش	47	25غ	37	18غ	20	8غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
80	جلفا	-	82غ	-	-	-	-	82	-	71	-	70	-	60	-	50	-	35	-	20	-	20	-	-	52غ
81	جیرفت*	-	63غ	67	-	52	-	50	-	50	-	55	-	50	50غ	30	25غ	20	5غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
82	چابهار*	-	70ط	-	40ش	-	ع.م	-	ع.م	35	35ش	40	70ش	45	55غ	37	25غ	20	15غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
83	چغارت	-	62غ	70	-	57	-	52	-	54	-	60	-	55	-	40	20غ	20	17غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
84	چناران	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
85	حاجی‌آباد-بندرعباس*	-	63غ	52	-	36	-	35	-	36	-	50	-	42	30غ	35	10غ	12	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ

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

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔسایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
103	درگز	-	71غ	-	-	-	62ش	-	67	-	65	-	70	-	60	45	15غ	30	12غ	10	-	10	-	-	42غ
104	درود	-	73غ	-	-	81	-	73	-	71	-	70	-	65	30غ	50	30غ	30	21غ	14	-	14	-	-	43غ
105	دزفول*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
106	دشت ناز	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
107	ده صومعه	-	77غ	-	-	-	80ش	81	-	76	-	72	-	65	-	50	30غ	22	-	20	-	20	-	30	-
108	دیهوک	-	71غ	88	-	76	-	70	-	70	-	70	-	60	-	40	30غ	32	10غ	10	-	10	-	-	40غ
109	ذوب آهن اصفهان	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
110	رامسر	-	77غ	-	-	86	-	77	-	70	-	70	-	60	-	45	25غ	33	10غ	17	-	17	-	-	47غ
111	رامهرمز	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
112	رشت	-	77غ	-	-	86	-	77	-	70	-	70	-	60	-	45	25غ	33	10غ	17	-	17	-	-	47غ
113	رودبار	-	80غ	-	-	-	-	82	-	72	-	70	-	60	-	45	15غ	20	30غ	18	-	19	-	-	50غ
114	زابل	-	62غ	60	-	45	-	42	-	47	-	60	-	50	-	40	15غ	20	12غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
115	زاهدان	-	73غ	-	-	82	-	76	-	80	-	75	-	70	-	40	-	20	-	16	-	16	-	20	-
116	زردگل سرخ آباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	70	-	55	-	47	-	45	-	50	-	70	-
117	زنجان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	70	-	55	15غ	37	-	35	-	-	30غ	-	60غ
118	ساوه	-	61غ	-	75ش	-	43ش	60	-	61	-	65	-	55	-	40	30غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
119	سبزوار	-	65غ	-	-	73	-	76	-	65	-	65	-	60	-	40	20غ	30	10غ	10	15ل	-	ع.م	-	35غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔسایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
120	سپیددشت	-	62غ	76	-	62	-	55	-	55	-	60	-	55	-	45	15غ	25	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
121	سراب	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
122	سراوان	-	70غ	56	-	45	-	42	-	50	-	55	-	50	-	40	20غ	22	15غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
123	سرخس	-	63غ	-	80ش	-	50ش	60	-	60	-	60	-	55	-	40	20غ	25	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ
124	سرکت تجن	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
125	سقز	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
126	سمنان	-	65غ	80	-	65	-	60	-	60	-	60	-	60	-	40	40غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
127	سنگ تراش	-	73غ	-	-	81	-	73	-	71	-	70	-	65	30غ	50	30غ	30	21غ	14	-	14	-	-	43غ
128	سنگ سوراخ	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
129	سنندج	-	78غ	-	-	-	-	82	-	76	-	70	-	59	-	45	30غ	40	10غ	20	-	20	-	30	-
130	سوباشی	60	-	-	-	-	-	-	-	85	-	80	-	70	-	50	30غ	38	20غ	30	-	-	23غ	-	53غ
131	شاهرود	-	73غ	-	-	82	-	72	-	70	-	70	-	60	-	45	15غ	30	10غ	10	-	11	-	-	42غ
132	شبانکاره	-	63غ	-	60ش	50	-	42	-	50	-	60	-	50	70غ	30	30غ	20	5غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ
133	شمس آباد	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
134	شمعون*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
135	شوش*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
136	شوشتر*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
		افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
137	شهرکرد	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
138	شیراز	-	72غ	-	80ش	-	50ش	72	-	70	-	70	-	60	-	40	40غ	30	16غ	10	-	10	-	-	42غ
139	شیرگاه	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
140	شیروان- بروجرد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141	طبس	-	62غ	70	-	55	-	50	-	52	-	60	-	50	-	30	30غ	20	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
142	طرق کرتیان	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
143	عباس آباد- قم	-	61غ	-	75ش	-	43ش	60	-	61	-	65	-	55	-	40	30غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
144	عدل	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
145	فردوس	-	72غ	-	-	82	-	75	-	72	-	72	-	65	-	43	-	17	-	12	-	12	-	-	42غ
146	فسا	-	67غ	-	65ش	65	-	60	-	60	-	70	-	60	-	40	25غ	30	10غ	-	ع.م	-	6غ	-	36غ
147	فومن	-	77غ	-	-	86	-	77	-	70	-	70	-	60	-	45	25غ	33	10غ	17	-	17	-	-	47غ
148	فیروزآباد- خلخال	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	70	-	55	15غ	37	-	35	-	35	30غ	-	60غ
149	قائم شهر	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
150	قائن	-	77غ	-	-	-	80ش	80	-	75	-	75	-	65	-	50	-	30	20غ	20	-	20	-	30	-
151	قرآن تالار	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
152	قره آغاج	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	72	-	62	-	50	-	35	-	30	-	33	-	50	-
153	قزوین	-	77غ	-	-	-	85ش	80	-	72	-	70	-	65	-	40	-	25	-	18	-	18	-	-	47غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔسایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
154	قصر شیرین	-	62غ	80	-	65	-	60	-	55	-	57	-	50	30غ	40	20غ	20	8غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
155	قطورچای	-	82غ	-	-	-	-	82	-	71	-	70	-	60	-	50	-	35	-	20	-	20	-	-	52غ
156	قم	-	61غ	-	75ش	-	43ش	60	-	61	-	65	-	55	-	40	30غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
157	قمشه	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
158	قوچان	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
159	کازرون	-	63غ	-	60ش	50	-	42	-	50	-	60	-	50	70غ	30	30غ	20	5غ	-	ع.م	-	ع.م	-	33غ
160	کاشان	-	67	83	-	72	-	65	-	65	-	65	-	60	-	45	20غ	30	12غ	-	ع.م	-	ع.م	-	36غ
161	کاشمر		72غ	-	-	82	-	75	-	72	-	72	-	65	-	43	-	17	-	12	-	12	-	-	42غ
162	کرمان	-	80غ	-	-	-	-	-	-	85	-	80	-	70	-	45	-	31	-	25	-	25	-	35	-
163	کرند	-	78غ	-	-	-	-	82	-	76	-	70	-	59	-	45	30غ	40	10غ	20	-	20	-	30	-
164	کره سنگ	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ
165	کشف رود	-	70غ	-	-	75	-	70	-	70	-	72	-	60	-	40	-	35	15غ	10	-	10	-	-	40غ
166	کوتیان صفی‌آباد*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
167	گتوند*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
168	گچساران	-	62غ	73	-	69	-	53	-	55	-	60	-	50	30غ	35	20غ	20	8غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
169	گرگان	-	61غ	82	-	70	-	56	-	55	-	60	-	55	15غ	40	12غ	25	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
170	گرگان- آشتیان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	80	-	60	-	43	-	40	-	43	-	55	-

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔ‌سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
171	گرمسار- داوراباد	-	65غ	80	-	65	-	60	-	60	-	60	-	60	-	40	40غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
172	گلمکان	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
173	گناباد	-	72غ	-	-	82	-	75	-	72	-	72	-	65	-	43	-	17	-	12	-	12	-	-	42غ
174	گنبد قابوس	-	61غ	80	-	73	-	56	-	52	-	55	-	50	-	35	20غ	20	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
175	گرگین-خبر	-	72غ	-	-	80	-	75	-	70	-	70	-	60	-	40	30غ	30	10غ	15	-	15	-	-	42غ
176	گوشه نهاوند	60	-	-	-	-	-	-	-	85	-	80	-	70	-	50	30غ	38	20غ	30	-	-	23غ	-	53غ
177	لار- پلور	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	لار-فارس	-	65غ	-	60ش	55	-	50	-	55	-	60	-	50	-	43	20غ	35	10غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
179	لاهیجان	-	77غ	-	-	86	-	77	-	70	-	70	-	60	-	45	25غ	33	10غ	17	-	17	-	-	47غ
180	لتیان	60	-	-	-	-	-	82	-	76	-	75	-	65	-	40	-	20	-	20	-	20	-	25	-
181	لردگان	55	-	-	-	-	-	80	-	76	-	72	-	62	-	38	-	30	20غ	20	-	20	-	26	-
182	لیقوان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
183	ماکو	-	82غ	-	-	-	-	82	-	71	-	70	-	60	-	50	-	35	-	20	-	20	-	-	52غ
184	مراغه	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
185	مرند	-	82غ	-	-	-	-	82	-	71	-	70	-	60	-	50	-	35	-	20	-	20	-	-	52غ
186	مرودشت	-	72غ	-	80ش	-	50ش	72	-	70	-	70	-	60	-	40	40غ	30	16غ	10	-	10	-	-	42غ
187	مسجدسلیمان	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔسایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
188	مشهد	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
189	مشیران	-	71غ	-	-	80	-	70	-	65	-	62	-	55	-	40	33غ	30	13غ	-	ع.م	-	ع.م	-	40غ
190	ملایر	60	-	-	-	-	-	-	-	85	-	80	-	70	-	50	30غ	38	20غ	30	-	-	23غ	-	53غ
191	موچان	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
192	مهاباد	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
193	مهرگرد	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80غ	80	-	55	-	40	25غ	34	-	35	-	50	-
194	میاندوآب	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
195	میانه	-	76غ	-	-	82	-	71	-	70	-	65	-	60	-	45	20غ	30	10غ	10	-	10	-	-	46غ
196	میرجاوه	-	73غ	-	-	82	-	76	-	80	-	75	-	70	-	40	-	20	-	16	-	16	-	20	-
197	میمه	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
198	میناب*	-	65ط	-	40ش	-	ع.م	-	ع.م	25	20ش	42	40ش	47	25غ	37	18غ	20	8غ	-	ع.م	-	10غ	-	40غ
199	نائین	-	66غ	82	-	72	-	70	-	65	-	68	-	60	-	40	35غ	30	12غ	-	ع.م	-	ع.م	-	35غ
200	نجف آباد	-	80غ	-	-	-	-	86	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	26	-	26	-	-	50غ
201	نطنز	-	82غ	-	-	-	-	-	-	80	-	75	-	65	-	50	-	35	-	27	-	30	-	52	-
202	نوراباد ممسنی	-	62غ	70	-	65	-	51	-	52	-	55	-	50	45غ	38	15غ	18	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
203	نوژیان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	نوشهر	-	76غ	-	-	85	-	72	-	65	-	65	-	60	-	40	26غ	30	10غ	-	ع.م	-	15غ	-	46غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		30 درجه شمالی شرقی		60 درجه شمال شرقی		شرق		120 درجه جنوب شرقی		150 درجه جنوب شرقی		جنوب		150 درجه جنوب غربی		120 درجه جنوب غربی		غرب		60 درجه شمال غربی		30 درجه شمال غربی	
	زاویهٔ‌سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
205	نیریز	-	72غ	-	80ش	76	-	72	-	71	-	70	-	60	-	45	25غ	30	15غ	10	-	10	-	-	40غ
206	نیشابور	-	83غ	-	-	-	-	-	80ج	80	-	75	-	65	-	50	-	40	-	30	-	30	-	-	84غ
207	ورامین	-	61غ	-	75ش	-	43ش	60	-	61	-	65	-	55	-	40	30غ	30	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
208	ورزنه	-	66غ	82	-	72	-	70	-	65	-	68	-	60	-	40	35غ	30	12غ	-	ع.م	-	ع.م	-	35غ
209	ولدآباد	-	77غ	-	-	-	80ش	81	-	76	-	72	-	65	-	50	30غ	22	-	20	-	20	-	30	-
210	هفت تپه*	-	62غ	60	-	47	-	45	-	45	-	50	-	45	20غ	30	18غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
211	همدان-نوژه	60	-	-	-	-	-	-	-	85	-	80	-	70	-	50	30غ	38	20غ	30	-	-	23غ	-	53غ
212	همگین	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80غ	80	-	55	-	40	25غ	34	-	35	-	50	-
213	همند-ابسرد	60	-	-	-	-	-	82	-	76	-	75	-	65	-	40	-	20	-	20	-	20	-	25	-
214	هوتن	-	61غ	80	-	73	-	56	-	52	-	55	-	50	-	35	20غ	20	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	31غ
215	هویزه	-	62غ	56	-	41	-	37	-	40	-	50	-	50	30غ	35	15غ	15	10غ	-	ع.م	-	ع.م	-	32غ
216	یزد	-	66غ	78	-	65	-	60	-	60	-	70	-	60	-	40	30غ	25	15غ	10	8غ	-	ع.م	-	35غ

پیوست 11:

روش‌های محاسبهٔ 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 پوستهٔ 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 پوستهٔ خارجی سبب کاهش مقاومت حرارتی می‌گردد؛
- تداوم نداشتن بعضی لایه‌ها، خصوصاً عایق‌های حرارتی، در محل‌های اتصال پوستهٔ خارجی به جدارهای داخلی (کف طبقات، تیغه‌های داخلی، ...).

پل‌های حرارتی موجب می‌گردند انتقال حرارت از پوستهٔ 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. محاسبهٔ 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 محاسبهٔ 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 محاسبهٔ 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:

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

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

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 پوستهٔ 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.

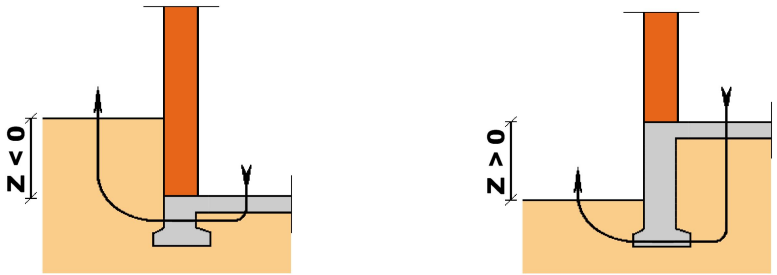
پ11-3 ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول

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 پ11-2 صورت پذیرد.

پ11-3-1 کف‌های زیرین مجاور خاک

پ11-3-1-1 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 محوطهٔ ساختمان

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

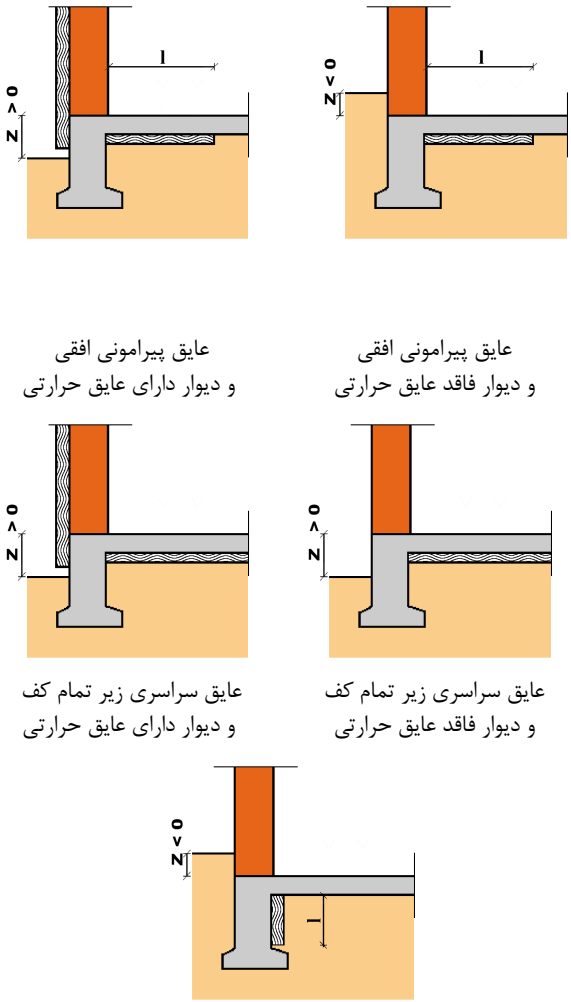
Z به متر	Ψ به [W/m.K]
کمتر از -6/00	0
از -6/00 تا -4/05	0/20
از -4/00 تا -2/55	0/40
از -2/50 تا -1/85	0/60
از -1/80 تا -1/25	0/80
از -1/20 تا -0/75	1/00
از -0/70 تا -0/45	1/20
از -0/40 تا -0/25	1/40
از -0/20 تا +0/20	1/75
از +0/25 تا +0/40	2/10
از +0/45 تا +1/00	2/35
از +1/05 تا +1/50	2/55

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 به‌صورت پیرامونی زیر کف، یا به صورت ادامه عایق حرارتی دیوار، عایق‌کاری حرارتی را اجرا کرد. در هر کدام از این حالات، بسته به نحوهٔ عایق‌کاری در محل تلاقی کف و دیوار، سه حالت در نظر گرفته می‌شود: قطع‌شده، کاهش‌یافته و یکسره.

عایق حرارتی قطع‌شده

در مواردی که، در محل تلاقی کف و دیوار، عایق‌کاری حرارتی بـه صـورت منقطـع اجـرا مـی‌گـردد (مانند نمونه‌های شکل 11)، جدول 34 ضریب انتقال حرارت خطی مربـوط بـه اتـصال کـف را، بـا توجه به پارامترهایی، از جمله اختلاف ارتفاع کف‌سازی داخل و محوطه z، عرض عایق حرارتـی l، و مقاومت حرارتی آن r، داده است.



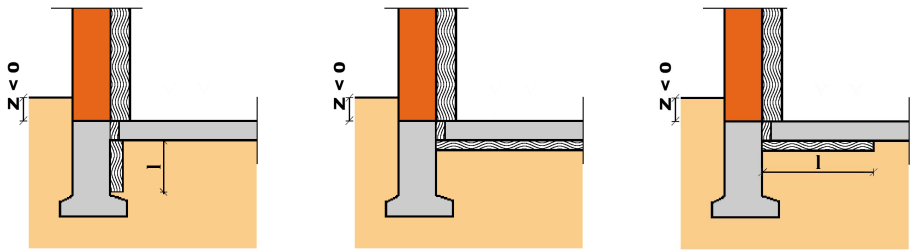
شکل 11- حالت‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع‌شده در محل تلاقی دیوار و کف

جدول 34- ضریب انتقال حرارت خطی Ψ بر حسب **[W/m.K]** در عایق‌کاری قطع‌شده

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

عایق حرارتی کاهش‌یافته

در برخی موارد، عایق‌کاری 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 افقی　　عایق سراسری　　عایق پیرامونی عمودی

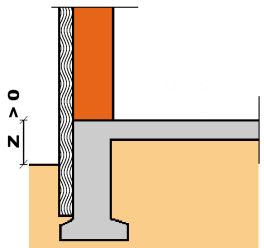
شکل 12- حالات مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش‌یافته

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

z (متر)			کاهش Ψ [W/m.K]
کمتر از یا	مساوی با	-0/45	0/00
بین -0/40	و	-0/25	0/05
بیشتر از یا	مساوی با	-0/20	0/10

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.

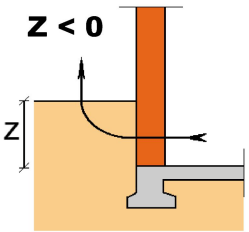


شکل 13- عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی

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

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

پ11-3-2 دیوارهای مجاور خاک



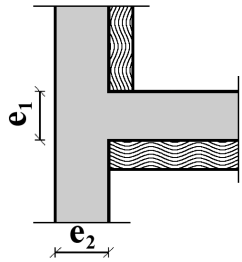
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول 37، تعیین می‌گردد.

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

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

پ11-3-3 اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده

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

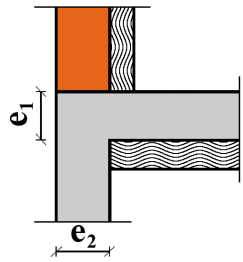


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 دارد و با مقادیر جدول 38 تعیین می‌گردد.

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	**15 تا 19**
0/36	0/34	0/31	0/29	0/27	0/25	0/22	**20 تا 25**

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

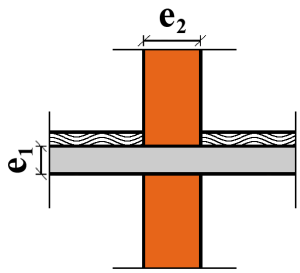


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول 39 تعیین می‌گردد.

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	15 تا 19
0/33	0/31	0/28	0/26	0/24	0/22	0/19	20 تا 25

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

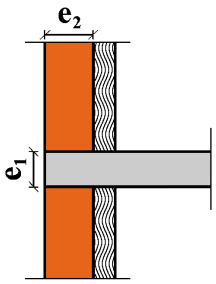


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد.

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	15 تا 19
0/33	0/31	0/28	0/26	0/30	0/26	0/22	20 تا 25

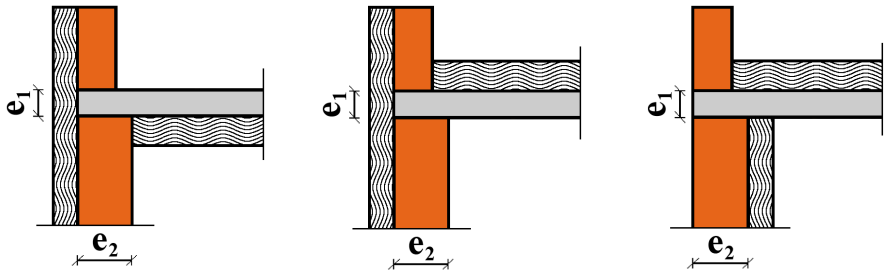
پ11-3-4 اتصالات متداول سقف‌های میانی



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.

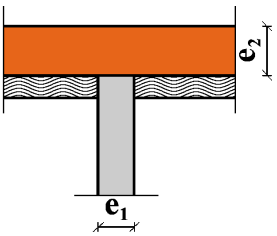
پ11-3-5 اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده 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.



شکل 14- برخی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند

پ11-3-6 اتصال دیوارهای داخلی و خارجی



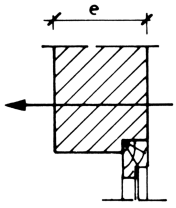
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت دیوار داخلی e_1 و ضخامت دیوار خارجی e_2 بستگی دارد. این ضرایب با مقادیر جدول 41 تعیین می‌گردد.

جدول 41- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

25/0	22/5	20/0	17/5	15/0	12/5	10/0	e_1 (cm) / e_2 (cm)
0/42	0/39	0/36	0/32	0/28	0/24	0/20	15 تا 19
0/40	0/37	0/34	0/30	0/27	0/23	0/19	20 تا 25

پ11-3-7 اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر

بازشوهای همباد داخل در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن

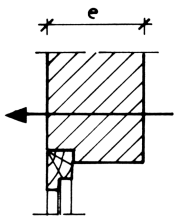


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد داخل به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول 42 تعیین می‌گردد.

جدول 42- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر
[W/(m.K)]

ضریب انتقال حرارت دیوار / e (cm)	0/40 تا 0/60	0/65 تا 0/85	0/90 تا 1/10	1/15 تا 1/35	1/40 تا 1/60	1/65 تا 1/85	1/90 تا 2/10
20 تا 24	0/07	0/08	0/10	0/11	0/12	0/12	0/13
25 تا 29	0/08	0/10	0/12	0/13	0/14	0/15	0/16
30 تا 34	0/09	0/12	0/14	0/16	0/17	0/18	0/19
35 تا 40	0/10	0/14	0/16	0/18	0/19	0/20	0/21

بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

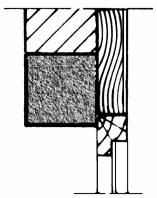


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد خارج به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول43 تعیین می‌گردد.

جدول 43- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر
[W/(m.K)]

ضریب انتقال حرارت دیوار / e (cm)	0/40 تا 0/60	0/65 تا 0/85	0/90 تا 1/10	1/15 تا 1/35	1/40 تا 1/60	1/65 تا 1/85	1/90 تا 2/10
20 تا 24	0/10	0/13	0/15	0/17	0/18	0/19	0/20
25 تا 29	0/13	0/16	0/19	0/20	0/22	0/23	0/24
30 تا 34	0/15	0/19	0/22	0/24	0/26	0/28	0/29
35 تا 40	0/17	0/22	0/25	0/28	0/30	0/32	0/33

بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار



ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت جدار e) برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.