

# فصل ۹



ویرایش ۱۳۹۹

مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

شماره صفحه	فهرست مطالب	بند / فصل
۷	تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها	۲-۱۹
۲۹	گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین کننده	۱-۲-۲-۱۹
۳۱	تعیین گروه ساختمان‌ها	۲-۲-۲-۱۹
۳۳	چک لیست انرژی	۱-۱-۳-۱۹
۳۸	شرایط لازم برای استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)	۱-۱-۲-۳-۱۹
۴۴	پوسته خارجی ساختمان	۲-۴-۱۹
۴۶	مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان	۳-۲-۴-۱۹
۵۴	تأسیسات مکانیکی	۳-۴-۱۹
۶۱	تأسیسات برقی	۴-۴-۱۹
۶۷	روش تجویزی	۵-۱۹
۷۲	راهلهای فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۱	۲-۱-۲-۵-۱۹
۷۷	راهلهای فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۲	۳-۱-۲-۵-۱۹
۸۲	راهلهای فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۳	۴-۱-۲-۵-۱۹
۹۴	بازیافت انرژی در کنداسورهای سیستم‌های آب خنک	۲-۲-۳-۵-۱۹
۱۰۲	موتورهای برقی	۲-۴-۵-۱۹
۱۱۱	سیستم‌های کنترل روشنایی	۴-۸-۵-۱۹
۱۱۹	روش موازنه‌ای (کارکردی)	۶-۱۹
۱۲۳	محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع	۱-۲-۶-۱۹
۱۲۷	محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح (H)	۴-۲-۲-۶-۱۹
۱۲۹	ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک	۵-۲-۲-۶-۱۹
۱۳۳	ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو	۶-۲-۲-۶-۱۹
۱۳۷	ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سه	۷-۲-۲-۶-۱۹
۱۴۵	روش نیاز انرژی ساختمان	۷-۱۹
۱۴۹	شبیه‌سازی و انجام محاسبات	۲-۷-۱۹
۱۵۷	روش کارایی انرژی ساختمان	۸-۱۹

۱۷۳	روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان	پیوست ۲
۱۷۴	روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان	۲ پ
۱۷۵	گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن	۳-۲ پ
۱۷۸	گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه شهرها	پیوست ۳
۱۹۰	گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها	پیوست ۴
۱۹۱	تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی	۲-۴ پ
۲۰۵	روش محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت طرح	پیوست ۶
۲۰۶	محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده	۱-۶ پ
۲۰۹	ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول	پیوست ۷
۲۲۱	مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی	پیوست ۸
۲۳۱	ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها	پیوست ۹
۲۵۰	سایه‌بان‌ها	پیوست ۱۰
۲۶۶	پروش‌های محاسبه پل‌های حرارتی	پیوست ۱۱
۲۷۰	تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) با استفاده از جداول و مقادیر از پیش تعیین شده	۴-۱۱ پ

# بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

۲-۱۹ تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها

۱-۲-۱۹ تعاریف

ارزش حرارتی پایین (یا خالص)

مقدار حرارت (مگاژول) حاصل از احتراق یک واحد حجم (مترمکعب 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 و در نظر گرفته نمی‌شود. (ص ۷)

ارزش حرارتی بالا (یا ناخالص)

مقدار حرارت (مگاژول) حاصل از احتراق یک واحد حجم (مترمکعب 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 و ناخالص انرژی نهان بخار آب در نظر گرفته می‌شود. (ص ۸)

اکنومایزر

یکی از انواع مبدل حرارتی که از گازهای داغ خروجی از اگروز (اگزاست) جهت گرم کردن آب تغذیه بویلر (دیگ) استفاده می‌کند. اکنومایزر عموماً از تعدادی لوله سری تشکیل شده است که در آخرین مرحله در مسیر گازهای حاصل از احتراق قرار می‌گیرد. لوله‌های اکنومایزر در قسمت بیرونی یا محیطی دارای فین یا پره هستند تا با افزایش سطح تبادل حرارتی، مقدار حرارت جذب شده را افزایش دهند. (ص ۸)

بحث ۱۹

انرژی‌های تجدیدپذیر

انواع انرژی که منابع تولیدشان، برخلاف انرژی‌های تجدیدپذیر (فسیلی)، تقریباً پایان ناپذیر 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 زیست توده، زیست سوخت و سوخت هیدروژنی. (ص ۸)

اینرسی حرارتی

قابلیت کلی پوسته خارجی و جدارهای داخلی در ذخیره انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان‌های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه‌بندی می‌شود (ر.ک. به پیوست ۲). (ص ۸)

بام تخت

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

بام شبیدار

پوشش نهایی ساختمان که شبیه بیشتر از ۱۰ درجه و کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی دارد. بر روی سقف شبیدار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل شده یا کنترل نشده قرار دارد. اگر شبیدار بیش از ۶۰ درجه باشد، از دید این بحث دیوار تلقی می‌شود. (ص ۹)

پنجره با عملکرد حرارتی بهبود یافته

پنجرهای با ضریب انتقال حرارت سطحی مساوی یا کمتر از  $W/m^2 \cdot K$  [۳/۱] (ص ۱۱)

پوسته 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 کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند. (ص ۱۱)

پوسته خارجی در تمام موارد الزاماً با پوسته کالبدی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته کالبدی ممکن است در بر گیرنده فضاهای کنترل نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان همچنین شامل عناصری است که، در وجه خارجی خود، مجاور خاک و زمین هستند. (ص ۱۱)

پوسته 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 کنترل شده یا فضای کنترل نشده در ارتباط هستند. (ص ۱۱)

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 پنجرهای، نمایها و درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آن‌هاست. (ص ۱۳)

## جرم سطحی

جرم متوسط یک مترمربع از سطح پوسته داخلی یا خارجی ساختمان. (ص ۱۳)

جرم سطحی مؤثر جدار ( $m_i$ )

جرم سطحی بخش رو به داخل جدار تشکیل دهنده پوسته خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان، که در محاسبه جرم مؤثر و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود. (ص ۱۳)

## جرم مؤثر جدار

حاصل ضرب جرم سطحی مؤثر در سطح جدار. (ص ۱۳)

## دیوار

بخشی از پوسته خارجی یا داخلی غیرنورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است. (ص ۱۶)

## روز - درجه 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 - درجه 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. (ص ۱۷)

## مبحث ۱۹

## روش تجویزی (ص ۱۷)

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

## روش کارایی انرژی ساختمان

یکی از چهار روش طراحی تعیین شده 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 محاسبه شده برای ساختمان مرجع کمتر باشد. (ص ۱۷)

## روش موازنۀ ای (کارکردی)

یکی از چهار روش طراحی تعیین شده در این مبحث (فصل ۱۹-۶)، که در آن تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت ساختمان مدنظر 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. (ص ۱۸)

## روش نیاز انرژی

یکی از چهار روش طراحی تعیین شده در این مبحث (فصل ۱۹-۷)، که در آن، علاوه بر در نظر گرفتن میزان انتقال حرارت ساختمان، که در روش موازنۀ انجام می‌گیرد، کاهش یا افزایش نیاز انرژی ناشی از نحوه بهره‌برداری، تابش خورشید، استفاده از سیستم‌های شیشه‌ای کارآمد و سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود. (ص ۱۸)

زیربنای مفید ( $A_h$ )

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان. (ص ۱۸)

## 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 آب گرم مصرفی (در صورت محاسبه به روش کارایی انرژی)، طبق ضوابط تعیین شده نزدیک به صفر است. (ص ۱۸)

## ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)

ساختمانی با میزان کارایی انرژی بسیار بهتر از میزان حداقل تعیین شده در این مبحث، که در آن ضوابط تعیین شده برای ساختمان‌های بسیار کم انرژی رعایت شده است. (ص ۱۸)

## ساختمان کم انرژی (EC+)

ساختمانی با میزان کارایی انرژی بسیار بهتر از میزان حداقل تعیین شده در این مبحث، که در آن ضوابط تعیین شده برای ساختمان‌های کم انرژی رعایت شده است. (ص ۱۸)

## ساختمان موجود

ساختمانی که ساخت آن به اتمام رسیده و از آغاز بهره‌برداری آن بیش از یک سال می‌گذرد. (ص ۱۸)

## شدت روشنایی

به شار نوری تابیده شده بر واحد مساحت گفته می‌شود و واحد آن لوکس می‌باشد، هر لوکس معادل یک لومن بر مترمربع است. (ص ۲۱)

## ضریب انتقال حرارت طرح (H) (ص ۲۲)

مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاهای کنترل شده 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 موازنها (کارکردی)، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌گردد.

ضریب هدایت حرارت ( $\lambda$ )

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک مترمربع 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. (ص ۲۴)

## 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. (ص ۲۴)

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا مساوی  $W/m.K$  و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از  $K/W$ . (ص ۲۴)

## بخش ۱۹

## محدوده آسایش (حرارتی)

محدوده تعريف شده برای شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود ۸۰٪ ساکنان یا استفاده کنندگان در آن از نظر حرارتی احساس آسایش دارند. (ص ۲۷)

**مقاومت حرارتی** یک لایه همگن (تپیر) از یک جدار؛ معکوس شار حرارتی گذرنده از لایه، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصور کننده لایه یک درجه باشد. برای یک لایه تشکیل شده از مصالح همگن، مقاومت حرارتی برابر است با نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن. (ص ۲۷)

مقادیر حرارتی یک لایه هوای محبوس در یک جدار؛ مقاومت حرارتی معادل یک لایه هوای محبوس که در آن انتقال حرارت از طریق هدایت، همراه با تابش، به صورت هم‌زمان صورت می‌گیرد. مقاومت حرارتی (لایه هوای محبوس) معکوس شار حرارتی است، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصور کننده لایه هوا یک درجه باشد. (ص ۲۷)

مقادیر 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. (ص ۲۷)

مقادیر حرارتی جدار مشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقادیر های هر یک از لایه هاست. مقاومت حرارتی با  $R$  نمایانده می‌شود و یکای آن  $[m^2K/W]$  است. (ص ۲۸)

## ۲-۲-۱۹ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه‌بندی ساختمان‌ها

حداقل میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی، که در این مبحث برای پوسته خارجی ساختمان‌ها مشخص شده است، به سه عامل ویژه اصلی وابسته است. براساس این عوامل ساختمان‌ها گروه‌بندی می‌شوند. عوامل ویژه اصلی تعیین کننده گروه ساختمان، به قرار زیر است: (ص ۲۸)

- کاربری ساختمان
- درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه محل استقرار ساختمان (ص ۲۹)
- 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. (ص ۲۹)

## ۱-۲-۲-۱۹ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین کننده

## ۱-۲-۲-۱۹ 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. (ص ۲۹)

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. (ص ۲۹)

## ۲-۱-۲-۲-۱۹ 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: (ص ۲۹)
- مناطق دارای درجه انرژی سالانه کم
  - مناطق دارای درجه انرژی سالانه متوسط
  - مناطق دارای درجه انرژی سالانه زیاد

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

- در این مبحث، ساختمان‌ها از نظر تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید به دو گونه‌اند: (ص ۳۰)
- 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).

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

ساختمان‌ها، از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، به دو گونه تقسیم می‌شوند: (ص ۳۰)

- 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 خورشیدی به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از ۲۵ درجه نسبت به افق دیده شود. (ص ۳۰)

## ۵-۱-۲-۲-۱۹ گونه‌بندی نحوه استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی

ساختمان‌های غیرمسکونی، از نظر نحوه استفاده، به دو گونه تقسیم می‌گردند: (ص ۳۰)

- استفاده منقطع: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه‌ای که در هر شبانه‌روز، دست کم ۵ ساعت در روند استفاده وقفه بیفتاد و بتوان کنترل دما در محدوده متعارف زمان اشغال فضاهای را متوقف کرد.
- استفاده مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گونه‌ای که تعريف استفاده منقطع بر آن صادق نباشد. (ص ۳۰)

در حالت‌های زیر، فضاهای با استفاده منقطع، به عنوان فضاهای با استفاده مداوم تلقی می‌شوند: (ص ۳۱)

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (ر.ک. به پیوست ۲)
- عدم امكان کاهش دمای هوای فضا بیش از ۷ درجه سلسیوس زیر محدوده دمای تعیین شده یا عدم امكان افزایش آن به مقدار بیش از ۷ درجه سلسیوس بالای محدوده دمای تعیین شده برای زمان‌های عدم بهره‌برداری ساختمان. (ص ۳۱)

## ۲-۲-۲-۱۹ تعیین گروه ساختمان‌ها

برای طراحی ساختمان، طبق ضوابط مندرج در این مبحث، لازم است ابتدا گروه ساختمان تعیین گردد. در این مبحث، گروه‌های چهارگانه ساختمان‌ها به قرار زیر است: (ص ۳۱)

- 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 (ص ۳۱)

## ۳-۱۹ مقررات کلی طراحی و اجرا

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

## ۱-۱-۳-۱۹ چک لیست انرژی

چک لیست انرژی باید حاوی اطلاعات زیر باشد: (ص ۳۳)

- الف- مشخصات ساختمان
- ب- کاربری ساختمان
- پ- درجه انرژی سالانه محل استقرار ساختمان
- ت- سطح زیربنای مفید ساختمان (ص ۳۳)
- ث- گروه ساختمان (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده (ص ۳۴))
- ج- نحوه استفاده از ساختمان
- چ- روش مورد استفاده برای طراحی ساختمان

ح- اطلاعات مهندس طراح و تاریخ طراحی

خ- رتبه انرژی ساختمان

د- مشخصات کلی عناصر پوسته خارجی

ذ- مشخصات فنی مصالح و عایق های حرارتی مصرفی در ساختمان

ر- مشخصات حرارتی جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان

ز- مقدار نیاز انرژی ساختمان (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش نیاز انرژی ساختمان (ص ۳۴)

ژ- مقدار مصرف انرژی سالانه ساختمان (طرح و مرجع)، در صورت استفاده از روش کارایی انرژی ساختمان (ص ۳۴)

س- مشخصات کلی سیستم های تأسیسات مکانیکی (طرح و مرجع) و مشخصات فنی سیستم های مکانیکی (گرمایی و سرمایی، تهویه و تهییه مطبوع و تأمین آب گرم)، بازدهی انرژی تجهیزات مورد استفاده (ص ۳۵)

ش- دفترچه محاسبات مکانیکی (شامل محاسبات بار سرمایی و گرمایی ساختمان، تعیین ظرفیت و بازدهی تجهیزات تأسیسات مکانیکی) (ص ۳۵)

ص- مشخصات کلی سیستم های الکتریکی و تجهیزات (طرح و مرجع) و مشخصات فنی سیستم های برقی (شامل موتورهای الکتریکی و سیستم های روشنایی)، و دفترچه محاسبات تأسیسات برقی (مرتبط با موضوع صرفه جویی در مصرف انرژی)، در صورت طراحی با یکی از روش های «نیاز انرژی» و یا «کارایی انرژی» (ص ۳۵)

ض- امکان یا عدم امکان تأمین انرژی توسط سامانه های بر پایه انرژی های تجدید پذیر. (ص ۳۵)

### ۱-۲-۳-۱۹ شرایط لازم برای استفاده از روش های تجویزی و موازنہ ای (کارکردی)

استفاده از روش های تجویزی و موازنہ ای (کارکردی) تنها در صورت تحقق پنج شرط زیر (به صورت همزمان)

مجاز است: (ص ۳۸)

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

ب) زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع باشد. (ص ۳۸)

پ) تعداد طبقات (بدون احتساب طبقات مربوط به فضاهای کنترل نشده نظیر پارکینگ و انبار) کمتر یا مساوی طبقه باشد. (ص ۳۸)

ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق پیوست ۲) متوسط یا زیاد باشد.

ث) منوعیت و محدودیتی در دستورالعمل ها و بخشنامه های صادر شده توسط وزارت راه و شهرسازی، با توجه به محل قرارگیری ساختمان

(استان، شهر، ... ) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ... ) در این خصوص، وجود نداشته باشد. (ص ۳۸)

### ۴-۱۹ ضوابط اجباری

#### ۲-۴-۱۹ پوسته خارجی ساختمان

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

جدول ۱-۴-۱۹ مقاومت های حداقل لازم برای جدارهای پوسته خارجی ساختمان (ص ۴۶)

مقاومت حرارتی حداقل [m <sup>2</sup> .K/W]	
۰,۵۰	دیوار
۰,۷۰	بام
۰,۶۵	کف در تماس با هوا

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

- شیشه های مورد استفاده برای جدارهای نورگذر نباید به هیچ وجه مانع بهره گیری از روشنایی طبیعی شوند. برای این منظور، لازم است: (ص ۴۶)

- نسبت ضریب عبور مرئی به ضریب بهره گرمایی خورشیدی (TV/SHGC) بیشتر از ۱/۰ باشد.

- ضریب عبور مرئی (TV) جدارهای نورگذر بیشتر از ۰/۴۸ باشد. کاربرد جدارهای نورگذر با ضرایب عبور مرئی (TV) 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. (ص ۴۶)

**جدول ۲-۴-۱۹ ۲-۴-۱۹ گروه‌بندی کیفی پنجره‌ها از دیدگاه عملکرد حرارتی\*** (ص ۴۷)

ردیف	نوع شیشه	جنس پنجره	گروه
C**	چند جداره	یوبی وی‌سی	کارایی بالا
		آلومینیومی گرماشکن	
		چوبی	کارایی بهبود یافته
F**	دو جداره	یوبی وی‌سی	کارایی متوسط
		آلومینیومی گرماشکن	
		چوبی	
-	تمام انواع	تمام انواع	ساده

\* توضیح: برای دست یابی به پنجره با کارایی بهبود یافته، لازم است علاوه بر کاهش ضریب انتقال حرارت، با انتخاب احرای مناسب (پروفیل پنجره، شیشه و گاز)، تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC) و ضریب عبور نور مرئی (TV)، متناسب با منطقه اقلیمی، جهت‌گیری و ابعاد پنجره، در بازه‌های تعیین شده قرار داشته باشد. معیار مناسب بودن یک پنجره رده انرژی آن می‌باشد که در برچسب انرژی پنجره تعریف شده است. (ص ۴۷)

\*\* توضیح: مطابق استاندارد مربوطه در پیوست ۱۳

**۵-۲-۴-۱۹ جدارهای مجاور دیگر ساختمان‌ها\*** (ص ۴۸)

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

(الف) در صورت پوشیده بودن کامل فضای درز انقطاع، نیز یقین داشتن به کنترل شده بودن فضاهای ساختمان مجاور، نیازی به عایق‌کاری حرارتی آن جدارها نیست، اما در صورتی که اطلاعی در مورد نحوه کنترل دمایی ساختمان مجاور در دست نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل نشده در نظر گرفته می‌شود. (ص ۴۸)

(ب) در صورت پوشیده نشدن درز میان دو ساختمان، جدار مجاور آن مانند جدار مجاور فضای خارج در نظر گرفته می‌شود. (ص ۴۸)

**۶-۲-۴-۱۹ درزبندی جدارها**
**۱-۶-۲-۴-۱۹ میزان نشت هوای مجاز ساختمان**

درزبندی جدارهای ساختمان‌های با رده‌بندی‌های مختلف باید به گونه‌ای باشد که میزان نشت هوای تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال کمتر از محدود کننده‌ترین مقدار ارائه شده باشد. (ص ۴۸)

**۳-۴-۱۹ میزان حداکثر نشت هوای مجاز تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال\*** (ص ۴۹)

نرخ تعویض هوای سطحی $m/h$ یا $\frac{m^3}{m^2 \cdot h}$	نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوای در ساعت) $1/h$	ردیف انرژی
۹,۰۰	۳,۰۰	EC
۶,۵۰	۱,۵۰	EC+
۲,۲۵	۰,۷۵	EC++

برای محاسبه نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوای در ساعت) لازم است نسبت دبی کل تعویض هوای ساعتی به حجم فضای کنترل شده ساختمان یا زون مورد نظر تعیین گردد. یکای مورد استفاده  $h^{-1}$  است. (ص ۴۹)

برای محاسبه نرخ تعویض هوای سطحی لازم است نسبت دبی کل تعویض هوای ساعت به سطح مفید فضای کنترل شده ساختمان یا زون مورد نظر تعیین گردد. یکای مورد استفاده  $m/h$  است. (ص ۴۹)

در صورتی که ارتفاع متوسط کف تا سقف فضاهای مورد نظر مساوی یا کمتر از  $3/۰۰$  متر باشد، نرخ تعویض هوای حجمی محدود کننده‌تر خواهد بود. اگر که ارتفاع متوسط کف تا سقف فضاهای مورد نظر بیشتر از  $3/۰۰$  متر باشد، نرخ تعویض هوای سطحی محدود کننده‌تر خواهد بود. (ص ۴۹)

در ساختمان‌های کم انرژی (EC+) و بسیار کم انرژی (EC++)، در صورتی که زیربنای مفید ساختمان بیش از  $۵۰۰$  مترمربع باشد، لازم است آزمون هوابندی، به صورت تفکیکی، بر روی زیربخش‌های ساختمان با مساحت کمتر از  $۵۰۰۰$  مترمربع انجام شود. (ص ۴۹)

## ۲-۹-۲-۴-۱۹ 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  $0/76$  متر بالاتر از کف (ص ۵۲)
  - برای فضاهای صنعتی و مسکونی، یک سطح افقی  $0/85$  متر بالاتر از کف.
  - برای راهروها، یک سطح افقی با ارتفاع کمتر از  $0/15$  متر. (ص ۵۲)

## ۳-۹-۲-۴-۱۹ 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  $0/7$  شدت روشنایی متوسط بر روی همان سطح کمتر نشود. مقادیر شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار باید مطابق جدول ۴-۴-۱۹ باشد. (ص ۵۲)

$$Ur = Eh_{min} / Eh_{avg} \quad (1-4-19)$$

در این رابطه: (ص ۵۳)

$Ur$ : نسبت یکنواختی شدت روشنایی

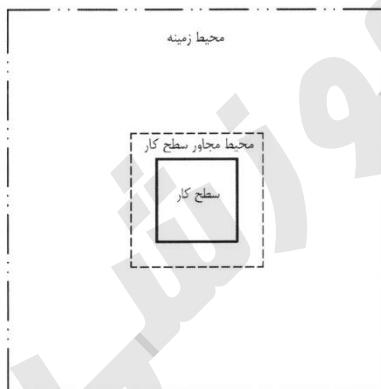
$Eh_{min}$ : حداقل شدت روشنایی بر روی سطح کار افقی بر حسب لوکس

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

عمق محدوده محیط مجاور سطح کار در فاصله  $0/5$  متر از هر طرف سطح کار است و عمق  $3$  متری از محدوده مجاور سطح کار، محیط زمینه

خوانده می‌شود. روشنایی این ناحیه باید حداقل  $33$  درصد مقدار روشنایی محیط مجاور سطح کار باشد (شکل ۴-۴-۱۹). (ص ۵۳)

شکل ۴-۱۹ محدوده‌های سطح کار، محیط مجاور سطح کار و محیط زمینه (ص ۵۳)



جدول ۴-۴-۱۹ میزان شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار نسبت به شدت روشنایی سطح کار (ص ۵۴)

شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار	شدت روشنایی سطح کار
lux	lux
۵۰۰	$750 \leq$
۳۰۰	۵۰۰
۲۰۰	۳۰۰
۱۵۰	۲۰۰
برابر با شدت روشنایی سطح کار	$\leq 150$

## ۳-۴-۱۹ تأسیسات مکانیکی

## ۱-۳-۴-۱۹ تفکیک سیستم‌های گرم کننده و سرد کننده فضاهای با نحوه بهره‌برداری متفاوت

در صورتی که از قسمتی از فضاهای ساختمانی غیرمسکونی با بهره‌برداری منقطع، به صورت مداوم استفاده شود، باید سیستم‌های گرم کننده و سرد کننده این فضاهای مرکزی تفکیک و به صورت مستقل در نظر گرفته شود. (ص ۵۴)

## ۲-۳-۴-۱۹ عایق‌کاری حرارتی

## ۲-۲-۳-۴-۱۹ عایق‌کاری حرارتی کanal

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

(ص ۵۵)

۳-۴-۱۹ حداقل بازدهی تجهیزات

**جدول ۱۹-۵** حداقل رده برچسب انرژی یا راندمان بروای تجهیزات گازسوز<sup>\*</sup> (ص ۵۶)

ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	شماره استاندارد ملی	محصول
D	D	E	۱۲۱۹-۲	آب گرم کن گازسوز مخزن دار
B	C	D	۱۸۲۸-۲	آب گرم کن گازسوز فوری
A	B	C	۱۴۷۳۵	رادیاتور گرمایی
A	B	C	۱۴۶۲۹	پکیج
A++	A+	A	۱۴۶۲۹	پکیج چگالشی
C	D	E	۱۲۲۰-۲	بخاری گازسوز دودکش دار
%۹۰	% ۸۵	% ۸۰	۷۲۶۸-۲	بخاری گازسوز بدون دودکش
A	B	C		بخاری های گازسوز مستقل نوع C
۸۲%	۸۱%	۷۸%	A1-۱۳۷۸۲	دیگ بخار
D	E	F	۱۴۷۶۳	دیگ و مشعل

<sup>\*</sup> توضیح: کلیه رده های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می باشد.

**جدول ۱۹-۶** حداقل رده برچسب انرژی برای تجهیزات برقی<sup>\*</sup> (ص ۵۷)

ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	شماره استاندارد ملی	محصول
B	C	D	۱۵۶۳-۲	آب گرم کن برقی مخزن دار
A	B	C	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	الکتروموتور (تک فاز و سه فاز)
A	B	C	۱۰۶۳۴	فن (دمنده و مکنده)
A	A	A	۷۳۴۲-۲	بخاری برقی
A	D	F	۴۹۱۰-۲	کولر آبی
A	A	B	۲-۶۰۱۶ و ۱۰۶۳۸	کولر گازی (پنجرهای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کanal)
A	A	B	۱۱۵۷۴	هواساز (هوارسان)
A	A	B	۱۰۳۰۶	پکیج تهویه مطبوع
A	A	A	۲-۷۳۴۲	گرم کن برقی (محیط)
A	A	A		گرم کن صنعتی (محیط)
A	A	B	۱۰۶۳۶	فن کویل (زمینی، سقفی، کanalی)
A	B	C	۱۰۶۳۵	برج خنک کن
			۲-۳۶۷۸	چیلر تراکمی آبی
			۳۶۷۸	چیلر تراکمی هوایی
A	A	B	۷۸۱۷-۲	پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)
A++	A <sup>+</sup>	A	۷۳۴۱	لامپ الکتریکی
A1	A1	A2	۱۰۷۵۹	بالاست لامپ الکتریکی

<sup>\*</sup> توضیح: کلیه رده های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می باشد.

## جدول ۷-۴-۱۹ حداقل بازدهی برای تجهیزات در سیستم گرمایی و سرمایی (ص ۵۸)

بازدهی تجهیزات			شاخص بازدهی	دستگاه
ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)		
۵/۵	۴/۳	۳/۵	<sup>(۱)</sup> IPLV	چیلر آب خنک <sup>*</sup>
۴/۷	۳/۵	۲/۸	<sup>(۲)</sup> COP	
غیر مجاز	۲/۵	۳/۰	<sup>(۱)</sup> IPLV	چیلر هوای خنک <sup>*</sup>
غیر مجاز	۳/۰	۲/۷	<sup>(۲)</sup> COP	
۱/۷	۱/۳	۰/۹	<sup>(۲)</sup> COP	چیلر جذبی
% ۹۸	% ۹۵	% ۹۰	<sup>(۳)</sup>	بویلر چگالشی
غیر مجاز	% ۸۵	% ۸۰	<sup>(۳)</sup>	بویلر غیر چگالشی

\* در مورد چیلر، هر دو معیار COP و IPLV باید به صورت همزمان از مقادیر جدول بیشتر باشد.

IPLV: Integrated Part Load Value

COP: Coefficient of Performance

## مبحث ۱۹

(۱) عملکرد در بار جزئی

(۲) ضریب عملکرد

(۳) بازدهی بر اساس ارزش حرارتی خالص

## ۴-۳-۴-۱۹ شرایط طرح داخل

الف) برای محاسبه بارهای حداکثر گرمایی و سرمایی ساختمان، باید دمای حداکثر ۲۲ درجه سلسیوس برای محاسبه بار گرمایی (اوقات سرد سال)، و دمای حداقل ۲۴ درجه سلسیوس برای محاسبه بار سرمایی (اوقات گرم سال) در نظر گرفته شود. (ص ۵۸)

ب) در صورتی که برای فضاهای با کاربری و شرایط خاص، نظیر سردخانه، تأمین دماهای متفاوتی مورد نیاز باشد، طراح باید مستندات لازم برای تغییر شرایط طرح داخل را ارائه نماید. (ص ۵۸)

## ۵-۳-۴-۱۹ تأمین هوای تازه (ص ۵۹)

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

## ۶-۳-۴-۱۹ سامانه‌های کنترل و برنامه‌ریزی

الف) هر پایانه سیستم گرم کننده و یا سرد کننده، نظیر رادیاتور، فن کویل، مدار گرم کننده و یا سرد کننده کف یا سقف، باید مجهز به یک سیستم کنترل ترمومتریک باشد. (ص ۵۹)

ب) هر سیستم هوای رسانی سرد کننده و یا گرم کننده تمام هوا باید مجهز به سیستم کنترل دمای هوای داخل باشد. (ص ۵۹)

پ) هر نوع سیستم گرم کننده و یا سرد کننده غیر مرکزی و مستقل، مانند بخاری گازی، بخاری برقی، کولر آبی و کولر گازی باید مجهز به سیستم کنترل دمای هوای اتاق باشد. (ص ۵۹)

ت) تجهیزات رطوبت زنی، که به منظور کنترل رطوبت نسبی هوای داخل نصب می‌شوند، باید به سیستم کنترل رطوبت هوای داخل ساختمان مجهز باشند. (ص ۵۹)

ث) تجهیزات تأمین کننده آب سرد و آب گرم سیستم‌های سرد کننده و گرم کننده آبی باید مجهز به سیستم‌های کنترل دمای آب رفت مدارهای سرد کننده و گرم کننده باشند. (ص ۵۹)

ج) تجهیزات سیستم تأمین آب گرم مصرفی باید به سیستم کنترل دمای مستقل مجهز باشند. طراحی سیستم آب گرم مصرفی باید بر اساس ضوابط مباحث ۱۴ و ۱۶ مقررات ملی ساختمان انجام شود. دمای آب گرم مصرفی نباید بیش از ۶۰ درجه سلسیوس باشد. (ص ۵۹)

چ) مدار برگشت آب گرم مصرفی باید مجهز به سیستمی باشد که کارکرد پمپ برگشت آب گرم مصرفی را، بر اساس دمای آب برگشتی، کنترل کند. (ص ۵۹)

ح) سیستم‌های مکانیکی تهویه و تأمین هوای تازه باید به کلید روشن - خاموش مجهز باشند، تا امکان خاموش کردن آنها، در موقع عدم حضور ساکنین، بهره‌برداران و عوامل آلاینده کننده هوای داخل ساختمان، که نیازی به تأمین هوای تازه نیست. فراهم شود. (ص ۶۰)

در صورتی که برای این منظور سامانه کنترلی در نظر گرفته شده باشد، نیازی به کلید روشن - خاموش نخواهد بود. (ص ۶۰)

خ) سیستم‌های تخلیه هوا از ساختمان باید به کلید روشن - خاموش تجهیز شوند، تا در شرایط غیرکاری ساختمان و هنگامی که نیازی به تخلیه هوا نیست خاموش شوند، مگر آنکه مجهز به سامانه کنترل خودکار باشند. (ص ۶۰)

د) در ساختمان‌های با کاربری عمومی، روشنی‌ها باید دارای شیرهای فنری یا شیرهای دارای چشم الکترونیکی با نظایر آن باشند. (ص ۶۰)

ذ) برای همه ساختمان‌های عمومی گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرف‌جویی در مصرف انرژی، با سیستم گرمایی و سرمایی مرکزی، در نظر گرفتن سیستم کنترل و برنامه‌ریزی روزانه و هفتگی کارکرد تجهیزات مرکزی الزامی است. (ص ۶۰)

#### ۸-۳-۴-۱۹ استخر آب گرم

در استخرهای واقع در هوای آزاد، در صورت استفاده از آب گرم، 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  $0.5 \text{ m}^2 K/W$  و گسیلنندگی سطح در تماس با هوای کمتر از  $0.2 \text{ m}$  داشته باشد.

علاوه بر این، لازم است در این نوع استخرها تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا آب استخر از  $28^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس بیشتر نشود. (ص ۶۱)

یادآوری: جکوزی‌ها و استخرهای درمانی از این امر مستثنی هستند. (ص ۶۱)

#### ۴-۴-۱۹ تأسیسات برقی

##### ۴-۴-۱۹ انشعاب برق

###### ۱-۲-۴-۱۹ 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 با ولتاژ: نامی  $230 \text{ V}$  ولت و یا یک فاز با ولتاژ نامی  $400 \text{ V}$  ولت صورت گیرد. (ص ۶۲)

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

معیار بررسی و مقایسه، ترانسفورماتورهای فشار متوسط ولتاژ نامی برق فشار متوسط است، که می‌تواند ۱۱ یا  $20 \text{ V}$  یا  $33 \text{ V}$  کیلوولت باشد. معمول‌ترین ولتاژ فشار متوسط  $20 \text{ V}$  کیلوولت است. (ص ۶۲)

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 و انشعاب، علاوه بر نکات فوق، باید پارامترهای زیر مشخص گردد: (ص ۶۲)

(الف) تعداد بهینه پست(ها) برق مورد نیاز

(ب) تلفات ترانسفورماتور(ها)

(پ) اثر شرایط اقلیمی

(ت) راندمان حداقل و ضریب بار ترانسفورماتور(ها) (ص ۶۳)

ضوابط مطرح برای ترانسفورماتورها با ولتاژ نامی  $11 \text{ V}$  و  $33 \text{ V}$  کیلوولت مشابه ضوابط مطرح برای ترانسفورماتورها با ولتاژ نامی  $20 \text{ V}$  کیلوولت است.

###### ۷-۴-۱۹ ۷-۴-۱۹ لامپ سیستم روشنایی مصنوعی

استفاده از لامپ با فیلمان تنگستن و یا هالوژن با راندمان (یا بهره نوری) کمتر از  $14 \text{ W}$  لومن بروات، لامپ‌های بخار جیوه با راندمان کمتر از  $55 \text{ W}$  لومن

بر وات و نیز لامپ‌های گازی با راندمان کمتر از  $22 \text{ W}$  لومن بر وات، مجاز نمی‌باشد، مگر این که در طراحی و با 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. (ص ۶۵)

تبصره: یکی از موارد استثنای بند فوق، مجاز بودن استفاده از لامپ‌های هالوژن تنگستن (مدادی)، با راندمان (یا بهره نوری) حدود  $19 \text{ W}$  تا  $22 \text{ W}$  لومن

بر وات، برای تأمین روشنایی صحنه (در تئاتر، آمفی‌تئاتر، و نظایر آن) است. (ص ۶۵)

###### ۵-۴-۱۹ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

###### ۱-۵-۴-۱۹ مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم

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: (ص ۶۶)

(الف)  $20 \text{ kWh/m}^2$  کیلووات ساعت در مترمربع در سال برای ساختمان‌های یک طبقه

(ب)  $32 \text{ kWh/m}^2$  کیلووات ساعت در سال به ازای هر مترمربع از سطح بام، برای ساختمان‌های بیش از یک طبقه (ص ۶۶)

###### ۵-۱۹ ۵-۱۹ روش تجویزی

در روش تجویزی مشخصات عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم‌ها و تجهیزات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی، و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، با

افزایش مقاومت حرارتی بعضی از جدارها و دستیابی به مقادیر بالاتر از حداقل‌های تعیین شده در این روش، امکان تخفیف گرفتن بر روی دیگر

موارد فراهم نمی‌گردد. (ص ۶۷)

در عین حال، این روش امکان طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیدپذیر) به صورت مستقل را فراهم می‌سازد. (ص ۶۷)

#### ۲-۵-۱۹ پوسته خارجی ساختمان

۱-۲-۵-۱۹ راه حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان

۱-۲-۵-۱۹ راه حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۱

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۱

مطلوب با شرایط تعیین شده در جدول ۱-۵-۱۹-۱ باشند.

جدول ۱-۵-۱۹-۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۱  $[m^2 \cdot K/W]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۷۲)

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج				ردی انرژی
	عایق حرارتی همگن*	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
۱,۰	۲,۱	۲,۳	۲,۳	۱,۲	EC
۱,۴	۳,۰	۳,۳	۳,۳	۱,۷	EC+
۲,۰	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲,۴	EC++

\* 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

جدول ۱-۵-۱۹-۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱ (ص ۷۳)

نیاز سرمایی غالب				نیاز گرمایی غالب				ردی انرژی	جهت	
$T_v$ SHGC	SHGC		U [W/m <sup>2</sup> .K]	$T_v$ SHGC	SHGC		U [W/m <sup>2</sup> .K]			
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	۱,۱	EC	جنوب
۱,۲	۰,۴۰	-	۲,۱	-	-	-	۰,۶۰	۲,۱	EC	
۱,۷	۰,۳۷	-	۲,۴	-	-	-	۰,۶۳	۲,۲	EC+	
۲,۲	۰,۳۵	-	۲,۲	-	-	-	۰,۶۵	۱,۸	EC++	شمال
۱,۰	۰,۵۰	-	۲,۱	-	-	-	-	۲,۱	EC	
۱,۴	۰,۴۵	-	۲,۴	-	-	-	-	۲,۲	EC+	
۱,۹	۰,۴۰	-	۲,۲	-	-	-	-	۱,۸	EC++	
۱,۴	۰,۳۵	-	۲,۱	-	-	-	۰,۵۰	۲,۱	EC	به جز جنوب و شمال
۲,۰	۰,۳۰	-	۲,۴	-	-	-	۰,۵۳	۲,۲	EC+	
۲,۸	۰,۲۵	-	۲,۲	-	-	-	۰,۵۵	۱,۸	EC++	

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل شده مرتبط با فضاهای کنترل نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر  $۳/۱$ ،  $۳/۴$  و  $۲/۸$   $[m^2 \cdot K/W]$  (ص ۷۳)

برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق پیوست ۱۰، در نظر گرفته شده باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین شده برای SHGC و  $T_v/SHGC$  حداقل نخواهد بود. (ص ۷۳)

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف - ساختمان گروه ۱

جدول ۱۹-۳-۵-۳ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۱ [ $m^2 \cdot K/W$ ] بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۷۴)

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

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا - ساختمان گروه ۱

جدول ۱۹-۴-۵-۴ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱ [ $m^2 \cdot K/W$ ] بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۷۵)

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

ث- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۱

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

موقعیت کف ساختمان				ردی انرژی
کمتر از ۷۰ سانتی متر بالاتر از محوطه	بیش از ۷۰ سانتی متر بالاتر از محوطه	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل سانتی متر	عایق کاری سراسری	
۰,۷	۰,۵	۰,۹	۰,۷	EC
۱,۰	۰,۷	۱,۳	۱,۰	EC+
۱,۴	۱,۰	۱,۸	۱,۴	EC++

۳-۱-۲-۵-۱۹ راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۲

الف - حداکل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۲

جدول ۱۹-۵-۶ حداکل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۲  $[m^2 \cdot K/W]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۷۷)

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج				ردی انرژی
	عایق حرارتی همگن *	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
					ردی انرژی
۰,۸	۱,۴	۱,۵	۱,۵	۰,۹	EC
۱,۱	۲,۰	۲,۱	۲,۱	۱,۳	EC+
۱,۶	۲,۸	۳,۰	۳,۰	۱,۸	EC++

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

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

جدول ۱۹-۵-۷ مشخصات حداکل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲ (ص ۷۸)

جهت	نیاز گرمایی غالب			ردی انرژی					
	T <sub>v</sub> SHGC	SHGC	U [W/m <sup>2</sup> .K]		T <sub>v</sub> SHGC	SHGC	U [W/m <sup>2</sup> .K]		
جنوب	حداکل	حداکثر	حداکل	حداکل	حداکثر	حداکل	حداکل	EC	
جنوب	۱,۱	۰,۵۰	۰,۳۰	۳,۱	-	۰,۶۰	۰,۴۰	۳,۱	EC
جنوب	۱,۵	۰,۴۷	۰,۳۳	۲,۶	-	۰,۵۷	۰,۴۳	۲,۶	EC+
جنوب	۱,۸	۰,۴۵	۰,۳۵	۲,۴	-	۰,۵۵	۰,۴۵	۲,۴	EC++
شمال	شمال	-	-	۳,۱	-	-	-	۳,۱	EC
شمال	۱,۱	-	-	۲,۶	-	-	-	۲,۶	EC+
شمال	۱,۵	-	-	۲,۴	-	-	-	۲,۴	EC++
به جز جنوب و شمال	۱,۴	۰,۴۰	۰,۲۵	۳,۱	-	۰,۵۰	۰,۲۵	۳,۱	EC
به جز جنوب و شمال	۱,۷	۰,۳۷	۰,۲۵	۲,۶	-	۰,۴۷	۰,۲۵	۲,۶	EC+
به جز جنوب و شمال	۲,۰	۰,۳۵	۰,۲۵	۲,۴	-	۰,۴۵	۰,۲۵	۲,۴	EC++

مبحث ۱۹

ضریب انتقال حرارت حداکل جدارهای نورگذر فضاهای کنترل شده مرتبط با فضاهای کنترل نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر  $۳/۱$ ،  $۳/۴$  و  $۳/۴$   $[m^2 \cdot K/W]$  در نظر گرفته شود. (ص ۷۸)

برای SHGC حداکل و  $Tv/SHGC$  حداکل نخواهد بود. (ص ۷۸)

پ - حداکل مقاومت حرارتی بام یا سقف - ساختمان گروه ۲

جدول ۱۹-۵-۸ حداکل مقاومت حرارتی بام با سقف ساختمان گروه ۲  $[m^2 \cdot K/W]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۷۹)

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

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا - ساختمان گروه ۲

 جدول ۱۹-۵-۹- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوای ساختمان گروه ۲  $[m^2 \cdot K/W]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۸۰)

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		ردی انرژی
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی	
۰,۷	۱,۷	۲,۵	۲,۳	۱,۶	EC
۱,۰	۲,۴	۳,۵	۳,۳	۲,۳	EC+
۱,۴	۳,۴	۵	۴,۶	۳,۲	EC++

ث- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۲

 جدول ۱۹-۱۰-۵- حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۲  $[m^2 \cdot K/W]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۸۱)

**مبحث ۱۹**

موقعیت کف ساختمان				ردی انرژی
پایین تر از محوطه، همتراز با محوطه، یا کمتر از ۷۰ سانتی متر بالاتر از محوطه	بیش از ۷۰ سانتی متر بالاتر از محوطه	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	
عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	
۰,۷	۰,۵	۰,۹	۰,۷	EC
۱,۰	۰,۷	۱,۳	۱,۰	EC+
۱,۴	۱,۰	۱,۸	۱,۴	EC++

۴-۱-۲-۵-۱۹ راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۳

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۳

 جدول ۱۹-۱۱-۵- حداقل مقاومت حرارتی دیوار  $[m^2 \cdot K/W]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۸۲)

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج				ردی انرژی
	عایق حرارتی همگن *	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
۰,۷	۱,۱	۱,۲	۱,۲	۰,۸	EC
۱,۰	۱,۶	۱,۷	۱,۷	۱,۱	EC+
۱,۴	۲,۲	۲,۴	۲,۴	۱,۶	EC++

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

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

جدول ۱۲-۵-۱۹ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمانهای گروه ۳ (ص ۸۳)

$\frac{T_v}{SHGC}$	نیاز سرمایی غالب			نیاز گرمایی غالب			ردۀ انرژی	جهت
	SHGC		$U$ [W/m <sup>2</sup> . K]	SHGC		$U$ [W/m <sup>2</sup> . K]		
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر		
۱,۱	۰,۵۵	۰,۳۰	۲,۱	-	۰,۶۵	۰,۳۵	۲,۱	EC
۱,۳	۰,۵۲	۰,۳۳	۲,۸	-	۰,۶۲	۰,۳۸	۲,۸	EC+
۱,۵	۰,۵۰	۰,۳۵	۲,۶	-	۰,۶۰	۰,۴۰	۲,۶	EC++
۱,۱	-	-	۲,۱	-	-	-	۲,۱	EC
۱,۳	-	-	۲,۸	-	-	-	۲,۸	EC+
۱,۵	-	-	۲,۶	-	-	-	۲,۶	EC++
۱,۴	۰,۴۵	۰,۲۵	۲,۱	-	۰,۵۵	۰,۲۵	۲,۱	EC
۱,۶	۰,۴۲	۰,۲۵	۲,۸	-	۰,۵۲	۰,۲۵	۲,۸	EC+
۱,۸	۰,۴۰	۰,۲۵	۲,۶	-	۰,۵۰	۰,۲۵	۲,۶	EC++

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل شده مرتبط با فضاهای کنترل نشده برای ساختمانهای منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر  $3/4$ ،  $3/4$  و  $3/4$  در نظر گرفته شود. (ص ۸۳)

پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف - ساختمان گروه ۳

جدول ۱۳-۵-۱۹ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۳ [m<sup>2</sup>. K/W] بر حسب ردۀ انرژی ساختمان (ص ۸۴)

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

ت- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا - ساختمان گروه ۳

جدول ۱۴-۵-۱۹ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۳ [m<sup>2</sup>. K/W] بر حسب ردۀ انرژی ساختمان (ص ۸۵)

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

ث - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۳ (ص ۸۶)

**جدول ۱۵-۵-۱۹** حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۳ [ $m^2 \cdot K/W$ ] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

۲-۲-۵-۱۹ روشنایی طبیعی

**جدول ۱۶-۵-۱۹** مقادیر حداقل درصد مساحت فضای بھرمند از روشنایی طبیعی، برای رده‌های مختلف انرژی (ص ۸۷)

درصد مساحت [Ap] [%]	رده انرژی
۵۵	EC
۶۵	EC+
۷۵	EC++

در صورتی که Ap بیشتر از ۸۵ درصد باشد، توصیه می‌شود با انجام کنترل‌های لازم از عدم بروز خیرگی اطمینان حاصل شود. (ص ۸۷)  
میزان عمق نفوذ روشنایی طبیعی در فضای داخل برابر است با کمترین مقدار به دست آمده، با استفاده از رابطه (۱-۵-۱۹) و یکی از دو رابطه (۲-۵-۱۹) و (۳-۵-۱۹)، بسته به وجود یا عدم وجود سایهبان: (ص ۸۷)

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

در این رابطه:

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

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

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

R<sub>b</sub>: ضریب انعکاس متوسط وزن یافته سطوح داخلی (دیوارها، کف و سقف) در نیمه‌های از اتاق، مجاور پنجره، به جز سطح دیوار زیر پنجره برای پنجره‌های فاقد سایهبان: (ص ۸۷)

$$L = 2.5 \times H$$

(۲-۵-۱۹)

$$I = 2.0 \times H$$

برای پنجره‌های دارای سایهبان: (ص ۸۸)

(۳-۵-۱۹)

برای تعیین عمق نفوذ نور در ارتفاع سطح کار باید از رابطه (۴-۵-۱۹) استفاده کرد: (ص ۸۸)

$$I = (H - h) / (H/L)$$

(۴-۵-۱۹)

I = 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 ۱۶-۵-۱۹ تا جدول ۱۷-۵-۱۹، ضریب کاهش عمق فضا تعیین گردد: (ص ۸۸)

**جدول ۱۷-۵-۱۹** ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره) برای شدت روشنایی ۱۰۰-۳۰۰ لوکس (ص ۸۸)

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

جدول ۱۸-۵-۱۹ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موائع مقابل پنجره) برای شدت روشنایی ۳۰۰-۵۰۰ لوکس (ص ۸۹)

جهت پنجره				زاویه رؤیت موائع
شمال	غرب	شرق	جنوب	
۰,۸	۰,۸	۰,۷	۰,۹	کمتر از ۳۰ درجه
۰,۸	۰,۷	۰,۷	۰,۸	۳۰ درجه تا ۶۰ درجه
۰,۶	۰,۶	۰,۷	۰,۸	بیش از ۶۰ درجه

جدول ۱۹-۵-۱۹ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موائع مقابل پنجره) برای شدت روشنایی ۵۰۰-۷۰۰ لوکس (ص ۸۹)

جهت پنجره				زاویه رؤیت موائع
شمال	غرب	شرق	جنوب	
۰,۶	۰,۶	۰,۸	۰,۶	کمتر از ۳۰ درجه
فاقد	فاقد	فاقد	فاقد	۳۰ درجه تا ۶۰ درجه
روشنایی کافی	روشنایی کافی	روشنایی کافی	روشنایی کافی	بیش از ۶۰ درجه

## مبث ۱۹

برای تعیین میزان عرض فضا، در امتداد عرض پنجره از هر طرف آن ۱/۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود. (ص ۸۹)

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، به جای یکی از فاصله‌های ۰/۰۰ متری، نصف فاصله افقی بین دو پنجره ملاک عمل قرار می‌گیرد. (ص ۸۹)

برای نماهای شیشه‌ای، عرض فضای بھرمند از نور طبیعی همان عرض اتاق است. (ص ۹۰)

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 نور گذر آن پنجره در نظر گرفته می‌شود، و به آن یکی از مقادیر زیر اضافه می‌شود: (ص ۹۰)

- ارتفاع کف تمام شده تا سقف برای نورگیرهای سقفی و پنجره‌های سقفی دندانه‌ای
- یک و نیم برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های زیر سقفی یا برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های سقفی دندانه‌ای. (ص ۹۰)

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

جدول ۲۰-۵-۱۹ حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله آب گرم مصرفی  $[m^2 \cdot K/W]$  (ص ۹۱)

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

جدول ۲۱-۵-۱۹ ضریب افزایش مقاومت حداقل تعیین شده در مبحث ۱۴ مقرات ملی ساختمان ( $R_{14}$ ) (ص ۹۲)

لوله یا مخزن یا کانال واقع در		رده انرژی
فضای داخلی*	فضای خارجی یا کنترل نشده	
۱,۰۰	۱,۰۰	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)
۱,۴۰	۱,۶۰	ساختمان کم انرژی (EC+)
۲,۰۰	۲,۵۰	ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)

\* 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 کنترل نشده عایق‌کاری حرارتی شود.

## ۲-۲-۳-۵-۱۹ بازیافت انرژی در کنداسورهای سیستم‌های آب خنک

در ساختمان‌های بارده کم انرژی (EC+) و بسیار کم انرژی (EC++)، در کنداسورهای سیستم‌های آب خنک، لازم است موارد زیر برای بازیافت انرژی، مورد رعایت قرار گیرد. (ص ۹۴)

(الف) استفاده از سامانه بازیافت انرژی برای گرم کردن آب مصرفی، در صورتی که میزان گرمای دفع شده از کنداسور بیشتر از ۱۸۰۰ کیلووات و بار آب گرم مصرفی بیشتر از ۳۰۰ کیلووات باشد و آن سیستم به صورت ۲۴ ساعته کار کند، الزامی است. (ص ۹۴)

(ب) سامانه بازیافت انرژی در کنداسورها در صورتی قابل قبول است که بتواند دمای آب در زمان اوج مصرف آب را، با پیش گرم کردن، حداقل به ۳۰ درجه سلسیوس برساند و یا تا ۶۰ درصد انرژی تخلیه شده از کنداسور در شرایط طراحی را بازیافت نماید. (ص ۹۴)

(پ) در صورت عدم رعایت بند (الف)، لازم است کاهش مصرف انرژی سیستم سرمایی و یا گرمایی، به میزان معادل اقدامات تعیین شده 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. (ص ۹۴)

## ۳-۵-۱۹ اکونومایزر

در سیستم‌های سرمایی فن دار و سیستم‌های سرمایی آبی بدون فن (با ظرفیت بیشتر از ۳۵۰ کیلووات یا ۱۰۰ تن تبرید)، استفاده از اکونومایزر آبی یا هوایی توصیه می‌شود. (ص ۹۵)

## ۴-۵-۱۹ تأسیسات برقی

## ۱-۴-۵-۱۹ ترانسفورماتورها

## ۴-۴-۵-۱۹ 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 حداقل دمای شهر و یا منطقه محل نصب برابر ۴۰ درجه سلسیوس و ارتفاع شهر و منطقه محل نصب از سطح دریا برابر ۱۰۰۰ متر است. (ص ۹۶)

جدول ۲۵-۵-۱۹ ضرایب کاهش باردهی بر حسب حداقل دمای محل نصب (ص ۹۷)

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

جدول ۲۶-۵-۱۹ ضرایب باردهی برای حداقل ارتفاع محل نصب (ص ۹۸)

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

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

جدول ۲۷-۵-۱۹ ضرایب باردهی برای حداقل دمای محل نصب (ص ۹۹)

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

جدول ۱۹-۵-۲۸ ضرایب باردهی برای حداکثر ارتفاع محل نصب (ص ۹۹)

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

## ۷-۱-۴-۵-۱۹ سیستم‌های کاهش دمای اتاق ترانسفورماتور

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 به عمل 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. (ص ۱۰۰)

جدول ۱۹-۵-۳۰ ضریب بار حداکثر ترانسفورماتورهای روغنی و خشک (ص ۱۰۲)

گروه‌بندی ترانسفورماتورها						رتبه انرژی ساختمان	
خشک			رغنی				
CRT3 (ردہ سوم)	CRT2 (ردہ دوم)	CRT1 (ردہ اول)	OIT3 (ردہ سوم)	OIT2 (ردہ دوم)	OIT1 (ردہ اول)		
%۵۰	%۶۰	۶۵%	%۵۰	%۶۰	%۷۰	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	
غیر مجاز	۵۵%	%۶۰	غیر مجاز	%۵۰	%۶۰	ساختمان کم انرژی (EC+)	
غیر مجاز	غیر مجاز	%۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز	%۵۰	ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	

## ۲-۴-۵-۱۹ 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: (ص ۱۰۲)

الف) داشتن برچسب انرژی تعیین شده برای موتورهای تک فاز و سه فاز، با ردہ انرژی

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

پ) 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 نگه داشتن میزان عدم تعادل ولتاژ در فازها، در دوره بهره‌برداری از موتور، به کمتر از ۱٪ برای جلوگیری از کاهش راندمان موتور

ج) توصیه می‌شود حتی الامکان برای تمامی موتور الکتریکی مورد استفاده در تجهیزات با بار متغیر، از جمله برج خنک کن، سیستم تغییر دور در

نظر گرفته شود، 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. (ص ۱۰۳)

چ) استفاده از راه اندازه نرم (Soft Starter)، به منظور کاهش مقدار جریان راهاندازی موتورها، به جای سیستم متعارف راهاندازی ستاره - مثلث،

برای موتورهای با توان بالا، خصوصاً موتورهای با توان نامی ۱۱ کیلووات (kW) و به بالا، توصیه می‌شود. (ص ۱۰۳)

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

الف) تمامی فن‌های مورد استفاده در تأسیسات الکتریکی و مکانیکی، بسته به ردہ ساختمان، باید دارای برچسب انرژی تعیین شده 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. (ص ۱۰۳)

جدول ۳۱-۵ ویژگی‌های لازم برای نوع موتور و سیستم کنترل فن کویل، در رتبه‌بندی مختلف (ص ۱۰۴)

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

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

جدول ۳۲-۵-۱۹ دستگاه‌های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک (ص ۱۰۵)

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

جدول ۳۴-۵-۱۹ ضریب توان اصلاح شده ساختمان

جدول ۳۴-۵-۱۹ حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده، برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان (ص ۱۰۶)

حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده	رتبه انرژی ساختمان
۰.۹۰	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)
۰.۹۳	ساختمان کم‌انرژی (EC+)
۰.۹۵	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)

جدول ۴-۸-۵-۱۹ سیستم‌های کنترل روشنایی

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

- کلیدهای قطع و وصل (ص ۱۱۱)

- حسگر (سنسور)‌های حرکت و حسگرهای حضور

- حسگر نوری (فتولس)، فرمان مدار روشنایی

- ساعت فرمان مدار روشنایی

- تایмер مدار روشنایی

- سامانه کاهنده (دیمیر) روشنایی

- کنترل کننده اتوماتیک قابل برنامه‌ریزی (PLC)

برای توضیحات بیشتر روش‌های فوق به فصل تعاریف رجوع شود. (ص ۱۱۱)

جدول ۱-۸-۴-۵-۱۹ 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 مدنظر قرار گیرد: (ص ۱۱۱)

(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 سانتی متر 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. (ص ۱۱۱)

(ب) چنانچه حسگر حرکتی برای فعال و یا غیرفعال اسکن، موارد زیر نیز باید مدنظر قرار گیرد: (ص ۱۱۱)

کار 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 چراغ‌ها را داشته باشد. (ص ۱۱۲)

پ) در صورت به کارگیری حسگرهای فراصوتی (اولتراسونیک) برای سیستم روشنایی، باید موارد زیر مدنظر قرار گیرد: (ص ۱۱۲)

۱) عدم نصب حسگر فراصوتی (اولتراسونیک) در کنار دریچه هوای سیستم تهویه برای جلوگیری از اخلال کارکرد در اثر نوفه تولید شده توسط سیستم تهویه. (ص ۱۱۲)

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

۳) برخی حسگرهای حرکتی موجود، به صورت ترکیبی با حسگر نوری (فتولس)، علاوه بر فعل شدن در صورت حرکت افراد، به مقدار روشنایی محیط نیز حساس هستند، و در نتیجه، در صورت کافی نبودن شدت روشنایی محیط وجود حركت، فرمان فعل شدن مدار روشنایی را صادر می‌کنند. (ص ۱۱۲)

#### ۲-۸-۴-۵-۱۹ 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 گردد. علاوه بر این، لازم است در فاصله حداقل دو متری از ورودی قابل دسترس برای افراد نصب شوند. حداقل مساحت فضا یا فضاهای تحت پوشش یک تایمر مدار روشنایی باید بیش از ۱۰۰ مترمربع باشد. (ص ۱۱۲)

#### ۳-۸-۴-۵-۱۹ سامانه کاهنده روشنایی

در صورت استفاده از سیستم‌های کاهش نور، باید پیش‌بینی های لازم صورت گیرد تا کیفیت روشنایی بیش از حد کاهش نیابد و عملکرد فضای مورد نظر تحت الشعاع قرار نگیرد. (ص ۱۱۲)

در صورت عدم استفاده از سیستم‌های مناسب کنترل روشنایی، لازم است طراح دلایل توجیهی مربوط را قید کند. (ص ۱۱۲)

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

در انتخاب لامپ برای تأمین روشنایی مصنوعی فضاهای، محیط اطراف و محوطه ساختمان، با هدف صرفه‌جویی در مصرف برق، لازم است موارد زیر مدنظر قرار گیرد: (ص ۱۱۴)

الف) راندمان یکی از پارامترهای اصلی در انتخاب نوع و کاربرد لامپ به شمار می‌رود.

برای این منظور، با توجه به تنوع لامپ‌های تولید شده، و کاربرد آن‌ها برای تأمین روشنایی فضاهای داخلی، و محیط اطراف و محوطه ساختمان، حداقل بهره نوری (لومن بر وات) هر نوع و یا هر گروه از لامپ‌های متعارف (بدون لحاظ مصرف اجزاء لامپ)، که عمدها در سیستم روشنایی مصنوعی ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای رتبه‌های مختلف انرژی ساختمان به شرح زیر در جدول ۳۵-۵-۱۹ طبقه‌بندی می‌شود(ص ۱۱۴)

جدول ۳۵-۵-۱۹ حداقل بهره نوری (لومن بر وات) لامپ‌های متعارف، برای رتبه‌بندی‌های مختلف انرژی ساختمان (ص ۱۱۴)

توان نامی لامپ														رتبه انرژی	
لامپ بخار سدیم							لامپ فلورسنت								
لامپ متال هالید				فشرده (کامپکت)			معمولی (تیوب‌لار)								
۶۰	۷۰	۷۵	۸۰	۷۷	۷۶	۷۳	۶۶	۷۷	۷۰	۶۱	۶۵	۶۱	۶۱		
۹۵	۹۲	۸۳	۸۰	۷۷	۷۶	۷۳	۶۶	۷۷	۷۰	۶۱	۶۵	۶۱	۶۱	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	
۱۰۸	۱۰۰	۹۳	۹۳	۹۰	۸۰	۸۰	۶۹	۸۰	۷۰	۶۶	۷۲	۶۳	۶۳	ساختمان کم انرژی (EC+)	
۱۲۰	۱۰۸	۱۱۳	۹۳	۹۵	۸۰	۸۳	۷۳	۸۰	۷۵	۶۶	۷۹	۷۲	۷۲	ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	

ب) با توجه به طول عمر بالای لامپ‌های LED و لومن بر وات (راندمان) بین ۱۴۰ تا ۱۴۰ آن‌ها، استفاده از این نوع لامپ‌ها با استاندارد تولید معتبر، در کلیه رتبه‌های انرژی ساختمان، توصیه می‌شود. این لامپ‌ها جایگزین مناسبی بجای لامپ‌های راندمان و طول عمر کم به حساب می‌آیند. (ص ۱۱۴)

تبصره: مقادیر لومن بر وات (راندمان) لامپ‌های بنده‌ای فوق الذکر بدون لحاظ مصرف چوک یا بالاست و نیز تغذیه لامپ با ولتاژ نامی، ارقام مبنای تلقی می‌شوند. (ص ۱۱۵)

۱۰-۴-۵-۱۹ چگالی توان سیستم روشنایی

۲-۱۰-۴-۵-۱۹ حداکثر مقادیر چگالی توان سیستم روشنایی ساختمان

جدول ۱۹-۵-۳۶ حداکثر مقادیر چگالی توان روشنایی، بر حسب وات بر مترمربع، برای ساختمان‌ها، محیط اطراف ساختمان‌ها در

رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان (ص ۱۱۶)

ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	کاربری ساختمان
۵,۰	۷,۰	۱۱,۵	اداری (به استثنای اداره پست)
۵,۸	۸,۲	۱۲,۴	مرکز دانشگاهی
۴,۹	۶,۸	۱۱,۲	آموزشگاه و مدرسه
۶,۳	۸,۹	۱۴,۶	کتابخانه بزرگ
۴,۸	۶,۷	۱۱,۰	خوابگاه دانشگاهی
۶,۰	۸,۳	۱۳,۷	بیمارستان
۷,۳	۱۰,۳	۱۶,۹	فروشگاه بزرگ
۵,۲	۷,۳	۱۲,۰	سالن ورزشی بزرگ
۵,۰	۷,۱	۱۱,۶	سالن ورزشی کوچک
۵,۰	۷,۰	۱۱,۵	هتل
۶,۳	۸,۸	۱۴,۴	کارگاه تولیدی
۵,۳	۷,۴	۱۲,۲	موзе
۴,۸	۶,۷	۱۱,۰	ترمینال
۳,۷	۵,۲	۸,۵	انبار بزرگ
۸,۵	۱۱,۹	۱۹,۵	سالن همایش و تئاتر
۱,۳	۱,۸	۳,۰	پارکینگ بزرگ سرپوشیده
۵,۵	۷,۷	۱۲,۶	اداره پست
۵,۲	۷,۳	۱۲,۰	وروودی سرپوشیده ساختمان
۲,۶	۳,۷	۶,۰	نمای ساختمان
۰,۸	۱,۲	۱,۹	پارکینگ روباز ساختمان
۵,۲	۷,۳	۱۲,۰	راهپله باز ساختمان
۱,۰	۱,۵	۲,۴	پیاده‌رو و یا خیابان مجاور ساختمان
۰,۳	۰,۴	۰,۶	فضای سبز ساختمان

۵-۵-۱۹ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

جدول ۱۹-۵-۳۷ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه‌های تجدیدپذیر (کیلووات ساعت بر مترمربع با مقدار استفاده) (ص ۱۱۷)

حداقل انرژی سالیانه توسط سامانه تجدیدپذیر (کیلووات ساعت بر مترمربع با مام)		رده انرژی	
بیش از یک طبقه	یک طبقه	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹	ساختمان کم انرژی
۲۲,۴	۱۴,۰	EC	۱۹
۳۲,۰	۲۰,۰	EC+	
۴۵,۷	۲۸,۶	EC++	ساختمان بسیار کم انرژی

در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین شده در جدول ۱۹-۵-۳۷، لازم است به جای آن یکی از اقدامات زیر صورت گیرد: (ص ۱۱۷)

- در ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ (EC)، در نظر گرفتن مقاومت‌های حرارتی افزایش یافته، مطابق جدول ۱۹-۵-۳۸، به جای مقادیر تعیین

شده در بخش ۲-۵-۱۹ برای با اثبات مختلف عایق کاری حرارتی آن.

برای ساختمان‌های کم انرژی (EC+) و بسیار کم انرژی (EC++)، کاربرد این راه حل منتفی است. (ص ۱۱۷)

جدول ۳۸-۵-۱۹ 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 (ص ۱۱۸)

نام سقف مجاور فضای خارج کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				نام سقف مجاور فضای خارج کنترل نشده
	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج	دیوار با عایق داخلي یا همگن	دیوار با عایق خارجي یا ميانی	
۵,۵۵	۶,۵۲	غیر مجاز	غیر مجاز	۶,۵۲	۱
۲,۶۶	۴,۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴,۳۰	EC
۲,۶۶	۴,۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴,۳۰	۲
					۳

## مبث ۱۹

در مناطق گرم‌سیر (با نیاز سرمایی غالب)، به جای افزایش مقاومت حرارتی بام (طبق جدول ۳۸-۵-۱۹) می‌توان از پوششی منعکس کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۰/۶۰) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰/۹۰) استفاده نمود. (ص ۱۱۸)

## ۶-۱۹ روش موازن‌های (کارکردی)

## ۲-۶-۱۹ پوسته خارجی ساختمان

برای محاسبه عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها به روش موازن‌های، ابتدا باید گروه ساختمان تعیین گردد. گروه ساختمان با توجه به عوامل ویژه اصلی (بخش ۲-۲-۱۹) و براساس جدول مندرج در پیوست ۴ این مبحث تعیین می‌گردد. پس از آن، باید میزان عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها، با محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با حداقل مقدار مجاز (ضریب انتقال حرارت مرجع) تعیین شود. (ص ۱۲۰)

## ۱-۲-۶-۱۹ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ( $\hat{H}$ ) بر حسب  $[W/K]$  برابر است با حداقل انتقال حرارت مجاز از پوسته 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 حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت (سطحی)

مرجع عناصر مختلف تشکیل دهنده پوسته خارجی در مساحت آن‌ها. در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، انتقال حرارت از بام‌ها، دیوارها، کف‌های در تماس با هوا یا خاک، درها و سطوح نورگذر ساختمان در نظر گرفته می‌شود. این جدارها ممکن است در تماس با فضای خارج، فضاهای کنترل نشده یا خاک باشند. (ص ۱۲۳)

برای تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضرایب انتقال حرارت مرجع اجزای پوسته خارجی، با در نظر گرفتن گروه ساختمان (پیوست ۴) و رتبه ساختمان از جداول زیر بندهای ۱۹-۵-۲-۶-۲-۷-۲-۲-۶-۱۹ تا ۱۹-۵-۲-۶-۲-۷-۲-۲-۶-۱۹ استخراج گردد. (ص ۱۲۳)

در ضمن، لازم است مقادیر اجزای پوسته خارجی ساختمان (شامل مساحت خالص کل دیوارها، بام، کف مجاور هوا، در، پنجره و سطوح مجاور فضاهای کنترل نشده و محیط کف در تماس با خاک) با توجه به ابعاد داخلی محاسبه گردد. لازم به ذکر است در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها پل حرارتی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود. (ص ۱۲۳)

پس از طی مراحل بالا، ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ( $\hat{H}$ ) از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد: (ص ۱۲۴)

$$(1-6-۱۹) \quad \hat{H} = (A_W \times \hat{U}_W) + (A_R \times \hat{U}_R) + (A_F \times \hat{U}_F) + (P \times \hat{U}_P) + (A_G \times \hat{U}_G) + (A_D \times \hat{U}_D)$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است: (ص ۱۲۴)

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

[m]	محیط کل کف زیرین در تماس با خاک، مجاور فضای خارج	P -
[W/mK]	ضریب انتقال حرارت خطی مرجع کف زیرین در تماس با خاک	$\widehat{U}_P$ -
[ $m^{\gamma}$ ]	مساحت کل جدارهای نورگذر مجاور خارج (سطوح شیشه و قاب)	$A_G$ -
[ $W/m^{\gamma}K$ ]	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای نورگذر با قاب‌های آن‌ها	$\widehat{U}_G$ -
[ $m^{\gamma}$ ]	مساحت کل درهای مجاور فضای خارج	$A_D$ -
[ $W/m^{\gamma}K$ ]	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع درها	$\widehat{U}_D$ -
[ $m^{\gamma}$ ]	مساحت کل سطوح در تماس با فضای کنترل نشده	$A_{WB}$ -
[ $W/m^{\gamma}K$ ]	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای در تماس با فضای کنترل نشده	$\widehat{U}_{WB}$ -

#### ۲-۲-۶-۱۹ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

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

پس از مراحل فوق، باید ضریب انتقال حرارت طرح (H) با محاسبه مجموع حاصل ضرب‌های مساحت اجزای مختلف پوسته در ضریب انتقال حرارت و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر هر کدام از آن‌ها، و همچنین مجموع حاصل ضرب‌های 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: (ص ۱۲۷)

$$H = \sum_{i=1}^n (A_{wi} \times U_{wi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (A_{Ri} \times U_{Ri} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (A_{Fi} \times U_{Fi} \times \tau_i) \quad (2-6-19)$$

$$+ \sum_{i=1}^n (A_{Gi} \times U_{Gi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (A_{Di} \times U_{Di} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^n (P_i \times \Psi_i \times \tau_i)$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است: (ص ۱۲۸)

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

۵-۲-۶-۱۹ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک  
الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۱

جدول ۱۹-۶-۱ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۱  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۲۹)

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج				رده انرژی	
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی		
	۰,۸۲۰	۰,۴۴۰	۰,۴۰۵	۰,۴۰۵	۰,۷۳۰	EC
	۰,۶۱۷	۰,۳۱۵	۰,۲۸۸	۰,۲۸۸	۰,۵۳۵	EC+
	۰,۴۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰,۳۸۹	EC++

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف - ساختمان گروه ۱

جدول ۱۹-۶-۲ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۱  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۱)

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				رده انرژی	
	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج			
دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی			
	۰,۸۴۷	۰,۴۱۰	۰,۲۹۱	۰,۳۱۸	۰,۴۱۰	EC
	۰,۶۳۳	۰,۲۹۰	۰,۲۰۶	۰,۲۲۵	۰,۲۹۰	EC+
	۰,۴۵۸	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰,۲۱۱	EC++

مبحث ۱۹

ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱

جدول ۱۹-۶-۳ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۲)

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				رده انرژی	
	عایق حرارتی کف از خارج		عایق حرارتی کف از داخل			
دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی			
	۰,۸۰۶	۰,۳۹۷	۰,۲۶۹	۰,۲۹۲	۰,۴۱۳	EC
	۰,۶۱۰	۰,۲۸۴	۰,۱۹۲	۰,۲۰۷	۰,۳۰۱	EC+
	۰,۴۶۷	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰,۲۱۶	EC++

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

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک:  $1/40 [W/m \cdot K]$  (ص ۱۳۲)

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

الف. ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۲

جدول ۱۹-۴-۶ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۲  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۳)

دیوار مجاور	دیوار مجاور فضای خارج				رده انرژی
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
فضای کنترل نشده					
۰,۹۸۰	۰,۶۳۷	۰,۵۹۹	۰,۵۹۹	۰,۹۳۵	EC
۰,۷۵۸	۰,۴۶۱	۰,۴۴۱	۰,۴۴۱	۰,۶۸۰	EC+
۰,۵۴۹	۰,۳۳۷	۰,۳۱۵	۰,۳۱۵	۰,۵۰۸	EC++

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف - ساختمان گروه ۲

جدول ۱۹-۵-۶ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۲  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۵)

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				رده انرژی	
	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج			
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی		
۱/۰۲۰	۰,۵۱۵	۰,۳۹۴	۰,۴۲۷	۰,۵۱۵	EC	
۰,۷۸۱	۰,۳۶۵	۰,۲۸۲	۰,۳۰۹	۰,۳۶۵	EC+	
۰,۵۶۲	۰,۲۶۷	۰,۲۰۲	۰,۲۲۰	۰,۲۶۷	EC++	

ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا - ساختمان گروه ۲

جدول ۱۹-۶-۶ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا ساختمان گروه ۲  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۶)

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				رده انرژی	
	عایق حرارتی کف از داخل		عایق حرارتی کف از خارج			
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی		
۰,۹۶۲	۰,۵۲۱	۰,۳۶۸	۰,۳۹۷	۰,۵۴۹	EC	
۰,۷۴۶	۰,۳۸۲	۰,۲۶۹	۰,۲۸۴	۰,۳۹۶	EC+	
۰,۵۷۵	۰,۲۷۶	۰,۱۹۲	۰,۲۰۷	۰,۳۹۲	EC++	

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

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک:  $۱/۶۰ [W/m \cdot K]$  (ص ۱۳۶)

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

الف. ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۳

جدول ۷-۶-۱۹ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۳  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۷)

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج				۵۵ انرژی
	عایق حرارتی همگن	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
۱,۰۸۷	۰,۷۸۷	۰,۷۳۰	۰,۷۳۰	۱,۰۳۱	EC
۰,۸۲۰	۰,۵۶۵	۰,۵۳۵	۰,۵۳۵	۰,۷۸۷	EC+
۰,۶۱۷	۰,۴۲۲	۰,۳۸۹	۰,۳۸۹	۰,۵۶۵	EC++

پ- ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف - ساختمان گروه ۳

جدول ۷-۶-۱۹ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۳  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۳۹)

بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				۵۵ انرژی
	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	
۱,۱۳۶	۰,۵۷۵	۰,۴۶۷	۰,۴۹۰	۰,۵۷۵	EC
۰,۸۴۷	۰,۴۱۰	۰,۳۲۹	۰,۳۵۲	۰,۴۱۰	EC+
۰,۶۳۳	۰,۲۹۹	۰,۲۴۲	۰,۲۵۴	۰,۲۹۹	EC++

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

جدول ۷-۶-۱۹ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوا ساختمان گروه ۳  $[W/m^2 \cdot K]$  بر حسب رده انرژی ساختمان (ص ۱۴۰)

کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				۵۵ انرژی
	عایق حرارتی کف از داخل	عایق حرارتی کف از خارج	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	
۱,۰۶۴	۰,۵۸۱	۰,۴۵۰	۰,۴۷۲	۰,۶۱۷	EC
۰,۸۰۶	۰,۴۳۱	۰,۳۲۱	۰,۳۴۲	۰,۴۵۰	EC+
۰,۶۴۹	۰,۳۱۱	۰,۲۳۷	۰,۲۴۹	۰,۳۳۱	EC++

ث- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک - ساختمان گروه ۳ (ص ۱۴۰)

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک:  $1.70 [W/m \cdot K]$

۳-۲-۶-۱۹ روشنایی طبیعی

۵-۶-۱۹ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

جدول ۱۰-۶-۱۹ 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 (ص ۱۴۲)

بام یا سقف ماجور فضای کنترل نشده	بام یا سقف مجاور فضای خارج				۱۰-۶-۱۹	
	عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج			
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی		
۰,۱۸۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC	
غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC+	
غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC++	
۰,۲۸۷	۰,۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰,۲۲۵	EC	
غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC+	
غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC++	
۰,۲۸۷	۰,۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰,۲۲۵	EC	
غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC+	
غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	EC++	

در مناطق گرم‌سیر (با نیاز سرمایی غالب)، به جای کاهش ضریب انتقال حرارت بام (طبق جدول ۱۰-۶-۱۹) می‌توان از پوششی منعکس کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۹۰٪) استفاده نمود. پوشش مورد نظر باید دوام لازم را داشته باشد.

#### ۷-۱۹ روش نیاز انرژی ساختمان

#### ۲-۷-۱۹ شبیه‌سازی و انجام محاسبات

در فرایند شبیه‌سازی و انجام محاسبات باید اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد: (ص ۱۴۹)

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

در تعریف هندسه و جدارهای پوسته خارجی ساختمان، لازم است اصول زیر رعایت گردد: (ص ۱۴۹)

- هندسه تعريف شده برای ساختمان‌های طرح و مرجع باید کاملاً یکسان باشد:

- در صورتی که پوسته خارجی دارای شکستگی‌های متعددی باشد، توصیه می‌شود تا حد امکان ساده‌سازی، با تعریف سطوح معادل، در جهت کاهش تعداد سطوح، صورت گیرد. (ص ۱۴۹)

- 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 نگه داشتن نسبت بین آن‌ها، کاهش یابند. مرکز هر یک از جدارهای نورگذر ساختمان مرجع با مرکز جدارهای نورگذر ساختمان طرح باید متنطبق باشد. (ص ۱۵۰)

- جدارهای ساختمان مرجع باید واحد خصوصیات زیر باشند: (ص ۱۵۰)

- جرم سطحی (کل) هر یک از جدارهای ساختمان مرجع باید بیش از ۱۰ درصد با جرم سطحی ساختمان طرح تفاوت داشته باشد. (ص ۱۵۰)

- ضخامت و ضریب هدایت حرارت هر یک از لایه‌ها (به استثنای لایه عایق حرارتی) باید بیش از ۱۰ درصد با مقادیر مربوط به ساختمان طرح تفاوت داشته باشد. (ص ۱۵۰)

- محل قرارگیری عایق حرارتی ساختمان مرجع و ساختمان طرح باید یکسان باشد.

- در تعريف جدارهای پوسته خارجی ساختمان مرجع، لازم است ضخامت و مشخصات فیزیکی - حرارتی تمامی لایه‌ها، تا حد امکان دقیق و مطابق مراجع در نظر گرفته شده باشند. (ص ۱۵۰)

- با توجه به الزامات فوق، توصیه می‌شود تعريف لایه‌های مختلف جدارهای پوسته خارجی ساختمان‌های مرجع و طرح به صورت یکسان انجام شود، و تنها وجه تمایز ضخامت لایه عایق حرارتی باشد. در صورتی که جدار خارجی (با عایق کاری) همگن باشد و بخش اعظم مقاومت حرارتی آن توسط یک لایه اصلی تأمین شده باشد، لازم است جدار ساختمان مرجع نیز مشابه جدار ساختمان طرح، ولی با ضخامتی متفاوت تعريف شود.

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

در این مقررات، روش شبیه‌سازی بر مبنای شاخص  $sDA$  (کفایت نور روز در فضا) صورت می‌گیرد. این شاخص به صورت درصدی از مساحت سطح کار بیان می‌شود، که در آن حداقل میزان شدت روشنایی موردنظر در طول  $50\%$  ساعات معین شده تأمین می‌گردد. (ص ۱۵۰) برای انجام محاسبات، باید از نرم‌افزارهای معتبر برای محاسبه روشنایی طبیعی استفاده شود. ساختمان‌ها باید مطابق با جدول ۱-۷-۱۹، بنابراین کاربری آن‌ها، دارای حداقل مساحتی از کف باشند تا حداقل شدت روشنایی موردنظر، در طول  $50\%$  ساعات معین شده، تأمین گردد. (ص ۱۵۰)

جدول ۱-۷-۱۹ مقادیر درصد مساحت سطح کار منطبق بر شاخص  $sDA$  برای رده‌های مختلف انرژی (ص ۱۵۱)

شاخص $sDA$	رده انرژی
$75 \geq sDA > 55$	EC
$85 \geq sDA > 75$	EC+
$95 \geq sDA > 85$	EC++

- با توجه به شاخص بیان شده، 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 حداقل بین نقاط در مرکز صفحه باید  $0.6\text{ متر}$  باشد. فاصله از کناره‌های دیوار نیز باید بین  $0.3\text{ تا }0.6\text{ متر}$  در نظر گرفته شود. (ص ۱۵۱)

جدول ۲-۷-۱۹ ۲-۷-۱۹ مقادیر ضریب انعکاس سطوح خارجی و داخلی برای انجام شبیه‌سازی (ص ۱۵۲)

ضریب انعکاس	نوع سطح	
۰.۲	زمین	خارجی
۰.۳	سطوح عمودی خارجی (سايه‌اندازها)	
۰.۵	دیوار و سطوح عمودی	
۰.۷	سقف	داخلی
۰.۲	کف	
۰.۵	مبلمان	

- 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 نظر گرفته شده مطابق جدول ۱-۷-۱۹ است که باید در داخل نرم‌افزار تعیین گردد. (ص ۱۵۲)

جدول ۳-۷-۱۹ ۳-۷-۱۹ پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی (ص ۱۵۲)

پارامتر	مقدار
(ab) تعداد بازتاب پراکنده بین سطوح	۶
(ad) تعداد اشعه‌های ساطع شده از سطوح در محاسبات	۱۰۰۰
(dt) عدم لحظه تابش مستقیم	.

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 فضاهای در محل چشم ناظر، خیرگی آزاردهنده یا غیرقابل تحمل ایجاد نشده است. مقادیر مجاز خیرگی مطابق جدول ۴-۷-۱۹ می‌باشد. پس از انجام محاسبات خیرگی، مقدار این شاخص باید در ۵ درصد دوره زمانی در نظر گرفته شده از  $0.45\%$  بیشتر شود. (ص ۱۵۳)

جدول ۴-۷-۱۹ ۴-۷-۱۹ مقادیر شاخص خیرگی (DGP) (ص ۱۵۳)

میزان خیرگی	مقدار DGP
عدم وجود خیرگی	$0.34 \geq DGP$
خیرگی قابل درک	$0.38 \geq DGP > 0.34$
خیرگی آزاردهنده	$0.45 \geq DGP > 0.38$
خیرگی غیر قابل تحمل	$DGP > 0.45$

## ۸-۱۹ روش کارایی انرژی ساختمان (ص ۱۵۷)

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 به‌گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی سالانه مصرفی ساختمان طرح از مقدار آن برای ساختمان مرجع کمتر باشد. به عبارت دیگر، در صورت طراحی ساختمان به روش کارایی انرژی، علاوه بر در نظر گرفتن میزان نیاز انرژی ساختمان، بازدهی و کارایی سیستم‌های مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان نیز، به صورت یکپارچه ملاک طراحی قرار می‌گیرد. (ص ۱۵۷)

## ۳-۸-۱۹ اصول، روش‌های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات

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

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

خروجی نرمافزارهای شبیه‌سازی مصرف انرژی نهایی سالانه ساختمان می‌باشد. با توجه به اینکه معیار در نظر گرفته شده در روش کارایی انرژی مصرف انرژی اولیه می‌باشد، در نتیجه، لازم است مصارف انرژی اولیه حامل‌های مختلف، با استفاده از خروجی‌های مصرف انرژی نهایی به دست آمده با شبیه‌سازی نرمافزاری محاسبه شوند. (ص ۱۶۲)

انرژی اولیه مصرفی سالانه یک ساختمان برابر است با حاصل جمع مصارف انرژی اولیه الکتریکی و غیر الکتریکی. انرژی اولیه هر یک از حامل‌های انرژی نسبت انرژی نهایی مصرف شده در ساختمان به راندمان تولید و توزیع حامل انرژی مورد نظر است. (ص ۱۶۳)

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. (ص ۱۶۳)

## ۳-۱-۳-۸-۱۹ اصول طراحی به روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح)

در این روش، محاسبه مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع، با رعایت اصول زیر انجام می‌شود: (ص ۱۶۴)

- تعیین سطح زیربنای فضاهای کنترل شده

- تعیین مقادیر مربوط به مصرف انرژی اولیه سالانه ساختمان، با استفاده از جدول ۱-۸-۱۹.

روش معیار مصرف قابل استفاده برای طراحی ساختمان‌های با رده‌های «منطبق با مبحث ۱۹ (EC+)»، «کم انرژی (EC+)»، «بسیار کم انرژی (EC++)» و «صرف انرژی نزدیک صفر (ECnZ)» می‌باشد. (ص ۱۶۴)

میزان مصرف انرژی اولیه محاسبه شده برای ساختمان طرح مربوط به انرژی مصرفی برای گرمایش، سرمایش، آب گرم مصرفی و روشنایی می‌باشد. لازم به ذکر است در مدل سازی انرژی، تأثیر حرارتی تجهیزات در نظر گرفته می‌شود، ولی میزان مصرف انرژی این تجهیزات در انرژی مصرفی ساختمان لحاظ نمی‌شود. (ص ۱۶۴)

طراحی ساختمان نزدیک صفر تنها با استفاده از روش کارایی انرژی و معیار مصرف برای ساختمان مرجع امکان‌پذیر است. (ص ۱۶۴)

جدول ۱-۸-۱۹ میزان مصرف انرژی سالانه  $[kWh/m^2]$  (بر مبنای واحد سطح فضاهای کنترل شده) (ص ۱۶۵)

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

## پیوست ۲

## روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

## پ ۲ روشن تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، در وهله اول لازم است جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف آن محاسبه گردد. (ص ۱۷۴)

## پ-۲-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

## پ-۲-۱-۱ جدار در تماس با خارج

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان، یا بخشی از آن، فاقد عایق حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارت همگن باشد، در محاسبه جرم مؤثر سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود. (ص ۱۷۴)

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبه جرم مؤثر جدار منظور می‌شود. (ص ۱۷۴)

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شده یک جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود. (ص ۱۷۴)

## پ-۲-۱-۲ جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه رو یا فضای بسته مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر ۱۵۰ کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارت است در محاسبه جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شده آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، به همین مقدار بسته می‌شود. (ص ۱۷۴)

## پ-۲-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل نشده

جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضایی کنترل نشده (راه پله، 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. (ص ۱۷۵)

## پ-۲-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده است 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. (ص ۱۷۵)

## پ-۲-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

اگر جرم سطحی مؤثر قسمت ۱ از پوسته خارجی و عناصر داخلی ساختمان و  $A_i$  مساحت مربوط به آن باشد، جرم مؤثر ساختمان برابر است با:

$$(پ-۲-۱) M = \sum(m_i \cdot A_i)$$

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

$$(پ-۲-۲) m_a = M/A_h$$

## پ-۲-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید ( $m_a$ )، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول

پ-۲-۱ تعیین می‌گردد: (ص ۱۷۵)

جدول پ-۲-۱ گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان، در واحد سطح زیربنای مفید (ص ۱۷۶)

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

پیوست ۳

گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه شهرها

پ ۳ گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه شهرهای ایران (ص ۱۷۸)

نیاز غالب	درجه	نام شهر	شماره
سرماشی	گرمایش	انرژی	
•	زیاد	آبدان	۱
•	زیاد	آبدچی - فریدن	۲
•	متوسط	آباده	۳
•	زیاد	آعلی	۴
•	زیاد	آحی چای	۵
•	کم	آزاد شهر	۶
•	متوسط	آستارا	۷
•	زیاد	آغاری	۸
•	کم	آمل	۹
•	زیاد	آوج	۱۰
•	متوسط	احمدآباد - درودزن	۱۱
•	متوسط	احمدوند	۱۲
•	متوسط	اختحوان گلپایگان	۱۳

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

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

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

نیاز غالب		درجه انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش			
	•	متوسط	دروود	۱۱۰
	•	زیاد	دره تخت	۱۱۱
•	•	زیاد	دزفول	۱۱۲
•	•	کم	دشت نار	۱۱۳
•		متوسط	دوگنبدان	۱۱۴
•	•	متوسط	ده صومعه	۱۱۵
•		زیاد	دهله ران	۱۱۶
•		کم	دیهوک	۱۱۷
•		کم	رامسر	۱۱۸
•		زیاد	رامهرمز	۱۱۹
•		کم	رشت	۱۲۰
•		متوسط	روانسر	۱۲۱
•		کم	روبار گیلان	۱۲۲
•		متوسط	زابل	۱۲۳
•		کم	زاهدان	۱۲۴
•		متوسط	زردگل سرخ آباد	۱۲۵
•		متوسط	زرقان	۱۲۶
•		زیاد	زرینه اوپاتو	۱۲۷
•		زیاد	زنجان	۱۲۸
•		متوسط	ساوه	۱۲۹
•		متوسط	سیزوار	۱۳۰
•	•	متوسط	سیید دشت	۱۳۱
•		متوسط	سد درودزن	۱۳۲
•	•	متوسط	سر پل ذهاب	۱۳۳

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

نیاز غالب	درجه انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش		
•	کم	کرمان	۱۸۲
•	متوسط	کرمانشاه	۱۸۳
•	متوسط	کرند	۱۸۴
•	کم	کره سنگ	۱۸۵
•	متوسط	کشفرود	۱۸۶
•	زیاد	کنارک چاههار	۱۸۷
•	متوسط	کنگاور	۱۸۸
•	متوسط	کوتیان صفی آباد	۱۸۹
•	زیاد	کوهنگ	۱۹۰
•	زیاد	کنهنج	۱۹۱
•	زیاد	گتوند	۱۹۲
•	متوسط	گچساران	۱۹۳
•	متوسط	گرگان آشتیان	۱۹۴
•	متوسط	گرگان	۱۹۵
•	متوسط	گرمصار	۱۹۶
•	متوسط	گرمصار (داور آباد)	۱۹۷
•	متوسط	گلمنکان	۱۹۸
•	متوسط	گناباد	۱۹۹
•	کم	گنبد قایوس	۲۰۰
•	کم	گورگین - خبر	۲۰۱
•	متوسط	گوشه نهادوند	۲۰۲
•	زیاد	لار	۲۰۳
•	زیاد	لار - پلور	۲۰۴
•	کم	لاهیجان	۲۰۵

نیاز غالب	درجه انرژی	نام شهر	شماره
سرمایش	گرمایش		
•	زیاد	سراب	۱۳۴
•	متوسط	سرavan	۱۳۵
•	متوسط	سرخس	۱۳۶
•	کم	سرکت تجن	۱۳۷
•	زیاد	سقز	۱۳۸
•	متوسط	سمنان	۱۳۹
•	متوسط	سنگ ترش	۱۴۰
•	متوسط	سنگ سوراخ	۱۴۱
•	متوسط	سنندج	۱۴۲
•	زیاد	سوباشی	۱۴۳
•	متوسط	سیرجان	۱۴۴
•	متوسط	شاہرود	۱۴۵
•	متوسط	شبانکاره	۱۴۶
•	زیاد	شممس آباد اراک	۱۴۷
•	متوسط	شمعون	۱۴۸
•	متوسط	شوشن	۱۴۹
•	زیاد	شوستر	۱۵۰
•	متوسط	شهریاپک	۱۵۱
•	متوسط	شهرکرد	۱۵۲
•	متوسط	شیراز	۱۵۳
•	کم	شیرگاه	۱۵۴
•	متوسط	شیروان بروجرد	۱۵۵
•	زیاد	صفی آباد درفول	۱۵۶
•	متوسط	طبس	۱۵۷

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

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

نیاز غالب		درجه انرژی	نام شهر	شماره
سرماش	گرمایش			
•	•	زیاد	نوژیان	۲۳۰
	•	کم	نوشهر	۲۳۱
	•	متوسط	نهیندان	۲۳۲
	•	کم	نی ریز	۲۳۳
	•	متوسط	نیشاپور	۲۳۴
	•	متوسط	ورامین	۲۳۵
	•	متوسط	ورزنہ	۲۳۶
	•	متوسط	ولد آباد	۲۳۷
•	•	متوسط	هفت تپه	۲۳۸
	•	زیاد	همدان	۲۳۹
	•	متوسط	همگین	۲۴۰
	•	زیاد	همند آبرسد	۲۴۱
	•	متوسط	هوتن (چات)	۲۴۲
•	•	متوسط	هویزه	۲۴۳
	•	متوسط	یاسوج	۲۴۴
	•	متوسط	بزد	۲۴۵

## مبحث ۱۹

## پیوست ۴

## گونه‌بندی کاربری و گروه ساختمان‌ها

## پ-۴ 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: (ص ۱۹۰)

- ۱- تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شباهه روز
- ۲- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان
- ۳- اهمیت ثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان

نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سرداخانه.
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 شعبه بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانه 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 ۵)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیه زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (atomobil سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، پارکینگ در طبقات، آشیانه حفاظتی هوایپما، ساختمان میدان‌های میوه و ترهبار، ایستگاه مترو، پناهگاه.

## پ ۲-۴ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ص ۱۹۱)

بیش از ۶ طبقه یا زیربنای مفید بیشتر از ۲۰۰۰ متر مربع	۶ طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	درجه انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست ۳)	گونه‌بندی کاربری ساختمان (از بخش پ ۱-۴)
گروه ۱	زیاد	نوع الف	
گروه ۲	متوسط		
گروه ۳	کم		
گروه ۱	زیاد	نوع ب	
گروه ۲	متوسط		
گروه ۳	کم		
گروه ۲	زیاد	نوع ج	
گروه ۳	متوسط		
گروه ۳	کم		
گروه ۴	زیاد	نوع د	
گروه ۴	متوسط		
گروه ۴	کم		

## پیوست ۶

روش محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

## پ ۱-۶ محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده

در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، در صورت وجود فضای اضافه‌ای کنترل نشده، لازم است ضریب کاهش انتقال حرارت مربوط به آنها تعیین شود. (ص ۲۰۶)

با توجه به آنکه اختلاف دمای فضای داخل با فضاهای کنترل نشده کمتر از اختلاف دمای فضاهای داخل و خارج است و در نتیجه مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است، لازم است این موضوع، با استفاده از یک ضریب کاهش، در محاسبات لحاظ شود. (ص ۲۰۶)

به این ترتیب، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از فضاهای کنترل نشده ساختمان و منظور کردن آن در محاسبه انتقال حرارت اجزای مجاور این فضاهای ضرورت می‌یابد. (ص ۲۰۶)

در جهت ساده‌سازی طراحی، می‌توان از محاسبه دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده صرف‌نظر کرد. در این صورت، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک ( $1/0$ ) در نظر گرفته خواهد شد. (ص ۲۰۶)

ضریب کاهش یک فضای کنترل نشده با استفاده از رابطه پ ۱-۶ به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{\sum A_e U_e}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i} \quad (پ ۱-۶)$$

: ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده  $\tau$

$[m^2]$  : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل نشده و خارج  $A_e$

$[W/m^2 K]$  : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل نشده و خارج  $U_e$

$[m^2]$  : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل نشده و فضای کنترل شده  $A_i$

$[W/m^2 K]$  : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل نشده و فضای کنترل شده  $U_i$

## توضیحات:

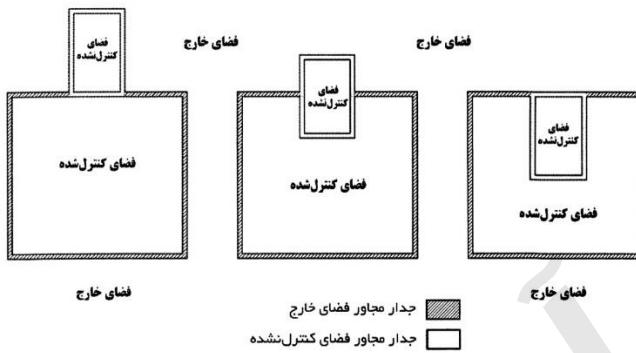
۱- ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر یک است. (ص ۲۰۶)

۲- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه شده برای آن فضای کنترل نشده است. در صورت عدم تمایل به انجام محاسبه فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود. (ص ۲۰۷)

۳- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضای کنترل نشده و فضای خارج را عایق کاری حرارتی نماید، در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح می‌تواند به جای جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و فضاهای کنترل شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل نشده مذکور و فضای خارج را در رابطه فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت  $\tau_i$ ، ضریب  $(1-\tau_i)$  در محاسبه وارد کند، زیرا: (ص ۲۰۷)

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

شکل پ ۱-۶ موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان (ص ۲۰۷)



رابطه پ ۱-۶ تا زمانی معتبر است که تهویه فضای کنترل نشده به صورت مستقل انجام شود. در صورتی که هوای تازه فضای کنترل نشده از فضای کنترل شده تأمین گردد، ضریب کاهش با استفاده از رابطه پ ۲-۶ به دست می‌آید: (ص ۲۰۸)

(پ ۲-۶)

$$\frac{\sum A_e U_e + 0.34 n_r V}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i + 0.68 n_r V}$$

[۱/h]

: تعداد دفعات تعویض هوای فضای کنترل نشده از طریق فضای کنترل شده

n

[m³/h]

: میزان تعویض هوای فضای کنترل نشده از طریق فضای کنترل شده

V

#### پیوست ۷

#### ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مقادیر مندرج در این پیوست در محاسبات هر دو روش طراحی عایق کاری حرارتی (الف و ب) به کار می‌رود، مگر آنکه نهاد دارای صلاحیت قانونی، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری برای مصالح، تعیین کرده باشد. (ص ۲۱۰)

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	مصالح
۱.۸۰	بیش از ۲۰۰۰	۱. انود و ملات آهکی یا سیمانی
۱.۳۰	۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰	
۱.۰۰	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰	
۰.۸۰	۱۶۰۰ تا ۱۴۵۰	
۰.۷۰	۱۴۵۰ تا ۱۲۵۰	
۰.۵۵	۱۲۵۰ تا ۱۰۰۰	۲. بتن و فرآوردهای بتنی
۰.۴۰	۱۰۰۰ تا ۷۵۰	بتن‌های با سینگانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی):
۰.۳۰	۷۵۰ تا ۵۰۰	- مترالکم
۲.۰۰	۲۶۰۰ تا ۲۳۰۰	- متخخل
۱.۶۵	۲۳۰۰ تا ۲۰۰۰	- مسلح:
۱.۳۵	۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰	درصد میل گرد: بین ۱ تا ۲ درصد
۱.۱۵	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰	درصد میل گرد: بیش از ۲ درصد
۲.۳۰	۲۴۰۰ تا ۲۳۰۰	
۲.۵۰	بیش از ۲۴۰۰	

۱. در صورتی که حداقل نیمی از میلگردها موازی شار حرارت باشد. (ص ۲۱۰)

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	صالح
۱/۴ ۰/۸ ۰/۷	۲۴۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰	<p>پتن با سنگدانه سرباره کوره آهن گذاری:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- متراکم:</li> <li>- با مasse رودخانهای یا معدنی</li> <li>- با سرباره داندان</li> <li>- متخلخل:</li> <li>- با کمتر از ۱۰ درصد مasse رودخانه</li> </ul>
۰/۵۲ ۰/۴۴ ۰/۳۵ ۰/۳۵ ۰/۴۶	۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۱۵۰ تا ۹۵۰	<p>پتن سبکدانه:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- با پوکه طبیعی یا سرباره منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰)</li> <li>- با ذرات ریز یا با مasse</li> <li>- بدون ذرات ریز و بدون مasse</li> <li>- با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰)</li> <li>- با سنگدانه سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰)</li> <li>- با رس منبسط یا شیست منبسط:</li> <li>- چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۱۳۰</li> </ul>
۱/۰۵ ۰/۸۵	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰	<ul style="list-style-type: none"> <li>- با مasse رودخانه بدون مasse سبک</li> <li>- با مasse رودخانه و مasse سبک</li> <li>- چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۱۳۰</li> </ul>
۰/۷۰ ۰/۴۶	۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰	<ul style="list-style-type: none"> <li>- با مasse سبک و حداقل ۱٪ مasse رودخانه</li> <li>- با مasse سبک و بدون مasse رودخانه</li> <li>- چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۱۲۵۰</li> </ul>
۰/۳۳ ۰/۲۵ ۰/۲۰	۱۰۰۰ تا ۸۰۰ ۸۰۰ تا ۶۰۰ کمتر از ۶۰۰	<ul style="list-style-type: none"> <li>- با مasse سبک و بدون مasse رودخانه</li> <li>- بدون مasse و با عیار سیمان کم</li> </ul>
۰/۳۱	۸۰۰ تا ۶۰۰	<p>پتن با سنگدانه بسیار سبک:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- مشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا:</li> <li>- نسبت: ۱ به ۳</li> </ul>

۱. واحد اندازه‌گیری چگالی سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است. (ص ۲۱۱)

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	صالح
۰/۲۴ ۰/۱۹	۶۰۰ تا ۴۰۰ ۴۵۰ تا ۴۰۰	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نسبت: ۱ به ۶</li> <li>- لایه‌های پتن مشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه</li> </ul>
۰/۲۹ ۰/۲۷ ۰/۲۵ ۰/۲۳ ۰/۲۱ ۰/۱۹ ۰/۱۸ ۰/۱۶ ۰/۱۵	۸۲۵ تا ۷۷۵ ۷۷۵ تا ۷۲۵ ۷۲۵ تا ۶۷۵ ۶۷۵ تا ۶۲۵ ۶۲۵ تا ۵۷۵ ۵۷۵ تا ۵۲۵ ۵۲۵ تا ۴۷۵ ۴۷۵ تا ۴۲۵ ۴۲۵ تا ۳۷۵	<p>پتن هوادر اتوکلاد شده:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- چگالی اسمی: ۸۰۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۷۵۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۷۰۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۶۵۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۶۰۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۵۵۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۵۰۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۴۵۰</li> <li>- چگالی اسمی: ۴۰۰</li> </ul>
۰/۱۶	۶۵۰ تا ۴۵۰	<p>پتن با خرده چوب:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان</li> </ul>
۱/۶۵ ۱/۳۵	۲۳۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰	موزاییک
۰/۳۵ ۰/۵۰ ۰/۱۲ ۰/۲۱ ۰/۱۴ ۰/۰۵ ۰/۰۵	۱۲۰۰ ۱۴۵۰ ۷۵۰ ۱۳۰۰ ۱۲۰۰ ۷۰ ۷۰	<p>۳. بتونه درزها، مواد آب‌بندی و گرماسکنی<sup>۲</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- سیلیکون خالص</li> <li>- سیلیکون خمیری</li> <li>- سیلیکون اسفنجی</li> <li>- پلی‌بورتان</li> <li>- بی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز</li> <li>- پلی‌بورتان اسفنجی</li> <li>- پلی‌اتیلن اسفنجی</li> </ul>

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m <sup>3</sup> ]	صالح
۴. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان		
۰,۱۳	۹۱۰	کائوچو طبیعی
۰,۰۶	۷۰	کائوچو اسفنجی
۰,۱۷	۱۲۰۰	کائوچو سخت
۰,۲۰	۹۳۰	پلی ایزو بوتیلن
۰,۴۰	۱۷۰۰	پلی سولفور
۰,۲۵	۹۸۰	بوتادیان
۰,۲۰	۱۰۵۰	اکریلیک
۰,۲۵	۱۱۵۰	پلی آمید (نایلون)
۰,۳۰	۱۳۰۰	رزن فنلی
۰,۱۹	۱۴۰۰	رزن پلی استر
۰,۵۰	۹۸۰	پلی اتیلن چگالی زیاد (HD)
۰,۳۳	۹۲۰	پلی اتیلن چگالی کم (LD)
۰,۲۲	۹۱۰	پلی بروپیلن
۰,۲۵	۱۲۰۰	پلی بروپیلن با ۲۰ درصد الیاف شیشه
۰,۱۶	۱۰۵۰	پلی استایرن
۰,۱۸	۱۱۸۰	پلی متیل متاکریلات (التوگلاس، پاکسی گلاس) (PMMA)
۰,۱۷	۱۳۹۰	پلی وینیل کلراید (PVC)
۰,۲۳	۱۲۴۰	پلی کلروپیلن (نوبن)
۰,۲۴	۱۲۰۰	بوتیلن (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم
۰,۲۵	۱۱۵۰	ایلن پروپیلن دین متومر (EPDM)
۰,۲۵	۲۲۰۰	پلی تترافلوئورو اتیلن (PTFE)
۰,۲۰	۱۲۰۰	رزین اپوکسی
۰,۲۵	۱۲۰۰	پلی بورتان
۰,۳۰	۱۴۱۰	پلی استات
۰,۲۰	۱۲۰۰	پلی کربنات

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m <sup>3</sup> ]	صالح
--	---	------

۰,۲۳	۷۵۰ تا ۶۰۰	چوب های طبیعی:
۰,۱۵	۶۰۰ تا ۴۵۰	- بلوط، الش، زبان گنجشک، زیرفون، قلن باغوشه، درختان میوه‌دار: - چگالی نرمال متوسط kg/m <sup>3</sup> ۶۵۰ تا ۸۰۰ و رطوبت ۱۵ درصد
۰,۲۳	۷۵۰ تا ۶۰۰	- چگالی نرمال متوسط kg/m <sup>3</sup> ۵۰۰ تا ۶۵۰ و رطوبت ۱۵ درصد
۰,۱۵	۶۰۰ تا ۴۵۰	- چوب درختهای صنعتی بسیار سنگین (برگ ریز): - چگالی طبیعی بیش از kg/m <sup>3</sup> ۷۰۰
۰,۱۲	۴۵۰ تا ۳۰۰	- کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی kg/m <sup>3</sup> ۵۰۰ تا ۶۰۰
۰,۱۲	۴۵۰ تا ۳۰۰	- کاج یا صنوبر، ایسه‌آ چگالی طبیعی kg/m <sup>3</sup> ۳۵۰ تا ۵۰۰
۰,۱۲	۴۵۰ تا ۳۰۰	- تبریزی، اکومه چگالی طبیعی kg/m <sup>3</sup> ۳۵۰ تا ۵۰۰

۰,۰۵۴	۱۲۰ تا ۶۰	چوب های طبیعی خاص:
۰,۲۹	۱۰۰۰ تا ۸۰۰	- بالزا
۰,۰۶۷	۳۰۰ تا ۲۵۰	- چوب های سنگین

۰,۲۴	۹۰۰ تا ۷۵۰	صفحات پایه چوبی:
۰,۲۱	۷۰۰ تا ۶۰۰	- صفحات تخته چندلا
۰,۱۷	۶۰۰ تا ۵۰۰	
۰,۱۵	۵۰۰ تا ۴۵۰	- صفحات با تراشه‌های پولکی جهت یافته (OSB)
۰,۱۳	۴۵۰ تا ۳۵۰	- صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان
۰,۱۱	۳۵۰ تا ۲۵۰	- صفحات با ذرات چوب (نوبان)
۰,۰۹	کمتر از ۲۵۰	
۰,۱۳	کمتر از ۶۵۰	
۰,۲۳	کمتر از ۱۲۰۰	
۰,۱۸	۸۲۰ تا ۶۴۰	
۰,۱۵	۶۴۰ تا ۴۵۰	
۰,۱۳	۴۵۰ تا ۲۷۰	
۰,۱۰	۴۵۰ تا ۱۸۰	

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m <sup>3</sup> ]	صالح
۰,۱۱ ۰,۱۰ ۰,۰۸	۵۵۰ تا ۴۵۰ ۴۵۰ تا ۳۵۰ ۳۵۰ تا ۲۵۰	- پائل های ساخته شده از الیاف چوب
۰,۱۰ ۰,۰۹ ۰,۰۵	کمتر از ۵۰۰ ۱۵۰ تا ۱۰۰ ۲۵۰ تا ۱۵۰	- چوب پنبه: - متراکم - انبساط یافته خالص - انبساط یافته به هم چسبیده با قیر یا با صفحه های مصنوعی
۰,۱۲	۴۰۰ تا ۳۰۰	کاه فشرده
<b>۶. خاک و خشت</b>		
۲,۰ ۱,۵ ۱,۱	۲۲۰۰ تا ۱۷۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۲۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۷۷۰	شن و ماسه رس یا لای (سلیت) خشت، گل، خاک تثبیت شده، بلوک های رسی متراکم
<b>۷. سفال، کاشی</b>		
۱,۰۴ ۰,۹۸ ۰,۹۲ ۰,۸۵ ۰,۷۹ ۰,۷۴ ۰,۶۹ ۰,۶۴ ۰,۶۰ ۰,۵۵ ۰,۵۰ ۰,۴۶ ۰,۴۱ ۰,۳۸ ۰,۳۴	۲۴۰۰ تا ۲۳۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۲۰۰ ۲۲۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۱۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۹۰۰ ۱۹۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۷۰۰ ۱۷۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۵۰۰ ۱۵۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۳۰۰ ۱۳۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۱۰۰ ۱۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کمتر از ۱۰۰۰	چگالی اسمی: ۲۴۰۰ چگالی اسمی: ۲۳۰۰ چگالی اسمی: ۲۲۰۰ چگالی اسمی: ۲۱۰۰ چگالی اسمی: ۲۰۰۰ چگالی اسمی: ۱۹۰۰ چگالی اسمی: ۱۸۰۰ چگالی اسمی: ۱۷۰۰ چگالی اسمی: ۱۶۰۰ چگالی اسمی: ۱۵۰۰ چگالی اسمی: ۱۴۰۰ چگالی اسمی: ۱۳۰۰ چگالی اسمی: ۱۲۰۰ چگالی اسمی: ۱۱۰۰ چگالی اسمی: ۱۰۰۰

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

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m <sup>3</sup> ]	صالح
۱/۱ ۰/۰۵ ۰/۰۵۵ ۰/۰۶۳	۲۷۰۰ ۱۳۰ تا ۱۲۰ ۱۴۰ تا ۱۳۰ ۱۸۰ تا ۱۴۰	۹. شیشه و اسفنج شیشه شیشه اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)
۰/۹۵ ۰/۶۵ ۰/۴۶ ۰/۳۵	۲۲۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۰. صفحات سیمانی الیافی سلولزی
۰/۰۵۶ ۰/۰۵۰ ۰/۰۴۷ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۲ ۰/۰۴۰ ۰/۰۳۹ ۰/۰۳۸	۱۰ تا ۷ ۱۳ تا ۱۰ ۱۵ تا ۱۳ ۱۹ تا ۱۵ ۲۴ تا ۱۹ ۲۹ تا ۲۴ ۴۰ تا ۲۹ بیش از ۴۰	۱۱. عایق‌های حرارتی پلیمری پلی استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم): - پلی استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده بهصورت منقطع، با قالب‌گیری شده ممتد بدون پوسته سطحی  - پلی استایرن اکسترود شده با حفره‌های پر از: - هوا یا گاز کربنیک: - ضخامت کمتر یا مساوی ۶۰ میلی‌متر - ضخامت بیش از ۶۰ میلی‌متر HCFC - .CFC - - بدون پوسته سطحی - با پوسته سطحی
۰/۰۴۱ ۰/۰۴۶ ۰/۰۳۵ ۰/۰۳۳ ۰/۰۳۱	۴۰ تا ۲۸ ۴۰ تا ۲۸ ۴۰ تا ۲۵ ۴۰ تا ۲۵ ۴۰ تا ۲۵	
ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m <sup>3</sup> ]	صالح
۰/۰۳۱ ۰/۰۳۴	۳۵ تا ۲۵ ۴۸ تا ۳۵	پلی‌وینیل کلراید (PVC) منبسط شده
۰/۰۳۵ ۰/۰۳۰ ۰/۰۴۱ ۰/۰۳۲ ۰/۰۳۵	۴۰ تا ۲۷ ۴۰ تا ۲۷ ۶۵ تا ۳۷ ۶۰ تا ۳۷ ۶۰ تا ۳۷	اسفنج پلی‌پورتان یا پلی‌ایزو‌سیانورات مطابق استاندارد ملی ایران: - صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پتان: - بین پوشش انعطاف‌پذیر نفوذپذیر - بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیوم با ضخامت بیش از ۵۰ میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز - صفحات ممتد برش خورده از بلوک‌های منبسط شده با گاز HCFC یا پتان - صفحات با عایق تزریق شده بهصورت ممتد بین دو ورق فلزی: - منبسط شده با گاز HCFC و / یا پتان - منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک
۰/۰۵۰ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۲ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۶ ۰/۰۴۷ ۰/۰۴۸	۲۵ تا ۱۵ ۴۰ تا ۲۵ ۱۰۰ تا ۴۰ ۱۲۵ تا ۱۰۰ ۱۵۰ تا ۱۲۵ ۱۷۵ تا ۱۵۰ ۲۰۰ تا ۱۷۵	۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی پشم‌سنگ
۰/۰۵۵ ۰/۰۴۷ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۱ ۰/۰۳۹ ۰/۰۳۸ ۰/۰۳۹ ۰/۰۴۰	۱۰ تا ۷ ۱۵ تا ۱۰ ۲۰ تا ۱۵ ۳۰ تا ۲۰ ۴۰ تا ۳۰ ۸۰ تا ۴۰ ۱۲۰ تا ۸۰ ۱۵۰ تا ۱۲۰	پشم‌شیشه

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	صالح
۰/۷۰ ۱/۱۵ ۰/۲۳	کمتر از ۲۱۰۰ کمتر از ۲۱۰۰ تا ۱۱۰۰	۱۳. عایق‌های رطوبتی قیر خالص آسفالت (قیر ماسه‌دار) ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح شده با مسلح کننده
۷۲ ۵۲ ۵۶ ۲۳۰ ۱۶۰ ۳۸۰ ۱۲۰ ۲۵ ۱۱۰	۷۸۷۰ ۷۷۸۰ ۷۵۰۰ ۲۷۰۰ ۲۸۰۰ ۸۹۳۰ ۸۴۰۰ ۱۱۳۴۰ ۷۲۰۰	۱۴. فلزات و آلیاژها آهن خالص فولاد چدن آلومینیوم آلومینیوم آلیاژی سخت مس برنج سرپ روی
۰/۵۶ ۰/۴۳ ۰/۵۷ ۰/۴۰ ۱/۱۰ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۳۰ ۰/۱۸	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ کمتر از ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ ۷۵۰ تا ۹۰۰ ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ ۶۰۰ تا ۹۰۰ ۵۰۰ تا ۶۰۰	۱۵. گچ گچ سخت با حداقل میزان آب لازم گچ اندود داخلی (زنده یا کشته) گچ و خاک گچ قطعات پیش‌ساخته گچی با روکش مقواوی گچ با سبک‌دانه یا بالایاف معدنی گچ با روکش مقواوی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت شده با الایاف معدنی گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلی‌متر): - یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ - دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ

## مبحث ۱۹

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ ۸ مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ-۸ مقاومت حرارتی لایه هواي مجاور سطح داخلی و خارجي (ص ۲۲۲)

 جدول پ-۸ مقاومت حرارتی لایه هواي مجاور سطح داخلی ( $R_i$ ) و لایه هواي مجاور سطح خارجي ( $R_e$ ) انواع جدارها (ص ۲۲۳)

جدار در تماس با فضای کنترل نشده		جدار در تماس با فضای خارج		جهت جريان حرارت	زاویه جدار نسبت به سطح افقی		
جمع لایه‌ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی	جمع لایه‌ها	لایه هوای خارجی	لایه هوای داخلی		
۰,۲۲	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۷	۰,۰۶	۰,۱۱	افقی	عمودی یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه
۰,۱۸	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۱۴	۰,۰۵	۰,۰۹	افقی	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه
۰,۳۴	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۲۲	۰,۰۵	۰,۱۷	افقی	افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه

## پ ۲-۸ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

جدول پ ۲-۸ مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی (ص ۲۲۳)

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

## پ ۳-۸ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول

در این بخش، مقادیر مقاومت‌های حرارتی برخی لایه‌های غیرهمگن عناصر ساختمانی متداول بر حسب  $[m^2 \cdot K/W]$  آمده است. (ص ۲۲۴)

## پ ۱-۳-۸ آجر پلاک (نما)

جدول پ ۳-۸ مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما (ص ۲۲۴)

مقادیر مقاومت حرارتی	ضخامت	لایه ساختمانی
۰,۰۴	۴ تا ۳	آجر پلاک در نما

## مبث ۱۹

## پ ۲-۳-۸ آجر توپر (دیوار)

بعاد متداول هر آجر: ضخامت: ۵/۵ سانتی‌متر

عرض: ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول: ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص ماده آجر: وزن مخصوص ماده سفالی: ۱۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

جدول پ ۴-۸ مقادیر مقاومت حرارتی لایه ساختمانی آجر توپر در دیوار (ص ۲۲۴)

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

## پ ۳-۸ آجر سوراخ دار (دیوار) (ص ۲۲۵)

بعاد متداول هر آجر: ضخامت: ۵/۵ سانتی‌متر

عرض: ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول: ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص ماده سفالی: ۱۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

درصد روزنه‌ها: ۴۰ تا ۴۵ درصد

جدول پ ۵-۸ مقادیر مقاومت حرارتی لایه ساختمانی آجر سوراخ دار در دیوار (ص ۲۲۵)

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

پ-۸-۴-۳ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ-۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار (ص ۲۲۵)

ضخامت جدار (سانتی متر)						شکل بلوک قطعه افقی
۴۰	۲۰	۱۵	۱۲,۵	۱۰,۵	۷,۵	
				۰,۲۰	۰,۱۶	
		۰,۳۰	۰,۲۷			
۰,۷۸	۰,۳۹					

پ-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار)

جدول پ-۸-۷ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار (ص ۲۲۶)

ضخامت جدار (سانتی متر)						شکل بلوک قطعه افقی
۴۰	۲۰	۱۵	۱۰,۵	۷,۵		
			۰,۰۹	۰,۰۷		
	۰,۱۹	۰,۱۴				
۰,۳۲						

پ-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف) (ص ۲۲۶)

فاصله محور تا محور تیرچه‌ها: ۵۰ سانتی متر

ضخامت بدنه سفالی بلوک: ۸ تا ۱۰ میلی متر

وزن مخصوص خشک ماده سفالی بلوک: ۲۱۰۰ تا ۱۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

پوشش بتنی روی تیرچه: ۵ سانتی متر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین) (ص ۲۲۶)

جدول پ-۸-۷ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک سفالی (ص ۲۲۶)

ارتفاع بلوک (سانتی متر)	شکل بلوک قطعه افقی
۲۵	
۰,۲۶	
۰,۳۵	

پ-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

فاصله محور تا محور تیرچه‌ها: ۵۰ سانتی متر

ضخامت بدنه سفالی بلوک: ۱۵ تا ۳۰ میلی متر (ص ۲۲۶)

وزن مخصوص خشک ماده سیمانی بلوک: ۲۲۵۰ تا ۱۹۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب (ص ۲۲۷)

پوشش بتنی روی تیرچه: ۵ سانتی متر بتن با سنگدانه معمولی (سنگین) (ص ۲۲۷)

جدول پ-۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی (ص ۲۲۷)

ارتفاع بلوک (سانتی متر)	شکل بلوک قطعه افقی
۲۵	
۰,۱۵	
۰,۲۵	

## ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

## پ ۹ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها (ص ۲۳۲)

مقادیر درج شده در این پیوست برای هر دو روش طراحی عایق کاری 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. همه مقادیر بر حسب  $[W/m^2 \cdot K]$  هستند.

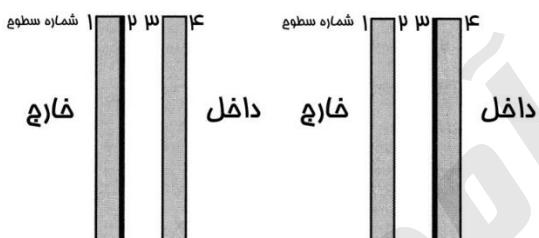
## پ ۹-۱ ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها

ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها ( $U_{g1}$ )، 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 گسیلندهای بینابینی را می‌توان با درون‌یابی مقادیر داده شده در جدول محاسبه کرد. (ص ۲۳۲)

برای مجموعه شیشه‌های چند جداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت ۸۵ درصد (۸۵ درصد گاز خنثی و ۱۵ درصد هوا) برای نظر گرفته شده است. (ص ۲۳۲)

برای آنکه مجموعه شیشه‌های کم گسیل، اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم گسیل در مناطق با نیاز گرمای زیاد روی سطح ۳ (شکل پ ۹-۱، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایی زیاد روی سطح ۲ قرار گیرد (شکل پ ۹-۱، سمت چپ).

شکل پ ۹-۱ محل قرارگیری پوشش کم گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرم‌سیر (سمت چپ) (ص ۲۳۳)



مبث ۹

## پ ۹-۱ شیشه‌های ساده

در مورد شیشه‌های ساده (تک جداره)، برای هر ضخامت، ضریب انتقال حرارت برابر است با: (ص ۲۳۳)

$$U_{g1} = 8/5 [W/(m^2 \cdot K)]$$

$$U_{g1} = 9/6 [W/(m^2 \cdot K)]$$

در حالتی که جدار عمودی است

در حالتی که جدار افقی است

## پ ۹-۲ شیشه‌های دوجداره عمودی

جدول پ ۹-۱ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پر شده با هوا (۱۰۰ درصد) (ص ۲۳۴)

ضریب انتقال حرارت $U_{g1} [W/(m^2 \cdot K)]$									ضخامت لایه هوا [mm]
شیشه‌های کم گسیل با گسیلندهای عمود مفید $\epsilon_g$								شیشه‌های عادی	
۰,۴۰	۰,۳۵	۰,۳۰	۰,۲۵	۰,۲۰	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۰۵		
۲,۹	۲,۹	۲,۸	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۶	۲,۵	۳,۳	۶
۲,۷	۲,۶	۲,۵	۲,۵	۲,۴	۲,۳	۲,۲	۲,۱	۳,۱	۸
۲,۵	۲,۴	۲,۳	۲,۳	۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۲,۹	۱۰
۲,۴	۲,۳	۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۲,۸	۱۲
۲,۲	۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۲,۷	۱۴
۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۱,۴	۲,۷	۱۶
۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۱,۵	۲,۷	۱۸

**جدول پ ۲-۹ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پرشده با آرگون (۸۵ درصد) (ص ۲۳۴)**

ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	شیشه‌های عادی		
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلنگی عمود مفید $\varepsilon_{gl}$											
۰,۴۰	۰,۳۵	۰,۳۰	۰,۲۵	۰,۲۰	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۰۵				
۲,۶	۲,۶	۲,۵	۲,۴	۲,۴	۲,۳	۲,۲	۲,۱	۳,۱	۶		
۲,۴	۲,۳	۲,۳	۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۲,۹	۸		
۲,۳	۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۲,۸	۱۰		
۲,۱	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۱,۴	۲,۷	۱۲		
۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۴		
۲,۰	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۶	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۶		
۲,۰	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۸		
۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۲۰		

**جدول پ ۳-۹ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پرشده با کربیتون (۸۵ درصد) (ص ۲۳۵)**

ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	شیشه‌های عادی		
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلنگی عمود مفید $\varepsilon_{gl}$											
۰,۴۰	۰,۳۵	۰,۳۰	۰,۲۵	۰,۲۰	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۰۵				
۲,۳	۲,۲	۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۲,۸	۶		
۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۱,۵	۱,۳	۲,۷	۸		
۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۱,۵	۱,۳	۱,۲	۲,۶	۱۰		
۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۶	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۲		
۲,۰	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۶	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۴		
۲,۰	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۶		
۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۱۸		
۲,۱	۲,۰	۱,۹	۱,۸	۱,۷	۱,۵	۱,۴	۱,۲	۲,۶	۲۰		

**پ ۱-۹ شیشه‌های دوجداره افقی (سفی)**

**جدول پ ۴-۹ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره افقی (سفی) پرشده با هوا (۱۰۰ درصد) (ص ۲۳۵)**

ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]								ضخامت لایه هوا [mm]	شیشه‌های عادی		
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلنگی عمود مفید $\varepsilon_{gl}$											
۰,۴۰	۰,۳۵	۰,۳۰	۰,۲۵	۰,۲۰	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۰۵				
۳,۲	۳,۲	۳,۱	۳,۰	۳,۰	۲,۹	۲,۸	۲,۷	۳,۶	۶		
۳,۰	۲,۹	۲,۸	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۵	۲,۴	۳,۵	۸		
۲,۹	۲,۹	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۶	۲,۴	۲,۳	۳,۴	۱۰		
۲,۹	۲,۸	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۵	۲,۴	۲,۳	۳,۴	۱۲		
۲,۹	۲,۸	۲,۷	۲,۷	۲,۶	۲,۵	۲,۴	۲,۳	۳,۴	۱۴		
۲,۹	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۶	۲,۵	۲,۳	۲,۲	۳,۴	۱۶		
۲,۹	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۵	۲,۴	۲,۳	۲,۲	۳,۴	۱۸		
۲,۹	۲,۸	۲,۷	۲,۶	۲,۵	۲,۴	۲,۳	۲,۲	۳,۳	۲۰		

**پ ۲-۹ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر**

**پ ۱-۲-۹ جدارهای نورگذر دارای شیشه تک جداره ساده**

اگر جدار نورگذر با شیشه تک جداره ساده و با قاب فولادی یا آلومینیومی معمولی ساخته شده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط بازشو برابر است با: (۲۳۶)

$$U_G = ۸/۵ [W/(m^2.K)]$$

$$U_G = ۹/۶ [W/(m^2.K)]$$

در حالتی که جدار عمودی است

در حالتی که جدار افقی است

در پنجره‌های چوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چند جداره در نظر گرفته می‌شود و در صورت کاربرد آن با شیشه تک جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و آلومینیومی ساده به کار برده می‌شود. (۲۳۶)

## پ ۲-۶ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشه دوجداره

برای محاسبه ضریب انتقال حرارت یک جدار نورگذر دارای شیشه دوجداره ( $U_G$ )، لازم است، علاوه بر مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای ( $U_{g1}$ ، ضریب انتقال حرارت قاب بازشو ( $U_{fr}$ ) نیز مشخص شود. در تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، نکات زیر باید در نظر قرار گیرد: (ص ۲۳۶)

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت شکن، سه مقدار  $4/0$  و  $5/0$  [W/(m<sup>2</sup>.K)]

در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر  $5/0$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] در نظر گرفته می‌شود. (ص ۲۳۶)

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار  $1/5$  و  $1/8$  و  $2/5$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر  $2/5$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] در نظر گرفته می‌شود. (ص ۲۳۶)

- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار  $0/13$  و  $0/18$  [W/(m.K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر  $0/18$  [W/(m.K)] در نظر گرفته می‌شود.

- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول پ ۷-۹ تا جدول پ ۹-۹)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم گسیل) بین  $1/2$  و  $2/9$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از  $2/9$  باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برونویلی اعداد ارائه شده تعیین می‌شود. (ص ۲۳۷)

در جدول پ ۷-۹ تا جدول پ ۹-۹، ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ( $U_G$ ، برحسب نوع بازشو، ضریب انتقال حرارت شیشه ( $U_{g1}$ ) و نوع و ضریب انتقال حرارت قاب ( $U_{fr}$ )، درج شده است. (ص ۲۳۷)

جدول پ ۷-۹ مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول پ ۸-۹ مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول پ ۹-۹ مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است. (ص ۲۳۷)

جدول پ ۷-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت شکن  $U_G$  برحسب  $U_{g1}$  و  $U_{fr}$  (ص ۲۳۸)

$U_{fr} = 5/0$	$U_{fr} = 4/0$	$U_{fr} = 3/0$	$U_g$ بخش نورگذر [W/m <sup>2</sup> .K]	نوع جدار نورگذر
۲,۹	۲,۵	۲,۲	۱,۲	
۲,۹	۲,۶	۲,۳	۱,۳	
۳	۲,۷	۲,۳	۱,۴	
۳,۱	۲,۷	۲,۴	۱,۵	
۳,۱	۲,۸	۲,۵	۱,۶	
۳,۲	۲,۹	۲,۵	۱,۷	
۳,۳	۲,۹	۲,۶	۱,۸	
۳,۳	۳	۲,۷	۱,۹	
۳,۴	۳	۲,۷	۲	
۳,۴	۳,۱	۲,۸	۲,۱	
۳,۵	۳,۲	۲,۸	۲,۲	
۳,۶	۳,۲	۲,۹	۲,۴	
۳,۶	۳,۳	۳	۲,۵	
۳,۷	۳,۴	۳	۲,۶	
۳,۸	۳,۴	۳,۱	۲,۷	
۳,۸	۳,۵	۳,۱	۲,۸	
۳,۹	۳,۶	۳,۲	۲,۹	
۲,۷	۲,۴	۲,۱	۱,۲	پنجره
۲,۸	۲,۵	۲,۲	۱,۳	
۲,۸	۲,۵	۲,۲	۱,۴	
۲,۹	۲,۶	۲,۳	۱,۵	
۳	۲,۷	۲,۴	۱,۶	
۳	۲,۷	۲,۵	۱,۷	
۳,۱	۲,۸	۲,۵	۱,۸	
۳,۲	۲,۹	۲,۶	۱,۹	
۳,۲	۲,۹	۲,۶	۲	
۳,۲	۲,۹	۲,۶	۲,۱	
۳,۳	۳	۲,۷	۲,۲	
۳,۴	۳,۱	۲,۸	۲,۳	
۳,۴	۳,۱	۲,۹	۲,۴	
۳,۵	۳,۲	۲,۹	۲,۵	
۳,۶	۳,۳	۳	۲,۶	
۳,۷	۳,۴	۳	۲,۷	
۳,۸	۳,۴	۳,۱	۲,۸	
۳,۸	۳,۵	۳,۱	۲,۸	
۳,۹	۳,۶	۳,۲	۲,۹	
۲,۷	۲,۴	۲,۱	۱,۲	لوایی
۲,۸	۲,۵	۲,۲	۱,۳	
۲,۸	۲,۵	۲,۲	۱,۴	
۲,۹	۲,۶	۲,۳	۱,۵	
۳	۲,۷	۲,۴	۱,۶	
۳	۲,۷	۲,۵	۱,۷	
۳,۱	۲,۸	۲,۵	۱,۸	
۳,۲	۲,۹	۲,۶	۱,۹	
۳,۲	۲,۹	۲,۶	۲	
۳,۲	۲,۹	۲,۶	۲,۱	
۳,۳	۳	۲,۷	۲,۲	
۳,۴	۳,۱	۲,۸	۲,۳	
۳,۴	۳,۱	۲,۹	۲,۴	
۳,۵	۳,۲	۲,۹	۲,۵	
۳,۶	۳,۳	۳	۲,۶	
۳,۶	۳,۴	۳,۱	۲,۷	
۳,۷	۳,۴	۳,۱	۲,۸	
۳,۸	۳,۵	۳,۲	۲,۹	

$U_{fr} = 5,0$	$U_{fr} = 4,0$	$U_{fr} = 3,0$	$U_G$ جدار نورگذر بر حسب قاب	$U_{gl}$ بخش نورگذر	نوع جدار نورگذر
			[W/m <sup>2</sup> .K]	[W/m <sup>2</sup> .K]	
۲/۶	۲,۳	-	۱,۲		
۲/۶	۲,۴	-	۱,۳		
۲/۷	۲,۵	-	۱,۴		
۲/۸	۲,۵	-	۱,۵		
۲/۹	۲,۶	-	۱,۶		
۲/۹	۲,۷	-	۱,۷		
۳	۲,۸	-	۱,۸		
۳/۱	۲,۸	-	۱,۹		
۳/۱	۲,۹	-	۲		
۳,۱	۲,۹	-	۲,۱		
۳,۲	۲,۹	-	۲,۲		
۳,۳	۳	-	۲,۳		
۳,۴	۳,۱	-	۲,۴		
۳,۴	۳,۲	-	۲,۵		
۳,۵	۳,۲	-	۲,۶		
۳,۶	۳,۳	-	۲,۷		
۳,۷	۳,۴	-	۲,۸		
۳,۷	۳,۵	-	۲,۹		
۲,۳	۲,۱	-	۱,۲		
۲,۴	۲,۲	-	۱,۳		
۲,۵	۲,۳	-	۱,۴		
۲,۶	۲,۴	-	۱,۵		
۲,۷	۲,۵	-	۱,۶		
۲,۷	۲,۵	-	۱,۷		
۲,۸	۲,۶	-	۱,۸		
۲,۹	۲,۷	-	۱,۹		
۳	۲,۸	-	۲		
۳	۲,۸	-	۲,۱		
۳	۲,۸	-	۲,۲		
۳,۱	۲,۹	-	۲,۳		
۳,۲	۳	-	۲,۴		
۳,۴	۳,۲	-	۲,۵		
۳,۴	۳,۲	-	۲,۶		
۳,۵	۳,۲	-	۲,۷		
۳,۵	۳,۳	-	۲,۸		
۳,۶	۳,۴	-	۲,۹		

**جدول پ ۸-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پیوی سی  $U_G$  بر حسب  $U_{fr1}$  و  $U_{fr2}$  (ص ۲۴۰)**

$U_{fr} = 2,5$	$U_{fr} = 1,8$	$U_{fr} = 1,5$	$U_G$ جدار نورگذر بر حسب قاب	$U_{gl}$ بخش نورگذر	نوع جدار نورگذر
			[W/m <sup>2</sup> .K]	[W/m <sup>2</sup> .K]	
۲	۱,۷	۱,۶	۱,۲		
۲,۱	۱,۸	۱,۷	۱,۳		
۲,۱	۱,۹	۱,۷	۱,۴		
۱,۳	۱,۹	۱,۸	۱,۵		
۲,۲	۲	۱,۹	۱,۶		
۲,۳	۲	۲	۱,۷		
۲,۴	۲,۱	۲	۱,۸		
۲,۴	۲,۲	۲,۱	۱,۹		
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۲		
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۲,۱		
۲,۵	۲,۳	۲,۲	۲,۲		
۲,۶	۲,۴	۲,۳	۲,۳		
۲,۶	۲,۴	۲,۳	۲,۴		
۲,۶	۲,۴	۲,۳	۲,۴		
۲,۷	۲,۵	۲,۴	۲,۵		
۲,۸	۲,۶	۲,۵	۲,۶		
۲,۹	۲,۶	۲,۶	۲,۷		
۲,۹	۲,۷	۲,۶	۲,۸		
۳	۲,۸	۲,۷	۲,۹		
۲	۱,۷	۱,۶	۱,۲		
۲	۱,۸	۱,۷	۱,۳		
۲,۱	۱,۹	۱,۷	۱,۴		
۲,۱	۱,۹	۱,۸	۱,۵		
۲,۲	۲	۱,۹	۱,۶		
۲,۲	۲	۲	۱,۷		
۲,۴	۲,۱	۲	۱,۸		
۲,۴	۲,۲	۲,۱	۱,۹		
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۲		
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۲,۱		
۲,۵	۲,۳	۲,۲	۲,۲		
۲,۶	۲,۴	۲,۳	۲,۳		
۲,۶	۲,۴	۲,۳	۲,۴		
۲,۷	۲,۵	۲,۴	۲,۵		
۲,۸	۲,۶	۲,۵	۲,۶		
۲,۹	۲,۶	۲,۶	۲,۷		
۲,۹	۲,۷	۲,۶	۲,۸		
۳	۲,۸	۲,۷	۲,۹		

[W/m <sup>2</sup> .K] جدار نورگذر بر حسب U <sub>fr</sub> قاب			U <sub>gl</sub> بخش نورگذر [W/m <sup>2</sup> .K]	نوع جدار نورگذر
U <sub>fr</sub> = ۲,۵	U <sub>fr</sub> = ۱,۸	U <sub>fr</sub> = ۱,۵		
۱,۹	-	-	۱,۲	
۲	-	-	۱,۳	
۲,۱	-	-	۱,۴	
۲,۱	-	-	۱,۵	
۲,۲	-	-	۱,۶	
۲,۳	-	-	۱,۷	
۲,۳	-	-	۱,۸	
۲,۴	-	-	۱,۹	
۲,۴	-	-	۲	
۲,۴	-	-	۲,۱	
۲,۵	-	-	۲,۲	
۲,۶	-	-	۲,۳	
۲,۶	-	-	۲,۴	
۲,۷	-	-	۲,۵	
۲,۸	-	-	۲,۶	
۲,۹	-	-	۲,۷	
۲,۹	-	-	۲,۸	
۳	-	-	۲,۹	
۱,۸	-	-	۱,۲	
۱,۹	-	-	۱,۳	
۲	-	-	۱,۴	
۲,۱	-	-	۱,۵	
۲,۱	-	-	۱,۶	
۲,۲	-	-	۱,۷	
۲,۳	-	-	۱,۸	
۲,۴	-	-	۱,۹	
۲,۴	-	-	۲	
۲,۴	-	-	۲,۱	
۲,۵	-	-	۲,۲	
۲,۶	-	-	۲,۳	
۲,۶	-	-	۲,۴	
۲,۷	-	-	۲,۵	
۲,۸	-	-	۲,۶	
۲,۹	-	-	۲,۷	
۳	-	-	۲,۸	
۳	-	-	۲,۹	

در پنجره‌ای  
کشویی  
بدون آستانه

مبحث ۱۹

[W/m <sup>2</sup> .K] جدار نورگذر بر حسب U <sub>fr</sub> قاب			U <sub>gl</sub> بخش نورگذر [W/m <sup>2</sup> .K]	نوع جدار نورگذر
U <sub>fr</sub> = ۲,۵	U <sub>fr</sub> = ۱,۸	U <sub>fr</sub> = ۱,۵		
۲,۱	۱,۸	۱,۶	۱,۲	
۲,۱	۱,۸	۱,۷	۱,۳	
۲,۲	۱,۹	۱,۸	۱,۴	
۲,۲	۱,۹	۱,۸	۱,۵	
۲,۳	۲	۱,۹	۱,۶	
۲,۴	۲,۱	۱,۹	۱,۷	
۲,۴	۲,۱	۲	۱,۸	
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۱,۹	
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۲	
۲,۵	۲,۲	۲,۱	۲,۱	
۲,۵	۲,۳	۲,۲	۲,۲	
۲,۶	۲,۳	۲,۲	۲,۳	
۲,۷	۲,۴	۲,۳	۲,۴	
۲,۷	۲,۵	۲,۴	۲,۵	
۲,۸	۲,۵	۲,۴	۲,۶	
۲,۸	۲,۶	۲,۵	۲,۷	
۲,۹	۲,۷	۲,۶	۲,۸	
۳	۲,۷	۲,۶	۲,۹	

در پنجره‌ای  
کشویی  
با آستانه

**جدول پ ۹-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی  $U_{G}$  بر حسب  $U_{g1}$  و  $\lambda_{fr}$  (ص ۲۴۳)**

جدار نورگذر بر حسب قاب [W/m <sup>2</sup> .K]		$U_{g1}$ بخش نورگذر [W/m <sup>2</sup> .K]	نوع جدار نورگذر
$\lambda_{fr} = 0,18$	$\lambda_{fr} = 0,13$		
۱,۹	۱,۸	۱,۲	
۲	۱,۸	۱,۳	
۲,۱	۱,۹	۱,۴	
۲,۱	۲	۱,۵	
۲,۲	۲	۱,۶	
۲,۲	۲,۱	۱,۷	
۲,۳	۲,۲	۱,۸	
۲,۴	۲,۲	۱,۹	
۲,۴	۲,۳	۲	
۲,۴	۲,۳	۲,۱	پنجره
۲,۵	۲,۴	۲,۲	لوالای
۲,۵	۲,۴	۲,۳	
۲,۶	۲,۵	۲,۴	
۲,۷	۲,۶	۲,۵	
۲,۸	۲,۶	۲,۶	
۲,۸	۲,۷	۲,۷	
۲,۹	۲,۸	۲,۸	
۳	۲,۸	۲,۹	
۱,۹	۱,۷	۱,۲	
۱,۹	۱,۸	۱,۳	
۲	۱,۹	۱,۴	
۲,۱	۲	۱,۵	
۲,۱	۲	۱,۶	پنجرهای
۲,۲	۲,۱	۱,۷	
۲,۳	۲,۲	۱,۸	لوالای
۲,۴	۲,۲	۱,۹	
۲,۴	۲,۳	۲	
۲,۴	۲,۳	۲,۱	بدون
۲,۵	۲,۴	۲,۲	آستانه
۲,۵	۲,۴	۲,۳	
۲,۶	۲,۵	۲,۴	
۲,۷	۲,۶	۲,۵	
۲,۸	۲,۷	۲,۶	
۲,۸	۲,۷	۲,۷	
۲,۹	۲,۸	۲,۸	
۳	۲,۹	۲,۹	کشویی

جدار نورگذر بر حسب قاب [W/m <sup>2</sup> .K]		$U_{g1}$ بخش نورگذر [W/m <sup>2</sup> .K]	نوع جدار نورگذر
$\lambda_{fr} = 0,18$	$\lambda_{fr} = 0,13$		
۲	۱,۸	۱,۲	
۲,۱	۱,۹	۱,۳	
۲,۱	۲	۱,۴	
۲,۲	۲	۱,۵	
۲,۲	۲,۱	۱,۶	
۲,۳	۲,۱	۱,۷	
۲,۴	۲,۲	۱,۸	
۲,۴	۲,۳	۱,۹	
۲,۴	۲,۳	۲	
۲,۴	۲,۳	۲,۱	پنجرهای
۲,۵	۲,۳	۲,۲	لوالای
۲,۶	۲,۴	۲,۳	
۲,۶	۲,۵	۲,۴	
۲,۷	۲,۵	۲,۵	
۲,۷	۲,۶	۲,۶	
۲,۸	۲,۷	۲,۷	
۲,۹	۲,۷	۲,۸	
۲,۹	۲,۸	۲,۹	آستانه

## پ ۴-۹ ضرایب انتقال حرارت درها

جدول پ ۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها (ص ۲۴۷)

ضریب انتقال حرارت در $U_D$ [W/m <sup>2</sup> .K]	نوع در	جنس در
۳/۵	تپیر	در چوبی معمولی
۴/۰	با شیشه تک جداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	
۴/۵	با شیشه تک جداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	
۳/۳	با شیشه دو جداره با لایه هواي ۶ میلیمتر يا بیشتر	
۵/۸	تمام فلز	در فلزی معمولی
۵/۸	با شیشه تک جداره	
۵/۸	با شیشه دو جداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	
۴/۸	با شیشه دو جداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	
۵/۸	با شیشه تک جداره	در تمام شیشه‌ای

پیوست ۱۰

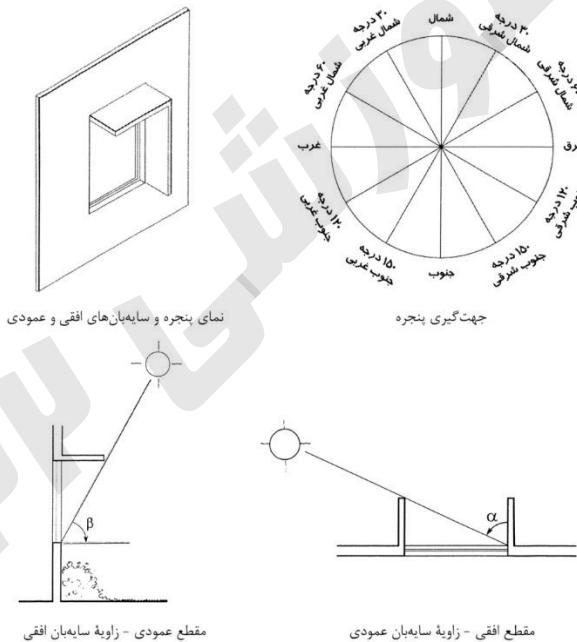
ساختمانها

پ ۱۰ ساختمانها

مبث ۱۹

شکل پ ۱-۱، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویه سایه‌بان عمودی و زاویه سایه‌بان افقی نشان داده شده است. (ص ۲۵۰)

شکل پ ۱-۱ زوایای جهت پنجره و زاویه سایه‌بان افقی و عمودی (ص ۲۵۰)



برای استفاده از جدول‌های مندرج در این پیوست، باید موارد زیر در نظر گرفته شود: (ص ۲۵۱)

- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد. (ص ۲۵۱)

- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد. - «ل» مخفف «شمالي» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد. (ص ۲۵۱)

- «ج» مخفف «جنوبی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت جنوب پنجره قرار گیرد. (ص ۲۵۱)

- «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 مقابله تمام پنجره» است.

- چنانچه برای یک پنجره هر دو زاویه سایه‌بان افقی و عمودی توصیه شده باشد، باید از هر دو نوع سایه‌بان استفاده گردد. (ص ۲۵۱)

- در شهرهایی که با علامت \* مشخص شده‌اند، با توجه به عمق زیاد سایه‌بان‌ها، توصیه می‌شود ضمن رعایت زوایای سایه‌بان ارائه شده، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود. (ص ۲۵۱)



ردیف	نام شهر	زاویه سایه‌یان	جهت پیچه	شمال	۳۰ درجه شمال شرقی	شمالی شرقی	شرق	جنوب شرقی	جنوب	۱۵۰ درجه جنوب شرقی	جنوب غربی	درجه ۱۲۰ جنوب غربی	جنوب غربی	۱۵۰ درجه جنوب غربی	جنوب غربی	شمال غربی	جهت درجه ۳۰ شمال غربی	
					غرب	جنوب	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی
۵۲	پیکوه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۳	بوشهر*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۴	پوئین زهرا	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۵	پاپنه بیانک	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۶	بیان بالان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۷	پیرجند	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۸	بیجار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۹	پارس آباد معغان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۰	پل زمانخان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۱	پل کله	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۲	پلغمیرا	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۳	تازه کند	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۴	ناشکویه کله گاه*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۵	تاقستان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۶	تبریز	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۷	تجزیش	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۸	تروت حیدریه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ردیف	نام شهر	زاویه سایه‌یان	جهت پیچه	شمال	۳۰ درجه شمال شرقی	شمالی شرقی	شرق	جنوب	۱۵۰ درجه جنوب شرقی	جنوب غربی	درجه ۱۲۰ جنوب غربی	جنوب غربی	۱۵۰ درجه جنوب غربی	جنوب غربی	شمال غربی	جهت درجه ۳۰ شمال غربی		
					غرب	جنوب	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	
۶۹	تفرش	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۰	تنگ پنج*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۱	تهران- پارک شهر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۲	تهران- دوشان تبه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۳	تهران- سعداباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۴	تهران- مهراباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۵	تهران- نارمک	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۶	تهران- نمایشگاه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۷	چاسک*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۸	جزیره خارک*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۹	جزیره قشم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۰	جلفا	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۱	جزیرت*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۲	چاهاره*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۳	چهارت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۴	چهاران	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۵	حاجی آباد- بیندر عباس*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ردیف	نام شهر	زاویه سایه‌یان	جهت پیچه	شمال	۳۰ درجه شمال شرقی	شمالی شرقی	شرق	جنوب	۱۵۰ درجه جنوب شرقی	جنوب غربی	درجه ۱۲۰ جنوب غربی	جنوب غربی	۱۵۰ درجه جنوب غربی	جنوب غربی	شمال غربی	جهت درجه ۳۰ شمال غربی		
					غرب	جنوب	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	جنوب شرقی	
۸۶	حاجت آباد- پیشکوه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۷	حمدانیه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۸	خنا	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸۹	خاشی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۰	خرم آباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۱	خرم آباد نکنن	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۲	خرمشهر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۳	خشکه دران	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۴	خفر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۵	خوانسار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۶	خور بیانک	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۷	خوی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۸	داراب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۹	دشتی بکان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۰۰	دامغان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۰۱	دانمه فریدن	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۰۲	دره تخت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

نام شهر	زاویه سایبان	جهت پنجره	شمال												نام شهر	زاویه سایبان	جهت پنجره
			شمال شرقی	شمال													
درگز	۱۰۳	-	۶۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۵	-	۶۵
ندود	۱۰۴	-	۸۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳
دنقول*	۱۰۵	-	۶۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۴۷	-	۶۲
دشت ناز	۱۰۶	-	۸۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
ده صومعه	۱۰۷	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۷	-	۷۷
دبهوک	۱۰۸	-	۸۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۱	-	۷۱
ذوب آهن اصفهان	۱۰۹	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰	-	۸۰
رامسر	۱۱۰	-	۸۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۷	-	۷۷
رامهرمز	۱۱۱	-	۵۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۴۰	-	۴۰
رشت	۱۱۲	-	۴۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۷	-	۷۷
رودبار	۱۱۳	-	۸۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰	-	۸۰
زابل	۱۱۴	-	۶۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۰	-	۶۰
زاهدان	۱۱۵	-	۷۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳
زردکل سرخ اباد	۱۱۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
زنجان	۱۱۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ساوه	۱۱۸	-	۷۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۱	-	۶۱
سبزوار	۱۱۹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳

نام شهر	زاویه سایبان	جهت پنجره	شمال												نام شهر	زاویه سایبان	جهت پنجره
			شمال شرقی	شمال													
سیددشت	۱۲۰	-	۷۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۲	-	۷۲
سراب	۱۲۱	-	۸۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
سراوان	۱۲۲	-	۵۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۰	-	۷۰
سرخس	۱۲۳	-	۶۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۳	-	۶۳
سرکت تجن	۱۲۴	-	۷۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
سقز	۱۲۵	-	۷۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
سعنان	۱۲۶	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۵	-	۷۵
سنگ تراش	۱۲۷	-	۷۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳
سنگ سوراخ	۱۲۸	-	۸۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۳	-	۸۳
ستنج	۱۲۹	-	۷۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۸	-	۷۸
شاہرود	۱۳۱	-	۷۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳
شیباکاره	۱۳۲	-	۶۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۳	-	۶۳
شممس آباد	۱۳۳	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳
شمموون*	۱۳۴	-	۶۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۲	-	۶۲
شووش*	۱۳۵	-	۶۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۲	-	۶۲
شووشن*	۱۳۶	-	۶۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۲	-	۶۲

نام شهر	زاویه سایبان	جهت پنجره	شمال												نام شهر	زاویه سایبان	جهت پنجره
			شمال شرقی	شمال													
شهرکرد	۱۳۷	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰	-	۸۰
سپریاز	۱۳۸	-	۷۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۲	-	۷۲
شیرگاه	۱۳۹	-	۸۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
شیروان-بروجرد	۱۴۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
طبس	۱۴۱	-	۵۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۲	-	۶۲
طرق کرتیان	۱۴۲	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۳	-	۸۳
عباس آباد-قم	۱۴۳	-	۷۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۳	-	۷۳
علل	۱۴۴	-	۸۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰	-	۸۰
فردوس	۱۴۵	-	۷۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۲	-	۷۲
فسا	۱۴۶	-	۶۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۷	-	۶۷
فونم	۱۴۷	-	۸۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۷	-	۷۷
فیروزآباد-خطال	۱۴۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قائم شهر	۱۴۹	-	۸۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
قائان	۱۵۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۷	-	۷۷
قرآن تالار	۱۵۱	-	۸۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۶	-	۷۶
قره نگاج	۱۵۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قرزین	۱۵۳	-	۷۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۷	-	۷۷

نام شهر	زاویه سایه‌بان	جهت پیچه	شمال	شمالی شرقی	۳۰ درجه	شمالی شرقی	۶۰ درجه	شمال غربی	۳۰ درجه
قسر سیزین	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قطورچای	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قم	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قمشه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قوچان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کازرون	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کاشان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کاسمر	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کرمان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گوند	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گره سنگ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کشن رو	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کوشن حفی ایاد*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گوتوند*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گچساران	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گرگان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گرگان- آشتیان	-	-	-	-	-	-	-	-	-

نام شهر	زاویه سایه‌بان	جهت پیچه	شمال	شمالی شرقی	۳۰ درجه	شمالی شرقی	۶۰ درجه	شمال غربی	۳۰ درجه
گرم‌سار- دارولیاد	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گلستان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گناباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گردیلوبوس	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گرگن- خیر	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گوشنهاوند	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لار- پلور	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لال‌خوارس	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لاهیجان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لتیان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لرگان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لیقوان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ماکو	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مرانقه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مرند	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مرودشت	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مسجدسلیمان	-	-	-	-	-	-	-	-	-

نام شهر	زاویه سایه‌بان	جهت پیچه	شمال	شمالی شرقی	۳۰ درجه	شمالی شرقی	۶۰ درجه	شمال غربی	۳۰ درجه
مشهد	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مشیران	-	-	-	-	-	-	-	-	-
طابیر	-	-	-	-	-	-	-	-	-
موجان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مهدان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مهرگرد	-	-	-	-	-	-	-	-	-
میاندوآب	-	-	-	-	-	-	-	-	-
میانه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
میرجاوه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
میمه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مناب*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نائین	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نصف ایاد	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نظرن	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نورآباد ممسنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نوژیان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نوشهر	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ردیف	نام شهر	سایه‌بان زاوية	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۰۵	تبریز	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۰۶	بیشاپور	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۰۷	ورامن	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۰۸	ورزننه	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۰۹	ولدانگ	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۰	هفت تبه	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۱	همدان-نوزه	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۲	همگن	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۳	همند-بلسرد	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۴	هوتن	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۵	هویزه	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال
۲۱۶	بیزد	نام شهر	جهت پنجده	شمال	شمال شرقی	درجه ۳۰	شمال غربی	درجه ۶۰	شمال غربی	غروب	درجه ۱۲۰	چوب غربی	چوب درجه ۱۵۰	چوب	چوب درجه ۱۵۰	چوب شرقی	درجه ۱۲۰	چوب شرقی	شرق	شمال شرقی	درجه ۶۰	شمال

## پیوست ۱۱

### روش‌های محاسبه پل‌های حرارتی

#### پ-۱۱۱ علل بروز پل‌های حرارتی

پل حرارتی، به‌طوری کلی دو گونه است: (ص ۲۶۶)

- پل حرارتی خطی، یا دو بعدی، که با ضریب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  به واحد  $[W/(m \cdot K)]$  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. (ص ۲۶۶)
- پل حرارتی موضعی، یا سه بعدی، که با ضریب انتقال حرارت نقطه‌ای  $\chi$  به واحد  $[W/K]$  تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال کف طبقه به دو دیوار متعامد پوسته خارجی. (ص ۲۶۶)

لازم به ذکر است در صورت استفاده از روش تجویزی و موازنهای، نیازی به محاسبه پل‌های حرارتی نیست، زیرا در مقادیر مربوط به مقاومت حرارتی (روش تجویزی) و ضریب انتقال حرارت (روش موازنهای) اثر پل‌های حرارتی در نظر گرفته شده است؛ ولی در موارد زیر لازم است انتقال حرارت (خطی) از پل‌های حرارتی پوسته خارجی ساختمان نیز محاسبه گردد. (ص ۲۶۷)

#### پ-۲۱۲ محاسبه طول پل‌های حرارتی پوسته خارجی

در صورتی که عایق کاری حرارتی یکپارچه و بدون انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، تعیین اثر پل‌های حرارتی الزامی نیست و می‌توان انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان را با مبنای قرار دادن ابعاد خارجی محاسبه کرد. در این صورت، پل‌های حرارتی قبل چشم پوشی خواهند بود. اما اگر ابعاد داخلی اجزای پوسته ساختمان مبنای کار در محاسبات قرار گرفته باشد، فقط لازم است ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای متقاطع ایجاد کننده پل حرارتی به میزان ۱۰ درصد افزایش یابد. (ص ۲۶۸)

#### جدول پ-۱۱۱-۱ ضرایب افزایشی معادل اثر پل‌های حرارتی، براساس ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای پوسته خارجی (ص ۲۶۹)

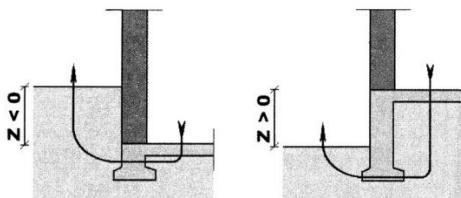
ضریب افزایش	ضریب انتقال حرارت [W/m <sup>2</sup> .K]
۳,۵۰	۰,۲۹
۲,۹۳	۰,۳۹ و ۰,۳۰
۲,۴۵	۰,۴۹ و ۰,۴۰
۲,۱۶	۰,۶۹ و ۰,۵۰
۱,۸۳	۰,۹۹ و ۰,۷۰
۱,۵۸	۱,۴۹ و ۱,۰۰
۱,۳۹	۱,۹۹ و ۱,۵۰
۱,۲۹	۲,۴۹ و ۲,۰۰
۱,۲۳	۲,۵۰ و بیش از

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

پ ۴-۱۱ ۱ کف‌های زیرین مجاور خاک

پ ۱۱-۱-۱ کف روی خاک بدون عایق حرارتی

در مواردی که دیوار و کف ساختمان فاقد هرگونه عایق حرارتی است، ضرایب انتقال حرارت خطی، در محل اتصال دیوار به کف روی خاک، بر حسب اختلاف ارتفاع بین کف سازی داخل و محوطه سازی خارج از ساختمان ( $Z$ )، با استفاده از جدول پ ۱۱-۲ تعبیین می‌گردد. (ص ۲۷۰)



شکل پ ۲-۱۱ حالات مختلف اختلاف تراز کف داخلی و محوطه ساختمان

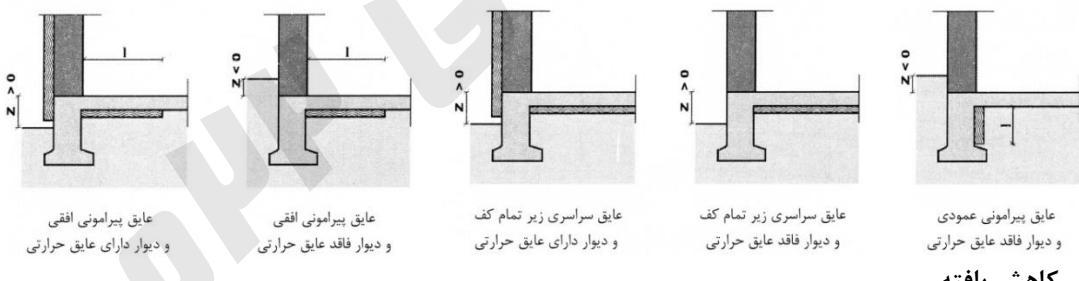
جدول پ ۱۱-۲ ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک (ص ۲۷۱)

$\Psi$ به $[W/m.K]$	$Z$ به متر
.	کمتر از -۶.۰۰
۰.۲۰	از -۴.۰۵ تا -۴.۰۰
۰.۴۰	از -۲.۵۵ تا -۲.۵۰
۰.۶۰	از -۱.۸۵ تا -۲.۵۰
۰.۸۰	از -۱.۳۵ تا -۱.۸۰
۱.۰۰	از -۰.۷۵ تا -۱.۲۰
۱.۲۰	از -۰.۴۵ تا -۰.۷۰
۱.۴۰	از -۰.۲۵ تا -۰.۴۰
۱.۷۵	از +۰.۲۰ تا +۰.۲۰
۲.۱۰	از +۰.۴۰ تا +۰.۲۵
۲.۳۵	از +۰.۴۵ تا +۱.۰۰
۲.۵۵	از +۱.۰۵ تا +۱.۵۰

مبث ۱۹

پ ۱۱-۱-۲ کف روی خاک با عایق حرارتی

شکل پ ۱۱-۳ حالات مختلف عایق کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع شده در محل تلاقي دیوار و کف (ص ۲۷۲)

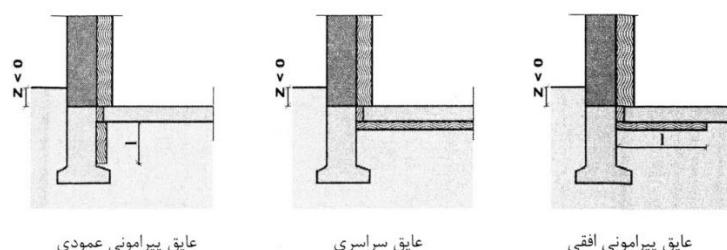


عایق حرارتی کاهش یافته  
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق حرارتی کاهش یافته

در برخی موارد، عایق کاری دیوار در محل تلاقي با کف، با ضخامت کمتر و با حفظ ضخامت اصلی دیوار، در بخش زیر کف اجرا می‌شود. البته در هیچ نقطه‌ای مقاومت حرارتی عایق کاری نباید کمتر از  $0.20 m^2.K/W$  باشد. در این شرایط، ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از مقادیر جدول پ ۱۱-۳ و با کسر مقادیر جدول پ ۱۱-۴ به دست می‌آید. (ص ۲۷۴)

شکل پ ۱۱-۴ حالات مختلف عایق کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش یافته (ص ۲۷۴)



عایق پیرامونی افقی

عایق سراسری

عایق پیرامونی عمودی

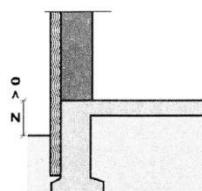
جدول پ ۱۱-۴ مقادیر کاهش  $\Psi$  در حالت عایق حرارتی کاهش یافته (ص ۲۷۴)

[W/m.K] $\Psi$	Z (متر)
۰/۰۰	-۰/۴۵ کمتر از یا مساوی با
۰/۰۵	-۰/۲۵ و بین -۰/۴۰ و
۰/۱۰	-۰/۲۰ بیشتر از یا مساوی با

## عایق حرارتی یکسره

در صورت ادامه یافتن عایق حرارتی از خارج، تا روی شالوده، ضریب انتقال حرارت خطی، بسته به مقاومت عایق حرارتی و اختلاف تراز داخل و خارج، با استفاده از مقادیر جدول پ ۱۱-۳ و کسر مقادیر ارائه شده در جدول پ ۱۱-۵، به دست می‌آید.

شکل پ ۱۱-۵ عایق کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی (ص ۲۷۵)

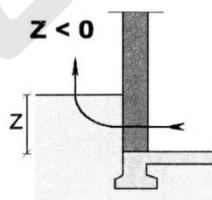
جدول پ ۱۱-۵ مقادیر کاهش  $\Psi$  در حالت عایق حرارتی یکسره [W/(m.K)] (ص ۲۷۵)

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

## پ ۱۱-۶ دیوارهای مجاور خاک

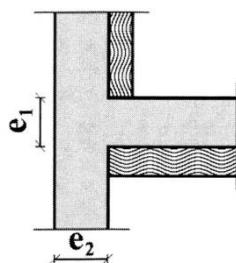
ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول پ ۱۱-۶ تعیین می‌گردد. (ص ۲۷۵)

شکل پ ۱۱-۶ انتقال حرارت خطی دیوار مجاور خاک (ص ۲۷۵)



پ ۱۱-۷ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل نشده اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بتونی دارای عایق از داخل ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال دیوار بتونی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف  $e_1$  و ضخامت دیوار  $e_2$  و با مقادیر جدول پ ۱۱-۷ تعیین می‌گردد. (ص ۲۷۷)

شکل پ ۱۱-۷ اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بتونی دارای عایق از داخل (ص ۲۷۷)



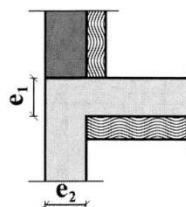
جدول پ-۱۱-۷ ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [ $W/(m \cdot K)$ ] (۲۷۷ ص)

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

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

ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج به ضخامت کف  $e_1$  و ضخامت دیوار  $e_2$  بستگی دارد و با مقادیر جدول پ-۱۱-۸ تعیین می‌گردد. (۲۷۷ ص)

شکل پ-۱۱-۸ اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بنایی دارای عایق از داخل (۲۷۷ ص)



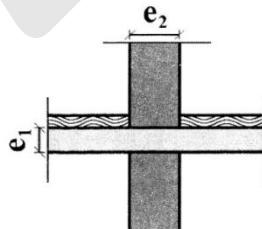
جدول پ-۱۱-۸ ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [ $W/(m \cdot K)$ ] (۲۷۸ ص)

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

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  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 پ-۱۱-۹ تعیین می‌گردد. (۲۷۸ ص)

شکل پ-۱۱-۹ اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی (۲۷۸ ص)



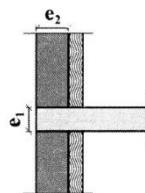
جدول پ-۱۱-۹ ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل [ $W/(m \cdot K)$ ] (۲۷۸ ص)

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

پ-۱۱-۴ اتصالات متداول سقفهای میانی

ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال سقفهای میانی طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف  $e_1$  و ضخامت دیوار  $e_2$  بستگی دارد و با مقادیر جدول پ-۱۱-۹ تعیین می‌گردد. (۲۷۹ ص)

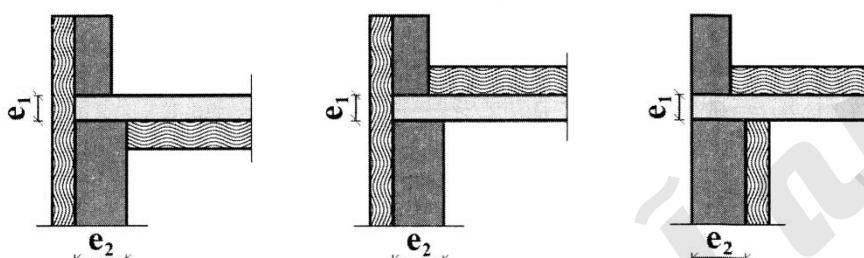
شکل پ-۱۰-۱۱ اتصالات متداول سقف‌های میانی (ص ۲۷۹)



شکل پ-۱۱-۵ 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 مشخص شده در شکل پ-۱۱-۱)، بسته به ضخامت سقف  $e_1$  و ضخامت دیوار  $e_2$ ، با مقادیر جدول پ-۹-۱۱ تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت. (ص ۲۷۹)

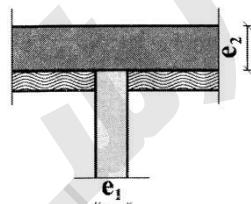
شکل پ-۱۱-۶ برخی حالت‌های عایق کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند. (ص ۲۷۹)



شکل پ-۱۱-۷ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی

ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  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 پ-۱۰-۱۱ تعیین می‌گردد.

شکل پ-۱۱-۸ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی (ص ۲۷۹)

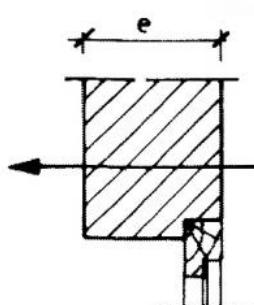

 جدول پ-۱۱-۱۰ ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل  $[W/(m \cdot K)]$  (ص ۲۸۰)

$e_1$ (cm)	$e_2$ (cm)
۲۵,۰	۲۲,۵
۲۰,۰	۱۷,۵
۱۵,۰	۱۲,۵
۱۰,۰	۷,۰
۷,۰	۴,۰
۴,۰	۲,۰
۲,۰	۱,۰
۱,۰	۰,۵
۰,۵	۰,۳
۰,۳	۰,۲
۰,۲	۰,۱
۰,۱	۰,۰۵

شکل پ-۱۱-۹ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر

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

شکل پ-۱۱-۱۰ بازشوهای همباد داخل در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن (ص ۲۸۰)

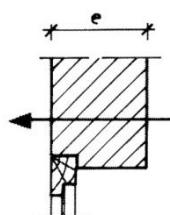


جدول پ-۱۱ ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [ $W/(m.K)$ ] (ص ۲۸۰)

ضریب انتقال حرارت دیوار $e$ (cm)	۱۹۰ تا	۱۶۵ تا	۱۴۰ تا	۱۱۵ تا	۰۹۰ تا	۰۶۵ تا	۰۴۰ تا
۰۱۳ تا ۲۰	۰۱۲	۰۱۲	۰۱۱	۰۱۰	۰۰۸	۰۰۷	۰۰۷
۰۱۶ تا ۲۵	۰۱۵	۰۱۴	۰۱۳	۰۱۲	۰۱۰	۰۰۸	۰۰۸
۰۱۹ تا ۳۰	۰۱۸	۰۱۷	۰۱۶	۰۱۴	۰۱۲	۰۰۹	۰۰۹
۰۲۱ تا ۳۵	۰۲۰	۰۱۹	۰۱۸	۰۱۶	۰۱۴	۰۱۰	۰۱۰

بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

شکل پ-۱۴ بازشوای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن (ص ۲۸۱)



مبث ۱۹

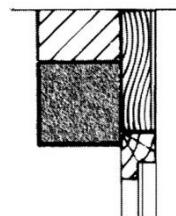
جدول پ-۱۲ ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [ $W/(m.K)$ ] (ص ۲۸۱)

ضریب انتقال حرارت دیوار $e$ (cm)	۱۹۰ تا	۱۶۵ تا	۱۴۰ تا	۱۱۵ تا	۰۹۰ تا	۰۶۵ تا	۰۴۰ تا
۰۲۰ تا ۲۰	۰۱۹	۰۱۸	۰۱۷	۰۱۵	۰۱۳	۰۱۰	۰۱۰
۰۲۴ تا ۲۵	۰۲۳	۰۲۲	۰۲۰	۰۱۹	۰۱۶	۰۱۳	۰۱۳
۰۲۹ تا ۳۰	۰۲۸	۰۲۶	۰۲۴	۰۲۲	۰۱۹	۰۱۵	۰۱۵
۰۳۳ تا ۳۵	۰۳۲	۰۳۰	۰۲۸	۰۲۵	۰۲۲	۰۱۷	۰۱۷

بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی  $\Psi$  اتصال بازشوای همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت جدار  $e$ ) برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. (ص ۲۸۱)

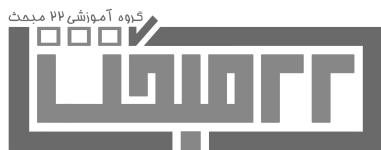
شکل پ-۱۵ بازشوای همباد با عایق حرارتی دیوار (ص ۲۸۱)



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

# فصل ۳

بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۹)



صرف جویی در مصرف انرژی

## بخش مقدماتی

بررسی سوالات طبقه‌بندی شده بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

- ۱) بام تخت، بنا به تعریف ارایه شده در مبحث مربوط به صرفه جویی انرژی عبارتست از:
- الف) پوشش نهایی هر قسمت از ساختمان که شبیبی کمتر از ۱۲ درجه نسبت به سطح افق دارد.
  - ب) پوشش نهایی هر قسمت از ساختمان که شبیبی کمتر از ۱۱ درجه نسبت به سطح افق دارد.
  - ج) پوشش نهایی هر قسمت از ساختمان که شبیبی کمتر از ۱۰ درجه نسبت به سطح افق دارد.
  - د) گزینه های الف و ب صحیح می باشند.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۲-۱۹، تعریف بام تخت، صفحه ۹

گزینه ج صحیح است.

- ۲) تفاوت بین پوسته خارجی ساختمان و پوسته فیزیکی ساختمان در چیست؟

- الف) پوسته فیزیکی فقط در برگیرندهٔ فضاهای کنترل نشده نمی باشد.
- ب) پوسته فیزیکی ساختمان می تواند از هر دو طرف در تماس با فضاهای داخلی ساختمان باشد.
- ج) پوسته خارجی ساختمان همان پوسته فیزیکی ساختمان می باشد.
- د) پوسته خارجی ساختمان در برگیرندهٔ فضای کنترل نشده نمی باشد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، تعاریف صفحه ۱۱

گزینه د صحیح است.

- ۳) واحدی که بر اساس دما و زمان، برای برآورد مصرف انرژی در اوقات سرد سال به کار می رود:

- ب) دمای متوسط زمستانه نام دارد.
- د) دمای متوسط روزانهٔ زمستانی نام دارد

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، تعاریف صفحه ۱۷

گزینه ج صحیح است.

- ۴) عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می شود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا مساوی ..... و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از ..... باشد.

- الف)  $0.45 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{w} - 0.055 \text{ w}/\text{m} \cdot \text{k}$
- ب)  $0.45 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{w} - 0.065 \text{ w}/\text{m} \cdot \text{k}$
- ج)  $0.45 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{w} - 0.06 \text{ w}/\text{m} \cdot \text{k}$

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۲-۱۹ (عایق حرارت)، صفحه ۲۴

گزینه ب صحیح است.

۵) در پوسته خارجی یک ساختمان مسکونی، عایق حرارتی استفاده شده است. ضریب هدایت حرارت و همچنین مقاومت حرارتی این چه مقدار می باشد؟

الف) کمتر یا مساوی  $0.065 \frac{m^2 \cdot K}{W}$  - مساوی یا بیشتر  $0.065 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

ب) کمتر یا مساوی  $0.065 \frac{W}{m \cdot K}$  - کمتر یا مساوی  $0.065 \frac{W}{m \cdot K}$

ج) کمتر یا مساوی  $0.065 \frac{W}{m \cdot K}$  - کمتر یا مساوی  $0.065 \frac{W}{m \cdot K}$

د) کمتر یا مساوی  $0.065 \frac{W}{m \cdot K}$  - مساوی یا بیشتر  $0.065 \frac{W}{m \cdot K}$

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۲-۱۹، صفحه ۲۴

گزینه د صحیح است.



۶) عایق های حرارتی قابل استفاده در ساختمان مطابق تعاریف مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان باید حد اکثر دارای چه ضریب هدایت حرارتی باشد؟

الف)  $0.085 W/m \cdot k$       ب)  $0.065 W/m \cdot k$       ج)  $0.043 W/m \cdot k$

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۱۹، عایق حرارت، صفحه ۲۴

گزینه ب صحیح است.



۷) عایق حرارتی به کمک کدامیک از گزینه های زیر اطلاق می شود؟

الف) عایقی که مقاومت حرارتی آن با بیشتر از  $0.065 \frac{m^2 \cdot K}{W}$  باشد.

ب) عایقی که ضریب هدایت حرارتی آن کمتر یا مساوی  $0.065 W/m \cdot k$  باشد.

ج) گزینه های الف و ب

د) عایقی که ضریب هدایت حرارتی آن بیش تر از  $0.065 W/m \cdot k$  باشد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۱۹، صفحه ۲۴

توضیح: عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می شود که دارای ضریب هدایت کمتر یا مساوی

$0.065 W/m \cdot k$  و مقاومت حرارتی آن مساوی یا بیشتر  $0.065 \frac{m^2 \cdot K}{W}$  باشد.

گزینه ج صحیح است.



۸) در محدوده آسایش حرارتی و رطوبتی حدود چند درصد از ساکنان یا استفاده کنندگان، در آن احساس آسایش دارند؟

الف) ۷۵      ب) ۲۰      ج) ۸۰      د) ۹۰

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۲۷، تعریف محدوده آسایش حرارتی



گزینه ج صحیح است.

- ۹) اگر مقاومت حرارتی یک لایه عایق حرارتی ( $m^2 K/W$ )  $1/6$  باشد و ضریب هدایت آن  $[W/m.K]$   $0.05$  باشد ضخامت لایه عایق حرارتی چند سانتیمتر خواهد بود؟

(الف) ۸ سانتیمتر      (ب) ۳ سانتیمتر      (ج) ۳۲ سانتیمتر      (د) ۰.۸ متر

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، تعاریف صفحه ۲۷ و ۲۸

توضیح: نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن را مقاومت حرارتی لایه عایق حرارتی گویند.

$$R = \frac{d}{\lambda} \Rightarrow d = R \cdot \lambda = 0.05 \times 0.8 = 0.04 m = 4 cm$$

گزینه الف صحیح است.

- ۱۰) کدام یک از موارد زیر جزو عوامل ویژه اصلی گروه بندی ساختمان ها از نظر مصرف انرژی نمی باشد؟

(ب) گونه بندی شهر محل استقرار

(د) گونه بندی از نظر سطح زیربنا

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۲۸، بند ۲-۲-۱۹

گزینه ب صحیح است.

- ۱۱) مساحت سالن اجتماعات یک هتل  $200$  متر مربع است محاسبات حرارتی هتل و سالن اجتماعات آن ها باید:
- (الف) به صورت یکپارچه انجام پذیرد.

(ب) به صورت مستقل انجام پذیرد.

(د) بر مبنای سالن اجتماعات سایر قسمت های هتل انجام پذیرد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۱-۲-۱۹، صفحه ۲۹

توضیح: اگر برخی از فضاهای ساختمان به صورت مداوم و از برخی دیگر به صورت منقطع استفاده شود، نوع استفاده از بخش بزرگتر ملاک تصمیم گیری در مورد کل ساختمان است، مگر بخش یا بخش های کوچکتر بیش از  $150$  متر مربع باشد در این صورت لازم است محاسبات حرارتی هر بخش به صورت مستقل صورت پذیرد.

گزینه ب صحیح است.

- ۱۲) ساختمان آموزشی، با نمایشگاهی به مساحت  $200$  متر مربع به لحاظ مقررات ملی مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی به کدام گروه از گونه بندی کاربری ساختمان تعلق دارد؟

(الف) نوع کاربری ج      (ب) نوع کاربری ب      (ج) نوع کاربری ج و نوع کاربری ب      (د) نوع کاربری الف و ب

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۲-۲-۱۹، صفحه ۲۹

توضیح: در صورتی که بخش یا بخش هایی از ساختمان با مساحت بیش از ۱۵۰ مترمربع و با کاربری متفاوت از کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگتر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب گردد، لازم می باشد که برای هر بخش گروه بندی جدگانه در نظر گرفته شود و مقررات خاص مربوط به آن گروه بندی رعایت گردد.

در صفحه ۸۱ و همچنین طبق جدول پیوست ۴: ساختمان آموزشی دارای کاربری نوع (ب) و نمایشگاه با مساحت ۲۰۰ مترمربع دارای کاربری نوع (ج) می باشد.

گزینه ج صحیح است.

(۱۳) یکی از شرایط لازم که موجب استفاده بهتر از انرژی خورشیدی در ساختمان می شود عبارت است از:

۱) وجود موانع تابش نور خورشید به ساختمان تا زاویه ۳۰ درجه نسبت به افق.

۲) دارا بودن نیاز قالب سرمایی.

۳) وجود موانع تابش نور خورشید به ساختمان تا زاویه ۳۵ درجه نسبت به افق

۴) دارا بودن جدارهای نورگذر در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی به نحوی که مساحت آن بیش از یک نهم زیربنای مفید ساختمان باشد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۲-۲-۱۹، صفحه ۳۰

گزینه د صحیح است.

(۱۴) ساختمانی به مساحت ۱۸۰ مترمربع واقع در شهرکرد دارای زاویه رویت ۳۰ درجه از سطح نورگذر جنوبی خود است در صورتی که این ساختمان می تواند بهره مند از انرژی خورشیدی تلقی شود که سطح پنجره آن:

الف) بیش از ۱۵ متر مربع باشد.

ب) کمتر از ۱۵ مترمربع باشد.

ج) بیش از ۲۰ متر مربع باشد.

د) کمتر از ۲۰ متر مربع باشد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۳، بند ۴-۱-۲-۲-۱۹، صفحه ۳۰

توضیح: مطابق پیوست ۳، شهرکرد نیاز به انرژی گرمایی متوسط داشته و زاویه رویت سطح نور گذر آن در جهت جنوبی کمتر از ۳۵ درجه است، پس باید سطح نورگذر آن در جهت مذکور بیش از یک نهم سطح مفید ساختمان باشد تا ساختمان بهره مند از انرژی خورشیدی تلقی شود.

$$\frac{A_h}{9} = \frac{180 \text{ cm}^2}{9} = 20 \text{ m}^2$$

گزینه ج صحیح است.

(۱۵) آیا ساختمانی در اهواز با زیربنای مفید ۹۰۰ مترمربع که جدارهای نورگذر آن در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی ۹۸ مترمربع است، برای بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی واجد شرایط است؟

۱) بلی بسیار مناسب است در صورتی که سطح جدارهای نورگذر گفته شده بیش از ۱۰۰ مترمربع باشد



- ۲) بله بسیار مناسب است در صورتی که مانعی در راه تابش نور خورشید به این ساختمان نباشد.
- ۳) این ساختمان دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی است.
- ۴) بله بسیار مناسب است در صورتی که سطح جدارهای نورگذر گفته شده  $101\text{ مترمربع}$  و با زاویه  $25^\circ$  درجه مانعی در برابر تابش نداشته باشد.

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۴-۱-۲-۲-۱۹، صفحه ۳۰

**گزینه ج صحیح است**



۱۶) جهت گیری از انرژی خورشیدی در چه صورتی انجام می‌شود؟

- الف) ساختمان در مناطق گرم و مرطوب باشد.
- ب) ساختمان دارای سطوح نورگذر در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از  $\frac{1}{4}$  سطح مفید ساختمان ( $A_h$ ) باشد.
- ج) ساختمان در مناطق با نیاز سرمایی زیاد باشد.
- د) هیچکدام

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۴-۱-۲-۲-۱۹، صفحه ۳۰

**توضیح:** در صورتی که ساختمان دارای نیاز سرمایی نباشد و سطوح نورگذر در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک نهم سطح مفید ساختمان ( $A_h$ ) باشد و همچنین موانع در برابر تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه ای کمتر از  $25^\circ$  درجه (نسبت به افق) دیده می‌شود.

**گزینه ب صحیح است.**



۱۷) کدام تعریف زیر شامل ساختمان‌های با استفاده منقطع می‌شود؟

- الف) ساختمان‌های غیرمسکونی که استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه‌ای که در هر شبانه روز، دست کم ۵ ساعت در روند استفاده وقفه بیفتند و بتوان کنترل دما در محدوده متعارف زمان اشغال فضاهای را متوقف کرد.
- ب) استفاده از ساختمان (با تصرف یکسان)، به گونه‌ای که در هر شبانه روز، دست کم ۵ ساعت در روند استفاده وقفه بیفتند و بتوان کنترل دما در محدوده متعارف زمان اشغال فضاهای را متوقف کرد.
- ج) استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن با تصرف یکسان)، به گونه‌ای که در هر شبانه روز، دست کم ۵ ساعت در روند استفاده وقفه بیفتند و بتوان کنترل دما در محدوده متعارف زمان اشغال فضاهای را متوقف کرد.
- د) ساختمان‌های غیرمسکونی، به گونه‌ای که در هر شبانه روز، در روند استفاده وقفه بیفتند و بتوان کنترل دما در محدوده متعارف زمان اشغال فضاهای را متوقف کرد.

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۵-۱-۲-۲-۱۹، صفحه ۳۰

**گزینه الف صحیح است.**



- ۱۸) در صورتیکه بخواهیم با استفاده از روش کارکردی (یا عملکردی) ساختمان ۱۰۰۱ متری یک کتابخانه را در شهر یزد طراحی نماییم ضریب انتقال حرارت بام در تماس با هوای آزاد (خارج) باید از چه مقداری کمتر باشد؟
- الف)  $1/6W/m^2.k$       ب)  $0/4W/m^2.k$       ج)  $0/8W/m^2.k$       د) محدودیتی ندارد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱۹-۲-۲-۱۹، صفحه ۳۱

گزینه د صحیح است.

- ۱۹) برای محاسبه عایق کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان مسکونی به مساحت کل ۱۹۲۰ مترمربع که ملزم به صرفه جویی کم در میزان مصرف انرژی است، از چه روش و یا روش هایی می توان استفاده کرد؟

- الف) فقط تجویزی در صورتیکه فقط بخش محدودی با تصرف اداری را نیز شامل باشد.  
 ب) فقط کاربردی  
 ج) تجویزی و کاربردی  
 د) فقط تجویزی

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱۹-۳-۲-۱-۱-۱ صفحه ۳۸

توضیح: طبق بند، با روش کاربردی می توان در مورد تمام ساختمانها و با روش تجویزی برای ساختمان های مسکونی ۱ تا ۹ طبقه، با زیربنای مفید زیر ۲۰۰۰ مترمربع.

گزینه ج صحیح است.

- ۲۰) در جدارهای جانبی ساختمان و در محل درز انقطاع؟

- الف) در صورتی که فضای ساختمان مجاور کنترل شده باشد، نیازی به عایق کاری حرارتی آن جداره ها نیست.  
 ب) در صورتی که فضای ساختمان مجاور کنترل شده باشد، عایق کاری حرارتی با ضریب  $0/5$  لازم می باشد.  
 ج) در صورتی نیاز به عایق کاری حرارتی نیست که فاصله درز انقطاع کمتر از ۵ سانتیمتر باشد.  
 د) در هر صورت نیاز به عایق کاری حرارتی می باشد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۴۸، بند ۱۹-۴-۲-۵، قسمت الف

گزینه الف صحیح است.

- ۲۱) دمای هوای داخل فضاهای در محل حضور افراد باید در اوقات سرد (حداکثر)، اوقات گرم سال (حداقل) به ترتیب.....:

- الف) ۲۲ درجه سلسیوس، ۲۴ درجه سلسیوس  
 ب) ۲۰ درجه سلسیوس، ۲۸ درجه سلسیوس  
 ج) ۲۴ درجه سلسیوس، ۲۲ درجه درجه سلسیوس  
 د) ۲۸ درجه سلسیوس، ۲۰ درجه سلسیوس

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۵۸، بند ۱۹-۴-۳-۴، قسمت (الف)



گزینه الف صحیح است.



(۲۲) در ساختمان های ملزم به صرفه جویی زیاد انرژی حداقل مقاومت حرارتی ..... است.

- (الف) بام مجاور هوای خارج با عایق کاری میانی  $\frac{1}{2} m^2 \cdot k/W$
- (ب) دیوار مجاور فضای خارج با عایق حرارتی همگن  $\frac{1}{2} m^2 \cdot k/W$
- (ج) بام مجاور فضای خارج با عایق کاری خارجی  $\frac{1}{2} m^2 \cdot k/W$
- (د) دیوار و سقف مجاور فضای کنترل نشده  $1 m^2 \cdot k/W$

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، بند ۱۹-۵-۲-۱-۲-۵، قسمت (الف) و جدول ۱۹-۵-۱-۲-۵-۲ صفحه ۷۲ و قسمت (پ) و جدول ۱۹-۵-۳ صفحه ۷۴

توضیح:

با در نظر گرفتن ساختمان منطبق با بحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (Ec)، و ساختمان گروه ۱، پاسخ صحیح گزینه ۴ است.

گزینه د صحیح است.



(۲۳) ضریب انتقال حرارتی پنجره ای به ابعاد  $200 \times 150$  سانتیمتر و با بازشویی کشویی با مشخصات زیر چه مقدار می باشد؟

- نوع پروفیل: آلومینیومی حرارت شکن با مقطع  $35 \times 60$  میلیمتر با بالاترین گواهینامه فنی
- نوع شیشه: دو جداره با گاز آرگون  $85$  درصد و فاصله  $14$  میلیمتر با گسیلنندگی عمودی  $0/2$ .
- (الف)  $2/6 w/m^2 \cdot k$       (ب)  $2/7 w/m^2 \cdot k$       (ج)  $2/8 w/m^2 \cdot k$       (د)  $2/9 w/m^2 \cdot k$

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹ پیوست ۹، صفحه ۱۱۱ جدول ۲۶ و صفحه ۱۱۵ جدول ۲۸

توضیحات: ابتدا در جدول پ ۲-۹ طبق ضخامت لایه هوا  $14$  میلیمتر و نوع گسیلنندگی عمودی  $0/2$  به عدد  $1/7$  می رسیم. حال با توجه به جدول پ ۷-۹ صفحه ۲۳۹ و سطر  $1/7$  مربوط به پنجره کشویی به عدد  $2/7$  می رسیم.

چون قاب دارای بالاترین گواهینامه فنی است بیشترین مقدار ( $2/7$ ) ضریب انتقال حرارت قاب بازشو ( $U_{fr}$ ) در نظر گرفته می شود.

گزینه الف صحیح است.



(۲۴) در صورت استفاده از روش کارکردی در طراحی عایق کاری حرارتی ساختمان، در چک لیست انرژی ساختمان باید خلاصه اطلاعات در مورد ..... داده شود.

- (الف) مشخصات ضرایب انتقال
- (ب) ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع ساختمان
- (ج) مشخصات حرارتی مصالح و عایق مصرفی در ساختمان
- (د) مشخصات و روش های مورد استفاده برای طراحی عایق حرارتی پوسته ساختمان

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۳-۱۹، صفحه ۳۳ و بند ۲-۶-۱۹، صفحه ۱۲۰

گزینه ب صحیح است.

(۲۵) با روش کار کردی، در طراحی عایق حرارتی یک ساختمان، ضریب انتقال حرارت طرح ( $H$ ) بزرگتر از ضریب انتقال حرارت مرجع ( $\dot{H}$ ) به دست آمده است. در این صورت:

الف) با اصلاح مشخصات حرارتی جداره خارجی،  $H$  تا  $1/2 \dot{H}$  کاهش می یابد.

ب) باید با اصلاح مشخصات حرارتی و یا مقادیر اجزای پوسته خارجی به کمتر یا مساوی  $\dot{H}$  کاهش یابد.

ج) تنها در صورتی که ضرایب  $H$  و  $\dot{H}$  برابر شوند محاسبات صحیح است.

د) ضریب  $H$  باید همواره از ضریب  $\dot{H}$  بیشتر باشد و محاسبات صحیح است.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۲-۶-۱۹، صفحه ۱۲۳

گزینه ب صحیح است.

(۲۶) در مشخص کردن حداکثر انتقال حرارت مجاز از پوسته خارجی ساختمان، در شرایط پایدار و به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین هوای داخل و خارج:

۱) مساحت کل درهای در تماس با خارج از طرف داخل ساختمان محاسبه می شود.

۲) می توان در مناطق دارای نیاز گرمایی زیاد از ضرایب کاهش دهنده استفاده کرد.

۳) مساحت کل سطوح در تماس با فضای کنترل نشده از طرف خارج ساختمان محاسبه می شود.

۴) مساحل کل درهای در تماس با خارج از طرف خارج ساختمان محاسبه می شود.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۲-۶-۱۹، صفحه ۱۲۳

گزینه الف صحیح است.

(۲۷) به منظور محاسبه ضریب انتقال حرارتی طرح، محاسبه مساحت خالص دیواری که میان یک اتاق خواب و یک پاسیو قرار گرفته است؟

الف) ابعاد دیوار جدا کننده دو فضا ملاک عمل است.

ج) ابعاد داخلی اتاق ملاک عمل است.

ب) ابعاد پاسیو ملاک عمل است.

د) ابعاد داخلی اتاق و پاسیو ملاک عمل است.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۱۲۳، بند ۱-۲-۶-۱۹

گزینه چ صحیح است.



۲۸) چنانچه ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی به دست آمده، به ترتیب بر حسب واحدهای  $w/m^2 \cdot kw/m^2 \cdot k$ ,  $w/m \cdot k$  باشند، کدامیک از گزینه ها ترتیب متراffد صحیح است؟

- الف) کف در تماس با خاک، جدار نورگذر، در
- ب) جدار نورگذر، کف در تماس با خاک، کف طبقات
- ج) در، کف در تماس با خاک، کف در تماس با هوا
- د) دیوار، دیوار خارجی، دیوار کنترل نشده

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۲-۶-۱۹، تعاریف مقادیر فیزیکی، صفحه ۱۲۴

توضیح: ضرایب بر حسب  $W/m^2 \cdot k$  داده شده است، غیر لز  $\hat{U}_p$  که بر حسب  $W/m \cdot K$  است با توجه به متن و توضیحات بالا می توان ترتیب واحدها و واحد آن ها را پیدا کرد.

گزینه الف صحیح است.

۲۹) در صورتی که جدار پوسته خارجی ساختمان یا بخشی از آن فاقد عایق حرارتی باشد، اگر عایق حرارتی همگن باشد، در محاسبه جرم مفید سطحی جدار، ..... جرم آن جدار در نظر گرفته می شود.

- الف) دو برابر
- ب) یک دوم
- ج) یک سوم
- د) دو سوم

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پ-۱-۲-۱، صفحه ۱۷۴

گزینه ب صحیح است.

۳۰) با توجه به راهنمای بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان در صورتی که سقف بین طبقات یک ساختمان جرم سطحی برابر ۴۷۵ کیلوگرم بر مترمربع داشته باشد، جرم موثر سقف ..... کیلوگرم بر مترمربع در نظر گرفته خواهد شد.

- الف) ۱۵۰
- ب) ۴۷۵
- ج) ۳۰۰
- د) ۴۰۰

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند پ-۲-۱-۴، صفحه ۱۷۵

توضیح: جدارهای داخل فضای کنترل شده ساختمان: در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده است کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی موثر مساوی با جرم سطحی جدار است، در غیر این صورت، جرم سطحی موثر مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می شود.

گزینه ج صحیح است.

۳۱) یک بیمارستان در به با زیربنای ۱۰۰۰ مترمربع به لحاظ صرفه جویی در مصرف انرژی جزء کدام گروه ساختمانی قرار می گیرد؟

- الف) گروه ۳
- ب) گروه ۱
- ج) گروه ۲
- د) گروه ۴

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۳، صفحه ۷۱

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پ ۲-۴، صفحه ۱۹۱ و جدول پیوست ۳ صفحه ۱۸۷ و جدول پ ۱-۴ صفحه ۱۹۰

**توضیح:**

ابتدا مطابق جدول صفحه ۱۹۰ نوع کاربری مشخص می شود، بیمارستان جزء نوع کاربری (الف) محسوب می شود حال طبق جدول صفحه ۱۸۷، درجه انرژی بهم را مشخص می کنیم که جزء متوسط محسوب می شود. در نهایت طبق جدول صفحه ۱۹۱ با توجه به اینکه گونه بندی ساختمان نوع الف و درجه انرژی بهم متوسط است، و زیر بنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع است، پس از نظر میزان صرفه جویی جزء گروه ۲ محسوب می شود.

گزینه ج صحیح است.



(۳۲) یک ساختمان اداری با زیربنای ۱۰۰۰ مترمربع واقع در شهر مشهد از نظر میزان صرفه جویی با مصرف انرژی جزء کدام گروه می باشد؟

- (الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پ ۲-۴، صفحه ۱۹۱ و جدول پیوست ۳ صفحه ۱۸۷ و جدول پ ۱-۴ صفحه ۱۹۰

**توضیح:**

ابتدا مطابق جدول صفحه ۱۹۰ نوع کاربری مشخص می شود، ساختمان اداری جزء نوع کاربری (ب) محسوب می شود حال طبق جدول صفحه ۱۸۷، درجه انرژی مشهد را مشخص می کنیم که جزء متوسط محسوب می شود. در نهایت طبق جدول صفحه ۱۹۱ با توجه به اینکه گونه بندی ساختمان نوع ب و درجه انرژی مشهد متوسط است، و زیر بنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع است، پس از نظر میزان صرفه جویی جزء گروه ۳ محسوب می شود.

گزینه ج صحیح است.



(۳۳) یک شعبه بانک ملی در شهر تهران با سطح زیربنای ۷۵۰ مترمربع قرار دارد. گروه ساختمان مذکور را از نظر مصرف انرژی تعیین نمائید؟

- (الف) ۴ ب) ۳ ج) ۱ د) ۲

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پ ۲-۴، صفحه ۱۹۱ و جدول پیوست ۳ صفحه ۱۸۱ و جدول پ ۱-۴ صفحه ۱۹۰

**توضیح:**

ابتدا مطابق جدول صفحه ۱۹۰ نوع کاربری مشخص می شود، شعبه بانک جزء نوع کاربری (ب) محسوب می شود حال طبق جدول صفحه ۱۸۱، درجه انرژی تهران را مشخص می کنیم که جزء متوسط محسوب می شود. در نهایت طبق جدول صفحه ۱۹۱ با توجه به اینکه گونه بندی ساختمان نوع ب و درجه انرژی تهران متوسط و زیر بنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع است، از نظر میزان صرفه جویی جزء گروه ۳ محسوب می شود.

گزینه ب صحیح است.



(۳۴) ساختمانی مسکونی با گونه بندی کاربری ساختمان نوع «الف» با نیاز انرژی بالا از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی در کدام گروه ساختمان قرار می‌گیرند؟

- د) گروه چهار      ب) گروه سه      ج) گروه یک

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پیوست ۴، صفحه ۱۹۱

**گزینه ب صحیح است.**

(۳۵) کدامیک از عوامل زیر در تعیین گروه بندی کاربری ساختمان در مبحث ۱۹ صحیح می‌باشد؟

الف) نوع تداوم استفاده از ساختمان در طول شبانه روز

ب) شدت اختلاف دمای احتمالی داخل ساختمان

ج) اهمیت ثبیت دمای داخل ساختمان در یک شبانه روز

د) نوع تداوم ساختمان در طول سال و در طول مدت شبانه روز

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۴، بند پ ۱-۴، پارagraf ابتدایی، صفحه ۱۹۰

**گزینه د صحیح است.**

(۳۶) حداقل دمای تنظیم شده داخل فضاهای توسط تاسیسات مکانیکی برای مناطق مرطوب در اوقات گرم سال

چند درجه ی سلسیوس است؟

ب) ۲۸ درجه سلسیوس

الف) ۲۵ درجه سلسیوس

د) ۲۰ درجه سلسیوس

ج) ۲۱ درجه سلسیوس

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پ ۵-۱ صفحه ۱۹۴

**گزینه الف صحیح است.**

(۳۷) کدام یک از گزینه های زیر صحیح نیست؟

الف) ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع بر اساس اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی تعیین می‌گردد.

ب) در جهت ساده سازی طراحی، نمی‌توان از محاسبه‌ی دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده صرف نظر کرد.

ج) در صورت طراحی به روش تجویزی، نیاز به محاسبه پل‌های حرارتی نیست، زیرا اثر پل‌ها در مقادیر مقاومت حرارتی ارائه شده منظور شده است.

د) مقدار انتقال حرارت از جدارهای فضای کنترل نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند پ ۱-۶، صفحه ۲۰۶

**توضیح:**

طبق بند ۱-۶-۱۹ صفحه ۱۲۳، گزینه (۱) صحیح است.

طبق بند پ ۱-۱۱ صفحه ۲۶۷، گزینه (۳) صحیح است.

طبق بند پ-۶-۱ صفحه ۲۰۶، گزینه (۴) صحیح است.

گزینه ب صحیح است.

- (۳۸) چرا در محاسبات به روش کارکردی باید ضریب کاهش برای فضاهای کنترل نشده را محاسبه کرد؟
- الف) زیرا اختلاف دمای فضای کنترل نشده و داخل با فضای خارج مشابه است.
  - ب) زیرا اختلاف دمای فضای کنترل نشده و خارج بسیار زیاد است.
  - ج) زیرا مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است.
  - د) زیرا انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل نشده بیشتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۶ بند پ-۶، صفحه ۲۰۶

گزینه ج صحیح است.

- (۳۹) مساحت خالص جدار بین فضای کنترل نشده و فضای کنترل شده در پوسته خارجی ساختمان:
- الف) با ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده رابطه مستقیم دارد.
  - ب) با ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده رابطه معکوس دارد.
  - ج) در تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده تاثیری ندارد.
  - د) هیچکدام

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۶ بند پ-۶، صفحه ۲۰۶

توضیح:

$$\tau = \frac{\sum A_e U_e}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i}$$

$\tau$  : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده  $[m^\circ]$

$U_e$  : ضریب انتقال خالص جدار بین فضای کنترل نشده و خارج  $[W/m^\circ \cdot K]$

$A_i$  : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل نشده و فضای کنترل شده  $[m^2]$

با توجه به رابطه فوق  $\tau$  با  $U_i$  رابطه معکوس دارد.

گزینه ب صحیح است.

- (۴۰) ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر چه عددی است؟

- الف) ۰/۵
- ب) یک
- ج) بستگی به ضخامت جداره دارد

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۶، صفحه ۲۰۶

گزینه ب صحیح است.

(۴۱) ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر با چه مقداری است؟

۱)

۱/۵

۰/۲۵

ب)

ج)

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۶ بند پ ۱-۶، صفحه ۲۰۶ و ۲۰۷

گزینه د صحیح است.

(۴۲) ضریب هدایت حرارت موثر کدامیک از مصالح زیر کمتر است؟

ب) چوب سنگین

الف) صفحات سیمانی

د) سنگ آهکی خیلی نرم

ج) پلی استایرن منبسط شده

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۷، جداول صفحات ۲۰۹ الی ۲۱۹

گزینه ج صحیح است.

(۴۳) کدام یک از گزینه ها در مورد ترتیب مقاومت حرارتی مصالح زیر از کم به زیاد صحیح است؟

الف- رزین پلی استر با وزن مخصوص  $1400 \text{ kg/m}^3$ ب- بتون ساخته شده با تراشه های چوب و سیمان با وزن مخصوص خشک  $650 \text{ kg/m}^3$ پ- بتون سبک دانه بدون ماسه و با عیار سیمان کم با وزن مخصوص خشک  $700 \text{ kg/m}^3$ 

الف) ب- الف- پ      ب) پ- ب- الف      ج) الف- پ- ب      د) پ- الف- ب

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱-۱-۲-۳-۱۹ صفحه ۳۸ و پیوست ۷، جداول صفحه ۲۱۰ تا ۲۱۹

توضیح: مقاومت حرارتی مصالح با ضریب هدایت حرارت آنها رابطه عکس دارد.

طبق جدول پیوست ۷، ضرایب هدایت حرارت موارد فوق به صورت زیر است... (رزین پلی استر صفحه ۹۰ برابر  $0/19$ ) و

(بتون ساخته شده با تراشه های چوب و سیمان صفحه ۸۹ برابر  $0/16$ ) و (بتون سبکدانه بدون ماسه و با عیار سیمان کم

صفحه ۸۸ برابر  $0/25$ )

گزینه د صحیح است.

(۴۴) کدام گزینه ضریب هدایت حرارتی مصالح را از زیاد به کم صحیح نشان می دهد؟

الف) سنگ گرانیت- بتون- کاشی و سفال- خشت و گل- چوب

ب) بتون- سنگ گرانیت- کاشی و سفال- خشت و گل- چوب

ج) سنگ گرانیت- بتون- خشن و گل- کاشی و سفال- چوب

د) بتون- سنگ گرانیت- کاشی و سفال- چوب- خشت و گل

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۷، جداول صفحه ۲۱۰ تا ۲۱۹

توضیح: به ترتیب ضرایب هدایت حرارت مصالح بصورت زیر می باشد: سنگ گرانیت  $2/80$ ، بتون:  $2$ ، خشت و گل:  $1/1$ ، سفال

و کاشی:  $1/04$ ، چوب:  $0/23$  پس در نتیجه گزینه ج صحیح می باشد.



گزینه ج صحیح است.

۴۵) مقاومت حرارتی کدام یک از مصالح زیر بیشتر است؟

(۱) سیلیکون خمیری با وزن مخصوص خشک کمتر از ۱۴۵۰ کیلوگرم در متر مکعب

(۲) گچ انود داخلی با وزن مخصوص خشک کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

(۳) سفال با وزن مخصوص خشک ۱۰۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

(۴) صفحه سیمانی سلولزی با وزن مخصوص خشک ۱۱۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۲-۱۹ صفحه ۲۷ و پیوست ۷ صفحه ۲۰۹ تا ۲۱۹ و بند ۱-۲-۳-۱۹ صفحه ۳۸

توضیح: توجه شود که سوال مقاومت حرارتی را خواسته است و طبق تعریف مقاومت حرارتی، ضریب هدایت حرارت با مقاومت حرارتی رابطه عکس دارد بنابراین کمترین ضریب هدایت حرارت، برابر بیشترین مقاومت حرارتی خواهد بود

گزینه د صحیح است.

۴۶) ضریب هدایت موثر گچ و خاک چقدر می باشد؟

الف)  $0.18 \text{ (W/m.k)}$ ب)  $0.30 \text{ (W/m.k)}$ ج)  $0.35 \text{ (W/m.k)}$ 

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پیوست ۷، صفحه ۲۱۹

گزینه ب صحیح است.

۴۷) اگر جهت جریان حرارت رو به پایین و زاویه لایه هوا به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر نسبت به سطح افقی ۴۵ درجه باشد، مقاومت حرارتی این لایه هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی معادل است با .....؟

الف) مقاومت حرارتی لایه دیوار از جنس آجر توپر و به ضخامت  $10/5$  سانتیمترب) مقاومت حرارتی لایه دیوار از جنس آجر سوراخ دار و به ضخامت  $10/5$  سانتیمترج) مقاومت حرارتی لایه دیوار از جنس بلوک سفالی و به ضخامت  $10/5$  سانتیمترد) مقاومت حرارتی لایه دیوار از جنس آجر توپر و به ضخامت  $5/5$  سانتیمتر

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، مطابق جدول پ ۲-۸، صفحه ۲۲۳، و جدول پ ۶-۸، صفحه ۲۲۵

گزینه ج صحیح است.

۴۸) در شیشه های دو جداره که در پوسته خارجی ساختمان و به صورت عمودی، در منطقه با نیاز سرمایی زیاد قرار دارند .....؟

الف) پوشش کم گسیل باید بر روی سطح خارجی شیشه ای که با هوای خارج در تماس است قرار گیرد.

- ب) پوشش کم گسیل باید در جداره داخلی شیشه ای که با هوای داخل در تماس است قرار گیرد.
- ج) پوشش کم گسیل باید بر روی سطح خارجی شیشه ای که با هوای داخل در تماس است قرار گیرد.
- د) پوشش کم گسیل باید در جداره داخلی شیشه ای که با هوای خارج در تماس است قرار گیرد.

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، ادامه بند پ ۹-۱ و شکل پ ۹-۱ صفحه ۲۳۳

**توضیح:**

برای آنکه مجموعه شیشه های کم گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم گسیل در مناطق با نیاز گرمایی زیاد روی سطح ۳ (شکل ۸، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایه یی زیاد روی سطح ۲ قرار گیرد (شکل ۸-۸). سمت چپ).

**گزینه د صحیح است.**



(۴۹) در شیشه های دو جداره ی صد درصد پرشده با هوای ضریب مقاومت حرارتی با افزایش ضخامت لایه هوا چه نسبتی دارد؟

- الف) کاهش می یابد
- ب) با افزایش ضخامت لایه هوا به صورت خطی افزایش می یابد.
- ج) فقط در صورتی که دو لایه شیشه ضخامت های متفاوت داشته باشد به صورت خطی افزایش می یابد.
- د) افزایش به صورت خطی (با ضریب یکسان) ندارد.

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۹- جدول پ ۹-۱ صفحه ۲۳۴

**گزینه د صحیح است.**



(۵۰) در صورتی که مشخصات حرارتی قاب پنجره ها در گواهی نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارتی قاب فلزی با قطع حرارتی و ضریب انتقال حرارتی قاب پی وی سی به ترتیب چقدر در نظر گرفته می شود؟

$$(1) \frac{1}{5}w/(m.k) - \frac{3}{5}w/(m.k)$$

$$(2) \frac{2}{5}w/(m.k) - \frac{5}{5}w/(m.k)$$

$$(3) \frac{5}{5}w/(m.k) - \frac{2}{5}w/(m.k)$$

$$(4) \frac{2}{5}w/(m.k) - \frac{3}{5}w/(m.k)$$

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند پ ۹-۲-۲، صفحه ۲۳۶

**گزینه د صحیح است.**



(۵۱) در صورت استفاده از شیشه دو جداره و شرایط یکسان از نظر ابعاد و سایر ویژگی ها، اگر قاب پنجره ها همه از نوع ساده و همگن باشند، ضریب هدایت حرارتی موثر  $[W/(m.K)]$  قاب کدام پنجره از انواع دیگر بیشتر است؟

- الف) آهنی      ب) آلومینیومی      ج) UPVC      د) چوبی

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۲۱۹ بند ۱۴، صفحه ۲۳۶ بند پ ۹-۲-۲

با توجه به بند پ ۲-۹ صفحه ۲۳۶، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب های بازشوی فلزی با شرایط یکسان، بیشتر از قاب های P.V.C و چوبی است و طبق بند ۱۴ پیوست ۷ صفحه ۲۱۹، ضریب هدایت حرارت موثر فولاد و آلومینیوم به ترتیب ۵۲ و ۲۳۰ بر حسب  $[W/(m.K)]$  می باشند.

گزینه ب صحیح است.

۵۲) ضریب انتقال حرارت «در تمام شیشه» با شیشه تک جداره برابر است با چند  $K \cdot W/m^2$  است؟

۳/۵

۳/۳

۴

۵/۸

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۲۴۷، جدول پ ۱۰-۹

گزینه الف صحیح است.

۵۳) در کدام شهر توصیه می شود علاوه بر رعایت زوایای مشخص شده سایه بان ها در مقررات ملی، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود؟

د) بندر لنگه

ج) اهواز

ب) بم

الف) جزیره قشم

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، شکل پ ۱-۱۰ صفحه ۲۵۰ و بند پایانی صفحه ۲۵۱ و جداول صفحه ۲۵۲ الی ۲۶۴ طبق توضیحات ذیل شکل ۹، صفحه ۱۲۴، مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، «در شهرهای اندیمشک- ایرانشهر- بندردیر- بندرعباس- بندرلنگه- بن سیدان- بوشهر- تاشکویه گله گاه- تنگ پنج- جاسک- جزیره خارک- جیرفت- چابهار- حاجی آباد بندرعباس- دزفول- شمعون- شوش- شوستر- کوتیان صفائی آباد- میناب و هفت تپه، با توجه به عمق زیاد سایه بان، توصیه می شود ضمن رعایت زوایای سایه بان، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود.»

گزینه د صحیح است.

۵۴) در کدامیک از شهرهای زیر، توصیه می شود ضمن رعایت زوایای سایه بان، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود؟

ب) ملایر، آباده، آمل

الف) اندیمشک، دزفول، هفت تپه

د) پل کله، اصفهان، اهواز

ج) جزیره قشم، بیجار، بندرانزلی

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند پ ۱۰، پاراگراف پایانی، صفحه ۲۵۱

توضیح: در شهرهای مشخص شده توسط ستاره با توجه به اینکه عمق زیاد سایبان ها به ایجاد سایه بر روی نما و پنجره کمک می کند می توان با زاویه های ارائه شده حداکثر استفاده از این مزیت جهت طراحی نما و سایبان استفاده شود.

گزینه الف صحیح است.



۵۵) در شهر ارومیه نیاز انرژی ساختمان ..... و زاویه مناسب سایبان عمودی برای پنجره به جهت جنوب است.

- ب) متوسط - ۵۰ درجه
- الف) کم - ۱۵ درجه غربی
- د) گرمایش متوسط - ۵۰ درجه
- ج) زیاد - ۳۰ درجه غربی

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، صفحه ۱۷۹، ردیف ۱۸ و صفحه ۲۵۳، ردیف ۱۸

ابتدا از جدول نیاز انرژی شهر ارومیه را پیدا می کنیم که زیاد است حالا با استفاده از جدول صفحه ۲۵۳ زاویه مورد نظر را پیدا می کنیم.

**گزینه ج صحیح است.**



۵۶) در شهرهای آباده و بم به ترتیب زاویه مناسب برای سایه بان افقی پنجره های نمای غربی چند درجه است؟

- ۱) ۳۴ درجه - ۵۰ درجه
- ۲) سایه بان افقی مناسب نیست - ۵۰ درجه
- ۳) ۳۴ درجه - سایه بان افقی مناسب نیست ۴) ۵۵ درجه - سایه بان افقی مناسب نیست.

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، پیوست ۱۰ و جداول صفحه ۲۵۲ و ۲۵۴

**گزینه ج صحیح است.**



۵۷) اگر بخواهیم در سمت جنوبی ساختمانی در شهر مشهد از سایبان استفاده کنیم بهترین حالت و زاویه قرارگیری سایبان نسبت به پنجره چه مقدار می باشد؟

- الف) عمودی ۶۰ درجه
- ب) افقی ۵۵ درجه
- ج) افقی ۶۵ درجه
- د) عمودی ۵۵ درجه

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، جدول پیوست ۱۰، صفحه ۲۶۳

توضیح: در مورد زوایای سایبان های مورد استفاده بهترین حالت زاویه ۶۵ درجه نسبت به افق می باشد.

**گزینه ج صحیح است.**



۵۸) در ساختمانی که عایق حرارتی آن به صورت یکپارچه انجام نشده است، نتیجه محاسبات ضریب انتقال حرارت سطحی پوسته در محل اتصال برخی جداره ها، به ترتیب اعداد ۰/۳۵، ۰/۵۷ و ۱/۲۴ را نشان می دهد. به جای محاسبه پل های حرارتی، به منظور تسريع و ساده سازی محاسبات کدام ضرایب افزایش را به ترتیب پیشنهاد می کنید؟

- الف) ۱/۵۸، ۲/۴۵، ۲/۹۳
- ب) ۱/۵۸، ۲/۱۶، ۲/۹۳
- ج) ۱/۸۳، ۲/۹۳، ۳/۵۰
- د) ۱/۳۵، ۲/۱۶، ۲/۴۵

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، جدول پ ۱-۱۱، صفحه ۲۶۹

**گزینه ب صحیح است.**

(۵۹) اتصال کف طبقه به دو دیوار متعامد پوسته خارجی چه نوع پل حرارتی محسوب می شود؟

- الف) پل حرارتی موضعی
- ب) پل حرارتی خطی
- ج) پل حرارتی دو بعدی
- د) پل حرارتی محسوب نمی شود

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۱۱، بند ۱-۱۱، صفحه ۲۶۶

گزینه الف صحیح است.

(۶۰) در عایقکاری حرارتی یکپارچه، چنانچه در محاسبه مقادیر اجزای پوسته خارجی، ابعاد داخلی ساختمانی ملاک عمق قرار گیرند، فقط لازم است ضریب انتقال حرارت سطحی جداره های متقطع ایجاد کننده پل های حرارتی:

- ب) ۱۰ درصد افزایش یابد
- د) ۲/۹۳ برابر کاهش یابد.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، صفحه ۲۶۷ و ۲۶۸، بند پ ۱۱-۲

گزینه ب صحیح است.

(۶۱) در صورتی که کف سازی زیرزمین بدون عایق حرارتی انجام شده باشد و تراز کف زمین ۱۷۰ سانتی متر پائین تر از تراز محوطه مجاور دیوار زیرزمین باشد ضریب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک چقدر است؟

- الف) ۰/۸  $w/m.k$
- ب) ۰/۲  $w/m.k$
- ج) ۱/۴  $w/m.k$
- د) ۰/۶  $w/m.k$

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند پ ۱-۱-۴-۱۱ صفحه ۲۷۰ و جدول پ ۱۱-۲-۱۱ صفحه ۲۷۱

توضیح: چون ارتفاع ۱۷۰ طبق جدول ۳۳ بین (از ۱/۸ تا ۱/۲۵) است، پس ضریب انتقال ۰/۸ می باشد.

گزینه الف صحیح است.

(۶۲) کدام جمله زیر صحیح است؟

الف) ضرایب انتقال حرارت خطی  $\parallel$  اتصال بازشوهای غیر همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت دیوار e) برابر یک در نظر گرفته می شود.

ب) ضرایب انتقال حرارت خطی  $\perp\!\!\!\parallel$  اتصال بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت دیوار e) برابر یک در نظر گرفته می شود.

ج) ضرایب انتقال حرارت خطی  $\parallel$  اتصال بازشوهای غیر همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت دیوار e) برابر صفر در نظر گرفته می شود.



د) ضرایب انتقال حرارت خطی  $\psi$  اتصال بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت دیوار ۵) برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، بند ۱۱-۴-۷، بازشوهای همباد عایق حرارتی دیوار، پیوست ۱۱، صفحه ۲۸۱

**گزینه د صحیح است.**

**۶۳) کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟**

الف) سلول‌های خورشیدی قابلیت انعطاف پذیری را از طریق چاپ بر روی ورقه‌های فلزی پیدا می‌کنند.

ب) پانل‌های منو کریستال پربازده ترین نوع سلول‌های خورشیدی می‌باشند.

ج) سلول‌های خورشیدی نانو کریستالین شامل یک ماتریس متخلخل از کریستال‌های اکسید تیتانیوم می‌باشد.

د) سلول‌های خورشیدی را می‌توان از طریق پوشاندن مستقیم یک لایه نازک شیشه به صورت هادی ساخت.

جواب: بر اساس کتاب راهنمای مبحث ۱۹، بند پ ۱۳-۲-۱۱، صفحه ۲۵۵

توضیح: سلول‌های فتوولتائیک را می‌توان توسط پوشاندن مستقیم یک لایه نازک (معمولًا شیشه) با نیمه هادی ساخت.

**گزینه د صحیح است.**

**۶۴) در صورت استفاده از یک پانل فتوولتائیک به ارتفاع  $1/5$  متر در داخل نما، اگر سرعت جریان هوا  $1 \text{ m/s}$  و فاصله‌ی بین دو پوسته‌ی نمای تهویه شونده  $1/0$  متر باشد تولید سالانه برق و گرما به ترتیب از راست به چپ چه مقدار می‌باشد؟**

ب)  $692 \text{ Kwh/m} - 123 \text{ Kwh/m}$

الف)  $331 \text{ Kwh/m} - 155 \text{ Kwh/m}$

د)  $123 \text{ Kwh/m} - 692 \text{ Kwh/m}$

ج)  $155 \text{ Kwh/m} - 331 \text{ Kwh/m}$

جواب: بر اساس کتاب راهنمای مبحث ۱۹، بند پ ۱۳-۲-۱۳، صفحه ۲۷۰

توضیح: در صورتی که سرعت جریان هوا  $1 \text{ m/s}$  و لایه بین دو نما به عرض  $1/0 \text{ m}$  باشد، در صورت استفاده از یک پانل فتوولتائیک به ارتفاع  $1/5 \text{ m}$  در خارج و در قسمت پایین نما، تولید سالانه گرما و برق به ترتیب  $155 \text{ Kwh}$  و  $331 \text{ Kwh}$  در هر متر پهنا خواهد بود هنگامی که، پانل فتوولتائیک در داخل نما قرار داده می‌شود، تولید گرما بیشتر از دو برابر می‌شود، تا  $692 \text{ Kwh}$  در حالتی که تولید برق  $20$  درصد افت پیدا می‌کنند یعنی تا  $123 \text{ Kwh/m}$  افت پیدا می‌کند.

**گزینه ب صحیح است.**

**۶۵) کدامیک از انواع دیوار سبز، نمای‌های سبز و یا دیوار زنده بر ضریب انتقال حرارت تاثیر گذارند؟**

الف) نمای‌های سبز

ب) دیوار زنده

د) هیچکدام

ج) دیوار سبز

جواب: بر اساس کتاب راهنمای مبحث ۱۹، بند ۱۹-۳-۵، صفحه ۶۳

**گزینه د صحیح است.**

## بنچش آزمون

بررسی سوالات آزمون مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان



۱) مقاومت گرمایی عایق گرمایی قابل استفاده در ساختمان باید دارای چه شرایطی باشد؟ ( TASİSAT MİKANİKİ - نظارت - آذر ۱۳۹۰ )

ب) کمتر از  $W/m^2 \cdot K / 0.065$

د) بیشتر از  $W/m^2 \cdot K / 0.065$

الف) کمتر از  $W/m^2 \cdot K / 0.05$

ج) برابر یا بیشتر از  $W/m^2 \cdot K / 0.05$

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، صفحه ۲۴

توضیح: تعریف عایق حرارت

**گزینه ج صحیح است.**

۲) ساختمانی در شهر تبریز، باید دارای چه ویژگی هایی باشد، تا دارای امکان بهره گیری مناسب از انرژی خورسیدی باشد: ( TASİSAT MİKANİKİ - نظارت - خرداد ۱۳۹۳ )

الف) مقاومت گرمایی، دیوارهای ساختمان حداقل  $W/m^2 \cdot K / 2$  باشد.

ب) مساحت جداره های نور گذر ساختمان در جهت جنوب بیش از یک نهم زیربنای مفید ساختمان باشد.

ج) مساحت جدارهای نور گذر ساختمان در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک نهم زیر بنای مفید ساختمان باشد و موانع تابش خورشید به ساختمان با زاویه کمتر از ۲۵ درجه نسبت به افق دیده شود.

د) سقف و دیوارهای ساختمان دانسیته کافی برای ذخیره انرژی ناشب از تابش خورشید داشته باشد.

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، بند ۱۹-۲-۱-۴، صفحه ۳۰

**گزینه ج صحیح است.**

۳) یک ساختمان اداری عمومی در شهر اصفهان قرار دارد و از سیستم چیلر و فن کویل با هوای تازه برای سرمایش آن استفاده می شود. حداقل دمای تنظیم ترموموستات اتاق ها باید چند درجه سلسیوس باشد؟ ( TASİSAT MİKANİKİ - نظارت - مهر ۱۳۹۸ )

(۱) ۲۲

(۲) ۲۵

(۳) ۲۴

(۴) ۲۸

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، بند ۱۹-۴-۳-۴ قسمت (الف)، صفحه ۵۸

**گزینه ب صحیح است**

۴) حداکثر دمای آب درون استخری با دمای کنترل شده چقدر باید باشد؟ ( TASİSAT MİKANİKİ - نظارت - شهریور ۱۳۹۵ )

ب) ۲۸ درجه سلسیوس

الف) ۳۰ درجه سلسیوس

د) ۴۰ درجه سلسیوس

ج) ۲۵ درجه سلسیوس

جواب: بر اساس کتاب بحث ۱۹، بند ۱۹-۴-۳-۸، صفحه ۶۱

گزینه ب صحیح است.

۵) ساختمانی یک طبقه و دارای سطح زیربنای مفید  $400\text{ m}^2$  می‌باشد. این ساختمان جدار داخلی نداشته و کف ساختمان روی خاک و بدون عایق است. همچنین مساحت کل دیوارهای خارجی  $220\text{ m}^2$  مترمربع می‌باشد. مساحت کف و سقف برابر سطح زیربنای ساختمان فرض می‌شود. جرم سطحی موثر بر واحد سطح زیربنای مفید ساختمان چقدر است؟ (جرم سطحی موثر تمام دیوارهای خارجی و سقف برابر  $200\text{ kg/m}^2$  می‌باشد).

(تاسیسات مکانیکی - نظارت - شهریور ۱۳۹۵)

- الف)  $40.5/5\text{ kg/m}^2$       (ب)  $423/5\text{ kg/m}^2$       (ج)  $460\text{ kg/m}^2$       (د)  $382/5\text{ kg/m}^2$

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹ بند پ-۲-۱-۲ و پ-۲-۲ صفحه ۱۷۴ و ۱۷۵

توضیح: مساحت دیواره ساختمان برابر  $220\text{ m}^2$  و مساحت کف و سقف هر کدام برابر  $400\text{ m}^2$  است. مطابق صفحه ۶۴ بند پ-۲-۱-۲ جرم سطحی موثر کف روی خاک که زمانیکه عایق نباشند برابر  $150\text{ kg/m}^2$  در نظر گرفته می‌شود. طبق رابطه داده شده در صفحه ۶۴ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را داریم:

$$M = \sum_{i=1}^{M} m_i A_i = (150 \times 400) + (200 \times 400) + (200 \times 220) = 184000\text{ kg.m}^2$$

$$m_a = \frac{M}{A_b} = \frac{184000}{400} = 460.$$

گزینه ج صحیح است.

۶) جرم سطحی جداری واقع در فضای کنترل شده ساختمان  $400\text{ m}^2$  کیلوگرم بر مترمربع است. برای تعیین گروه اینرسی - ساختمان جرم سطحی مؤثر این جدار چه مقدار باید در نظر گرفته شود؟ (تاسیسات مکانیکی - نظارت - آبان ۱۳۹۳)

- ب)  $200\text{ کیلوگرم بر مترمربع}$   
د)  $300\text{ کیلوگرم بر مترمربع}$

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، پیوست ۱ بند پ-۲-۱-۲، صفحه ۱۷۵

گزینه د صحیح است.

۷) ساختمان یک هتل با زیربنای  $3000\text{ m}^2$  در شهر اهواز از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی در کدام گروه ساختمان ها قرار می‌گیرد؟ (تاسیسات مکانیکی - نظارت - آذر ۱۳۹۰)

- الف) ۱      (ب) ۲      (ج) ۳      (د) ۴

جواب: بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پ-۲-۴، صفحه ۱۹۱ و جدول پیوست ۳ صفحه ۱۸۷ و جدول پ-۴-۱ صفحه ۱۹۰

توضیح:

ابتدا مطابق جدول صفحه ۱۹۰ نوع کاربری مشخص می شود، هتل جزء نوع کاربری (الف) محسوب می شود  
حال طبق جدول صفحه ۱۸۱ ، درجه انرژی اهواز را مشخص می کنیم که جزء زیاد محسوب می شود.  
در نهایت طبق جدول صفحه ۱۹۱ با توجه به اینکه گونه بندی ساختمان نوع الف و درجه انرژی اهواز زیاد و زیر بنای مفید  
بیش از ۲۰۰۰ متر مربع است، از نظر میزان صرف جویی جزء گروه ۱ محسوب می شود.

گزینه الف صحیح است.

۸) مدرسه‌ای با زیربنای ۲۰۰۰ مترمربع در شهر مشهد از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی جز چه گروهی است؟ (تاسیسات مکانیکی - نظارت - خرداد ۱۳۹۳)

الف) گروہ ۱      ب) گروہ ۲      ج) گروہ ۳      د) گروہ ۴

**جواب:** بر اساس کتاب مبحث ۱۹، جدول پ-۴، صفحه ۱۹۱ و جدول پیوست ۳ صفحه ۱۸۷ و جدول پ-۴

صفحه ۱۹۰

توضیح:

ابتداء مطابق جدول صفحه ۱۹۰ نوع کاربری مشخص می شود، مدرسه (ساختمان آموزشی) جزء نوع کاربری (ب) محسوب می شود

حال طبق جدول صفحه ۱۸۱ ، درجه انرژی مشهد را مشخص می کنیم که جزء متوسط محسوب می شود. در نهایت طبق جدول صفحه ۱۹۱ با توجه به اینکه گونه بندی ساختمان نوع ب و درجه انرژی مشهد، متوسط و زیر بنای ۲۰۰۰ متر مربع است، از نظر میزان صرفه جویی جزء گروه ۳ محسوب می شود.

گزینه ج صحیح است.

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ



## بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

در محل فلش برش انجام گردد.

شماره صفحه	عنوان زبانه	بند/فصل
۷	تعاریف، گونه‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌ها	۲-۱۹
۲۹	گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین کننده	۱-۲-۲-۱۹
۳۱	تعیین گروه ساختمان‌ها	۲-۲-۲-۱۹
۳۳	چک لیست انرژی	۱-۱-۳-۱۹
۳۸	شرایط لازم برای استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)	۱-۱-۲-۳-۱۹
۴۴	پوسته خارجی ساختمان	۲-۴-۱۹
۴۶	مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان	۳-۲-۴-۱۹
۵۴	تأسیسات مکانیکی	۳-۴-۱۹
۶۱	تأسیسات برقی	۴-۴-۱۹
۶۷	روش تجویزی	۵-۱۹
۷۲	راه حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۱	۲-۱-۲-۵-۱۹
۷۷	راه حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۲	۳-۱-۲-۵-۱۹
۸۲	راه حل‌های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه ۳	۴-۱-۲-۵-۱۹
۹۴	بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم‌های آب خنک	۲-۲-۳-۵-۱۹
۱۰۲	موتورهای برقی	۲-۴-۵-۱۹
۱۱۱	سیستم‌های کنترل روشنایی	۴-۸-۵-۱۹
۱۱۹	روش موازنه‌ای (کارکردی)	۶-۱۹
۱۲۳	محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع	۱-۲-۶-۱۹
۱۲۷	محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح (H)	۴-۲-۲-۶-۱۹
۱۲۹	ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک	۵-۲-۲-۶-۱۹
۱۳۳	ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو	۶-۲-۲-۶-۱۹
۱۳۷	ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سه	۷-۲-۲-۶-۱۹
۱۴۵	روش نیاز انرژی ساختمان	۷-۱۹
۱۴۹	شبیه‌سازی و انجام محاسبات	۲-۷-۱۹
۱۵۷	روش کارابی انرژی ساختمان	۸-۱۹

۱۷۳	روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان	پیوست ۲
۱۷۴	روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان	۲ پ
۱۷۵	گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن	۳-۲ پ
۱۷۸	گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه شهرها	پیوست ۳
۱۹۰	گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها	پیوست ۴
۱۹۱	تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی	۲-۴ پ
۲۰۵	روش محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت طرح	پیوست ۶
۲۰۶	محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده	۱-۶ پ
۲۰۹	ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول	پیوست ۷
۲۲۱	مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی	پیوست ۸
۲۳۱	ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها	پیوست ۹
۲۵۰	سايه‌بان‌ها	پیوست ۱۰
۲۶۶	روش‌های محاسبه پل‌های حرارتی	پیوست ۱۱
۲۷۰	تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) با استفاده از جداول و مقادیر از	۴-۱۱ پ