وزارت مسکن و شهرسازی
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مقررات ملی ساختمان ایران

مبحث نوزدهم

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

(ویرایش سوم)

سال ۱۳۸۹

نام کتاب : مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش سوم)
تهیه‌کننده : مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
ناشر : مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
شمارگان : ... جلد
شابک :
نوبت چاپ : اول
تاریخ چاپ : ۱۳۸۹
قیمت : ... ریال

بسمه تعالی

پیش‌گفتار

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

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

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

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

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند. متن نهایی از طریق شورای تدوین مقررات ملی ساختمان برای تصویب و طی مراحل قانونی در اختیار وزارت مسکن و شهرسازی قرار می‌گیرد.

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

تدوین‌کنندگان مقررات ملی ساختمان و اعضای کمیته‌های تخصصی از کلیه دست‌اندرکاران بخش‌های مختلف ساختمان انتظار دارند با ارائه نظریات و پیشنهادهای خود، آنان را در رسیدن به هدف‌های موردنظر یاری رسانند.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

هیأت تهیه‌کننده ویرایش سوم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

الف: شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

– دکتر علی‌اکبر آقاکوچک	عضو	– دکتر مرتضی زاهدی	عضو
– دکتر محمدتقی احمدی	عضو	– مهندس شاپور طاحونی	عضو
– دکتر حمید باقری	عضو	– مهندس مسعود غازی‌سلحشور	عضو
– دکتر ناصر بنیادی	عضو	– دکتر سید محمود فاطمی‌عقدا	رئیس
– مهندس محمدرضا بیات	دبیر	– مهندس یونس قلی‌زاده طیار	عضو
– دکتر عباسعلی تسنیمی	عضو	– دکتر محمود گلابچی	عضو
– دکتر محسن تهرانی زاده	عضو	– مهندس حشمت‌اله منصف	عضو
– دکتر سید محسن حائری	عضو	– مهندس آلدیک موسسیان	عضو
– دکتر محمدرضا حافظی	عضو	– مهندس سید مهدی هاشمی	عضو
– دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور	عضو	– دکتر غلامرضا هوایی	عضو

ب: اعضای کمیته تخصصی مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

– دکتر محمد تقی احمدی	مسؤول	– دکتر مهدی معرفت	عضو
– دکتر مرتضی محمد اردهالی	عضو	– دکتر سهراب ویسه	عضو
– دکتر حمیدرضا حافظی	عضو	– مهندس فرهنگ طهماسبی	عضو
– دکتر محمد تقی حریری	عضو	– مهندس مرتضی کسمایی	عضو
– دکتر ریما فیاض	عضو	– مهندس مهرناز لنکرانی	عضو
– دکتر بهروز محمد کاری	عضو		

ج: کمیته تهیه پیش‌نویس در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

– دکتر بهروز محمد کاری	مسؤول و تنظیم‌کننده متن پیش‌نویس بخش پوسته
– دکتر مرتضی محمد اردهالی	تنظیم‌کننده متن پیش‌نویس بخش تأسیسات
– دکتر مهدی معرفت	مشاور در تنظیم متن پیش‌نویس بخش تأسیسات
– مهندس فرهنگ طهماسبی	همکار در تنظیم متن پیش‌نویس بخش پوسته
– دکتر ریما فیاض	همکار در تنظیم متن پیش‌نویس بخش پوسته
– مهندس مرتضی کسمایی	همکار در تنظیم پیوست سوم

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 ملی 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 ملی 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.

فهرست مطالب

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..... ۱۶

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 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 ۵۰
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 ۵۶
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 ۶۵
پ۱-۱-۱ جدار در تماس با خارج ۶۵
پ۱-۱-۲ جدار مجاور خاک ۶۶
پ۱-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده ۶۶
پ۱-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان ۶۶
پ۱-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید ۶۶
پ۱-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن ۶۷
پیوست ۲ : روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی ۶۹
پیوست ۳ : گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی شهرهای ایران ۷۳

پیوست ۴ : گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها ۸۷
پیوست ۵ : تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ۹۱
پیوست ۶ : مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم..... ۹۵
پیوست ۷ : ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول..... ۹۹
پیوست ۸ : مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی ۱۱۱
پ ۸-۱ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی..... ۱۱۳
پ ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس ۱۱۴
پ۸-۳ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول..... ۱۱۵
پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما)..... ۱۱۵
پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار)..... ۱۱۵
پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)..... ۱۱۶
پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)..... ۱۱۶
پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار)..... ۱۱۷
پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)..... ۱۱۷
پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)..... ۱۱۸
پ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)..... ۱۱۸
پیوست ۹ : ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها..... ۱۲۳
پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها..... ۱۲۵
پ ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده..... ۱۲۶
پ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی..... ۱۲۷
پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)..... ۱۲۸
پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ۱۳۰
پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده..... ۱۳۰
پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره..... ۱۳۰
پ۹-۳ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر..... ۱۳۸
پ۹-۴ ضرایب انتقال حرارت درها..... ۱۴۰
پیوست ۱۰ : سایه‌بان‌ها ۱۴۱

پیوست ۱۱ : روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی ۱۵۹
پ۱۱-۱ گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی ۱۶۳
پ۱۱-۲ روند محاسبات عددی ۱۶۳
پ۱۱-۳ ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول ۱۶۳
پ۱۱-۳-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک ۱۶۳
پ۱۱-۳-۲ دیوارهای مجاور خاک ۱۶۸
پ۱۱-۳-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده ۱۶۹
پ۱۱-۳-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی ۱۷۰
پ۱۱-۳-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار ۱۷۰
پ۱۱-۳-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی ۱۷۱
پ۱۱-۳-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر ۱۷۱

۱-۱۹ کلیات

مبحث حاضر از مقررات ملی 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.

۱-۱-۱۹ دامنه کاربرد

ضوابط ارائه‌شده در مورد پوستهٔ خارجی (بخش ۱۹-۳) برای تمام ساختمان‌های جدیدالاحداث، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر. ک. به بخش ۱۹-۲-۲-۵)، 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

1. System Performance Method
2. Prescriptive Method

کاربرد روش تجویزی به ساختمان‌های مسکونیِ ۱ تا ۹ طبقه، با زیربنای مفید زیر ۲۰۰۰ مترمربع، و ساختمان‌های گروه سه از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌شود.

همچنین، رعایت ضوابط مربوط به سیستم‌ها و تجهیزات مکانیکی (بخش ۱۹-۴) و سیستم روشنایی (بخش ۱۹-۵) در مورد تمامی ساختمان‌ها، با کاربری‌های مندرج در پیوست ۴ این مبحث، الزامی است.

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

۱۹-۱-۲ 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 ۱).

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 ۱۰ درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

بام شیب‌دار **Pitched roof**

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از ۱۰ درجه و کمتر از ۶۰ 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 ۶۰ 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 ۰٫۰۵ 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 ۱).

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 ۱).

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 ۱).

دیوار **Wall**

بخشی از پوستهٔ خارجی یا داخلی غیرنورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویهٔ بیش از ۶۰ 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 ۲۱ درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از ۲۱ 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 ۱۸ درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از ۱۸ 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 ۱۵ 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 ۰٫۸۵ دارند، اما گسیلندگی شیشهٔ کم‌گسیل، در سطحی که پوشش کم‌گسیل بر آن نشانده شده است، می‌تواند تا میزان ۰٫۰۵ 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 ($\hat{U}$) **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 ($\hat{H}$) **Required heat loss (transfer) coefficient**

ضریب انتقال حرارت مرجع، حداکثر ضریب انتقال حرارت مجاز ساختمان یا بخشی از آن است، و با استفاده از روابط 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. به‌پیوست ۸).

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 ۱۹-۳-۱-۳-۵).

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 ۰٫۰۶۵ W/m.K و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از ۰٫۵ 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 داشته‌باشد.

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 ۱۹-۲-۲ و ۱۹-۲-۳).

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 ۴). 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 ۵۵ لومن بر وات.

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

شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود ۸۰٪ 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 امکانات کامل و مستقل (خواب، خوراک، 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.

۱۹-۲ مقررات کلی طراحی و اجرا

۱۹-۲-۱ 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:

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

۱۹-۲-۱-۲ چک لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی خلاصهٔ اطلاعات زیر باشد:

۱- مشخصات پروندهٔ ساختمانی و مهندس طراح؛

۲- عوامل ویژهٔ اصلی:

- گونه‌بندی کاربری ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۱)؛
- گونه‌بندی نیاز انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۲)؛
- گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۳)؛
- گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۴).

۳- گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق بند ۱۹-۲-۲-۵ تعیین می‌شود)؛

۴- گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق ۱۹-۲-۳-۲)؛

۵- روش مورد استفاده برای طراحی عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان؛

۶- مشخصات حرارتی مصالح و عایق‌های حرارتی مصرفی در ساختمان؛

۷- مشخصات حرارتی انواع جدارهای تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی ساختمان؛

۸- ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع ساختمان (در صورت استفاده از روش کارکردی)؛
۹- 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)؛
۱۰- مشخصات فنیِ مرتبط با مصرف انرژی سیستم مکانیکی گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویهٔ مطبوع و تأمین آب گرم؛
۱۱- شدت روشنایی فضاها و نحوهٔ کنترل آن.

۱۹-۲-۱-۳ 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 ۵) مشخص شده باشد.

جزئیات اجرایی پوستهٔ خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل ۱:۱، ۱:۲، ۱:۵ یا ۱:۱۰ (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.

۱۹-۲-۱-۴ 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 ۷ و ۸ 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.

۱۹-۲-۱-۵ 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.

۱۹-۲-۲ 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.

۱۹-۲-۲-۱ 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 ۴ رجوع شود.

در صورتی که بخش یا بخش‌هایی از ساختمان، با مساحت بیش از ۱۵۰ 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.

۱۹-۲-۲-۲ 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 ۲۴۵ 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.

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

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

- ساختمان‌های دارای زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۱۰۰۰ مترمربع؛
- ساختمان‌های دارای زیربنای مفید بیش از ۱۰۰۰ مترمربع.

۱۹-۲-۲-۴ 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.

۱۹-۲-۲-۵ 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 ۱: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی؛
- گروه ۲: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی متوسط در مصرف انرژی؛
- گروه ۳: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی کم در مصرف انرژی؛
- گروه ۴: 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 ۱، ۲، ۳ یا ۴» گروه‌بندی فوق است.

۱۹-۲-۳ 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.

۱۹-۲-۳-۱ 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 ۳، 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 ۲۵ درجه نسبت به افق دیده شود (ر.ک. به پیوست ۲).

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

۱۹-۲-۳-۲ 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 ۱۵۰ 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 پیوست ۱)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ دمای تعیین‌شده برای زمان‌های بهره‌برداری ساختمان.

این گونه‌بندی در تعیین ضرایب انتقال حرارت مرجع (روش کارکردی، بند ۱۹-۳-۱-۲) تأثیرگذار است.

۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان

ضوابط طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان‌ها، برای کاهش انتقال حرارت، در بخش ۱۹-۳ 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 ۱۹-۲-۲-۵)، 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 ۱۹-۳-۱).
- روش ب (تجویزی) که تنها در مورد ساختمان‌های مسکونی ۱ تا ۹ طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع، و ساختمان‌های گروه ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی به کار می‌رود. در این روش، دو مجموعه راه حل فنی ب-۱ و ب-۲ ارائه شده است (بخش ۱۹-۳-۲).

۱۹-۲-۵ طراحی سیستم‌های مکانیکی

ضوابط طراحی و انتخاب تجهیزات برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های مکانیکی و آب گرم مصرفی ساختمان‌ها در بخش ۱۹-۴ ارائه شده است. رعایت این ضوابط در مورد تمامی ساختمان‌های دارای کاربری‌های اعلام‌شده در پیوست ۴ الزامی است.

۱۹-۲-۶ طراحی سیستم روشنایی

در روشنایی با استفاده از انرژی الکتریکی، در ساختمان‌های دارای کاربری‌های اعلام‌شده در پیوست ۴، لازم است، علاوه بر الزامات مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، موارد مندرج در بخش ۱۹-۵ این مبحث نیز مد نظر قرار گیرد.

۱۹-۳ 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 ۱۹-۳-۱ و ۱۹-۳-۲، ارائه می‌گردد.

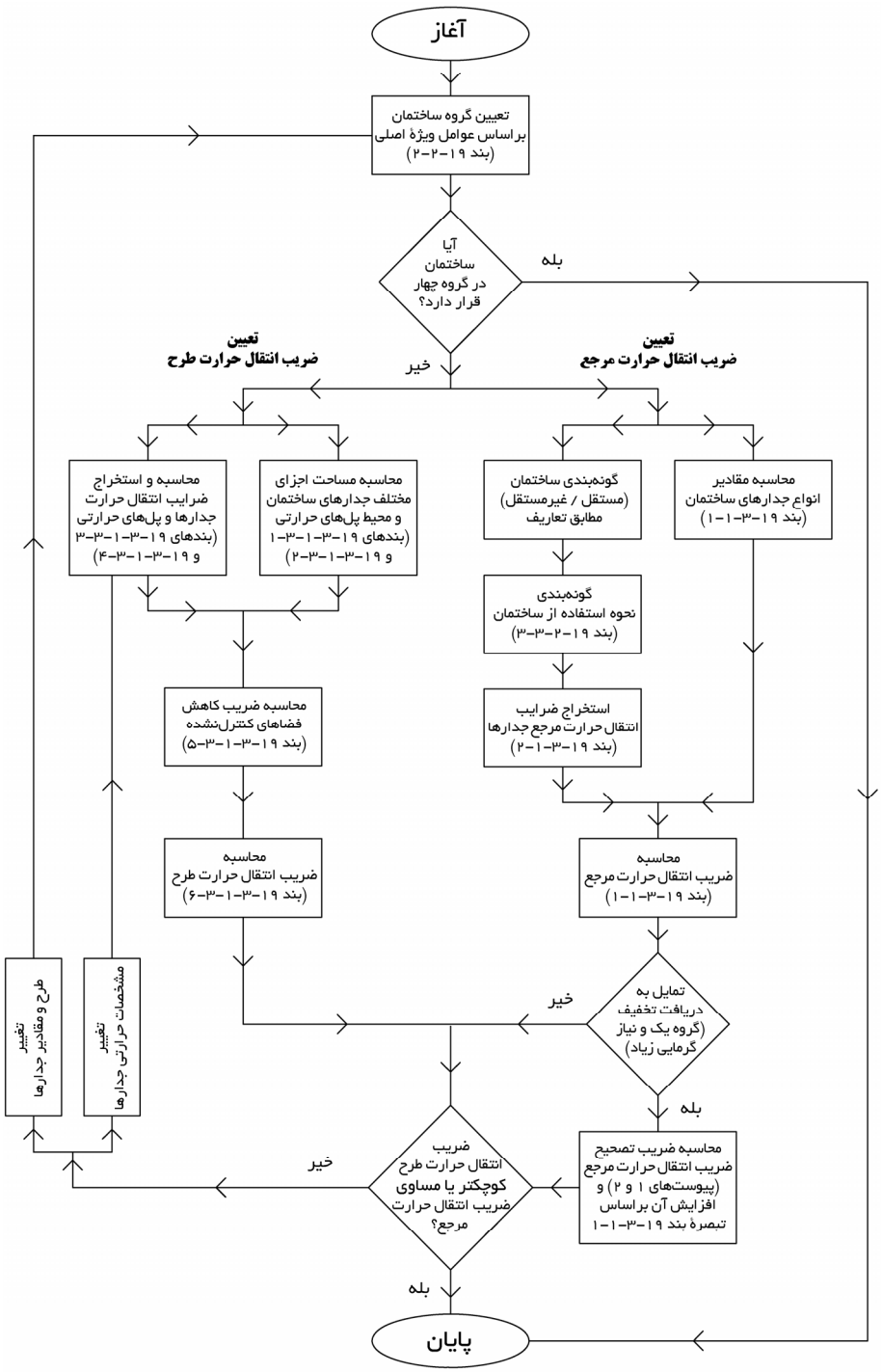
در محاسبه و طراحی عایق کاری حرارتی پوستهٔ انواع ساختمان‌ها می توان از روش کارکردی بهره گرفت، اما روش تجویزی تنها برای محاسبه عایق کاری حرارتی پوستهٔ ساختمان‌های مسکونی ۱ تا ۹ طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع، و ساختمان‌های گروه ۳، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، به کار برده می‌شود.

۱۹-۳-۱ 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 ۱۹-۳-۲) 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 ۱۹-۲-۲) و براساس جدول مندرج در پیوست ۵ 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 ۱۹-۳-۱-۱ و ۱۹-۳-۱-۳ توضیح داده شده است. در شکل ۱ 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.

۱۹-۳-۱-۱ 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 ۱۹-۲-۲)، نحوهٔ استفاده از ساختمان (بند ۱۹-۲-۳-۲) و مستقل یا غیرمستقل بودن آن (مطابق تعاریف صفحه ۶)، از جداول بخش ۱۹-۳-۱-۲ 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.[۱]

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

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

---

۱. 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:

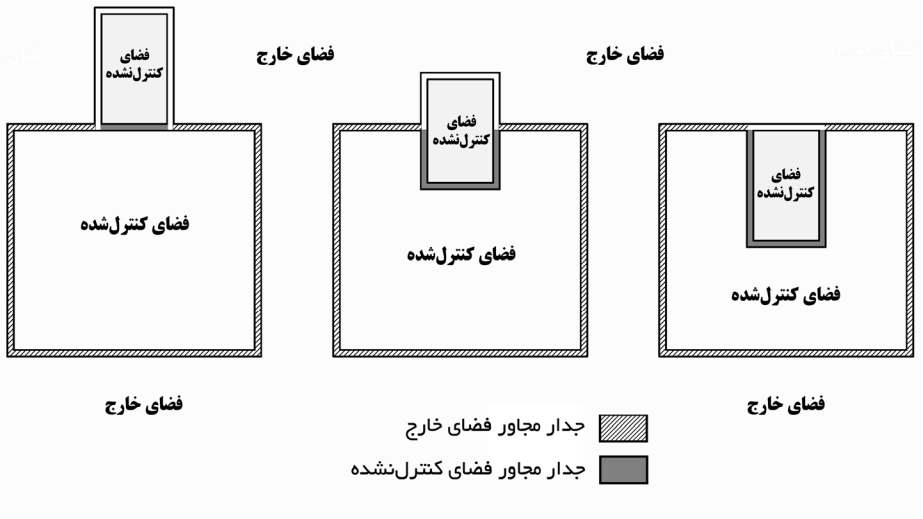
A_W –	مساحت کل دیوارهای مجاور فضای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_W$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع دیوارها	$[W/m^2K]$
A_R –	مساحت کل بام‌های تخت یا شیب‌دار مجاور فضای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_R$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع بام تخت یا شیب‌دار	$[W/m^2K]$
A_F –	مساحت کل کف زیرین در تماس با هوای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_F$ –	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:

۱- سطوح تمام جدارهای ساختمانی (A_{WB} ،A_D ،A_F ،A_R ،A_W) و محیط کف زیرین در تماس با خاک (P) از طرف داخل ساختمان محاسبه می‌شوند.

۲- تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در بخش ۱۹-۳-۱-۲ ارائه شده است.

۳- 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 ۲). در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.



شکل ۲- موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل‌نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

تبصره ۱: در مناطق دارای نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳)، می‌توان 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 ۱، و برای ساختمان‌های غیرمستقل با فضاهای مورد استفادهٔ منقطع، ضریب γ از جدول ۲ استخراج می‌شود. روش تعیین اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی به ترتیب در پیوست ۱ و پیوست ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۱- محاسبهٔ ضریب **γ** برای ساختمان‌های غیرمستقل - فضاهای با استفادهٔ مداوم
بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

اینرسی حرارتی	**شاخص خورشیدی I_S**		
	$I_S < ۰/۰۱$	$۰/۰۱ > I_S >= ۰/۰۲$	$I_S >= ۰/۰۲$
کم	۰	۰/۰۳	۰/۰۶
متوسط	۰	۰/۰۵	۰/۱۰
زیاد	۰	۰/۰۶	۰/۱۲

جدول ۲- محاسبهٔ ضریب **γ** ساختمان‌های غیرمستقل - فضاهای با استفادهٔ منقطع
بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

اینرسی حرارتی	**شاخص خورشیدی I_S**		
	I_S < ۰/۰۱	۰/۰۱ <= I_S < ۰/۰۲	I_S >= ۰/۰۲
اختیاری	۰	۰/۰۴	۰/۰۸

۱۹-۳-۱-۲ 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 ۳ تا جدول ۵ 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 ۱۹-۳-۱-۱ قرار داده شوند.

جدول ۳- 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	$\hat{U}_w$	**۰/۷**	**۰/۸**	**۱/۱**
بام تخت یا شیب‌دار	$\hat{U}_R$	**۰/۳**	**۰/۵**	**۰/۵۵**
کف در تماس با هوا	$\hat{U}_F$	**۰/۴۵**	**۰/۵**	**۰/۵۵**
کف در تماس با خاک	$\hat{U}_P$	**۱/۴۵**	**۱/۴۵**	**۱/۶**
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	**۲/۷**	**۲/۷**	**۳/۴**
در	$\hat{U}_D$	**۳/۵**	**۳/۵**	**۳/۵**
جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	**۰/۵۵**	**۰/۵۵**	**۰/۷**

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

جدول ۴- 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	$\hat{U}_w$	۰/۸۸	۱/۰۱	۱/۳۹
بام تخت یا شیب‌دار	$\hat{U}_R$	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۶۹
کف در تماس با هوا	$\hat{U}_F$	۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۶۹
کف در تماس با خاک	$\hat{U}_P$	۱/۸۳	۱/۸۳	۲/۰۲
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۳/۴	۳/۴	۴/۲۸
در	$\hat{U}_D$	۴/۴۱	۴/۴۱	۴/۴۱
جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۸۸

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

جدول ۵- 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	$\hat{U}_w$	۱/۰۲	۱/۱۷	۱/۶۱
بام تخت یا شیب‌دار	$\hat{U}_R$	۰/۴۴	۰/۷۳	۰/۸
کف در تماس با هوا	$\hat{U}_F$	۰/۶۶	۰/۷۳	۰/۸
کف در تماس با خاک	$\hat{U}_P$	۲/۱۲	۲/۱۲	۲/۳۴
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۳/۹۴	۳/۹۴	۴/۹۶
در	$\hat{U}_D$	۵/۱۱	۵/۱۱	۵/۱۱
جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰/۸	۰/۸	۱/۰۲

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

تبصره ۲: چنانچه ساختمانی، مطابق پیوست ۳، دارای نیاز غالب *سرمایی* باشد و تمام جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی آن از سایه‌بان‌های معین‌شده در پیوست ۱۰ برخوردار باشند، می‌توان ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی را با ضریب ۱٫۱ افزایش داد.

۱۹-۳-۱-۳ 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 ۱۹-۳-۱-۳-۱ تا ۱۹-۳-۱-۳-۶ تعیین و مطابق توضیحات بند ۱۹-۳-۱-۳-۷ با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه شود.

۱۹-۳-۱-۳-۱ 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.

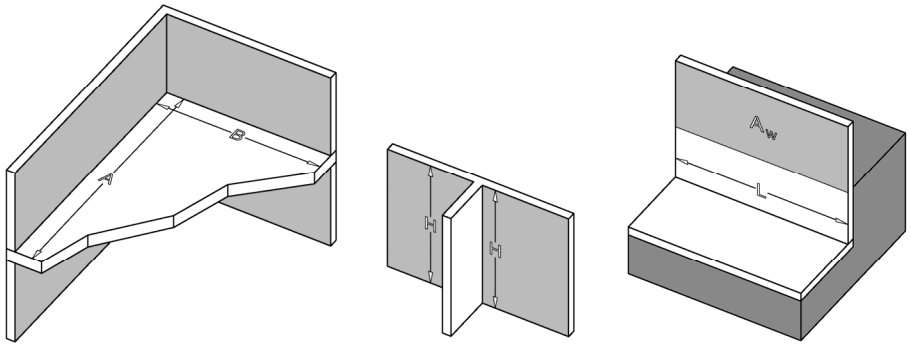
۱۹-۳-۱-۳-۲ محاسبهٔ محیط پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی

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 ۲ ضرب شود)؛
- محیط سقف‌های نهایی؛
- طول اتصالات دیوارهای داخلی و خارجی (که باید در عدد ۲ 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 اجـزای سـاختمانی دارای پـل حرارتـی، براسـاس مقادیر داده‌شده در جدول ۳۲ پیوست ۱۱، افزایش یابد.



پل حرارتی دیوار مجاور خاک: L

پل حرارتی تقاطع دیوارهای داخلی و خارجی: $2 \times H$

پل حرارتی کف بین طبقات: $2 \times (A+B)$

شکل ۳- طرح برخی از پل‌های حرارتی در پوستهٔ خارجی ساختمان

۱۹-۳-۱-۳-۳ محاسبه و استخراج ضرایب انتقال حرارت اجزای پوسته

اقدام دیگر در تعیین ضریب انتقال حرارت طرح، محاسبه یا استخراج ضـرایب انتقـال حـرارت سطحی تمامی اجزای پوستهٔ خارجی است.

ضریب انتقال حرارت جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مـصالح متداول (پیوست ۷) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی، لایـه‌هـای هـوا و سـطوح داخلـی و خارجی پوستهٔ خارجی (پیوست ۸) محاسبه گـردد. لازم اسـت ضـریب انتقـال حـرارت بازشـوها و جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست ۹ این مبحث تعیین گیرد.

در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح، یا اجزایی به‌خصوص، در پیوست‌هـای مـذکور نیامـده 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 حرارتـی محـصول، بـا ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیـاز بـرای ارزیابی همه‌جانبه محصول و آیین اجرای آن باشد. در این حالت، مقادیر مذکور در گواهی فنی، تـا زمان اعتبار آن، ملاک طراحی و محاسبات خواهد بود.

۱۹-۳-۱-۳-۴ استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

علاوه بر محاسبهٔ ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای پوسته، ضروری است ضـرایب انتقـال حرارت خطی پل‌های حرارتیِ ساختمان نیز، با استفاده از پیوست ۱۱ این مبحث، تعیین گردد.

در صورتی که، به منظور تسریع و ساده‌سازی عملیات، تمایلی بـه انجـام محاسـبات دقیـق و تفکیکی پل‌های حرارتی وجود نداشته باشد، می‌توان با صرف‌نظر از استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی، ضریب انتقال حرارت سطحی اجزای سـاختمانی دارای پـل حرارتـی را، بـا استفاده از مقادیر تعیین‌شده در جدول ۳۲ پیوست ۱۱، افزایش داد.

۱۹-۳-۱-۳-۵ محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده

علاوه بر موارد یادشده در فوق، آنچه باید در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح انجام گیـرد، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت تمام فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان است.

با توجه به آنکه اختلاف دمای فضای داخل با فضاهای کنترل‌نـشده کمتـر از اخـتلاف دمـای 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 موضـوع، بـا اسـتفاده 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.

۱۹-۳-۱-۳-۶ 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 کنترل‌نشده $[m^2]$
- 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 فضای کنترل‌نشده $[m^2]$
- 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 کنترل‌نشده $[m^2]$
- 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 کنترل‌نشده $[m^2]$
- 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 کنترل‌نشده $[m^2]$
- 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 پل‌های حرارتی $[W/mK]$
- τ_i – ضریب کاهش انتقال حرارت هر جدار

توضیحات:

۱- 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 ۲). در رابطهٔ بالا، سطوح جدارها و پل‌های حرارتی بین فضاهای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

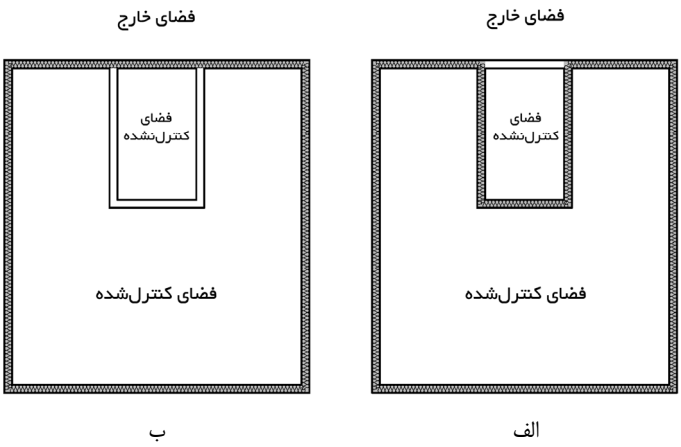
۲- ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر یک است.

۳- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه‌شده برای آن فضای کنترل‌نشده است (بند ۱۹-۳-۱-۳-۵). در صورت عدم تمایل به انجام محاسبهٔ فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.

۴- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضایی کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید (شکل ۴ 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.

۱۹-۳-۱-۳-۷ 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 ۴- الف: عایق‌کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای مجاور فضاهای کنترل‌نشده
ب: عایق‌کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای بین فضای کنترل‌نشده و خارج

۱۹-۳-۲ روش ب - روش تجویزی

طراحی با روش تجویزی، در مقایسه با روش کارکردی، به مراتب ساده‌تر است. این روش در مورد ساختمان‌های مسکونی ۱ تا ۹ طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع، و ساختمان‌های گروه ۳، 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 ۱۹-۲-۲-۵)، در دو مجموعه راه‌حل فنی زیر ارائه می‌شود و لازم‌الاجراست:

ب-۱) مجموعه راه‌حل‌های فنی، با بهره‌گیری از *پنجره‌های برتر* (ص ۳۷ تا ۴۲)؛ که برای ساختمان‌های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه‌های ۱، ۲ یا ۳ از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

ب-۲) مجموعه راه‌حل‌های فنی، با بهره‌گیری از *پنجره‌های ساده* (ص ۴۳ تا ۴۶)؛ که برای ساختمان‌های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه‌های ۲ یا ۳ از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

مطابق مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-۱، جدارهای نورگذر ساختمان باید به لحاظ مشخصات حرارتی از انواع برتر این جدارها باشند؛ در حالی که براساس مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-۲،

استفاده از پنجره‌های ساده نیز مجاز است، ولی دیوارهای ساختمان باید مقاومت حرارتی بیشتری نسبت به مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-۱ داشته باشند. در جدول ۶، رده‌بندی کیفی پنجره‌ها در عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطابق روش تجویزی درج شده است.

جدول ۶- رده‌بندی کیفی پنجره‌ها در عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطابق روش تجویزی*

رده		جنس پنجره	نوع شیشه	کیفیت پنجره
برتر	۱	یوپی‌وی‌سی	دوجدارهٔ ساده یا کم‌گسیل	با گواهی‌نامهٔ فنی
		آلومینیومی حرارت‌شکن	دوجدارهٔ کم‌گسیل	با گواهی‌نامهٔ فنی
	۲	یوپی‌وی‌سی	دوجدارهٔ ساده یا کم‌گسیل	-
		آلومینیومی حرارت‌شکن	دوجدارهٔ ساده	با گواهی‌نامهٔ فنی
		چوبی	دوجدارهٔ ساده یا کم‌گسیل	با گواهی‌نامهٔ فنی
ساده	۳	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.

۱۹-۳-۲-۱ الزامات در راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

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

۱-حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، در دو حالت مجاورت دیوار با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)؛

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

۳-رده‌بندی کیفی جدارهای نورگذر ساختمان؛

۴-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؛

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

۱۹-۳-۲-۲ اثر بهره‌گیری مناسب از نور خورشید

در صورتی که ساختمانِ دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست ۳ دارای نیاز غالب *گرمایی* باشد و مطابق توضیحات بند ۱۹-۲-۳-۱ امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی وجود داشته باشد، می‌توان حداقل مقاومت‌های حرارتی ارائه‌شده در راه‌حل‌های فنی را با ضریب ۰٫۹۵ کاهش داد.

۱۹-۳-۲-۳ اثر بهره‌گیری از سایه‌بان مناسب

در صورتی که ساختمانِ دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست ۳ دارای نیاز غالب *سرمایی* باشد و تمامی جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز سایه‌بان‌های معین‌شده در پیوست ۱۰ را داشته باشند، می‌توان حداقل مقاومت‌های حرارتی ارائه‌شده در راه‌حل‌های فنی را با ضریب ۰٫۹ کاهش داد.

۱۹-۳-۲-۴ نکاتی دربارهٔ مجموعه راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

در مورد مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی، که در بخش‌های ۱۹-۳-۲-۵ و ۱۹-۳-۲-۶ آمده است، در نظر گرفتن موارد زیر لازم است:

- در عایق‌کاری حرارتی جدارهای خارجی ساختمان‌های غیرمسکونی گروه ۳، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که به صورت منقطع استفاده می‌شوند (ر. ک. به ۱۹-۲-۳-۲)، 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 ۴ الف، ص ۳۳)، به عایق‌کاری حرارتی

تمام جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضای خارج (شکل ۴ ب، ص ۳۳)، 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.

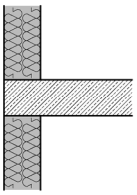
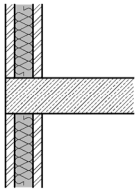
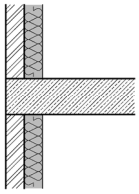
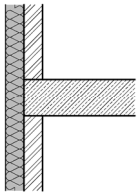
ب) در صورت پوشیده نشدن درز میان دو ساختمان، جدار مجاور آن مانند جدار مجاور فضای خارج در نظر گرفته می‌شود.

- 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.

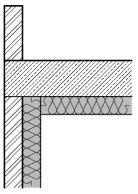
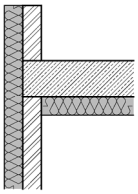
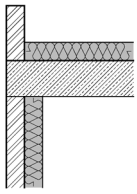
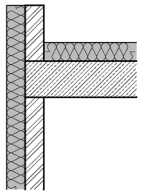
۱۹-۳-۲-۵ مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-۱ (با پنجرهٔ برتر)

۱۹-۳-۲-۵-۱ ساختمان‌های گروه ۱ 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
				
۱/۰	۲/۱	۲/۳	۲/۳	۱/۲

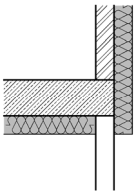
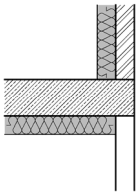
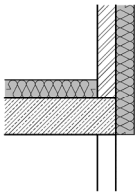
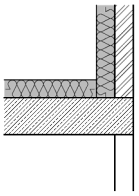
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

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
				
۱/۰	۲/۱	۳/۰	۳/۰	۳/۰

ج- حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

همهٔ جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول ۶ دارای ردهٔ کیفی یک باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از هر کدام از رده‌های کیفی ۱، ۲ یا ۳ انتخاب کرد.

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

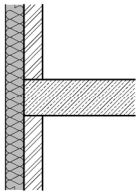
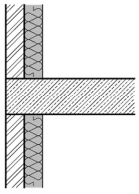
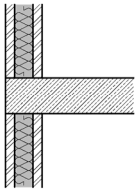
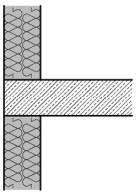
کف مجاور فضای کنترل‌نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف	
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار
				
۰/۹	۳/۲	۳/۲	۳/۲	۲/۱

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

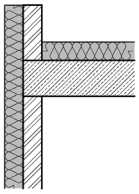
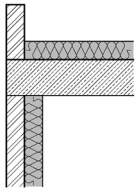
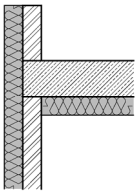
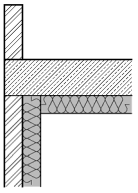
موقعیت کف ساختمان		
بیش از ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	کمتر از ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه، یا هم‌تراز با محوطه، یا پایین‌تر از محوطه	
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر
۰/۹	۰/۷	۱/۱

۱۹-۳-۲-۵-۲ ساختمان‌های گروه ۲ 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 خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن
				
۰/۸	۰/۹	۱/۵	۱/۵	۱/۴

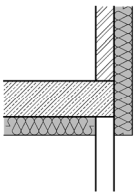
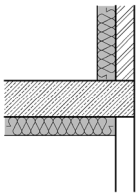
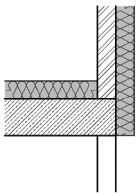
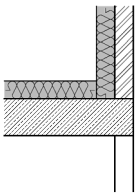
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی 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
				
۰/۸	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۱/۶

ج- حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول ۶، دارای ردهٔ کیفی ۲ یا ۱ باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از رده‌های کیفی ۱، ۲ یا ۳ انتخاب کرد.

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

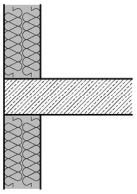
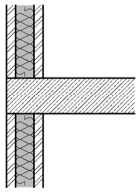
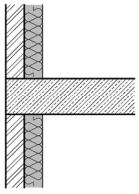
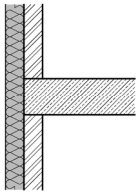
کف مجاور فضای کنترل‌نشده	کف مجاور فضای خارج			
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف	
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار
				
۰/۷	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۱/۵

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

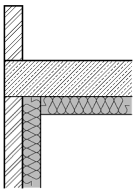
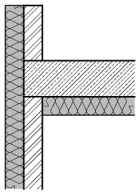
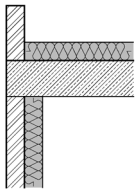
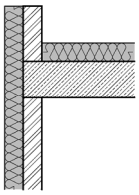
موقعیت کف ساختمان					
بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		به میزان ۴۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۵۰ سانتی‌متر
۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵

۱۹-۳-۲-۵-۳ ساختمان‌های گروه ۳ 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
				
۰/۷	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۰/۸

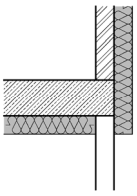
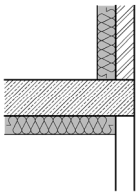
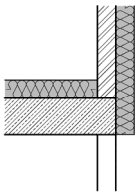
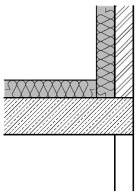
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

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
				
۰/۷	۱/۴	۱/۷	۱/۷	۱/۷

ج- حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

تمام جدارهای نورگذر مجاور خارج بایـد، مطـابق جـدول ۶، دارای رده کیفـی ۲ یـا ۱ باشـند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از هر کدام از رده‌هـای کیفـی ۱، ۲ یـا ۳ 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
				
۰/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۳

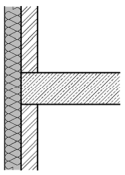
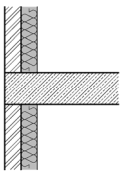
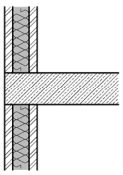
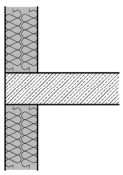
ه- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [m^2.K/W]

موقعیت کف ساختمان				
بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		کف ساختمان به میزان ۴۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		کف ساختمان پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۵۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل‌شده ضرورت ندارد.
۰/۲	۰/۵	۰/۲	۰/۳	

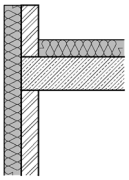
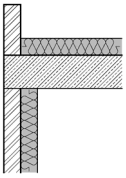
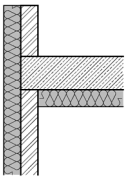
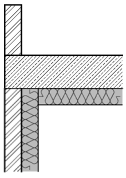
۱۹-۳-۲-۶ مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-۲ (با پنجرهٔ ساده)

۱۹-۳-۲-۶-۱ ساختمان‌های گروه ۲ 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	
					
۱۶-۲۰	**۲/۵**	**غیرمجاز**	**غیرمجاز**	**غیرمجاز**	**۰/۸**
۱۱-۱۵	**۱/۷**	**۴/۹**	**۴/۹**	**۴/۱**	**۰/۸**
۱۰ و کمتر	**۱/۴**	**۳/۲**	**۳/۲**	**۲/۸**	**۰/۸**

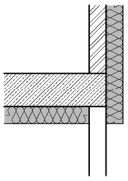
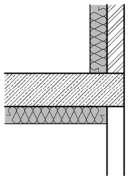
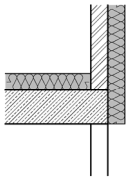
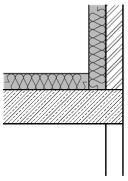
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$]

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	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	
					
	۲/۱	**۲/۱**	**۲/۱**	**۱/۶**	**۰/۸**

ج- حداقل مشخصات جدارهای نورگذر

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مساوی یا کمتر از ۲۰ درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می‌توان، با رعایت الزامات تعیین‌شده در این بخش، از پنجره‌های ردهٔ کیفی ۳ (مطابق جدول ۶) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-۱ مربوط به این گروه (بند ۱۹-۳-۲-۵-۲) بهره جست.

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

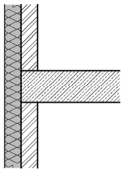
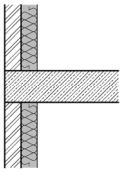
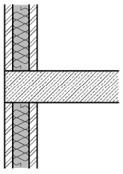
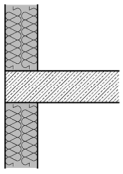
توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است.	کف مجاور فضای خارج				کف مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی کف		عایق حرارتی داخلی کف		
	با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	با عایق‌کاری خارجی یا میانی	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	
					
	۲٫۲	۲٫۲	۲٫۲	۱٫۵	۰٫۷

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

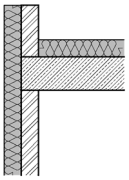
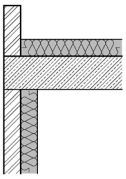
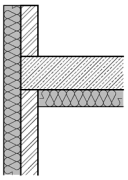
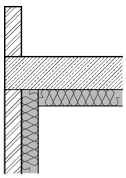
موقعیت کف ساختمان					
بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		تا ارتفاع ۴۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با آن، یا کمتر از ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از آن	
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۵۰ سانتی‌متر
۰٫۷	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۷	۰٫۳	۰٫۵

۱۹-۳-۲-۶-۲ ساختمان‌های گروه ۳ 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	
					
۲۱-۲۵	۱/۸	۵/۷	۵/۷	۴/۶	۰/۷
۱۶-۲۰	۱/۴	۳/۲	۳/۲	۲/۸	۰/۷
۱۱-۱۵	۱/۲	۲/۴	۲/۴	۲/۱	۰/۷
۱۰ و کمتر	۱/۱	۲/۰	۲/۰	۱/۹	۰/۷

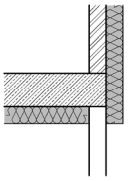
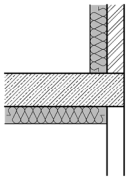
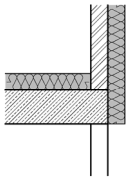
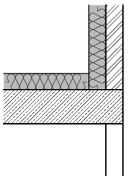
ب- حداقل مقاومت حرارتی بام [$m^2.K/W$]

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	با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار	
					
	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۰/۷

ج- جدارهای نورگذر

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مساوی یا کمتر از ۲۵ درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می‌توان، با رعایت الزامات تعیین‌شده در این بخش، از پنجره‌های رده کیفی ۳ (مطابق جدول ۶) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-۱ مربوط به این گروه (بند ۱۹-۳-۲-۵-۳) 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	همراه با عایق‌کاری خارجی یا میانی	همراه با عایق‌کاری داخلی یا همگن	
					
	۱٫۷	۱٫۷	۱٫۷	۱٫۷	۰٫۶

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

موقعیت کف ساختمان			
بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		تا ارتفاع ۴۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با آن، یا کمتر از ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از آن
عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۵۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل‌شده ضرورت ندارد.
۰٫۲	۰٫۵	۰٫۲	۰٫۳	

۱۹-۳-۳ 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

۱۹-۳-۳-۱ 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 ۹ صبح تا ۳ 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.

۱۹-۳-۳-۲ 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 ۳)، 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 ۳) ساختمان باید به شکلی طراحی شود که امکان استفاده از تهویهٔ طبیعی برای تمام فضاهای داخلی فراهم گردد.

۱۹-۳-۳-۳ 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.

۱۹-۳-۳-۴ 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 ۹ آمده است.

۱۹-۳-۳-۵ 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 ۱۰ این مبحث، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، برای ۲۱۶ شهر کشور، ارائه شده است. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، زاویهٔ سایه‌بان افقی و زاویهٔ

---

۱. 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.

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.

۱۹-۳-۳-۶ 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 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 ۱ آمده است.

۱۹-۳-۳-۷ 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.

۱۹-۴ 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 ۴) رعایت شود.

۱۹-۴-۱ 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 ۲۰۰۰ 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 ۲۰ درجهٔ سلسیوس و در اوقات گرم سال حداقل ۲۸ 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 ۲۵ 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.

۱۹-۴-۲ تأسیسات سرمایش و گرمایش

۱۹-۴-۲-۱ 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 ۱۹-۴-۲-۱-۱ و ۱۹-۴-۲-۱-۲ ارائه شده است.

۱۹-۴-۲-۱-۱ 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 ۱ و ساختمان‌های گروه ۲ با زیربنای مفید بالای ۱۰۰۰ مترمربع (ر. ک. به پیوست ۵)، 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 ۵ 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 دمنده های 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.

۱۹-۴-۲-۱-۲ 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.

۱۹-۴-۲-۲ 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 دمپر ها، دما سنج ها، 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.

۱۹-۴-۲-۲-۱ عایق‌کاری حرارتی لوله‌ها

تمام لوله‌های مورد استفاده در سیستم‌های سرمایش و گرمایش باید براساس بیشترین مقدار مشخص شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی و جدول ۷ 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 ۷- حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله در سیستم‌های سرمایش و گرمایش $[m^2.K/W]$

نوع سیال	قطر لوله تا ۳۸ میلی‌متر	قطر لوله بیش از ۳۸ میلی‌متر
آب گرم	۰/۸۸	۱/۳۲
بخار	۱/۰۰	۲/۰۰
آب سرد، مبرد و براین	۰/۸۸	۱/۰۰

۱۹-۴-۲-۲-۲ 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 ۱۴ مقررات ملی ساختمان، باید با عایقی که از حداقل مقاومت حرارتی ۰٫۸۸ [$m^2.K/W$] 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 ۱٫۴۴ [$m^2.K/W$] برخوردار است عایق‌کاری شوند. در مورد کانال‌های کولر آبی واقع در فضای داخلی ساختمان، نیازی به عایق‌کاری حرارتی نیست.

۱۹-۴-۲-۳ 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.

۱۹-۴-۳ سیستم‌های تهویه

۱۹-۴-۳-۱ 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 ۲۰ 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.

۱۹-۴-۳-۲ 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 ۱۹-۳-۱-۱، را می‌توان تا ۱۰٪ 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.

۱۹-۴-۴ تأسیسات آب گرم مصرفی

۱۹-۴-۴-۱ 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 ۲۰۰۰ 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 ۱۴ مقررات ملی انجام شود و دمای آب گرم مصرفی نباید از ۶۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد. در استخرهایی که دمای آب کنترل می‌شود، دمای آب نباید بیش از ۲۷ 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.

---

1. Heat trap

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.

ح) آب‌دهی دستشویی و سردوشی‌های حمام در فشار ۵۵۰ kPa (حدود ۵٫۵ بار یا آتمسفر) نباید بیش از ۰٫۱۶ 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.

۱۹-۴-۴-۲ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

الف) در سیستم‌های آب گرم مصرفی، لوله‌ها باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از ۰٫۸۸ [$m^2.K/W$] باشند.

ب) مخزن‌های آب‌گرم باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از ۱٫۰۰ [$m^2.K/W$] 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.

۱۹-۵ سیستم روشنایی و انرژی الکتریکی

در تأمین روشنایی با استفاده از انرژی الکتریکی، لازم است علاوه بر الزامات مبحث ۱۳ 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.

۱۹-۵-۱ 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 ۵۵ 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 آشپرخانه، توصیه می‌شود.

تمامی سیستم‌های روشنایی نصب‌شدهٔ درون یا روی سقف باید دارای بازتابنده‌هایی باشند، تا بیشترین روشنایی به فضا برسد.

۱۹-۵-۲ سیستم‌های کنترل روشنایی

۱۹-۵-۲-۱ روشنایی فضاها

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

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

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

۱۹-۵-۲-۲ سیستم‌های کاهش میزان و یا مدت روشنایی

روشنایی فضاهای محصوری که مساحتی برابر ۱۰ متر مربع یا بیشتر دارد و بار الکتریکی روشنایی آن بیش از ۱۲ 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:

۱- استفاده از کاهش‌دهنده‌های نور[1] برای کنترل تمام سیستم‌های روشنایی؛

۲- کنترل ردیف‌های زوج و فرد با دو کلید؛

۳- نصب کلید مستقل برای لامپ وسط سیستم‌های سه‌لامپی؛

۴- نصب کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعهٔ لامپ؛

۵- استفاده از سیستم‌های تشخیص حضور و یا حرکت؛

۶- 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.

۱۹-۵-۲-۳ 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 ۱۳ 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.

۱۹-۵-۳ شدت روشنایی فضاها

شدت روشنایی فضاها و کاربری‌های مختلف در ساختمان‌ها باید براساس مبحث ۱۳ 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.

۱۹-۵-۴ روشنایی محوطه و بیرون ساختمان

۱۹-۵-۴-۱ لامپ‌ها

لامپ‌های مورد استفاده برای روشنایی محوطه و بیرون ساختمان باید حداقل دارای راندمان ۵۰ لومن بر وات باشند.

۱۹-۵-۴-۲ کنترل روشنایی محوطه و خارج ساختمان

برای محوطه ساختمان‌هایی که در ۲۴ ساعت یا تمام هفته مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، بهره‌گیری از کنترل‌کننده اتوماتیک یا سلول نوری برای روشن و خاموش کردن لامپ‌ها الزامی است.

۱۹-۵-۵ کنتور

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

۱۹-۵-۶ 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 ۱

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

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.

پ۱-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

پ۱-۱-۱ 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 محاسبه‌شدهٔ یک جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.

پ۱-۱-۲ 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 ۱۵۰ 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 ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.

پ۱-۱-۳ 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.

پ۱-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل‌شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌است کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی مؤثر مساوی با جرم سطحی جدار است؛ در غیر این صورت، جرم سطحی مؤثر مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می‌شود.

پ۱-۲ 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:

$$M = \Sigma (m_i \, . \, A_i)$$

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:

$$m_a = M / A_h$$

پ۱-۳ 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 ۸ تعیین می‌گردد:

جدول ۸- گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

گروه اینرسی	جرم سطحی مؤثر ساختمان، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید m_a (kg/m^2)
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰

پیوست ۲

روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی

روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی

طراح، در صورت تمایل، می‌تواند از این ضریب برای ساختمان‌های گروه ۱، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، و در مناطق با نیاز گرمایی زیاد کشور (مطابق پیوست ۳) استفاده کند.

شاخص خورشیدی ساختمان، یا بخشی از آن، با علامت I_S نشان داده شده است، و بر مبنای 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 ۹

σ_i: ضریب کاهش مربوط به موقعیت سطح نورگذر، مطابق جدول ۱۰

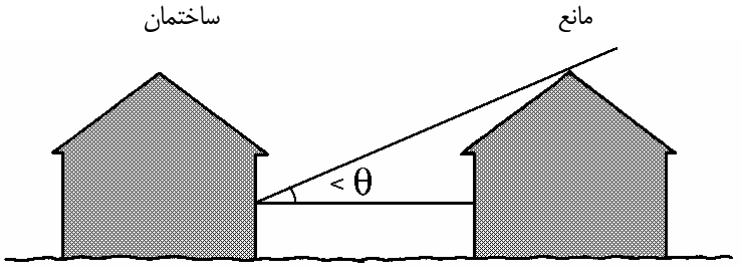
V: حجم کل فضای کنترل‌شدهٔ ساختمان، یا بخش مورد نظر

جدول ۹- 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)	۴	۶	۶	۴	۶	۶	۶	۶	۴	۶-۴
S_i	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۶۲	۰/۷۰	۰/۶۲	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۵۲

جدول ۱۰- مقادیر ضریب کاهش σ_i مربوط به موقعیت سطح نورگذر

زاویهٔ متوسط رؤیت موانع روبروی پوسته (θ) (مطابق شکل ۵)	موقعیت و جهت[1] سطح نورگذر				
	جنوب	شرق	غرب		شمال
			فضاهای با استفاده مداوم	فضاهای با استفاده منقطع	
کمتر از ۱۵ درجه	۱/۰	۰/۶	۰/۶	۰/۴	۰/۳
بزرگ‌تر از یا مساوی ۱۵ درجه و کمتر از ۲۵ درجه	۰/۶	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۲
بزرگ‌تر از یا مساوی ۲۵ درجه	۰	۰	۰	۰	۰



شکل ۵- زاویه رؤیت موانع روبروی سطوح نورگذر

۱. 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 ۳

گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی شهرهای ایران

گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی شهرهای ایران

در این پیوست، گونه‌بندی نیاز انرژی ۲۴۵ 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
۱	آبادان	زیاد		●
۲	آبادچی– فریدن	زیاد	●	
۳	آباده	متوسط	●	
۴	آبعلی	زیاد	●	
۵	آجی چای	زیاد	●	
۶	آزاد شهر	کم	●	
۷	آستارا	متوسط	●	
۸	آغاجاری	زیاد		●
۹	آمل	کم	●	
۱۰	آوج	زیاد	●	
۱۱	احمدآباد – درودزن	متوسط	●	
۱۲	احمدوند	متوسط	●	
۱۳	اختحوان گلپایگان	متوسط	●	

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۱۴	اراک	متوسط	●	
۱۵	اردبیل	زیاد	●	
۱۶	اردستان	متوسط	●	
۱۷	اردکان	متوسط	●	
۱۸	ارومیه	زیاد	●	
۱۹	استور	متوسط	●	
۲۰	اسدآباد بیرجند	متوسط	●	
۲۱	اسکو	زیاد	●	
۲۲	اسلام آباد غرب	متوسط	●	
۲۳	اصفهان	متوسط	●	
۲۴	افراچال	کم	●	
۲۵	الیگودرز	زیاد	●	
۲۶	امام قیس	زیاد	●	
۲۷	امیدیه	زیاد		●
۲۸	امین آباد	متوسط	●	
۲۹	انار	کم	●	
۳۰	انارک	متوسط	●	
۳۱	اندیمشک	زیاد		●
۳۲	اهر	زیاد	●	
۳۳	اهواز	زیاد		●
۳۴	اهواز (ملاثانی)	متوسط		●
۳۵	ایرانشهر	زیاد		●
۳۶	ایلام	متوسط	●	
۳۷	ایوانکی	متوسط	●	

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۳۸	بابل	کم	●	
۳۹	بابلسر	کم	●	
۴۰	باراندوزچای	زیاد	●	
۴۱	بارنیشابور	متوسط	●	
۴۲	باغ ملک	کم		●
۴۳	بافت	متوسط	●	
۴۴	بجستان	کم	●	
۴۵	بجنورد	متوسط	●	
۴۶	بروجرد	متوسط	●	
۴۷	بستان	زیاد		●
۴۸	بستان آباد	زیاد	●	
۴۹	بم	متوسط		●
۵۰	بمپور	متوسط		●
۵۱	بن سیدان	متوسط		●
۵۲	بندر انزلی	کم	●	
۵۳	بندر بوشهر	زیاد		●
۵۴	بندر دیر	زیاد		●
۵۵	بندر عباس	زیاد		●
۵۶	بندر لنگه	زیاد		●
۵۷	بندر ماهشهر	زیاد		●
۵۸	بنکوه	متوسط	●	
۵۹	بوئین زهرا	متوسط	●	
۶۰	بی بالان	کم	●	
۶۱	بیاضه بیابانک	متوسط	●	

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۶۲	بیجار	زیاد	●	
۶۳	بیرجند	متوسط	●	
۶۴	پارس آباد مغان	متوسط	●	
۶۵	پل زمانخان	کم	●	
۶۶	پل کله	متوسط	●	
۶۷	پیرانشهر	زیاد	●	
۶۸	پیله سرا	کم	●	
۶۹	تازه کند	زیاد	●	
۷۰	تاشکویه کله گاه	متوسط		●
۷۱	تاکستان	متوسط	●	
۷۲	تبریز	زیاد	●	
۷۳	تربت حیدریه	متوسط	●	
۷۴	تفرش	متوسط	●	
۷۵	تکاب	زیاد	●	
۷۶	تنگ پنج	زیاد		●
۷۷	تهران	متوسط	●	
۷۸	جاسک	زیاد		●
۷۹	جزیرهٔ ابوموسی	زیاد		●
۸۰	جزیرهٔ خارک	متوسط		●
۸۱	جزیرهٔ سیری	زیاد		●
۸۲	جزیره قشم	متوسط		●
۸۳	جزیرهٔ کیش	زیاد		●
۸۴	جلفا	زیاد	●	
۸۵	جیرفت	متوسط		●

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۸۶	چابهار	زیاد		●
۸۷	چغارت	متوسط		●
۸۸	چناران	متوسط	●	
۸۹	حاجی آباد (بندرعباس)	متوسط		●
۹۰	حجت آباد (پیشکوه)	متوسط	●	
۹۱	حمیدیه	متوسط		●
۹۲	حنا	متوسط	●	
۹۳	خاش	کم		●
۹۴	خرم آباد	متوسط	●	
۹۵	خرم آباد تنکابن	کم	●	
۹۶	خرم دره	زیاد	●	
۹۷	خرمشهر	زیاد		●
۹۸	خشکه داران تنکابن	کم	●	
۹۹	خفر	متوسط	●	
۱۰۰	خلخال	زیاد	●	
۱۰۱	خوانسار	زیاد	●	
۱۰۲	خوربیابانک	متوسط		●
۱۰۳	خوی	زیاد	●	
۱۰۴	داراب	متوسط		●
۱۰۵	داران	زیاد	●	
۱۰۶	داشبند بوکان	زیاد	●	
۱۰۷	دامغان	متوسط	●	
۱۰۸	دامنه فریدن	زیاد	●	
۱۰۹	درگز	متوسط	●	

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۱۱۰	درود	متوسط	●	
۱۱۱	دره تخت	زیاد	●	
۱۱۲	دزفول	زیاد		●
۱۱۳	دشت ناز	کم	●	
۱۱۴	دوگنبدان	متوسط		●
۱۱۵	ده صومعه	متوسط	●	
۱۱۶	دهلران	زیاد		●
۱۱۷	دیهوک	کم	●	
۱۱۸	رامسر	کم	●	
۱۱۹	رامهرمز	زیاد		●
۱۲۰	رشت	کم	●	
۱۲۱	روانسر	متوسط	●	
۱۲۲	رودبار گیلان	کم	●	
۱۲۳	زابل	متوسط		●
۱۲۴	زاهدان	کم	●	
۱۲۵	زردگل سرخ آباد	متوسط	●	
۱۲۶	زرقان	متوسط	●	
۱۲۷	زرینه اوباتو	زیاد	●	
۱۲۸	زنجان	زیاد	●	
۱۲۹	ساوه	متوسط	●	●
۱۳۰	سبزوار	متوسط	●	
۱۳۱	سپید دشت	متوسط	●	●
۱۳۲	سد درودزن	متوسط	●	
۱۳۳	سر پل ذهاب	متوسط	●	●

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۱۳۴	سراب	زیاد	●	
۱۳۵	سراوان	متوسط		●
۱۳۶	سرخس	متوسط	●	
۱۳۷	سرکت تجن	کم	●	
۱۳۸	سقز	زیاد	●	
۱۳۹	سمنان	متوسط	●	
۱۴۰	سنگ ترش	متوسط	●	
۱۴۱	سنگ سوراخ	متوسط	●	
۱۴۲	سنندج	متوسط	●	
۱۴۳	سوباشی	زیاد	●	
۱۴۴	سیرجان	متوسط	●	
۱۴۵	شاهرود	متوسط	●	
۱۴۶	شبانکاره	متوسط		●
۱۴۷	شمس آباد اراک	زیاد	●	
۱۴۸	شمعون	متوسط		●
۱۴۹	شوش	متوسط		●
۱۵۰	شوشتر	زیاد		●
۱۵۱	شهربابک	متوسط	●	
۱۵۲	شهرکرد	متوسط	●	
۱۵۳	شیراز	متوسط	●	
۱۵۴	شیرگاه	کم	●	
۱۵۵	شیروان بروجرد	متوسط	●	
۱۵۶	صفی آباد دزفول	زیاد		●
۱۵۷	طبس	متوسط		●

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۱۵۸	طرق کرتیان	متوسط	●	
۱۵۹	عباس آباد قم	متوسط	●	
۱۶۰	عدل	زیاد	●	
۱۶۱	فردوس	متوسط	●	
۱۶۲	فسا	متوسط	●	
۱۶۳	فومن	کم	●	
۱۶۴	فیروزآباد خلخال	زیاد	●	
۱۶۵	قائمشهر	کم	●	
۱۶۶	قائن	متوسط	●	
۱۶۷	قرآن تالار	کم	●	
۱۶۸	قراخیل قائمشهر	کم	●	
۱۶۹	قروه	زیاد	●	
۱۷۰	قره آغاج	متوسط	●	
۱۷۱	قزوین	متوسط	●	
۱۷۲	قصر شیرین	کم	●	●
۱۷۳	قطورچای	زیاد	●	
۱۷۴	قم	متوسط	●	
۱۷۵	قمشه (شهرضا)	متوسط	●	
۱۷۶	قوچان	متوسط	●	
۱۷۷	کازرون	متوسط		●
۱۷۸	کاشان	متوسط	●	●
۱۷۹	کاشمر	متوسط	●	
۱۸۰	کبوترآباد	متوسط	●	
۱۸۱	کرج	متوسط	●	

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۱۸۲	کرمان	کم	●	
۱۸۳	کرمانشاه	متوسط	●	
۱۸۴	کرند	متوسط	●	
۱۸۵	کره سنگ	کم	●	
۱۸۶	کشف رود	متوسط	●	
۱۸۷	کنارک چابهار	زیاد		●
۱۸۸	کنگاور	متوسط	●	
۱۸۹	کوتیان صفی آباد	متوسط		●
۱۹۰	کوهرنگ	زیاد	●	
۱۹۱	کهنوج	زیاد		●
۱۹۲	گتوند	زیاد		●
۱۹۳	گچساران	متوسط		●
۱۹۴	گرکان آشتیان	متوسط	●	
۱۹۵	گرگان	متوسط	●	
۱۹۶	گرمسار	متوسط	●	
۱۹۷	گرمسار (داور آباد)	متوسط	●	
۱۹۸	گلمکان	متوسط	●	
۱۹۹	گناباد	متوسط	●	
۲۰۰	گنبد قابوس	کم	●	
۲۰۱	گورگین – خبر	کم	●	
۲۰۲	گوشه نهاوند	متوسط	●	
۲۰۳	لار	زیاد		●
۲۰۴	لار – پلور	زیاد	●	
۲۰۵	لاهیجان	کم	●	

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۲۰۶	لتیان	متوسط	●	
۲۰۷	لردگان	متوسط	●	
۲۰۸	لیقوان	زیاد	●	
۲۰۹	ماکو	زیاد	●	
۲۱۰	مراغه	زیاد	●	
۲۱۱	مرند	زیاد	●	
۲۱۲	مرودشت	متوسط	●	
۲۱۳	مسجد سلیمان	زیاد		●
۲۱۴	مشهد	متوسط	●	
۲۱۵	مشیران	متوسط	●	
۲۱۶	ملایر	متوسط	●	
۲۱۷	موچان	زیاد	●	
۲۱۸	مهاباد	متوسط	●	
۲۱۹	مهرگرد	زیاد	●	
۲۲۰	میاندوآب	متوسط	●	
۲۲۱	میانده جیرفت	متوسط		●
۲۲۲	میانه	زیاد	●	
۲۲۳	میرجاوه	متوسط		●
۲۲۴	میمه	زیاد	●	
۲۲۵	میناب	زیاد		●
۲۲۶	نایین	متوسط	●	
۲۲۷	نجف آباد	متوسط	●	
۲۲۸	نطنز	متوسط	●	
۲۲۹	نورآباد ممسنی	متوسط		●

شماره	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز غالب حرارتی	
			گرمایش	سرمایش
۲۳۰	نوژیان	زیاد	●	
۲۳۱	نوشهر	کم	●	
۲۳۲	نهبندان	متوسط	●	●
۲۳۳	نی ریز	کم	●	
۲۳۴	نیشابور	متوسط	●	
۲۳۵	ورامین	متوسط	●	
۲۳۶	ورزنه	متوسط	●	
۲۳۷	ولد آباد	متوسط	●	
۲۳۸	هفت تپه	متوسط		●
۲۳۹	همدان	زیاد	●	
۲۴۰	همگین	متوسط	●	
۲۴۱	همند آبسرد	زیاد	●	
۲۴۲	هوتن (چات)	متوسط	●	
۲۴۳	هویزه	متوسط		●
۲۴۴	یاسوج	متوسط	●	
۲۴۵	یزد	متوسط	●	●

پیوست ۴

گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

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:

۱- تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه‌روز؛

۲- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان؛

۳- 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 ۵

تعیین گروه ساختمان
از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از پیوست ۴)	**نیاز انرژی محل استقرار ساختمان** (از پیوست ۳)	**شهرهای بزرگ** (براساس بند ۱۹-۲-۲-۴)		**شهرهای کوچک** (براساس بند ۱۹-۲-۲-۴)	
		زیربنای بیش از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای بیش از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	**گروه ۱**		**گروه ۲**	
	متوسط	**گروه ۲**		**گروه ۳**	
	کم	**گروه ۳**		**گروه ۴**	
نوع ب	زیاد	**گروه ۱**	**گروه ۲**	**گروه ۲**	
	متوسط	**گروه ۲**	**گروه ۳**	**گروه ۳**	
	کم	**گروه ۳**	**گروه ۴**	**گروه ۴**	
نوع ج	زیاد	**گروه ۲**		**گروه ۲**	
	متوسط	**گروه ۳**		**گروه ۳**	
	کم	**گروه ۴**		**گروه ۴**	
نوع د	زیاد	**گروه ۴**		**گروه ۴**	
	متوسط	**گروه ۴**		**گروه ۴**	
	کم	**گروه ۴**		**گروه ۴**	

پیوست ۶

مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

ردیف	مقادیر فیزیکی و تعاریف	معادل انگلیسی	علامت	واحد
۱	**حرارت، مقدار حرارت**	Heat, quantity of heat	Q	J
۲	**توان حرارتی** مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود: $\Phi = dQ/dt$	Heat flow rate	Φ	W
۳	**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: $q = - \lambda . \text{ grad } T$	Thermal conductivity	λ	W/(m.K)
۴	**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
۵	**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	$W/(m^2.K)$
۶	**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	$W/(m^2.K)$
۷	**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	$W/(m.K)$
۸	**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
۹	**شاخص خورشیدی**	Solar Index	I_S	m^{-1}

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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]
۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی	بیش از ۲۰۰۰	۱٫۸۰
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۰
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۰۰
	۱۴۵۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۸۰
	۱۲۵۰ تا ۱۴۵۰	۰٫۷۰
	۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰	۰٫۵۵
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۴۰
	۵۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۳۰
۲. بتن و فرآورده‌های بتنی		
بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی):		
– متراکم	۲۳۰۰ تا ۲۶۰۰	۲٫۰۰
	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
– متخلخل	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۱۵
– مسلح:[۱]		
درصد میل‌گرد: بین ۱ تا ۲ درصد	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۲٫۳۰
درصد میل‌گرد: بیش از ۲ درصد	بیش از ۲۴۰۰	۲٫۵۰

۱. 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	۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۴
– با سرباره داندان	۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۸
– متخلخل:		
با کمتر از ۱۰ درصد ماسهٔ رودخانه	۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷
بتن سبک‌دانه:		
– با پوکهٔ طبیعی یا سربارهٔ منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰)[۱]:		
– با ذرات ریز یا با ماسه	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۵۲
	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۴۴
– بدون ذرات ریز و بدون ماسه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
– با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰)[۱]	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
– با سنگدانهٔ سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰)[۱]	۹۵۰ تا ۱۱۵۰	۰/۴۶
– با رس منبسط یا شیست منبسط:		
– چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰[۱]:		
– با ماسهٔ رودخانه بدون ماسهٔ سبک	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۰۵
– با ماسهٔ رودخانه و ماسهٔ سبک	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۸۵
– چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰[۱]:		
– با ماسهٔ سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۷۰
– با ماسهٔ سبک و بدون ماسه رودخانه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۶
– چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰[۱]:		
– با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۳۳
– بدون ماسه و با عیار سیمان کم	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۲۵
	کمتر از ۶۰۰	۰٫۲۰
بتن با سنگدانهٔ بسیار سبک:		
– متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا:		
– نسبت: ۱ به ۳	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۳۱

۱. 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: ۱ به ۶	۴۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۲۴
– لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	۴۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۹
بتن هوادار اتوکلاو شده[1]:		
– چگالی اسمی: ۸۰۰	۷۷۵ تا ۸۲۵	۰٫۲۹
– چگالی اسمی: ۷۵۰	۷۲۵ تا ۷۷۵	۰٫۲۷
– چگالی اسمی: ۷۰۰	۶۷۵ تا ۷۲۵	۰٫۲۵
– چگالی اسمی: ۶۵۰	۶۲۵ تا ۶۷۵	۰٫۲۳
– چگالی اسمی: ۶۰۰	۵۷۵ تا ۶۲۵	۰٫۲۱
– چگالی اسمی: ۵۵۰	۵۲۵ تا ۵۷۵	۰٫۱۹
– چگالی اسمی: ۵۰۰	۴۷۵ تا ۵۲۵	۰٫۱۸
– چگالی اسمی: ۴۵۰	۴۲۵ تا ۴۷۵	۰٫۱۶
– چگالی اسمی: ۴۰۰	۳۷۵ تا ۴۲۵	۰٫۱۵
بتن با خرده چوب:		
– ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان	۴۵۰ تا ۶۵۰	۰٫۱۶
موزاییک	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
۳. بتونهٔ درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی[2]		
سیلیکون خالص	۱۲۰۰	۰٫۳۵
سیلیکون خمیری	۱۴۵۰	۰٫۵۰
سیلیکون اسفنجی	۷۵۰	۰٫۱۲
پلی‌یورتان	۱۳۰۰	۰٫۲۱
پی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز	۱۲۰۰	۰٫۱۴
پلی‌یورتان اسفنجی	۷۰	۰٫۰۵
پلی‌اتیلن اسفنجی	۷۰	۰٫۰۵

1. AAC
2. Thermal break

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۴. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان		
کائوچو طبیعی	۹۱۰	۰/۱۳
کائوچو اسفنجی	۷۰	۰/۰۶
کائوچو سخت	۱۲۰۰	۰/۱۷
پلی‌ایزو بوتیلن	۹۳۰	۰/۲۰
پلی‌سولفور	۱۷۰۰	۰/۴۰
بوتادی‌ان	۹۸۰	۰/۲۵
آکریلیک	۱۰۵۰	۰/۲۰
پلی‌آمید (نایلون)	۱۱۵۰	۰/۲۵
رزین فنلی	۱۳۰۰	۰/۳۰
رزین پلی‌استر	۱۴۰۰	۰/۱۹
پلی‌اتیلن چگالی زیاد (HD)	۹۸۰	۰/۵۰
پلی‌اتیلن چگالی کم (LD)	۹۲۰	۰/۳۳
پلی‌پروپیلن	۹۱۰	۰/۲۲
پلی‌پروپیلن با ۲۰ درصد الیاف شیشه	۱۲۰۰	۰/۲۵
پلی‌استایرن	۱۰۵۰	۰/۱۶
پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)	۱۱۸۰	۰/۱۸
پلی وینیل کلراید (PVC)	۱۳۹۰	۰/۱۷
پلی‌کلروپرن (نئوپرن)	۱۲۴۰	۰/۲۳
بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم	۱۲۰۰	۰/۲۴
اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)	۱۱۵۰	۰/۲۵
پلی‌تترا فلوئورو اتیلن (PTFE)	۲۲۰۰	۰/۲۵
رزین اپوکسی	۱۲۰۰	۰/۲۰
پلی‌یورتان	۱۲۰۰	۰/۲۵
پلی‌استات	۱۴۱۰	۰/۳۰
پلی‌کربنات	۱۲۰۰	۰/۲۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۵. چوب و فراورده‌های گیاهی		
چوب‌های طبیعی:		
– بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار:		
– چگالی نرمال متوسط ۶۵۰ kg/m^3 تا ۸۰۰ و رطوبت ۱۵ درصد	۶۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۲۳
– چگالی نرمال متوسط ۵۰۰ kg/m^3 تا ۶۵۰ و رطوبت ۱۵ درصد	۴۵۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۵
– چوب درخت‌های صمغی بسیار سنگین (برگ ریز):		
چگالی طبیعی بیش از ۷۰۰ kg/m^3	۶۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۲۳
– کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی ۵۰۰ kg/m^3 تا ۶۰۰	۴۵۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۵
– کاج یا صنوبر، اپیسهآ چگالی طبیعی ۳۵۰ kg/m^3 تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۲
– تبریزی، اکومه چگالی طبیعی ۳۵۰ kg/m^3 تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۲
چوب‌های طبیعی خاص:		
– بالزا	۶۰ تا ۱۲۰	۰٫۰۵۴
– چوب‌های سنگین	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۲۹
	۲۵۰ تا ۳۰۰	۰٫۰۶۷
صفحات پایه چوبی:		
– صفحات تخته چندلا	۷۵۰ تا ۹۰۰	۰٫۲۴
	۶۰۰ تا ۷۰۰	۰٫۲۱
	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۷
	۴۵۰ تا ۵۰۰	۰٫۱۵
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۳
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰٫۱۱
	کمتر از ۲۵۰	۰٫۰۹
– صفحات با تراشه‌های پولکی جهت‌یافته (OSB)	کمتر از ۶۵۰	۰٫۱۳
– صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان	کمتر از ۱۲۰۰	۰٫۲۳
– صفحات با ذرات چوب (نئوپان)	۶۴۰ تا ۸۲۰	۰٫۱۸
	۴۵۰ تا ۶۴۰	۰٫۱۵
	۲۷۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۳
	۱۸۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
– پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب	۴۵۰ تا ۵۵۰	۰٫۱۱
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۰
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰٫۰۸
چوب پنبه:		
– متراکم	کمتر از ۵۰۰	۰٫۱۰
– انبساط یافتهٔ خالص	۱۰۰ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۹
– انبساط یافتهٔ به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی	۱۵۰ تا ۲۵۰	۰٫۰۵۵
کاه فشرده	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰٫۱۲
۶. خاک و خشت		
شن و ماسه	۱۷۰۰ تا ۲۲۰۰	۲٫۰
رس یا لای (سیلت)	۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۵
خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم	۱۷۷۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۱
۷. سفال، کاشی		
چگالی اسمی: ۲۴۰۰	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۰۴
چگالی اسمی: ۲۳۰۰	۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۹۸
چگالی اسمی: ۲۲۰۰	۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰	۰٫۹۲
چگالی اسمی: ۲۱۰۰	۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰	۰٫۸۵
چگالی اسمی: ۲۰۰۰	۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷۹
چگالی اسمی: ۱۹۰۰	۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰	۰٫۷۴
چگالی اسمی: ۱۸۰۰	۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۶۹
چگالی اسمی: ۱۷۰۰	۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰	۰٫۶۴
چگالی اسمی: ۱۶۰۰	۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۶۰
چگالی اسمی: ۱۵۰۰	۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۵
چگالی اسمی: ۱۴۰۰	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۵۰
چگالی اسمی: ۱۳۰۰	۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۴۶
چگالی اسمی: ۱۲۰۰	۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۱
چگالی اسمی: ۱۱۰۰	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰٫۳۸
چگالی اسمی: ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۳۴

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۸. سنگ‌ها		
سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:		
– گنایس، پرفیر	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	۳٫۵
– گرانیت	۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	۲٫۸
– شیست ، اسلیت (سنگ لوح)	۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰	۲٫۲
سنگ‌های آتشفشانی:		
– بازالت	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	۱٫۶
– تراکیت، آندزیت	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱٫۱
– سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه)	کمتر از ۱۶۰۰	۰٫۵۵
سنگ‌های آهکی:		
– مرمر	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۳٫۵
– خیلی سخت	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲٫۳
– سخت	۲۰۰۰ تا ۲۱۹۰	۱٫۷
– نیمه سخت	۱۸۰۰ تا ۱۹۹۰	۱٫۴
– نرم با سختی ۲ و ۳	۱۶۰۰ تا ۱۷۹۰	۱٫۱
– خیلی نرم	کمتر از ۱۵۹۰	۰٫۸۵
ماسه سنگ‌ها:		
– کوارتزی	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲٫۶
– سیلیسی	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲٫۳
– آهکی	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱٫۹
سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساینده و پومیس:		
– فلینت	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲٫۶
– سنگ ساینده	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	۱٫۸
	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	۰٫۹
– پومیس	کمتر از ۴۰۰	۰٫۱۲
سنگ مصنوعی	۱۷۵۰	۱٫۳

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۹. شیشه و اسفنج شیشه		
شیشه	۲۷۰۰	۱٫۱
اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)	۱۲۰ تا ۱۳۰	۰٫۰۵
	۱۳۰ تا ۱۴۰	۰٫۰۵۵
	۱۴۰ تا ۱۸۰	۰٫۰۶۳
۱۰. صفحات سیمانی		
الیافی	۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰	۰٫۹۵
	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۶۵
سلولزی	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۴۶
	۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۳۵
۱۱. عایق‌های حرارتی پلیمری		
پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم):		
– پلی‌استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به‌صورت منقطع، یا قالب‌گیری شدهٔ ممتد بدون پوستهٔ سطحی	۷ تا ۱۰	۰٫۰۵۶
	۱۰ تا ۱۳	۰٫۰۵۰
	۱۳ تا ۱۵	۰٫۰۴۷
	۱۵ تا ۱۹	۰٫۰۴۴
	۱۹ تا ۲۴	۰٫۰۴۲
	۲۴ تا ۲۹	۰٫۰۴۰
	۲۹ تا ۴۰	۰٫۰۳۹
	بیش از ۴۰	۰٫۰۳۸
– پلی‌استایرن اکسترود شده با حفره‌های پر از:		
– هوا یا گاز کربنیک:		
– ضخامت کمتر یا مساوی ۶۰ میلی‌متر	۲۸ تا ۴۰	۰٫۰۴۱
– ضخامت بیش از ۶۰ میلی‌متر	۲۸ تا ۴۰	۰٫۰۴۶
– HCFC	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۳۵
– CFC:		
– بدون پوسته سطحی	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۳۳
– با پوسته سطحی	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۳۱

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
پلی‌وینیل کلراید (PVC) منبسط‌شده		
	۲۵ تا ۳۵	۰٫۰۳۱
	۳۵ تا ۴۸	۰٫۰۳۴
اسفنج پلی‌یورتان یا پلی‌ایزوسیانورات مطابق استاندارد ملی ایران:		
– صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان:		
– بین پوشش انعطاف‌پذیر نفوذپذیر	۲۷ تا ۴۰	۰/۰۳۵
– بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از ۵۰ میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز	۲۷ تا ۴۰	۰/۰۳۰
– صفحات ممتد برش‌خورده از بلوک‌های منبسط‌شده با گاز HCFC یا پنتان	۳۷ تا ۶۵	۰٫۰۴۱
– صفحات با عایق تزریق‌شده به‌صورت ممتد بین دو ورق فلزی:		
– منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان	۳۷ تا ۶۰	۰٫۰۳۲
– منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک	۳۷ تا ۶۰	۰٫۰۳۵
۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی		
پشم‌سنگ	۱۵ تا ۲۵	۰٫۰۵۰
	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۴۴
	۴۰ تا ۱۰۰	۰٫۰۴۲
	۱۰۰ تا ۱۲۵	۰٫۰۴۴
	۱۲۵ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۶
	۱۵۰ تا ۱۷۵	۰٫۰۴۷
	۱۷۵ تا ۲۰۰	۰٫۰۴۸
پشم‌شیشه	۷ تا ۱۰	۰٫۰۵۵
	۱۰ تا ۱۵	۰٫۰۴۷
	۱۵ تا ۲۰	۰٫۰۴۴
	۲۰ تا ۳۰	۰٫۰۴۱
	۳۰ تا ۴۰	۰٫۰۳۹
	۴۰ تا ۸۰	۰٫۰۳۸
	۸۰ تا ۱۲۰	۰٫۰۳۹
	۱۲۰ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱۳. عایق‌های رطوبتی		
قیر خالص	کمتر از ۲۱۰۰	۰٫۷۰
آسفالت (قیر ماسه‌دار)	کمتر از ۲۱۰۰	۱٫۱۵
ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰٫۲۳
۱۴. فلزت و آلیاژها		
آهن خالص	۷۸۷۰	۷۲
فولاد	۷۷۸۰	۵۲
چدن	۷۵۰۰	۵۶
آلومینیوم	۲۷۰۰	۲۳۰
آلومینیوم آلیاژی سخت	۲۸۰۰	۱۶۰
مس	۸۹۳۰	۳۸۰
برنج	۸۴۰۰	۱۲۰
سرب	۱۱۳۴۰	۳۵
روی	۷۲۰۰	۱۱۰
۱۵. گچ		
گچ سخت با حداقل میزان آب لازم	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۶
	۹۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۳
گچ اندود داخلی (زنده یا کشته)	۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۵۷
	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۴۰
گچ و خاک	۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	۱٫۱۰
گچ قطعات پیش‌ساختهٔ گچی با روکش مقوایی	۷۵۰ تا ۹۰۰	۰٫۲۵
گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی		
گچ با روکش مقوایی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت‌شده با الیاف معدنی	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۲۵
گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلی‌متر):		
– یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ	۶۰۰ تا ۹۰۰	۰٫۳۰
– دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۸

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

مقادیر ارائه‌شده در این پیوست در هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنـای محاسبه قرار می‌گیرد، مگر آنکه مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملـی، ضـرایب حرارتـی دیگری تعیین کرده باشند.

پ ۸-۱ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی

در این قسمت، مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوسـتهٔ خـارجی و هـوای 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 ۱۱ آمده است. این مقادیر بر حسب $[m^2.K/W]$ هستند.

چنانچه دیوار خارجی دارای لایه یا لایه‌های هوای تهویـه‌شـده باشـد، در محاسـبات ضـریب انتقال حرارت، تنها لایه‌های بین فضای داخل و لایهٔ هوای تهویه‌شده در نظر گرفتـه مـی‌شـود. از سوی دیگر، لایهٔ هوا مانند فضای خارج تلقی می‌شود، با این تفاوت که مقاومت حرارتـی R_e بـین سطح خارجی پوستهٔ خارجی و لایهٔ هوای تهویه‌شده برابر با R_i در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱۱- 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 ۶۰ درجه	افقی	۰٫۱۱	۰٫۰۶	۰٫۱۷	۰٫۱۱	۰٫۱۱	۰٫۲۲
افقی یا با زاویهٔ کمتر از ۶۰ درجه	رو به بالا	۰٫۰۹	۰٫۰۵	۰٫۱۴	۰٫۰۹	۰٫۰۹	۰٫۱۸
	رو به پایین	۰٫۱۷	۰٫۰۵	۰٫۲۲	۰٫۱۷	۰٫۱۷	۰٫۳۴

پ ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول ۱۲، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایهٔ هوا، آمده است.

جدول ۱۲- 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)					
		۵ تا ۷	۷٫۱ تا ۹	۹٫۱ تا ۱۱	۱۱٫۱ تا ۱۳	۱۴ تا ۲۴	۲۵ تا ۵۰	۵۱ تا ۱۰۰
عمودی یا با زاویهٔ بیش از ۶۰ درجه	افقی	۰٫۱۱	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۱۶	۰٫۱۶	۰٫۱۶
افقی یا با زاویهٔ کمتر از ۶۰ درجه	رو به بالا	۰٫۱۱	۰٫۱۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۱۴
	رو به پایین	۰٫۱۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۱۶	۰٫۱۸	۰٫۲۰

پ۸-۳ 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.

پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما)

جدول ۱۳- مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

لایهٔ ساختمانی	ضخامت (سانتی‌متر)	مقاومت حرارتی
آجر پلاک در نما	۳ تا ۴	۰/۰۳

پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر
عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر
طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص مادهٔ آجر: ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

جدول ۱۴- مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر توپر در دیوار

شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)			
	۵/۵	۱۰/۵	۲۲	۳۵
	۰/۰۵	۰/۰۹		
			۰/۲۰	
				۰/۳۰

پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر
عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر
طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص مادهٔ سفالی : ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

جدول ۱۵- مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر سوراخ‌دار در دیوار

شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)		
	۱۰/۵	۲۲	۳۵
	۰/۱۳		
		۰/۲۸	
			۰/۴۲

پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول ۱۶- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)					
	۷/۵	۱۰/۵	۱۲/۵	۱۵	۲۰	۴۰
	۰/۱۶	**۰/۲۰**				
			۰/۲۷	**۰/۳۰**		
یا					**۰/۳۹**	**۰/۷۸**

پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار)

جدول ۱۷- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)				
	۷/۵	۱۰/۵	۱۵	۲۰	۴۰
	۰/۰۷	۰/۰۹			
			۰/۱۴	۰/۱۹	
					۰/۳۲

پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۸ تا ۱۰ میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سفالی بلوک : ۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

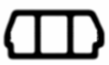
جدول ۱۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

شکل بلوک مقطع افقی	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)	
	۲۰	۲۵
	۰/۲۶	
		۰/۳۵

پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

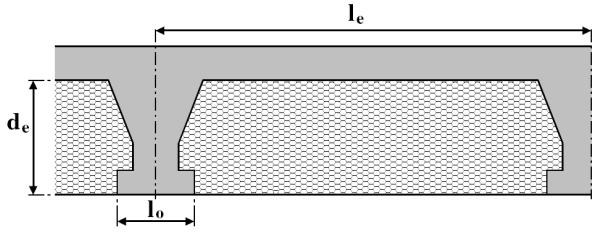
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سیمانی بلوک : ۱۹۵۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول ۱۹- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

شکل بلوک مقطع افقی	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)	
	۲۰	۲۵
	۰/۱۵	
		۰/۲۵

پ۸-۳-۸ 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 ۶، مقاومت‌های حرارتی سقف تیرچه و بلوک با استفاده از جدول ۲۰ تعیین می‌شود.

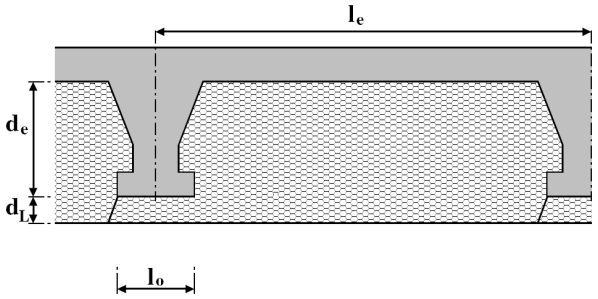


شکل ۶- تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

جدول ۲۰- مقادیر مقاومت حرارتی $\mathbf{R_i}$ 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)		
		$۶۰ > l_e > ۵۵$	$۶۳ > l_e > ۶۱$	$l_e > ۶۴$
۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	**۰/۶۸**	**۰/۷۴**	**۰/۷۷**
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	**۰/۵۹**	**۰/۶۵**	**۰/۶۸**
۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	**۰/۷۹**	**۰/۸۶**	**۰/۹۰**
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	**۰/۶۹**	**۰/۷۶**	**۰/۷۹**
۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	**۰/۹۱**	**۰/۹۹**	**۱/۰۳**
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	**۰/۷۹**	**۰/۸۷**	**۰/۹۱**

در صورت وجود زبانه‌ای برای پوشش زیر تیرچه، در بخش تحتانی بلوک (شکل ۷)، مقاومت حرارتی سقف با استفاده از جدول ۲۱ تعیین می‌گردد.



شکل ۷- نمونهٔ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

جدول ۲۱- 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)		
			$۵۵ < l_e < ۶۰$	$۶۳ < l_e < ۶۱$	$l_e < ۶۴$
۳۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۱٫۸۲	۱٫۹۰	۱٫۹۴
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۱٫۷۲	۱٫۸۰	۱٫۸۴
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۱٫۹۴	۲٫۰۳	۲٫۰۸
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۱٫۸۲	۱٫۸۹	۱٫۹۳
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۰۰	۲٫۱۱	۲٫۱۶
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۱٫۸۸	۱٫۹۸	۲٫۰۴
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۰۸	۲٫۱۹	۲٫۲۶
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۱٫۹۵	۱٫۰۶	۲٫۱۲
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۲۵	۲٫۳۷	۲٫۴۵
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۱۱	۱٫۱۵	۲٫۳۰
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۴۱	۲٫۵۴	۲٫۶۲
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۲۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶
۴۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۰۷	۲٫۱۵	۲٫۱۹
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۱٫۹۷	۲٫۰۵	۲٫۰۹
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۲۰	۲٫۲۹	۲٫۳۴
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۰۸	۲٫۱۷	۲٫۲۱
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۲۶	۲٫۳۷	۲٫۴۳
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۱۴	۲٫۲۴	۲٫۳۰
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۳۵	۲٫۴۶	۲٫۵۳
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۲۱	۲٫۳۳	۲٫۳۹
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۵۴	۲٫۶۶	۲٫۷۴
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۴	۲٫۵۲	۲٫۵۹
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۷۳	۲٫۸۵	۲٫۹۳
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۵۸	۲٫۷۰	۲٫۷۷

ادامهٔ جدول ۲۱- 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)		
			$۵۵ < l_e < ۶۰$	$۶۳ < l_e < ۶۱$	$l_e < ۶۴$
۵۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۳۲	۲٫۴۰	۲٫۴۴
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۲۲	۲٫۳۰	۲٫۳۵
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۴۵	۲٫۵۵	۲٫۶۰
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۳۳	۲٫۴۳	۲٫۴۹
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۵۱	۲٫۶۲	۲٫۶۹
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۳۹	۲٫۵۰	۲٫۵۷
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۶۰	۲٫۷۳	۲٫۸۰
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۴۷	۲٫۵۹	۲٫۶۶
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۸۱	۲٫۹۶	۳٫۰۳
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۶۸	۲٫۸۰	۲٫۸۸
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۳٫۰۲	۳٫۱۷	۳٫۲۵
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۸۸	۳٫۰۱	۳٫۰۹
۶۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۵۵	۲٫۶۳	۲٫۶۷
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۴۵	۲٫۵۳	۲٫۵۸
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۶۹	۲٫۷۸	۲٫۸۳
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۵۷	۲٫۶۷	۲٫۷۳
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۷۵	۲٫۸۶	۲٫۹۲
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۶۳	۲٫۷۴	۲٫۸۰
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۸۵	۲٫۹۷	۳٫۰۴
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۷۱	۲٫۸۴	۲٫۹۱
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۳٫۰۹	۳٫۲۱	۳٫۲۹
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۲٫۹۴	۳٫۰۸	۳٫۱۵
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۳٫۳۱	۳٫۴۴	۳٫۵۲
		$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۳٫۱۶	۳٫۳۰	۳٫۳۸

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

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 پ۹-۱ و پ۹-۲، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوهٔ تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ۹-۳، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ۹-۴ 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.

پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها

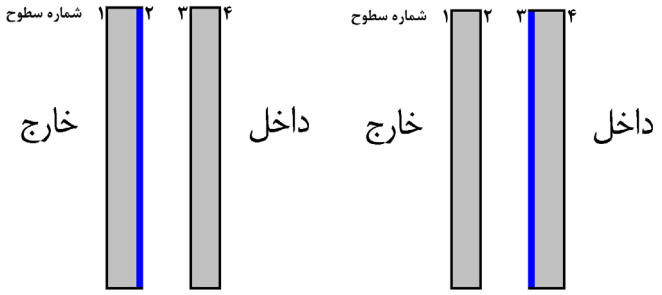
ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها (U_{gl})، که در جدول ۲۲ تا جدول ۲۷ این بخش آمده است، مربوط به شیشه‌های با ضخامت ۴ میلی‌متر، در دو حالت عمودی و افقی، است. مقادیر ضرایب انتقال حرارت مربوط به گسیلندگی‌های بینابینی را می‌توان با درون‌یابی مقادیر داده‌شده در جدول محاسبه کرد.

برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت ۸۵ درصد[۱] 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.

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 ۳ (شکل ۸، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایی زیاد روی سطح ۲ قرار گیرد (شکل ۸، سمت چپ).



شکل ۸- محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرم‌سیر (سمت چپ)

پ ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده

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

U_{gl} = ۵٫۸ [W/(m².K)] در حالتی که جدار عمودی است

U_{gl} = ۶٫۹ [W/(m².K)] در حالتی که جدار افقـــی است

---

۱. ۸۵ درصد گاز خنثی و ۱۵ درصد هوای خشک

پ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول ۲۲- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۳	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹	۲٫۹
۸	۳٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
۱۰	۲٫۹	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
۱۲	۲٫۸	۱٫۷	۱/۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴
۱۴	۲٫۷	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۲
۱۶	۲٫۷	۱/۴	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۱/۹	۲/۰	۲/۱	۲/۲
۱۸	۲٫۷	۱٫۴	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲
۲۰	۲٫۷	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲

جدول ۲۳- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶
۸	۲٫۹	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴
۱۰	۲٫۸	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳
۱۲	۲٫۷	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۱
۱۴	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۱۶	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۸	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۲۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱

جدول ۲۴- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با کریپتون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۲٫۸	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳
۸	۲٫۷	۱٫۳	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۱۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۳	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰
۱۲	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰
۱۴	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۶	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۸	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۲۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱

پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)

جدول ۲۵- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۱	۳٫۲	۳٫۲
۸	۳٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹	۳٫۰
۱۰	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹	۲٫۹
۱۲	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹
۱۴	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۱۶	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۱۸	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۲۰	۳٫۳	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹

جدول ۲۶- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با آرگون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۸	۳٫۳	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷
۱۰	۳٫۲	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
۱۲	۳٫۲	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
۱۴	۳٫۲	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶
۱۶	۳٫۲	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
۱۸	۳٫۲	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
۲۰	۳٫۲	۱٫۸	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶

جدول ۲۷- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با کریپتون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۲	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶
۸	۳٫۲	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۴	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
۱۰	۳٫۲	۱٫۸	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
۱۲	۳٫۱	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
۱۴	۳٫۱	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۵
۱۶	۳٫۱	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
۱۸	۳٫۱	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
۲۰	۳٫۱	۱٫۷	۱٫۸	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۱ 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:

در حالتی که جدار عمودی است $U_G = ۵/۸$ [W/(m^2.K)]

در حالتی که جدار افقی است $U_G = ۶/۹$ [W/(m^2.K)]

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.

پ۹-۲-۲ 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 ۳/۰، ۴/۰ و ۵/۰ **[W/(m^2.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 ۵/۰ **[W/(m^2.K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱/۵، ۱/۸ و ۲/۵ **[W/(m^2.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 ۲/۵ **[W/(m^2.K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار ۰/۱۳ و ۰/۱۸ **[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 ۰٫۱۸ **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.

- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول ۲۸ تا جدول ۳۰)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم‌گسیل) بین ۱٫۲ و ۲٫۹ **[W/(m^2.K)]** در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از ۲٫۹ باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برون‌یابی اعداد ارائه‌شده تعیین می‌شود.

در جدول ۲۸ تا جدول ۳۰، 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 ۲۸ (ص ۱۳۲) مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول ۲۹ (ص ۱۳۴) مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول ۳۰ (ص ۱۳۷) مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

جدول ۲۸- 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 $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		U_{fr} = ۳٫۰	U_{fr} = ۴٫۰	U_{fr} = ۵٫۰
پنجرهٔ لولایی	۱٫۲	۲٫۲	۲٫۵	۲٫۹
	۱٫۳	۲٫۳	۲٫۶	۲٫۹
	۱٫۴	۲٫۳	۲٫۷	۳
	۱٫۵	۲٫۴	۲٫۷	۳٫۱
	۱٫۶	۲٫۵	۲٫۸	۳٫۱
	۱٫۷	۲٫۵	۲٫۹	۳٫۲
	۱٫۸	۲٫۶	۲٫۹	۳٫۳
	۱٫۹	۲٫۷	۳	۳٫۳
	۲	۲٫۷	۳	۳٫۴
	۲٫۱	۲٫۷	۳	۳٫۴
	۲٫۲	۲٫۸	۳٫۱	۳٫۴
	۲٫۳	۲٫۸	۳٫۲	۳٫۵
	۲٫۴	۲٫۹	۳٫۲	۳٫۶
	۲٫۵	۳	۳٫۳	۳٫۶
	۲٫۶	۳	۳٫۴	۳٫۷
	۲٫۷	۳٫۱	۳٫۴	۳٫۸
	۲٫۸	۳٫۱	۳٫۵	۳٫۸
	۲٫۹	۳٫۲	۳٫۶	۳٫۹
در پنجره‌ای لولایی	۱٫۲	۲٫۱	۲٫۴	۲٫۷
	۱٫۳	۲٫۲	۲٫۵	۲٫۸
	۱٫۴	۲٫۲	۲٫۵	۲٫۸
	۱٫۵	۲٫۳	۲٫۶	۲٫۹
	۱٫۶	۲٫۴	۲٫۷	۳
	۱٫۷	۲٫۵	۲٫۷	۳
	۱٫۸	۲٫۵	۲٫۸	۳٫۱
	۱٫۹	۲٫۶	۲٫۹	۳٫۲
	۲	۲٫۶	۲٫۹	۳٫۲
	۲٫۱	۲٫۶	۲٫۹	۳٫۲
	۲٫۲	۲٫۷	۳	۳٫۳
	۲٫۳	۲٫۸	۳٫۱	۳٫۴
	۲٫۴	۲٫۹	۳٫۱	۳٫۴
	۲٫۵	۲٫۹	۳٫۲	۳٫۵
	۲٫۶	۳	۳٫۳	۳٫۶
	۲٫۷	۳٫۱	۳٫۴	۳٫۶
	۲٫۸	۳٫۱	۳٫۴	۳٫۷
	۲٫۹	۳٫۲	۳٫۵	۳٫۸

ادامهٔ جدول ۲۸- 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 $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		U_{fr} = ۳/۰	U_{fr} = ۴/۰	U_{fr} = ۵/۰
پنجرهٔ کشویی	۱/۲	–	۲/۳	۲/۶
	۱/۳	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۴	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۵	–	۲/۵	۲/۸
	۱/۶	–	۲/۶	۲/۹
	۱/۷	–	۲/۷	۲/۹
	۱/۸	–	۲/۸	۳
	۱/۹	–	۲/۸	۳/۱
	۲	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۱	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۲	–	۲/۹	۳/۲
	۲/۳	–	۳	۳/۳
	۲/۴	–	۳/۱	۳/۴
	۲/۵	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۵
	۲/۷	–	۳/۳	۳/۶
	۲/۸	–	۳/۴	۳/۷
	۲/۹	–	۳/۵	۳/۷
در پنجره‌ای کشویی	۱/۲	–	۲/۱	۲/۳
	۱/۳	–	۲/۲	۲/۴
	۱/۴	–	۲/۳	۲/۵
	۱/۵	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۶	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۷	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۸	–	۲/۶	۲/۸
	۱/۹	–	۲/۷	۲/۹
	۲	–	۲/۸	۳
	۲/۱	–	۲/۸	۳
	۲/۲	–	۲/۸	۳
	۲/۳	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۴	–	۳	۳/۲
	۲/۵	–	۳/۱	۳/۳
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۷	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۸	–	۳/۳	۳/۵
	۲/۹	–	۳/۴	۳/۶

جدول ۲۹- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		U_{fr} = ۱٫۵	U_{fr} = ۱٫۸	U_{fr} = ۲٫۵
پنجرهٔ لولایی	۱٫۲	۱٫۶	۱٫۷	۲
	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۸	۲٫۱
	۱٫۴	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱
	۱٫۵	۱٫۸	۱٫۹	۱٫۲
	۱٫۶	۱٫۹	۲	۲٫۳
	۱٫۷	۲	۲	۲٫۳
	۱٫۸	۲	۲٫۱	۲٫۴
	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۴
	۲	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۲	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۹
	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۷	۲٫۸	۳
در پنجره‌ای لولایی	۱٫۲	۱٫۶	۱٫۷	۲
	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۸	۲
	۱٫۴	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱
	۱٫۵	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۲
	۱٫۶	۱٫۹	۲	۲٫۲
	۱٫۷	۲	۲	۲٫۳
	۱٫۸	۲	۲٫۱	۲٫۴
	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۴
	۲	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۲	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۹
	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۷	۲٫۸	۳

ادامهٔ جدول ۲۹- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		U_{fr} = ۱٫۵	U_{fr} = ۱٫۸	U_{fr} = ۲٫۵
پنجرهٔ کشویی	۱٫۲	–	–	۱٫۹
	۱٫۳	–	–	۲
	۱٫۴	–	–	۲٫۱
	۱٫۵	–	–	۲٫۱
	۱٫۶	–	–	۲٫۲
	۱٫۷	–	–	۲٫۳
	۱٫۸	–	–	۲٫۳
	۱٫۹	–	–	۲٫۴
	۲	–	–	۲٫۴
	۲٫۱	–	–	۲٫۴
	۲٫۲	–	–	۲٫۵
	۲٫۳	–	–	۲٫۶
	۲٫۴	–	–	۲٫۶
	۲٫۵	–	–	۲٫۷
	۲٫۶	–	–	۲٫۸
	۲٫۷	–	–	۲٫۹
	۲٫۸	–	–	۲٫۹
	۲٫۹	–	–	۳
در پنجره‌ای کشویی بدون آستانه	۱٫۲	–	–	۱٫۸
	۱٫۳	–	–	۱٫۹
	۱٫۴	–	–	۲
	۱٫۵	–	–	۲٫۱
	۱٫۶	–	–	۲٫۱
	۱٫۷	–	–	۲٫۲
	۱٫۸	–	–	۲٫۳
	۱٫۹	–	–	۲٫۴
	۲	–	–	۲٫۴
	۲٫۱	–	–	۲٫۴
	۲٫۲	–	–	۲٫۵
	۲٫۳	–	–	۲٫۶
	۲٫۴	–	–	۲٫۶
	۲٫۵	–	–	۲٫۷
	۲٫۶	–	–	۲٫۸
	۲٫۷	–	–	۲٫۹
	۲٫۸	–	–	۳
	۲٫۹	–	–	۳

ادامهٔ جدول ۲۹- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_W بر حسب U_g و U_f

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		U_{fr} = ۱٫۵	U_{fr} = ۱٫۸	U_{fr} = ۲٫۵
در پنجره‌ای کشویی با آستانه	۱٫۲	۱٫۶	۱٫۸	۲٫۱
	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۸	۲٫۱
	۱٫۴	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۲
	۱٫۵	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۲
	۱٫۶	۱٫۹	۲	۲٫۳
	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۴
	۱٫۸	۲	۲٫۱	۲٫۴
	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۲	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۶
	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۷
	۲٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۸
	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۶	۲٫۷	۳

جدول ۳۰- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب $[W/m^2.K]$	
		λ_{fr} = ۰/۱۳	λ_{fr} = ۰/۱۸
پنجرهٔ لولایی	۱/۲	۱/۸	۱/۹
	۱/۳	۱/۸	۲
	۱/۴	۱/۹	۲/۱
	۱/۵	۲	۲/۱
	۱/۶	۲	۲/۲
	۱/۷	۲/۱	۲/۲
	۱/۸	۲/۲	۲/۳
	۱/۹	۲/۲	۲/۴
	۲	۲/۳	۲/۴
	۲/۱	۲/۳	۲/۴
	۲/۲	۲/۴	۲/۵
	۲/۳	۲/۴	۲/۵
	۲/۴	۲/۵	۲/۶
	۲/۵	۲/۶	۲/۷
	۲/۶	۲/۶	۲/۸
	۲/۷	۲/۷	۲/۸
	۲/۸	۲/۸	۲/۹
	۲/۹	۲/۸	۳
در پنجره‌ای لولایی بدون آستانه یا کشویی	۱/۲	۱/۷	۱/۹
	۱/۳	۱/۸	۱/۹
	۱/۴	۱/۹	۲
	۱/۵	۲	۲/۱
	۱/۶	۲	۲/۱
	۱/۷	۲/۱	۲/۲
	۱/۸	۲/۲	۲/۳
	۱/۹	۲/۲	۲/۴
	۲	۲/۳	۲/۴
	۲/۱	۲/۳	۲/۴
	۲/۲	۲/۴	۲/۵
	۲/۳	۲/۴	۲/۵
	۲/۴	۲/۵	۲/۶
	۲/۵	۲/۶	۲/۷
	۲/۶	۲/۷	۲/۸
	۲/۷	۲/۷	۲/۸
	۲/۸	۲/۸	۲/۹
	۲/۹	۲/۹	۳

ادامهٔ جدول ۳۰- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب $[W/m^2.K]$	
		λ_{fr} = ۰/۱۳	λ_{fr} = ۰/۱۸
در پنجره‌ای لولایی با آستانه	۱/۲	۱/۸	۲
	۱/۳	۱/۹	۲/۱
	۱/۴	۲	۲/۱
	۱/۵	۲	۲/۲
	۱/۶	۲/۱	۲/۲
	۱/۷	۲/۱	۲/۳
	۱/۸	۲/۲	۲/۴
	۱/۹	۲/۳	۲/۴
	۲	۲/۳	۲/۴
	۲/۱	۲/۳	۲/۴
	۲/۲	۲/۳	۲/۵
	۲/۳	۲/۴	۲/۶
	۲/۴	۲/۵	۲/۶
	۲/۵	۲/۵	۲/۷
	۲/۶	۲/۶	۲/۷
	۲/۷	۲/۷	۲/۸
	۲/۸	۲/۷	۲/۹
	۲/۹	۲/۸	۲/۹

پ۹-۳ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

مثال ۱) تعیین ضریب انتقال حرارت یک پنجره با مشخصات زیر:

- نوع قاب: پی‌وی‌سی، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامهٔ فنی: U_{fr} = ۱/۸ $[W/(m^2.K)]$
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود میان دو شیشه: ۸۵ درصد آرگون
- فاصلهٔ داخلی بین دو شیشه: ۱۰ میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه‌های کم‌گسیل

ابتدا باید ضریب انتقال حرارت شیشه تعیین شود (بخش پ۹-۱). بـه ایـن منظـور، از بخـش پ۹-۱-۲، با عنوان شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی، جدول ۲۳ مربوط به شیشه‌های دو جدارهٔ عمودی

پرشده با ۸۵ درصد آرگون استفاده می‌شود. مطابق این جدول، و با توجه به فاصله ۱۰ میلی‌متری بین دو شیشه و عدم استفاده از پوشش کم‌گسیل، ضریب انتقال حرارت شیشه از ستون دوم جدول، ۲٫۸ [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 ۲۲).

در مرحلهٔ بعد، باید به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر پرداخت (بخش پ۹-۲). در این مثال، قاب پنجره از جنس پی‌وی‌سی است، بنابراین برای آن از جدول ۲۹ استفاده می‌شود. در بخش مربوط به پنجره‌های لولایی این جدول، ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۸ [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 ۱٫۸ [W/(m^2.K)] است، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون چهارم جدول، برابر ۲٫۷ [W/(m^2.K)] تعیین می‌شود.

مثال ۲) 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: ۱۰۰ درصد هوا
- فاصله داخلی بین دو شیشه: ۱۲ میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، مورد تأیید یک مرجع معتبر

برای تعیین ضریب انتقال حرارت شیشه، ابتدا از جدول ۲۲ بخش پ۹-۱-۲، که مربوط به شیشه‌های دوجدارهٔ پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت ۱۲ میلی‌متری لایهٔ هوا و گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر ۲٫۰ [W/(m^2.K)] تعیین می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول ۲۸ بخش پ۹-۲، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های

لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۰ [$W/(m^2.K)$] 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 ۵ در نظر بگیریم و به این ترتیب، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون آخر جدول ۲۸، برابر ۳٫۴ [$W/(m^2.K)$] تعیین می‌گردد.

پ۹-۴ 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 ۳۱ مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳۱- ضرایب انتقال حرارت درها

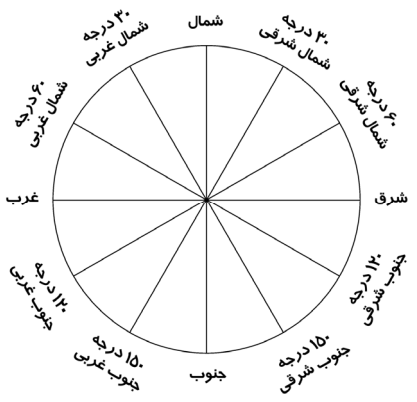
جنس در	نوع در	ضریب انتقال حرارت در U_D [$W/m^2.K$]
در چوبی معمولی	توپر	۳٫۵
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	۴٫۰
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	۴٫۵
	با شیشهٔ دوجداره با لایهٔ هوای ۶ میلی‌متر یا بیشتر	۳٫۳
در فلزی معمولی	تمام فلز	۵٫۸
	با شیشهٔ تک‌جداره	۵٫۸
	با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	۵٫۸
	با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	۴٫۸
در تمام‌شیشه‌ای	با شیشهٔ تک‌جداره	۵٫۸

پیوست ۱۰

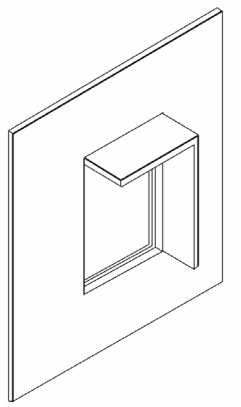
سایه‌بان‌ها

سایه‌بان‌ها

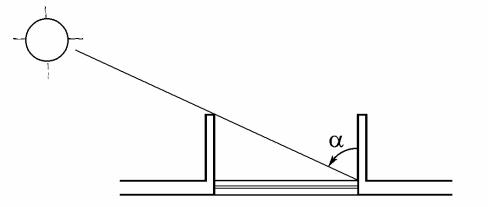
در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در ۲۱۶ شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، *زاویهٔ سایه‌بان افقی* و *زاویهٔ سایه‌بان عمودی*، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی به سادگی مشخص می‌گردد. در شکل ۹، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویهٔ سایه‌بان عمودی و زاویهٔ سایه‌بان افقی نشان داده شده است.



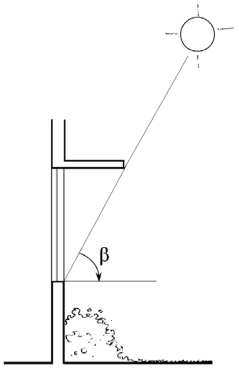
جهت‌گیری پنجره



نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی



مقطع افقی – زاویهٔ سایه‌بان عمودی



مقطع عمودی – زاویهٔ سایه‌بان افقی

شکل ۹– زوایای جهت پنجره و زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی

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.
- 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 ارائه‌شده، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود.

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱	آبادان	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲	آبادچی فریدن	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۳	آباده	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	–	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۴	آبعلی	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۵	آجی چای	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۶	آزادشهر	–	۶۱غ	۸۰	–	۷۳	–	۵۶	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۷	آستارا	–	۷۱غ	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۲	–	۵۵	–	۴۰	۳۳غ	۳۰	۱۳غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۸	آغاجاری	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۹	آمل	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۰	آوج	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۱	احمدآباد–درودزن	۵۵	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۲	–	۳۸	–	۳۰	۲۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۲۶	–
۱۲	احمدوند	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۱۳	اختحوان گلپایگان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۱۴	اراک	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۱۵	اردبیل	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۶	اردستان	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۳۵غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۱۷	اردکان–فارس	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	–	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۸	ارومیه	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۹	استور	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۲۰	اسداباد–بیرجند	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۰	–	۷۵	–	۷۵	–	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۲۱	اسکو	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲۲	اصفهان	–	۷۳غ	–	–	۸۱	–	۷۳	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۲۳	افراچال	–	۷۶غ	–	–	۸۶	–	۷۶	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۲۴	امام قیس	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۵۵	–	۴۰	۳۳غ	۳۰	۱۳غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۲۵	امین آباد	–	۶۵غ	–	۸۰ش	–	۵۳ش	۷۰	–	۶۷	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۶	انارک	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۲۷	اندیمشک*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۲۸	اهر	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۳۸	–	۳۰	۲۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۲۶	–
۲۹	اهواز	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۳۰	اهواز–ملاثانی	–	۶۲غ	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	–	۴۰	–	۵۰	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۳۱	ایرانشهر*	۶۵	۷۰غ	–	۴۵ش	۳۰	–	۳۰	–	۴۲	۴۰ش	۵۰	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۳۲	ایلام	–	۷۵	–	–	۸۳	–	۷۶	–	۷۰	–	۷۰	–	۵۸	–	۵۲	۳۰غ	۳۰	۱۲غ	۱۴	–	۱۴	–	۴۴غ	–
۳۳	ایوانکی	–	۶۵غ	–	۸۰ش	–	۵۳ش	۷۰	–	۶۷	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	۲۰غ	۳۵	۱۵غ	–	ع.م	–	۵غ	۵۲	–
۳۴	بابل	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ

ردیف	جهت پنجره / زاویه سایبان — نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۳۵	بابلسر	غ۷۶	غ۷۶	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	غ۲۶	۳۰	غ۱۰	–	۴م	–	غ۱۵	–	غ۴۶
۳۶	باختران	–	غ۷۸	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	غ۳۰	۴۰	غ۱۰	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۳۷	بازاندوزچای	–	غ۸۲	–	–	–	–	۸۷	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	غ۱۵	۳۵	غ۱۰	۲۴	–	۲۶	–	–	غ۵۲
۳۸	بار نیشابور	–	غ۸۳	–	–	–	–	–	ج۸۰	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	غ۸۴
۳۹	باغ ملک	–	غ۶۲	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	غ۳۰	۳۵	غ۱۵	۱۵	غ۱۰	۱۵	م۴	–	م۴	–	غ۳۲
۴۰	بافت	–	غ۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۳	–	۷۵	–	۵۶	–	۳۶	–	۳۱	–	۳۲	–	۵۱	–
۴۱	بجستان	–	غ۷۲	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	۱۲	–	۱۲	–	–	غ۴۲
۴۲	بجنورد	–	غ۸۳	–	–	–	–	–	ج۸۰	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	غ۸۴
۴۳	بستان آباد	–	غ۷۶	–	–	–	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	غ۲۰	۳۰	غ۱۰	۱۰	–	۱۰	–	–	غ۴۶
۴۴	بم	–	غ۶۳	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۵	غ۱۵	۲۵	غ۱۰	۱۰	م۴	–	م۴	–	غ۳۳
۴۵	بندر انزلی	–	غ۷۷	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	غ۲۵	۳۳	غ۱۰	۱۷	–	۱۷	–	–	غ۴۷
۴۶	بمپور	۶۵	غ۷۰	–	ش۴۵	۳۰	–	۳۰	–	۴۲	ش۴۰	۵۰	–	۵۲	غ۲۰	۴۰	غ۱۵	۲۰	غ۱۰	–	م۴	–	غ۱۰	–	غ۴۰
۴۷	بندر دیر *	–	۶۵غ– ش۸۰	۶۰	–	۴۵	–	۴۳	–	۴۵	–	۵۰	–	۵۰	غ۵۰	۳۵	غ۲۰	۲۰	غ۱۰	–	م۴	–	غ۱۰	–	غ۴۰
۴۸	بندرعباس *	–	غ۶۵ط	–	ش۴۰	–	م۴	–	م۴	۲۵	ش۲۰	۴۲	ش۴۰	۴۷	غ۲۵	۳۷	غ۱۸	۲۰	غ۸	–	م۴	–	م۴	–	غ۴۰
۴۹	بندرلنگه *	–	غ۶۵ط	–	ش۴۰	–	م۴	–	م۴	۲۵	ش۲۵	۴۷	ش۱۵	۵۰	غ۴۵	۴۰	غ۱۵	۲۰	غ۱۰	–	م۴	–	م۴	–	غ۳۷
۵۰	بندر ماهشهر	–	غ۶۲	۵۶	–	۴۰	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	غ۳۰	۳۵	غ۱۵	۱۵	غ۱۰	–	م۴	–	م۴	–	غ۳۲
۵۱	بن سیدان *	–	غ۶۲	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	غ۲۰	۳۰	غ۱۸	۱۵	غ۱۰	–	م۴	–	م۴	–	غ۳۲

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۵۲	بنکوه	–	۶۵غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۳	بوشهر*	–	۶۲غ	–	۳۳ش	۳۰	۳۸ش	–	ع.م	۳۰	۲۵ش	۴۰	۵۵ش	۵۰	۵۲غ	۴۰	۰غ	۱۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۴	بوئین زهرا	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۵۵	بیاضه بیابانک	–	۶۲غ	۷۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۶	بی بالان	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	–	۴۷غ
۵۷	بیرجند	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۰	–	۷۵	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۰	۲۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۵۸	بیجار	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۵۹	پارس اباد مغان	–	۶۵غ	–	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۵۲	–	۱۶غ	۲۵	۱۰غ	–		ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۶۰	پل زمانخان	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۶۱	پل کله	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۶۲	پیلمبرا	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۲۰	۳۰غ	۱۸	–	۱۹	–	–	۵۰غ
۶۳	تازه کند	–	۷۰غ	–	–	۷۶	–	۶۸	–	۶۵	–	۶۰	–	۵۸	–	۴۵	۱۵غ	۲۵	۱۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۶۴	تاشکویه کله گاه*	–	۶۳غ	۵۲	–	۳۶	–	۳۵	–	۳۶	–	۵۰	–	۴۲	۳۰غ	۳۵	۱۰غ	۱۲	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۶۵	تاکستان	–	۷۷غ	–	–	–	۸۵ش	۸۰	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۵	–	۱۸	–	۱۸	–	–	۴۷غ
۶۶	تبریز	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۶۷	تجریش	–	۶۳غ	۸۵	–	۷۰	–	۶۳	–	۶۲	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۳۰غ	۳۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۶۸	تربت حیدریه	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۵	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	–	۳۰	–	۲۶	–	۲۷	–	۴۰	–

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۶۹	تفرش	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۷۰	تنگ پنج*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۷۱	تهران- پارک شهر	–	۷۰غ	–	۸۰ش	۷۵	–	۷۰	–	۶۷	–	۶۸	–	۶۰	–	۵۰	۲۰غ	۴۰	۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۳۵غ
۷۲	تهران- دوشان تپه	–	۶۲غ	۷۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۲	–	۶۰	–	۴۰	۴۰ط	۲۲	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۷۳	تهران- سعدآباد	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	–	۲۰غ	۴۵	۲۰غ	۴۰	–	۴۲	–	۵۲	–
۷۴	تهران- مهرآباد	–	۶۵غ	–	۸۰ش	–	۵۳ش	۷۰	–	۶۷	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	۲۰غ	۳۵	۱۵غ	–	ع.م	–	۵غ	۵۲	–
۷۵	تهران- نارمک	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۳	–	۸۰	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۴۰غ	۴۰	۲۰غ	۲۰	–	۲۲	–	۳۰	–
۷۶	تهران- نمایشگاه	–	۸۲غ	–	–	–	–	–	–	۸۲	–	۸۰	–	۷۰	–	۴۷	–	۳۲	–	۳۰	–	۳۰	–	۴۰	–
۷۷	جاسک*	–	۷۰ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۵۰	۱۰ش	۵۰	۳۵ش	۵۰	۷۰غ	۴۰	۴۵ط	–	ع.م	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۷۸	جزیره خارک*	–	۶۲غ	–	۳۳ش	۳۰	۳۸ش	–	ع.م	۳۰	۲۵ش	۴۰	۵۵ش	۵۰	۵۲غ	۴۰	۰غ	۱۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۷۹	جزیره قشم	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۰ش	۴۲	۴۰ش	۴۷	۲۵غ	۳۷	۱۸غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۸۰	جلفا	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۰	–	۲۰	–	۵۲غ	
۸۱	جیرفت*	–	۶۳غ	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۵۰	–	۵۵	–	۵۰	۵۰غ	۳۰	۲۵غ	۲۰	۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۸۲	چابهار*	–	۷۰ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۳۵	۳۵ش	۴۰	۷۰ش	۴۵	۵۵غ	۳۷	۲۵غ	۲۰	۱۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۸۳	چغارت	–	۶۲غ	۷۰	–	۵۷	–	۵۲	–	۵۴	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۰	۱۷غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۸۴	چناران	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۸۵	حاجی‌آباد-بندرعباس*	–	۶۳غ	۵۲	–	۳۶	–	۳۵	–	۳۶	–	۵۰	–	۴۲	۳۰غ	۳۵	۱۰غ	۱۲	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ

ردیف	جهت پنجرهٔ / زاویه سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۸۶	حجت آباد– پیشکوه	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۸۷	حمیدیه	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	–	ع.م	۳۲غ
۸۸	حنا	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۸۹	خاش	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۴۰	–	۲۰	–	۱۶	–	۱۶	–	۲۰	–
۹۰	خرم آباد																								
۹۱	خرم اباد تنکابن	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	–	۴۷غ
۹۲	خرمشهر	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۹۳	خشکه داران	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	–	۴۷غ
۹۴	خفر	–	۶۷غ	–	۶۵ش	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۲۵غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۶غ	–	۳۶غ
۹۵	خوانسار	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۹۶	خور بیابانک	–	۶۲غ	۷۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۹۷	خوی	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۰	–	۲۰	–	–	۵۲غ
۹۸	داراب	–	۶۳غ	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۵۲	–	۶۰	–	۵۰	۴۸غ	۴۵	۲۰غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۹۹	داشبند بوکان	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۱۰۰	دامغان	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۱	–	–	۴۲غ
۱۰۱	دامنه فریدن	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۰۲	دره تخت	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۰۳	درگز	–	۷۱غ	–	–	–	۶۲ش	–	۶۷	–	۶۵	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۳۰	۱۲غ	۱۰	–	۱۰	–	۴۲غ
۱۰۴	درود	–	۷۳غ	–	–	۸۱	–	۷۳	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	۳۰غ	۵۰	۳۰غ	۳۰	۲۱غ	۱۴	–	۱۴	–	۱۴	۴۳غ
۱۰۵	دزفول*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۰۶	دشت ناز	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۰۷	ده صومعه	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۱۰۸	دیهوک	–	۷۱غ	۸۸	–	۷۶	–	۷۰	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۳۰غ	۳۲	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	۴۰	۴۰غ
۱۰۹	ذوب آهن اصفهان	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۱۱۰	رامسر	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	۱۷	۴۷غ
۱۱۱	رامهرمز	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۱۲	رشت	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	۱۷	۴۷غ
۱۱۳	رودبار	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۲۰	۳۰غ	۱۸	–	۱۹	–	۱۹	۵۰غ
۱۱۴	زابل	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۵	–	۴۲	–	۴۷	–	۶۰	–	۵۰	–	۴۰	۱۵غ	۲۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۱۵	زاهدان	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۴۰	–	۲۰	–	۱۶	–	۱۶	–	۲۰	–
۱۱۶	زردگل سرخ آباد	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۰	–	۵۵	–	۴۷	–	۴۵	–	۵۰	–	۷۰	–
۱۱۷	زنجان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۵	۱۵غ	۳۷	–	۳۵	–	–	۳۰غ	–	۶۰غ
۱۱۸	ساوه	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۱۹	سبزوار	–	۶۵غ	–	–	۷۳	–	۷۶	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	۱۵ل	–	ع.م	–	۳۵غ

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۲۰	سپیددشت	–	۶۲غ	۷۶	–	۶۲	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۵	۱۵غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۲۱	سراب	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۱۲۲	سراوان	–	۷۰غ	۵۶	–	۴۵	–	۴۲	–	۵۰	–	۵۵	–	۵۰	–	۴۰	۲۰غ	۲۲	۱۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۱۲۳	سرخس	–	۶۳غ	–	۸۰ش	–	۵۰ش	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۱۲۴	سرکت تجن	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۲۵	سقز	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۱۲۶	سمنان	–	۶۵غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۲۷	سنگ تراش	–	۷۳غ	–	–	۸۱	–	۷۳	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	۳۰غ	۵۰	۳۰غ	۳۰	۲۱غ	۱۴	–	۱۴	–	–	۴۳غ
۱۲۸	سنگ سوراخ	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۱۲۹	سنندج	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۱۳۰	سوباشی	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۳۱	شاهرود	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۱	–	–	۴۲غ
۱۳۲	شبانکاره	–	۶۳غ	–	۶۰ش	۵۰	–	۴۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۵۰	۷۰غ	۳۰	۳۰غ	۲۰	۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۱۳۳	شمس آباد	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۱۳۴	شمعون*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۳۵	شوش*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۳۶	شوشتر*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۳۷	شهرکرد	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۱۳۸	شیراز	–	۷۲غ	–	۸۰ش	–	۵۰ش	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۶غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۲غ
۱۳۹	شیرگاه	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۴۰	شیروان– بروجرد	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۴۱	طبس	–	۶۲غ	۷۰	–	۵۵	–	۵۰	–	۵۲	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۰	۳۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۴۲	طرق کرتیان	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۱۴۳	عباس آباد– قم	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۴۴	عدل	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۱۴۵	فردوس	–	۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	۱۲	–	۱۲	–	–	۴۲غ
۱۴۶	فسا	–	۶۷غ	–	۶۵ش	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۲۵غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۶غ	–	۳۶غ
۱۴۷	فومن	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	–	۴۷غ
۱۴۸	فیروزآباد– خلخال	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۵	۱۵غ	۳۷	–	۳۵	–	–	۳۰غ	–	۶۰غ
۱۴۹	قائم شهر	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۵۰	قائن	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۰	–	۷۵	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۰	۲۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۱۵۱	قرآن تالار	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۵۲	قره آغاج	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۱۵۳	قزوین	–	۷۷غ	–	–	–	۸۵ش	۸۰	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۵	–	۱۸	–	۱۸	–	–	۴۷غ

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۵۴	قصر شیرین	–	۶۲غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۷	–	۵۰	۳۰غ	۴۰	۲۰غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۳۲غ	–	
۱۵۵	قطورچای	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۰	–	۲۰	۵۲غ	–	
۱۵۶	قم	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۳۱غ	–	
۱۵۷	قمشه	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	۵۰غ	–	
۱۵۸	قوچان	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	۸۴غ	–	
۱۵۹	کازرون	–	۶۳غ	–	۶۰ش	۵۰	–	۴۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۵۰	۷۰غ	۳۰	۳۰غ	۲۰	۵غ	–	ع.م	–	۳۳غ	–	
۱۶۰	کاشان	–	۶۷	۸۳	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	۳۶غ	–	
۱۶۱	کاشمر		۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	۱۲	–	۱۲	۴۲غ	–	
۱۶۲	کرمان	–	۸۰غ	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۴۵	–	۳۱	–	۲۵	–	۲۵	–	۳۵	–
۱۶۳	کرند	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۱۶۴	کره سنگ	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۶۵	کشف رود	–	۷۰غ	–	–	۷۵	–	۷۰	–	۷۰	–	۷۲	–	۶۰	–	۴۰	–	۳۵	۱۵غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۰غ
۱۶۶	کوتیان صفی‌آباد*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	۳۲غ	–	
۱۶۷	گتوند*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	۳۲غ	–	
۱۶۸	گچساران	–	۶۲غ	۷۳	–	۶۹	–	۵۳	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۲۰غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۳۲غ	–	
۱۶۹	گرگان	–	۶۱غ	۸۲	–	۷۰	–	۵۶	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	۱۵غ	۴۰	۱۲غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	۳۱غ	–	
۱۷۰	گرگان- آشتیان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۶۰	–	۴۳	–	۴۰	–	۴۳	–	۵۵	–

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۷۱	گرمسار– داوراباد	–	۶۵غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۳۲غ	–	۳۲غ
۱۷۲	گلمکان	–	۸۳غ	–	–	–	–	۸۰	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	۳۰	۸۴غ
۱۷۳	گناباد	–	۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	۱۲	–	۱۲	–	۱۲	۴۲غ
۱۷۴	گنبد قابوس	–	۶۱غ	۸۰	–	۷۳	–	۵۶	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۷۵	گرگین–خبر	–	۷۲غ	–	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۵	–	۱۵	–	۱۵	۴۲غ
۱۷۶	گوشه نهاوند	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۷۷	لار– پلور	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۷۸	لار–فارس	–	۶۵غ	–	۶۰ش	۵۵	–	۵۰	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۰	–	۴۳	۲۰غ	۳۵	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۱۷۹	لاهیجان	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	۱۷	۴۷غ
۱۸۰	لتیان	۶۰	–	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۵	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۰	–
۱۸۱	لردگان	۵۵	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۲	–	۳۸	–	۳۰	۲۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۲۰	۲۶
۱۸۲	لیقوان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۸۳	ماکو	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۰	۵۲غ
۱۸۴	مراغه	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	۱۰	۴۶غ
۱۸۵	مرند	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۰	۵۲غ
۱۸۶	مرودشت	–	۷۲غ	–	۸۰ش	–	۵۰ش	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۶غ	۱۰	–	۱۰	–	۱۰	۴۲غ
۱۸۷	مسجدسلیمان	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ

ردیف	جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۱۸۸	مشهد	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	۸۴غ
۱۸۹	مشیران	–	۷۱غ	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۲	–	۵۵	–	۴۰	۳۳غ	۳۰	۱۳غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۱۹۰	ملایر	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۹۱	موچان	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۱۹۲	مهاباد	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۱۹۳	مهرگرد	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۱۹۴	میاندوآب	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۱۹۵	میانه	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۱۹۶	میرجاوه	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۴۰	–	۲۰	–	۱۶	–	۱۶	–	۲۰	–
۱۹۷	میمه	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۱۹۸	میناب*	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۰ش	۴۲	۴۰ش	۴۷	۲۵غ	۳۷	۱۸غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۱۹۹	نائین	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۳۵غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۲۰۰	نجف آباد	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۶	–	۲۶	–	–	۵۰غ
۲۰۱	نطنز	–	۸۲غ	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	۲۷	–	۳۰	–	۵۲	–
۲۰۲	نوراباد ممسنی	–	۶۲غ	۷۰	–	۶۵	–	۵۱	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	۴۵غ	۳۸	۱۵غ	۱۸	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۰۳	نوژیان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲۰۴	نوشهر	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ 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
۲۰۵	نیریز	–	۷۲غ	–	۸۰ش	۷۶	–	۷۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۰	۱۵غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۰غ
۲۰۶	نیشابور	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۲۰۷	ورامین	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۲۰۸	ورزنه	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۳۵غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۲۰۹	ولدآباد	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۲۱۰	هفت تپه*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۱۱	همدان–نوژه	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۲۱۲	همگین	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۲۱۳	همند–ابسرد	۶۰	–	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۵	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۵	–
۲۱۴	هوتن	–	۶۱غ	۸۰	–	۷۳	–	۵۶	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۲۱۵	هویزه	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۱۶	یزد	–	۶۶غ	۷۸	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۳۰غ	۲۵	۱۵غ	۱۰	۸غ	–	ع.م	–	۳۵غ

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

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 ۴۰ 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

---

۱. 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.

روش تجویزی، نیاز به محاسبهٔ پل‌های حرارتی نیست، زیرا اثر پل‌ها در مقادیر مقاومت حرارتی ارائه‌شده منظور شده است.

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 ۱۰ 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 ۳۲ ضرب کرد.

جدول ۳۲- 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 ۰٫۲۹	۳٫۵۰
بین ۰٫۳۰ و ۰٫۳۹	۲٫۹۳
بین ۰٫۴۰ و ۰٫۴۹	۲٫۴۵
بین ۰٫۵۰ و ۰٫۶۹	۲٫۱۶
بین ۰٫۷۰ و ۰٫۹۹	۱٫۸۳
بین ۱٫۰۰ و ۱٫۴۹	۱٫۵۸
بین ۱٫۵۰ و ۱٫۹۹	۱٫۳۹
بین ۲٫۰۰ و ۲٫۴۹	۱٫۲۹
بیش از ۲٫۵۰	۱٫۲۳

پ۱۱-۱ گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی

پل حرارتی، به‌طور کلی، دو گونه است:

۱- 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.

۲- 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.

پ۱۱-۲ 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.

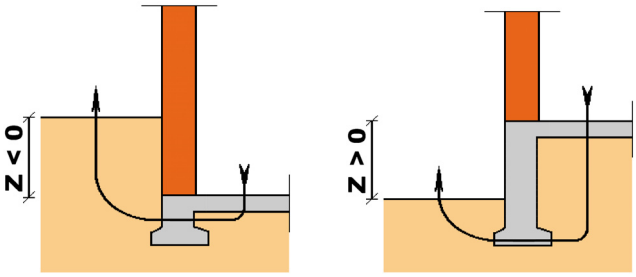
پ۱۱-۳ ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول

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 پ۱۱-۲ صورت پذیرد.

پ۱۱-۳-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک

پ۱۱-۳-۱-۱ 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 ۳۳ تعیین می‌گردد.



شکل ۱۰- حالات مختلف اختلاف تراز کف داخلی و محوطهٔ ساختمان

جدول ۳۳- ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک

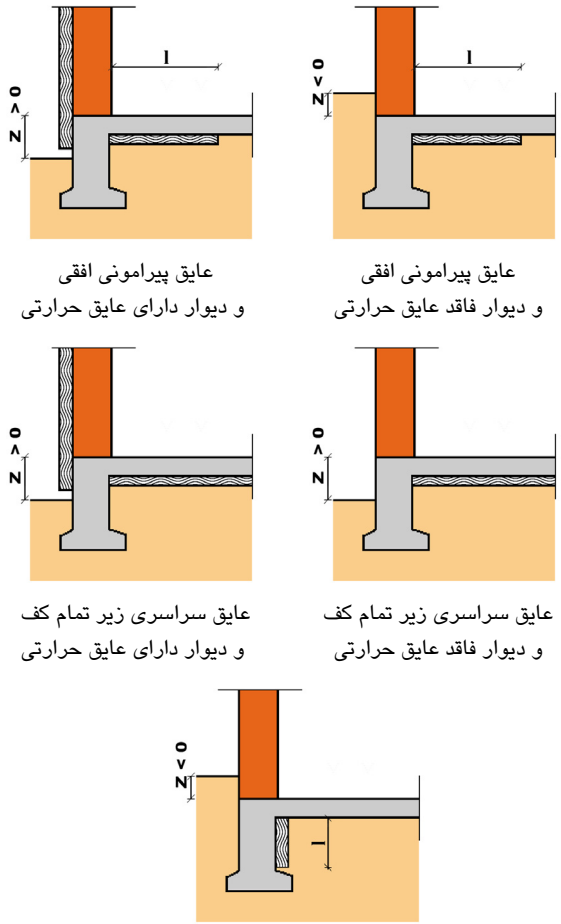
Z به متر	Ψ به [W/m.K]
کمتر از ۶٫۰۰-	۰
از ۶٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۰٫۲۰
از ۴٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۰٫۴۰
از ۲٫۵۰- تا ۱٫۸۵-	۰٫۶۰
از ۱٫۸۰- تا ۱٫۲۵-	۰٫۸۰
از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-	۱٫۰۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۱٫۲۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۱٫۴۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+	۱٫۷۵
از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+	۲٫۱۰
از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+	۲٫۳۵
از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+	۲٫۵۵

پ۱۱-۳-۱-۲ 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 به‌صورت 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، عـایق‌کـاری حرارتـی بـه صـورت منقطـع اجـرا می‌گردد (مانند نمونه‌های شکل ۱۱)، جدول ۳۴ ضریب انتقال حرارت خطی مربوط به اتصال کـف را، با توجه به پارامترهایی، از جمله اختلاف ارتفاع کـف‌سـازی داخـل و محوطـه z، عـرض عـایق حرارتی l، و مقاومت حرارتی آن r، داده است.



عایق پیرامونی افقی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق پیرامونی افقی
و دیوار دارای عایق حرارتی

عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار دارای عایق حرارتی

عایق پیرامونی عمودی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

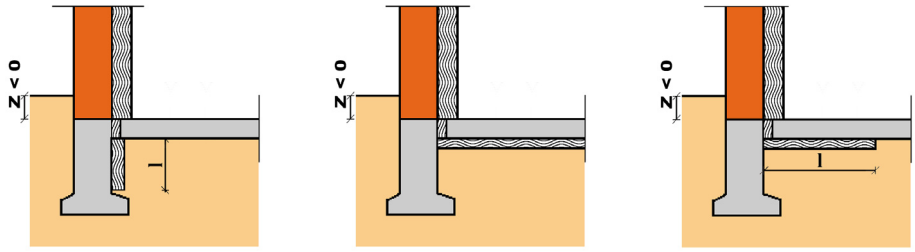
شکل ۱۱– حالت‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع‌شده در محل تلاقی دیوار و کف

جدول ۳۴- ضریب انتقال حرارت خطی **Ψ** بر حسب **[W/m.K]** در عایق‌کاری قطع‌شده

	Z (متر)	عرض عایق (متر)	مقاومت حرارتی عایق ($m^2.K/W$)					
			۰٫۲۰ تا ۰٫۳۵	۰٫۴۰ تا ۰٫۵۵	۰٫۶۰ تا ۰٫۷۵	۰٫۸۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۰۵ تا ۱٫۵۰	۱٫۵۵ تا ۲٫۰۰	۲٫۰۵ تا ۳٫۰۰
عایق حرارتی پیرامونی (عمودی یا افقی)	از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-	۰٫۲۵ تا ۱٫۰۰	۰٫۹۵	۰٫۹۵	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۸۵
	از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۰٫۲۵ تا ۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۱۰	۱٫۱۰	۱٫۱۰	۱٫۰۵	۱٫۰۵	۱٫۰۵
	از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۰٫۲۵ تا ۰٫۴۰	۱٫۳۰	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۰	۱٫۲۰	۱٫۱۵
		۰٫۴۵ تا ۱٫۰۰	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۰	۱٫۱۵	۱٫۱۵	۱٫۱۰	۱٫۰۵
	از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۴۰	۱٫۶۰	۱٫۵۵	۱٫۵۰	۱٫۵۰	۱٫۴۵	۱٫۴۵	۱٫۴۰
		۰٫۴۵ تا ۱٫۰۰	۱٫۵۵	۱٫۵۰	۱٫۴۵	۱٫۴۰	۱٫۳۵	۱٫۳۰	۱٫۳۰
	از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۳۰	۱٫۹۰	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۵	۱٫۷۰	۱٫۷۰	۱٫۶۵
		۰٫۳۵ تا ۰٫۴۵	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۵	۱٫۷۰	۱٫۶۵	۱٫۶۰	۱٫۵۵
		۰٫۵۰ تا ۰٫۶۵	۱٫۸۵	۱٫۷۵	۱٫۶۵	۱٫۶۰	۱٫۵۵	۱٫۵۰	۱٫۴۵
		۰٫۷۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۸۰	۱٫۷۰	۱٫۶۰	۱٫۵۵	۱٫۴۵	۱٫۴۰	۱٫۳۵
	از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۳۰	۲٫۱۰	۲٫۰۵	۲٫۰۰	۲٫۰۰	۱٫۹۵	۱٫۹۰	۱٫۹۰
		۰٫۳۵ تا ۰٫۴۵	۲٫۱۰	۲٫۰۰	۱٫۹۵	۱٫۹۰	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۸۰
		۰٫۵۰ تا ۰٫۶۵	۲٫۰۵	۱٫۹۵	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۵	۱٫۷۰	۱٫۶۵
		۰٫۷۰ تا ۱٫۰۰	۲٫۰۰	۱٫۹۰	۱٫۸۰	۱٫۷۰	۱٫۶۵	۱٫۵۵	۱٫۵۰
	از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۳۰	۲٫۳۵	۲٫۳۰	۲٫۲۵	۲٫۲۰	۲٫۲۰	۲٫۱۵	۲٫۱۰
		۰٫۳۵ تا ۰٫۴۵	۲٫۳۰	۲٫۲۵	۲٫۱۵	۲٫۱۵	۲٫۱۰	۲٫۰۵	۲٫۰۰
		۰٫۵۰ تا ۰٫۶۵	۲٫۲۵	۲٫۱۵	۲٫۱۰	۲٫۰۵	۱٫۹۵	۱٫۹۰	۱٫۸۵
		۰٫۷۰ تا ۱٫۰۰	۲٫۲۰	۲٫۱۰	۲٫۰۰	۱٫۹۵	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۰
		۱٫۰۵ تا ۱٫۵۰	۲٫۱۵	۲٫۰۰	۱٫۹۰	۱٫۸۰	۱٫۷۰	۱٫۶۰	۱٫۵۰
عایق حرارتی سرتاسری زیر تمام سطح کف	کمتر از ۶٫۰۰-		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	از ۶٫۰۰- تا ۴٫۰۵-		۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵
	از ۴٫۰۰- تا ۲٫۵۵-		۰٫۴۰	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۰	۰٫۳۰
	از ۲٫۵۰- تا ۱٫۸۵-		۰٫۵۵	۰٫۵۵	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۴۰
	از ۱٫۸۰- تا ۱٫۲۵-		۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۶۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰	۰٫۵۵	۰٫۴۵
	از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-		۰٫۹۰	۰٫۸۵	۰٫۸۰	۰٫۷۵	۰٫۷۰	۰٫۶۵	۰٫۵۵
	از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-		۱٫۰۵	۱٫۰۰	۰٫۹۵	۰٫۹۰	۰٫۸۰	۰٫۷۵	۰٫۶۵
	از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-		۱٫۲۰	۱٫۱۰	۱٫۰۵	۱٫۰۰	۰٫۹۰	۰٫۸۰	۰٫۷۰
	از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+		۱٫۴۵	۱٫۳۵	۱٫۲۵	۱٫۱۵	۱٫۰۵	۰٫۹۵	۰٫۸۵
	از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+		۱٫۷۰	۱٫۵۵	۱٫۴۵	۱٫۳۰	۱٫۲۰	۱٫۰۵	۰٫۹۵
	از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+		۱٫۹۰	۱٫۷۰	۱٫۵۵	۱٫۴۵	۱٫۳۰	۱٫۱۵	۱٫۰۰
	از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+		۲٫۰۵	۱٫۸۵	۱٫۷۰	۱٫۵۵	۱٫۴۰	۱٫۲۵	۱٫۱۰

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 ۰٫۲۰ $[m^2.K/W]$ باشد. در این شرایط، ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از مقادیر جدول ۳۴ و با کسر مقادیر جدول ۳۵ به‌دست می‌آید.



عایق پیرامونی عمودی　　عایق سراسری　　عایق پیرامونی افقی

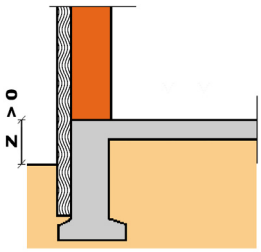
شکل ۱۲- حالات مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش‌یافته

جدول ۳۵- مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی کاهش یافته

z (متر)			کاهش Ψ $[W/m.K]$
کمتر از یا	مساوی با	−۰٫۴۵	۰٫۰۰
بین −۰٫۴۰	و	−۰٫۲۵	۰٫۰۵
بیشتر از یا	مساوی با	−۰٫۲۰	۰٫۱۰

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 ۳۴ و کسر مقادیر ارائه‌شده در جدول ۳۶، به‌دست می‌آید.

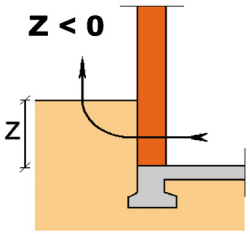


شکل ۱۳- عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی

جدول ۳۶- مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی یک‌سره [W/m.K]

R [m^2.K/W] / Z [m]	۰٫۲۰ تا ۰٫۵۵	۰٫۶۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۰۵ تا ۳٫۰۰
کمتر از یا مساوی با ۰٫۴۵-	۰	۰	۰
بین ۰٫۴۰- و ۰٫۲۵-	۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۰
بیشتر از یا مساوی با ۰٫۲۰-	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵

پ۱۱-۳-۲ دیوارهای مجاور خاک



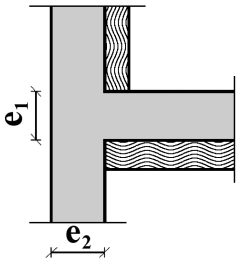
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول ۳۷، تعیین می‌گردد.

جدول ۳۷- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوارهای مجاور خاک [W/(m.K)]

Z [m]	ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار [$W/(m^2.K)$]										
	۰٫۴۰ تا ۰٫۴۹	۰٫۵۰ تا ۰٫۶۴	۰٫۶۵ تا ۰٫۷۹	۰٫۸۰ تا ۰٫۹۹	۱٫۰۰ تا ۱٫۱۹	۱٫۲۰ تا ۱٫۴۹	۱٫۵۰ تا ۱٫۷۹	۱٫۸۰ تا ۲٫۱۹	۲٫۲۰ تا ۲٫۵۹	۲٫۶۰ تا ۳٫۰۹	۳٫۱۰ تا ۳٫۷۰
کمتر از ۶٫۰۰-	۱٫۴۰	۱٫۶۵	۱٫۸۵	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۰	۳٫۰۰	۳٫۲۰	۳٫۴۰
از ۶٫۰۰- تا ۵٫۰۵-	۱٫۳۰	۱٫۵۰	۱٫۷۰	۱٫۹۰	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۵	۳٫۰۰	۳٫۲۰
از ۵٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۱٫۱۵	۱٫۳۵	۱٫۵۰	۱٫۶۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۰	۳٫۰۰
از ۴٫۰۰- تا ۳٫۰۵-	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۵	۲٫۰۰	۲٫۲۰	۲٫۳۵	۲٫۵۵	۲٫۷۰
از ۳٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۱٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۰	۲٫۰۰	۲٫۱۵	۲٫۳۰	۲٫۵۰
از ۲٫۵۰- تا ۲٫۰۵-	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۰	۱٫۹۵	۲٫۱۰	۲٫۳۰
از ۲٫۰۰- تا ۱٫۵-	۰٫۶۰	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۰	۱٫۲۵	۱٫۴۰	۱٫۵۵	۱٫۷۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵
از ۱٫۵۰- تا ۱٫۰۵-	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۵	۰٫۷۵	۰٫۹۰	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۰	۱٫۷۵
از ۱٫۰۰- تا ۰٫۷۵-	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۶۰	۰٫۶۵	۰٫۸۰	۰٫۹۰	۱٫۰۵	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۵۵	۰/۶۵	۰٫۷۵	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۱٫۱۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۰	۰٫۷۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

پ۱۱-۳-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده

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

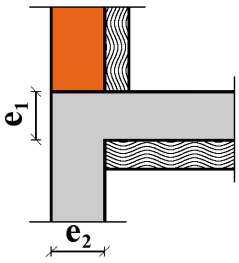


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 دارد و با مقادیر جدول ۳۸ تعیین می‌گردد.

جدول ۳۸- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج **[W/(m.K)]**

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۷/۵	۳۰/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۳۹
۲۰ تا ۲۵	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۳۶

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

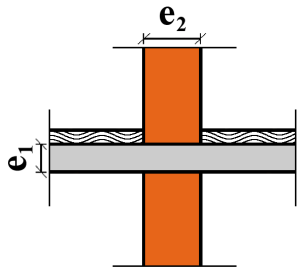


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول ۳۹ تعیین می‌گردد.

جدول ۳۹- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج **[W/(m.K)]**

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۷/۵	۳۰/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۶
۲۰ تا ۲۵	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

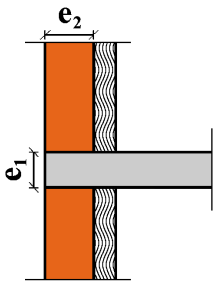


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول ۴۰ تعیین می‌گردد.

جدول ۴۰- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۷/۵	۳۰/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۴۲	۰/۴۵
۲۰ تا ۲۵	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳

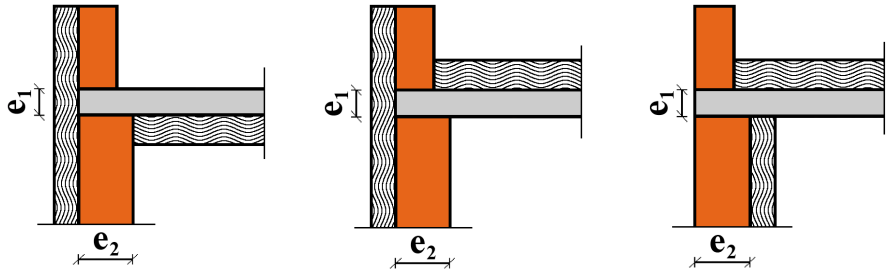
پ۱۱-۳-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی



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 ۴۰ تعیین می‌گردد.

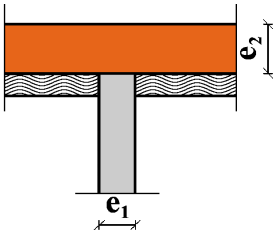
پ۱۱-۳-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل ۱۴)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2، با مقادیر جدول ۴۰ 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 ۱۴- برخی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند

پ۱۱-۳-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی



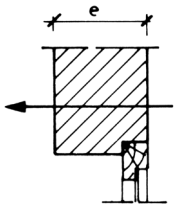
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت دیوار داخلی e_1 و ضخامت دیوار خارجی e_2 بستگی دارد. این ضرایب با مقادیر جدول ۴۱ تعیین می‌گردد.

جدول ۴۱- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۰/۰	۱۲/۵	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۲
۲۰ تا ۲۵	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۴۰

پ۱۱-۳-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر

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

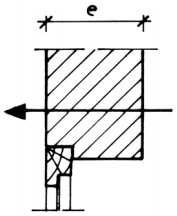


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد داخل به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول ۴۲ تعیین می‌گردد.

جدول ۴۲- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر **[W/(m.K)]**

ضریب انتقال حرارت دیوار / e (cm)	۰/۴۰ تا ۰/۶۰	۰/۶۵ تا ۰/۸۵	۰/۹۰ تا ۱/۱۰	۱/۱۵ تا ۱/۳۵	۱/۴۰ تا ۱/۶۰	۱/۶۵ تا ۱/۸۵	۱/۹۰ تا ۲/۱۰
۲۰ تا ۲۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۳
۲۵ تا ۲۹	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۶
۳۰ تا ۳۴	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۹
۳۵ تا ۴۰	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۱

بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

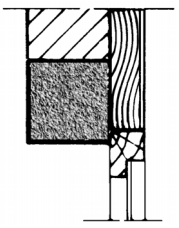


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد خارج به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول ۴۳ تعیین می‌گردد.

جدول ۴۳- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر **[W/(m.K)]**

ضریب انتقال حرارت دیوار / e (cm)	۰/۴۰ تا ۰/۶۰	۰/۶۵ تا ۰/۸۵	۰/۹۰ تا ۱/۱۰	۱/۱۵ تا ۱/۳۵	۱/۴۰ تا ۱/۶۰	۱/۶۵ تا ۱/۸۵	۱/۹۰ تا ۲/۱۰
۲۰ تا ۲۴	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۰
۲۵ تا ۲۹	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۲۴
۳۰ تا ۳۴	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۹
۳۵ تا ۴۰	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۳۳

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.