

مقررات ملی ساختمان
مبحث ۱۹
صرفه‌جوئی در مصرف انرژی

ویرایش دوم - ۱۳۸۰

توجه : ویرایش جدید مبحث در دست چاپ است.
متن ارائه شده در این لوح فشرده صرفاً جهت معرفی ویرایش جدید بوده
و قابل استناد نمی باشد.

مقررات ملی ساختمان

مبحث ۱۹: صرفه‌جوئی در مصرف انرژی

ویرایش دوم - ۱۳۸۰

هیأت تهیه‌کننده مقررات صرفه‌جوئی در مصرف انرژی

الف: اعضای کمیته تخصصی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

- | | |
|---|--------------------------|
| مسئول | ۱- دکتر محمدتقی احمدی |
| عضو | ۲- دکتر حمیدرضا حافظی |
| عضو | ۳- دکتر محمدتقی حریری |
| عضو | ۴- مهندس فرامرز صدر |
| عضو | ۵- دکتر بهروز کاری |
| نماینده دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان | ۶- دکتر غلامرضا گل محمدی |

ب: کمیته تهیه‌کننده پیش‌نویس در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| مسئول و تنظیم‌کننده متن پیش‌نویس | ۱- دکتر بهروز کاری |
| عضو و همکار در تنظیم متن پیش‌نویس | ۲- دکتر ریما فیاض |
| عضو (مشاور) | ۳- دکتر جمشید ریاضی |
| عضو (مشاور) | ۴- مهندس مرتضی کسمائی |

پیشگفتار

مسأله انرژی در کشور ما سال‌ها مورد توجه در خور نبوده و یارانه‌های آشکار و پنهان دولتی همواره مردم را از توجه واقعی به ارزش انرژی در اشکال مختلفش باز می‌داشته است. در سال‌های اخیر، به دلایل گوناگون لزوم محاسبه میزان مصرف صرفه‌جویی انرژی، بعنوان یک ضرورت قطعی و چاره‌ناپذیر، پدیدار گشته است. سرعت رشد مصرف داخلی انرژی به حدی است که با روند موجود توسعه منابع نفتی شاید با گذشت چند سال و اندی دیگر قادر به صادرات نفت نباشیم. بخش ساختمان در انرژی کشور بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، که به نظر می‌رسد ارزش آن به قیمت جهانی سالیانه بالغ بر ۶ میلیارد دلار می‌گردد. به علت این مشکل فرهنگی که قدر انرژی کمتر دانسته شده است، اکثر قریب به اتفاق ساختمان‌های کشور فاقد ضوابط فنی شناخته شده برای جلوگیری از به هدر رفتن انرژی سرمایی یا گرمایی می‌باشد. تغییر وضع موجود به سوی وضع قابل قبول قطعاً تلاش هماهنگ عظیمی را از سوی مردم و مسئول بصورت پیوسته می‌طلبد.

شاید سنگ بنای این تحول، تدوین مقررات و ضوابط فنی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمانها باشد. این مهم در سال ۷۰ برای اولین بار در کشور با تدوین ضوابط فنی برای پوسته ساختمان (بنام مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان) آغاز شد. با این حال، باید پذیرفت که بجز این مورد استثنا تا چند سال پیش از این، برای تبیین و ترویج فرهنگ صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان، واقعاً کار شایسته و بایسته‌ای صورت نگرفته بود. متعاقباً انتشار کتب مرجع در اواخر این دهه و به ویژه راهنمای مبحث ۱۹ در سال ۷۸، که به روشنی راهکارهای بکارگیری مقررات را متناسب با امکانات داخلی در اختیار مهندسان قرار می‌داد، از مهم‌ترین رخدادها در این زمینه بوده است.

در شرایط جدید کشور و بنابه امکانات جدید صنعتی بوجود آمده و نیز با توجه به نبود ضوابط لازم برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان، پیشرفت جهانی دانش فنی و تجربه‌های مثبت (و البته محدود) داخلی لازم بود که مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بازبینی شود. به علاوه، لزوم استفاده از بیان روشن و گویا و تا حد ممکن ساده به نحوی

که مهندسان ساختمان، اعم از مهندسان معمار، عمران و مکانیک (که مسئول طراحی عایق کاری حرارتی ساختمان و سیستم‌های تأسیسات مکانیکی هستند) به راحتی و با پیگیری متن تکلیف خود را از نظر طراحی و اجرای مقررات صرفه‌جوئی انرژی بفهمند، از دیگر دلایل بازبینی اخیر بوده است.

در ویرایش جدید که هم‌اکنون نزد شماس، علاوه بر تأکید بر امکانات موجود کشور در زمینه دانش فنی و مصالح در دسترس، اساس تصمیم‌گیری‌ها بر طبقه‌بندی ساختمان‌ها استوار است. لذا برای ساختمان‌های با کاربری پراهمیت از نظر مصرف انرژی که زیربنای زیادی دارند یا در مناطق اقلیمی حاد و یا در شهرهای بزرگ واقع شده‌اند مقررات مفصل‌تر و سختگیرانه‌تر البته با حفظ سادگی تدوین شده است. از طرف دیگر برای ساختمان‌های عادی و کوچک، امکان استفاده از راهکارهای مشخص بدون محاسبه و تفصیل خاصی فراهم شده است. در تدوین این مقررات سعی شده با مطالب ویرایش اول مبحث ۱۹ در حد امکان و نیز با مطالب راهنمای مبحث ۱۹ (چاپ سال ۷۸) پیوستگی لازم برقرار باشد.

دو بخش مهم اضافه شده مقررات مربوط به تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی (که فقط مبحث روشنائی آن ذکر شده) می‌باشد که به علت پیچیدگی‌های فنی زیاد در این مباحث سعی شده فعلاً بصورت مختصر و مفید تدوین شود. بدیهی است که در این دو زمینه باید در آینده مسائل کامل‌تر تدوین شوند و تدوین این بخش‌های جدید صرفاً آغازگر راهی طولانی است. دیگر نکته مهم اینکه هیچگونه مقرراتی بدون آموزش و ترویج موفق نیست. برنامه ترویج مناسبی از سال گذشته در دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی آغاز شده است. ما فکر می‌کنیم یک مهندس ساختمان با تسلط کافی می‌تواند با گذراندن یک دوره ۲ تا ۳ روزه از این مبحث استفاده کامل بنماید گرچه بدون چنین دوره‌ای نیز استفاده از آن همچنان میسر خواهد بود.

نکته آخر این که حوزه شمول و نحوه اعمال این مقررات طبق یک برنامه ۶ ساله تدریجی به تکامل خواهد رسید و در این راه امیدواریم همکاری وزارت مسکن و شهرسازی و وزارت کشور به مراتب بهتر از آنچه در مورد ویرایش اول مبحث ۱۹ بوده است باشد.

قطعاً باز خور اعمال تدریجی مقررات مبحث ۱۹، کمیته تخصصی را یاری خواهد کرد تا موارد لازم را اصلاح نماید. در پایان از همه مهندسان، استادان و متخصصین صاحب‌نظر در مورد مباحث انرژی در ساختمان دعوت می‌نمائیم که با نظرات کارشناسانه ارزشمند خود ما را یاری نمایند. از وزارت صنایع و معادن در زمینه کمک به توسعه صنایع تولید انواع عایق‌های حرارتی و سایر سیستم‌های ساختمانی (مانند پروفیل‌ها و شیشه‌های مناسب برای در و پنجره) و از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در زمینه تبیین دانش فنی مربوط به انرژی در ساختمان و آموزش آن در

دانشگاهها و از سازمان نظام مهندسی کشور در زمینه ترویج و تعمیق علم و عمل همراه با نظارت اجرائی در این مبحث مورد انتظار است. در اینجا باید از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و به ویژه آقای دکتر محمدکاری که پیش‌نویس اولیه را تهیه کردند و نیز کمیته تخصصی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان سپاسگزاری فراوان کرد.

نادر نجیمی
مدیرکل دفتر تدوین و ترویج

محمدتقی احمدی
مسئول کمیته تخصصی مبحث نوزدهم
مقررات ملی ساختمان

فهرست مطالب

.....	-
.....	۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد
.....	۱۹-۱-۲ تعاریف
.....	-
.....	۱۹-۲-۱ مدارک مورد نیاز جهت اخذ پروانه ساختمان
.....	۱۹-۱-۲-۱ گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح
.....	۱۹-۲-۲-۱ چک لیست انرژی
.....	۱۹-۲-۳-۱ نقشه‌های ساختمان
.....	۱۹-۲-۴-۱ مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت مورد استفاده در ساخت
.....	اجزای پوسته خارجی ساختمان
.....	۱۹-۲-۵-۱ مشخصات فنی سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تامین
.....	آب گرم مصرفی و روشنایی مورد استفاده در ساختمان‌ها
.....	۱۹-۲-۲-۲ عوامل ویژه اصلی
.....	۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان
.....	۱۹-۲-۲-۲ گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه محل ساختمان
.....	۱۹-۲-۳-۱ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان
.....	۱۹-۲-۴-۱ گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان
.....	۱۹-۲-۵-۱ گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی
.....	۱۹-۲-۳-۲ عوامل ویژه فرعی
.....	۱۹-۲-۳-۱ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی
.....	۱۹-۲-۳-۲ گونه‌بندی از نظر نوع انرژی مصرفی
.....	۱۹-۲-۳-۳ گونه‌بندی از نظر استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

- ۱۹-۲-۳-۴ گونه‌بندی از نظر نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر ساختمان به سطح زیربنای مفید آن ۲۰
- ۱۹-۲-۳-۵ گونه‌بندی ساختمان‌ها با کاربری غیر مسکونی ۲۱
- ۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی ۲۲
-
- ۱۹-۳-۱ روش الف - روش کارکردی ۲۳
- ۱۹-۳-۱-۱ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی ۲۳
- ۱۹-۳-۱-۲ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته خارجی ساختمان ۲۵
- ۱۹-۳-۱-۳ ضرایب انتقال حرارت مرجع برای عناصر ساختمانی پوسته خارجی ۲۵
- ۱۹-۳-۲ روش ب - روش تجویزی ۲۸
- ۱۹-۳-۲-۱ راه‌حل‌های فنی در شرایط استاندارد عوامل ویژه فرعی طرح ۲۸
- ۱۹-۳-۲-۲ راه‌حل‌های فنی برای شرایط غیراستاندارد عوامل ویژه فرعی طرح ۲۹
- ۱۹-۳-۲-۳ بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ۳۰
- ۱۹-۳-۲-۴ استفاده از انرژی برفی ۳۰
- ۱۹-۳-۲-۵ امکان کاهش سطوح جدارهای نورگذر ۳۰
- ۱۹-۳-۲-۶ استفاده از سیستم‌های نوین تهویه ۳۰
- ۱۹-۳-۳ توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان ۳۱
- ۱۹-۳-۳-۱ جهت‌گیری ساختمان ۳۱
- ۱۹-۳-۳-۲ حجم کلی و فرم ساختمان ۳۱
- ۱۹-۳-۳-۳ جانمایی فضاهای داخلی ۳۲
- ۱۹-۳-۳-۴ جدارهای نورگذر ۳۲
- ۱۹-۳-۳-۵ سایبان‌ها ۳۳
- ۱۹-۳-۳-۶ اینرسی حرارتی ۳۵
- ۱۹-۳-۳-۷ تعویض هوا ۳۶
-
- ۱۹-۴-۱ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم گرمایی ۳۷
- ۱۹-۴-۲ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم سرمایی ۳۹
- ۱۹-۴-۳ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم تهویه و تعویض هوا ۴۱
- ۱۹-۴-۳-۱ ضوابط کلی ۴۱
- ۱۹-۴-۳-۲ ملاحظات ویژه در مورد کیفیت درزبندی بازشوها ۴۳

- ۱۹-۴-۴-تامین آب گرم مصرفی ۴۳
- ۱۹-۴-۴-سیستم‌های انفرادی ۴۳
- ۱۹-۴-۴-سیستم‌های مشترک برای چندین فضا ۴۴
-
- ۱۹-۵-۱-سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی - کلیات ۴۵
- ۱۹-۵-۲-سیستم‌های کنترل روشنایی لازم ۴۵
- ۱۹-۲-۵-سیستم‌های کنترل فضاها ۴۵
- ۱۹-۲-۲-سیستم‌های کاهش میزان روشنایی ۴۵
- ۱۹-۲-۳-فضاهایی که روشنایی آنها با نور طبیعی تأمین می‌شود ۴۶
- ۱۹-۲-۴-کنترل خاموش کردن روشنایی ۴۷
-
- پ ۱-۱- تعیین جرم سطحی مفید جدار ۴۸
- پ ۱-۱-۱- جرم سطحی مفید جدار پوسته خارجی در تماس با فضای خارج ۴۸
- پ ۱-۱-۲- جرم سطحی مفید جدار مجاور خاک ۴۸
- پ ۱-۱-۳- جرم سطحی مفید جدار در تماس با ساختمان مستقل دیگر یا فضای کنترل نشده .. ۴۹
- پ ۱-۱-۴- جرم سطحی مفید جدارهایی که در داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌اند ۴۹
- پ ۱-۲- محاسبه جرم سطحی مفید ساختمان (یا بخشی از آن) بر مبنای واحد سطح مفید کف آن ۵۰
- پ ۱-۳- گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن ۵۰

-

-
- پ-۸-۱ مقاومت‌های حرارتی لایه هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی..... ۶۷
- پ-۸-۲ مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محصور شده بین دو لایه جامد جدار پوسته
خارجی..... ۶۸
- پ-۸-۳ مقاومت‌های حرارتی (R_i) لایه‌های عناصر ساختمانی از جنس مصالح بنائی متداول.... ۶۹
-
- پ-۹-۱ ضرایب انتقال حرارت پنجره (قاب‌های شیشه‌دار) بدون پرده داخلی (U_G)..... ۷۳
- پ-۹-۲ ضرایب انتقال حرارت پنجره (قاب‌های شیشه‌دار) با پرده داخلی متحرک (U_G)..... ۷۴
- پ-۹-۳ ضرایب انتقال حرارت درها (U_D)..... ۷۵

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد

این فصل از مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق کاری حرارتی و سیستم‌های تأسیساتی گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند، و شامل دو روش کارکردی (روش الف) و تجویزی (روش ب) است.

در روش الف^۱ ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان محاسبه گردیده، با ضریب انتقال حرارت مرجع مربوط به طراحی مورد نظر مقایسه می‌شود. همچنین، اصول کلی ضروری در مورد سیستم‌های طراحی شده، جهت به حداقل رسانیدن مصرف بیان، می‌گردد. در روش ب^۲ راه‌حل‌های فنی مختلف برای تعیین طراحی قسمت‌های مختلف تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان ارائه می‌گردد.

این روش فقط در موارد زیر قابل اعمال است :

- خانه‌های ویلایی و واحدهای واقع در آپارتمان‌های مسکونی با مجموع زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع

- تمام ساختمان‌های گروه ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به پیوست (۵)

در بخش‌های بعدی این مبحث، ضوابط مربوط به طراحی سیستم‌های تأسیساتی گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی ارائه شده است.

^۱ روش کارکردی یا Performance Approach
^۲ روش تجویزی یا Prescriptive Approach

۱۹-۱-۲ تعاریف

تعاریف ارائه شده در این فصل فقط برای این مبحث انجام شده است.

Construction

احداث

تعریف دقیق این واژه توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان ارائه خواهد شد.

Thermal inertia

اینرسی حرارتی

قابلیت کلی پوسته خارجی و دیوارهای داخلی در ذخیره کردن انرژی (با جذب آن) و بازپس دادن آن (در صورت لزوم) برای به حداقل رسانیدن نوسانهای دما و بار گرمایی-سرمایی در فضاهای کنترل شده ساختمان. گروهبندی اینرسی حرارتی کلی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان (ر.ک. به پیوست ۱)، صورت می‌گیرد.

Renovation

بازسازی

تعریف دقیق این واژه توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان ارائه خواهد شد.

Opening

بازشو

کلیه سطوح در پوسته خارجی ساختمان که برای ایجاد دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردند. (مثل انواع درها، دریچه‌ها، پنجره‌ها، نماهای شیشه‌ای، نورگیرها، هواکش‌ها، دودکش‌ها و ...).

Flat roof

بام تخت

پوشش نهایی هر قسمت از ساختمان که شیبی کمتر یا مساوی ۱۰ درجه نسبت به سطح افقی دارد. بامهای تخت بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شوند.

Pitched roof

بام شیب‌دار

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از ۱۰ درجه و کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی دارد. در بالای سقف شیب‌دار فضای خارج و در زیر آن فضای کنترل شده یا کنترل نشده قرار دارد. در صورتی که فضای زیرین کنترل شده باشد، بام شیب‌دار بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شوند.

برچسب انرژی

Energy label

برچسبی که توسط مقامات ذیصلاح بر روی تولیدات صنعتی مورد استفاده در ساختمان نصب می‌شود تا حد کیفیت محصولات از بعد مصرف انرژی مشخص گردد.

پایانه حرارتی

Thermal terminal

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

پل حرارتی

Thermal bridge

نقاطی از ساختمان که به علت عدم تداوم و یکپارچگی عایق حرارت پوسته خارجی ساختمان باعث افزایش میزان انتقال حرارت می‌گردند.

پوسته خارجی

Building envelope

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

پوسته خارجی الزاما" در تمام موارد با پوسته فیزیکی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته فیزیکی ممکن است دربرگیرنده فضاهای کنترل نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان شامل عناصری که در وجه خارجی خود مجاور خاک و زمین هستند نیز می‌باشد.

پوسته فیزیکی

Physical envelope

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

تعویض هوا

Air change

تأمین شرایط بهداشتی در داخل فضای کنترل شده با عوض کردن میزان مشخصی از هوای آن با هوای تازه در هر ساعت.

تغییر کاربری

Change of Occupancy

تعریف دقیق این واژه توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان ارائه خواهد شد.

توسعه

Development

تعریف دقیق این واژه توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان ارائه خواهد شد.

تهویه

Ventilation

روند دمیدن و یا مکیدن هوا از طریق طبیعی یا مکانیکی به هر فضایی یا از هر فضایی، برای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (کنترل دما و احتمالاً میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و ...) . چنین هوایی می‌تواند مطبوع شده باشد.

تهویه مطبوع

Air conditioning

نوعی از تهویه همراه با تنظیم عواملی همچون دما، رطوبت (رطوبت‌گیری یا رطوبت‌زنی)، همراه با حذف آلاینده‌های مختلف (بو، گرد و غبار، میکروارگانیسم‌ها، ...) برای تأمین آسایش حرارتی

جدار نورگذر

Translucent layer

جداری که ضریب انتقال نور آن بزرگتر از ۰,۲ باشد. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات بوده و شامل پنجره‌ها، نماها و درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنها است.

جرم سطحی

Surface mass

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

جرم سطحی مفید جدار (m_i)

Effective surface mass of partitions

جرم سطحی قسمت رو به داخل جدار تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه جرم مفید و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست ۱).

جرم سطحی مفید ساختمان (m_a)

Effective surface mass of the building

نسبت جرم مفید ساختمان به سطح زیربنای مفید (ر.ک. به پیوست ۱).

جرم مفید ساختمان (M)

Effective mass of the building

مجموع جرم قسمت‌های رو به داخل جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست ۱).

دیوار

Wall

بخشی از پوسته خارجی غیر نورگذر ساختمان که عمودی است یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته‌است.

روز درجه سرمایش

Cooling degree day

واحدی بر اساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار سرمایش یک ساختمان در اوقات گرم سال به کار می‌رود. روز درجه سرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به ۲۱ درجه سانتیگراد مربوط به دوره‌ای از سال که دمای متوسط روزانه از ۲۱ درجه سانتیگراد بالاتر است.

Heating degree day	روز درجه گرمایش
<p>واحدی بر اساس 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 درجه سانتیگراد مربوط به دوره‌ای از سال که دمای متوسط روزانه از ۱۸ درجه سانتیگراد پائین‌تر است.</p>	
Individual (detached or semi-detached) dwelling	ساختمان ویلایی
<p>ساختمان مستقلی است که فقط یک واحد مسکونی دارد.</p>	
Building usable area	سطح زیربنای مفید A_h
<p>مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.</p>	
Translucent surfaces	سطوح جدارهای نورگذر A_G
<p>مساحت کل جدارهای نورگذر (اعم از شفاف یا مات) و قاب‌های احتمالی نگهدارنده آنها.</p>	
New ventilation system	سیستم نوین تهویه
<p>سیستمی که برای کنترل دبی تهویه بکار می‌رود و به‌طور محسوسی دبی هوای تازه را برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌کند. این سیستم‌ها باید مطابق با ضوابط بهداشت و مورد تأیید مراجع ذیصلاح باشند.</p>	
Passive solar system	سیستم غیر فعال خورشیدی
<p>سیستمی که قسمت‌هایی از جدارهای پوسته خارجی را تشکیل می‌دهد و به گونه‌ای طراحی شده‌است که با یک مکانیسم غیرفعال، انرژی خورشیدی را در خود جمع‌آوری و ذخیره می‌نماید تا در زمان مناسب به فضای داخلی ساختمان منتقل گردد (مانند فضای گلخانه‌ای).</p>	
Automatic control (& cut out) system	سیستم قطع و کنترل اتوماتیک
<p>سیستمی که با روشن و خاموش کردن تأسیسات گرمایی یا سرمایی، دمای رفت یا دمای فضاها را در محدوده تعیین شده بصورت خودکار تنظیم می‌نماید.</p>	
Solar index	شاخص خورشیدی I_s
<p>ضریبی که بر اساس آن، مقدار بهره‌گیری ساختمان از انرژی تابشی خورشید تعیین می‌شود.</p>	
Normal atmospheric conditions	شرایط عادی جوی
<p>شرایط جوی که بطور معمول در یک منطقه جغرافیایی حاکم است.</p>	

Coefficient of heat loss of the building **ضریب انتقال حرارت طرح H**

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

Thermal transmittance **ضریب انتقال حرارت سطحی U**

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

Required coefficient of heat loss **ضریب انتقال حرارت مرجع \hat{H}**

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

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

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

Surface coefficient of heat transfer **ضریب تبادل حرارت در سطح جدار**

نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار (ر.ک. به پیوست ۸).

Reference heat transfer correction factor **ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع**

ضریبی که در صورت طراحی مناسب و بهره‌گیری بهینه از انرژی خورشیدی در مناطق سردسیر برای تصحیح مقادیر انتقال حرارت مرجع محاسبه می‌گردد. ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع با γ نشان داده می‌شود.

Solar transmittance ratio **ضریب انتقال خورشیدی سطح نورگذر**

نسبت انرژی عبور کرده به انرژی تابیده شده به سطح نورگذر

ضریب هدایت حرارت

Thermal conductivity

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، عبور می‌کند و اختلافی برابر یک درجه کلون بین دمای دو سطح طرفین عنصر ایجاد نماید. ضریب هدایت حرارتی با λ نشان داده می‌شود و واحد آن [W/m.K] است^۱. (ر.ک. به پیوست ۷)

عایق (عایق حرارت)

Thermal insulation (Insulating material)

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر بطور مؤثر کاهش دهد. در مواردی عایق حرارت می‌تواند علاوه بر کاهش انتقال حرارت، توانایی‌های دیگری نیز مانند باربری، صدابندی و ... داشته باشد. در این راهنما، بطور اختصار کلمه عایق معادل عایق حرارت استفاده می‌شود. تحت شرایط ویژه‌ای، هوا نیز می‌تواند عایق حرارت محسوب شود. عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود که دارای ضریب هدایت حرارتی کمتر یا مساوی $0,065 \text{ W/m.K}$ و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از $0,5 \text{ m}^2.\text{K/W}$ باشد (مقادیر ذکر شده مربوط به اندازه‌گیری در شرایط حرارتی استاندارد می‌باشند).

عایق کاری حرارتی بوسیله یک ماده یا مصالح خاص و یا توسط سیستمی با چندین کارایی صورت می‌گیرد. برای مثال، یک دیوار باربر می‌تواند در عین حال نقش عایق کاری حرارتی را نیز تأمین کند. ولی در اکثر موارد، لازم است که لایه‌ای ویژه صرفاً "به‌عنوان عایق حرارت به جدار اضافه شود.

عایق کاری حرارتی (گرمابندی)

Thermal insulation

منظور استفاده از عایق‌های حرارت به منظور محدود کردن میزان انتقال حرارت در اجزای ساختمانی می‌باشد. سیستم عایق کاری حرارتی (گرمابندی) باید دو شرط زیر را دارا باشد:

- مقاومت حرارتی کل پوسته خارجی + عایق حرارت از حد مشخص شده‌ای بیشتر باشد،
- ضریب هدایت حرارتی عایق مصرفی از حد مشخص شده‌ای بیشتر نباشد.

مصالح بکار رفته در پوسته خارجی می‌تواند بدون نیاز به عایق حرارت مقاومت حرارتی مورد نیاز در مقررات را تأمین نماید.

در صورت عایق کاری حرارتی (گرمابندی) مناسب عناصر ساختمان، تأمین و حفظ شرایط آسایش حرارتی فضاهای کنترل شده براحتی و همراه با صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام می‌گردد.

^۱ ر.ک. به نشریه شماره ۲۱۱ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

Internal thermal insulation **عایق‌کاری حرارتی از داخل**
عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) اجزای ساختمانی که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت داخل صورت می‌گیرد.

External thermal insulation **عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) از خارج**
عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) اجزای ساختمانی که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت خارج صورت می‌گیرد.

Peripheral thermal insulation **عایق‌کاری حرارتی پیرامونی**
عایق‌کاری حرارتی با عرضی محدود در کف روی خاک در مجاورت و امتداد دیوارهای پوسته خارجی ساختمان.

Distributed thermal insulation **عایق‌کاری حرارتی همگن**
نوعی عایق‌کاری حرارتی که در آن مصالح ساختمانی مصرف شده (اعم از سازه‌ای و غیر سازه‌ای) در بخش اعظم ضخامت پوسته خارجی (دیوار، سقف، کف) مقاومت حرارتی بالایی داشته‌باشد.

Building elements **عناصر ساختمانی**
قسمت‌هایی از ساختمان که به منظور تأمین نیازهای سازه‌ای و یا غیر سازه‌ای طراحی و ساخته شده‌اند و در پیوند با یکدیگر، تمامیت یک ساختمان را شکل می‌بخشند (مانند بام، سقف، کف، دیوار، بازشوها و ...).

Specific determining factors **عوامل ویژه**
عواملی که نقش تعیین وضعیت ساختمان را از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ایفا می‌کنند (ر.ک. به ۱۹-۲-۲ و ۱۹-۲-۳). این عوامل شامل دو نوع اصلی و فرعی می‌باشند.

Living space **فضای زیستی**
فضای مورد استفاده روزمره انسان‌ها اعم از فضای مسکونی، فضای کار و مشابه آن.

Controlled space **فضای کنترل شده**
بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، اعم از فضای زیستی و غیر زیستی، که به علت داشتن عملکرد خاصی، بطور مداوم و تا دمایی برابر و یا بالاتر (یا پایین‌تر) از دمای زیستگاه، گرم (یا خنک) می‌شوند. شرایط حرارتی آنها در ساختمان باید در محدوده آسایش باشد. ساختمان‌های مجاور ساختمان مورد نظر، از نوع فضای کنترل‌شده تلقی می‌شوند مگر آنکه از نوع ذکر شده در تعریف فضای کنترل‌نشده باشند.

Uncontrolled space	فضای کنترل نشده
بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در موردشان صادق نیست (همانند فضاهای درز انقطاع بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که مورد گرمایش و سرمایش قرار نمی‌گیرند).	
Building occupancy	کاربری ساختمان
نوع کاربرد ساختمان طبق گروه‌بندی ارائه‌شده توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (ر.ک. به پیوست ۴: گروه‌بندی کاربری ساختمان‌ها)	
Floor	کف
عنصر ساختمانی افقی یا دال، که در بالا با یک فضای کنترل شده، و در پایین با خاک یا با فضای کنترل نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شود.	
Background heating	گرمایش پایه
گرمایش اصلی ساختمان که با دمای خارج تنظیم می‌گردد.	
Complementary heating	گرمایش تکمیلی
گرمایش فرعی ساختمان که برای جابجایی به نیازهای گرمایی کوتاه مدت، در مواقعی که گرمایش پایه به تنهایی کافی نیست پیش‌بینی می‌گردد.	
Composite heating	گرمایش مرکب
گرمایش تشکیل‌شده از دو مؤلفه پایه و تکمیلی.	
Low consumption lamp	لامپ کم‌مصرف
لامپ با راندمان بیش از ۴۰ لومن بر وات	
Comfort zone	محدوده آسایش
شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود ۸۰٪ ساکنین یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش می‌کنند.	
Normal temperature interval	محدوده دمای متعارف
محدوده دمایی که در فضاهای دارای عملکرد خاص باید حفظ گردد.	
Competent authorities	مراجع ذیصلاح
مراجعی که صلاحیت آنها در زمینه‌های تعیین‌شده در این مبحث مورد تأیید رسمی باشد.	

مقاومت حرارتی

Thermal resistance

نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن. بدیهی است مقاومت حرارتی یک پوسته تشکیل شده از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌ها خواهد بود. مقاومت حرارتی قابلیت عایق بودن (از نظر حرارتی) یک یا چند لایه از پوسته و یا کل پوسته را مشخص می‌کند. مقاومت حرارتی با R نشان داده می‌شود و واحد آن $[m^2K/W]$ است (ر.ک. به پیوست ۸).

نشست هوا

Air leakage

ورود و یا خروج هوا در ساختمان از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌های پیش‌بینی شده که باعث تعویض هوا می‌شود.

نوع (حامل) انرژی

Energy carrier

در این مبحث، انرژی به دو نوع است: برقی و غیربرقی (شامل انواع مختلف مصرف مستقیم انرژی فسیلی، ...).

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 یا خروج هوا از طریق پوسته و یا درزهای عناصر تشکیل‌دهنده آن.

۱۹-۲ مقررات کلی طراحی و اجرا

۱۹-۲-۱ مدارک مورد نیاز جهت اخذ پروانه ساختمان

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

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

۱۹-۲-۱-۲ چک لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی خلاصه اطلاعات زیر باشد :

- ۱- مشخصات پرونده ساختمانی و مهندس طراح
- ۲- عوامل ویژه اصلی
 - کاربری ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۱)
 - سطح نیاز انرژی سالانه منطقه جغرافیایی احداث ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۲)
 - سطح زیربنای مفید ساختمان شامل فضاهای کنترل‌شده (مطابق ۱۹-۲-۲-۳)
 - نوع شهر محل احداث ساختمان (مطابق ۱۹-۲-۲-۴)
- ۳- گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (که بر اساس بند ۲ فوق و مطابق ۱۹-۲-۳) بدست می‌آید.
- ۴- روش مورد استفاده جهت طراحی ساختمان از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که بسته به نوع روش، بخشی از اطلاعات زیر مورد نیاز خواهد بود.
- ۵- حدود ویژگی‌های حرارتی گونه‌های مختلف مصالح و عایق حرارتی مصرفی ساختمان.
- ۶- مشخصات گروه‌های عناصر تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان
- ۷- ضریب انتقال حرارت ساختمان یا گرمای ویژه ساختمان
- ۸- نوع انرژی مصرفی برای تامین گرمایش، سرمایش و آب گرم مصرفی (مطابق ۱۹-۲-۳-۲)
- ۹- نحوه تداوم استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع) (مطابق ۱۹-۲-۳-۵)
- ۱۰- نوع سیستم مکانیکی گرمایی و سرمایی، عایق کاری حرارتی و بازده آنها
- ۱۱- میزان شدت روشنایی فضاها و نحوه کنترل آن

۱۹-۲-۱-۳ نقشه‌های ساختمان

نقشه‌های ساختمان شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوسته خارجی ساختمان هستند. در نقشه‌های پلان طبقات، پلان بام، نماها و مقاطع، محل عایق‌کاری حرارتی متناسب با گروه‌بندی ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باید مشخص شده باشد. جزئیات اجرایی پوسته خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل ۱:۱، ۱:۲، ۱:۵، ۱:۱۰ (بر حسب نیاز) تهیه شوند و در آنها نحوه اجرای عایق‌کاری حرارتی و مشخصات فنی مصالح تشکیل‌دهنده پوسته خارجی نشان داده شده باشد.

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

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

استفاده در ساخت اجزای پوسته خارجی ساختمان

در صورتی که در طراحی و اجرای ساختمان از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت سنتی و متعارف استفاده گردد، لازم است مشخصات فنی مورد نیاز مربوطه (چگالی، پوشش محافظ احتمالی، ...) به همراه نقشه‌ها و دیگر مدارک ارائه شود، تا تعیین ضرایب انتقال حرارت و مقاومت‌های حرارتی این نوع مصالح و سیستم‌های مورد استفاده در پوسته خارجی ساختمان‌ها مطابق دستورالعمل‌های ارائه‌شده در مراجع معتبر^۱ صورت گیرد. (ر.ک. به پیوست ۷ و ۸)

در صورت استفاده از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت نوین، یا زمانی که مقادیر مربوط به مصالح یا اجزای بخصوصی در مراجع ذیصلاح یافت نشود و یا در صورتی که سازنده‌ای مدعی باشد تولیداتی با مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر ذکر شده در مراجع معتبر دارد، لازم است نظریه فنی معتبر مربوط به محصول مورد نظر (حاوی ضرایب انتقال حرارت یا مقاومت‌های حرارتی عایق با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیاز جهت ارزیابی همه‌جانبه محصول و آیین‌اجرای مربوطه) ضمیمه مدارک گردد. در این حالت، مقادیر موجود در نظریه فنی، تا زمان اعتبار آن، ملاک عمل در طراحی و محاسبات

^۱ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان یا اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمانی - نشریه شماره ۲۱۱ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

خواهد بود. در صورت وجود برچسب انرژی برای بعضی تولیدات، مثلاً برای عایق‌های حرارت یا برای در و پنجره عایق، ترجیحاً از محصولات برچسب‌دار استفاده گردد.

۱۹-۲-۱-۵ مشخصات فنی سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تامین آب گرم مصرفی و روشنایی مورد استفاده در ساختمان‌ها

مشخصات فنی سیستم‌های تأسیسات مورد استفاده در ساختمان‌ها باید توسط مراجع معتبر تعیین شده باشد، تا حد کیفیت محصولات برای طراحان و مجریان سیستم‌های تأسیساتی شناخته شده باشد. در صورت وجود برچسب انرژی برای بعضی تولیدات، ترجیحاً از محصولات برچسب‌دار استفاده گردد.

۱۹-۲-۲ عوامل ویژه اصلی

میزان صرفه‌جویی لازم در مصرف انرژی که در این مبحث برای پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و روشنایی ساختمان‌ها مشخص می‌گردد، به عوامل ویژه اصلی به شرح زیر وابسته است:

- کاربری ساختمان
 - گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه محل استقرار ساختمان
 - سطح زیربنای مفید ساختمان
 - نوع شهر محل استقرار ساختمان
- نهایتاً، بر اساس این عوامل گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی امکان‌پذیر خواهد شد.
- در این بخش، گونه‌بندی هر یک از عوامل ذکر شده فوق آمده است.

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان

ساختمان‌ها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف تا 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 از کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگتر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود، لازم است برای هر بخش گروه‌بندی جداگانه در نظر گرفته شود و مقررات خاص مربوط به آن گروه‌بندی رعایت شود.

۱۹-۲-۲-۲ گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه محل

ساختمان

مناطق مختلف کشور از نظر سطح نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه، به سه گروه تقسیم می‌گردند :

- نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه کم

- نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه متوسط

- نیاز انرژی گرمایی-سرمایی سالانه زیاد

جزئیات مربوط به سه گونه فوق، و شهرهای واقع در هر کدام از گونه‌ها در پیوست ۳ آمده‌است.

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

ساختمان‌ها از نظر سطح زیربنای مفید به دو گونه تقسیم می‌گردند :

- زیربنای مفید کمتر از یا مساوی با ۱۰۰۰ متر مربع

- زیربنای مفید بیش از ۱۰۰۰ متر مربع

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

شهرها در این مبحث به دو گونه تقسیم می‌گردند:

- شهرهای بزرگ : مراکز استانها و شهرهای با بیش از یک میلیون نفر جمعیت

- شهرهای کوچک : شهرهای با کمتر از یک میلیون نفر جمعیت 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، بعد از مشخص شدن عوامل ویژه اصلی ذکر شده در ۴ بند فوق، لازم است ابتدا شماره گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به پیوست ۵) تعیین گردد :

گروه ۱ - ساختمان‌های با صرفه‌جویی در مصرف انرژی زیاد

گروه ۲ - ساختمان‌های با صرفه‌جویی در مصرف انرژی متوسط

گروه ۳ - ساختمان‌های با صرفه‌جویی در مصرف انرژی کم

گروه ۴ - ساختمان‌های بدون صرفه‌جویی در مصرف انرژی

در این مبحث، هر کجا به اختصار ساختمان از گروه ۱ یا ۲ یا ... ذکر شده است منظور گروه بندی فوق می باشد.

۱۹-۲-۳ عوامل ویژه فرعی

میزان صرفه جویی لازم در مصرف انرژی که در این مبحث مشخص می گردد، به عوامل ویژه دیگری که عوامل ویژه فرعی نامیده می شوند نیز وابسته است. عوامل ویژه فرعی به شرح زیر می باشند:

- شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی
 - نوع انرژی مصرفی (برقی و غیربرقی) برای تامین گرمایش، سرمایش و آب گرم مصرفی
 - نسبت سطح پوسته خارجی نور گذر ساختمان به سطح زیربنای مفید آن
 - استفاده از سیستم های نوین تهویه
 - نحوه استفاده از ساختمان با کاربری غیر مسکونی (مداوم یا منقطع)
- در این مبحث، گونه بندی عوامل ذکر شده بدین قرار است :

۱۹-۲-۳-۱ گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی

- ساختمان ها از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی، به چند گونه تقسیم می شوند :
- امکان بهره گیری از انرژی خورشیدی
 - عدم امکان بهره گیری از انرژی خورشیدی

۱۹-۲-۳-۲ گونه بندی از نظر نوع انرژی مصرفی

- ساختمان ها از نظر نوع انرژی مصرفی به دو بخش تقسیم می گردند :
- غیر برقی : ساختمان هایی که کمتر از یا مساوی ۵۰٪ انرژی مصرفی آنها جهت گرمایش، سرمایش، تهویه و تهویه مطبوع از نوع برقی است.
 - برقی : ساختمان هایی که بیش از ۵۰٪ انرژی مصرفی آنها جهت گرمایش، سرمایش، تهویه و تهویه مطبوع از نوع برقی است.
- در ساختمان هایی که گرمایش با استفاده از سیستم های غیر برقی صورت می گیرد :
- اگر سرمایش توسط سیستم های تبخیری یا جذبی تأمین گردد نوع انرژی مصرفی غیربرقی تلقی می گردد

- اگر سرمایش توسط سیستم‌های مکانیکی برقی تأمین گردد نوع انرژی مصرفی برقی تلقی می‌گردد

در ساختمان‌هایی که گرمایش با استفاده از سیستم‌های برقی صورت می‌گیرد نوع انرژی مصرفی برقی تلقی می‌گردد.

نظر به اینکه هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی در کشور بسیار بالاست و با توجه به اهداف ملی در راستای محدود کردن مصرف انرژی الکتریکی، در این مبحث، میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌های با گرمایش و سرمایش از نوع برقی بطور محسوسی بیشتر از موارد غیربرقی می‌باشد.

این گونه‌بندی در تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع (روش کارکردی بند ۱۹-۳-۱) یا ضریب افزایش مقاومت حرارتی (روش تجویزی بند ۱۹-۳-۲) تأثیرگذار است.

۱۹-۲-۳ گونه‌بندی از نظر استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

ساختمان‌ها از نظر استفاده از سیستم‌های نوین تهویه به دو بخش تقسیم می‌گردند :

- استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

- عدم استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

۱۹-۲-۴ گونه‌بندی از نظر نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر ساختمان به

سطح زیربنای مفید آن

ساختمان‌ها از نظر نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید آن، بسته به گروه‌بندی ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی به دو گونه الف و ب به شرح زیر تقسیم می‌شوند :

برای ساختمان‌های گروه ۱:

الف) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان کمتر از یا

$$A_G \leq A_H/12 \quad \text{مساوی با } 1:12 \quad ^1$$

ب) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان بیشتر از

$$A_G > A_H/12 \quad 1:12$$

¹ A_H : سطح زیربنای مفید

¹ A_G : سطح پوسته خارجی نورگذر

برای ساختمان‌های گروه ۲ و ۳:

الف) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان کمتر از یا

$$(A_G \leq A_H/9) \quad \text{مساوی با } ۱:۹$$

ب) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان بیشتر از

$$(A_G > A_H/9) \quad ۱:۹$$

این تقسیم‌بندی در تعیین میزان مقاومت مورد نیاز در جدارهای غیرنورگذر (ر.ک. به ۱۹-۳-۲-۳) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۹-۳-۲-۵ گونه‌بندی ساختمان‌ها با کاربری غیر مسکونی

ساختمان‌های غیر مسکونی از نظر نحوه استفاده به دو بخش تقسیم می‌گردند :

- استفاده منقطع : در صورتی استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) منقطع تلقی می‌شود

که بتوان در هر شبانه‌روز حداقل ده ساعت کنترل دما (در محدوده دمای متعارف در زمان اشغال فضاها) را متوقف کرد.

- استفاده مداوم : در صورتی استفاده از ساختمان (یا فضاهای داخلی آن) مداوم تلقی

می‌شود که تعریف استفاده منقطع در مورد ساختمان (یا فضای مربوطه) صادق نباشد.

اگر از بعضی فضاهای ساختمان بصورت مداوم، و از برخی دیگر بصورت منقطع استفاده گردد، نوع استفاده از بخش بزرگتر ملاک تصمیم‌گیری برای کل ساختمان است مگر آنکه مساحت بخش یا بخش‌های کوچکتر بیش از ۱۵۰ متر مربع باشد. در اینصورت محاسبات حرارتی هر نوع فضا باید بصورت مستقل انجام شود.

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

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوطه (ر.ک. به پیوست ۱)

- فضاهایی که در آن دما را نمی‌توان بیش از ۷ درجه سانتیگراد زیر محدوده دمای متعارف پایین آورد.

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

۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی

طراحی و تعیین میزان عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان‌ها به دو روش امکان‌پذیر است.

روش الف^۱ در تمامی حالات قابل استفاده است و مبنای آن میزان کل نیاز انرژی سالانه است (ر.ک. به بخش ۱۹-۳-۱).

روش ب^۲ تنها در مورد خانه‌های ویلایی، واحدهای واقع در آپارتمان‌های مسکونی با زیربنای کل کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع (غیر از شرایط خاص مندرج در تبصره بند ۱۹-۳-۲-۲-۳ در مورد گروه ۱) و همچنین ساختمان‌های گروه ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک. به پیوست ۵) قابل استفاده است. در این روش، ضوابط و راه‌حل‌های فنی برای حالات مختلف عوامل ویژه فرعی مشخص شده و در بخش ۱۹-۳-۲ ارائه می‌گردد.

^۱ کارکردی
^۲ تجویزی

۱۹-۳ پوسته خارجی ساختمان

مهمترین بخش اکثر ساختمان‌ها که در این مبحث ضوابط طراحی آن برای صرفه‌جویی مصرف انرژی ساختمان مطرح می‌شود پوسته خارجی ساختمان است. کنترل ضوابط مذکور به دو روش مطابق ۱۹-۳-۱ و ۱۹-۳-۲ انجام می‌شود.

۱۹-۳-۱ روش الف - روش کارکردی

روش الف، برای کلیه ساختمان‌ها قابل استفاده است، لیکن نیاز به محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح بر اساس محاسبات انتقال حرارت برای پوسته خارجی ساختمان دارد. طراحی با استفاده از این روش دارای پیچیدگی‌هایی است. لذا در مواردی که در بند ۱۹-۲-۴ مشخص شده‌است، می‌توان از روش ب (۱۹-۳-۲) استفاده کرد.

۱۹-۳-۱-۱ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان‌های مسکونی و

غیر مسکونی

تعیین میزان عایق کاری حرارتی ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی باید با تعیین ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با مقدار حداکثر (مرجع)، که در این بخش ارائه گردیده‌است، صورت گیرد. محاسبات باید برای هر واحد ساختمان به صورت مستقل انجام گردد. اگر واحدهای ساختمان از نظر حرارتی همگن باشند، کافی است محاسبات بر روی بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد. لازم به ذکر است در صورتی واحدهای یک ساختمان همگن تلقی می‌شوند که :

- مشخصات حرارتی تمامی پوسته خارجی ساختمان یکنواخت باشد
 - نوع انرژی مصرفی و نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تامین آب گرم در تمامی واحدها یکسان باشد
- در این روش، ابتدا ضریب انتقال حرارت مرجع \dot{H} ، با توجه به عوامل ویژه اصلی و فرعی مطابق ۱۹-۲-۲، محاسبه می‌گردد.
- ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان \dot{H} برابر با میزان انتقال حرارت برای یک درجه (سلسیوس) اختلاف دما بین داخل و خارج از طریق دیوارها، بام‌ها، کف‌های در تماس با هوا یا خاک و سطوح نورگذر است. این جدارها می‌توانند در تماس با فضای خارج یا فضاهای کنترل‌نشده باشند. \dot{H} با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

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

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است :

A_W -	مساحت دیوارهای در تماس با فضای خارجی
\hat{U}_W -	ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارهای در تماس با فضای خارجی
A_R -	مساحت مربوط به بام تخت یا شیبدار
\hat{U}_R -	ضریب انتقال حرارت مرجع بام تخت یا شیبدار
A_F -	مساحت مربوط به کف زیرین در تماس با هوا
\hat{U}_F -	ضریب انتقال حرارت مرجع کف زیرین در تماس با هوا
P -	پیرامون مربوط به کف زیرین در تماس با خاک
\hat{U}_P -	ضریب انتقال حرارت خطی مرجع مربوط به کف زیرین در تماس با خاک
A_G -	مساحت مربوط به جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها (شیشه با قاب)
\hat{U}_G -	ضریب انتقال حرارت مرجع مربوط به جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها
R_G -	نسبت متوسط سطوح جدارهای نورگذر (بدون در نظر گرفتن سطوح قاب‌های آنها) به سطوح جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها
A_D -	مساحت مربوط درهای خارجی
\hat{U}_D -	ضریب انتقال حرارت مرجع درهای خارجی
A_{WB} -	مساحت کلیه سطوح در تماس با فضای کنترل نشده
\hat{U}_{WB} -	ضریب انتقال حرارت مرجع کلیه سطوح در تماس با فضای کنترل نشده

توضیح :

۱- $A_W, A_R, A_F, A_D, A_{WB}, P$ از طرف داخل محاسبه می‌شوند.

۲- $A_W, A_R, A_F, A_D, A_{WB}$ و A_G برحسب مترمربع و P برحسب متر

محاسبه می‌شود.

۳- مقادیر $\hat{U}_W, \hat{U}_R, \hat{U}_F, \hat{U}_P, \hat{U}_G, \hat{U}_D, \hat{U}_{WB}$ در جدول‌های

بخش ۱۹-۳-۱-۳ آمده است.

۱۹-۳-۱-۲ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته

خارجی ساختمان

در مرحله بعدی، ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان یا بخش کنترل شده آن (H) با روش‌های شناخته شده محاسبه می‌گردد. این محاسبه بر مبنای مشخصات حرارتی مصالح (تعیین شده توسط تولیدکننده و یا با استفاده از پیوست‌های ۷، ۸ و ۹) و سیستم‌های بکاررفته و با در نظر گرفتن پل‌های حرارتی و حفاظ‌های سطوح نورگذر صورت می‌گیرد (ر.ک. نشریه شماره ۲۱۱ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن).

در صورتی که گرمایش، سرمایش تمامی ساختمان بصورت مشابه صورت گیرد، ضریب انتقال حرارت طرح و ضریب انتقال حرارت مرجع برای کل ساختمان محاسبه می‌شود. در غیر این صورت، هر بخشی که توسط یک سیستم تاسیساتی متفاوت کنترل می‌شود باید بصورت مستقل محاسبه و طراحی گردد.

در صورتی که یک قسمت از ساختمان توسط یک فضای کنترل نشده یا توسط جداری مشترک با قسمت دیگری از ساختمان، که سطح تماس فیما بین آنها (دو بخش کنترل شده) کمتر از ۱۵ متر مربع است جدا شده باشد، ضرایب انتقال حرارت آن قسمت باید بصورت مستقل محاسبه گردد.

در روش کارکردی، طراحی عایق کاری حرارتی ساختمان باید به گونه‌ای صورت گیرد که ضریب انتقال حرارت طرح (H) کوچکتر یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع (\hat{H}) باشد:

$$H \leq \hat{H}$$

۱۹-۳-۱-۳ ضرایب انتقال حرارت مرجع برای عناصر ساختمانی پوسته خارجی

ضرایب انتقال حرارت مرجع برای عناصر پوسته خارجی بر اساس عوامل ویژه اصلی و برخی عوامل ویژه فرعی مطابق جدول‌های ۱ تا ۵ تعیین گردیده، و سپس در فرمول بخش ۱۹-۳-۱-۱ برای تعیین \hat{H} قرار می‌گیرد.

جدول شماره ۱ - ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع \hat{H} ساختمان‌های ویلایی
(ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ هستند، به غیر از \hat{U}_P که بر حسب $W/m.K$ می‌باشد)

برقی			غیر برقی			نوع انرژی مصرفی
گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی
۰,۸۵	۰,۷۴	۰,۵۸	۱,۰۲	۰,۸۸	۰,۷۰	\hat{U}_W دیوار
۰,۳۷	۰,۳۲	۰,۲۵	۰,۴۴	۰,۳۸	۰,۳۰	\hat{U}_R بام تخت یا شیبدار
۰,۵۵	۰,۴۷	۰,۳۸	۰,۶۶	۰,۵۷	۰,۴۵	\hat{U}_F کف در تماس با هوا
۱,۷۶	۱,۵۲	۱,۲۱	۲,۱۲	۱,۸۳	۱,۴۵	\hat{U}_P کف در تماس با خاک
۳,۲۹	۲,۸۴	۲,۲۵	۳,۹۴	۳,۴۰	۲,۷۰	\hat{U}_G جدار نورگذر
۴,۲۶	۳,۶۸	۲,۹۲	۵,۱۱	۴,۴۱	۳,۵۰	\hat{U}_D در
۰,۶۷	۰,۵۸	۰,۴۶	۰,۸۰	۰,۶۹	۰,۵۵	\hat{U}_{WB} فضای کنترل‌نشده

جدول شماره ۲ - ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع \hat{H}
ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده مداوم
(ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ هستند، به غیر از \hat{U}_P که بر حسب $W/m.K$ می‌باشد)

برقی			غیر برقی			نوع انرژی مصرفی
گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی
۰,۹۸	۰,۸۴	۰,۶۷	۱,۱۷	۱,۰۱	۰,۸۰	\hat{U}_W دیوار
۰,۶۱	۰,۵۳	۰,۴۲	۰,۷۳	۰,۶۳	۰,۵۰	\hat{U}_R بام تخت یا شیبدار
۰,۶۱	۰,۵۳	۰,۴۲	۰,۷۳	۰,۶۳	۰,۵۰	\hat{U}_F کف در تماس با هوا
۱,۷۶	۱,۵۳	۱,۲۱	۲,۱۲	۱,۸۳	۱,۴۵	\hat{U}_P کف در تماس با خاک
۳,۲۸	۲,۸۳	۲,۲۵	۳,۹۴	۳,۴۰	۲,۷۰	\hat{U}_G جدار نورگذر
۴,۲۶	۳,۶۸	۲,۹۲	۵,۱۱	۴,۴۱	۳,۵۰	\hat{U}_D در
۰,۶۷	۰,۵۸	۰,۴۶	۰,۸۰	۰,۶۹	۰,۵۵	\hat{U}_{WB} فضای کنترل‌نشده

تبصره ۱ - برای ساختمان‌های گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی که در مناطق با نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار دارند، هنگام استفاده از جدول ۲، میزان ضریب انتقال حرارت مرجع را می‌توان به میزان $V \cdot \gamma$ (بر حسب وات بر متر) افزایش داد.
در این رابطه γ ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع است و مقادیر آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است. V حجم فضای مفید ساختمان به متر مکعب می‌باشد. روش تعیین اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی در پیوست‌های ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۳ - محاسبه ضریب γ برای ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده مداوم بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

شاخص خورشیدی I_s			اینرسی حرارتی
$I_s \geq 0,02$	$0,02 > I_s \geq 0,01$	$0,01 > I_s$	
0,06	0,03	0,00	کم
0,10	0,05	0,00	متوسط
0,12	0,06	0,00	زیاد

جدول شماره ۴ - ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع \hat{H} ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده منقطع (ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ هستند، به غیر از \hat{U}_p که بر حسب $W/m.K$ می‌باشد)

برقی			غیر برقی			نوع انرژی مصرفی
گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	
1,34	1,16	0,92	1,61	1,39	1,10	\hat{U}_W دیوار
0,67	0,58	0,46	0,80	0,69	0,55	\hat{U}_R بام تخت یا شیبدار
0,67	0,58	0,46	0,80	0,69	0,55	\hat{U}_F کف در تماس با هوا
1,95	1,68	1,33	2,34	2,02	1,60	\hat{U}_P کف در تماس با خاک
4,14	3,57	2,83	4,96	4,28	3,40	\hat{U}_G جدار نورگذر
4,26	3,68	2,92	5,11	4,41	3,50	\hat{U}_D در
0,85	0,74	0,58	1,02	0,88	0,70	\hat{U}_{WB} فضای کنترل‌نشده

تبصره ۲- برای ساختمان‌های گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی انرژی که در مناطق با نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار دارند، هنگام استفاده از جدول ۴، میزان ضریب انتقال حرارت مرجع را می‌توان به میزان $V \cdot \gamma$ (بر حسب وات بر متر) افزایش داد. در این رابطه γ ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع است و مقادیر آن در جدول شماره ۵ ارائه شده است. V حجم فضای مفید ساختمان به متر مکعب می‌باشد. روش تعیین اینرسی حرارتی و شاخص خورشیدی در پیوست‌های ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۵ - محاسبه ضریب γ ساختمان‌های غیر ویلایی - فضاهای با استفاده منقطع بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

شاخص خورشیدی I_s			اینرسی حرارتی
$I_s \geq 0,02$	$0,02 > I_s \geq 0,01$	$0,01 > I_s$	
0,08	0,04	0,00	دلخواه

۱۹-۳-۲ روش ب - روش تجویزی

این روش در مواردی توصیه می‌شود که روش کارکردی، با توجه به پیچیدگی نسبی محاسباتی آن، فاقد توجیه اجرایی و اقتصادی بوده و شرایط استفاده از روش ب، مطابق بند ۱۹-۲-۴ برقرار باشد. در این روش، مشخصات حداقل جدارهای غیرنورگذر و ویژگی‌های پنجره‌های پوسته خارجی ساختمان تعیین می‌گردد. راه‌حل‌های فنی در این روش، بسته به شرایط برخی عوامل ویژه فرعی طرح مطابق بندهای زیر می‌باشد.

۱۹-۳-۲-۱ راه‌حل‌های فنی در شرایط استاندارد عوامل ویژه فرعی طرح

این راه‌حل‌ها شامل رعایت حداقل مقاومت‌های حرارتی R برحسب $[m^2.K/W]$ در مورد جدارهای پوسته خارجی ساختمان (با استفاده از جدول ۶)، و نیز مشخصات پنجره‌های مورد استفاده (در جدول ۷) با فرض وجود شرایط استاندارد عوامل ویژه فرعی می‌باشد.

تعریف شرایط استاندارد برای عوامل ویژه فرعی به شرح زیر است:

- عدم امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی
- استفاده از انرژی غیر برقی
- استفاده از سیستم‌های تهویه معمولی
- عدم امکان کاهش سطوح جدارهای نورگذر به حدود مشخص شده در بند

۱۹-۳-۲-۳

جدول شماره ۶ - حداقل مقاومت‌های حرارتی (R) جدارهای غیرنورگذر
(بر حسب $m^2.K/W$)

گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی	
۱,۵	۲,۱	۲,۸	سبک ^۱	دیوار
۱,۰	۱,۴	۱,۹	سنگین ^۲	
۰,۸	۱,۱	۱,۵	مجاور فضای کنترل نشده	
۲,۷	۳,۷	۵,۰	سبک ^۱	سقف
۲,۲	۳,۰	۴,۰	سنگین ^۲	
۱,۷	۲,۳	۳,۱	مجاور فضای کنترل نشده	
۱,۶	۲,۲	۳,۰	سبک ^۱	کف
۱,۳	۱,۸	۲,۴	سنگین ^۲	
۱,۰	۱,۳	۱,۸	مجاور فضای کنترل نشده	
۲,۰	۲,۷	۳,۷	عایق پیرامونی	کف روی
۰,۹	۱,۳	۱,۷	عایق زیر تمام سطح	خاک

^۱ جداری سبک تلقی می‌گردد که جرم سطحی مفید آن (ر.ک. به پیوست ۱) کمتر از ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.
^۲ جداری سنگین تلقی می‌گردد که جرم سطحی مفید آن (ر.ک. به پیوست ۱) مساوی یا بیش از ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.

در صورتی که طراحی با استفاده از این روش انجام شود، لازم است در هر جدار $R > \bar{R}$ باشد. در این رابطه، \bar{R} از جدول شماره ۶ به دست می‌آید و R مقاومت حرارتی جدار یک یا چندلایه ساختمان است که بر اساس فرمول زیر بدست می‌آید:

$$R = \sum R_i$$

در این رابطه، R_i مقاومت حرارتی لایه i می‌باشد. در ضمن، در صورتی که لایه از ماده‌ای همگن تشکیل شده باشد، مقاومت حرارتی لایه مربوطه بر حسب ضخامت d_i و ضریب هدایت حرارت λ_i لایه (از جدول پیوست ۷)، و با استفاده از رابطه $R_i = d_i / \lambda_i$ محاسبه می‌گردد.

در مورد لایه‌های هوا و یا لایه‌های از جنس مصالح بنائی (آجر، بلوک سفالی و سیمان)، مقادیر R_i در جداول پیوست ۸ تعیین گردیده است.

جزئیات و توضیحات تکمیلی در زمینه محاسبات مربوط به مقاومت جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان در پیوست ۵ راهنمای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ارائه شده است.

جدول شماره ۷ - مشخصات پنجره‌های مورد استفاده

	نوع شیشه	نوع پنجره
غیرمجاز	شیشه یک جداره	پنجره
مجاز	شیشه دو جداره	فلزی
مجاز	دو پنجره ^۱	کشویی یا لولایی
مجاز است اگر $A_G < A_h / 12$	شیشه یک جداره	پنجره
مجاز	شیشه دو جداره	چوبی یا پلیمری مرغوب

A_G : سطح جدارهای نورگذر پوسته خارجی A_h : سطح زیربنای مفید ساختمان

۱۹-۳-۲-۲ راه‌حل‌های فنی برای شرایط غیراستاندارد عوامل ویژه فرعی طرح

در صورت آنکه هر یک از عوامل ویژه فرعی ساختمان فاقد شرایط استاندارد که در بند ۱۹-۳-۲-۱ تعریف شده است باشد، بر حسب مورد، طراح می‌تواند یا باید اصلاحاتی را در حداقل مقادیر مقاومت‌های عایق حرارتی مصرفی در پوسته خارجی ساختمان به عمل آورد.

^۱ منظور استفاده از دو قاب پنجره با شیشه‌های یک جداره برای هر یک و نصب شده روی یک دیوار واحد است.

۱۹-۳-۲-۱ بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

در صورتی که ساختمان در مناطق گرم و مرطوب، و یا با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار نگرفته باشد و سطوح نورگذر در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک‌نهم سطح مفید ساختمان (A_h) باشد و همچنین موانع در برابر تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از ۳۵ درجه (نسبت به افق) دیده‌شود (ر.ک. به پیوست ۲)، ساختمان می‌تواند بهره‌مند از انرژی خورشیدی تلقی شود، و در صورت تمایل طراح، ضریب کاهشی برابر با ۰,۸۵ به مقاومت‌های حداقل R تعیین شده در جدول شماره ۶ تعلق می‌گیرد.

۱۹-۳-۲-۲ استفاده از انرژی برقی

در صورت استفاده از انرژی برقی مطابق تعریف بند ۱۹-۲-۲-۵، ضریب افزایشی برابر با ۱,۲۰ به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ تعلق می‌گیرد.

۱۹-۳-۲-۳ امکان کاهش سطوح جدارهای نورگذر

در گروه ۲ و ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در صورت کاهش سطوح جدارهای نورگذر A_G به $1/9$ سطح زیربنای مفید A_h ، طراح می‌تواند از شیشه‌های تک‌جداره نیز استفاده نماید یا ضمن استفاده از شیشه دوجداره ضریب کاهشی برابر با ۰,۸۸ به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ اعمال نماید.

در گروه ۱ میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در صورت کاهش سطوح جدارهای نورگذر A_G به کمتر از $1/12$ سطح زیربنای مفید A_h ، طراح می‌تواند از شیشه‌های تک‌جداره نیز استفاده نماید یا ضمن استفاده از شیشه دوجداره ضریب کاهشی برابر با ۰,۸۸ را به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ اعمال نماید.

- تبصره: در ساختمان‌های گروه ۱ میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در صورت تمایل به استفاده از شیشه‌های تک‌جداره بدون کاهش سطوح جدارهای نورگذر A_G به کمتر از $1/12$ سطح زیربنا A_h ، لازم است طراحی با استفاده از روش الف (روش کارکردی) انجام گردد.

۱۹-۳-۲-۴ استفاده از سیستم‌های نوین تهویه

در صورت استفاده از سیستم‌های نوین تهویه، ضریب کاهشی برابر با ۰,۸۲ به مقاومت‌های تعیین شده در جدول شماره ۶ تعلق می‌گیرد.

۱۹-۳-۳ توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان

طراحی معماری ساختمان باید حتی‌الامکان همساز با اقلیم باشد، به نحوی که از شرایط مطلوب طبیعی حداکثر استفاده به عمل آید و در ضمن ساختمان در برابر شرایط نامطلوب اقلیمی محافظت گردد تا مقدار انرژی مورد نیاز برای تأمین گرمایش و سرمایش به حداقل رسیده و بخشی از آن از طریق طبیعی تأمین شود. به این ترتیب شرایط آسایش به نحو مطلوبتری در داخل فضای معماری تأمین می‌شود. علاوه بر عایق حرارت، برخی عوامل مؤثر در بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی در ساختمان به شرح زیر می‌باشند:

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

۱۹-۳-۳-۱ جهت‌گیری ساختمان

جهت‌گیری ساختمان نسبت به جنوب در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی بسیار مؤثر است. جهت‌گیری مناسب به این معنی است که جدارهای نورگذر جنوبی به منظور بهره‌برداری بیشتر از انرژی تابشی خورشید در کوتاه‌ترین روز سال از ساعت ۹ صبح تا ۳ بعدازظهر در معرض تابش خورشید قرار گیرند. به علاوه ساختمان به نحوی قرار گیرد که از بادهای نامطلوب در طول سال محفوظ باشد و ضمناً طی فصل گرم سال بتوان از نسیم‌ها و بادهای مطلوب به منظور تهویه طبیعی و کاهش دمای داخل استفاده کرد.

۱۹-۳-۳-۲ حجم کلی و فرم ساختمان

حجم کلی و فرم ساختمان در انتقال انرژی حرارتی بسیار مؤثر است. هر قدر نسبت پوسته خارجی ساختمان به زیربنای آن کوچکتر باشد، انتقال حرارت کمتری خواهد داشت. توصیه می‌شود در مناطق با نیاز انرژی زیاد، (مطابق پیوست ۳) ساختمان به صورت متراکم طراحی

شده و از مقدار سطح پوسته خارجی (نسبت به سطح زیربنای آن) کاسته شود. در اقلیم‌های گرم و مرطوب، و یا با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) ساختمان باید به شکلی طراحی شود که امکان استفاده از تهویه طبیعی برای تمام فضاهای داخلی فراهم گردد.

۱۹-۳-۳-۳ جانمایی فضاهای داخلی

فضاهای داخل به دو دسته فضاهای اصلی و فضاهای حائل تقسیم می‌شوند. فضاهای اصلی فضاهایی هستند که در اکثر اوقات شبانه‌روز استفاده شده و افراد در آن سکونت دارند. فضاهای حائل دارای افراد ساکن نبوده و به طور مستمر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. جانمایی فضاهای اصلی و فضاهای حائل باید به نحوی صورت گیرد که فضاهای حائل مابین فضاهای اصلی و جبهه‌های نامطلوب ساختمان (از نظر حرارتی) قرار گیرند تا انتقال حرارت از فضاهای اصلی به خارج (یا از خارج به فضاهای اصلی در ماه‌های گرم سال) به حداقل برسد. فضاهای اصلی باید رو به جبهه‌های مطلوب ساختمان قرار گیرند. جبهه‌های مطلوب ساختمان به ترتیب اهمیت عبارتند از: جنوبی، شرقی، شمالی. استقرار فضاهای اصلی رو به جنوب باعث می‌شود تا بتوان بخشی از گرمای مورد نیاز ساختمان را در اوقات سرد از طریق تابش آفتاب به داخل تأمین نمود.

۱۹-۳-۳-۴ جدارهای نورگذر

جدارهای نورگذر شامل پنجره‌ها، نورگیرها و مشابه آن باید از قاب‌های مرغوب و بدون درز مستقیم و با حداقل نشت هوا باشند. استفاده از شیشه‌های دوجداره و یا دوقاب 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 صورتی که درزبندی دور قاب‌ها مناسب نباشد، لازم است با استفاده از نوارهای انعطاف‌پذیر از نشت هوا ممانعت شود.

مقدار سطوح نورگذر از نظر انتقال حرارت در ساختمان بسیار مؤثر است. هر قدر مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوسته خارجی کمتر باشد، انتقال حرارت کمتری نسبت به خارج وجود خواهد داشت. مقدار کافی و مناسب سطوح نورگذر باعث می‌شود تا ضمن تأمین نور مناسب برای فضاهای داخل، از انتقال حرارت به خارج کاسته شود. سطوح نورگذر جنوبی به جذب انرژی تابشی خورشید برای تأمین بخشی از گرمای مورد نیاز در اوقات سرد کمک

می‌نماید. سطوح نورگذر به علت مقاومت حرارتی اندک نسبت به سایر بخشهای پوسته خارجی ترجیحاً نباید رو به جبهه‌های نامطلوب و سرد ساختمان قرار گیرند. بدین ترتیب، ساختمان در جبهه‌های مزبور از حداقل سطح نورگذر مورد نیاز برخوردار خواهد بود. برخی مشخصات حرارتی انواع نورگیرها یا پنجره‌ها در پیوست ۹ آمده است.

۱۹-۳-۳-۵ سایبان‌ها

سایبان‌ها برای کنترل میزان تابش آفتاب به سطوح نورگذر ساختمان به کار می‌روند. لزوماً در همه مناطق اقلیمی به وجود سایبان نیاز نخواهد بود. برای تعیین نیاز به وجود سایبان باید اقلیم منطقه بطور دقیق مطالعه شود تا اوقات گرم سال در منطقه مورد نظر تعیین شود. در صورت وجود اوقات گرم باید در جبهه‌های مختلف ساختمان با توجه به اوقات گرم سال و زوایای تابش خورشید در اوقات مزبور زاویه سایبان افقی یا عمودی تعیین شود. به این ترتیب در اوقات مزبور تمامی سطح پنجره در سایه قرار گرفته و مانع از ورود تابش خورشید به داخل و افزایش دما و ایجاد شرایط نامطلوب حرارتی در فضای داخل می‌شود.

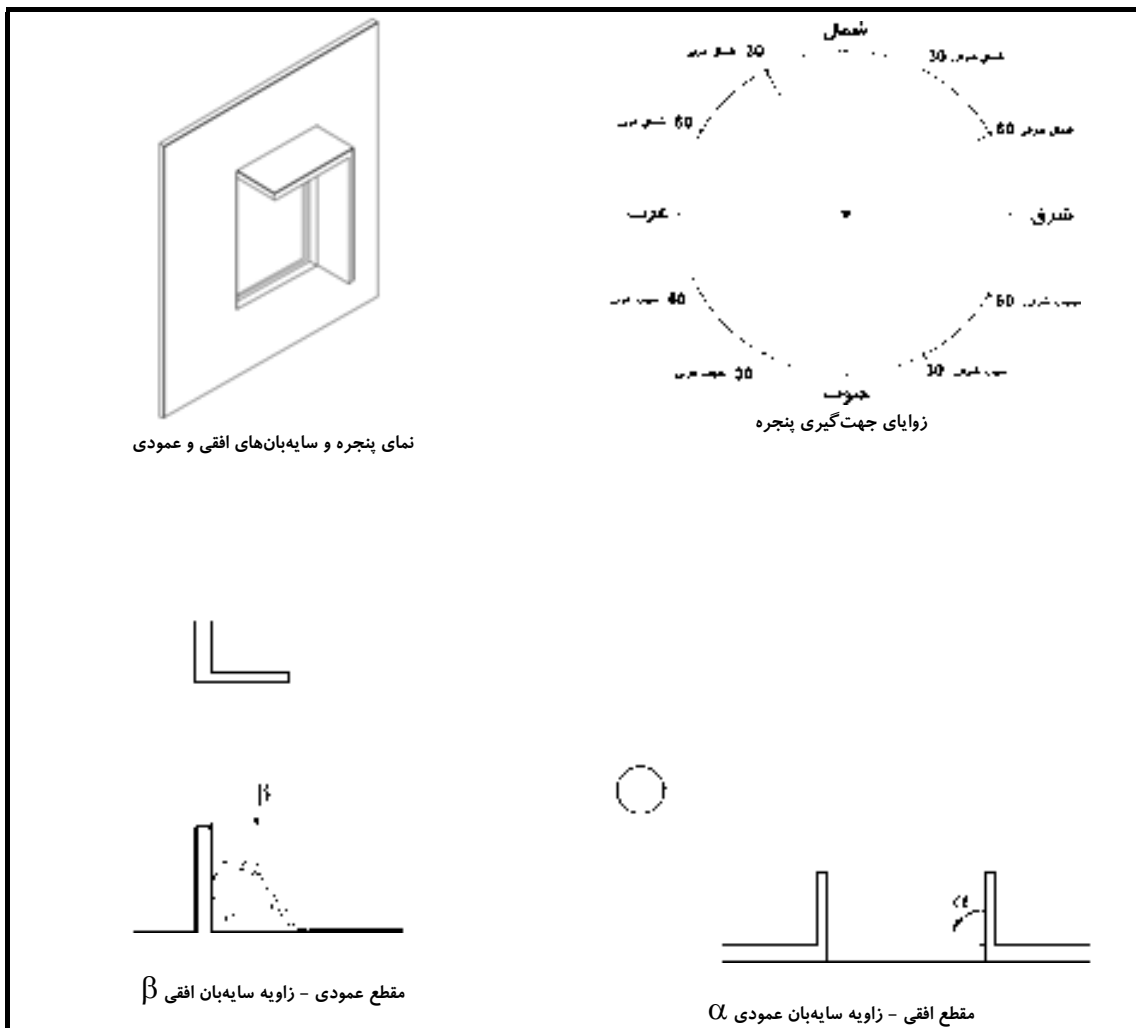
استفاده از عایق حرارت در پوسته خارجی ساختمان سبب می‌شود که حرارت حاصل از منابع گرمایشی طبیعی نظیر انرژی تابشی خورشید، گرمای حاصل از ساکنین و گرمای حاصل از وسایل الکتریکی در فضای داخل باقی بماند و به عنوان منبع گرمایش کمکی مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه اگر در مناطق با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) بر روی پنجره‌ها سایبان مناسب پیش‌بینی نشود، در اوقات گرم سال نه فقط دمای داخل طاقت‌فرسا شده، بلکه بار برودتی ساختمان نیز به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و انرژی زیادی برای تأمین سرمایش لازم خواهد بود. برای پیشگیری از این امر باید روی پنجره‌های ساختمانهای واقع در این مناطق سایبانی با عمق مناسب تعبیه گردد. منظور از عمق مناسب سایبان، عمقی است که در اوقات گرم سال از تابش خورشید به داخل ممانعت به عمل آید و در اوقات سرد برای استفاده از گرمای تابشی خورشید امکان ورود تشعشع خورشید به داخل فراهم شود. به همین منظور در جدول شماره ۸ برای عرضهای جغرافیایی ۲۵ تا ۳۷ درجه شمالی و برای پنجره‌های واقع در جهت‌های مختلف جغرافیایی، سایبانهایی پیشنهاد شده است که تا ۱۰۰٪ در اوقات گرم بر روی پنجره سایه ایجاد می‌کند. مقادیر داخل جدول به عنوان پیشنهاد اولیه بوده و در صورت انجام مطالعات اقلیمی معتبر دقیق‌تر و ارائه جدول‌ها و نمودارهای مربوطه طراحان می‌توانند مقادیر بهینه محاسبه‌شده را انتخاب نمایند. برای تأمین سایبان مناسب می‌توان با استفاده از زوایای

پیشنهادی اشکال متنوعی را برای سایبان ارائه کرد تا ضمن آزادی در طراحی و حفظ زیبایی، سایه موردنظر نیز بر روی تمام پنجره ایجاد شود. نکته قابل توجه در جدول آن که در مواردی فقط سایه بان افقی یا فقط سایه بان عمودی، و یا استفاده همزمان از هر دو آنها توصیه شده است. در مواردی نظیر وضعیت عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و جهت گیری پنجره به سوی ۶۰ درجه شمال شرقی، استفاده از سایبان افقی یا عمودی بستگی به انتخاب طراح دارد. در شکل ۱ زوایای سایبان افقی α و عمودی β نشان داده شده است. با تعیین این زوایا بدیهی است که ابعاد سایبان با توجه به ابعاد بازشو به راحتی بدست می آید.

عرض جغرافیایی	۲۵°		۲۷°		۲۹°		۳۱°		۳۳°		۳۵°		۳۷°	
	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی
جنوبی	۵۵°	-	۵۵°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-
شمالی	۶۵°	-	۶۵°	-	۷۰°	-	۷۰°	-	۷۰°	-	۷۵°	-	۷۵°	-
شرقی	متحرک	-	متحرک	-	۳۵°	-	۴۵°	-	۴۵°	-	۵۰°	-	۵۰°	-
غربی	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-
۳۰° شمال شرقی	۴۵°	-	۴۵°	-	۵۵°	-	۵۵°	-	۵۵°	-	۷۰°	-	۷۰°	-
۶۰° شمال شرقی	متحرک	-	متحرک	-	۴۰°	-	۴۵°	-	۴۵°	-	۵۵°	-	۵۵°	-
۳۰° جنوب شرقی	۴۵°	-	۵۰°	-	۵۵°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-	۶۰°	-
۶۰° جنوب شرقی	متحرک	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۵°	-	۴۵°	-	۵۵°	-	۵۵°	-
۳۰° شمال غربی	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۰°	-	۴۵°	-	۴۵°	-
۶۰° شمال غربی	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-
۳۰° جنوب غربی	۴۰°	-	۴۰°	-	۵۰°	-	۵۰°	-	۵۰°	-	۵۰°	-	۵۰°	-
۶۰° جنوب غربی	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-	متحرک	-

جهت گیری پنجره

جدول شماره ۸ - زاویه سایه بان (افقی α و عمودی β) برحسب موقعیت جغرافیایی ساختمان و جهت گیری پنجره



شکل شماره ۱ - زاویه سایه بان (افقی α و عمودی β) و زوایای جهت پنجره

۱۹-۳-۳-۱۶ 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 در خود دارند. گرما یا سرمای موجود در فضا می‌تواند در اثر وجود ظرفیت حرارتی زیاد، در عنصر مزبور ذخیره شود و در ساعاتی که گرما یا سرما مورد نیاز است به محیط پس داده شود. در نتیجه به کمک ظرفیت حرارتی عناصر ساختمان از نوسان شدید دما در فضای داخل کاسته خواهد شد. نیاز به عناصر حرارتی با ظرفیت حرارت زیاد بستگی به نوع استفاده از فضا دارد. در فضاهایی که در طول شبانه‌روز بطور مداوم استفاده می‌شوند اینرسی حرارتی زیاد مطلوب می‌باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت خارجی پوسته ساختمان توصیه می‌گردد. در فضاهای با استفاده منقطع در طول

شبان‌روز، اینرسی حرارتی بهتر است تا حد ممکن کم باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت داخلی پوسته ساختمان توصیه می‌گردد. جزییات مربوط به محاسبه اینرسی حرارتی در پیوست ۱ ارائه شده‌است.

۱۹-۳-۳-۷ تعویض هوا

در این مورد توصیه‌ها در بخش ۱۹-۴-۳ آمده‌است.

۱۹-۴ تاسیسات مکانیکی

علاوه بر رعایت مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در تأسیسات مکانیکی، لازم است موارد زیر نیز رعایت گردد :

۱۹-۴-۱ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم گرمایی

۱- ضوابط مطرح در این قسمت فقط در مورد فضاهایی که دمای متعارفی بالای ۱۰ درجه سانتیگراد دارند صادق است.

۲- تمامی سیستم‌های گرمایی و سرمایی باید دارای سیستم تنظیم مناسب باشند، تا دمای داخلی در محل حضور افراد در حدود مجاز مشخص شده که حداکثر ۲۰ درجه در ماه‌های سرد و حداقل ۲۸ درجه در ماه‌های گرم سال است تنظیم شود. در مناطق گرم و مرطوب (ر.ک. به پیوست ۳) ، حداقل ۲۵ درجه در ماه‌های گرم سال باید رعایت گردد.

در بعضی فضاهای بزرگ (با کاربری ویژه، مثلاً صنعتی)، می‌توان از گرمایش موضعی استفاده کرد. در این صورت، منظور از دمای داخل، دمای محل حضور افراد می‌باشد.

برای فضاهای با کاربری ویژه، که محدوده دماهای مشخصی را باید داشته باشند، تنظیم سیستم‌های گرمایی و سرمایی بر اساس همان محدوده مشخص باید صورت گیرد.

۳- هر سیستم گرمایی، برای هر فضای گرم‌شده، باید دارای یک یا چند سیستم قطع و کنترل اتوماتیک میزان گرمایش بر حسب دمای داخلی فضای مربوطه باشد. لازم به توضیح است سیستم یا سیستم‌های فوق‌الذکر می‌تواند برای چندین فضا مشترک باشد. در صورت تحقق کلیه شرایط زیر، قطع و کنترل اتوماتیک میزان گرمایش می‌تواند توسط یک سیستم واحد صورت گیرد :

- مساحت کل فضاهای مربوط از ۴۰۰ متر مربع کمتر باشد،
- نحوه استفاده و اشغال فضاها یکسان باشد،
- پایانه‌های حرارتی فضاها مشابه باشد،
- فضاها دارای جهت‌گیری (نحوه استقرار) مشابه باشند،
- شاخص خورشیدی فضاها در یک حد باشد،
- گروه اینرسی حرارتی فضاها یکی باشد

۴- اگر گرمایش سطحی بیش از ۵۰۰ متر مربع، شامل چندین فضا، توسط یک سیستم مرکزی صورت گیرد، لازم است علاوه بر سیستم‌های قطع و کنترل اتوماتیک یادشده در بند فوق، یک یا چند سیستم تنظیم اتوماتیک مرکزی گرمایش بر حسب دمای خارجی نیز پیش‌بینی شود. ضمناً، حداکثر سطحی که هر سیستم گرمایی می‌تواند گرم نماید برابر ۵۰۰۰ متر مربع را گرم می‌باشد.

۵- اگر گرمایش توسط سیستم‌های برقی مستقل انجام شود و اگر شامل چندین فضا با مترژی بیش از ۴۰۰ متر مربع باشد، لازم است برای کنترل دمای فضاها تغذیه الکتریکی این دستگاه‌ها بطور اتوماتیک با دمای خارج تنظیم گردد.

۶- در صورت استفاده از سیستم‌های گرمایی مرکب، به جای بندهای ۳، ۴ و ۵، لازم است موارد زیر رعایت گردد :

- گرمایش پایه باید شامل یک یا چند سیستم تنظیم اتوماتیک بر حسب دمای خارجی باشد.

- گرمایش تکمیلی باید در هر فضای گرم شده شامل یک یا چند سیستم قطع و تنظیم اتوماتیک گرمایش بر حسب دمای داخلی باشد. سیستم قطع و کنترل اتوماتیک میزان گرمایش می‌تواند واحد باشد.

۷- در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بوده و در منطقه با نیاز گرمایی زیاد (مطابق جدول پ-۳) قرار داشته باشد، لازم است تمامی تاسیسات گرمایی فضاها با کاربری منقطع علاوه بر رعایت بندهای ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ دارای سیستم کنترل دستی و برنامه‌ریزی ساعت‌دار برای دو هدف زیر باشند :

- کارکرد متعارف در زمان اشغال فضاهاى مربوطه همراه با سیستم کنترل دما
- توقف در زمان عدم اشغال فضاها، مگر اینکه توقف دستگاه طبق ضوابط ایمنی مجاز نباشد. در ضمن، در زمان راه‌اندازی قبل از اشغال فضاها، سیستم گرمایی باید بتواند با قدرت حداکثر فعال گردد.

چنین سیستم گرمایی نمی‌تواند بین چند فضا مشترک باشد مگر اینکه :

- زمان و نحوه اشغال فضاها مشابه باشد،

- ضریب انتقال حرارت H_i هر یک از فضاها از $0,4V_i$ کمتر باشد. V_i حجم فضای شماره i (به متر مکعب) می‌باشد.

- گروه اینرسی فضاها یکی باشد

۸- اگر مساحت فضا یا فضاهای گرم شده از ۴۰۰ متر مربع بیشتر باشد، توصیه می‌شود سیستمی برای ارزیابی میزان مصرف انرژی جهت گرمایش و تامین آب گرم مصرفی (همانند کنتور) نیز پیش‌بینی شود. برای فضاهای گروه ۱ از نظر میزان نیاز به صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با زیربنای بیش از ۱۰۰۰ مترمربع، که در مناطق با نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار دارند، رعایت این بند الزامی است.

۹- در صورت اضافه کردن طبقه یا فضاهایی به ساختمان موجود، ضوابط مطرح شده در بندهای فوق تنها در مورد فضاهای الحاقی آن هم به شرط صادق بودن یکی از شرایط زیر لازم‌الاجرا خواهد بود:

الف) مساحت قسمت الحاقی بیش از ۱۵۰ متر مربع

ب) ارتفاع کف تا سقف بیش از ۳/۰۰ متر و حجم فضای قسمت الحاقی بیش از ۴۰۰ مترمکعب

در صورتی که یکی از موارد ذکر شده محقق نشود، کافی است که سیستم کنترل و برنامه‌ریزی بخش الحاقی مشابه سیستم بخش اولیه یا دارای کیفیتی بالاتر از آن باشد.

۱۰- به‌طور کلی، لازم است تأسیسات گرمایش (مانند دیگ)، مخزن‌های آب‌گرم و مدارهای گردش آب عایق‌کاری شده و در معرض هوای آزاد قرار نداشته باشند^۱.

۱۹-۴-۲ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم سرمایی

۱- ضوابط ارائه شده در این قسمت مربوط به سیستم‌هایی است که برای تامین آسایش حرارتی در ماه‌های گرم سال، با تهویه مطبوع هوا، طراحی گردیده‌اند. ضوابط ارائه شده در این بخش در موارد زیر اجباری نمی‌باشد:

- سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری از قبیل کولر آبی

- سیستم‌هایی که به دلیل کاربری خاصی، دما و رطوبت هوا را در حدی غیر از

حد پیش‌بینی شده برای آسایش حرارتی افراد کنترل نماید، از قبیل

سیستم‌های تهویه مورد نیاز در برخی فضاهای صنعتی

۲- در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ یا ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

بوده و در منطقه با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳) قرار داشته باشد، و هیچ

سیستمی برای محدود کردن میزان تولید سرمایش بر حسب شرایط خارجی وجود

^۱ در داخل فضاهای ساختمان باشند

نداشته باشد، و سیستم سرمایی برای یک یا چند فضا با مساحتی بیش از ۴۰۰ متر مربع پیش‌بینی شده‌باشد، لازم است درهای خارجی مجهز به سیستمی برای بسته‌شدن بصورت خودکار باشند و یکی از موارد زیر نیز رعایت گردد:

- در زمان فعالیت سیستم‌های سرمایی، تمامی بازشوهای خارجی در حالت بسته باشند و امکان بازنگهداشتن آنها توسط ساکنین وجود نداشته‌باشد. در ضمن، این امر نباید مغایرتی با ضوابط ایمنی ساکنین داشته‌باشد.

- سیستمی برای توقف اتوماتیک سرمایش در صورت بازماندن طولانی بازشوهای خارجی پیش‌بینی شده‌باشد.

۳- در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، و در منطقه با نیاز سرمایی زیاد باشد، تمامی سیستم‌های تهویه مطبوع باید مجهز به سیستم‌های توقف و تنظیم اتوماتیک سرمایش برحسب دمای داخل فضا یا فضاها باشند.

در دو حالت زیر، سیستم‌های یادشده می‌تواند برای چندین فضا مشترک باشد:

- اگر مساحت کل فضاهاى مربوط کمتر از ۴۰۰ متر مربع و کنترل سرمایش برحسب دمای خارج صورت گیرد

- اگر مساحت کل کمتر از ۱۰۰ متر مربع باشد و هیچ سیستم کنترل برحسب دمای خارج پیش‌بینی نشده باشد.

در ضمن، لازم است شرایط زیر در مورد فضاهاى مربوط محقق گردد:

- کاربری یکسان فضاها

- نحوه استقرار یکسان فضاها

- شاخص خورشیدی یکسان

- گروه اینرسی حرارتی یکسان

لازم به ذکر است قطع و کنترل اتوماتیک سرمایش می‌تواند توسط سیستمی واحد صورت گیرد.

۴- سرمایش و گرمایش همزمان هر فضای واحد غیر مجاز است، مگر در صورتی که از گرمایش تولید شده (بصورت همزمان) برای سرمایش در محل دیگری استفاده گردد، بدون اینکه مصرف کل انرژی افزایش یابد. به‌عنوان مثال، این مسئله در هسته مرکزی ساختمان‌های بلند مطرح می‌باشد.

۵- در ماه‌های سرد سال، در صورتی که نیاز به تنظیم رطوبت هوای تازه باشد، این تنظیم باید بدون استفاده از سیستم‌های سرمایی صورت گیرد.

۶- در ساختمان‌های گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در مناطق با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست ۳)، در صورتی که توان کل مصرفی سیستم‌های سرمایی بالای ۵۰ کیلووات باشد، لازم است سیستمی جهت تعیین میزان مصرف انرژی سیستم سرمایی کل ساختمان پیش‌بینی گردد.

۷- در صورت اضافه کردن طبقه یا فضاهایی به ساختمان موجود، ضوابط مطرح شده در بندهای فوق تنها در مورد فضاهای الحاقی، آن‌هم به شرط صادق بودن یکی از شرایط زیر، لازم‌الاجرا خواهد بود:

الف) مساحت قسمت الحاقی بیش از ۱۵۰ متر مربع

ب) ارتفاع کف تا سقف بیش از ۳/۰۰ متر و حجم فضای قسمت الحاقی بیش از ۴۰۰ مترمکعب

در صورتی که یکی از موارد ذکر شده محقق نشود، کافی است که سیستم کنترل و برنامه‌ریزی بخش الحاقی مشابه سیستم بخش اولیه یا دارای کیفیتی بالاتر از آن باشد.

۱۹-۴-۳ کنترل و برنامه‌ریزی سیستم تهویه و تعویض هوا

۱۹-۴-۳-۱ ضوابط کلی

۱- ضوابط ارائه شده در این قسمت تنها در مورد فضاهایی که دمای زمان اشغال بالای ۱۰ درجه است، لازم‌الاجرا می‌باشد. این ضوابط نباید با ضوابط و مقررات بهداشت تناقض داشته باشند.

۲- در این قسمت، سیستم تهویه به سیستمی اطلاق می‌شود که دارای مجاری انتقال مکانیکی هوا و مجاری مکش طبیعی به خارج ساختمان و احتمالاً مجاری ورود طبیعی هوا به داخل ساختمان باشد.

۳- زمانی که چند فضای متوالی توسط یک سیستم واحد با یک جریان مشخص از هوای تازه تهویه می‌شوند، باید روش بکاررفته مطابق ضوابط بهداشت، ایمنی و صدابندی ساختمان‌ها باشد.

۴- میزان تعویض هوا در صورت استفاده از سیستم‌های گرمایی یا سرمایی، نباید از ۱,۲ برابر مقادیر حداقل برای تامین شرایط بهداشتی بیشتر باشد. در صورتی که همان

هوای تازه از چندین فضا عبور می‌نماید، دبی تعویض هوا باید از دو مقدار زیر بزرگتر باشد :

- دبی بدست آمده با در نظر گرفتن نوع تجهیزات و مواد آلاینده هوا و با توجه به کاربری فضاها

- دبی بدست آمده با در نظر گرفتن کل افراد اشغال کننده تمامی فضاها در صورتی که سیستمی برای بازیافت انرژی از هوای خارج شده از ساختمان پیش‌بینی شده باشد، دبی حداکثر بدست آمده می‌تواند از دبی حداکثر تعیین شده در فوق (۱,۲) برابر مقادیر حداقل) بیشتر باشد.

۵ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ یا ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد، و نوع و زمان اشغال فضاها تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، لازم است بصورت مستقل تهویه گردند.

۶ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد، در زمان‌های عدم اشغال یا عدم آلودگی فضاها، سیستم تهویه باید قابلیت توقف را داشته باشد.

۷ - در صورتی که فضا یا مجموعه‌ای از فضاها دارای آلاینده خاصی باشد، و در حالتی که در بیش از ۵۰٪ اوقات، میزان آلودگی هوا کمتر از ۵۰٪ آلودگی متعارف باشد، دبی تهویه باید قابلیت کم شدن تا ۵۰٪ دبی متعارف را داشته باشد.

۸ - در صورتی که در زمان کارکرد سیستم گرمایی، امکان محدود شدن دبی به میزان مجاز وجود داشته باشد، در زمان‌های خاص (فصول معتدل)، سیستم تهویه می‌تواند دبی‌هایی بیش از میزان پیش‌بینی شده در بند ۴ فوق را نیز تأمین نماید.

۹ - در صورتی که ساختمان جزو گروه ۱ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد و موتورهای تهویه هوا قدرتی بیش از ۴ کیلووات (یا ۵,۵ اسب بخار) داشته باشد، لازم خواهد بود یک سیستم برای تعیین میزان مصرف انرژی سیستم تهویه پیش‌بینی گردد.

۱۰ - در صورت اضافه کردن طبقه یا فضاهایی به ساختمان موجود، ضوابط مطرح شده در بندهای فوق تنها در مورد فضاهای قسمت الحاقی، آن‌هم به شرط صادق بودن یکی از شرایط زیر، لازم‌الاجرا خواهد بود :

الف) مساحت قسمت الحاقی بیش از ۱۵۰ متر مربع

ب) ارتفاع کف تا سقف بیش از ۳/۰ متر و حجم فضای قسمت الحاقی بیش از

۴۰۰ مترمکعب

در صورتی که یکی از موارد ذکر شده محقق نشود، کافی است سیستم کنترل و برنامه‌ریزی بخش الحاقی مشابه سیستم بخش اولیه یا دارای کیفیتی بالاتر از آن باشد.

۱۹-۴-۳-۲ ملاحظات ویژه در مورد کیفیت درزبندی بازشوها

در صورتی که ساختمان با استفاده از اصول درزبندی بنا اجرا شده باشد، به گونه‌ای که میزان تهویه ناخواسته هوا^۱ در یک واحد نمونه در داخل بنا از یک حجم تعویض هوا در ساعت تحت شرایط عادی جوی بیشتر نباشد، ضریب انتقال حرارت مرجع \dot{H} در بند ۱۹-۳-۱-۱ می‌تواند تا ۱۰٪ حجم مفید ساختمان افزایش یابد. در این صورت می‌بایست از پنجره‌های با کیفیت مرغوب و با درزبندی کامل استفاده نمود که به تأیید مراجع ذیصلاح رسیده باشد. بدیهی است در این حالت نیز میزان تهویه باید در حدی باشد که شرایط بهداشت افراد داخل ساختمان تأمین گردد.

۱۹-۴-۴-۴ تامین آب گرم مصرفی

۱۹-۴-۴-۱ سیستم‌های انفرادی

- ۱ - بطور کلی، لازم است منبع ذخیره آب گرم و نیز لوله‌های توزیع آن در داخل ساختمان قرار گرفته باشد.
- ۲ - در صورت استفاده از منابع انرژی غیر برقی برای تامین آب گرم مصرفی، لازم است میزان مقاومت عایق‌کاری منبع ذخیره آب گرم بیش از $1 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$ باشد و لوله‌های مدار توزیع آب گرم نیز با عایق‌حرارت با مقاومت حداقل $0.85 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$ پوشیده شده باشند.
- ۳ - در صورت استفاده از منابع انرژی برقی برای تامین آب گرم مصرفی، لازم است لوله‌های مدار توزیع آب گرم با عایق‌حرارت با مقاومت حداقل $0.85 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$ پوشیده شده باشند و حداکثر اتلاف انرژی منبع مطابق جدول زیر باشد :

¹ infiltration

ظرفیت (لیتر)	اتلاف (وات ساعت بر لیتر بر درجه در روز)
۱۰۰ و کمتر از آن	۰,۳۲
۱۰۱ تا ۱۹۹	۰,۲۳
۲۰۰ و بیش از آن	۰,۲۲

جدول شماره ۱۰ - میزان اتلاف حرارت حداکثر مخزن آب گرم مصرفی بر حسب ظرفیت اسمی آن (برای سیستم برقی)

۱۹-۴-۴-۲ سیستم‌های مشترک برای چندین فضا

در صورتی که سیستم تامین آب گرم مصرفی برای چندین فضا پیش‌بینی شده باشد، لازم است سیستم تولید آب گرم غیربرقی بوده و در فضای داخل ساختمان قرار داشته باشد. توصیه می‌شود سیستم تولید آب گرم مستقل از سیستم گرمایش ساختمان طراحی شود.

۱۹-۵-روشنایی

علاوه بر رعایت مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در سیستم روشنایی، لازم است توصیه‌ها و مقررات زیر نیز مدنظر قرار گیرد :

۱۹-۵-۱ سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی - کلیات

در فضاهای پر تردد ساختمان‌های عمومی، باید حداقل یک منبع روشنایی با لامپ‌های کم مصرف وجود داشته‌باشد. اگر بیش از یک منبع روشنایی در آن فضا باشد، کلید روشنایی لامپ‌های کم مصرف باید در محل‌های ورودی فضا باشد.

برای روشنایی در آشپزخانه‌ها توصیه می‌شود لامپ‌های کم مصرف استفاده شود. کلید مربوط به روشنایی اصلی آشپزخانه باید در نزدیک‌ترین نقطه باشد. این الزام در مورد سایر روشنایی‌ها که صرفاً برای مقاصد تزئینی استفاده می‌شود وجود ندارد.

تمامی سیستم‌های روشنایی نصب شده درون سقف‌های دارای عایق حرارت که از لامپ‌های کم مصرف استفاده نمی‌کنند باید دارای رفلکتورهایی باشند که مانع از اتلاف انرژی روشنایی بصورت گرما در سقف گردند.

در طراحی سیستم‌های روشنایی ساختمان، محدوده شدت روشنایی معین شده در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان باید کاملاً رعایت گردد.

۱۹-۵-۲ سیستم‌های کنترل روشنایی لازم

۱۹-۵-۲-۱ سیستم‌های کنترل فضاها

هر فضایی که با دیوار جداکننده تا زیر سقف محاط شده‌باشد باید یک کلید جداگانه داشته‌باشد. این کلید یا سیستم کنترل باید :

۱- برای افراد مجاز قابل دسترس باشد

۲- جایی نصب شده‌باشد که بتوان چراغ‌های آن فضا را توسط کلید مزبور روشن و خاموش نمود و روشن یا خاموش بودن چراغ‌ها از محل کلید قابل رویت باشد.

۱۹-۵-۲-۲ سیستم‌های کاهش میزان روشنایی

روشنایی فضاهای محصور که مساحتی برابر ۱۰ متر مربع یا بیشتر داشته و بار روشنایی آن بیش از ۱۲ وات بر متر مربع باشد و توسط بیش از یک منبع صورت گیرد باید به نحوی کنترل

گردد که بار روشنایی چراغ‌ها تا نصف قابل کاهش باشد، ضمن اینکه همچنان سطح روشنایی یکنواختی در تمام فضا تامین گردد. کاهش روشنایی بصورت یکنواخت باید به یکی از طرق زیر تامین گردد :

- ۱- استفاده از کاهش‌دهنده‌های نور^۱ برای کنترل تمام سیستم‌های روشنایی
 - ۲- کنترل ردیف‌های زوج و فرد توسط دو کلید
 - ۳- تامین کلید مستقل برای لامپ وسط سیستم‌های سه لامپی
 - ۴- تامین کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعه
- در موارد استثنای زیر لزومی برای رعایت این بند وجود ندارد :
- الف- چراغ‌هایی که با سیستم‌های تشخیص حضور کنترل می‌شود
 - ب- چراغ‌های راهروها
 - ج- چراغ‌هایی که با سیستم‌های زمان‌دار قابل تنظیم هستند و بصورت خودکار خاموش می‌شوند

۱۹-۵-۲-۳ فضاهایی که روشنایی آنها با نور طبیعی تامین می‌شود

در مورد فضاهای محصور که در طول روز از نور طبیعی کافی بهره‌مند می‌شوند و بیش از ۲۵ مترمربع مساحت دارند توصیه‌های زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ۱- حداقل یک سیستم کنترل نور مصنوعی داشته باشند که سیستم‌های روشنایی را صرفاً در قسمتی که از نور طبیعی بهره می‌گیرد کنترل نماید.
 - ۲- حداقل ۵۰٪ لامپ‌های روشنایی موجود در فضاهای فوق را، بصورتی که در بند ۱۹-۵-۲-۲ تشریح گردیده‌است، کنترل نماید. کنترل سایر روشنایی‌های فضاهای غیربهره‌مند از نور طبیعی می‌تواند به هر طریق مجاز دیگری صورت گیرد.
- در موارد استثنای زیر لزومی به رعایت مفاد این بند نیست :

- الف- در صورتی که نسبت سطح شیشه‌خور بخش نورگیر به سطح کل (عمودی یا افقی) کمتر از ۰,۲ برای سطوح عمودی و ۰,۰۲ برای سطوح افقی باشد.
- ب- در صورتی که موانع طبیعی یا مصنوعی (درخت، ساختمان، ...) از رسیدن روشنایی روز به جدارهای نورگذر جلوگیری نمایند.

^۱ Dimmer

۱۹-۵-۲-۴ کنترل خاموش کردن روشنایی

در هر طبقه، تمامی سیستم‌های روشنایی باید توسط یک کلید مرکزی دستی قابل کنترل باشد و برای ساختمان‌های اداری، به‌جای آن می‌توان از یک کلید اتوماتیک و به‌روش تشخیص حضور، یا بصورت زمانی و یا با سیستم اتوماتیک دیگری که قابل کنترل باشد استفاده کرد.

در موارد زیر رعایت این ضابطه لازم نیست :

الف- ساختمان یا فضای مستقلی از آن که متراژی کمتر از ۵۰۰ متر مربع دارد.

ب- روشنایی راهروها، لابی‌ها و فضاهای ورودی در ساختمان‌های بلند (مسکونی، هتل، ...).

ج- در مورد سیستم روشنایی به میزان حداکثر نیم‌وات بر متر مربع مانند روشنایی اضطراری که معمولاً به دلایل ایمنی پیش‌بینی شده‌است.

د- فروشگاه‌ها و مجتمع‌های تجاری، رستوران‌ها، مساجد، تئاترها، سینماها و ساختمان‌های مشابه

۲- در صورتی که یک سیستم کلیدی زمانی پیش‌بینی شده‌باشد، باید شرایط زیر برقرار باشد:

- براحتی در دسترس باشد

- در جایی واقع شده‌باشد که شخص استفاده‌کننده بتواند به‌راحتی حدس بزند کلید مربوطه کدام فضا را روشن می‌نماید

- بصورت دستی نیز کار کند

- اجازه‌دهد روشنایی حداکثر ۲ ساعت روشن باقی بماند

- فضایی کمتر از ۵۰۰ متر مربع را کنترل نماید

۳- در مجتمع‌های تجاری، سالن‌های سخنرانی، فروشگاه‌های مستقل، استادیوم‌ها، و ساختمان‌های مشابه، فضای کنترل شده توسط هر سیستم کلیدی زمانی باید کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع (به‌جای ۵۰۰ متر مربع فوق) باشد.

۴- در صورتی که از یک سیستم برنامه‌ریزی (زمانی) استفاده شود، باید قابلیت دادن برنامه‌های خاص برای روزهای تعطیل را داشته‌باشد تا بتوان در روزهای تعطیل تمامی سیستم‌های روشنایی را خاموش نگهداشت.

پیوست ۱ روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن لازم است در وهله اول جرم سطحی مفید جدارهای مختلف آن محاسبه گردد. میزان جرم جدار که در تعیین گروه اینرسی حرارتی دیوار در نظر گرفته می‌شود به موقعیت جدار و لایه‌های مختلف تشکیل دهنده آن بستگی دارد. در قسمت بعدی این پیوست، روش محاسبه جرم سطحی مفید جدار در حالت‌ها و موقعیت‌های مختلف ارائه می‌گردد.

بعد از تعیین جرم سطحی جدارهای مختلف، جرم مفید کل ساختمان (یا بخشی از آن) M محاسبه می‌گردد و در پایان، مقدار جرم سطحی مفید ساختمان m_a (بر مبنای یک متر مربع از مساحت مفید ساختمان) تعیین می‌گردد.

پ ۱-۱ تعیین جرم سطحی مفید جدار

پ ۱-۱-۱ جرم سطحی مفید جدار پوسته خارجی در تماس با فضای خارج

در صورتی که جدار پوسته خارجی ساختمان یا بخشی از آن فاقد عایق حرارت باشد، یا اگر جدار با عایق همگن (بلوک مجوف، ...) باشد، در محاسبه جرم مفید سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که حد فاصل عایق حرارتی و فضای داخل قرار دارد در محاسبه جرم مفید جدار و تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن در نظر گرفته می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مفید محاسبه شده آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به این مقدار محدود می‌شود.

پ ۱-۱-۲ جرم سطحی مفید جدار مجاور خاک

جرم سطحی مفید بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گرده‌رو یا فضای بسته مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، مساوی 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 عایق حرارت قرار دارد در محاسبه جرم سطحی مفید جدار در نظر گرفته می‌شود. اگر جرم سطحی مفید محاسبه شده آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به این مقدار محدود می‌شود.

پ ۱-۱-۳ جرم سطحی مفید جدار در تماس با ساختمان مستقل دیگر یا فضای کنترل نشده

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

پ ۱-۱-۴ جرم سطحی مفید جدارهایی که در داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌اند

جرم سطحی مفید جدارهایی که در داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌اند، مساوی با جرم سطحی جدار است در صورتی که مقدار آن از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع کمتر باشد، و در غیر این صورت مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد.

پ ۱-۲ محاسبه جرم سطحی مفید ساختمان (یا بخشی از آن) بر مبنای واحد

سطح مفید کف آن

اگر m_i جرم سطحی مفید قسمت i از پوسته خارجی ساختمان و A_i سطح مربوط به آن باشد، جرم مفید ساختمان برابر است با :

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

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

$$m_a = M / A_h$$

پ ۱-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن، مطابق جدول زیر تعیین می‌گردد :

گروه اینرسی	جرم سطحی مفید ساختمان بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید آن m_a (kg/m ²)
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	۴۰۰ و بیشتر

جدول شماره ۱۱ - گروه اینرسی حرارتی ساختمان بر حسب جرم سطحی مفید ساختمان (بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید)

پیوست ۲ روش محاسبه شاخص خورشیدی و تعیین گروه‌بندی

مربوط به شاخص خورشیدی

طراح می‌تواند در صورت تمایل 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 نماید.

شاخص خورشیدی ساختمان یا بخشی از ساختمان با علامت I_s نشان داده می‌شود، و با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

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

به عبارت دیگر، شاخص خورشیدی مساوی با مجموع سهم مربوط به هر بخش نورگذر i از پوسته خارجی است که با سطح افقی زاویه‌ای بیش از ۶۰ درجه تشکیل می‌دهد. برای هر قسمت پوسته نورگذر تعاریف مقادیر ذکر شده در رابطه بالا به شرح زیر است:

A_i : مساحت بخش نورگذر i پوسته خارجی ساختمان به مترمربع

S_i : ضریب انتقال خورشیدی (مساوی با نسبت انرژی عبور داده شده به انرژی تابیده شده)

برای بخش نورگذر i مطابق جدول شماره ۱۲

σ_i : ضریب کاهش مربوط به موقعیت سطح نورگذر مطابق جدول شماره ۱۳

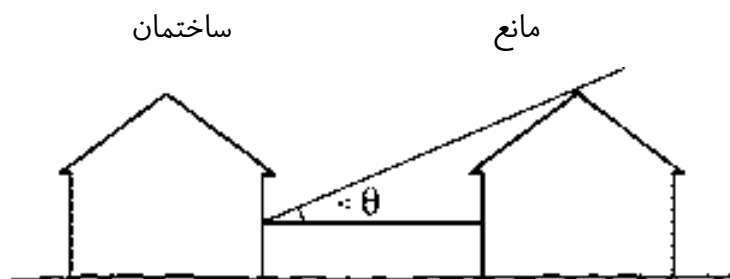
V : حجم کل فضای کنترل شده ساختمان یا بخش مورد نظر

دوجداره	مشجر	انفکاسی رنگی			رنگی ساده			ساده		نوع شیشه
		جیوه‌ای	برنز	آبی	آبی	برنزی	سبز	نارنجی	رنگ	
۶-۴	۴	۶	۶	۶	۶	۴	۶	۶	۴	ضخامت (میلیمتر)
۰,۵۲	۰,۳۳	۰,۲۳	۰,۲۴	۰,۳۳	۰,۶۲	۰,۷۰	۰,۶۲	۰,۸۳	۰,۸۶	S_i

جدول شماره ۱۲ - مقادیر ضریب انتقال خورشیدی برای انواع مختلف شیشه‌های ساختمانی متعارف

موقعیت و جهت ^۱ سطح نورگذر					زاویه متوسط رویت موانع روبروی پوسته (θ) (مطابق شکل شماره ۲)
شمال	غرب		شرق	جنوب	
	فضاهای با استفاده منقطع	فضاهای با استفاده مداوم			
۰,۳	۰,۴	۰,۶	۰,۶	۱,۰	کمتر از ۱۵ درجه
۰,۲	۰,۳	۰,۴	۰,۴	۰,۶	بزرگتر یا مساوی ۱۵ درجه و کمتر از ۲۵ درجه
۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	بزرگتر یا مساوی ۲۵ درجه

جدول شماره ۱۳ - مقادیر ضریب کاهش σ_i مربوط به موقعیت سطح نورگذر



شکل شماره ۲ - زاویه رویت موانع روبروی سطوح نورگذر

^۱ جهت‌ها به روش زیر تعیین می‌گردند:

- 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 جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی - سرمایی سالانه

محل ساختمان

در صورتی که نام شهر محل ساختمان در لیست پیوست نیامده باشد، لازم است

مشخصات نزدیک‌ترین شهر یا آب‌وهوای مشابه ملاک عمل قرار گیرد.

گرم و مرطوب	نیاز سرمایی زیاد	نیاز گرمایی زیاد	نیاز انرژی	نام شهر	کد	گرم و مرطوب	نیاز سرمایی زیاد	نیاز گرمایی زیاد	نیاز انرژی	نام شهر	کد
		✓	متوسط	حستان	۴۱				زیاد	آبادان	۱
		✓	متوسط	بجنورد	۴۲		✓		زیاد	آبادچی - فریدن	۲
		✓	زیاد	بستان‌آباد	۴۳				متوسط	آباده	۳
	✓		کم	بم	۴۴				زیاد	آبعلی	۴
✓	✓		زیاد	بمپور	۴۵				زیاد	آجی‌چای	۵
			کم	بندرانزلی	۴۶	✓			متوسط	آزادشهر	۶
✓	✓		زیاد	بندر دیر	۴۷			✓	متوسط	آستارا	۷
✓	✓		زیاد	بندرعباس	۴۸			✓	زیاد	آغاچاری	۸
✓	✓		زیاد	بندرلنگه	۴۹				کم	آمل	۹
✓	✓		زیاد	بندرماهشهر	۵۰				زیاد	آوج	۱۰
			متوسط	بن‌سیدان	۵۱				متوسط	احمدآباد -	۱۱
			کم	بنکوه	۵۲				متوسط	احمدوند	۱۲
✓	✓		زیاد	بوشهر	۵۳				زیاد	اختخوان گلپایگان	۱۳
		✓	متوسط	بوئین‌زهره	۵۴				متوسط	اراک	۱۴
		✓	کم	بیاضه‌بیابانک	۵۵				زیاد	اردبیل	۱۵
		✓	کم	بی‌بالان	۵۶				متوسط	اردستان	۱۶
			کم	بیرجند	۵۷				متوسط	اردکان - فارس	۱۷
		✓	زیاد	بیجار	۵۸				زیاد	ارومیه	۱۸
		✓	متوسط	پارس‌آبادمغان	۵۹				متوسط	استور	۱۹
		✓	متوسط	پل‌زمانخان	۶۰				متوسط	اسدآباد - بیرجند	۲۰
		✓	متوسط	پل‌کله	۶۱				زیاد	اسکو	۲۱
			کم	پیلمبرا	۶۲				متوسط	اصفهان	۲۲
		✓	زیاد	تازه‌کند	۶۳				کم	افراچال	۲۳
	✓		متوسط	تاشکویه‌کله‌گاه	۶۴				زیاد	امام‌قیس	۲۴
		✓	متوسط	تاکستان	۶۵				متوسط	امین‌آباد	۲۵
		✓	زیاد	تبریز	۶۶				کم	انارک	۲۶
		✓	متوسط	تجریش	۶۷			✓	زیاد	اندیمشک	۲۷
		✓	متوسط	تربت‌حیدریه	۶۸				زیاد	اهر	۲۸
		✓	زیاد	تفرش	۶۹			✓	زیاد	اهواز	۲۹
	✓		زیاد	تنگ‌پنج	۷۰			✓	زیاد	اهواز - ملائانی	۳۰
		✓	متوسط	تهران - پارک	۷۱			✓	زیاد	ایران‌شهر	۳۱
		✓	متوسط	تهران -	۷۲				متوسط	ایلام	۳۲
		✓	متوسط	تهران - سعدآباد	۷۳				زیاد	ایوانکی	۳۳
		✓	متوسط	تهران - مهرآباد	۷۴				کم	بابل	۳۴
		✓	متوسط	تهران - نارمک	۷۵				کم	بابلسر	۳۵
		✓	متوسط	تهران - نمایشگاه	۷۶				متوسط	باختران	۳۶
✓	✓		زیاد	جاسگ	۷۷				زیاد	باراندوزچای	۳۷
	✓		زیاد	جزیره‌خارک	۷۸				زیاد	بارنیشابور	۳۸
	✓		زیاد	جزیره‌قشم	۷۹		✓		متوسط	باغ‌ملک	۳۹
		✓	متوسط	جلفا	۸۰				متوسط	بافت	۴۰

نام شهر	نیاز انرژی	نیاز گرمایی	نیاز سرمایی	گرم و مرطوب	نام شهر	نیاز انرژی	نیاز گرمایی	نیاز سرمایی	گرم و مرطوب
۱۲۱	سراب	زیاد	✓	✓	۸۱	جیرفت	متوسط	✓	✓
۱۲۲	سراوان	زیاد	✓	✓	۸۲	چابهار	زیاد	✓	✓
۱۲۳	سرخس	متوسط	✓	✓	۸۳	چغارت	متوسط	✓	✓
۱۲۴	سرکت تجن	کم	✓	✓	۸۴	چناران	متوسط	✓	✓
۱۲۵	سقز	زیاد	✓	✓	۸۵	حاجی آباد -	متوسط	✓	✓
۱۲۶	سمنان	متوسط	✓	✓	۸۶	حجت آباد -	متوسط	✓	✓
۱۲۷	سنگ تراش	متوسط	✓	✓	۸۷	حمیدیه	زیاد	✓	✓
۱۲۸	سنگ سوراخ	متوسط	✓	✓	۸۸	حنا	زیاد	✓	✓
۱۲۹	سنندج	متوسط	✓	✓	۸۹	خاش	متوسط	✓	✓
۱۳۰	سوباشی	زیاد	✓	✓	۹۰	خرم آباد	کم	✓	✓
۱۳۱	شاهرود	متوسط	✓	✓	۹۱	خرم آباد تنکابن	کم	✓	✓
۱۳۲	شبانکاره	زیاد	✓	✓	۹۲	خرم شهر	زیاد	✓	✓
۱۳۳	شمس آباد	زیاد	✓	✓	۹۳	خشکه داران	متوسط	✓	✓
۱۳۴	شمعون	متوسط	✓	✓	۹۴	خفر	متوسط	✓	✓
۱۳۵	شوش	متوسط	✓	✓	۹۵	خوانسار	زیاد	✓	✓
۱۳۶	شوشتر	زیاد	✓	✓	۹۶	خوربیا بانک	کم	✓	✓
۱۳۷	شهرکرد	زیاد	✓	✓	۹۷	خوی	زیاد	✓	✓
۱۳۸	شیراز	کم	✓	✓	۹۸	داراب	متوسط	✓	✓
۱۳۹	شیرگاه	کم	✓	✓	۹۹	داشنبوبکان	زیاد	✓	✓
۱۴۰	شیروان - بروجرد	زیاد	✓	✓	۱۰۰	دامغان	متوسط	✓	✓
۱۴۱	طیس	متوسط	✓	✓	۱۰۱	دامنه فریدن	زیاد	✓	✓
۱۴۲	طرق کریتان	متوسط	✓	✓	۱۰۲	دره تخت	زیاد	✓	✓
۱۴۳	عباس آباد - قم	متوسط	✓	✓	۱۰۳	درگز	متوسط	✓	✓
۱۴۴	عدل	زیاد	✓	✓	۱۰۴	درود	متوسط	✓	✓
۱۴۵	فردوس	متوسط	✓	✓	۱۰۵	دزفول	زیاد	✓	✓
۱۴۶	فسا	کم	✓	✓	۱۰۶	دشت ناز	کم	✓	✓
۱۴۷	فومن	کم	✓	✓	۱۰۷	ده صومعه	متوسط	✓	✓
۱۴۸	فیروزآباد	زیاد	✓	✓	۱۰۸	دیپوک	کم	✓	✓
۱۴۹	قائم شهر	کم	✓	✓	۱۰۹	ذوب آهن اصفهان	متوسط	✓	✓
۱۵۰	قاین	متوسط	✓	✓	۱۱۰	رامسر	کم	✓	✓
۱۵۱	قرآن تالار	کم	✓	✓	۱۱۱	رامهرمز	زیاد	✓	✓
۱۵۲	قره آغاج	زیاد	✓	✓	۱۱۲	رشت	کم	✓	✓
۱۵۳	قزوین	متوسط	✓	✓	۱۱۳	رودبار	کم	✓	✓
۱۵۴	قصر شیرین	متوسط	✓	✓	۱۱۴	زابل	متوسط	✓	✓
۱۵۵	قطورچای	متوسط	✓	✓	۱۱۵	زاهدان	کم	✓	✓
۱۵۶	قم	کم	✓	✓	۱۱۶	زردگل سرخ آباد	متوسط	✓	✓
۱۵۷	قمشه	متوسط	✓	✓	۱۱۷	زنجان	زیاد	✓	✓
۱۵۸	قوچان	زیاد	✓	✓	۱۱۸	ساره	متوسط	✓	✓
۱۵۹	کازرون	زیاد	✓	✓	۱۱۹	سبزوار	متوسط	✓	✓
۱۶۰	کاشان	متوسط	✓	✓	۱۲۰	سپیددشت	کم	✓	✓

نام شهر	نیاز انرژی	نیاز گرمایی	نیاز سرمایی	گرم و مرطوب
کاشمر	متوسط			
کرمان	متوسط			
کرد	متوسط			
کره‌سنگ	کم			
کشف رود	متوسط			
کویتان صفی‌آباد	متوسط		✓	
گتوند	زیاد		✓	
گچساران	متوسط			
گرگان	کم			
گرگان - آشتیان	زیاد			
گرمسار - داورآباد	متوسط			
گلمکان	متوسط			
گناباد	متوسط			
گنبدقاپوس	کم			✓
گرگین - خبر	کم			
گوشه‌نهاد	متوسط			
لار - پلور	زیاد			
لار - فارس	متوسط			✓
لاهیجان	کم			
لتیان	متوسط			
لردگان	متوسط			
لیقوان	زیاد			
ماکو	زیاد			
مراغه	زیاد			
مروند	زیاد			
مروذشت	کم			
مسجدسلیمان	زیاد			
مشهد	متوسط			
مشیران	متوسط			
ملایر	متوسط			
موچان	زیاد			
مهاباد	زیاد			
مهرگرد	زیاد			
میاندوآب	زیاد			
میانه	زیاد			
میرجاوه	متوسط			
میمه	زیاد			
میناب	زیاد			✓
نائین	متوسط			
نجف‌آباد	متوسط			
نطنز	متوسط			
نورآباد ممسنی	متوسط			
نوژیان	زیاد			
نوشهر	کم			
نیریز	کم			
نیشابور	متوسط		✓	
ورامین	متوسط		✓	
ورزنه	متوسط		✓	
ولداآباد	زیاد		✓	
هفت‌تپه	متوسط			
همدان - نوژه	زیاد		✓	
همگین	زیاد		✓	
همند - آبرسد	زیاد		✓	
هوتن	متوسط			
هویزه	زیاد			✓
یزد	کم			

پیوست ۴ گروه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

گروه‌بندی کاربری در این مبحث براساس سه عامل زیر تعیین شده‌است :

۱- نوع 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 شعبه بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، بخش اداری ساختمان صنعتی، ساختمان آموزشی، خانه بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، مجتمع فنی - حرفه‌ای، سالن غذاخوری، دانشسرا و مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، ساختمان اداری یا تجاری بزرگ، کتابخانه.
نوع کاربری ج	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، کارخانه صنعتی اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو و مشابه آنها، پارکینگ در طبقات، آشیانه حفاظتی هواپیما، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیه زمینی، ساختمان میدانهای میوه و تره‌بار، ایستگاه فرعی مترو ترمینال راه‌آهن، پناهگاه، ساختمان کشتارگاه.

پیوست ۵ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی

شهرهای کوچک (براساس بند ۱۹-۲-۴)		شهرهای بزرگ (براساس بند ۱۹-۲-۴)		نیاز انرژی گرمایی - سرمایه محل (جغرافیایی) ساختمان (از پیوست ۳)	نوع کاربری ساختمان (از پیوست 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		
گروه ۲	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۱	زیاد	نوع الف
گروه ۳	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۲	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۳	گروه ۳	کم	
گروه ۲	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	زیاد	نوع ب
گروه ۳	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۳	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۳	گروه ۴	کم	
گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲	زیاد	نوع ج
گروه ۳	گروه ۳	گروه ۳	گروه ۳	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	کم	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	زیاد	نوع د
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	کم	

پیوست ۶ مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

واحد	علامت	معادل به انگلیسی	مقادیر فیزیکی و تعاریف	ردیف
J	Q	Heat, quantity of heat	حرارت، مقدار حرارت	۱
W	Φ	Heat flow rate	توان حرارتی مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود: $\Phi = dQ/dt$	۲
W/(m.K)	λ	Thermal conductivity	ضریب هدایت حرارتی (قابلیت هدایت حرارتی) توان حرارتی که از لایه‌ای به ضخامت یک متر می‌گذرد وقتی که اختلاف دما (در حالت پایدار) بین دو طرف لایه یک درجه باشد: $q = -\lambda \cdot \text{grad } T$	۳
$m^2.K/W$	R	Thermal resistance	مقاومت حرارتی سطحی قابلیت عایق بودن از نظر حرارتی 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) برای اینکه 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 بوده و یا رابطه‌ای خطی با دما دارد: $R = d / \lambda$	۴
W/($m^2.K$)	h	Surface coefficient of heat transfer	ضریب تبادل حرارت در سطح جدار نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار.	۵
W/($m^2.K$)	U	Thermal transmittance	ضریب انتقال حرارت سطحی (بخشی از پوسته) نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جداری به سطح یک مترمربع، در حالت پایدار: $U = \Phi / ((T_i - T_e) \cdot A)$	۶
W/(m.K)	U_1	Linear thermal transmittance	ضریب انتقال حرارت خطی نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جدارهایی دارای یک پل حرارتی به طول یک متر، در حالت پایدار: $U_1 = \Phi / ((T_i - T_e) \cdot L)$	۷

واحد	علامت	معادل به انگلیسی	مقادیر فیزیکی و تعاریف	ردیف
J/(kg.K)	c	Specific heat capacity	گرمای ویژه (جرمی) نسبت ظرفیت حرارتی به جرم کل جسم: $c = C / W$	۹
W/K	H	Coefficient of heat loss	ضریب انتقال حرارت ساختمان مقدار انتقال حرارت از ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان وقتی اختلاف دمای داخل و خارج آن یک درجه باشد: $H = \Phi / \Delta T$	۱۰
W/(m ² .K)	F _S	Areal coefficient of heat loss	ضریب انتقال حرارت سطحی ساختمان مقدار انتقال حرارت از یک متر مربع ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان وقتی اختلاف دمای داخل و خارج آن یک درجه باشد: $F_S = \Phi / (A \cdot \Delta T)$	۱۱
W/(m ³ .K)	F _V	Volumic coefficient of heat loss	ضریب انتقال حرارت حجمی ساختمان مقدار انتقال حرارت از یک متر مکعب ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان وقتی اختلاف دمای داخل و خارج آن یک درجه باشد: $F_V = \Phi / (V \cdot \Delta T)$	۱۲
m ⁻¹	I _S	Solar Index	شاخص خورشیدی	۱۳

پیوست ۷ مقادیر ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

این مقادیر برای محاسبات هر دو روش طراحی عایق کاری حرارتی (الف و ب) ملاک عمل می‌باشد، مگر اینکه ضرایب حرارتی مصالح توسط مراجع ذیصلاح و با رعایت استانداردهای ملی تعیین شده باشد.

ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب W/m.°C	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m ³	مصالح
		سنگ‌ها
		سنگهای آذرین و دگرگونی
۲/۲	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	گرانیت، گنایس، پرفیر
۲/۲	۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰	شیست، آردواز
۱/۶	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	بازالت
۱/۱	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	سنگ‌پا، تراکیت، آندزیت
		سنگهای آهکی
۲/۹	بیش از ۲۵۹۰	سنگهای سرد (مرمر)
۲/۴	۲۳۵۰ تا ۲۵۸۰	سنگهای سخت
۱/۴	۱۸۴۰ تا ۲۳۴۰	سنگهای یکپارچه یا سنگهای نیمه یکپارچه
۱/۰	۱۴۸۰ تا ۱۸۳۰	سنگهای نرم
۰/۸۵	کمتر از ۱۴۷۰	سنگهای خیلی نرم
		ماسه سنگها
۲/۶	۲۲۰۰ تا ۲۸۰۰	کوارتزی
۱/۹	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	آهکی
۲/۶	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	سنگهای چخماق (فلینت) و سنگهای ساب
۱/۸	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	
۰/۹	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	
۱/۰ تا ۱/۳۵	۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰	سفال

ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب W/m.°C	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m ³	مصالح
		بتن
۱/۷۵	۲۴۰۰ تا ۲۲۰۰	بتن‌های با سنگدانه سنگین سیلیسی، سیلیسی آهکی و سنگ آهک
۱/۴۰	۲۱۰۰ تا ۱۷۰۰	بتن معمولی بتن متخلخل بتن با سنگدانه سنگین کوره آهن‌گدازی
۱/۴	۲۴۰۰ تا ۲۲۰۰	بتن معمولی
۰/۸	۲۳۰۰ تا ۲۱۰۰	با ماسه رودخانه‌ای یا معدنی با سرباره داندان
۰/۷	۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰	بتن متخلخل با کمتر از ۱۰ درصد ماسه رودخانه بتن سبک‌دانه
۰/۵۲	۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰	بتن با پوکه طبیعی یا سرباره منبسط با ساختار متخلخل (وزن ظاهری سنگدانه در حدود ۷۵۰ kg/m ³) با ذرات ریز یا با ماسه
۰/۴۴	۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰	
۰/۳۵	۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰	بدون ذرات ریز و بدون ماسه
۰/۳۵	۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰	بتن با خاکستر بادی سینترشده (وزن ظاهری سنگدانه در حدود ۶۵۰ kg/m ³)
۰/۴۶	۱۱۵۰ تا ۹۵۰	بتن با سنگدانه سبک طبیعی یا سنگ‌پا (وزن ظاهری سنگدانه در حدود ۶۰۰ kg/m ³) بتن با رس منبسط یا شیبست منبسط وزن ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ ^۱
۱/۰۵	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰	با ماسه رودخانه بدون ماسه سبک
۰/۸۵	۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰	با ماسه رودخانه همراه با ماسه سبک وزن ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ ^۱
۰/۷۰	۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰	با ماسه سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه
۰/۴۶	۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰	با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه وزن ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰ ^۱
۰/۳۳	۱۰۰۰ تا ۸۰۰	با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه
۰/۲۵	۸۰۰ تا ۶۰۰	بدون ماسه و با عیار سیمان کم
۰/۲۰	کمتر از ۶۰۰	
۰/۳۱	۸۰۰ تا ۶۰۰	بتن با سنگدانه خیلی سبک
۰/۲۴	۶۰۰ تا ۴۰۰	بتن متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا نسبت: ۱ به ۳
۰/۱۹	۴۵۰ تا ۴۰۰	نسبت: ۱ به ۶ لاپه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه

^۱ واحد مورد استفاده برای وزن سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب W/m.°C	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m ³	مصالح
		بتن متخلخل اتوکلاوه
۰/۳۳	۸۲۵ تا ۷۷۵	وزن مخصوص اسمی : ۸۰۰
۰/۲۹	۷۷۵ تا ۷۲۵	وزن مخصوص اسمی : ۷۵۰
۰/۲۷	۷۲۵ تا ۶۷۵	وزن مخصوص اسمی : ۷۰۰
۰/۲۴	۶۷۵ تا ۶۲۵	وزن مخصوص اسمی : ۶۵۰
۰/۲۲	۶۲۵ تا ۵۷۵	وزن مخصوص اسمی : ۶۰۰
۰/۲۰	۵۷۵ تا ۵۲۵	وزن مخصوص اسمی : ۵۵۰
۰/۱۸	۵۲۵ تا ۴۷۵	وزن مخصوص اسمی : ۵۰۰
۰/۱۷	۴۷۵ تا ۴۲۵	وزن مخصوص اسمی : ۴۵۰
۰/۱۶	۴۲۵ تا ۳۷۵	وزن مخصوص اسمی : ۴۰۰
		بتن با خرده چوب
۰/۱۶	۶۵۰ تا ۴۵۰	بتن متشکل از تراشه‌های چوب
۰/۱۵	۵۵۰ تا ۴۵۰	پانل‌های ساخته شده از تراشه‌های چوب و سیمان
۰/۱۲	۴۵۰ تا ۳۵۰	
۰/۱۰	۳۵۰ تا ۲۵۰	
۱/۱۵	۲۱۰۰ تا ۱۸۰۰	اندود، ملات و درزگیر
		سیمان پنبه کوهی و سیمان پنبه کوهی سلولزی
۰/۹۵	۲۲۰۰ تا ۱۸۰۰	آزبست سیمان
۰/۴۶	۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰	سیمان سلولز
۰/۳۵	۱۴۰۰ تا ۱۰۰۰	
		گچ
۰/۵۰	۱۳۰۰ تا ۱۱۰۰	گچ «دوغاب غنی» یا «بسیار غنی» (گچ بسیار سخت و گچ پاشیده)
۰/۳۵	۱۰۰۰ تا ۷۵۰	گچ قطعات پیش ساخته گچی با روکش مقوایی
		گچ با سبک دانه یا با الیاف معدنی
۰/۳۵	۱۰۰۰ تا ۸۰۰	گچ با روکش مقوایی «ضد آتش» و لایه‌های گچ آرمه با الیاف معدنی
		گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلیمتر) :
۰/۳۰	۹۰۰ تا ۷۰۰	یک حجم برای یک حجم گچ
۰/۲۵	۷۰۰ تا ۵۰۰	دو حجم برای یک حجم گچ

ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب W/m.°C	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m ³	مصالح
		پشم‌های معدنی
۰/۰۴۷	۲۵ تا ۱۸	پشم سنگ
۰/۰۴۱	۳۵ تا ۲۵	
۰/۰۳۹	۸۰ تا ۳۵	
۰/۰۴۱	۱۸۰ تا ۸۰	
۰/۰۵۴	۱۲ تا ۹	پشم شیشه
۰/۰۴۸	۱۸ تا ۱۲	
۰/۰۴۳	۲۵ تا ۱۸	
۰/۰۳۷	۸۰ تا ۲۵	
۰/۰۳۹	۱۳۰ تا ۸۰	
		فراورده‌های گیاهی
		چوبهای طبیعی
		بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار
۰/۲۳	۷۵۰ تا ۶۰۰	وزن مخصوص طبیعی kg/m ³ ۶۵۰ تا ۸۰۰
۰/۱۵	۶۰۰ تا ۴۵۰	وزن مخصوص طبیعی kg/m ³ ۵۰۰ تا ۶۵۰
		چوب‌های درختهای صمغی بسیار سنگین (برگ ریز)
۰/۲۳	۷۵۰ تا ۶۰۰	وزن مخصوص طبیعی بیش از kg/m ³ ۷۰۰
۰/۱۵	۶۰۰ تا ۴۵۰	کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا وزن مخصوص طبیعی kg/m ³ ۵۰۰ تا ۶۰۰
۰/۱۲	۴۵۰ تا ۳۰۰	کاج یا صنوبر، اپیسه آ وزن مخصوص طبیعی kg/m ³ ۳۵۰ تا ۵۰۰
۰/۱۲	۴۵۰ تا ۳۰۰	تبریزی، اکومه وزن مخصوص طبیعی kg/m ³ ۳۵۰ تا ۵۰۰
		چوبهای طبیعی خاص
۰/۰۵۴	۱۲۰ تا ۶۰	بالزا
۰/۲۹	۱۰۰۰ تا ۸۰۰	چوبهای سنگین
		صفحات سبک از الیاف چوب
۰/۲۰	۱۰۰۰ تا ۸۵۰	«سخت» و «بسیار سخت»
۰/۰۶۰	۲۵۰ تا ۲۰۰	صفحات معروف به «عایق حرارتی»
۰/۰۶۷	۳۰۰ تا ۲۵۰	
		صفحات متشکل از تراشه‌های چوب
۰/۱۷	۷۵۰ تا ۶۵۰	وزن مخصوص اسمی ۷۰۰ تا ۸۰۰
۰/۱۴	۶۴۰ تا ۵۵۰	وزن مخصوص اسمی ۶۰۰ تا ۶۹۰
۰/۱۲	۵۴۰ تا ۴۵۰	وزن مخصوص اسمی ۵۰۰ تا ۵۹۰
۰/۱۰	۴۰۴ تا ۳۶۰	وزن مخصوص اسمی ۴۰۰ تا ۴۹۰
۰/۱۶	۶۵۰ تا ۵۵۰	وزن مخصوص اسمی ۶۰۰ تا ۷۰۰
		به هم چسبیده (نتویان)
		اکسترود شده

ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب W/m.°C	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m ³	مصالح
۰/۱۲	۶۰۰ تا ۵۰۰	متشکل از تراشه‌های کتان وزن مخصوص اسمی ۶۰۰
۰/۱۰	۵۰۰ تا ۴۱۰	وزن مخصوص اسمی ۵۰۰
۰/۰۸۵	۴۱۰ تا ۳۲۰	وزن مخصوص اسمی ۴۰۰
۰/۰۷۳	۳۲۰ تا ۲۳۰	وزن مخصوص اسمی ۳۰۰ صفحات توفال کوبی شده و توده‌ای (تخته سه‌لا، تئوپان)
۰/۱۵	۵۵۰ تا ۴۵۰	با چوب کاج
۰/۱۲	۴۵۰ تا ۳۵۰	با چوب اکومه یا درخت تبریزی چوب پنبه
۰/۱۰	۵۰۰	متراکم
۰/۰۴۹	۱۵۰ تا ۱۰۰	انبساط یافته خالص
۰/۰۵۵	۲۵۰ تا ۱۵۰	انبساط یافته به هم چسبیده با قیر یا با صمغهای مصنوعی
۰/۱۲	۴۰۰ تا ۳۰۰	کاه فشرده
		مصالح پلاستیکی
		پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم) برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به صورت منقطع
۰/۰۵۸	۹ تا ۷	
۰/۰۴۷	۱۴ تا ۱۰	
۰/۰۴۱	بیش از ۱۵	
۰/۰۵۸	کمتر از ۹	قالب‌گیری شده ممتد بدون پوسته سطحی
۰/۰۴۷	۱۲ تا ۱۰	
۰/۰۴۳	۱۴ تا ۱۳	
۰/۰۴۱	بیش از ۱۵	
		اکستروژن شده
۰/۰۳۷	۴۰ تا ۲۸	با هوا
۰/۰۳۵	۳۵ تا ۳۰	با HCFC
۰/۰۳۳	۴۰ تا ۳۵	با CFC
۰/۰۵۰	-	دیگر موارد پلی‌کلرور وینیل (PVC) منبسط‌شده
۰/۰۳۱	۳۵ تا ۲۵	
۰/۰۳۴	۴۸ تا ۳۵	پلی‌پورتان
۰/۰۳۰	۴۰ تا ۲۷	لایه‌ها و بلوکهای انبساط یافته ممتد
۰/۰۳۳	۶۵ تا ۴۰	بلوکهای انبساط یافته منقطع
۰/۰۳۰	-	دیگر موارد

ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب W/m.°C	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m ³	مصالح
		مصالح مصنوعی متراکم متداول در ساختمان
۰/۴	۱۵۰۰ تا ۱۳۰۰	کائوچو مصنوعی
۰/۴	۱۵۰۰ تا ۱۰۰۰	فرمو - فنول
۰/۴	۱۱۵۰ تا ۱۰۰۰	پلی آمید (نایلون، ریلسان)
۰/۴	۱۷۰۰ تا ۱۴۰۰	پلی استر
۰/۴	۱۰۰۰ تا ۹۰۰	پلی اتیلن
۰/۲	۱۳۰۰ تا ۱۲۰۰	پلی متاکریلات متیل (آلتوگلاس، پلکسی گلاس)
۰/۲	۱۴۰۰ تا ۱۳۰۰	پلی کلرور وینیل (PVC)
۰/۴	۱۶۵۰ تا ۱۰۰۰	بتونه درزها و پرکننده‌های عایق رطوبتی (سیلیکن، پلی اورتان، پلی سولفور، اکریلیک)
		محصولات عایق رطوبتی
۰/۷۰	۲۱۰۰	آسفالت خالص
۱/۱۵	-	آسفالت ماسه‌ای
۰/۲۳	۱۱۰۰ تا ۱۰۰۰	لایه‌های نمدی و پوششهای نرم آغشته به قیر
		فلزات و آلیاژها
۷۲	۷۸۷۰	آهن خالص
۵۲	۷۷۸۰	فولاد
۵۶	۷۵۰۰	چدن
۲۳۰	۲۷۰۰	آلومینیم
۱۶۰	۲۸۰۰	دورالومین
۳۸۰	۸۹۳۰	مس
۱۱۰	۸۴۰۰	برنج
۳۵	۱۱۳۴۰	سرب
۱۱۲	۷۱۳۰	روی
۱/۱	۲۷۰۰	شیشه




ضریب هدایت حرارتی مفید (λ) بر حسب $W/m.^{\circ}C$	وزن مخصوص خشک (ρ) بر حسب kg/m^3	مصالح
		دیگر موارد
۰/۱۹	۴۰۰ تا ۵۰۰	لایه‌های متشکل از ورمیکولیت یا پرلیت انبساط یافته ساخته شده در کارخانه
۰/۱۴	۳۰۰ تا ۴۰۰	لایه‌های متشکل از ورمیکولیت به هم چسبیده با سیلیکاتها
۰/۱۰	۲۰۰ تا ۳۰۰	
۰/۰۵۸	۱۷۰ تا ۱۹۰	لایه‌های متشکل از پرلیت انبساط یافته به هم چسبیده با مواد چسبنده قیری
۰/۰۵	۱۲۰ تا ۱۳۰	کف شیشه (شیشه متخلخل)
۰/۰۵۵	۱۳۰ تا ۱۴۰	
۰/۰۶۳	۱۴۰ تا ۱۸۰	

پیوست ۸ مقادیر مقاومت‌های حرارتی سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی، لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

این مقادیر برای محاسبات هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) ملاک عمل می‌باشد، مگر اینکه ضرایب حرارتی مربوطه توسط مراجع ذی‌صلاح و با رعایت استانداردهای ملی تعیین شده‌باشد.

پ-۸-۱ مقاومت‌های حرارتی لایه هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی

در این قسمت، مقاومت‌های حرارتی (R_i) بین سطوح داخلی و خارجی پوسته خارجی و هوای محیط مجاور (داخل یا خارج) که با آن در تماس هستند، بسته به زاویه جدار نسبت به سطح افقی، جهت جریان حرارت و مشخصات فضایی که جدار با آن در تماس است ارائه می‌گردد. واحد مورد استفاده $[m^2.K/W]$ است:

جدار در تماس با فضای کنترل‌نشده			جدار در تماس با فضای خارج			جهت جریان حرارت	زاویه جدار نسبت به سطح افقی
مجموع لایه‌ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی	مجموع لایه‌ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی		
۰٫۲۲	۰٫۱۱	۰٫۱۱	۰٫۱۷	۰٫۰۶	۰٫۱۱	 افقی	عمودی یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی
۰٫۱۸	۰٫۰۹	۰٫۰۹	۰٫۱۴	۰٫۰۵	۰٫۰۹	 رو به بالا	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی
۰٫۳۴	۰٫۱۷	۰٫۱۷	۰٫۲۲	۰٫۰۵	۰٫۱۷	 رو به پایین	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی

پ-۸-۲ مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محصور شده بین دو لایه جامد

جدار پوسته خارجی

در این قسمت، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محصور شده بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی (در صورت وجود)، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایه داده شده است

ضخامت لایه هوا به میلی‌متر							جهت جریان حرارت	زاویه لایه هوا نسبت به سطح افقی
۵۱	۲۵	۱۴	۱۱,۱	۹,۱	۷,۱	۵		
تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	افقی	عمودی یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی
۱۰۰	۵۰	۲۴	۱۳	۱۱	۹	۷	افقی	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی
۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۵	۰,۱۴	۰,۱۳	۰,۱۱	رو به بالا	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی
۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۱۳	۰,۱۲	۰,۱۱	رو به پایین	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی
۰,۲۰	۰,۱۸	۰,۱۶	۰,۱۵	۰,۱۴	۰,۱۳	۰,۱۲		

پ-۸-۳ مقاومت‌های حرارتی (R_i) لایه‌های عناصر ساختمانی از جنس مصالح

بنائی متداول

در اینجا، مقادیر مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی متداول ارائه می‌شود. واحد مورد استفاده $[m^2 \cdot K/W]$ است :

آجر

آجر پلاک (نما)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

مقاومت حرارتی	ضخامت (سانتی‌متر)	آجر پلاک (نما)
۰,۰۳	۳ تا ۴	

آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر بلوک آجری: ضخامت : ۵,۵ سانتیمتر
 عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتیمتر
 طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتیمتر
 وزن مخصوص ماده آجر: بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب




مقادیر مقاومت حرارتی R_i

ضخامت جدار به سانتی‌متر				شکل آجرچینی مقطع افقی
۳۵	۲۲	۱۰,۵	۵,۵	
		۰,۰۹	۰,۰۵	
	۰,۲۰			
۰,۳۰				

آجر سوراخدار (دیوار)





ابعاد متداول : ضخامت : ۵,۵ سانتیمتر
 عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتیمتر
 طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتیمتر
 وزن مخصوص ماده سفالی : بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب
 درصد روزه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

ضخامت جدار به سانتی‌متر			شکل آجر چینی مقطع افقی
۳۵	۲۲	۱۰,۵	
		۰,۱۳	
	۰,۲۸		
۰,۴۲			




بلوک سفالی (دیوار)

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

ضخامت جدار به سانتی‌متر						شکل بلوک مقطع افقی
۴۰	۲۰	۱۵	۱۲,۵	۱۰,۵	۷,۵	
				۰,۲۰	۰,۱۶	
		۰,۳۰	۰,۲۷			
۰,۷۸	۰,۳۹					 یا 

بلوک سیمانی (دیوار)

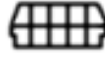

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

ضخامت جدار به سانتی‌متر					شکل بلوک مقطع افقی
۴۰	۲۰	۱۵	۱۰,۵	۷,۵	
			۰,۰۹	۰,۰۷	
	۰,۱۹	۰,۱۴			
۰,۳۲					

تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

فاصله محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر
 ضخامت بدنه سفالی بلوک : ۸ تا ۱۰ میلیمتر
 وزن مخصوص خشک ماده سفالی بلوک : ۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
 پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتیمتر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین)


مقادیر مقاومت حرارتی R_i

ضخامت بلوک به سانتی‌متر		شکل بلوک مقطع افقی
۲۵	۲۰	
	۰,۲۶	
۰,۳۵		

تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

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

مقادیر مقاومت حرارتی R_i

ضخامت بلوک به سانتی‌متر		شکل بلوک مقطع افقی
۲۵	۲۰	
	۰,۱۵	
۰,۲۵		

پیوست ۹ - مقادیر ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوهای ساختمانی

این مقادیر برای محاسبات هر دو روش طراحی عایق کاری حرارتی (الف و ب) ملاک عمل می‌باشد، مگر اینکه ضرایب انتقال حرارت توسط مراجع ذیصلاح و با رعایت استانداردهای ملی تعیین شده باشد. کلیه مقادیر بر حسب $W/m^2.K$ هستند.

پ-۹-۱ ضرایب انتقال حرارت پنجره (قاب‌های شیشه‌دار) بدون پرده داخلی (U_G)

زاویه جدار شفاف نسبت به سطح افقی		جنس پروفیل	ضخامت اسمی لایه هوا (میلیمتر)	نوع شیشه			
عمودی (با زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی ۶۰ درجه نسبت به افق)	افقی (یا با زاویه‌ای کوچکتر از ۶۰ درجه نسبت به افق)						
۵,۵	۵,۰	چوب یا پی‌وی‌سی		ساده			
۶,۵	۵,۸	فلز					
۳,۵	۳,۳	چوب یا پی‌وی‌سی	۶	دوجداره	پنجره ساده		
۴,۳	۴,۰	فلز	(۷ تا ۵)				
۳,۳	۳,۱	چوب یا پی‌وی‌سی	۸				
۴,۲	۳,۹	فلز	(۹ تا ۷,۱)				
۳,۲	۳,۰	چوب یا پی‌وی‌سی	۱۰				
۴,۱	۳,۸	فلز	(۱۱ تا ۹,۱)				
۳,۱	۲,۹	چوب یا پی‌وی‌سی	۱۲				
۴,۰	۳,۷	فلز	(۱۳ تا ۱۱,۱)				
۲,۷	۲,۶	چوب یا پی‌وی‌سی	بیش از			ساده	دوپنجره
۳,۲	۳,۰	فلز	۳۰				

پ-۹-۲ ضرایب انتقال حرارت پنجره (قاب‌های شیشه‌دار) با پرده داخلی

متحرک (U_e)

زاویه جدار شفاف نسبت به سطح افقی	عمودی (با زاویه‌ای بزرگتر یا مساوی ۶۰ درجه نسبت به افق)	جنس پروفیل	ضخامت اسمی لایه هوا (میلیمتر)	نوع شیشه		
						افقی (یا با زاویه‌ای کوچکتر از ۶۰ درجه نسبت به افق)
۴,۲	۳,۷	چوب یا پی‌وی‌سی		ساده	پنجره ساده	
۴,۸	۴,۲	فلز				
۲,۹	۲,۶	چوب یا پی‌وی‌سی	۶	دوجداره		
۳,۴	۳,۱	فلز	(۵ تا ۷)			
۲,۸	۲,۵	چوب یا پی‌وی‌سی	۸			
۳,۳	۳,۰	فلز	(۷,۱ تا ۹)			
۲,۷	۲,۴	چوب یا پی‌وی‌سی	۱۰			
۳,۲	۲,۹	فلز	(۹,۱ تا ۱۱)			
۲,۶	۲,۴	چوب یا پی‌وی‌سی	۱۲			
۳,۲	۲,۹	فلز	(۱۱,۱ تا ۱۳)			
۲,۳	۲,۱	چوب یا پی‌وی‌سی	بیش از		ساده	دوپنجره
۲,۷	۲,۵	فلز	۳۰			

پ-۹-۳ ضرایب انتقال حرارت درها (U_D)

نوع در	جنس در	نوع شیشه مصرفی	درصد شیشه خور	مجاور فضای خارج	مجاور فضای کنترل نشده
ساده	چوب	-	-	۳,۵	۲,۰
		ساده	کمتر از ۳۰٪	۴,۰	
		دوجداره	بین ۳۰٪ و ۶۰٪	۴,۵	
		دوجداره		۳,۳	
ساده	فلز	-	-	۵,۸	۴,۵
		ساده	کمتر از ۳۰٪	۵,۸	
		دوجداره	بین ۳۰٪ و ۶۰٪	۵,۵	
		ساده		۴,۸	
	شیشه (بدون قاب)			۵,۸	
گردان (مدور)	چوب	-	-	-	۴,۵
	فلز یا شیشه	-	-	-	۵,۲
دو در ^۱ (روی پاشنه یا کشویی)	چوب	-	-	-	۲,۹
	فلز یا شیشه	-	-	-	۳,۳

^۱ Vestibule