وزارت مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مقررات ملی ساختمان ایران

مبحث نوزدهم

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

(ویرایش ۱۳۹۸)

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

مقدمه ویرایش چهارم

در تمامی جوامع امروزی، انرژی یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین موضوعات محسوب می‌گردد، و با توجه به سهم عمده بخش ساختمان، تحولات چشم‌گیری در دهه‌های اخیر در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، در جهت بهبود وضعیت مصرف انرژی، صورت گرفته‌است. برای مثال، انتظارات به‌جایی در جامعه مهندسی و نهادهای مرتبط با موضوع بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان ایجاد شده، که مطالبات مشخصی را در قوانین و آیین‌نامه‌های ملی مطرح کرده‌است. برای مثال، در ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف و آیین‌نامه اجرایی آن، لزوم بازنگری مقررات ملی، به‌منظور تعیین رده انرژی و جهت‌گیری به‌سوی ساختمان سبز، به‌عنوان یک وظیفه برای وزارت راه‌وشهرسازی مشخص گردیده‌است.

ویرایش حاضر، که چهارمین ویرایش مبحث محسوب می‌گردد، دارای تغییرات مهمی است، که اهم آنها عبارتند از:

- برای رعایت ضوابط آیین‌نامه ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف، در ویرایش جدید سه رده انرژی، به شرح زیر، تعریف شده است:
  - «ساختمان‌های مطابق مبحث ۱۹ (**EC**)» پایین‌ترین رده انرژی تلقی می‌شود و دست‌یابی به این رده اجباری‌است.
  - «ساختمان کم‌انرژی (**EC+**)» و «ساختمان بسیار کم‌انرژی (**EC++**)» رده‌های انرژی بالاتر هستند. تا زمانی که الزامی برای دست‌یابی به این رده‌ها در دیگر قوانین و آیین‌نامه‌ها مطرح نشده‌باشد، دست‌یابی به این رده‌ها اختیاری است.

  چنین الگویی در دیگر کشورها نیز در نظر گرفته شده‌است. برای مثال، در کشورهای اروپایی، طراحی و اجرای «ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک صفر» تا پایان سال ۲۰۱۸ اختیاری بود، ولی از آغاز سال ۲۰۱۹، مطابق ضوابط جدید اروپا، لازم است طراحی و اجرای تمامی ساختمان‌های عمومی جدید مطابق ضوابط تعیین‌شده برای «ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک صفر» باشد.
- در ویرایش‌های پیشین دو روش طراحی پوسته خارجی ساختمان مطرح شده‌بود. در ویرایش جدید، علاوه بر دو روش «تجویزی» و «موازنه‌ای (کارکردی)»، دو روش دیگر، تحت عناوین «نیاز انرژی» و «کارایی انرژی» نیز مطرح شده‌اند. لازم به ذکر است روش

تجویزی ساده‌ترین روش و روش کارایی انرژی تخصصی‌ترین روش طراحی هستند. در عین حال، کمترین گزینه‌ها در طراحی و بیشترین هزینه اجرا در حالت استفاده از روش تجویزی است، در حالی که بیشترین گزینه‌ها و حق انتخاب‌ها در طراحی و کمترین هزینه اجرا در صورتی قابل دست‌یابی‌است که از روش «کارایی انرژی» استفاده شود. توضیحات تکمیلی در این خصوص در بند ۱۹-۳-۲-۱ این مبحث ارائه شده‌است.

- فصل‌بندی مبحث بازبینی شده‌است. ضمن این‌که یک فصل به تعاریف اختصاص یافته‌است، فصل‌بندی بخش‌های مربوط به روش‌های طراحی نیز تغییر کرده‌است، و فصول ۵ تا ۸، هر یک به یکی از روش‌های مطرح‌شده اختصاص یافته‌اند، و زیرفصل‌هایی تحت عنوان «پوسته خارجی»، «تأسیسات مکانیکی» و «تأسیسات برقی»، برای هر یک از فصول مربوط به روش‌های طراحی درنظر گرفته شده‌است. علاوه بر این، فصلی نیز تحت عنوان «ضوابط اجباری» در نظر گرفته شده‌است که حاوی ضوابطی است که در تمامی ساختمان‌ها باید رعایت شوند.

در نتیجه، پس از تصمیم‌گیری در خصوص روش طراحی ترجیحی، کافی است طراح در وحله اول از رعایت‌شدن ضوابط مطرح‌شده در فصل ۴ اطمینان حاصل نماید، و سپس به فصل مربوط به روش انتخاب‌شده (۵ تا ۸) مراجعه نماید.

- روش کارکردی ساختاری مشابه روش تجویزی پیدا کرده‌است و مقادیر متفاوتی برای ضرایب انتقال حرارت مرجع ارائه شده‌است. ساختار جدید این روش، بدون آن‌که تغییر اساسی در آن صورت گرفته‌باشد، به طراح این امکان طراحی را فراهم می‌سازد که بدون نیاز به محاسبه پل‌های حرارتی، و بدون نیاز به استفاده از ضرایب تعریف‌شده در پیوست ۱۱ برای حالت عدم محاسبه پل حرارتی، طراحی پوسته خارجی را انجام دهد. علاوه بر این، برخی کاستی‌ها، از جمله تعیین یک ضریب انتقال حرارت مرجع واحد برای دیوارها، بام‌ها و کف‌های در تماس با فضای کنترل‌نشده برطرف شده‌است.
- در ویرایش قبلی، در طراحی تنها ضریب انتقال حرارت شیشه و یا پنجره در نظر گرفته می‌شد. در ویرایش جدید، علاوه‌بر ضریب انتقال حرارت، جهت‌گیری پنجره، ضریب بهره گرمایی خورشیدی و همچنین نسبت ضریب عبور نور مرئی به ضریب بهره گرمایی خورشیدی نیز در طراحی تعیین‌کننده هستند. علاوه‌بر این، مشخصات در نظر گرفته‌شده برای ساختمان مرجع، برای مناطق سردسیر (نیاز گرمایی غالب) و گرم‌سیر (نیاز سرمایی غالب)، و برای جهت‌های مختلف، متفاوت است، تا جدار نورگذر درنظر گرفته‌شده برای ساختمان مرجع بیشترین انطباق را با منطقه اقلیمی مورد نظر داشته‌باشد.

–در بخش‌های مربوط به تأسیسات مکانیکی، علاوه بر موارد مطرح‌شده در ویرایش قبلی، موضوعات کلیدی دیگری نیز، از جمله حداقل بازدهی تجهیزات، کنترل و پایش، بازیافت و ذخیره‌سازی انرژی مدنظر قرار گرفته‌است.

– در روش‌های مختلف طراحی، ضوابط جدیدی برای بهره‌گیری از سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر، در نظر گرفته شده‌است. علاوه بر این، امکان جایگزینی استفاده از سیستم‌های تجدیدپذیر با ارتقاء مشخصات حرارتی بام نیز پیش‌بینی شده‌است، که حق انتخاب مضاعفی را در اختیار طراح قرار می‌دهد.

– اهمیت ویژه‌ای به موضوع بهره‌گیری از روشنایی طبیعی معطوف شده‌است، تا علاوه بر ارتقاء شرایط محیط داخل، مصرف روشنایی مصنوعی نیز تا حد ممکن کاهش یابد.

– در بخش‌های مربوط به تأسیسات برقی، علاوه بر توجه به روشنایی مصنوعی، سیستم‌های کنترل و موتورها، به موارد مهم دیگر نیز، از جمله کاربرد سیستم‌های تولید هم‌زمان، ترانسفورماتورها، مولدهای نیروی برق اضطراری، بانک‌های خازن، سیستم‌های اندازه‌گیری، آسانسورها و پلکان‌های برقی نیز پرداخته شده‌است.

– در پیوست‌ها تغییرات زیر صورت گرفته‌است:

– به‌جای مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف و علایم، پیوست ۱، تحت عنوان فهرست واژگان، در نظر گرفته شده‌است، که حاوی واژه‌های معادل به زبان انگلیسی است.

– با توجه به تغییر الگوی طراحی شیشه‌ها و پنجره‌ها، پیوست «روش محاسبه شاخص خورشیدی» حذف گردیده‌است.

– پیوست جدیدی (پیوست ۵) تحت عنوان «برنامه زمانی بهره‌برداری ساکنین و عملکرد تجهیزات» برای ایجاد هماهنگی‌های لازم برای طراحی با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی اضافه شده‌است.

– روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح که در ویرایش قبلی در فصل پوسته خارجی ساختمان آمده بود به پیوست ۶ منتقل شده‌است.

– در تمامی متن مقررات، برای استفاده هرچه آسان‌تر از متن این مبحث، بعضی از پاراگراف‌ها دارای پشت‌زمینه رنگی، به شرح زیر هستند:

پشت زمینه خاکستری توضیحات یا توصیه‌های غیر الزامی

پشت زمینه آبی الزامات مطرح در زمان اجرا

–

فهرست مطالب

۱۹-۱ کلیات ۱۷

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد ۱۸

۱۹-۱-۲ میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها ۱۹

۱۹-۱-۲-۱ ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC) ۱۹

۱۹-۱-۲-۲ ساختمان کم‌انرژی (EC+) ۱۹

۱۹-۱-۲-۳ ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++) ۱۹

۱۹-۱-۳ استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع ۱۹

۱۹-۲ تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها ۲۳

۱۹-۲-۱ تعاریف ۲۳

۱۹-۲-۲ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین‌کننده و گروه‌بندی ساختمان‌ها ۴۱

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین‌کننده ۴۱

۱۹-۲-۲-۱-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان ۴۱

۱۹-۲-۲-۱-۲ گونه‌بندی مناطق مختلف کشور از نظر درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه ۴۲

۱۹-۲-۲-۱-۳ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان ۴۲

۱۹-۲-۲-۱-۴ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ۴۲

۱۹-۲-۲-۱-۵ گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی ۴۳

۱۹-۲-۲-۲ تعیین گروه ساختمان‌ها ۴۳

۱۹-۳ مقررات کلی طراحی و اجرا ۴۴

۱۹-۳-۱ مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جوئی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانهٔ ساختمان ۴۴

۱۹-۳-۱-۱ چک لیست انرژی ۴۴

۱۹-۳-۱-۲ اطلاعات مدل‌سازی انرژی ۴۶
۱۹-۳-۱-۳ نقشه‌های ساختمان ۴۶
۱۹-۳-۲ روش‌های مختلف طراحی و نرم‌افزارهای در هماهنگی با مقررات ۴۷
۱۹-۳-۲-۱ روش‌های طراحی ۴۷
۱۹-۳-۲-۱-۱ شرایط لازم برای استفاده از روش تجویزی ۴۹
۱۹-۳-۲-۱-۲ شرایط لازم برای استفاده از روش موازنه‌ای ۴۹
۱۹-۳-۲-۲ معرفی ویژگی‌های روش‌های طراحی ارائه شده ۴۹
۱۹-۳-۲-۳ ابزارهای تحلیلی (نرم‌افزارهای) مورد تأیید ۵۰
۱۹-۴ ضوابط اجباری ۵۱
۱۹-۴-۱ الزامات کلی ۵۱
۱۹-۴-۱-۱-۱ الزامات مربوط به ساختمان نو (نوسازی) ۵۱
۱۹-۴-۱-۱-۲ الزامات مربوط به بهسازی (و باز نوسازی) ۵۲
۱۹-۴-۲ پوستهٔ خارجی ساختمان ۵۲
۱۹-۴-۲-۱ مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق‌کاری حرارتی ۵۲
۱۹-۴-۲-۲ مشخصات حداقل جدارهای غیر نورگذر پوسته خارجی ساختمان ۵۳
۱۹-۴-۲-۳ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان ۵۳
۱۹-۴-۲-۴ جدارهای مجاور دیگر ساختمان‌ها ۵۴
۱۹-۴-۲-۵ درزبندی جدارها ۵۵
۱۹-۴-۲-۶ جزییات عایق‌کاری حرارتی جدارها ۵۶
۱۹-۴-۲-۷ محاسبه پل‌های حرارتی ۵۶
۱۹-۴-۲-۸ روشنایی طبیعی ۵۶
۱۹-۴-۲-۸-۱ کلیات ۵۶
۱۹-۴-۲-۸-۲ سطح کار ۵۷
۱۹-۴-۲-۸-۳ یکنواختی روشنایی بر سطح کار ۵۸

۱۹-۴-۲-۸-۴ خیرگی ۶۰
۱۹-۴-۳ تأسیسات مکانیکی ۶۰
۱۹-۴-۳-۱ عایق‌کاری حرارتی ۶۰
۱۹-۴-۳-۱-۱ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن ۶۰
۱۹-۴-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی کانال ۶۱
۱۹-۴-۳-۲ حداقل بازدهی تجهیزات ۶۱
۱۹-۴-۳-۳ کنترل و پایش (مانیتورینگ) ۶۵
۱۹-۴-۳-۳-۱ کنترل دمایی فضای کنترل‌شده ۶۵
۱۹-۴-۳-۳-۲ کنترل سیستم مرکزی ۶۷
۱۹-۴-۳-۳-۳ کنترل سیستم مستقل ۶۸
۱۹-۴-۳-۳-۴ سایر کنترل‌ها ۶۸
۱۹-۴-۳-۴ انتخاب و نصب مناسب تجهیزات ۶۹
۱۹-۴-۳-۵ استخر آب‌گرم ۶۹
۱۹-۴-۴ تأسیسات برقی ۷۰
۱۹-۴-۴-۱ حوزه شمول و کلیات ۷۰
۱۹-۴-۴-۲ انشعاب برق ۷۰
۱۹-۴-۴-۲-۱ انشعاب برق فشار ضعیف (منشعب از شبکه عمومی) ۷۰
۱۹-۴-۴-۲-۲ انشعاب برق فشار متوسط (اختصاصی) ۷۱
۱۹-۴-۴-۲-۳ سیستم سرعت متغیر (VSD) ۷۱
۱۹-۴-۴-۳ مولد نیروی برق اضطراری ۷۱
۱۹-۴-۴-۴ دستگاه‌های برق بدون وقفه ۷۳
۱۹-۴-۴-۵ بانک خازن ۷۴
۱۹-۴-۴-۶ سیستم‌های اندازه‌گیری ۷۵
۱۹-۴-۴-۶-۱ اندازه‌گیری توان راکتیو در انشعاب برق فشار ضعیف ۷۶

۱۹-۴-۴-۶-۲ اندازه‌گیری پارامترهای برق در انشعاب برق فشار متوسط ۷۶
۱۹-۴-۴-۶-۳ اندازه‌گیری پارامترهای برق شبکه فشار ضعیف در انشعاب برق فشار متوسط ۷۷
۱۹-۴-۴-۶-۴ اندازه‌گیری پارامترها در انشعاب برق فشار ضعیف ۷۸
۱۹-۴-۴-۷ تلفات بار در شبکه توزیع برق و سیم‌کشی برق ۷۸
۱۹-۴-۴-۸ سیستم مدیریت روشنایی ۷۹
۱۹-۴-۴-۹ سیستم کنترل روشنایی ۷۹
۱۹-۴-۴-۱۰ لامپ سیستم روشنایی مصنوعی ۷۹
۱۹-۴-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر ۸۰
۱۹-۴-۵-۱ مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم ۸۰
۱۹-۴-۵-۲ موارد خاص ۸۰
۱۹-۵ روش تجویزی ۸۲
۱۹-۵-۱ اصول کلی ۸۲
۱۹-۵-۲ پوسته خارجی ساختمان ۸۴
۱۹-۵-۲-۱ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان ۸۴
۱۹-۵-۲-۱-۱ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۱ ۸۶
۱۹-۵-۲-۱-۲ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۲ ۹۱
۱۹-۵-۲-۱-۳ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۳ ۹۶
۱۹-۵-۲-۲ - روشنایی طبیعی ۱۰۱
۱۹-۵-۳ تأسیسات مکانیکی ۱۰۳
۱۹-۵-۳-۱ بازیافت انرژی ۱۰۳
۱۹-۵-۳-۲ اکونومایزر ۱۰۵
۱۹-۵-۳-۳ فن و پمپ ۱۰۵
۱۹-۵-۳-۴ تجهیزات دفع حرارت ۱۰۶
۱۹-۵-۳-۵ سیستم‌های ذخیره ساز انرژی ۱۰۶

۱۹-۵-۳-۶ سامانه‌های پایش عملکرد ۱۰۷
۱۹-۵-۴ تأسیسات برقی ۱۰۷
۱۹-۵-۴-۱ سیستم‌های تولید برق همزمان ۱۰۷
۱۹-۵-۴-۲ ترانسفورماتورها ۱۰۸
۱۹-۵-۴-۲-۱ ترانسفورماتورهای فشار متوسط ۱۰۸
۱۹-۵-۴-۲-۲ حداکثر راندمان انرژی و تلفات ترانسفورماتورهای فشار متوسط ۱۰۸
۱۹-۵-۴-۲-۳ تلفات کل ترانسفورماتورهای فشار متوسط ۱۰۹
۱۹-۵-۴-۲-۴ تلفات و ضریب حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتورهای روغنی (OIT) ۱۱۰
۱۹-۵-۴-۲-۵ تلفات کل ترانسفورماتورهای روغنی ۱۱۱
۱۹-۵-۴-۲-۶ اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای روغنی ۱۱۲
۱۹-۵-۴-۲-۷ تلفات و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک (CRT) ۱۱۳
۱۹-۵-۴-۲-۸ تلفات کل ترانسفورماتورهای خشک ۱۱۴
۱۹-۵-۴-۲-۹ اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای خشک ۱۱۵
۱۹-۵-۴-۲-۱۰ سیستم‌های کاهش دمای اتاق ترانسفورماتور ۱۱۶
۱۹-۵-۴-۲-۱۱ شرایط استفاده از انواع مختلف ترانسورماتورهای فشار متوسط ۱۱۷
۱۹-۵-۴-۲-۱۲ ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و خشک فشار متوسط ۱۱۹
۱۹-۵-۴-۲-۱۳ رده‌بندی ترانسفورماتورها ۱۱۹
۱۹-۵-۴-۲-۱۴ ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و رتبه‌بندی ساختمان‌ها ۱۲۰
۱۹-۵-۴-۲-۱۵ ضریب بار ترانسفورماتورهای خشک و رتبه‌بندی ساختمان‌ها ۱۲۱
۱۹-۵-۴-۳ موتورهای برقی ۱۲۲
۱۹-۵-۴-۳-۱ حداقل راندمان پمپ‌های آب و موتور فن‌های دستگاه‌های هوارسان ۱۲۲
۱۹-۵-۴-۴ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت فن‌کویل‌ها ۱۲۳
۱۹-۵-۴-۵ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت کولرهای آبی ۱۲۴
۱۹-۵-۴-۶ آسانسورها و پلکان‌های برقی ۱۲۴

۱۹-۵-۴-۷ حداقل راندمان لازم برای دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک... ۱۲۵
۱۹-۵-۴-۸ حداقل ضریب توان اصلاح شده ساختمان ۱۲۵
۱۹-۵-۴-۹ سیستم مدیریت روشنایی ۱۲۵
۱۹-۵-۴-۹-۱ حداقل امکانات و قابلیت‌های سیستم مدیریت روشنایی ۱۲۶
۱۹-۵-۴-۱۰ سیستم‌های کنترل روشنایی ۱۲۷
۱۹-۵-۴-۱۰-۱ کلیدهای قطع و وصل ۱۲۷
۱۹-۵-۴-۱۰-۲ حسگر (سنسور) حرکت و حسگر حضور ۱۲۷
۱۹-۵-۴-۱۰-۳ حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی ۱۲۸
۱۹-۵-۴-۱۰-۴ ساعت فرمان مدار روشنایی ۱۲۹
۱۹-۵-۴-۱۰-۵ تایمر مدار روشنایی ۱۲۹
۱۹-۵-۴-۱۰-۶ سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی ۱۲۹
۱۹-۵-۴-۱۱ لامپ‌های سیستم روشنایی ۱۳۰
۱۹-۵-۴-۱۱-۱ راندمان لامپ‌های سیستم روشنایی ۱۳۰
۱۹-۵-۴-۱۲ چگالی توان سیستم روشنایی ۱۳۳
۱۹-۵-۴-۱۲-۱ توان کل لامپ‌های یک فضای ساختمان ۱۳۳
۱۹-۵-۴-۱۲-۲ چگالی توان سیستم روشنایی فضاها ۱۳۵
۱۹-۵-۴-۱۲-۳ چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان ۱۳۶
۱۹-۵-۴-۱۲-۴ حداکثر مقادیر چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان ۱۳۶
۱۹-۵-۴-۱۳ تعیین محل استقرار ترانسفورماتور فشار متوسط و یا تابلو برق فشار ضعیف اصلی ۱۳۸
۱۹-۵-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر ۱۴۰
۱۹-۶ روش موازنه‌ای (کارکردی) ۱۴۲
۱۹-۶-۱ اصول کلی ۱۴۲
۱۹-۶-۲ پوسته خارجی ساختمان ۱۴۲

۱۹-۶-۲-۱ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ۱۴۵
۱۹-۶-۲-۲ محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح ۱۴۷
۱۹-۶-۲-۲-۱ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک ۱۵۱
۱۹-۶-۲-۲-۲ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو ۱۵۵
۱۹-۶-۲-۲-۳ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سه ۱۵۹
۱۹-۶-۲-۳ روشنایی طبیعی ۱۶۳
۱۹-۶-۳ تأسیسات مکانیکی ۱۶۳
۱۹-۶-۴ تأسیسات برقی ۱۶۳
۱۹-۶-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر ۱۶۳
۱۹-۷ روش نیاز انرژی ساختمان ۱۶۶
۱۹-۷-۱ اصول کلی ۱۶۸
۱۹-۷-۱-۱ مدل‌سازی و انجام محاسبات ۱۶۸
۱۹-۷-۱-۱-۱ اصول مطرح در خصوص شبیه‌سازی سایت و نحوه بهره‌برداری از ساختمان ۱۶۸
۱۹-۷-۱-۱-۲ نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ۱۶۸
۱۹-۷-۱-۲ داده‌های اقلیمی ۱۶۹
۱۹-۷-۱-۲-۱ برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات ۱۶۹
۱۹-۷-۲ پوسته خارجی ساختمان ۱۶۹
۱۹-۷-۲-۱ پارامترهای تأثیرگذار ۱۶۹
۱۹-۷-۲-۲ اصول مطرح در تعریف هندسه و مشخصات سطوح (جدارهای) پوسته خارجی ساختمان ۱۷۰
۱۹-۷-۲-۳ اصول مطرح در محاسبه نیاز انرژی ساختمان طرح ۱۷۱
۱۹-۷-۲-۴ اصول مطرح در محاسبه نیاز انرژی ساختمان مرجع ۱۷۱
۱۹-۷-۲-۵ روشنایی طبیعی ۱۷۲
۱۹-۷-۲-۵-۱ روش شبیه‌سازی و محاسبات عددی روشنایی طبیعی ۱۷۲

۱۹-۷-۲-۶ شرایط پذیرش نتایج محاسبات ۱۷۵
۱۹-۷-۳ تأسیسات مکانیکی ۱۷۶
۱۹-۷-۴ تأسیسات برقی ۱۷۶
۱۹-۷-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر ۱۷۶
۱۹-۸ روش کارایی انرژی ساختمان ۱۷۷
۱۹-۸-۱ اصول کلی ۱۷۸
۱۹-۸-۲ اصول مطرح در شبیه‌سازی و محاسبات عددی – انتظارات ۱۸۰
۱۹-۸-۲-۱ نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ۱۸۰
۱۹-۸-۲-۲ داده‌های اقلیمی ۱۸۱
۱۹-۸-۲-۳ برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات ۱۸۱
۱۹-۸-۳ اصول، روش‌های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات ۱۸۱
۱۹-۸-۳-۱ اصول مطرح در روش‌های مختلف طراحی ۱۸۲
۱۹-۸-۳-۱-۱ اصول طراحی به‌روش قیاسی ۱۸۲
۱۹-۸-۳-۱-۲ اصول طراحی به‌روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح) ۱۸۲
۱۹-۸-۳-۲ شرایط پذیرش نتایج محاسبات ۱۸۳
پیوست ۱ فهرست واژگان ۱۸۴
پیوست ۲ روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان ۱۹۰
پ۲-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار ۱۹۱
پ۲-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید ۱۹۲
پ۲-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن ۱۹۲
پیوست ۳ گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه شهرهای ایران ۱۹۴
پیوست ۴ گونه‌بندی کاربری و گروه ساختمان‌ها ۲۰۶
پیوست ۵ برنامه زمانی بهره‌برداری ساکنین و عملکرد تجهیزات ۲۰۹
پیوست ۶ روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح ۲۲۰

پ٦-١ محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده ٢٢٠

پیوست ٧ ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول ٢٢٤

پیوست ٨ مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی ٢٣٥

پ٨-١ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی ٢٣٦

پ٨-٢ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس ٢٣٧

پ٨-٣ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول ٢٣٨

پیوست ٩ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها ٢٤٥

پ٩-١ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها ٢٤٦

پ٩-٢ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ٢٥١

پ ٩-٣ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ٢٥٩

پ ٩-٤ ضرایب انتقال حرارت درها ٢٦١

پیوست ١٠ سایه‌بان‌ها ٢٦٢

پیوست ١١ روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی ٢٧٩

پ ١١-١ علل بروز پل‌های حرارتی ٢٨٠

پ ١١-٢ محاسبهٔ طول‌های پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی ٢٨١

پ ١١-٣ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) به‌روش محاسبه ٢٨٣

پ ١١-٤ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) با استفاده از جداول و مقادیر از پیش‌تعیین‌شده ٢٨٤

۱-۱۹ کلیات

در مبحث حاضر از مقررات ملی ساختمان ضوابط الزامی در طراحی و اجرا، در زمینه پوستهٔ خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویهٔ مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی، تأسیسات برقی و سیستم روشنایی، در جهت بهبود عملکرد عناصر و تجهیزات از دیدگاه انرژی، و همچنین کاهش نیاز و مصرف انرژی ساختمان، تا حدود تعیین‌شده در این مبحث، ارائه می‌گردد.

در این فصل مبحث، کلیات، شامل دامنه کاربرد، میزان کارایی انرژی ساختمان و همچنین استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع مورد استناد در این مبحث ارائه شده‌است.

در فصل دوم تعاریف عبارات و واژه‌های فنی مورد استفاده در این مبحث، و در فصل سوم مقررات کلی طراحی و اجرا ارائه شده‌است.

فصل چهارم به ضوابط اجباری اختصاص داده شده‌است. رعایت این ضوابط در تمامی موارد و برای همه روش‌های در نظر گرفته‌شده برای طراحی و اجرا الزامی است.

در فصل پنجم، تمامی ضوابط مربوط به روش تجویزی ارائه شده‌است. در قسمت اول این فصل از مبحث، اصول کلی مطرح برای این روش، و در ادامه الزامات مربوط به طراحی پوسته خارجی ساختمان، تأسیسات مکانیکی، تأسیسات الکتریکی، و همچنین روشنایی طبیعی و سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه شده‌است.

در سه فصل بعدی (فصل‌های ششم تا هشتم)، با ساختاری مشابه ساختار فصل پنجم، تمامی ضوابط مربوط به سه روش دیگر طراحی، یعنی روش موازنه‌ای (کارکردی)، نیاز انرژی و کارایی انرژی ساختمان ارائه شده است.

در ضمن، در پیوست‌های یازده‌گانه این مبحث نیز اطلاعات تکمیلی و روش‌های محاسبه مربوط به بخش‌های مختلف مبحث ارائه شده است.

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

۱-۱-۱۹ دامنه کاربرد

این مقررات، در خصوص ساختمان‌های جدید، در موارد زیر لازم‌الاجراست:

الف- ساختمان‌هایی که با مصرف انرژی گرم و یا سرد می‌شوند،

ب- سیستم‌های و تجهیزاتی که برای گرمایش، سرمایش، تهویه، روشنایی مصنوعی و تأمین آب‌گرم مصرفی برای ساختمان‌های بند الف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این مبحث در خصوص انرژی مصرفی برای هر گونه فرایند تولید در داخل یک ساختمان موضوعیت ندارد.

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

در مورد ساختمان‌های زیر، ضوابط این مبحث لازم‌الاجرا نیست:

- ساختمان‌های مورد استفاده برای پرورش، نگهداری و تکثیر حیوانات؛
- ساختمان‌هایی که بنا به عملکرد خاصشان، برای مدت طولانی باز نگه داشته می‌شوند، و فضاهای داخل ساختمان در ارتباط مستقیم با فضای خارج قرار می‌گیرد؛
- ساختمان‌های موقت، با دوره بهره‌برداری کمتر از ۲ سال و ساختمان‌هایی که دائما در حال نصب و برچیده‌شدن هستند؛
- ساختمان‌های موجود که اقدامات بهسازی آنها به اضافه یا حذف شدن بخش‌هایی از آنها محدود می‌شود، به‌شرطی‌که بخش‌های اضافه‌شده یا حذف شده کمتر از ۱۰۰ متر مربع باشد؛

روش‌های مختلف طراحی تعریف‌شده در این مبحث (در فصول ۱۹-۵ تا ۱۹-۸) برای تمامی ساختمان‌ها قابل کاربرد است، به‌استثنای موارد زیر:

– موارد تعیین‌شده در بخش‌های ۱۹-۳-۲-۱-۱ و ۱۹-۳-۲-۱-۲؛
– مواردی که در دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، تعیین می‌گردد.
– صلاحیت طراحی برای استفاده از روش‌های «نیاز انرژی» و «کارایی انرژی» تعریف‌شده در فصول ۱۹-۷ و ۱۹-۸ توسط وزارت راه‌وشهرسازی تأیید می‌گردد.

۱۹-۱-۲ میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها

در این مبحث، سه حد کیفیت ساختمان، با تعیین میزان کارایی انرژی، تعریف می‌شود:

۱۹-۱-۲-۱ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)

در این مبحث، عنوان « منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان» به ساختمانی اطلاق می‌شود که در طراحی و اجرای آن، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری بخش ۱۹-۴، انتظارات تعیین‌شده در یکی بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای ساختمان تحت همین عنوان، را نیز جواب‌گو باشد.

۱۹-۱-۲-۲ساختمان کم‌انرژی (EC+)

در صورتی که علاوه بر جواب‌گویی به انتظارات تعیین‌شده برای ساختمان «منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)» در بند ۱۹-۱-۲-۱، حدود کیفیت تعریف‌شده در یکی بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای «ساختمان کم‌انرژی» (EC+)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته شده‌باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان از دیدگاه انرژی اختیاری است.

۱۹-۱-۲-۳ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)

در صورتی که علاوه بر جواب‌گویی به انتظارات تعیین‌شده برای ساختمان «منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)» در بند ۱۹-۱-۲-۱، حدود کیفیت تعریف‌شده در یکی بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای «ساختمان بسیارکم‌انرژی» (EC++)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته شده‌باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان از دیدگاه انرژی اختیاری است.

۱۹-۱-۳ استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع

فهرست آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد استناد در این مبحث به شرح زیر است:

استانداردهای تعیین‌شده در مبحث ۵ مقررات ملی در خصوص مصالح ساختمانی، از جمله عایق‌های حرارتی و شیشه‌ها

استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷۹۵ - پنجره- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۱۵۶۳ – آب‌گرمکن‌های برقی مخزن‌دار خانگی - الزامات مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۷۳۴۲ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی بخاری‌های برقی خانگی و مشابه

استاندارد ملی شماره ۲-۳۶۷۸ – چیلرهای تراکمی تبخیری (با کندانسور و اواپراتور آب-خنک) روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۵ - برج‌های خنک‌کن تر - ویژگی‌ها و روش¬های آزمون مصرف انرژی و دستورالمعل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۶۰۱۶ - کولر گازی و پمپ گرما از نوع اتاقی بدون کانال (سرد و / یا سرد و گرم)- روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالمعل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۸- کولر گازی و/یا پمپ های گرما دوتکه (اسپلیت) سرد و/یا سرد و گرم (بدون کانال) – روش آزمون تعیین مصرف انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۴۹۱۰ - کولر آبی خانگی - الزامات مصرف انرژی و دستورالمعل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۱۵۷۴ - دستگاه‌های هواساز مرکزی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالمعل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۷۸۱۷ - پمپ های گریز از مرکز، جریان مختلط و محوری - روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۳۰۶- دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه هوا خنک - الزامات مصرف انرژی و دستورالمعل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۴۱- تجهیزات اداری - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۷۲ - جارو - مشخصات فنی و روش آزمون - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۷۳۴۱ - لامپ های الکتریکی - معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۷۵۹ – بالاست لامپهای فلورسنت– مشخصات فنی و روش آزمون – تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۷ – کابین‌های برودتی ویترینی– روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۴۸۵۳ – یخچال، فریزر، یخچال فریزر خانگی – روش اندازه گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۳۴۷۷ – ماشین لباسشویی تمام اتوماتیک– معیار ومشخصات فنی مصرف انرژی وبرچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۸۶۱۴ – ماشین های لباسشویی برقی خانگی – تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب

استاندارد ملی شماره ۶-۲-۲۴۹۴۲ – شیرآلات بهداشتی – تعیین معیار مصرف و دستورالعمل برچسب آب

استاندارد ملی شماره ۱-۲-۲۴۹۴۲ – سردوش تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب

استاندارد ملی شماره ۷۸۷۴ – موتورهای الکتریکی القایی تک‌فاز– معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۷۹۶۶ – موتورهای الکتریکی القایی سه‌فاز– معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۶۴۹۵ – تلویزیون– تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۴ – بادزن‌ها از ظرفیت ۱۷۰ تا ۳۵۰۰ مترمکعب بر ساعت – مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۶ – معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی فن‌کوئل‌های زمینی، سقفی و فن‌کوئل‌های کانالی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۹ – کمپرسورهای هرمتیک خانگی –مشخصات فنی و روش آزمون –تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۷۸۷۲ – اتوی برقی خانگی و مشابه – معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۷۸۷۵ – سماور برقی خانگی و مشابه – معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۱۲۲۰ - بخاری دودکش دار- مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۷۲۶۸ - بخاری گازسوز بدون دودکش – مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۱۸۲۸ - آب‌گرمکن فوری گازی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۳۷۸۲ - دیگ های بخار- مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۸ - وسایل پخت و پز گازسوز خانگی- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۹ - پکیج های گازسوز گرمایش مرکزی با توان ورودی اسمی حداکثر ۷۰ کیلووات – تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۳۵ - رادیاتورهای فولادی و آلومینیومی – تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۱۲۱۹ – آب‌گرم‌کن مخزن‌دار- مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۶۳ – دیگ و مشعل – معیار مصرف انرژی

استاندارد ملی شماره ۲-۱۱۴۱۹ - عملکرد حرارتی درها، پنجره‌ها و کرکره‌های بیرونی - محاسبه ضریب انتقال حرارت – قسمت ۲: روش عددی برای چهارچوب‌ها

استاندارد ملی شماره ۱۲۵۹۶ - پل حرارتی در ساختمان‌سازی –محاسبات

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۲ – آذر ۹۱ - کارایی حرارتی ساختمان ها –انتقال حرارت از طریق زمین –روش های محاسباتی

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۳ – آذر ۹۱ - پل های حرارتی در سازه‌های ساختمانی- قابلیت انتقال حرارت خطی –روش های ساده‌شده و مقادیر پیش فرض

استاندارد ملی شماره ۲-۱۴۷۹۴ – دی ۹۱ - عملکرد حرارتی درب‌ها و پنجره‌ها -تعیین ضریب انتقال حرارت با روش محفظه گرم- قسمت ۲ - پنجره سقفی و پنجره با طرح‌های دیگر

استاندارد ملی شماره ۱۴۸۲۷ – دی ۹۱ – عایق‌های حرارتی -تعیین مشخصات انتقال حرارتی پایا -محفظه گرم واسنجی و محافظت‌شده

۱۹-۲ تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها

۱۹-۲-۱تعاریف

در این بخش، تعاریف عباراتی که در متن مبحث ۱۹ مورد استفاده قرار گرفته‌است ارائه می‌گردد. لازم به توضیح است که با وجود تلاش‌های صورت گرفته، ممکن است تعاریف بعضی عبارات مورد استفاده در این مبحث با تعاریف ارائه شده در دیگر مباحث متفاوت باشد.

احداث

بنا کردن ساختمان بر زمین خالی.

اکونومایزر

یکی از انواع مبدل حرارتی که از گازهای داغ خروجی از اگزوز (اگزاست) جهت گرم کردن آب تغذیه بویلر (دیگ) استفاده میکند. اکونومایزر معمولا از تعدادی لوله سری تشکیل شده است که در آخرین مرحله در مسیر گازهای حاصل از احتراق قرار می‌گیرد. لوله‌های اکونومایزر در قسمت بیرونی یا محیطی دارای فین یا پره هستند تا با افزایش سطح تبادل حرارتی، مقدار حرارت جذب شده را افزایش دهند.

سامانه دیگری که به‌عنوان اکونومایزر معرفی می‌شود بخشی از سیستم هواساز است که در صورت مناسب بودن دمای هوای خارج سیستم گرمایی/سرمایی را خاموش می‌کند و هوای خارج را به‌طور مستقیم به فضاهای داخل می‌دمد.

انرژی‌های تجدیدپذیر

انواع انرژی که منابع تولیدشان، بر خلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر (فسیلی)، تقریباً پایان‌ناپذیر هستند، مانند تابش خورشید، باد، باران، جزر و مد، امواج، گرمای زمین (زمین‌گرمایی)، یا قابلیت جایگزینی/ایجاد مجددشان، توسط طبیعت، در یک بازه زمانی کوتاه وجود دارد، مانند زیست‌توده، زیست‌سوخت و هیدروژن.

اینرسی حرارتی

قابلیت کلی پوستهٔ خارجی و جدارهای داخلی در ذخیرهٔ انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان‌های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل‌شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه‌بندی می‌شود (ر.ک. به پیوست ۲).

آسایش حرارتی

شرایط ذهنی که در آن افراد ابراز رضایت از محیط حرارتی می‌کنند. آسایش حرارتی تنها به دما وابسته نیست و پارامترهای دیگری نظیر رطوبت نسبی، سرعت هوا، دمای تابشی سطوح اطراف، میزان لباس و نوع فعالیت افراد نیز وابسته است.

بازشو

عنصری با قابلیت باز شدن در پوستهٔ ساختمان، که برای دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردد؛ مانند در، پنجره و نورگیر.

بام تخت

پوشش نهایی ساختمان که شیبی کمتر از ۱۰ درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

بام شیب‌دار

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از ۱۰ درجه و کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی دارد. بر روی سقف شیب‌دار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل‌شده یا کنترل‌نشده قرار دارد. اگر شیب جدار بیش از ۶۰ درجه باشد، از دید این مبحث دیوار تلقی می‌شود.

برچسب انرژی

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

بهسازی (و بازنوسازی)

عملیات جزئی یا اساسی صورت‌گرفته بر روی یک ساختمان موجود، برای دست‌یابی به یک یا چند هدف زیر:

- بهبود وضعیت ظاهری نما و یا فضاهای داخلی؛
- بهبود عملکرد کل یک بخشی از عناصر تشکیل‌دهنده آن،
- ایجاد تغییرات در عملکرد و کاربری فضاهای مختلف.

در این مبحث، برای اختصار، به‌جای واژه بازنوسازی، از واژه بهسازی استفاده شده‌است.

پل حرارتی

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

پنجره با عملکرد حرارتی بهبودیافته

پنجره‌ای با ضریب انتقال حرارت سطحی کمتر از ۳٫۲ $[W/m^2.K]$.

پوستهٔ خارجی

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

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

پوستهٔ کالبدی

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

ترانسفورماتور خشک (CRT)

ر.ک. به تعاریف مبحث ۱۳.

ترانسفورماتور روغنی (OIT)

ر.ک. به تعاریف مبحث ۱۳.

تعداد دفعات تعویض هوا (در ساعت)

نسبت حجم هوای تعویض‌شده در واحد زمان (ساعت) به حجم فضای کنترل‌شده مورد نظر. میزان حداقل دفعات تنظیم هوا نباید کمتر از مقادیر تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان، جهت تأمین شرایط بهداشتی هوای داخل فضای کنترل‌شده باشد.

تغییر کاربری

تغییر نوع بهره‌برداری از یک ساختمان موجود.

توان اکتیو

ر.ک. به تعاریف مبحث ۱۳.

توان راکتیو

ر.ک. به تعاریف مبحث ۱۳.

توسعه

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

تهویه

روند دمیدن یا مکیدن هوا، از طریق طبیعی یا مکانیکی، به هر فضایی یا از هر فضایی، برای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (از قبیل کنترل دما و میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و مانند آنها). چنین هوایی ممکن است مطبوع شده باشد. در حالت تهویه مکانیکی، جابجا کردن هوا با استفاده از سیستم‌های مکانیکی فعال نظیر فن صورت می‌گیرد، در حالی‌که در تهویه طبیعی، جابجایی هوا در اثر باد یا گرم‌شدن هوا انجام می‌شود.

تهویهٔ مطبوع

کنترل هم‌زمان دما، رطوبت و پاکیزگی هوا و توزیع مناسب آن، برای تأمین شرایط مورد نیاز فضاهای ساختمان.

جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف)

جداری که ضریب عبور نور مرئی آن بزرگ‌تر از ۰٫۰۵ است. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات است و شامل پنجره‌ها، نماها و درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنهاست.

جرم سطحی

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

جرم سطحی مؤثر جدار (m_i)

جرم سطحی بخش رو به داخل جدار تشکیل دهندهٔ پوستهٔ خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان، که در محاسبهٔ جرم مؤثر و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست ۲).

جرم مؤثر جدار

حاصل‌ضرب جرم سطحی مؤثر در سطح جدار.

جرم مؤثر ساختمان (M)

مجموع جرم مؤثر جدارهای تشکیل‌دهنده پوستهٔ خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان که در محاسبهٔ اینرسی حرارتی ساختمان درنظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست ۲).

جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a)

نسبت جرم مؤثر ساختمان به سطح زیربنای مفید (ر.ک. به پیوست ۲).

خیرگی

پدیده ناشی از مقدار ناخواسته و شدید نور یا کنتراست زیاد آن، هنگامی که درخشندگی نور در محدوده چشم ناظر بیشتر از درخشندگی زمینه باشد.

درخشندگی

میزان نور عبوری از یک سطح، یا گسیل‌یافته از آن، در یک زاویه فضایی مشخص. درخشندگی معیار سنجش شدت نور در واحد مساحت در یک جهت مشخص است، و واحد آن کاندلا بر متر مربع cd/m^2 است.

دیوار

بخشی از پوستهٔ خارجی یا داخلی غیرنورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویهٔ بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است.

رده‌بندی میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها

رده‌بندی انرژی ساختمان (یا بخشی از آن) شاخصی است که حد کیفیت ساختمان از نظر مصرف انرژی را نشان می‌دهد. در این مقررات، سه رده برای ساختمان‌های مختلف تعریف شده‌است:

– ساختمان منطبق با ضوابط مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
– ساختمان کم‌انرژی
– ساختمان بسیار کم‌انرژی

در بخش ۱۹–۱–۲ توضیحات لازم در خصوص سه رده فوق ارائه شده‌است.

روز- درجهٔ سرمایش

واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار سرمایشی یک ساختمان در اوقات گرم سال به کار می‌رود. روز درجه سرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به ۲۱ درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از ۲۱ درجه سلسیوس بالاتر است.

روز- درجهٔ گرمایش

واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار گرمایشی یک ساختمان در اوقات سرد سال به کار می‌رود. روز درجه گرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به ۱۸ درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از ۱۸ درجه سلسیوس پایین‌تر است.

روش تجویزی

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹–۵)، که در آن مشخصات عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم‌ها و تجهیزات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی، و همچنین سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد.

روش کارایی انرژی ساختمان

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹–۸)، که در آن، کل انرژی مصرفی سالانه مبنا قرار می‌گیرد. در نتیجه، لازم است طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و

الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر به گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی مصرفی سالانه ساختمان از میزان محاسبه‌شده برای ساختمان مرجع کمتر باشد.

روش موازنه‌ای (کارکردی)

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹-۶)، که در آن تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت ساختمان مد نظر قرار می‌گیرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را می‌توان توسط یک یا چند عنصر ساختمانی دیگر با مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشی از ساختمان از ضریب انتقال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد.

روش نیاز انرژی

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹-۷)، که در آن، علاوه بر در نظر گرفتن میزان انتقال حرارت ساختمان، که در روش موازنه‌ای انجام می‌گیرد، کاهش یا افزایش نیاز انرژی ناشی از نحوه بهره‌برداری، تابش خورشید، استفاده از سیستم‌های شیشه‌ای کارامد و سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود.

زیربنای مفید (A_h)

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.

ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)

ساختمانی با میزان کارایی انرژی بسیار بهتر از میزان حداقل تعیین‌شده در این مبحث، که در آن ضوابط تعیین‌شده برای ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی (طبق بخش ۱۹-۱-۲-۳ این مبحث) رعایت شده است.

ساختمان تجاری

ساختمانی که کاربری اصلی آن انجام فعالیت‌های تجاری در فروشگاه‌ها، مغازه‌ها و نظایر آن است.

ساختمان کم‌انرژی (EC+)

ساختمانی با میزان کارایی انرژی بهتر از میزان حداقل تعیین‌شده در این مبحث، که در آن ضوابط تعیین‌شده برای ساختمان‌های کم‌انرژی (طبق بخش ۱۹-۱-۲-۲ این مبحث) رعایت شده است.

ساختمان مسکونی

ساختمانی که کاربری اصلی آن اقامت و سکونت افراد است.

ساختمان موجود

ساختمانی که ساخت آن به‌اتمام رسیده و از آغاز بهره‌برداری آن بیش از یک سال‌می‌گذرد.

ساختمان نو

ساختمان ساخته‌نشده، که طراحی آن در حال انجام است یا شروع نشده‌است.

ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)

ساختمانی که در آن ضوابط تعیین‌شده در این مبحث (طبق بخش ۱۹-۱-۲-۱ این مبحث) رعایت شده است.

سطح خالص فضای کنترل‌شده

مساحت فضای کنترل‌شده به متر مربع، بدون احتساب سطوح جدارهای پوسته خارجی.

سیستم تولید هم‌زمان حرارت و برق (CHP)

استفاده از سامانه‌هایی نظیر موتور ژنراتور و میکروتوربین برای تولید برق، و بهره‌گیری هم‌زمان از گرمای تولیدشده توسط آن برای گرمایش، و دیگر کاربردها نظیر تأمین آب‌گرم مصرفی و بخار.

سیستم تولید هم‌زمان برودت، حرارت و برق (CCHP)

استفاده از سامانه‌هایی نظیر موتور ژنراتور و میکروتوربین برای تولید برق، و بهره‌گیری هم‌زمان از گرمای تولیدشده توسط آن برای سرمایش (با سامانه‌هایی نظیر چیلر جذبی)، گرمایش، و دیگر کاربردها نظیر تأمین آب‌گرم مصرفی و بخار.

سیستم حجم هوای متغیر (VAV)

سیستمی که در آن حجم هوای ورودی (سرد یا گرم) به هر ناحیه دمایی قابل تغییر و تنظیم است. این سیستم در مقابل سیستم حجم هوای ثابت (CAV) قرار دارد.

سیستم سرعت متغیر (VSD)

سیستمی که در آن حجم هوای ورودی (سرد یا گرم) به هر ناحیه دمایی قابل تغییر و تنظیم است. این سیستم در مقابل سیستم حجم هوای ثابت (CAV) قرار دارد.

سیستم سرعت متغیر (VSD)

سیستمی که بر اساس شرایط تقاضا، میزان جریان سیال از مولدهایی نظیر پمپ و فن را با استفاده از تغییر سرعت دورانی کنترل می‌کند.

سیستم مدیریت هوشمند مصرف انرژی (EMS)

سیستم مبتنی بر نرم‌افزار و رایانه که با استفاده از حسگرهای لازم، و اندازه‌گیری و تحلیل مصارف کلی و تفکیکی انرژی ساختمان، راه‌های کاهش مصرف انرژی را اولویت‌بندی و عملیاتی می‌کند. برای مثال، سیستم مدیریت انرژی می‌تواند، به‌صورت مرکزی، با پایش کارکرد سیستم‌هایی نظیر تهویه مطبوع و روشنایی، نقاط ضعف و مشکلات مرتبط با آنها را مشخص نماید، و در صورت

امکان روند کارکرد تجهیزات را بازتنظیم و اصلاح کند. علاوه بر این، با ارائه یک تصویر کلی و اطلاعات فنی جزئی، در خصوص مصرف، به مدیران انرژی، امکان اتخاذ تصمیمات واقع‌گرایانه را فراهم می‌سازد..

سیستم مدیریت روشنایی (LMS)

سیستمی از خانواده سیستم‌های مدیریت هوشمند مصرف انرژی، که صرفاً سامانه‌های مورد استفاده برای روشنایی مصنوعی و بهره‌گیری حداکثر از روشنایی طبیعی را پایش و مدیریت می‌کند.

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)

سامانه مبتنی بر رایانه، نصب‌شده در داخل ساختمان، برای کنترل و نظارت بر تجهیزات مکانیکی و الکتریکی داخل ساختمان، مانند سیستم‌های تهویه، روشنایی، قدرت، و همچنین سامانه‌های مرتبط با ایمنی، حفاظت در برابر حریق و اتفاء آن در صورت وقوع. سامانه مدیریت هوشمند ساختمان معمولاً چندمنظوره است، و بهینه‌سازی مصرف انرژی یکی از انتظارات متعددی است که می‌تواند توسط این سامانه تأمین گردد.

شدت روشنایی

به شار نوری تابیده‌شده بر واحد مساحت گفته می‌شود و واحد آن لوکس می‌باشد. هر لوکس معادل یک لومن بر متر مربع است.

شیشه کم‌گسیل

شیشه‌ای که، به علت وجود پوشش‌های پایه فلزی میکروسکوپی خاص بر روی یک یا دو سطح آن، تابش فروسرخ سطح گرم شیشه به سطوح سرد پیرامون، و در نتیجه ضریب انتقال حرارت آن، نسبت به شیشه‌های شفاف، کاهش یافته است. شیشه‌های شفاف به‌طور معمول گسیلندگی (ضریب گسیل) حدود ۰٫۸۵ دارند. در شیشهٔ کم‌گسیل کارامد، این ضریب می‌تواند به میزان چشم‌گیری کاهش یابد و به ۰٫۰۲ برسد.

ضریب افت توان نوری چراغ (LLF)

نسبت روشنایی یک منبع (به لومن) به روشنایی اولیه آن.

ضریب انتقال حرارت طرح (H)

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

ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ)

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

ضریب انتقال حرارت سطحی (U)

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

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع ($\hat{U}$)

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

ضریب انتقال حرارت مرجع ($\hat{H}$)

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

ضریب انعکاس متوسط وزن‌یافته سطوح داخلی

مجموع حاصل‌ضرب ضریب انعکاس سطوح داخلی فضا در مساحت آن سطح تقسیم بر مجموع مساحت کل سطوح.

ضریب بهره چراغ (CU)

نسبت کل نور منتشر شده توسط یک منبع، به نوری که به یک سطح مشخص نزدیک به منبع می‌رسد.

ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC)

نسبت کل انرژی خورشیدی منتقل‌شده از یک جدار نورگذر، به داخل ساختمان، به انرژی خورشیدی تابیده‌شده به جدار نورگذر. لازم به توضیح است که بخشی از انرژی خورشیدی به‌صورت مستقیم منتقل می‌شود، و بخشی دیگر به‌صورت غیرمستقیم (جذب توسط جدارهای نورگذر و سپس انتقال به داخل در اثر هدایت، همرفت و تابش در طول موج بلند). این ضریب هم برای شیشه و هم برای کل سیستم جدار نورگذر (شامل شیشه و قاب) تعریف می‌شود.

ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h)

نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دمای سطح جدار و هوای محیط مجاور، در حالت پایدار (ر.ک. به‌پیوست ۸).

ضریب کاهش انتقال حرارت (τ)

از آنجا که اختلاف دمای فضای داخل و فضایی کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای میان فضاهای داخل و خارج است، در محاسبه انتقال حرارت از سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده، ضریبی به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت در نظر گرفته می‌شود (ر. ک. به پیوست ۶).

ضریب عبور نور مرئی

این ضریب سهمی از نور مرئی است که از پنجره گذر می‌کند. مقدار این ضریب بین صفر و یک است. هر چه میزان این ضریب بیشتر باشد، روشنایی طبیعی بیشتری در اثر تابش خورشید به داخل ساختمان راه می‌یابد.

ضریب هدایت حرارت (λ)

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

طبقه ساختمان

بخشی از ساختمان که بین دو کف تمام‌شده متوالی قرار دارد. در محاسبه تعداد طبقات یا شماره هر یک از طبقات یک ساختمان، تراز همکف نیز به عنوان یک طبقه محسوب می‌شود. به عبارت دیگر، یک ساختمان که تنها یک تراز همکف دارد یک‌طبقه محسوب می‌شود، و همکف طبقه اول آن تلقی می‌گردد.

عایق (عایق حرارت)

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

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا مساوی ۰٫۰۶۵ W/m.K و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از ۰٫۵ m^2.K/W باشد.

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی)

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

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

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

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

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

عایق‌کاری حرارتی از داخل

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

عایق‌کاری حرارتی از خارج

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

عایق‌کاری حرارتی پیرامونی

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

عایق‌کاری حرارتی همگن

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

عناصر ساختمانی

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

عوامل ویژه

عواملی که وضعیت ساختمان را، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تعیین می‌کنند (ر.ک. به بخش ۱۹-۲-۲).

فضای کنترل‌شده

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

فضای کنترل‌نشده

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

کاربری ساختمان

نوع کاربرد ساختمان طبق گروه‌بندی ارائه‌شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (ر.ک. به پیوست ۴). شایان ذکر است که در برخی مباحث مقررات ملی ساختمان، به‌جای واژه «کاربری» عبارت «نحوهٔ تصرف» به کار رفته است.

کف

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

کفایت نور روز

درصد ساعات مورد استفاده فضا در طول سال، که حداقل میزان تعیین‌شده شدت روشنایی در منطقه موردنظر (میزکار) توسط نور روز تأمین می‌گردد.

کفایت نور روز در فضا

درصدی از مساحت کف، که حداقل میزان شدت روشنایی تعیین‌شده را برای درصد ساعات تعیین شده در طول سال تأمین می‌شود.

محدودهٔ آسایش (حرارتی)

محدوده تعریف‌شده برای شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود ۸۰٪ ساکنان یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش دارند.

مقاومت حرارتی

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

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

نشت هوا

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

واحد مسکونی

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

هوابندی

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

۱۹-۲-۲ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین‌کننده و گروه‌بندی ساختمان‌ها

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

- کاربری ساختمان؛
- درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه محل استقرار ساختمان؛
- سطح زیربنای مفید ساختمان؛

در این بخش، ابتدا به گونه‌بندی هر یک از عوامل فوق و سپس به گروه‌بندی ساختمان‌ها، پرداخته می‌شود.

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین‌کننده

۱۹-۲-۲-۱-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان

ساختمان‌ها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف، ب، ج، د تقسیم می‌شوند. برای تعیین گونه‌بندی ساختمان از نظر نوع کاربری به پیوست ۴ رجوع شود.

در صورتی که بخش یا بخش‌هایی از ساختمان، با مساحت بیش از ۱۵۰ مترمربع، و با کاربری متفاوت با کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگ‌تر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود، باید برای هر بخش گروه‌بندی جداگانه منظور شود و مقررات مربوط به آن گروه‌بندی رعایت شود.

۱۹-۲-۲-۱-۲ گونه‌بندی مناطق مختلف کشور از نظر درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه

در این مبحث، مناطق مختلف کشور، از نظر درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه، سه گونه‌اند:

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

در پیوست ۳، گونه‌بندی درجه انرژی سالانه ۲۴۵ شهر کشور، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی که شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست ذکر نشده باشد، باید نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی مندرج در این پیوست ملاک عمل قرار گیرد.

۱۹-۲-۲-۱-۳ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان

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

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

۱۹-۲-۲-۱-۴ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

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

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

ساختمانی دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی شناخته می‌شود که، مطابق پیوست ۳، دارای نیاز غالب سرمایی نباشد، مساحت جدارهای نورگذر آن در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک‌نهم زیربنای مفید ساختمان باشد، و همچنین موانع تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از ۲۵ درجه نسبت به افق دیده شود.

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

۱۹-۲-۲-۱-۵ گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی

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

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

اگر از برخی فضاهای ساختمان به صورت مداوم و از برخی دیگر به صورت منقطع استفاده شود، نوع استفاده از بخش بزرگ‌تر ملاک تصمیم‌گیری در مورد کل ساختمان است، مگر آنکه مساحت بخش یا بخش‌های کوچک‌تر بیش از ۱۵۰ مترمربع باشد. در این صورت لازم است محاسبات حرارتی هر بخش به صورت مستقل صورت پذیرد.

در حالت‌های زیر، فضاهای با استفادهٔ منقطع، به‌عنوان فضاهای با استفادهٔ مداوم تلقی می‌شوند:

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (ر.ک. به پیوست ۱)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ دمای تعیین‌شده برای زمان‌های عدم بهره‌برداری ساختمان.

۱۹-۲-۲-۲ تعیین گروه ساختمان‌ها

برای طراحی ساختمان، طبق ضوابط مندرج در این مبحث، لازم است ابتدا گروه ساختمان تعیین گردد. در این مبحث، گروه‌های چهارگانهٔ ساختمان‌ها به قرار زیر است:

- گروه ۱: ساختمان‌های در اولویت بالا از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛
- گروه ۲: ساختمان‌های در اولویت متوسط از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛
- گروه ۳: ساختمان‌های در اولویت پایین از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛
- گروه ۴: ساختمان‌های در اولویت پایین از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛

گروه ساختمان‌ها، پس از تعیین عوامل ویژهٔ اصلی و براساس جدول مندرج در پیوست ۴ این مبحث، تعیین می‌شود. در این مبحث، مراد از «ساختمان گروه ۱، ۲، ۳ یا ۴» گروه‌بندی فوق است.

ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳ باید، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری بخش ۱۹-۴، با استفاده از یکی از روش‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۳-۲ طراحی شوند. در مورد ساختمان‌های گروه ۴، تنها رعایت ضوابط اجباری فصل ۱۹-۴ این مبحث الزامی است.

۱۹-۳ مقررات کلی طراحی و اجرا

لازم است تمامی مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جوئی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانهٔ ساختمان، مطابق ضوابط بند ۱۹-۳-۱ آماده گردد. روش و نرم‌افزارهای در نظر گرفته‌شده برای طراحی نیز باید مطابق بند ۱۹-۳-۲ این مبحث باشند.

۱۹-۳-۱ مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جوئی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانهٔ ساختمان

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

۱۹-۳-۱-۱ چک لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

- مشخصات ساختمان (شامل آدرس، مساحت مفید، مشخصات مالک و ...)
- اطلاعات مهندس طراح و تاریخ طراحی
- رتبه انرژی ساختمان
- مشخصات کلی عناصر پوسته خارجی (ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع)
- جزئیات مربوط به جدارهای مختلف ساختمان و بهره‌وری انرژی آن‌ها (ضریب انتقال حرارت، یا مقاومت عایق حرارتی، ...)
- جزئیات مربوط به پنجره‌ها و نورگیرهای سقفی و بهره‌وری انرژی آن‌ها (ضریب انتقال حرارت، ضریب بهره گرمایی خورشیدی، ضریب عبور مرئی)
- مشخصات کلی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی (طرح و مرجع)
- مشخصات کلی سیستم‌های الکتریکی و تجهیزات (طرح و مرجع)

– کاربری ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۱ و پیوست ۴)؛
– درجه انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۲ و پیوست ۳)؛
– سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۳)؛
– گروه ساختمان (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۲ تعیین می‌شود)؛
– نحوهٔ استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۵)؛
– روش مورد استفاده برای طراحی ساختمان، مطابق بخش ۱۹-۳-۲؛
– مشخصات فنی مصالح و عایق‌های حرارتی مصرفی در ساختمان، مطابق بند ۱۹-۴-۲-۱؛
– مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی (گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویهٔ مطبوع و تأمین آب گرم) و برقی (شامل موتورهای و سیستم‌های روشنایی)، و بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده، مطابق بند ۱۹-۴-۳-۲؛
– مشخصات حرارتی انواع جدارهای تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی ساختمان (شامل مقاومت‌های حرارتی طرح و مرجع) و مجموعه راه‌حل‌های فنی مورد استفاده و الزامات تعیین‌شده در آن با توجه به موقعیت جدارها و نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی آن‌ها ، مطابق پیوست ۸ این مبحث و پیوست ۱۲ راهنمای آن؛
– ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع ساختمان، در صورت استفاده از روش موازنه‌ای (کارکردی) ، مطابق فصل ۱۹-۶؛
– مقدار نیاز انرژی ساختمان طرح و مرجع، در صورت استفاده از روش نیاز انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۷؛
– مقدار مصرف انرژی سالانه ساختمان طرح و مرجع، در صورت استفاده از روش کارایی انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۸
– امکان یا عدم امکان تأمین انرژی توسط سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر. در صورت وجود امکان تأمین، لازم است موارد زیر مشخص گردد:
  – مشخصات فنی سیستم‌های تجدیدپذیر مورد نیاز، و بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛
  – حداکثر میزان برق و گرمای قابل تأمین توسط سیستم‌های تجدیدپذیر، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛
  – جانمایی و متراژ محل‌های پیش‌بینی‌شده برای نصب سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛

– تمهیدات در نظر گرفته‌شده برای اتصال سیستم‌های تجدیدپذیر به سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛

۱۹-۳-۱-۲ اطلاعات مدل‌سازی انرژی

در صورت استفاده از روش نیاز انرژی و کارایی انرژی، علاوه بر چک لیست انرژی، اطلاعات زیر نیز باید ارائه شوند:

– خلاصه‌ای از محاسبات و تحلیل‌های انجام‌شده، شامل میزان مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع و ساختمان طرح (در صورت استفاده از روش کارایی انرژی با استفاده از مقادیر معیار مصرف تنها محاسبات مربوط به ساختمان طرح ارائه شود)
– مشخصات نرم‌افزاری که برای محاسبات مورد استفاده قرار گرفته است
– فهرست امکانات و تجهیزات انرژی‌بر در ساختمان، و تفاوت‌های احتمالی مشخصات فنی آنها با مشخصات استاندارد
– فهرست انطباق موارد مختلف با الزامات در نظر گرفته‌شده در این روش طراحی
– روش مدل‌سازی و فرضیات در نظر گرفته‌شده
– اطلاعات خروجی‌های نرم‌افزار و میزان مصرف انرژی تفکیکی روشنایی، تجهیزات داخلی، سیستم آب‌گرم مصرفی، سیستم گرمایش، سیستم سرمایش، فن‌ها و دیگر تجهیزات سیستم تهویه مطبوع (نظیر پمپ‌ها)باشد.
– خطاهای احتمالی اعلام شده توسط نرم‌افزار

۱۹-۳-۱-۳ نقشه‌های ساختمان

نقشه‌های ساختمان، شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوستهٔ خارجی ساختمان، نقشه‌های تأسیسات مکانیکی و تأسیسات الکتریکی ساختمان هستند. در نقشه‌های پلان طبقات، پلان بام، نماها و مقاطع، باید محل عایق‌کاری حرارتی متناسب با گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (پیوست ۴) مشخص شده باشد.

جزئیات اجرایی پوستهٔ خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل ۱:۱، ۱:۲، ۱:۵ یا ۱:۱۰ (بر حسب نیاز) تهیه شوند؛ و در آنها نحوهٔ اجرای عایق‌کاری حرارتی و مشخصات فنی مصالح تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی مشخص شده باشد.

نقشه‌های تأسیسات مکانیکی باید شامل سیستم‌های تولید، توزیع و کنترل مصرف انرژی، جداول مشخصات تجهیزات مکانیکی و جزئیات عایق‌کاری لوله‌ها، کانال‌ها، منابع و کلیه اجزای نیازمند به عایقکاری باشند.

در نقشه‌های تأسیسات برقی باید قدرت برق مصرفی، مشخصات فنی عمومی و یادداشت‌های لازم و مورد نیاز سیستم‌های به‌کار رفته در طرح تأسیسات برقی از جمله لوازم، دستگاه‌ها، وسایل، تجهیزات و دیگر اجزای مصرف کننده یا کنترل کننده سیستم‌های تأسیسات مشخص و ذکر شده و نیز نقشه‌های تأسیسات برق نشان دهنده محل فیزیکی لوازم، دستگاه‌ها، وسایل، تجهیزات، دیاگرام‌ها، مدارها و دیگر اجزای مورد نیاز سیستم‌های طرح تأسیسات برق باشد (برای جزئیات بیشتر به مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان رجوع شود).

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

۱۹-۳-۲ روش‌های مختلف طراحی و نرم‌افزارهای در هماهنگی با مقررات

رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به چهار روش مختلف ذکر شده در ۱۹-۳-۲-۱ امکان‌پذیر است.

در این مبحث، علاوه بر ضوابطی که لازم است در تمامی شرایط رعایت گردد (موارد فصل ۱۹-۴)، چهار روش طراحی نیز مطرح شده‌است (بند ۱۹-۳-۲-۱ و فصل‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸)، که باید طراحی انرژی ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱ با استفاده از یکی از این چهار روش صورت گیرد.

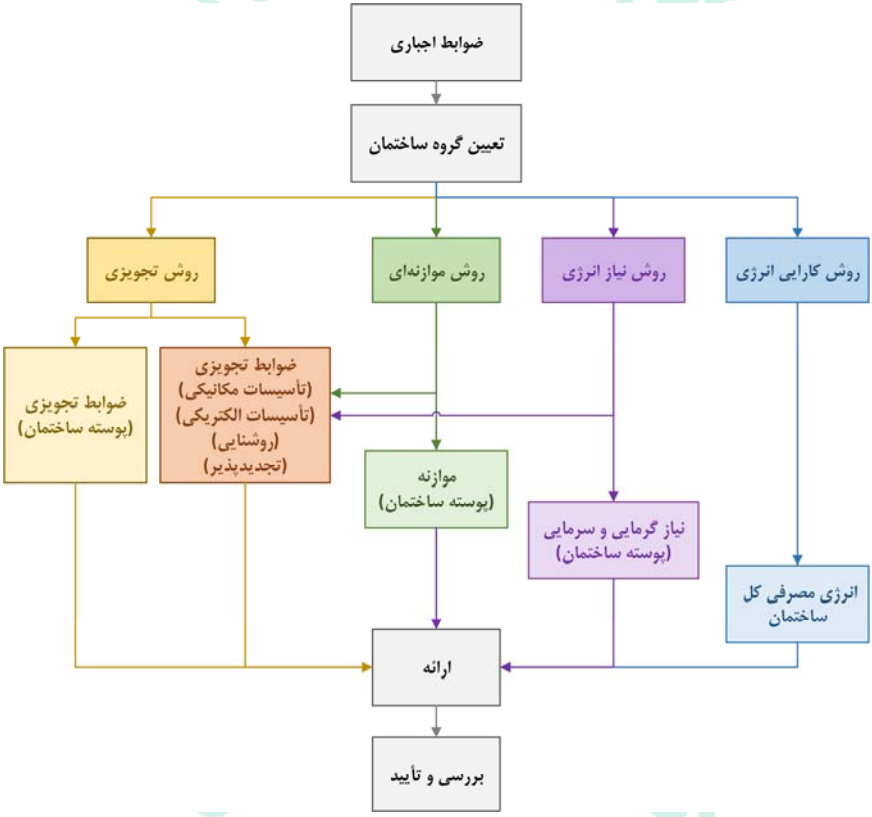
۱۹-۳-۲-۱ روش‌های طراحی

چهار روش اصلی طراحی مطابق مبحث ۱۹، به‌شرح زیر تعریف گردیده‌است:

- روش تجویزی مطابق فصل ۱۹-۵
- روش موازنه‌ای (کارکردی)، مطابق فصل ۱۹-۶
- روش نیاز انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۷

– روش کارایی انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹–۸

روش‌های تجویزی، موازنه‌ای و نیاز انرژی به‌گونه‌ای در نظر گرفته شده‌اند که فرایند طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی مستقل از یکدیگر باشد. بر خلاف این سه روش، روش کارایی انرژی ساختمان مستلزم انجام طراحی به‌صورت یکپارچه و تلفیقی است. در شکل ۱۹–۳-۱ نمودار مراحل مختلف طراحی در چهار روش ارائه شده در این مبحث نشان داده شده است.



شکل ۱۹–۳-۱ نمودار مراحل طراحی در چهار روش مختلف ارائه شده در این مبحث

در محاسبه و طراحی انواع ساختمان‌ها، در تمامی موارد می‌توان از روش‌های نیاز انرژی و کارایی انرژی ساختمان بهره گرفت، اما برای استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای محدودیت‌هایی به شرح زیر وجود دارد:

۱۹-۳-۲-۱-۱ شرایط لازم برای استفاده از روش تجویزی

استفاده از روش تجویزی تنها در صورتی مجاز است که نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) مساوی یا کم‌تر از ۴۰ درصد باشد.

۱۹-۳-۲-۱-۲ شرایط لازم برای استفاده از روش موازنه‌ای

استفاده از روش موازنه‌ای تنها در صورتی مجاز است که نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) مساوی یا کم‌تر از ۴۰ درصد باشد.

۱۹-۳-۲-۲ معرفی ویژگی‌های روش‌های طراحی ارائه شده

در جدول ۱۹-۳-۱ ویژگی‌های چهار روش طراحی ارائه شده در این مبحث نشان داده شده است. طراح می‌تواند با در نظر گرفتن شرایط و امکانات پروژه بر اساس یکی از روش‌ها اقدام به طراحی نماید.

جدول ۱۹-۳-۱ ویژگی‌های روش‌های مختلف طراحی

روش‌های طراحی		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
سهولت طراحی	پوسته خارجی	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	نسبتاً ساده، محاسبه ساده با نرم‌افزارهای کاربرگی (نظیر excel)	نسبتاً پیچیده، لازمه شبیه‌سازی (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان نیاز انرژی سالیانه	پیچیده لازمه شبیه‌سازی یکپارچه (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان مصرف انرژی سالیانه
	تأسیسات مکانیکی	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	
	تأسیسات برقی	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	ساده، بدون نیاز به محاسبات پیچیده	
سهولت کنترل، نظارت	پوسته خارجی	ساده	نسبتاً ساده	نسبتاً پیچیده	پیچیده
	تأسیسات مکانیکی	ساده	ساده	ساده	
	تأسیسات برقی	ساده	ساده	ساده	
دامنه کاربرد		ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱ با نسبت سطح شیشه به سطح نمای کمتر از ۴۰ درصد	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱ با نسبت سطح شیشه به سطح نمای کمتر از ۴۰ درصد	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۱-۱
نیاز به متخصص انرژی برای طراحی	پوسته خارجی	X	X	نیاز به متخصص انرژی برای مدل‌سازی	نیازمند به کار گروهی متخصصین مختلف آشنا با مدل‌سازی انرژی
	تأسیسات مکانیکی	X	X	X	
	تأسیسات برقی	X	X	X	

امکان طراحی به‌صورت یک‌پارچه		✗	✓ به‌صورت جزئی (بین اجزای پوسته خارجی)	✓ به‌صورت جزئی (بین اجزای پوسته خارجی)	✓✓
امکان دست‌یابی به راه‌حل‌های اقتصادی	پوسته خارجی	✗	✓ به‌صورت جزئی	✓ به‌صورت جزئی	✓✓
	تأسیسات مکانیکی	✗	✗	✗	
	تأسیسات برقی	✗	✗	✗	

۱۹-۳-۲-۳ ابزارهای تحلیلی (نرم‌افزارهای) مورد تأیید

ابزارهای مورد استفاده برای تحلیل میزان مصرف انرژی در ساختمان باید نرم‌افزارهای رایانه‌ای اعتبارسنجی‌شده باشند. این نرم‌افزارها باید شامل ویژگی‌های زیر باشد:

- امکان تعریف مناطق حرارتی جداگانه در نرم‌افزار (نرم افزار باید قابلیت این را داشته باشد که به طور همزمان بتواند حداقل ده منطقه حرارتی را ارزیابی کند)
- امکان ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان به صورت گام‌های زمانی (ساعتی، روزانه، ماهانه و سالانه)
- دارا بودن قابلیت دریافت داده‌های اقلیمی (دما، رطوبت، جریان باد و ...) را به صورت ساعتی در قابل فرمت‌های متداول نظیر tmy، epw و ...

۱۹-۴ ضوابط اجباری

رعایت ضوابط تعیین‌شده در این فصل در تمامی موارد و برای تمامی روش‌های طراحی، الزامی است.

برای ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳ (مطابق پیوست ۴مبحث)، منطبق با مقررات، ضوابط دیگری نیز باید رعایت شود که در فصول ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای روش‌های مختلف طراحی ارائه گردیده‌است.

در صورت طراحی با هر یک از چهار روش مطرح‌شده در این مبحث، رعایت اصول کلی مطرح برای هریک از روش‌های اتخاذشده الزامی است. علاوه بر این، ضوابط عمومی مطرح برای پوسته خارجی، در هر یک از روش‌های اتخاذشده نیز الزامی است. رعایت ضوابط اختصاصی مطرح برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی تنها زمانی الزام‌آور است که هدف طراحی ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی باشد. به‌عبارت دیگر، در صورتی که طراح مایل باشد ساختمان کم‌مصرف طراحی نماید، لازم است علاوه‌بر ضوابط تعریف‌شده برای ساختمان‌های منطبق با مقررات مبحث ۱۹، معیارهای مضاعفی نیز، که در روش‌های مختلف طراحی، برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی در نظر گرفته شده‌اند، رعایت شوند.

در صورت رعایت اصول کلی و تمامی معیارهای تعیین‌شده برای ساختمان‌های کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی، امکان اطلاق این عنوان‌ها به ساختمان فراهم می‌گردد.

۱۹-۴-۱ الزامات کلی

در خصوص تمامی ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳، و برای تمامی روش‌های در نظر گرفته‌شده برای طراحی ساختمان‌ها، ضوابط زیر باید مورد رعایت قرار گیرد:

۱۹-۴-۱-۱-۱الزامات مربوط به ساختمان نو (نوسازی)

در تمامی پروژه‌های نوسازی، برای ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳، رعایت ضوابط تعیین‌شده در بخش ۱۹-۴ الزامی است. علاوه بر این، لازم است برای ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳، طراحی مطابق یکی از روش‌های مطرح‌شده در فصل‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸ انجام شود.

۱۹-۴-۱-۱-۲الزامات مربوط به بهسازی (و باز نوسازی)

در تمامی پروژه‌های بهسازی اساسی با متراژ بیش از ۱۵۰ متر مربع، برای ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳، الزامات مشابه الزامات مربوط به نوسازی است.

در صورتی که بهسازی محدود به نما باشد، لازم است مقاومت حرارتی عناصر نما، پس از بهسازی، کمتر از مقادیر تعیین‌شده در روش تجویزی (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۲) باشد. در حالتی که دامنه تغییرات و بهسازی‌ها فراتر از نمای ساختمان می‌باشد، لازم است، علاوه بر رعایت ضوابط تعیین‌شده در فصل ۱۹-۴، طراحی کل ساختمان مطابق یکی از روش‌های مطرح‌شده در فصل‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸ انجام شود.

در صورتی که بهسازی محدود به مسقف کردن یک بخش روباز ساختمان و تبدیل آن به فضای کنترل‌شده باشد، لازم است مقاومت حرارتی عناصر بام نهایی (قسمت بهسازی‌شده) بیشتر از مقادیر تعیین‌شده در روش تجویزی (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۲) باشد. در غیر این صورت، لازم است، علاوه بر رعایت ضوابط تعیین‌شده در فصل ۱۹-۴، طراحی کل ساختمان مطابق یکی از روش‌های مطرح‌شده در فصل‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸ انجام شود.

۱۹-۴-۲ پوستهٔ خارجی ساختمان

۱۹-۴-۲-۱مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق‌کاری حرارتی

الف- در صورتی‌که برای عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت متعارف استفاده شود، لازم است جزئیات کلیه جدارهای خارجی و داخلی ساختمان، مشخصات فنی مصالح مورد استفاده در این جزئیات، مانند ضریب هدایت حرارتی، چگالی، پوشش محافظ احتمالی عایق‌ها و مراجع مورد استفاده برای استخراج مشخصات فنی مذکور در نقشه‌ها و مدارک مربوط به محاسبات مبحث ۱۹ درج شده باشند.

ب- مشخصات فنی مصالح باید از مراجع معتبر علمی و فنی، از جمله جداول پیوست ۷ و پیوست ۸ این مبحث، استخراج شوند و تصویر صفحات مورد استفاده مد نظر جزء مدارک مربوط به محاسبات مبحث ۱۹ باشد.

پ- در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح یا اجزای ساختمانی به‌خصوصی که مشخصات فنی آن‌ها در پیوست ۷ و پیوست ۸، و منابع دیگر مراجع ذی‌صلاح یافت نشود، یا سازنده‌ای مدعی باشد که تولیداتی با مقادیر و مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر تعیین‌شده در مراجع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر آن محصولات ضمیمهٔ مدارک گردد. گواهی فنی باید حاوی ضرایب هدایت حرارت، یا مقاومت‌های حرارتی محصول، با

ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، چگالی و دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبهٔ محصول باشد. در این صورت، مقادیر ذکرشده در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، در طراحی و محاسبات ملاک عمل خواهد بود. به این نکته باید توجه شود که بهره‌گیری از محصولات دارای برچسب انرژی، مانند عایق‌های حرارتی یا در و پنجره‌های با عملکرد حرارتی بهبودیافته، تا حد امکان در اولویت قرار گیرد.

ت- در صورتی‌که برای رعایت مقررات ملی مبحث ۱۹، از عایق حرارتی در جدارهای ساختمان استفاده شود، باید قبل از شروع اجرای جدارها، گواهی فنی مربوط به عایق مورد نظر که حاوی مشخصات فنی ذکر شده در بند "الف" است، جهت تأیید به ناظر ساختمان ارائه شود.

ث- اگر در زمان اجرا، مدت اعتبار گواهی‌نامه فنی محصول مورد استفاده به‌پایان رسیده‌باشد، لازم خواهد بود آن را با محصول (دارای گواهی‌نامه فنی معتبر) دیگری که مشخصات مشابه یا بهتر دارد جایگزین شود. در صورت عدم وجود چنین محصولی، لازم خواهد بود که برای دست‌یابی به مقاومت‌های تعیین‌شده در طراحی، ضخامت لایه عایق حرارتی، بر مبنای مقادیر ارائه‌شده در پیوست ۷، بازبینی شود.

۱۹-۴-۲-۲ مشخصات حداقل جدارهای غیر نورگذر پوسته خارجی ساختمان

مشخصات حرارتی جدارهای مختلف، بسته به روش طراحی می‌تواند متفاوت باشد، ولی در تمامی شرایط، لازم است اصول زیر در خصوص جدارهای پوسته خارجی ساختمان رعایت گردد:

- مقاومت حرارتی تمامی جدارهای پوسته خارجی ساختمان‌های بند ۱۹-۱-۱ باید بیش از مقادیر ارائه شده در جدول ۱۹-۴-۱ باشد:

جدول ۱۹-۴-۱ مقاومت‌های حداقل لازم برای جدارهای پوسته خارجی ساختمان

	مقاومت حرارتی حداقل $[m^2.K/W]$
دیوار	۰٫۵۰
بام	۰٫۷۰
کف در تماس با هوا	۰٫۶۵

۱۹-۴-۲-۳ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان

در مورد جدارهای نورگذر، نظیر پنجره و درپنجره‌ای، ۳ رده از نظر عملکرد حرارتی تعریف شده است (جدول ۱۹-۴-۲).

جدول ۱۹-۴-۲ رده‌بندی کیفی پنجره‌ها از دیدگاه عملکرد حرارتی*

رده		جنس پنجره	نوع شیشه	حداقل برچسب انرژی پنجره
برتر	کارایی بسیار بالا	یوپی‌وی‌سی آلومینیومی گرماشکن چوبی	چند جداره	C
	کارایی بالا	یوپی‌وی‌سی آلومینیومی گرماشکن چوبی	دوجداره	F
ساده	-	تمام انواع	تمام انواع	-

* توضیح : برای دست‌یابی به پنجره با رده برتر، لازم است علاوه بر کاهش ضریب انتقال حرارت، با انتخاب اجرای مناسب (پروفیل پنجره، شیشه و گاز)، تمهیدات لازم در نظر گرفته‌شود تا ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC) و ضریب عبور نور مرئی (T_V)، متناسب با منطقه اقلیمی، جهت‌گیری و ابعاد پنجره، در بازه‌های تعیین‌شده قرار داشته باشد.

– لازم است شیشه‌های مورد استفاده برای جدارهای نورگذر مشکلی برای بهره‌گیری از روشنایی طبیعی ایجاد نکنند. برای این منظور، لازم است نسبت ضریب عبور مرئی به ضریب بهره گرمایی خورشیدی بیشتر از ۱٫۱ باشد.

– در صورت استفاده از فراورده‌ها ویا تجهیزات با عملکرد حرارتی بهبود یافته، لازم است مدارک رسمی (صادر شده یا تأییدشده توسط مراجع ذی‌صلاح) در خصوص مشخصات فنی (حرارتی) تجهیزات به مهندس ناظر ارائه گردد. برای مثال، در صورت کاربرد پنجره‌های با عملکرد حرارتی بهبودیافته، لازم است مستندات مربوط به ضریب انتقال حرارت، ضریب بهره‌خورشیدی و ضریب عبور خورشیدی، و یا برچسب انرژی پنجره ضمیمه دفترچه محاسبات گردد. در غیر این‌صورت، لازم است مقادیر تعیین‌شده در پیوست ۹ این مبحث در محاسبات ملاک عمل قرار گیرد.

۱۹-۴-۲-۴ جدارهای مجاور دیگر ساختمان‌ها

– در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که، با درز انقطاع از ساختمان قطعه مجاور جدا شده است، لازم است نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

الف) در صورت پوشیده بودن کامل فضای درز انقطاع، و نیز یقین داشتن به کنترل‌شده بودن فضاهای ساختمان مجاور، نیازی به عایق‌کاری حرارتی آن جدارها نیست، اما در صورتی که اطلاعی در مورد نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور در دست

نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.

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

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

۱۹-۴-۲-۵ درزبندی جدارها

– درزبندی جدارها باید به‌گونه‌ای باشد که میزان نشت هوا تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال کمتر از ۰/۳ حجم در ساعت و ۰/۹ مترمکعب در ساعت بر مترمربع باشد. برای دست‌یابی به این هدف، لازم است ضمن پیش‌بینی سیستم تهویه مکانیکی مناسب تمامی درزهای بین عناصر زیر به‌نحو مناسب هوابندی شود:

– دیوار و بام، دیوار و کف، دیوار و پی

– محل ورود لوله، کانال و تجهیزات در دیوار، بام و کف

– اجزای تشکیل‌دهنده داکت، پلنوم، ...

– پنجره و سفت‌کاری دیوار

– در ساختمان‌های کم‌انرژی، درزبندی جدارها باید به‌گونه‌ای باشد که، ضمن تأمین انتظارات، میزان نشت هوا تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال کمتر از ۱/۵ حجم در ساعت و ۴/۵ مترمکعب در ساعت بر مترمربع باشد.

– در ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی، درزبندی جدارها باید به‌گونه‌ای باشد که میزان نشت هوا تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال کمتر از ۰/۷۵ حجم در ساعت و ۲/۲۵ مترمکعب در ساعت بر مترمربع باشد.

در صورتی که هوابندی پوسته خارجی با یک لایه اندود یا هوابند مخصوص تأمین شود، باید اطمینان حاصل شود که سوراخ‌های ایجاد شده در آن، برای نصب سایبان، مدار برقی، کلید و پریز و نظایر آن هوابندی را تحت‌الشعاع قرار نمی‌دهند. علاوه بر این، لازم است جزییات نصب بازشوها، اتصال کف طبقات به نما (خصوصاً در نماهای پرده‌ای)، اتصال نما به بام و کف، و همچنین درزبندی سقف کاذب، کانال و دودکش مطابق اصول تعیین‌شده در راهنمای مبحث (جلد دوم) و دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان باشد، تا هوابندی محل‌های اتصال قطعات و عناصر مختلف به یکدیگر دچار مشکل نشود.

در صورتی که زیربنای مفید ساختمان بیش از ۵۰۰۰ متر مربع باشد، لازم است آزمون هوابندی، به‌صورت تفکیکی، بر روی زیربخش‌های ساختمان با مساحت کمتر از ۵۰۰۰ متر مربع انجام شود.

در صورت بهسازی ساختمان، باید اطمینان حاصل شود که تغییرات اعمال شده در تیغه‌های داخلی و دیوارهای خارجی مشکلی برای هوابندی پوسته خارجی ایجاد نکرده‌است.

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

۱۹-۴-۲-۶ جزییات عایق‌کاری حرارتی جدارها

- در صورت عایق‌کاری حرارتی جدارها، لازم است اصول تعیین‌شده در راهنمای مبحث ۱۹ (جلد دوم) رعایت گردد. در ضمن، اقدامات لازم برای تعیین میزان پل‌های حرارتی و لحاظ کردن آن در طراحی صورت گیرد.

۱۹-۴-۲-۷ محاسبه پل‌های حرارتی

در صورتی که طراح از روش تجویزی استفاده کند، و مقادیر مربوط به حالت‌های دارای پل حرارتی را مبنای طراحی قرار دهد، نیازی به محاسبه پل‌های حرارتی نخواهد بود، زیرا اثر آن در مقادیر ارائه‌شده در نظر گرفته شده‌است. همچنین، در ضرایب انتقال حرارت مرجع ارائه شده در جداول روش موازنه نیز اثر پل‌های حرارتی در نظر گرفته شده است.

روش‌های مختلف برای تعیین پل‌های حرارتی و انجام محاسبات مربوط به آن در پیوست ۱۱ مبحث ارائه شده‌است، و در صورتی که طراح بخواهد مقادیر دقیق پل حرارتی را رأساً محاسبه نماید، می‌تواند این کار را با استفاده از داده‌ها یا روش‌های معرفی‌شده در پیوست ۱۱ انجام دهد.

۱۹-۴-۲-۸ روشنایی طبیعی

۱۹-۴-۲-۸-۱ کلیات

در این بخش، الزامات استفاده از روشنایی طبیعی برای فعالیت افرادی که دارای توانایی‌های بصری معمولی هستند، در فضای داخل ساختمان‌های متداول و تأمین آسایش روشنایی برای افراد

ارائه شده‌است. میزان روشنایی طبیعی در فضای داخل به مقدار نور وارد شده از بازشوها و میزان انعکاس سطوح داخلی بستگی دارد.

مقادیر حداقل و پیشنهادی شدت روشنایی برای فضاهای داخلی ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف در مبحث ۱۳ مقررات ملی ارائه شده‌است. چنانچه شدت روشنایی برای کاربری‌ها و یا فضاهای خارج از موارد و جداول مذکور، موردنیاز باشد، شدت روشنایی پیشنهادی استانداردهای معتبر بین‌المللی، ملاک انتخاب خواهد بود.

جداول شدت روشنایی مذکور، برای شرایط بینایی عادی کاربرد دارند. در صورتی که شرایط بینایی فرد کمتر از حد عادی باشد، مقدار شدت روشنایی با مقادیر جداول مزبور تفاوت خواهند داشت.

شدت روشنایی موردنیاز فضاهای داخلی ساختمان می‌تواند توسط روشنایی طبیعی یا مصنوعی و یا ترکیبی از هر دو تأمین شود. فضاهایی که الزاماً به نور طبیعی نیاز دارند، باید حداقل دارای یک یا چند سطح نورگذر و در انطباق با فصل ششم مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان باشند.

میزان شدت روشنایی طبیعی و یکنواختی روشنایی باید در ارتفاع سطح کار تعیین شود. ممکن است در برخی فضاها در سطح گسترده‌ای وجود داشته باشند، مانند کف یک راهرو. در این صورت، مقدار شدت روشنایی باید روی تمام آن سطح گسترده آن تأمین شود.

در صورتی که روشنایی طبیعی فضا با پنجره و یا نورگیر سقفی تأمین گردد، فاصله پنجره‌ها و یا نورگیرها و ارتفاع سقف باید به نحوی باشد که یکنواختی روشنایی در فضای داخل تأمین شود.

۱۹-۴-۲-۸-۲ سطح کار

اگر محل سطح کار مشخص باشد، در این صورت مقدار روشنایی مورد نیاز باید در سطح کار تأمین شود، مثل روشنایی روی سطح میز کار. در صورتی که ارتفاع سطح کار مشخص نباشد، لازم است ارتفاع سطح کار از کف برابر با مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

– برای فضای اداری، یک سطح افقی ۰٫۷۶ متر بالاتر از کف؛

– برای فضاهای صنعتی و مسکونی، یک سطح افقی ۰٫۸۵ متر بالاتر از کف.

– برای راهروها، شبکه پوشاننده کف راهرو مطابق با آنچه در بخش شبیه‌سازی ذکر شده است لازم است، برای سطوح کار، روشنایی تعیین شده در مبحث ۱۳ مقررات تأمین گردد.

در صورتی که هنگام طراحی محل سطح کار مشخص نباشد، یا احتمال تغییر محل سطح کار در دوره بهره‌برداری وجود داشته‌باشد، مثل محل میزهای کار در یک اداره با پلان باز، طراحی باید

به‌گونه‌ای صورت گیرد که حداقل ۷۰٪ سطح آن فضا، در ارتفاع مورد نظر برای سطح‌کار، دارای شدت روشنایی مساوی یا بیشتر از مقدار تعیین شده در این مقررات باشد.

۱۹-۴-۲-۸-۳یکنواختی روشنایی بر سطح کار

سطح کار باید به طور یکنواخت روشن شود. یکنواختی روشنایی بر روی سطح کار زمانی تأمین می‌شود که حداقل شدت روشنایی بر روی سطح کار از ۰٫۷ شدت روشنایی متوسط بر روی همان سطح کمتر نشود. مقادیر شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار باید مطابق جدول ۱۹-۴-۳ باشد.

$$Ur = Eh_{min} / Eh_{avg} \qquad (۴-۱۹-۱)$$

در این رابطه:

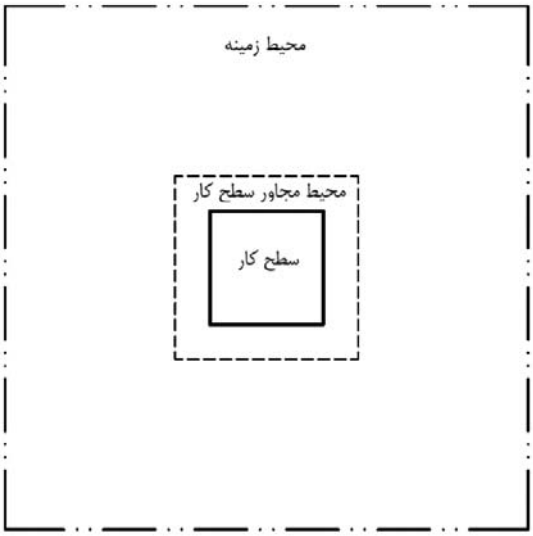
Ur: نسبت یکنواختی شدت روشنایی

Eh_{min} : حداقل شدت روشنایی بر روی سطح کار افقی بر حسب لوکس

Eh_{avg} : متوسط شدت روشنایی بر روی سطح کار افقی بر حسب لوکس

عمق محدوده محیط مجاور سطح کار در فاصله ۰٫۵ متر از هر طرف سطح کار است و عمق ۳ متری از محدوده مجاور سطح کار، محیط زمینه خوانده می‌شود. روشنایی این ناحیه باید حداقل ۳۳ درصد مقدار روشنایی محیط مجاور سطح کار باشد (شکل ۱-۱۹-۳).

رعایت موارد فوق در کاربری‌های غیرمسکونی، در صورت نیاز به کار دقیق بصری، الزامی است. لذا در مدراک ارائه شده اندازه و موقعیت محدوده مجاور سطح کار و محدوده زمینه باید نشان داده شود.



شکل ۳-۱۹-۱ محدوده‌های سطح کار، محیط مجاور سطح کار و محیط زمینه

جدول ۱۹-۴-۳ **میزان شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار نسبت به شدت روشنایی سطح کار**

شدت روشنایی سطح کار lux	**شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار lux**
≤ ۷۵۰	۵۰۰
۵۰۰	۳۰۰
۳۰۰	۲۰۰
۲۰۰	۱۵۰
≥۱۵۰	برابر با شدت روشنایی سطح کار

۱۹-۴-۲-۸-۴ خیرگی

به منظور پرهیز از ایجاد خیرگی در فضای داخل، خورشید یا تصویر منعکس شده آن نباید در محدوده زاویه ۴۵ درجه، در جهت دید افراد قرار بگیرد. در این صورت باید از سایه‌انداز استفاده نمود.

۱۹-۴-۳ تأسیسات مکانیکی

علاوه بر رعایت الزامات مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان، باید الزامات مندرج در این بخش نیز، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در تأسیسات مکانیکی، در تمامی ساختمان‌ها رعایت شود.

۱۹-۴-۳-۱ عایق‌کاری حرارتی

تمامی لوله‌ها و مخازن آب گرم و سرد و لوله‌های حاوی مبرد باید طبق ضوابط زیربند ۱۹-۴-۳-۱-۱ و تمامی کانال‌های انتقال هوا در سیستم‌های گرمایی و سرمایی طبق ضوابط زیربند ۱۹-۴-۳-۱-۲ با استفاده از عایق‌های حرارتی دارای مهر استاندارد و یا گواهی‌نامه فنی معتبر، عایق‌کاری شوند.

۱۹-۴-۳-۱-۱ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

الف) تمام لوله‌ها و مخازن مورد استفاده در سیستم‌های سرمایش و گرمایش باید براساس بیشترین مقدار مشخص شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی و جدول ۱۹-۴-۴ این مبحث عایق‌کاری حرارتی گردد.

برای تضمین حداقل ضخامت مفید عایق حرارتی، استفاده از عایق‌های حرارتی پیش‌ساخته توصیه می‌شود.

در صورت استفاده از عایق‌های حرارتی انعطاف‌پذیر، لازم است تحت تنش فشاری ۵کیلونیوتن بر متر مربع، فشردگی عایق کمتر از ۱۰ درصد باشد. علاوه بر این، در زمان نصب، باید از فشرده کردن عایق و کاهش مقاومت حرارتی اسمی آن اجتناب شود.

ب) در سیستم‌های آب گرم مصرفی، عایق‌کاری تمام لوله‌ها رفت و برگشت با عایق حرارتی با مقاومت حرارتی حداقل ۰٫۸۸ $[m^2.K/W]$ الزامی است.

پ) در صورت عبور لوله‌های آب سرد مصرفی از محیط‌های گرم، و وجود خطر گرم‌شدن بی‌رویه آب، لازم است عایق‌کاری حرارتی این بخش از مدار با عایق حرارتی با مقاومت حرارتی حداقل ۰٫۸۸ $[m^2.K/W]$ صورت گیرد.

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

جدول ۱۹-۴-۴ حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله و مخزن در سیستم‌های سرمایش و گرمایش [$m^2.K/W$]

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

۱۹-۴-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی کانال

تمامی کانال‌های فضای داخلی، خارجی و کنترل‌نشده باید طبق جدول ۱۹-۴-۵ عایق‌کاری حرارتی شوند.

تبصره: در مورد کانال‌های کولر آبی، لازم است تنها قسمت‌هایی از کانال‌ها، که در تماس با فضای خارجی هستند، عایق کاری حرارتی شوند.

جدول ۱۹-۴-۵ حداقل مقاومت حرارتی کانال در سیستم سرمایشی و گرمایشی [$m^2.K/W$]

کانال در فضای خارجی و کنترل‌نشده	کانال در فضای داخلی*
۱٫۴۴	۰٫۸۸
* اگر قسمتی از کانال در معرض فضای کنترل نشده قرار گیرد آن قسمت خارجی محسوب می‌شود.	

۱۹-۴-۳-۲ حداقل بازدهی تجهیزات

الف) تجهیزات تأمین نیازهای سرمایی و گرمایی، تهویه و آب گرم مصرفی باید دارای برچسب انرژی با حداقل رده انرژی طبق جدول ۱۹-۴-۶ و جدول ۱۹-۴-۷ باشند.

جدول ۱۹-۴-۶ حداقل برچسب انرژی یا راندمان برای تجهیزات گازسوز

محصول	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن گازسوز مخزن‌دار	E	D	C
آب‌گرم‌کن گازسوز فوری	D	C	B
رادیاتور گرمایشی	D	C	B
پکیج	C	B	A
پکیج چگالشی	A	A+	A++
بخاری گازسوز دودکش‌دار	E	D	C
بخاری گازسوز بدون دودکش	٪ ۸۰	٪ ۸۵	٪۹۰
بخاری‌های گازسوز مستقل نوع C	C	B	A
وسایل پخت‌وپز گازسوز داخلی	C	B	A
دیگ بخار	مطابق استاندارد ۱۳۷۸۲		
دیگ و مشعل	مطابق استاندارد ۱۴۷۶۲		

جدول ۱۹-۴-۷ حداقل برچسب انرژی برای تجهیزات برقی

محصول	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	C	B	A
الکتروموتور	C	B	A
بادبزن	C	B	A
بخاری برقی	A	A	A
کابین برودتی ویترینی	B	B	A
کولر آبی	C	B	A
کولر گازی	B	B	A
گرم‌کن برقی (محیط)	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)	A	A	A
هواکش برقی	C	B	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	مطابق استاندارد ۱۰۶۳۶		
برج خنک‌کن	مطابق استاندارد ۱۰۶۳۵		
چیلر تراکمی آبی	مطابق استاندارد ۲- ۳۶۷۸		
چیلر تراکمی هوایی	مطابق استاندارد ۱۰۳۰۶		
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	مطابق استاندارد ۲- ۷۸۱۷		
جت فن تخلیه دود و آلاینده	مطابق استاندارد معتبر		
فن محوری تخلیه دود	مطابق استاندارد معتبر		

ب) راندمان تجهیزاتی که برای آن‌ها برچسب انرژی در نظر گرفته نشده‌است، باید توسط مراجع مورد تأیید صحه‌گذاری‌شده و از مقادیر درج شده در جدول ۱۹-۴-۸ بیشتر باشد.

پ) در تمام سیستم‌های سرمایشی، ضریب انرژی مورد نیاز برای جابه‌جایی هوا، که مقدار آن با رابطه ۱۹-۴-۱ می‌شود، نباید هیچ‌گاه کمتر از ۵ باشد.

رابطه ۱۹-۴-۱ ضریب انرژی جابه‌جایی هوا = بار سرمایشی محسوس جابه‌جا شدهٔ سیستم (W) / انرژی الکتریکی ورودی به دمنده‌های سیستم (W)

رابطه ۱۹-۴-۱ در تمام سیستم‌های تمام هوا و آب-هوا و فن‌کویل صادق است. انرژی الکتریکی پمپ‌ها برای سیستم‌های آب-هوا باید در مخرج کسر به انرژی الکتریکی ورودی به دمنده‌های سیستم اضافه شود.

جدول ۱۹-۴-۸ حداقل بازدهی برای تجهیزات در سیستم گرمایشی و سرمایشی

دستگاه	بازدهی تجهیزات		
	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
چیلر آب خنک*	IPLV[1]=3.5 COP[2]=2.8	IPLV[1]=4.3 COP[2]=3.5	IPLV1=5.5 COP2=4.7
چیلر هوا خنک*	IPLV=3.0 COP=2.7	IPLV=3.5 COP=3.0	مجاز نیست
چیلر جذبی	COP=0.90	COP=1.30	COP=1.70
بویلر چگالشی[3]	90%	95%	105%
بویلر غیرچگالشی[4]	80%	85%	غیرمجاز
* در مورد چیلر، هر دو معیار IPLV و COP باید به‌صورت هم‌زمان از مقادیر جدول بیشتر باشد.			

۱- ضریب بازده انرژی

COP : Coefficient of Performance

۲- بازدهی در بار جزئی

IPLV : Integrated Part Load Value

۳- بازدهی بر اساس ارزش حرارتی خالص

۴- بازدهی بر اساس ارزش حرارتی خالص

۱۹-۴-۳-۳ کنترل و پایش (مانیتورینگ)

سرمایش و گرمایش ساختمان ممکن‌است به دو صورت مرکزی یا مستقل تأمین شود. موتورخانه‌ها و پکیج‌ها از سیستم‌های مرکزی به شمار می‌روند. بخاری‌ها و کولرهای پنجره‌ای از نوع سیستم‌های مستقل هستند.

تمامی سیستم‌های مرکزی و نیز سیستم‌های مستقل نیازمند سامانه‌های کنترل مناسب هستند. همچنین هر فضای کنترل‌شده، برای کاهش نیاز گرمایی و یا سرمایی، نیازمند سامانه‌های کنترل مجزاست.

الزامات مربوط به محیط‌های کنترل‌شده ساختمان در زیربند ۱۹-۴-۳-۳-۱، الزامات مربوط به سیستم‌های مرکزی در ۱۹-۴-۳-۳-۲ و الزامات سیستم‌های مستقل در زیربند ۱۹-۴-۳-۳-۳ بیان شده‌است. در زیربند ۱۹-۴-۳-۳-۴ سایر کنترل‌ها در ساختمان، حسب نیاز و کاربری، برای پایش بهتر مصرف انرژی بیان شده است. خلاصه الزامات در جدول ۱۹-۴-۹ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۴-۹ الزامات و قوانین کنترل و پایش (مانیتورینگ)

نوع کنترل	الزامات
کنترل دمایی فضای کنترل‌شده ۱۹-۴-۳-۳-۱	۱) تعیین دمای ناحیه کنترل‌شده ۲) تعیین تعداد ناحیه دمایی و مدارتوزیع ۳) در نظر گرفتن کنترلر دمایی ۴) در نظر گرفتن کنترلر زمانی
کنترل سیستم مرکزی ۱۹-۴-۳-۳-۲	۱) ایجاد سامانه کنترل مرکزی تجهیزات و پایش ۲) کنترل دمای سیال مدار گرمایش و سرمایش ۲) کنترل مدار توزیع ۳) کنترل زمانی ساعات کار موتورخانه
کنترل سیستم مستقل ۱۹-۴-۳-۳-۳	۱) کنترل عملکرد با کنترلر دمایی
سایر کنترل ها ۱۹-۴-۳-۳-۴	۱) حسب مورد برای کنترل میزان مصرف آب و انرژی

۱۹-۴-۳-۳-۱ کنترل دمایی فضای کنترل‌شده

الف) دمای هوای داخل فضاها، در محل حضور افراد، باید در اوقات سرد سال حداکثر ۲۰ درجهٔ سلسیوس و در اوقات گرم سال حداقل ۲۸ درجهٔ سلسیوس تنظیم شود. در مناطق مرطوب

(ساختمان‌های با درجه انرژی زیاد و سرمایش غالب مطابق پیوست ۳ این مبحث)، دمای هوای فضاها در اوقات گرم سال باید بسته به مورد تعیین شود و در هیچ حالتی نباید کمتر از ۲۵ درجهٔ سلسیوس باشد.

برای فضاهای دارای شرایط خاص، رعایت مقادیر فوق لازم نیست و دماهای تنظیم گرمایش و سرمایش آن‌ها را باید بسته به مورد تعیین کرد. در صورت وجود چنین فضایی در بخشی از ساختمان، طراح باید مستندات لازم برای اعلام فضا به عنوان فضای خاص را ارائه نماید.

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

ب) واحدهای مسکونی با مساحت فضاهای کنترل‌شده بیش از ۸۰ مترمربع باید به حداقل دو ناحیه‌ی دمایی، با کنترل مستقل تقسیم شوند. واحدهای کمتر از ۸۰ مترمربع می‌توانند دارای یک مدار توزیع و کنترل باشند.

تبصره: در مورد کولرهای آبی نیاز به رعایت بند فوق نیست.

ت) واحدهای غیرمسکونی با مساحت فضاهای کنترل‌شده بیش از ۱۵۰ مترمربع در سیستم‌های مرکزی باید حداقل دارای دو ناحیه دمایی با کنترلر زمانی و دمایی مستقل مجهز شوند.

ث) هر یک از پایانه‌های سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی مانند رادیاتور، فن‌کویل، و همچنین *دمپر سیستم‌های هوایی*، باید مجهز به کنترل ترموستاتیک شوند.

ج) در ساختمان‌های غیرمسکونی، در نظر گرفتن سیستم کنترل مرکزی کارکرد دمنده‌ها در طی ساعات شبانه‌روز الزامی است. برای این منظور، هر یک از دمنده‌های پایانه‌های حرارتی و برودتی باید با قابلیت روشن و خاموش کردن دمنده باشند.

ح) تمامی دمنده‌ها در ساختمان‌های غیرمسکونی باید متصل به یک سامانه کنترلی با قابلیت پذیرش جدول زمان‌بندی هفتگی با امکان تعریف روز عادی، تعطیل و نیمه‌روز باشد.

خ) فضاهای کنترل‌شده ساختمان نباید به‌طور مستقیم با فضاهای کنترل نشده یا فضای خارج در ارتباط باشند، و باید از یکدیگر جدا شوند. در فضاهای کنترل‌شده پرتردد، باید درب به‌صورت خودکار بسته شود.

د) در هتل‌ها، بیمارستان‌ها، ادارات، مجتمع‌های تجاری و ساختمان‌های با کاربری مشابه، استفاده از سیستم‌های هوشمند برای توقف خودکار سرمایش و گرمایش، در صورت باز ماندن طولانی‌مدت بازشوهای خارجی و یا تشخیص بدون استفاده ماندن طولانی‌مدت فضاها، با استفاده از سامانه‌های کنترل حضور افراد، الزامی است.

ذ) تجهیزاتی که، برای تأمین رطوبت و حفظ شرایط آسایش در داخل ساختمان، نیاز به مصرف انرژی دارند، باید از طریق حسگر رطوبت مناسب برای نوع کاربری مورد نظر کنترل شوند.

ر) تمـام سیسـتم‌های تأمین هوای تازه باید به کلید روشـن–خاموش تجهیز شوند، تا در شرایط غیرکاری و هنگامی‌که نیـازی به هـوای تـازه نیـست خـاموش شوند، مگر آنکه مجهـز به سامانه کنترل خودکار باشند.

ز) در تمام نقاط ورود هوای تـازه و خروج هوا در ساختمان، در نظر گرفتن سیسـتم‌های خودکار، که دمپـر آن‌هـا فقط در زمان کار کردن باز مـی‌شـود، الزامی است. در مواردی که درجهٔ آلودگی هـوای داخـل تغییـر مـی‌کنـد، تنظیم خودکار میزان هوای تازه الزامی است. حداکثر میزان تهویهٔ مکانیکی نباید بـیش از ۲۰ درصـد از حـداقل تهویـهٔ تعیین‌شـده ازنظـر سلامت و بهداشت بالاتر باشد. درصـورتی‌کـه از سیسـتم‌های بازیافت انرژی از هوای خروجی استفاده شود، این محدودیت برطرف می‌گردد.

۱۹-۴-۳-۳-۲ کنترل سیستم مرکزی

الف) کلیه سیستم‌های گرمایش و سرمایش مرکزی باید دارای سیستم کنتـرل و پـایش مرکـزی، بـا قابلیت‌های زیر باشند

– نمایش مصرف لحظه‌ای انرژی (شامل برق، سوخت) و آب،
– کنترل دمای سیال خروجی و ورودی و
– تعیین میزان آلاینده‌های تولیدشده توسط تجهیزات.

ب) سیستم کنتـرل مرکزی باید قابلیت کنترل دمای هوا و یا آب خروجی از سیستم‌های موتورخانـه را داشـته باشـد. کنترل دما می‌توانـد بـا تنظـیم زمان‌هـای روشن و خاموشی تجهیـزات گرمایـشی، سرمایـشی مشعل، کمپرسور یا کنترل ظرفیت آن‌هـا و یا تنظیم جریان سیال فعال (توسط پمـپ و شـیر برقی) انجام گیرد.

ت) درجهٔ تنظیم دما برای کنترل سیستم باید در ارتباط با دمای هوای بیرون ساختمان به‌صـورت خودکار قابل تنظیم باشد.

ث) تجهیزات سیستم آب‌گرم مصرفی بایـد مجهـز بـه سیـستم کنتـرل دمـا باشنـد. طراحـی سیستم آب‌گرم مصرفی باید بـر اسـاس ضوابط مبحث ۱۴ مقررات ملی انجام شود و دمـای آب‌گرم مصرفی نباید از ۶۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد.

ج) در سیسـتم آب‌گـرم مصـرفی، استفاده از کنترلر خودکار برای خاموش شـدن پمـپ آب‌گرم برگـشتی، در زمـانی کـه به آب‌گرم نیازی نیست، و یـا دمـای آب برگشـتی در حـد مطلـوب است، الزامی است.

ح)در سیستم مرکزی گرمایش و پکیج‌ها، طراحی و اجرای تأسیسات آب‌گرم مـصرفی بایـد بـه‌طور مجزا انجام شـود، یـا عملکـرد مجـزا و مسـتقل آن توسـط شـیرهای برقـی بـا کنتـرل اتوماتیـک امکان‌پذیر گردد.

خ) پمپ مربوط به سیال فعال باید بر اساس دمای سیال (هوا یا آب) برگشتی، کنترل شود.

د) برای همهٔ ساختمان‌ها با سیستم مرکزی، در نظر گرفتن سیستم برنامه‌ریزی کارکرد تجهیزات در ساعات شبانه‌روز، با در نظر گرفتن ساعات بهره‌برداری، الزامی است.

ذ) در تمام ساختمان‌ها، در آب‌گرم‌کن‌های مخزن‌دار بدون پمپ، سیستم تولید آب گرم بهداشتی باید مجهز به سامانه کنترل دمای آب‌گرم باشد.

۱۹-۴-۳-۳-۳ کنترل سیستم مستقل

هر نوع سیستم گرمایشی یا سرمایشی غیر مرکزی که کاملاً مستقل عمل می‌کند، مانند انواع بخاری گازی و نفتی در گرمایش، و کولر آبی در سرمایش، باید حداقل به یک سیستم‌کنترل دمای هوای اتاق مجهز باشد.

۱۹-۴-۳-۳-۴ سایر کنترل‌ها

الف) در واحدهای مستقل ساختمانی، که گرمایش و سرمایش با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، لازم است که برای هر یک از واحدها کنتور اندازه‌گیری مصرف انرژی نصب گردد، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده، برای کاهش مصرف انرژی در هر واحد، جداگانه محاسبه و عاید همان واحد گردد.

ب) در واحدهای مستقل ساختمانی، که آب گرم مصرفی آن‌ها با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، لازم است که برای هر یک از واحدها کنتور اندازه‌گیری مصرف آب گرم و سرد، به‌صورت جداگانه نصب گردد، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده برای کاهش مصرف و صرفه‌جویی هر واحد جداگانه محاسبه و عاید همان واحد گردد.

ج)در ساختمان‌هایی با کاربری عمومی، استفاده از شیرهای دارای قطع‌کن اتوماتیک مانند فنری یا شیرهای دارای چشم الکترونیکی الزامیست.

د) برای اختلاط آب‌گرم و سرد در آشپزخانه، سرویس بهداشتی و حمام، استفاده از شیرهای مشترک آب گرم و سرد، مانند شیرهای اهرمی الزامی است.

ه) آب‌دهی دستشویی و سردوشی‌های حمام در فشار ۵۵۰kPa (معادل ۵/۵ بار یا آتمسفر) نباید بیش از ۰/۱۶ لیتر بر ثانیه باشد. برای دست‌یابی به این حد کیفی، طبقه‌بندی میزان جریان آب سردوشی، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۶۸۰ باید z یا zz باشد.

۱۹-۴-۳-۴ انتخاب و نصب مناسب تجهیزات

الف- مدارهای توزیع کار انتقال و توزیع سرما و گرمای تولیدشده به پایانه‌ها را انجام می‌دهند. بالانس کردن مدارهای توزیع سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی الزامی است. برای بالانس کردن، باید از تجهیزات موردنیاز، اعم از دمپرها، دماسنج‌ها، فشارسنج‌ها و شیرهای بالانس، استفاده گردد.

ب- برچسب آب مربوط به مقادیر دبی حداکثر شیرآلات بهداشتی تأمین آب‌گرم مصرفی و سردوشی‌ها، طبق استانداردهای ۶-۲-۲۴۹۴۲ و ۱-۲-۲۴۹۴۲، در ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، باید به ترتیب C و A باشد.

پ- درصورتی‌که از قسمتی از فضاهای ساختمانی غیرمسکونی با بهره‌برداری منقطع، به‌صورت مداوم استفاده شود، باید گرمایش و سرمایش این فضاها از سیستم مرکزی تفکیک گردیده و به‌صورت مستقل در نظر گرفته شود.

ت- ارائه گزارش جامع طراحی تأسیسات مکانیکی، و محاسبات بار برودتی و حرارتی با استفاده از نرم افزارهای معتبر الزامی است. مشخصات فنی تمامی تجهیزات انتخاب‌شده نیز باید در هماهنگی با محاسبات و مورد تأیید کارشناس تأسیسات باشد.

ث- نصب سایبان برای کندانسورهای هواخنک با جریان هوای موازی با زمین، الزامیست.

ج- نصب سایبان برای کولر آبی الزامی است.

۱۹-۴-۳-۵ استخر آب‌گرم

الف) در استخرهای عمومی، که از آب‌گرم استفاده می‌کنند، استفاده از پوشش مناسب، که تبادل حرارت آب را محدود و از تبخیر آن جلوگیری کند، الزامی است. این پوشش باید دارای مقاومت حرارتی بیش از ۰/۵ [m^2.K/W] و گسیلندگی سطح در تماس با هوای کمتر از ۰/۲ داشته باشد.

در مورد استخرهای شخصی ساختمان‌های مسکونی، که از آب‌گرم استفاده می‌کنند، بهره‌گیری از این پوشش توصیه می‌شود.

ب) در استخرهایی عمومی که اقدام به گرم کردن آب استخر می‌شود، دمای آب استخر نباید از ۲۸ درجه سانتی‌گراد بیشتر شود. جکوزی‌ها و استخرهای درمانی از این امر مستثنی هستند.

۱۹-۴-۴ تأسیسات برقی

۱۹-۴-۴-۱حوزه شمول و کلیات

این بخش به ضوابط اجباری مربوط به تجهیزات سیستم‌های برقی و روشنایی مصنوعی اختصاص دارد. موارد مطرح شده در این بخش در طراحی تمامی پروژه‌های ساختمانی نوسازی و بهسازی لازم‌الاجراست.

مجرای تأمین نیروی برق و یا مصرف برق ساختمان عموماً از انشعابات برق شبکه شهری است و نحوه تأمین طبق ضوابط شرکت برق می‌باشد که در این مبحث به آن پرداخته نمی‌شود.

تأمین نیروی برق مصرفی ساختمان، براساس مقدار مصرف، امکانات موجود شبکه برق شهری، و سایر شرایط می‌تواند انشعاب برق فشار ضعیف یا فشار متوسط باشد. نوع انشعاب را ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق تعیین می‌کند (به مبحث سیزدهم مقررات ملی رجوع شود).

تأمین برق ساختمان با انشعاب فشار متوسط از طریق پست برق با تجهیزات شامل ترانسفورماتور(ها) و تابلوهای برق فشار متوسط است. در این انشعاب‌ها، سیستم اندازه‌گیری مصرف برق در پست پاساژ و یا پست برق تحت اختیار شرکت برق نصب می‌گردد.

در طراحی سیستم‌های تأسیسات برقی باید موارد زیر، که در راندمان کارکرد تجهیزات برقی و شبکه‌های سیستم‌های تأسیسات برقی و در مؤثرند، با هدف صرفه‌جویی در مصرف برق (انرژی الکتریکی) مد نظر قرار گیرند:

- پروفیل مصرف برق در دوره کارکرد و بهره‌برداری و مقدار سالیانه و روزانه آن،
- محل استقرار پست برق، تأمین نیرو، و محل تابلو برق،
- اثر شرایط محیط (نظیر محل نصب تجهیزات برقی) ازقبیل حداکثر و حداقل دمای محیط، ارتفاع از سطح دریا و رطوبت محیط).

۱۹-۴-۴-۲ انشعاب برق

۱۹-۴-۴-۲-۱انشعاب برق فشار ضعیف (منشعب از شبکه عمومی)

انشعاب برق فشار ضعیف، با توجه به مقدار مصرف و شرایط و براساس ضوابط و یا دستورالعمل‌های شرکت برق، برای تأمین مصرف برق مورد نیاز ساختمان با انشعاب سه فاز با ولتاژ نامی ۴۰۰/۲۳۱ ولت (در شرایط عادی ۳۸۰/۲۲۰ ولت) و یا یک فاز با ولتاژ نامی ۲۳۰ ولت (در شرایط عادی ۲۲۰ ولت) خواهد بود. در ساختمان‌هایی که با این انشعاب تغذیه می‌شوند،

صرفه‌جوئی در مصرف برق بعد از نقطه سرویس مشترک (کنتور برق فشار ضعیف) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱۹-۴-۴-۲-۲ انشعاب برق فشار متوسط (اختصاصی)

انشعاب برق فشار متوسط، باتوجه به مقدار مصرف، شرایط طرح تأسیسات برق، و امکانات محلی موجود، و همچنین بر اساس ضوابط و یا دستورالعمل‌های شرکت برق، برای تأمین برق ساختمان در نظر گرفته می‌شود. ولتاژ نامی برق فشار متوسط می‌تواند ۱۱ یا ۲۰ یا ۳۳ کیلوولت باشد. معمول‌ترین ولتاژ مورد استفاده در اکثر نقاط کشور، ولتاژ فشار متوسط ۲۰ کیلوولت است. این ولتاژ معیار بررسی و مقایسه، ترانسفورماتورهای فشار متوسط خواهد بود. انشعاب برق، از طریق پست برق اختصاصی با ترانسفورماتور و یا ترانسفورماتورهای فشار متوسط و تابلوهای برق فشار متوسط، برق ساختمان را تأمین و تغذیه خواهد کرد. در این انشعاب علاوه بر نکات فوق باید به نکات زیر نیز توجه کرد:

- تعیین تعداد بهینه پست(ها) برق مورد نیاز
- تلفات ترانسفورماتور(ها)
- اثر شرایط اقلیمی
- راندمان حداکثر و ضریب بار ترانسفورماتور(ها)

در ساختمان‌هایی که با این نوع انشعاب تغذیه می‌شوند، صرفه‌جویی در مصرف برق بعد از نقطه سرویس مشترک (کنتور برق فشار متوسط) یعنی در ترانسفورماتور پست برق، تجهیزات و شبکه تأسیسات برق ساختمان، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تبصره: روش مقایسه و بررسی ترانسفورماتورها با ولتاژ نامی ۱۱ و ۳۳ کیلوولت مشابه روش مربوط به ترانسفورها با ولتاژ نامی ۲۰ کیلوولت است.

۱۹-۴-۴-۲-۳سیستم سرعت متغیر (VSD)

استفاده از سیستم سرعت متغیر (VSD)، برای کنترل سرعت موتور، در مواردی‌که تغییر دور پمپ‌های سیستم‌های تأسیسات مکانیکی برای کنترل دبی یا مقدار جریان آب در گردش و یا خروجی پمپ‌ها و نیز کنترل مقدار هوا مد نظر باشد، الزامی است.

۱۹-۴-۴-۳ مولد نیروی برق اضطراری

از مولد نیروی برق اضطراری برای تأمین و تغذیه برق مصارف ایمنی و اضطراری سیستم‌های تأسیسات برقی و مکانیکی استفاده می‌شود.

مولدهای نیروی برق اضطراری در داخل ساختمان و یا در محوطه ساختمان و در نزدیکی آن نصب می‌گردند.

نیروی محرکه ژنراتورهای برق این مولدها عموماً موتور دیـزل و یـا موتـور گازسـوز (گـاز شـهری) می‌باشد (به مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان رجوع شود).

در راندمان موتور نیروی محرکه و ژنراتور برق مولد نیروی برق اضطراری، عمـدتاً ارتفـاع از سـطح دریا، و دمای هوای محیط نصب، تأمین مقدار هوای مورد نیاز خنک کردن موتـور و ژنراتـور مولـد، هوای مورد نیاز احتراق موتور مولد، تخلیه مناسـب دود ناشـی از احتـراق، مقـدار ضـریب تـوان بـار مصرفی برق اضطراری، مؤثر می‌باشند. این پارامترها در راندمان موتـور نیـروی محرکـه و ژنراتـور برق، و به تبع آن صرفه‌جویی در مصرف انرژی و مقدار سوخت مصرفی سیستم مولـد نیـروی بـرق اضطراری، اثر مستقیم دارند.

در تخلیه دود ناشی از احتراق باید اثر عوامل زیر مورد توجه قرار گیرد:

- اندازه، نوع و طول لوله اگزوز، اتصالات و زانوهای متصل به لوله اگزوز و تعداد آنها،
- اثر نوع و اندازه صداخفه‌کن و لوله ارتعاش‌گیر متصل به آن، با هدف کـاهش فشـار معکـوس ایجادشده توسط عوامل فوق بر روی پیستون موتور نیروی محرکه و رساندن آن به مقـدار فشار معکوس مجاز (به‌منظور افزایش راندمان آن).

مقدار فشار معکوس مجاز باید توسط سازنده در مشخصات فنی دستگاه قید شده‌باشد.

شرایط کارکرد نرمال موتور نیروی محرکه و ژنراتور برق، بر اساس استاندارد و نیز پارامترهای مـوثر در شرایط و نیازهای طراحی و نصب مولدهای برق اضطراری به این قرار است:

الف) شرایط کارکرد نرمال ژنراتور مولد نیروی برق اضطراری با حداکثر دمای محل نصب برابـر ۴۰ درجه سلسیوس و ارتفاع محل نصب از سـطح دریـا برابـر ۱۰۰۰ متـر و ضـریب تـوان ژنراتور برابر ۰/۸ می‌باشد.

ب) شرایط کارکرد نرمال موتور نیروی محرکه مولد نیروی بـرق اضـطراری بـا حـداکثر دمـای محل نصب برابر ۳۰ درجه سلسیوس و در کنار دریا و یا حـداکثر دمـای نصـب ۲۰ درجـه سلسیوس و ارتفاع از سطح دریا برابر ۳۰۰ متر و نیز رطوبت نسبی برابر ۶۰٪ می‌باشد.

پ) طراح باید به هنگام طراحی و انتخاب مولد نیروی برق اضـطراری، ضـرایب کـاهش را، بـا توجه به نیاز طرح، شرایط محل نصب و دیگر عوامل تعیین‌کننده، منظور نماید. لـازم اسـت داده‌های مورد نیاز برای طراحی از تولیدکنندگان سیستم‌های مولد نیروی بـرق اضـطراری مطابق با استاندارد اخذ گردد.

ت) ابعاد اتاق نصب مولد نیروی برق اضطراری باید مناسب برای قدرت و یا ظرفیت نامی آن بر حسب کیلووات (kW) انتخاب شود.

ث) ابعاد دریچه‌های هوای ورود و خروج اتاق محل نصب مولد، باید براساس مقدار هوای خنک‌کن و احتراق مورد نیاز مولد، اثر گریل‌های دریچه‌ها و نیز نحوه گردش و جهت ورود و خروج هوا انتخاب شود.

ج) محل دریچه‌های ورود و خروج هوای اتاق نصب مولد نیروی برق اضطراری باید طوری انتخاب شود که جریان هوای ورود و خروج، بتواند هوای گرم اطراف موتور نیروی محرکه و ژنراتور مولد نیروی برق اضطراری را تخلیه نماید.

تأمین شرایط مناسب برای کارکرد مولد نیروی برق اضطراری با رعایت بندهای فوق الذکر و نیز در مدار قرار گرفتن مصارف برق اضطراری عمده، مانند مصارف موتورخانه تأسیسات مکانیکی، تجهیزات و دستگاه‌های پرمصرف به صورت مرحله‌ای و پله‌ای در مدار برق اضطراری، به کاهش قدرت یا ظرفیت نامی مولد نیروی برق اضطراری انتخابی منجر می‌شود و این امر باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی و سوخت مصرفی مولد می‌گردد.

در صورتی که برای تأمین و تغذیه برق اضطراری ساختمان به بیش از یک دستگاه مولد نیروی برق اضطراری نیاز باشد موازی کردن این مولدها با استفاده تابلو سنکرون، باعث خواهد گردید که مولدها به تناسب مقدار بار اضطراری مورد نیاز، وارد مدار شده و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف انرژی و مقدار سوخت مصرفی حاصل شود.

تبصره: برای استانداردهای مولد نیروی برق اضطراری به نشریه ۱-۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (مشخصات فنی، عمومی و اجرایی تأسیسات برقی) مراجعه شود.

۱۹-۴-۴-۴ دستگاه‌های برق بدون وقفه

دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) برای تغذیه برق تجهیزات و دستگاه‌های خاص، در فضاهایی نظیر مراکز کامپیوتر، مراکز داده، تأسیسات و تجهیزات برق سیستم‌های ایمنی، تجهیزات خاص بیمارستانی، تجهیزات مخابراتی و ارتباطی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مولدهای برق بدون وقفه نوع دینامیک (No Break) نوع دیگری از دستگاه‌های برق بدون وقفه است که با توجه به شرایط طرح ، به‌جای دستگاه برق بدون وقفه استاتیک مرکزی، برای تأمین و تغذیه برق بدون وقفه و به‌صورت مرکزی، به‌کار می‌رود.

در صورتی که انتخاب هر یک از دستگاه‌های برق بدون وقفه استاتیک و یا دینامیک مرکزی برای تأمین مصارف برق بدون وقفه مد نظر باشد، لازم است، علاوه بر در نظر گرفتن پارامترهای اقتصادی (نظیر هزینه دستگاه‌ها، لوازم جانبی، طول عمر باطری، هزینه جایگزینی باطری و غیره) به مقایسه‌ها و پارامترهای زیر نیز توجه لازم معطوف گردد:

(۱)- توان یا ظرفیت نامی دستگاه برق بدون وقفه استاتیک یا دینامیک

(۲)- زمان باردهی دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

(۳)- راندمان دستگاه‌های برق بدون وقفه استاتیک و دینامیک

(۴)- راندمان و تلفات انرژی شارژ و دشارژ باطری‌های دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

(۵)- مصرف برق مورد نیاز برای تهویه و یا تخلیه هوای لازم برای دستگاه برق بدون وقفه استاتیک، اتاق باطری‌های آن، و نیز نحوه تأمین هوای لازم برای احتراق و خنک‌کردن موتور نیروی محرکه، موتور راه‌انداز و ژنراتور برق نوع دینامیک

(۶)- عمر باطری‌ها و هزینه جایگزینی آن‌ها با باطری‌های نو در دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

(۷)- مصرف برق موتور راه‌انداز دستگاه برق بدون وقفه دینامیک

(۸)- مصرف سوخت و نیز تأمین شرایط و فضای نصب منبع سوخت موتور نیروی محرکه دستگاه برق بدون وقفه دینامیک

(۹)- مدت زمان لازم برای قرار گرفتن در مدار تغذیه مصارف برق بدون وقفه و یا مدت زمان وقفه برای هر یک از دستگاه‌های استاتیک و دینامیک

(۱۰) اثر شرایط محیط (محل نصب) دستگاه‌های برق بدون وقفه استاتیک و دینامیک در راندمان آنها

(۱۱) ضریب توان بالای دستگاه برق بدون وقفه دینامیک و امکان حذف بانک خازن اصلاح ضریب توان در آن، نسبت به دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

(۱۲) مقایسه مقادیر فضاهای مورد نیاز برای نصب دستگاه‌های برق بدون وقفه، از نوع دینامیک و استاتیک، و اجزای جانبی آنها.

۱۹-۴-۴-۵ بانک خازن

مصرف‌کننده‌هایی مانند موتورهای الکتریکی، دستگاه‌ها و تجهیزات، لامپ‌های تخلیه گاز در سیستم روشنایی و غیره باعث ایجاد جریان برق رِاَکتیو و به تبع آن کاهش ظرفیت شبکه توزیع و اجزای تابلوهای برق، و به‌عبارت دیگر، راندمان سیستم فشار ضعیف می‌گردند. توان حاصل از این جریان راکتیو را توان رِاَکتیو می‌گویند.

کاهش مقدار توان راکتیو، با توجه به نیاز و شرایط طرح، با استفاده از خازن‌های نصب شده روی دستگاه‌ها، تجهیزات، یا گروهی از آنها در تابلوهای فرعی، و یا بانک خازن متصل به تابلوهای برق نیمه‌اصلی، به‌صورت نیمه‌متمرکز و یا تابلوهای برق اصلی، به‌صورت مرکزی و متمرکز، اثرهای مثبت متعددی دارد. اهم این موارد عبارتند از:

- افزایش قابلیت و راندمان شبکه در تأمین توان اَکتیو،
- کاهش تلفات بار در شبکه توزیع و بهبود کارایی شبکه توزیع و اجزای تابلوهای برق،
- کاهش هزینه بهره‌برداری.
- کاهش توان رآکتیو و صرفه‌جویی در هزینه پرداختی بابت آن

ظرفیت بانک خازن براساس مقدار توان اَکتیو مورد نظر و مقدار متوسط ضریب توان مصرف‌کننده‌های برقی (ضریب توان اولیه) و ضریب توان اصلاح شده شبکه برق، محاسبه می‌گردد. (به مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان رجوع شود). براین اساس، در استفاده از بانک خازن برای ارتقاء و اصلاح مقدار ضریب توان اولیه به مقدار مورد نظر، لازم است موارد زیر مدّ نظر قرار گیرند:

الف) طبق ضوابط شرکت برق حداقل مقدار ضریب توان کل شبکه برق تأمین و تغذیه برق ساختمان برابر ۰/۹۰، معیار و پایه اندازه‌گیری مقدار توان رِاَکتیو می‌باشد.

ب) ضریب توان کل شبکه برق کمتر از مقدار ۰/۹۰ مشمول هزینه پرداختی از بابت مقدار توان رآکتیو خواهد بود، و مقدار ضریب توان کل شبکه برق برابر و یا بالاتر از رقم ۰/۹۰ مشمول پرداخت هزینه بابت مقدار توان رآکتیو نخواهد بود.

۱۹-۴-۴-۶ سیستم‌های اندازه‌گیری

سیستم‌های اندازه‌گیری در تأسیسات برقی، برای دست‌یابی به اهداف متعددی در نظر گرفته می‌شود. اهم این اهداف عبارتند از:

(۱)- اندازه‌گیری مقادیر توان مصرفی برق

(۲)- بهبود مدیریت مصرف برق با کمّی کردن میزان صرفه‌جویی در مصرف،

(۳)- تعیین میزان اثربخشی مدیریت هوشمند مصرف انرژی (EMS) و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS).

(۴)- تعیین هزینه تفکیکی مصرف برق،

(۵)- اندازه‌گیری پارامترهای شبکه توزیع و تابلوهای برق.

در تأمین و تغذیه برق ساختمان از طریق انشعاب فشار ضعیف و یا فشار متوسط و نیز مدیریت مصرف برق، سیستم‌های اندازه‌گیری می‌تواند شامل بخشی و یا کل سیستم‌های زیر باشد که براساس نیاز طرح انتخاب می‌گردد.

الف) اندازه‌گیری مقدار توان اَکتیو کل مصرف برق، برحسب کیلووات ساعت (kWh)، از طریق کنتور برق اَکتیو برای هر دو انشعاب فشار ضعیف و فشار متوسط.

ب)اندازه‌گیری مقدار توان رِاَکتیو کل مصرف برحسب کیلوولت‌آمپر رِاَکتیو ساعت یا کیلووار ساعت (kVARh) در انشعاب فشار متوسط و در انشعاب فشار ضعیف طبق زیربندهای ۱۹-۴-۴-۶-۲ و ۱۹-۴-۴-۶-۱.

پ) اندازه‌گیری مقدار لحظه‌ای توان اَکتیو کل مصرف برحسب کیلووات (kW) بر اساس نیاز طرح

ت) اندازه‌گیری مقدار لحظه‌ای توان ظاهری کل مصرف برحسب کیلوولت آمپر (kVA) بر اساس نیاز طرح

ث) اندازه‌گیری ضریب توان کل شبکه فشار ضعیف براساس نیاز طرح

ج) اندازه‌گیری پارامترهای سیستم فشار ضعیف شامل ولتاژ فازها نسبت به هم، ولتاژ فازها نسبت به نول، جریان فازها و فرکانس شبکه، کیلووات و کیلوولت‌آمپر مصرفی، ضریب توان و غیره توسط پاورمتر در تابلوهای برق براساس نیاز طرح

چ) هرگونه اندازه‌گیری دیگری که براساس نیاز طرح، برای مدیریت مصرف برق با استفاده از ساعت فرمان، کنترل و یا ثبت زمان، و نیز کنتورهای برق دارای تعرفه اندازه‌گیری مقدار حداکثر مصرف و غیره، که براساس ضوابط و دستورالعمل شرکت برق لازم باشد.

۱۹-۴-۴-۶-۱اندازه‌گیری توان راکتیو در انشعاب برق فشار ضعیف

طبق ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق برای تأمین و تغذیه مصارف برق کلیه ساختمان‌ها، با انشعاب برق فشار ضعیف برابر ۵۰ آمپر سه فاز و یا ۳۰ کیلووات (kW) و به بالا نصب کنتور رِاَکتیو برای اندازه‌گیری مقدار توان رِاَکتیو الزامی است. در این حالت چنان‌که ضریب توان کل زیر مقدار ۰/۹۰ باشد، بانک خازن برای پرهیز از پرداخت هزینه مربوط به توان رِاَکتیو در تأسیسات برق، پیش‌بینی می‌شود.

۱۹-۴-۴-۶-۲اندازه‌گیری پارامترهای برق در انشعاب برق فشار متوسط

تأمین و تغذیه مصارف برق ساختمان با بیش از مقدار مشخص و تعیین شده، در ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق، با انشعاب برق فشار متوسط و پست برق اختصاصی خواهد بود، مقدار مصرف برق در این انشعاب، اندازه‌گیری‌های توان اَکتیو، توان رِاَکتیو و حداکثر مقدار مصرف

در تابلو اندازه‌گیری مستقر در پست پاساژ تحت اختیار شرکت برق، انجام می‌گیرد. این اندازه‌گیری‌ها حداقل باید مقادیر زیر را در بر بگیرد:

الف) توان اَکتیو برحسب کیلووات ساعت (kWh) با کنتور تعرفه‌دار و براساس ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق

ب) توان رِاَکتیو برحسب کیلوولت‌آمپر رِاَکتیو ساعت یا کیلووارساعت (kVARh) با کنتور تعرفه‌دار و براساس ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق

پ) حداکثر مصرف برق با استفاده از دستگاه سنجش حداکثر مقدار مصرف (ماکسی‌متر) و براساس ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق

۱۹-۴-۴-۶-۳ اندازه‌گیری پارامترهای برق شبکه فشار ضعیف در انشعاب برق فشار متوسط

در انشعاب برق فشار متوسط، علاوه بر موارد ذکر شده در زیربند ۱۹-۴-۴-۶-۲، از پاورمتر برای اندازه‌گیری پارامترهای شبکه برق فشار ضعیف، به منظور اطلاع و یا ثبت این پارامترها در دوره بهره‌برداری از ساختمان، و برنامه‌ریزی برای اصلاح و استفاده بهینه از امکانات شبکه، و مدیریت مصرف برق، به شرح زیر استفاده می‌شود:

الف) استفاده از پاورمتر برای اندازه‌گیری پارامترهای برق فشار ضعیف در تابلوهای برق عادی (نرمال) و اضطراری اصلی، موتورخانه تأسیسات مکانیکی و تابلو تغذیه آسانسورهای گروهی، تابلوهای تغذیه دستگاه‌ها و تجهیزات پر مصرف به‌منظور کنترل و یا ثبت پارامترهای مندرج در (بند ج زیربند ۱۹-۴-۴-۶) و نیز کنترل و برنامه‌ریزی مدیریت مصرف برق، شامل مقادیر توان اَکتیو بر حسب کیلووات (kW)، توان ظاهری برحسب کیلوولت‌آمپر (kVA) و ضریب توان، در کلیه رتبه‌های ساختمانی، الزامی است.

ب) استفاده از پاورمتر برای اندازه‌گیری پارامترها، در تابلوهای نیمه اصلی برق نرمال و اضطراری در صورت نیاز و شرایط طرح

پ) استفاده از پاورمتر برای اندازه‌گیری پارامترها، در تابلو برق اضطراری تغذیه‌کننده برق بدون وقفه مرکزی (یو.پی.اس) و تابلو برق اصلی برق بدون وقفه مرکزی

ت) استفاده از پاورمتر برای اندازه‌گیری پارامترها، در تابلوهای برق مصارف و تجهیزات خاص، از جمله مراکز کامپیوتر، مراکز داده، تابلوهای برق قسمت‌های پرمصرف ساختمان و نیز بخش‌های دارای تجهیزات ویژه و یا عملکرد ویژه در ساختمان.

تبصره: استفاده از پاورمتر برای هرتابلو برق دیگر، بستگی به شرایط طرح خواهد داشت.

۱۹-۴-۴-۶-۴ اندازه‌گیری پارامترها در انشعاب برق فشار ضعیف

با توجه به نیاز و شرایط استفاده از پاورمتر و یا آمپرمتر و ولت‌متر در تابلوهای برق اصلی نرمال ساختمان‌های دارای انشعاب فشار ضعیف و با مقدار مصرف ۳۰ کیلووات (۵۰ آمپر سه فاز) و به‌بالا، برای اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز جهت بررسی شرایط شبکه فشار ضعیف و یا با هدف کنترل و برنامه‌ریزی مدیریت مصرف برق توصیه می‌شود.

تبصره: استفاده از پاورمتر و یا آمپرمتر و ولت‌متر برای هر تابلو برق دیگر بستگی به شرایط طرح خواهد داشت.

۱۹-۴-۴-۷ تلفات بار در شبکه توزیع برق و سیم‌کشی برق

در کاهش مقدار تلفات بار در شبکه توزیع برق و سیم‌کشی و به تبع آن صرفه‌جویی در مصرف انرژی، عوامل زیر موثراند:

الف) مقادیر افت ولتاژ در شبکه توزیع برق و سیم‌کشی (رجوع شود به مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان)

تبصره: کاهش مقادیر افت ولتاژ باعث کاهش مقدار تلفات در شبکه توزیع می‌شود مشروط به اینکه به مقاطع بهینه کابل‌ها در شبکه توزیع نیز توجه شود. (برای بهینه‌یابی اقتصادی مقاطع کابل‌ها در شبکه توزیع به استاندارد **IEC 60287-3-2** رجوع شود)

ب) استفاده از سیم نوع تک مفتولی به جای سیم افشان به دلیل پایین بودن مقاومت سیم تک مفتولی نسبت به رشته‌ای (رجوع شود به مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان)

پ) نحوه آرایش و فاصله کابل‌ها از هم، نوع کابل‌ها، تک رشته بودن و یا چند رشته بودن کابل‌ها، انتخاب مقاطع مناسب کابل‌ها برای هر یک از بخش‌های شبکه توزیع و غیره (رجوع شود به مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان)

ت) انتخاب توپولوژی مناسب برای شبکه توزیع، از جمله محل استقرار ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق فشار ضعیف اصلی و بهینه‌سازی طول و مقطع کابل‌های شبکه توزیع

ث) کاهش مقدار جریان هارمونیک با انجام یکی از اقدامات زیر:

- به‌کارگیری اجزائی که هارمونیک تولید نمی‌کنند،
- سامانه‌های دارای فیلتر جریان هارمونیک،
- افزایش مناسب مقطع کابل و یا سیم مدار تغذیه کننده آن‌ها.

۱۹-۴-۴-۸سیستم مدیریت روشنایی

برای سیستم مدیریت روشنایی در صورت استفاده از روش تجویزی به بند ۱۹-۵-۴-۹ مراجعه شود.

۱۹-۴-۴-۹سیستم کنترل روشنایی

در طراحی و یا بهره‌برداری از سیستم روشنایی مصنوعی ساختمان‌ها، لازم است از روش‌های کنترل مناسب برای قطع و وصل و کنترل مدارها و یا چراغ‌های روشنایی و با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی استفاده شود.

این کنترل‌ها می‌تواند شامل یک و یا ترکیبی از چند سیستم زیر باشد:

الف) کلیدهای قطع و وصل
ب) حسگر (سنسور) حرکت
پ) حسگر (سنسور) حضور
ت) حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی
ت) ساعت فرمان مدار روشنایی
ج) تایمر مدار روشنایی
چ) کاهنده (دیمر) روشنایی

۱۹-۴-۴-۱۰لامپ سیستم روشنایی مصنوعی

لامپ‌ها از اجزای اصلی سامانه‌های تأمین‌کننده روشنایی مصنوعی بخش‌های مختلف ساختمان، از جمله فضاهای داخلی، محیط اطراف، محوطه، و نمای ساختمان می‌باشند. انتخاب یک نوع لامپ به نیاز و نوع فعالیت، و همچنین میزان و کیفیت روشنایی مورد نیاز بستگی دارد.

مشخصات فنی لامپ‌ها و اجزای آنها، از جمله بالاست‌ها و منابع تغذیه مواردی هستند که در انتخاب مناسب‌ترین لامپ برای تأمین روشنایی مصنوعی تعیین‌کننده هستند و باید مورد توجه قرار گیرند. اهم این موارد عبارتند از:

الف) راندمان (لومن بر وات) و یا بهره نوری لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی.
ب) مشخصات کیفی نور، از جمله دمای رنگ، شاخص نور لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی.
پ) عمر لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی.

ت) استفاده از لامپ با فیلمان تنگستن و یا هالوژن با راندمان (یا بهره نوری) کمتر از ۱۴ لومن بروات، لامپ‌های بخار جیوه با راندمان کمتر از ۵۵ لومن بروات و نیز لامپ‌های گازی با راندمان کمتر از ۲۲ لومن بروات، به‌دلیل امکان جایگزینی آنها با لامپ‌های کارامدتر و با راندمان بالاتر، مجاز نمی‌باشد، مگر این‌که در طراحی و یا بهره‌برداری، ویژگی‌های خاصی مدنظر باشد که قابل تأمین با دیگر لامپ‌ها نباشد. در این حالت، لازم است طراح دلایل توجیهی خود برای انتخاب‌های غیرمجاز را ارائه نماید.

ث) یکی از موارد استثنای بند فوق، مجاز بودن استفاده از لامپ‌های هالوژن تنگستن (مدادی)، با راندمان (یا بهره نوری) حدود ۱۹ تا ۲۲ لومن بروات، برای تأمین روشنایی صحنه، در تئاترها، آمفی‌تئاترها، و سالن‌های همایش است.

۱۹-۴-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر

۱۹-۴-۵-۱مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم

درطراحی پروژه ساختمان، لازم است فضای اختصاصی و مسیرهای نصب و راه اندازی مدارهای آتی سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و زیرساخت‌های مرتبط مشخص شوند.

در چک‌لیست انرژی، لازم است میزان انرژی سالیانه تأمین شده در طرح، و میزان انرژی سالیانه قابل تأمین در آینده (در صورت بهسازی)، توسط سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌تفکیک درج شود.

برای تمامی ساختمان‌ها، لازم است مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم برای فضای نصب صورت گیرد تا میزان انرژی قابل تأمین، در آینده، کمتر از مقادیر زیر نباشد:

- ۲۰ کیلووات‌ساعت در مترمربع در سال برای ساختمان‌های یک طبقه؛
- ۳۲ کیلووات‌ساعت در سال به‌ازای هر مترمربع از سطح بام، برای ساختمان‌های بیش از یک طبقه.

لازم است تمامی اطلاعات در این خصوص، در دفترچه محاسبات و طراحی مطابق ضوابط این مبحث قید شود.

۱۹-۴-۵-۲موارد خاص

در موارد خاصی که به دلیل شرایط خاص ناشی از وضعیت استقرار ساختمان، از جمله سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور، امکان تأمین مقادیر حدقل فراهم نمی‌باشد، لازم است دلایل فنی توجیهی

ارائه گردد، و در مدارک فنی ساختمان، عدم امکان بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر به صراحت قید شود.

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

۱۹-۵ روش تجویزی

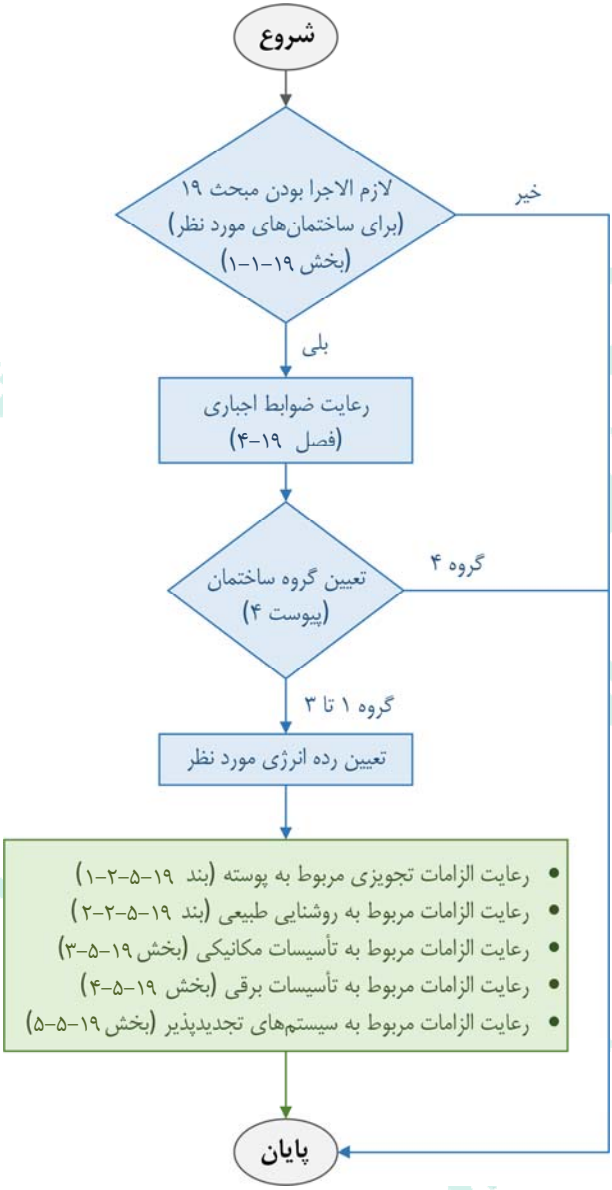
این روش یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث است. در روش تجویزی مشخصات عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم‌ها و تجهیزات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی، و همچنین سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، در این روش، بهتر بودن یکی از عناصر ساختمانی، نسبت به مشخصات حداقل تعیین‌شده، امکان تخفیف گرفتن برای دیگر موارد را فراهم نمی‌سازد، ولی در عین حال، این امکان را فراهم می‌سازد که فعالیت‌های طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر) به‌صورت مستقل صورت گیرد.

۱۹-۵-۱ اصول کلی

طراحی طبق روش تجویزی باید با رعایت تمامی ضوابط تعیین‌شده در فصل ۱۹-۵ در خصوص پوسته خارجی ساختمان، تأسیسات مکانیکی، سیستم روشنایی مصنوعی، دیگر تجهیزات الکتریکی و همچنین روشنایی طبیعی و سیستم‌های تجدیدپذیر انجام شود.

در صورتی که هدف طراحی ساختمان کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی باشد، لازم خواهد بود، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری، ضوابط تجویزی مربوط به ساختمان کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی نیز مدنظر قرار گیرد.

کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) بیش از ۴۰ درصد نباشد. در حالتی که این شرط محقق نشود، لازم خواهد بود طراحی ساختمان به روش نیاز انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۷) یا روش کارایی انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۸) صورت گیرد.



شکل ۱۹-۵-۱ نمودار گردشی مراحل روش تجویزی

۱۹-۵-۲ پوسته خارجی ساختمان

۱۹-۵-۲-۱ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان

طراحی پوسته خارجی ساختمان باید با رعایت یکی از راه‌حل‌های فنی تعیین‌شده در این بخش صورت گیرد. لازم به توضیح است که راه‌حل‌های ارائه‌شده برای حالت‌های مختلف پارامترهای زیر هستند:

- گروه ساختمان (۱، ۲ یا ۳)
- رده انرژی ساختمان (منطبق با مبحث ۱۹، کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی)

علاوه بر ضوابط ارائه شده در این بخش، در خصوص پوسته خارجی ساختمان، توصیه‌هایی نیز در راهنمای این مبحث (جلد اول) مطرح شده‌است.

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

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، برحسب:
- وضعیت مجاورت دیوار (با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده)،
- نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)، و

ب- حداقل مشخصات حرارتی جدارهای نورگذر برحسب:
- شرایط اقلیمی (نیاز غالب گرمایی و یا سرمایی)،
- جهت‌گیری جغرافیایی جدار نورگذر

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف، برحسب:
- وضعیت مجاورت بام (با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده)،
- نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی بام و دیوارهای ساختمان، و

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا، برحسب:
- وضعیت مجاورت کف (با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده)،
- نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی کف مجاور هوا و دیوارهای ساختمان، و

ث- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک، برحسب:
- موقعیت کف، و
- نوع عایق‌کاری (پیرامونی یا سراسری).

در مورد مجموعه راه‌حل‌های فنی، در نظر گرفتن موارد زیر لازم است:

– مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد دیوار، بام و کف مجاور هوا فقط مربـوط بـه تمامی لایه‌های ضخامت جدارها است. بنابراین، لازم است مقاومت حرارتی عـایق، بـا استفاده از مقادیر بیان‌شده در راه‌حل فنی و با در نظر گرفتن مقاومـت حرارتـی دیگـر لایه‌های جدار، تعیین شود.

– مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد کف روی خاک تنها مربـوط بـه لایـهٔ عـایق حرارتی است.

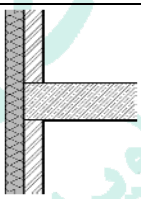
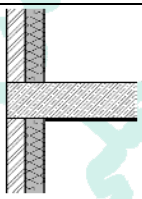
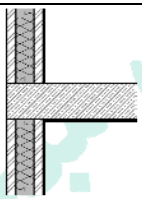
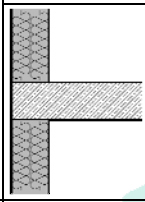
غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

۱۹-۵-۲-۱-۱ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۱

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۱

تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان ، باید مطابق با شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱ باشند.

جدول ۱۹-۵-۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار	مجاور	فضای	خارج	دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن*	
					
EC	۱/۲	۲/۳	۲/۳	۲/۱	۱/۰
EC+	۱/۷	۳/۳	۳/۳	۳/۰	۱/۴
EC++	۲/۴	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲/۰

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسته دیوارهای با عایق همگن در نظر گرفته شود.

ب- حداقل مشخصات حرارتی-نوری جدارهای نورگذر - ساختمان گروه ۱

تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۲ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱

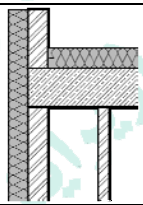
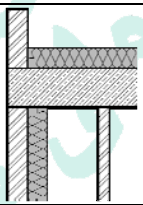
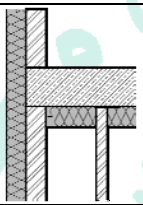
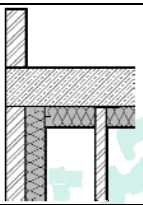
جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب				نیاز سرمایی غالب			
		U [W/m².K]	SHGC		VT /SHGC	U [W/m².K]	SHGC		VT /SHGC
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳٫۰	۰٫۶۰	-	-	۳٫۰	-	۰٫۴۰	۱٫۲
	EC+	۲٫۲	۰٫۶۳	-	-	۲٫۴	-	۰٫۳۷	۱٫۷
	EC++	۱٫۸	۰٫۶۵	-	-	۲٫۲	-	۰٫۳۵	۲٫۲
شمال	EC	۳٫۰	-	-	-	۳٫۰	-	۰٫۵۰	۱٫۰
	EC+	۲٫۲	-	-	-	۲٫۴	-	۰٫۴۵	۱٫۴
	EC++	۱٫۸	-	-	-	۲٫۲	-	۰٫۴۰	۱٫۹
به‌جز جنوب و شمال	EC	۳٫۰	۰٫۵۰	-	-	۳٫۰	-	۰٫۳۵	۱٫۴
	EC+	۲٫۲	۰٫۵۳	-	-	۲٫۴	-	۰٫۳۰	۲٫۰
	EC++	۱٫۸	۰٫۵۵	-	-	۲٫۲	-	۰٫۲۵	۲٫۸

ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر مجاور فضای کنترل نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۲٫۶ و ۲٫۲ [W/ m².K] در نظر گرفته شود.

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۱

بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام (یا سقف) و دیوار مجاور آن، و همچنین رده‌انرژی ساختمان ، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۳ را جواب‌گو باشند.

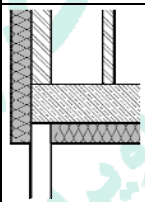
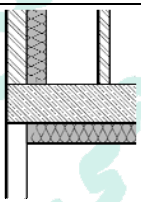
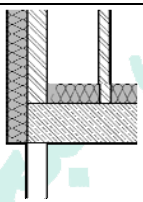
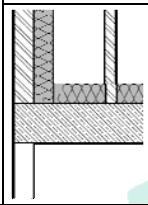
جدول ۱۹-۵-۳ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده		بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده	
	مجاور	خارج	فضای	خارج
	عایق حرارتی از	بام یا سقف	عایق حرارتی از	بام یا سقف داخل
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن
				
EC	۲/۳	۳/۰	۳/۳	۲/۳	۱/۰
EC+	۳/۳	۴/۳	۴/۷	۳/۳	۱/۴
EC++	۴/۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲/۰

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۱

کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی کف و دیوار مجاور آن، و همچنین رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۴ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۴ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده	کف مجاور		فضای	خارج	کف
	عایق حرارتی از خارج	کف	عایق حرارتی از	کف داخل	
انرژی	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	مجاور
					فضای کنترل‌نشده
EC	۲/۲	۳/۲	۳/۵	۲/۳	۰/۹
EC+	۳/۱	۴/۶	۵/۰	۳/۳	۱/۳
EC++	۴/۴	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۱/۸

ث - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۱

کف‌های مجاور خاک ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به موقعیت کف و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۵ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۵ حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۱

رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۷۰ سانتی‌متربالاتر از محوطه		کمتر از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر
EC	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷
EC+	۱/۰	۱/۳	۰/۷	۱/۰
EC++	۱/۴	۱/۸	۱/۰	۱/۴

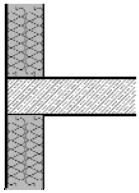
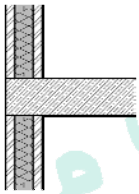
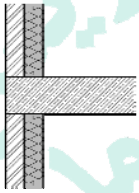
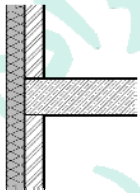
پیش‌نویس مقررات ملی ساختمان ویرایش ۴ (۹۸)
غیرقابل استناد

۱۹-۵-۲-۱-۲ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۲

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار [m2.K/W] - ساختمان گروه ۲

تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان ، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۶ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۶ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده	خارج	فضای	مجاور	دیوار
		عایق حرارتی همگن *	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی
					
EC	۰/۸	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۰/۹
EC+	۱/۱	۲/۰	۲/۱	۲/۱	۱/۳
EC++	۱/۶	۲/۸	۳/۰	۳/۰	۱/۸

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسته دیوارهای با عایق همگن در نظر گرفته شود.

ب- حداقل مشخصات حرارتی-نوری جدارهای نورگذر - ساختمان گروه ۲

تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۷ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۷ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲

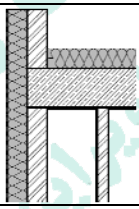
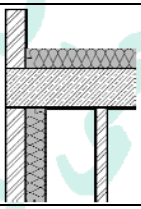
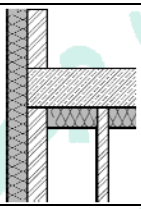
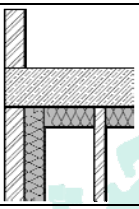
جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب				نیاز سرمایی غالب			
		U [W/m².K]	SHGC		VT /SHGC	U [W/m².K]	SHGC		VT /SHGC
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳٫۰	۰٫۴۰	۰٫۶۰	-	۳٫۰	۰٫۳۰	۰٫۵۰	۱٫۱
	EC+	۲٫۶	۰٫۴۳	۰٫۵۷	-	۲٫۶	۰٫۳۳	۰٫۴۷	۱٫۵
	EC++	۲٫۴	۰٫۴۵	۰٫۵۵	-	۲٫۴	۰٫۳۵	۰٫۴۵	۱٫۸
شمال	EC	۳٫۰	-	-	-	۳٫۰	-	-	۱٫۱
	EC+	۲٫۶	-	-	-	۲٫۶	-	-	۱٫۵
	EC++	۲٫۴	-	-	-	۲٫۴	-	-	۱٫۸
به‌جز جنوب و شمال	EC	۳٫۰	۰٫۲۵	۰٫۵۰	-	۳٫۰	۰٫۲۵	۰٫۴۰	۱٫۴
	EC+	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۴۷	-	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۳۷	۱٫۷
	EC++	۲٫۴	۰٫۲۵	۰٫۴۵	-	۲٫۴	۰٫۲۵	۰٫۳۵	۲٫۰

ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر مجاور فضای کنترل نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۰ و ۲٫۸ [W/ m².K] در نظر گرفته شود.

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۲

بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام (یا سقف) و دیوار مجاور آن، و همچنین رده‌انرژی ساختمان ، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۸ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۸ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف	مجاور	فضای	خارج	بام یا سقف
	عایق حرارتی از خارج	بام یا سقف	عایق حرارتی از	بام یا سقف داخل	
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	مجاور فضای کنترل‌نشده
					
EC	۱/۸	۲/۲	۲/۴	۱/۸	۰/۸
EC+	۲/۶	۳/۱	۳/۴	۲/۶	۱/۱
EC++	۳/۶	۴/۴	۴/۸	۳/۶	۱/۶

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۲

کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی کف و دیوار مجاور آن، و همچنین رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۹ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۹ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف	مجاور		فضای	خارج	کف
	عایق حرارتی از	کف خارج		عایق حرارتی از	کف داخل	
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی		دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	مجاور
						فضای کنترل‌نشده
EC	۱/۶	۲/۳		۲/۵	۱/۷	۰/۷
EC+	۲/۳	۳/۳		۳/۵	۲/۴	۱
EC++	۳/۲	۴/۶		۵	۳/۴	۱/۴

ث - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۲

کف‌های مجاور خاک ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به موقعیت کف و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۰ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۱۰ حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۲

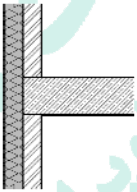
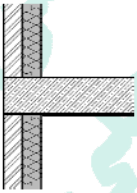
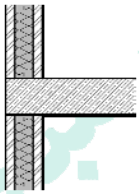
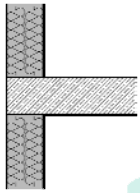
رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر
EC	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷
EC+	۱/۰	۱/۳	۰/۷	۱/۰
EC++	۱/۴	۱/۸	۱/۰	۱/۴

۱۹-۵-۲-۱-۳ راه‌حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۳

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۳

تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان ، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۱ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۱۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۳ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار	مجاور	فضای	خارج	دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن *	
					
EC	۰/۸	۱/۲	۱/۲	۱/۱	۰/۷
EC+	۱/۱	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۰
EC++	۱/۶	۲/۴	۲/۴	۲/۲	۱/۴

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسته دیوارهای با عایق همگن در نظر گرفته شود.

ب- حداقل مشخصات حرارتی-نوری جدارهای نورگذر - ساختمان گروه ۳

تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۲ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۱۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۳

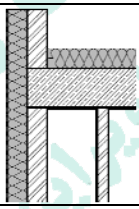
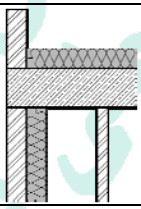
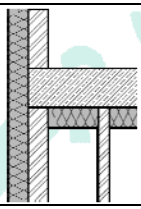
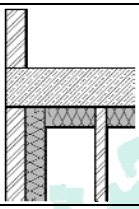
جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب				نیاز سرمایی غالب			
		U [W/m².K]	SHGC		VT /SHGC	U [W/m².K]	SHGC		VT /SHGC
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳٫۰	۰٫۳۵	۰٫۶۵	–	۳٫۰	۰٫۳۰	۰٫۵۵	۱٫۱
	EC+	۲٫۸	۰٫۳۸	۰٫۶۲	–	۲٫۸	۰٫۳۳	۰٫۵۲	۱٫۳
	EC++	۲٫۶	۰٫۴۰	۰٫۶۰	–	۲٫۶	۰٫۳۵	۰٫۵۰	۱٫۵
شمال	EC	۳٫۰	–	–	–	۳٫۰	–	–	۱٫۱
	EC+	۲٫۸	–	–	–	۲٫۸	–	–	۱٫۳
	EC++	۲٫۶	–	–	–	۲٫۶	–	–	۱٫۵
به‌جز جنوب و شمال	EC	۳٫۰	۰٫۲۵	۰٫۵۵	–	۳٫۰	۰٫۲۵	۰٫۴۵	۱٫۴
	EC+	۲٫۸	۰٫۲۵	۰٫۵۲	–	۲٫۸	۰٫۲۵	۰٫۴۲	۱٫۶
	EC++	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۵۰	–	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۴۰	۱٫۸

ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر مجاور فضای کنترل نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۰، ۲٫۸ و ۲٫۶ [W/ m^2.K] در نظر گرفته شود.

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۳

بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام (یا سقف) و دیوار مجاور آن، و همچنین رده‌انرژی ساختمان ، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۳ را جواب‌گو باشند.

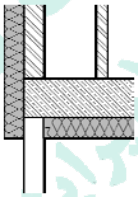
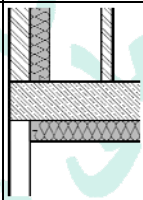
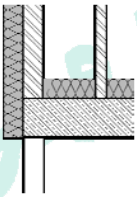
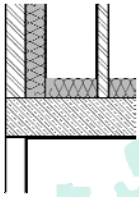
جدول ۱۹-۵-۱۳ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۳ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده	بام یا سقف	مجاور	فضای	خارج	بام یا سقف
	عایق حرارتی از خارج	بام یا سقف	عایق حرارتی از	بام یا سقف داخل	
انرژی	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	فضای کنترل‌نشده مجاور
					
EC	۱/۶	۱/۹	۲/۰	۱/۶	۰/۷
EC+	۲/۳	۲/۷	۲/۹	۲/۳	۱/۰
EC++	۳/۲	۳/۸	۴/۰	۳/۲	۱/۴

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۳

کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی کف و دیوار مجاور آن، و همچنین رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۴ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۱۴ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۳ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف	مجاور	فضای	خارج	کف
	عایق حرارتی از	کف خارج	عایق حرارتی از	کف داخل	
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	مجاور
					فضای کنترل‌نشده
EC	۱/۴	۱/۹	۲/۰	۱/۵	۰/۶
EC+	۲/۰	۲/۷	۲/۹	۲/۱	۰/۹
EC++	۲/۸	۳/۸	۴/۰	۳/۰	۱/۲

ث- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک [$m^2.K/W$] - ساختمان گروه ۳

کف‌های مجاور خاک ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به موقعیت کف و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۵ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۱۵ حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۳

رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۱۰۰ سانتی‌متربالاتر از محوطه		کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۵۰ سانتی‌متر
EC	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۰/۳
EC+	۰/۳	۰/۷	۰/۳	۰/۴
EC++	۰/۴	۱/۰	۰/۴	۰/۶

پیش‌نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۹۸) غیر قابل استناد

۱۹-۵-۲-۲- روشنایی طبیعی

در روش تجویزی، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری تعیین شده در بند ۱۹-۴-۲-۸، ضروری است که ضوابط این بند برای طراحی ساده‌سازی شده (دستی) روشنایی طبیعی نیز رعایت شود.

برای تعیین درصد سطح فضاهایی که در داخل از روشنایی طبیعی بهره‌مند می‌شوند باید از روش زیر استفاده کرد. برای استفاده از این روش نیازی به شبیه سازی نیست، و با استفاده از یکی از روابط زیر میزان عمق فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی تعیین می‌گردد. میزان عمق نفوذ روشنایی طبیعی در فضای داخل برابر است با کوچک‌ترین مقدار به دست آمده از هر یک از روش‌های زیر:

$$L = \frac{2}{1-R_b} / (\frac{1}{W} + \frac{1}{H})$$ (رابطه ۱۹-۵-۱)

در این رابطه:

L : عمق فضا که از نور طبیعی بهره‌مند می‌شود بر حسب متر

W : عرض اتاق در داخل، در امتداد عرض پنجره بر حسب متر

H : ارتفاع بالای پنجره از کف تمام شده بر حسب متر

R_b : ضریب انعکاس متوسط وزن یافته سطوح داخلی (دیوارها، کف و سقف) در نیمه‌ای از اتاق، مجاور پنجره

برای پنجره‌های فاقد سایبان:

$L=2.5 \times H$ (رابطه ۱۹-۵-۲)

برای پنجره‌های دارای سایبان:

$L=2.0 \times H$ (رابطه ۱۹-۵-۳)

برای در نظر گرفتن اثر موانع خارجی جلوی پنجره می توان از جدول ۱۹-۵-۱۶ تا جدول ۱۹-۵-۱۸ برای تعیین ضریب کاهش عمق فضا استفاده کرد:

جدول ۱۹-۵-۱۶ ضریب کاهش در اثر وجود موانع مقابل پنجره برای شدت روشنایی ۳۰۰-۱۰۰ لوکس

زاویه رویت موانع	جهت پنجره			
	جنوب	شرق	غرب	شمال
کمتر از ۳۰درجه	۱	۱	۱	۱
۳۰ درجه تا ۶۰ درجه	۱	۱	۱	۱
بیش از ۶۰ درجه	۰٫۸	۱	۱	۱

جدول ۱۹-۵-۱۷ ضریب کاهش در اثر وجود موانع مقابل پنجره برای شدت روشنایی ۵۰۰-۳۰۰ لوکس

زاویه رویت موانع	جهت پنجره			
	جنوب	شرق	غرب	شمال
کمتر از ۳۰درجه	۰٫۹	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸
۳۰ درجه تا ۶۰ درجه	۰٫۸	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۸
بیش از ۶۰ درجه	۰٫۸	۰٫۷	۰٫۶	۰٫۶

جدول ۱۹-۵-۱۸ ضریب کاهش در اثر وجود موانع مقابل پنجره برای شدت روشنایی ۷۰۰-۵۰۰ لوکس

زاویه رویت موانع	جهت پنجره			
	جنوب	شرق	غرب	شمال
کمتر از ۳۰درجه	۰٫۶	۰٫۸	۰٫۶	۰٫۶
۳۰ درجه تا ۶۰ درجه	۰٫۶	۰٫۶	فاقد روشنایی کافی	فاقد روشنایی کافی
بیش از ۶۰ درجه	۰٫۶	فاقد روشنایی کافی		

برای تعیین میزان عرض فضا، در امتداد عرض پنجره و از هر طرف آن ۱ متر در نظر گرفته می‌شود، مگر این که در فاصله عرض پنجره به اضافه یک متر از طرفین مانعی کدر وجود داشته باشد، که در این صورت عرض فضا تا مانع مزبور منظور می‌شود. اگر در مجاورت پنجره مورد نظر، پنجره دیگری قرار داشته باشد، در این صورت نیمی از فاصله افقی بین دو پنجره محاسبه می‌شود، هرکدام که کمتر باشند. اگر تمام نمای اتاق را پنجره تشکیل دهد، عرضِ فضای بهره‌مند از نور طبیعی همان عرض اتاق است.

برای پنجره‌های سقفی، عرض فضای روشن شده با نور طبیعی در جهت افقی فاصله‌ای از هر طرف معادل بازشوی نورگذر آن پنجره در نظر گرفته می‌شود به اضافه ارتفاع کف تمام شده تا سقف برای نورگیرهای سقفی، یا ۱٫۵ برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های زیر سقفی یا برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های سقفی دندانه‌ای. دراینجا نیز مانند حالت قبل می‌توان فاصله یک متر یا فاصله تا یک جداکننده کدر، یا نیمی از فاصله افقی بین یک نورگیر سقفی مجاور یا شیشه عمودی مجاور را، هر کدام که کمتر باشد در نظر گرفت. اگر مشخص نباشد که یک بازشو پنجره است یا نورگیر سقفی، هر بازشویی که در آن بخش نورگذر کاملاً بالای سقف اتاق قرار گرفته باشد نورگیر سقفی محسوب می‌شود.

برای محاسبات، در صورتی که پنجره مورد نظر در جهات اصلی جغرافیایی نباشند، جهت آن باید با نزدیک‌ترین جهت اصلی جغرافیایی جایگزین شود.

۱۹-۵-۳ تأسیسات مکانیکی

در صورت طراحی به روش تجویزی، علاوه بر الزامات بخش ۱۹-۴-۳، ضروری است ضوابط بند ۱۹-۵-۳ نیز رعایت گردد.

۱۹-۵-۳-۱ بازیافت انرژی

الف) استفاده از سامانه‌های بازیافت انرژی در سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، در صورتی که دبی کل دستگاه از مقادیر جدول ۱۹-۵-۲۰ بیشتر باشد الزامی است.

جدول ۱۹-۵-۱۹ حداکثر دبی تهویه* قابل قبول ، بر حسب l/s (و ft^3/min)، در حالت عدم استفاده از بازیافت انرژی (در صورت کارکرد بیش از ۸۰۰۰ ساعت در سال)

رده انرژی	نیاز غالب	درصد هوای تازه بیش از ۸۰ ٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰ ٪
EC	سرمایی	۲۰۰ (۴۲۴)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)
	گرمایی	۲۰۰ (۴۲۴)	۴۰۰ (۸۴۸)
EC+	سرمایی	۱۰۰ (۲۱۲)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
	گرمایی	۱۰۰ (۲۱۲)	۳۰۰ (۶۳۶)
EC++	سرمایی	۵۰ (۱۰۶)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)
	گرمایی	۵۰ (۱۰۶)	۲۰۰ (۴۲۴)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز

جدول ۱۹-۵-۲۰ حداکثر دبی تهویه* قابل قبول ، بر حسب l/s (و ft^3/min)، در حالت عدم استفاده از بازیافت انرژی (در صورت کارکرد کمتر از ۸۰۰۰ ساعت در سال)

رده انرژی	نیاز غالب	درصد هوای تازه بیش از ۸۰ ٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰ ٪
EC	سرمایی	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)	۶۰۰۰ (۱۲۷۱۳)
	گرمایی	۱۵۰۰ (۳۱۷۸)	۶۰۰۰ (۱۲۷۱۳)
EC+	سرمایی	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)	۵۰۰۰ (۱۰۵۹۴)
	گرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۵۰۰۰ (۱۰۵۹۴)
EC++	سرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)
	گرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز

ب) در مناطق سرد (با گرمایش غالب طبق پیوست ۳) استفاده از سامانه بازیافت انرژی در سیستم سرمایی الزامی نیست.

ت) در مناطق گرم (با سرمایش غالب طبق پیوست ۳) استفاده از سامانه بازیافت انرژی در سیستم گرمایی الزامی نیست.

ث) سیستم‌های بازیافت انرژی مجاز باید بتوانند آنتالپی هوای تازه را به مقدار ۵۰ درصد اختلاف انتالپی هوای بیرون و هوای تخلیه، افزایش دهند.

ج)در سیستم‌های با ساعت کارکرد کم که کمتر از ۵۰۰ ساعت در سال تـأمین هـوای تـازه داشـته باشند، نیازی به سامانه بازیافت انرژی ندارند.

ح)در کندانسورهای سیستم‌های آب‌خنک، استفاده از سامانه بازیافت انـرژی بـرای گرم‌کـردن و یـا پیش‌گرم‌کردن آب‌گرم مصرفی، در صورتی که میزان گرمای دفع شـده از کندانسـور بیشـتر از ۱۸۰۰ کیلووات بوده و بار آب گرم مصـرفی بیشـتر از ۳۰۰ کیلـووات باشـد و آن سیسـتم بـه صورت ۲۴ ساعته کار کند در ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی، الزامی است.

خ)سامانه بازیافت انرژی در کندانسورها در صورتی قابل قبول است کـه بتوانـد دمـای آب را در اوج مصرف آب پیش گرم کند و حداقل به ۳۰ درجه سلسیوس برساند و یـا تـا ۶۰ درصـد انـرژی تخلیه شده از کندانسور در شرایط طراحی را بازیافت نماید.

۱۹-۵-۳-۲ اکونومایزر

الـف) در سیسـتم‌های سرمایشـی فـن‌دار، در صـورتی کـه بـار سرمایشـی بیشـتر از مقـادیر جدول ۱۹-۵-۲۱ باشد، استفاده از اکونومایزر آبی یا هوایی الزامی است.

جدول ۱۹-۵-۲۱ حداکثر بار سرمایشی در حالت عدم استفاده از اکونومایزر

	بار سرمایشی مجاز کیلووات (تن تبرید)
EC	۴۰ (۱۱/۴)
EC+	۲۸ (۸/۰)
EC++	۲۰ (۵/۷)

ب) در سیستم‌های سرمایشی آبی بدون فن، درصورتی که ظرفیت سیستم بیشتر از ۳۵۰ کیلـووات (۱۰۰ تن تبرید) باشد، استفاده از اکونومایزر الزامی است.

ت) در صورتی‌که بازدهی تجهیزات سرمایشی ۳۰ درصد بالـاتر از مقـادیر جـدول ۱۹-۴-۸ باشـد، استفاده از اکونومایزر الزامی نخواهد بود.

۱۹-۵-۳-۳ فن و پمپ

الف) تمامی فن‌ها و پمپ‌ها باید دارای برچسب انرژی تعریف‌شده در جدول ۱۹-۴-۷ باشند. در فن، بازده کل در نقطه طراحی کارکردی باید در فاصله حداکثر ۱۵ درصد از نقطـه حـداکثر کـارایی کل فن باشد.

ب) توصیه می‌شود برج خنک کن مجهز به موتور الکتریکی از نوع دور متغیر باشد تا بتواند با سیستم کنترلی مناسب در زمان‌هایی که بار ساختمان کم است به حالت حداقلی و یا خاموش تغییر وضعیت دهد.

ت) پمپ‌ها در سیستم جریان متغیر آبی که توان بیشتر از ۳,۷ کیلوات دارند باید موتور از نوع دور متغیر باشد، در مورد پمپ‌ها با توان پایین تر این اقدام توصیه می‌شود.

ث) در مدار سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی تعداد پمپ‌ها باید مساوی یا بیش از تعداد چیلرها و یا بویلرها باشد.

۱۹-۵-۳-۴ تجهیزات دفع حرارت

در خصوص تجهیزات دفع حرارت، لازم است موارد زیر رعایت گردد:

الف) در سیستم تهویه مطبوع، برج خنک‌کن باید بر مبنای استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۶۳۵ طراحی شده‌باشد. علاوه بر این، لازم است انتخاب آن بر اساس محاسبات تأیید شده صورت گیرد.

ب) تجهیزات دفع حرارت، مانند کندانسور، که در آنها مجموع توان موتورها بیشتر از ۳,۷ کیلووات است، باید مجهز به سامانه کنترل سرعت فن باشند و این کنترل باید به صورت خودکار متناسب با دمای آب خروجی از دستگاه باشد. کندانسورهایی که در چند مدار سرمایشی قرار دارند و یا چند مبرد مختلف را خنک می‌کنند و یا کندانسورهای در خدمت کندانسورهای مستغرق از این امر مستثنی هستند.

ت) استفاده از شیرهای جداساز در مسیر سیستم‌های آب خنک و یا پمپ‌های گرمایی که دارای پمپ گردش آب با توان بیش از ۳,۷ کیلوات هستند الزامی است. این سامانه، به‌طور هوشمند، قادر به بررسی وضعیت کمپرسور و بستن جریان آب به کندانسور در صورت عمل نکردن کمپرسور می‌باشد.

۱۹-۵-۳-۵ سیستم‌های ذخیره ساز انرژی

در ساختمان‌هایی که بار سرمایی کل ساختمان از اعداد جدول ۱۹-۵-۲۲ بیشتر است، باید از سیستم ذخیره‌ساز حرارتی استفاده شود. در صورت عدم استفاده از سیستم ذخیره‌ساز حرارتی، باید حداقل بازدهی در نظر گرفته شده برای چیلر در جدول ۱۹-۴-۸ به اندازه ۳۰ درصد افزایش یابد.

جدول ۱۹-۵-۲۲ حداکثر بار سرمایش، بر حسب کیلووات (تن تبرید) سیستم قابل طراحی بدون ذخیره ساز یخ

	بار سرمایشی مجاز کیلووات (تن تبرید)
EC	۲۶۰ (۹۱۰)
EC+	۱۸۰ (۶۳۰)
EC++	۱۳۰ (۴۵۵)

۱۹-۵-۳-۶ سامانه‌های پایش عملکرد

الف) در ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، لازم است تمامی سیستم‌های مرکزی و مستقل گرمایی، سرمایی به سامانه‌های پایش عملکرد و تعیین میزان آلایندگی و مصرف انرژی مجهز باشند.

ب) لازم است پس از نصب و راه‌اندازی موتورخانه، عملکرد مطلوب تجهیزات از لحاظ بازدهی و ظرفیت، بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از سامانه پایش گزارش گردد. انطباق داده‌های به‌دست آمده با مشخصات فنی طراحی الزامی است.

۱۹-۵-۴ تأسیسات برقی

۱۹-۵-۴-۱ سیستم‌های تولید برق همزمان

علاوه برسیستم متعارف تأمین نیروی برق از انشعابات شبکه شهری، تأمین کلی و یا بخشی از مصرف برق ساختمان می‌تواند از طریق واحد تولید هم‌زمان حرارت و برق (CHP)، واحد تولید همزمان برودت، حرارت و برق (CCHP)، سلول خورشیدی یا فتوولتائیک، توربین تولید برق بادی و غیره، انجام گیرد. در صورتی‌که استفاده از سیستم‌های مذکور، از نظر فنی و اقتصادی، در تأمین نیروی برق کل و یا بخشی از مصرف ساختمان، امکان‌پذیر و به‌صرفه باشد، ساختمان از نظر صرفه‌جویی در مصرف برق، بسته به مقدار تأمین نیروی برق از این طریق، در رتبه بالاتری نسبت به شرایط متعارف، قرار خواهدگرفت.

تبصره: ساختار سیستم‌های مذکور، نحوه اشتراک آن با سایر منابع انرژی و شبکه توزیع برق در محدوده بررسی این فصل قرار ندارد.

۱۹-۵-۴-۲ترانسفورماتورها

۱۹-۵-۴-۲-۱ترانسفورماتورهای فشار متوسط

ترانسفورماتورهای فشار متوسط مورد استفاده در پست‌های برق اختصاصی ساختمان می‌توانند از نوع روغنی یا نوع خشک(رزینی) باشند. برای الزامات و شرایط استفاده از هریک از انواع ترانسفورماتورها در پست برق اختصاصی ساختمان به مبحث سیزدهم مقررات ملی رجوع شود.

مشخصات فنی ترانسفورماتورها، شامل توان نامی، ولتاژ، تلفات بار (تلفات داخلی ترانسفورماتور در باردهی با توان نامی)، تلفات بی‌بار (تلفات داخلی در حالت بدون بار)، باید مطابق با استاندارد باشد.

تبصره ۱: برای استانداردهای ترانسفورماتورهای فشار متوسط به نشریه شماره ۱-۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی ساختمان) مراجعه شود.

تبصره ۲: تلفات بار و تلفات بی‌بار در انتخاب توان نامی، راندمان، مشخصات فنی و نوع ترانسفورماتور، سیستم تهویه و تعویض هوای پست برق و غیره، برای صرفه‌جویی در مصرف برق و نیز رتبه انرژی ساختمان، ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

۱۹-۵-۴-۲-۲ حداکثر راندمان انرژی و تلفات ترانسفورماتورهای فشار متوسط

برای هر ترانسفورماتور، حداکثر راندمان آن با استفاده از مقدار تلفات بار و تلفات بی‌بار در توان نامی محاسبه می‌گردد. مقدار آن برای هر نوع و گروه از ترانسفورماتورها، بستگی به استانداردهای رعایت شده به هنگام تولید، توان نامی و نوع ترانسفورماتور دارد. در شرایط کارکرد نرمال و باردهی با توان نامی ترانسفورماتور، ضریب (k) و یا ضریب مقدار حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتور از رابطه ۱۹-۵-۴ محاسبه می‌گردد.

رابطه ۱۹-۵-۴

$$K = \sqrt{\frac{P_o}{P_K}}$$

در این رابطه:

P_O: تلفات بی‌بار ترانسفورماتور در توان نامی برحسب وات و در شرایط کارکرد نرمال

P_K: تلفات بار ترانسفورماتور در توان نامی برحسب وات و در شرایط کارکرد نرمال

K: ضریب حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتور در شرایط کارکرد نرمال

با اعمال این ضریب در توان نامی ترانسفورماتور، مقدار توان خروجی ترانسفورماتور در حداکثر راندمان از رابطه ۱۹-۵-۵ به‌دست می‌آید.

رابطه ۱۹-۵-۵ $S_m=K.S_r$

در این رابطه :

S_m: توان خروجی ترانسفورماتور در حداکثر راندمان انرژی برحسب کیلوولت آمپر(kVA)

S_r: توان نامی توانسفورماتور (شرایط کارکرد نرمال) برحسب کیلوولت آمپر (kVA)

۱۹-۵-۴-۲-۳ تلفات کل ترانسفورماتورهای فشار متوسط

تلفات کل (P_V) برای هر نوع ترانسفورماتور، با توجه به مقدار توان کل (توان تقاضا) یا به‌عبارت دیگر توان بار خروجی ترانسفورماتور (S_{load}) که بخشی از و یا کل مصرف برق ساختمان را از طریق پست برق اختصاصی تأمین می‌کند، از رابطه ۱۹-۵-۶ محاسبه می‌گردد.

رابطه ۱۹-۵-۶ $$P_V = P_0 + \left(\frac{S_{Load}}{S_r}\right)^2 . P_K$$

که در این رابطه:

P_v: تلفات کل ترانسفورماتور برای توان بار خروجی تراسفورماتور بر حسب وات

P_o: تلفات بی‌بار ترانسفورماتور برحسب وات

P_k: تلفات بار ترانسفورماتور در توان نامی برحسب وات

S_r: توان نامی تراسفورماتور در شرایط کارکرد نرمال برحسب کیلوولت‌آمپر (kVA)

S_{load}: توان بار خروجی ترانسفورماتور بر حسب کیلوولت‌آمپر (kVA)

تبصره ۱: رابطه ۱۹-۵-۶ نشان می‌دهد که تلفات کل (P_v)، در صورت برابری مقادیر (S_r) و (S_{load}) برابر مجموع مقادیر (P_o) و (P_k) خواهد بود.

تبصره ۲: در صورتی که مقدار (S_{load}) درصدی از مقدار (S_r) باشد، کل تلفات (P_v) نیز به تناسب کاهش خواهد یافت، و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف برق حاصل خواهد شد.

تبصره ۳: در محاسبه S_{load} باید ضریب کاهش مندرج در زیربندهای ۱۹-۵-۴-۲-۶ (۱)، ۱۹-۵-۴-۲-۶ (۲) و سایر پارامترهای مؤثر دیگر منظور گردد.

۱۹-۵-۴-۲-۴ تلفات و ضریب حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتورهای روغنی (OIT)

مقادیر تلفات و ضریب حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتورهای روغنی، در شرایط کارکرد نرمال و برای توان‌های نامی مختلف و ولتاژ کار ۲۰ کیلو ولت که عموماً در اکثر نقاط کشور در تأمین و تغذیه نیروی برق ساختمان با انشعاب برق فشار متوسط به‌کار می‌روند، در جدول ۱۹-۵-۲۳ آمده است. این جدول شامل مقادیر تلفات بی‌بار (P_o)، تلفات بار (P_k) و ضریب حداکثر راندمان انرژی برای گروه‌های ترانسفورماتورهای روغنی می‌باشد.

جدول ۱۹-۵-۲۳ تلفات بار، تلفات بی‌بار و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای روغنی در توان نامی

توان نامی ترانسفورماتورها	ترانسفورماتورهای گروه OIT1			ترانسفورماتورهای گروه OIT2			ترانسفورماتورهای گروه OIT3		
(kVA)	P_O (W)	P_K (W)	K	P_O (W)	P_K (W)	K	P_O (W)	P_K (W)	K
۱۰۰	۲۱۰	۱۴۷۵	۰/۳۷	۳۲۰	۱۷۵۰	۰/۴۲	۲۶۰	۲۱۵۰	۰/۳۵
۱۲۵	۲۴۷	۱۶۹۵	۰/۳۹	۳۸۰	۲۰۰۰	۰/۴۴	۳۱۰	۲۵۴۵	۰/۳۵
۱۶۰	۳۰۰	۲۰۰۰	۰/۳۹	۴۶۰	۲۳۵۰	۰/۴۵	۳۷۵	۳۱۰۰	۰/۳۵
۲۰۰	۳۵۵	۲۳۵۰	۰/۳۹	۵۵۰	۲۷۶۰	۰/۴۵	۴۴۵	۳۶۰۰	۰/۳۵
۲۵۰	۴۲۵	۲۷۵۰	۰/۳۹	۶۵۰	۳۲۵۰	۰/۴۵	۵۳۰	۴۲۰۰	۰/۳۶
۳۱۵	۵۰۰	۳۲۵۰	۰/۳۹	۷۸۰	۳۸۵۰	۰/۴۵	۶۲۵	۵۰۰۰	۰/۳۶
۴۰۰	۶۱۰	۳۸۵۰	۰/۴	۹۳۰	۴۶۰۰	۰/۴۵	۷۵۰	۶۰۰۰	۰/۳۶
۵۰۰	۷۲۰	۴۵۵۰	۰/۴	۱۱۰۰	۵۴۵۰	۰/۴۵	۸۷۵	۷۱۰۰	۰/۳۵
۶۳۰	۸۰۰	۵۶۰۰	۰/۳۷	۱۲۰۰	۶۷۵۰	۰/۴۲	۹۴۰	۸۷۰۰	۰/۳۳
۸۰۰	۹۴۰	۷۴۰۰	۰/۳۶	۱۴۵۰	۸۵۰۰	۰/۴۱	۱۱۵۰	۱۰۷۰۰	۰/۳۳
۱۰۰۰	۱۱۰۰	۹۵۰۰	۰/۳۵	۱۷۰۰	۱۰۵۰۰	۰/۴	۱۴۰۰	۱۳۰۰۰	۰/۳۳
۱۲۵۰	۱۳۰۰	۱۱۴۰۰	۰/۳۳	۲۱۰۰	۱۳۲۰۰	۰/۴	۱۷۳۰	۱۶۰۰۰	۰/۳۳
۱۶۰۰	۱۷۰۰	۱۴۰۰۰	۰/۳۵	۲۶۰۰	۱۷۰۰۰	۰/۳۹	۲۲۰۰	۲۰۰۰۰	۰/۳۳
۲۰۰۰	۲۰۵۵	۱۷۵۵۰	۰/۳۵	۳۱۳۵	۲۱۲۰۰	۰/۳۹	۲۶۴۵	۲۵۳۰۰	۰/۳۲
۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۲۰۰۰	۰/۳۳	۳۸۰۰	۲۶۵۰۰	۰/۳۷	۳۲۰۰	۳۲۰۰۰	۰/۳۲

* ارقام و گروه‌بندی جدول فوق توسط تولیدکننده داخلی و براساس مشخصات فنی و استاندارد تولید، ارائه گردیده است. در صورت لزوم طراح باید ارقام فوق‌الذکر را مجدداً با مشخصات فنی تولیدات هماهنگ نماید.

* در صورت نیاز به اطلاعات فنی مشابه جدول فوق، برای ترانسفورماتورهای روغنی ۱۱ و ۳۳ کیلوولت، لازم است این اطلاعات از تولیدکنندگان استعلام گردد.

* مقادیر (P_o) تلفات بی‌بار و (P_k) تلفات بار بر حسب وات و (k) ضریب حداکثر راندمان انرژی برای هر ترانسفورماتور در هر گروه و برای شرایط کارکرد نرمال است.

در رابطه ۱۹-۵-۶، چنانچه توان بار خروجی (S_{load}) برابر مقدار توان نامی ترانسفورماتور باشد ($S_{load}=S_r$)، در این حالت رابطه ۱۹-۵-۶ به رابطه ۱۹-۵-۷ تبدیل خواهد شد.

رابطه ۱۹-۵-۷ $P_v=P_o+P_k$

۱۹-۵-۴-۲-۵ تلفات کل ترانسفورماتورهای روغنی

بر اساس رابطه ۱۹-۵-۶ تلفات کل ترانسفورماتورهای روغنی، براساس ارقام جدول ۱۹-۵-۲۳ برای گروه‌های ترانسفورماتورهای روغنی از جدول ۱۹-۵-۲۴ به‌دست می‌آید.

جدول ۱۹-۵-۲۴ تلفات کل ترانسفورماتورهای روغنی در توان نامی

توان نامی ترانسفورماتورها (kVA)	ترانسفورماتورهای گروه OIT1 (W) Pv	ترانسفورماتورهای گروه OIT2 (W) Pv	ترانسفورماتورهای گروه OIT3 (W) Pv
۱۰۰	۱۶۸۵	۲۰۷۰	۲۴۱۰
۱۲۵	۱۹۴۲	۲۳۸۰	۲۸۵۵
۱۶۰	۲۳۰۰	۲۸۱۰۰	۲۴۷۵۰
۲۰۰	۲۷۰۵	۳۳۱۰	۴۰۴۵
۲۵۰	۳۱۷۵	۳۹۰۰	۴۷۳۰
۳۱۵	۳۷۵۰	۴۶۳۰	۵۶۲۵
۴۰۰	۴۴۶۰	۵۵۳۰	۶۷۵۰
۵۰۰	۵۲۷۰	۶۵۵۰	۷۹۷۵
۶۳۰	۶۴۰۰	۷۹۵۰	۹۶۴۰
۸۰۰	۸۳۴۰	۹۹۵۰	۱۱۸۵۰
۱۰۰۰	۱۰۶۰۰	۱۲۲۰۰	۱۴۴۰۰
۱۲۵۰	۱۲۷۰۰	۱۵۳۰۰	۱۷۷۳۰
۱۶۰۰	۱۵۷۰۰	۱۹۶۰۰	۲۲۲۰۰
۲۰۰۰	۱۹۶۰۵	۲۴۳۳۵	۲۷۹۴۵
۲۵۰۰	۲۴۵۰۰	۳۰۳۰۰	۳۵۲۰۰

* در انتخاب ترانسفورماتورهای روغنی از هر یک از گروه‌های فوق الذکر ملاحظات صرفه‌جویی در مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرد

۱۹-۵-۴-۲-۶ اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای روغنی

شرایط کارد نرمال ترانسفورماتورهای روغنی، از نظر شرایط و اقلیم شهر یا منطقه محل نصب ترانسفورماتور، برای باردهی با توان نامی، براساس حداکثر دمای شهر و یا منطقه محل نصب برابر ۴۰ درجه سلسیوس و ارتفاع شهر و منطقه محل نصب از سطح دریا برابر ۱۰۰۰ متر، در استاندارد شماره ۶۷۷۰ سازمان ملی استاندارد ایران (استاندارد ترانسفورماتورهای روغنی) تعیین گردیده است

ضرایب کاهش باردهی ترانسفورماتور نسبت به شرایط کارکرد نرمال آن، برای حداکثر دما و ارتفاع از سطح دریا برای شهرها و مناطق مختلف در بندهای ۱۹-۵-۴-۲-۶ (۱) و ۱۹-۵-۴-۲-۶ (۲) و بر اساس استاندارد فوق‌الذکر مشخص شده است. این ضرایب برای تعیین توان مجاز ترانسفورماتورهای روغنی در شرایط محیط (محل نصب) به‌کار می‌رود.

۱۹-۵-۴-۲-۶ (۱) ضریب کاهش مربوط به حداکثر دمای شهر یا منطقه محل نصب ترانسفورماتورهای روغنی

ضریب کاهش مربوط به حداکثر دمای شهر یا منطقه محل نصب ترانسفورماتورهای روغنی به قرار زیر است.

الف) برای شهرها و مناطق گروه A، با حداکثر دمای محیط برابر ۴۰ درجه سیلسیوس یا کمتر، (شرایط نرمال) میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

ب) برای شهرها و مناطق گروه B، با حداکثر دمای محیط بین ۴۰ تا ۴۵ درجه سلسیوس، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۸۸ توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

پ) برای شهرها و مناطق گروه C، با حداکثر دمای محیط بین ۴۵ تا ۵۰ درجه سلسیوس، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۸۰ توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

ت) برای شهرها و مناطق گروه D، با حداکثر دمای محیط برابر ۵۰ درجه سلسیوس یا بیشتر، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۷۲ توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

۱۹-۵-۴-۲-۶ (۲) ضرایب کاهش مربوط به حداکثر ارتفاع شهر یا منطقه محل نصب ترانسفورماتورهای روغنی

ضرایب کاهش مربوط به حداکثر ارتفاع شهر یا منطقه محل نصب ترانسفورماتورهای روغنی به قرار زیر است:

الف) برای شهرها و مناطق گروه A، با ارتفاع ۱۰۰۰ متر یا کمتر، معادل ۱۰۰۰ متر (شرایط نرمال)، میزان توان مجاز برابر توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

ب) برای شهرها و مناطق گروه B، با ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر، معادل ۱۵۰۰ متر، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۹۷۵ توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

پ) برای شهرها و مناطق گروه C، با ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر ، معادل ۲۰۰۰ متر، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۹۵۰ توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

ت) برای شهرها و مناطق گروه D، با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰، معادل ۲۵۰۰ متر، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۹۲۵ توان نامی ترانسفورماتور می‌باشد.

تبصره: ضرایب مربوط به دما و ارتفاع خارج از مقادیر فوق الذکر، از تولید کنندگان استعلام گردد.

۱۹-۵-۴-۲-۷ تلفات و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک (CRT)

مقادیر تلفات شامل مقادیر تلفات بی‌بار (P_o) و تلفات بار (P_k) و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک درشرایط کارکرد نرمال و برای توان‌های نامی مختلف و ولتاژ کار ۲۰ کیلو ولت که عموماً در اکثر نقاط کشور در تأمین و تغذیه برق ساختمان با انشعاب برق فشار متوسط به‌کار می‌روند، برای گروه‌های ترانسفورماتورهای خشک در جدول ۱۹-۵-۲۵ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۲۵ تلفات بی‌بار و تلفات بار و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک در توان نامی

توان نامی ترانسفورماتورها	ترانسفورماتورهای گروه CRT1			ترانسفورماتورهای گروه CRT2			ترانسفورماتورهای گروه CRT3		
(kVA)	P_O (W)	P_K (W)	K	P_O (W)	P_K (W)	K	P_O (W)	P_K (W)	K
۱۶۰	۴۸۰	۲۴۰۰	۰/۴۴	۶۵۰	۲۶۰۰	۰/۵	۷۵۰	۲۹۰۰	۰/۵۱
۲۰۰	۵۹۰	۲۹۰۰	۰/۴۵	۷۵۰	۲۵۰۰	۰/۴۹	۸۵۰	۳۶۰۰	۰/۴۹
۲۵۰	۶۵۰	۳۱۰۰	۰/۴۶	۸۸۰	۳۱۰۰	۰/۵۳	۹۵۰	۴۱۰۰	۰/۴۸
۳۱۵	۷۸۰	۳۶۰۰	۰/۴۷	۱۰۰۰	۳۶۰۰	۰/۵۳	۱۱۰۰	۴۶۰۰	۰/۴۹
۴۰۰	۹۴۰	۴۱۰۰	۰/۴۸	۱۲۰۰	۴۱۰۰	۰/۵۴	۱۳۰۰	۵۹۵۰	۰/۴۷
۵۰۰	۱۱۰۰	۵۰۰۰	۰/۴۷	۱۴۰۰	۵۰۰۰	۰/۵۳	۱۴۵۰	۷۰۰۰	۰/۴۶
۶۳۰	۱۲۵۰	۶۴۰۰	۰/۴۵	۱۶۵۰	۶۴۰۰	۰/۵۱	۱۸۰۰	۸۶۵۰	۰/۴۶
۸۰۰	۱۴۵۰	۷۹۰۰	۰/۴۲	۱۹۰۰	۷۹۰۰	۰/۴۹	۲۰۵۰	۱۰۱۵۰	۰/۴۵
۱۰۰۰	۱۷۵۰	۹۶۰۰	۰/۴۲	۲۳۰۰	۹۲۰۰	۰/۵۰	۲۴۰۰	۱۱۶۰۰	۰/۴۶
۱۲۵۰	۲۱۰۰	۱۰۵۰۰	۰/۴۵	۲۷۰۰	۱۰۰۰۰	۰/۵۲	۲۷۵۰	۱۳۵۰۰	۰/۴۵
۱۶۰۰	۲۴۰۰	۱۲۳۰۰	۰/۴۵	۳۱۰۰	۱۱۸۰۰	۰/۵۱	۳۳۰۰	۱۶۷۰۰	۰/۴۵
۲۰۰۰	۳۰۰۰	۱۴۹۰۰	۰/۴۵	۴۰۰۰	۱۴۵۰۰	۰/۵۳	۴۱۰۰	۱۹۴۰۰	۰/۴۶
۲۵۰۰	۳۶۰۰	۱۸۰۰۰	۰/۴۵	۵۰۰۰	۱۷۶۰۰	۰/۵۳	۵۰۵۰	۲۳۰۰۰	۰/۴۷

* ارقام جدول فوق براساس مشخصات فنی تولید داخل (گروه CRT3) و نیز تولیدات سفارشی (گروه CRT1 و CRT2) می‌باشند.
* ارقام گروه بندی جدول فوق براساس مشخصات فنی تولید ارائه گردیده‌است.
درصورت لزوم، طراح باید ارقام فوق‌الذکر را مجدداً با مشخصات فنی تولیدات هماهنگ نماید.
* ترانسفورماتورهای خشک با توان نامی ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلو ولت آمپر (kVA) در رده تولید داخل قرار ندارد. در صورت نیاز به پارامترهای فوق‌الذکر، می‌توان از مشخصات فنی تولیدات سفارشی استفاده کرد.
* درصورت نیاز به اطلاعات فنی مشابه جدول فوق برای ترانسفورماتورهای خشک ۱۱ و ۳۳ کیلوولت، لازم است این اطلاعات از تولیدکنندگان استعلام گردد.

۱۹-۵-۴-۲-۸ تلفات کل ترانسفورماتورهای خشک

تلفات کل (P_v) برحسب وات برای سه گروه از ترانسفورماتورهای خشک و براساس برابری مقدار توان خروجی (S_{load}) و توان نامی (S_r) ترانسفورماتورها و با استفاده از رابطه ۱۹-۵-۵ و مقادیر تلفات بی‌بار (P_o) و تلفات بار (P_k) برحسب وات، با استفاده از مقادیر جدول ۱۹-۵-۲۵ در جدول ۱۹-۵-۲۶ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۲۶ تلفات کل در توان نامی ترانسفورماتورهای خشک در توان نامی

توان نامی ترانسفورماتورها (kVA)	ترانسفورماتورهای گروه CRT1 (W) Pv	ترانسفورماتورهای گروه CRT2 (W) Pv	ترانسفورماتورهای گروه CRT3 (W) Pv
۱۶۰	۲۸۸۰	۳۲۵۰	۳۶۵۰
۲۰۰	۳۴۹۰	۳۸۵۰	۴۴۵۰
۲۵۰	۳۷۵۰	۳۹۸۰	۵۰۵۰
۳۱۵	۴۳۸۰	۴۶۰۰	۵۷۰۰
۴۰۰	۵۰۴۰	۵۳۰۰	۷۲۵۰
۵۰۰	۶۱۰۰	۶۴۰۰	۸۴۵۰
۶۳۰	۷۶۵۰	۸۰۵۰	۱۰۴۵۰
۸۰۰	۹۳۵۰	۹۸۰۰	۱۲۲۰۰
۱۰۰۰	۱۱۳۵۰	۱۱۵۰۰	۱۴۰۰۰
۱۲۵۰	۱۲۶۰۰	۱۲۷۰۰	۱۶۲۵۰
۱۶۰۰	۱۴۷۰۰	۱۴۹۰۰	۲۰۰۰۰
۲۰۰۰	۱۷۹۰۰	۱۸۵۰۰	۲۳۵۰۰
۲۵۰۰	۲۱۶۰۰	۲۲۶۰۰	۲۸۰۵۰

* در انتخاب ترانسفورماتورهای خشک از هر یک از گروه‌های فوق‌الذکر، لازم است ملاحظات صرفه‌جویی در مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرد.

۱۹-۵-۴-۲-۹ اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای خشک

شرایط کارکرد نرمال ترانسفورماتورهای خشک، از نظر اقلیم و شرایط محیط محل نصب ترانسفورماتور، برای باردهی با توان نامی، براساس حداکثر دمای شهر یا منطقه محل نصب، برابر ۴۰ درجه سلسیوس و ارتفاع شهر یا منطقه محل نصب از سطح دریا برابر ۱۰۰۰ متر، می‌باشد. ضرایب باردهی ترانسفورماتور نسبت به شرایط کارکرد نرمال، برای حداکثر دما و ارتفاع از سطح دریای محل نصب، در به قرار زیر مشخص شده است. این ضرایب برای تعیین توان مجاز ترانسفورماتور در شرایط محیط (محل نصب) استفاده می‌شود.

الف) ضرایب باردهی حداکثر دما

ضرایب باردهی برای حداکثر دمای شهر یا منطقه نصب ترانسفورماتورهای خشک در جدول ۱۹-۵-۲۷ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۲۷ ضرایب باردهی برای حداکثر دمای محل نصب

حداکثر دمای محیط (درجه سلسیوس)	ضریب باردهی
۳۰	۱/۰۶
۴۰	۱/۰۰
۵۰	۰/۹۳

ب) ضرایب حداکثر ارتفاع

ضرایب باردهی برای حداکثر ارتفاع شهر یا منطقه محل نصب از سطح دریا برای ترانسفورماتورهای خشک در جدول ۱۹-۵-۲۸ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۲۸ ضرایب باردهی برای حداکثر ارتفاع محل نصب

حداکثر ارتفاع از سطح دریا (m)	ارتفاع معادل (m)	ضریب باردهی
۱۰۰۰ یا کمتر	۱۰۰۰	۱/۰۰
۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰	۰/۹۷۵
۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۹۵
بیش از ۲۰۰۰	۲۵۰۰	۰/۹۲۵

تبصره ۱: برای تعیین شرایط اقلیمی شهرها و مناطق کشور، به استاندارد ۶۷۷۰ سازمان ملی استاندارد ایران رجوع شود.

تبصره ۲: ضرایب باردهی مربوط به دما و ارتفاع خارج از مقادیر فوق الذکر، از تولیدکنندگان استعلام گردد.

۱۹-۵-۴-۲-۱۰ سیستم‌های کاهش دمای اتاق ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها عموماً در اتاق یا فضای بسته در پست برق اختصاصی ساختمان و یا مدل کیوسکی پست برق نصب و مورد استفاده قرار می‌گیرند. حرارت ناشی از تلفات بار و بی‌بار (P_k) و (P_o) ترانسفورماتور باعث افزایش دمای ترانسفورماتور و اتاق آن می‌گردد.

روش‌ها و سیستم‌های کاهش دمای ترانسفورماتور و اتاق محل استقرار آن در بندهای زیر طبقه‌بندی شده است. رعایت این بندها در تعین شرایط لازم برای طراحی اتاق ترانسفورماتور و نیز پست برق فشار متوسط، انتخاب ترانسفورماتور با کارایی لازم در سیستم فشارمتوسط و نیز

صرفه‌جویی در مصرف برق و انتخاب سیستم تأسیسات مکانیکی مناسب جهت تأمین شرایط مورد نیاز برای کارکرد ترانسفورماتورها، الزامی خواهد بود.

الف) در شهرها و مناطق گروه A، برای کاهش دمای اتاق ترانسفورماتور، تعویض و تخلیه هوای اتاق می‌تواند با تهویه طبیعی و یا مکانیکی انجام گیرد (به مبحث سیزدهم مقررات ملی رجوع شود). در روش تهویه مکانیکی از هواکش برقی، که از طریق ترموستات قطع و وصل یا کنترل می‌شود، برای کاهش و تنظیم دمای اتاق استفاده می‌شود. استفاده از سیستم سرمایش برای مناطق مذکور، به‌جای هواکش، مجاز نمی‌باشد.

ب) استفاده از روش‌های مطرح‌شده در بند (الف)، برای شهرها و مناطق و گروه‌های B، تنها زمانی مجاز است که ضرایب مربوط به دما و ارتفاع در محاسبه توان مجاز (بار خروجی) ترانسفورماتور اعمال شده و ترانسفورماتور با مشخصات فنی و توان نامی مناسب انتخاب گردیده‌باشد.

پ) استفاده از روش‌های مطرح‌شده در بند (الف)، برای شهرها و مناطق گروه‌های C و D، تنها زمانی مجاز است که پس از اعمال ضرایب مربوط به دما و ارتفاع، مشخصات فنی و توان نامی ترانسفورماتور، مقدار تلفات بار براساس زیربندهای ۱۹-۵-۴-۲-۲ و ۱۹-۵-۴-۲-۳ تعیین گردد.

ت) در صورتی که دمای محل استقرار ترانسورماتور بیش از ۵۰ درجه سلسیوس باشد، لازم است در انتخاب ترانسفورماتور مناسب برای این شرایط دقت لازم به‌عمل آید و در صورت انتخاب سیستم سرمایی برای کاهش دمای اتاق و ترانسفورماتور، لازم است وابستگی میزان مصرف برق سیستم سرمایی با تلفات بار و بازدهی ترانسفورماتور در نظر گرفته شود.

۱۹-۵-۴-۲-۱۱ شرایط استفاده از انواع مختلف ترانسورماتورهای فشار متوسط

گروه‌بندی ترانسفورماتورهای روغنی و خشک بر اساس تلفات بار، تلفات بی بار، حداکثر راندمان انرژی و تلفات کل در زیربندهای ۱۹-۵-۴-۲-۴ و ۱۹-۵-۴-۲-۵ و ۱۹-۵-۴-۲-۷ و ۱۹-۵-۴-۲-۸ و جداول مربوطه آمده است. با استفاده از اطلاعات ردیف‌های فوق الذکر و جداول مربوطه، شرایط استفاده از انواع مختلف ترانسفورماتورهای فشار متوسط به قرار زیر می‌باشد.

الف) الزامات مربوط به استفاده از ترانسفورماتورهای روغنی و یا خشک فشار متوسط در پست برق (اختصاصی) ساختمان‌ها باید منطبق بر ردیف‌ها و بندهای مبحث سیزدهم مقررات ملی باشد.

ب) اگر استفاده از ترانسفورماتور روغنی در پست‌های برق ساختمانی مجاز باشد، با در نظر گرفتن نیاز و شرایط طرح، صرفه‌جویی در مصرف برق، با لحاظ کردن تلفات بار و حداکثر راندمان ترانسفورماتور، مقایسه فنی و اقتصادی و غیره، می‌توان در پست برق از ترانسفورماتورهای خشک به‌جای ترانسفورماتور روغنی استفاده کرد.

پ) اگر استفاده از ترانسفورماتور خشک مطابق مبحث سیزدهم مقررات ملی الزامی باشد، استفاده از ترانسفورماتور روغنی به‌جای ترانسفورماتور خشک مجاز نمی‌باشد.

ت) براساس گروه‌بندی جدول ۱۹-۵-۲۴ و استفاده از ارقام این جدول برای ترانسفورماتورهای روغنی، گروه‌بندی‌های زیر از نظر تلفات بار در توان‌های نامی مختلف، قابل دسته‌بندی است.

(۱)- گروه **OIT1** شامل ترانسفورماتورهای روغنی با کمترین مقدار تلفات بار در توان نامی

(۲)- گروه **OIT2** شامل ترانسفورماتورهای روغنی با مقدار متوسط تلفات بار در توان نامی

(۳)- گروه **OIT3** شامل ترانسفورماتورهای روغنی با مقدار متعارف تلفات بار در توان نامی

ث) براساس گروه‌بندی‌های فوق‌الذکر و جدول ۱۹-۵-۲۶ برای ترانسفورماتورهای خشک، گروه‌بندی‌های زیر از نظر تلفات بار در توان‌های مختلف، قابل دسته‌بندی است.

(۱)- گروه **CRT1** شامل ترانسفورماتورهای خشک با کمترین مقدار تلفات بار در توان نامی

(۲)- گروه **CRT2** شامل ترانسفورماتورهای خشک با مقدار متوسط تلفات بار در توان نامی

(۳)- گروه **CRT3** شامل ترانسفورماتورهای خشک با مقدار متعارف تلفات بار در توان نامی

ج) براساس گروه‌بندی‌های فوق‌الذکر برای ترانسفورماتورهای روغنی و خشک، رده‌های زیر قابل تعریف است.

(۱)- رده اول شامل ترانسفورماتورهای با کمترین مقدار تلفات بار در توان نامی

(۲)- رده دوم شامل ترانسفورماتورهای با مقدار متوسط تلفات بار در توان نامی

(۳)- رده سوم شامل ترانسفورماتورهای با مقدار متعارف تلفات بار در توان نامی

ح) در رتبه‌بندی ساختمان‌ها از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، ساختمان‌های کم انرژی و ساختمان‌های بسیار کم انرژی الزامات بندهای (الف)، (ب) و (پ) و نیز گروه‌بندی‌های بند (ت) و (ث) و رده‌بندی ترانسفورماتورها در بند (ج) باید مدّ نظر قرارگیرد.

۱۹-۵-۴-۲-۱۲ ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و خشک فشار متوسط

ضریب بار ترانسفورماتور (α) در تعیین توان نامی ترانسفورماتور، توان بار خروجی ترانسفورماتور، گروه‌بندی ترانسفورماتور، رده‌بندی ترانسفورماتور و رتبه‌بندی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد این ضریب برای ترانسفورماتورها از رابطه ۱۹-۵-۸ به‌دست می‌آید.

رابطه ۱۹-۵-۸

$$\alpha = \frac{S_{onload}}{S_r}$$

که در این رابطه:

S_{onload}: توان زیر بار ترانسفورماتور برحسب کیلوولت آمپر (KVA) می‌باشد و مقدار آن می‌تواند برابر یا بزرگتر از توان بار خروجی ترانسفورماتور باشد.

$$(S_{onload} \geq S_{load})$$

S_{load}: توان بار خروجی ترانسفورماتور برحسب کیلوولت آمپر (KVA)

S_r: توان نامی ترانسفورماتور برحسب کیلوولت آمپر (KVA) در شرایط کارکرد نرمال

α: ضریب بار، برابر مقدار زیر باربودن ترانسفورماتور نسبت به توان نامی ترانسفورماتور که معادل درصد زیربار بودن ترانسفورماتور (onload) نیز قابل تعریف است.

تبصره: برای مقادیر ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و خشک به زیربندهای ۱۹-۵-۴-۲-۱۴ و ۱۹-۵-۴-۲-۱۵ مراجعه شود.

۱۹-۵-۴-۲-۱۳ رده‌بندی ترانسفورماتورها

گروه‌بندی ترانسفورماتورهای روغنی و خشک از نظر تلفات بار، حداکثر راندمان انرژی، همراه با جداول مربوط، در زیربندهای ۱۹-۵-۴-۲-۴ تا ۱۹-۵-۴-۲-۷ منعکس گردیده‌است. بر اساس

جداول و اطلاعات ردیف‌های فوق‌الذکر در گروه‌بندی و رده‌بندی ترانسفورماتورها (زیربند ۱۹-۵-۴-۲-۱۱) و رتبه‌بندی ساختمان‌ها و بر اساس فرمول ضریب بار (زیربند ۱۹-۵-۴-۲-۱۲) و نیز رده‌بندی ترانسفورماتورهای روغنی و خشک برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان در زیربندهای ۱۹-۵-۴-۲-۱۴ و ۱۹-۵-۴-۲-۱۵ ارائه گردیده است.

۱۹-۵-۴-۲-۱۴ ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و رتبه‌بندی ساختمان‌ها.

ضریب بار ترانسفورماتور یا درصد زیربار بودن ترانسفورماتور برای بررسی و تأمین شرایط لازم در کاهش تلفات کل و انتخاب گروه‌بندی مناسب ترانسفورماتور و نیز رتبه‌بندی ساختمان‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین‌منظور، متوسط مقدار این ضریب برای کلیه توان‌های نامی گروه‌بندی OIT1، OIT2، OIT3 ترانسفورماتور روغنی (جدول ۱۹-۵-۲۴) برای رتبه‌بندی‌های ساختمان‌ها، به شرح زیر ارائه می‌گردد:

الف) در رتبه ساختمان‌های منطبق بر مبحث ۱۹ (EC)، برای ترانسفورماتورهای روغنی گروه OIT1 (رده اول) ضریب بار متوسط برابر ۷۰٪، برای گروه OIT2 (رده دوم) ضریب بار متوسط برابر ۶۰٪ و برای گروه OIT3 (رده سوم) ضریب بار متوسط برابر ۵۰٪ در نظر گرفته شود.

ب) در رتبه ساختمان‌های کم انرژی، برای ترانسفورماتورهای روغنی گروه OIT1 (رده اول) ضریب بار متوسط برابر ۶۰٪، و برای گروه OIT2 (رده دوم) ضریب بار متوسط برابر ۵۰٪ در نظر گرفته شود. استفاده از ترانسفورماتورهای روغنی گروه OIT3 (رده سوم) در این رتبه از ساختمان‌ها توصیه نمی‌شود.

پ) در رتبه ساختمان‌های بسیار کم انرژی، برای ترانسفورماتورهای روغنی گروه OIT1 (رده اول) ضریب متوسط برابر ۵۰٪ در نظر گرفته شود.

ت) بر اساس بندهای (الف)، (ب) و (پ) فوق الذکر، مقادیر جدول ضریب بار یا درصد زیر بار بودن ترانسفورماتورهای روغنی در جدول ۱۹-۵-۲۹ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۲۹ ضریب بار ترانسفورماتور یا درصد زیربار بودن ترانسفورماتورهای روغنی

رتبه انرژی ساختمان	گروه‌بندی ترانسفورماتورها		
	OIT1 (رده اول)	OIT2 (رده دوم)	OIT3 (رده سوم)
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	٪۷۰	٪۶۰	٪۵۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	٪۶۰	٪۵۰	غیر مجاز
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	٪۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز

۱۹-۵-۴-۲-۱۵ ضریب بار ترانسفورماتورهای خشک و رتبه‌بندی ساختمان‌ها

مشابه زیربند ۱۹-۵-۴-۲-۱۴ مقدار ضریب بار متوسط برای کلیه توان‌ها نامی و گروه‌بندی‌های CRT1، CRT2، CRT3 ترانسفورماتورهای خشک (جدول ۱۹-۵-۲۶)، برای رتبه‌بندی‌های مختلف، به شرح زیر ارائه می‌گردد.

الف) در رتبه ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، برای ترانسفورماتورهای خشک گروه CRT1 (رده اول) ضریب بار متوسط برابر ٪۶۵ ، برای گروه CRT2 (رده دوم) ضریب بار متوسط ٪۶۰ و برای گروه CRT3 (رده سوم) ضریب بار متوسط برابر ٪۵۰ در نظر گرفته شود.

ب) در رتبه ساختمان‌های کم انرژی، برای ترانسفورماتورهای خشک گروه CRT1 (رده اول) ضریب بار متوسط ٪۶۰ و برای گروه CRT2 (رده دوم) ضریب بار متوسط برابر ٪۵۵ در نظر گرفته شود.

پ) در رتبه ساختمان‌های بسیار کم انرژی، برای ترانسفورماتورهای خشک گروه CRT1 (رده اول) ضریب بار متوسط برابر ٪۵۰ در نظر گرفته شود.

ت) بر اساس بندهای (الف)، (ب) و (پ) فوق الذکر، مقادیر ضریب بار یا درصد زیر بار بودن ترانسفورماتورهای خشک در جدول ۱۹-۵-۳۰ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۳۰ ضریب بار ترانسفورماتور یا درصد زیربار بودن ترانسفورماتورهای خشک

رتبه انرژی ساختمان	گروه‌بندی ترانسفورماتورها		
	CRT1 (رده اول)	CRT2 (رده دوم)	CRT3 (رده سوم)
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۶۵٪	٪۶۰	٪۵۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	٪۶۰	۵۵٪	غیر مجاز
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	٪۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز

۱۹-۵-۴-۳ موتورهای برقی

موتورهای برقی در سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان از جمله سیستم‌های سرمایش، گرمایش، تهویه، تخلیه هوا، تأمین هوای فشار مثبت، آسانسور، پلکان‌های برقی، پیاده روهای متحرک و غیره مورد استفاده قرارمی‌گیرد. انتخاب مناسب مشخصات فنی، قدرت نامی، ولتاژ و راندمان کارکرد موتورهای برقی در شبکه‌های تأسیسات، نحوه راه‌اندازی و کنترل سرعت موتورها از عوامل مؤثر در صرفه‌جویی مصرف برق می‌باشد.

علاوه بر موارد فوق، نکات زیر نیز باید مدنظر قرار گیرند:

- کاهش مصرف برق با انتخاب موتور دارای قدرت و ظرفیت (توان) مناسب، همراه با راندمان بهینه برای عملکرد مورد نظر،
- کاهش مقدار جریان مورد نیاز برای راه‌اندازی موتور، با استفاده از فناوری‌های مناسب،
- کاهش مقدار ارتعاشات و نوفه (نویز) موتور،
- انتخاب سیستم کنترل و راه‌اندازی کارامد، و نقطه کار مناسب برای موتورها و پمپ‌ها

۱۹-۵-۴-۳-۱حداقل راندمان پمپ‌های آب و موتور فن‌های دستگاه‌های هوارسان

حداقل مقادیر راندمان کارکرد پمپ‌های گردش آب سیستم‌های گرمایش و سرمایش، پمپ‌های سیستم آب آشامیدنی، پمپ‌های آتش نشانی، موتورهای فن‌های دستگاه‌های هوارسان برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمانی در جدول ۱۹-۵-۳۱ آمده‌است:

جدول ۱۹-۵-۳۱ حداقل مقادیر راندمان کارکرد پمپ‌های گردش آب و موتورهای فن‌های دستگاه‌های هوارسان، در رتبه‌بندی‌های مختلف

رتبه انرژی ساختمان	پمپ آب	دستگاه هوارسان
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	٪ ۷۰	٪ ۶۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	٪ ۷۵	٪ ۶۵
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	٪ ۸۵	٪ ۷۰

استفاده از راه اندازه نرم (Soft Star)، به‌منظور کاهش مقدار جریان راه‌اندازی موتورها، به‌جای سیستم متعارف راه‌اندازی ستاره–مثلث، برای موتورها با توان نامی ۱۱ کیلووات (kW) و به بالا، خصوصاً در ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، و نیز سیستم سرعت متغیر (VSD) برای کنترل سرعت موتورهای فن‌های (برای کنترل مقدار هوا) دستگاه‌های هوارسان در ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی، توصیه می‌گردد.

۱۹-۵-۴-۴ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت فن‌کویل‌ها

در فن‌کویل‌های زمینی، سقفی و یا داکتی، بسته به شرایط طرح و رتبه ساختمانی مورد نظر، لزوم استفاده از موتورهای چندسرعته و یا تک‌سرعته همراه سیستم سرعت متغیر (VSD) مطرح می‌شود. برای این منظور، ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت فن در رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان در جدول ۱۹-۵-۳۲ رجوع شود.

جدول ۱۹-۵-۳۲ ویژگی‌های لازم برای نوع موتور و سیستم کنترل فن‌کویل، در رتبه‌بندی مختلف

رتبه انرژی ساختمان	ویژگی‌های لازم برای موتور فن‌کویل و سیستم کنترل سرعت آن
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	موتور حداقل سه سرعته با سیستم کنترل سرعت متعارف سه‌سرعته
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	موتور حداقل چهارسرعته با سیستم کنترل سرعت متعارف چهارسرعته
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	موتور تک‌سرعته با سیستم کنترل سرعت از نوع سرعت‌متغیر (VSD)

تبصره: استفاده از سیستم حجم هوای متغیر (VAV) برای سیستم گرمایش و سرمایش فضاهای ساختمان بستگی به شرایط و نیاز طرح دارد و ارزیابی آن مشابه حالت ساختمان بسیار کم‌انرژی خواهد بود.

۱۹-۵-۴-۵ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت کولرهای آبی

در کولرهای آبی بسته به رتبه ساختمانی مورد نظر، لزوم استفاده از موتورهای چند سرعته یا تک سرعته همراه سیستم سرعت متغیر (VSD) مطرح می‌شود. برای این منظور، ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل کولر آبی در رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان در جدول ۱۹-۵-۳۳ آمده‌است.

جدول ۱۹-۵-۳۳ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت و راه‌اندازی کولر آبی، در رتبه‌بندی‌های مختلف

رتبه انرژی ساختمان	ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل کولر آبی
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	موتور دو سرعته، با سیستم کنترل و راه اندازی دو سرعته (سرعت کم و زیاد)
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	موتور تک سرعته با سیستم راه اندازی و کنترل سرعت از نوع سرعت متغیر (VSD)
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	موتور تک سرعته با سیستم راه اندازی و کنترل سرعت از نوع سرعت متغیر (VSD)

تبصره: علاوه بر موارد مربوط به موتور کولر و سیستم کنترل و راه‌اندازی آن، برچسب انرژی کولر در بند ۱۹-۴-۳-۲ تعیین گردیده‌است.

۱۹-۵-۴-۶آسانسورها و پلکان‌های برقی

برای آسانسورها و پلکان‌های برقی ساختمان‌های کم انرژی و بسیارکم انرژی باید از موتورهای بدون گیربکس و یا با راندمان بالاتر از مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۳۴ استفاده شود.

جدول ۱۹-۵-۳۴ حداقل مقادیر راندمان کارکرد موتور آسانسور و پلکان برقی، در رتبه‌بندی‌های مختلف

رتبه انرژی ساختمان	راندمان حداقل (%)
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۷۰ ٪
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۸۰ ٪

۱۹-۵-۴-۷ حداقل راندمان لازم برای دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک

حداقل راندمان لازم برای دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک در جدول ۱۹-۵-۳۵ ارائه گردیده است.

جدول ۱۹-۵-۳۵ حداقل راندمان لازم برای دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک

توان نامی دستگاه (کیلوولت آمپر) (kVA)	راندمان حداقل (%)
کمتر یا مساوی ۲۰	۹۰
بین ۲۰ تا ۱۰۰	۹۱
مساوی یا بیش از ۱۰۰	۹۳

۱۹-۵-۴-۸ حداقل ضریب توان اصلاح شده ساختمان

حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده، برای رتبه‌بندی‌های مختلف انرژی ساختمانی در جدول ۱۹-۵-۳۶ آمده است.

جدول ۱۹-۵-۳۶ حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده، برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان

رتبه انرژی ساختمان	حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۰/۹۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۰/۹۳
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۰/۹۵

اصلاح ضریب قدرت می‌تواند با استفاده از خازنی، که روی مصرف‌کننده نصب می‌شود، انجام گیرد، ولی در اکثر موارد، به‌کارگیری این روش امکان پذیر نمی‌باشد. به‌همین علت، در طرح سیستم‌های تأسیسات برقی از بانک خازن برای اصلاح ضریب قدرت شامل پله‌های خازنی با ظرفیت‌های مناسب و نیز رگولاتور بانک خازن با مراحل تعریف شده و برای قراردادن پله‌های بانک خازن در مدار، استفاده می‌شود. مقادیر ظرفیت پله‌ها، تعداد پله‌ها و مراحل عمل رگولاتور براساس نیاز، شرایط طرح، مقدار ضریب توان اولیه و مقدار ضریب توان اصلاح شده انتخاب می‌گردد.

۱۹-۵-۴-۹سیستم مدیریت روشنایی

سیستم مدیریت روشنایی (LMS) شامل کلیدها و حسگرهای هوشمند، سویچ‌ها، کنترلرها (یا کنترل‌گرها) و مراکز کنترل، با قابلیت برنامه‌ریزی، تنظیم و اتصال به شبکه‌ها و سیستم‌های

مختلف، از جمله سیستم مدیریت انرژی (EMS) و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) مورد استفاده قرار می‌گیرد. با مدیریت، برنامه‌ریزی، کنترل، قطع و وصل مدارها یا اجزاء سیستم روشنایی، شرایط مورد نیاز برای صرفه‌جویی در مصرف برق سیستم روشنایی ایجاد می‌گردد.

استفاده از این سیستم برای ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی الزامی است.

۱۹-۵-۴-۹-۱حداقل امکانات و قابلیت‌های سیستم مدیریت روشنایی

سیستم مدیریت روشنایی باید دارای حداقل امکانات و قابلیت‌های زیر باشد:

الف) ساختار دیجیتالی آدرس‌پذیر قابل استفاده با توپولوژی ستاره و یا سری،

ب) قابلیت برنامه‌ریزی و کار با انواع حسگرها و توانایی استفاده دیمری، در لامپ‌های چراغ‌ها، برای کم سو کردن و کاهش شدت روشنایی،

پ) قابلیت قطع و وصل، و کنترل تکی و یا گروهی چراغ‌ها، قابلیت کار با حسگر شدت روشنایی، حسگر نوری، حسگر حرکت و حسگر حضور، قابلیت ترکیب روشنایی مصنوعی و نور روز، با بهره‌گری از حسگرهای نور برای تأمین شدت روشنایی مناسب در نقاط مختلف فضا، با هدف صرفه‌جویی در مصرف برق.

ت) قابلیت اتصال به پرده‌کرکره خودکار (اتوماتیک) برای تنظیم مقدار نور روز ورودی به داخل فضا.

ث) قابلیت اندازه‌گیری و ثبت مقدار مصرف برق مدارهای روشنایی قسمت‌ها و یا فضاهای مشخصی از ساختمان،

ج) اندازه‌گیری و ثبت مدت زمان روشن بودن چراغ‌ها و یا خاموش بودن آنها و نیز مدت کل کارکرد لامپ‌ها، برای برنامه‌ریزی تعویض لامپ‌ها.

چ) قابلیت ثبت اطلاعات مربوط به فعال بودن یا غیرفعال بودن مدارهای روشنایی،

ح) قابلیت ارسال اطلاعات مربوط به مقدار مصرف برق مدارهای روشنایی قسمتی از ساختمان به سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)، در صورت پیش‌بینی این سیستم در ساختمان و نیز ثبت آنها برای بررسی‌های دوره‌ای، و مدیریت مصرف برق از طریق سیستم مدیریت هوشمند ساختمان. لازم به ذکر است که از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) نیز می‌توان برای مدیریت سیستم روشنایی نیز استفاده کرد. در این حالت، فرمان قطع و وصل مدار روشنایی از طریق ماژول مرتبط با کنترلر و مرکز سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)، صادر می‌شود (به مبحث سیزدهم مقررات رجوع شود). پروتوکل ارتباطی داده (دیتا)

سیستم مدیریت روشنایی باید از نوع استاندارد و نیز دارای قابلیت اتصال و ارتباط با شبکه‌های داده (دیتا) متفاوت باشد.

۱۹-۵-۴-۱۰ سیستم‌های کنترل روشنایی

برای کنترل روشنایی در کلیه رتبه‌های ساختمانی، می‌توان یک یا ترکیبی از سیستم‌های مندرج در زیربندهای ۱۹-۵-۴-۱۰-۱ الی ۱۹-۵-۴-۱۰-۶ را به‌کار گرفت. در صورت عدم استفاده از سیستم‌های مناسب کنترل روشنایی لازم است طراح دلایل توجیهی مربوط را قید کند.

۱۹-۵-۴-۱۰-۱کلیدهای قطع و وصل

این نوع کلیدها برای قطع و وصل مدارها و یا چراغ‌های روشنایی به‌کار می‌روند. مساحت زیر پوشش این روش قطع و وصل، به‌طور عام و در شرایط عادی، محدود به مقدار جریان مدار روشنایی، کلید محافظتی مدار و جریان نامی کلید قطع و وصل مدار است.

۱۹-۵-۴-۱۰-۲حسگر (سنسور) حرکت و حسگر حضور

فعال شدن حسگر حرکت در صورت حرکت و جابجایی، و حسگر حضور در صورت حضور فرد یا افراد، بسته به مورد استفاده، باعث فعال‌شدن مدار روشنایی و یا چراغ‌ها می‌شود. اگر حرکت و یا حضور در محیط وجود نداشته‌باشد، بعد از مدت زمان معین از پیش تنظیم‌شده، مدار روشنایی غیر فعال و یا چراغ‌ها خاموش می‌گردند.

این حسگرها دارای فن‌آوری‌های ساخت متفاوت، و شامل حسگر فروسرخ (مادون قرمز) فعال (اَکتیو)، حسگر فروسرخ غیرفعال (مادون قرمز پاسیو)، حسگر فراصوتی (اولتراسونیک)، حسگر فرکانس بالای مایکروویو و حسگرهای میکروفونی حساس به صدا و فعالیت می‌باشند. این حسگرها می‌توانند به‌صورت ترکیبی، مانند ترکیب حسگر فراصوتی (اولتراسونیک) و حسگر فروسرخ غیرفعال (مادون قرمز پاسیو)، یا انواع دیگر، در قالب یک حسگر نیز تولید شوند.

حسگر فروسرخ غیرفعال (مادون‌قرمز پاسیو)، نسبت به حرارت بدن افراد حساس است، و در صورت وجود فرد در فضای داخلی یا محیط اطراف و محوطه ساختمان، مدار روشنایی و یا سایر مدارهای لازم را فعال می‌کند و در صورت عدم وجود افراد بعداز مدت زمان معینی که از قبل تنظیم شده است، مدارها را غیرفعال و یا چراغ‌ها را خاموش می‌نماید.

حسگر فرکانس بالای مایکروویو به‌خاطر برد عمل (کنترل) زیاد در محوطه‌های بزرگ و محیط‌های گسترده ساختمان به‌کار می‌رود و در صورت وجود حرکت، این حسگر فعال می‌شود، و فرمان لازم را به مدار روشنایی و یا سایر مدارها صادر می‌کند؛ در غیر این صورت، غیرفعال باقی می‌ماند.

حسگر میکروفونی، در صورت وجود فعالیت و صدا در محیط، فعال می‌شود، و فرمان لازم را به مدار روشنایی و یا سایر مدارها صادر می‌کند؛ در غیر این صورت، غیرفعال باقی می‌ماند.

در انتخاب هر کدام از این حسگرها، علاوه بر منحنی پوشش و نحوه عملکرد آن در مکان، زاویه پوشش، ارتفاع نصب، فاصله افقی عملکرد در سطح مکان، فضای مورد نظر و نحوه اسکن، موارد زیر نیز باید مد نظر قرار گیرد:

الف) حسگرهای حرکتی در محل ورود و خروج افراد، باید طوری نصب شوند که در فاصله حداقل یک متر مانده به فضای مورد نظر و نیز تغییر مکان و حرکت فرد به اندازه ۵۰ سانتی‌متر فعال شده و برای مدت زمان قابل تنظیم (در یک محدوده زمانی حداقل و حداکثر)، مدار روشنایی و یا سایر مدارهای لازم دیگر را فعال یا غیرفعال نماید.

ب) چنانچه حسگر حرکتی برای فعال و یا غیرفعال کردن مدار روشنایی، و یا روشن و خاموش کردن چراغ‌های پیرامونی ساختمان و یا محوطه به‌کار رود، حسگر حرکتی باید توانایی تشخیص حرکت فرد را، در فاصله‌ای برابر با دو برابر ارتفاع نصب چراغ‌های روشنایی محوطه و یا توانایی تشخیص حرکت فرد را در محدوده محیطی تحت پوشش چراغ‌های محوطه و برابر ۸۰٪ از محوطه تحت پوشش چراغ‌ها را داشته باشد.

پ) در صورت به‌کارگیری حسگرهای فراصوتی (اولتراسونیک) برای سیستم روشنایی، باید موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

(۱) حسگر فراصوتی (اولتراسونیک) نباید در کنار دریچه هوای سیستم تهویه نصب شود. در غیر این صورت کارکرد آن مختل خواهد گردید.

(۲) حسگر فراصوتی (اولتراسونیک) نسبت به حسگر فروسرخ (مادون قرمز) حساس‌تر است، و در ارتفاع پایین نصب می‌شود. بدین جهت استفاده از حسگر فراصوتی (اولتراسونیک) در مکان‌ها و فضاهای دارای پارتیشن، از جمله فضاهای اداری، توصیه می‌شود.

۱۹-۵-۴-۱۰-۳حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی

حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی براساس افت مقدار شدت روشنایی فضاها و محیط اطراف ساختمان، فعال می‌شود و مدار روشنایی را فعال و چراغ‌ها را روشن می‌نماید؛ وقتی که شدت روشنایی لازم برای فعال‌سازی حسگر نوری (فتوسل) مجدداً برقرار شد، مدار روشنایی را غیرفعال و چراغ‌ها را خاموش می‌کند. حسگر نوری عموماً برای کنترل و فرمان مدار روشنایی محوطه و محیط اطراف ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برخی حسگرهای حرکتی موجود، به‌صورت ترکیبی با حسگر نوری (فتوسل)، علاوه بر فعال شدن در صورت حرکت افراد، به مقدار روشنایی محیط نیز حساس هستند، و در نتیجه، در صورت کافی نبودن شدت روشنایی محیط و وجود حرکت، فرمان فعال شدن مدار روشنایی را صادر می‌کنند.

۱۹-۵-۴-۱۰-۴ساعت فرمان مدار روشنایی

ساعت فرمان مدار روشنایی، برای کنترل و فرمان مدار روشنایی محوطه و یا محیط اطراف ساختمان‌ها و یا فضاهای داخلی، با توجه به نیاز و شرایط طرح، به‌کار می‌رود. این ساعت قابل برنامه‌ریزی است، و در زمان معین، مدارهای لازم را، طبق برنامه‌ای مشخص، فعال و یا غیر فعال و یا چراغ‌های روشنایی را، روشن و یا خاموش می‌کند.

۱۹-۵-۴-۱۰-۵تایمر مدار روشنایی

تایمر مدار روشنایی برای کنترل و فرمان مدار روشنایی فضاهای معین به‌کار می‌رود. فرمان تایمر از طریق کلیدهای فشاری نصب شده در محل مورد نظر است. عملکرد آن برای مدت زمان معین تنظیم می‌شود. تایمر مدار فرمان روشنایی، پس از فرمان کلیدهای فشاری، در مدت زمان تنظیم شده، مدار روشنایی را فعال نگه می‌دارد، و پس از آن، مدار غیرفعال می‌شود.

کلیدهای فشاری مورد استفاده برای فرمان تایمر مدار روشنایی باید دارای چراغ اندیکاتور بوده، تا در شرایط نبود روشنایی مصنوعی در محل، قابل تشخیص باشند. علاوه بر این، لازم است در فاصله حداکثر دو متری از ورودی قابل دسترس برای افراد باشد. حداکثر مساحت فضا یا فضاهای تحت پوشش یک تایمر مدار روشنایی نباید بیش از ۱۰۰ متر مربع باشد.

تبصره: در سیستم‌های کنترل روشنایی بندهای ۱۹-۵-۴-۱۰-۲ تا ۱۹-۵-۴-۱۰-۵ عمل کنترل و فرمان می‌تواند برای یک مدار و یا گروهی از مدارهای روشنایی به‌کار رود.

۱۹-۵-۴-۱۰-۶ سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی

سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی برای کاهش شدت روشنایی چراغ یا چراغ‌های یک فضا مورد استفاده قرار می‌گیرد. کابرد این سیستم‌ها عمدتاً در واحدهای ساختمان‌های مسکونی، سالن‌های تئاتر، نمایش و همایش و در برخی فضاهای خاص بناهای درمانی می‌باشد.

در صورت استفاده از سیستم‌های کاهش نور، لازم است پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد تا کیفیت روشنایی بیش از حد کاهش نیابد و عملکرد فضای مورد نظر تحت‌الشعاع قرار نگیرد.

۱۹-۵-۴-۱۱ لامپ‌های سیستم روشنایی

معیارهای زیر باید در انتخاب لامپ‌های مناسب برای تأمین روشنایی مصنوعی فضاهای داخلی، محیط اطراف و محوطه تمامی ساختمان‌ها رعایت شوند. لازم به ذکر است که راندمان لامپ‌ها (لومن بروات)، در میزان صرفه‌جویی در مصرف برق قابل دست‌یابی تعیین‌کننده هستند.

الف) انتخاب لامپ‌ها با راندمان (لومن بروات) مناسب براساس نیاز فضاها و محیط اطراف ساختمان، مطابق جدول ۱۹-۵-۳۷، متناسب با رتبه‌بندی انرژی ساختمان.

ب) انتخاب مقدار دمای رنگ نور (CCT بر حسب کلوین) مناسب برای لامپ‌ها، به‌منظور تأمین کیفیت نور فضاها و محیط اطراف ساختمان.

پ) انتخاب شاخص نور (CRI) مناسب برای لامپ‌ها، جهت تشخیص و یا نمایش رنگ واقعی اشیاء و یا سطوحی که نور به آن می‌تابد.

ت) استفاده از لامپ‌ها با طول عمر زیاد، با توجه به نیاز و شرایط طرح.

ث) انتخاب چوک یا بالاست با تلفات بار کمتر (مصرف برق کمتر) برای لامپ‌های تخلیه در گاز مانند لامپ‌های فلورسنت معمولی یا کمپکت، متال‌هالید، بخار سدیم، بخار جیوه و نیز منابع تغذیه ولتاژ پایین برای لامپ‌هایی نظیر LED و یا لامپ OLED .

ج) استفاده از بالاست القایی برای لامپ‌های فلورسنت معمولی یا کمپکت مجاز نبوده به‌جای آن باید از بالاست الکترونیکی استاندارد با تلفات بار کمتر استفاده شود.

لامپ LED دارای منبع تغذیه ولتاژ پایین الکترونیک هستند و نوسانات برق کارکرد این منبع را مختل و باعث کاهش عمر لامپ و میزان نور آن می‌گردد. علاوه بر آن، منبع تغذیه لامپ تولید جریان هارمونیک در مدار تغذیه می‌کند. بنابر این، لازم است که به مقدار اعوجاج کل جریان (THD) نیز توجه شود.

۱۹-۵-۴-۱۱-۱راندمان لامپ‌های سیستم روشنایی

راندمان (یا بهره نوری) لامپ‌های روشنایی، بر حسب لومن بر وات، (بدون لحاظ کردن مصرف بالاست و دیگر تجهیزات مورد نیاز برای هرگروه از انواع لامپ‌ها)، نسبت لومن لامپ بر توان مصرفی لامپ می‌باشد.

در انتخاب لامپ برای تأمین روشنایی مصنوعی فضاها، محیط اطراف و محوطه ساختمان، با هدف صرفه‌جویی در مصرف برق، لازم است موارد زیر مد نظر قرار گیرد.

الف) لامپ‌های هر گروه از تکنولوژی تولید، شامل فلورسنت (معمولی یا کمپکت)، متال‌هالید، بخار سدیم، بخار جیوه، گازی، LED، هالوژن تنگستن و غیره دارای راندمان‌های متفاوت هستند. راندمان یکی از پارامترهای اصلی در انتخاب نوع و کاربرد لامپ به‌شمار می‌رود. برای این منظور، با توجه به تنوع لامپ‌های تولید شده، و کاربرد آنها برای تأمین روشنایی فضاهای داخلی، و محیط اطراف و محوطه ساختمان، محدوده لومن بر وات (راندمان) هر نوع و یا هر گروه از لامپ‌های متعارف، که عمدتاً در سیستم روشنایی مصنوعی ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌شرح زیر در جدول ۱۹-۵-۳۷ طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۱۹-۵-۳۷ بهره‌نوری (لومن بر وات) حداقل لامپ‌های متعارف، برای رتبه‌بندی‌های مختلف انرژی ساختمان

رتبه انرژی	لامپ فلورسنت و توان نامی آن بر حسب وات (W)				لامپ متال هالید و توان نامی آن بر حسب وات (W)				لامپ بخار سدیم و توان نامی آن بر حسب وات (W)				
	معمولی		متراکم (کمپکت)										
	۱۸ (W)	۳۶ (W)	۱۸ (W)	۲۴ (W)	۳۶ (W)	۷۰ (W)	۱۵۰ (W)	۲۵۰ (W)	۴۰۰ (W)	۷۰ (W)	۱۵۰ (W)	۲۵۰ (W)	۴۰۰ (W)
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۶۳	۶۹	۶۶	۷۵	۸۰	۹۱	۹۵	۸۰	۹۵	۸۰	۸۳	۹۲	۹۵
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۷۲	۹۰								۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۱۷
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۷۵	۹۳									۱۱۳	۱۳۲	۱۳۲

ب) با توجه به طول عمر بسیار بالای لامپ‌های LED و لومن بر وات (راندمان) بین ۷۰ تا ۹۵ آن‌ها، استفاده از این نوع لامپ‌ها، در کلیه رتبه‌های انرژی ساختمان، توصیه می‌شود. این لامپ‌ها جایگزین مناسبی بجای لامپ‌های راندمان و طول عمر کم به حساب می‌آیند.

تبصره ۱: چنانچه در طراحی سیستم روشنایی مصنوعی، لامپ‌های دیگری به غیر از موارد بندهای فوق‌الذکر انتخاب شود، برای مقدار لومن بر وات (راندمان) این لامپ‌ها، لازم است به مشخصات فنی تولیدکننده لامپ رجوع شود.

تبصره ۲: مقادیر لومن بر وات (راندمان) لامپ‌های بندهای فوق‌الذکر، ارقام مبنا تلقی می‌شوند.

۱۹-۵-۴-۱۲چگالی توان سیستم روشنایی

۱۹-۵-۴-۱۲-۱ توان کل لامپ‌های یک فضای ساختمان

طراحی سیستم روشنایی مصنوعی، براساس کاربرد و شرایط فضای ساختمان، شدت روشنایی مورد نیاز در موضع کار و فعالیت، به‌عنوان محدوده اصلی، خصوصیات ابعادی فضا، رنگ‌های دیوار، سقف و کف، خصوصیات کیفی نور و دیگر پارامترهای تأثیرگذار، انجام می‌گردد. با این کار، تعداد لامپ‌ها و تعداد چراغ‌های مناسب برای تأمین روشنایی فضای مورد نظر، تعیین می‌گردد.

بر اساس روند فوق، توان کل لامپ‌های چراغ‌ها، با استفاده از رابطه ۱۹-۵-۹ ، برای بهینه‌سازی مصرف برق سیستم روشنایی و با هدف به‌حداقل رسانیدن توان کل لامپ‌های چراغ‌ها محاسبه می‌گردد.

$$\frac{L}{W} = E$$ لومن بر وات لامپ

$$L_T = \frac{I.S}{CU.LLF}$$ لومن کل لامپ‌ها

$$L_T = N.L = N.\left(\frac{L}{W}\right).W\,\frac{I.S}{CU.LLF} = N.E.W\,\frac{I.S}{CU.LLF}$$

$$W_T = (N.W) = \frac{I.S}{CU.E.LLF}$$ رابطه ۱۹-۵-۹ توان کل لامپ‌ها

در این رابطه:

I: شدت روشنایی مورد نیاز فضای کار یا محیط برحسب لوکس (مقدار ثابت برای یک فضا)

S: مساحت فضای کار یا محیط برحسب مترمربع (مقدار ثابت برای یک فضا)

W: توان مصرفی هر لامپ (بدون لحاظ مصرف بالاست و غیره برای هر گروه از انواع لامپ‌ها) برحسب وات

L: لومن لامپ (بسته به نوع لامپ انتخابی)

E: لومن بروات یا راندمان لامپ (بسته به نوع لامپ انتخابی در هر گروه از انواع لامپ‌ها)

N: تعداد لامپ‌های مورد نیاز فضای کار یا محیط

W_T: توان مصرفی کل لامپ‌های روشنایی فضای کار یا محیط (بسته به نوع لامپ و تعداد آن) برحسب وات

CU: ضریب بهره چراغ تأمین‌کننده روشنایی مصنوعی (بسته به نوع چراغ انتخابی)

LLF: ضریب افت توان نوری چراغ براساس شرایط محیط نصب آن (مقدار ثابت برای یک فضا)

L_T: لومن کل مورد نیاز برای تأمین شدت روشنایی مورد نیاز فضا کار یا محیط که برابر است لومن هر لامپ در تعداد لامپ‌ها.

با در نظر گرفتن مقادیر ثابت در هر یک از پارامترهای فوق‌الذکر رابطه ۱۹-۵-۹ به‌صورت رابطه ۱۹-۵-۱۰ خلاصه می‌شود.

رابطه ۱۹-۵-۱۰

$$W_T = \frac{K}{CU.E}$$

در این رابطه ضریب ثابت K خلاصه شده مقادیر ثابت پارامترهای رابطه ۱۹-۵-۹ می‌باشد.

رابطه ۱۹-۵-۱۰ متغیرهای اصلی و مؤثر در کاهش توان کل لامپ‌های مورد نیاز برای تأمین روشنایی مصنوعی و به تبع آن صرفه جویی در مصرف برق را نشان می‌دهد. این متغیرها مقادیر لومن بر وات یا راندمان لامپ (E) و ضریب بهره چراغ (CU) می‌باشند، که باید در انتخاب لامپ و چراغ با توجه به بندهای زیر مد نظر قرارگیرد.

الف) مقدار ضریب بهره چراغ (CU) برای انواع چراغها از طریق استاندارد روشنایی و یا محاسبات نرم‌افزاری تعیین می‌گردد.

(۱) هرچقدر مقدار ضریب بهره (CU) چراغ روشنایی تأمین‌کننده روشنایی فضا و یا محیط بالا باشد، توان کل لامپها کاهش خواهد یافت و صرفه‌جویی در مصرف برق سیستم روشنایی حاصل خواهد شد. در تعیین مقدار ضریب بهره (CU) چراغ، مقدار ضریب شاخص فضا (بند ب)، منحنی پخش نور چراغ و ضرایب انعکاس جدارهای فضا مؤثر بوده و باید در انتخاب چراغ مناسب برای یک فضا و یا محیط، مد نظر قرار گیرد. لازم به ذکر است که در منحنی پخش نور چراغ، عواملی از قبیل رفلکتور چراغ و جنس آن، لوورِ چراغ، فرم بدنه چراغ، تعداد لامپ و غیره، دخیل هستند.

(۲) ضریب بهره(CU) چراغ تابع ضریب انعکاس رنگ‌های سقف، دیوار و کف می‌باشد. هر قدر مقدار این ضرایب بیشتر باشد مقدار ضریب بهره (CU) نیز بیشتر خواهد شد و در

نتیجه مقدار توان کل لامپ‌ها کاهش پیدا خواهدکرد. بنابراین در فضاها باید از رنگ‌های روشن و با ضریب انعکاس بالا استفاده شود.

(۳) از بین انواع چراغ‌های مناسب برای تأمین روشنایی فضا، از چراغ‌های با ضریب بهره (CU) بیشتر استفاده شود.

(۴) از بین انواع لامپ‌های مناسب برای چراغ‌ها، از لامپ‌های با راندمان بالا (لومن بروات بالا) استفاده شود.

تبصره: در محاسبات نرم‌افزاری روشنایی مصنوعی، پارامترهای لازم برای طراحی روشنایی مصنوعی، برای هر چراغ و بر اساس مشخصات و نوع لامپ آن، از طریق نرم‌افزار و توسط طراح انتخاب و لحاظ می‌گردد.

ب) ضریب شاخص فضا از رابطه ۱۹-۵-۱۱ به‌دست می‌آید (بند الف فوق‌الذکر).

رابطه ۱۹-۵-۱۱ (عرض × طول) / ((طول + عرض) × ارتفاع × ۵) = ضریب شاخص فضا

با توجه به این رابطه، ملاحظه می‌شود که مقدار این ضریب برای انواع چراغ‌های قابل استفاده در یک فضا، به‌دلیل ثابت بودن طول، عرض و ارتفاع فضا، ثابت خواهدماند.

پ) مصرف برق بالاست‌های لامپ‌ها و یا منابع تغذیه آنها به مقدار توان کل لامپ‌های مورد نیاز فضای ساختمان اضافه می‌گردد، و براین اساس مقدار توان کل چراغ‌های سیستم روشنایی (مصرف برق چراغ‌ها)، تعیین می‌شود.

۱۹-۵-۴-۱۲-۲ چگالی توان سیستم روشنایی فضاها

الف) محاسبات سیستم روشنایی مصنوعی فضاها و محیط اطراف ساختمان معمولاً با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی انجام می‌گیرد، و در خروجی محاسبات، علاوه بر تعیین شاخص‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سیستم روشنایی، مقدار چگالی توان چراغ‌های سیستم روشنایی نیز، به وات بر مترمربع، مشخص می‌گردد.

ب) پس از انتخاب انواع چراغ‌ها و لامپ‌های مناسب برای فضا و یا محیط ساختمان، محاسبات نرم‌افزاری برای هر یک از چراغ‌ها تکرار می‌شود، تا چراغ‌های با کمترین چگالی توان (وات بر مترمربع)، برای تأمین روشنایی فضا و یا محیط ساختمان، با هدف صرفه‌جویی در مصرف برق، انتخاب شوند.

۱۹-۵-۴-۱۲-۳ چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان

با تقسیم مقدار توان کل چراغ‌های یک فضا و یا محیط ساختمان بر مقدار مساحت فضا و یا محیط، مقدار چگالی توان چراغ‌ها (به وات بر مترمربع) به‌دست می‌آید.

محاسبه مقدار مجموع توان کل چراغ‌ها، برای هر یک از فضاها و یا محیط‌های ساختمان، و تعیین مقدار کل آنها، برای تمام فضاها و یا محیط ساختمان، مقدار مصرف برق سیستم روشنایی ساختمان را مشخص می‌کند. چنانچه این مقدار بر کل زیربنای ساختمان و یا مساحت محیط اطراف ساختمان تقسیم گردد، مقدار چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان و یا محیط آن به‌دست خواهدآمد.

در جدول ۱۹-۵-۳۸ ، مقادیر چگالی توان بر حسب وات بر مترمربع برای ساختمان‌ها و محیط اطراف آنها، با کاربری‌های متفاوت و نیز برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان‌ها، ارائه شده‌است.

۱۹-۵-۴-۱۲-۴ حداکثر مقادیر چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان

مقادیر حداکثر چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان براساس تأمین شدت روشنایی مورد نیاز در موضع کار و محدوده فعالیت فرد در فضاهای کار و یا محیط ساختمان، نوع چراغ‌ها، نوع لامپ‌ها، لومن کل لامپ‌ها، لومن بروات لامپ‌ها، ضرایب انعکاس نور و سایر پارامترهای مؤثر دیگر و نیز بررسی‌های آماری و محاسباتی سیستم روشنایی، تعیین می‌گردد. بر این اساس، معیار و ارقام مبنای مقادیر چگالی توان سیستم روشنایی برای ساختمان‌ها، محیط اطراف ساختمان در رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان در جدول ۱۹-۵-۳۸ ارائه می‌گردد.

جدول ۱۹-۵-۳۸ حداکثر مقادیر چگالی توان روشنایی، برحسب وات بر مترمربع، برای ساختمان‌ها، محیط اطراف ساختمان‌ها در رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان

کاربری ساختمان	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
اداری (به استثنای اداره پست)	۱۱٫۵	۷٫۰	۵٫۰
مرکز دانشگاهی	۱۳٫۴	۸٫۲	۵٫۸
آموزشگاه و مدرسه	۱۱٫۲	۶٫۸	۴٫۹
کتابخانه بزرگ	۱۴٫۶	۸٫۹	۶٫۳
خوابگاه دانشگاهی	۱۱٫۰	۶٫۷	۴٫۸
بیمارستان	۱۳٫۷	۸٫۳	۶٫۰
فروشگاه بزرگ	۱۶٫۹	۱۰٫۳	۷٫۳
سالن ورزشی بزرگ	۱۲٫۰	۷٫۳	۵٫۲
سالن ورزشی کوچک	۱۱٫۶	۷٫۱	۵٫۰
هتل	۱۱٫۵	۷٫۰	۵٫۰
کارگاه تولیدی	۱۴٫۴	۸٫۸	۶٫۳
موزه	۱۲٫۲	۷٫۴	۵٫۳
ترمینال	۱۱٫۰	۶٫۷	۴٫۸
انبار بزرگ	۸٫۵	۵٫۲	۳٫۷
سالن همایش و تئاتر	۱۹٫۵	۱۱٫۹	۸٫۵
پارگینگ بزرگ سرپوشیده	۳٫۰	۱٫۸	۱٫۳
اداره پست	۱۲٫۶	۷٫۷	۵٫۵
ورودی سرپوشیده ساختمان	۱۲٫۰	۷٫۳	۵٫۲
نمای ساختمان	۶٫۰	۳٫۷	۲٫۶
پارکینگ روباز ساختمان	۱٫۹	۱٫۲	۰٫۸
راه‌پله باز ساختمان	۱۲٫۰	۷٫۳	۵٫۲
پیاده‌رو و یا خیابان‌مجاور ساختمان	۲٫۴	۱٫۵	۱٫۰
فضای سبز ساختمان	۰٫۶	۰٫۴	۰٫۳

۱۹-۵-۴-۱۳ تعیین محل استقرار ترانسفورماتور فشار متوسط و یا تابلو برق فشار ضعیف اصلی

به منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی محل استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) فشار متوسط در پست(ها) برق و یا تابلو(ها) برق فشار ضعیف اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق پروژه‌هایی که بیش از یک نقطه تمرکز بار دارند، بر اساس محل و مختصات نقاط تمرکز هر یک از بارها و نیز مقدار مصرف برق هر یک از این نقاط، بایستی طوری در نظر گرفته شوند که ضمن لحاظ افت ولتاژ مجاز و کاهش طول و مقطع کابل‌ها، مقدار تلفات در شبکه توزیع نیز کاهش یابد. برای این منظور تعیین و مشخص کردن مرکز ثقل بارها و یا مختصات نهایی نقاط استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) در پست(ها) برق و یا تابلو برق فشار ضعیف اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق از رابطه ۱۹-۵-۱۲ و رابطه ۱۹-۵-۱۳ استفاده می‌گردد. در این روابط پارامترهای مؤثر بقرار زیر تعریف می‌شود.

(۱) X_i مختصات طول محل و نقاط تمرکز هر یک از بارها در طرح محوطه و یا طبقات ساختمان برحسب متر

(۲) Y_i مختصات عرض محل و نقاط تمرکز هر یک از بارها در طرح محوطه و یا طبقات ساختمان برحسب متر

(۳) Z_i مختصات ارتفاع (قائم) محل و نقاط تمرکز هر یک از بارها در طرح محوطه و یا طبقات ساختمان برحسب متر

(۴) X_b مختصات طول مرکز ثقل بار و یا محل استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح بر حسب متر

(۵) Y_b مختصات عرض مرکز ثقل بار و یا محل استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح بر حسب متر

(۶) Z_b مختصات ارتفاع (قائم) مرکز ثقل بار و یا محل استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح بر حسب متر

(۷) n تعداد نقاط تمرکز بار

(۸) EAC_i مقادیر مصرف برق سالیانه برآورد شده برای نقاط تمرکز بار پروژه بر حسب کیلووات ساعت (kWh)

$$(X_b\ ,Y_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(X_i\ ,Y_i).EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$ رابطه ۱۹-۵-۱۲

$$(X_b\ ,Y_b\ ,Z_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(X_i\ ,Y_i\ ,Z_i).EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$ رابطه ۱۹-۵-۱۳

تبصره ۱: رابطه ۱۹-۵-۱۲ برای حالت دوبعدی (پلن) طرح شامل ساختمان‌ها یا مراکز بار مستقر در محوطه و یا در ساختمان‌ها ی یک طبقه دارای چندین نقطه تمرکز بار با مصرف بالا و یا ترکیب آن‌ها، برای تعیین مختصات نهایی طول (X_b) و عرض (Y_b) مرکز ثقل بار طرح و یا محل استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق فشار ضعیف اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح بکار می‌رود.

تبصره ۲: رابطه ۱۹-۵-۱۳ برای حالت سه‌بعدی طرح شامل ساختمان یا مراکز بار مستقر در محوطه و یا در ساختمان‌های چندین طبقه دارای چندین نقطه تمرکز بار در طبقات و با مصرف بالا و یا ترکیب آن‌ها برای تعیین مختصات نهایی طول (X_b)، عرض (Y_b) و ارتفاع (Z_b) مرکز ثقل بار طرح و یا محل استقرار و نصب ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق فشار ضعیف اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح بکار می‌رود.

تبصره ۳: در صورتی که نتوان مقادیر مصرف سالیانه برق بر حسب کیلووات ساعت (kWh) را برای نقاط تمرکز بار (EAC_i) تعیین و محاسبه نمود، بجای مقادیر EAC_i بایستی مقادیر لحظه توان ظاهری برق مورد مصرف برای هر یک از نقاط تمرکز بار را بر حسب کیلو ولت آمپر (kVA) در رابطه ۱۹-۵-۱۲ و رابطه ۱۹-۵-۱۳ قرار داده و مختصات مرکز ثقل بار را تعیین نمود.

تبصره ۴: سعی شود که محل استقرار ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح حتی‌الامقدور بایسی نزدیک به مختصات مرکز ثقل بار به‌دست آمده از طریق محاسبه با روابط فوق‌الذکر، انتخاب شوند.

تبصره ۵: ساختمان‌هایی که دارای تابلوهای برق فشار ضعیف نیمه اصلی با مصرف بالا می‌باشند، این تابلوها به عنوان نقاط تمرکز بار تلقی و مختصات محل استقرار تابلو(ها) برق فشار ضعیف اصلی آن ساختمان به عنوان مرکز ثقل بار نیز با استفاده از روابط فوق‌الذکر تعیین خواهد گردید.

تبصره ۶: برای تعیین هر یک از مختصات X_b، Y_b و Z_b مختصات مربوطه هر یک از نقاط تمرکز بار X_i، Y_i و Z_i در روابط فوق‌الذکر، منظور می‌گردد.

۱۹-۵-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر

در صورت طراحی به روش تجویزی، لازم است علاوه بر ضوابط اجباری تعیین شده در بخش ۱۹-۴-۵، ضوابط زیر نیز در طراحی و اجرای ساختمان مورد رعایت قرار گیرد.

لازم به توضیح است که توصیه‌های و راهنمایی‌های لازم برای استفاده از انواع سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر در راهنمای مبحث ۱۹ (پیوست ۱۳ و ۱۴) ارائه شده است.

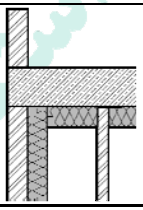
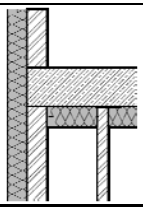
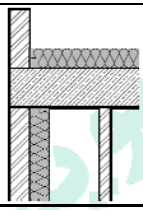
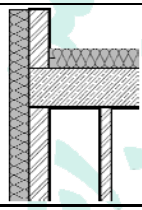
میزان بهره‌گیری لازم از سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، ساختمان‌های کم‌انرژی و ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی در جدول ۱۹-۵-۳۹ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵-۳۹ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه‌های تجدیدپذیر (کیلووات‌ساعت بر مترمربع بام قابل استفاده)

رده انرژی		حداقل انرژی سالیانه توسط سامانه تجدیدپذیر (کیلووات‌ساعت بر مترمربع بام)	
		یک طبقه	بیش از یک طبقه
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹	EC	۱۴٫۰	۲۲٫۴
ساختمان کم‌انرژی	EC+	۲۰٫۰	۳۲٫۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی	EC++	۲۸٫۶	۴۵٫۷

در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۳۹، لازم است به‌جای مقاومت‌های حرارتی تعیین‌شده در بخش ۱۹-۵-۲ برای بام با انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن، جدول ۱۹-۵-۴۰ مبنای طراحی قرار گیرد. البته، همان‌گونه که در جدول نیز مشخص گردیده‌است، این راه‌حل جایگزین تنها برای بعضی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جواب‌گو می‌باشد، و برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی کاربرد این راه‌حل منتفی است.

جدول ۱۹-۵-۴۰ مقاومت حرارتی مرجع بام یا سقف ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ بر حسب گروه ساختمان در صورت عدم استفاده از سیستم‌های تجدیدپذیر

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف	خارج	فضای	مجاور	
			بام یا سقف داخل	عایق حرارتی از	بام یا سقف خارج	
			دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی
		فضای کنترل‌نشده				
۱	EC		۶٫۵۲	غیر مجاز	غیر مجاز	۶٫۵۲	۵٫۵۵
	EC+		غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++		غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۲	EC		۴٫۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴٫۳۰	۳٫۶۶
	EC+		غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++		غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۳	EC		۴٫۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴٫۳۰	۳٫۶۶
	EC+		غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++		غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به‌جای افزایش مقاومت حرارتی بام (طبق جدول ۱۹-۵-۴۰) می‌توان از پوششی منعکس‌کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰/۹۰) استفاده نمود.

۱۹-۶ روش موازنه‌ای (کارکردی)

۱۹-۶-۱ اصول کلی

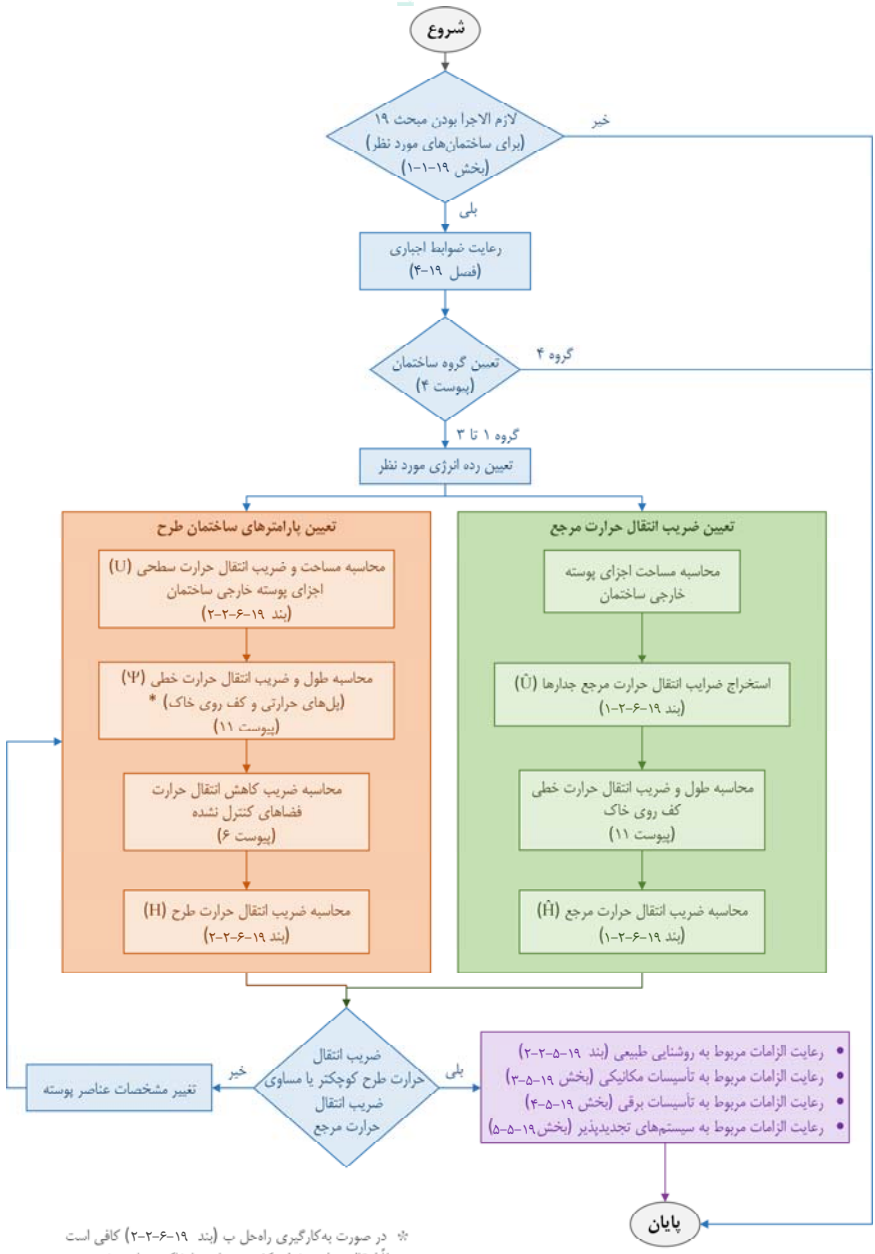
در صورت طراحی ساختمان به‌روش موازنه‌ای (کارکردی)، تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت ساختمان مد نظر قرار می‌گیرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را می‌توان توسط یک یا چند عنصر ساختمانی دیگر با مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشی از ساختمان از ضریب انتقال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد. ولی کماکان، همانند روش تجویزی، بهتر بودن مشخصات حرارتی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای پوسته خارجی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی‌سازد. ولی در عین حال، همانند روش تجویزی، باعث می‌شود فعالیت‌های طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر) به‌صورت مستقل صورت گیرد.

کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) بیش از ۴۰ درصد نباشد. در حالتی که این شرط محقق نشود، لازم خواهد بود طراحی ساختمان به روش نیاز انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۷) یا روش کارایی انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۸) صورت گیرد.

۱۹-۶-۲ پوسته خارجی ساختمان

برای محاسبه عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها به روش موازنه‌ای، ابتدا باید گروه ساختمان تعیین گردد. گروه ساختمان با توجه به عوامل ویژه اصلی (بخش ۱۹-۲-۲) و براساس جدول مندرج در پیوست ۴ این مبحث تعیین می‌گردد. پس از آن، باید میزان عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها، با محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با حداکثر مقدار مجاز (ضریب انتقال حرارت مرجع) تعیین شود.

در بندهای ۱۹-۶-۲-۱ و ۱۹-۶-۲-۲، روش محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع و ضریب انتقال حرارت طرح توضیح داده شده است. در شکل ۱۹-۶-۱ نیز نمودار گردشی مراحل محاسبات عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ ساختمان در روش کارکردی نشان داده شده است.



شکل ۱۹-۶-۱ نمودار گردشی مراحل روش موازنه‌ای (کارکردی)

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

- مشخصات حرارتی تمامی عناصر پوستهٔ خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛
- جهت‌گیری و موقعیت جدارها، خصوصاً جدارهای نورگذر یکسان باشد؛
- نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛
- کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.

ضریب انتقال حرارت میزان کل انتقال حرارت یک ساختمان، به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما نشان می‌دهد. ضریب انتقال حرارت مربوط به ساختمانی است که طراحی شده‌است، و ضریب انتقال حرارت مرجع مبنایی است که در این مبحث، بسته به گروه ساختمان تعیین می‌شود.

طراحی پوسته خارجی ساختمان در صورتی مورد قبول است که شرایط زیر، به‌صورت همزمان، تأمین گردند:

- ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع کمتر باشد؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و VT/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۲ را جواب‌گو باشند
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و VT/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۷ را جواب‌گو باشند
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و VT/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده‌انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۲ را جواب‌گو باشند.

در صورت بیشتر بودن ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع، باید با اصلاح مشخصات حرارتی و یا مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی، ضریب انتقال حرارت طرح را، تا مقداری کمتر از یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع، کاهش داد.

۱۹-۶-۲-۱ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

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

انتقال حرارت از جداراهای مختلف ساختمان مرجع برابر است با حاصل‌ضرب ضریب انتقال حرارت (سطحی) مرجع عناصر مختلف تشکیل‌دهنده پوسته خارجی در مساحت آنها.در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، انتقال حرارت از بام‌ها، دیوارها، کف‌های در تماس با هوا یا خاک، درها و سطوح نورگذر ساختمان در نظر گرفته می‌شود. این جدارها ممکن است در تماس با فضای خارج، فضاهای کنترل‌نشده یا خاک باشند.

برای تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضرایب انتقال حرارت مرجع اجزای پوستهٔ خارجی، با در نظر گرفتن گروه ساختمان (پیوست ۴) و رتبه ساختمان از جداول زیربندهای ۱۹-۶-۲-۱-۱ تا ۱۹-۶-۲-۱-۳ استخراج گردد.

در ضمن، لازم است مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی ساختمان (شامل مساحت خالص کل دیوارها، بام، کف مجاور هوا، در، پنجره و سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده و محیط کف در تماس با خاک) با توجه به ابعاد داخلی محاسبه گردد.[۱]

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

رابطه ۱۹-۶-۱

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

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

---

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

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

توضیحات:

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

۲- تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در زیربندهای ۱۹-۶-۲-۲-۱ تا ۱۹-۶-۲-۲-۳ ارائه شده است.

۳- منظور از «جدار مجاور فضای خارج» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته است. همچنین، منظور از «جدار مجاور فضای کنترل‌نشده» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و یک فضای کنترل‌نشده قرار گرفته است. در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

۱۹-۶-۲-۲ محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب انتقال حرارت طرح مجموع انتقال حرارت از جدارهای مختلف پوسته خارجی ساختمان طراحی‌شده، به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین فضای داخل و خارج، در شرایط پایدار است.

در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، طراح می‌تواند دو راه‌حل متفاوت را برای محاسبه ضریب انتقال حرارت ساختمان در پیش بگیرد:

الف) محاسبه پل‌های حرارتی (تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی) با استفاده از داده‌های ارائه‌شده در پیوست ۱۱ این مبحث: در این صورت، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع لازم است مقادیر ارائه شده برای ضریب انتقال حرارت را، با رعایت اصول زیر، از جداول استخراج شوند:

- دیوار با فرض عایق‌کاری حرارتی از خارج
- بام یا سقف با فرض عایق‌کاری از خارج (در تقاطع با دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج)
- کف روی هوا با فرض عایق‌کاری از خارج (در تقاطع با دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج)
- کف مجاور خاک مطابق ضوابط این بخش

ب) تعیین اثر پل‌های حرارتی به روش ساده‌سازی شده، بدون محاسبه ضرایب انتقال حرارت خطی (تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی): در این صورت، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان لازم است مقادیر ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی ارائه شده در جدول ۱۹-۶-۱ الی جدول ۱۹-۶-۹ منطبق با جزییات اجرایی

ساختمان طرح و بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان استخراج شوند.

تعیین ضریب انتقال حرارت (سطحی) طرح، با محاسبه یا استخراج ضرایب انتقال حرارت سطحی تمامی اجزای پوستهٔ خارجی صورت می‌گیرد.

ضریب انتقال حرارت جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول (پیوست ۷) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی، لایه‌های هوا و سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی (پیوست ۸) محاسبه گردد. لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست ۹ این مبحث تعیین گردد.

در صورتی که جدارهای تشکیل‌دهنده پوسته خارجی دارای قطعاتی باشند که در تولید یا نصب مورد نیاز هستند و باعث ایجاد پل حرارتی می‌شوند، لازم است ضریب انتقال حرارت طرح با در نظر گرفتن اثر حرارتی این قطعات محاسبه شود.

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

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

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

در صورت استفاده از راه‌حل الف، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، طول و ضریب انتقال حرارتی خطی پل‌های حرارتی بر اساس پیوست ۱۱ محاسبه گردد.

محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، نیازمند محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان است. برای محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده از روش ارائه شده در پیوست ۶ استفاده شود.

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

رابطه ۱۹-۶-۲

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

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

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

توضیحات:

۱- منظور از جدار مجاور فضای خارج جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از جدار مجاور فضای کنترل‌نشده جداری است که بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده قرار می‌گیرد (ر.ک. به پیوست ۶). در رابطهٔ بالا، سطوح جدارها و پل‌های حرارتی بین فضاهای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

۲- در صورت استفاده از راه‌حل ب، در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، تنها انتقال حرارت خطی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود.

غیرقابل استناد
مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
ویرایش ۹۸
غیرقابل استناد

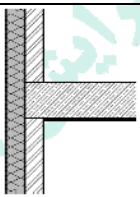
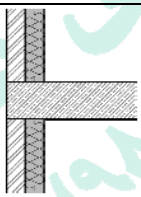
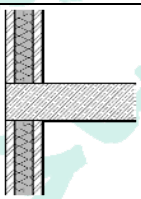
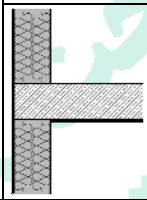
۱۹-۶-۲-۲-۱ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار [W/ m².K] - ساختمان گروه ۱

در مورد تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۱، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۱ برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_W$)مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_W$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۱ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار	مجاور	فضای	خارج	دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰/۷۳۰	۰/۴۰۵	۰/۴۰۵	۰/۴۴۱	۰/۸۲۰
EC+	۰/۵۳۱	۰/۲۸۹	۰/۲۸۹	۰/۳۱۵	۰/۶۰۷
EC++	۰/۳۸۹	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰/۴۵۰

ب- مشخصات حرارتی-نوری مرجع برای جدارهای نورگذر - ساختمان گروه ۱

در مورد تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۵-۲ زیربند ۱۹-۵-۲-۱-۱-ب برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_G$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

علاوه بر این، لازم است محدودیت‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۲، در خصوص دیگر پارامترهای حرارتی-نوری (ضریب بهره گرمایی خورشیدی و ضریب عبور نور مرئی) جدارهای نورگذر مورد رعایت قرار گیرد.

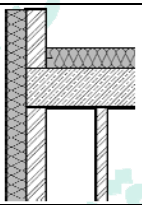
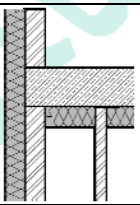
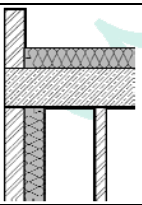
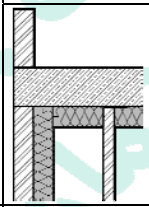
غیر قابل استناد
مبحث ۱۹ ویرایش مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۴)

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف [W/ m^2.K] - ساختمان گروه ۱

در مورد تمامی بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۱، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۲ برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۲ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

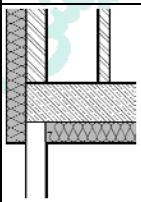
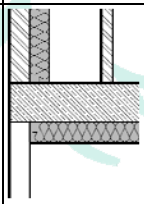
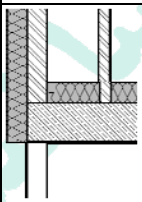
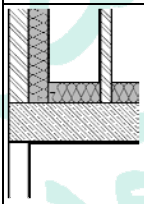
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده			
	بام یا سقف عایق حرارتی از	بام یا سقف عایق حرارتی از	خارج بام یا سقف داخل	خارج بام یا سقف داخل
	مجاور دیوار با عایق خارجی یا میانی	فضای دیوار با عایق خارجی یا میانی	مجاور دیوار با عایق داخلی یا همگن	فضای دیوار با عایق داخلی یا همگن
				
EC	۰/۴۱۰	۰/۲۹۱	۰/۳۱۸	۰/۴۱۰	۰/۸۴۷
EC+	۰/۲۹۲	۰/۲۰۶	۰/۲۲۶	۰/۲۹۲	۰/۶۲۲
EC++	۰/۲۱۱	غیر مجاز	غیر مجاز	۰/۴۵۹	۰/۲۱۶

ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا [W/ m2.K] – ساختمان گروه ۱

در مورد تمامی کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۱، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۳ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\hat{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_F$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۳ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف مجاور فضای کنترل نشده			
	کف	مجاور	فضای	خارج
	عایق حرارتی از	کف خارج	عایق حرارتی از	کف داخل
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن
				
EC	۰/۴۱۳	۰/۲۹۲	۰/۲۶۹	۰/۳۹۷	۰/۸۰۶
EC+	۰/۲۹۷	۰/۲۰۹	۰/۱۹۲	۰/۲۸۵	۰/۶۱۵
EC++	۰/۲۱۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰/۴۶۷

ث – ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک [W/ m.K] – ساختمان گروه ۱

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱/۴۰ [W/ m.K]

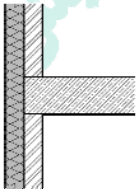
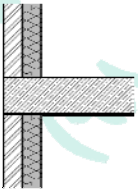
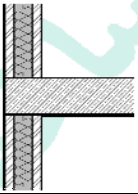
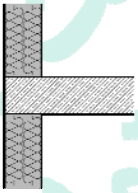
۱۹-۶-۲-۲-۲ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار [W/ m².K] - ساختمان گروه ۲

در مورد تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۴ برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_W$)مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_W$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۴ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار	مجاور	فضای	خارج	دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰/۹۳۵	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	۰/۶۳۷	۰/۹۸۰
EC+	۰/۶۸۷	۰/۴۳۲	۰/۴۳۲	۰/۴۶۱	۰/۷۳۴
EC++	۰/۵۰۸	۰/۳۱۵	۰/۳۱۵	۰/۳۳۷	۰/۵۴۹

ب- مشخصات حرارتی-نوری مرجع برای جدارهای نورگذر - ساختمان گروه ۲

در مورد تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۵-۷ زیربند ۱۹-۵-۲-۱-۲-ب برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_G$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

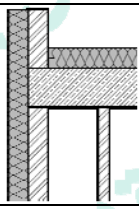
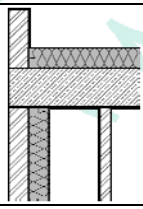
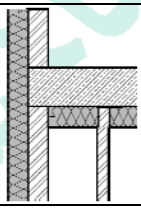
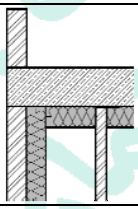
علاوه بر این، لازم است محدودیت‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۷، در خصوص دیگر پارامترهای حرارتی-نوری (ضریب بهره گرمایی خورشیدی و ضریب عبور نور مرئی) جدارهای نورگذر مورد رعایت قرار گیرد.

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف [W/ m^2.K] - ساختمان گروه ۲

در مورد تمامی بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۵ برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۵ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

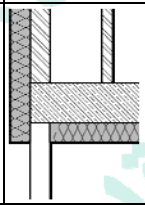
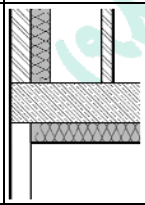
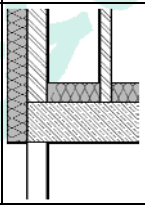
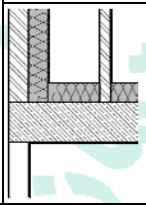
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده		بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده		بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده
	بام یا سقف عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف عایق حرارتی از فضای		بام یا سقف عایق حرارتی از خارج
	دیوار با عایق خارجی یا میانی		دیوار با عایق داخلی یا همگن		دیوار با عایق خارجی یا میانی		دیوار با عایق داخلی یا همگن	
EC	۰/۵۱۵		۰/۴۲۷		۰/۳۹۴		۰/۵۱۵	۱/۰۲۰
EC+	۰/۳۶۹		۰/۳۰۵		۰/۲۸۰		۰/۳۶۹	۰/۷۵۶
EC++	۰/۲۶۷		۰/۲۲۰		۰/۲۰۲		۰/۲۶۷	۰/۵۶۲

ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا [W/ m².K]- ساختمان گروه ۲

در مورد تمامی کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۶ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\hat{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_F$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۶ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف مجاور فضای خارج			
	کف عایق حرارتی از	مجاور کف خارج	فضای عایق حرارتی از	خارج کف داخل
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن
				
EC	۰/۵۴۹	۰/۳۹۷	۰/۳۶۸	۰/۵۲۱	۰/۹۶۲
EC+	۰/۳۹۹	۰/۲۸۵	۰/۲۶۴	۰/۲۸۵	۰/۳۹۹
EC++	۰/۲۹۲	۰/۲۰۷	۰/۱۹۲	۰/۲۷۶	۰/۵۷۵

ث- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک [W/ m.K] - ساختمان گروه ۲

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱/۶۰ [W/ m.K]

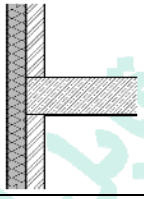
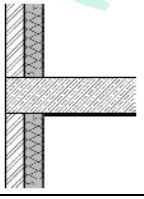
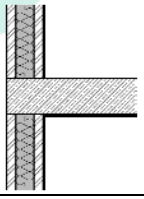
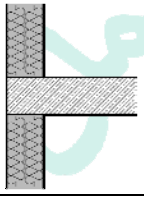
۱۹-۶-۲-۲-۳ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سه

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار [W/ m².K]- ساختمان گروه ۳

در مورد تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۷ برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_w$)مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_w$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۷ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۳ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار	مجاور	فضای	خارج	دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۱/۰۳۱	۰/۷۳۰	۰/۷۳۰	۰/۷۸۷	۱/۰۸۷
EC+	۰/۷۶۲	۰/۵۳۱	۰/۵۳۱	۰/۵۷۴	۰/۸۲۰
EC++	۰/۵۶۵	۰/۳۸۹	۰/۳۸۹	۰/۴۲۲	۰/۶۱۷

ب- مشخصات حرارتی-نوری مرجع برای جدارهای نورگذر - ساختمان گروه ۳

در مورد تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۳، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۲ زیربند ۱۹-۵-۲-۱-۳-ب برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_G$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

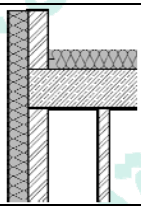
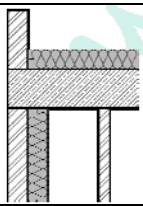
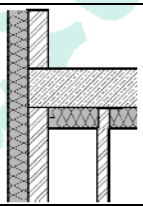
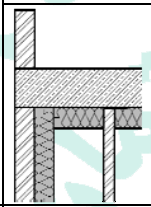
علاوه بر این، لازم است محدودیت‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۲، در خصوص دیگر پارامترهای حرارتی-نوری (ضریب بهره گرمایی خورشیدی و ضریب عبور نور مرئی) جدارهای نورگذر مورد رعایت قرار گیرد.

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف [W/ m².K]- ساختمان گروه ۳

در مورد تمامی بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۳، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۸ برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۸ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۳ بر حسب رده انرژی ساختمان

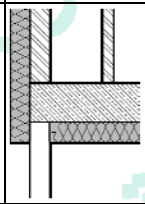
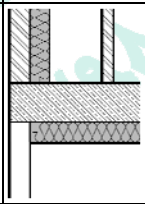
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده			بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌شده	
	بام یا سقف عایق حرارتی از	بام یا سقف خارج	فضای عایق حرارتی از	بام یا سقف داخل	خارج
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰/۵۷۵	۰/۴۹۰	۰/۴۶۷	۰/۵۷۵	۱/۱۳۶
EC+	۰/۴۱۲	۰/۳۵۰	۰/۳۳۴	۰/۴۱۲	۰/۸۴۷
EC++	۰/۲۹۹	۰/۲۵۴	۰/۲۴۲	۰/۲۹۹	۰/۶۳۳

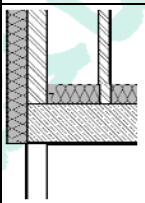
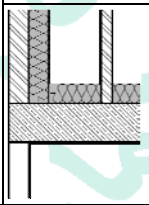
ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا [W/ m^2.K]- ساختمان گروه ۳

در مورد تمامی کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۳، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۹ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\hat{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_F$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده‌انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۹ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۲ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف مجاور فضای کنترل‌نشده		کف مجاور فضای خارج	
	عایق حرارتی از کف خارج		عایق حرارتی از کف داخل	
	دیوار با عایق خارجی یا میانی		دیوار با عایق داخلی یا همگن	
EC	۰/۶۱۷		۰/۴۷۲	
EC+	۰/۴۵۰		۰/۳۴۱	
EC++	۰/۳۳۱		۰/۲۴۹	

رده انرژی	کف مجاور فضای کنترل‌نشده		کف مجاور فضای خارج	
	عایق حرارتی از کف خارج		عایق حرارتی از کف داخل	
	دیوار با عایق خارجی یا میانی		دیوار با عایق داخلی یا همگن	
EC	۰/۴۵۰		۰/۵۸۱	۱/۰۶۴
EC+	۰/۳۲۵		۰/۴۲۳	۰/۸۳۵
EC++	۰/۲۳۷		۰/۳۱۱	۰/۶۴۹

ث- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک [W/ m.K] - ساختمان گروه ۳

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱/۷۰ [W/ m.K]

۱۹-۶-۲-۳ روشنایی طبیعی

الزمات تعیین‌شده برای روشنایی طبیعی در روش موازنه‌ای مشابه الزامات تعیین‌شده روش تجویزی است (ر.ک. به بند ۰). لازم به ذکر است رعایت ضوابط تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۸ نیز الزامی‌است.

۱۹-۶-۳ تأسیسات مکانیکی

الزمات تعیین‌شده برای تأسیسات مکانیکی در روش موازنه‌ای مشابه الزامات تعیین‌شده روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۳). لازم به ذکر است رعایت ضوابط تعیین‌شده در بخش ۱۹-۴-۳ نیز الزامی‌است.

۱۹-۶-۴ تأسیسات برقی

الزمات تعیین‌شده برای سیستم روشنایی مصنوعی و دیگر تجهیزات الکتریکی در روش موازنه‌ای مشابه الزامات تعیین‌شده روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۴). لازم به ذکر است رعایت ضوابط تعیین‌شده در بخش ۱۹-۴-۴ نیز الزامی‌است.

۱۹-۶-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر

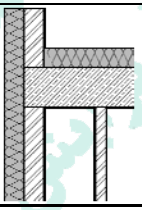
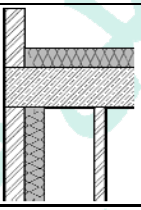
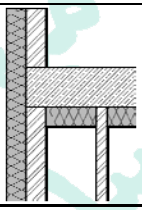
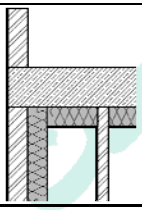
در صورت طراحی به روش موازنه‌ای، لازم است علاوه بر ضوابط اجباری تعیین شده در بخش ۱۹-۴-۵، ضوابط زیر نیز در طراحی و اجرای ساختمان مورد رعایت قرار گیرد.

لازم به توضیح است که توصیه‌های و راهنمایی‌های لازم برای استفاده از انواع سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر در راهنمای مبحث ۱۹ (پیوست ۱۳ و ۱۴) ارائه شده است.

میزان بهره‌گیری لازم از سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، ساختمان‌های کم‌انرژی و ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی در جدول ۱۹-۵-۳۹ بخش ۱۹-۵-۵ ارائه شده‌است.

در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۳۹، لازم است به‌جای ضرایب انتقال حرارتی تعیین‌شده در بخش ۱۹-۶-۲ برای بام با انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن، جدول ۱۹-۶-۱۰ مبنای طراحی قرار گیرد. البته، همان‌گونه که در جدول نیز مشخص گردیده‌است، این راه‌حل جایگزین تنها برای بعضی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جواب‌گو می‌باشد، و برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی کاربرد این راه‌حل منتفی است.

جدول ۱۹-۶-۱۰ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان بر حسب گروه و رده انرژی ساختمان در صورت عدم استفاده از سیستم‌های تجدیدپذیر

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف	مجاور	فضای	خارج	بام یا سقف
		عایق حرارتی از	بام یا سقف خارج	عایق حرارتی از	بام یا سقف داخل	
		دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	مجاور فضای کنترل‌نشده
						
۱	EC	۰٫۱۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۱۵۰	۰٫۱۸۶
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۲	EC	۰٫۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۳	EC	۰٫۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به‌جای کاهش ضریب انتقال حرارت بام (طبق جدول ۱۹-۶-۱۰) می‌توان از پوششی منعکس‌کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰/۹۰) استفاده نمود.

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

۱۹-۷ روش نیاز انرژی ساختمان

در روش نیاز انرژی ساختمان ، علاوه بر در نظر گرفتن میزان انتقال حرارت ساختمان، که در روش موازنه‌ای انجام می‌گیرد، کاهش یا افزایش نیاز انرژی ناشی از نحوه بهره‌برداری، تابش خورشید، استفاده از سیستم‌های شیشه‌ای کارامد و سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود.

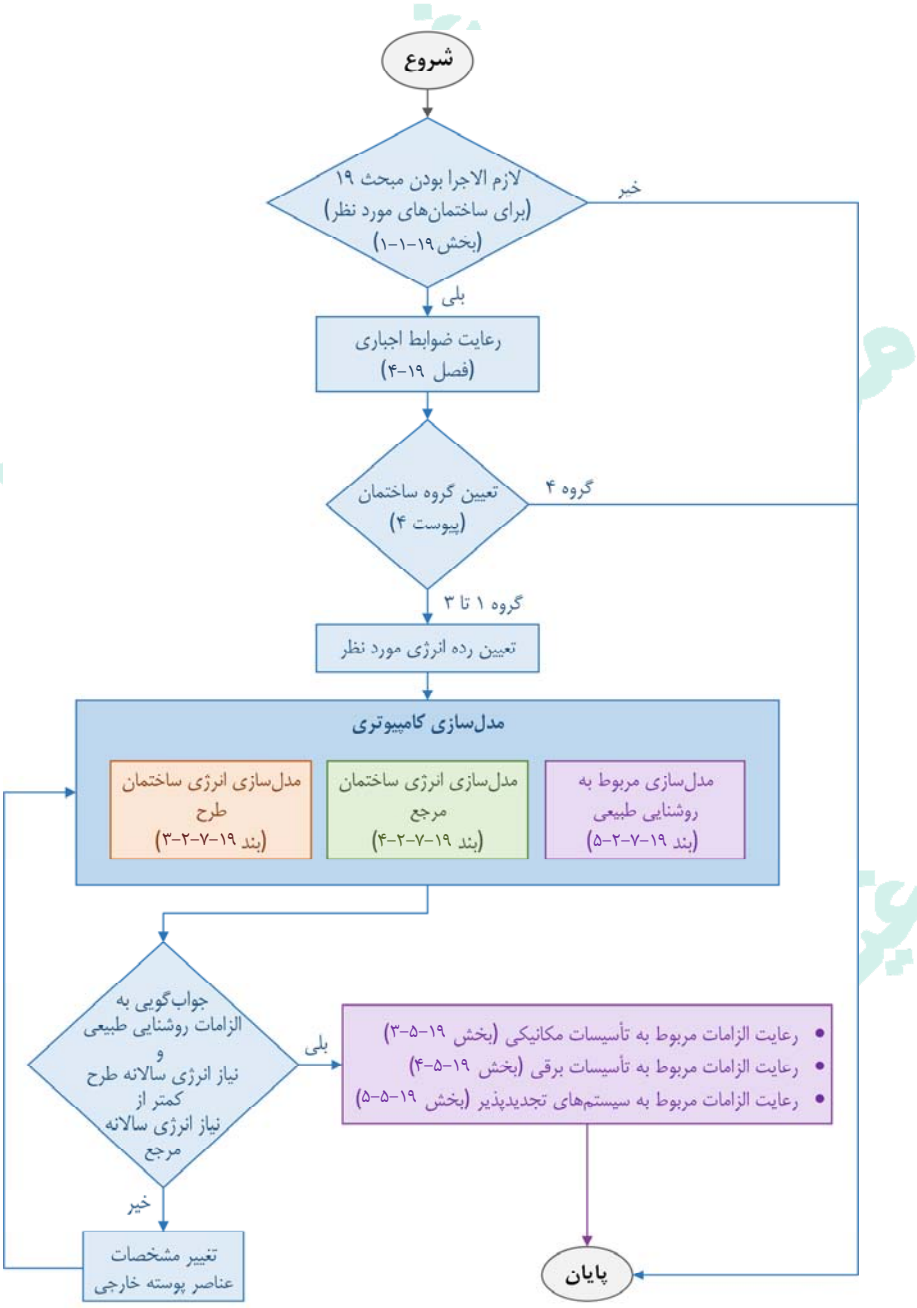
ولی کماکان، همانند روش تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)، بهتر بودن مشخصات حرارتی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای طراحی پوسته خارجی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی‌سازد. در عین حال، همانند روش تجویزی و موازنه‌ای، باعث می‌شود فعالیت‌های طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر) به‌صورت مستقل صورت گیرد. اصول کلی مطرح در این روش طراحی در بخش ۱۹-۷-۱ تشریح شده‌است.

در این روش، لازم است:

الف- میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح و ساختمان مرجع به‌طور مجزا و به کمک شبیه‌سازی انرژی محاسبه شوند.

ب- طراحی پوسته خارجی و بهره‌گیری از سیستم‌های غیرفعال باید به‌گونه‌ای صورت پذیرد که میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح از میزان محاسبه شده برای ساختمان مرجع کم‌تر باشد.

پ- در خصوص تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیدپذیر، الزامات تعیین‌شده در روش تجویزی باید ملاک عمل قرار گیرد.



شکل ۱۹-۷-۱ نمودار گردشی مراحل روش نیاز انرژی

۱۹-۷-۱ اصول کلی

۱۹-۷-۱-۱ مدل‌سازی و انجام محاسبات

در فرایند شبیه‌سازی پوسته خارجی ساختمان، لازم است اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد:

۱۹-۷-۱-۱-۱ اصول مطرح در خصوص شبیه‌سازی سایت و نحوه بهره‌برداری از ساختمان

– برای داده‌های آب‌وهوایی، فایل استاندارد نزدیک‌ترین ایستگاه معتبر باید انتخاب شود؛
– شرایط سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و دیگر موانع باید با دقت کافی در شبیه‌سازی لحاظ گردد؛
– برنامه زمان‌بندی حضور افراد، استفاده از روشنایی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین‌کننده باید مطابق پیوست ۵ صورت گیرد.

۱۹-۷-۱-۱-۲ نرم‌افزارهای شبیه‌سازی

نرم‌افزارهای شبیه‌سازی باید صحه‌گذاری‌شده و مورد تأیید مراجع ذی‌صلاح باشند. حداقل قابلیت‌هایی که نرم‌افزارها باید دارا باشند عبارتند از:

– تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان،
– تعیین میزات بهره خورشیدی و انتقال حرارت ساعتی جدارهای نورگذر،
– تنظیم برنامه ساعتی پارامترهای مختلف، برای تمامی روزهای هفته و روزهای آخر هفته و تعطیلات، برای کاربری‌های مختلف ساختمان، از جمله:
  – میزان حضور و نوع فعالیت افراد در مناطق (زون‌های) مختلف ساختمان،
  – توان روشنایی مصنوعی و میزان کاهش احتمالی آن در ساعات مختلف (در صورت تأمین بخشی از نیاز از روشنایی طبیعی)،
  – دمای تنظیم ترموستات (سیستم‌های گرمایی و سرمایی)،
  – کارکرد سیستم تهویه مکانیکی،
  – میزان استفاده از تجهیزات (خانگی، اداری، ...)،
  – استفاده از آب‌گرم بهداشتی.
– اثر اینرسی (جرم) حرارتی در ذخیره‌سازی و ایجاد تأخیر فاز،
– در نظر گرفتن حداقل ده منطقه حرارتی،

– تهیه گزارش‌های ساعتی مصرف انرژی به تفکیک حامل‌ها،
– تعیین نیاز حرارتی/برودتی ساختمان، در مقاطع زمانی تعیین‌شده،
– تعیین میزان انرژی/گرمای تأمین‌شده توسط سیستم‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).

۱۹-۷-۱-۲ داده‌های اقلیمی

فایل‌های آب‌وهوایی مورد استفاده باید در فرمت استاندارد و حاوی داده‌های ساعتی پارامترهای مورد نیاز باشند. علاوه بر این، فایل‌ها باید مورد تأیید حداقل یک مرجع معتبر ملی یا جهانی باشند.

در صورتی که برای محل پروژه فایلی وجود نداشته باشد، یا این‌که چندین فایل برای مناطق نزدیک به آن وجود داشته باشد، لازم است انتخاب فایل یک منطقه مجاور یا ایجاد یک فایل برازش‌شده با تأیید مراجع معتبر صورت گیرد.

۱۹-۷-۱-۲-۱ برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات

در صورتی که برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات با مقادیر مطرح شده در این مقررات (پیوست ۵) مغایرت‌های قابل توجهی داشته باشد، امکان استفاده از برنامه‌های زمانی جایگزین برنامه‌های ارائه شده در این مبحث تنها با ارائه دلایل توجیهی کافی مجاز خواهد بود.

۱۹-۷-۲ پوسته خارجی ساختمان

در حالت طراحی به‌روش نیاز انرژی، لازم است تعیین میزان نیاز انرژی ساختمان طرح با شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی، با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تأیید صورت گیرد. این کار باید با رعایت تمامی موارد مطرح شده در زیربند ۱۹-۷-۱-۱-۲ انجام شود.

۱۹-۷-۲-۱ پارامترهای تأثیرگذار

نیاز انرژی سالانه یک ساختمان با تعیین بیلان انرژی ساختمان به‌دست می‌آید. برای این منظور، لازم است موارد زیر، در ارتباط با نیازهای انرژی ناشی از پارامترهای مختلف، با دقت لازم، محاسبه گردد:

– انتقال حرارت ناشی از اختلاف دما در دوره‌های گرم و سرد سال،

– میزان انرژی کسب شده توسط تابش خورشید، با در نظر گرفتن فرم ساختمان، سایه‌اندازی خود ساختمان (سایه‌بان‌ها، تورفتگی‌ها، شکستگی‌ها، ...) و دیگر موانع مجاور، و همچنین مشخصات نوری–حرارتی سطوح مختلف کدر و نورگذر و تابش سطوح گرم خارجی؛
– میزان انرژی تابیده‌شده به آسمان و سطوح سرد مجاور ساختمان؛
– میزان انرژی قابل دست‌یابی با سامانه‌های مختلف فعال و غیرفعال نصب‌شده روی پوسته خارجی (گلخانه خورشیدی، دیوار ترمب، ...)

۱۹-۷-۲-۲ اصول مطرح در تعریف هندسه و مشخصات سطوح (جدارهای) پوسته خارجی ساختمان

در تعریف هندسه و جدارهای پوسته خارجی ساختمان، لازم است اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد:

– هندسه تعریف‌شده برای ساختمان‌های طرح و مرجع باید کاملاً یکسان باشد؛
– در صورتی که پوسته خارجی دارای شکستگی‌های متعددی باشد، توصیه می‌شود تا حدامکان ساده‌سازی، با تعریف سطوح معادل، در جهت کاهش تعداد سطوح، صورت گیرد.
– در صورتی که نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما بیشتر از ۴۰ درصد باشد، در مدل ساختمان مرجع تنها ۴۰ درصد نما نورگذر در نظر گرفته می‌شود. برای این منظور، لازم است طول و عرض جدار نورگذر، با ثابت نگه‌داشتن نسبت بین آنها، کاهش یابند. مرکز هر یک از جدارهای نورگذر ساختمان مرجع با مرکز جدارهای نورگذر ساختمان طرح باید منطبق باشد.
– جدارهای ساختمان مرجع باید واجد خصوصیات زیر باشند:
  – جرم سطحی (کل) هر یک از جدارهای ساختمان مرجع نباید بیش از ۱۰ درصد با جرم سطحی ساختمان طرح تفاوت داشته باشد؛
  – ضخامت و ضریب هدایت حرارت هر یک از لایه‌ها (به استثنای لایه عایق حرارتی) نباید بیش از ۱۰ درصد با مقادیر مربوط به ساختمان طرح تفاوت داشته باشد؛
  – محل قرارگیری عایق حرارتی ساختمان مرجع و ساختمان طرح باید یکسان باشد؛
  – در تعریف جدارهای پوسته خارجی ساختمان مرجع، لازم است ضخامت و مشخصات فیزیکی–حرارتی تمامی لایه‌ها، تا حدامکان دقیق و مطابق مراجع در نظر گرفته شده باشند؛

– با توجه به الزامات فوق، توصیه می‌شود تعریف لایه‌های مختلف جدارهای پوسته خارجی ساختمان‌های مرجع و طرح به‌صورت یکسان انجام شود، و تنها وجه تمایز ضخامت لایه عایق حرارتی باشد. در صورتی که جدار خارجی (با عایق‌کاری) همگن باشد و بخش اعظم مقاومت حرارتی آن توسط یک لایه اصلی تأمین شده‌باشد، لازم است جدار ساختمان مرجع نیز مشابه جدار ساختمان طرح، ولی با ضخامتی متفاوت تعریف شود.

۱۹-۷-۲-۳ اصول مطرح در محاسبه نیاز انرژی ساختمان طرح

لازم است محاسبه نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح با رعایت اصول زیر انجام شود:

– شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی، با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تأیید؛
– انتخاب فایل‌های آب‌وهوایی و برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات منطبق با شرایط پروژه

۱۹-۷-۲-۴ اصول مطرح در محاسبه نیاز انرژی ساختمان مرجع

تعیین نیاز انرژی ساختمان مرجع نیز باید با فرایندی مشابه ساختمان طرح و با رعایت اصول زیر انجام شود:

– شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی، با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تأیید استفاده شده برای تعیین مصرف انرژی ساختمان طرح، و با داده‌های مشابه در خصوص شرایط (فایل‌های) آب‌وهوایی و برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات.
– مشخصات هندسی کاملاً مشابه مشخصات ساختمان طرح
– داده‌های مربوط به پوسته خارجی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۲
– داده‌های مربوط به تأسیسات مکانیکی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۳
– داده‌های مربوط به سیستم روشنایی مصنوعی و دیگر تجهیزات برقی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۴
– برای ساختمان مرجع، کاهش نیاز حاصل از بهره‌گیری از روشنایی طبیعی، سایبان‌ها و سیستم‌های تجدیدپذیر ساختمان در نظر گرفته نمی‌شود.

بدیهی‌است درصورتی که هدف دست‌یابی به ساختمان‌های کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی مدنظر باشد، لازم خواهد بود مقادیر مربوط به آن در شبیه‌سازی‌ها و محاسبات ملاک عمل قرار گیرد.

۱۹-۷-۲-۵ روشنایی طبیعی

۱۹-۷-۲-۵-۱ روش شبیه‌سازی و محاسبات عددی روشنایی طبیعی

در این مقررات، روش شبیه‌سازی بر مبنای شاخص sDA صورت می‌گیرد. این شاخص به‌صورت درصدی از مساحت کف فضا بیان می‌شود، که در آن حداقل میزان شدت روشنایی موردنظر در طول ۵۰ ٪ ساعات معین‌شده تأمین می‌گردد.

برای انجام محاسبات، باید از نرم‌افزارهای معتبر برای محاسبه روشنایی طبیعی استفاده شود. ساختمان‌ها باید مطابق با جدول ۱۹-۷-۱، بنا به نوع کاربری آن‌ها، دارای حداقل مساحتی از کف باشند تا حداقل شدت روشنایی موردنظر، در طول ۵۰ ٪ ساعات معین‌شده، تأمین گردد.

جدول ۱۹-۷-۱ درصد مساحت با شدت روشنایی مورد نظر

رده انرژی	درصد مساحت یا sDA
EC	۵۵-۷۴
EC+	۷۵-۸۵
EC++	۸۵-۹۵

در این مقررات، برای انجام شبیه‌سازی‌ها، پیش‌فرض‌های زیر باید در نظر گرفته‌شود:

- تمام محاسبات باید بر روی سطح کار در ارتفاع ذکر شده در زیربند ۱۹-۴-۲-۸-۲ از کف تمام‌شده انجام شود.
- دوره زمانی که برای محاسبات روشنایی در نظر گرفته می‌شود، باید بر اساس نوع کاربری یا تعداد ساعاتی که می‌توان از روشنایی طبیعی در طی روز بهره‌مندشد، تعیین شود. این محدوده زمانی باید مطابق با پیوست ۵ در نظر گرفته شود.
- با توجه به شاخص بیان‌شده، محاسبات شدت روشنایی برای یک فضا باید بر اساس مقادیر نقطه به نقطه روی یک شبکه فرضی انجام شود. این نقاط باید به صورت پیوسته روی شبکه فرضی در نظر گرفته شوند. فاصله افقی حداکثر بین نقاط در مرکز صفحه باید ۰٫۶

متر باشد. فاصله از کناره‌های دیوار نیز باید بین ۰٫۳ تا ۰٫۶ متر در نظر گرفته‌شود. این شبکه نقاط باید در ارتفاع سطح کار مطابق زیربند ۱۹-۴-۲-۸-۲

- نقاطی از شبکه فرضی که در طول سال، دارای شدت روشنایی حداکثر یک لوکس هستند و در مجاورت نقاطی با مقادیر بیشتر قرارگرفته‌اند باید از محاسبات خارج گردند.
- باید توجه داشت که فاصله بین نقاط این شبکه نباید با فاصله بین روشنایی‌های مصنوعی یکسان باشد.
- ضریب عبور نور مرئی شیشه‌های استفاده‌شده در ساختمان باید مطابق با مقادیر واقعی در محاسبات لحاظ شود.
- تمامی موانع و سایه‌اندازهای اطراف ساختمان، که فاصله آن‌ها از نمای ساختمان موردنظر کمتر یا مساوی با دو برابر ارتفاع موانع هستند، باید در مدل‌سازی لحاظ شوند.
- مقادیر ضریب انعکاس اشیا خارجی، نظیر طاقچه‌های نوری و سطوح منعکس‌کننده، باید مطابق با مقادیر درنظر گرفته شده در شبیه‌سازی‌ها لحاظ شوند. در صورت عدم دسترسی به این مقادیر می‌توان از ضریب ۰٫۳، به‌عنوان ضریب انعکاس استفاده نمود.
- ضریب انعکاس سطوح داخلی و خارجی باید مطابق با مشخصات فنی درنظر گرفته‌شده برای پوشش‌های جدارهای داخلی و خارجی و مبلمان به‌کاررفته در فضا در برنامه شبیه‌ساز در نظر گرفته شود. در صورت عدم دسترسی به مقادیر ضریب انعکاس، می‌توان از مقادیر پیش‌فرض در جدول ۱۹-۷-۲ استفاده نمود.

جدول ۱۹-۷-۲ مقادیر ضریب انعکاس سطوح خارجی و داخلی برای انجام شبیه‌سازی

نوع سطح		ضریب انعکاس
خارجی	زمین	۰/۲
	سطوح عمودی خارجی (سایه‌اندازها)	۰/۳
داخلی	دیوار و سطوح عمودی	۰/۵
	سقف	۰/۷
	کف	۰/۲
	مبلمان	۰/۵

- برای انجام شبیه‌سازی، باید از نرم‌افزار معتبر که دارای الگوریتم دقیق برای انجام محاسبات روشنایی است، استفاده شود. کاربر باید بتواند پارامترهای نسبتاً دقیقی را در نرم‌افزار مربوطه تعیین نماید. مهمترین پارامترها و مقادیر آنها برای شاخص در نظرگرفته شده مطابق جدول ۱۹-۷-۳ است که باید در داخل نرم‌افزار تعیین گردد.

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

جدول ۱۹-۷-۳ پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی

پارامتر	مقدار
تعداد بازتاب پراکنده بین سطوح (ab)	۶
تعداد اشعه‌های ساطع شده از سطوح در محاسبات (ad)	۱۰۰۰
عدم لحاظ تابش مستقیم (dt)	۰

در این روش، به منظور ارزیابی خیرگی ناشی از نور طبیعی، از شاخص DGP استفاده می‌شود. باید ارزیابی خیرگی در فضاهایی که فعالیت‌هایی نظیر خواندن، نوشتن، نگاه کردن به صفحه مانیتور و ... رخ می‌دهد و امکان تغییر محل کاربر وجود ندارد انجام شود و نشان داده شود که در این فضاها در محل چشم ناظر، خیرگی آزاردهنده یا غیرقابل تحمل ایجاد نشده است. مقادیر مجاز خیرگی مطابق جدول ۱۹-۷-۴ می‌باشد. پس از انجام محاسبات خیرگی، مقدار این شاخص نباید در ۵ درصد دوره زمانی درنظر گرفته‌شده از ۰/۴۵ بیشتر شود.

جدول ۱۹-۷-۴ مقادیر شاخص خیرگی (DGP)

مقدار DGP	میزان خیرگی
۰/۳۴> DGP	عدم وجود خیرگی
۰/۳۴< DGP<۰,۳۸	خیرگی قابل درک
۰/۳۸< DGP<۰,۴۵	خیرگی آزاردهنده
۰/۴۵<DGP	خیرگی غیر قابل تحمل

۱۹-۷-۲-۶ شرایط پذیرش نتایج محاسبات

طراحی صورت گرفته زمانی قابل قبول تلقی می‌شود که میزان نیاز انرژی سالانه محاسبه‌شده برای ساختمان طرح از مصرف انرژی ساختمان مرجع کمتر باشد.

۱۹-۷-۳ تأسیسات مکانیکی

الزمات مربوط به طراحی سیستم تأسیسات مکانیکی روش نیاز انرژی مشابه الزامات روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۳).

۱۹-۷-۴ تأسیسات برقی

همان‌گونه که در بخش‌های قبلی مطرح شد، الزمات مربوط به تجهیزات الکتریکی و سیستم روشنایی مصنوعی روش نیاز انرژی مشابه الزامات روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۴).

۱۹-۷-۵ سیستم‌های تجدیدپذیر

برای تعیین میزان تأثیر روشنایی طبیعی و سیستم‌های تجدیدپذیر، بر روی نیاز انرژی سالانه ساختمان، لازم است اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد:

- در صورت استفاده از گلخانه خورشیدی، دیوار ترمب یا دیگر سیستم‌های غیرفعال قابل استفاده در پوسته خارجی ساختمان، در مناطق با نیاز گرمایی غالب، لازم است مشخصات هندسی هر یک سیستم‌ها با دقت در مرحله تعریف ساختمان طرح در نرم‌افزار وارد شود. در ساختمان مرجع، مشخصات در نظر گرفته‌شده برای ساختمان مرجع مشابه مشخصات تعیین‌شده در روش تجویزی است.
- تأثیر سیستم‌های فتوولتاییک و آب‌گرم‌کن خورشیدی بر روی نیاز انرژی سالانه ساختمان، به‌صورت مجزا، با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مورد تأیید محاسبه می‌شود، و پس از لحاظ کردن بازده هر یک از سیستم‌ها، از نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح کاسته می‌شود.
- در روش نیاز انرژی ساختمان، امکان لحاظ کردن تأثیر سیستم‌های بازیافت، ذخیره‌سازی، و زمین‌گرمایی بر میزان نیاز انرژی سالانه فراهم نمی‌باشد. در صورت کاربرد این نوع سیستم‌ها، باید از روش کارایی انرژی ساختمان استفاده شود.

۸-۱۹ روش کارایی انرژی ساختمان

در این روش، کل انرژی سالانه مصرفی مبنا قرار می‌گیرد. در نتیجه، لازم است طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر به گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی سالانه مصرفی ساختمان طرح مقدار آن برای ساختمان مرجع کمتر باشد.

به‌عبارت دیگر، در صورت طراحی ساختمان به‌روش کارایی انرژی ، علاوه بر در نظر گرفتن میزان نیاز انرژی ساختمان، بازدهی و کارایی سیستم‌های مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان نیز، به‌صورت یکپارچه ملاک طراحی قرار می‌گیرد.

این امر باعث می‌شود طراحی مطابق این روش تنها توسط یک تیم طراحی منسجم امکان‌پذیر باشد.

میزان انرژی مصرفی ساختمان به عوامل متعددی، از جمله شرایط آب‌وهوایی، الگوی رفتار ساکنین و بهره‌برداران، کارایی تجهیزات و نحوه نگهداری از آنها، بستگی دارد. در مدارکی و دفترچه محاسبات، لازم است موارد زیر ارائه گردد:

- خلاصه‌ای از محاسبات و تحلیل‌های انجام‌شده، شامل میزان مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع و ساختمان طرح
- مشخصات نرم‌افزاری که برای محاسبات مورد استفاده قرار گرفته است
- معرفی اختصاری پروژه، با ذکر محل آن، تعداد طبقات، کاربری (نحوه بهره‌برداری)، فضاهای کنترل‌شده و کنترل‌نشده، زمان‌های بهره‌برداری از ساختمان
- فهرست امکانات و تجهیزات انرژی‌بر در ساختمان، و تفاوت‌های احتمالی مشخصات فنی آنها با مشخصات استاندارد
- فهرست انطباق موارد مختلف با الزامات در نظر گرفته‌شده در این روش طراحی
- روش مدل‌سازی و فرضیات در نظر گرفته‌شده
- اطلاعات خروجی‌های نرم‌افزار و میزان مصرف انرژی تفکیکی روشنایی، تجهیزات داخلی، سیستم آب‌گرم مصرفی، سیستم گرمایی، سیستم سرمایی، فن‌ها و دیگر تجهیزات سیستم تهویه مطبوع (نظیر پمپ‌ها)باشد.
- خطاهای احتمالی اعلام شده توسط نرم‌افزار

– پلان‌های طبقات، مقاطع، نماها و سایت‌پلان

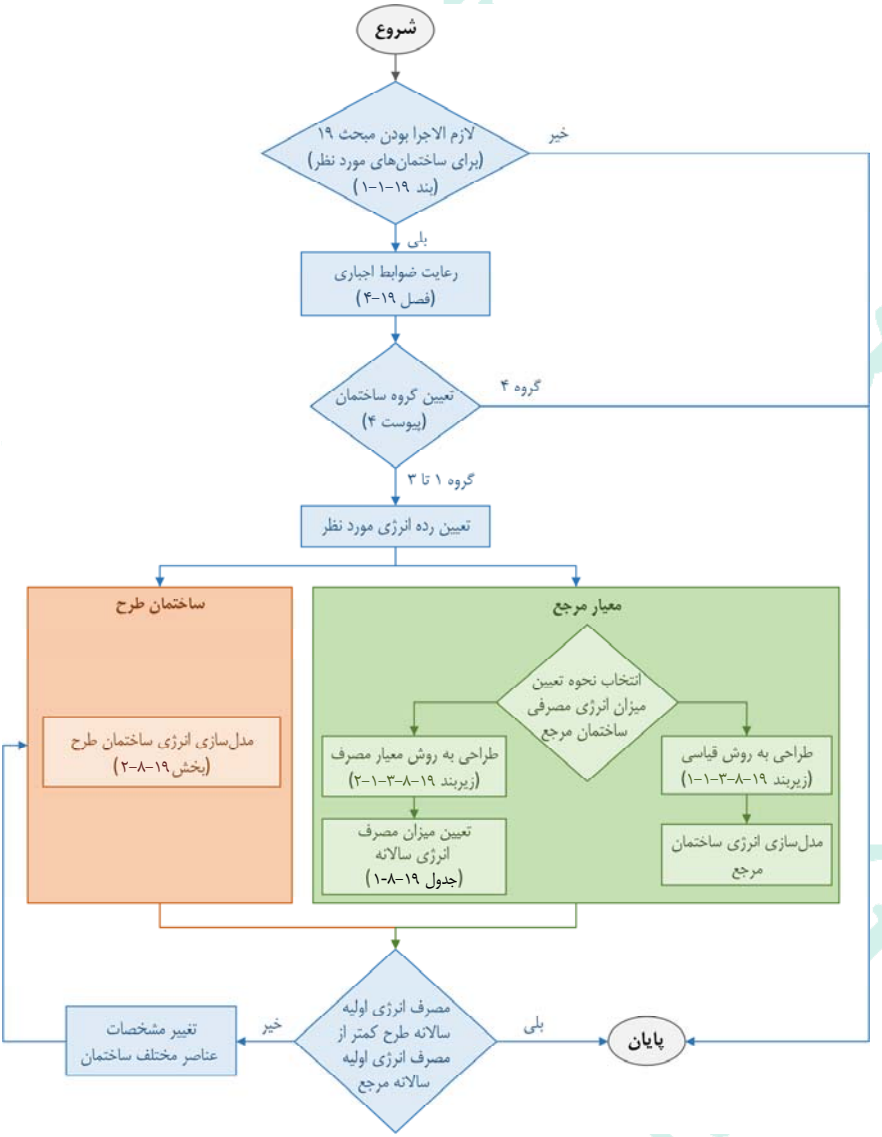
۱۹-۸-۱ اصول کلی

در این روش طراحی، میزان انرژی اولیه مصرفی ملاک عمل طراحی قرار می‌گیرد.

تعیین میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع به دو روش امکان‌پذیر است:

– شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی ساختمان مرجع، با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تأیید استفاده شده برای تعیین مصرف انرژی ساختمان طرح، مطابق اصول تعیین‌شده در بند ۱۹-۸-۳-۱، که در این حالت میزان انرژی مصرفی به‌دست آمده برای ساختمان طرح باید کمتر از میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع باشد؛ یا

– مبنا قرار دادن مقادیر مصرف انرژی مرجع (برای واحد سطح) که در بند ۱۹-۸-۳-۱-۲ ارائه شده‌است.



شکل ۱۹-۸-۱ نمودار گردشی مراحل روش کارایی انرژی

۱۹-۸-۲ اصول مطرح در شبیه‌سازی و محاسبات عددی – انتظارات

۱۹-۸-۲-۱ نرم‌افزارهای شبیه‌سازی

نرم‌افزارهای شبیه‌سازی باید صحه‌گذاری‌شده و مورد تأیید مراجع ذی‌صلاح باشند. حداقل قابلیت‌هایی که نرم‌افزارها باید دارا باشند عبارتند از:

- تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان،
- تعیین میزات بهره خورشیدی و انتقال حرارت ساعتی جدارهای نورگذر،
- تنظیم برنامه ساعتی پارامترهای مختلف، برای تمامی روزهای هفته و روزهای آخر هفته و تعطیلات، برای کاربری‌های مختلف ساختمان، از جمله:
  - میزان حضور و نوع فعالیت افراد در مناطق (زون‌های) مختلف ساختمان،
  - توان روشنایی مصنوعی و میزان کاهش احتمالی آن در ساعات مختلف (در صورت تأمین بخشی از نیاز از روشنایی طبیعی)،
  - دمای تنظیم ترموستات (سیستم‌های گرمایی و سرمایی)،
  - کارکرد سیستم تهویه مکانیکی،
  - میزان استفاده از تجهیزات (خانگی، اداری، ...)،
  - استفاده از آب‌گرم بهداشتی.
- اثر اینرسی (جرم) حرارتی در ذخیره‌سازی و ایجاد تأخیر فاز،
- در نظر گرفتن حداقل ده منطقه حرارتی،
- تنظیم بار حرارتی سیستم‌های گرمایی و سرمایی متناسب با دما و تعداد تجهیزات،
- شبیه‌سازی عملکرد اکونومایزرهای پایه آبی و پایه هوایی دارای سیستم‌های کنترل یکپارچه،
- تهیه گزارش‌های ساعتی مصرف انرژی به تفکیک حامل‌ها،
- تعیین بار حرارتی/برودتی تجهیزات گرمایی و تهویه مطبوع، میزان دبی هوا و آب مورد نیاز در مقاطع زمانی تعیین‌شده،
- تعیین میزان انرژی/گرمای تأمین‌شده توسط سیستم‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).

۱۹-۸-۲-۲ داده‌های اقلیمی

فایل‌های آب‌وهوایی مورد استفاده باید در فرمت استاندارد و حاوی داده‌های ساعتی پارامترهای مورد نیاز باشند. علاوه بر این، فایل‌ها باید مورد تأیید حداقل یک مرجع معتبر ملی یا جهانی باشند.

در صورتی که برای محل پروژه فایلی وجود نداشته باشد، یا این‌که چندین فایل برای مناطق نزدیک به آن وجود داشته باشد، لازم است انتخاب فایل یک منطقه مجاور یا ایجاد یک فایل برازش‌شده با تأیید مراجع معتبر صورت گیرد.

۱۹-۸-۲-۳ برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات

در صورتی که برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات با مقادیر مطرح شده در این مقررات (پیوست ۵) مغایرت‌های قابل توجهی داشته باشد، امکان استفاده از برنامه‌های زمانی جایگزین برنامه‌های ارائه شده در این مبحث تنها با ارائه دلایل توجهی کافی مجاز خواهد بود. در این حالت، برنامه‌های جایگزین به هر دو ساختمان (طرح و مرجع) اعمال می‌گردد، و دیگر نمی‌توان مقادیر مطلق مصرف انرژی بر واحد سطح را ملاک طراحی قرار داد.

۱۹-۸-۳ اصول، روش‌های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات

در حالت طراحی به‌روش کارایی انرژی، لازم است تعیین میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان طرح با شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی، با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تأیید صورت گیرد. این کار باید با رعایت تمامی موارد مطرح شده در بخش ۱۹-۸-۲ انجام شود.

انرژی اولیه مصرفی سالانه یک ساختمان برابر است با حاصل جمع مصارف انرژی غیر الکتریکی و نسبت میزان انرژی الکتریکی مصرفی ساختمان به راندمان تولید و توزیع برق (حدود ۲۶ درصد).

تعیین میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع را می‌توان به یکی از دو روش زیر انجام داد:

- شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی، با استفاده از نرم‌افزارها، مطابق اصول تعیین‌شده در بند ۱۹-۸-۳-۱
- مبنا قرار دادن مقادیر مصرف انرژی مرجع (برای واحد سطح) که در بند ۱۹-۸-۳-۱-۲ ارائه شده‌است.

۱۹-۸-۳-۱ اصول مطرح در روش‌های مختلف طراحی

۱۹-۸-۳-۱-۱ اصول طراحی به‌روش قیاسی

در این روش، محاسبه مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع، با رعایت اصول زیر انجام می‌شود:

- شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی، با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تأیید استفاده شده برای تعیین مصرف انرژی ساختمان طرح، و با داده‌های مشابه در خصوص شرایط (فایل‌های) آب‌وهوایی و برنامه‌های زمانی بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات؛
- مشخصات هندسی کاملاً مشابه مشخصات ساختمان طرح؛
- داده‌های مربوط به پوسته خارجی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۲؛
- داده‌های مربوط به تأسیسات مکانیکی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۳؛
- داده‌های مربوط به سیستم روشنایی مصنوعی و دیگر تجهیزات برقی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۴؛
- عدم احتساب کاهش نیاز حاصل از بهره‌گیری از روشنایی طبیعی، سایبان‌ها و سیستم‌های تجدیدپذیر ساختمان.

بدیهی‌است درصورتی که هدف دست‌یابی به ساختمان‌های کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی باشد، لازم خواهد بود مقادیر مربوط به حالت در نظر گرفته‌شده در شبیه‌سازی‌ها و محاسبات ملاک عمل قرار گیرد.

لازم است خروجی‌های مربوط به مصرف سالانه انرژی الکتریکی و غیرالکتریکی، به‌صورت تفکیکی ارائه شود، تا امکان محاسبه مصرف انرژی اولیه فراهم آید.

۱۹-۸-۳-۱-۲ اصول طراحی به‌روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح)

در این روش، محاسبه مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع، با رعایت اصول زیر انجام می‌شود:

- تعیین سطح زیربنای فضاهای کنترل‌شده؛
- تعیین مقادیر مربوط به مصرف انرژی اولیه سالانه ساختمان، با استفاده از جدول ۱۹-۸-۱

جدول ۱۹-۸-۱ میزان مصرف انرژی سالانه [kWh/m^2] (بر مبنای واحد سطح فضاهای کنترل‌شده)

		ساختمان با کاربری الف				ساختمان با کاربری ب یا ج			
	درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه (ر.ک. به پیوست ۳)	زیاد		متوسط	کم	زیاد		متوسط	کم
	نیاز غالب (ر.ک. به پیوست ۳)	گرمایش	سرمایش	گرمایش یا سرمایش	گرمایش یا سرمایش	گرمایش	سرمایش	گرمایش یا سرمایش	گرمایش یا سرمایش
رده انرژی	منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۳۲۰	۵۲۰	۲۹۰	۲۶۰	۱۸۰	۳۲۰	۱۶۰	۱۴۰
	کم‌انرژی (EC+)	۲۰۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰	۸۰
	بسیار کم‌انرژی (EC++)	۱۵۰	۲۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۸۰	۷۰

o انرژی الکتریکی اولیه حاصل ضرب انرژی الکتریکی نهایی مصرفی در ۳/۷ است. به‌عبارت دیگر، راندمان تولید و توزیع برق نیروگاه‌های کشور برابر با ۲۷ درصد در نظر گرفته شده‌است.

۱۹-۸-۳-۲ شرایط پذیرش نتایج محاسبات

در هر دو روش (قیاسی و معیار مصرف)، طراحی صورت گرفته زمانی قابل قبول تلقی می‌شود که میزان مصرف انرژی اولیه سالانه محاسبه‌شده برای ساختمان طرح از مصرف انرژی ساختمان مرجع کمتر باشد.

پیوست ۱

فهرست واژگان

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۱۴۰۱)
غیر قابل استناد

ا

احداث: Construction, ۲۳
: , ۴۰
اعوجاج کل جریان (THD): Total Harmonic Distoetion, ۱۳۰
اکونومایزر: Economizer, ۲۳
انرژی‌های تجدیدپذیر: Renewable Energies, ۲۳
اینرسي حرارتي: Thermal inertia, ۲۴

آ

آسایش حرارتی: Thermal comfort, ۲۴

ب

: , ۴۰
بازشو: Opening, ۲۴
بام تخت: Flat roof, ۲۴
بام شیب‌دار: Pitched roof, ۲۴
برچسب انرژي: Energy label, ۲۴
بهسازی (بازنوسازی)

پ

پاورمتر: Power Meter, ۷۶
پل حرارتي: Thermal bridge, ۲۵
پنجره با عملکرد حرارتی بهبودیافته: Window with improved thermal performance e, ۲۵
پوستة خارجي: Building envelope, ۲۵
پوستة کالبدی: Physical envelope, ۲۵

ت

ترانسفورماتور خشک: Cast Resin Transformer (CRT), ۲۶
ترانسفورماتور روغنی: Oil Immersed Transformer (OIT), ۲۶
تعداد دفعات تعویض هوا (در ساعت): Air change (ACH), ۲۶
تغییر کاربري: Change of occupancy, ۲۶
توان اکتیو: Active Power, ۲۶
توان راکتیو: Reactive Power, ۲۶
توسعه: Development, ۲۶
تهویة مطبوع: Air conditioning, ۲۷
تهویه: Ventilation, ۲۷

ج

جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف): Translucent or Transparent layer, ۲۷
جرم سطحي: Surface mass, ۲۷
جرم سطحي مؤثر جدار (m_i): Effective surface mass of partitions, ۲۷
جرم مؤثر جدار: Effective mass of partitions, ۲۷
جرم مؤثر ساختمان (M): Building effective mass, ۲۸
جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a): Building effective surface mass, ۲۸

خ

خیرگی: Glare, ۲۸

د

درخشندگی: Luminance, ۲۸
: Uninterruptible Power Supply (UPS) دستگاههای برق بدون وقفه, ۲۸
دمای رنگ نور (CCT): Correlated Colour Temperature, ۱۳۰
دیوار: Wall, ۲۸

ر

ردهبندی میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها: Energy Rating, ۲۸
روز- درجهٔ سرمایش: Cooling degree day, ۲۹
روز- درجهٔ گرمایش: Heating degree day, ۲۹
روش تجویزی: Prescriptive Method, ۲۹
روش کارایی انرژی ساختمان: Building Energy Performance Method, ۲۹
روش موازنه‌ای (کارکردی): Off Method-Trade, ۳۰
روش نیاز انرژی: Energy Need Method, ۳۰

ز

زیربناي مفيد (A_h): Building usable area, ۳۰

س

ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC^{++}): Very Low Energy Building (++ Energy Compliance), ۳۰
ساختمان تجاری: Commercial Building, ۳۰
ساختمان کم‌انرژی (EC^{+}): Low Energy Building (+ Energy Compliance), ۳۱
ساختمان مسکونی: Residential Building, ۳۱
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC): Building in accordance with the regulations (Energy Compliance), ۳۱
ساختمان موجود: Building Existing, ۳۱

ساختمان نو: Building New, ۳۱
سطح خالص فضای کنترل‌شده: Net Area (of conditioned space), ۳۱
سیستم تولید همزمان برودت، حرارت و برق (CCHP): Combined Cooling, Heat and Power, ۳۲
سیستم تولید همزمان حرارت و برق (CHP): Combined Heat and Power, ۳۱
سیستم حجم هوای متغیر (VAV): Variable Air Volume, ۳۲
سیستم مدیریت روشنایی (LMS): Lighting Management System, ۳۳
سیستم مدیریت هوشمند ساختمان: Building Management System (BMS), ۷۵
سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS): Building Management System, ۳۳
سیستم مدیریت هوشمند مصرف انرژی (EMS)
سیستم سرعت متغیر: Variable Speed Device (VSD), ۳۲
سیستم سرعت متغیر (VSD): Variable Speed Device, ۳۲

ش

شاخص نور (CRI): Colour Rendering Index, ۱۳۰
شدت روشنایی: Illuminance, ۳۳
شیشه کم‌گسیل: Low-E (Emissivity) glass, ۳۳

ض

ضریب افت توان نوری چراغ (LLF): Light Loss Factor, ۳۴
ضریب انعکاس متوسط وزن‌یافته سطوح داخلی: Area weighted average reflectance of room surface, ۳۵
ضریب بهره چراغ (CU): Coefficient of Utilization, ۳۵
ضریب عبور نور مرئی: Visible transmittance (VT), ۳۶
ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ): Linear thermal transmittance, ۳۴
ضریب انتقال حرارت سطحی (U): Thermal transmittance, ۳۴
ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (Û): Reference thermal transmittance, ۳۴
ضریب انتقال حرارت طرح (H): Building heat loss (transfer) coefficient, ۳۴
ضریب انتقال حرارت مرجع (): Reference heat loss (transfer) coefficient, ۳۵
ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC): Solar Heat Gain Coefficient, ۳۵
ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h): Surface heat transfer coefficient, ۳۵
ضریب کاهش انتقال حرارت (τ): Reduction factor thermal transmittance, ۳۶
ضریب هدایت حرارت (λ): Thermal conductivity, ۳۶

ط

طبقه ساختمان: Building Floor, ۳۶

ظ

ظرفیت (سیستم گرمایی/سرمایی): Electriccal/Capacity (Heating/Cooling) Load, ۳۶

ع

عايق (عايق حرارت): Thermal insulation (Insulation material), ۳۷
عايق‌كاري حرارتي (گرمابندي): Thermal insulation, ۳۷
عايق‌كاري حرارتي از خارج: External thermal insulation, ۳۸
عايق‌كاري حرارتي از داخل: Internal thermal insulation, ۳۷
عايق‌كاري حرارتي پيرامون: Peripheral thermal insulation, ۳۸
عايق‌كاري حرارتي همگن: Distributed thermal insulation, ۳۸
, ۴۱
:
عناصر ساختماني: Building elements, ۳۸
عوامل ويژه: Specific factors, ۳۸

ف

فضای کنترل‌شده: Conditioned space, ۳۸
فضاي كنترل‌نشده: Unconditioned space, ۳۹
فلورسنت: Fluorescent lamp, ۱۳۱

ک

کفایت نور روز: Daylight Autonomy (DA), ۳۹
کفایت نور روز در فضا: Spatial Daylight Autonomy (sDA), ۳۹
کمپکت: Compact Fluorescent Lamp (CFL), ۱۳۱
کنترلرکننده‌ها: Controlers, ۱۲۵

ك

كاربري ساختمان: Building occupancy, ۳۹
كف: Floor, ۳۹

ل

لامپ LED: Light Emitting Diode, ۱۳۰
لامپ OLED: Organic Light-Emitting Diode, ۱۳۰

م

ماکسی‌متر: Maxi meter, ۷۷
محدودة آسایش (حرارتی): Thermal comfort zone, ۳۹
مدیریت هوشمند مصرف انرژی: Energy Management System (EMS), ۷۵
مقاومت حرارتي: Thermal resistance, ۴۰

ن

نشت هوا: Air leakage, ۴۰

و

واحد مسكوني: Residential unit, ۴۰

ه

هوابندي: Air tightening, ۴۰

تعداد بازتاب پراکنده بین سطوح (ab)

ambient bounces (ab)

تعداد اشعه‌های ساطع شده از سطوح در محاسبات (ad)

ambient division (ad)

عدم لحاظ تابش مستقیم (dt)

direct threshold

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

پیوست ۲

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

پیش نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

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

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف، جرم مؤثر کل ساختمان یا بخشی از آن (M) محاسبه می‌گردد و، در پایان، مقدار جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a) تعیین می‌شود.

پ۲-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

پ۲-۱-۱ جدار در تماس با خارج

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

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبهٔ جرم مؤثر جدار منظور می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه‌شدهٔ یک جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.

پ۲-۱-۲ جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه‌رو یا فضای بستهٔ مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق‌حرارت است در محاسبهٔ جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.

پ ۲-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده

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

پ۲-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

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

پ۲-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

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

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

$$m_a = M / A_h$$

پ۲-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید (m_a)، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول پ۲-۱ تعیین می‌گردد:

جدول پ۲-۱ گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

پیوست ۳

گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه شهرهای ایران

پیش نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۴)
غیر قابل استناد
غیر قابل استناد

گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه شهرهای ایران

در این پیوست، گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه ۲۴۵ شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی‌که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامده باشد، لازم است مشخصات نزدیک‌ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۱	آبادان	زیاد		•
۲	آبادچی- فریدن	زیاد	•	
۳	آباده	متوسط	•	
۴	آبعلی	زیاد	•	
۵	آجی چای	زیاد	•	
۶	آزاد شهر	کم	•	
۷	آستارا	متوسط	•	
۸	آغاجاری	زیاد		•
۹	آمل	کم	•	
۱۰	آوج	زیاد	•	
۱۱	احمدآباد - درودزن	متوسط	•	
۱۲	احمدوند	متوسط	•	
۱۳	اختحوان گلپایگان	متوسط	•	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

پیوست ۴

گونه‌بندی کاربری و گروه ساختمان‌ها

پیش نویس مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۴)
غیر قابل استناد
غیر قابل استناد

پ ۴-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

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

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

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

۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

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

پ ۴-۲ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از بخش پ۴-۱)	درجه انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست ۳)	زیربنای بیش از ۱۰۰۰ متر مربع	زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	**گروه ۱**	
	متوسط	**گروه ۲**	
	کم	**گروه ۳**	
نوع ب	زیاد	**گروه ۱**	**گروه ۲**
	متوسط	**گروه ۲**	**گروه ۳**
	کم	**گروه ۳**	**گروه ۳**
نوع ج	زیاد	**گروه ۲**	
	متوسط	**گروه ۳**	
	کم	**گروه ۳**	
نوع د	زیاد	**گروه ۴**	
	متوسط	**گروه ۴**	
	کم	**گروه ۴**	

پیوست ۵

برنامه زمانی بهره‌برداری ساکنین و عملکرد تجهیزات

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

جدول پ۵-۱ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری مسکونی-اقامتی (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای تنظیم گرمایش		دمای تنظیم سرمایش اقلیم گرم‌ومرطوب		دمای تنظیم سرمایش دیگر مناطق	
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۶	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۴	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۴	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸

جدول پ۵-۲ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری مسکونی-اقامتی (۲)

زمان	روشنایی		تهویه *		تجیزات و لوازم خانگی **	
	شنبه- چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه- چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه- چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۸	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۸	۰/۰۵	۱	۱	-	-
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۸	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۱	-	-
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۸	۰/۴	۱	۱	-	-
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۸	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۸	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۱	-	-
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۱	-	-

* نرخ تهویه بر اساس مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۴ در نظر گرفته شود.

** میزان متوسط توان تجهیزات خانگی در ۲۴ ساعت روزانه به طور متوسط $4\ W/m^2$ در نظر گرفته شود.

نکته: در محاسبات، میزان آب‌گرم مصرفی ۵۰ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته شود. در غیر این‌صورت، دیگر مقادیر در نظر گرفته شده تنها با ارائه دلایل توجیهی قابل قبول مجاز خواهد بود.

جدول پ۵-۳ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری اداری (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای تنظیم گرمایش			دمای تنظیم سرمایش اقلیم گرم‌ومرطوب			دمای تنظیم سرمایش دیگر مناطق		
	۵ روز در هفته	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۲۸	۳۰	۲۵	۳۰	۳۲	۲۸
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰/۵	۱۷	۱۵	۲۰	۲۸	۳۰	۲۸	۳۰	۳۲	۳۰
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۵	۱۷	۱۵	۲۰	۲۸	۳۰	۲۸	۳۰	۳۲	۳۰
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۵	۰/۸	۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۵	۰/۵	۱۷	۱۵	۱۷	۲۸	۳۰	۲۸	۳۰	۳۲	۳۰
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۵	۰/۵	۱۷	۱۵	۱۷	۲۸	۳۰	۲۸	۳۰	۳۲	۳۰
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱۷	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۲۸	۳۲	۲۸
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۵	۰/۹۵	۱۷	۱۵	۲۰	۲۸	۳۰	۲۵	۳۰	۳۲	۲۸
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۳	۰/۸	۱۷	۱۵	۲۰	۲۸	۳۰	۲۵	۳۰	۳۲	۲۸
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۱	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۱	۰/۵	۱۵	۱۵	۱۷	۳۰	۳۰	۲۸	۳۲	۳۲	۳۰
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰/۱	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸

جدول پ۵-۴ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری اداری (۲)

زمان	روشنایی			تهویه *			تجهیزات اداری **		
	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته
۰۰:۰۰–۰۱:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۰۱:۰۰–۰۲:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۰۲:۰۰–۰۳:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۰۳:۰۰–۰۴:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۰۴:۰۰–۰۵:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۰۵:۰۰–۰۶:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۷	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶
۰۶:۰۰–۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۷	۰/۵	۰	۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۶
۰۷:۰۰–۰۸:۰۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۹	۰/۵	۰	۱	۰/۳	۰/۰۵	۰/۸
۰۸:۰۰–۰۹:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۰۹:۰۰–۱۰:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۰:۰۰–۱۱:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۱:۰۰–۱۲:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۲:۰۰–۱۳:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۷	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۳:۰۰–۱۴:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۷	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۴:۰۰–۱۵:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۵:۰۰–۱۶:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱
۱۶:۰۰–۱۷:۰۰	۰/۹	۰/۰۵	۰/۹	۱	۰	۱	۰/۳	۰/۰۵	۱
۱۷:۰۰–۱۸:۰۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۹	۰/۵	۰	۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۸
۱۸:۰۰–۱۹:۰۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۹	۰/۵	۰	۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۸
۱۹:۰۰–۲۰:۰۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۹	۰/۵	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶
۲۰:۰۰–۲۱:۰۰	۰/۱	۰/۰۵	۰/۹	۰/۵	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۲۱:۰۰–۲۲:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۲۲:۰۰–۲۳:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸
۲۳:۰۰–۲۴:۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸

* نرخ تهویه بر اساس مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۴ در نظر گرفته شود.

** میزان حداکثر توان تجهیزات اداری به طور متوسط ۱۴ W/m^2

نکته: در محاسبات، میزان آب‌گرم مصرفی ۴ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته شود. در غیر این‌صورت، دیگر مقادیر در نظر گرفته شده تنها با ارائه دلایل توجیهی قابل قبول مجاز خواهد بود.

جدول پ۵-۵ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی-مدرسه (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای تنظیم گرمایش		دمای تنظیم سرمایش اقلیم گرم‌ومرطوب		دمای تنظیم سرمایش دیگر مناطق	
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۲
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۷	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۲
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۹۵	۰	۱۷	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۲	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۲
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲

جدول پ۵-۶ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی-مدرسه (۲)

زمان	روشنایی		تهویه *		تجهیزات **	
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۴	۰/۰۳
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۲	۰/۰۳
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳

* نرخ تهویه بر اساس مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۴ در نظر گرفته شود.

** میزان حداکثر توان تجهیزات به طور متوسط $۴\ W/m^2$

نکته: در محاسبات، میزان آب‌گرم مصرفی ۷ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته شود. در غیر این‌صورت، دیگر مقادیر در نظر گرفته شده تنها با ارائه دلایل توجیهی قابل قبول مجاز خواهد بود.

جدول پ۵-۷ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی-دانشگاه (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای تنظیم گرمایش		دمای تنظیم سرمایش اقلیم گرم‌ومرطوب		دمای تنظیم سرمایش دیگر مناطق	
	شنبه-پنجشنبه	جمعه	شنبه-پنجشنبه	جمعه	شنبه-پنجشنبه	جمعه	شنبه-پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۴	۰/۱	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹	۰/۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹	۰/۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹	۰/۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹	۰/۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۹	۰/۵	۲۰	۱۷	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۱	۰/۱	۱۷	۱۷	۲۵	۲۸	۲۸	۳۰
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۹	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۹	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۹	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۹	۰	۱۷	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۲
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۴	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۲
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲

جدول پ۵-۸ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی-دانشگاه (۲)

زمان	روشنایی		تهویه *		تجهیزات **	
	شنبه-پنجشنبه	جمعه	شنبه-پنجشنبه	جمعه	شنبه-پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰/۵	۰/۳	۰/۲
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۰/۹	۰/۶
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۰/۹	۰/۶
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۰/۹	۰/۶
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۰/۹	۰/۶
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۰/۹	۰/۶
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰/۵	۰/۲	۰/۲
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۹	۰/۰۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۹	۰/۱	۱	۰	۰/۳	۰/۰۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۳

* نرخ تهویه بر اساس مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۴ در نظر گرفته شود.

** میزان حداکثر توان تجهیزات به طور متوسط $۴\ W/m^2$

نکته: در محاسبات، میزان آب‌گرم مصرفی ۷ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته شود. در غیر این‌صورت، دیگر مقادیر در نظر گرفته شده تنها با ارائه دلایل توجیهی قابل قبول مجاز خواهد بود.

جدول پ۵-۹ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری تجاری* (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین			دمای تنظیم گرمایش			دمای تنظیم سرمایش اقلیم گرم‌ومرطوب			دمای تنظیم سرمایش دیگر مناطق		
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	۲۸	۲۸	۳۲	۳۰	۳۰
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰	۰	۰	۱۷	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۱۷	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۵	۰/۶	۰/۸	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۶	۰/۷۵	۰/۸	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۶	۰/۷۵	۰/۸	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۵	۰/۷۵	۰/۸	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۵	۰/۹	۰/۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۷۵	۰/۹	۰/۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۷۵	۰/۹	۰/۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰/۶	۰/۹	۰/۹	۱۷	۱۷	۱۷	۲۸	۲۵	۲۵	۳۰	۲۸	۲۸
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰/۷	۰/۵	۱۷	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰

* تجاری چند منظوره بیش از ۵۰۰ مترمربع

جدول پ۵-۱۰ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری تجاری* (۲)

زمان	روشنایی			روشنایی خارجی	تهویه **			تجهیزات ***		
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	۷ روز هفته	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۸
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۹
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۹	۰/۹
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۹	۰/۹
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۹	۰/۹
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰/۹	۱	۱	۰/۵	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۹	۰/۹
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰/۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۸	۰/۹	۰/۹
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰/۱	۰/۸	۰/۸	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۰/۹	۰/۸

* تجاری چند منظوره بیش از ۵۰۰ مترمربع

** نرخ تهویه بر اساس مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۴ در نظر گرفته شود.

*** میزان حداکثر توان تجهیزات به طور متوسط ۵ W/m^2

نکته: در محاسبات، میزان آب‌گرم مصرفی ۴ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته شود. در غیر این‌صورت، دیگر مقادیر در نظر گرفته شده تنها با ارائه دلایل توجیهی قابل قبول مجاز خواهد بود.

پیوست ۶

روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

پ۶-۱ محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده

محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح انجام گیرد، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت تمام فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان است.

با توجه به آنکه اختلاف دمای فضای داخل با فضاهای کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای فضاهای داخل و خارج است و در نتیجه مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است، لازم است این موضوع، با استفاده از یک ضریب کاهش، در محاسبات لحاظ شود.

به این ترتیب، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان و منظور کردن آن در محاسبهٔ انتقال حرارت اجزای مجاور این فضاها، ضرورت می‌یابد.

در جهت ساده‌سازی طراحی، می‌توان از محاسبهٔ دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضایی کنترل‌نشده صرف‌نظر کرد. در این صورت، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک در نظر گرفته خواهد شد.

ضریب کاهش یک فضای کنترل‌نشده با استفاده از رابطه پ ۱۱-۱ به‌دست می‌آید:

رابطه پ ۱-۶-۶

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

τ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده

A_e : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج $[m^2]$

U_e : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج $[W/m^2K]$

A_i : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده $[m^2]$

U_i : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده $[W/m^2K]$

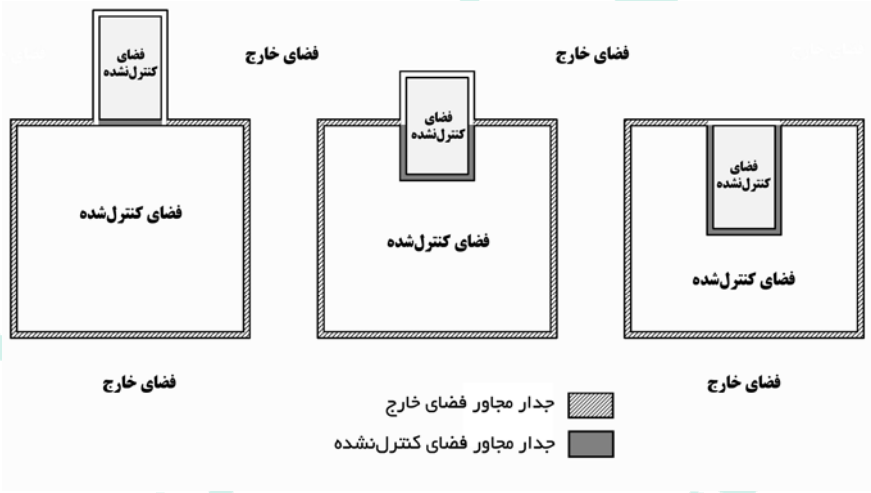
توضیحات:

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

۲- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه‌شده برای آن فضای کنترل‌نشده است. در

صورت عدم تمایل به انجام محاسبهٔ فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.

۳-اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضایی کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید، باید در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، به جای جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضاهای کنترل‌شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل‌نشده مذکور و فضای خارج را در رابطهٔ فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت τ_i، ضریب $1-\tau_i$ در محاسبه وارد گردد. اگر ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده محاسبه نشده باشد، لازم است عدد یک، به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت این اجزا، مفروض و در رابط، بالا قرار داده شود.



شکل پ ۶-۱ موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل‌نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

رابطه پ ۶-۱ تا زمانی معتبر است که تهویه فضای کنترل‌نشده به‌صورت مستقل انجام شود. در صورتی که هوای تازه فضای کنترل‌نشده از فضای کنترل‌شده تأمین گردد، ضریب کاهش با استفاده از رابطه پ ۶-۲ به‌دست می‌آید:

رابطه پ ۶-۲

$$\frac{\sum A_e U_e + 0.34\, n.V}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i + 0.68\, n.V}$$

$n.V$: میزان تعویض هوای فضای کنترل‌شده از طریق فضای کنترل‌نشده $[m^2/h]$

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۴)
غیر قابل استناد

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی		
	بیش از ۲۰۰۰	۱٫۸۰
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۰
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۰۰
	۱۴۵۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۸۰
	۱۲۵۰ تا ۱۴۵۰	۰٫۷۰
	۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰	۰٫۵۵
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۴۰
	۵۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۳۰
۲. بتن و فرآورده‌های بتنی		
بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی):		
– متراکم	۲۳۰۰ تا ۲۶۰۰	۲٫۰۰
	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
– متخلخل	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۱۵
– مسلح:[1]		
درصد میل‌گرد: بین ۱ تا ۲ درصد	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۲٫۳۰
درصد میل‌گرد: بیش از ۲ درصد	بیش از ۲۴۰۰	۲٫۵۰

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

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی:		
– متراکم:		
– با ماسهٔ رودخانه‌ای یا معدنی	۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۴
– با سرباره دادان	۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۸
– متخلخل:		
با کمتر از ۱۰ درصد ماسهٔ رودخانه	۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷
بتن سبک‌دانه:		
– با پوکهٔ طبیعی یا سربارهٔ منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰)[۱]:		
– با ذرات ریز یا با ماسه	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۵۲
	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۴۴
– بدون ذرات ریز و بدون ماسه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
– با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰)[۱]	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
– با سنگدانهٔ سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰)[۱]	۹۵۰ تا ۱۱۵۰	۰٫۴۶
– با رس منبسط یا شیست منبسط:		
– چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰[۲]:		
– با ماسهٔ رودخانه بدون ماسهٔ سبک	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۰۵
– با ماسهٔ رودخانه و ماسهٔ سبک	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۸۵
– چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰[۱]:		
– با ماسهٔ سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۷۰
– با ماسهٔ سبک و بدون ماسه رودخانه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۶
– چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰[۱]:		
– با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۳۳
– بدون ماسه و با عیار سیمان کم	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۲۵
	کمتر از ۶۰۰	۰٫۲۰
بتن با سنگدانهٔ بسیار سبک:		
– متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا:		
– نسبت: ۱ به ۳	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۳۱

---

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

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
– نسبت: ۱ به ۶	۴۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۲۴
– لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	۴۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۹
بتن هوادار اتوکلاو شده[۳]:		
– چگالی اسمی: ۸۰۰	۷۷۵ تا ۸۲۵	۰٫۲۹
– چگالی اسمی: ۷۵۰	۷۲۵ تا ۷۷۵	۰٫۲۷
– چگالی اسمی: ۷۰۰	۶۷۵ تا ۷۲۵	۰٫۲۵
– چگالی اسمی: ۶۵۰	۶۲۵ تا ۶۷۵	۰٫۲۳
– چگالی اسمی: ۶۰۰	۵۷۵ تا ۶۲۵	۰٫۲۱
– چگالی اسمی: ۵۵۰	۵۲۵ تا ۵۷۵	۰٫۱۹
– چگالی اسمی: ۵۰۰	۴۷۵ تا ۵۲۵	۰٫۱۸
– چگالی اسمی: ۴۵۰	۴۲۵ تا ۴۷۵	۰٫۱۶
– چگالی اسمی: ۴۰۰	۳۷۵ تا ۴۲۵	۰٫۱۵
بتن با خرده چوب:		
– ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان	۴۵۰ تا ۶۵۰	۰٫۱۶
موزاییک	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
۳. بتونهٔ درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی[۴]		
سیلیکون خالص	۱۲۰۰	۰٫۳۵
سیلیکون خمیری	۱۴۵۰	۰٫۵۰
سیلیکون اسفنجی	۷۵۰	۰٫۱۲
پلی‌یورتان	۱۳۰۰	۰٫۲۱
پی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز	۱۲۰۰	۰٫۱۴
پلی‌یورتان اسفنجی	۷۰	۰٫۰۵
پلی‌اتیلن اسفنجی	۷۰	۰٫۰۵

۳. AAC

۴. Thermal break

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

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

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

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

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

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

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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پیش نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۴)
غیر قابل استناد

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

مقادیر ارائه‌شده در این پیوست در روش‌های طراحی پوسته خارجی مبنای محاسبه قرار می‌گیرد، مگر آنکه مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری تعیین کرده باشند.

پ۸-۱ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی

در این قسمت، مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی و هوای محیط داخلی یا خارجی (R_e, R_i) به دست داده می‌شود. مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح، بسته به زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی، جهت جریان حرارت و نوع فضایی که جدار با آن در تماس است، در جدول پ۸-۱ آمده است. این مقادیر بر حسب $[m^2.K/W]$ هستند.

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

جدول پ۸-۱- مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطح داخلی (R_i) و لایهٔ هوای مجاور سطح خارجی (R_e) انواع جدارها

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

پ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول پ۸-۲، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایهٔ هوا، آمده است.

جدول پ۸-۲ مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوستهٔ خارجی

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

پ۸-۳ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول

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

پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما)

جدول پ۸-۳ مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

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

پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار)

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

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

جدول پ۸-۴ مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر توپر در دیوار

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

پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

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

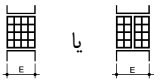
درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

جدول پ۸-۵ مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر سوراخ‌دار در دیوار

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

پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

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

پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار)

جدول پ۸-۷ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

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

پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

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

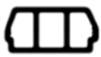
جدول پ۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

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

پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

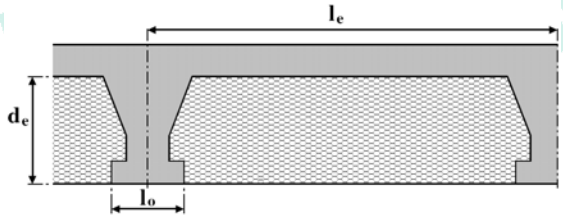
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سیمانی بلوک : ۱۹۵۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول پ۸-۹ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

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

پ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)

با توجه کم بودن ضریب هدایت حرارت پلی‌استایرن منبسط، شکل بلوک دارای اهمیت خاصی است. برای تیرچه بلوک‌های ساده، با مقطعی مشابه شکل پ۸-۱، مقاومت‌های حرارتی سقف تیرچه و بلوک با استفاده از جدول پ۸-۱۰ تعیین می‌شود.

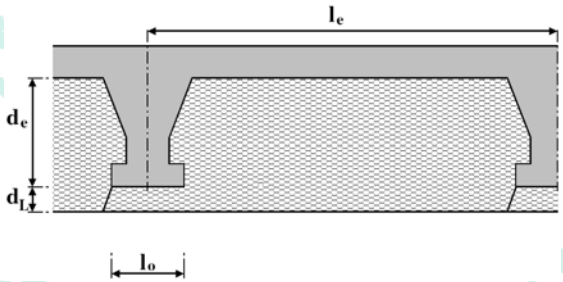


شکل پ۸-۱ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

جدول پ۸-۱۰ مقادیر مقاومت حرارتی R_i سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

ارتفاع بلوک d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
		$۶۰ > l_e > ۵۵$	$۶۳ > l_e > ۶۱$	$l_e > ۶۴$
۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۷
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۶۸
۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۹۰
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۷۹
۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۰/۹۱	۰/۹۹	۱/۰۳
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۹۱

در صورت وجود زبانه‌ای برای پوشش زیر تیرچه، در بخش تحتانی بلوک (شکل پ۸-۲)، مقاومت حرارتی سقف با استفاده از جدول پ۸-۱۱ تعیین می‌گردد.



شکل پ۸-۲ نمونهٔ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

جدول پ۸-۱۱ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			$۵۵ < l_e < ۶۰$	$۶۱ < l_e < ۶۳$	$l_e > ۶۴$
۳۰	۱۲	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۱٫۸۲	۱٫۹۰	۱٫۹۴
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۱٫۷۲	۱٫۸۰	۱٫۸۴
	۱۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۱٫۹۴	۲٫۰۳	۲٫۰۸
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۱٫۸۲	۱٫۸۹	۱٫۹۳
	۱۷	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۰۰	۲٫۱۱	۲٫۱۶
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۱٫۸۸	۱٫۹۸	۲٫۰۴
	۲۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۰۸	۲٫۱۹	۲٫۲۶
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۱٫۹۵	۱٫۰۶	۲٫۱۲
	۲۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۲۵	۲٫۳۷	۲٫۴۵
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۱۱	۱٫۱۵	۲٫۳۰
	۳۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۴۱	۲٫۵۴	۲٫۶۲
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۲۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶
۴۰	۱۲	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۰۷	۲٫۱۵	۲٫۱۹
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۱٫۹۷	۲٫۰۵	۲٫۰۹
	۱۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۲۰	۲٫۲۹	۲٫۳۴
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۰۸	۲٫۱۷	۲٫۲۱
	۱۷	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۲۶	۲٫۳۷	۲٫۴۳
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۱۴	۲٫۲۴	۲٫۳۰
	۲۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۳۵	۲٫۴۶	۲٫۵۳
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۲۱	۲٫۳۳	۲٫۳۹
	۲۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۵۴	۲٫۶۶	۲٫۷۴
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۴	۲٫۵۲	۲٫۵۹
	۳۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۷۳	۲٫۸۵	۲٫۹۳
		$۱۲۵ < l_e < ۱۴۰$	۲٫۵۸	۲٫۷۰	۲٫۷۷

ادامهٔ جدول پ۸-۱۱مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			۵۵ < l_e < ۶۰	۶۳ < l_e < ۶۱	l_e < ۶۴
۵۰	۱۲	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۳۲	۲٫۴۰	۲٫۴۴
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۲۲	۲٫۳۰	۲٫۳۵
	۱۵	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۴۵	۲٫۵۵	۲٫۶۰
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۳۳	۲٫۴۳	۲٫۴۹
	۱۷	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۵۱	۲٫۶۲	۲٫۶۹
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۳۹	۲٫۵۰	۲٫۵۷
	۲۰	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۶۰	۲٫۷۳	۲٫۸۰
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۴۷	۲٫۵۹	۲٫۶۶
	۲۵	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۸۱	۲٫۹۶	۳٫۰۳
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۶۸	۲٫۸۰	۲٫۸۸
	۳۰	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۳٫۰۲	۳٫۱۷	۳٫۲۵
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۸۸	۳٫۰۱	۳٫۰۹
۶۰	۱۲	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۵۵	۲٫۶۳	۲٫۶۷
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۴۵	۲٫۵۳	۲٫۵۸
	۱۵	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۶۹	۲٫۷۸	۲٫۸۳
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۵۷	۲٫۶۷	۲٫۷۳
	۱۷	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۷۵	۲٫۸۶	۲٫۹۲
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۶۳	۲٫۷۴	۲٫۸۰
	۲۰	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۲٫۸۵	۲٫۹۷	۳٫۰۴
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۷۱	۲٫۸۴	۲٫۹۱
	۲۵	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۳٫۰۹	۳٫۲۱	۳٫۲۹
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۲٫۹۴	۳٫۰۸	۳٫۱۵
	۳۰	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۳٫۳۱	۳٫۴۴	۳٫۵۲
		۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۳٫۱۶	۳٫۳۰	۳٫۳۸

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش سوم)
غیر قابل استناد

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

در این پیوست، به ترتیب، ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها، جدارهای نورگذر و درها درج می‌گردد. برای تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، باید به بخش‌های پ ۹-۱ و پ ۹-۲، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوهٔ تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ ۹-۳، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ ۹-۴ آمده است.

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

پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها

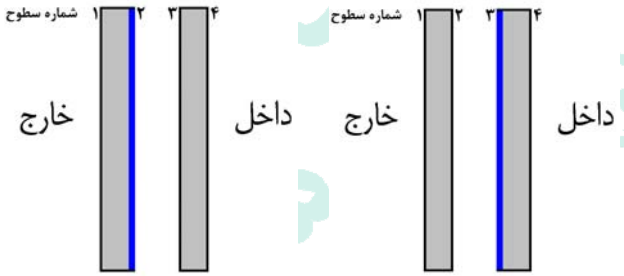
ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها (U_{gl})، که در جدول پ ۹-۱ تا جدول پ ۹-۶ این بخش آمده است، مربوط به شیشه‌های با ضخامت ۴ میلی‌متر، در دو حالت عمودی و افقی، است. مقادیر ضرایب انتقال حرارت مربوط به گسیلندگی‌های بینابینی را می‌توان با درون‌یابی مقادیر داده‌شده در جدول محاسبه کرد.

برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت ۸۵ درصد[۵] در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقادیر مربوط تنها در صورتی ملاک عمل است که تولیدات مربوط دارای گواهی‌نامهٔ مؤید وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر مربوط به هوا ملاک قرار گیرد.

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

لازم است توضیح داده شود که پوشش کم‌گسیل را می‌توان، در مراحل تولید، مستقیماً روی شیشه، یا بر فیلمی که روی شیشه چسبانده می‌شود، نشاند.

برای آنکه مجموعه شیشه‌های کم‌گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم‌گسیل، در مناطق با نیاز گرمایی زیاد روی سطح ۳ (شکل پ۹-۱، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایی زیاد روی سطح ۲ قرار گیرد (شکل پ۹-۱، سمت چپ).



شکل پ۹-۱ محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرمسیر (سمت چپ)

پ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده

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

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

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

---

۵. ۸۵ درصد گاز خنثی و ۱۵ درصد هوای خشک

پ ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول پ۹-۱ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

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

جدول پ۹-۲ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون (۸۵ درصد)

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

جدول پ۹-۳ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با کریپتون (۸۵ درصد)

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

پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)

جدول پ۹-۴ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

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

جدول پ۹-۵ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با آرگون (۸۵ درصد)

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

جدول پ۹-۶ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با کریپتون (۸۵ درصد)

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

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده

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

$U_G = ۵/۸$ [W/(m².K)] در حالتی که جدار عمودی است

$U_G = ۶/۹$ [W/(m².K)] در حالتی که جدار افقی است

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

پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره

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

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت‌شکن، سه مقدار ۳/۰، ۴/۰ و ۵/۰ **[W/(m².K)]** در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر ۵/۰ **[W/(m².K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱/۵، ۱/۸ و ۲/۵ **[W/(m².K)]** در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر ۲/۵ **[W/(m².K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار ۰/۱۳ و ۰/۱۸ **[W/(m.K)]** در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در

گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر ۰٫۱۸ **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.

- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول پ۹-۷ تا جدول پ۹-۹)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم‌گسیل) بین ۱٫۲ و ۲٫۹ **[W/(m².K)]** در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از ۲٫۹ باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برون‌یابی اعداد ارائه‌شده تعیین می‌شود.

در جدول پ۹-۷ تا جدول پ۹-۹، ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر (U_G)، بر حسب نوع بازشو، ضریب انتقال حرارت شیشه (U_{gl}) و نوع و ضریب انتقال حرارت قاب (U_{fr})، درج شده است.

جدول پ۹-۷ مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول پ۹-۸ مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول پ۹-۹ مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

جدول پ۹-۷ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

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

ادامهٔ پ۹-۷ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۳/۰	U_{fr} = ۴/۰	U_{fr} = ۵/۰
پنجرهٔ کشویی	۱/۲	–	۲/۳	۲/۶
	۱/۳	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۴	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۵	–	۲/۵	۲/۸
	۱/۶	–	۲/۶	۲/۹
	۱/۷	–	۲/۷	۲/۹
	۱/۸	–	۲/۸	۳
	۱/۹	–	۲/۸	۳/۱
	۲	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۱	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۲	–	۲/۹	۳/۲
	۲/۳	–	۳	۳/۳
	۲/۴	–	۳/۱	۳/۴
	۲/۵	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۵
	۲/۷	–	۳/۳	۳/۶
	۲/۸	–	۳/۴	۳/۷
	۲/۹	–	۳/۵	۳/۷
در پنجره‌ای کشویی	۱/۲	–	۲/۱	۲/۳
	۱/۳	–	۲/۲	۲/۴
	۱/۴	–	۲/۳	۲/۵
	۱/۵	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۶	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۷	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۸	–	۲/۶	۲/۸
	۱/۹	–	۲/۷	۲/۹
	۲	–	۲/۸	۳
	۲/۱	–	۲/۸	۳
	۲/۲	–	۲/۸	۳
	۲/۳	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۴	–	۳	۳/۲
	۲/۵	–	۳/۱	۳/۳
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۷	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۸	–	۳/۳	۳/۵
	۲/۹	–	۳/۴	۳/۶

جدول پ۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

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

ادامهٔ جدول پ۹–۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

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

ادامهٔ پ۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_W بر حسب U_g و U_f

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

غیر قابل استناد
پیش‌نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۴)

جدول پ۹-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

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

ادامهٔ جدول پ۹-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

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

پ ۹-۳ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

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

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

ابتدا باید ضریب انتقال حرارت شیشه تعیین شود (بخش پ ۹-۱). به این منظور، از بخش پ ۹-۱-۲، با عنوان شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی، جدول پ۹-۲ مربوط به شیشه‌های دو جدارهٔ عمودی پرشده با ۸۵ درصد آرگون استفاده می‌شود. مطابق این جدول، و با توجه به فاصله ۱۰

میلی‌متری بین دو شیشه و عدم استفاده از پوشش کم‌گسیل، ضریب انتقال حرارت شیشه از ستون دوم جدول، ۲٫۸ [W/(m^2.K)] تعیین می‌گردد.

این توضیح را باید افزود که اگر پنجره مورد استفاده فاقد گواهی‌نامهٔ تأییدکنندهٔ وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد، باید مقادیر مربوط به هوا ملاک محاسبه قرار گیرد (جدول پ۹-۱).

در مرحلهٔ بعد، باید به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر پرداخت (بخش پ ۹-۲). در این مثال، قاب پنجره از جنس پی‌وی‌سی است، بنابراین برای آن از جدول پ۹-۸ استفاده می‌شود. در بخش مربوط به پنجره‌های لولایی این جدول، ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۸ [W/(m^2.K)] را در نظر می‌گیریم. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت برای پنجره داده شده است، که مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب پی‌وی‌سی است. با توجه به آنکه، مطابق گواهی‌نامهٔ فنی، ضریب انتقال حرارت قاب پی‌وی‌سی ۱٫۸ [W/(m^2.K)] است، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون چهارم جدول، برابر ۲٫۷ [W/(m^2.K)] تعیین می‌شود.

مثال ۲) تعیین ضریب انتقال حرارت پنجره‌ای با مشخصات زیر:

- نوع قاب: آلومینیومی حرارت‌شکن، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامه فنی: نامشخص
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود در فاصله میان دو شیشه: ۱۰۰ درصد هوا
- فاصله داخلی بین دو شیشه: ۱۲ میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، مورد تأیید یک مرجع معتبر

برای تعیین ضریب انتقال حرارت شیشه، ابتدا از جدول پ۹-۱ بخش پ ۹-۱-۲، که مربوط به شیشه‌های دوجدارهٔ پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت ۱۲ میلی‌متری لایهٔ هوا و گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر ۲٫۰ [W/(m^2.K)] تعیین می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول پ۹-۷ بخش پ ۹-۲، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۰ [W/(m^2.K)] توجه

می‌شود. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت درج شده برای پنجره مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب فلزی با حرارت‌شکن است. اگر فرض کنیم قاب پنجره فاقد گواهی‌نامهٔ فنی است، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب را باید برابر ۵ در نظر بگیریم و به این ترتیب، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون آخر جدول پ۹-۷، برابر ۳٫۴ [$W/(m^2.K)$] تعیین می‌گردد.

پ ۹-۴ ضرایب انتقال حرارت درها

مقادیر داده شده در این بخش مربوط به درهای متداول است. در صورتی که برای درها از عایق‌های حرارتی خاصی استفاده شود و در گواهی‌نامهٔ فنی معتبر نیز ضرایب انتقال حرارت ارائه شده باشد، آن ضرایب می‌تواند ملاک محاسبه قرار گیرد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر داده شده در جدول پ۹-۱۰ مورد استفاده قرار گیرد.

جدول پ۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها

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

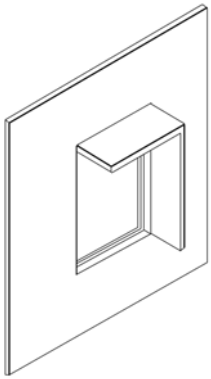
پیوست ۱۰

سایه‌بان‌ها

غیر قابل استناد
پیش نویس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

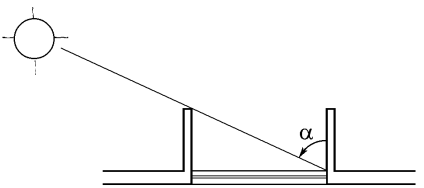
سایه‌بان‌ها

در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در ۲۱۶ شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، *زاویهٔ سایه‌بان افقی* و *زاویهٔ سایه‌بان عمودی*، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی به سادگی مشخص می‌گردد. در شکل پ۱۰-۱، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویهٔ سایه‌بان عمودی و زاویهٔ سایه‌بان افقی نشان داده شده است.

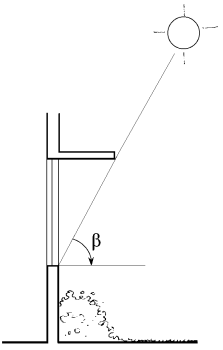


نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی

جهت‌گیری پنجره



مقطع افقی – زاویهٔ سایه‌بان عمودی



مقطع عمودی – زاویهٔ سایه‌بان افقی

شکل پ۱۰-۱ زوایای جهت پنجره و زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی

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

- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد.
- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد.
- «ل» مخفف «شمالی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد.
- «ج» مخفف «جنوبی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت جنوب پنجره قرار گیرد.
- «ط» مخفف «طرفین» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید در دو سمت پنجره قرار گیرد.
- «ع.م» جانشین عبارت «سایه‌بان عمودی متحرک مقابل تمام پنجره» است.
- چنانچه برای یک پنجره هر دو زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی توصیه شده باشد، باید از هر دو نوع سایه‌بان استفاده گردد.
- در صورتی که محل استقرار ساختمانی در این پیوست درج نشده باشد، می‌توان سایه‌بان‌های مربوط به نزدیک‌ترین شهر را ملاک گرفت.
- در صورت ذکر نشدن زاویهٔ جهت‌گیری پنجره در جدول‌ها، مقادیر زوایای سایه‌بان آن باید مطابق با مقادیر نزدیک‌ترین جهت‌گیری پنجره، یا از طریق درون‌یابی مقادیر، تعیین گردد.
- در شهرهایی که با علامت * مشخص شده‌اند، با توجه به عمق زیاد سایه‌بان‌ها، توصیه می‌شود ضمن رعایت زوایای سایه‌بان ارائه‌شده، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود.

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

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

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۳۵	بابلسر	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۳۶	باختران	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	۲۰	–	۲۰	–	۳۰	–
۳۷	باراندوزچای	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۷	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	۱۵غ	۳۵	۱۰غ	۲۴	–	۲۶	–	–	۵۲غ
۳۸	بار نیشابور	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۳۹	باغ ملک	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۴۰	بافت	–	۸۰غ	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۳	–	۷۵	–	۵۶	–	۳۶	–	۳۱	–	۳۲	–	۵۱	–
۴۱	بجستان	–	۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	۱۲	–	۱۲	–	–	۴۲غ
۴۲	بجنورد	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۴۳	بستان آباد	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	۱۰	–	۱۰	–	–	۴۶غ
۴۴	بم	–	۶۳غ	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۴۵	بندر انزلی	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	۱۷	–	۱۷	–	–	۴۷غ
۴۶	بمپور	۶۵	۷۰غ	–	۴۵ش	۳۰	–	۳۰	–	۴۲	۴۰ش	۵۰	–	۵۲	۲۰غ	۴۰	۱۵غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۴۷	بندر دیر*	–	۶۵غ– ۸۰ش	۶۰	–	۴۵	–	۴۳	–	۴۵	–	۵۰	–	۵۰	۵۰غ	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۴۸	بندرعباس*	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۰ش	۴۲	۴۰ش	۴۷	۲۵غ	۳۷	۱۸غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۴۹	بندرلنگه *	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۵ش	۴۷	۱۵ش	۵۰	۴۵غ	۴۰	۱۵غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۵غ	–	۳۷غ
۵۰	بندر ماهشهر	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۱	بن سیدان*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

پیش نویس مبحث ۱۹
مقررات ملی ساختمان
(ویرایش ۹۸)
غیر قابل استناد

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ ۱۱-۱ علل بروز پل‌های حرارتی

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

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

پل‌های حرارتی موجب می‌گردند انتقال حرارت از پوستهٔ خارجی به میزان قابل توجهی افزایش یابد. در برخی ساختمان‌ها، این افزایش می‌تواند حدود ۴۰ درصد از کل انتقال حرارت ساختمان را شامل شود. از دیگر تبعات پل‌های حرارتی، ایجاد یا تشدید میعان سطحی در اوقات سرد سال است.

به همین علت، لازم است در طراحی پوسته خارجی ساختمان، علاوه بر محاسبهٔ انتقال حرارت (سطحی) از اجزای پوسته خارجی، انتقال حرارت خطی یا نقطه‌ای ناشی از پل‌های حرارتی نیز محاسبه گردد.

پل حرارتی، به‌طور کلی، دو گونه است:

- پل حرارتی خطی، یا دو بعدی، که با ضریب انتقال حرارت خطی Ψ به واحد [W/m.K] تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال یک دیوار خارجی با عایق از داخل به کف طبقات. در

این حالت، انتقال حرارت از این پل‌ها برابر حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت خطی و طول پل حرارتی است.

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

برای محاسبهٔ انتقال حرارت خطی طرح، باید علاوه بر تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی، که دارای مشخصات حرارتی متفاوتی هستند یا در مجاورت فضاهای متفاوتی از نظر کنترل دما قرار گرفته‌اند، طول‌های هر یک از پل‌ها نیز مشخص گردد. این مقادیر شامل طول‌های خالص انواع اتصال دیوارها، بام‌ها، کف‌های مجاور هوا، درها و پنجره‌هاست، که در مجاورت فضای خارج، یا فضاهای کنترل‌نشده، قرار گرفته‌اند. در محاسبه این طول‌ها، باید ابعاد داخلی فضاها ملاک قرار گیرد.

تعیین میزان ضریب انتقال حرارتی پل‌ها را می‌توان با محاسبه (مطابق بند پ ۱۱–۳) یا با استفاده از جداول و مقادیر از پیش‌تعیین‌شده (مطابق بند پ ۱۱–۴) به‌دست آورد.

لازم به ذکر است در صورت استفاده از روش تجویزی و موازنه‌ای، نیازی به محاسبه پل‌های حرارتی نیست، زیرا در مقادیر مربوط به مقاومت حرارتی (روش تجویزی) و ضریب انتقال حرارت (روش موازنه‌ای) اثر پل‌های حرارتی درنظر گرفته شده‌است؛ ولی در موارد زیر لازم است انتقال حرارت (خطی) از پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی ساختمان نیز محاسبه گردد:

– در صورتی که از روش‌های نیاز انرژی ساختمان یا روش کارایی انرژی ساختمان استفاده شود

– در صورتی که از روش موازنه‌ای برای طراحی پوسته خارجی با عایق‌کاری حرارتی منقطع (از داخل یا همگن) استفاده شود، و مقادیر تعیین‌شده برای حالت عایق‌کاری حرارتی از خارج مبنای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان قرار گیرد.

مقادیر پل‌های حرارتی شامل موارد زیر است:

پ ۱۱–۲ محاسبهٔ طول‌های پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی

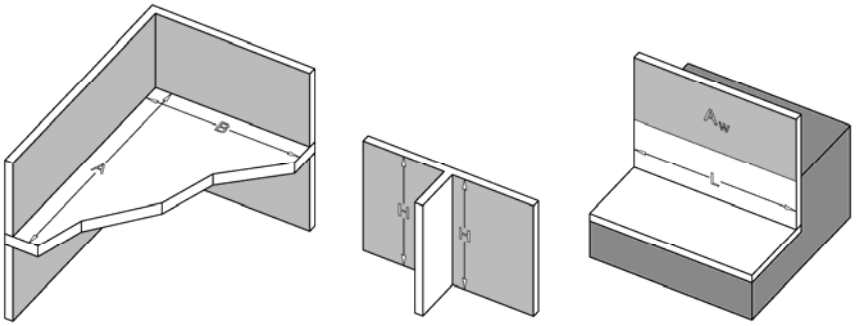
– محیط کف و دیوار مجاور خاک؛

– محیط کف‌های زیرین؛

– محیط سقف‌های میانی (که باید در عدد ۲ ضرب شود)؛

– محیط سقف‌های نهایی؛

– طول اتصالات دیوارهای داخلی و خارجی (که باید در عدد ۲ ضرب گردد)؛
– طول اتصالات بازشوها و جدارهای غیرنورگذر.



پل حرارتی دیوار مجاور خاک: L

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

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

شکل پ ۱۱ طرح برخی از پل‌های حرارتی در پوستهٔ خارجی ساختمان

در صورتی که عایق‌کاری حرارتی یکپارچه و بدون انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، تعیین اثر پل‌های حرارتی الزامی نیست و می‌توان انتقال حرارت از پوستهٔ خارجی ساختمان را با مبنا قرار دادن ابعاد خارجی محاسبه کرد. در این صورت، پل‌های حرارتی قابل چشم‌پوشی خواهند بود. اما اگر ابعاد داخلی اجزای پوستهٔ ساختمان مبنای کار در محاسبات قرار گرفته‌باشد، فقط لازم است ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای متقاطع ایجادکنندهٔ پل حرارتی به میزان ۱۰ درصد افزایش یابد.

در صورتی که عایق‌کاری حرارتی غیر یکپارچه و یا با انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، پل‌های حرارتی را می‌توان، بسته به مورد، با استفاده از روش‌ها و مقادیر ارائه شده در این پیوست محاسبه کرد. البته در این حالت نیز، برای تسریع و ساده‌سازی محاسبات، می‌توان به جای محاسبهٔ پل‌های حرارتی، ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای مورد نظر پوستهٔ خارجی را در مقادیر تعیین‌شده در یک ردیف از جدول پ۱۱-۱ ضرب کرد.

جدول پ۱۱-۱ ضرایب افزایشی معادل اثر پل‌های حرارتی، براساس ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای پوستهٔ خارجی

ضریب انتقال حرارت $[W/m^2.K]$	ضریب افزایش
کمتر از ۰٫۲۹	۳٫۵۰
بین ۰٫۳۰ و ۰٫۳۹	۲٫۹۳
بین ۰٫۴۰ و ۰٫۴۹	۲٫۴۵
بین ۰٫۵۰ و ۰٫۶۹	۲٫۱۶
بین ۰٫۷۰ و ۰٫۹۹	۱٫۸۳
بین ۱٫۰۰ و ۱٫۴۹	۱٫۵۸
بین ۱٫۵۰ و ۱٫۹۹	۱٫۳۹
بین ۲٫۰۰ و ۲٫۴۹	۱٫۲۹
بیش از ۲٫۵۰	۱٫۲۳

پ ۱۱-۳ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) به‌روش محاسبه

محاسبهٔ پل‌های حرارتی را می‌توان بر مبنای استاندارد ملی شماره ۱۲۵۹۶و با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی معتبر و شبیه‌سازی دوبعدی یا سه‌بعدی (بسته به وضعیت جدارها و شکل پل حرارتی) انجام داد.

در این صورت، لازم است انطباق نرم‌افزار مورد استفاده با انتظارات تعیین‌شده مطابق با پیوست الف استاندارد ملی شماره ۱۲۵۹۶ کنترل شود.

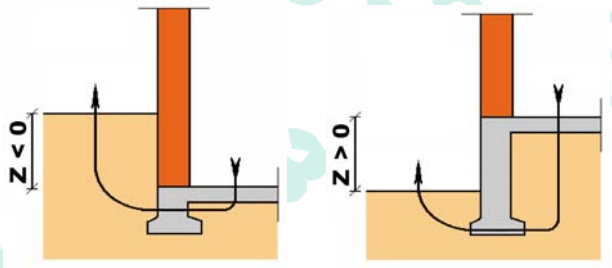
پ ۱۱-۴ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) با استفاده از جداول و مقادیر از پیش‌تعیین‌شده

در این بخش، ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول آمده است. چنانچه پل‌های حرارتی مورد نظر با شرایط تعیین‌شده در این بخش انطباق کامل نداشته باشند، ضروری است محاسبات عددی طبق بند پ-۱۱-۳ صورت پذیرد.

پ۱۱-۴-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک

پ۱۱-۴-۱-۱ کف روی خاک بدون عایق حرارتی

در مواردی که دیوار و کف ساختمان فاقد هر گونه عایق حرارتی است، ضرایب انتقال حرارت خطی، در محل اتصال دیوار به کف روی خاک، برحسب اختلاف ارتفاع بین کف‌سازی داخل و محوطه‌سازی خارج از ساختمان (Z)، با استفاده از جدول پ۱۱-۲ تعیین می‌گردد.



شکل پ ۱۱-۲ حالات مختلف اختلاف تراز کف داخلی و محوطهٔ ساختمان

جدول پ۱۱-۲ ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک

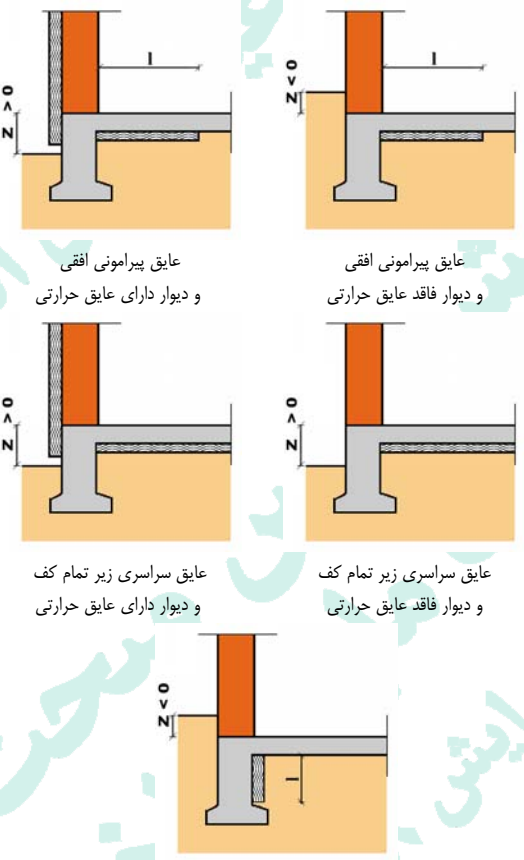
Z به متر	Ψ به [W/m.K]
کمتر از ۶٫۰۰-	۰
از ۶٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۰٫۲۰
از ۴٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۰٫۴۰
از ۲٫۵۰- تا ۱٫۸۵-	۰٫۶۰
از ۱٫۸۰- تا ۱٫۲۵-	۰٫۸۰
از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-	۱٫۰۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۱٫۲۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۱٫۴۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+	۱٫۷۵
از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+	۲٫۱۰
از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+	۲٫۳۵
از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+	۲٫۵۵

پ۱۱-۴-۱-۲ کف روی خاک با عایق حرارتی

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

عایق حرارتی قطع‌شده

در مواردی که، در محل تلاقی کف و دیوار، عایق‌کاری حرارتی به صورت منقطع اجرا می‌گردد (مانند نمونه‌های شکل پ۱۱-۳)، جدول پ۱۱-۳ ضریب انتقال حرارت خطی مربوط به اتصال کف را، با توجه به پارامترهایی، از جمله اختلاف ارتفاع کف‌سازی داخل و محوطه z، عرض عایق حرارتی l، و مقاومت حرارتی آن r، داده است.



عایق پیرامونی افقی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق پیرامونی افقی
و دیوار دارای عایق حرارتی

عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار دارای عایق حرارتی

عایق پیرامونی عمودی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

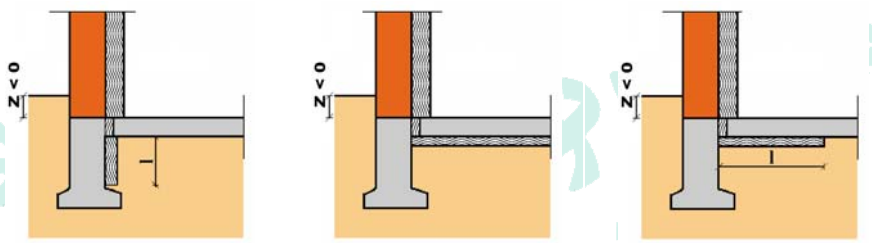
شکل پ۱۱-۳ حالت‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع‌شده در محل تلاقی دیوار و کف

جدول پ۱۱-۳ ضریب انتقال حرارت خطی **Ψ** بر حسب **[W/m.K]** در عایق‌کاری قطع‌شده

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

عایق حرارتی کاهش‌یافته

در برخی موارد، عایق‌کاری دیوار در محل تلاقی با کف، با ضخامت کمتر و با حفظ ضخامت اصلی دیوار، در بخش زیر کف اجرا می‌شود. البته در هیچ نقطه‌ای مقاومت حرارتی عایق حرارتی نباید کمتر از ۰٫۲۰ [$m^2.K/W$] باشد. در این شرایط، ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از مقادیر جدول پ۱۱-۳ و با کسر مقادیر جدول پ۱۱-۴ به‌دست می‌آید.



عایق پیرامونی عمودی　　عایق سراسری　　عایق پیرامونی افقی

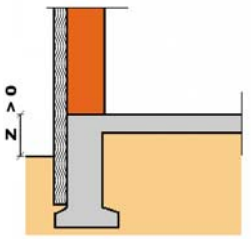
شکل پ۱۱-۴ حالات مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش‌یافته

جدول پ۱۱-۴ مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی کاهش یافته

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

عایق حرارتی یکسره

در صورت ادامه یافتن عایق حرارتی از خارج، تا روی شالوده، ضریب انتقال حرارت خطی، بسته به مقاومت عایق حرارتی و اختلاف تراز داخل و خارج، با استفاده از مقادیر جدول پ۱۱-۳ و کسر مقادیر ارائه‌شده در جدول پ۱۱-۵، به‌دست می‌آید.

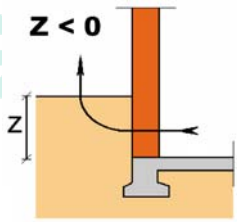


شکل پ۱۱-۵ عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی

جدول پ۱۱-۵ مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی یک‌سره [W/m.K]

R [m².K/W] / Z [m]	۰٫۲۰ تا ۰٫۵۵	۰٫۶۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۰۵ تا ۳٫۰۰
کمتر از یا مساوی با ۰٫۴۵-	۰	۰	۰
بین ۰٫۴۰- و ۰٫۲۵-	۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۰
بیشتر از یا مساوی با ۰٫۲۰-	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵

پ۱۱-۴-۲ دیوارهای مجاور خاک



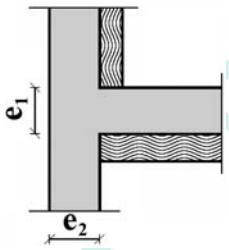
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول پ۱۱-۶ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۶ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوارهای مجاور خاک [W/(m.K)]

Z [m]	ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار [W/(m².K)]										
	۰٫۴۰ تا ۰٫۴۹	۰٫۵۰ تا ۰٫۶۴	۰٫۶۵ تا ۰٫۷۹	۰٫۸۰ تا ۰٫۹۹	۱٫۰۰ تا ۱٫۱۹	۱٫۲۰ تا ۱٫۴۹	۱٫۵۰ تا ۱٫۷۹	۱٫۸۰ تا ۲٫۱۹	۲٫۲۰ تا ۲٫۵۹	۲٫۶۰ تا ۳٫۰۹	۳٫۱۰ تا ۳٫۷۰
کمتر از ۶٫۰۰-	۱٫۴۰	۱٫۶۵	۱٫۸۵	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۰	۳٫۰۰	۳٫۲۰	۳٫۴۰
از ۶٫۰۰- تا ۵٫۰۵-	۱٫۳۰	۱٫۵۰	۱٫۷۰	۱٫۹۰	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۵	۳٫۰۰	۳٫۲۰
از ۵٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۱٫۱۵	۱٫۳۵	۱٫۵۰	۱٫۶۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۰	۳٫۰۰
از ۴٫۰۰- تا ۳٫۰۵-	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۵	۲٫۰۰	۲٫۲۰	۲٫۳۵	۲٫۵۵	۲٫۷۰
از ۳٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۱٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۰	۲٫۰۰	۲٫۱۵	۲٫۳۰	۲٫۵۰
از ۲٫۵۰- تا ۲٫۰۵-	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۰	۱٫۹۵	۲٫۱۰	۲٫۳۰
از ۲٫۰۰- تا ۱٫۵-	۰٫۶۰	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۰	۱٫۲۵	۱٫۴۰	۱٫۵۵	۱٫۷۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵
از ۱٫۵۰- تا ۱٫۰۵-	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۵	۰٫۷۵	۰٫۹۰	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۰	۱٫۷۵
از ۱٫۰۰- تا ۰٫۷۵-	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۶۰	۰٫۶۵	۰٫۸۰	۰٫۹۰	۱٫۰۵	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۵۵	۰/۶۵	۰٫۷۵	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۱٫۱۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۰	۰٫۷۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

پ۱۱-۴-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده

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

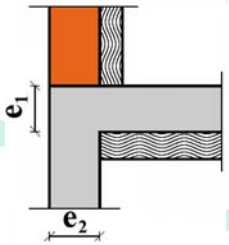


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۷ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۷ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج **[W/(m.K)]**

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

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

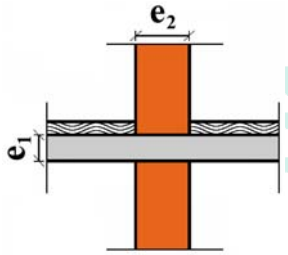


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۸ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۸ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج **[W/(m.K)]**

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

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

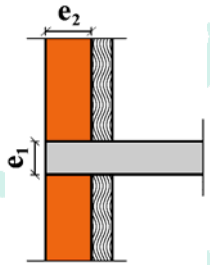


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۹ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

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

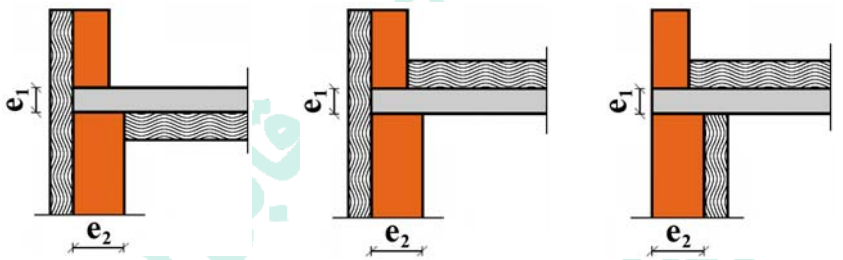
پ۱۱-۴-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی



ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال سقف‌های بین طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد.

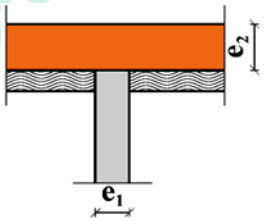
پ۱۱-۴-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل پ۱۱-۶)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2، با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت.



شکل پ۱۱-۶ برخی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند

پ۱۱-۴-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی



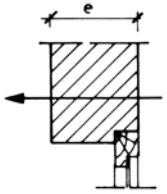
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت دیوار داخلی e_1 و ضخامت دیوار خارجی e_2 بستگی دارد. این ضرایب با مقادیر جدول پ۱۱-۱۰ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۱۰ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

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

پ۱۱-۴-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر

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

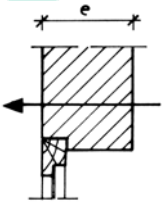


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد داخل به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۱۱ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۱۱ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [W/(m.K)]

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

بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

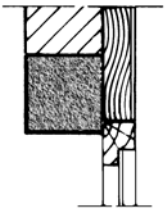


ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد خارج به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۱۲ تعیین می‌گردد.

جدول پ۱۱-۱۲ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [W/(m.K)]

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

بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار



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