عنوان و نام پدیدآور : مقررات ملی ساختمان ایران. مبحث نوزدهم، صرفه‌جویی در مصرف انرژی / تهیه‌کننده دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان
وضعیت ویراست : ویرایش ۴
مشخصات نشر : مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۹
مشخصات ظاهری : ۳۶۰ ص.
فروست : مقررات ملی ساختمان ایران؛ مبحث نوزدهم
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۲۷۴-۲
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه
موضوع : ساختمان‌سازی -- صنعت و تجارت -- مقررات ملی
موضوع : Construction industry -- Energy consumption
موضوع : ساختمان‌سازی -- صنعت و تجارت -- قوانین و مقررات -- ایران
موضوع : Construction industry -- Law and legislation -- Iran
موضوع : ساختمان‌سازی -- صنعت و تجارت -- استانداردهای انرژی -- ایران
موضوع : Construction industry -- Energy conservation -- Standards
شناسه افزوده : مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان
شناسه افزوده : مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده : Road, Housing and Urban Development Research Center
رده بندی کنگره : KMH۳۶۰۲
رده بندی دیویی : ۳۶۳.۵۵
شماره کتابشناسی ملی : ۶۳۹۲۳۶۱
وضعیت رکورد : فیپا

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: مبحث نوزدهم صرفه جویی در مصرف انرژی
تهیه کننده: دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان
شماره نشر: ک- ۱۷۶۷
ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
نوبت چاپ: سوم ۱۴۰۰، ویرایش چهارم
تیراژ: ۵۰۰۰ جلد
قطع: وزیری
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات و چاپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
قیمت: ۴۵۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۲۷۴-۲ ISBN: 978-600-113-274-2
مسئولیت صحت ارجاعات علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد
کلیه حقوق چاپ و نشر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است

نشانی: تهران، بزرگراه شیخ فضل ... جنوبی، روبروی فاز ۳ شهرک فرهنگیان، خیابان سوم، جنوبی سوم، مرکزی، خیابان حکمت صدوقی پستی: ۱۹۶۹-۱۳۱۴۵ تلفن: ۸۱۳۵۵۹۴۲-۰۶ دورنگار: ۸۱۳۸۴۱۳۰
پست الکترونیکی: pub@bhrc.ac.ir فروش الکترونیکی: http://pub.bhrc.ac.ir

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقررات ملّی ساختمان ایران

مبحث نوزدهم

صرفه‌جویی در مصرف انرژی

دفتر تدوین مقررات ملّی ساختمان

ویرایش چهارم (۱۳۹۹)

به نام خدا

پیشگفتار

همه ساله در کشور بخش عمده‌ای از فعالیت اقتصادی و سرمایه‌های ملی به صنعت ساختمان تخصیص می‌یابد و ساختمان‌های ساخته شده از محل درآمدهای ملی و یا سرمایه شهروندان جزء سرمایه‌های کلان و پایدار کشور به حساب می‌آیند. منافع ملی ناشی از حفظ و افزایش بهره‌وری ساختمان‌ها و نیز حفظ جان و مال بهره‌برداران، وجود اصول و قواعدی برای برقراری نظم در این بخش را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. تدوین مقررات ملی ساختمان در کشور از سال ۱۳۶۶ با وضع مقررات و ضوابطی ناظر به کارکرد فنی و مهندسی عناصر و اجزای ساختمان و با هدف تأمین ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب و آسایش بهره‌برداران ساختمان‌ها و نیز صرفه‌جویی در مصرف انرژی توسط وزارت مسکن و شهرسازی وقت آغاز گردیده و تا به امروز به صورت دوره‌ای مورد بازنگری قرار گرفته است. مقررات ملی ساختمان به عنوان فراگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، در کنار استانداردها و آئین‌نامه‌های ساختمانی نقش مؤثری در ارتقای کیفیت ساختمان‌ها داشته و مقایسه کیفی ساختمان‌های ساخته شده طی سالیان اخیر با سال‌های قبل از وجود این مقررات، نمایانگر این مهم می‌باشد. اگرچه رعایت حداقل‌ها الزاماً کیفیت بهینه را در پی‌ندارد، بی تردید مسیر ارتقای کیفیت ساختمان از تأمین همین حداقل‌ها می‌گذرد. لیکن برای تحقق اجرای موفق مقررات ملی ساختمان و دستیابی به وضعیت مطلوب در ساخت و سازها، اقدامات تکمیلی جدی دیگری شامل: تدوین نظام کنترلی جامع و کارآمد، تلاش مضاعف برای آموزش و بازآموزی عوامل دخیل در ساخت و ساز، صیانت از حقوق شهروندی و افزایش سطح آگاهی بهره‌برداران از حقوق خود، بیمه ساختمان و انجام تحقیقات هدف‌مند با توجه به مقتضیات کشور ضروری است.

در پایان از کلیه صاحب نظران و همکارانی که در تدوین و بازنگری مقررات ملی ساختمان با دلسوزی تلاش می‌کنند، قدردانی نموده و از پیشگاه خداوند متعال برای این خدمتگزاران به میهن اسلامی و مردم عزیز، موفقیت و سربلندی آرزو می‌نمایم.

محمد اسلامی

وزیر راه و شهرسازی

ابلاغیه

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
وزیر

تاریخ: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲
شماره: ۶۸۱۵۷/۱-۰۱/۰۲

بسمه تعالی

جناب آقای دکتر رحمانی فضلی
وزیر محترم کشور

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۳۳۰، قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، بدین‌وسیله ویرایش چهارم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان "**صرفه جویی در مصرف انرژی**" که مراحل تهیه، تدوین و تصویب را در وزارت راه و شهرسازی گذرانده است بشرح پیوست ابلاغ می‌گردد. زمان انقضای ویرایش سال ۱۳۸۹ این مبحث دوازده ماه بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر کدام از این دو ویرایش مجاز است.

محمد اسلامی

رونوشت
جناب آقای شکرچی‌زاده - رئیس محترم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی جهت آگاهی و اقدام لازم
جناب آقای محمودزاده- معاون محترم مسکن و ساختمان جهت آگاهی و اقدام لازم
جناب آقای تابش - رئیس محترم سازمان مسکن انقلاب اسلامی جهت آگاهی و اقدام لازم
مدیران کل محترم راه و شهرسازی استان‌ها جهت اطلاع و اقدام لازم
جناب آقای مهندس جوزدانی رئیس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور جهت آگاهی و ابلاغ به سازمانهای نظام مهندسی ساختمان استان ها برای اجرا
جناب آقای مهندس عصری رئیس محترم سازمان نظام کاردانی ساختمان کشور جهت آگاهی و ابلاغ به سازمانهای نظام کاردانی ساختمان استان ها برای اجرا

مسلم ارجمند- جواد اخوت
فرامرز صفی‌خانی
ساعدجلالی شهید دانشگاه
کد پستی: ۱۵۸۷۵
صندوق پستی: ۶۵۳۸

ت

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 جسم‌گیری 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، تعریف‌شده است:
- «ساختمان‌های مطابق مبحث ۱۹ (EC)» پایین‌ترین رده انرژی تلقی می‌شود و دست‌یابی به این رده اجباری است.
- «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

ج

هیأت تدوین‌کنندگان مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان- ویرایش چهارم

(بر اساس حروف الفبا)

الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

• دکتر محمدتقی احمدی	رئیس	• مهندس بهروز علمداری میلانی	عضو
• مهندس محمدرضا انصاری	عضو	• شادروان مهندس مسعود غاری سلحشور	عضو
• دکتر حمید باقری	عضو	• مهندس یونس قلی‌زاده طیار	عضو
• دکتر سعید بحرینی	عضو	• دکتر بهروز گنجوری	عضو
• دکتر حمید بدیعی	عضو	• مهندس عبدالرضا گلبابگانی، نماینده شهرداری تهران	
• دکتر ناصر بسادی	عضو	• دکتر محمودرضا ماهری	عضو
• مهندس محسن بهرام غفاری	عضو	• دکتر بهروز محمدکاری	عضو
• دکتر محسن تهرانی زاده	عضو	• دکتر محمود محمودزاده	عضو
• مهندس سید محمدتقی زلفی	عضو	• شادروان مهندس حسمت ا... مسعف	عضو
• دکتر علی‌اکبر رضاتاباپور	عضو	• دکتر سیدرسول میرقادری	عضو
• دکتر محمد شکرچی‌زاده	عضو	• مهندس نادر نجیمی	عضو
• مهندس شاپور ظاهری	عضو	• مهندس سیدرضا هاشمی	عضو
• مهندس علی‌اصغر طاهری بهبهانی	عضو		

ب) اعضای کمیته تخصصی

• دکتر محمد تقی احمدی	عضو	• دکتر بهروز محمدکاری	رئیس
• دکتر محمدرضا حافظی	عضو	• دکتر مهدی معرفت	عضو
• دکتر مازیار سلمان‌زاده	عضو	• دکتر عمی وکیلی اردبیلی	عضو
• مهندس عباس صالحیان	عضو	• مهندس منصور نجفی مطلعی	دبیر
• دکتر ریما فیاض	عضو		

پ) گروه همکاران تدوین پیش‌نویس اولیه

• دکتر مهدیه ایروش	• مهندس یونس قلی‌زاده طیار
• مهندس میثم اکبری پایدار	• مهندس سید امیر موسویان
• مهندس کوشا یوسفی	

ت) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

• مهندس سهیلا باکروان	معاون دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان و دبیر شورا
• دکتر بهناه سپهرپور	رئیس گروه تدوین مقررات ملی ساختمان
• مهندس منصور نجفی مطلعی	کارشناس معماری دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

ح

برای حالت عدم محاسبه پل حرارتی، طراحی پوسته خارجی را انجام دهد. علاوه بر این، برخی کدستی‌ها، از جمله وجود 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 با 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. از طرف دیگر، 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 در نظر 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، کمترین و بیشترین بازیافت و ذخیره‌سازی انرژی مدنظر قرار گرفته‌است.
- در روش‌های مختلف طراحی، ضوابط جدیدی برای بهره‌گیری از سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، در نظر گرفته شده‌است. علاوه بر این، امکان جایگزینی استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی‌های 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، اسانسورها و پلکان‌های برقی نیز پرداخته شده‌است.

- در پیوست‌ها تغییرات زیر صورت گرفته‌است:

ضوابط تعیین‌شده برای «ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک صفر» باشد. لازم‌به ذکر است که علاوه بر این، مقرر شده است که از پایان سال ۲۰۲۰ مبنای طراحی و اجرای تمامی ساختمان‌های نو «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 «مجموعی» و «موازنه‌ای (کارکردی)»، دو روش دیگر، تحت عناوین «نیاز انرژی» و «کارایی انرژی» نیز مطرح شده‌اند. لازم به ذکر است روش «مجموعی» ساده‌ترین روش و روش «کارایی انرژی» تخصصی‌ترین روش طراحی هستند. در عین حال، کمترین کزینه‌ها در طراحی و بیشترین هزینه اجرا در حالت استفاده از روش تجویزی است، درحالی‌که 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 در نظر 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 وهله اول از رعایت‌شدن «ضوابط اجباری»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 در نتیجه، 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 را می‌دهد که بدون نیاز به محاسبه پل‌های حرارتی، و بدون نیاز به استفاده از ضرایب تعریف‌شده در پیوست ۱۱

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۱۹-۱ کلیات ۱

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد ۲

۱۹-۱-۲ میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها ۳

۱۹-۲ تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها ۷

۱۹-۲-۱ تعاریف ۷

۱۹-۲-۲ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین‌کننده و گروه‌بندی ساختمان‌ها ۲۸

۱۹-۳ مقررات کلی طراحی و اجرا ۳۳

۱۹-۳-۱ مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جویی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانهٔ ساختمان ۳۳

۱۹-۳-۲ روش‌های مختلف طراحی و به‌کارگیری نرم‌افزارهای در هماهنگی با مقررات ۳۷

۱۹-۴ ضوابط اجباری ۴۳

۱۹-۴-۱ الزامات کلی ۴۴

۱۹-۴-۲ پوستهٔ خارجی ساختمان ۴۴

۱۹-۴-۳ تأسیسات مکانیکی ۵۴

۱۹-۴-۴ تأسیسات برقی ۶۱

۱۹-۴-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ۶۶

۱۹-۵ روش تجویزی ۶۷

- به‌جای مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف و علائم، 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 بخش‌های این مبحث، برای استفاده هرچه آسان‌تر از متن آن، بعضی از پاراگراف‌ها دارای سبک قلم یا پشت‌زمینه متفاوتی، به شرح زیر هستند:

پشت زمینه خاکستری : توضیحات یا توصیه‌های غیر الزامی

سبک قلم (فونت) ایتالیک *Italic* : الزامات مطرح در زمان اجرا

در پایان، جا دارد از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و سازمان UNDP که این مرکز را با حمایت مالی در جهت دست‌یابی به اهداف تعیین‌شده در بازبینی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان یاری نمودند صمیمانه تشکر گردد.

کمیته تخصصی مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

۱۹-۵-۱ اصول کلی ۶۸
۱۹-۵-۲ پوسته خارجی ساختمان ۷۰
۱۹-۵-۳ تأسیسات مکانیکی ۹۰
۱۹-۵-۴ تأسیسات برقی ۹۶
۱۹-۵-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۱۷
۱۹-۶ روش موازنه‌ای (کارکردی) ۱۱۹
۱۹-۶-۱ اصول کلی ۱۱۹
۱۹-۶-۲ پوسته خارجی ساختمان ۱۲۰
۱۹-۶-۳ تأسیسات مکانیکی ۱۴۱
۱۹-۶-۴ تأسیسات برقی ۱۴۱
۱۹-۶-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۴۱
۱۹-۷ روش نیاز انرژی ساختمان ۱۴۵
۱۹-۷-۱ اصول کلی ۱۴۶
۱۹-۷-۲ شبیه‌سازی و انجام محاسبات ۱۴۹
۱۹-۷-۳ تأسیسات مکانیکی ۱۵۵
۱۹-۷-۴ تأسیسات برقی ۱۵۵
۱۹-۷-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۵۵
۱۹-۸ روش کارایی انرژی ساختمان ۱۵۷
۱۹-۸-۱ اصول کلی ۱۵۷
۱۹-۸-۲ شبیه‌سازی و انجام محاسبات ۱۶۱
۱۹-۸-۳ اصول، روش‌های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات ۱۶۲
پیوست ۱ فهرست واژگان (معادل انگلیسی) ۱۶۷

پیوست ۲ روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان ۱۷۳
پیوست ۳ گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه شهرها ۱۷۷
پیوست ۴ گونه‌بندی کاربری و گروه ساختمان‌ها ۱۸۹
پیوست ۵ برنامه زمانی بهره‌برداری ساکنین و عملکرد تجهیزات ۱۹۳
پیوست ۶ روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح ۲۰۵
پیوست ۷ ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول ۲۰۹
پیوست ۸ مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی ۲۲۱
پیوست ۹ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها ۲۳۱
پیوست ۱۰ سایه‌بان‌ها ۲۴۹
پیوست ۱۱ روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی ۲۶۵
پیوست ۱۲ اطلاعات تکمیلی در خصوص تأسیسات الکتریکی ۲۸۳
پیوست ۱۳ استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع ۳۰۱

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 شده‌است.

در ضمن، در پیوست‌های سیزده‌گانه این مبحث نیز اطلاعات تکمیلی و روش‌های محاسبه مربوط به بخش‌های مختلف مبحث ارائه شده‌است.

شایان ذکر است که رعایت الزامات تعیین‌شده در این مبحث، باید همواره با رعایت همزمان الزامات تعیین‌شده در دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان همراه باشد. برای مثال، علاوه بر رعایت ضوابط تعیین‌شده در این مبحث در مورد حداکثر میزان تهویه و تعویض هوا، تأمین حداقل هوای لازم برای سلامت ساکنان و احتراق دستگاه‌ها، باید در مطابقت با مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد

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

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

ب- سیستم‌ها و تجهیزاتی که در تأسیسات مکانیکی و برقی 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 می‌توانند 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؛

۱۹-۱ کلیات

در مبحث حاضر از مقررات ملی ساختمان ضوابط الزامی در طراحی و اجرا، در زمینه پوسته خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه 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 بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه شده‌است.

- ساختمان‌هایی که بنا به عملکرد خاستشان، 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 دائماً در حال نصب و برچیده‌شدن هستند؛
- ساختمان‌های موجود که اقدامات بازنوسازی و بهسازی بر روی آن‌ها محدود باشد؛

محدودیت‌های استفاده از روش‌های «تجویزی» (فصل ۱۹-۵) و «موازنه‌ای (کارکردی)» (فصل ۱۹-۶) در بخش ۱۹-۳-۲-۱-۱ تعیین شده‌است.

صلاحیت طراحی، برای استفاده از روش‌های «نیاز انرژی» (فصل ۱۹-۶) و «کارایی انرژی» (فصل ۱۹-۷)، توسط وزارت راه‌وشهرسازی تعیین می‌گردد.

۱۹-۱-۲ میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها

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

- ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)
- ساختمان کم‌انرژی (EC+)
- ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)

لازم به ذکر است EC مخفف Energy Compliant می‌باشد. علاوه بر رده‌های انرژی فوق، ساختمان‌های ویژه‌ای را نیز می‌توان طراحی کرد که دارای مصرف انرژی نزدیک به صفر هستند.

۱۹-۱-۲-۱ ساختمان 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 تعیین‌نشده در یکی از بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای ساختمان تحت همین عنوان، را نیز جواب‌گو باشد.

۱۹-۱-۲-۲ ساختمان 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 از بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای «ساختمان کم‌انرژی» (EC+)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای 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.

۱۹-۱-۲-۳ ساختمان 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 از بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای «ساختمان بسیارکم‌انرژی» (EC++)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای 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.

۱۹-۱-۲-۴ ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر (ECnZ)

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 بخش ۱۹-۸، برای «ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر » (ECNZ)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای 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.

۲-۱۹ تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها

۱-۲-۱۹ تعاریف

در این بخش، تعاریف عباراتی که در متن مبحث ۱۹ مورد استفاده قرار گرفته‌است ارائه می‌گردد. علاوه بر این، واژه‌های معادل به زبان انگلیسی در پیوست ۱ این مبحث ارائه شده‌است. لازم به توضیح است که تعاریف بعضی عبارات مورد استفاده در این مبحث با تعاریف ارائه‌شده در دیگر مباحث متفاوت است.

احداث

بنا کردن ساختمان بر زمین خالی.

ارزش حرارتی پایین (یا خالص)

مقدار حرارت (مگاژول) حاصل از احتراق یک واحد حجم (متر مکعب گاز خشک) یا یک واحد جرم (کیلوگرم) سوخت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در فشار ۱۰۱۳ بار، در صورتی که دمای گازهای ناشی از احتراق ۱۵۰ درجه سلسیوس باشد. در ارزش حرارتی خالص انرژی نهان بخار آب در نظر گرفته نمی‌شود.

ارزش حرارتی بالا (یا ناخالص)

مقدار حرارت (مگاژول) حاصل از احتراق یک واحد حجم (متر مکعب گاز خشک) یا یک واحد جرمی (کیلوگرم) سوخت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در فشار ۱۰۱۳ بار، در صورتی که انرژی گازهای ناشی از احتراق در دمای ۲۵ درجه سلسیوس معادل‌سازی می‌شود. در ارزش حرارتی ناخالص انرژی نهان بخار آب در نظر گرفته می‌شود.

اکونومایزر

یکی از انواع مبدل حرارتی که از گازهای داغ خروجی از اگزوز (اگزاست) جهت گرم کردن آب تغذیه بویلر (دیگ) استفاده می‌کند. اکونومایزر معمولاً از تعدادی لوله سری تشکیل شده‌است 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 جذب‌شده را افزایش دهند.

سامانه دیگری که به‌عنوان اکونومایزر معرفی می‌شود قسمتی از سیستم هوارسان است که در شرایطی که دمای خارج از میزان تعیین‌شده‌ای کمتر باشد، برای کاهش بار سرمایی ساختمان، بخش عمده هوای رفت دستگاه هوارسان را با هوای تازه تأمین می‌کند.

انرژی‌های تجدیدپذیر

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

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 از شرایط حرارتی ابراز رضایت می‌کنند. آسایش حرارتی به دما، رطوبت نسبی، سرعت هوا، دمای متوسط تابشی سطوح اطراف، میزان لباس و نوع فعالیت افراد وابسته است.

بازشو

عنصری در پوستهٔ خارجی ساختمان، مانند در، پنجره و نورگیر، با قابلیت باز شدن، برای دسترسی، تأمین روشنایی و دید به خارج.

در دوره گذر فصلی که سیستم‌های تأمین گرما و سرما خاموش هستند، امکان تهویه طبیعی از طریق بازشو فراهم می‌باشد.

در صورتی که تمهیدات و تجهیزات لازم در نظر گرفته شده‌باشد، این عنصر در تهویه، تعویض هوا و تأمین هوای احتراق دستگاه‌ها نیز می‌تواند مشارکت کند.

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.

بانک خازن (یا خازن)

سامانه مورد استفاده برای تأمین توان راکتیو مصرفی در موتورهای الکتریکی، لامپ‌های تخلیه الکتریکی در گاز، به توان اکتیو.

در استفاده از بانک خازن و یا خازن برای ارتقاء و اصلاح مقدار ضریب توان اولیه به مقدار مورد نظر، موارد زیر مطرح می‌باشد:

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 راکتیو برای برداخت هزینه‌ها می‌باشد.

ب) ضریب توان کل شبکه برق کمتر از مقدار ۰.۹۰ مشمول هزینه برداختی از بابت مقدار توان راکتیو خواهد بود، و مقدار ضریب توان کل شبکه برابر و یا بالاتر از رقم ۰.۹۰ مشمول برداخت هزینه بابت مقدار توان راکتیو نخواهد بود.

برچسب انرژی

برچسب تعیین‌شده توسط نهاد دارای صلاحیت قانونی، 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 یا بخشی از عناصر تشکیل‌دهنده تأسیسات مکانیکی و الکتریکی؛
- ایجاد تغییرات در عمکرد و کاربری فضاهای مختلف.

در این مبحث، برای اختصار، به‌جای واژه بازنوسازی نیز 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.

پلنوم

بخشی از ساختمان (برای مثال، فضای بین سقف سازه‌ای و سقف کاذب، یا کف سازه‌ای و کف کاذب) که می‌تواند به‌عنوان مسیر گردش هوا برای سیستم‌های گرمایی و تهویه مطبوع مورد استفاده قرار گیرد.

تغییر کاربری

تغییر نوع بهره‌برداری از یک ساختمان موجود. فهرست کاربری‌های ساختمان در پیوست ۴ این مبحث ارائه شده‌است.

توان آکتیو

بخشی از کل توان انرژی الکتریکی در شبکه تأسیسات برق که قابل تبدیل به توان‌های انواع دیگر انرژی‌ها می‌باشد.

توان راکتیو

بخشی از کل توان انرژی الکتریکی در شبکه تأسیسات برق که توسط تجهیزاتی نظیر موتورهای الکتریکی و لامپ‌های تخلیه الکتریکی در گاز مصرف می‌شود و قابل تبدیل به توان‌های انواع دیگر انرژی‌ها نیست.

توان ظاهری

اندازه برایند مؤلفه‌های توان آکتیو و توان راکتیو انرژی الکتریکی در شبکه تأسیسات برق.

توسعه

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

تهویه

فرایند جریان هوا (ورود و خروج هوا) در هر فضایی، به‌صورت طبیعی و یا با استفاده از تجهیزات مکانیکی، برای تأمین شرایط بهداشت ساکنین و بهره‌برداران، لازم است تمامی یا بخشی از هوای تهویه با هوای تازه تعویض شود (ر.ک. به تعریف «تعویض هوا»).

هوای تهویه ممکن است مطبوع شده باشد (ر.ک. به تعریف «تهویه مطبوع»).

در حالت تهویه مکانیکی، جابه‌جایی هوا با استفاده از سیستم‌های مکانیکی، نظیر فن، صورت می‌گیرد.

در حالت تهویه طبیعی، جابه‌جایی هوا در اثر جریان باد یا در اثر گرم یا سرد شدن هوا، از راه دریچه‌های پیش‌بینی شده برای این منظور، بازشوها، دودکش‌ها و هواکش‌های بدون موتور انجام می‌شود.

پنجره با عملکرد حرارتی بهبودیافته

پنجره‌ای با ضریب انتقال حرارت سطحی مساوی یا کمتر از ۳۱ $[W/m^2.K]$

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.

تایمر مدار روشنایی

سامانه قابل تنظیم برای کنترل و فرمان مدار روشنایی فضاهای معین، از طریق کلیدهای فشاری نصب شده در محل مورد نظر. تایمر امکان روشن نگه داشتن سیستم روشنایی برای یک مدت زمان معین و خاموش کردن آن، بعد از سپری شدن زمان تنظیم‌شده را فراهم می‌سازد.

تعداد دفعات تعویض هوا

نسبت دبی هوای تعویض‌شده (ر.ک. به تعریف «تعویض هوا») به حجم فضای کنترل‌شده مورد نظر.

تعویض هوا

فرایند جایگزین کردن مداوم بخشی از هوای فضاهای ساختمان با هوای تازه. میزان حداقل دبی هوای تازه (حجم هوای تعویض‌شده در واحد زمان) نباید کمتر از مقادیر تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان، جهت تأمین شرایط بهداشتی هوای داخل فضای کنترل‌شده باشد.

[illegible] ساختمان [illegible] کرده، مقدار چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان و یا محیط آن [illegible] خواهد [illegible]

چگالی توان سیستم روشنایی فضاها

[illegible] مقدار کل توان چراغ‌های یک فضا و یا محیط ساختمان بر مقدار مساحت فضا و یا [illegible] مقدار چگالی توان چراغ‌ها (به وات بر مترمربع) به‌دست می‌آید.

حسگر (سنسور) حرکت و حسگر حضور

[illegible] که به [illegible] و حرکت و یا حضور فرد یا افراد، بسته به مورد استفاده، باعث فعال‌شدن یکسری از چراغ‌ها یا دیگر سامانه‌های ساختمان می‌شود. در صورت مخیر بودن [illegible] روشنایی به این حسگرها، اگر حرکت و یا حضور در محیط وجود نداشته‌باشد، بعد از مدت [illegible] مشخص‌شده، فرمان خاموشی و یا به حداقل رساندن شدت روشنایی چراغ‌ها [illegible] می‌شود.

این حسگرها می‌توانند از نوع فروسرخ فعال (مادون قرمز اکتیو)، فروسرخ غیرفعال (مادون قرمز پاسیو)، فراصوتی (اولتراسونیک)، فرکانس بالا (مایکروویو) و میکروفونی (حساس به صدا) باشند، و یا ترکیبی از [illegible] مانند مطبق حسگرهای فراصوتی فروسرخ غیرفعال، در قالب یک حسگر، مورد استفاده قرار گیرند.

حسگر فروسرخ غیرفعال (مادون‌قرمز پاسیو)

[illegible] حساس به حرکت بدن افراد یا دیگر اجسام گرم، که در صورت حضور فرد در فضای داخلی [illegible] افراد و محدوده ساختمان، مدار روشنایی و یا سایر مدارهای لازم را فعال می‌کند. در [illegible] عدم حضور افراد، بعد از مدت زمان معینی که از قبل تنظیم شده است، مدارها را غیرفعال [illegible] چراغ‌ها را خاموش می‌نمایند.

حسگر فرکانس بالا (مایکروویو)

حسگر مورد استفاده در محوطه‌های بزرگ و محیط‌های گسترده ساختمان، به‌دلیل برد عمل (اکتیو) زیاد آن، در صورت حرکت افراد یا دیگر اجسام گرم، این حسگر فعال می‌شود، و فرمان [illegible] به مدار روشنایی و یا سایر مدارها صادر می‌کند.

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 در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست ۲).

جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_e)

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

چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان

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

حسگر میکروفونی

حسگری که در صورت وجود فعالیت و صدا در محیط، فعال می‌شود و فرمان لازم را برای صدور روشنایی و یا سایر مدارها صادر می‌کند.

حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی

حسگری که در صورت افت مقدار شدت روشنایی فضا و محیط اطراف ساختمان، مدار روشنایی را فعال و چراغ‌ها را روشن می‌نماید، و زمانی 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.

خیرگی

پدیده ناشی از مقدار ناخواسته و شدید نور یا تضاد (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.

دستگاه برق بدون وقفه (UPS)

دستگاه برقی که برای تغذیه برق تجهیزات و دستگاه‌های خاص، در فضاهایی نظیر مراکز کامپیوتر، مراکز داده، تأسیسات و تجهیزات برق سیستم‌های ایمنی، تجهیزات خاص پزشکی، تجهیزات محاسباتی و ارتباطی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد، تا خطر توقف کارکرد جریان برق، در زمان‌های قطع برق مرتفع گردد. دستگاه برق بدون وقفه می‌تواند از نوع استاتیک یا دینامیک باشد.

دستگاه برق بدون وقفه دینامیک (No Break)

نوعی دستگاه برق بدون وقفه، که با توجه به شرایط خاص ساختمانی دستگاه برق بدون وقفه استاتیک مرکزی، برای تأمین و تغذیه برق بدون وقفه و به‌صورت مرکزی، به‌کار می‌رود.

دمای تنظیم سیستم سرمایی

دمای مورد نظر برای هوای داخل، در اوقات گرم سال، که به‌عنوان ورودی، برای انجام محاسبات عددی، شبیه‌سازی و تعیین میزان نیاز و مصرف انرژی سالیانه ساختمان، به نرم افزار داده می‌شود. جهت اطلاع از میزان دمای تنظیم سیستم سرمایی کاربری‌های مختلف به جداول پیوست ۵ مراجعه شود.

دمای تنظیم سیستم گرمایی

دمای مورد نظر برای هوای داخل، در اوقات سرد سال، که به‌عنوان ورودی، برای انجام محاسبات عددی، شبیه سازی و تعیین میزان نیاز و مصرف انرژی سالیانه ساختمان، به نرم افزار داده می‌شود. جهت اطلاع از میزان دمای تنظیم سیستم گرمایی کاربری‌های مختلف به جداول پیوست ۵ مراجعه شود.

دیوار

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

راندمان (یا بهره نوری) لامپ‌های 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 (شار نوری) لامپ بر توان مصرفی لامپ می‌باشد. لازم به ذکر است که این راندمان در شرایط تغذیه لامپ با ولتاژ نامی آن می‌باشد.

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 سرمایی

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 دمای مبنا، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از دمای مبنا بالاتر است.

روز - درجهٔ گرمایی

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 دمای مبنا، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از دمای مبنا پایین‌تر است.

روش تجویزی

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

محدودیت‌های کاربرد این روش در بخش ۱۹-۳-۲-۱-۱ ارائه شده‌است.

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 تجدیدپذیر 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.

محدودیت‌های کاربرد این روش در بخش ۱۹-۳-۲-۱-۱ ارائه شده‌است.

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 بهره‌برداری، تابش خورشید، استفاده از سیستم‌های شیشه‌ای کارآمد و سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود.

زیربنای مفید (A_b)

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل‌شده در یک ساختمان.

ساختمان با مصرف انرژی نزدیک صفر (ECnZ)

ساختمانی که میزان کارایی انرژی آن در حدی است که مصرف انرژی سالانه آن برای گرمایش، سرمایش، تهویه و تأمین آب‌گرم مصرفی (در صورت محاسبه به روش کارایی انرژی)، طبق ضوابط تعیین‌شده (بخش ۱۹-۱-۲-۴ این مبحث)، نزدیک به صفر است.

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 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 ۱۹-۱-۲-۳ این مبحث) رعایت شده است.

ساختمان موجود

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

ساختمان نو

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

ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)

ساختمانی که در آن ضوابط تعیین‌شده در این مبحث (طبق بخش ۱۹-۱-۳-۲ این مبحث) رعایت شده است.

ساعت فرمان مدار روشنایی

سامانه مورد استفاده برای کنترل و فرمان مدار روشنایی محوطه و یا محیط اطراف ساختمان‌ها و یا فضاهای داخلی، با توجه به نیاز و شرایط طرح. این نوع ساعت قابل برنامه‌ریزی است، و در زمان معین، مدارهای لازم را، طبق برنامه‌ای مشخص، فعال و یا غیر فعال می‌نماید، و یا چراغ‌های روشنایی را، روشن و یا خاموش می‌کند.

سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی

سامانه مورد استفاده برای تغییر شدت روشنایی چراغ یا چراغ‌های یک فضا. کاربرد این سیستم‌ها عمدتاً در واحدهای ساختمان‌های مسکونی، سالن‌های تئاتر، نمایش و همایش و در برخی فضاهای خاص بناهای درمانی و یا در صورت نیاز در فضاهای اداری و صنعتی می‌باشد.

سطح خالص فضای کنترل‌شده

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

سیستم تولید همزمان حرارت و برق (CHP)

سامانه مولد برق نظیر موتور زنراتور، میکروتوربین، توربین و نظایر آن، برای تولید برق، و بهره‌گیری همزمان از گرمای تولیدشده توسط آن برای تأمین نیازهای گرمایی و دیگر کاربردها نظیر تأمین آب‌گرم مصرفی و بخار (ر.ک. به مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان).

سیستم تولید همزمان برودت، حرارت و برق (CCHP)

سامانه مولد برق نظیر موتور زنراتور، میکروتوربین، توربین و نظایر آن، برای تولید برق، و بهره‌گیری همزمان از گرمای تولیدشده توسط آن برای تأمین نیازهای گرمایی، سرمایی (با تجهیزاتی نظیر جیذب جذبی) و دیگر کاربردها نظیر تأمین آب‌گرم مصرفی و بخار.

سیستم حجم هوای متغیر (VAV)

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

سیستم (دستگاه یا راه‌انداز) تغییر سرعت (VSD)

سیستمی که بر اساس شرایط تقاضا (نیاز)، میزان جریان سیال از مولدهای تغذیه بسته و فن الکتریکی را با تغییر سرعت دورانی موتور آن کنترل می‌کند.

سیستم مدیریت 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 سیستم‌های تأسیسات برقی و مکانیکی مرتبط ، 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، امکان اتخاذ تصمیمات واقع‌گرایانه را فراهم می‌سازد.

سیستم مدیریت روشنایی

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.

در سیستم مدیریت روشنایی، کلیدها و حسگرهای هوشمند، سوییچ‌ها، کنترلرها (یا کنترل‌گرها) و مراکز کنترل، با قابلیت برنامه‌ریزی، تنظیم و اتصال به شبکه‌ها و سیستم‌های مختلف، از جمله سیستم مدیریت انرژی و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سیستم‌های کنترل روشنایی، عمل کنترل و فرمان می‌تواند برای یک مدار و یا گروهی از مدارهای روشنایی به‌کار رود.

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)

سامانه مبتنی بر رایانه، نصب‌شده در داخل ساختمان، برای کنترل و نظارت بر تجهیزات و سیستم‌های مرتبط با تأسیسات مکانیکی و الکتریکی داخل ساختمان، و همچنین سامانه‌های مرتبط با ایمنی، حفاظت در برابر حریق و اطفاء 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.

شار گرمایی (یا حرارتی)

مقدار گرما (انرژی حرارتی) منتقل شده در واحد زمان و در واحد سطح. واحد آن در دستگاه بین‌المللی یکاها وات بر مترمربع می‌باشد.

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 با داشتن پوشش‌های پایه فلزی خاص، متشکل از ذرات در مقیاس نانو، 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 یافته‌است. شیشه‌های شفاف به‌طور معمول گسیلندگی (ضریب گسیل) حدود ۰۸۵ دارند. در شیشهٔ کم‌گسیل کارآمد، این ضریب می‌تواند به میزان چشم‌گیری کاهش یابد و به ۰۰۲ برسد.

ضریب افت توان نوری چراغ (LLF)

نسبت روشنایی (به لومن) کاهش‌یافته یک منبع (در اثر عواملی نظیر گذشت زمان و کاهش بازدهی، کثیف‌شدن، ولتاژ اعمال‌شده) به روشنایی اولیه آن.

ضریب انتقال حرارت طرح (H)

مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاهای کنترل‌شده ساختمان یا بخشی از آن (در حالت پایدار)، 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 موازنه‌ای (کارکردی)، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌گردد.

ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ)

شار گرمایی یا توان حرارتی منتقل شده به‌ازای یک متر طول پل‌حرارتی (بخشی یک بعدی از پوستهٔ خارجی ساختمان)، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج (در حالت پایدار) برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت خطی [W/m.K] است.

ضریب انتقال حرارت سطحی (U)

شار گرمایی (توان حرارتی منتقل شده از سطحی از پوستهٔ خارجی ساختمان با مساحت یک مترمربع)، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج (در حالت پایدار) 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 بر واحد سطح انواع مختلف جدارهای تشکیل‌دهنده پوستهٔ خارجی ساختمان (مانند دیوار، سقف، کف، در، پنجره و دیگر جدارهای نورگذر)، 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 ($\hat{H}$)

حداکثر ضریب انتقال حرارت مجاز ساختمان یا بخشی از آن، که 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 هر یک از سطوح داخلی فضا در مساحت آن سطح تقسیم بر مجموع مساحت کل سطوح.

ضریب بهره چراغ (CU)

نسبت نور رسیده به یک سطح مشخص نزدیک به منبع نور، به کل نور منتشر شده توسط آن منبع.

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)

میزان شار گرمایی بین سطح جدار و هوای محیط مجاور، در حالت پایدار، زمانی که اختلاف دمای آنها یک درجه باشد.

ضریب کاهش انتقال حرارت (τ)

ضریبی برای در نظر گرفتن اثر کاهش اختلاف دمای بین فضاهای کنترل‌شده و فضاهای کنترل‌نشده (در مقایسه با اختلاف دمای بین فضاهای کنترل‌شده و خارج)، بر روی انتقال حرارت از سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده (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 m².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 عظم 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 شده‌است 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 ۲-۱۹-۲).

فضای کنترل‌شده

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان که دمای هوای داخل آن‌ها توسط تجهیزات سرمایی، گرمایی و تهویه مطبوع کنترل شود.

فضای کنترل‌نشده

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل‌شده در بر گیرنده آن‌ها نیست (همانند درز انقطاع هواندشده بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و بارگیری‌هایی که فاقد بایانه‌های گرمایشی و سرمایشی‌اند).

کاربری ساختمان

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

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 (سطح کار) توسط نور روز تأمین می‌گردد.

کفایت نور روز در فضا

درصدی از مساحت منطقه موردنظر (سطح کار)، که حداقل میزان شدت روشنایی تعیین‌شده برای درصد ساعات تعیین شده در طول سال تأمین می‌شود.

کلید قطع و وصل

یک نوع کلید برای قطع و وصل کردن مدارها و یا چراغ‌های روشنایی. با این روش قطع و وصل، مساحت تحت پوشش سیستم روشنایی به‌طور عام و در شرایط عددی، محدود به مقدار جریان مدار روشنایی. کلید محافظتی مدار و جریان نامی کلید قطع و وصل مدار است.

مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست. مقاومت حرارتی با R نمایانده می‌شود و یکای 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 شده‌است.

نهاد دارای صلاحیت قانونی

نهادی که صلاحیت آن برای انجام شرح خدمات تعیین‌شده تأیید گردیده‌است. نهاد دارای صلاحیت قانونی، برای تمامی موارد مطرح‌شده در این مبحث، به‌غیر از برحسب انرژی تجهیزات، توسط وزارت راه‌وشهرسازی مشخص می‌گردد.

در خصوص نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مورد استفاده در روش‌های «نیاز انرژی» و «کارایی انرژی»، نهاد دارای صلاحیت قانونی برای صحه‌گذاری و تأیید نرم‌افزار کمیته تخصصی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است.

واحد مسکونی

یک واحد خانه، متشکل از یک اتاق یا بیشتر، که امکانات کامل و مستقل (خواب، خوراک، بهداشت 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 انرژی در مصرف انرژی، که در این مبحث برای پوسته خارجی ساختمان‌ها مشخص شده‌است، به سه عامل ویژهٔ اصلی وابسته است. براساس این عوامل ساختمان‌ها گروه‌بندی می‌شوند. عوامل ویژهٔ اصلی تعیین‌کنندهٔ گروه ساختمان، به قرار زیر است:

- کاربری ساختمان؛

کنترل‌کننده اتوماتیک قابل برنامه‌ریزی (PLC)

این کنترل‌کننده برای فرمان و کنترل اتوماتیک برنامه‌ریزی شده و در مدارهای روشنایی و سایر مدارهای برقی به‌کار می‌رود. این سیستم حداقل دارای قابلیت‌های متعارف تماس برنامه‌پذیری و تنظیم ساعتی، روزانه، دوره‌ای، مقطعی و با تکراری، دارای یک تا چند کانال خروجی فرمان و کنترل، صفحه نمایش و صفحه کلید برای تنظیم و برنامه‌ریزی هر کانال به‌صورت مستقل، بر اساس مشخصات فنی تولید، می‌باشد.

گواهی‌نامه فنی معتبر

مدرک فنی تأییدکننده کارایی یک محصول و تطابق آن با مقررات ملی ساختمان. گواهی‌نامه فنی توسط یک نهاد دارای صلاحیت قانونی صادر می‌شود، و تاریخ اعتباری دارد که باید در زمان طراحی و اجرای ساختمان بررسی شود و از معتبر بودن آن اطمینان حاصل گردد.

محدودهٔ آسایش (حرارتی)

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

مقاومت حرارتی

مقاومت حرارتی یک لایه همگن (نوبر) از یک جدار، معکوس شار حرارتی گذرنده از لایه، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصورکننده لایه یک درجه باشد. برای یک لایه تشکیل‌شده از مصالح همگن، مقاومت حرارتی برابر است با نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن.

مقاومت حرارتی یک لایه هوای محبوس در یک جدار، مقاومت حرارتی معادل یک لایه هوای محبوس که در آن انتقال حرارت از طریق هدایت، همرفت و تابش، به‌صورت هم‌زمان صورت می‌گیرد. مقاومت حرارتی (لایه هوای محبوس) معکوس شار حرارتی است، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصورکننده لایه هوا یک درجه باشد.

مقاومت حرارتی لایه هوای مجاور سطح داخلی (یا خارجی) جدار، معکوس ضریب تبادل حرارت در سطح جدار، و یا معکوس شار حرارتی گذرنده از سطح داخلی (یا خارجی) جدار، زمانی که اختلاف دمای بین سطح داخلی (یا خارجی) جدار و هوای محیط داخل (یا خارج) یک درجه باشد.

۱۹-۲-۲-۱-۳ گونه‌بندی تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید ساختمان

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

- ساختمان‌های ۹ طبقه و کمتر با زیربنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع؛
- دیگر ساختمان‌ها (ساختمان‌های با بیش از ۹ طبقه یا با زیربنای مفید مساوی یا بیشتر از ۲۰۰۰ 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 را، مثل تعطیل قطعاً را متوقف کرد.
- استفادهٔ مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گونه‌ای که تعریف استفادهٔ منقطع بر آن صادق نباشد.

- درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه محل استقرار ساختمان؛
- تعداد طبقات و 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 شده‌است. 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.

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

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (رک. به پیوست ۲)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ دمای تعیین‌شده یا عدم امکان افزایش آن به مقدار بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس بالای 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 بسیار 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.

ب- گروه ساختمان (که براساس عوامل ویژهٔ اصلی تعیین شده و مطابق بند ۱۹-۲-۲-۲ تعیین می‌شود)؛

ج- نحوهٔ استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق زیربند ۱۹-۲-۳-۱-۵)؛

چ- روش مورد استفاده برای طراحی ساختمان، مطابق بخش ۱۹-۳-۲؛

ح- اطلاعات مهندس طراح و تاریخ طراحی؛

خ- رتبه انرژی ساختمان؛

د- مشخصات کمی عناصر پوسته خارجی (ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع)؛

ذ- مشخصات فنی مصالح و عناصر حرارتی مصرفی در ساختمان، مطابق بند ۱۹-۴-۲-۱ و ارائه تصویر صفحات مورد استفاده از مرجع مورد نظر (از جمله پیوست‌های ۷ و ۸ مبحث)؛

ر- مشخصات حرارتی جدارهای تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی ساختمان:

۱- 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؛

۲- مقاومت‌های حرارتی (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش تحویلی، مطابق فصل ۱۹-۵؛

۳- ضرایب انتقال حرارت (طرح و مرجع) ساختمان، در صورت استفاده از یکی از روش‌های موازنه‌ای (کارکردی) مطابق فصل ۱۹-۶ یا نیاز انرژی مطابق فصل ۱۹-۷ ـ کارایی انرژی مطابق فصل ۱۹-۸؛

۴- جزئیات مربوط به پنجره‌ها و نورگیرهای سقفی (طرح و مرجع) و بهره‌وری انرژی آن‌ها (ضریب انتقال حرارت، ضریب بهره گرمایی خورشیدی، ضریب عبور مرئی)؛

ز- مقدار نیاز انرژی ساختمان (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش نیاز انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۷؛

ژ- مقدار مصرف انرژی سالانه ساختمان (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش کارایی انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۸.

۱۹-۳ مقررات کلی طراحی و اجرا

لازم است تمامی مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جویی 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 چک‌لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

الف- مشخصات ساختمان (شامل آدرس، مشخصات مالک و ...)؛

ب- کاربری ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۱ و پیوست ۴)؛

پ- درجه انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۲ و پیوست ۳)؛

ت- سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۳-۱-۳)؛

- 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 گرمایی، سیستم سرمایی، 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 پوسته 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 (بیوست ۴) مشخص شده باشد.

جزئیات اجرایی پوسته 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 حرارتی باشند.

س- مشخصات کلی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی (طرح و مرجع) و مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی (گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویهٔ مطبوع و تأمین آب گرم)، و بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده، مطابق بند ۱۹-۴-۳-۳؛

ش- دفترچه محاسبات مکانیکی (شامل محاسبات بار سرمایی و گرمایی ساختمان، تعیین ظرفیت و بازدهی تجهیزات تأسیسات مکانیکی) در صورت طراحی با یکی از روش‌های «نیاز انرژی» و یا «کارایی انرژی»؛

ص- مشخصات کلی سیستم‌های الکتریکی و تجهیزات (طرح و مرجع) و مشخصات فنی سیستم‌های برقی (شامل موتورهای الکتریکی و سیستم‌های روشنایی)، و دفترچه محاسبات تأسیسات برقی (مرتبط با موضوع صرفه‌جویی در مصرف انرژی)، در صورت طراحی با یکی از روش‌های «نیاز انرژی» و یا «کارایی انرژی»؛

ض- امکان یا عدم امکان تأمین انرژی توسط سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر. در صورت وجود امکان تأمین، لازم است موارد زیر مشخص گردد:

۱- مشخصات فنی سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر مورد نیاز، و بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛

۲- حداکثر میزان برق و گرمای قابل تأمین توسط سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛

۳- جانمایی و متراژ محل‌های پیش‌بینی‌شده برای نصب سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، مطابق بخش ۱۹-۴-۵؛

۴- تمهیدات در نظر گرفته‌شده برای اتصال سیستم‌های بر پایه انرژی‌های 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 چک‌لیست انرژی، اطلاعات زیر نیز باید ارائه شوند.

- 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.

برای کنترل رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی در 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 روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)

استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)تنها در صورت تحقق پنج شرط زیر (به‌صورت هم‌زمان) مجاز است:

الف) نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) کمتر از ۴۰ درصد باشد؛

ب) زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع باشد؛

پ) تعداد طبقات (بدون احتساب طبقات مربوط به فضاهای کنترل‌نشده نظیر پارکینگ و انبار) کمتر یا مساوی ۹ طبقه باشد؛

ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق بیوست ۲) متوسط یا زیاد باشد؛

ث) ممنوعیت و محدودیتی در دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی، با توجه به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، در این خصوص، وجود نداشته باشد.

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 مصرف‌کننده یا کنترل‌کننده سیستم‌های تأسیسات مشخص و ذکر شده و نیز نقشه‌های تأسیسات برق نشان دهندهٔ 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 به‌کارگیری 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

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

۱۹-۳-۲-۱-۲ معرفی ویژگی‌های روش‌های طراحی ارائه شده

در جدول ۱۹-۳-۱ ویژگی‌های چهار روش طراحی ارائه شده در این مبحث نشان داده شده‌است.

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	نیاز به محاسبات عددی	محاسبه ساده با نرم‌افزارهای کاربرگی (مانند excel)	نیاز به شبیه‌سازی (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان نیاز انرژی سالیانه	نیاز به شبیه‌سازی بکپارچه (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان مصرف انرژی سالیانه
	تأسیسات مکانیکی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
	تأسیسات برقی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
امکان دست‌یابی به راه‌حل‌های اقتصادی	پوسته خارجی	×	✓ به‌صورت جزئی	✓ به‌صورت جزئی	✓✓
	تأسیسات مکانیکی	×	×	×	
	تأسیسات برقی	×	×	×	
سهولت کنترل نظارت	پوسته خارجی	ساده	نسبتاً ساده	نسبتاً پیچیده	پیچیده
	تأسیسات مکانیکی	ساده	ساده	ساده	
	تأسیسات برقی	ساده	ساده	ساده	
دامنه کاربرد		ساختمان‌های کم‌ارتفاع بخش ۱۰-۱۵ و بخش ۱۰-۲-۳-۱۹	ساختمان‌های همه‌ارتفاع بخش ۱۰-۱۵ و بخش ۱۰-۲-۳-۱۹	ساختمان‌های همه‌ارتفاع بخش ۱۰-۱۵	ساختمان‌های همه‌ارتفاع بخش ۱۰-۱۹
نیاز به مشخص انرژی برای طراحی	پوسته خارجی	×	×	نیاز به مشخص کردن میزان مصرف انرژی	سرمایه به کار گروهی متخصصین مدل‌سازی تئوری
	تأسیسات مکانیکی	×	×	×	
	تأسیسات برقی	×	×	×	
امکان طراحی به‌صورت یکپارچه		×	✓ به‌صورت جزئی (بین اجزای پوسته خارجی)	✓ به‌صورت جزئی (بین اجزای پوسته خارجی)	✓✓

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

لازم است در صورت طراحی مطابق روش‌های نیاز انرژی (فصل ۱۹-۷) یا کارایی انرژی (فصل ۱۹-۸)، نرم‌افزارهای رایانه‌ای اعتبارسنجی شده بر اساس استانداردهای معتبر و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی مورد استفاده گیرد. ویژگی‌های حداقل نرم‌افزارها، برای روش نیاز انرژی در بخش ۱۹-۷-۱-۱، و برای روش کارایی انرژی در بخش ۱۹-۸-۱-۱ تعیین شده‌است.

۱۹-۴ ضوابط اجباری

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

برای ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳ (مطابق بیوست ۴مبحث۱)، ضمن تطبیق 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 بوسته 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 پروژه‌های نو (نوسازی) ساختمان‌های گروه ۱ تا ۴، رعایت ضوابط تعیین‌شده در فصل 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.

در مورد تمامی پروژه‌های بازنوسازی و بهسازی نیز موارد زیر توصیه می‌شود:

- در مورد تمامی پروژه‌های بازنوسازی و بهسازی اساسی، حتی‌الامکان الزامات مربوط به ساختمان‌های نو (نوسازی) مورد رعایت قرار گیرد؛
- در صورتی که بهسازی محدود به نما باشد، حتی‌الامکان مقاومت حرارتی نما در حدی افزایش یابد که مساوی یا بیشتر از مقادیر تعیین‌شده در روش تجویزی (رک. به بخش ۱۹-۵-۲) شود؛
- در صورتی که بهسازی محدود به مسقف کردن یک بخش روباز ساختمان و تبدیل آن به فضای کنترل‌شده باشد، حتی‌الامکان مقاومت حرارتی عناصر قسمت بهسازی‌شده در حدی افزایش یابد که مساوی یا بیشتر از مقادیر تعیین‌شده در روش تجویزی (رک. به بخش ۱۹-۵-۲) شود.

۱۹-۴-۲ پوستهٔ خارجی ساختمان

۱۹-۴-۲-۱ مشخصات 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 نحافظ 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 مطرح‌شده توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی 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 به پایان رسیده‌باشد، لازم است آن را با محصول (دارای گواهی‌نامه فنی معتبر) دیگری که مشخصات مشابه یا بهتر دارد جایگزین شود. در صورت عدم وجود چنین محصولی، لازم است 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 مقاومت حرارتی تمامی جدارهای پوسته خارجی ساختمان‌های بند ۱۹-۱-۱ 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 گروه از نظر عملکرد حرارتی تعریف شده‌است (جدول ۱۹-۴-۲). علاوه بر این، لازم است موارد زیر در ارتباط با جدارهای نورگذر مورد رعایت قرار گیرد:

- شیشه‌های مورد استفاده برای جدارهای نورگذر نباید به‌هیچ وجه مانع بهره‌گیری از روشنایی طبیعی شوند. برای این منظور، لازم است:
  - ضریب عبور مرئی به ضریب بهره گرمایی خورشیدی (T_v SHGC) بیشتر از ۱.۰ باشد.
  - ضریب عبور مرئی (T_v) جدارهای نورگذر بیشتر از ۰.۴۸ باشد. کاربرد جدارهای نورگذر با ضرایب عبور مرئی (T_v) مساوی یا کمتر از این مقدار تنها زمانی مجاز است که دلایل فنی کافی برای تأمین روشنایی طبیعی ارائه شود و طراحی ساختمان به روش نیاز انرژی یا کارایی انرژی صورت گیرد.
- *در صورت استفاده از فراورده‌ها و یا تجهیزات با عملکرد حرارتی بهبود یافته، لازم است مدارک رسمی (صادر شده یا تأییدشده توسط نهاد دارای صلاحیت قانونی) 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 غیراین‌صورت، لازم است مقادیر تعیین‌شده در پیوست ۹ این مبحث در محاسبات ملاک عمل قرار گیرد.

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

گروه		جنس پنجره	نوع شیشه	حداقل رده برچسب انرژی پنجره
کارایی بهبودیافته	کارایی بالا	یوپی‌وی‌سی آلومینیومی گرماشکن چوبی	چند جداره	C**
	کارایی متوسط	یوپی‌وی‌سی آلومینیومی گرماشکن چوبی	دوجداره	F**
ساده		تمام انواع	تمام انواع	-

* توضیح: برای دست‌یابی به پنجره با کارایی بهبودیافته، لازم است علاوه بر کاهش ضریب انتقال حرارت، با انتخاب جزئی مناسب (پروفیل پنجره، شیشه و گاز)، تمهیدات لازم در نظر گرفته‌شود تا ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC) و ضریب عبور نور مرئی (T_{vis})، متناسب با منطقه اقلیمی، جهت‌گیری و ابعاد پنجره، در بازه‌های تعیین‌شده قرار داشته باشد. معیار مناسب بودن یک پنجره رده انرژی آن می‌باشد که در برچسب انرژی پنجره تعریف شده‌است.

** توضیح: مطابق استاندارد مربوطه در پیوست ۱۳

۱۹-۴-۲-۴ ارتباط فضاهای کنترل‌شده با دیگر فضاها

فضاهای کنترل‌شده ساختمان نباید به‌طور مستقیم با فضاهای کنترل نشده یا فضای خارج در ارتباط باشند و باید به‌نحو مناسبی از یکدیگر جدا شوند. در فضاهای کنترل‌شده برنرده، باید درهای ارتباطی با فضای خارج به‌صورت خودکار بسته شوند یا از نوع گردان باشند.

۱۹-۴-۲-۵ جدارهای مجاور دیگر ساختمان‌ها

در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که، با درز انقطاع از ساختمان قطعه مجاور جدا شده‌است، 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.

۱۹-۴-۲-۶ درزبندی جدارها

۱۹-۴-۲-۶-۱ میزان نشت هوای مجاز ساختمان

درزبندی جدارهای ساختمان‌های با رده‌بندی‌های مختلف باید به‌گونه‌ای باشد که میزان نشت هوا تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال کمتر از محدودکننده‌ترین مقدار ارائه‌شده در جدول ۱۹-۴-۳ باشد.

جدول ۱۹-۴-۳ میزان حداکثر نشت هوای مجاز تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال

رده انرژی	نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت) l/h	نرخ تعویض هوای سطحی $\frac{m^3}{m^2.h}$ یا m/h
EC	۳.۰	۹.۰
EC-	۱.۵۰	۴.۵۰
EC--	۰.۷۵	۲.۲۵

برای محاسبه نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت) لازم است نسبت دبی کل تعویض هوای ساعتی به حجم فضای کنترل‌شده ساختمان یا زون مورد نظر تعیین گردد. یکای مورد استفاده h^{-1} است.

برای محاسبه نرخ تعویض هوای سطحی لازم است نسبت دبی کل تعویض هوای ساعت به سطح مقید فضای کنترل‌شده ساختمان یا زون مورد نظر تعیین گردد. یکای مورد استفاده m/h است.

در صورتی که ارتفاع متوسط کف تا سقف فضاهای مورد نظر مساوی یا کمتر از ۳.۰ متر باشد، نرخ تعویض هوای حجمی محدودکننده‌تر خواهد بود. اگر که ارتفاع متوسط کف تا سقف فضاهای مورد نظر بیشتر از ۳.۰ متر باشد، نرخ تعویض هوای سطحی محدودکننده‌تر خواهد بود.

در ساختمان‌های کم‌انرژی (EC^-) و بسیار کم‌انرژی (EC^{--}) ، 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.

۱۹-۴-۲-۶-۲ درزبندی عناصر ساختمانی و محل اتصال آنها به یکدیگر

تمامی درزهای بین عناصر زیر، باید به‌نحو مناسبی هوابندی شود:

- دیوار و بام، دیوار و کف، دیوار و بی؛

- محل ورود لوله، کانال و تجهیزات در دیوار، بام و کف؛

- اجزای سازه‌دهنده، داکت، پلنوم و عناصر مشابه؛

- پنجره و سقف‌کاذب دیوار.

در صورتی که هوابندی بوسیله خارجی یا یک لایه اضافی یا هوابند مخصوص تأمین نشود، باید اطمینان حاصل شود که سوراخ‌های ایجاد شده در آن، برای نصب سایبان، مدار برقی، کلید و پریز و نظایر آن هوابندی را تضعیف نمی‌کنند.

لازم است جزییات نصب بازشوها، اتصال کف شفلت به نما (خصوصاً در نماهای پرده‌ای)، اتصال نما به بام و کف، و همچنین درزبندی سقف کاذب، کانال و دودکش مطابق اصول معتبر و در هماهنگی با دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان باشد، تا هوابندی محل‌های اتصال قطعات و عناصر مختلف به یکدیگر دچار مشکل نشود.

۱۹-۴-۲-۶-۳ تأمین هوای تازه در صورت کاهش میزان نشت هوا

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 و هوای لازم برای احتراق دستگاه‌ها، در تمامی اوقات سال، به صورت طبیعی یا مکانیکی، فراهم گردد.

۱۹-۴-۲-۷ جزئیات عایق‌کاری حرارتی جدارها

برای عایق‌کاری حرارتی جدارها، لازم است جزییات طراحی و اجرا مطابق اصول تعیین‌شده توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی باشد.

۱۹-۴-۲-۸ محاسبه پل‌های حرارتی

در صورتی که طراح از روش تجویزی استفاده کند، و مقادیر مربوط به حالت‌های دارای پل حرارتی را مبنای تراحی 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 جدول روش موازنه نیز اثر پل‌های حرارتی در نظر گرفته شده‌است.

اگر طراح بخواهد مقادیر دقیق پل حرارتی را رأساً محاسبه نماید، باید این کار را با استفاده از داده‌ها یا روش‌های معرفی‌شده در پیوست ۱۱، برای برای تعیین پل‌های حرارتی و انجام محاسبات مربوط به آن، انجام دهد.

۱۹-۴-۲-۹ روشنایی طبیعی

۱۹-۴-۲-۹-۱ 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 شده است. 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 چهارده مقررات ملی ساختمان باشند.

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

۱۹-۴-۲-۹-۲ سطح کار

اگر محل سطح کار مشخص باشد، در این صورت شدت روشنایی مورد نیاز باید در سطح کار تأمین شود، مثل روشنایی روی سطح میز کار. در صورتی که ارتفاع سطح کار مشخص نباشد، برای سنجش شدت روشنایی 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، یک سطح افقی با ارتفاع کمتر از ۰٫۱۵ متر.

لازم است، برای سطوح کار، روشنایی تعیین شده در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.

در صورتی که هنگام طراحی محل سطح کار مشخص نباشد، با احتمال تغییر محل سطح کار در دوره بهره‌برداری وجود داشته‌باشد، مثل محل میزهای کار در یک اداره یا سالن بازار، 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.

۱۹-۴-۲-۹-۳ یکنواختی 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 ۱۹-۴-۴ باشد.

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

در این رابطه:

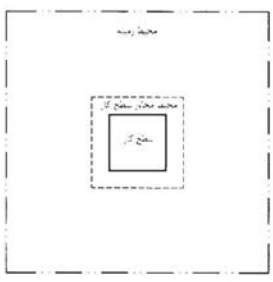
Ur: نسبت یکنواختی شدت روشنایی

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 ۱۹-۴- ۲).

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



شکل ۱۹-۴- ۲ محدوده‌های سطح کار، محیط مجاور سطح کار و محیط زمینه

جدول ۱۹-۴- ۴ 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

۱۹-۴-۲-۹-۴ خیرگی

به منظور برهیز از ایجاد خیرگی در فضای داخل، خورشید یا تصویر منعکس شده آن نباید در محدوده چشم ناظر، 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 تفکیک سیستم‌های گرم‌کننده و سردکننده فضاهای با نحوه بهره‌برداری متفاوت

درصورتی‌که از قسمتی از فضاهای ساختمانی غیرمسکونی با بهره‌برداری منفصل، به‌صورت مداوم استفاده شود، باید سیستم های گرم‌کننده و سردکننده این فضاها از سیستم مرکزی تفکیک و به‌صورت مستقل در نظر گرفته شود.

۱۹-۴-۳-۲ عایق‌کاری حرارتی

عایق‌کاری حرارتی تمامی لوله‌ها و مخازن آب گرم و سرد و لوله‌های حاوی سرد باید با استفاده از عایق‌های حرارتی دارای مهر استاندارد و یا گواهی‌نامه فنی معتبر، عایق‌کاری شوند.

۱۹-۴-۳-۲-۱ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

الف) مقاومت حرارتی تمام لوله‌ها و مخازن مورد استفاده در سیستم‌های سرمایی و گرمایی باید در هماهنگی با مقادیر تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی باشد.

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

در صورت استفاده از عایق‌های حرارتی انعطاف‌پذیر، لازم است محصولات مورد استفاده استاندارد و منطبق با روش نصب در نظر گرفته‌شده باشند. علاوه بر این، در زمان نصب، باید از فشرده کردن عایق و کاهش مقاومت حرارتی اسمی آن جلوگیری شود، و در زمان تحویل کار از نصاب عایق حرارتی، لازم است با انجام اندازه‌گیری‌ها و نمونه‌برداری‌های کافی (حداقل یک عدد برای هر ۱۰ متر طول لوله) اطمینان حاصل کند که ضخامت عایق حرارتی نصب‌شده دور لوله برابر با ضخامت در نظر گرفته‌شده در طراحی است.

ب) در سیستم‌های آب گرم مصرفی، تمام لوله‌های رفت‌وبرگشت باید مطابق با مقدار مشخص شده در مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان عایق‌کاری حرارتی گردد.

پ) در صورت عبور لوله‌های آب سرد یا مبرد از محیط‌های گرم، و وجود خطر گرم‌شدن آب سرد یا مبرد، لازم است عایق‌کاری حرارتی این بخش از مدار با عایق حرارتی با مقاومت حرارتی کافی صورت گیرد، تا خطر میعان سطحی بر روی عایق مرتفع گردد.

ت) مقاومت حرارتی مخزن‌ها در سیستم‌های سرمایی و گرمایی باید بیش از مقاومت‌های تعیین‌شده برای بالاترین قطر لوله‌های مرتبط با مخزن در شرایط مشابه باشد.

۱۹-۴-۳-۲-۲ عایق‌کاری حرارتی کانال

مقاومت حرارتی تمام کانال‌های واقع در فضای داخلی، خارجی و کنترل‌نشده باید در هماهنگی با مقادیر تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی باشد.

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

۱۹-۴-۳-۳ 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- ۵ و جدول ۱۹-۴- ۶ باشند.

ب) راندمان تجهیزاتی که برای آن‌ها برچسب انرژی در نظر گرفته نشده‌است، باید توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی صحه‌گذاری شود و از مقادیر درج شده در جدول ۱۹-۴- ۷ بیشتر باشد.

جدول ۱۹-۴- ۵ حداقل رده برچسب انرژی یا راندمان برای تجهیزات گازسوز *

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن گازسوز مخزن‌دار	۱۲۱۹-۲	E	D	D
آب‌گرم‌کن گازسوز فوری	۱۸۲۸-۲	D	C	B
رادیاتور گرمایی	۱۴۷۳۵	C	B	A
پکیج	۱۴۶۲۹	C	B	A
پکیج چگالشی	۱۴۶۲۹	A	A+	A++
بخاری گازسوز دودکش‌دار	۱۲۲۰-۲	E	D	C
بخاری گازسوز بدون دودکش	۷۲۶۸-۲	٪ ۸۰	٪ ۸۵	٪۹۰
بخاری‌های گازسوز مستقل نوع C		C	B	A
دیگ بخار	A1-۱۳۷۸۲	٪۷۸	٪۸۱	٪۸۲
دیگ و مشعل	۱۴۷۶۳	F	E	D

* توضیح: کلیه رده‌های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۹-۴- ۶ حداقل رده برچسب انرژی برای تجهیزات برقی *

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	C	B	A
فن (دمنده و مکنده)	۱۰۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کانال)	۲-۶۰۱۶ و ۱۰۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱۰۳۰۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	۱۰۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱۰۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۲-۳۶۷۸			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A*	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱۰۷۵۹	A2	A1	A1

* توضیح: کلیه رده‌های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۹-۴- ۷ حداقل بازدهی برای تجهیزات در سیستم گرمایی و سرمایی

دستگاه	شاخص بازدهی	بازدهی تجهیزات: ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
چیلر آب خنک	IPLV (۱)	۳.۷	۴.۳	۵.۲
	COP (۲)	۲.۸	۳.۵	۴.۷
چیلر هوا خنک	IPLV (۱)	۳.۰	۳.۵	غیر مجاز
	COP (۲)	۲.۷	۳.۰	غیر مجاز
چیلر جذبی	COP (۲)	۰.۹	۱.۳	۱.۷
بویلر چگالشی	(۳)	٪ ۹۰	٪ ۹۵	٪ ۹۸
بویلر غیرچگالشی	(۳)	٪ ۸۰	٪ ۸۵	غیر مجاز

۱) در مورد چیلر، هر دو مقدار IPLV و COP باید به‌صورت هم‌زمان مقادیر حدی مجاز را داشته باشند.

IPLV : Integrated Part Load Value

COP : Coefficient of Performance

۱) خنک‌کن هوایی

۲) بدون خنک‌کن

۳) بازدهی بر اساس ارزش حرارتی خالص

۱۹-۴-۳-۴ شرایط طرح داخل

الف) برای محاسبه بارهای حداکثر گرمایی و سرمایی ساختمان، باید دمای حداکثر ۳۲ درجه سلسیوس برای محاسبه بار گرمایی (وقات سرد سال)، و دمای حداقل ۲۴ درجه سلسیوس برای محاسبه بار سرمایی (اوقات گرم سال) در نظر گرفته شود.

ب) در صورتی که برای فضاهای با کاربری و شرایط خاص، مثلاً سردخانه، تأمین دماهای متفاوتی مورد نیاز باشد، طراح باید مستندات لازم برای تعیین شرایط طرح داخل را ارائه نماید.

ج) سیستم‌های مکانیکی تهویه و تأمین هوای تازه باید به کلید روشن-خاموش مجهز باشند، تا امکان خاموش کردن آنها، در مواقع عدم حضور ساکنین، بهره‌برداران و عوامل آلاینده‌کننده هوای داخل ساختمان، که نیازی به تأمین هوای تازه نیست، فراهم شود.

در صورتی که برای این منظور سامانه کنترلی در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به کلید روشن-خاموش نخواهد بود.

ح) سیستم‌های تخلیه هوا از ساختمان باید به کلید روشن-خاموش تجهیز شوند، تا در شرایط غیرکاری ساختمان و هنگامی‌که نیازی به تخلیه هوا نیست خاموش شوند، مگر آنکه مجهز به سامانه کنترل خودکار باشند.

د) در ساختمان‌های با کاربری عمومی، روشویی‌ها باید دارای شیرهای قطع‌کن اتوماتیک فنری یا شیرهای دارای چشم الکترونیکی با نظائر آن باشند.

ذ) برای همهٔ ساختمان‌های عمومی گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با سیستم گرمایی و سرمایی مرکزی، در نظر گرفتن سیستم کنترل و برنامه‌ریزی روزانه و هفتگی کارکرد تجهیزات مرکزی الزامی است.

۱۹-۴-۳-۷ سامانه‌های پایش عملکرد

الف) در ساختمان‌های عمومی گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که سیستم گرمایی و سرمایی مرکزی دارند، لازم است برای هر یک از واحدها یا بخش‌های مستقل ساختمان، سامانه‌های اندازه‌گیری مصرف انرژی نصب گردد، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده، برای کاهش مصرف انرژی در هر واحد یا هر بخش مستقل ساختمان، جداگانه محاسبه و عامد همان واحد یا بخش ساختمان گردد.

ب) در واحدها یا بخش‌های مستقل ساختمان، که آب گرم مصرفی آن‌ها با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، لازم است که تدابیر لازم جهت تفکیک مصارف آب‌گرم مصرفی به‌کار برده شود، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده برای کاهش مصرف و صرفه‌جویی هر واحد یا بخش مستقل ساختمان به‌صورت جداگانه محاسبه و عاید همان واحد یا بخش گردد.

۱۹-۴-۳-۵ تأمین هوای تازه

الف) حداکثر میزان هوای تازه تهویهٔ مکانیکی نباید از ۱۲۰ درصد حداقل میزان تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان بیشتر باشد.

ب) درصورتی‌که از سیستم‌های بازیافت انرژی از هوای خروجی استفاده شود، امکان افزایش میزان تهویه وجود دارد، ولی در هر صورت، میزان انرژی مصرفی برای تهویه و تأمین هوای تازه نباید از انرژی مصرفی در حالت بدون سیستم بازیافت تعیین شده در بند الف بیشتر باشد.

پ) در اوقات گذر فصلی، که سیستم‌های گرمایی و سرمایی خاموش هستند، محدودیتی برای میزان هوای تازه وجود ندارد.

۱۹-۴-۳-۶ سامانه‌های کنترل و برنامه‌ریزی

الف) هر پایانه سیستم گرم‌کننده و یا سردکننده، نظیر رادیاتور، فن کویل، صدار گرم‌کننده و یا سردکننده کف یا سقف، باید مجهز به یک سیستم کنترل ترموستاتیک باشد.

ب) هر سیستم هوارسانی سردکننده و یا گرم کننده تمام‌هوا باید مجهز به سیستم کنترل دمای هوای داخل باشد.

پ) هر نوع سیستم گرم‌کننده و یا سردکننده غیر مرکزی و مستقل، مانند بخاری گازی، بخاری برقی،کولر آبی و کولر گازی باید مجهز به سیستم‌کنترل دمای هوای اتاق باشد.

ت) تجهیزات رطوبت‌زنی، که به‌منظور کنترل رطوبت نسبی هوای داخل نصب می‌شوند، باید به سیستم کنترل رطوبت هوای داخل ساختمان مجهز باشند.

ث) تجهیزات تأمین کننده آب‌سرد و آب‌گرم سیستم‌های سردکننده و گرم‌کننده آبی باید مجهز به سیستم‌های کنترل دمای آب رفت مدارهای سردکننده و گرم‌کننده باشند.

ج) تجهیزات سیستم تأمین آب‌گرم مصرفی باید به سیستم کنترل دمای مستقل مجهز باشند. طراحی سیستم آب‌گرم مصرفی باید بر اساس ضوابط مباحث ۱۴ و ۱۶ مقررات ملی‌ساختمان انجام شود. دمای آب‌گرم مصرفی نباید بیش از ۶۰ درجه سلسیوس باشد.

چ) مدار برگشت آب‌گرم مصرفی باید مجهز به سیستمی باشد که کارکرد پمپ برگشت آب گرم مصرفی را، بر اساس دمای آب برگشتی، کنترل کند.

ب) محل استقرار پست برق، تأمین نیرو، و محل تابلو برق؛

پ) اثر شرایط محیط، از قبیل حداکثر و حداقل دمای محیط، ارتفاع از سطح دریا و رطوبت محیط در محل نصب تجهیزات برقی.

۱۹-۴-۴-۲ انشعاب برق

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

انشعاب برق فشار ضعیف باید با توجه به مقدار مصرف و شرایط حاکم، مطابق ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق، برای تأمین مصرف برق مورد نیاز ساختمان با انشعاب سه فاز یا ولتاژ نامی ۲۳۰ ۴۰۰ ولت و یا یک فاز با ولتاژ نامی ۲۳۰ ولت صورت گیرد.

یادآوری: در ساختمان‌هایی که با انشعاب برق فشار ضعیف تغذیه می‌شوند، اقدامات صرفه‌جویی در مصرف برق به بعد از نقطه سرویس مشترک (کنتور برق فشار ضعیف) محدود می‌شود.

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

انشعاب برق فشار متوسط باید 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 شود.

معیار بررسی و مقایسه، ترانسفورماتورهای فشار متوسط ولتاژ نامی برق فشار متوسط است، که می‌تواند ۱۱ یا ۲۰ یا ۳۳ کیلوولت باشد. معمول‌ترین ولتاژ فشار متوسط ۲۰ کیلوولت است.

در این سیستم، برق مورد نیاز ساختمان باید از طریق پست برق اختصاصی دارای ترانسفورماتور و یا ترانسفورماتورهای فشار متوسط و تابلوهای برق فشار متوسط، تأمین و تغذیه شود. در این انشعاب، علاوه بر نکات فوق، باید پارامترهای زیر مشخص گردد:

الف) تعداد پیمانه پست(ها) برق مورد نیاز

ب) تلفات ترانسفورماتور(ها)

پ) اثر شرایط اقلیمی

۱۹-۴-۳-۸ استخر آب‌گرم

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

علاوه بر این، لازم است در این نوع استخرها تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا آب استخر از ۲۸ درجه سلسیوس بیشتر نشود.

یادآوری: جکوزی‌ها و استخرهای درمانی از این امر مستثنی هستند.

۱۹-۴-۳-۹ انتخاب و نصب تجهیزات مناسب

الف: لازم است با در نظر گرفتن شیرهای بالانس و دیگر امکانات مورد نیاز، امکان متعادل کردن هیدرولیکی ادواری مدارهای توزیع سیستم‌های گرمایی و سرمایی فراهم گردد.

ب) نصب یک سیستم سایه‌اندازی مناسب برای کولر آبی و کندانسور هواخنک الزامیست.

پ) برای اختلاط آب گرم و سرد در آشپزخانه، سرویس بهداشتی و حمام، باید از شیرهای مخلوط هرمی استفاده شود.

۱۹-۴-۴ تأسیسات برقی

۱۹-۴-۴-۱ حوزه شمول و کلیات

اطلاعات کلی در خصوص حوزه وظایف و مسئولیت‌های شرکت برق و ضوابط مطرح در این خصوص در پیوست ۱۲ این مبحث ارائه شده‌است.

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

الف) نمودار مصرف برق در دوره کارکرد و بهره‌برداری و مقدار سالیانه و روزانه آن؛

ت) راندمان حداکثر و ضریب بار ترانسفورماتور(ها)

در ساختمان‌هایی که با انشعاب برق فشار متوسط تغذیه می‌شوند، اقدامات صرفه‌جویی در مصرف برق به بعد از نقطه سرویس مشترک (کنتور برق فشار متوسط)، یعنی در ترانسفورماتور پست برق، تجهیزات و شبکه توزیع و سیستم‌های مرتبط با تأسیسات برق ساختمان، محدود می‌شود.

ضوابط مطرح برای ترانسفورماتورها با ولتاژ نامی ۱۱ و ۳۳ کیلوولت مشابه ضوابط مطرح برای ترانسفورماتورها با ولتاژ نامی ۲۰ کیلوولت است.

۱۹-۴-۴-۳ مولد نیروی برق اضطراری

به‌هنگام طراحی و انتخاب مولد نیروی برق اضطراری، طراح باید ضرایب کاهش را، با توجه به نیاز طرح، شرایط محل نصب (محیط) و دیگر عوامل تعیین‌کننده، منظور نماید. لازم است داده‌های مورد نیاز برای طراحی از تولیدکنندگان سیستم‌های مولد نیروی برق اضطراری مطابق با استاندارد اخذ گردد.

نکات تکمیلی که توصیه می‌شود در طراحی و انتخاب مولد نیروی برق اضطراری مورد توجه قرار گیرد در بیوست ۱۲ این مبحث ارائه شده‌است.

۱۹-۴-۴-۴ دستگاه‌های برق بدون وقفه

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، باید 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:

الف) توان یا ظرفیت نامی دستگاه برق بدون وقفه استاتیک یا دینامیک

ب) زمان باردهی دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

پ) راندمان دستگاه‌های برق بدون وقفه استاتیک و دینامیک

ت) راندمان و تلفات انرژی شارژ و دشارژ باطری‌های دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

ث) مصرف برق مورد نیاز برای تهویه و یا تخلیه هوای لازم برای کاهش دمای محیط و فزایش راندمان 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

ج) عمر باطری‌ها و هزینه جایگزینی آن‌ها یا باطری‌های نو در دستگاه برق بدون وقفه استاتیک

چ) مصرف برق موتور راه‌انداز دستگاه برق بدون وقفه دینامیک

ح) مصرف سوخت و نیز تأمین شرایط و فضای لازم برای نصب منبع سوخت موتور نیروی محرکه دستگاه برق بدون وقفه دینامیک

خ) مدت زمان لازم برای قرار گرفتن در مدار تغذیه مصارف برق بدون وقفه و با مدت زمان وقفه برای هر یک از دستگاه‌های استاتیک و دینامیک

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

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

۱۹-۴-۴-۵ بانک خازن

با توجه به نیاز و شرایط طرح، در جهت کاهش مقدار توان راکتیو در شبکه توزیع بالادست محل نصب خازن، لازم است روی هر دستگاه و یا تجهیزات (منفرد)، یا برای گروهی از آن‌ها در تابلوهای فرعی (گروهی)، و یا بانک خازن متصل به تابلوهای برق نیمه‌اصلی، به‌صورت نیمه‌متمرکز و یا تابلوهای برق اصلی (مرکزی و متمرکز) خازن‌های الکتریکی در نظر گرفته‌شود ، تا بهبودهای زیر حاصل شود:

الف) افزایش قابلیت و راندمان شبکه در تأمین توان راکتیو،

ب) کاهش تلفات بار در شبکه توزیع و بهبود کارایی شبکه توزیع و اجزای تابلوهای برق،

پ) کاهش هزینه بهره‌برداری،

ت) کاهش توان راکتیو و صرفه‌جویی در هزینه پرداختی بابت آن

این خازن‌ها باید متناسب با توان راکتیو مورد نظر و مقدار متوسط و یا معادل ضریب توان مصرف‌کننده‌های برقی (ضریب توان اولیه) و ضریب توان اصلاح‌شده شبکه برق، محاسبه، انتخاب و نصب گردند. خازن منفرد بر اساس مقدار توان راکتیو، ضریب اولیه دستگاه و ضریب توان اصلاح شده، و نیز ظرفیت خازن گروهی و یا بانک خازن باید براساس مقدار توان راکتیو مورد نظر و مقدار متوسط و یا معادل ضریب توان مصرف‌کننده‌های برقی (ضریب توان اولیه) و ضریب توان اصلاح شده شبکه برق، محاسبه گردد.

۱۹-۴-۴-۶ تلفات بار در شبکه توزیع برق و سیم‌کشی برق

در بیوست ۱۲ نکات و توصیه‌ها در خصوص اقدامات قابل انجام برای کاهش تلفات بار در شبکه توزیع برق و سیم‌کشی برق ارائه شده‌است.

۱۹-۴-۴-۷ لامپ سیستم روشنایی مصنوعی

در تصمیم‌گیری برای انتخاب لامپ‌ها و اجزای آن‌ها، متناسب با نیاز و نوع فعالیت، و همچنین میزان و کیفیت روشنایی مورد نظر، لازم است شاخص راندمان (لومن بر وات) و یا بهره نوری لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی در اولویت اول قرار گیرد. موارد دیگری که در انتخاب لامپ‌ها و اجزای آن باید مدنظر قرار گیرند در بیوست ۱۲ مبحث ارائه شده‌است.

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، مجاز نمی‌باشد، مگر این‌که در طراحی و یا بهره‌برداری، ویژگی‌های خاصی مدنظر باشد که با دیگر لامپ‌ها قابل تأمین نباشد. در این حالت، لازم است طراح دلایل توجیهی خود را برای انتخاب‌های غیرمجاز ارائه نماید.

تبصره: یکی از موارد استثنای بند فوق، مجاز بودن استفاده از لامپ‌های هالوژن تنگستن (مداری)، با راندمان (یا بهره نوری) حدود ۱۹ تا ۲۲ لومن بروات، برای تأمین روشنایی صحنه (در تئاتر، آمفی‌تئاتر، و نظایر آن) است.

۱۹-۴-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

۱۹-۴-۵-۱ مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم

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

در چک‌لیست انرژی، لازم است میزان انرژی سالیانه تأمین‌شده 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، باید مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم برای فضای نصب صورت گیرد تا میزان انرژی قابل تأمین از محل انرژی‌های تجدیدپذیر (اعم از برق، حرارت و ...)، در آینده، کمتر از مقادیر زیر نباشد:

الف) ۲۰ کیلووات‌ساعت در مترمربع در سال برای ساختمان‌های یک طبقه؛

ب) ۳۲ کیلووات‌ساعت در سال به ازای 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.

۱۹-۴-۵-۲ موارد خاص

در موارد و در شرایط خاص که امکان استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی تجدیدپذیر به دلیل وضعیت استقرار ساختمان، از جمله سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و یا امکان تأمین مقادیر حداقل فراهم نمی‌باشد، لازم است دلایل فنی توجیهی ارائه گردد، و در مدارک فنی ساختمان، عدم امکان بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر به صراحت قید شود.

۱۹-۵ روش تجویزی

این روش یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث است. کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که شرایط تعیین‌شده در ۱۹-۳-۲-۱-۱۰ مورد رعایت قرار گرفته‌باشد. در حالتی که شرایط لازم 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.

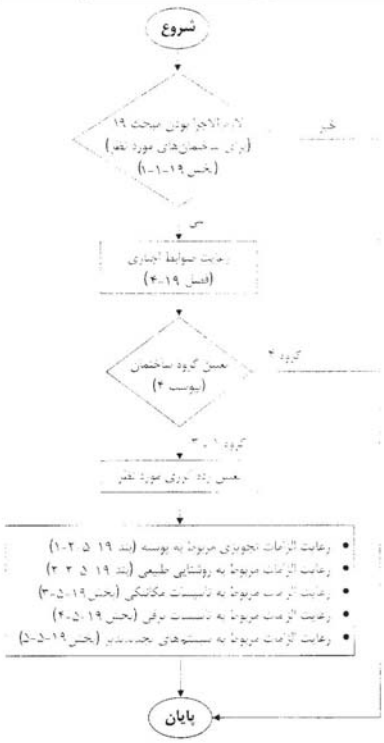
در روش تجویزی مشخصات عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم و تجهیزات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی، و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، با افزایش مقاومت حرارتی بعضی از حدارها و دست‌یابی به مقادیر بالاتر از حداقل‌های تعیین‌شده در این روش، امکان تخفیف گرفتن بر روی دیگر موارد فراهم نمی‌گردد.

در عین حال، این روش امکان طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیدپذیر) به‌صورت مستقل را فراهم می‌سازد.

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 بر پایه انرژی‌های 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.



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)

در هر یک از مجموعه راه‌حل‌های فنی، الزامات زیر در مورد مشخصات حرارتی حدارهای ساختمان باید مورد رعایت قرار گیرد:

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 حدارهای نورگذر برحسب:
- نسبت سطح قسمی (نسبت عالب گرمایی و به سرمایی)،
- جهت‌گیری جغرافیایی حدار 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.

- برای درهای کدر (غیر نورگذر) پوسته خارجی ساختمان، ضرایب انتقال حرارت حداکثر معادل مقادیر ارائه‌شده برای جدارهای نورگذر است.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد دیوار، بام و کف مجاور هوا فقط مربوط به قسمتی لایه‌های ضخامت جدارها است. بنابراین، لازم است مقاومت حرارتی عایق، با استفاده از مقادیر بیان‌شده در راه‌حل فنی و با در نظر گرفتن مقاومت حرارتی دیگر لایه‌های جدار، تعیین شود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد کف روی خاک تنها مربوط به لایه عایق حرارتی است.

۱۹-۵-۲-۱-۱ مقاومت حرارتی (طرح) جدارها

مقاومت حرارتی (طرح) جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول (پیوست ۷) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی و لایه‌های هوای محبوس‌شده (پیوست ۸) محاسبه گردد.

در صورتی که جدارهای تشکیل‌دهنده پوسته خارجی دارای قطعاتی باشند که در تولید پل حرارتی مورد نیاز هستند و باعث ایجاد پل حرارتی می‌شوند، لازم است مقاومت حرارتی (طرح) با در نظر گرفتن اثر حرارتی این قطعات محاسبه یا تعیین شود.

لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست ۹ این مبحث تعیین گردد.

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.

گواهی فنی باید حاوی داده‌ها و مقادیر مربوط به ضرایب هدایت حرارت یا مقاومت‌های حرارتی محصول، ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، اصول فنی نصب (اجرا)، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبه محصول باشد. مقادیر ارائه‌شده در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، ملاک طراحی و محاسبات است.

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

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - 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 رده انرژی ساختمان، باید مطابق با شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۱ باشند.

جدول ۱۹-۵- ۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن*	دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	دیوار مجاور فضای خارج				
EC	۱۲	۲۳	۲۳	۲۱	۱۰
EC+	۱۷	۳۳	۳۳	۳۰	۱۴
EC++	۲۴	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲۰

* 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 فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضای خارج ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی 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 [$W/m^2.K$]	SHGC		$T_v/SHGC$			U [$W/m^2.K$]	SHGC		$T_v/SHGC$		
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل			حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل		
جنوب	EC	۳٫۱	۰٫۶۰	-	-			۳٫۱	-	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	۳٫۱	-	-	-			۳٫۱	-	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	۳٫۱	۰٫۵۰	-	-			۳٫۱	-	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 حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۱ و ۲٫۸ [$W/m^2.K$] در نظر گرفته شود.

برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق پیوست ۱۰، در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین‌شده برای SHGC حداکثر و $T_v/SHGC$ حداقل نخواهد بود.

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف - 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 رده انرژی 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 [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از 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
	بام یا سقف مجاور فضای خارج	بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده			
EC	۲۳	۳۰	۳۳	۲۳	۱۰
EC+	۳۳	۴۳	۴۷	۳۳	۱۴
EC++	۴۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲۰

ث - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک - 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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۵ را جواب‌گو باشند.

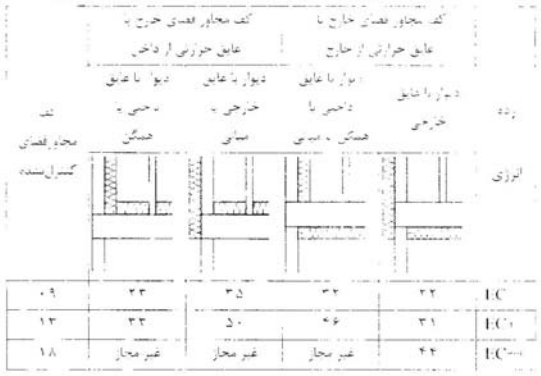
جدول ۱۹-۵- ۵ حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا - 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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۶ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵- ۶ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان



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

۵ 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 فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضای خارج ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۳-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی 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		
		$\frac{1}{U}$ [W/m².K]	SHGC	$\frac{T_v}{SHGC}$	$\frac{1}{U}$ [W/m².K]	SHGC	$\frac{T_v}{SHGC}$
		حداکثر	حداقل	حداقل	حداکثر	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳۱	۰/۴۰	-	۳۱	۰/۳۰	۱/۱
	EC+	۲۶	۰/۴۳	-	۲۶	۰/۳۳	۱/۵
	EC++	۲۴	۰/۴۵	-	۲۴	۰/۳۵	۱/۸
شمال	EC	۳۱	-	-	۳۱	-	۱/۱
	EC+	۲۶	-	-	۲۶	-	۱/۵
	EC++	۲۴	-	-	۲۴	-	۱/۸
بهجز جنوب و شمال	EC	۳۱	۰/۳۵	-	۳۱	۰/۲۵	۱/۴
	EC+	۲۶	۰/۳۵	-	۲۶	۰/۲۵	۱/۷
	EC++	۲۴	۰/۳۵	-	۲۴	۰/۲۵	۲/۰

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳۴، ۳۴ و ۳۱ [$W/m^2.K$] در نظر گرفته شود.

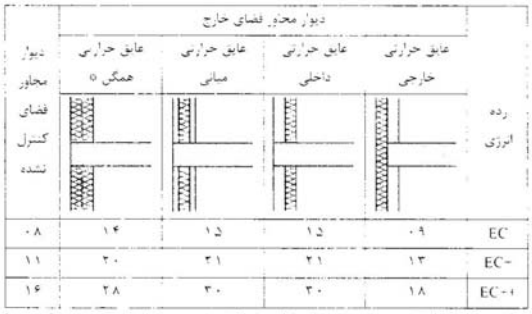
برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق پیوست ۱۰، در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین‌شده برای SHGC حداکثر و $\frac{T_v}{SHGC}$ حداقل نخواهد بود.

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

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - 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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۶ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵- ۶ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۲ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان



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

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

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا - 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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۹ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۹ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوای ساختمان گروه ۲ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف - 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 رده انرژی 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 [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاورفضای کنترل‌نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن با میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
EC	۱۸	۲۲	۲۴	۱۸	۰۸
EC+	۳۶	۳۱	۳۴	۲۶	۱۱
EC++	۳۶	۴۲	۴۸	۳۶	۱۶

۱۹-۵-۳-۱-۲-۴ راه‌حل‌های فنی ضراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۳

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۳

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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۱۱ را جواب‌گو باشند.

جدول ۱۹-۵-۱۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۳ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن ◎	
EC	۰۸	۱۳	۱۳	۱۱	۰۷
EC+	۱۱	۱۷	۱۷	۱۶	۱۰
EC++	۱۰	۲۴	۲۴	۲۲	۱۴

◎ دیوارهای [illegible] جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسته دیوارهای با عایق همگن در نظر گرفته [illegible]

ث- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک - 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 رده انرژی 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 [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

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

نمایی جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌نشده مرتبط با فضای خارج ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی 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/m²K]	SHGC		T_{vis}	U [W/m²K]	SHGC		T_{vis}
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳.۱	۰.۳۵	۰.۶۵	-	۳.۱	۰.۳۰	۰.۵۵	۱۱
	EC+	۲.۸	۰.۳۸	۰.۶۲	-	۲.۸	۰.۳۳	۰.۵۳	۱۳
	EC++	۲.۶	۰.۴۰	۰.۶۰	-	۲.۶	۰.۳۵	۰.۵۰	۱۵
شمال	EC	۳.۱	-	-	-	۳.۱	-	-	۱۱
	EC+	۲.۸			-	۲.۸	-	-	۱۳
	EC++	۲.۶	-	-	-	۲.۶	-	-	۱۵
بقیه جهت‌ها	EC	۳.۱	۰.۳۵	۰.۵۵	-	۳.۱	۰.۲۵	۰.۴۵	۱۴
	EC+	۲.۸	۰.۳۵	۰.۵۲	-	۲.۸	۰.۲۵	۰.۴۲	۱۶
	EC++	۲.۶	۰.۳۵	۰.۵۰	-	۲.۶	۰.۲۵	۰.۴۰	۱۸

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳.۴، ۳.۴ و ۳.۱ [$W/m^2.K$] در نظر گرفته شود.

برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق بیوست ۱۰، در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین‌شده برای SHGC حداکثر و T_{vis} SHGC حداقل نخواهد بود.

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف - 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 رده انرژی 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 [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام با سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام با سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاورفضای کنترل‌نشده
	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	۱۶	۱۹	۲۰	۱۶	۰.۷
EC+	۲۳	۲۷	۲۹	۲۳	۱۰
EC++	۳۲	۳۸	۴۰	۳۲	۱۴

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا - 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 رده انرژی 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 [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		کف مجاورفضای کنترل‌نشده
	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	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 - ساختمان گروه ۳

کف‌های مجاور خاک ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به موقعیت کف و رده انرژی 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 [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری سراسری با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری سراسری با عرض حداقل ۵۰ سانتی‌متر
EC	۰.۵	۰.۵	۰.۵	۰.۵
EC+	۰.۵	۰.۷	۰.۵	۰.۵
EC++	۰.۵	۱.۰	۰.۵	۰.۶

۱۹-۵-۲-۲ روشنایی طبیعی

در روش تجویزی، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری تعیین شده در بند ۱۹-۴-۲-۹، ضروری است که ضوابط این بند برای طراحی ساده‌سازی شده (دستی) روشنایی طبیعی نیز رعایت شود.

برای تعیین درصد سطح فضاهای بهره‌مند از روشنایی طبیعی، بدون انجام شبیه‌سازی عددی، لازم است با استفاده از روابط تعریف‌شده در این بخش، میزان عمق و عرض فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی تعیین گردد. درصد مساحت فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی برای رده‌های مختلف انرژی باید مساوی یا بیش از مقادیر تعیین‌شده در جدول باشد.

جدول ۱۹-۵- ۱۶ مقادیر حداقل درصد مساحت فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی، برای پهنه‌های مختلف انرژی

پهنه انرژی	درصد مساحت (Ap)
۱-C	۵۵
۲-C	۶۵
۳-C	۷۵

در صورتی که Ap بیشتر از ۸۵ درصد باشد، توصیه می‌شود با انجام کنترل‌های لازم از عدم بروز خیرگی اطمینان حاصل شود.

میزان عمق نفوذ روشنایی طبیعی در فضای داخل برابر است با کمترین مقدار به‌دست آمده، با استفاده از رابطه (۱۹-۵- ۱) و یکی از دو رابطه (۱۹-۵- ۲) و (۱۹-۵- ۳)، بسته به وجود یا عدم وجود سایه‌بان:

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

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 تمام‌شده بر حسب متر

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

برای پنجره‌های فاقد سایبان

$$L=2.5 \times H \qquad (۲-۵-۱۹)$$

برای پنجره‌های دارای سایبان:

$$L=2.0 \times H \qquad (۳-۵-۱۹)$$

برای تعیین عمق نفوذ نور در ارتفاع سطح کار باید از رابطه (۱۹-۵- ۴) استفاده کرد:

$$l= (H-h)/(H/L) \qquad (۴-۵-۱۹)$$

l = عمق نفوذ نور در ارتفاع سطح کار بر حسب متر

h= ارتفاع سطح کار از کف تمام شده بر حسب متر

برای در نظر گرفتن اثر موانع خارجی جلوی پنجره، لازم است با استفاده از جدول ۱۹-۵- ۱۷ تا جدول ۱۹-۵- ۱۹، ضریب کاهش عمق فضا تعیین گردد:

جدول ۱۹-۵- ۱۷ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره) برای شدت روشنایی ۳۰۰-۱۰۰ لوکس

زاویه رؤیت 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- ۱۸ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره)برای شدت روشنایی ۵۰۰-۳۰۰ لوکس

زاویه رؤیت 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- ۱۹ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره)برای شدت روشنایی ۷۰۰-۵۰۰ لوکس

زاویه رؤیت 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 از هر طرف آن ۱٫۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

اگر در مجاورت پنجره مورد نظر، پنجره دیگری قرار داشته باشد و فاصله افقی بین دو پنجره کمتر از ۲٫۰۰ متر باشد، در این صورت، به‌جای یکی از فاصله‌های ۱٫۰۰ متری، نصف فاصله افقی بین دو پنجره ملاک عمل قرار می‌گیرد.

اگر در فاصله عرض پنجره به اضافه یک متر از طرفین یک مانع کدر، نظیر تیغه داخلی، وجود داشته باشد، در این صورت، به‌جای یک متر، فاصله پنجره تا مانع مزبور در محاسبه عرض فضا منظور می‌شود.

برای نماهای شیشه‌ای، عرض فضای بهره‌مند از نور طبیعی همان عرض اتاق است.

برای محاسبه عرض فضای روشن شده با نور طبیعی پنجره‌ها و نورگیرهای سقفی، در جهت افقی از هر طرف عرض پنجره فاصله مضاعفی مساوی عرض بازشوی نورگذر آن پنجره در نظر گرفته می‌شود، و به آن یکی از مقادیر زیر اضافه می‌شود:

- ارتفاع کف تمام شده تا سقف برای نورگیرهای سقفی و پنجره‌های سقفی دندانه‌ای.
- ۱٫۵ برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های زیر سقفی یا برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های سقفی دندانه‌ای.

در اینجا 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 سینه 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 جهت پنجره مورد نظر با یکی از جهات اصلی جغرافیایی منطبق نباشد، نزدیک‌ترین جهت اصلی جغرافیایی ملاک عمل قرار می‌گیرد.

۳-۵-۱۹ تأسیسات مکانیکی

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

۱-۳-۵-۱۹ عایق‌کاری حرارتی

تمامی لوله‌های آب گرم در سیستم آب‌گرم مصرفی، علاوه بر رعایت ضوابط بند ۳-۴-۱۹ ۲ باید، طبق ضوابط زیربند ۱۹ ۵ ۳ ۱ ۱ و تمامی کانال‌های انتقال هوا در سیستم‌های گرمایی و سرمایی طبق ضوابط زیربند ۱۹-۵-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی شوند.

جدول ۱۹-۵- ۲۱ ضریب افزایش مقاومت حداقل تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان (R_{12})

رده انرژی	لوله یا مخزن یا کانال واقع در	
	فضای خارجی یا کنترل‌نشده	فضای داخلی*
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۱٫۰۰	۱٫۰۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۱٫۶۰	۱٫۴۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۲٫۵۰	۲٫۰۰
* لازم است دو متر قبل و بعد از قسمتی از لوله یا کانال، که در معرض فضای خارجی یا کنترل نشده قرار دارد، مشابه بخش در معرض فضای خارجی یا کنترل‌نشده عایق‌کاری حرارتی شود.		

۱۹-۵-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی کانال‌ها

برای تعیین مقاومت حرارتی حداقل تمامی کانال‌های فضای داخلی، خارجی و کنترل‌نشده لازم است به مقاومت حرارتی حداقل تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان (R_{12})، بسته به رده انرژی ساختمان، ضریب افزایشی برابر با مقدار تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۲۱ اعمال شود.

۱۹-۵-۳-۲ بازیافت انرژی

۱۹-۵-۳-۲-۱ بازیافت انرژی در سیستم‌های هوارسان

در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC++)، در صورت استفاده از سیستم هوارسان، لازم است موارد زیر، برای بازیافت انرژی، مورد رعایت قرار گیرد:

الف) استفاده از سامانه‌های بازیافت انرژی در سیستم‌های سرمایی مناطق گرم (با نیاز سرمایی غالب طبق پیوست ۳) و سیستم‌های گرمایی مناطق سرد (با نیاز گرمایی غالب طبق پیوست ۳)، در صورتی که دبی کل دستگاه از مقادیر جدول ۱۹-۵- ۲۲ و جدول ۱۹-۵- ۲۳ بیشتر باشد الزامی است.

۱۹-۵-۳-۱-۱ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

در سیستم‌های آب گرم مصرفی، تمام لوله‌های رفت‌وبرگشت باید مطابق جدول ۱۹-۵- ۲۰ بر اساس هر یک از رده‌های انرژی ساختمان عایق‌کاری حرارتی شوند.

جدول ۱۹-۵- ۲۰ حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله آب گرم مصرفی [$m^2.K/W$]

رده انرژی	قطر نامی لوله	
	کمتر از ۳۲ میلی‌متر	۳۲ میلی‌متر و بیشتر
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۰٫۸۰	۱٫۳۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۱٫۱۵	۱٫۸۵

برای تعیین مقاومت حرارتی حداقل تمامی لوله‌ها (به استثنای لوله‌های سیستم‌های آب گرم مصرفی) و مخازن سیستم‌های گرمایی و سرمایی واقع در فضای داخلی، خارجی و یا کنترل‌نشده، لازم است به مقاومت حرارتی حداقل تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان (R_{12})، بسته به رده انرژی ساختمان، ضریب افزایشی برابر با مقدار تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۲۱ اعمال شود.

جدول ۱۹-۵- ۲۴ کاهش نسبی اختلاف آنتالپی برای سیستم‌های بازیافت انرژی مجاز

رده انرژی	کاهش نسبی اختلاف آنتالپی هوای ورودی و هوای تخلیه (درصد)
ساختمان کم‌انرژی (EC−)	۶۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC−−)	۷۰

پ) در سیستم‌های با ساعت کارکرد کم، که کمتر از ۵۰۰ ساعت در سال تأمین هوای تازه دارند، نیازی به سامانه بازیافت انرژی نیست.

۱۹-۵-۳-۲-۲ بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم‌های آب‌خنک

در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC−−)، در کندانسورهای سیستم‌های آب‌خنک، لازم است موارد زیر، برای بازیافت انرژی، مورد رعایت قرار گیرد:

الف) استفاده از سامانه بازیافت انرژی برای گرم‌کردن و یا پیش‌گرم‌کردن آب‌گرم مصرفی، در صورتی که میزان گرمای دفع شده از کندانسور بیشتر از ۱۸۰۰ کیلووات و بار آب‌گرم مصرفی بیشتر از ۳۰۰ کیلووات باشد و آن سیستم به‌صورت ۲۴ساعته کار کند، الزامی است.

ب) سامانه بازیافت انرژی در کندانسورها در صورتی قابل قبول است که بتواند دمای آب در زمان اوج مصرف آب را، با پیش‌گرم کردن، حداقل به ۳۰ درجه سلسیوس برساند و یا تا ۶۰ درصد انرژی تخلیه‌شده از کندانسور در شرایط طراحی را بازیافت نماید.

پ) در صورت عدم رعایت بند (الف)، لازم است کاهش مصرف انرژی سیستم سرمایی و یا گرمایی، به‌میزان معادل اقدامات تعیین‌شده در بند (ب)، با استفاده از فناوری‌های دیگر، نظیر سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، یا سیستم‌های تولید هم‌زمان مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی، انجام شود.

جدول ۱۹-۵- ۲۲ 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 بیشتر یا مساوی ۸۰ ٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰ ٪
EC+	سرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
	گرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
EC++	سرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)
	گرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز (هوارسان)

جدول ۱۹-۵- ۲۳ 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 بیشتر یا مساوی ۸۰ ٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰ ٪
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 (هوارسان)

ب) سیستم‌های بازیافت انرژی مجاز باید بتوانند آنتالپی هوای تازه را به مقدار نسبی (درصد) تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۲۴ افزایش یا کاهش دهند.

۱۹-۵-۳-۳ اکونومایزر

در سیستم‌های سرمایی فن‌دار و سیستم‌های سرمایی آبی بدون فن (با ظرفیت بیشتر از ۳۵۰ کیلووات یا ۱۰۰ تن تبرید)،استفاده از اکونومایزر آبی یا هوایی توصیه می‌شود.

۱۹-۵-۳-۴ تجهیزات دفع حرارت

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.

۱۹-۵-۳-۵ سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی

در کلیه ساختمان‌ها استفاده از سیستم ذخیره‌ساز حرارتی توصیه می‌شود.

۱۹-۵-۳-۶ سامانه‌های پایش عملکرد

الف) در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC⁻)، و بسیار کم‌انرژی (EC⁻⁻)، لازم است برای تمامی سیستم‌های مرکزی و مستقل گرمایی و سرمایی تمهیدات لازم جهت پایش عملکرد و تعیین میزان "لایندگی و مصرف انرژی صورت گیرد.

۱۹-۵-۳-۷ انتخاب و نصب مناسب تجهیزات

الف) برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، ارائه گزارش جامع طراحی تأسیسات مکانیکی، و محاسبات بار برودتی و حرارتی، با استفاده از نرم‌افزارهای معتبر الزامی است. مشخصات فنی تمامی تجهیزات انتخاب‌شده نیز باید در هماهنگی با محاسبات و طراحی باشد.

ب) در ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، رده برچسب آب مربوط به مقادیر دبی حداکثر تسهیلات بهداشتی تأمین آب‌گرم مصرفی و سردوشی‌ها، طبق استانداردهای تعیین‌شده در پیوست ۱۳، باید به ترتیب B و A باشد.

۱۹-۵-۴ تأسیسات برقی

۱۹-۵-۴-۱ ترانسفورماتورها

۱۹-۵-۴-۱-۱ ترانسفورماتورهای فشار متوسط

جهت آگاهی از نکات و توصیه‌ها در خصوص ترانسفورماتورهای فشار متوسط به پیوست ۱۲ رجوع شود.

۱۹-۵-۴-۱-۲ حداکثر راندمان انرژی و تلفات ترانسفورماتورهای 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. همچنین نحوه محاسبه تلفات کل ترانسفورماتور در پیوست ۱۲ آمده است.

۱۹-۵-۴-۱-۳ 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 کیلوولت که عموماً در اکثر نقاط کشور در تأمین و تغذیه نیروی برق ساختمان با انشعاب برق فشار متوسط به‌کار می‌روند، در پیوست ۱۲ آمده است. این جدول شامل مقادیر تلفات بی‌بار (P_0)، تلفات بار (P_k) و ضریب حداکثر راندمان انرژی برای گروه‌های ترانسفورماتورهای روغنی می‌باشد.

۱۹-۵-۴-۱-۴ اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای روغنی

شرایط کار 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 در شرایط محیط (محل نصب)، نسبت به شرایط کارکرد نرمال آن، برای تعیین توان مجاز ترانسفورماتورهای روغنی، متناسب با حداکثر دما و ارتفاع از سطح دریا، برای شهرها و مناطق مختلف، در جدول ۱۹-۵- ۲۵ و جدول ۱۹-۵- ۲۶، بر اساس استاندارد فوق‌الذکر، مشخص شده است.

تبصره ۱: برای تعیین شرایط اقلیمی شهرها و مناطق کشوردر گروه‌های A، B، C و D، به استاندارد ۶۷۷۰ رجوع شود.

تبصره ۲: برای ضرایب باردهی مربوط به دما و ارتفاع خارج از مقادیر فوق‌الذکر، لازم است از تولیدکنندگان استعلام گردد.

تبصره ۳: ممکن است یک شهر از نظر حداکثر دمای محل نصب در یک گروه قرار گیرد، و از نظر حداکثر ارتفاع محل نصب در گروه دیگری باشد.

جدول ۱۹-۵- ۲۵ ضرایب کاهش باردهی برحسب حداکثر دمای محل نصب

گروه شهر و منطقه	حداکثر دمای محیط (درجه سلسیوس)	ضریب باردهی
A	۴۰	۱،۰۰
B	۴۰ تا ۴۵	۰،۸۸
C	۴۵ تا ۵۰	۰،۸۰
D	بیش از ۵۰	۰،۷۲

جدول ۱۹-۵- ۲۶ ضرایب باردهی برای حداکثر ارتفاع محل نصب

گروه شهر و منطقه	حداکثر ارتفاع از سطح دریا (m)	ارتفاع معادل (m)	ضریب باردهی
A	۱۰۰۰ یا کمتر	۱۰۰۰	۱،۰۰
B	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰	۰،۹۷۵
C	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰	۰،۹۵
D	بیش از ۲۰۰۰	۲۵۰۰	۰،۹۲۵

۱۹-۵-۴-۱-۵ تلفات و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک (CRT)

مقادیر تلفات شامل مقادیر تلفات بی‌بار (P_0) و تلفات بار (P_k) و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک در شرایط کارکرد نرمال و برای توان‌های نامی مختلف و ولتاژ کار ۲۰ کیلوولت که عموماً در اکثر نقاط کشور در تأمین و تغذیه برق ساختمان با انشعاب برق فشار متوسط به‌کار می‌روند، برای گروه‌های ترانسفورماتورهای خشک در پیوست ۱۲ آمده است.

۱۹-۵-۴-۱-۶ اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای خشک

ضرایب کاهش [illegible] ترانسفورماتور در شرایط محیط (محل نصب)، نسبت به شرایط کارکرد نرمال آن، برای تعیین توان مجاز ترانسفورماتورهای خشک، متناسب با حداکثر دما و ارتفاع از سطح دریا، برای شهرها و مناطق مختلف، در جدول ۱۹-۵- ۲۷ و جدول ۱۹-۵- ۲۸، بر اساس استاندارد فوق الذکر، مشخص شده 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

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 رجوع شود.

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

۱۹-۵-۴-۱-۷ 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 (P_k) و بی‌بار (P_0) ترانسفورماتور باعث افزایش دمای ترانسفورماتور و اتاق آن می‌گردد.

برای صرفه‌جویی در مصرف برق، لازم است طراحی اتاق ترانسفورماتور و نیز پست برق فشار متوسط، با به‌کارگیری روش‌ها و سیستم‌های طبقه‌بندی‌شده در بندهای زیر، و انتخاب

ترانسفورماتور با کارایی لازم و سیستم تأسیسات مکانیکی مناسب، ، کاهش دمای ترانسفورماتور و اتاق محل استقرار آن صورت گیرد، تا شرایط مورد نیاز برای کارکرد مناسب ترانسفورماتورها محقق شود.

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 سرمایی 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.

ب) 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 ۱۹-۵-۴-۱-۱ تعیین گردد.

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

۱۹-۵-۴-۱-۸ شرایط استفاده از انواع مختلف ترانسفورماتورهای فشار متوسط

گروه‌بندی ترانسفورماتورهای روغنی (OIT1، OIT2 و OIT3) و خشک (CRT1، CRT2 و CRT3)، بر اساس تلفات بار، تلفات بی بار، حداکثر راندمان انرژی و تلفات کل در زیربندهای

پیوست ۱۲ آمده‌است. 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) رده‌بندی کلی ترانسفورماتورها (رده اول تا رده سوم) و همچنین گروه‌بندی‌های متناظر انواع مختلف ترانسفورماتورهای روغنی (OIT1، OIT2 و OIT3) و خشک (CRT1، CRT2 و CRT3) از نظر تلفات بار در توان‌های نامی مختلف در جدول ۱۹-۵-۲۹ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵-۲۹ رده‌بندی کلی و گروه‌بندی‌های متناظر انواع مختلف ترانسفورماتورهای روغنی و خشک

رده ترانسفورماتور	تلفات بار در توان نامی	نوع ترانسفورماتور: روغنی	نوع ترانسفورماتور: خشک
اول	کمترین مقدار	OIT1	CRT1
دوم	مقدار متوسط	OIT2	CRT2
سوم	مقدار متعارف	OIT3	CRT3

۱۹-۵-۴-۱-۹ ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و خشک فشار متوسط

مقادیر ضریب بار حداکثر یا حداکثر درصد زیر بار بودن رده‌های مختلف (اول تا سوم) ترانسفورماتورهای روغنی و خشک از نظر تلفات بار، بر حسب رده‌بندی آنها، برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان، در جدول ۱۹-۵-۳۰ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵-۳۰ ضریب بار حداکثر ترانسفورماتورهای روغنی و خشک

رتبه انرژی ساختمان	گروه‌بندی ترانسفورماتورها: روغنی OIT1 (رده اول)	روغنی OIT2 (رده دوم)	روغنی OIT3 (رده سوم)	خشک CRT1 (رده اول)	خشک CRT2 (رده دوم)	خشک CRT3 (رده سوم)
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	٪۷۰	٪۶۰	٪۵۰	٪۶۵	٪۶۰	٪۵۰
ساختمان کم‌انرژی (EC−)	٪۶۰	٪۵۰	غیر مجاز	٪۶۰	٪۵۵	غیر مجاز
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC−−)	٪۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز	٪۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز

۱۹-۵-۴-۲ موتورهای برقی

انتخاب موتورهای برقی مورد استفاده در سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان، از جمله سیستم‌های سرمایی، گرمایی، تهویه، آسانسور، پلکان‌های برقی، پیاده‌روهای متحرک باید با در نظر گرفتن عوامل زیر صورت گیرد:

الف) داشتن برچسب انرژی تعیین‌شده برای موتورهای تک‌فاز و سه‌فاز، با رده انرژی منطبق با در جدول ۱۹-۴-۶ و متناسب با رده ساختمان،

ب) هماهنگی مشخصات فنی، قدرت نامی، ولتاژ و راندمان کارکرد، برای عملکرد مورد نظر،

ب) کاهش مقدار جریان مورد نیاز برای راه‌اندازی موتور، با استفاده از فناوری‌های مناسب،

ت) انتخاب سیستم کنترل کارآمد برای تنظیم دور و نقطه کار مناسب برای موتور،

ث) محدود نگه‌داشتن میزان عده تعادل ولتاژ در فازها، در دوره بهره‌برداری از موتور، به کمتر از ۱٪، برای جلوگیری از کاهش راندمان موتور.

ج) توصیه می‌شود حتی‌الامکان برای تمامی موتور الکتریکی مورد استفاده در تجهیزات با بار متغیر، از جمله برج خنک‌کن، سیستم تغییر دور در نظر گرفته‌شود، تا در زمان‌هایی که بار ساختمان کم است، با استفاده از سیستم کنترلی، امکان تغییر وضعیت و کاهش دور موتور به

میزان حداقل یا قرار دادن آن در حالت خاموش فراهم باشد.

چ) استفاده از راه اندازه نرم (Soft Starter)، به‌منظور کاهش مقدار جریان راه‌اندازی موتورها، به‌جای سیستم متعارف راه‌اندازی ستاره-مثلث، برای موتورهای با توان بالا، خصوصاً موتورهای با توان نامی ۱۱ کیلووات (kW) و به بالا، توصیه می‌شود.

۱۹-۵-۴-۲-۱ پمپ‌ها

الف) تمامی پمپ‌های مورد استفاده در تأسیسات الکتریکی و مکانیکی، بسته به رده ساختمان، باید دارای برچسب انرژی تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۶ باشند.

۱۹-۵-۴-۲-۲ فن‌ها و سیستم‌های کنترل سرعت

الف) تمامی فن‌های مورد استفاده در تأسیسات الکتریکی و مکانیکی، بسته به رده ساختمان، باید دارای برچسب انرژی تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۶ باشند.

ب) در فن‌ها، بازده کل در نقطه طراحی کارکردی باید در فاصله حداکثر ۱۵ درصد از نقطه حداکثر کارایی کل فن باشد.

ب) ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت فن‌کویل زمینی، سقفی و یا داکتی در رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان در جدول ۱۹-۵- ۳۱ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵- ۳۱ ویژگی‌های لازم برای نوع موتور و سیستم کنترل فن‌کویل، در رتبه‌بندی مختلف

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

تبصره ۱: استفاده از شیر برقی نیز برای کنترل جریان آب فن‌کویل توصیه می‌شود.

ت) در کولرهای آبی، بسته به رتبه انرژی مورد نظر برای ساختمان، لازم است موارد زیر رعایت گردد:

- تأمین انتظارات تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۵ برای برچسب انرژی کولر آبی،
- استفاده از موتورهای چند سرعته یا تک سرعته دارای برچسب انرژی مطابق جدول ۱۹-۴- ۵، و ویژگی‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۲،
- بهره‌گیری از سیستم (دستگاه یا راه‌انداز) تغییر سرعت (VSD) دارای ویژگی‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۲.

جدول ۱۹-۵- ۳۲ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت و راه‌اندازی کولر آبی، مربوط به رتبه‌بندی‌های انرژی مختلف

رتبه انرژی ساختمان	ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل کولر آبی
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	موتور دوسرعته، با سیستم کنترل و راه‌اندازی دو سرعته (سرعت کم و زیاد)
ساختمان کم‌انرژی (EC-)	موتور تک‌سرعته با سیستم راه‌اندازی و تغییر سرعت (VSD)
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC--)	موتور تک‌سرعته با سیستم راه‌اندازی و تغییر سرعت (VSD)

۱۹-۵-۴-۳ آسانسورها و پلکان‌های برقی

موتورهای آسانسورها و پلکان‌های برقی ساختمان‌ها، بسته به رتبه ساختمانی مورد نظر، باید دارای یکی از شرایط زیر باشند:

- برای موتورهای بدون گیربکس: داشتن برچسب انرژی مطابق جدول ۱۹ ۴ ۶
- برای موتورهای گیربکس‌دار: داشتن بازده معادل برچسب انرژی تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۶

تبصره: در راندمان کارکرد آسانسور، عمدتاً مقادیر قدرت موتور، نوع سیستم محرکه، ظرفیت، سرعت، نوع سیستم کنترل سرعت و نیز وزن سیستم تعلیق (عمدتاً وزنه تعادل) مؤثر است. بنابراین، برای تعیین مقدار بهینه راندمان لازم است که پارامترهای فوق طبق شرایط و نیاز طرح و نیز مشخصات فنی تولید آسانسور مورد توجه قرار گیرد.

۱۹-۵-۴-۴ دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک

حداقل راندمان لازم برای دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک در جدول ۱۹-۵- ۳۳ ارائه گردیده است.

جدول ۱۹-۵- ۳۳ حداقل راندمان لازم برای دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک

توان نامی دستگاه (کیلوولت آمپر) (kVA)	راندمان حداقل
کمتر یا مساوی ۲۰	۰۹۰
بیش از ۲۰ و کمتر یا مساوی ۱۰۰	۰۹۱
بیش از ۱۰۰	۰۹۳

۱۹-۵-۴-۵ ضریب توان اصلاح شده ساختمان

حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده، برای رتبه‌بندی‌های مختلف انرژی ساختمانی در جدول ۱۹-۵- ۳۴ آمده است.

جدول ۱۹-۵- ۳۴ 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)	۰۹۰
ساختمان کم‌انرژی (EC-)	۰۹۳
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC--)	۰۹۵

اصلاح ضریب قدرت با استفاده از خازن، که روی سیستم مصرف‌کننده نصب می‌شود، انجام می‌گیرد، با توجه به این نکته که به‌کارگیری این راه‌حل در بسیاری از موارد امکان‌پذیر نمی‌باشد، در طرح سیستم‌های تأسیسات برقی باید حتی‌الامکان از بانک خازن برای اصلاح ضریب قدرت، شامل پله‌های خازنی با ظرفیت‌های مناسب و نیز رگلاتور بانک خازن با مراحل تعریف شده، برای قراردادن پنه‌های بانک خازن در مدار، استفاده شود.

مقادیر ظرفیت پله‌ها، تعداد پله‌ها و مراحل عمل رگلاتور باید براساس نیاز، شرایط ضرح، مقدار ضریب توان اولیه و مقدار ضریب توان اصلاح شده تعیین گردد.

در صورت عدم استفاده از این سیستم، طراح باید دلایل توجیهی مرتبط با آن را ارائه دهد.

۱۹-۵-۴-۶ سیستم‌های اندازه‌گیری

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

الف) اندازه‌گیری مقادیر توان مصرفی برق،

ب) بهبود مدیریت مصرف برق با کمّی کردن و مشاهده میزان صرفه‌جویی در مصرف،

پ) تعیین میزان اثربخشی مدیریت هوشمند مصرف انرژی (EMS) و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)،

ت) تعیین هزینه تفکیکی مصرف برق،

ث) 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 شامل بخشی و یا کل سیستم‌های زیر هستند و براساس نیاز طرح انتخاب می‌شوند.

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

ب) اندازه‌گیری مقدار توان راکتیو کل مصرف برحسب کیلوولت‌آمپر راکتیو ساعت یا کیلووار ساعت (kVARh) در انشعاب فشار متوسط و در انشعاب فشار ضعیف طبق زیربندهای ۱۹-۵-۴-۶-۱ و ۱۹-۵-۴-۶-۲.

پ) اندازه‌گیری مقدار لحظه‌ای توان اکتیو 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 (توان اکتیو) و کیلوولت‌آمپر (توان ظاهری)، 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، کنتورهای برق با تعرفه و نیز کنتور اندازه‌گیری مقدار حداکثر مصرف و غیره، که براساس ضوابط و دستورالعمل شرکت برق لازم باشد.

۱۹-۵-۴-۶-۱ اندازه‌گیری توان راکتیو و دیگر پارامترها 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 توان ۳۰ کیلووات (kW) و به بالا برای اندازه‌گیری مقدار توان راکتیو الزامی است. در این حالت چنانچه ضریب توان کل زیر مقدار ۰/۹۰ باشد، بانک خازن برای پرهیز از پرداخت هزینه مربوط به توان راکتیو در تأسیسات برق، پیش‌بینی می‌شود.

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.

۱۹-۵-۴-۶-۲ اندازه‌گیری 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 اکتیو، توان راکتیو 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 اکتیو برحسب کیلووات ساعت (kWh) با کنتور تعرفه‌دار و براساس ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق

ب) توان راکتیو برحسب کیلوولت‌آمپر راکتیو 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

۱۹-۵-۴-۶-۳ اندازه‌گیری پارامترهای برق شبکه فشار ضعیف در انشعاب برق فشار متوسط

در انشعاب برق فشار متوسط، لازم است از پاورمتر برای اندازه‌گیری پارامترهای شبکه برق فشار ضعیف، به شرح زیر، به‌منظور 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، استفاده شود:

الف) 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 ۱۹-۵-۴-۶) و نیز کنترل و برنامه‌ریزی مدیریت مصرف برق، شامل مقادیر توان اکتیو بر حسب کیلووات (kW)، توان راکتیو بر حسب کیلووار (kVAR) و توان ظاهری برحسب کیلوولت‌آمپر (kVA) و ضریب توان، در کلیه رتبه‌های ساختمانی، الزامی است.

ب) پارامترها، در تابلوهای نیمه اصلی برق نرمال و اضطراری در صورت نیاز، ومتناسب با شرایط طرح

پ) پارامترها، در تابلو برق اضطراری تغذیه‌کننده برق بدون وقفه مرکزی (یو.پی.اس) و تابلو برق اصلی برق بدون وقفه مرکزی

ت) 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 هر تابلو برق دیگر، بستگی به شرایط طرح خواهد داشت.

۱۹-۵-۴-۷ سیستم مدیریت روشنایی

استفاده از سیستم مدیریت روشنایی برای ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی الزامی است.

سیستم مدیریت روشنایی باید دارای حداقل امکانات و قابلیت‌های زیر باشد:

الف) ساختار دیجیتالی آدرس‌پذیر و با توپولوژی آزاد،

ب) قابلیت برنامه‌ریزی و کار با انواع حسگرها و توانایی استفاده دیمری، در چراغ‌ها، برای تغییر 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 بهره‌گیری 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، در صورت پیش‌بینی این سیستم در ساختمان و نیز ثبت آن‌ها برای بررسی‌های دوره‌ای، و مدیریت مصرف برق از طریق سیستم مدیریت هوشمند ساختمان. در این حالت، فرمان قطع و وصل مدار روشنایی از طریق ماژول مرتبط با کنترلر و مرکز سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، صادر می‌شود (به مبحث سیزدهم مقررات رجوع شود). پروتکل ارتباطی داده (دیتا) سیستم مدیریت روشنایی باید از نوع استاندارد و نیز دارای قابلیت اتصال و ارتباط با شبکه‌های داده (دیتا) متفاوت باشد.

۱۹-۵-۴-۸ سیستم‌های کنترل روشنایی

برای کنترل سیستم روشنایی، در کلیه رتبه‌های ساختمانی، ترکیبی از روش‌های زیر به‌کار گرفته می‌شود:

- کلیدهای قطع و وصل
- کلیدهای قطع و وصل
- حسگر (سنسور)های حرکت و حسگرهای حضور
- حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی
- ساعت فرمان مدار روشنایی
- تایمر مدار روشنایی
- سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی
- کنترل‌کننده اتوماتیک قابل برنامه‌ریزی (PLC)

برای توضیحات بیشتر روش‌های فوق به فصل تعاریف رجوع شود.

۱۹-۵-۴-۸-۱ حسگر (سنسور)های حرکت و حسگرهای حضور

در انتخاب هر کدام از سیستم‌های کنترل روشنایی، 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، در فاصله‌ای برابر با دو برابر ارتفاع نصب چراغ‌های روشنایی محوطه

و یا توانایی تشخیص حرکت فرد در محدوده محیطی تحت پوشش چراغ‌های محوطه و برابر ۸۰ از محوطه تحت پوشش چراغ‌ها را داشته باشد.

ب) در صورت به‌کارگیری حسگرهای فراصوتی (اولتراسونیک) برای سیستم روشنایی، باید موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

۱) عدم نصب حسگر فراصوتی (اولتراسونیک) در کنار دریچه هوای سیستم تهویه برای جلوگیری از اخلال کارکرد در اثر نوفه تولیدشده توسط سیستم تهویه،

۲) استفاده ترجیحی حسگر فراصوتی (اولتراسونیک)، نسبت به حسگر فروسرخ (مادون قرمز)، در مکان‌ها و فضاهای دارای پارتیشن، از جمله فضاهای اداری، به‌دلیل حساسیت بالاتر و امکان نصب آن در ارتفاع پایین.

ت) 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.

۱۹-۵-۴-۸-۲ کلید فشاری فرمان تایمر

کلیدهای فشاری مورد استفاده برای فرمان تایمر مدار روشنایی باید دارای چراغ نشانگر یا اندیکاتور باشند، تا در شرایط نبود روشنایی مصنوعی در محل، قابل تشخیص گردند. علاوه بر این، لازم است در فاصله حداکثر دو متری از ورودی قابل دسترس برای افراد نصب شوند. حداکثر مساحت فضا یا فضاهای تحت پوشش یک تایمر مدار روشنایی نباید بیش از ۱۰۰ متر مربع باشد.

۱۹-۵-۴-۸-۳ سامانه کاهنده روشنایی

در صورت استفاده از سیستم‌های کاهش نور، باید پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد تا کیفیت روشنایی بیش از حد کاهش نیابد و عملکرد فضای مورد نظر تحت‌الشعاع قرار نگیرد.

در صورت عدم استفاده از سیستم‌های مناسب کنترل روشنایی، لازم است طراح دلایل توجیهی مربوط را قید کند.

۱۹-۵-۴-۹ لامپ‌های سیستم روشنایی

معیارهای زیر باید در انتخاب لامپ‌های مناسب برای تأمین روشنایی مصنوعی فضاهای داخلی، محیط اطراف و محوطه تمامی ساختمان‌ها رعایت شوند:

الف) انتخاب لامپ‌ها با راندمان (لومن بروات) مناسب براساس نیاز فضاها و محیط اطراف ساختمان، مطابق جدول ۱۹-۵-۳۵، 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) استفاده از بالاست الکترونیکی استاندارد با تلفات بار کمتر، به‌جای بالاست آهنی، که برای لامپ‌های فلورسنت معمولی با کمیکت مجاز نیست؛

ج) انتخاب چوک یا بالاست با تلفات بار کم (مصرف برق کمتر) برای لامپ‌های تخلیه در گاز مانند لامپ‌های فلورسنت معمولی با کمیکت، متال‌هالید، بخار سدیم، بخار جیوه و نیز منبع تغذیه ولتاژ پایین برای لامپ‌هایی نظیر ال.ای.دی LED و یا لامپ او.ال.ای.دی OLED؛

چ) در نظر گرفتن نکات فنی مربوط به لامپ LED، در صورت به‌کارگیری آن:

- محدود کردن نوسانات برق در لامپ LED، با منبع تغذیه ولتاژ پایین الکترونیک، که کارکرد این منبع را مختل می‌کند و باعث کاهش عمر لامپ و میزان نور آن می‌گردد؛
- توجه به جریان هارمونیک تولیدشده در مدار تغذیه و مقدار اعوجاج کل جریان (THD) ناشی از منبع تغذیه لامپ.

۱۹-۵-۴-۹-۱ راندمان لامپ‌های سیستم روشنایی

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) راندمان یکی از پارامترهای اصلی در انتخاب نوع و کاربرد لامپ به‌شمار می‌رود. برای این منظور، با توجه به نوع لامپ‌های تولید شده، و کاربرد آن‌ها برای تأمین روشنایی فضاهای داخلی، و محیط اطراف و محوطه ساختمان، حداقل بهره‌نوری (لومن بر وات) هر نوع و یا هر گروه از لامپ‌های متعارف (بدون لحاظ مصرف اجزاء لامپ)، که عمدتاً در سیستم روشنایی مصنوعی ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای رتبه‌های مختلف انرژی ساختمان به‌شرح زیر در جدول ۱۹-۵-۳۵ طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۱۹-۵-۳۵ حداقل بهره‌نوری (لومن بر وات) لامپ‌های متعارف، برای رتبه‌بندی‌های مختلف انرژی ساختمان

رتبه انرژی	توان نامی لامپ	لامپ فلورسنت		لامپ متال هالید				لامپ بخار سدیم				
		معمولی (نیوبلار)	فشرده (کامپکت)									
		۳۶ W	۵۸ W	۳۵ W	۷۰ W	۱۵۰ W	۲۵۰ W	۴۰۰ W	۷۰ W	۱۵۰ W	۲۵۰ W	۴۰۰ W
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC۰)	۶۱	۶۵	۶۱	۷۰	۷۷	۷۶	۷۳	۶۶	۷۷	۸۳	۸۲	۹۵
ساختمان کم‌انرژی (EC۰۱)	۵۳	۶۲	۶۶	۷۰	۸۰	۸۰	۸۹	۸۰	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۸
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC۰۲)	۷۳	۷۹	۸۶	۷۵	۸۰	۸۳	۷۳	۸۰	۹۳	۱۱۳	۱۰۸	۱۲۰

ب) با توجه به طول عمر بالای لامپ‌های LED و لومن بر وات (راندمان) بین ۷۰ تا ۱۴۰ آن‌ها، استفاده از این نوع لامپ‌ها با استاندارد تولید معتبر، در کلیه رتبه‌های انرژی ساختمان، توصیه می‌شود. این لامپ‌ها جایگزین مناسبی برای لامپ‌های راندمان و طول عمر کم به حساب می‌آیند.

تبصره: مقادیر لومن بر وات (راندمان) لامپ‌های بندهای فوق‌الذکر بدون لحاظ مصرف چوک یا بالاست و نیز تعدیه لامپ با ولتاژ نامی، ارقام مبنا تلقی می‌شوند.

۱۹-۵-۴-۱۰ چگالی توان سیستم روشنایی

۱۹-۵-۴-۱۰-۱ توان کل لامپ‌های یک فضای ساختمان

برای توان کل لامپ‌های یک فضای ساختمان به پیوست ۱۲ رجوع شود.

۱۹-۵-۴-۱۰-۲ 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- ۳۶ ارائه می‌گردد.

تبصره ۱: محاسبات چگالی توان سیستم روشنایی فضاها با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی صورت می‌گیرد. در این محاسبات مقدار چگالی توان (وات بر مترمربع) چراغ‌های هر فضا مشخص و چراغ‌های با کمترین چگالی توان مبنای انتخاب خواهد بود.

تبصره ۲: جهت آگاهی از چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان به بخش تعاریف رجوع شود.

جدول ۱۹-۵- ۳۶ 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
پارکینگ 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

۱۹-۵-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های 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 رعایت گردد.

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- ۳۷ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵- ۳۷ 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	۱۴۰	۲۲۴
ساختمان کم‌انرژی	EC-	۲۰۰	۳۲۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی	EC--	۲۸۶	۴۵۷

در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۷، لازم است به‌جای آن یکی از اقدامات زیر صورت گیرد:

- در ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ (EC)، در نظر گرفتن مقاومت‌های حرارتی افزایش‌یافته، مطابق جدول ۱۹-۵- ۳۸، به‌جای مقادیر تعیین‌شده در بخش ۱۹-۵-۲ برای بام با انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن.

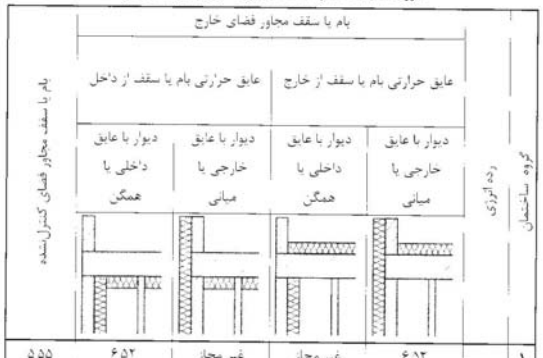
برای ساختمان‌های کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC++)، کاربرد این راه‌حل منتفی است.

همان‌گونه که در جدول ۱۹-۵- ۳۸ مشخص گردیده‌است، این راه‌حل جایگزین تنها برای

بعضی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ مقدورات ملی ساختمان جواب‌گو می‌باشد.

- تأمین توان تعیین‌شده برای سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، با استفاده از فناوری‌های دیگر، نظیر سیستم‌های تولید همزمان مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی.

جدول ۱۹-۵- ۳۸ مقاومت حرارتی مرجع بام یا سقف ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ بر حسب گروه ساختمان در صورت عدم استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر



گروه ساختمان	رده انرژی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن
۱	EC	۶،۵۲	غیر مجاز	غیر مجاز	۶،۵۲
۲		۴،۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴،۳۰
۳		۴،۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴،۳۰

در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به‌جای افزایش مقاومت حرارتی بام (طبق جدول ۱۹-۵- ۳۸) 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)

این روش یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث است. کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که شرایط تعیین‌شده در ۱۹-۳-۲-۱-۱ مورد رعایت قرار گرفته‌باشد. در حالتی که شرایط لازم 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.

۱۹-۶-۱ اصول کلی

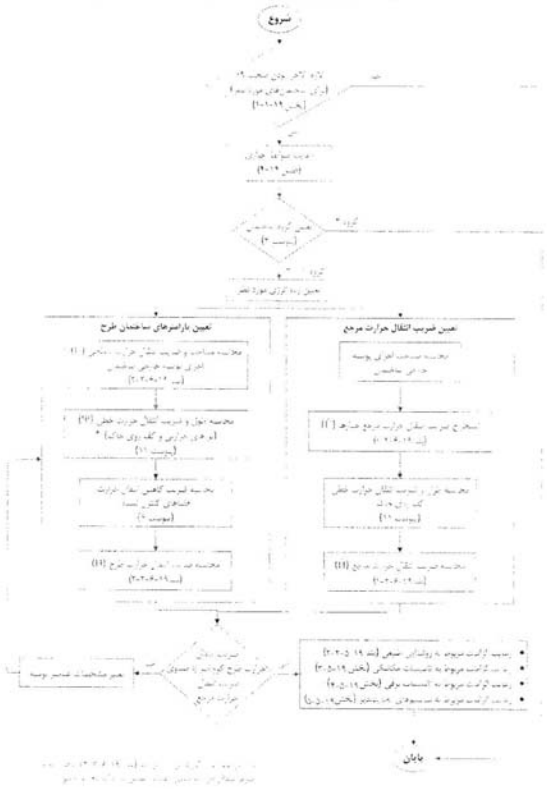
در صورت طراحی ساختمان به‌روش موازنه‌ای (کارکردی)، تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت ساختمان مد نظر قرار می‌گیرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را می‌توان توسط یک یا چند عنصر ساختمانی دیگر با مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشی از ساختمان از ضریب انتقال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد. ولی کمکان، همانند روش تجویزی، ارتقاء مشخصات حرارتی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای پوسته خارجی ساختمان (و بالعکس) را فراهم نمی‌سازد.

در عین حال، در روش موازنه‌ای (کارکردی)، همانند روش تجویزی، امکان طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیدپذیر)، به‌صورت مستقل، وجود دارد.

۱۹-۶-۲ پوسته خارجی ساختمان

برای محاسبه عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها به‌روش 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[1] پارتمانی 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 شرایط زیر، به‌صورت همزمان، تأمین گردد:

- ابعادی تقریباً مشابه (با تفاوت زیر ۵ درصد) داشته باشند؛
- 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.

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 Tv/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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۲ را جواب‌گو باشند؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/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 رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۷ را جواب‌گو باشند؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/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 رده انرژی 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 مساوی یا کمتر از 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 جدارهای مختلف ساختمان مرجع برابر است با حاصل‌ضرب ضریب انتقال حرارت (سطحی) مرجع عناصر مختلف تشکیل‌دهندهٔ پوسته خارجی در مساحت آن‌ها. در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، انتقال حرارت از بام‌ها، دیوارها، کف‌های در تماس با هوا با 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 ۱۹-۶-۲-۳-۵ تا ۱۹-۶-۲-۳-۷ 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. لازم به ذکر است در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها پل حرارتی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود.

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

$$\hat{H} = (A_W \times \hat{U}_W) + (A_R \times \hat{U}_R) + (A_F \times \hat{U}_F) + (P \times \hat{U}_P) + (A_G \times \hat{U}_G) + (A_D \times \hat{U}_D) \qquad (۱-۶-۱۹)$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

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

توضیحات:

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

۲- تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در زیربندهای ۱۹-۶-۲-۳-۵ تا ۱۹-۶-۲-۳-۷ ارائه شده است.

۳- 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 گرفته‌باشد (رک. به پیوست ۶). در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

۴- ضریب انتقال حرارت $\hat{U}_{WB}$ جدارهای در تماس با فضاهای کنترل‌نشده برابر است با حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت مرجع ارائه‌شده در جداول این فصل در ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده که برای ساختمان طرح محاسبه می‌شود.

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 یکی از روش‌های (الف) یا (ب) را، برای محاسبه با تعیین اثر پل‌های حرارتی بر روی ضریب انتقال حرارت ساختمان، در نظر بگیرد.

۱۹-۶-۲-۲-۱ محاسبه با تعیین اثر پل‌های حرارتی

الف) روش دقیق محاسبه پل‌های حرارتی برای تعیین ضریب انتقال حرارت طرح

در این روش، محاسبه پل‌های حرارتی (نظیر پل‌های حرارتی در محل تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی) با استفاده از داده‌های ارائه‌شده در پیوست ۱۱ این مبحث انجام می‌شود.

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) روش ساده‌سازی شده تعیین اثر پل‌های حرارتی

در این روش، تعیین اثر پل‌های حرارتی به روش ساده‌سازی شده، بدون محاسبه ضرایب انتقال حرارت خطی (تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی) انجام می‌گردد. 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 رده انرژی ساختمان استخراج شوند.

تعیین ضریب انتقال حرارت (سطحی) طرح، با محاسبه یا استخراج ضرایب انتقال حرارت سطحی تمامی اجزای پوستهٔ خارجی صورت می‌گیرد.

۱۹-۶-۲-۲-۲ ضریب انتقال حرارت (سطحی) جدارها

ضریب انتقال حرارت (سطحی) 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 یا در نظر گرفتن اثر حرارتی این قطعات محاسبه یا تعیین 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.

گواهی فنی باید حاوی داده‌ها و مقادیر مربوط به ضرایب هدایت حرارت یا مقاومت‌های حرارتی محصول، ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، اصول فنی نصب (اجرا)، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبه محصول باشد. مقادیر ارائه‌شده در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، ملاک طراحی و محاسبات است.

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

۱۹-۶-۲-۲-۳ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده

محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، نیازمند محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان است. برای محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده، باید از روش ارائه شده در پیوست ۶ استفاده شود.

۱۹-۶-۲-۲-۴ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح (H)

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:

$$H = \sum_{i=1}^{n} (A_{Ai} \times U_{Ai} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n} (A_{Ri} \times U_{Ri} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n} (A_{Fi} \times U_{Fi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n} (A_{Gi} \times U_{Gi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n} (A_{Di} \times U_{Di} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n} (P_i \times \Psi_i \times \tau_i) \quad (۲-۶-۱۹)$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

A_{Ai} -	مساحت خالص هر یک از انواع دیوارهای مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده	[m^2]
U_{Ai} -	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 خرج یا فضای	[m^2]
U_{Ri} -	ضریب انتقال سطحی حرارت متناظر با انواع بام تخت یا شیب‌دار	[W/m^2K]
A_{Fi} -	مساحت خالص هر کدام از انواع کف زیرین در تماس با هوای خارج یا	[m^2]
U_{Fi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع کف زیرین در تماس با هوا	[W/m^2K]
A_{Gi} -	مساحت خالص انواع جداره‌ی نورگذر و قاب آن‌ها، مجاور خارج یا	[m^2]
U_{Gi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع جداره‌ای نورگذر	[W/m^2K]
A_{Di} -	مساحت خالص هر کدام از انواع درهای خارجی یا مجاور فضای 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:

- 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 گرفته‌باشد (ر.ک. به پیوست ۶). در رابطهٔ بالا، سطوح جدارها و پل‌های حرارتی بین فضاهای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.
- 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.

۱۹-۶-۲-۲-۵ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - 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 رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶- ۱ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۱ [W/m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج: عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	دیوار مجاور فضای کنترل نشده
EC	۰۷۳۰	۰۴۰۵	۰۴۰۵	۰۴۴۰	۰۸۳۰
EC+	۰۵۳۵	۰۲۸۸	۰۲۸۸	۰۳۱۵	۰۶۱۷
EC++	۰۳۸۹	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰۴۵۰

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 و زیربند ۱۹-۵-۲-۱-۲-ب برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_G$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

در ضمن، لازم است محدودیت‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳، در خصوص دیگر پارامترهای حرارتی-نوری (ضریب بهره گرمایی خورشیدی و ضریب عبور نور مرئی) جدارهای نورگذر رعایت گردد.

ب- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف - 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 ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۲ ۱، برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\dot{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\dot{U}_R$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۲ ۱ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۱ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از 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	۰۸۴۷	۰۴۱۰	۰۳۱۸	۰۲۹۱	۰۴۱۰
EC−	۰۶۳۳	۰۲۹۰	۰۲۲۵	۰۲۰۶	۰۲۹۰
EC−−	۰۴۵۸	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰۲۱۱

ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا - 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 ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۳ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\dot{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\dot{U}_F$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۳ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان [W/ m².K] گروه ۱ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف مجاور فضای کنترل نشده	عایق حرارتی کف از خارج		عایق حرارتی کف از 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	۰۸۰۶	۰۴۱۳	۰۲۹۳	۰۲۶۹	۰۳۹۷
EC−	۰۶۱۰	۰۳۰۱	۰۲۰۷	۰۱۹۲	۰۳۸۴
EC−−	۰۴۶۷	۰۲۱۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

ث- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۱

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱۴۰ [W/ m.K]

۱۹-۶-۲-۲-۶ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - 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 ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۴ برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\dot{U}_W$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\dot{U}_W$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶-۴ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۲ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج			
		عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن
EC	۰۹۸۰	۰۹۳۵	۰۵۹۹	۰۵۹۹	۰۶۳۷
EC−	۰۷۵۸	۰۶۸۰	۰۴۴۱	۰۴۴۱	۰۴۶۱
EC−−	۰۵۴۹	۰۵۰۸	۰۳۱۵	۰۳۱۵	۰۳۳۷

پ- 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 ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۵-۷ و زیربند ۱۹-۵-۲-۱-۳-پ برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\dot{U}_{(.)}$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

درضمن، 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 رعایت گردد.

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف - 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 ($\dot{H}$)، 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 ($\dot{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\dot{U}_R$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶- ۵ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۲ [W/m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج: دیوار با عایق خارجی یا میانی	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج: دیوار با عایق داخلی یا همگن	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل: دیوار با عایق خارجی یا میانی	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل: دیوار با عایق داخلی یا همگن	رده انرژی
	۰۵۱۵	۰۴۲۷	۰۳۹۴	۰۵۱۵	EC
	۰۳۶۲	۰۳۰۹	۰۲۸۲	۰۳۶۵	EC+
	۰۲۶۷	۰۲۳۰	۰۲۰۲	۰۲۶۷	EC++

ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا - 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 ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۶ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\dot{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\dot{U}_R$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶- ۶ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان گروه ۲ [W/m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

کف مجاور فضای کنترل نشده	عایق حرارتی کف از خرج: دیوار با عایق خارجی یا میانی	عایق حرارتی کف از خرج: دیوار با عایق داخلی یا همگن	عایق حرارتی کف از داخل: دیوار با عایق خارجی یا میانی	عایق حرارتی کف از داخل: دیوار با عایق داخلی یا همگن	رده انرژی
	۰۵۴۹	۰۳۹۷	۰۳۶۸	۰۵۳۱	EC
	۰۳۹۶	۰۲۸۴	۰۲۶۹	۰۳۸۲	EC+
	۰۲۹۳	۰۲۰۷	۰۱۹۲	۰۲۷۶	EC++

ث- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۲

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱۶۰ [W/m.K]

۱۹-۶-۲-۳-۷ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سه

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۳

در مورد تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۳، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۷ برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\dot{U}_W$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

لازم به ذکر است ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\dot{U}_W$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶- ۷ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۳ [W/m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	عایق حرارتی: همگن	عایق حرارتی: میانی	عایق حرارتی: داخلی	عایق حرارتی: خارجی	رده انرژی
	۰۷۸۷	۰۷۳۰	۰۷۳۰	۱۰۳۱	EC
	۰۵۶۵	۰۵۳۵	۰۵۳۵	۰۷۸۷	EC+
	۰۴۲۲	۰۳۸۹	۰۳۸۹	۰۵۶۵	EC++

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 ($\dot{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۱۲ و ربرنسد ۱۹-۶-۲-۱-۴-ب برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\dot{U}_W$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

در ضمن، لازم است محدودیت‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۶- ۱۳، در خصوص دیگر پارامترهای حرارتی نوری (ضریب بهره گرمایی خورشیدی و ضریب عبور نور مرئی) جدارهای نورگذر رعایت گردد.

پ - ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف - 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 ($\hat{U}_T$)، 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 رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶- ۸ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۳ [W/m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده: عایق حرارتی بام یا سقف از خارج: دیوار با عایق خارجی یا مبانی	دیوار با عایق داخلی یا همکف	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل: دیوار با عایق خارجی یا مبانی	دیوار با عایق داخلی یا همکف
EC	۰.۵۷۲	۰.۴۹۰	۰.۴۶۷	۰.۵۷۵
EC+	۰.۴۱۰	۰.۳۵۲	۰.۳۲۹	۰.۴۱۰
EC++	۰.۲۹۹	۰.۲۵۴	۰.۲۴۱	۰.۲۹۹

ت - ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا - 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 ($\hat{U}_T$)، 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 ($\hat{U}_T$) به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی بام یا سقف، و همچنین رده انرژی ساختمان بستگی دارد.

جدول ۱۹-۶- ۹ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان گروه ۳ [W/m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	کف مجاور فضای کنترل نشده: عایق حرارتی کف از خارج: دیوار با عایق خارجی یا همکف	دیوار با عایق داخلی یا مبانی	عایق حرارتی کف از داخل: دیوار با عایق خارجی یا مبانی	دیوار با عایق داخلی یا همکف
EC	۰.۵۱۷	۰.۴۷۳	۰.۴۵۰	۰.۵۸۱
EC+	۰.۳۵۱	۰.۳۲۲	۰.۳۲۱	۰.۴۳۱
EC++	۰.۲۴۹	۰.۲۲۹	۰.۲۳۷	۰.۳۱۱

ت - ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۳

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک ۱.۷۰ [W/m.K]

۱۹-۶-۲-۳ روشنایی طبیعی

الزامات تعیین‌شده برای روشنایی طبیعی در روش موازنه‌ای مشابه الزامات تعیین شده روش تجویزی است (ر.ک. به بند ۱۹-۵-۲-۳). لازم به ذکر است ضوابط تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۹ نیز الزامی است.

۱۹-۶-۳ تأسیسات مکانیکی

الزامات 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 الزامی است.

۱۹-۶-۴ تأسیسات برقی

الزامات 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 الزامی است.

۱۹-۶-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های 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 رعایت گردد.

میزان بهره‌گیری لازم از سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، ساختمان‌های کم‌انرژی و ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی در جدول ۱۹-۵-۵-۳۷ بخش ۱۹-۵-۵ ارائه شده‌است.

برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵-۵-۳۷، لازم است به‌جای ضرایب انتقال حرارتی تعیین‌شده در بخش ۱۹-۶-۲ برای بام یا

انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی از جدول ۱۹-۶-۱۰ مبنای طراحی قرار گیرد 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 مجاز نیست.

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 بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

گروه	رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده: عایق حرارتی بام یا سقف از خارج: دیوار با عایق خارجی یا مبانی	دیوار با عایق داخلی یا همکف	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل: دیوار با عایق خارجی یا مبانی	دیوار با عایق داخلی یا همکف
۱	EC	۰.۱۲۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۰.۱۲۰
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۲	EC	۰.۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰.۲۲۵
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۳	EC	۰.۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰.۲۲۵
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

در مناطق کوهستیر (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. پوشش مورد نظر باید دوام لازم را داشته باشد.

۱۹-۷-۱ اصول کلی

در این روش، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

الف) میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح و ساختمان مرجع به‌طور مجزا و به کمک شبیه‌سازی انرژی، با استفاده از نرم‌افزارهای دارای ویژگی‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۷-۱-۱، محاسبه شود؛

ب) طراحی بوسته خارجی و بهره‌گیری از سیستم‌های غیرفعال باید به‌گونه‌ای باشد که میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح از میزان محاسبه شده برای ساختمان مرجع کمتر شود؛

پ) داده‌های اقلیمی باید دارای مشخصات تعیین‌شده در بخش ۱۹-۷-۱-۲ باشند؛

ت) برنامه زمان‌بندی حضور افراد، استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین‌کننده باید مطابق اصول تعیین‌شده در بخش ۱۹-۷-۱-۳ و پیوست ۵ باشند؛

ث) شرایط سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و دیگر موانع باید با دقت کافی در شبیه‌سازی لحاظ گردد؛

ج) در خصوص تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، الزامات تعیین‌شده در روش تجویزی باید ملاک عمل قرار گیرد.

۱۹-۷ روش نیاز انرژی ساختمان

در روش نیاز انرژی ساختمان، علاوه بر در نظر گرفتن میزان انتقال حرارت ساختمان، مانند روش موازنه‌ای انجام می‌گیرد، کاهش یا افزایش نیاز انرژی ناشی از نحوه بهره‌برداری، میزان استفاده از سیستم‌های شیشه‌ای کارآمد و سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود.

ولی کماکان، همانند روش تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)، بیشتر سودن مشخصات سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان نخواهد کرد تا برای طراحی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی‌سازد. در عین حال، همانند روش تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی) می‌شود طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیدپذیر) به‌صورت مستقل صورت گیرد. اصول کلی مطابق با این روش طراحی در بخش ۱۹-۷-۱ تشریح شده‌است.

شکل ۱۹-۷-۱ نمودار گردشی مراحل روش نیاز انرژی

۱۹-۷-۱-۱ نرم‌افزار شبیه‌سازی

نرم‌افزار شبیه‌سازی مورد استفاده باید صحه‌گذاری‌شده و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی باشد. حداقل قابلیت‌هایی که نرم‌افزار باید دارا باشد عبارت است از:

- تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان،
- تعیین میزان 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.
- انرژی (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 بر پایه انرژی‌های 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 نهاد دارای صلاحیت قانونی یا مرجع معتبر 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 نهاد دارای صلاحیت قانونی صورت گیرد.

۱۹-۷-۱-۳ 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 توجیهی کافی مجاز خواهد بود.

۱۹-۷-۲ شبیه‌سازی و انجام محاسبات

در فرایند شبیه‌سازی و انجام محاسبات باید اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد:

۱۹-۷-۲-۱ تعریف هندسه و مشخصات سطوح (جدارها)

در تعریف هندسه و جدارهای پوسته خارجی ساختمان، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

- 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 (کی) 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.

۱۹-۷-۲-۲ شبیه‌سازی و محاسبات عددی روشنایی طبیعی

در این مقررات، روش شبیه‌سازی بر مبنای شاخص sDA (کفایت نور روز در فضا) صورت می‌گیرد. این شاخص به‌صورت درصدی از مساحت سطح کار 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 مقادیر درصد مساحت سطح کار منطبق بر شاخص sDA برای رده‌های مختلف انرژی

رده انرژی	شاخص sDA
EC	sDA > ۵۵
EC+	۷۵ ≥ sDA > ۵۵
EC++	۸۵ ≥ sDA > ۷۵
	۹۵ ≥ sDA > ۸۵

برای انجام شبیه‌سازی‌های روشنایی طبیعی، پیش‌فرض‌های زیر باید در نظر گرفته‌شود:

- تمام محاسبات باید بر روی سطح کار در ارتفاع ذکر شده در زیربند ۱۹-۴-۲-۹-۲ 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 ۰۶ متر باشد. فاصله از کناره‌های دیوار نیز باید بین ۰۳ تا ۰۶ متر در نظر گرفته‌شود. این شبکه نقاط باید در ارتفاع سطح کار مطابق زیربند ۱۹-۴-۲-۹-۲ در نظر گرفته شود.
- 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 منابع روشنایی 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 در نظر 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 در نظر 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.

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 در نظر گرفته‌شده از ۴۵۰ بیشتر شود.

جدول ۱۹-۷-۴ مقادیر شاخص خیرگی (DGP)

میزان خیرگی	مقدار DGP
عدم وجود خیرگی	DGP ≤ ۰٫۳۴
خیرگی قابل درک	۰٫۳۴ < DGP ≤ ۰٫۳۸
خیرگی آزاردهنده	۰٫۳۸ < DGP ≤ ۰٫۴۵
خیرگی غیر قابل تحمل	۰٫۴۵ < DGP

۱۹-۷-۲-۳ نیاز انرژی سالانه

نیاز انرژی سالانه یک ساختمان با تعیین میزان 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، ...)

۱۹-۷-۲-۳-۱ نیاز انرژی سالانه 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.

۱۹-۷-۲-۳-۲ نیاز انرژی سالانه 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 ۱۹-۵-۳-۲
- داده‌های مربوط به تأسیسات مکانیکی ساختمان مطابق مقادیر ارائه‌شده در بخش ۱۹-۵-۳-۳
- 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 بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ساختمان در نظر گرفته نمی‌شود.

بدیهی است 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.

۱۹-۷-۴-۲ 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

الزامات 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، الزامات 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 بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

برای تعیین میزان تأثیر روشنایی طبیعی و سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، بر روی نیاز انرژی سالانه ساختمان، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

- در صورت استفاده از گلخانه خورشیدی، دیوار ترُمب 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 فتوولتائیک 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.

۱۹-۸-۳-۱-۲ در این حالت میزان انرژی مصرفی به‌دست آمده برای ساختمان طرح باید کمتر از میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع باشد؛

مبنا قرار دادن مقادیر مصرف انرژی مرجع (برای واحد سطح) که در بند ۱۹-۸-۳-۱-۳ ارائه شده‌است.

در این روش، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

الف) میزان انرژی اولیه سالانه ساختمان طرح به کمک شبیه‌سازی انرژی، با استفاده از نرم‌افزارهای دارای ویژگی‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۸-۱-۱ ، محاسبه شود. همچنین در صورت استفاده از روش شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی ساختمان مرجع، میزان انرژی اولیه سالانه ساختمان مرجع نیز با استفاده از این نرم‌افزارها محاسبه شود؛

ب) داده‌های اقلیمی باید دارای مشخصات تعیین‌شده در بخش ۱۹-۸-۱-۲ باشند؛

پ) برنامه زمان‌بندی حضور افراد، استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین‌کننده باید مطابق اصول تعیین‌شده در بخش ۱۹-۸-۱-۳ و پیوست ۵ باشند؛

ت) شرایط سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و دیگر موانع باید با دقت کافی در شبیه‌سازی لحاظ گردد؛

ج) در صورت استفاده از روش شبیه‌سازی برای محاسبه انرژی اولیه ساختمان مرجع، برای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ساختمان مرجع، شرایط ارائه شده در بند ۱۹-۸-۳-۱-۲ رعایت شود.

چ) مدارک فنی و اطلاعات مورد نیاز برای بررسی محاسبات انجام شده باید ویژگی‌های ارائه شده در بند ۱۹-۸-۳-۳ را داشته باشد.

۱۹-۸ 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 تجدیدپذیر به گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی سالانه مصرفی ساختمان طرح از 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.

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

شکل ۱۹-۸-۱ نمودار گردشی مراحل روش کارایی انرژی

۱۹-۸-۱-۱ نرم‌افزار شبیه‌سازی

نرم‌افزارهای شبیه‌سازی باید صحه‌گذاری‌شده و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی 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 میزان 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 بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).

۱۹-۸-۱-۲ 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 نهاد دارای صلاحیت قانونی یا مرجع معتبر جهانی باشند.

در صورتی که برای محل پروژه فایلی وجود نداشته باشد، یا این‌که جستن فایل برای مناطق نزدیک به آن وجود داشته باشد، لازم است انتخاب فایل یک منطقه مجاور با ایجاد یک فایل برازش‌شده با تأیید مراجع معتبر صورت گیرد.

۱۹-۸-۱-۳ 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 توجیهی کافی مجاز خواهد بود. در این حالت، با استفاده از روش قیاسی و اصول مطرح شده در بند ۱۹-۸-۳-۱-۳، برنامه‌های جایگزین به هر دو ساختمان (طرح و مرجع) اعمال می‌گردد، و دیگر نمی‌توان مقادیر مطلق مصرف انرژی بر واحد سطح روش معیار مصرف و اصول مطرح شده در بند ۱۹-۸-۳-۱-۳ را ملاک طراحی قرار داد.

۱۹-۸-۲ شبیه‌سازی و انجام محاسبات

در فرایند شبیه‌سازی و انجام محاسبات باید اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد:

۱۹-۸-۲-۱ تعریف هندسه و مشخصات سطوح (جدارها)

در تعریف هندسه و جدارهای پوسته خارجی ساختمان، لازم است اصول مطرح‌شده در بخش ۱۹-۷-۲-۱ رعایت گردد.

۱۹-۸-۲-۲ شبیه‌سازی و محاسبات عددی روشنایی طبیعی

برای شبیه‌سازی و انجام محاسبات عددی روشنایی طبیعی، لازم است اصول مطرح‌شده در بخش ۱۹-۷-۲-۲ رعایت گردد.

۱۹-۸-۲-۳ تعریف مشخصات سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و برقی

مشخصات سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان طرح باید کاملاً مشابه شرایط واقعی باشد. در صورت ساده‌سازی و معادل‌سازی، باید توجیحات لازم در مدارک فنی ارائه شود.

مشخصات سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان مرجع باید مشابه مشخصات تعیین‌شده در روش تجویزی باشد.

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 ۱۹-۸-۱ انجام شود.

۱۹-۸-۳-۱ اصول مطرح در روش‌های مختلف طراحی

۱۹-۸-۳-۱-۱ محاسبه مصرف انرژی اولیه سالانه ساختمان

خروجی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مصرف انرژی نهایی سالانه ساختمان می‌باشد. با توجه به این‌که معیار در نظر گرفته‌شده در روش کارایی انرژی مصرف انرژی اولیه می‌باشد، در نتیجه، لازم است مصارف انرژی اولیه حامل‌های مختلف، با استفاده از خروجی‌های مصرف انرژی نهایی به‌دست‌آمده با شبیه‌سازی نرم‌افزاری محاسبه شوند.

انرژی اولیه مصرفی سالانه یک ساختمان برابر است با حاصل جمع مصارف انرژی اولیه الکتریکی و غیرالکتریکی. انرژی اولیه هر یک از حامل‌های انرژی نسبت انرژی نهایی مصرف‌شده در ساختمان به راندمان تولید و توزیع حامل انرژی مورد نظر است.

در صورتی که مقدار راندمان تولید و توزیع انرژی الکتریکی توسط وزارت نیرو اعلام نگردد، مقدار آن برابر با ۳۰ درصد در نظر گرفته می‌شود.

در صورتی که مقدار راندمان تولید و توزیع انرژی غیرالکتریکی (گاز) توسط وزارت نفت اعلام نگردد، مقدار آن برابر با ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شود.

۱۹-۸-۳-۱-۲ اصول طراحی به‌روش قیاسی

در این روش، محاسبه مصرف انرژی اولیه 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 بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ساختمان.

روش قیاسی قابل استفاده برای طراحی ساختمان‌های با رده‌های «منطبق با مبحث ۱۹ (EC)»، «کم‌انرژی (EC+)» و «بسیار کم‌انرژی (EC++)» می‌باشد.

بدیهی است 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.

۱۹-۸-۳-۱-۳ 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.

روش معیار مصرف قابل استفاده برای طراحی ساختمان‌های با رده‌های «منطبق با مبحث ۱۹ (EC)»، «کم‌انرژی (EC+)»، «بسیار کم‌انرژی (EC++)» و «مصرف انرژی نزدیک صفر (ECNZ)» می‌باشد.

میزان مصرف انرژی اولیه محاسبه شده برای ساختمان طرح مربوط به انرژی مصرفی برای گرمایش، سرمایش، آب‌گرم مصرفی و روشنایی می‌باشد. لازم به ذکر است در مدل‌سازی انرژی، تأثیر حرارتی تجهیزات در نظر گرفته می‌شود، ولی میزان مصرف انرژی این تجهیزات در انرژی مصرفی ساختمان لحاظ نمی‌شود.

طراحی ساختمان نزدیک صفر تنها با استفاده از روش کارایی انرژی و معیار مصرف برای ساختمان مرجع امکان‌پذیر است.

جدول ۱۹-۸-۱ میزان مصرف انرژی سالانه [kWh/m²] (بر مبنای واحد سطح فضاهای کنترل‌شده)

	درجه انرژی (گرمایی-سرمایی) (ر.ک. به پیوست ۳)	ساختمان با کاربری الف				ساختمان با کاربری ب یا ج			
		زیاد		متوسط	کم	زیاد		متوسط	کم
	نیاز غالب (ر.ک. به پیوست ۳)	گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی
رده انرژی	منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۲۲۰	۵۲۰	۲۹۰	۲۶۰	۱۸۰	۳۲۰	۱۶۰	۱۴۰
	کم انرژی (EC+)	۲۰۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰	۸۰
	بسیار کم‌انرژی (EC++)	۱۵۰	۲۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۸۰	۷۰
	مصرف انرژی نزدیک صفر (ECnZ)	۵۰	۸۰	۴۵	۳۵	۳۰	۵۰	۲۵	۲۰

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.

۱۹-۸-۳-۳ مدارک فنی مورد نیاز برای ارائه

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 مدارک فنی 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.

پیوست ۱

فهرست واژگان
(معادل انگلیسی)

واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

احداث	Construction
ارزش حرارتی بالا (یا ناخالص)	Higher Thermal Value (HTV)
ارزش حرارتی پایین (یا خالص)	Lower Thermal Value (LTV).
اعوجاج کلی جریان	Total Harmonic Distortion (THD)
اکونومایزر	Economizer
انرژی‌های تجدیدپذیر	Renewable Energies
اینرسی حرارتی	Thermal Inertia
آسایش حرارتی	Thermal Comfort
بازشو	Opening
بام تخت	Flat Roof
بام شیب‌دار	Pitched Roof
بانک خازن	Capacitor Bank
برچسب انرژی	Energy Label
بهسازی (و بازنوسازی)	Rehabilitation (Renovation)
پاورمتر	Power Meter
پل حرارتی	Thermal Bridge
پلنوم	Plenum
پنجره با عملکرد حرارتی بهبودیافته	Window with Improved Thermal Performance
پوسته خارجی	Building Envelope
پوسته کالبدی	Physical Envelope
تایمر مدار روشنایی	Timer Light Switch
تعداد دفعات تعویض هوا (در ساعت)	Air Change (ACH)
تغییر کاربری	Change of Occupancy
توان اکتیو	Active Power

توان راکتیو	Reactive Power
توان ظاهری	Apparent Power
توسعه	Development
تهویه مطبوع	Air Conditioning
تهویه	Ventilation
جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف)	Translucent or Transparent Layer
جرم سطحی	Surface Mass
جرم سطحی مؤثر جدار	Effective Surface Mass of Partitions
جرم مؤثر جدار	Effective Mass of Partitions
جرم مؤثر ساختمان	Building Effective Mass
جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا	Building Effective Surface Mass
جگالی توان سیستم روشنایی ساختمان	Power Density of Building Lighting System
جگالی توان سیستم روشنایی فضاها	Power Density of Spaces Lighting System
حسگر (سنسور) حرکت و حسگر حضور	Motion Sensor and Presence Sensor
حسگر فروسرخ غیرفعال	Passive Infrared Sensor
حسگر مایکروویو	Microwave Sensor
حسگر میکروفونی	Microphone Sensor
حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی	Electro-Optical Sensor (Photocell) Lighting Circuit Steering
خیرگی	Glare
درخشندگی	Luminance
دستگاه برق بدون وقفه (یوپی‌اس)	Uninterruptible Power Supply (UPS)
دستگاه برق بدون وقفه دینامیک	No Break UPS
دمای تنظیم سیستم سرمایی	Cooling Set Point
دمای تنظیم سیستم گرمایی	Heating Set Point
دمای رنگ نور	Correlated Colour Temperature (CCT)
دیوار	Wall
رده‌بندی میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها	Energy Rating
روز- درجهٔ سرمایی	Cooling Degree Day

روز- درجهٔ گرمایی	Heating Degree Day
روش تجویزی	Prescriptive Method
روش کارایی انرژی ساختمان	Building Energy Performance Method
روش موازنه‌ای (کارکردی)	Trade-Off Method
روش نیاز انرژی	Energy Need Method
زیربنای مفید	Building Usable Area
ساختمان با مصرف انرژی نزدیک صفر	Near Zero Energy Building (Energy Compliant Near Zero) (ECnZ)
ساختمان بسیار کم‌انرژی	Very Low Energy Building (Energy Compliant ⁻⁻) (EC--)
ساختمان کم‌انرژی	Low Energy Building (Energy Compliant ⁻) (EC-)
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹	Building in accordance with the regulations (Energy Compliant) (EC)
ساختمان موجود	Existing Building
ساختمان نو	New Building
ساعت فرمان مدار روشنایی	Time Switch
سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی	Dimmer
سطح خالص فضای کنترل‌شده	Net Area (of conditioned space)
سیستم (دستگاه با راه‌انداز) تغییر سرعت	Variable Speed Device Drive (VSD)
سیستم تولید همزمان برودت، حرارت و برق	Combined Cooling, Heat and Power (CCHP)
سیستم تولید همزمان حرارت و برق	Combined Heat and Power (CHP)
سیستم حجم هوای متغیر	Variable Air Volume (VAV)
سیستم مدیریت انرژی	Energy Management System (EMS)
سیستم مدیریت روشنایی	Lighting Management System (LMS)
سیستم مدیریت هوشمند ساختمان	Building Management System (BMS)
شاخص نور	Colour Rendering Index (CRI)
شار گرمایی (یا حرارتی)	Heat Flux
شدت روشنایی	Illuminance

Low-E (Emissivity) Glass	شیشه کم‌گسیل
Light Loss Factor (LLF)	ضریب افت توان نوری چراغ
Area Weighted Average Reflectance of Room Surface	ضریب انعکاس متوسط وزن‌یافته سطوح داخلی
Coefficient of Utilization (CU)	ضریب بهره چراغ
Visible Transmittance (VT)	ضریب عبور نور مرئی
Linear Thermal Transmittance	ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ)
Thermal Transmittance	ضریب انتقال حرارت سطحی (U)
Reference Thermal Transmittance	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع ($\hat{U}$)
Building Heat Loss (Transfer) Coefficient	ضریب انتقال حرارت طرح (H)
Reference Heat Loss (Transfer) Coefficient	ضریب انتقال حرارت مرجع ($\hat{H}$)
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	ضریب بهره گرمایی خورشیدی
Surface Heat Transfer Coefficient	ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h)
Reduction Factor Thermal Transmittance	ضریب کاهش انتقال حرارت (τ)
Thermal Conductivity	ضریب هدایت حرارت (λ)
Building Floor	طبقه ساختمان
Thermal Insulation (Insulation Material)	عایق (عایق حرارت)
Thermal Insulation	عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی)
External Thermal Insulation	عایق‌کاری حرارتی از خارج
Internal Thermal Insulation	عایق‌کاری حرارتی از داخل
Peripheral Thermal Insulation	عایق‌کاری حرارتی پیرامونی
Distributed Thermal Insulation	عایق‌کاری حرارتی همگن
Building Elements	عناصر ساختمانی
Specific Factors	عوامل ویژه
Conditioned Space	فضای کنترل‌شده
Unconditioned Space	فضای کنترل‌نشده
Candella	کاندلا
Daylight Autonomy (DA)	کفایت نور روز

Spatial Daylight Autonomy (sDA)	کفایت نور روز در فضا
Switch	کلید قطع و وصل
Controllers	کنترل‌ها (کنترل‌کننده‌ها)
Programmable Logic Controller (PLC)	کنترل‌کننده اتوماتیک قابل برنامه‌ریزی (پی‌ال‌سی)
Building Usage	کاربری ساختمان
Floor	کف
Valid Technical Certificate	گواهی‌نامه فنی معتبر
Light Emitting Diode (LED) Lamp	لامپ LED
Organic Light-Emitting Diode (OLED) Lamp	لامپ OLED
Maxi Meter	ماکسی‌متر
Thermal Comfort Zone	محدودهٔ آسایش (حرارتی)
Energy Management System (EMS)	مدیریت هوشمند مصرف انرژی
Thermal Resistance	مقاومت حرارتی
Air Leakage	نشت هوا
Accredited Legal Entity	نهاد دارای صلاحیت قانونی
Residential Unit	واحد مسکونی
Air Tightening	هوابندی

پیوست ۲

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

پ ۲ 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_t) محاسبه می‌گردد و، در پایان، مقدار جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_t) 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 عایق حرارت 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:

$$M = \Sigma (m_i \cdot A_i) \qquad (پ۲-۱)$$

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

$$m_u = M / A_b \qquad (پ۲-۲)$$

پ۲-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید (m_u)، 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_u (kg/m²)
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰

پ ۳ 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 صورتی که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامده باشد، لازم است مشخصات نزدیک‌ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب: گرمایش	نیاز غالب: سرمایش
۱	آبادان	زیاد		•
۲	آبادچی قریدن	زیاد	•	
۳	آباده	متوسط	•	
۴	ابعلی	زیاد	•	
۵	آجی چای	زیاد	•	
۶	آزاد سپهر	کم	•	
۷	آستارا	متوسط	•	
۸	اغاجاری	زیاد		•
۹	آمل	کم	•	
۱۰	آوج	زیاد	•	
۱۱	احمدآباد - دروشان	متوسط	•	
۱۲	احمدوند	متوسط	•	
۱۳	اخجوان گنبایگان	متوسط	•	

پیوست ۳

گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه شهرها

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	افراجال	کم	•	
۲۵	المگودرز	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	بابسر	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	دهران	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	زردکل 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 نجن	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	کوسان صفی آباد	متوسط		•
۱۹۰	کوهرنگ	زیاد	•	
۱۹۱	کهنوج	زیاد		•
۱۹۲	کنوند	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 دیاوند	متوسط	•	
۲۰۳	لار	زیاد		•
۲۰۴	لار - بنور	زیاد	•	
۲۰۵	لاهیجان	کم	•	

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	•	•

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۲۰۶	لنبان	متوسط	•	
۲۰۷	لردگان	متوسط	•	
۲۰۸	لنجوان	زیاد	•	
۲۰۹	ماکو	زیاد	•	
۲۱۰	مراغه	زیاد	•	
۲۱۱	مرند	زیاد	•	
۲۱۲	مرودشت	متوسط	•	
۲۱۳	مسجد سلیمان	زیاد		•
۲۱۴	مشهد	متوسط	•	
۲۱۵	مسران	متوسط	•	
۲۱۶	ملایر	متوسط	•	
۲۱۷	موحان	زیاد	•	
۲۱۸	میناد	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	نوراباد ممسنی	متوسط		•

پیوست ۴

گونه‌بندی کاربری و گروه ساختمان‌ها

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، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، 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، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، رستوران و سالن غذاخوری.
نوع کاربری ج	ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، ترمینال راه‌آهن، استادیوم ورزشی سرپوشیده، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، بانگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (اتومبیل‌سازی، نجاری و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، بازرگینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه مترو، بناهگاه.

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)	۹ طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	بیش از ۹ طبقه یا زیربنای مفید بیشتر از ۲۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	گروه ۱	
	متوسط	گروه ۲	
	کم	گروه ۳	
نوع ب	زیاد	گروه ۲	گروه ۱
	متوسط	گروه ۳	گروه ۲
	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	

جدول پ۵-۱ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری مسکونی - اقامتی (۱)

بهره‌برداری ساکنین		دهای تنظیم سیستم سرمایی		دهای تنظیم سیستم سرمایی قسمه گرم‌جه‌مرطوب		دهای تنظیم سیستم سرمایی دیگر منادیق	
ساعت جمعه	ساعت چهارشنبه	ساعت جمعه	ساعت چهارشنبه	ساعت جمعه	ساعت چهارشنبه	ساعت جمعه	ساعت چهارشنبه
۱	۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۸	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۶	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۴	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۲	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۲	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۲	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۲	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۲	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۴	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۸	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۸	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۸	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۸	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۰.۸	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸

ساعت
۰۱:۰۰ - ۰۰:۰۰
۰۲:۰۰ - ۰۱:۰۰
۰۳:۰۰ - ۰۲:۰۰
۰۴:۰۰ - ۰۳:۰۰
۰۵:۰۰ - ۰۴:۰۰
۰۶:۰۰ - ۰۵:۰۰
۰۷:۰۰ - ۰۶:۰۰
۰۸:۰۰ - ۰۷:۰۰
۰۹:۰۰ - ۰۸:۰۰
۱۰:۰۰ - ۰۹:۰۰
۱۱:۰۰ - ۱۰:۰۰
۱۲:۰۰ - ۱۱:۰۰
۱۳:۰۰ - ۱۲:۰۰
۱۴:۰۰ - ۱۳:۰۰
۱۵:۰۰ - ۱۴:۰۰
۱۶:۰۰ - ۱۵:۰۰
۱۷:۰۰ - ۱۶:۰۰
۱۸:۰۰ - ۱۷:۰۰
۱۹:۰۰ - ۱۸:۰۰
۲۰:۰۰ - ۱۹:۰۰
۲۱:۰۰ - ۲۰:۰۰
۲۲:۰۰ - ۲۱:۰۰
۲۳:۰۰ - ۲۲:۰۰
۲۴:۰۰ - ۲۳:۰۰

پیوست ۵

برنامه زمانی بهره‌برداری ساکنین و عملکرد تجهیزات

جدول پ۵-۲ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری مسکونی - اقامتی (۲)

زمان	روشنایی			تهویه ٭			تجهیزات و لوازم‌خانگی ٭٭		
	شنبه چهارشنبه	پنجشنبه جمعه	۲۴ ساعته	شنبه چهارشنبه	پنجشنبه جمعه	۲۴ ساعته	شنبه چهارشنبه	پنجشنبه جمعه	۲۴ ساعته
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱			
۰۱:۰۰-۰۳:۰۰	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱			
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰.۸	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰.۸	۰.۰۵	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰.۸	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۲	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۲	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۲	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۳	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰.۳	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰.۳	۰.۴	۰.۵	۱	۰	۱	-		
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰.۸	۰.۴	۰.۸	۱	۰	۱	-		
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۱	۰	۱	-		
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۱	۰	۱	-		
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۱	۰	۱	-		
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۱	۰	۱	-		
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۱	۰	۱	-		
۲۱:۰۰-۲۳:۰۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۱	۰	۱	-		
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۱	۰	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 ۴ 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 (۰)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای تنظیم سیستم گرمایی		دمای تنظیم سیستم سرمایی اقلیم گرم‌ومرطوب		دمای تنظیم سیستم سرمایی 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	۳۳	۳۳
۰۱:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۷	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰.۷	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۹۵	۰	۱۷	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰.۳	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳

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	۱	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 سیستم گرمایی		دمای تنظیم سیستم سرمایی اقلیم گرم‌ومرطوب		دمای تنظیم سیستم سرمایی 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	۳۳	۳۳
۰۱:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۷	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰.۷	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۹۵	۰	۲۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۹۵	۰	۱۷	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰.۳	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳

جدول ب۵-۷ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی-دانشگاه (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای منظمه سیستم گرمایی		دمای منظمه سیستم سرمایی اقلیم گرم‌ومرطوب		دمای منظمه سیستم سرمایی دیگر مناطق	
	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰.۲	۰.۲	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰.۹	۰.۵	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۹	۰.۵	۳۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۹	۰.۵	۲۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۹	۰.۵	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۹	۰.۵	۳۰	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	۳۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰.۹	۰	۳۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰.۹	۰	۳۰	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰.۹	۰	۱۷	۱۵	۲۵	۳۰	۲۸	۳۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰.۴	۰	۱۷	۱۵	۲۸	۳۰	۳۰	۳۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳

جدول ب۵-۶ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی مدرسه (۲)

زمان	روشنایی		تهویه ○		تجهیزات ○○	
	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۴
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۹
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۹
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۹
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۹
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۹
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳

○ 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 ب۵-۹ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری تجاری (۱)

زمان	بهره‌برداری ساکنین		دمای منظمه سیستم گرمایی				دمای منظمه سیستم سرمایی اقلیم گرم‌ومرطوب				دمای منظمه سیستم سرمایی دیگر مناطق			
	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۳۰	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۲	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۳	۰.۳	۰.۳	۰.۳	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۳	۰.۳	۰.۶	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۶	۰.۶	۰.۶	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰.۸	۰.۶	۰.۶	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰.۸	۰.۷۵	۰.۶	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰.۸	۰.۷۵	۰.۶	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰.۸	۰.۷۵	۰.۵	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۵	۰.۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۷۵	۰.۷۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۷۵	۰.۷۵	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۸	۰.۸	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۸	۰.۸	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۶	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۵	۳۰	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰.۵	۰.۷	۰	۰	۱۷	۱۷	۲۸	۲۸	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰	۲۸	۲۸

○ بخاری جدا شده بیش از ۵۰۰ مترمربع

جدول ب۵-۸ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری آموزشی-دانشگاه (۲)

زمان	روشنایی		تهویه ○		تجهیزات ○○	
	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه	شنبه تا پنجشنبه	جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۸:۰۰-۱۹:۰۰	۰.۹	۰.۱	۱	۰	۰.۳	۰.۳
۱۹:۰۰-۲۰:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۰:۰۰-۲۱:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۱:۰۰-۲۲:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۲:۰۰-۲۳:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳
۲۳:۰۰-۲۴:۰۰	۰.۱	۰.۱	۰	۰	۰.۳	۰.۳

○ 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.

پیوست ۵ : برنامه زمانی بهره‌برداری سیستم و نحوه‌ٔ تخمین بار

جدول ب۵ - ۱۰ برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری کاربری تجاری (۲)

زمان	روشنایی												تجهیزات ○○○											
	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه		شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه		شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	
۰۰۰۰ - ۰۷۰۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱																	
۰۷۰۰ - ۰۸۰۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۰۸۰۰ - ۰۹۰۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۰۹۰۰ - ۱۰۰۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۰۰۰ - ۱۱۰۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۱۰۰ - ۱۲۰۰	۰.۹	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۲۰۰ - ۱۳۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۳۰۰ - ۱۴۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۴۰۰ - ۱۵۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۱	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۵۰۰ - ۱۶۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۶۰۰ - ۱۷۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۱	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۷۰۰ - ۱۸۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۱										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۸۰۰ - ۱۹۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۱۹۰۰ - ۲۰۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۲۰۰۰ - ۲۱۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۲۱۰۰ - ۲۲۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۲۲۰۰ - ۲۳۰۰	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹										۰.۵	۰.۵	۰.۵					
۲۳۰۰ - ۲۴۰۰	۰.۸	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۸										۰.۵	۰.۵	۰.۵					

○ تجاری جمعه 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 W/m² .

نکته: در محاسبات، میزان آب گرم مصرفی ۴ لیتر در روز به ازای هر نفر در نظر گرفته شود. در غیر این صورت، ذکر مقادیر در نظر گرفته شده لازم است با ارائه دلایل توجیهی قابل قبول مجاز خواهد بود.

پ۶-۱ محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده

در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، در صورت وجود فضا یا فضاهای کنترل نشده، لازم است ضریب کاهش انتقال حرارت مربوط به آنها تعیین شود.

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 فضای کنترل‌نشده صرف‌نظر کرد. در این صورت، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک (۱.۰) در نظر گرفته خواهد شد.

ضریب کاهش یک فضای کنترل‌نشده با استفاده از رابطه ب ۱-۶ به‌دست می‌آید:

$$\tau = \frac{\sum A_c U_c}{\sum A_c U_c + \sum A_i U_i} \qquad \text{(ب ۱۰۶)}$$

τ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده

A_c : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج [m²]

U_c : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج [W/m²K]

A_i : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده [m²]

U_i : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده [W/m²K]

توضیحات:

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

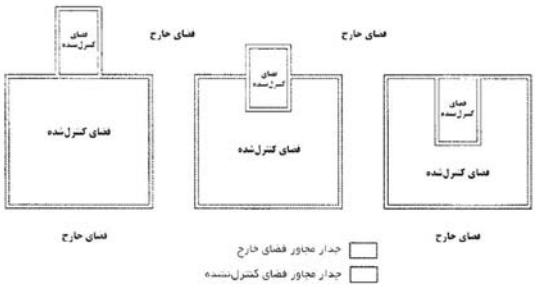
پیوست ۶

روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

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 فضای کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید، در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح می‌تواند 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 (τ_i-۱) در محاسبه وارد کند، زیرا

$$\tau_i \cdot A_i \cdot U_i = (1-\tau_i) \cdot A_e \cdot U_e$$



شکل ب ۶ -۱ موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل‌نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

رابطه ب 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 ب ۶-۲ به‌دست می‌آید:

$$\frac{\sum A_e U_e + 0.34\, n.V}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i + 0.68\, n.V} \qquad (ب\text{ ۶-۲})$$

n : تعداد دفعات تعویض هوای فضای کنترل‌نشده از طریق فضای کنترل‌شده [1/h]

V : میزان تعویض هوای فضای کنترل‌نشده از طریق فضای کنترل‌شده [m^3/h]

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W m.K]
۱ آجرها 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 معمولی (سیلیسی، سیلیسی آهکی و آهکی)		
	۲۳۰۰ تا ۲۶۰۰	۲.۰۰
	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱.۶۵
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱.۳۵
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱.۱۵
	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۲.۳۰
	بیش از ۲۴۰۰	۲.۵۰

۱ در صورتی که ... بیش از میزان توصیه شده برای سایر حرارت متصل ...

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
بتن با سنگدانه سربارهٔ کوره آهن‌گدازی:		
- سراکم		
- ماسهٔ رودخانه‌ای یا معمولی	۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰	۱۴
- سرباره‌ای	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۰۸
- سبک‌شده		
با کمتر از ۱۰ درصد ماسهٔ رودخانه	۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۰۷
بتن سبک‌شده:		
- با پوکهٔ طبیعی یا سرباره منبسط منعقدشده (حبابی ظاهری سنگدانه حدود ۱۷۵۰ kg/m³)		
ماسهٔ رودخانه‌ای یا ماسه	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰۵۲
	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰۴۴
بدون ماسه ریز و بدون ماسه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰۳۵
- با حذف بخشی سیمان‌شده (حبابی ظاهری سنگدانه حدود ۱۶۵۰ kg/m³)	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰۳۵
با سنگدانه سبک پومیس (حبابی ظاهری سنگدانه حدود ۱۶۰۰ kg/m³)	۹۵۰ تا ۱۱۵۰	۰۴۶
با ماسه ریز و بدون ماسه منبسط		
حبابی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۳۰۰ و غیر سیمان بیش از ۳۰۰ kg/m³		
با ماسهٔ رودخانه یا ماسهٔ سبک	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱۰۲
با ماسهٔ رودخانه یا ماسهٔ سبک	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰۸۲
حبابی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و غیر سیمان بیش از ۳۰۰ kg/m³		
با ماسهٔ سبک و حداکثر ۱۰ ماسهٔ رودخانه	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰۷۰
با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰۴۶
حبابی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و غیر سیمان کمتر از ۲۵۰ kg/m³		
با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰۳۳
بدون ماسه و با غیر سیمان گچ	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰۲۵
	کمتر از ۶۰۰	۰۲۰
بتن با سنگدانه بسیار سبک:		
- سنگدانه پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) حبابی درجا		
نسبت ۱ به ۶	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰۳۱

واحد اندازه‌گیری حبابی سنگدانه و غیر سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
- نسبت ۱ به ۶	۶۰۰ تا ۴۰۰	۰۲۴
- لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	۴۵۰ تا ۴۰۰	۰۱۹
بتن هوادار اتوکلاو شده[1]:		
- جگالی اسمی ۸۰۰	۸۲۵ تا ۷۷۵	۰۲۹
- جگالی اسمی ۷۵۰	۷۷۵ تا ۷۲۵	۰۲۷
جگالی اسمی ۷۰۰	۷۲۵ تا ۶۷۵	۰۲۵
- جگالی اسمی ۶۵۰	۶۷۵ تا ۶۲۵	۰۲۳
- جگالی اسمی ۶۰۰	۶۲۵ تا ۵۷۵	۰۲۱
- جگالی اسمی ۵۵۰	۵۷۵ تا ۵۲۵	۰۱۹
- جگالی اسمی ۵۰۰	۵۲۵ تا ۴۷۵	۰۱۸
- جگالی اسمی ۴۵۰	۴۷۵ تا ۴۲۵	۰۱۶
- جگالی اسمی ۴۰۰	۴۲۵ تا ۳۷۵	۰۱۵
بتن با خرده چوب		
- ساخته شده با ترانه‌های چوب و سیمان	۴۵۰ تا ۶۵۰	۰۱۶
موزاییک	۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱۶۵
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱۳۵
۳. بنونهٔ درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی[2]		
سیمان خالص	۱۲۰۰	۰۳۵
سیمان خمیری	۱۴۵۰	۰۵۰
سیمان اسفنجی	۷۵۰	۰۱۲
پلی‌یورتان	۱۳۰۰	۰۲۱
پی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز	۱۲۰۰	۰۱۴
پلی‌یورتان اسفنجی	۷۰	۰۰۵
پلی‌اتیلن اسفنجی	۷۰	۰۰۵

[1] AAC

[2] Thermal break

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۴. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان		
کائوچو طبیعی	۹۱۰	۰۱۳
کائوچو اسفنجی	۷۰	۰۰۶
کائوچو سخت	۱۲۰۰	۰۱۷
پلی‌بوتیلن	۹۳۰	۰۲۰
پلی‌سولفور	۱۷۰۰	۰۴۰
بوتادی‌ان	۹۸۰	۰۲۵
اکریلیک	۱۰۵۰	۰۲۰
پلی‌آمید (نایلون)	۱۱۵۰	۰۲۵
رزین فنلی	۱۳۰۰	۰۳۰
رزین پلی‌استر	۱۴۰۰	۰۱۹
پلی‌اتیلن جگالی زیاد (HD)	۹۸۰	۰۵۰
پلی‌اتیلن جگالی کم (LD)	۹۲۰	۰۳۳
پلی‌پروپیلن	۹۱۰	۰۲۲
پلی‌پروپیلن با ۳۰ درصد الیاف شیشه	۱۲۰۰	۰۲۵
پلی‌استایرن	۱۰۵۰	۰۱۶
پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)	۱۱۸۰	۰۱۸
پلی وینیل کلراید (PVC)	۱۳۹۰	۰۱۷
پلی‌کلروپرن (نئوپرن)	۱۲۴۰	۰۲۳
بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجزای گرم	۱۲۰۰	۰۲۴
اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)	۱۱۵۰	۰۲۵
پلی‌تترا فلوئورو اتیلن (PTFE)	۲۲۰۰	۰۲۵
رزین اپوکسی	۱۲۰۰	۰۲۰
پلی‌یورتان	۱۲۰۰	۰۲۵
پلی‌استات	۱۴۱۰	۰۳۰
پلی‌کربنات	۱۲۰۰	۰۲۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۵. چوب و فراورده‌های گیاهی		
چوب طبیعی:		
چوب‌های سبک، پرتوان، در متوسط رطوبت موجود، جگالی برمال متوسط ۵۰۰ kg/m³ تا ۶۵۰ kg/m³ و رطوبت ۱۵ درصد	۷۵۰ تا ۶۰۰	۰۳۳
چوب‌های سخت، جگالی برمال متوسط ۵۰۰ kg/m³ تا ۶۵۰ kg/m³ و رطوبت ۱۵ درصد	۶۰۰ تا ۴۵۰	۰۱۵
چوب فرآورده‌های صنعتی بسیار سبک (برگ ریز): جگالی ظاهری بیش از kg/m³		
۷۰۰	۷۵۰ تا ۶۰۰	۰۳۳
گچ خوابی، گچ سوراخ دار، جگالی ظاهری ۵۰۰ kg/m³ تا ۶۰۰	۶۰۰ تا ۴۵۰	۰۱۵
گچ ستون پیسه، جگالی ظاهری ۳۵۰ kg/m³ تا ۵۰۰	۴۵۰ تا ۳۰۰	۰۱۲
پیزوی، اکوپه، جگالی ظاهری ۳۵۰ kg/m³ تا ۵۰۰	۳۵۰ تا ۲۵۰	۰۱۲
چوب‌های صنعتی خاص:		
پنبه	۱۳۰ تا ۶۰	۰۰۵۴
چوب‌های سیمانی	۱۰۰۰ تا ۵۰۰	۰۲۹
	۳۵۰ تا ۳۰۰	۰۰۶۷
تخته‌های چند لایه چوبی		
تخته‌سه لایه جدولا	۹۰۰ تا ۷۵۰	۰۲۴
	۷۰۰ تا ۶۰۰	۰۲۱
	۶۰۰ تا ۵۰۰	۰۱۷
	۵۰۰ تا ۴۵۰	۰۱۵
	۴۵۰ تا ۳۵۰	۰۱۳
	۳۵۰ تا ۲۵۰	۰۱۱
	کمتر از ۲۵۰	۰۰۹
تخته‌سه با ترانه‌های بلوکی جهت‌دهه (OSB)	۶۵۰ تا کمتر	۰۱۳
تخته‌سه با ترانه‌های جهت‌دار سطحی	۱۳۰۰ تا کمتر	۰۳۳
تخته‌سه با ذرات چوب (نئوپان)	۸۲۰ تا ۶۲۰	۰۱۸
	۶۴۰ تا ۴۵۰	۰۱۵
	۴۵۰ تا ۳۷۰	۰۱۳
	۴۵۰ تا ۱۸۰	۰۱۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
بلوک‌های ساخته‌شده از الیاف چوب	۴۵۰ تا ۵۵۰	۰۱۱
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰۱۰
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰۰۸
چوب سبک:		
متراکم	کمتر از ۵۰۰	۰۱۰
نیمه‌متراکم	۱۰۰ تا ۱۵۰	۰۰۴۹
نیمه‌متراکم به همراه چسب و قیر و ... صنوبر مصنوعی	۱۵۰ تا ۲۵۰	۰۰۵۵
کاه فشرده	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰۱۲
۶. خاک و خشت		
سنگ و دانه	۱۷۰۰ تا ۲۲۰۰	۲۰
رس با لای ماسه‌ای	۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰	۱۰۵
خشت گل، خاک نیمه‌پخته، بلوک‌های رسی متراکم	۱۷۷۰ تا ۲۰۰۰	۱۱
۷. سفال، کاشی		
خشتی سبک	۲۴۰۰	۱۰۴
خشتی سبک	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۰۹۸
خشتی سبک	۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰	۰۹۳
خشتی سبک	۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰	۰۸۵
خشتی سبک	۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰	۰۷۹
خشتی سبک	۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰	۰۷۴
خشتی سبک	۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰	۰۶۹
خشتی سبک	۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰	۰۶۴
خشتی سبک	۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰	۰۶۰
خشتی سبک	۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰	۰۵۵
خشتی سبک	۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۰۵۰
خشتی سبک	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰۴۶
خشتی سبک	۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰	۰۴۱
خشتی سبک	۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰	۰۳۸
خشتی سبک	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰۳۴
خشتی سبک	کمتر از ۱۰۰۰	

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۸. سنگ‌ها		
سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:		
گنایس، پرفیر	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	۳۵
گرانیت	۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	۲۸
شیست ، اسلیت (سنگ لوح)	۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰	۲۲
سنگ‌های آتشفشانی:		
بازالت	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	۱۶
تراکیت، آندزیت	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱۱
سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه)	کمتر از ۱۶۰۰	۰۵۵
سنگ‌های آهکی		
مرمر	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۳۵
خیلی سخت	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲۳
سخت	۲۰۰۰ تا ۲۱۹۰	۱۷
نیمه سخت	۱۸۰۰ تا ۱۹۹۰	۱۴
نرم یا سختی ۲ و ۳	۱۶۰۰ تا ۱۷۹۰	۱۱
خیلی نرم	کمتر از ۱۵۹۰	۰۸۵
ماسه سنگ‌ها:		
کوارتزی	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲۶
سیلیسی	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲۳
آهکی	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱۹
سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های سازنده و پومیس:		
فلینت	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲۶
سنگ سازنده	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	۱۸
	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	۰۹
پومیس	کمتر از ۴۰۰	۰۱۲
سنگ مصنوعی	۱۷۵۰	۱۳

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۹. شیشه و اسفنج شیشه		
شیشه	۲۷۰۰	۱۱
اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)	۱۳۰ تا ۱۳۰	۰۰۵
	۱۳۰ تا ۱۴۰	۰۰۵۵
	۱۴۰ تا ۱۸۰	۰۰۶۳
۱۰. صفحات سیمانی		
الیافی	۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰	۰۹۵
	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰۶۵
سلولزی	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰۴۶
	۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰	۰۳۵
۱۱. عایق‌های حرارتی پلیمری		
پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً پونولیت یا پلاستوفوم)		
پلی‌استایرن پرش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به‌صورت منقطع، یا	۷ تا ۱۰	۰۰۵۶
قالب‌گیری شدهٔ ممتد بدون پوستهٔ سطحی	۱۰ تا ۱۳	۰۰۵۰
	۱۳ تا ۱۵	۰۰۴۷
	۱۵ تا ۱۹	۰۰۴۴
	۱۹ تا ۲۴	۰۰۴۲
	۲۴ تا ۲۹	۰۰۴۰
	۲۹ تا ۴۰	۰۰۳۹
	بیش از ۴۰	۰۰۳۸
- پلی‌استایرن اکسترود شده با حفره‌های پر از:		
هوا یا گاز کربنیک:		
ضخامت کمتر یا مساوی ۶۰ میلی‌متر	۳۸ تا ۴۰	۰۰۴۱
- ضخامت بیش از ۶۰ میلی‌متر	۲۸ تا ۴۰	۰۰۴۶
HCFC	۲۵ تا ۴۰	۰۰۳۵
CFC		
- بدون پوسته سطحی	۲۵ تا ۴۰	۰۰۳۳
- با پوسته سطحی	۲۵ تا ۴۰	۰۰۳۱

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
پی‌وی‌سی کلوایدار (PVC) منبسط شده	۳۵ تا ۴۵	۰۰۳۱
	۴۵ تا ۶۵	۰۰۳۶
اسفنج پی‌یورتان یا پی‌یوره‌وزله مطبق ممتد (دامی کرنر)		
صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و یا مشابه		
بین پوشش محافظ بدون پوشش	۳۰ تا ۴۰	۰۰۳۵
بین پوشش محافظ سرد آلومینیومی یا ضخامت بیش از ۵۰		
میلی‌متر	۳۰ تا ۴۰	۰۰۳۰
بلوک مایسم در محل کار		
صفحات ممتد برش‌خورده از بلوک‌های منبسط‌شده با گاز HCFC یا مشابه	۳۲ تا ۴۲	۰۰۴۱
صفحات ممتد قالبی تولیدشده به‌صورت بین پوشش محافظ		
منبسط شده با گاز HCFC یا مشابه	۳۰ تا ۳۲	۰۰۳۲
منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک	۳۰ تا ۳۲	۰۰۳۵
۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی		
پشم سنگ	۱۲ تا ۲۵	۰۰۵۰
	۲۵ تا ۴۰	۰۰۴۴
	۴۰ تا ۱۰۰	۰۰۴۲
	۱۰۰ تا ۱۲۵	۰۰۴۴
	۱۲۵ تا ۱۳۵	۰۰۴۶
	۱۳۵ تا ۱۵۰	۰۰۴۷
	۱۵۰ تا ۱۷۵	۰۰۴۸
پشم شیشه	۷ تا ۱۰	۰۰۵۵
	۱۰ تا ۱۲	۰۰۴۷
	۱۲ تا ۲۰	۰۰۴۴
	۲۰ تا ۳۰	۰۰۴۱
	۳۰ تا ۴۰	۰۰۳۹
	۴۰ تا ۸۰	۰۰۳۸
	۸۰ تا ۱۲۰	۰۰۳۹
	۱۲۰ تا ۱۵۰	۰۰۴۰

پیوست ۷ : ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W m.K]
۱۳. عایق‌های رطوبتی		
قیر خالص	کمتر از ۲۱۰۰	۰۷۰
اسفالت (قیر مخلوط با ...)	کمتر از ۲۱۰۰	۱۱۵
ورق بیتومی‌شده قیر اندود شده یا مشابه کشیده	۱۱۰۰ تا ۱۶۰۰	۰۲۳
۱۴. فلزات و آلیاژها		
فلز خالص	۷۸۷۰	۷۳
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 و خشک شده با آب لازم	۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰	۰۵۶
	۹۰۰ تا ۱۲۰۰	۰۴۳
گچ اندود داخلی (بدون یا کشه)	۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰	۰۵۷
	کمتر از ۱۰۰۰	۰۴۰
گچ و خاک	۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	۱۱۰
گچ قطعات بتنی ساخته گچی با روکش مخملی	۷۵۰ تا ۹۰۰	۰۲۵
گچ با سبک‌دانه ... آسف معدنی		
گچ با روکش مقوایی قطعات و لایه‌های گچ موجدار با آسف معدنی	۷۰۰ تا ۱۰۰۰	۰۲۵
گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۳ میلی‌متر)		
- یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ	۶۰۰ تا ۹۰۰	۰۳۰
- دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰۱۸

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ ۸ مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

مقادیر ارائه‌شده در این پیوست در روش‌های طراحی پوسته خارجی مبنای محاسبه قرار می‌گیرد، مگر آنکه نهاد دارای صلاحیت قانونی، 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_o، R_i) ارائه 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_o 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_o) انواع جدارها

زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	جدار در تماس با فضای خارج: لایهٔ هوای داخلی	جدار در تماس با فضای خارج: لایهٔ هوای خارجی	جدار در تماس با فضای خارج: جمع لایه‌ها	جدار در تماس با فضای گشوده: لایهٔ هوای داخلی	جدار در تماس با فضای گشوده: لایهٔ هوای خارجی	جدار در تماس با فضای گشوده: 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 بوسنهٔ خارجی، بسته به زاویهٔ جدار و ضخامت لایهٔ هوا، آمده است.

جدول پ۸-۲ مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار بوسنه خارجی

زاویهٔ لایهٔ هوا نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	ضخامت لایهٔ هوا (سانتی‌متر): 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	۰/۱۳	۰/۱۴	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	مقاومت حرارتی
آجر پلاک در نما	۳ تا ۴	۰/۰۳

پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار)

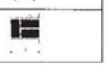
ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵۵ سانتی‌متر

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): ۵۵	۱۰/۵	۲۲	۳۵
	۰/۰۵	۰/۰۹		
			۰/۲۰	
				۰/۳۰

پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵۵ سانتی‌متر

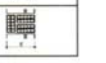
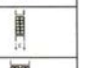
عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

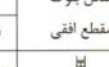
وزن مخصوص مادهٔ سفالی : ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

جدول پ۸-۵ مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر سوراخ‌دار در دیوار

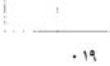
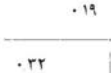
شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر): ۱۰/۵	۲۲	۳۵
	۰/۱۳		
		۰/۲۸	
			۰/۴۲

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)

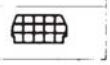
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

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 تیرچه 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 سانتیمتر

وزن مخصوص خشک مادهٔ سیمانی بلوک : ۱۹۵۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب

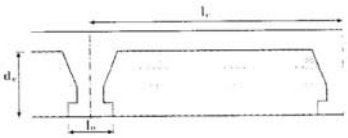
پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول پ۸-۹ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

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

پ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)

با توجه کم بودن ضریب هدایت حرارت پی‌استایرن 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.

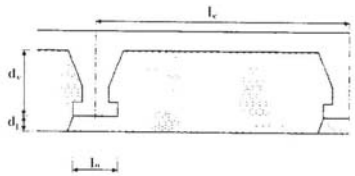


شکل پ۸-۱ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

جدول پ۸-۱۰ مقادیر مقاومت حرارتی R سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

ارتفاع بلوک d_c (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_c (cm)		
		$55 > l_c > 60$	$61 > l_c > 63$	$l_c > 64$
۲۰	$95 < l_c < 124$	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۷
	$125 < l_c < 140$	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۶۸
۲۵	$95 < l_c < 124$	۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۹۰
	$125 < l_c < 140$	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۷۹
۳۰	$95 < l_c < 124$	۰/۹۱	۰/۹۹	۱/۰۳
	$125 < l_c < 140$	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_c (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_c (cm)		
			$55 < l_c < 60$	$61 < l_c < 63$	$l_c < 64$
۳۰	۱۲	$95 < l_c < 124$	۱/۸۲	۱/۹۰	۱/۹۴
		$125 < l_c$	۱/۷۲	۱/۸۰	۱/۸۴
	۱۵	$95 < l_c < 124$	۱/۹۴	۲/۰۳	۲/۰۸
		$125 < l_c$	۱/۸۲	۱/۸۹	۱/۹۳
	۱۷	$95 < l_c < 124$	۲/۰۰	۲/۱۱	۲/۱۶
		$125 < l_c$	۱/۸۸	۱/۹۸	۲/۰۴
	۲۰	$95 < l_c < 124$	۲/۰۸	۲/۱۹	۲/۲۶
		$125 < l_c$	۱/۹۵	۲/۰۶	۲/۱۲
	۲۵	$95 < l_c < 124$	۲/۲۵	۲/۳۷	۲/۴۵
		$125 < l_c$	۲/۱۱	۱/۱۵	۲/۳۰
	۳۰	$95 < l_c < 124$	۲/۴۱	۲/۵۴	۲/۶۲
		$125 < l_c$	۲/۲۷	۱/۲۳	۲/۴۶
۴۰	۱۲	$95 < l_c < 124$	۲/۰۷	۲/۱۵	۲/۱۹
		$125 < l_c$	۱/۹۷	۲/۰۵	۲/۰۹
	۱۵	$95 < l_c < 124$	۲/۲۰	۲/۲۹	۲/۳۴
		$125 < l_c$	۲/۰۸	۲/۱۷	۲/۲۱
	۱۷	$95 < l_c < 124$	۲/۲۶	۲/۳۷	۲/۴۳
		$125 < l_c$	۲/۱۴	۲/۲۴	۲/۳۰
	۲۰	$95 < l_c < 124$	۲/۳۵	۲/۴۶	۲/۵۳
		$125 < l_c$	۲/۲۱	۲/۳۳	۲/۳۹
	۲۵	$95 < l_c < 124$	۲/۵۴	۲/۶۶	۲/۷۴
		$125 < l_c$	۲/۴	۲/۵۲	۲/۵۹
	۳۰	$95 < l_c < 124$	۲/۷۳	۲/۸۵	۲/۹۳
		$125 < l_c$	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_c (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_c (cm)		
			$55 < l_c < 60$	$61 < l_c < 63$	$l_c < 64$
۵۰	۱۲	$95 < l_c < 124$	۲۳۲	۲۴۰	۲۴۴
		$125 < l_c$	۲۲۲	۲۳۰	۲۳۵
	۱۵	$95 < l_c < 124$	۲۴۵	۲۵۵	۲۶۰
		$125 < l_c$	۲۳۳	۲۴۳	۲۴۹
	۱۷	$95 < l_c < 124$	۲۵۱	۲۶۲	۲۶۹
		$125 < l_c$	۲۳۹	۲۵۰	۲۵۷
	۲۰	$95 < l_c < 124$	۲۶۰	۲۷۳	۲۸۰
		$125 < l_c$	۲۴۷	۲۵۹	۲۶۶
	۲۵	$95 < l_c < 124$	۲۸۱	۲۹۶	۳۰۳
		$125 < l_c$	۲۶۸	۲۸۰	۲۸۸
	۳۰	$95 < l_c < 124$	۳۰۲	۳۱۷	۳۲۵
		$125 < l_c$	۲۸۸	۳۰۱	۳۰۹
۶۰	۱۲	$95 < l_c < 124$	۲۵۵	۲۶۳	۲۶۷
		$125 < l_c$	۲۴۵	۲۵۳	۲۵۸
	۱۵	$95 < l_c < 124$	۲۶۹	۲۷۸	۲۸۳
		$125 < l_c$	۲۵۷	۲۶۷	۲۷۳
	۱۷	$95 < l_c < 124$	۲۷۵	۲۸۶	۲۹۲
		$125 < l_c$	۲۶۳	۲۷۴	۲۸۰
	۲۰	$95 < l_c < 124$	۲۸۵	۲۹۷	۳۰۴
		$125 < l_c$	۲۷۱	۲۸۴	۲۹۱
	۲۵	$95 < l_c < 124$	۳۰۹	۳۲۱	۳۲۹
		$125 < l_c$	۲۹۴	۳۰۸	۳۱۵
	۳۰	$95 < l_c < 124$	۳۳۱	۳۴۴	۳۵۲
		$125 < l_c$	۳۱۶	۳۳۰	۳۳۸

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ ۹ 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 نهادهای دارای صلاحیت قانونی، 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.

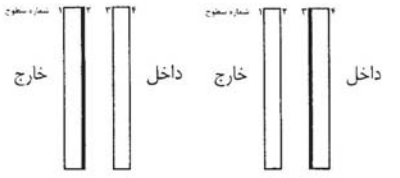
برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت ۸۵ درصد[1] در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقادیر مربوط تنها در صورتی ملاک عمل است که تولیدات مربوط دارای گواهی‌نامهٔ مؤید وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر مربوط به هوا ملاک قرار گیرد.

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

۱. ۸۵ درصد گاز خنثی و ۱۵ درصد هوای خشک.

لازم است توضیح داده شود که پوشش کم‌گسیل را می‌توان، در مراحل تولید، مستقیماً روی شیشه، یا بر فیلمی که روی شیشه چسبانده می‌شود، نشاند.

برای آنکه مجموعه شیشه‌های کم‌گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم‌گسیل، در مناطق با نیاز گرمایی زیاد روی سطح 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:

در حالتی که جدار عمودی است $U_{gl} = ۵.۸$ [W/(m².K)]

در حالتی که جدار افقی است $U_{gl} = ۶.۹$ [W/(m².K)]

پ ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول پ۹-۱ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا[1] (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	۳۳	۳۵	۳۶	۳۶	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹
۸	۳۱	۳۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۵	۲۶	۲۷
۱۰	۲۹	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۵
۱۲	۲۸	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۳۱	۳۲	۲۳	۲۴
۱۴	۲۷	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۳۱	۲۲	۲۲
۱۶	۲۷	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۱۸	۲۷	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۲۰	۲۷	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲

جدول پ۹-۲ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون[1] (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	۳۱	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۴	۲۵	۲۶	۲۶
۸	۲۹	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۳	۲۴
۱۰	۲۸	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۰	۳۱	۲۲	۲۳
۱۲	۲۷	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۳۱	۲۱	۲۱
۱۴	۲۶	۱۳	۱۴	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۰	۲۱
۱۶	۲۶	۱۲	۱۴	۱۵	۱۸	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰
۱۸	۲۶	۱۲	۱۴	۱۵	۱۷	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰
۲۰	۲۶	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده

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

در حالتی که جدار عمودی است $U_G = 5.8$ [W/(m².K)]

در حالتی که جدار افقی است $U_G = 6.9$ [W/(m².K)]

در پنجره‌های جوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چندجداره در نظر گرفته می‌شود؛ و در صورت کاربرد [1] با شیشهٔ تک‌جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و [2]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 ۳۰، ۴۰ و ۵۰ [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 ۵۰ [W/(m².K)] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱۵، ۱۸ و ۲۵ [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 ۲۵ [W/(m².K)] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار ۱۳ ۰ و ۱۸ ۰ [W/(m.K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه

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						
		۰۰۵	۰۱۰	۰۱۵	۰۲۰	۰۲۵	۰۳۰	۰۳۵	۰۴۰
۶	۲۸	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
۸	۲۷	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۰
۱۰	۲۶	۱۲	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱۲	۲۶	۱۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱۴	۲۶	۱۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸	۱۹	۲۰	۲۰
۱۶	۲۶	۱۲	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۰
۱۸	۲۶	۱۲	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۲۰	۲۶	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱

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						
		۰۰۵	۰۱۰	۰۱۵	۰۲۰	۰۲۵	۰۳۰	۰۳۵	۰۴۰
۶	۳۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۰	۳۱	۳۲	۳۲
۸	۳۵	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹	۳۰
۱۰	۳۴	۲۳	۲۴	۲۶	۲۶	۲۷	۱۸	۲۹	۲۹
۱۲	۳۴	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹
۱۴	۳۴	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۷	۲۸	۲۹
۱۶	۳۴	۲۲	۲۳	۲۵	۲۶	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
۱۸	۳۴	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
۲۰	۳۳	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹

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/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۳۰	U_{fr} = ۴۰	U_{fr} = ۵۰
پنجره	۱۲	۲۲	۲۵	۲۹
	۱۳	۲۳	۲۶	۲۹
	۱۴	۲۳	۲۷	۳
	۱۵	۲۴	۲۷	۳۱
	۱۶	۲۵	۲۸	۳۱
	۱۷	۲۵	۲۹	۳۲
	۱۸	۲۶	۲۹	۳۳
	۱۹	۲۷	۳	۳۳
لولایی	۲	۲۷	۳	۳۴
	۲۱	۲۷	۳	۳۴
	۲۲	۲۸	۳۱	۳۴
	۲۳	۲۸	۳۲	۳۵
	۲۴	۲۹	۳۲	۳۶
	۲۵	۳	۳۳	۳۶
	۲۶	۳	۳۴	۳۷
	۲۷	۳۱	۳۴	۳۸
	۲۸	۳۱	۳۵	۳۸
	۲۹	۳۲	۳۶	۳۹
در پنجره‌ای	۱۲	۲۱	۲۴	۲۷
	۱۳	۲۲	۲۵	۲۸
	۱۴	۲۲	۲۵	۲۸
	۱۵	۲۳	۲۶	۲۹
	۱۶	۲۴	۲۷	۳
	۱۷	۲۵	۲۷	۳
	۱۸	۲۵	۲۸	۳۱
	۱۹	۲۶	۲۹	۳۲
لولایی	۲	۲۶	۲۹	۳۲
	۲۱	۲۶	۲۹	۳۳
	۲۲	۲۷	۳	۳۳
	۲۳	۲۸	۳۱	۳۴
	۲۴	۲۹	۳۱	۳۴
	۲۵	۲۹	۳۲	۳۵
	۲۶	۳	۳۳	۳۶
	۲۷	۳۱	۳۴	۳۶
	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷
	۲۹	۳۲	۳۵	۳۸

نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر ۱۸ ۰ [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 ۱۲ و ۲۹ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از ۲۹ 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 ب۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_{cv} بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_{cv} جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۱۵	U_{fr} = ۱۸	U_{fr} = ۲۵
پنجره	۱۲	۱۶	۱۷	۲
	۱۳	۱۷	۱۸	۲۱
	۱۴	۱۷	۱۹	۲۱
	۱۵	۱۸	۱۹	۱۲
	۱۶	۱۹	۲	۲۳
	۱۷	۲	۲	۲۳
	۱۸	۲	۲۱	۲۴
	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴
	۲	۲۱	۲۲	۲۵
	۲۱	۲۱	۲۲	۲۵
لولایی	۲۲	۲۲	۲۳	۲۵
	۲۳	۲۳	۲۴	۲۶
	۲۴	۲۳	۲۴	۲۶
	۲۵	۲۴	۲۵	۲۷
	۲۶	۲۵	۲۶	۲۸
	۲۷	۲۶	۲۶	۲۹
	۲۸	۲۶	۲۷	۲۹
	۲۹	۲۷	۲۸	۳
در پنجره‌ای	۱۲	۱۶	۱۷	۲
	۱۳	۱۷	۱۸	۲
	۱۴	۱۷	۱۹	۲۱
	۱۵	۱۸	۱۹	۲۲
	۱۶	۱۹	۲	۲۲
	۱۷	۲	۲	۲۳
	۱۸	۲	۲۱	۲۴
لولایی	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴
	۲	۲۱	۲۳	۲۵
	۲۱	۲۱	۲۲	۲۵
	۲۲	۲۲	۲۳	۲۵
	۲۳	۲۳	۲۴	۲۶
	۲۴	۲۳	۲۴	۲۶
	۲۵	۲۴	۲۵	۲۷
	۲۶	۲۵	۲۶	۲۸
	۲۷	۲۶	۲۶	۲۹
	۲۸	۲۶	۲۷	۲۹
	۲۹	۲۷	۲۸	۳

ادامه ب۹-۷ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_{cv} بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_{cv} جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۳۰	U_{fr} = ۴۰	U_{fr} = ۵۰
پنجرهٔ کشویی	۱۲		۲۳	۲۶
	۱۳		۲۴	۲۶
	۱۴		۲۵	۲۷
	۱۵		۲۵	۲۸
	۱۶		۲۶	۲۹
	۱۷		۲۷	۲۹
	۱۸		۲۸	۳
	۱۹		۲۸	۳۱
	۲		۲۹	۳۱
	۲۱		۲۹	۳۱
	۲۲		۲۹	۳۲
	۲۳		۳	۳۳
	۲۴		۳۱	۳۴
	۲۵		۳۲	۳۴
	۲۶		۳۲	۳۵
	۲۷		۳۳	۳۶
	۲۸		۳۴	۳۷
	۲۹		۳۵	۳۷
در پنجره‌ای کشویی	۱۲		۲۱	۲۳
	۱۳		۲۲	۲۴
	۱۴		۲۳	۲۵
	۱۵		۲۴	۲۶
	۱۶		۲۵	۲۷
	۱۷		۲۵	۲۷
	۱۸		۲۶	۲۸
	۱۹		۲۷	۲۹
	۲		۲۸	۳
	۲۱		۲۸	۳
	۲۲		۲۸	۳
	۲۳		۲۹	۳۱
	۲۴		۳	۳۲
	۲۵		۳۱	۳۳
	۲۶		۳۲	۳۴
	۲۷		۳۲	۳۴
	۲۸		۳۳	۳۵
	۲۹		۳۴	۳۶

ادامه ب۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_{cv} بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_{cv} جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۱۵	U_{fr} = ۱۸	U_{fr} = ۲۵
در پنجره‌ای کشویی با آستانه	۱۲	۱۶	۱۸	۲۱
	۱۳	۱۷	۱۸	۲۱
	۱۴	۱۸	۱۹	۲۲
	۱۵	۱۸	۱۹	۲۲
	۱۶	۱۹	۲	۲۳
	۱۷	۱۹	۲۱	۲۴
	۱۸	۲	۲۱	۲۴
	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵
	۲	۲۱	۲۲	۲۵
	۲۱	۲۱	۲۲	۲۵
	۲۲	۲۲	۲۳	۲۵
	۲۳	۲۳	۲۳	۲۶
	۲۴	۲۳	۲۴	۲۷
	۲۵	۲۴	۲۵	۲۷
	۲۶	۲۴	۲۵	۲۸
	۲۷	۲۵	۲۶	۲۸
	۲۸	۲۶	۲۷	۲۹
	۲۹	۲۶	۲۷	۳

ادامه جدول ب۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_{cv} بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_{cv} جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۱۵	U_{fr} = ۱۸	U_{fr} = ۲۵
پنجرهٔ کشویی بدون آستانه	۱۲			۱۹
	۱۳			۲
	۱۴			۲۱
	۱۵			۲۱
	۱۶			۲۲
	۱۷			۲۳
	۱۸			۲۳
	۱۹			۲۴
	۲			۲۴
	۲۱			۲۵
	۲۲			۲۵
	۲۳			۲۶
	۲۴			۲۶
	۲۵			۲۷
	۲۶			۲۸
	۲۷			۲۹
	۲۸			۳
	۲۹			۳
در پنجره‌ای کشویی با آستانه	۱۲			۱۸
	۱۳			۱۹
	۱۴			۲
	۱۵			۲۱
	۱۶			۲۱
	۱۷			۲۲
	۱۸			۲۳
	۱۹			۲۳
	۲			۲۴
	۲۱			۲۴
	۲۲			۲۵
	۲۳			۲۵
	۲۴			۲۶
	۲۵			۲۷
	۲۶			۲۸
	۲۷			۲۸
	۲۸			۲۹
	۲۹			۳

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/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m².K]	
		λ_{fr} = ۰.۱۳	λ_{fr} = ۰.۱۸
	۱۲	۱۸	۱۹
	۱۳	۱۸	۲
	۱۴	۱۹	۲۱
	۱۵	۲	۲۱
	۱۶	۲	۲۲
	۱۷	۲۱	۲۲
	۱۸	۲۲	۲۳
پنجرهٔ	۱۹	۲۲	۲۴
لولایی	۲	۲۳	۲۴
	۲۱	۲۳	۲۴
	۲۲	۲۴	۲۵
	۲۳	۲۴	۲۵
	۲۴	۲۵	۲۶
	۲۵	۲۶	۲۷
	۲۶	۲۶	۲۸
	۲۷	۲۷	۲۸
	۲۸	۲۸	۲۹
	۲۹	۲۸	۳
	۱۲	۱۷	۱۹
	۱۳	۱۸	۱۹
در	۱۴	۱۹	۲
پنجره‌ای	۱۵	۲	۲۱
لولایی	۱۶	۲	۲۱
بدون	۱۷	۲۱	۲۲
آستانه	۱۸	۲۲	۲۳
یا	۱۹	۲۲	۲۴
کشویی	۲	۲۳	۲۴
	۲۱	۲۳	۲۴
	۲۲	۲۴	۲۵
	۲۳	۲۴	۲۵
	۲۴	۲۵	۲۶
	۲۵	۲۵	۲۷
	۲۶	۲۶	۲۸
	۲۷	۲۷	۲۸
	۲۸	۲۸	۲۹
	۲۹	۲۹	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/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m².K]	
		λ_{fr} = ۰.۱۳	λ_{fr} = ۰.۱۸
	۱۲	۱۸	۲
	۱۳	۱۹	۲۱
در	۱۴	۲	۲۱
	۱۵	۲	۲۲
پنجره‌ای	۱۶	۲۱	۲۲
	۱۷	۲۱	۲۳
لولایی	۱۸	۲۲	۲۴
	۱۹	۲۳	۲۴
با	۲	۲۳	۲۴
	۲۱	۲۳	۲۴
	۲۲	۲۴	۲۵
آستانه	۲۳	۲۴	۲۶
	۲۴	۲۵	۲۶
	۲۵	۲۵	۲۷
	۲۶	۲۶	۲۷
	۲۷	۲۷	۲۸
	۲۸	۲۷	۲۹
	۲۹	۲۸	۲۹

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/(m².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 برشده 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/(m².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 ۹-۳). 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/(m².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/(m².K)] است، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون چهارم جدول، برابر ۲.۷ [W/(m².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 ۳، 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/(m².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/(m².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/(m².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 ب۹-۱۰ مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ب۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها

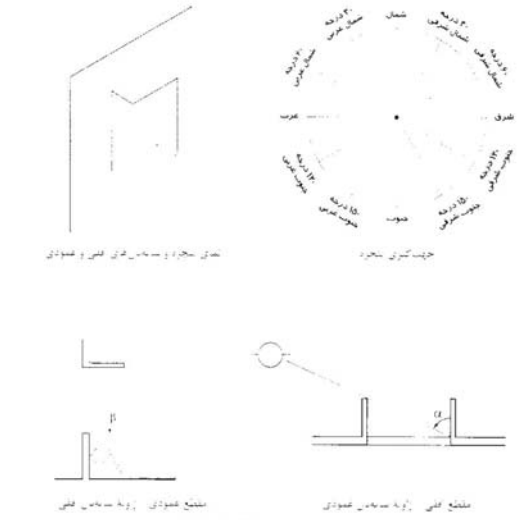
جنس در	نوع در	ضریب انتقال حرارت در U_D [W/m².K]
در چوبی معمولی	توپر	۳.۵
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	۴.۰
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	۴.۵
	با شیشهٔ دوجداره با لایهٔ هوای ۶ میلی‌متر یا بیشتر	۳.۳
در فلزی معمولی	تمام فلز	۵.۸
	با شیشهٔ تک‌جداره	۵.۸
	با شیشهٔ دوجداره، سطح 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

پ ۱۰ سایه‌بان‌ها

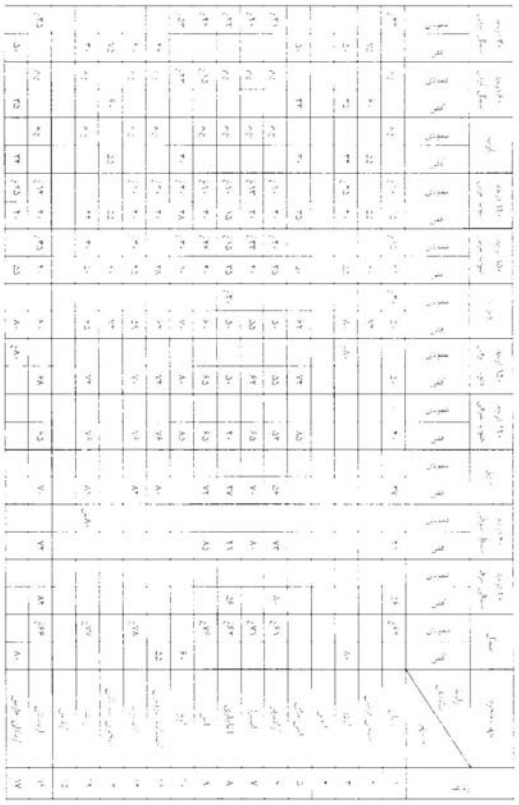
در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در ۲۱۶ شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، زاویهٔ سایه‌بان افقی و زاویهٔ سایه‌بان عمودی، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی به سادگی مشخص می‌گردد. در شکل ب۱۰-۱، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویهٔ سایه‌بان عمودی و زاویهٔ سایه‌بان افقی نشان داده شده است.

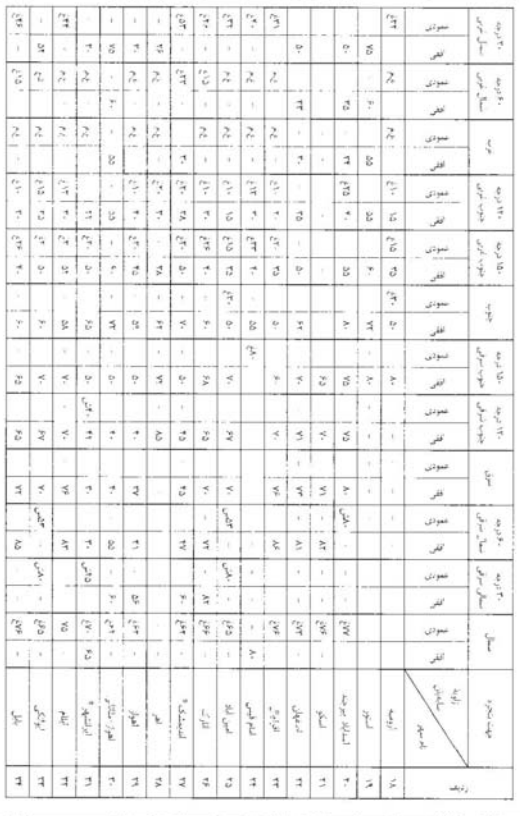


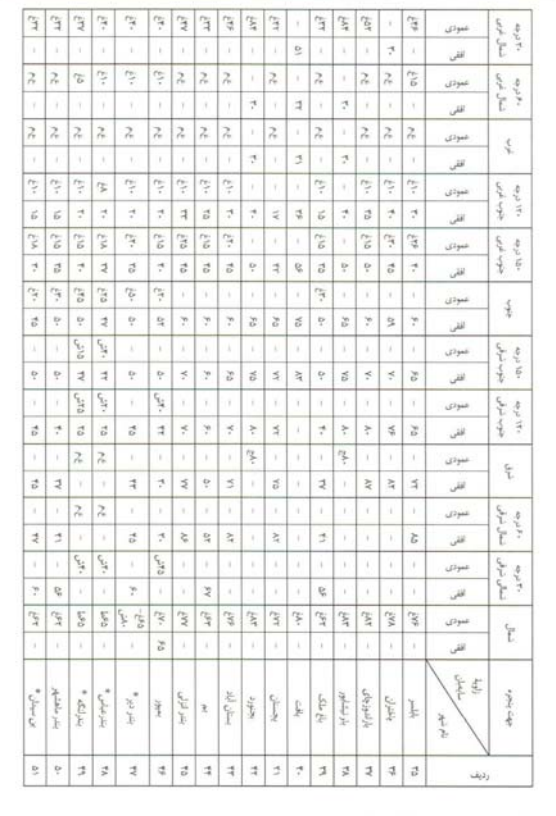
شکل ب۱۰-۱ زوایای جهت پنجره و زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی

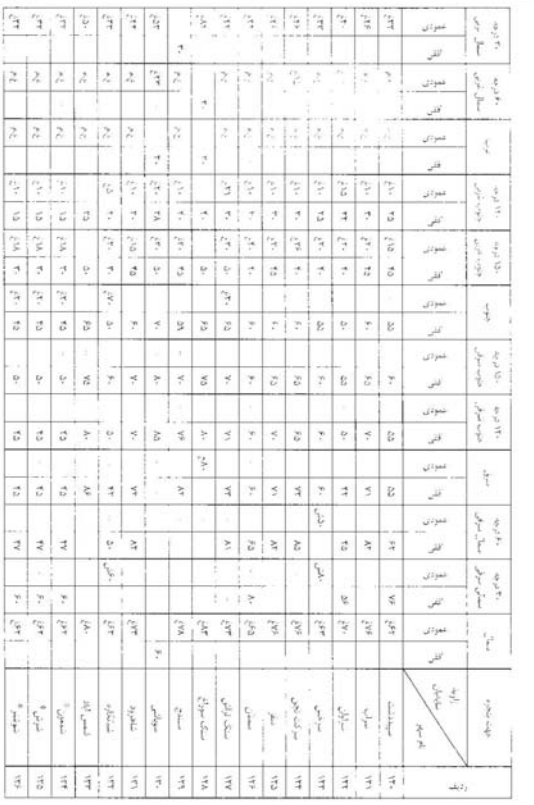
برای استفاده از جدول‌های مندرج در این پیوست، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

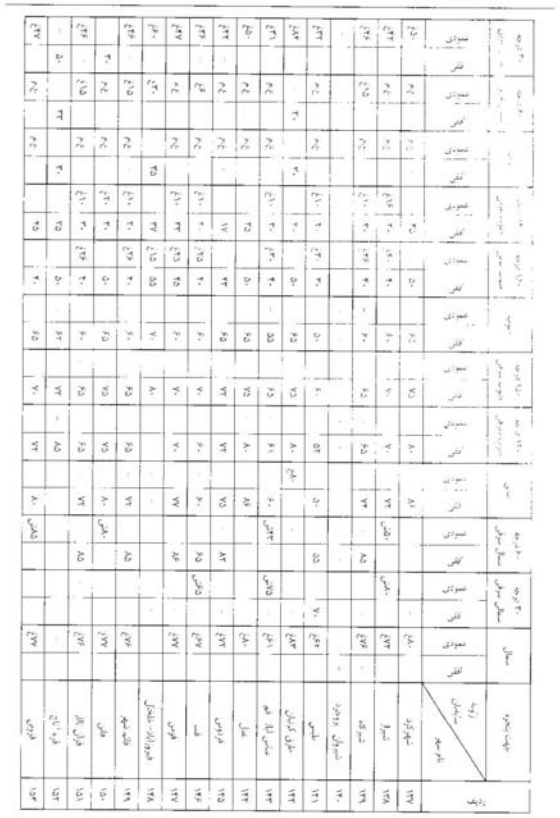
- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد.
- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد.
- «ل» مخفف «شمالی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد.
- «ج» مخفف «جنوبی» است 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.

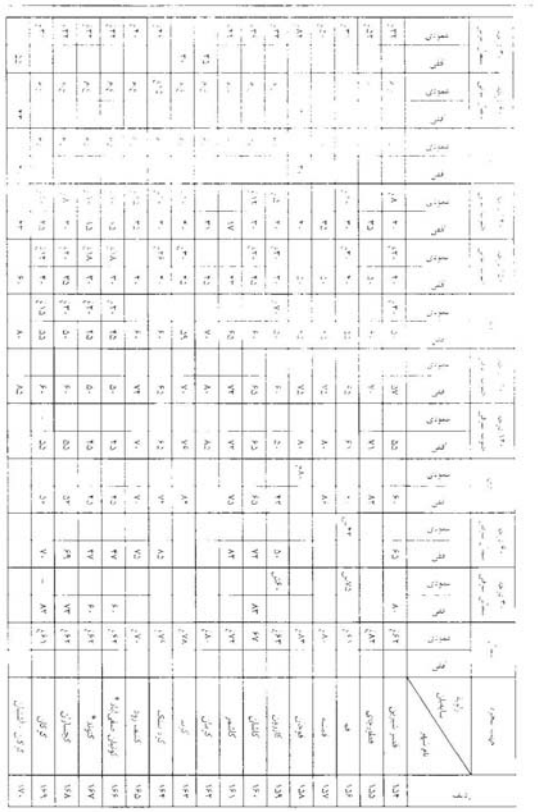


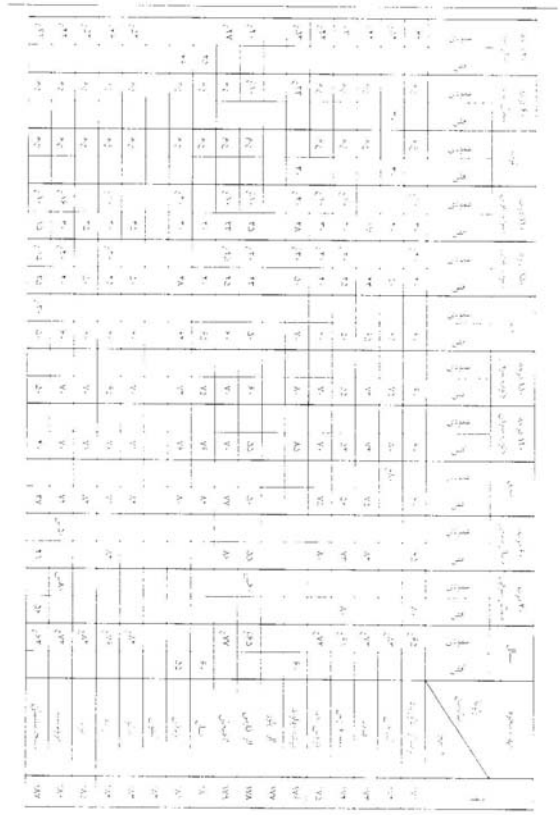


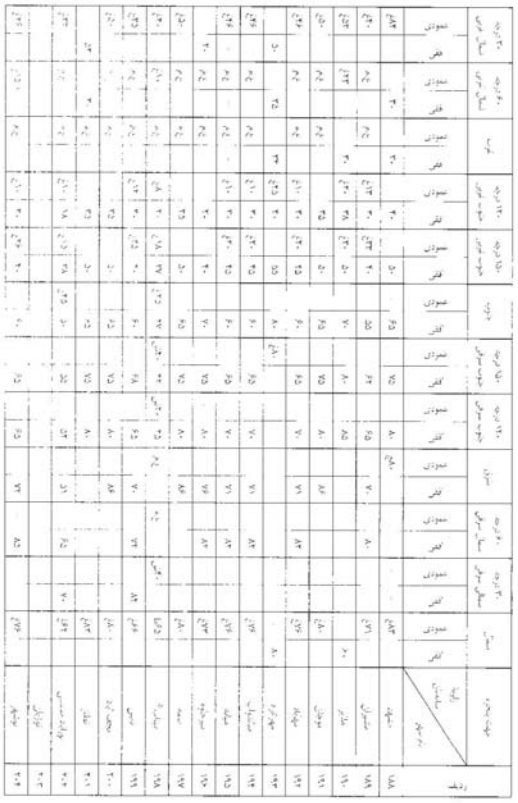












پیوست ۱۱

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، با 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، با 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 تلوح، باید علاوه بر تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی، که دارای مشخصات حرارتی مشخص می‌باشند، محاوره فضاهای متفاوتی از نظر کنترل دما قرار گرفته‌اند، حدودی هم مانند پل‌ها و مشخص نمود شامل طول‌های خالص انواع اتصال دیوارها، بام‌ها، کفه‌های مجاور هوا، یا مجاور فضاهای مجاورت فضای خارج، یا فضاهای کنترل‌نشده، قرار گرفته‌اند و همچنین ... فضاهای داخلی فضاها ملاک قرار گیرد.

تعیین میزان ضریب انتقال حرارتی پل‌ها را می‌توان با محاسبه (مطابق بندهای ۱۱ ۳ و ۱۱ ۴) و یا استفاده از جداول و مقادیر از پیش‌تعیین‌شده، (مطابق بند ب ۱۱ ۴) به‌دست آورد.

لازم به ذکر است در صورت استفاده از روش محاسبه‌ای و موازنه‌ای، نیازی به محاسبه پل‌های حرارتی نیست، زیرا در مقادیر مربوط به مقاومت حرارتی (روش محاسبه) و ضریب انتقال حرارت (روش موازنه‌ای) اثر پل‌های حرارتی در نظر گرفته شده‌است. ولی در موارد زیر لازم است انتقال حرارت (خطی) از پل‌های حرارتی پوسته خارجی ساختمان نیز محاسبه گردد:

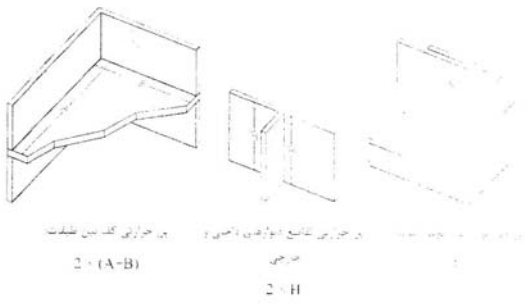
- در صورتی که از روش‌های نرم‌افزاری ساختمان یا روش کارائی انرژی ساختمان استفاده شود.
- در صورتی که از روش موازنه‌ای برای طراحی پوسته خارجی با عایق‌کاری حرارتی متقابل (از داخل یا همگن) استفاده شود، و مقادیر تعیین‌شده برای حالت عایق‌کاری حرارتی از خارج مبنای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان قرار گیرد.

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 مسطح (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.



شکل پ ۱۱-۱ طرح برخی از پل‌های حرارتی در پوسته خارجی ساختمان

... حرارتی که عایق‌کاری حرارتی یکپارچه و بدون انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، تعیین اثر ... پل حرارتی لازم نیست و می‌توان انتقال حرارت از پوسهٔ خارجی ساختمان را با مبنا قرار ... محاسبه کرد. در این صورت، پل‌های حرارتی قابل چشم‌پوشی خواهند بود. اما ... پوسهٔ خارجی ساختمان مبنای کار در محاسبات قرار گرفته‌باشد، فقط لازم است ... سطحی جدارهای منقاطع ایجادکننده پل حرارتی به میزان ۱۰ درصد ...

... عایق‌کاری حرارتی غیر یکپارچه و یا با انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، پل‌های ... می‌توان بسته به مورد، با استفاده از روش‌ها و مقادیر ارائه شده در این پیوست محاسبه ... این حالت نیز برای تسریع و ساده‌سازی محاسبات، می‌توان به جای محاسبهٔ پل‌های ... ضریب انتقال حرارت سطحی اجزای مورد نظر پوسهٔ خارجی را در مقادیر تعیین‌شده در ... ردیف از جدول پ ۱۱ 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	۳۵۰
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.

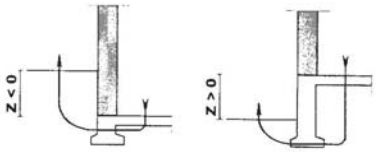
پ ۱۱-۴ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) با استفاده از جداول و مقادیر از پیش‌تعیین‌شده

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 ب-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

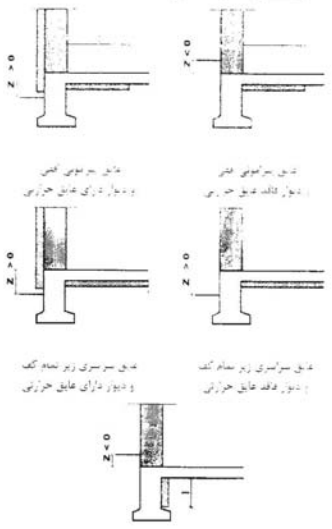
Z به متر	Ψ به [W/m.K]
کمتر از ۶۰۰-	۰
از ۶۰۰- تا ۴۰۵-	۰۲۰
از ۴۰۰- تا ۳۵۵-	۰۴۰
از ۳۵۰- تا ۱۸۵-	۰۶۰
از ۱۸۰- تا ۱۲۵-	۰۸۰
از ۱۲۰- تا ۰۷۵-	۱۰۰
از ۰۷۰- تا ۰۴۵-	۱۲۰
از ۰۴۰- تا ۰۲۵-	۱۴۰
از ۰۲۰- تا ۰۲۰-	۱۷۵
از ۰۲۵+ تا ۰۴۰+	۲۱۰
از ۰۴۵+ تا ۱۰۰+	۲۳۵
از ۱۰۵+ تا ۱۵۰+	۲۵۵

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 ادامهٔ 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 Δ، عرض عایق حرارتی L، و مقاومت حرارتی آن R، داده است.



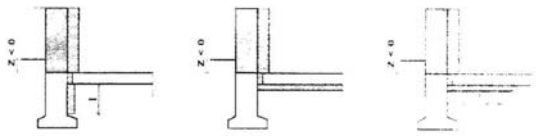
شکل پ۱۱-۳ حالت‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع‌شده در محل تلاقی دیوار و کف

جدول پ۱۱-۳ ضریب انتقال حرارت خطی Ψ بر حسب [W/m.K] در عایق‌کاری قطع‌شده

Z (متر)	عرض عایق (متر)	مقاومت حرارتی عایق (m².K/W)					
		۰۲۰ تا ۰۳۵	۰۴۰ تا ۰۵۵	۰۶۰ تا ۰۷۵	۰۸۰ تا ۱۰۰	۱۰۵ تا ۱۵۰	۱۵۵ تا ۲۰۰	۲۰۵ تا ۳۰۰
عایق حرارتی پیرامونی (عمودی یا افقی)	از ۱۲۰- تا ۰۷۵-	از ۰۲۵ تا ۱۰۰	۰۹۵	۰۹۵	۰۹۰	۰۹۰	۰۹۰	۰۸۵	۰۸۵
	از ۰۷۰- تا ۰۴۵-	از ۰۲۵ تا ۱۰۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵
	از ۰۴۰- تا ۰۲۵-	از ۰۲۵ تا ۰۴۰	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۵
		از ۰۴۵ تا ۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۵
	از ۰۲۰- تا ۰۲۰-	از ۰۲۵ تا ۰۴۰	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۵	۱۴۵	۱۴۰	۱۴۰
		از ۰۴۵ تا ۱۰۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۵	۱۳۵	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰
	از ۰۲۵- تا ۰۴۰-	از ۰۲۵ تا ۰۳۰	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۶۵
		از ۰۳۵ تا ۰۴۵	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۵
		از ۰۵۰ تا ۰۶۵	۱۸۵	۱۷۵	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۵
		از ۰۷۰ تا ۱۰۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۵	۱۵۵	۱۴۵	۱۴۰	۱۳۵
	از ۰۴۵- تا ۱۰۰-	از ۰۲۵ تا ۰۳۰	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۹۵	۱۹۰	۱۹۰	۱۸۵
		از ۰۳۵ تا ۰۴۵	۲۱۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۵
		از ۰۵۰ تا ۰۶۵	۲۰۵	۱۹۵	۱۸۵	۱۷۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۶۵
		از ۰۷۰ تا ۱۰۰	۲۰۰	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۵
	از ۱۰۵- تا ۱۵۰-	از ۰۲۵ تا ۰۳۰	۲۳۵	۲۳۰	۲۲۵	۲۲۰	۲۱۵	۲۱۰	۲۰۵
		از ۰۳۵ تا ۰۴۵	۲۳۰	۲۲۵	۲۱۵	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۹۵
		از ۰۵۰ تا ۰۶۵	۲۲۵	۲۱۵	۲۰۵	۱۹۵	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰
		از ۰۷۰ تا ۱۰۰	۲۲۰	۲۱۰	۲۰۰	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۵
		از ۱۰۵ تا ۱۵۰	۲۱۵	۲۰۰	۱۹۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۵
عایق حرارتی سراسری زیر تمام سطح کف	کمتر از ۶۰۰-		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	از ۶۰۰- تا ۴۰۵-		۰۲۰	۰۱۵	۰۱۵	۰۱۵	۰۱۵	۰۱۵	۰۱۵
	از ۴۰۰- تا ۳۵۵-		۰۴۰	۰۳۵	۰۳۵	۰۳۵	۰۳۵	۰۳۰	۰۳۰
	از ۳۵۰- تا ۱۸۵-		۰۵۵	۰۵۵	۰۵۰	۰۴۵	۰۴۵	۰۴۰	۰۴۰
	از ۱۸۰- تا ۱۲۵-		۰۷۰	۰۶۵	۰۶۰	۰۵۵	۰۵۵	۰۵۰	۰۴۵
	از ۱۲۰- تا ۰۷۵-		۰۹۰	۰۸۵	۰۸۰	۰۷۵	۰۷۰	۰۶۵	۰۵۵
	از ۰۷۰- تا ۰۴۵-		۱۰۵	۱۰۰	۰۹۵	۰۹۰	۰۸۰	۰۷۵	۰۶۵
	از ۰۴۰- تا ۰۲۵-		۱۲۰	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۰۹۰	۰۸۰	۰۷۰
	از ۰۲۰- تا ۰۲۰-		۱۴۵	۱۳۵	۱۲۵	۱۱۵	۱۰۵	۰۹۵	۰۸۵
	از ۰۲۵- تا ۰۴۰-		۱۷۰	۱۵۵	۱۳۵	۱۲۵	۱۲۰	۱۰۵	۰۹۵
	از ۰۴۵- تا ۱۰۰-		۱۹۰	۱۷۰	۱۵۵	۱۴۵	۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰
	از ۱۰۵- تا ۱۵۰-		۲۰۵	۱۸۵	۱۷۰	۱۵۵	۱۴۰	۱۲۵	۱۱۰

۱۱-۴-۱-۲ کف روی خاک با عایق حرارتی کاهش‌یافته

در عایق‌کاری دیوار در محل پیرامونی کف، به ضخامت کمتر و یا حفظ ضخامت [illegible] در کف، با توجه به [illegible] هیچ نقطه‌ای مقاومت حرارتی عایق حرارتی [illegible] m².K/W [illegible] ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از [illegible] و [illegible] به‌دست می‌آید.

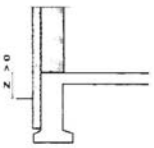


شکل پ۱۱-۴ حالات مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش‌یافته

جدول پ۱۱-۴ مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی کاهش یافته

Z (متر)		کاهش Ψ [W/m.K]
کمتر از [illegible]	مساوی یا	۰۴۵-
[illegible]	و	۰۲۵-
[illegible]	مساوی یا	۰۲۰-
[illegible]		۰۱۰

عایق حرارتی یکسره



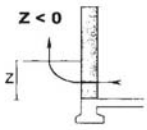
شکل ب۱۱-۵ عایق‌کاری حرارتی
دیوار از خارج تا روی پی

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 ب۱۱-۳ و کسر مقادیر ارائه‌شده در جدول ب۱۱ ۵، به‌دست می‌آید.

جدول ب۱۱ 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



شکل ب۱۱-۶ انتقال حرارت
خطی ی دیوار مجاور خاک

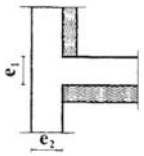
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول ب۱۱-۶، تعیین می‌گردد.

جدول ب۱۱-۶ 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



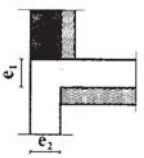
شکل ب۱۱-۷ اتصال کف با عایق از خارج با
دیوار بتنی دارای عایق از داخل

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 ب۱۱-۷ تعیین می‌گردد.

جدول ب۱۱-۷ 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)	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵	۲۵۰	۲۷۵	۳۰۰
۱۵ تا ۱۹	۰۲۴	۰۲۶	۰۲۸	۰۳۱	۰۳۴	۰۳۶	۰۳۹
۲۰ تا ۲۵	۰۲۲	۰۲۵	۰۲۷	۰۲۹	۰۳۱	۰۳۴	۰۳۶

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



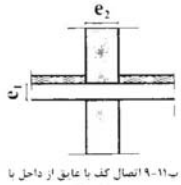
شکل ب۱۱-۸ اتصال کف با عایق از خارج با
دیوار بنایی دارای عایق از داخل

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول ب۱۱-۸ تعیین می‌گردد.

جدول ب۱۱-۸ 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)	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵	۲۵۰	۲۷۵	۳۰۰
۱۵ تا ۱۹	۰۲۱	۰۲۳	۰۲۵	۰۲۸	۰۳۱	۰۳۳	۰۳۶
۲۰ تا ۲۵	۰۱۹	۰۲۲	۰۲۴	۰۲۶	۰۲۸	۰۳۱	۰۳۳

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی



شکل ب۱۱-۹ اتصال کف با عایق از داخل با
دیوار داخلی

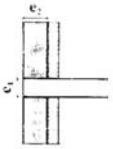
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول ب۱۱-۹ تعیین می‌گردد.

جدول ب۱۱-۹ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل [W/(m.K)]

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵	۲۵۰	۲۷۵	۳۰۰
۱۵ تا ۱۹	۰۲۴	۰۲۸	۰۳۲	۰۳۵	۰۳۸	۰۴۲	۰۴۵
۲۰ تا ۲۵	۰۲۲	۰۲۶	۰۳۰	۰۲۶	۰۲۸	۰۳۱	۰۳۳

پ۱۱-۴-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی

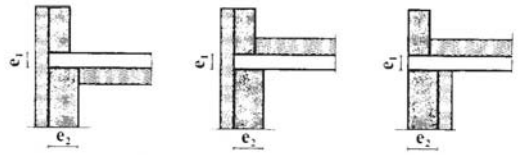
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال سقف‌های بین طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد.



شکل پ۱۱-۱۰ اتصالات متداول سقف‌های میانی

پ۱۱-۴-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

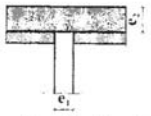
ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل پ۱۱-۱۱)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2، با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت.



شکل پ۱۱-۱۱ 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.



شکل پ۱۱-۱۲ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی

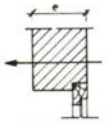
جدول پ۱۱-۱۰ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل [W/(m.K)]

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.



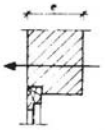
شکل پ۱۱-۱۳ بازشوهای همباد داخل در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن

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.



شکل پ۱۱-۱۴ بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

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.

شکل پ۱۱-۱۵ بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار

پیوست ۱۲

اطلاعات تکمیلی در خصوص تأسیسات الکتریکی

در این مبحث، به نحوه تأمین برق ساختمان از انشعابات برق شبکه شهری، که باید طبق ضوابط شرکت برق باشد، پرداخته نشده‌است.

تأمین 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، نصب سیستم اندازه‌گیری مصرف برق در پست پاساژ و یا پست برق تحت اختیار شرکت برق می‌باشد.

پ۱۲-۱ 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 دیزل و یا موتور گازسوز (گاز شهری) می‌باشد (برای تقسیم‌بندی نوع مصارف تغذیه‌کننده آنها به مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان رجوع شود).

در راندمان موتور نیروی محرکه و ژنراتور برق مولد نیروی برق اضطراری، عمدتاً ارتفاع از سطح دریا، و دمای هوای محیط نصب، تأمین مقدار هوای مورد نیاز خنک کردن موتور و ژنراتور مولد، هوای مورد نیاز احتراق موتور مولد، تخلیه مناسب دود ناشی از احتراق و مقدار ضریب توان بار مصرفی برق اضطراری، مؤثر می‌باشند. این پارامترها در راندمان موتور نیروی محرکه و ژنراتور برق و مقدار سوخت مصرفی سیستم مولد نیروی برق اضطراری، و به تبع آن صرفه‌جویی در مصرف انرژی، اثر مستقیم دارند.

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

الف) اندازه، نوع و طول لوله اگزوز، اتصالات و زانوهای متصل به لوله اگزوز و تعداد آن‌ها.

ب) اثر نوع و اندازه صداخفه‌کن و لوله ارتعاش‌گیر متصل به آن، با هدف کاهش فشار معکوس ایجادشده توسط عوامل فوق بر روی پیستون موتور نیروی محرکه و رساندن آن به مقدار 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 مؤثر 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 برابر ۴۰ درجه سلسیوس و ارتفاع محل نصب از سطح دریا برابر ۱۰۰۰ متر و ضریب توان ژنراتور برابر ۰/۸ می‌باشد.

ب) شرایط کارکرد نرمال موتور نیروی محرکه مولد نیروی برق اضطراری با حداکثر دمای محل نصب برابر ۳۰ درجه سلسیوس و در کنار دریا و یا حداکثر دمای نصب ۲۰ درجه 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 اضطراری، ضرایب کاهش را، با توجه به نیاز طرح، شرایط محل نصب و دیگر عوامل تعیین‌کننده، منظور نماید. لازم است داده‌های مورد نیاز برای طراحی از تولیدکنندگان سیستم‌های مولد نیروی برق اضطراری 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 فوق‌الذکر و نیز در مدار قرار گرفتن مصارف برق اضطراری عمده، مانند مصارف موتورخانه تأسیسات مکانیکی، تجهیزات و دستگاه‌های پرمصرف به صورت مرحله‌ای و یا له‌ای 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 ۱۱۰-۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (مشخصات فنی، عمومی و اجرایی تأسیسات برقی) مراجعه شود.

پ۱۲-۳ توصیه‌ها در خصوص انتخاب لامپ سیستم روشنایی مصنوعی

اهم مواردی که در تصمیم‌گیری برای انتخاب لامپ‌ها و اجزای آن‌ها، مناسب با نیاز و نوع فعالیت، و همچنین میزان و کیفیت روشنایی مورد نظر، باید در مدنظر قرار گیرند عبارتند از:

الف) راندمان (لومن بر وات) و یا بهره نوری لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی،

ب) مشخصات فنی لامپ‌ها و اجزای آن‌ها، از جمله بالاست‌ها و منابع تغذیه در انتخاب مناسب‌ترین گزینه‌ها برای تأمین روشنایی مصنوعی تعیین‌کننده هستند.

پ) مشخصات کیفی نور، از جمله دمای رنگ، شاخص نور لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی

ت) راندمان جراغ در سیستم روشنایی

ث) عمر لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی

پ۱۲-۴ 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 (پ۱۲-۱)، برای بهینه‌سازی مصرف برق سیستم روشنایی و با هدف به‌حداقل رساندن توان کل لامپ‌های چراغ‌ها محاسبه می‌گردد.

لومن بر وات لامپ یا راندمان لامپ $\frac{Lm}{W} = Ef$

یا $N \cdot W = \frac{Lm_T}{Ef}$ یا $W_T = N \cdot W$ یا $\frac{Lm_T}{N} = Ef \cdot W$

یا $Lm_T = N \cdot Lm$ یا $\frac{Lm_T}{Ef \cdot W} = N$

فرمول محاسبه لومن کل لامپ‌ها $Lm_T = \frac{E \cdot S}{CU \cdot LLF}$

پ۱۲-۲ 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 مؤثرند:

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

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 حذف جریان هارمونیک،

ج) افزایش مناسب مقطع کابل و یا سیم مدار تغذیه کننده آن‌ها

چ) استفاده از خازن برای کاهش تلفات بار در شبکه توزیع

ح) استفاده از تجهیزات و یا دستگاه‌های با ضریب توان بالاتر

$$Lm_T = \frac{K}{CU \cdot Ef}$$ (۲-۱۲-پ)

در این رابطه ضریب ثابت K خلاصه شده مقادیر ثابت پارامترهای رابطه (پ۱۲-۱) می‌باشد. رابطه (پ۱۲-۲)، متغیرهای اصلی و مؤثر در کاهش توان کل لامپ‌های مورد نیاز برای تأمین روشنایی مصنوعی و به تبع آن صرفه‌جویی در مصرف برق را نشان می‌دهد. این متغیرها مقادیر لومن بر وات یا راندمان لامپ (Ef) و ضریب بهره جراغ (CU) می‌باشند، که باید در انتخاب لامپ و جراغ با توجه به بندهای زیر مد نظر قرار گیرد.

الف) مقدار ضریب بهره جراغ (CU) برای انواع جراغ‌ها از طریق استاندارد روشنایی و یا محاسبات نرم‌افزاری تعیین می‌گردد.

(۱) هرچقدر مقدار ضریب بهره (CU) جراغ روشنایی تأمین‌کننده روشنایی فضا و با 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) جراغ، مقدار ضریب شاخص فضا (بند ب)، منحنی پخش نور جراغ و ضرایب انعکاس جدارهای فضا مؤثر بوده و باید در انتخاب جراغ مناسب برای یک فضا و یا محیط، مد نظر قرار گیرد. لازم به ذکر است که در منحنی پخش نور جراغ، عواملی از قبیل رفلکتور جراغ و جنس آن، لوور جراغ، فرم بدنه جراغ، تعداد لامپ و غیره، دخیل هستند.

(۲) ضریب بهره(CU) جراغ 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 جراغ‌های مناسب برای تأمین روشنایی فضا، از جراغ‌های با ضریب بهره (CU) بیشتر استفاده شود.

(۴) از بین انواع لامپ‌های مناسب برای جراغ‌ها، از لامپ‌های با راندمان بالا (لومن بر وات بالا) استفاده شود.

تبصره: در محاسبات نرم‌افزاری روشنایی مصنوعی، پارامترهای لازم برای طراحی روشنایی مصنوعی، برای هر جراغ و بر اساس مشخصات و نوع لامپ آن، از طریق نرم‌افزار و توسط طراح انتخاب و لحاظ می‌گردد.

$$Lm_T = \frac{E \cdot S}{Ef \cdot CU \cdot LLF}$$ (پ۱۲-۱) توان کل لامپ‌ها

در این رابطه:

E: 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

Lm: لومن لامپ (بسته به نوع لامپ انتخابی)

Ef: 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)

Lm_T: شدت روشنایی مورد نیاز (لومن) برای فضا کار یا محیط، که برابر است با شدت روشنایی هر لامپ (به لومن) در تعداد لامپ‌ها

با در نظر گرفتن مقادیر ثابت در هر یک از پارامترهای فوق‌الذکر رابطه (پ۱۲-۱) به‌صورت رابطه (پ۱۲-۲) خلاصه می‌شود.

ب-۱۲-۵-۲ حداکثر راندمان انرژی و تلفات ترانسفورماتورهای فشار متوسط

برای هر ترانسفورماتور، حداکثر راندمان آن با استفاده از مقدار تلفات بار و تلفات بی‌بار 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 ترانسفورماتور، ضریب (K) و با ضریب مقدار حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتور از رابطه (ب۱۲-۴) محاسبه می‌گردد.

$$K = \sqrt{\frac{P_o}{P_K}} \qquad \text{(ب ۱۲ ۴)}$$

در این رابطه:

P_o : تلفات بی‌بار ترانسفورماتور 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 (ب۱۲-۵) به‌دست می‌آید.

$$S_m = K.S_r \qquad \text{(ب-۱۲-۵)}$$

در این رابطه:

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

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

تلفات کل (P_t) 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 (ب۱۲-۶) محاسبه می‌گردد.

$$P_t = P_o + \left(\frac{S_{Load}}{S_r}\right)^2 . P_K \qquad \text{(ب-۱۲-۶)}$$

که در این رابطه:

P_t : تلفات کل ترانسفورماتور برای توان بار خروجی ترانسفورماتور بر حسب وات (در شرایط کارکرد نرمال)

P_o : تلفات بی‌بار ترانسفورماتور برحسب وات (در شرایط کارکرد نرمال)

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

ب) ضریب شاخص فضا از رابطه (ب۱۲ ۳) به‌دست می‌آید (بند الف فوق‌الذکر).

(ب۱۲-۳) (تعداد چراغ × توان مصرفی هر چراغ) ÷ (ارتفاع × عرض × طول) = 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.

ب) مصرف برق بالاستهای لامپها و یا سایر 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.

ب۱۲-۵ ترانسفورماتورها

ب۱۲-۵-۱ ترانسفورماتورهای 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.

تبصره ۱: مشخصات فنی ترانسفورماتورهای فشار متوسط در نشریه شماره ۱۱۰-۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی ساختمان) تعیین شده‌است.

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.

ب۱۲-۵-۵ تلفات و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک (CRT)

مقادیر حداکثر مجاز مقادیر تلفات بی‌بار (P_o) و تلفات بار (P_k) و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک در شرایط کارکرد نرمال و برای توان‌های نامی مختلف و ولتاژ کار ۲۰ کیلوولت 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 ب۱۲-۳ آمده است.

جدول ب۱۲-۳ تلفات بار، تلفات بی‌بار و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای روغنی در توان نامی

توان نامی	ترانسفورماتورهای گروه OIT1			ترانسفورماتورهای گروه OIT2			ترانسفورماتورهای گروه OIT3		
S_r	P_o	P_K	K	P_o	P_K	K	P_o	P_K	K
(kVA)	(W)	(W)		(W)	(W)		(W)	(W)	
۱۰۰	۲۱۰	۱۴۷۵	۰.۳۷	۳۲۰	۱۷۵۰	۰.۴۲	۲۶۰	۲۱۵۰	۰.۳۵
۱۲۵	۲۱۷	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	۳۲۵	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	۰.۴۰	۹۳۰	۴۶۰۰	۰.۴۵	۷۵۰	۶۰۰۰	۰.۳۵
۵۰۰	۷۲۰	۴۵۵۰	۰.۴۰	۱۱۰۰	۵۴۵۰	۰.۴۵	۸۷۵	۷۱۰۰	۰.۳۵
۶۳۰	۸۰۰	۵۴۰۰	۰.۳۷	۱۲۰۰	۶۷۵۰	۰.۴۳	۹۴۰	۸۷۰۰	۰.۳۳
۸۰۰	۹۳۰	۷۴۰۰	۰.۳۶	۱۴۵۰	۸۵۰۰	۰.۴۱	۱۱۵۰	۱۰۷۰۰	۰.۳۳
۱۰۰۰	۱۱۰۰	۹۵۰۰	۰.۳۵	۱۷۰۰	۱۰۵۰۰	۰.۴۰	۱۴۰۰	۱۳۰۰۰	۰.۳۳
۱۲۵۰	۱۳۰۰	۱۱۴۰۰	۰.۳۳	۲۱۰۰	۱۳۲۰۰	۰.۴۰	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

* رده و گروه‌بندی جدول فوق توسط تولیدکننده داخلی و بر اساس مشخصات فنی و استاندارد تولید، ارائه گردیده است. در صورت لزوم به رده فوق اشاره و محدوده مشخصات فنی تولیدات همخانی نمایید.

* در صورت نیاز به اطلاعات فنی صفحه جدول فوق، برای ترانسفورماتورهای روغنی ۱۱ و ۲۳ 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 نقطه کارکرد نرمال است.

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

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

تبصره ۱: رابطه (ب۱۲-۶) نشان می‌دهد که تلفات کل (P_t)، 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_t) 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 ۱۹-۵-۴-۱-۴ و سایر پارامترهای مؤثر دیگر منظور گردد.

ب ۱۲-۵-۳ 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 کیلوولت که عموماً در اکثر نقاط کشور در تأمین و تغذیه نیروی برق ساختمان با انشعاب برق فشار متوسط به‌کار می‌روند، در جدول ب۱۲-۱ آمده است. این جدول شامل مقادیر تلفات بی‌بار (Po)، تلفات بار (Pk) و ضریب حداکثر راندمان انرژی برای گروه‌های ترانسفورماتورهای روغنی می‌باشد.

در رابطه (ب۱۲-۶) ، چنانچه توان بار خروجی (Sload) برابر مقدار توان نامی ترانسفورماتور باشد (Sload=Sr)، در این حالت رابطه (ب۱۲-۶) به رابطه (ب۱۲-۷) تبدیل خواهد شد.

$$P_t = P_o + P_k \qquad \text{(ب۱۲-۷)}$$

ب۱۲-۵-۴ تلفات کل ترانسفورماتورهای روغنی

بر اساس رابطه (ب۱۲-۶) تلفات کل ترانسفورماتورهای روغنی، ارقام جدول ب۱۲-۱ برای گروه‌های ترانسفورماتورهای روغنی از جدول ب۱۲-۲ به‌دست می‌آید.

پ۱۲-۵-۶ تلفات کل ترانسفورماتورهای خشک

تلفات کل (P_L) 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 (پ۱۲-۵) و مقادیر تلفات بی‌بار (P_O) و تلفات بار (P_K) برحسب وات، با استفاده از مقادیر جدول پ۱۲-۳ در جدول پ۱۲-۴ آمده است.

جدول پ۱۲-۳ 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		
	P_O	P_K	K	P_O	P_K	K	P_O	P_K	K
(kVA)	(W)	(W)		(W)	(W)		(W)	(W)	
۱۶۰	۴۸۰	۲۴۰۰	۰۴۴	۶۵۰	۲۶۰۰	۰۵	۷۵۰	۲۹۰۰	۰۵۱
۲۰۰	۵۹۰	۲۹۰۰	۰۴۵	۷۵۰	۲۵۰۰	۰۴۹	۸۵۰	۳۶۰۰	۰۴۹
۲۵۰	۶۵۰	۳۱۰۰	۰۴۶	۸۸۰	۳۱۰۰	۰۵۳	۹۵۰	۴۱۰۰	۰۴۸
۳۱۵	۷۸۰	۳۶۰۰	۰۴۷	۱۰۰۰	۳۶۰۰	۰۵۳	۱۱۰۰	۴۶۰۰	۰۴۹
۴۰۰	۹۴۰	۴۱۰۰	۰۴۸	۱۲۰۰	۴۱۰۰	۰۵۴	۱۳۰۰	۵۹۵۰	۰۴۷
۵۰۰	۱۱۰۰	۵۰۰۰	۰۴۷	۱۴۰۰	۵۰۰۰	۰۵۳	۱۴۵۰	۷۰۰۰	۰۴۶
۶۳۰	۱۲۵۰	۶۴۰۰	۰۴۵	۱۶۵۰	۶۴۰۰	۰۵۱	۱۸۰۰	۸۶۵۰	۰۴۶
۸۰۰	۱۴۵۰	۷۹۰۰	۰۴۲	۱۹۰۰	۷۹۰۰	۰۴۹	۲۰۵۰	۱۰۱۵۰	۰۴۵
۱۰۰۰	۱۷۵۰	۹۶۰۰	۰۴۲	۲۳۰۰	۹۲۰۰	۰۵۰	۲۴۰۰	۱۱۶۰۰	۰۴۶
۱۲۵۰	۲۱۰۰	۱۰۵۰۰	۰۴۵	۲۷۰۰	۱۰۰۰۰	۰۵۲	۲۷۵۰	۱۳۵۰۰	۰۴۵
۱۶۰۰	۲۴۰۰	۱۲۳۰۰	۰۴۵	۳۱۰۰	۱۱۸۰۰	۰۵۱	۳۳۰۰	۱۶۷۰۰	۰۴۵
۲۰۰۰	۳۰۰۰	۱۴۹۰۰	۰۴۵	۴۰۰۰	۱۴۵۰۰	۰۵۳	۴۱۰۰	۱۹۴۰۰	۰۴۶
۲۵۰۰	۳۶۰۰	۱۸۰۰۰	۰۴۵	۵۰۰۰	۱۷۶۰۰	۰۵۳	۵۰۵۰	۲۳۰۰۰	۰۴۷

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

جدول پ۱۲-۲ 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	۲۸۱۰	۳۴۷۵
۲۰۰	۲۷۰۵	۳۳۱۰	۴۰۲۵
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 فوق‌الذکر ملاحظات صرفه‌جویی در مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرد.

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 بارودن 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 ریبسدهای ۱۹-۵-۴-۶ ۱ و ۱۹ ۵ ۱۰۴ ۹ مراجعه شود.

پ۱۲-۵-۸ تعیین محل استقرار ترانسفورماتور فشار متوسط و یا تابلو برق فشار ضعیف اصلی

به‌منظور 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 بروژه‌هایی 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 نمودن 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 (پ۱۲ ۹) و رابطه (پ۱۲-۱۰) استفاده می‌گردد.

جدول پ۱۲-۴ 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	۴۳۵۰
۲۵۰	۲۷۵۰	۳۹۸۰	۵۰۵۰
۳۱۵	۴۳۸۰	۴۶۰۰	۵۷۰۰
۴۰۰	۵۰۴۰	۵۳۰۰	۷۲۵۰
۵۰۰	۶۱۰۰	۶۴۰۰	۸۲۵۰
۶۳۰	۷۶۵۰	۸۰۵۰	۱۰۴۵۰
۸۰۰	۹۳۵۰	۹۸۰۰	۱۲۲۰۰
۱۰۰۰	۱۱۳۵۰	۱۱۵۰۰	۱۴۰۰۰
۱۲۵۰	۱۲۶۰۰	۱۳۷۰۰	۱۶۲۵۰
۱۶۰۰	۱۴۷۰۰	۱۴۹۰۰	۲۰۰۰۰
۲۰۰۰	۱۷۹۰۰	۱۸۵۰۰	۲۳۵۰۰
۲۵۰۰	۲۱۶۰۰	۲۳۶۰۰	۲۸۰۵۰

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

پ۱۲-۵-۷ ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و خشک 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 (پ۱۲ ۸) به‌دست می‌آید.

$$\alpha = \frac{S_{onload}}{S_r} \qquad (پ۱۲-۸)$$

$$(X_b , Y_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(X_i , Y_i).EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i} \qquad (ب-۱۲-۹)$$

$$(X_b , Y_b , Z_b) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(X_i , Y_i , Z_i).EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i} \qquad (ب-۱۲-۱۰)$$

د این روابط بارامترهای مؤثر به‌کار زیر تعریف می‌شود:

X : مختصات طول محل و نقاط تمرکز هر یک از بارها در طرح محوطه و یا طبقات ساختمان برحسب متر

Y : مختصات عرض محل و نقاط تمرکز هر یک از بارها در طرح محوطه و یا طبقات ساختمان برحسب متر

Z : مختصات ارتفاع (قائم) محل و نقاط تمرکز هر یک از بارها در طرح محوطه و یا طبقات ساختمان برحسب متر

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

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

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

n : تعداد نقاط تمرکز بار

EAC_i : مقادیر مصرف برق سالیانه برآورد شده برای نقاط تمرکز بار بهره‌برداری بر حسب کیلووات ساعت (kWh)

تبصره ۱: رابطه (ب۱۲-۹) برای حالت دوبعدی (پلان) طرح شامل ساختمان یا مراکز بار مستقر در محوطه و یا در ساختمان‌های یک طبقه دارای چندین نقطه تمرکز بار در طبقات بالا و یا ترکیب آن‌ها، برای تعیین مختصات نهایی طول (X_b)، 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 (ب۱۲-۱۰) 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 یا 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 متوان 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 کیلوولت آمپر (kVA) در رابطه (ب۱۲-۹) و (ب۱۲-۱۰) قرار داده و مختصات مرکز ثقل بار را تعیین نمود.

تبصره ۴: محل استقرار ترانسفورماتور(ها) و یا تابلو(ها) برق اصلی تأمین و تغذیه کننده کل مصرف برق طرح حتی‌المقدور 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 Y_b ،X_b و Z_b مختصات مربوطه هر یک از نقاط تمرکز بار Y_i ،X_i و Z_i در روابط فوق‌الذکر، منظور می‌گردد.

پیوست ۱۳

استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع

پ ۱۳-۱ 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 شماره ۱۲۱۹-۲ – آبگرمکن گاز سوز مخزن‌دار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۲۳۰۲ - بخاری گاز سوز دودکش‌دار- مشخصات فنی و روش تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۵۶۳-۲ – آب‌گرمکن‌های برق خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

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

استاندارد ملی شماره ۳۴۷۷-۲ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی ماشین های لباسشویی برقی

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

استاندارد ملی شماره ۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ - ماشین‌های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی موتورهای الکتریکی AC تغذیه شونده از خط

استاندارد ملی شماره ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ماشین‌های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی موتورهای AC سرعت متغیر

استاندارد ملی شماره ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳ – ماشین‌های الکتریکی گردان - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی موتورهای جریان مستقیم بدون جاروبک

استاندارد ملی شماره ۴۹۱۰-۲ - کولر آبی خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل بر چسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۵۹۲۰-۱ - چراغ‌ها- قسمت ۱- مقررات عمومی و آزمون‌ها

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

استاندارد ملی شماره ۶۱۹۵- لوازم الکترونیکی با تغذیه AC و/یا DC برای لامپ‌های فلورسنت لوله‌ای - الزامات عملکردی

استاندارد ملی شماره ۶۶۸۰ - شیرآلات بهداشتی- سردوش نوع ۱ و ۲- ویژگی‌های فنی عمومی و روش‌های آزمون

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

استاندارد ملی شماره ۷۳۴۱ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی لامپ‌های الکتریکی

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

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

استاندارد ملی شماره ۷۸۷۲ - اتوی برقی خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل بر چسب انرژی

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

استاندارد ملی شماره ۱۰۳۰۶- دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه هوا خنک - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل بر چسب 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 ۱۰۶۳۵ - برج‌های خنک‌کن تر - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون 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 ۱۰۶۳۷ - کابین‌های برودتی ویترینی- مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۸- کولر گازی و/یا پمپ گرمایی دوتکه (اسپلیت) سرد و/یا سرد و گرم (بدون کانال) – مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل بر چسب انرژی

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

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۴۱-۱ - تجهیزات اداری - رایانه‌ها- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۴۱-۲ - تجهیزات اداری – صفحه‌های نمایش– تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۴۱-۳ - تجهیزات اداری -منابع تغذیه خارجی تک ولتاژ AC-DC،AC-AC- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۴۱-۴- تجهیزات اداری- تجهیزات تصویربرداری- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۰۶۷۲ – جاروبرقی خانگی- مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل 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 ۱۱۴۱۹-۲ - عملکرد حرارتی درها، پنجره‌ها و کرکره‌های سیرسی - محاسبه ضریب انتقال حرارت - قسمت ۲: روش عددی برای چهارچوب‌ها

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

استاندارد ملی شماره ۱۲۵۹۶ - پل حرارتی در ساختمان‌سازی - محاسبات

استاندارد ملی شماره ۱۳۷۸۳-A1 - دیگ‌های بخار- مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی - اصلاحیه شماره ۱

استاندارد ملی شماره ۱۴۵۷۷ - وسایل برودتی خانگی (یخچال -فریزر و یخچال فریزر) تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۶۳۸ - وسایل پخت‌وپز گازسوز خانگی- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۶۳۹ - یکپارچه‌های گازسوز گرمایش مرکزی با توان ورودی اسمی حداکثر ۷۰ کیلووات - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

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

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۶۳ - مجموعه دیگ و مشعل موتورخانه -تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۳ - سال ۹۷ - عملکرد حرارتی ساختمان‌ها - انتقال حرارت از طریق زمین - روش‌های محاسبه

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۳ - سال ۹۷ - پل‌های حرارتی در ساختمان‌سازی - نشر حرارتی خطی - روش‌های ساده‌شده و مقادیر پیش‌فرض

استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۴-۲ - 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 ۱۴۸۳۷ - دی ۹۱ - عایق‌های حرارتی- تعیین مشخصات انتقال حرارتی [illegible] محفظه گرم واسنجی و محافظت‌نشده

استاندارد ملی شماره ۱۶۴۹۵ - موتورها - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۱۸۶۱۴ - مایسل‌های لباسشویی برقی خانگی - تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب

استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷۹۵ - [illegible] تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

استاندارد ملی شماره ۲۰۹۴۲-۲-۱ - سردوش تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب

استاندارد ملی شماره ۲۰۹۴۲-۲-۶ - شیرآلات بهداشتی - تعیین معیار مصرف و دستورالعمل برچسب آب