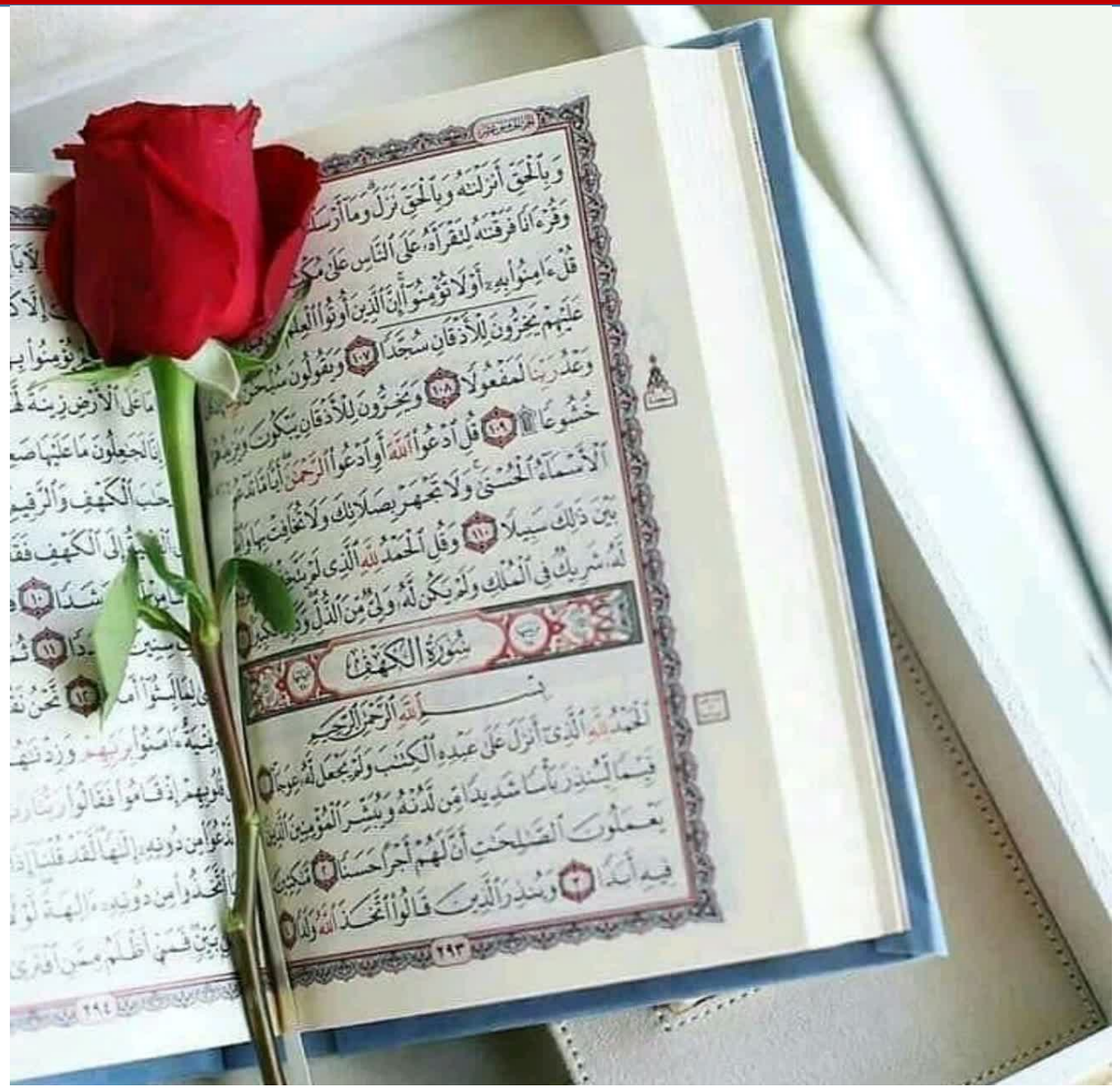
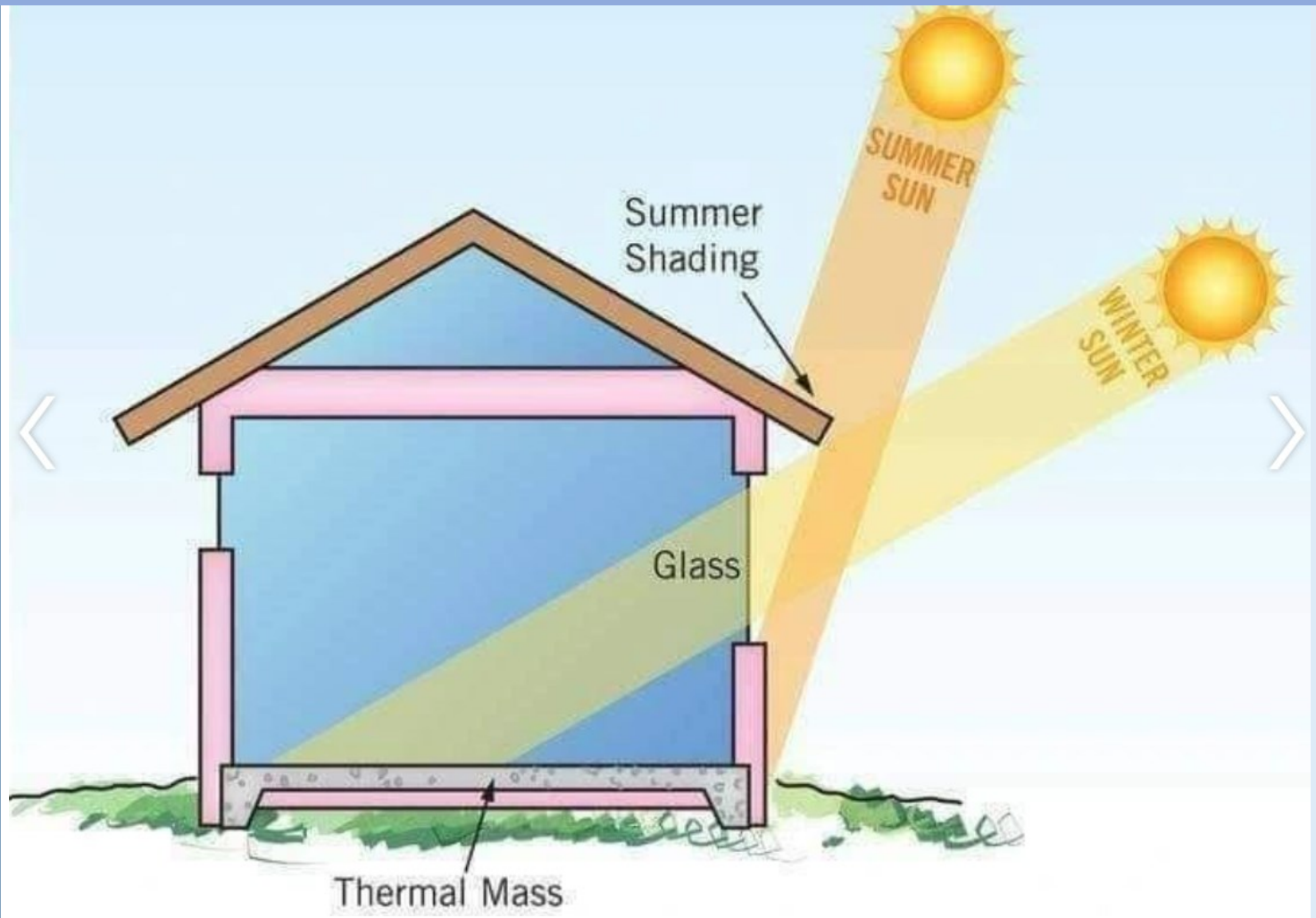
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



دوره: صرفه جویی در مصرف انرژی



صرفه جویی در مصرف انرژی

رشته مهندسی عمران

کد۳۶۴

صلاحیت نظارت

۱۶ ساعت

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دوره: صرفه جویی در مصرف انرژی

عنوان دوره: مبحث ۱۹ مقررات ملّی ساختمان - صرفه‌جویی در مصرف انرژی			**شماره دوره:** ۳۶۴
رشته: عمران	**صلاحیت:** نظارت	**صدور/تمدید/ارتقاء:** تمدید و ارتقاء	**پایه:** ۳ به ۲ یا ۲ به ۱
ردیف	**سرفصل‌ها(تئوری/عملی)**		
۱	بررسی قوانین، آئین‌نامه‌ها و ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها		
۲	آشنایی با کلیات و تعاریف		
۳	بررسی ضوابط اجباری		
۴	مقررات کلی طراحی و اجرا و بررسی چک‌لیست‌های انرژی و نحوه تکمیل چک لیست‌ها		
۵	معرفی روش‌های طراحی و الزامات آن‌ها		
۶	راهکارهای صرفه‌جویی در بخش‌های مربوط به تاسیسات برقی و مکانیکی		
۷	انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان (تعاریف، انواع و سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر)		
مدت زمان دوره(ساعت): ۱۶ ساعت			
منابع: مبحث ۱۹ مقررات ملّی ساختمان، راهنمای مبحث، منابع مرتبط			

مقررات ملّی ساختمان ایران مبحث نوزدهم صرفه جویی در مصرف انرژی

❑ فهرست مطالب:

۱- بررسی قوانین، آیین نامه ها و ضوابط صرفه جویی انرژی در ساختمان ها
۲- آشنایی با کلیات و تعاریف
۳- بررسی ضوابط اجباری
٤- مقررات کلی طراحی، اجرا و بررسی چک لیست ها انرژی و نحو تکمیل چک لیست ها
۵- معرفی روشهای طراحی و الزامات آنها
٦- راهکار های صرفه جویی در بخش های مربوط به تاسیسات برقی و مکانیکی
۷- انرژی های تجدیدپذیر در ساختمان (تعاریف، انواع و سیستمهای بر پایه انرژی های تجدید پذیر)

ویرایش چهارم مقررات مبحث ۱۹ سال ۱۳۹۹ در ۸ فصل و ۱۳ پیوست تنظیم شده است.

مقررات ملّی ساختمان ایران مبحث نوزدهم صرفه جویی در مصرف انرژی

❑ پیوست فهرست مطالب:

❑ پیوست ۱ – فهرست واژگان (معادل انگلیسی)
❑ پیوست ۲ – روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان
❑ پیوست ۳ – گونه بندی درجه بندی انرژی (گرمایی–سرمایی) سالانه شهرها
❑ پیوست ۴ – گونه بندی کاربری و گروه ساختمان ها
❑ پیوست ۵ – برنامه زمانی بهره برداری ساکنین و عملکرد تجهیزات
❑ پیوست ۶ – روش محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت طرح
❑ پیوست ۷ – ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول
❑ پیوست ۸ – مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
❑ پیوست ۹ – ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها
❑ پیوست ۱۰ – سایه بان ها
❑ پیوست ۱۱ – روش های محاسبه پل های حرارتی
❑ پیوست ۱۲ – اطلاعات تکمیلی در خصوص تأسیسات الکتریکی
❑ پیوست ۱۳ – استانداردها و آیین نامه های مرجع

ویرایش چهارم مقررات مبحث ۱۹ سال ۱۳۹۹ در ۸ فصل و ۱۳ پیوست تنظیم شده است.

تصویب نامه هیت وزیران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بر اساس تصویب هیأت وزیران ارائه گواهینامه پایان کار ساختمان های جدید از ابتدای سال ۱۴۰۲منوط به رعایت مبحث ۱۹مقررات ملی ساختمان می باشد و در غیر اینصورت گواهینامه پایان کار برای واحدهای مسکونی صادر نخواهد شد

جمهوری اسلامی ایران
رئیس جمهور

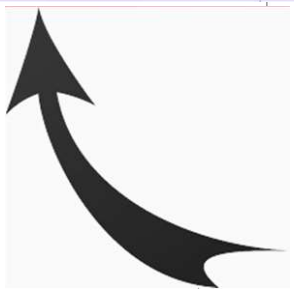
شماره ۹۳۸۷۶ ت/۵۷۹۲۶هـ
تاریخ ۱۴۰۰/۸/۲۴

مشمول افزایش گازبها و تعرفه برق معادل سی درصدی (۳۰٪) و بیست درصدی (۲۰٪) و از ابتدای سال ۱۴۰۳ ساختمان‌های موضوع بند (۵) مشمول افزایش گازبها و تعرفه برق معادل سی درصدی (۳۰٪) با رعایت بند (ب) ماده (۱) قانون هدفمند کردن یارانه - مصوب سال ۱۳۸۸- و اصلاحات بعدی آن خواهند شد.

ماده ۸- اعتبار مورد نیاز برای واپایش (کنترل) و نظارت بر ساختمان‌های موضوع بندهای (۲)، (۳) و (۵) این تصویب‌نامه هرساله از محل منابع و درآمدهای حاصل از فروش گاز به نام وزارت راه و شهرسازی در جدول مصارف تبصره (۱۴) لوایح بودجه سنواتی درج می‌گردد تا از طریق سازمان هدفمندی یارانه‌ها در اختیار آن دستگاه قرار گیرد.

محمد مخبر
معاون اول رئیس جمهور

رونوشت به دفتر مقام معظم رهبری، دفتر رییس‌جمهور، دفتر رییس قوه قضاییه، دفتر معاون اول رییس‌جمهور، دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام، معاونت حقوقی رییس‌جمهور، معاونت امور مجلس رییس‌جمهور، معاونت اجرایی رییس‌جمهور، دیوان محاسبات کشور، دیوان عدالت اداری، سازمان بازرسی کل کشور، معاونت قوانین مجلس شورای اسلامی، امور تدوین، تنقیح و انتشار قوانین و مقررات، کلیه وزارتخانه‌ها، سازمان ها و مؤسسات دولتی، نهادهای انقلاب اسلامی، روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران، دبیرخانه شورای اطلاع‌رسانی دولت و دفتر هیئت دولت ابلاغ می‌شود.



جمهوری اسلامی ایران
رئیس جمهور

شماره ۹۳۸۷۶ ت/۵۷۹۲۶هـ
تاریخ ۱۴۰۰/۸/۲۴

ماده ۲- دستگاه‌های اجرایی موضوع ماده (۵) قانون مدیریت خدمات کشوری موظفند به منظور کسب رده انرژی ذکر شده در مبحث (۱۹) مقررات ملی ساختمان (رده ای‌سی (EC))، نسبت به مطالعه، طراحی، اجرا، نظارت و بهره‌برداری بر رعایت این مبحث توسط شرکت‌های ذی‌صلاح برای ساختمان‌های جدیدالاحداث خود اقدام نمایند.

ماده ۳- وزارت راه و شهرسازی موظف است با بهره‌گیری از خدمات شرکت‌های ذی‌صلاح موضوع ماده (۴) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان - مصوب ۱۳۷۴- در چارچوب قوانین و مقررات، نسبت به واپایش (کنترل) و نظارت عالیه (موضوع ماده (۳۵) قانون مذکور) ساختمان‌های جدیدالاحداث بخش خصوصی به منظور اطمینان از رعایت کامل الزامات مبحث (۱۹) مقررات ملی ساختمان اقدام نماید. شرکت‌های یاد شده موظفند گزارش نظارت خود را به واحدهای ذی‌ربط وزارت راه و شهرسازی و شهرداری‌ها ارایه نمایند.

ماده ۴- ارایه پایان‌کار به ساختمان‌های جدیدالاحداث از ابتدای سال ۱۴۰۲ منوط به رعایت مبحث (۱۹) مقررات ملی ساختمان می‌باشد. به منظور آگاهی مردم از تلفات انرژی در ساختمان‌ها، وزارت کشور از طریق شهرداری‌ها موظف است از ابتدای سال ۱۴۰۱ نسبت به درج رده انرژی در گواهی پایان‌کار ساختمان‌های جدیدالاحداث و نصب پلاک گواهی انطباق آن در ورودی در ساختمان‌ها اقدام نماید. دستورالعمل اجرایی این

۱

دوره: صرفه جویی در مصرف انرژی

تاریخ : ۱۴۰۲/۰۲/۱۰
شماره: ۴۲۰/۱۷۶۲۰صادره
پیوست : دارد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

بسمه تعالی

مدیران کل محترم راه و شهرسازی استان‌ها

با سلام و احترام،

در راستای اجرای مفاد ماده ۲ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان برای ارتقای دانش فنی صاحبان حرفه‌ها در بخش ساختمان و در اجرای قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی- مصوب سال ۱۳۸۹- و همچنین تصویب‌نامه هیئت محترم وزیران به شماره ۵۷۹۲۶/ت۹۳۸۷۶ هـ مورخ ۱۴۰۰/۸/۲۴ با موضوع «ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها» و به استناد ماده ۱۵ شیوه‌نامه صدور، تمدید و ارتقاء پایه مهندسی به شماره ۱۱۸۷۸۲/۴۰۰ مورخ ۱۳۹۷/۹/۶ به پیوست جدول عناوین و سرفصل دوره‌های آموزشی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای تمدید و ارتقاء پایه پروانه اشتغال به کار مهندسی رشته‌های عمران، معماری، تاسیسات‌برقی و تاسیسات‌مکانیکی برای اجرا و اقدام لازم ابلاغ می‌گردد. با توجه به «ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها» و ضرورت رعایت کامل مفاد مبحث ۱۹ مقررات ملّی ساختمان (ویرایش چهارم ۱۳۹۹) در ساختمان‌های جدیدالاحداث و لزوم آشنایی مهندسان با ضوابط فنی مبحث مذکور، گذراندن دوره‌های آموزشی ابلاغی از ابتدای مردادماه سال ۱۴۰۲، به عنوان یکی از دوره‌های آموزشی ارتقاء پایه پروانه اشتغال به کار در هر یک از رشته‌های فوق‌الذکر و همچنین از ابتدای مهرماه سال ۱۴۰۲ برای تمدید پروانه در هر یک از رشته‌های فوق‌الذکر الزامیست.

لازم به ذکر است به منظور تسریع در برگزاری دوره‌های آموزشی مذکور تا اطلاع بعدی و تا زمان ابلاغ دوره آموزشی برای مدرسان، مدرسانی که دارای صلاحیت تدریس در دوره‌های آموزشی به شماره‌های ۳۱۲، ۳۱۴، ۱۱۲، ۱۱۳، ۴۱۴، ۴۱۷، ۵۱۳، ۵۱۶ می‌باشند، می‌توانند با هماهنگی کمیته آموزش و ترویج سازمان نظام مهندسی ساختمان استان و تایید اداره کل راه و شهرسازی استان، دوره‌های ابلاغ شده را تدریس نمایند. مدرسان مذکور می‌بایست در زمان تمدید پروانه اشتغال به کار خود با رعایت سقف ۴ دوره نسبت به درج صلاحیت تدریس دوره‌های آموزشی انرژی در پروانه اقدام نمایند.

جابر عاشوری فر
مدیر کل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

رونوشت:

جناب آقای دکتر عباسی اصل معاون محترم مسکن و ساختمان و قائم مقام وزیر در نهضت ملی مسکن جهت استحضار

جناب آقای دکتر شکیب رییس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان (شورای مرکزی) جهت آگاهی و ابلاغ به سازمان استان‌ها

۱

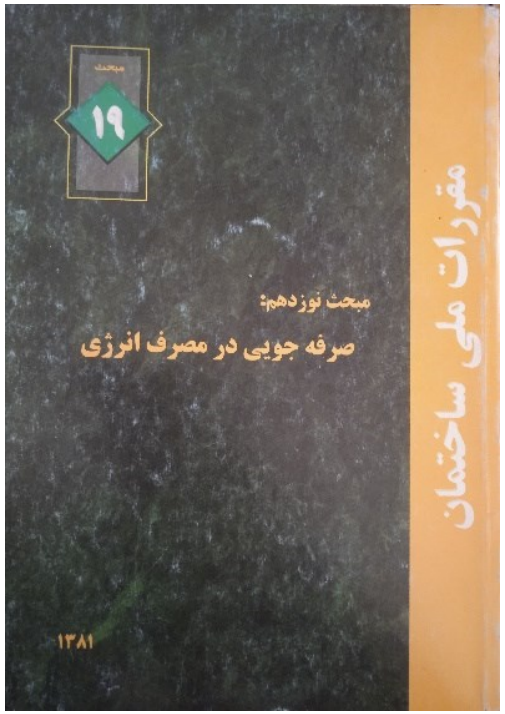
آدرس: میدان ارژانتین، بلوار افریقا، ارائی عباس آباد، ساختمان شهید دادمان، وزارت راه و شهرسازی (کدپستی: ۱۵۱۹۶۶۶۸۰۲) تلفن: ۹-۸۸۸۷۸۰۳۱
دورنگار: دبیرخانه وزارتی: ۸۸۸۷۸۰۴۵، دبیرخانه مرکزی: ۸۸۶۴۶۲۲۴ (نامه های فاقد مهر برجسته‌ی وزارت راه و شهرسازی از مرجعه اعتبار ساقط می باشد)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

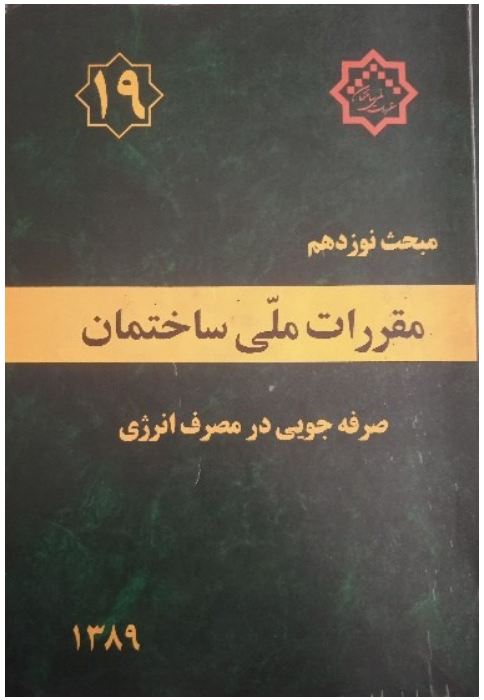
منابع و مراجع

❑ تاریخچه تدوین مبحث ۱۹ از دهه ۱۳۷۰ تا کنون

ویرایش اول -سال ۷۰



ویرایش دوم-سال ۸۱



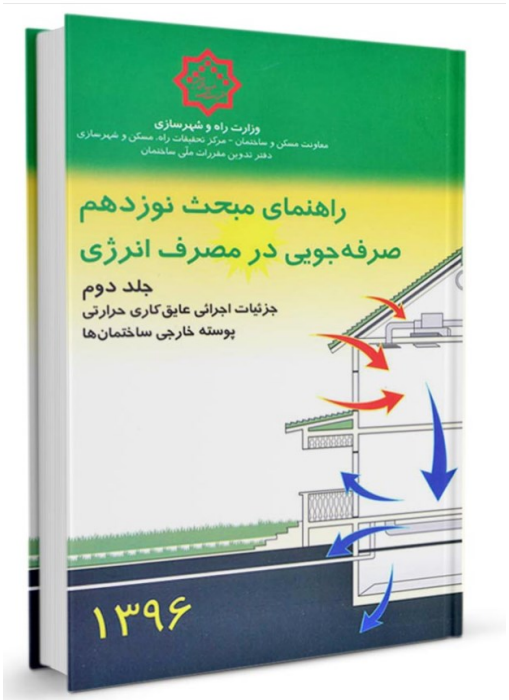
ویرایش سوم -سال ۸۹

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

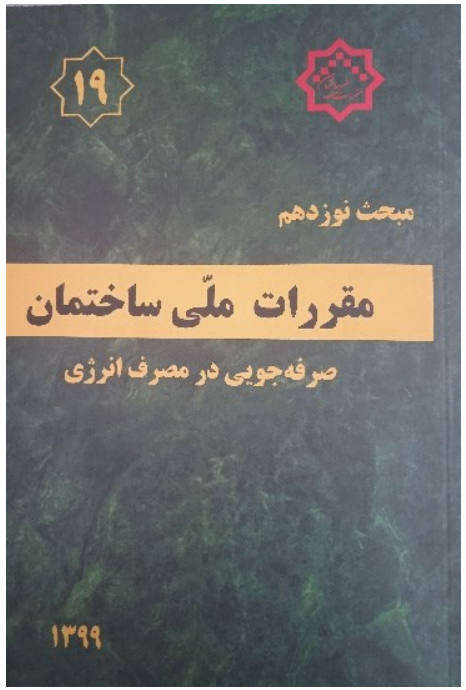
منابع و مراجع

❑ تاریخچه تدوین مبحث ۱۹ از دهه ۱۳۷۰ تا کنون

جلد اول راهنمای مبحث نوزدهم-سال ۹۲



جلد دوم راهنمای مبحث نوزدهم-سال ۹۶



ویرایش چهارم -سال ۹۹

نشریه ۷۱۴-سال ۱۴۰۱

فصل اول: کلیات

فصل اول
کلیات

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقدمه

مبحث ۱۹ : چرا ؟هدف؟

- بخش **ساختمان** با سهم ٤٠درصدی مصرف انرژی، بزرگترین بخش مصرف کننده انرژی نسبت به سایرمصرف کننده ها شامل حمل و نقل، صنعت،کشاورزی و ... است و بیش از ۱/۵درصد از گاز طبیعی تولیدی دنیا در ساختمان ایران می سوزد.

- با وجود سهم بزرگ مصرف انرژی در بخش ساختمان در کشور، متأسفانه اقدامات انجام شده در سال های اخیر اثربخشی مورد انتظار را در کاهش مصرف انرژی ساختمان نداشته است و رشد مصرف، همچنان روند افزایشی نگرانکنندهای دارد. بدیهی است تداوم این وضعیت، تبعات اقتصادی و زیست محیطی جبران ناپذیری برای کشور به دنبال خواهد داشت

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقدمه

در مبحث حاضر از مقررات ملی ساختمان

- ✓ ضوابط **الزامی طراحی و اجرا**، در زمینه پوستهٔ خارجی،
- ✓ سیستمهای تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویهٔ مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی، تأسیسات برقی و سیستم روشنایی، **در جهت بهبود عملکرد عناصر و تجهیزات از دیدگاه انرژی، وهمچنین کاهش نیاز و مصرف انرژی ساختمان**، تا حدود تعیین شده در این مبحث، ارائه می گردد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد

این مقررات، در خصوص ساختمان های جدید، در موارد زیر لازم الاجرا است:

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

ب- سیستم‌ها و تجهیزاتی که در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان‌های بند الف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در مورد ساختمانهای زیر، ضوابط این مبحث لازم الاجرا نیست

- ساختمان های مورد استفاده برای پرورش، نگهداری و تکثیر حیوانات
- ساختمان هایی که بنا به عملکرد خاصشان، برای مدت طولانی باز نگه داشته می شوند وفضاهای داخل ساختمان در ارتباط مستقیم با فضای خارج قرار می گیرد
- ساختمان موقت، با دوره بهره برداری کمتر از۲ سال و ساختمان های که دائماً در حال نصب و برچیده شدن هستند
- ساختمان های موجود که اقدامات بازنوسازی و بهسازی بر روی آنها محدود باشد

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۱-۲ میزان کارایی انرژی ساختمانها

❑ در این مبحث، سه حد کیفیت (رده انرژی) ساختمان، برای تعیین میرزان کارایی انرژی، تعریف میشود:

- ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)
- ساختمان کم انرژی (EC+)
- ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)
- ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر (ECNZ)

✓ لازم به ذکر است EC مخفف Energy Compliant میباشد.
✓ علاوه بر رده های انرژی فوق، ساختمانهای ویژه ای را نیز میتوان طراحی کرد که دارای مصرف انرژی نزدیک به صفر هستند.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۱-۲-۲و۳و۴

- لازم به ذکر است دستیابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی)
  - ساختمان کم انرژی (EC+)،
  - ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)
  - و ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر، **اختیاری** است،
- ✓ به استثنای مواردی که در دستورالعملها و بخشنامه های صادر شده توسط وزارت راه و شهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان(استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، تعیین میگردد.

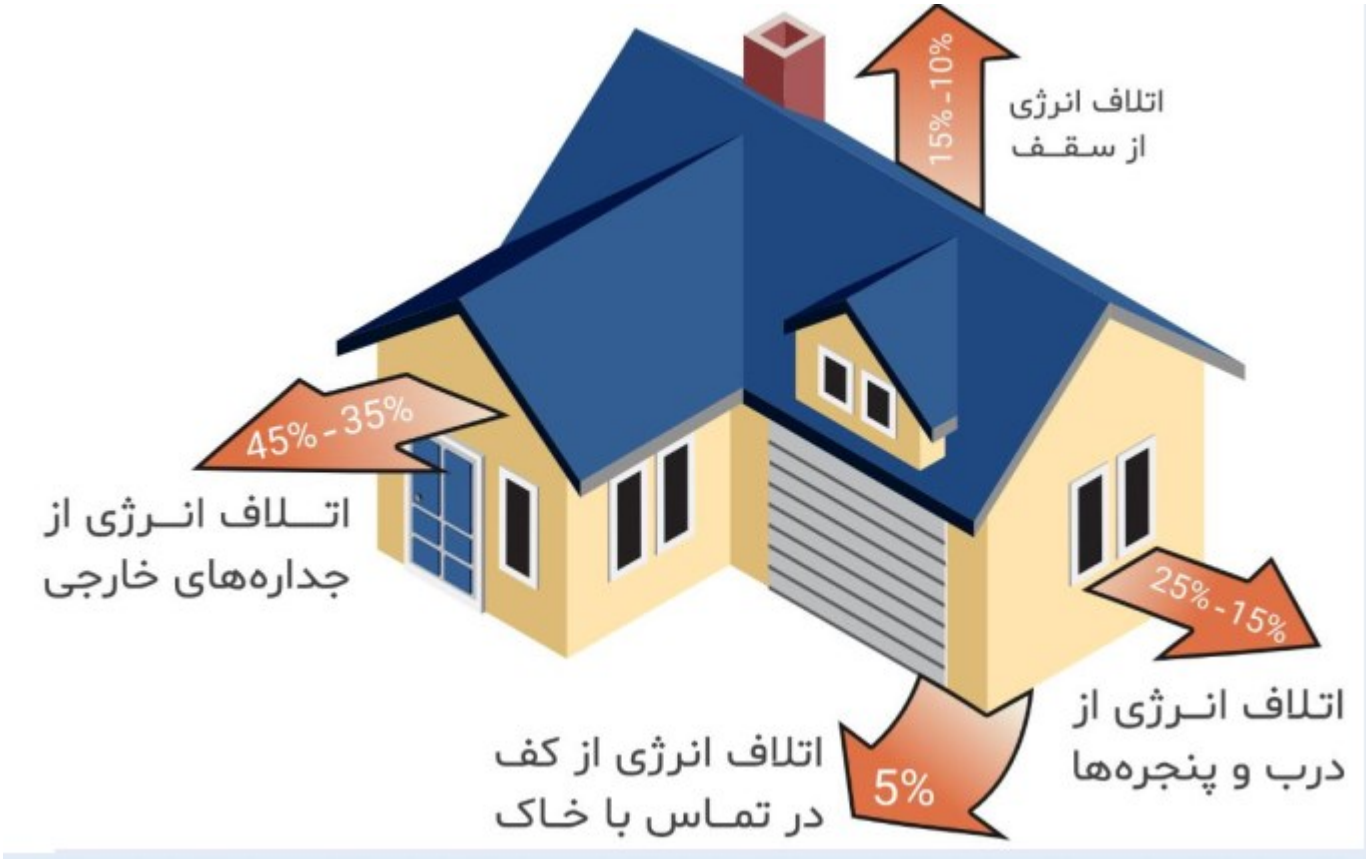
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۱-۲-۲و۳و۴

- **ساختمان انرژی صفر** به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شوند که مصرف سالیانه انرژی آنها **صفر** است و آلاینده‌های کربنی تولید نمی‌کنند.
- با توجه به محدود بودن منابع سوخت فسیلی، ساختمان ها، صنایع و دیگر ارگان‌ها به سمت استفاده از دیگر انرژی‌های موجود حرکت نموده‌اند. ایده و اصل مصرف انرژی خالص صفر به دلیل اینکه برداشت از **انرژی‌های تجدید پذیر** وسیله و راهکاری برای حذف **آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای** است، توجه بسیاری را به خود معطوف کرده است.
- به دلیل افزایش هزینه‌های سوخت‌های فسیلی و تأثیرات مخرب آنها بر روی محیط زیست و بر هم زدن تعادل اکولوژیک، امروزه طرح‌های مرتبط با اصول انرژی صفر، بسیار کاربردی شده و از محبوبیت خاصی برخوردار شده است.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

چگونه ساختمان گرما از دست می دهد؟



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل دوم
تعاریف, گونه بندی ها وگروه بندی ها

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

بام تخت (Flat Roof)

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

بام شیب دار (Pitched Roof)

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

دیوار (Wall)

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

پوسته کالبدی (فیزیکی) (Physical Envelope)

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

زیر بنای مفید (Building Usable Area) (A_h)

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

کف (Floor)

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

پوسته خارجی (Building Envelope)

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

پوسته خارجی الزاما در تمام موارد با پوسته فیزیکی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته فیزیکی ممکن است در برگیرنده فضاهای کنترل نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان شامل عناصری که در وجه خارجی خود مجاور خاک و زمین هستند نیز می باشد. این سطوح باید عایق شوند.

پل حرارتی (Thermal Bridge)

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

پایانه حرارتی (Thermal Terminal)

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

جرم سطحی (Surface Mass)
جرم متوسط یک متر مربع از سطح پوسته داخلی یا خارجی ساختمان.

جرم سطحی مؤثر جدار (Effective Surface Mass of Partitions)(m_i)
جرم سطحی قسمت رو به داخل جدار تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه جرم مفید و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می شود.

جرم مؤثر جدار (Effective Mass of Partitions)
حاصلضرب جرم سطحی مؤثر در سطح جدار.

جرم مؤثر ساختمان (Building Effective Mass)(M)
مجموع جرم قسمت های رو به داخل جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می شود.

جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (Building Effective Surface Mass)(m_a)
نسبت جرم مؤثر ساختمان به سطح زیر بنای مفید.

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ اینرسی حرارتی (Thermal Inertia)

قابلیت کلی پوسته خارجی و جدارهای داخلی در **ذخیره کردن انرژی** و **بازپس دادن آن** برای نوسان های دما و بار گرمایی- سرمایی در فضاهای کنترل شده ساختمان.

گروه بندی اینرسی حرارتی کلی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان صورت می گیرد.

❑ ضریب عبور نور مرئی

این ضریب سهمی از نور مرئی است که از پنجره گذر می کند.

- ✓ مقدار این ضریب بین صفر و یک است.
- ✓ هر چه میزان این ضریب بیشتر باشد، روشنایی طبیعی بیشتری در اثر تابش خورشید به داخل ساختمان راه می یابد

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

فضای کنترل شده (Controlled space)

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، اعم از فضای زیستی و غیر زیستی، که به علت داشتن عملکرد خاصی، بطور مداوم و تا دمایی برابر و یا بالاتر (یا پایین‌تر) از دمای زیستگاه، گرم (یا خنک)می‌شوند. شرایط حرارتی آن‌ها در ساختمان باید در محدوده آسایش باشد.

بخش های از **فضای داخل ساختمان** که **دمای هوای داخل** آن ها توسط تجهیزات گرمایش و سرمایش و تهویه مطبوع **کنترل می شود.** مانند:اتاق، پذیرایی، آشپزخانه، حمام و ...

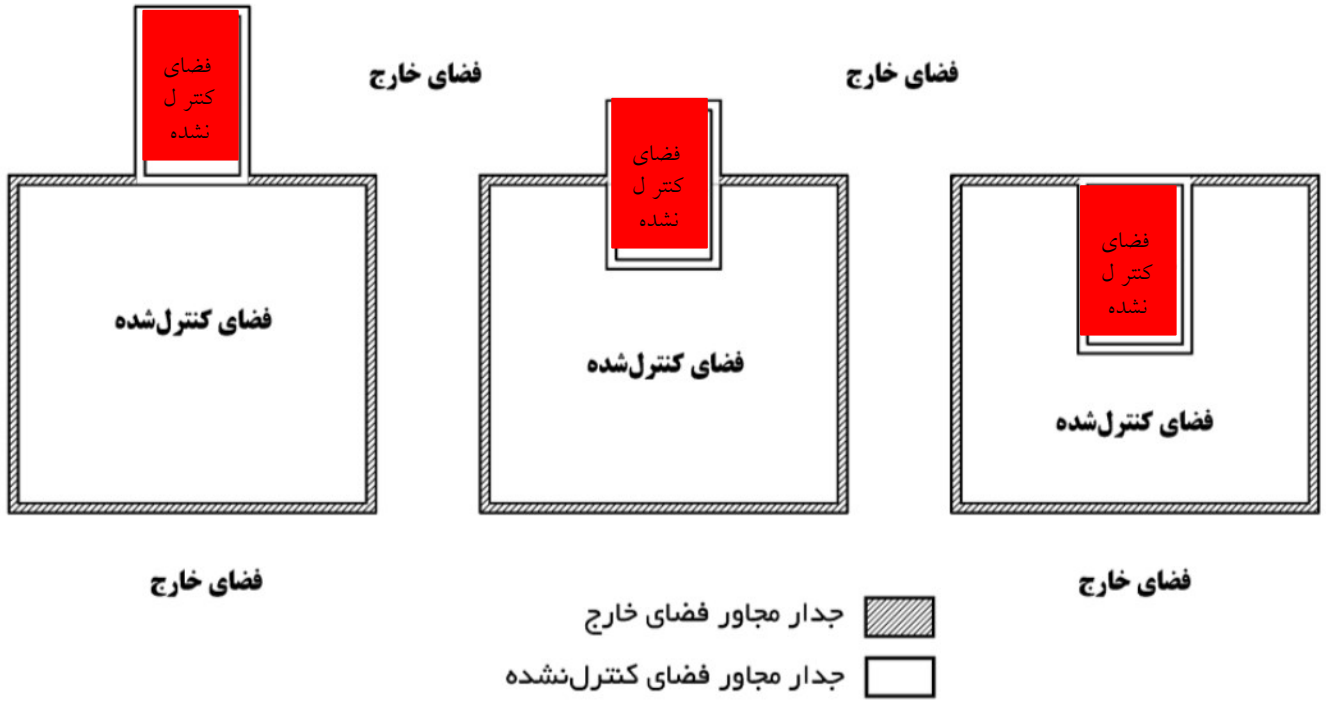
فضای کنترل نشده (Uncontrolled space)

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در موردشان صادق نیست (همانند فضاهای درز انقطاع بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که مورد گرمایش و سرمایش قرار نمی‌گیرند).

در واقع فضایی که برای گرمایش و سرمایش آن هزینه نمی کنیم. مانند:راه پله، توالت، انباری، درز انقطاع و ...

۱۹-۲-۱ تعاریف

پ ۶-۱ محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده (Uncontrolled space)



شکل پ ۶-۱ موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور **فضای کنترل نشده** در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

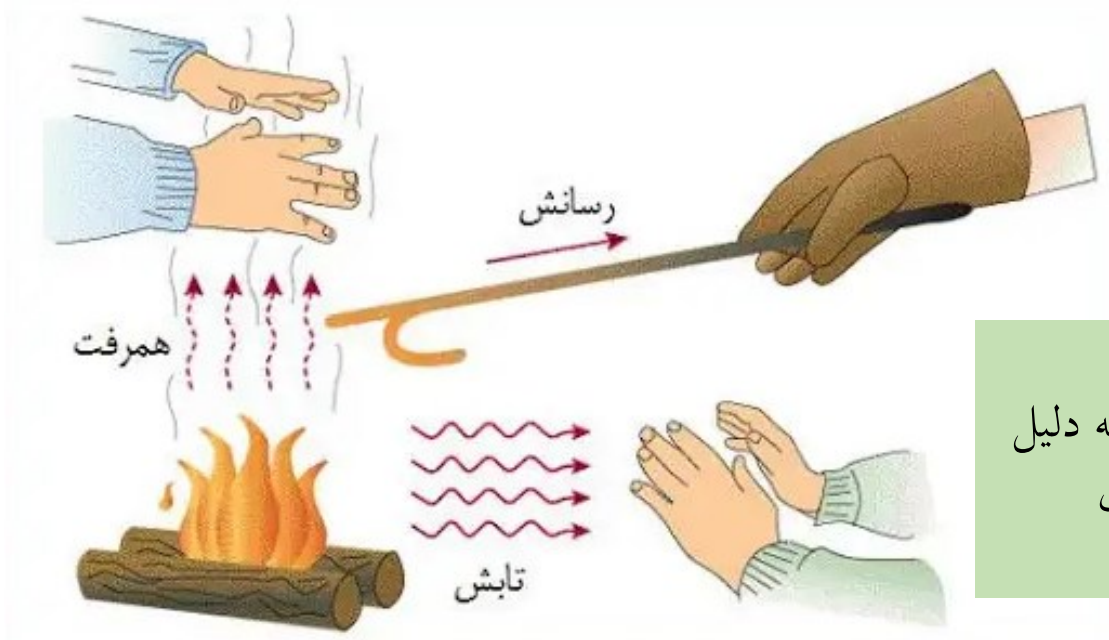
۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ روشهای انتقال حرارت (Heat Transfer)

انتقال حرارت به معنای تبادل انرژی گرمایی بین دو یا چند جسم یا سامانه های فیزیکی یا جسم با محیط اطراف می باشد. انتقال حرارت به سه روش زیر است:

رسانش (Conduction) :
انتقال حرارت به روش رسانش با تغییر در انرژی درونی مواد اتفاق می افتد.

همرفت (Convection):
انتقال حرارت به روش همرفت به دلیل حرکت و جابه جایی سیالات یعنی مایعات و گاز ها انجام می گیرد.



تابش رخ (Radiation) :
انتقال حرارت به روش تابش یا تشعشع از طریق پرتو های الکترومغناطیس رخ می دهد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ **شار گرمایی (یا حرارتی) (Heat Flux)**

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

❑ **ضریب انتقال حرارت طرح (Building Heat Loss (Transfer) Coefficient)(H)**

ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان یا بخشی از آن برابر است با مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاهای کنترل شده، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه باشد.

✓ در روش موازنه ای (کارکردی) برای کنترل صحت طراحی، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می گردد.

✓ واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت (**W/K**) است.

❑ **ضریب انتقال حرارت خطی (Linear Thermal Transmittance)(Ψ)**

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

۱۹-۲-۱ تعاریف

ضریب انتقال حرارت سطحی (Thermal Transmittance)(U)

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

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (Reference Thermal Transmittance) (U_{ref})

ضریب انتقال حرارت بر واحد سطح انواع مختلف جدارهای تشکیل دهنده پوستهٔ خارجی ساختمان(مانند دیوار، سقف، کف، در، پنجره و دیگر جدارهای نورگذر)، که در این مبحث برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع به کار میرود. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع ($W/m^2.K$) است.

ضریب انتقال حرارت مرجع (Reference Heat Loss (Transfer) Coefficient)(H_{ref})

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

۱۹-۲-۱ تعاریف

ضریب هدایت حرارت (Thermal Conductivity) (λ)

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، میگذرد، در زمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلوین است. واحد ضریب هدایت حرارت (**W/m.K**) است. (پیوست ۷)

ضریب کاهش انتقال حرارت (Reduction Factor Thermal Transmittance) (τ)

ضریبی برای در نظر گرفتن اثر کاهش اختلاف دمای بین فضاهای کنترل شده و فضاهای کنترل نشده (در مقایسه با اختلاف دمای بین فضاهای کنترل شده و خارج)، بر روی انتقال حرارت از سطوح مجاور فضاهای کنترل نشده.(پیوست ۶)

ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (Surface Heat Transfer Coefficient) (h)

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقاومت حرارتی (Thermal Resistance)(R)

- **مقاومت حرارتی یک لایه همگن (توپر) از یک جدار:**

معکوس شار حرارتی گذرنده از لایه، زمانی که اختلاف دمای سطوح محصورکننده 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.

- **مقاومت حرارتی یک لایه هوای محبوس در یک جدار:**

مقاومت حرارتی معادل یک لایه هوای محبوس که در آن انتقال حرارت از طریق هدایت، همرفت و تابش، به صورت هم زمان صرورت میگیرد. مقاومت حرارتی (لایه هوای محبوس) معکوس شار حرارتی است، زمانی که اختلاف دمای سطوح محورکننده لایه هوا یک درجه باشد.

- **مقاومت حرارتی لایه هوای مجاور سطح داخلی (یا خارجی) جدار:**

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

❖ مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومتهای هر یک از لایه ها است.

✓ واحد مورد استفاده برای مقاومت حرارتی ($\mathbf{m^2.K/W}$) است.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

محدودهٔ آسایش (حرارتی) (Thermal Comfort Zone)

محدوده تعریف شده برای **شرایط حرارتی و رطوبتی** که حدود ۸۰٪ ساکنان یا استفاده کنندگان در آن از نظر حرارتی احساس آسایش دارند.

عایق (عایق حرارت) (Thermal Insulation (Insulation Material))

مصالح یا سیستم مرکبی که **انتقال گرما** را از محیطی به محیطی دیگر به طور مؤثر **کاهش دهد.**

- ✓ در مواردی، عایق حرارت میتواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهای دیگری نیز مانندباربری، صدابندی داشته باشد.
- ✓ در این مبحث، کلمه «عایق» معادل عایق حرارت به کار می رود.
- ✓ تحت شرایط ویژه، هوا نیز میتواند عایق حرارت محسوب شود.
- ✓ عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق میشود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا مساوی **۰,۰۶۵ W/m.K** و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از **۰,۵ m^2.K/W** باشد.

۱۹-۲-۱ تعاریف

مقاومت حرارتی جدار مرکب:

مقاومت حرارتی کل یک جدار مرکب برابر است با مجموع مقاومت حرارتی هر یک از جدارهای تشکیل دهنده آن با در نظر گرفتن هوا در دو طرف جدار:

$$\sum R = R_t = \frac{1}{H_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{1}{H_o}$$

R: مقاومت حرارتی جدار مرکب، $(m^2K)/W$

$1/H_i$: مقاومت حرارتی لایه هوا در سطح داخلی دیوار، $(m^2K)/W$

$1/H_o$: مقاومت حرارتی لایه هوا در سطح خارجی دیوار، $(m^2K)/W$

d/λ: مقاومت حرارتی لایه هر یک از جداره هایوار، $(m^2K)/W$

اگر فضای خالی در جدار مرکب وجود داشته باشد:

$$\sum R = R_t = \frac{1}{H_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d}{\alpha} + \ldots + \frac{1}{H_o}$$

α: ضریب هدایت حرارتی فضای خالی، $W/(m \cdot K)$

۱۹-۲-۱ تعاریف

ضریب انتقال حرارت (Heat transfer coefficient): در علم انتقال حرارت بیان‌کننده نرخ انتقال حرارت بین یک سطح جامد و سیال اطراف به روش همرفت می‌باشد همرفت یکی از روشهای انتقال حرارت است که بین دو جسم که یکی از آنها سیال باشد نیز اتفاق میافتد.

$$h = \frac{q}{A \times \Delta T}$$

q: مقدار حرارت منتقل شده،W
A:سطحی که انتقال حرارت از آن یا به آن صورت گرفته است،m^2
ΔT:اختلاف دما بین سطح و سیال اطراف،K
h:ضریب انتقال حرارت جابجایی،$W/(m^2K)$

ضریب انتقال حرارت سطحی (Thermal Transmittance)(U)

توان حرارتی منتقل شده از سطحی از پوستهٔ خارجی ساختمان با مساحت یک مترمربع)، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج (در حالت پایدار) برابر یک درجه کلوین باشد.

- ضریب انتقال حرارت سطحی برابر معکوس مقاومت کل جدار بوده و واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت سطحی ($W/m^2.K$) است.

$$U = \frac{1}{R_t}$$

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی	بیش از ۲۰۰۰	۱٫۸۰
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۰
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۰۰
	۱۴۵۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۸۰
	۱۲۵۰ تا ۱۴۵۰	۰٫۷۰
	۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰	۰٫۵۵
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۴۰
	۵۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۳۰
۲. بتن و فرآورده‌های بتنی		
بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی):		
- متراکم	۲۳۰۰ تا ۲۶۰۰	۲٫۰۰
	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
- متخلخل	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۱۵
- مسلح:[1]		
درصد میل‌گرد: بین ۱ تا ۲ درصد	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۲٫۳۰
درصد میل‌گرد: بیش از ۲ درصد	بیش از ۲۴۰۰	۲٫۵۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی:		
- متراکم:		
- با ماسهٔ رودخانه‌ای یا معدنی	۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۴
- با سرباره دادان	۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۸
- متخلخل:		
با کمتر از ۱۰ درصد ماسهٔ رودخانه	۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷
بتن سبک‌دانه:		
- با پوکهٔ طبیعی یا سربارهٔ منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰)[1]:		
- با ذرات ریز یا با ماسه	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۵۲
	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۴۴
- بدون ذرات ریز و بدون ماسه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
- با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰)[1]	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
- با سنگدانهٔ سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰)[1]	۹۵۰ تا ۱۱۵۰	۰/۴۶
- با رس منبسط یا شیست منبسط:		
- چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰[1]:		
- با ماسهٔ رودخانه بدون ماسهٔ سبک	۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۰۵
- با ماسهٔ رودخانه و ماسهٔ سبک	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۸۵
- چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰[1]:		
- با ماسهٔ سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۷۰
- با ماسهٔ سبک و بدون ماسه رودخانه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۶
- چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰[1]:		
- با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۳۳
- بدون ماسه و با عیار سیمان کم	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۲۵
	کمتر از ۶۰۰	۰٫۲۰
بتن با سنگدانهٔ بسیار سبک:		
- متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا:		
- نسبت: ۱ به ۳	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۳۱

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
- نسبت: ۱ به ۶	۴۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۲۴
- لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	۴۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۹
بتن هوادار اتوکلاو شده[1]:		
- چگالی اسمی: ۸۰۰	۷۷۵ تا ۸۲۵	۰٫۲۹
- چگالی اسمی: ۷۵۰	۷۲۵ تا ۷۷۵	۰٫۲۷
- چگالی اسمی: ۷۰۰	۶۷۵ تا ۷۲۵	۰٫۲۵
- چگالی اسمی: ۶۵۰	۶۲۵ تا ۶۷۵	۰٫۲۳
- چگالی اسمی: ۶۰۰	۵۷۵ تا ۶۲۵	۰٫۲۱
- چگالی اسمی: ۵۵۰	۵۲۵ تا ۵۷۵	۰٫۱۹
- چگالی اسمی: ۵۰۰	۴۷۵ تا ۵۲۵	۰٫۱۸
- چگالی اسمی: ۴۵۰	۴۲۵ تا ۴۷۵	۰٫۱۶
- چگالی اسمی: ۴۰۰	۳۷۵ تا ۴۲۵	۰٫۱۵
بتن با خرده چوب:		
- ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان	۴۵۰ تا ۶۵۰	۰٫۱۶
موزاییک	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
۳. پتونهٔ درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی[2]		
سیلیکون خالص	۱۲۰۰	۰٫۳۵
سیلیکون خمیری	۱۴۵۰	۰٫۵۰
سیلیکون اسفنجی	۷۵۰	۰٫۱۲
پلی‌یورتان	۱۳۰۰	۰٫۲۱
پی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز	۱۲۰۰	۰٫۱۴
پلی‌یورتان اسفنجی	۷۰	۰٫۰۵
پلی‌اتیلن اسفنجی	۷۰	۰٫۰۵

- ❑ بلوک لیکا
- ❑ بلوک لیپر
- ❑ بلوک هبلکس
- ❑ بلوک سیپورکس

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۴. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان		
کائوچو طبیعی	۹۱۰	۰٫۱۳
کائوچو اسفنجی	۷۰	۰٫۰۶
کائوچو سخت	۱۲۰۰	۰٫۱۷
پلی‌ایزو بوتیلن	۹۳۰	۰٫۲۰
پلی‌سولفور	۱۷۰۰	۰٫۴۰
بوتادی‌ان	۹۸۰	۰٫۲۵
آکریلیک	۱۰۵۰	۰٫۲۰
پلی‌آمید (نایلون)	۱۱۵۰	۰٫۲۵
رزین فنلی	۱۳۰۰	۰٫۳۰
رزین پلی‌استر	۱۴۰۰	۰٫۱۹
پلی‌اتیلن چگالی زیاد (HD)	۹۸۰	۰٫۵۰
پلی‌اتیلن چگالی کم (LD)	۹۲۰	۰٫۳۳
پلی‌پروپیلن	۹۱۰	۰٫۲۲
پلی‌پروپیلن با ۲۰ درصد الیاف شیشه	۱۲۰۰	۰٫۲۵
پلی‌استایرن	۱۰۵۰	۰٫۱۶
پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)	۱۱۸۰	۰٫۱۸
پلی وینیل کلراید (PVC)	۱۳۹۰	۰٫۱۷
پلی‌کلروپرن (نئوپرن)	۱۲۴۰	۰٫۲۳
بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم	۱۲۰۰	۰٫۲۴
اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)	۱۱۵۰	۰٫۲۵
پلی‌تترا فلوئورو اتیلن (PTFE)	۲۲۰۰	۰٫۲۵
رزین اپوکسی	۱۲۰۰	۰٫۲۰
پلی‌یورتان	۱۲۰۰	۰٫۲۵
پلی‌سولفات	۱۴۱۰	۰٫۳۰
پلی‌کربنات	۱۲۰۰	۰٫۲۰

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۵. چوب و فراورده‌های گیاهی		
چوب‌های طبیعی:		
- بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار:		
- چگالی نرمال متوسط ۶۵۰ kg/m³ تا ۸۰۰ و رطوبت ۱۵ درصد	۶۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۲۳
- چگالی نرمال متوسط ۵۰۰ kg/m³ تا ۶۵۰ و رطوبت ۱۵ درصد	۴۵۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۵
- چوب درخت‌های صمغی بسیار سنگین (برگ ریز):		
چگالی طبیعی بیش از ۷۰۰ kg/m³	۶۰۰ تا ۷۵۰	۰٫۲۳
- کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی ۵۰۰ kg/m³ تا ۶۰۰	۴۵۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۵
- کاج یا صنوبر، اپیسه‌آ چگالی طبیعی ۳۵۰ kg/m³ تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۲
- تبریزی، اکومه چگالی طبیعی ۳۵۰ kg/m³ تا ۵۰۰	۳۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۲

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
چوب‌های طبیعی خاص:		
- بالزا	۶۰ تا ۱۲۰	۰٫۰۵۴
- چوب‌های سنگین	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۲۹
	۲۵۰ تا ۳۰۰	۰٫۰۶۷
صفحات پایه چوبی:		
- صفحات تخته چندلا	۷۵۰ تا ۹۰۰	۰٫۲۴
	۶۰۰ تا ۷۰۰	۰٫۲۱
	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۷
	۴۵۰ تا ۵۰۰	۰٫۱۵
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۳
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰٫۱۱
	کمتر از ۲۵۰	۰٫۰۹
- صفحات با تراشه‌های پولکی جهت‌یافته (OSB)	کمتر از ۶۵۰	۰٫۱۳
- صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان	کمتر از ۱۲۰۰	۰٫۲۳
- صفحات با ذرات چوب (نئوپان)	۶۴۰ تا ۸۲۰	۰٫۱۸
	۴۵۰ تا ۶۴۰	۰٫۱۵
	۲۷۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۳
	۱۸۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۰

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
- پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب	۴۵۰ تا ۵۵۰	۰٫۱۱
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۰
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰٫۰۸
چوب پنبه:		
- متراکم	کمتر از ۵۰۰	۰٫۱۰
- انبساط یافتهٔ خالص	۱۰۰ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۹
- انبساط یافتهٔ به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی	۱۵۰ تا ۲۵۰	۰٫۰۵۵
کاه فشرده	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰٫۱۲
۶. خاک و خشت		
شن و ماسه	۱۷۰۰ تا ۲۲۰۰	۲٫۰
رس یا لای (سیلت)	۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۵
خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم	۱۷۷۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۱
۷. سفال، کاشی		
چگالی اسمی: ۲۴۰۰	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۰۴
چگالی اسمی: ۲۳۰۰	۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۹۸
چگالی اسمی: ۲۲۰۰	۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰	۰٫۹۲
چگالی اسمی: ۲۱۰۰	۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰	۰٫۸۵
چگالی اسمی: ۲۰۰۰	۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷۹
چگالی اسمی: ۱۹۰۰	۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰	۰٫۷۴
چگالی اسمی: ۱۸۰۰	۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۶۹
چگالی اسمی: ۱۷۰۰	۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰	۰٫۶۴
چگالی اسمی: ۱۶۰۰	۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۶۰
چگالی اسمی: ۱۵۰۰	۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۵
چگالی اسمی: ۱۴۰۰	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۵۰
چگالی اسمی: ۱۳۰۰	۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۴۶
چگالی اسمی: ۱۲۰۰	۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۱
چگالی اسمی: ۱۱۰۰	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰٫۳۸
چگالی اسمی: ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۳۴

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۸. سنگ‌ها		
سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:		
- گنایس، پرفیر	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	۳,۵
- گرانیت	۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	۳,۸
- شیست ، اسلیت (سنگ لوح)	۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰	۲,۲
سنگ‌های آتشفشانی:		
- بازالت	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	۱,۶
- تراکیت، آندزیت	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱,۱
- سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه)	کمتر از ۱۶۰۰	۰,۵۵
سنگ‌های آهکی:		
- مرمر	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۳,۵
- خیلی سخت	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲,۳
- سخت	۲۰۰۰ تا ۲۱۹۰	۱,۷
- نیمه سخت	۱۸۰۰ تا ۱۹۹۰	۱,۴
- نرم با سختی ۲ و ۳	۱۶۰۰ تا ۱۷۹۰	۱,۱
- خیلی نرم	کمتر از ۱۵۹۰	۰,۸۵
ماسه سنگ‌ها:		
- کوارتزی	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲,۶
- سیلیسی	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲,۳
- آهکی	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱,۹
سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساینده و پومیس:		
- فلینت	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲,۶
- سنگ ساینده	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	۱,۸
	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	۰,۹
- پومیس	کمتر از ۴۰۰	۰,۱۲
سنگ مصنوعی	۱۷۵۰	۱,۳

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۹. شیشه و اسفنج شیشه		
شیشه	۲۷۰۰	۱٫۱
اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)	۱۲۰ تا ۱۳۰	۰٫۰۵
	۱۳۰ تا ۱۴۰	۰٫۰۵۵
	۱۴۰ تا ۱۸۰	۰٫۰۶۳
۱۰. صفحات سیمانی		
الیافی	۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰	۰٫۹۵
	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۶۵
سلولزی	۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۴۶
	۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۳۵
۱۱. عایق‌های حرارتی پلیمری		
پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم):		
- پلی‌استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به‌صورت منقطع، یا		
قالب‌گیری شدهٔ ممتد بدون پوستهٔ سطحی	۷ تا ۱۰	۰٫۰۵۶
	۱۰ تا ۱۳	۰٫۰۵۰
	۱۳ تا ۱۵	۰٫۰۴۷
	۱۵ تا ۱۹	۰٫۰۴۴
	۱۹ تا ۲۴	۰٫۰۴۲
	۲۴ تا ۲۹	۰٫۰۴۰
	۲۹ تا ۴۰	۰٫۰۳۹
	بیش از ۴۰	۰٫۰۳۸
- پلی‌استایرن اکسترود شده با حفره‌های پر از:		
- هوا یا گاز کربنیک:		
- ضخامت کمتر یا مساوی ۶۰ میلی‌متر	۲۸ تا ۴۰	۰٫۰۴۱
- ضخامت بیش از ۶۰ میلی‌متر	۲۸ تا ۴۰	۰٫۰۴۶
HCFC -	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۳۵
CFC -		
- بدون پوسته سطحی	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۳۳
- با پوسته سطحی	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۳۱

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

❑ مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

✓ پشم سنگ و پشم شیشه غیر قابل اشتعال است. در برابر رطوبت عایق حرارتی بودن خود را از دست می دهد.

✓ پلی یورتان جذب آب کم دارد، سمی و قابل اشتعال است.

✓ عایق معدنی با دانسیته بالای ۸۰ و عایق پلیمری دانسیته بالای ۲۵ باشد.

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
پلی‌وینیل کلراید (PVC) منبسط‌شده		
	۲۵ تا ۳۵	۰٫۰۳۱
	۳۵ تا ۴۸	۰٫۰۳۴
اسفنج پلی‌یورتان یا پلی‌ایزوسیانورات مطابق استاندارد ملی ایران:		
- صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان:		
- بین پوشش انعطاف‌پذیر تفوذپذیر	۲۷ تا ۴۰	۰٫۰۳۵
- بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از ۵۰ میکرون یا تفوذ ناپذیر در برابر گاز	۲۷ تا ۴۰	۰٫۰۳۰
- صفحات ممتد برش‌خورده از بلوک‌های منبسط‌شده با گاز HCFC یا پنتان	۳۷ تا ۶۵	۰٫۰۴۱
- صفحات با عایق تزریق‌شده به‌صورت ممتد بین دو ورق فلزی:		
- منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان	۳۷ تا ۶۰	۰٫۰۳۲
- منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک	۳۷ تا ۶۰	۰٫۰۳۵

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی		
پشم‌سنگ	۱۵ تا ۲۵	۰٫۰۵۰
	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۴۴
	۴۰ تا ۱۰۰	۰٫۰۴۲
	۱۰۰ تا ۱۲۵	۰٫۰۴۴
	۱۲۵ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۶
	۱۵۰ تا ۱۷۵	۰٫۰۴۷
	۱۷۵ تا ۲۰۰	۰٫۰۴۸
پشم‌شیشه	۷ تا ۱۰	۰٫۰۵۵
	۱۰ تا ۱۵	۰٫۰۴۷
	۱۵ تا ۲۰	۰٫۰۴۴
	۲۰ تا ۳۰	۰٫۰۴۱
	۳۰ تا ۴۰	۰٫۰۳۹
۱۳. عایق‌های رطوبتی		
قیر خالص	کمتر از ۲۱۰۰	۰٫۷۰
آسفالت (قیر ماسه‌دار)	کمتر از ۲۱۰۰	۱٫۱۵
ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰٫۲۳

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱۴. فلزت و آلیاژها		
آهن خالص	۷۸۷۰	۷۲
فولاد	۷۷۸۰	۵۲
چدن	۷۵۰۰	۵۶
آلومینیوم	۲۷۰۰	۲۳۰
آلومینیوم آلیاژی سخت	۲۸۰۰	۱۶۰
مس	۸۹۳۰	۳۸۰
برنج	۸۴۰۰	۱۲۰
سرب	۱۱۳۴۰	۳۵
روی	۷۲۰۰	۱۱۰

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۱ تعاریف

مقایسه ضریب هدایت حرارتی موثر

- پیوست ۷-ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱۵. گچ		
گچ سخت با حداقل میزان آب لازم	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۶
	۹۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۳
گچ اندود داخلی (زنده یا کشته)	۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۵۷
	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۴۰
گچ و خاک	۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	۱٫۱۰
گچ قطعات پیش‌ساختهٔ گچی با روکش مقوایی	۷۵۰ تا ۹۰۰	۰٫۲۵
گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی		
گچ با روکش مقوایی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت‌شده با الیاف معدنی	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۲۵
گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلی‌متر):		
– یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ	۶۰۰ تا ۹۰۰	۰٫۳۰
– دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۸

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸ : مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی و هوای محیط داخلی یا خارجی (R_e،R_i) ارائه می شود.
مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح، وابسته به

- ✓ زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی،
- ✓ جهت جریان حرارت و
- ✓ نوع فضایی که جدار با آن در تماس است.
- ✓ این مقادیر بر حسب $[m^2K/W]$ هستند.

جدول پ۸-۱- مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطح داخلی (R_i) و لایهٔ هوای مجاور سطح خارجی (R_e) انواع جدارها

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

❑ پ ۸– ۲حرارتی لایه مقاومت های هوای محبوس

در پ۸ –۲ ، مقاومت های حرارتی لایه های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوسته خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایه هوا، آمده است

جدول پ۸–۲ مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوستهٔ خارجی

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

▪ پ ۸– ۳ مقاومت حرارتی برخی لایه های عناصر ساختمانی متداول

❑ پ ۸–۳–۱ آجر پلاک (نما)

جدول پ۸-۳ مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

▪ پ ۸– ۳ مقاومت حرارتی برخی لایه های عناصر ساختمانی متداول

❑ پ ۸–۳–۲ آجر توپر(دیوار)

ابعاد متداول هر اجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص مادهٔ آجر:

۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

جدول پ۸-۴ مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر توپر در دیوار

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

▪ پ ۸– ۳ مقاومت حرارتی برخی لایه های عناصر ساختمانی متداول

❑ پ ۸–۳–۳ آجر سوراخ دار(دیوار)

ابعاد متداول هر آجر:

ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

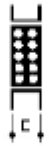
عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

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

درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

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

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

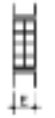
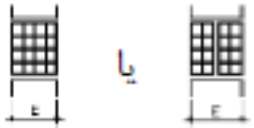
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

- **پ ۸– ۳ مقاومت حرارتی برخی لایه های عناصر ساختمانی متداول**

❑ پ ۸–۳–۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

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

❑ پ ۸–۳–۵ بلوک سیمانی (دیوار)

جدول پ۸-۷ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

پ ۸– ۳ مقاومت حرارتی برخی لایه های عناصر ساختمانی متداول

پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

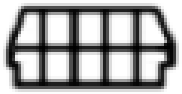
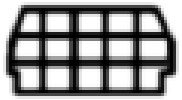
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۸ تا ۱۰ میلیمتر

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

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

جدول پ۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

- **پ ۸– ۳ مقاومت حرارتی برخی لایه های عناصر ساختمانی متداول**

پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

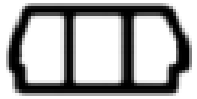
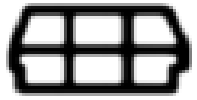
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر

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

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

جدول پ۸-۹ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

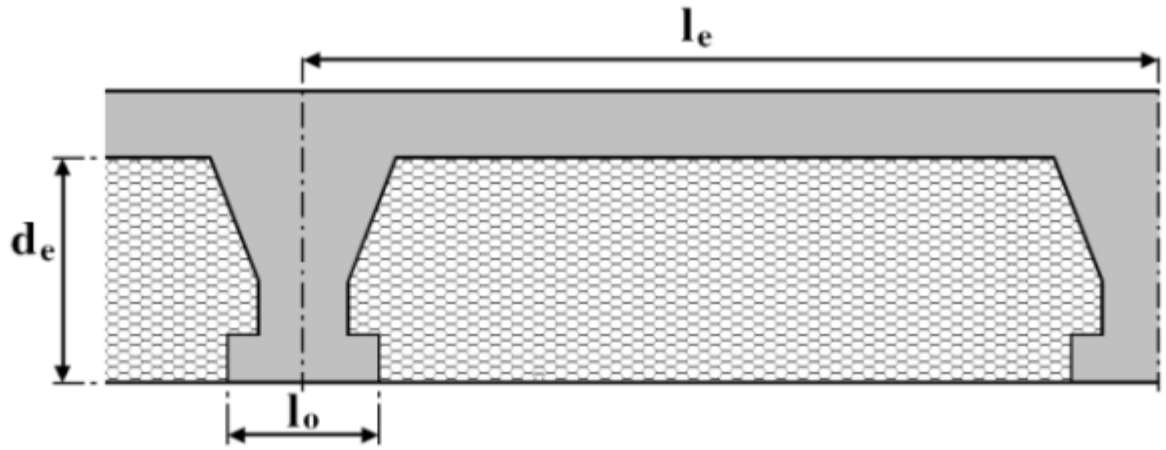
شکل بلوک	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)	
مقطع افقی	۲۰	۲۵
	۰٫۱۵	
		۰٫۲۵

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

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

با توجه کم بودن ضریب هدایت حرارت پلی‌استایرن منبسط، شکل بلوک دارای اهمیت خاصی است. برای تیرچه بلوک‌های ساده، با مقطعی مشابه شکل پ۸-۱، مقاومت‌های حرارتی سقف تیرچه و بلوک با استفاده از جدول پ۸-۱۰ تعیین می‌شود.



شکل پ۸-۱ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

❑ پ – ۸–۳ –۸تیرچه و بلوک پلی استایرن منبسط (سقف)

جدول پ۸–۱۰ مقادیر مقاومت حرارتی R_i سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

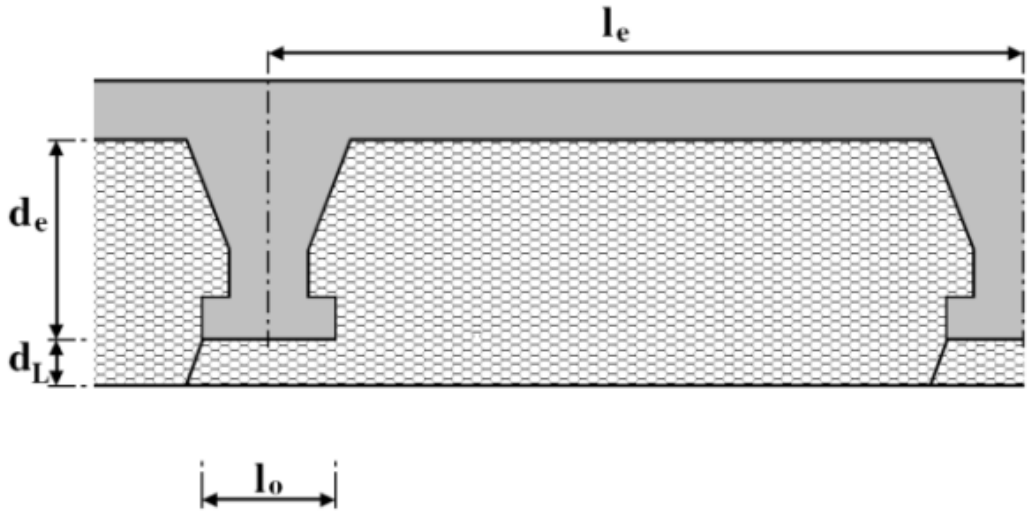
ارتفاع بلوک d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
		۶۰ > l_e > ۵۵	۶۳ > l_e > ۶۱	l_e > ۶۴
۲۰	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۰٫۶۸	۰٫۷۴	۰٫۷۷
	۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۰٫۵۹	۰٫۶۵	۰٫۶۸
۲۵	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۰٫۷۹	۰٫۸۶	۰٫۹۰
	۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۰٫۶۹	۰٫۷۶	۰٫۷۹
۳۰	۱۲۴ > l_e > ۹۵	۰٫۹۱	۰٫۹۹	۱٫۰۳
	۱۴۰ > l_e > ۱۲۵	۰٫۷۹	۰٫۸۷	۰٫۹۱

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

❑ پ – ۸–۳ –۸تیرچه و بلوک پلی استایرن منبسط (سقف)

در صورت وجود زبانه‌ای برای پوشش زیر تیرچه، در بخش تحتانی بلوک (شکل پ۸-۲)، مقاومت حرارتی سقف با استفاده از جدول پ۸-۱۱ تعیین می‌گردد.



شکل پ۸-۲ نمونهٔ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

❑ پ – ۸–۳ –۸تیرچه و بلوک پلی استایرن منبسط (سقف)

جدول پ۸–۱۱ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			$۶۰ < l_e < ۵۵$	$۶۱ < l_e < ۶۳$	$۶۴ < l_e$
۳۰	۱۲	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۱٫۸۲	۱٫۹۰	۱٫۹۴
		$> l_0 > ۱۲۵$	۱٫۷۲	۱٫۸۰	۱٫۸۴
	۱۵	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۱٫۹۴	۲٫۰۳	۲٫۰۸
		$> l_0 > ۱۲۵$	۱٫۸۲	۱٫۸۹	۱٫۹۳
	۱۷	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۰۰	۲٫۱۱	۲٫۱۶
		$> l_0 > ۱۲۵$	۱٫۸۸	۱٫۹۸	۲٫۰۴
	۲۰	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۰۸	۲٫۱۹	۲٫۲۶
		$> l_0 > ۱۲۵$	۱٫۹۵	۱٫۰۶	۲٫۱۲
	۲۵	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۲۵	۲٫۳۷	۲٫۴۵
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۱۱	۱٫۱۵	۲٫۳۰
	۳۰	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۴۱	۲٫۵۴	۲٫۶۲
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۲۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶

جدول پ۸–۱۱ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			$۶۰ < l_e < ۵۵$	$۶۱ < l_e < ۶۳$	$۶۴ < l_e$
۴۰	۱۲	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۰۷	۲٫۱۵	۲٫۱۹
		$> l_0 > ۱۲۵$	۱٫۹۷	۲٫۰۵	۲٫۰۹
	۱۵	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۲۰	۲٫۲۹	۲٫۳۴
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۰۸	۲٫۱۷	۲٫۲۱
	۱۷	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۲۶	۲٫۳۷	۲٫۴۳
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۱۴	۲٫۲۴	۲٫۳۰
	۲۰	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۳۵	۲٫۴۶	۲٫۵۳
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۲۱	۲٫۳۳	۲٫۳۹
	۲۵	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۵۴	۲٫۶۶	۲٫۷۴
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۴	۲٫۵۲	۲٫۵۹
	۳۰	$۱۲۴ > l_0 > ۹۵$	۲٫۷۳	۲٫۸۵	۲٫۹۳
		$> l_0 > ۱۲۵$	۲٫۵۸	۲٫۷۰	۲٫۷۷

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۸:

❑ پ – ۸–۳ –۸تیرچه و بلوک پلی استایرن منبسط (سقف)

ادامهٔ جدول پ۸–۱۱مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			$۵۵ < l_e < ۶۰$	$۶۳ < l_e < ۶۱$	$l_e < ۶۴$
۵۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۳۲	۲٫۴۰	۲٫۴۴
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۲۲	۲٫۳۰	۲٫۳۵
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۴۵	۲٫۵۵	۲٫۶۰
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۳۳	۲٫۴۳	۲٫۴۹
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۵۱	۲٫۶۲	۲٫۶۹
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۳۹	۲٫۵۰	۲٫۵۷
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۶۰	۲٫۷۳	۲٫۸۰
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۴۷	۲٫۵۹	۲٫۶۶
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۸۱	۲٫۹۶	۳٫۰۳
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۶۸	۲٫۸۰	۲٫۸۸
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۳٫۰۲	۳٫۱۷	۳٫۲۵
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۸۸	۳٫۰۱	۳٫۰۹

جدول پ۸–۱۱ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)			l_e (cm)
			$۵۵ < l_e < ۶۰$	$۶۳ < l_e < ۶۱$	$l_e < ۶۴$	
۶۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۵۵	۲٫۶۳	۲٫۶۷	
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۴۵	۲٫۵۳	۲٫۵۸	
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۶۹	۲٫۷۸	۲٫۸۳	
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۵۷	۲٫۶۷	۲٫۷۳	
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۷۵	۲٫۸۶	۲٫۹۲	
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۶۳	۲٫۷۴	۲٫۸۰	
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۸۵	۲٫۹۷	۳٫۰۴	
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۷۱	۲٫۸۴	۲٫۹۱	
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۳٫۰۹	۳٫۲۱	۳٫۲۹	
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۹۴	۳٫۰۸	۳٫۱۵	
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۳٫۳۱	۳٫۴۴	۳٫۵۲	
		$> l_e > ۱۲۵$	۳٫۱۶	۳٫۳۰	۳٫۳۸	

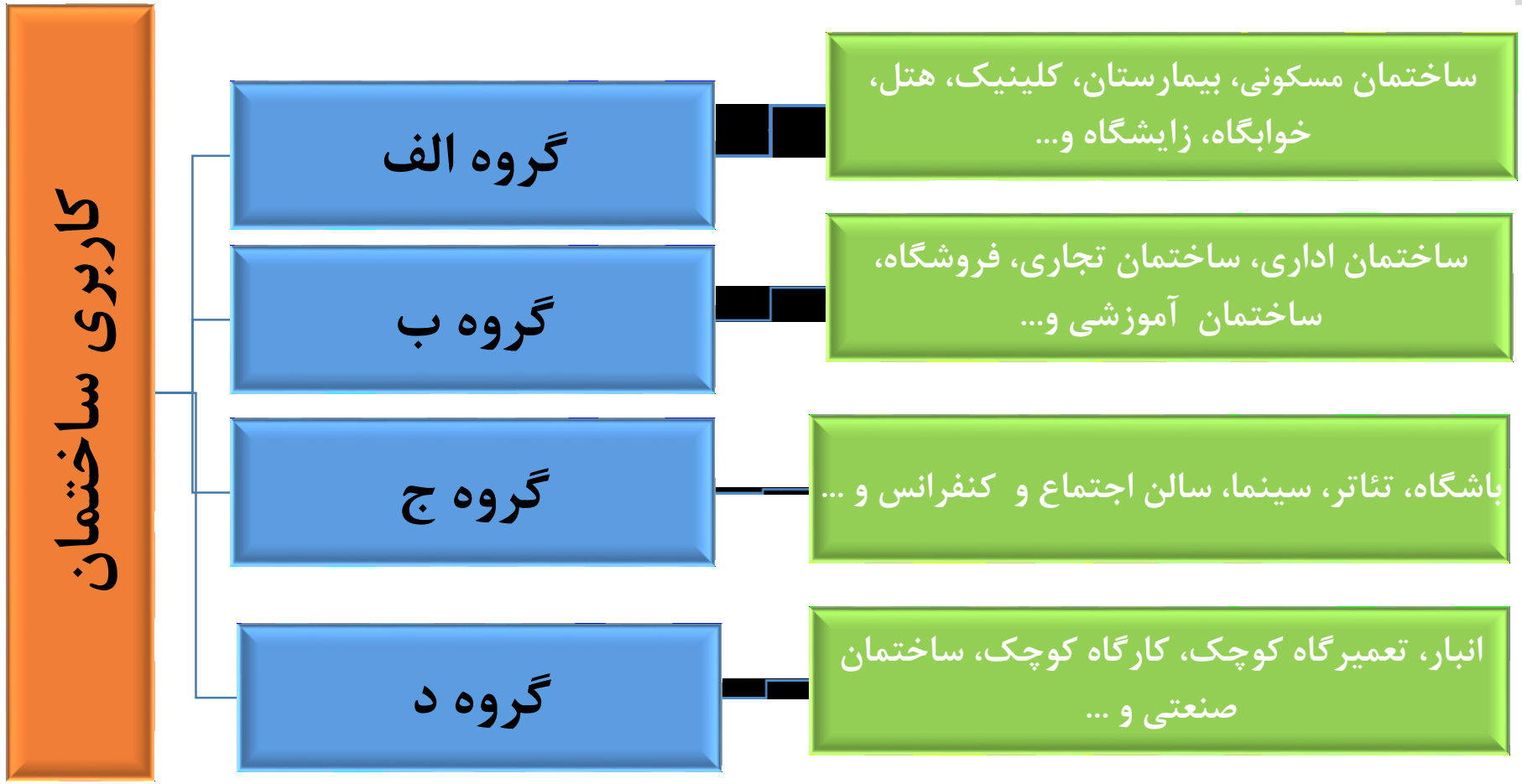
مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

۱۹-۲-۲-۱ گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده

- گونه بندی کاربری ساختمان.
- گونه بندی مناطق مختلف کشور از نظر درجه انرژی (گرمایی سرمایی)سالانه.
- گونه بندی تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید ساختمان.
- گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی.
- گونه بندی نحوهٔ استفاده از ساختمانهای غیرمسکونی.

۱۹-۲-۲-۱ -۱گونه بندی کاربری ساختمان

❑ **ساختمانها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف، ب، ج، د تقسیم می شوند (پیوست ۴).**



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۴–گونه بندی کاربری و گروه ساختمانها

در این مبحث، ساختمانها از لحاظ نوع کاربری، مطابق جدول قبل، به چهار گونه تقسیم شده اند. این گونه بندی براساس سه عامل زیر تعیین شده است:

۱- تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه روز؛
۲- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان؛
۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۲-۱ -۱گونه بندی کاربری ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ **نکته:**

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

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

❑ **در این مبحث، مناطق مختلف کشور، از نظر درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه سه گونه اند**

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

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

پیوست ۳–گونه بندی درجه انرژی (گرمایی سرمایی) سالانه – شهرها

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۱	آبادان	زیاد		•
۲	آبادچی- فریدن	زیاد	•	
۳	آباده	متوسط	•	
۴	آبعلی	زیاد	•	
۵	آجی چای	زیاد	•	
۶	آزاد شهر	کم	•	
۷	آستارا	متوسط	•	
۸	آغاجاری	زیاد		•
۹	آمل	کم	•	
۱۰	آوج	زیاد	•	

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۶۲	بیجار	زیاد	•	
۶۳	بیرجند	متوسط	•	
۶۴	پارس آباد مغان	متوسط	•	
۶۵	پل زمانخان	کم	•	
۶۶	پل کله	متوسط	•	
۶۷	پیرانشهر	زیاد	•	
۶۸	پیله سرا	کم	•	
۶۹	تازه کند	زیاد	•	
۷۰	تاشکویه کله گاه	متوسط		•
۷۱	تاکستان	متوسط	•	
۷۲	تبریز	زیاد	•	
۷۳	تربت حیدریه	متوسط	•	
۷۴	تفرش	متوسط	•	
۷۵	تکاب	زیاد	•	
۷۶	تنگ پنج	زیاد		•
۷۷	تهران	متوسط	•	

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

❑ گونه بندی تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید ساختمان

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

- ساختمان‌های ۹ طبقه و کمتر با زیربنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع؛
- دیگر ساختمان‌ها (ساختمان‌های با بیش از ۹ طبقه یا با زیربنای مفید مساوی یا بیشتر از ۲۰۰۰ مترمربع).

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۲-۱-۴گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی

❑ **گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی دو دسته می باشند:**

- ساختمان دارای امکان بهره گیری مناسب از انرژی خورشیدی؛
- ساختمانهای دارای محدودیت در بهره گیری از انرژی خورشیدی

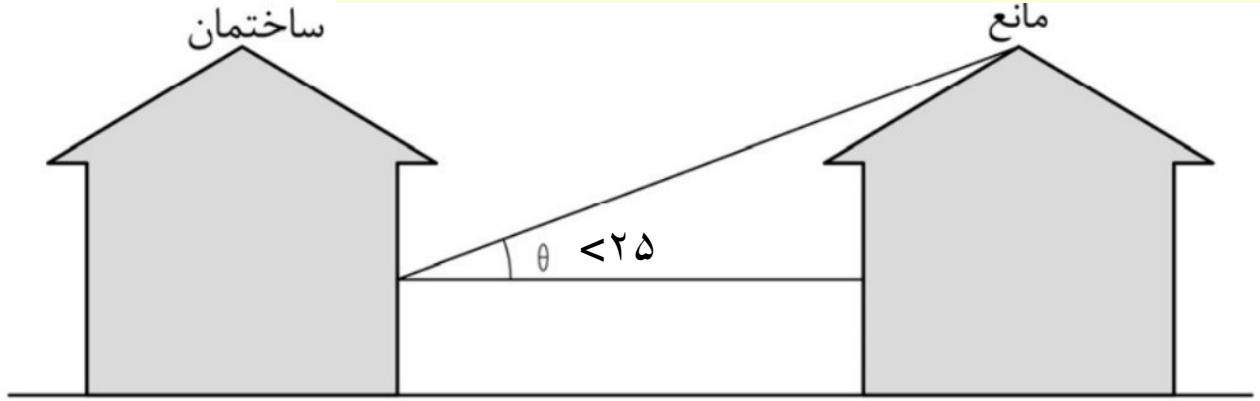
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۲-۱-۴گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی

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

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



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۲-۲-۱-۵گونه بندی نحوهٔ استفاده از ساختمانهای غیرمسکونی

❑ گونه بندی نحوهٔ استفاده از ساختمانهای غیرمسکونی دو گونه می باشد:

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

- استفادهٔ مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گونه‌ای که تعریف استفاده منقطع بر آن صادق نباشد.

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۲–روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

گروه اینرسی حرارتی به موقعیت جدار و لایه های مختلف تشکیل دهندهٔ، آن بستگی دارد.

❑ **جرم سطحی مؤثر جدار (Effective Surface Mass of Partitions)(m_i)**

جرم سطحی قسمت رو به داخل جدار تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه جرم مفید و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می شود.

جرم سطحی مؤثر جدار شامل:

- جدار در تماس با خارج
- جدار مجاور خاک
- جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل نشده
- جدارهای داخل فضای کنترل شده ساختمان

پیوست ۲–روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ **جرم مؤثر ساختمان (Building Effective Mass)(M)**

مجموع جرم قسمت های رو به داخل جدارهای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان که در محاسبه اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می شود.

❑ **جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (Building Effective Surface Mass)(m_a)**

نسبت جرم مؤثر ساختمان به سطح زیر بنای مفید.

$$m_a = \frac{M}{A_h}$$

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست ۲–روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

- پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید (ma) ، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول پ –۸گردد:تعیین می

$m_a \le 150 \ \frac{kg}{m^2}$ ⟶ **اینرسی کم**

$150 \frac{kg}{m^2} \le m_a \le 400 \ \frac{kg}{m^2}$ ⟶ **اینرسی متوسط**

$m_a \ge 400 \ \frac{kg}{m^2}$ ⟶ **اینرسی زیاد**

جدول پ۲-۱ گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

۱۹-۲-۲-۲ تعیین گروه ساختمان ها

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ تعیین گروه ساختمان ها

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

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

۱۹-۲-۲-۲ تعیین گروه ساختمان ها

❑ تعیین گروه ساختمان ها

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

ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳ باید، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری بخش ۱۹-۴، با استفاده از یکی از روش‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۳-۲ طراحی شوند.

در مورد ساختمان‌های گروه ۴، تنها رعایت ضوابط اجباری فصل ۱۹-۴ این مبحث الزامی است.

پ۴ – ۲تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از بخش پ۴-۱)	درجه انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست ۳)	۹ طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	بیش از ۹ طبقه یا زیربنای مفید بیشتر از ۲۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	گروه ۱	
	متوسط	گروه ۲	
	کم	گروه ۳	
نوع ب	زیاد	گروه ۲	گروه ۱
	متوسط	گروه ۳	گروه ۲
	کم	گروه ۳	گروه ۳
نوع ج	زیاد	گروه ۲	
	متوسط	گروه ۳	
	کم	گروه ۳	
نوع د	زیاد	گروه ۴	
	متوسط	گروه ۴	
	کم	گروه ۴	

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل سوم
مقررات کلی طراحی و اجرا

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۳-۲-۱روش های طراحی

- **چهار روش اصلی طراحی مطابق مبحث ۱۹، به شرح زیر تعریف گردیده است:**

- روش تجویزی (**Prescriptive Method**)
- روش موازنه ای (کارکردی) (**Trade-Off Method**)
- روش نیاز انرژی ساختمان (**Building Energy Need Method**)
- روش کارایی انرژی ساختمان (**Building Energy Performance**)

۱۹-۳-۲-۱-۱شرایط لازم برای استفاده از روشهای تجویزی و موازنهای (کارکردی)

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

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

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

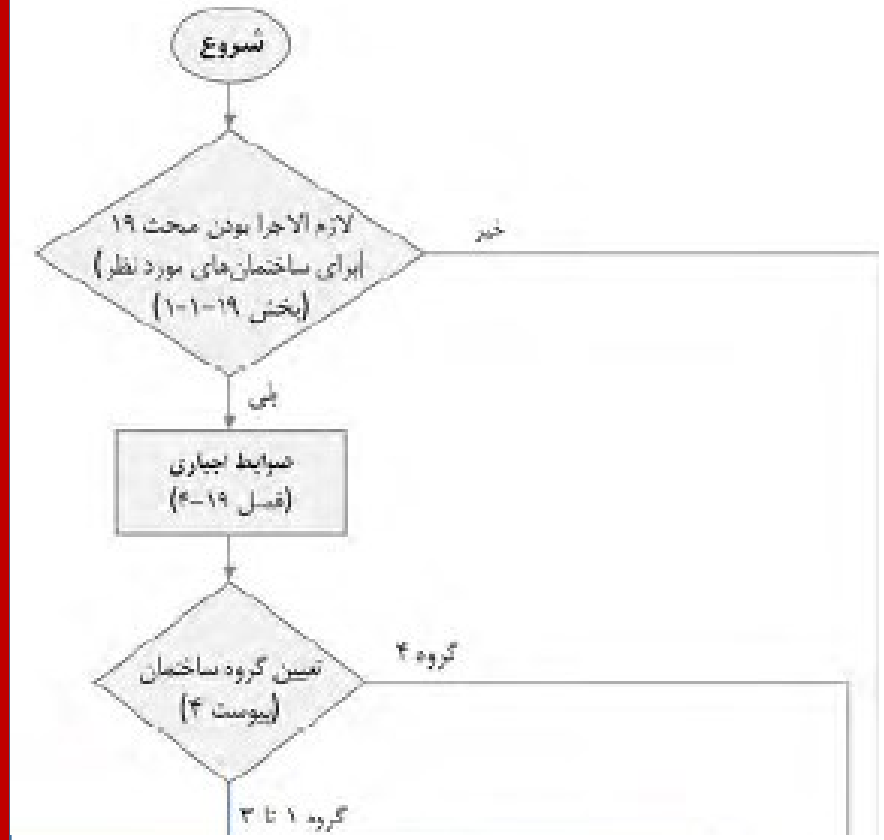
پ) تعداد طبقات (بدون احتساب طبقات مربوط به فضاهای کنترل‌نشده نظیر پارکینگ و انبار) کمتر یا مساوی ۹ طبقه باشد؛

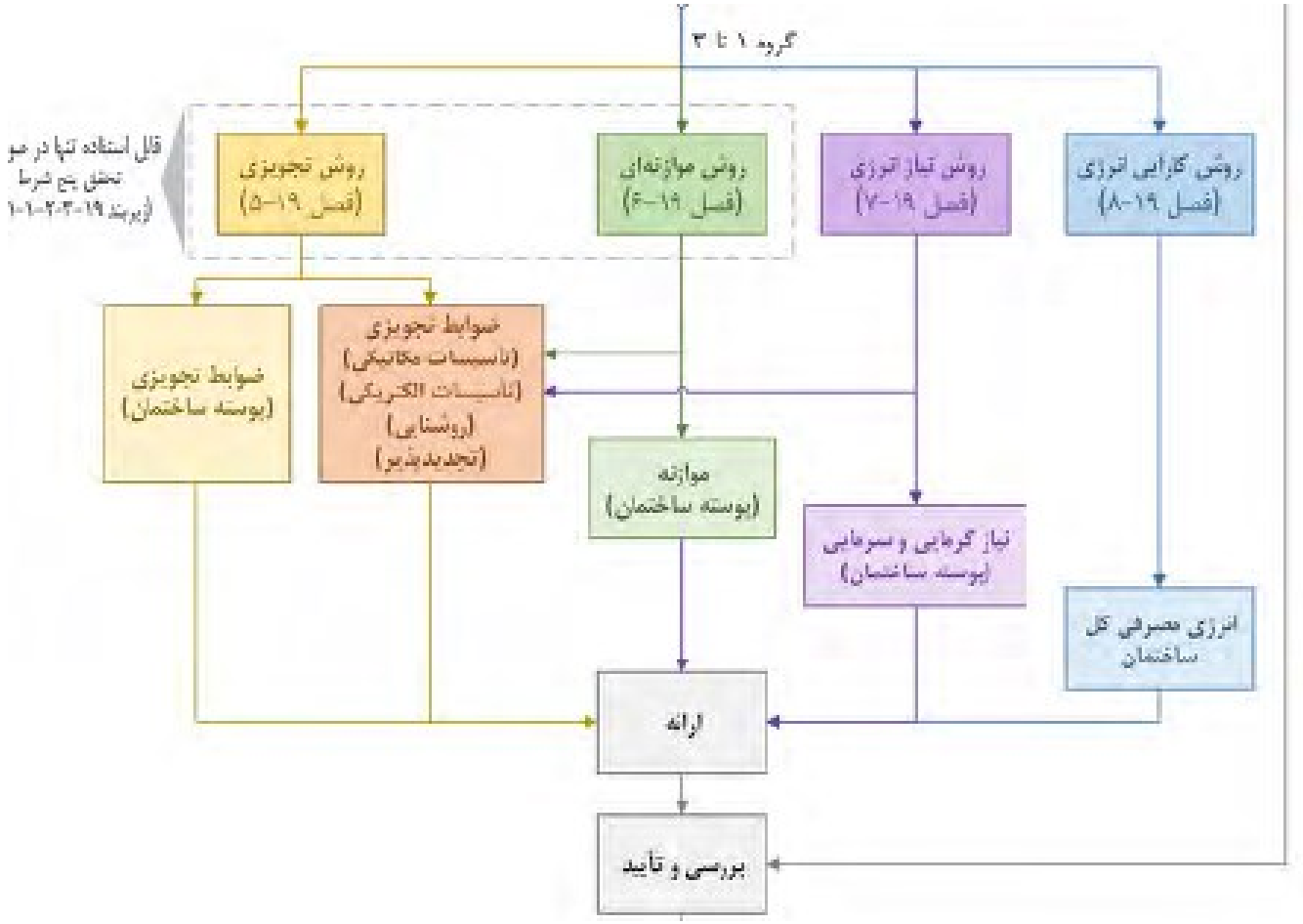
ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق پیوست ۲) متوسط یا زیاد باشد؛

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شکل ۱۹ –۳–انمودار مراحل طراحی در چهار روش مختلف ارائه شده در این مبحث





مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول ۱۹-۳-۱ویژگیهای روش های مختلف طراحی*

روش‌های طراحی		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
سهولت طراحی	پوسته خارجی	نیاز به محاسبات عددی	محاسبه ساده با نرم‌افزارهای کاربرگی، (نظیر excel)	نیاز به شبیه‌سازی (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان نیاز انرژی سالیانه	نیاز به شبیه‌سازی یکپارچه (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان مصرف انرژی سالیانه
	تأسیسات مکانیکی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
	تأسیسات برقی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول ۱۹-۳-۱ویژگیهای روش های مختلف طراحی*

روش‌های طراحی		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
امکان دست‌یابی به راه‌حل‌های اقتصادی	پوسته خارجی	X	✓ به‌صورت جزئی	✓ به‌صورت جزئی	✓✓
	تأسیسات مکانیکی	X	X	X	
	تأسیسات برقی	X	X	X	
سهولت کنترل، نظارت	پوسته خارجی	ساده	نسبتاً ساده	نسبتاً پیچیده	پیچیده
	تأسیسات مکانیکی	ساده	ساده	ساده	
	تأسیسات برقی	ساده	ساده	ساده	
دامنه کاربرد		ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹ و بخش ۱-۱-۲-۳-۱۹	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹ و بخش ۱-۱-۲-۳-۱۹	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول ۱۹-۳-۱ویژگیهای روش های مختلف طراحی*

روش‌های طراحی		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
نیاز به متخصص انرژی برای طراحی	پوسته خارجی	✗	✗	نیاز به متخصص، برای مدل‌سازی	نیازمند به کار گروهی متخصصین، مدل‌سازی انرژی
	تأسیسات مکانیکی	✗	✗	✗	
	تأسیسات برقی	✗	✗	✗	
امکان طراحی به‌صورت یکپارچه		✗	✓ به‌صورت جزئی، (بین اجزای پوسته خارجی)	✓ به‌صورت جزئی، (بین اجزای پوسته خارجی)	✓✓

* توضیحات: ✗ = غیرممکن، ✓= امکان‌پذیر، ✓✓= کاملا امکان‌پذیر

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۳-۲-۲ ابزارهای تحلیلی (نرم افزارهای) مورد تأیید

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل چهارم
ضوابط اجباری

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۴ ضوابط اجباری

- مشخصات فیزیکی مصالح و سیستمهای عایقکاری حرارتی
- مشخصات حداقل جدارهای غیر نورگذر پوسته خارجی ساختمان
- مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۴ ضوابط اجباری

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

مشخصات حرارتی جدارهای مختلف، بسته به روش طراحی می‌تواند متفاوت باشد، ولی در تمامی شرایط، لازم است مقاومت حرارتی تمامی جدارهای پوسته خارجی ساختمان‌های بند ۱۹-۱-۱ بیش از مقادیر ارائه شده در جدول ۱۹-۴- ۱ باشد:

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۴ ضوابط اجباری

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

- شیشه‌های مورد استفاده برای جدارهای نورگذر نباید به‌هیچ وجه مانع بهره‌گیری از روشنایی طبیعی شوند. برای این منظور، لازم است:

- 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.

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۴ ضوابط اجباری

❑ جدول ۱۹ -۴-۲ گروه بندی کیفی پنجره ها از دیدگاه عملکرد حرارتی*

توضیح : برای دستیابی به پنجره با کارایی بهبودیافته ، لازم است علاوه بر کاهش ضریب انتقال حرارت، با انتخاب اجرای 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.

** توضیح: مطابق استاندارد مربوطه در پیوست ٦

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

فصل چهارم: ضوابط اجباری

۱۹-۴-۳-۸ استخر آب‌گرم

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

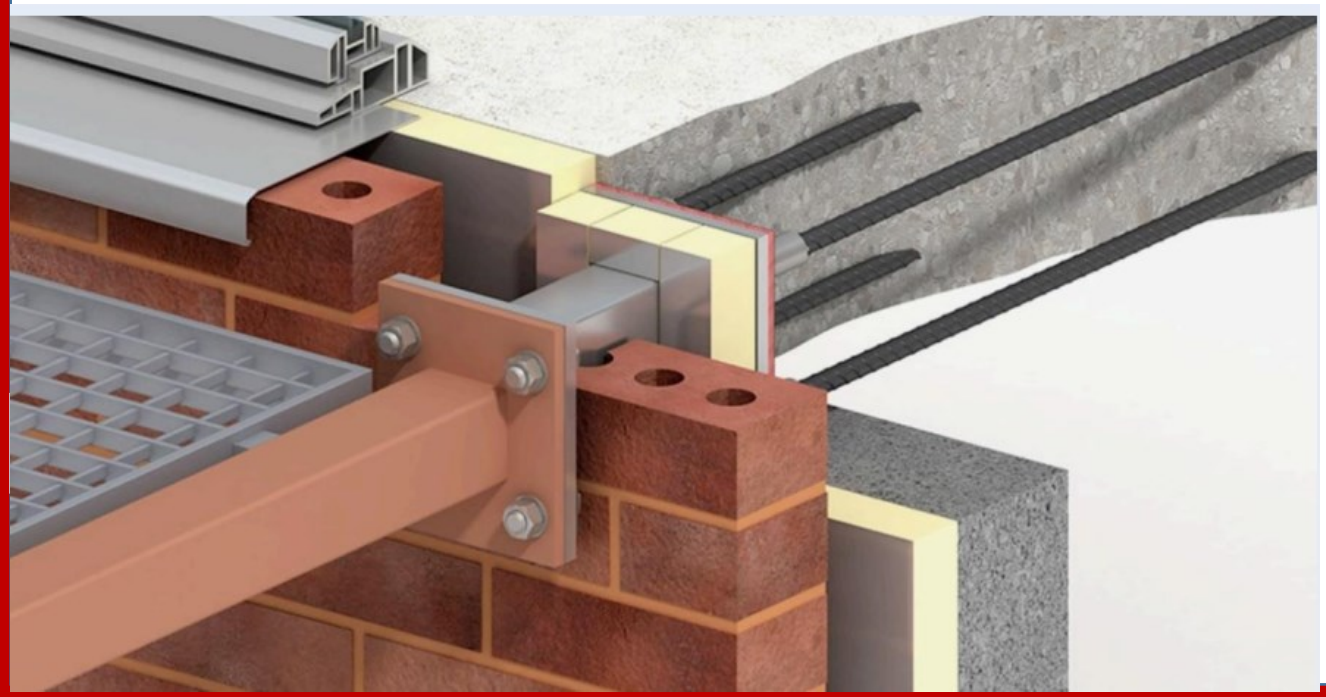
علاوه بر این، لازم است در این نوع استخرها تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا آب استخر از ۲۸ درجه سلسیوس بیشتر نشود.

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

فصل چهارم: ضوابط اجباری

❑ پل حرارتی (Thermal Bridge)

- تعاریف
- محل های احتمالی بروز انواع مختلف پل های حرارتی
- سهم پل های حرارتی در انتقال حرارت ساختمان
- دلایل مختلف ایجاد پل های حرارتی در ساختمان

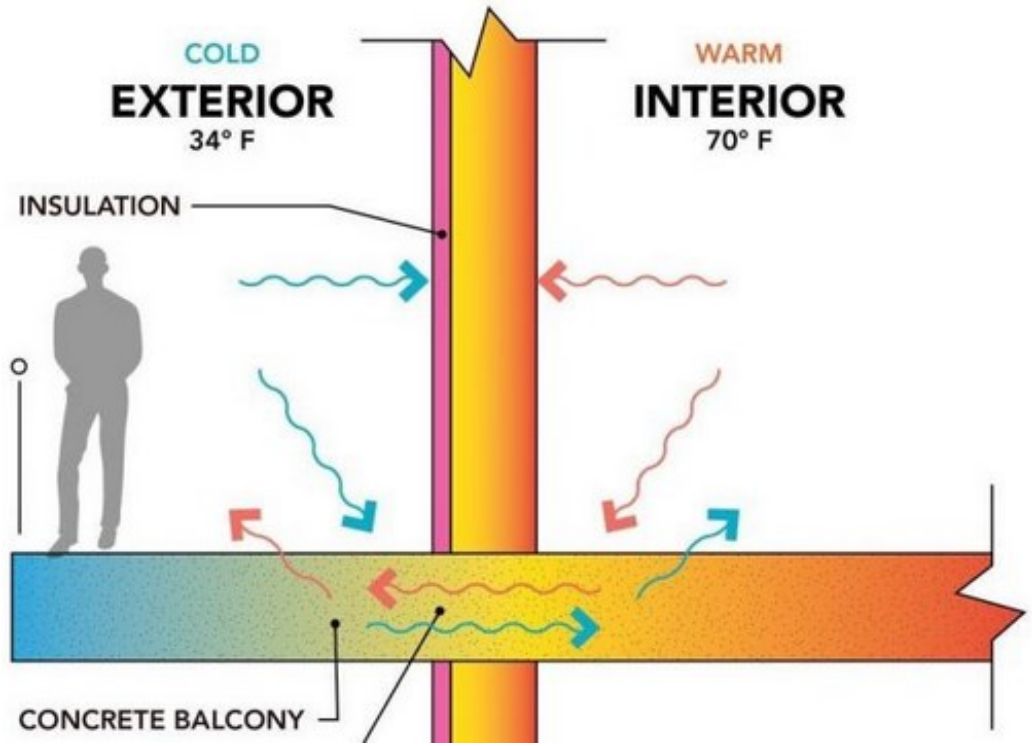


مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل چهارم: ضوابط اجباری

❑ تعاریف پل حرارتی (Thermal Bridge)

- نقاطی از ساختمان که به علت **ناپیوستگی عایق حرارتی پوستهٔ خارجی** مقاومت حرارتی در آنها کاهش می یابد و باعث افزایش موضعی میزان انتقال حرارت می گردد.
- اگر دیوار یا جداره ای به خوبی عایق کاری نشده باشد، بین محیط داخلی و خارجی اتصال حرارتی برقرار می شود که به این اتصال حرارتی، **پل حرارتی** گفته می شود.

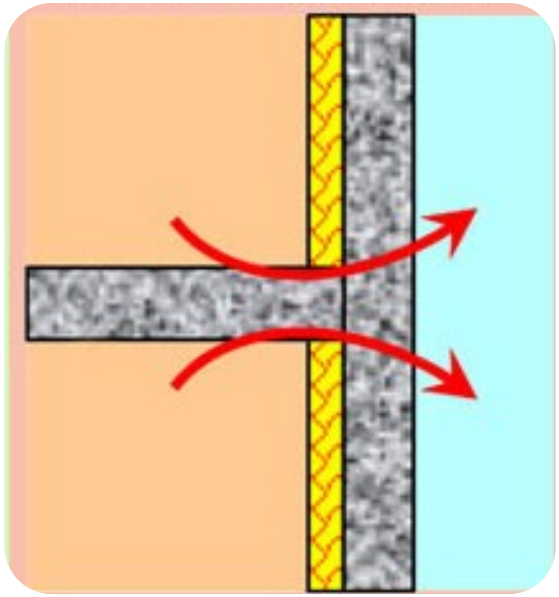


Thermal Bridge

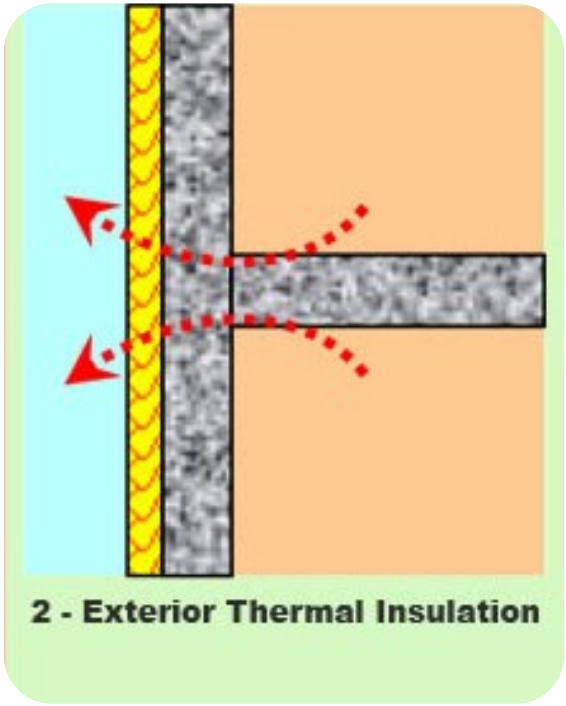
فصل چهارم: ضوابط اجباری

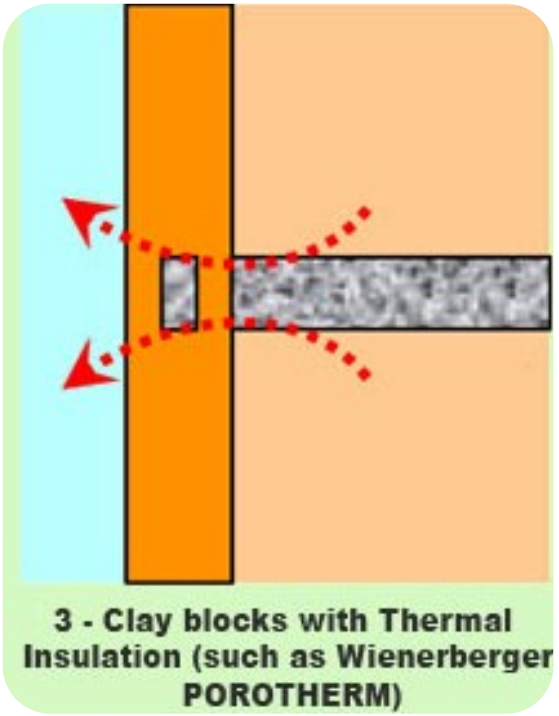
❑ پل حرارتی (Thermal Bridge)

- به عبارتی پل حرارتی باعث نفوذ حرارت از محیط گرم تر به محیط سردتر می شود.



Thermal Bridge





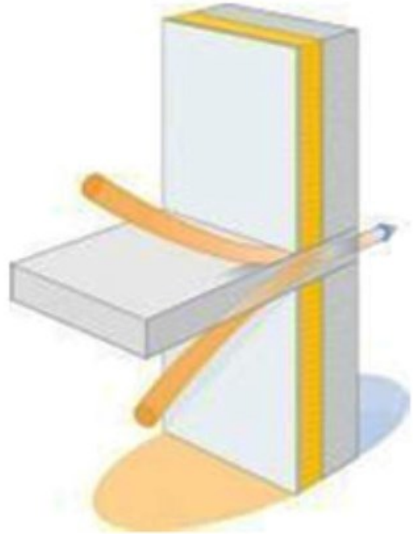
NO Thermal Bridge

فصل چهارم: ضوابط اجباری

❑ تعاریف پل حرارتی (Thermal Bridge)

▪ پل حرارتی خطی:

- پل حرارتی که در طول یک پاره خط، برای مثال در محل تقاطع دو جدار، تداوم دارد.



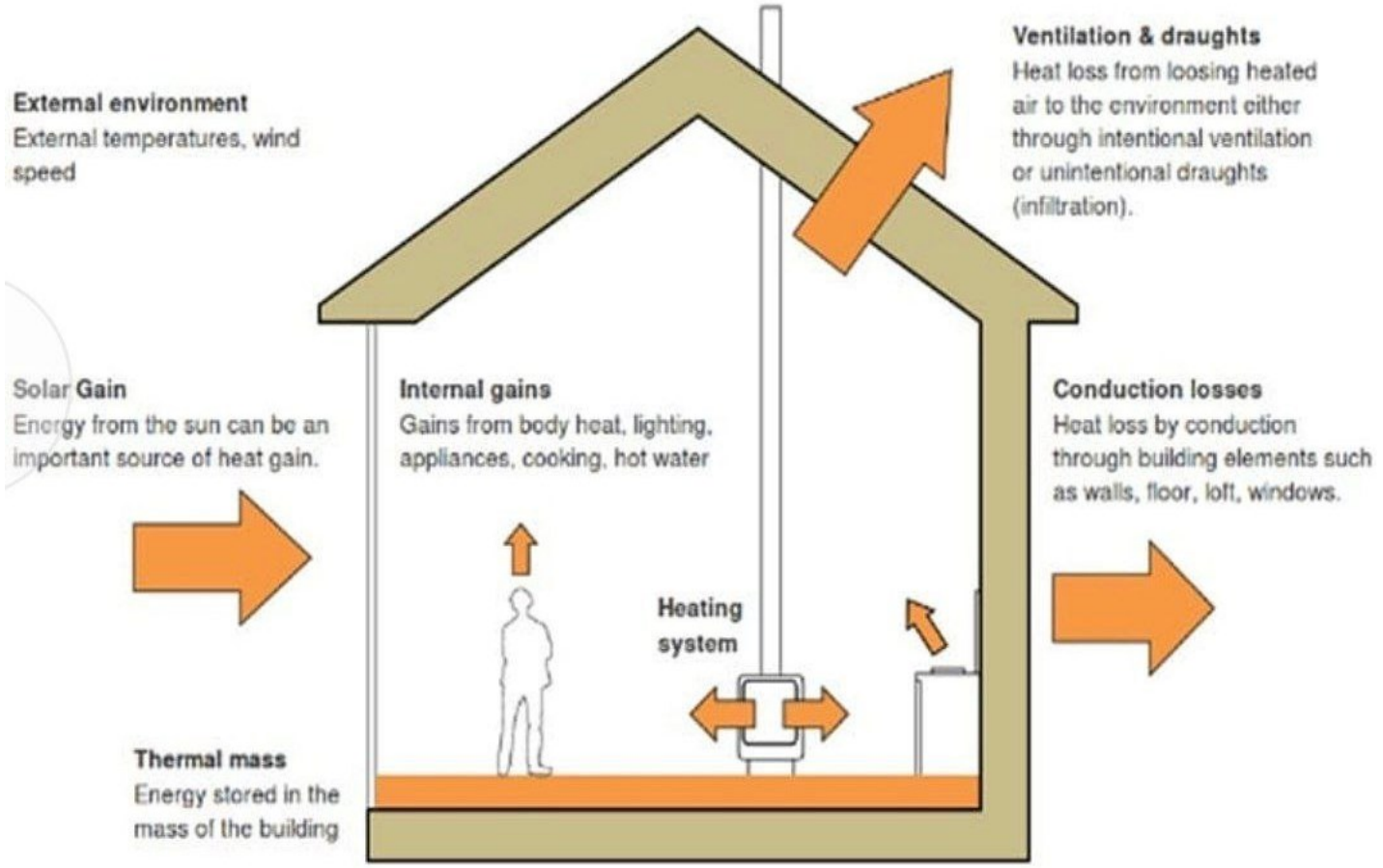
▪ پل حرارتی نقطه ای:

- پل حرارتی که در یک نقطه، که میتواند تقاطع سه جدار، برای مثال دو دیوار و یک سقف خارجی متقاطع باشد، بروز می کند

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل چهارم: ضوابط اجباری

❑ مبانی محاسبات بار و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان اصول اولیه انتقال حرارت



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۵ روش تجویزی

❑ **فصل پنجم:**

روش تجویزی (Prescriptive Method)

این روش یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث است. کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که شرایط تعیین‌شده در ۱۹-۳-۲-۱-۱ مورد رعایت قرار گرفته‌باشد. در حالتی که شرایط لازم محقق نشود، لازم خواهد بود طراحی ساختمان به روش نیاز انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۷) یا روش کارایی انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۸) صورت گیرد.

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، به‌صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، با افزایش مقاومت حرارتی بعضی از جدارها و دست‌یابی به مقادیر بالاتر از حداقل‌های تعیین‌شده در این روش، امکان تخفیف گرفتن بر روی دیگر موارد فراهم نمی‌گردد.

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

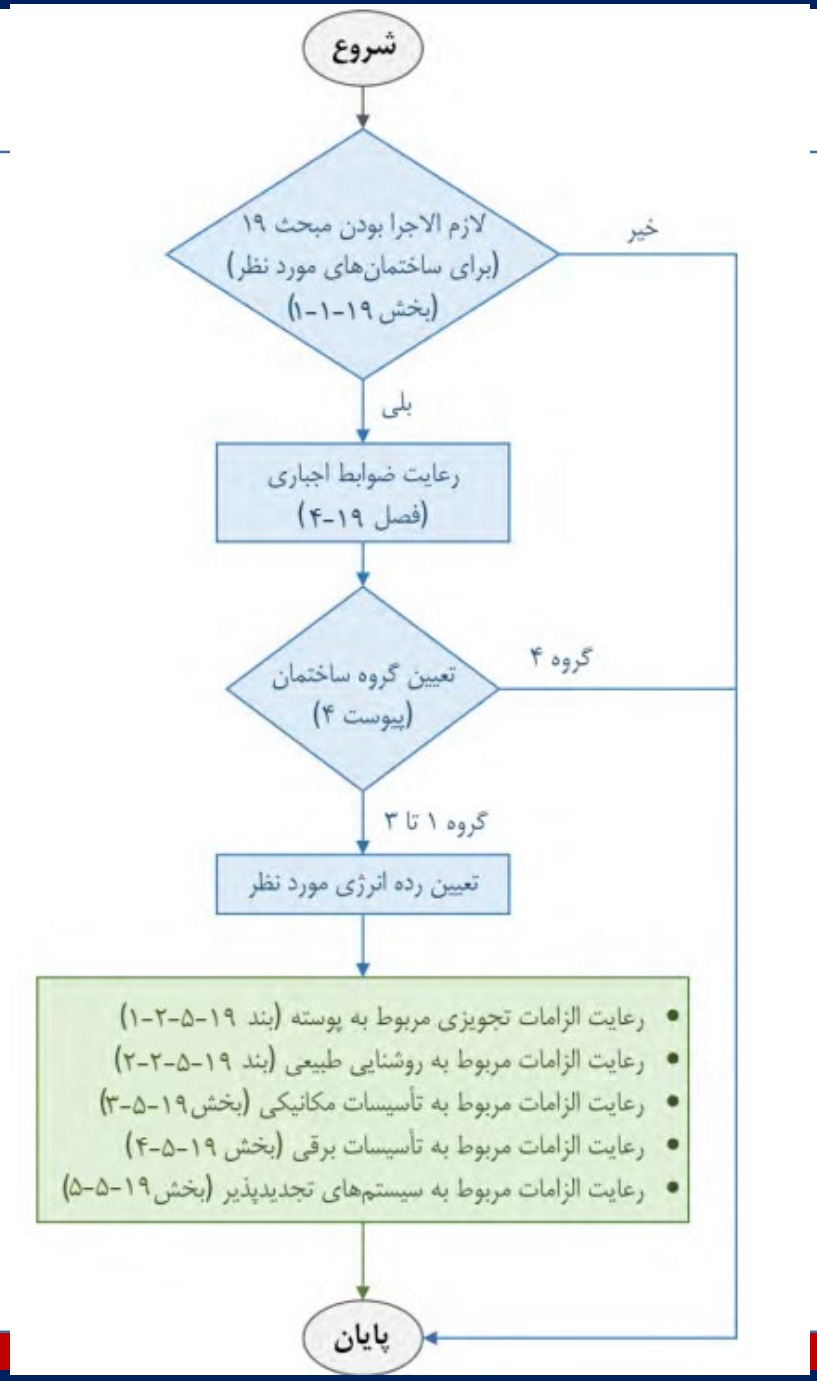
فصل پنجم: روش تجویزی

۱۹-۵-۱ اصول کلی

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

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

❑ شکل ۱۹ –۵–۱نمودار گردشی مراحل روش تجویزی



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۵-۲ پوسته خارجی ساختمان

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

طراحی پوسته خارجی ساختمان باید با رعایت یکی از راه‌حل‌های فنی تعیین‌شده در این بخش صورت گیرد.

لازم به توضیح است که راه‌حل‌های ارائه‌شده برای حالت‌های مختلف پارامترهای زیر هستند:

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

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

فصل پنجم: روش تجویزی

الف) حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، برحسب:

- وضعیت مجاورت دیوار (با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده)،
- نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)، و

ب) حداقل مشخصات حرارتی جدارهای نورگذر برحسب:

- شرایط اقلیمی (نیاز غالب گرمایی و یا سرمایی)،
- جهت‌گیری جغرافیایی جدار نورگذر

پ) حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف، برحسب:

- وضعیت مجاورت بام (با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده)،
- نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی بام و دیوارهای ساختمان، و

ت) حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا، برحسب:

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

ث) حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک، برحسب:

- موقعیت کف، و

فصل پنجم:روش تجویزی

- نوع عایق‌کاری (پیرامونی یا سراسری).

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

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

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

۱۹-۵-۲-۱-۱ مقاومت حرارتی (طرح) جدارها

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

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

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

در صورتی که مقادیر مربوط به بعضی مصالح، یا اجزای خاص، در پیوست‌های مذکور نیامده باشد و یا سازنده‌ای مدعی باشد که محصولاتی با مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر مندرج در منابع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر محصول مورد نظر ضمیمه مدارک گردد.

فصل پنجم:روش تجویزی

۱۹-۵-۲ پوسته خارجی ساختمان (Building Envelope)

طراحی پوسته خارجی ساختمان باید با رعایت یکی از راه حل های فنی تعیین شده در این بخش صورت گیرد.

لازم به توضیح است که راه حل های ارائه شده برای حالت های مختلف پارامترهای زیر هستند:
گروه ساختمانی ۱، ۲ و ۳
رده انرژی ساختمان (منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی یا بسیار کم انرژی)

راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان

- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها
- حداقل مشخصات حرارتی جدارهای نورگذر
- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف
- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا
- حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک

مقاومت حرارتی (طرح) جدارها
استفاده از پیوست های ۷، ۸ و ۹

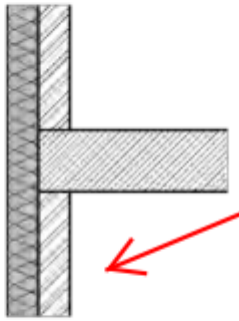
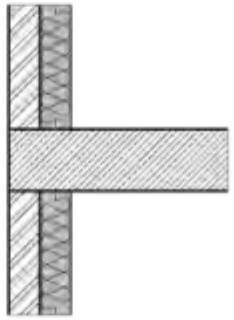
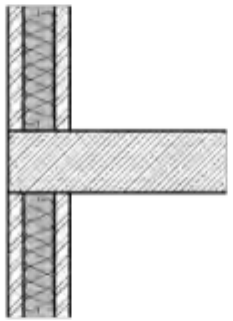
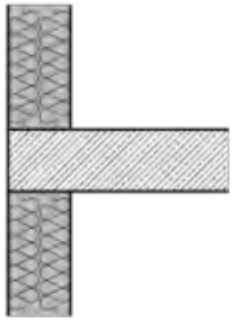
مقاومت حرارتی (مرجع) جدارها
مقایسه مقاومت حرارتی طرح جدارها با مقاومت حرارتی مرجع جدارها

فصل پنجم:روش تجویزی

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار – ساختمان گروه ۱

جدول ۱۹ -۵-۱حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۱ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

استفاده از اینرسی حرارتی دیوار

حداقل مقاومت حرارتی

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

تمامی جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضای خارج ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول۱۹-۵- ۲ را جواب‌گو باشند.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول۱۹-۵- ۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱

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

فصل پنجم:روش تجویزی

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۱ و ۲٫۸ [W/ m^2.K] در نظر گرفته شود.

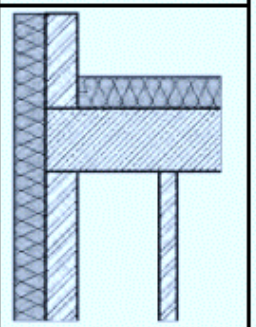
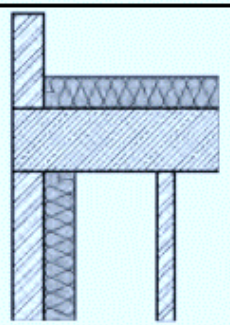
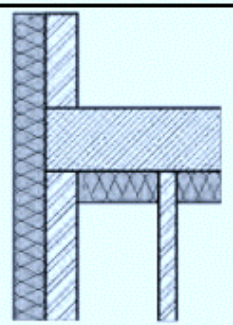
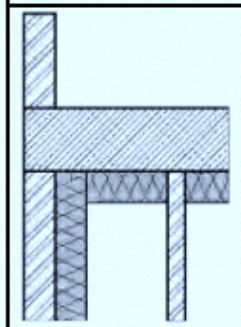
برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق پیوست ۱۰، در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین‌شده برای SHGC حداکثر و Tv/SHGC حداقل نخواهد بود.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

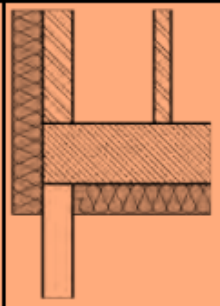
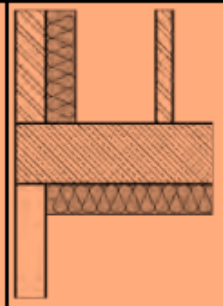
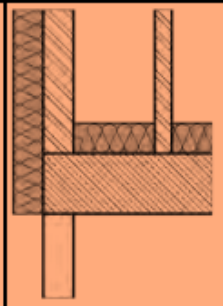
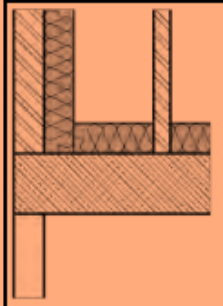
جدول ۱۹ -۵-۳حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه۱ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

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

جدول ۱۹ -۵-٤حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هواساختمان گروه۱ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل پنجم:روش تجویزی

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

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

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

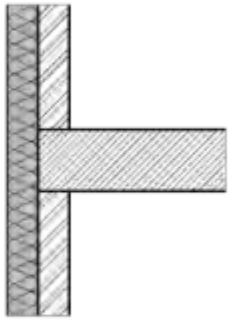
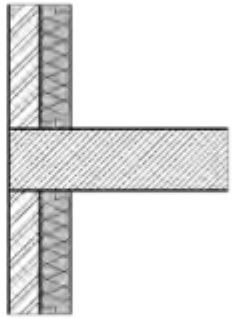
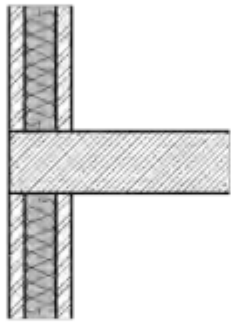
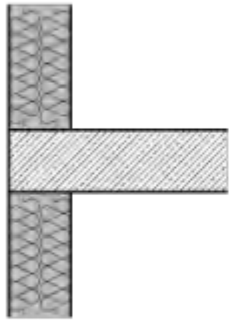
جدول ۱۹ -۵-۵حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاکساختمان گروه۱ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل پنجم:روش تجویزی

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار – ساختمان گروه ۲

جدول ۱۹ -۵-٦حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

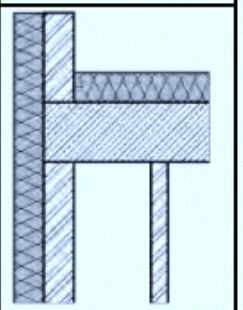
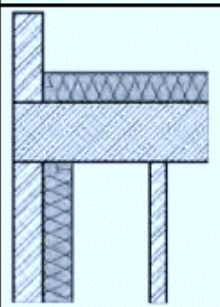
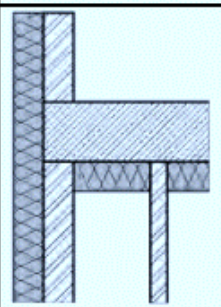
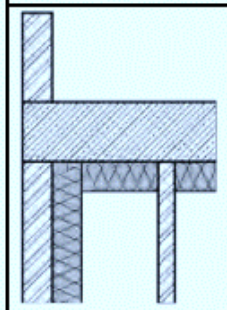
ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۴ و ۳٫۱ [W/ m^2.K] در نظر گرفته شود.

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۵-۲-۱-۳ راه حل فنی های طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه۲

- پ- حداقل مقاومت حرارتی، بام یا سقف – ساختمان گروه ۲

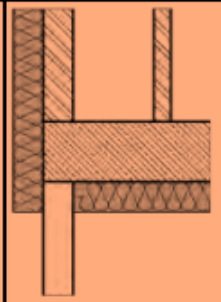
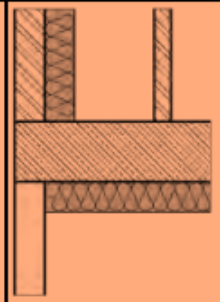
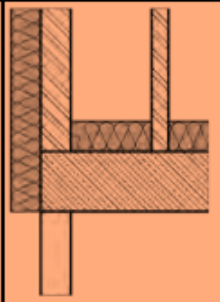
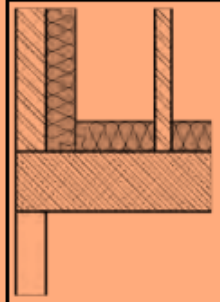
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاورفضای کنترل‌نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۱٫۸	۲٫۲	۲٫۴	۱٫۸	۰٫۸
EC+	۲٫۶	۳٫۱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

جدول ۱۹ -۵-۸حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل پنجم:روش تجویزی

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

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

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

جدول ۱۹ -۵-۹حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هواساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل پنجم:روش تجویزی

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

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

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

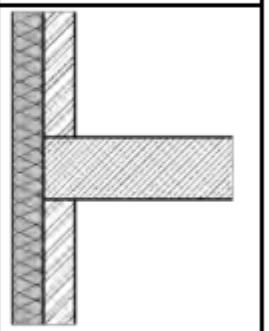
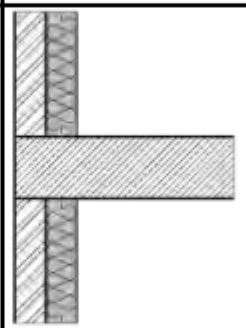
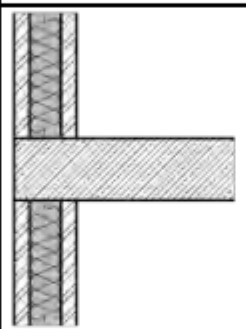
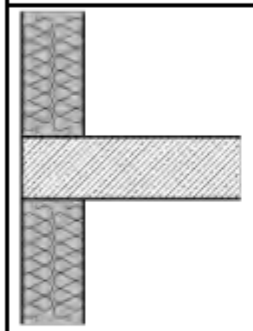
جدول ۱۹ -۵-۱۰حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل پنجم:روش تجویزی

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار – ساختمان گروه ۳

جدول ۱۹ -۵-۱۱حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۳ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

فصل پنجم:روش تجویزی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

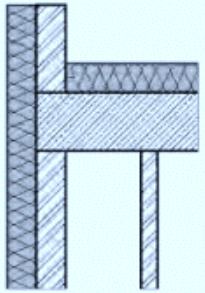
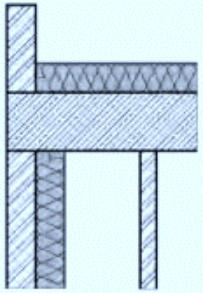
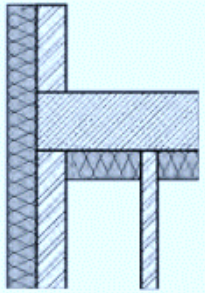
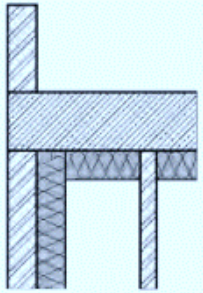
ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۴ و ۳٫۱ [W/ m^2.K] در نظر گرفته شود.

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۵-۲-۱-۴ راه حل فنی های طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه۳

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

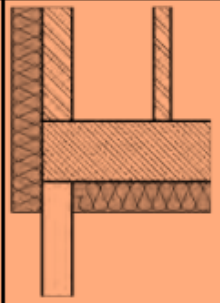
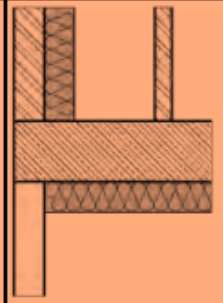
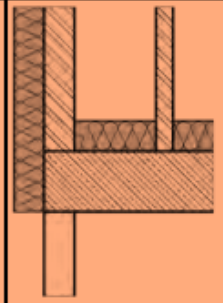
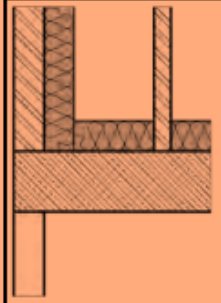
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاورفضای کنترل‌نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۱٫۶	۱٫۹	۲٫۰	۱٫۶	۰٫۷
EC+	۲٫۳	۲٫۷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

جدول ۱۹ -۵-۱۳حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه۳ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

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

جدول ۱۹ -۵-۱٤حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هواساختمان گروه۳ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ ۱۹-۵-۲-۱-۴ راه حل فنی های طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه۳

- ث- حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک- ساختمان گروه ۳

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

جدول ۱۹ -۵-۱۵حداقل مقاومت عایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه۳ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۵-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

در صورت طراحی به روش تجویزی، لازم است علاوه بر ضوابط اجباری تعیین شده در بخش ۱۹-۴-۵، ضوابط زیر نیز در طراحی و اجرای ساختمان رعایت گردد.

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

فصل پنجم:روش تجویزی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول ۱۹-۵- ۳۷ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه‌های تجدیدپذیر (کیلووات‌ساعت بر مترمربع بام قابل استفاده)

رده انرژی		حداقل انرژی سالیانه توسط سامانه تجدیدپذیر (کیلووات‌ساعت بر مترمربع بام)	
		یک طبقه	بیش از یک طبقه
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹	EC	۱۴٫۰	۲۲٫۴
ساختمان کم‌انرژی	EC+	۲۰٫۰	۳۲٫۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی	EC++	۲۸٫۶	۴۵٫۷

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۶ روش موازنه ای (کارکردی)

❑ فصل ششم:
روش موازنه ای (کارکردی) (Trade-Off Method)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

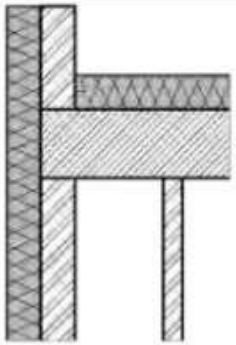
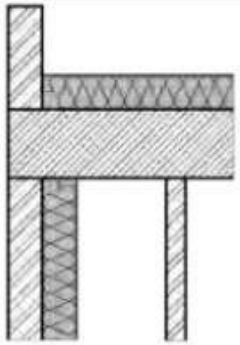
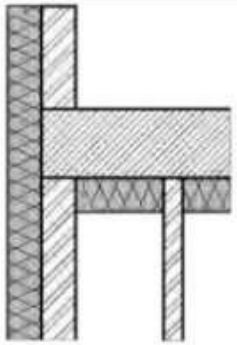
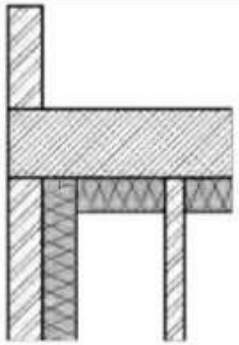
- در ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ (EC)، در نظر گرفتن مقاومت‌های حرارتی افزایش‌یافته، مطابق جدول ۱۹-۵- ۳۸ ، به‌جای مقادیر تعیین‌شده در بخش ۱۹-۵-۲ برای بام با انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن.

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

همان‌گونه که در جدول ۱۹-۵- ۳۸ مشخص گردیده‌است، این راه‌حل جایگزین تنها برای بعضی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جواب‌گو می‌باشد.

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

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

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده
		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
		دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
						
۱	EC	۶٫۵۲	غیر مجاز	غیر مجاز	۶٫۵۲	۵٫۵۵
۲		۴٫۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴٫۳۰	۳٫۶۶
۳		۴٫۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴٫۳۰	۳٫۶۶

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۶ روش موازنه ای (کارکردی)

❑ فصل ششم:
روش موازنه ای (کارکردی) (Trade-Off Method)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۶ روش موازنه ای (کارکردی)

این روش یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث است. کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که شرایط تعیین‌شده در ۱۹-۳-۲-۱-۱ مورد رعایت قرار گرفته‌باشد. در حالتی که شرایط لازم محقق نشود، لازم خواهد بود طراحی ساختمان به روش نیاز انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۷) یا روش کارایی انرژی ساختمان (فصل ۱۹-۸) صورت گیرد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۶ روش موازنه ای (کارکردی)

۱۹-۶-۱ اصول کلی

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ ۱۹-۶-۲ پوسته خارجی ساختمان (Building Envelope)

برای محاسبه عایقکاری حرارتی ساختمان ها به روش موازنه ای،

ابتدا باید گروه ساختمان تعیین گردد.

پس از آن، باید میزان عایقکاری حرارتی ساختمان ها،

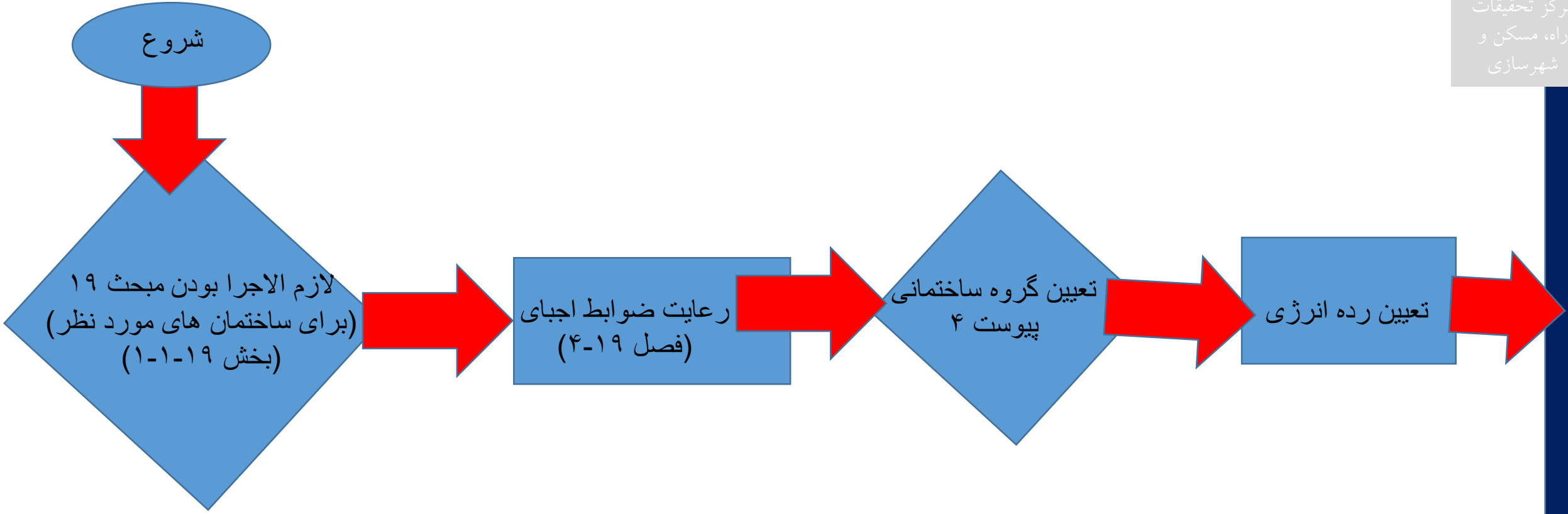
با محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح،

و مقایسه آن با حداکثر مقدار مجاز (**ضریب انتقال حرارت مرجع**) تعیین شود.

لازم به ذکر است در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها پل حرارتی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می شود.

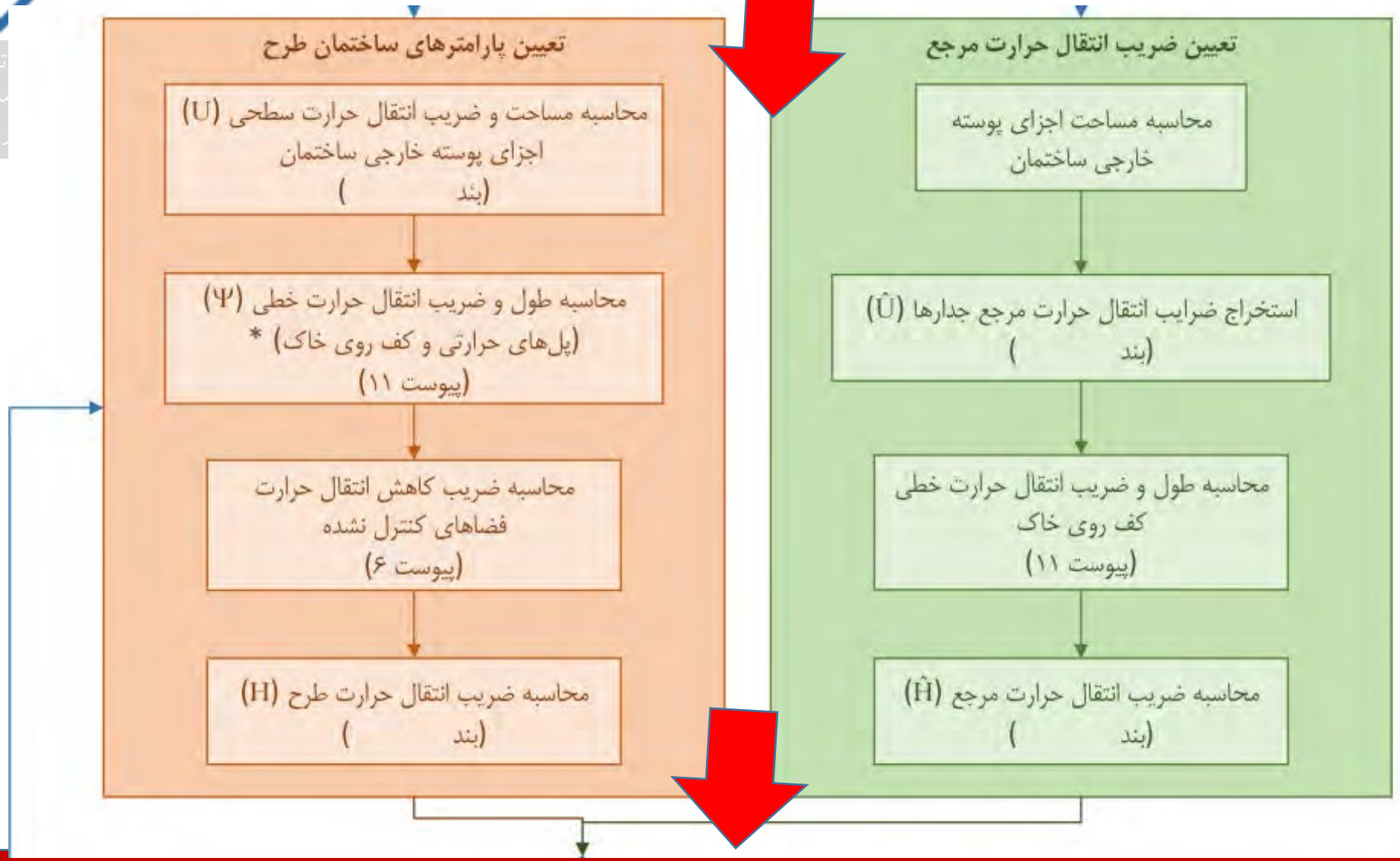
مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

شکل ۱۹ –۶–انمودار گردشی مراحل روش موازنه ای (کارکردی)



مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

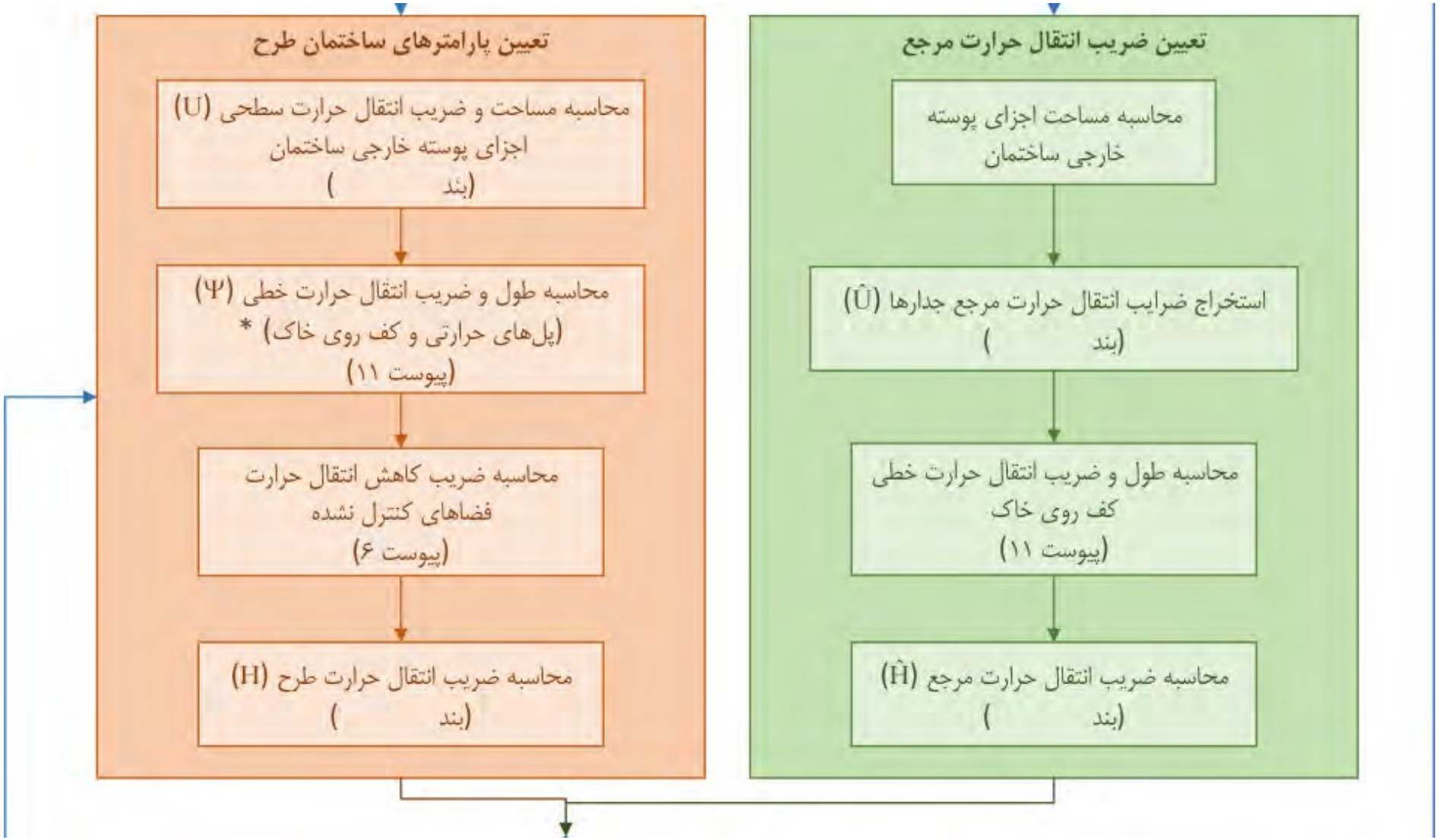
شکل ۱۹ –۶–انمودار گردشی مراحل روش موازنه ای (کارکردی)



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

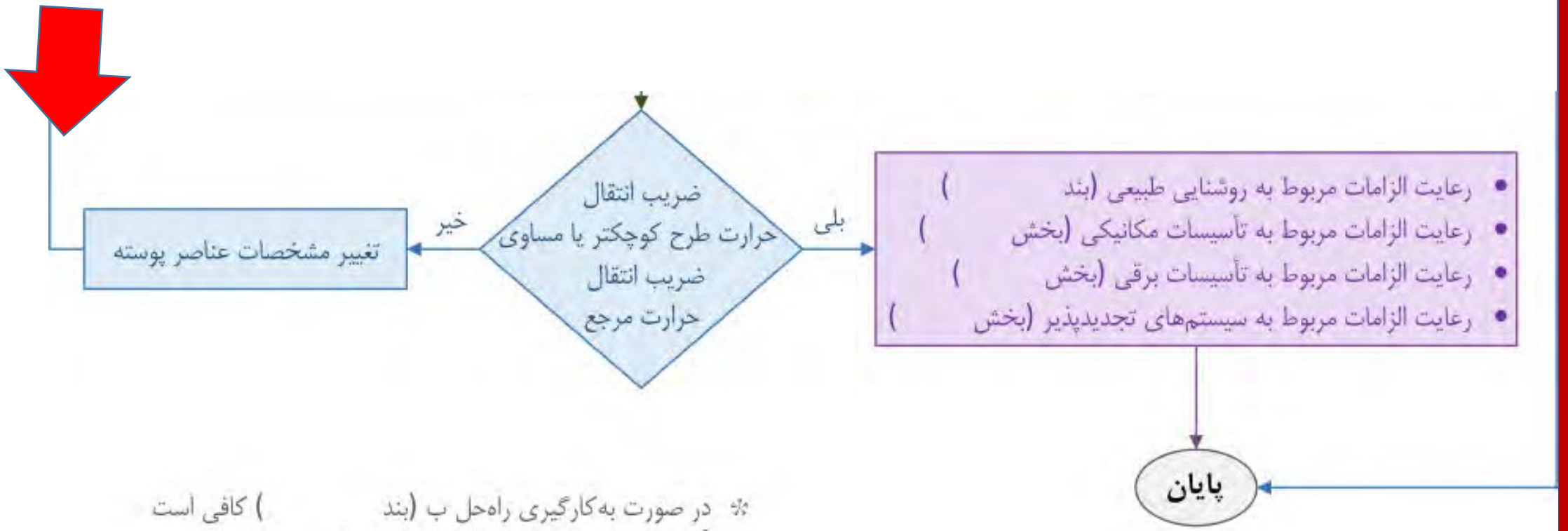
شکل ۱۹ –۶–انمودار گردشی مراحل روش موازنه ای (کارکردی)



مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

شکل ۱۹ –۶–انمودار گردشی مراحل روش موازنه ای (کارکردی)



* در صورت به‌کارگیری راه‌حل ب (بند) کافی است صرفاً انتقال حرارت خطی کف در تماس با خاک محاسبه شود

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

محاسبات باید برای هر ساختمان منفرد و برای هر واحد آپارتمانی به صورت مستقل انجام گردد. در صورت یکسان بودن واحدهای ساختمان از نظر مشخصات حرارتی، کافی است محاسبات براساس بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد. شایان ذکر است واحدهای یک ساختمان در صورتی یکسان تلقی می‌شوند که شرایط زیر، به‌صورت هم‌زمان، تأمین گردد:

- ابعادی تقریباً مشابه (با تفاوت زیر ۵ درصد) داشته باشند؛
- مشخصات حرارتی تمامی عناصر پوستهٔ خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛
- جهت‌گیری و موقعیت جدارها، خصوصاً جدارهای نورگذر، یکسان باشد؛
- نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛
- کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

طراحی پوسته خارجی ساختمان در صورتی مورد قبول است که شرایط زیر، به‌صورت هم‌زمان، تأمین گردند:

- ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع کمتر باشد؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول۱۹-۵- ۲ را جواب‌گو باشند؛

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۷ را جواب‌گو باشند؛

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

در صورت بیشتر بودن ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع، باید با اصلاح مشخصات حرارتی و یا مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی، ضریب انتقال حرارت طرح را، تا مقداری مساوی یا کمتر از ضریب انتقال حرارت مرجع، کاهش داد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$) بر حسب [W/K] برابر است با حداکثر انتقال حرارت مجاز از پوستهٔ خارجی ساختمان، در شرایط پایدار و به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین هوای داخل و خارج.

انتقال حرارت از جدارهای مختلف ساختمان مرجع برابر است با حاصل‌ضرب ضریب انتقال حرارت (سطحی) مرجع عناصر مختلف تشکیل‌دهنده پوسته خارجی در مساحت آن‌ها. در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، انتقال حرارت از بام‌ها، دیوارها، کف‌های در تماس با هوا یا خاک، درها و سطوح نورگذر ساختمان در نظر گرفته می‌شود. این جدارها ممکن است در تماس با فضای خارج، فضاهای کنترل‌نشده یا خاک باشند.

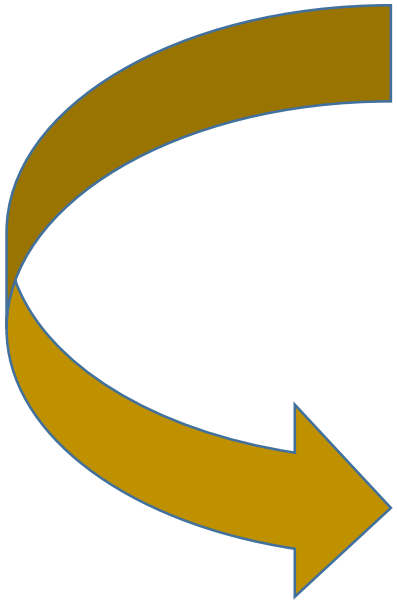
برای تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضرایب انتقال حرارت مرجع اجزای پوستهٔ خارجی، با در نظر گرفتن گروه ساختمان (پیوست ۴) و رتبه ساختمان از جداول زیربندهای ۱۹-۶-۲-۲-۵ تا ۱۹-۶-۲-۲-۷ استخراج گردد.

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

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

شکل ۱۹ –۶–انمودار گردشی مراحل روش موازنه ای (کارکردی)

❑ تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع



محاسبهٔ مساحت اجزای پوسته خارجی ساختمان

استخراج ضرایب انتقال حرارت مرجع جدارها ($\hat{U}$) (بند ۱۹–۶–۲–۱)

محاسبه طول و ضریب انتقال حرارت خطی کف روی خاک (پیوست ۱۱)

محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ($\hat{H}$) (بند ۱۹–۶–۲–۱)

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضریب انتقال حرارت مرجع اجزای پوسته خارجی ساختمان

- **ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$) از طریق رابطه زیر محاسبه می گردد**

$$\hat{H} = (AW \times \hat{U}W) + (AR \times \hat{U}R) + (AF \times \hat{U}F) + (P \times \hat{U}P) + (AG \times \hat{U}G) + (AD \times \hat{U}D)$$

- در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑توضیحات:

۱. سطوح تمام جدارهای ساختمانی (AWB، AD، AF، AR، AW) ومحیط کف زیرین در تماس با خاک (P) **از طرف داخل ساختمان** محاسبه می شوند

۲. تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در زیربندهای ۱۹-۶-۲-۲-۵ تا۱۹-۶-۲-۲-۷ ارائه شده است

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ **توضیحات:**

۳. منظور از "**جدار مجاور فضای خارج**"**جداری** است که بین یک فضای کنترل شده و فضای خارج قرار گرفته باشد.

همچنین منظور از «جدار مجاور فضای کنترل »نشده جداری است که بین فضای کنترل شده و فضای کنترل نشده قرار گرفته باشد (ر.ک. به پیوست۱) .

در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل نشده و فضای خارج در نظرگرفته نمی شود.

۴. ضریب انتقال حرارت ÛWB جدارهای در تماس با فضاهای کنترل نشده برابر است با حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت مرجع ارائه شده در جداول این فصل در ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده که برای ساختمان طرح محاسبه میشود

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان (H) از طریق رابطه زیر محاسبه می گردد

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

- در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

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

U_{Gi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع جدارهای نورگذر	$[W/m^2K]$
A_{Di} -	مساحت خالص هر کدام از انواع درهای خارجی یا مجاور فضای کنترل‌نشده	$[m^2]$
U_{Di} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع درهای خارجی	$[W/m^2K]$
P_i -	محیط انواع کف در تماس با خاک و پل‌های حرارتی	$[m]$
Ψ_i -	ضریب انتقال حرارت خطی متناظر با انواع کف در تماس با خاک و پل‌های حرارتی	$[W/mK]$
τ_i -	ضریب کاهش انتقال حرارت هر جدار	

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ **توضیحات:**

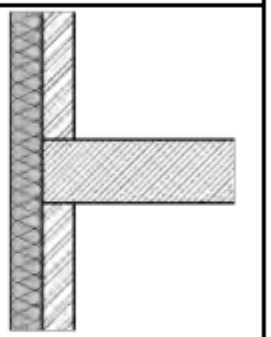
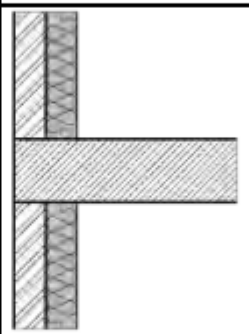
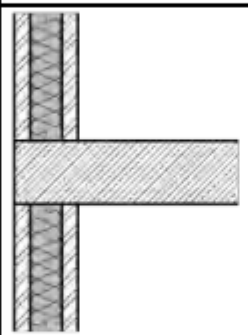
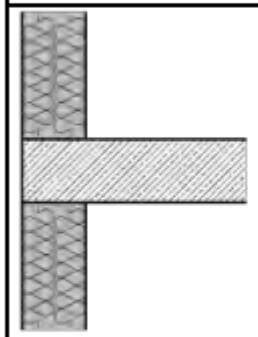
- منظور از «جدار مجاور فضای خارج»جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از «جدار مجاور فضای کنترل‌نشده»جداری است که بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده قرار گرفته‌باشد (ر.ک. به پیوست ۶). در رابطهٔ بالا، سطوح جدارها و پل‌های حرارتی بین فضاهای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.
- در صورت استفاده از راه‌حل ب، در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، تنها انتقال حرارت خطی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک

- الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار – ساختمان گروه ۱

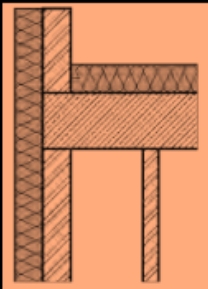
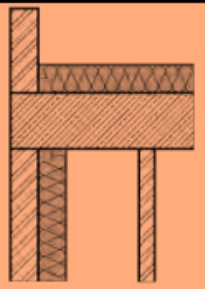
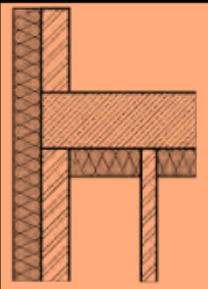
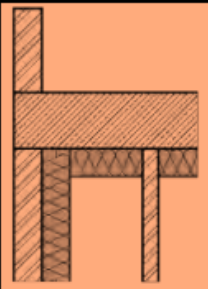
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰٫۷۳۰	۰٫۴۰۵	۰٫۴۰۵	۰٫۴۴۰	۰٫۸۲۰
EC+	۰٫۵۳۵	۰٫۲۸۸	۰٫۲۸۸	۰٫۳۱۵	۰٫۶۱۷
EC++	۰٫۳۸۹	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۴۵۰

جدول ۱۹ -۶-۱ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارساختمان گروه۱ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک

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

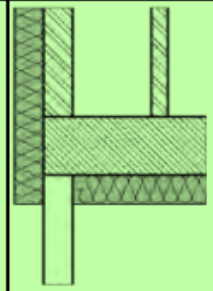
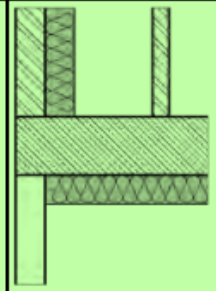
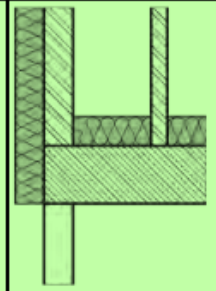
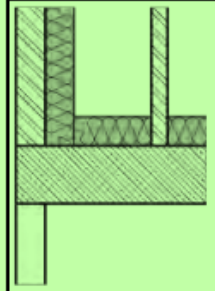
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۴۱۰	۰٫۳۱۸	۰٫۲۹۱	۰٫۴۱۰	۰٫۸۴۷
EC+	۰٫۲۹۰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

جدول ۱۹ -۶-۲ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه۱ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک

- ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاورهوای ساختمان– ساختمان گروه ۱

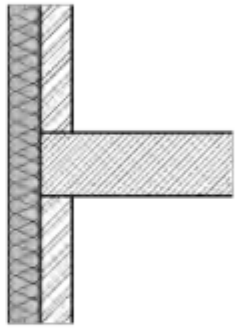
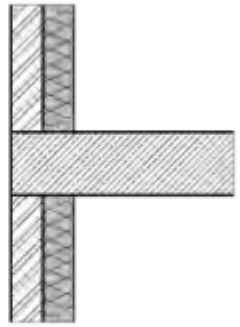
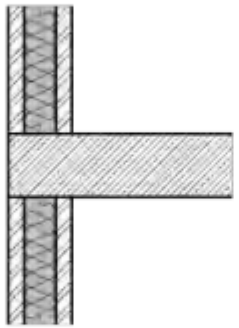
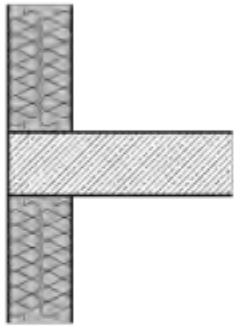
رده انرژی	کف مجاور فضای خارج				کف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی کف از خارج		عایق حرارتی کف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۴۱۳	۰٫۲۹۲	۰٫۲۶۹	۰٫۳۹۷	۰٫۸۰۶
EC+	۰٫۳۰۱	۰٫۲۰۷	۰٫۱۹۲	۰٫۲۸۴	۰٫۶۱۰
EC++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

جدول ۱۹ -۶-۳ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور ساختمان هوای ساختمان گروه۱ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو

- الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار– ساختمان گروه ۲

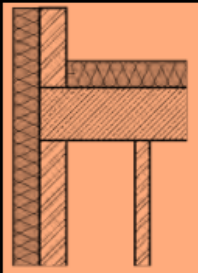
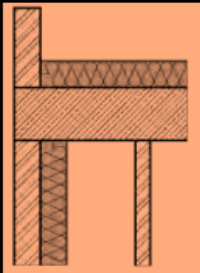
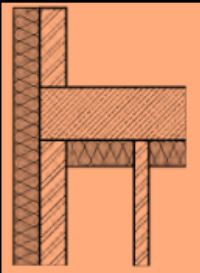
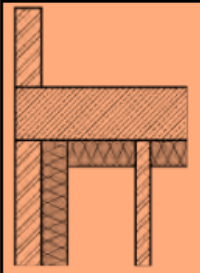
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰٫۹۳۵	۰٫۵۹۹	۰٫۵۹۹	۰٫۶۳۷	۰٫۹۸۰
EC+	۰٫۶۸۰	۰٫۴۴۱	۰٫۴۴۱	۰٫۴۶۱	۰٫۷۵۸
EC++	۰٫۵۰۸	۰٫۳۱۵	۰٫۳۱۵	۰٫۳۳۷	۰٫۵۴۹

جدول ۱۹ -٦-٤ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارساختمان گروه۲ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو

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

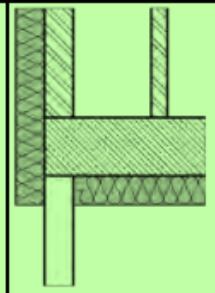
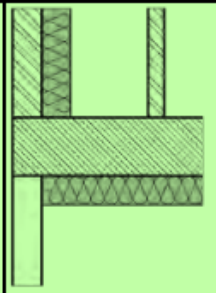
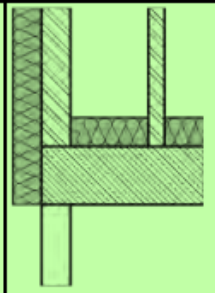
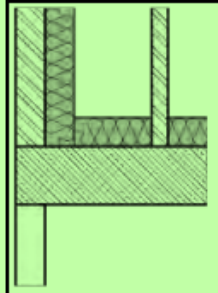
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۵۱۵	۰٫۴۲۷	۰٫۳۹۴	۰٫۵۱۵	۱/۰۲۰
EC+	۰٫۳۶۵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

جدول ۱۹ -۶-۵ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه۲ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو

- ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور ساختمان هوای – ساختمان گروه ۲

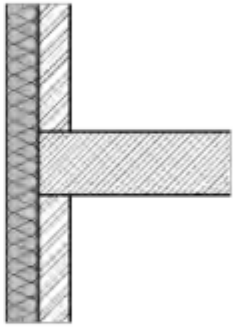
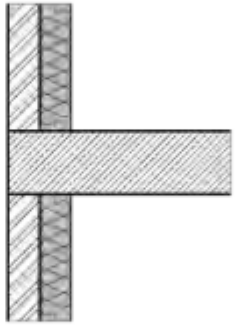
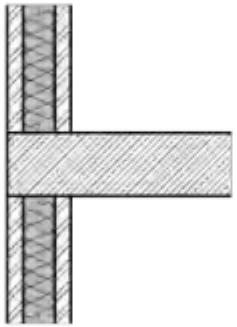
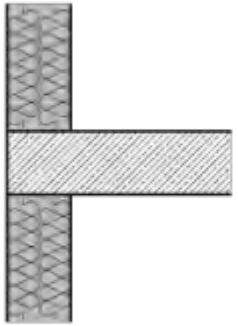
رده انرژی	کف مجاور فضای خارج				کف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی کف از خارج		عایق حرارتی کف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۵۴۹	۰٫۳۹۷	۰٫۳۶۸	۰٫۵۲۱	۰٫۹۶۲
EC+	۰٫۳۹۶	۰٫۲۸۴	۰٫۲۶۹	۰٫۳۸۲	۰٫۷۴۶
EC++	۰٫۲۹۲	۰٫۲۰۷	۰٫۱۹۲	۰٫۲۷۶	۰٫۵۷۵

جدول ۱۹ -۶-۶ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور ساختمان هوای ساختمان گروه۲ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سوم

- الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار– ساختمان گروه ۳

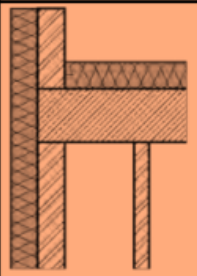
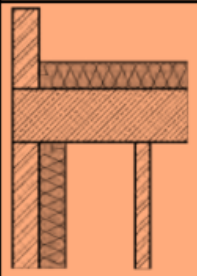
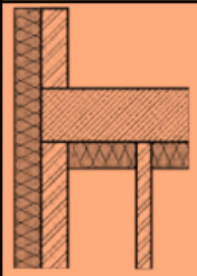
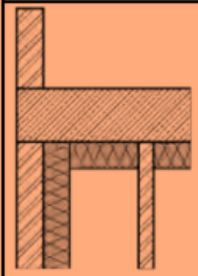
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۱٫۰۳۱	۰٫۷۳۰	۰٫۷۳۰	۰٫۷۸۷	۱٫۰۸۷
EC+	۰٫۷۸۷	۰٫۵۳۵	۰٫۵۳۵	۰٫۵۶۵	۰٫۸۲۰
EC++	۰٫۵۶۵	۰٫۳۸۹	۰٫۳۸۹	۰٫۴۲۲	۰٫۶۱۷

جدول ۱۹ -۶-۷ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارساختمان گروه۳ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سوم

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

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

جدول ۱۹ -۶-۸ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه۳ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

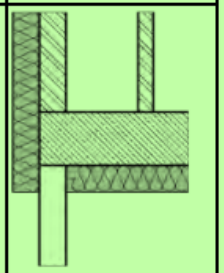
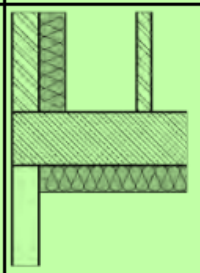
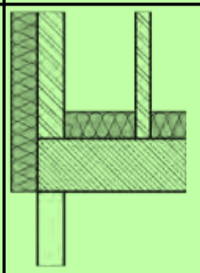
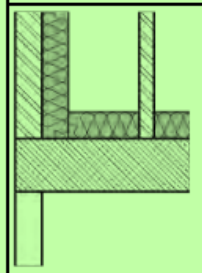
فصل ششم: روش موازنه ای (کارکردی)

❑ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سوم

- ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور ساختمان هوای – ساختمان گروه ۳

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

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱٫۷۰ [W/ m.K].

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

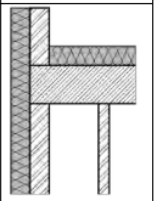
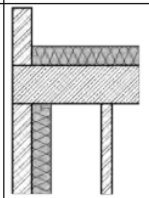
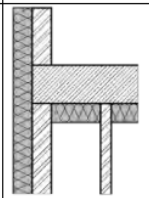
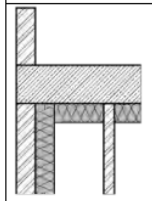
جدول ۱۹ -۶-۹ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور ساختمان هوای ساختمان گروه۳ [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ ۱۹-۶-۵ سیستم های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر

- ت- ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور ساختمان هوای – ساختمان گروه ۳

در صورت عدم استفاده از سیستمهای بر پایه انرژیهای تجدیدپذیر

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
		دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
						
۱	EC	۰٫۱۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۱۵۰	۰٫۱۸۶
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۲	EC	۰٫۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۳	EC	۰٫۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

جدول ۱۹ -۶-۱۰ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان [W/m2.K] بر حسب رده انرژی ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست۹ : ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

❑ پ ۹-۴ضرایب انتقال حرارت درها

جدول پ۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها

جنس در	نوع در	ضریب انتقال حرارت در U_D [W/m².K]
در چوبی معمولی	توپر	۳٫۵
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	۴٫۰
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	۴٫۵
	با شیشهٔ دوجداره با لایهٔ هوای ۶ میلی‌متر یا بیشتر	۳٫۳
در فلزی معمولی	تمام فلز	۵٫۸
	با شیشهٔ تک‌جداره	۵٫۸
	با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	۵٫۸
	با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	۴٫۸
در تمام‌شیشه‌ای	با شیشهٔ تک‌جداره	۵٫۸

پیوست۶ : روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

❑ پ ۶-۱محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده

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

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

τ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده

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

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

A_i : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده $[m^2]$

U_i : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده $[W/m^2K]$

پیوست۶ : روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

❑ توضیحات

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

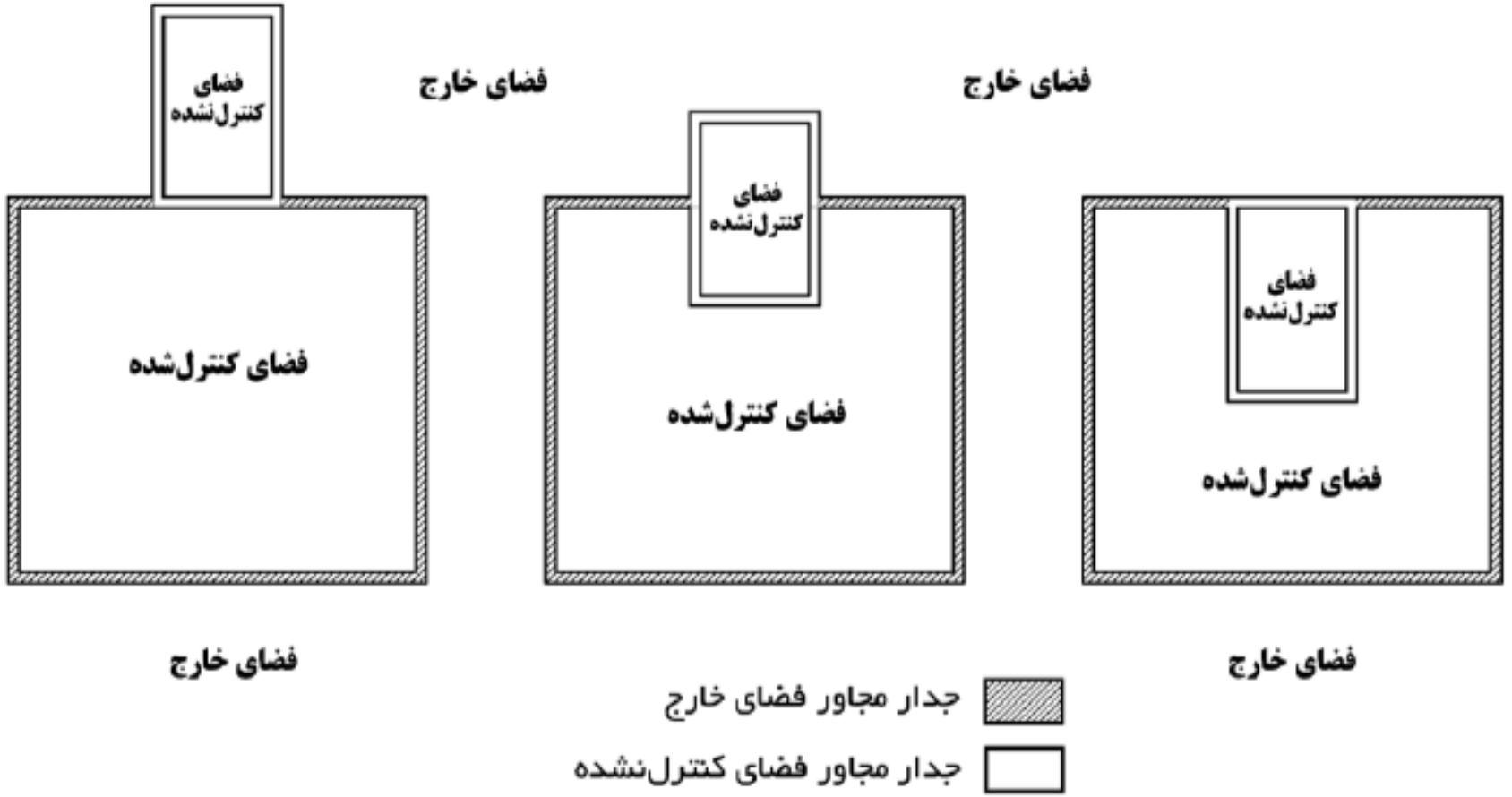
۲- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه‌شده برای آن فضای کنترل‌نشده است. در صورت عدم تمایل به انجام محاسبهٔ فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.

۳- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضای کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید، در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح می‌تواند به جای جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضاهای کنترل‌شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل‌نشده مذکور و فضای خارج را در رابطهٔ فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت τ_i، ضریب $(1-\tau_i)$ در محاسبه وارد کند، زیرا:

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

پیوست۶ : روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

❑ **شکل پ ۶– ۱موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان**



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست۶ : روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

رابطه پ ۶-۱ تا زمانی معتبر است که تهویه فضای کنترل‌نشده به‌صورت مستقل انجام شود. در صورتی که هوای تازه فضای کنترل‌نشده از فضای کنترل‌شده تأمین گردد، ضریب کاهش با استفاده از رابطه پ ۶-۲ به‌دست می‌آید:

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

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

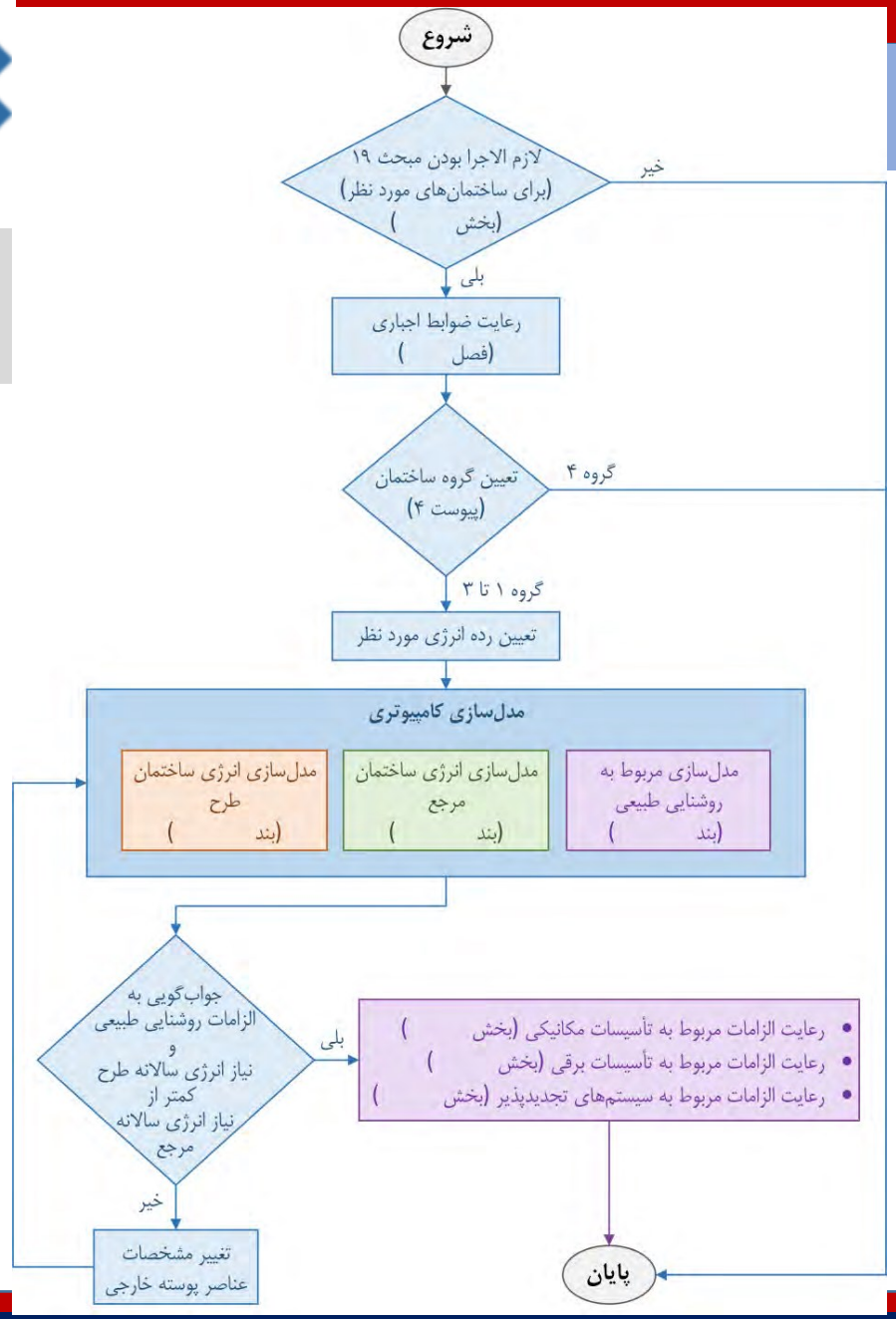
۱۹-۷ روش نیاز انرژی ساختمان

❑ **فصل هفتم:**

روش نیاز انرژی ساختمان (Building Energy Need Method)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فصل هفتم: روش نیاز انرژی ساختمان



❑ **شکل ۱۹ –۷–۱نمودار گردشی مراحل روش نیاز انرژی ساختمان**

فصل هفتم: روش نیاز انرژی ساختمان

❑ ۱۹-۷-۱-۱ نرم افزار شبیه سازی

- نرم افزار شبیه سازی مورد استفاده باید صحه گذاری شده و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی باشد. حداقل قابلیت هایی که نرم افزار باید دارا باشد عبارت است از:

- تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان،
- تعیین میزان بهره خورشیدی و انتقال حرارت ساعتی جدارهای نورگذر،
- تنظیم برنامه ساعتی پارامترهای مختلف، برای تمامی روزهای هفته و روزهای آخر هفته و تعطیلات، برای کاربری‌های مختلف ساختمان، از جمله:
  - میزان حضور و نوع فعالیت افراد در مناطق (زون‌های) مختلف ساختمان،
  - توان روشنایی مصنوعی و میزان کاهش احتمالی آن در ساعات مختلف (در صورت تأمین بخشی از نیاز از روشنایی طبیعی)،
  - دمای تنظیم (ترموستات) سیستم‌های گرمایی و سرمایی،
  - کارکرد سیستم تهویه مکانیکی،
  - میزان استفاده از تجهیزات (خانگی، اداری، ...)،
  - استفاده از آب‌گرم بهداشتی.
- اثر اینرسی (جرم) حرارتی در ذخیره‌سازی و ایجاد تأخیر فاز،
- در نظر گرفتن حداقل ده منطقه حرارتی،
- تهیه گزارش‌های ساعتی مصرف انرژی به تفکیک حامل‌ها،
- تعیین نیاز حرارتی/برودتی ساختمان، در مقاطع زمانی تعیین‌شده،
- تعیین میزان انرژی/گرمای تأمین‌شده توسط سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

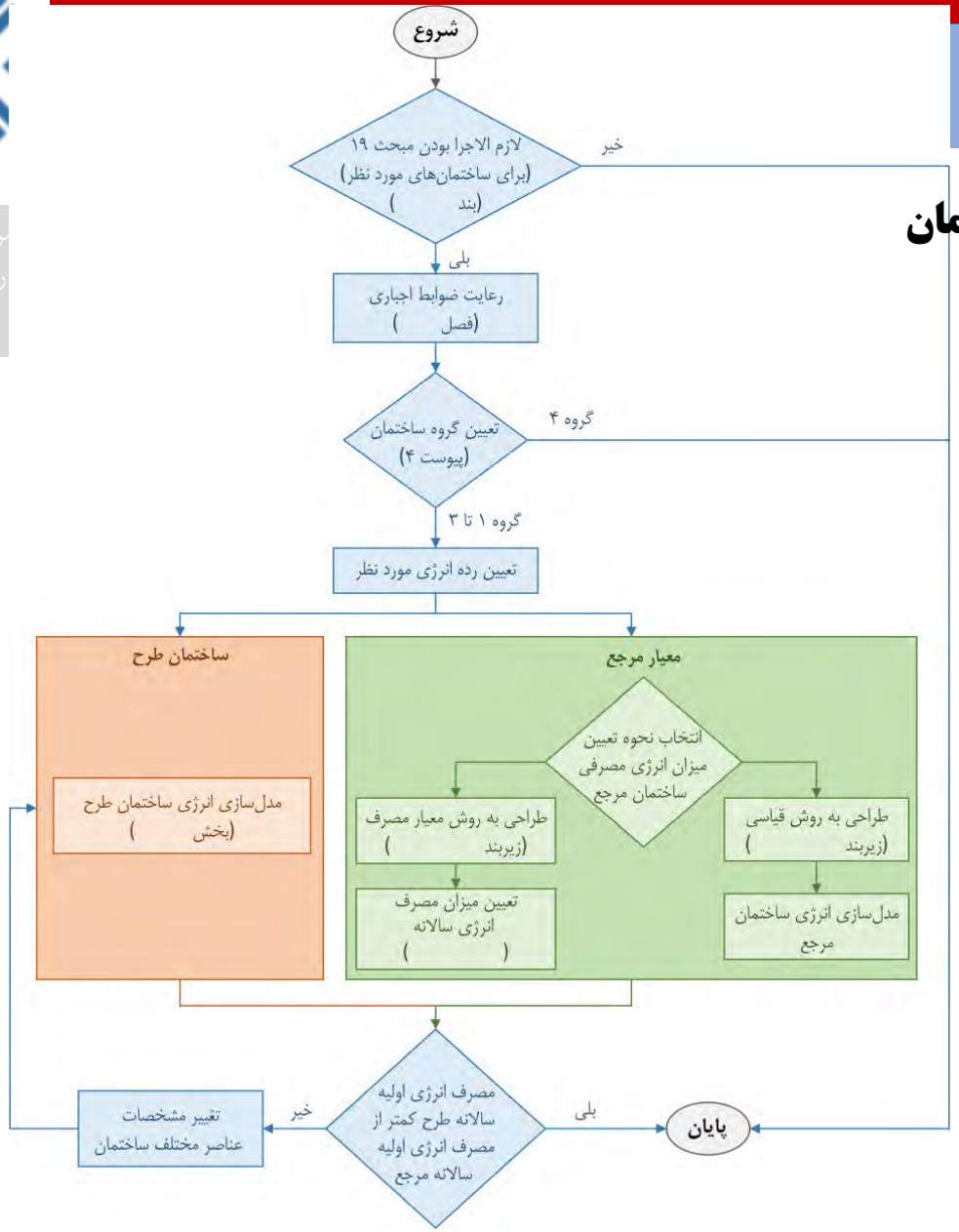
۱۹-۸ روش کارایی انرژی ساختمان

❑ فصل هشتم:

روش کارایی انرژی ساختمان (Building Energy Performance)

فصل هشتم: روش کارایی انرژی ساختمان

❑ **شکل ۱۹ –۸–۱نمودار گردشی مراحل روش کارایی انرژی ساختمان**



فصل هشتم: روش کارایی انرژی ساختمان

❑ ۱۹-۸-۱-۱ نرم افزار شبیه سازی

- نرم افزار شبیه سازی مورد استفاده باید صحه گذاری شده و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی باشد. حداقل قابلیت هایی که نرم افزار باید دارا باشد عبارت است از:

- تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان،
- تعیین میزان بهره خورشیدی و انتقال حرارت ساعتی جدارهای نورگذر،
- تنظیم برنامه ساعتی پارامترهای مختلف، برای تمامی روزهای هفته و روزهای آخر هفته و تعطیلات، برای کاربری‌های مختلف ساختمان، از جمله:
  - میزان حضور و نوع فعالیت افراد در مناطق (زون‌های) مختلف ساختمان،
  - توان روشنایی مصنوعی و میزان کاهش احتمالی آن در ساعات مختلف (در صورت تأمین بخشی از نیاز از روشنایی طبیعی)،
  - دمای تنظیم (ترموستات) سیستم‌های گرمایی و سرمایی،
  - کارکرد سیستم تهویه مکانیکی،
  - میزان استفاده از تجهیزات (خانگی، اداری، ...)،
  - استفاده از آب‌گرم بهداشتی.
- اثر اینرسی (جرم) حرارتی در ذخیره‌سازی و ایجاد تأخیر فاز،
- در نظر گرفتن حداقل ده منطقه حرارتی،
- تنظیم بار حرارتی سیستم‌های گرمایی و سرمایی متناسب با دما و تعداد تجهیزات،
- شبیه‌سازی عملکرد اکونومایزرهای پایه آبی و پایه هوایی دارای سیستم‌های کنترل یکپارچه،
- تهیه گزارش‌های ساعتی مصرف انرژی به تفکیک حامل‌ها،
- تعیین بار حرارتی/برودتی تجهیزات گرمایی و تهویه مطبوع، میزان دبی هوا و آب مورد نیاز در مقاطع زمانی تعیین‌شده،
- تعیین میزان انرژی/گرمای تأمین‌شده توسط سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).

فصل هشتم: روش کارایی انرژی ساختمان

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

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

انواع عایق حرارتی متداول در ساختمان

- پشم سنگ (**Rock Wool**)
- پشم شیشه (**Glass Wool**)
- پلی استایرن (**Polystyrene**) یا یونولیت (**Styrofoam**)
- پلی یورتان (**Polyurethane**)
- الاستومری (**Elastomeric**)
- تخته چوب پنبه (**Cork**)
- پلاستیکی (**Plastic**)
- سلولزی (**Cellulose**)
- شیشه اسفنجی حرارتی (فوم گلاس یا سلولار گلاس) (**Glass Foam**)
- تخته فیبری (**Fiber Board**)
- پرلیت (**Perlite**)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پشم شیشه

❑ پشم شیشه

- برای تولید پشم شیشه باید انواع شیشه اعم از بازیافتی و طبیعی را در دمای بالاتر از ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داد. ممکن است در این مرحله رزین و ماسه نیز به شیشه اضافه شود. در نهایت شدت حرارت، این ترکیب را به الیاف تبدیل می‌کند. محصول نهایی پشم شیشه نامیده می‌شود.

❑ مزایا و معایب پشم شیشه

- مقاومت نسبتا خوب در برابر حرارت و آتش است. در واقع پشم شیشه یک عایق نسوز است. همچنین تا حدودی دارای قابلیت آکوستیک نیز هست. مقاومت پشم شیشه در مقابل صدا به اندازه پشم سنگ نیست. به همین دلیل اگر هدف اصلی شما از عایق‌کاری کاهش صداست، پشم شیشه انتخاب مناسبی نخواهد بود. پشم شیشه مقاومت خوبی در برابر نفوذ حشرات و جویده شدن توسط آنها دارد. قیمت پشم شیشه نسبت به سایر انواع عایق مقرون به‌صرفه‌تر و اقتصادی است. نصب بسیار ساده آسان و کم‌هزینه‌ای دارد. اصلی‌ترین عیب و نقطه ضعف پشم شیشه مقاومت بسیار پایین در مقابل رطوبت است. به همین دلیل این عایق برای مناطق مرطوب و فضاهای باز مناسب نخواهد بود. پشم شیشه برای بخش‌های مختلف بدن بخصوص دست‌ها، چشم‌ها و بینی ایجاد خارش‌های شدید می‌کند. بنابراین در هنگام نصب باید حتما از دستکش، ماسک و عینک ایمنی استفاده کرد. تماس طولانی مدت با پشم شیشه مخصوصا بدون تجهیزات ایمنی می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیر و ماندگاری به ریه افراد وارد کند.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پشم سنگ

پشم سنگ

- پشم سنگ حاصل حرارت دادن سنگ بازالت و کک است. پس از ذوب شدن بازالت، مایع به دست آمده در سانتریفیوژ به شکل الیاف درمی‌آید. در نهایت الیاف‌های تولید شده در کنار هم قرار می‌گیرند. محصول نهایی پشم سنگ نامیده می‌شود.

مزایا و معایب پشم سنگ

- مهم‌ترین و اصلی‌ترین مزیت پشم سنگ با دانسیته بالا مقاومت بسیار بالای آن برابر رطوبت، حرارت و صدا است. ویژگی ضد رطوبت بودن پشم سنگ این امکان را به فرد می‌دهد که در هر شرایط آب و هوایی به‌خصوص در مناطق مرطوب، از این عایق استفاده کند.

- دومین مزیت پشم سنگ صفر بودن هدایت الکتریکی آن است. در واقع پشم سنگ یک عایق کاملاً نارسانا است. به‌علاوه به‌طور کامل با محیط زیست سازگار بوده و قابل بازیافت خواهد بود. به خاطر مقاومت بالا در برابر حرارت و صوت پشم سنگ انتخاب ایده آلی در صنایع پتروشیمی،نفت و گاز به عنوان عایق است. یکی از آسیب‌هایی که به‌خصوص در نقاط مرطوب دیوارها را تهدید می‌کند، ایجاد قارچ و حمله حشرات و آفات است. عایق‌کاری با پشم سنگ از رشد قارچ، ایجاد کپک و لانه‌سازی حشرات جلوگیری خواهد کرد. با وجود مزایای فراوان پشم سنگ دارای معایبی نیز هست. این عایق به مرور زمان دچار ریزش و افت کیفیت می‌شود. همچنین افراد دارای حساسیت پوستی ممکن است بعد از نصب نیز دچار خارش شود. حتی برخی مطالعات نشان می‌دهند که تماس با پشم سنگ برای مدت طولانی می‌تواند باعث بروز سرطان در بدن شود. علاوه‌بر اینها هزینه نصب پشم سنگ بالا بوده و نیاز به شاسی کشی دارد.

مقایسه پشم شیشه و پشم سنگ

- پشم سنگ را با تراکم بیشتری نسبت به پشم شیشه تولید کرد. این تراکم بالا پشم سنگ را به گزینه مناسب‌تری برای عایق‌بندی صوتی تبدیل می‌کند. همچنین پشم سنگ به علت ساختار مقاومش از اتلاف انرژی نیز جلوگیری خواهد کرد. اصلی‌ترین عامل تفاوت ظاهری پشم شیشه و پشم سنگ نیز تفاوت ساختاری این دو محصول است.

- پشم سنگ نسبت به پشم شیشه دانسیته بالاتری داشته در نتیجه تراکم و فشردگی بیشتری نیز دارد. به همین دلیل این محصول در مقایسه با پشم شیشه در برابر گرما و حرارت مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد. حداکثر دمایی که پشم شیشه تحمل می‌کند ۲۵۰ درجه سانتی گراد است. در مقابل پشم سنگ می‌تواند تا ۷۵۰ درجه سانتی گراد در برابر حرارت از خود مقاومت نشان بدهد.

- پشم سنگ مقاومت بسیار خوبی برابر حرارت از خود نشان می‌دهد. پشم سنگ متراکم عایقی غیرقابل اشتعال است. همچنین این محصول آکوستیک خوبی دارد. اگر مکانی به عایق صوتی خوب نیاز دارد، پشم سنگ گزینه مناسب‌تری نسبت به پشم شیشه خواهد بود. در مقابل پشم شیشه دانسیته پایین‌تری داشته و مقاومت پشم سنگ را ندارد. با این وجود برای کاربردهای عمومی‌تر مانند عایق‌بندی شیرآلات و لوله‌ها پشم شیشه مناسب‌تر است. زیرا علاوه‌بر قیمت کمتر، انعطاف بهتری داشته و نصب ساده‌تر و بی‌دردسری دارد.

انواع عایق حرارتی متداول در ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

انواع عایق حرارتی متداول در ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

الاستومتری

تخت چوب پنبه ای

پلی استایرن

سلولزی

انواع عایق حرارتی متداول در ساختمان

فوم گلاس

پرلیت

پلی یورتان
- ✓ فوم پلی یورتان پاششی
- ✓ فوم پلی یورتان تزریقی
- ✓ فوم پلی یورتان اسپری

فیبری

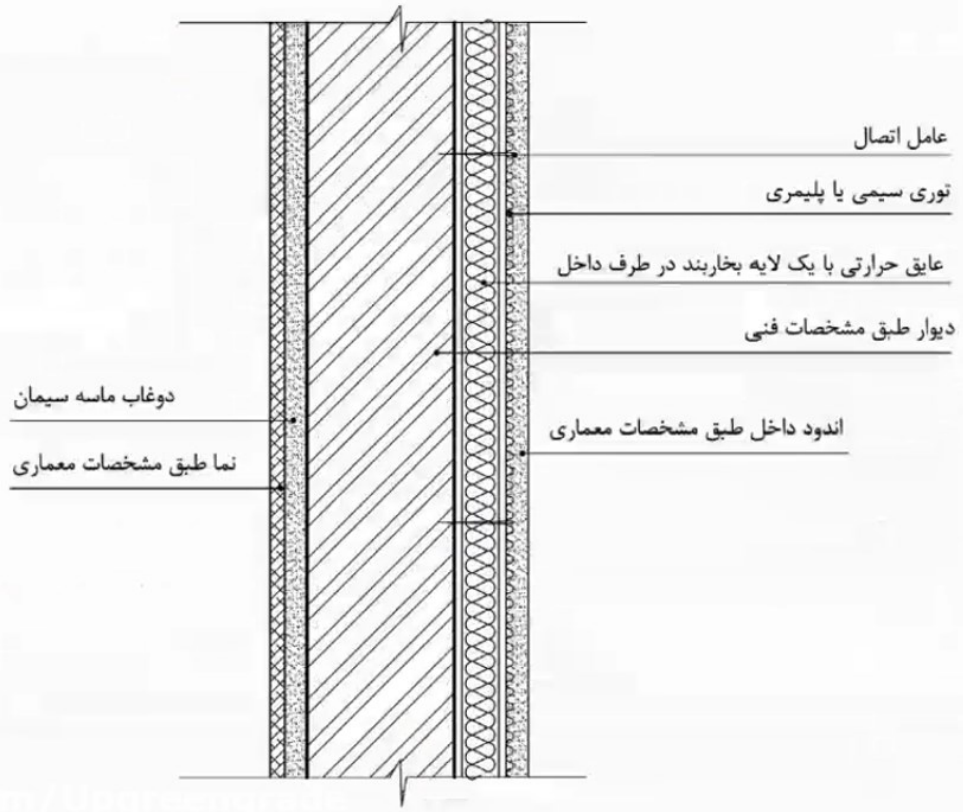
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

عایق بندی

- مثال تعیین مقاومت حرارتی دیوار از داخل(روش تجویزی)

مثال:

ظرفیت حرارتی دیوار با مشخصات فنی زیر را برای ساختمان ۸ طبقه و زیر بنای ۱۶۰۰ متر مربع با کاربری مسکونی در شهر تهران را محاسبه کنید؟



رده انرژی ساختمان	نوع ساختمان	نام شهر
EC	مسکونی	تهران
درجه انرژی	**نوع کاربری**	**نیاز غالب**
متوسط	الف	گرمایش
جدارهای پوسته خارجی ساختمان	**تعداد طبقه و زیربنا**	**گروه ساختمان**
دیوار	ته طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	گروه ۲
وضعیت عایق کاری		
عایق حرارتی داخلی		

حل مساله:

پ ۴-۱ گونه بندی کاربری ساختمان ها

نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، مجتمع فنی-حرفه‌ای، کتاب‌خانه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، رستوران و سالن غذاخوری.

پیوست ۳ : گونه بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه شهرها

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۷۷	تهران	متوسط	•	

حل مساله:

پ ۴-۲ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از بخش پ۴-۱)	درجه انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست ۳)	۹ طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	بیش از ۹ طبقه یا زیربنای مفید بیشتر از ۲۰۰۰ متر مربع
نوع الف	زیاد	گروه ۱	
	متوسط	گروه ۲	
	کم	گروه ۳	
نوع ب	زیاد	گروه ۲	گروه ۱
	متوسط	گروه ۳	گروه ۲
	کم	گروه ۳	گروه ۳
نوع ج	زیاد	گروه ۲	
	متوسط	گروه ۳	
	کم	گروه ۳	
نوع د	زیاد	گروه ۴	
	متوسط	گروه ۴	
	کم	گروه ۴	

حل مساله:

❑ پیوست ۷ :ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

۸. سنگ‌ها		
سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:		
- گنایس، پرفیر	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	۳٫۵
- گرانیت	۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	۲٫۸
۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی	بیش از ۲۰۰۰	۱٫۸۰
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۰
۷. سفال، کاشی		
چگالی اسمی: ۲۴۰۰	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۰۴
چگالی اسمی: ۲۳۰۰	۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۹۸
چگالی اسمی: ۲۲۰۰	۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰	۰٫۹۲
چگالی اسمی: ۲۱۰۰	۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰	۰٫۸۵
چگالی اسمی: ۲۰۰۰	۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷۹
چگالی اسمی: ۱۹۰۰	۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰	۰٫۷۴
چگالی اسمی: ۱۸۰۰	۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۶۹
چگالی اسمی: ۱۷۰۰	۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰	۰٫۶۴
چگالی اسمی: ۱۶۰۰	۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۶۰
چگالی اسمی: ۱۵۰۰	۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۵
چگالی اسمی: ۱۴۰۰	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۵۰

حل مساله:

❑ پیوست ۷ :ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی		
پشم‌سنگ	۱۵ تا ۲۵	۰٫۰۵۰
	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۴۴
	۴۰ تا ۱۰۰	۰٫۰۴۲
	۱۰۰ تا ۱۲۵	۰٫۰۴۴
	۱۲۵ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۶
	۱۵۰ تا ۱۷۵	۰٫۰۴۷
	۱۷۵ تا ۲۰۰	۰٫۰۴۸
۱۵. گچ		
گچ سخت با حداقل میزان آب لازم	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۶
	۹۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۳
گچ اندود داخلی (زنده یا کشته)	۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۵۷
	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۴۰
گچ و خاک	۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	۱٫۱۰
۱۵. گچ		
گچ سخت با حداقل میزان آب لازم	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۶
	۹۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۳
گچ اندود داخلی (زنده یا کشته)	۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۵۷
	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۴۰

حل مساله:

❑ پیوست ۸ : مقاومت حرارتی لایه ها ی هوا و قطعات ساختمانی

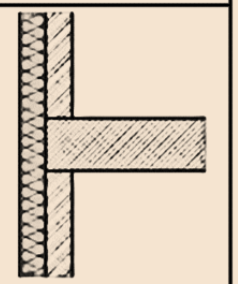
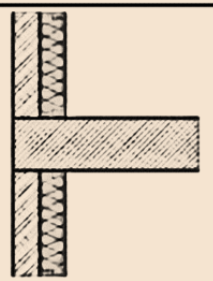
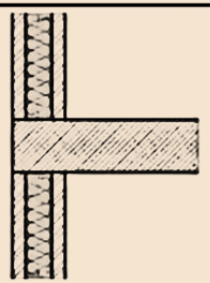
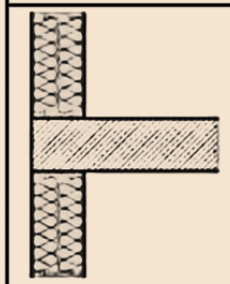
جدول پ۸ -۱-مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطح داخلی (Ri) و لایهٔ هوای مجاور سطح خارجی (Re) انواع جدارها

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

حل مساله:

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ۲گروه ساختمان

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

جدول ۱۹ -۵-۶حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسرته دیوارهرای برا عرایق همگرن در نظررگرفته شود

❑ رده انرژی ECو دیوار بدون عایق بندی داخلی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.000	0.000
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)	R= 0.477 [m².K/W]		
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)	R_{Total}= 0.647 [m².K/W]		
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)	U= 2.097 [W/m².K]		
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)	U_{Total}= 1.546 [W/m².K]		
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)	R_{ref}= 1.500 [m².K/W]		
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت ندارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)	U_{ref}= 0.667 [m².K/W]		

➢ رده انرژی EC و دیوار بدون عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ نیست.

❑ رده انرژی EC و دیوار با ۳ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.030	0.600
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 1.077 [m².K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 1.247 [m².K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.929 [W/m².K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.802 [W/m².K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 1.500 [m².K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت ندارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.667 [m².K/W]

➢ رده انرژی EC و دیوار با ۳ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ نیست.

❑ رده انرژی EC و دیوار با ۵ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی $R(m^2.K/W)$
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.050	1.000
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 1.477 [$m^2.K/W$]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 1.647 [$m^2.K/W$]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.677 [$W/m^2.K$]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.607 [$W/m^2.K$]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 1.500 [$m^2.K/W$]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت دارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.667 [$m^2.K/W$]

➢ رده انرژی EC و دیوار با ۵ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ است.

❑ رده انرژی EC و دیوار با ۴.۲۷ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

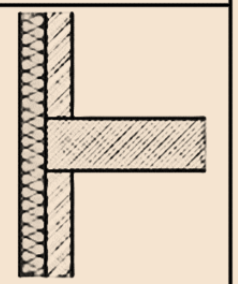
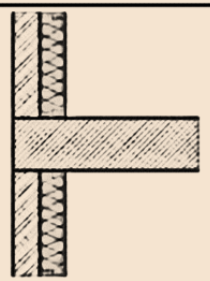
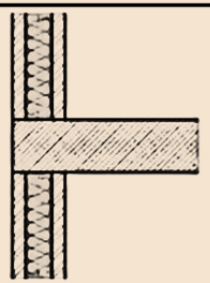
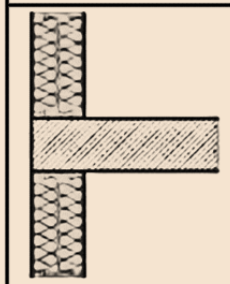
محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی $R(m^2.K/W)$
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.043	0.854
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 1.331 [m^2.K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 1.501 [m^2.K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.751 [W/m^2.K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.666 [W/m^2.K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 1.500 [m^2.K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت دارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.667 [m^2.K/W]

➢ رده انرژی EC و دیوار با ۴.۲۷ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ است و مقدار بهینه ضخامت عایق حرارتی می باشد..

حل مساله:

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ۲گروه ساختمان

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

جدول ۱۹ -۵-۶حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسرته دیوارهرای برا عرایق همگرن در نظررگرفته شود

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ رده انرژی +EC و دیوار با ۵ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.050	1.000
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC+		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 1.477 [m².K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 1.647 [m².K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.677 [W/m².K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.607 [W/m².K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 2.100 [m².K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت ندارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.476 [m².K/W]

➢ رده انرژی +EC و دیوار با ۵ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ نیست.

❑ رده انرژی EC+ و دیوار با ۱۰ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

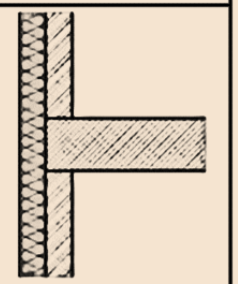
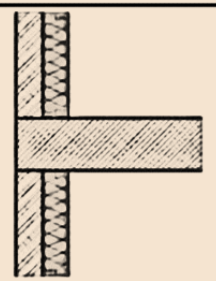
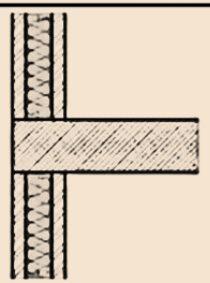
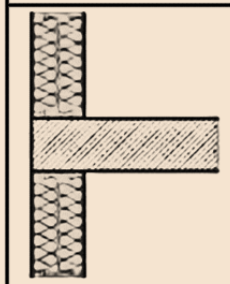
محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.100	2.000
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC+		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 2.477 [m².K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 2.647 [m².K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.404 [W/m².K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.378 [W/m².K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 2.100 [m².K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت دارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.476 [m².K/W]

➢ رده انرژی EC+ و دیوار با ۱۰ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ است.

حل مساله:

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ۲گروه ساختمان

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

جدول ۱۹ -۵-۶حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسرته دیوارهرای برا عرایق همگرن در نظررگرفته شود

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ رده انرژی EC++ و دیوار با ۱۰ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی $R(m^2.K/W)$
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.100	2.000
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC++		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 2.477 [m^2.K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 2.647 [m^2.K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.404 [W/m^2.K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.378 [W/m^2.K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 3.000 [m^2.K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت ندارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.333 [m^2.K/W]

➢ رده انرژی EC++ و دیوار با ۱۰ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ نیست.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ رده انرژی EC++ و دیوار با ۱۲ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی $R(m^2.K/W)$
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.120	2.400
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC++		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)		R= 2.877	[m^2.K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)		R_{Total}= 3.047	[m^2.K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)		U= 0.348	[W/m^2.K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)		U_{Total}= 0.328	[W/m^2.K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)		R_{ref}= 3.000	[m^2.K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت دارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)		U_{ref}= 0.333	[m^2.K/W]

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ رده انرژی EC++ و دیوار با ۱۲ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی داخلی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ است.

	بدون عایق بندی	پشم سنگ به ضخامت ۴ سانتیمتر	پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتیمتر	پشم سنگ به ضخامت ۱۰ سانتیمتر	پشم سنگ به ضخامت ۱۲ سانتیمتر
EC	-	-	+	+	+
EC+	-	-	-	+	+
EC++	-	-	-	-	+

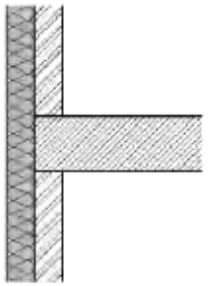
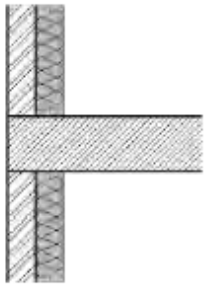
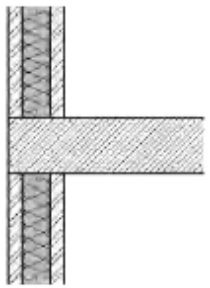
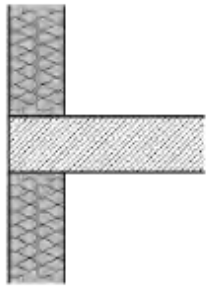
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

- **الف– حداقل مقاومت حرارتی دیوار –ساختمان گروه ۱**

جدول۱۹-۵- ۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

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

➢ **رده انرژی EC++ و دیوار با هر ضخامت از عایق حرارتی برای عایق بندی داخلی برای ساختمانهای گروه ۱ مجاز نیست:**

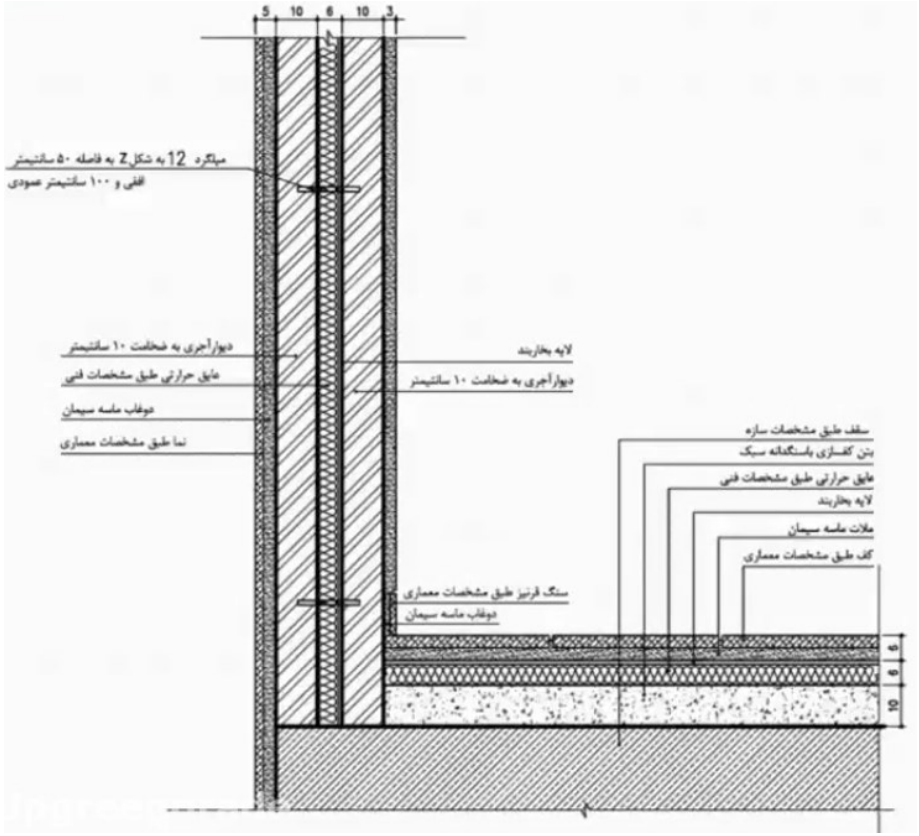
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ مثال تعیین مقاومت حرارتی دیوار دو جداره(روش تجویزی)

- **مثال:**

ظرفیت حرارتی دیوار دو جداره با مشخصات فنی زیر را برای ساختمان ۸ طبقه و زیر بنای ۱۶۰۰ متر مربع با کاربری مسکونی در شهر تهران را محاسبه کنید؟

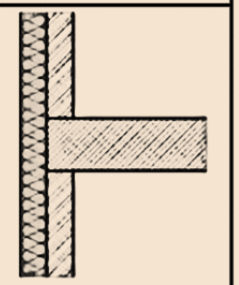
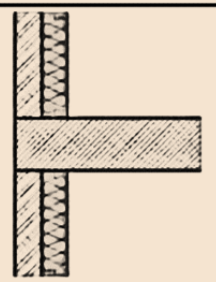
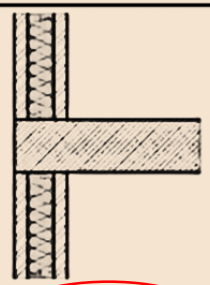
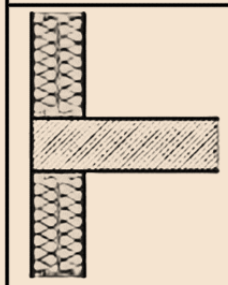


رده انرژی ساختمان	نوع ساختمان	نام شهر
EC	مسکونی	تهران
درجه انرژی	نوع کاربری	نیاز غالب
متوسط	الف	گرمایش
جدارهای پوسته خارجی ساختمان	تعداد طبقه و زیربنا	گروه ساختمان
دیوار	ته طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	گروه ۲
وضعیت عایق کاری		
عایق حرارتی میانی		

حل مساله:

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

- الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ۲گروه ساختمان

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

جدول ۱۹ -۵-۶حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه۲ [m2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسرته دیوارهرای برا عرایق همگرن در نظررگرفته شود

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ رده انرژی EC و دیوار با ۱۵ سانتیمتر پلی استایرن عایق بندی میانی دیوار:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	پلی استایرن-وزن مخصوص ۱۰۵۰	0.160	0.150	0.938
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 1.414 [m².K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 1.584 [m².K/W]
		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.707 [W/m².K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.631 [W/m².K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 1.500 [m².K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت دارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.667 [m².K/W]

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

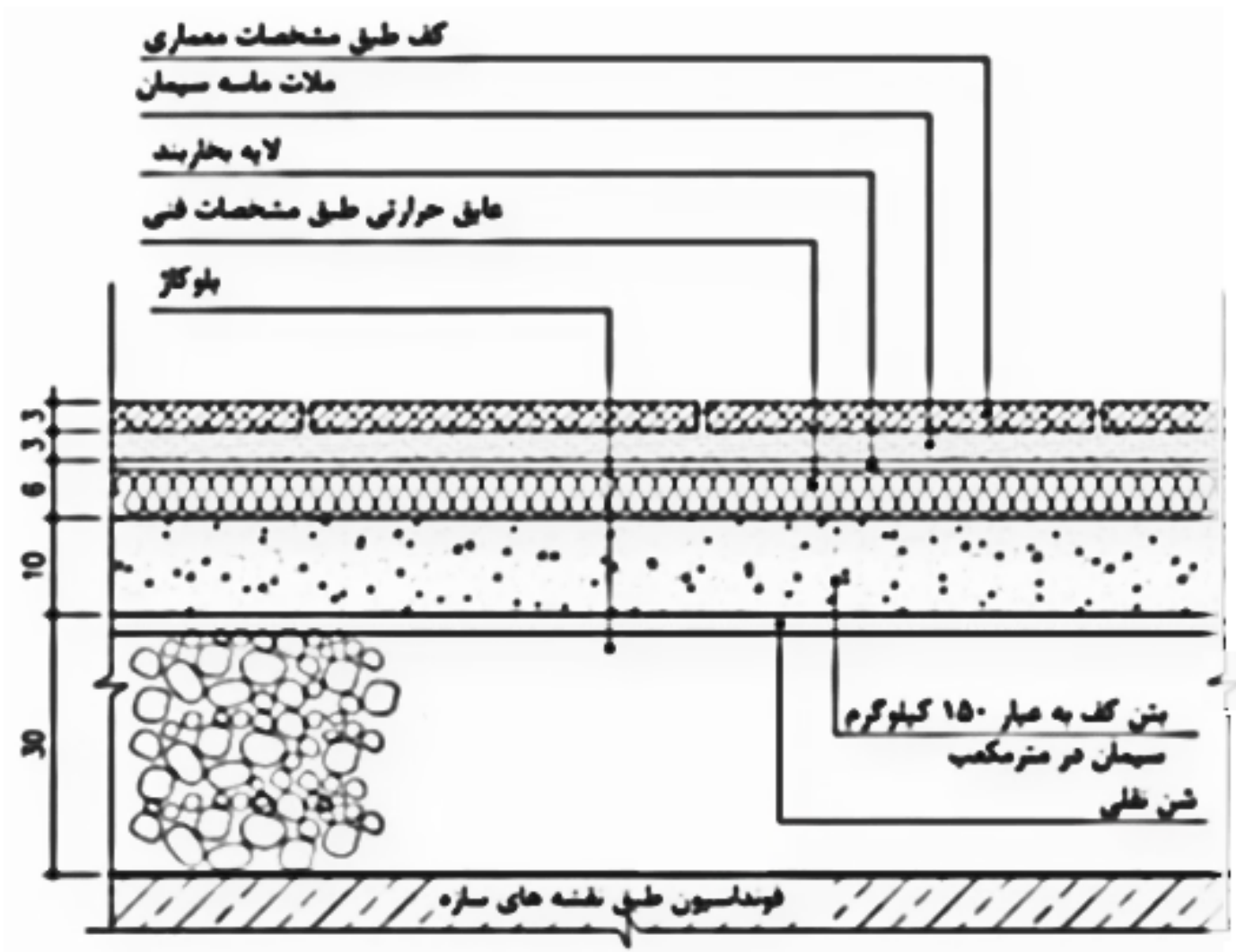
❑ رده انرژی EC و دیوار با ۵ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی میانی دیوار:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت دیوار					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.060
2	لایه ۱	سنگ گرانیت-وزن مخصوص ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	2.800	0.030	0.011
3	لایه ۲	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
4	لایه ۳	بلوک سفالی دیوار	0.500	0.200	0.400
5	لایه ۴	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.050	1.000
6	لایه ۵	گچ و خاک- وزن مخصوص ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰	1.100	0.020	0.018
7	لایه ۶	گچ اندود- وزن مخصوص کمتر از ۱۰۰۰	0.400	0.010	0.025
8	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.110
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 1.477 [m².K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 1.647 [m².K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.677 [W/m².K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.607 [W/m².K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 1.500 [m².K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت دارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.667 [m².K/W]

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

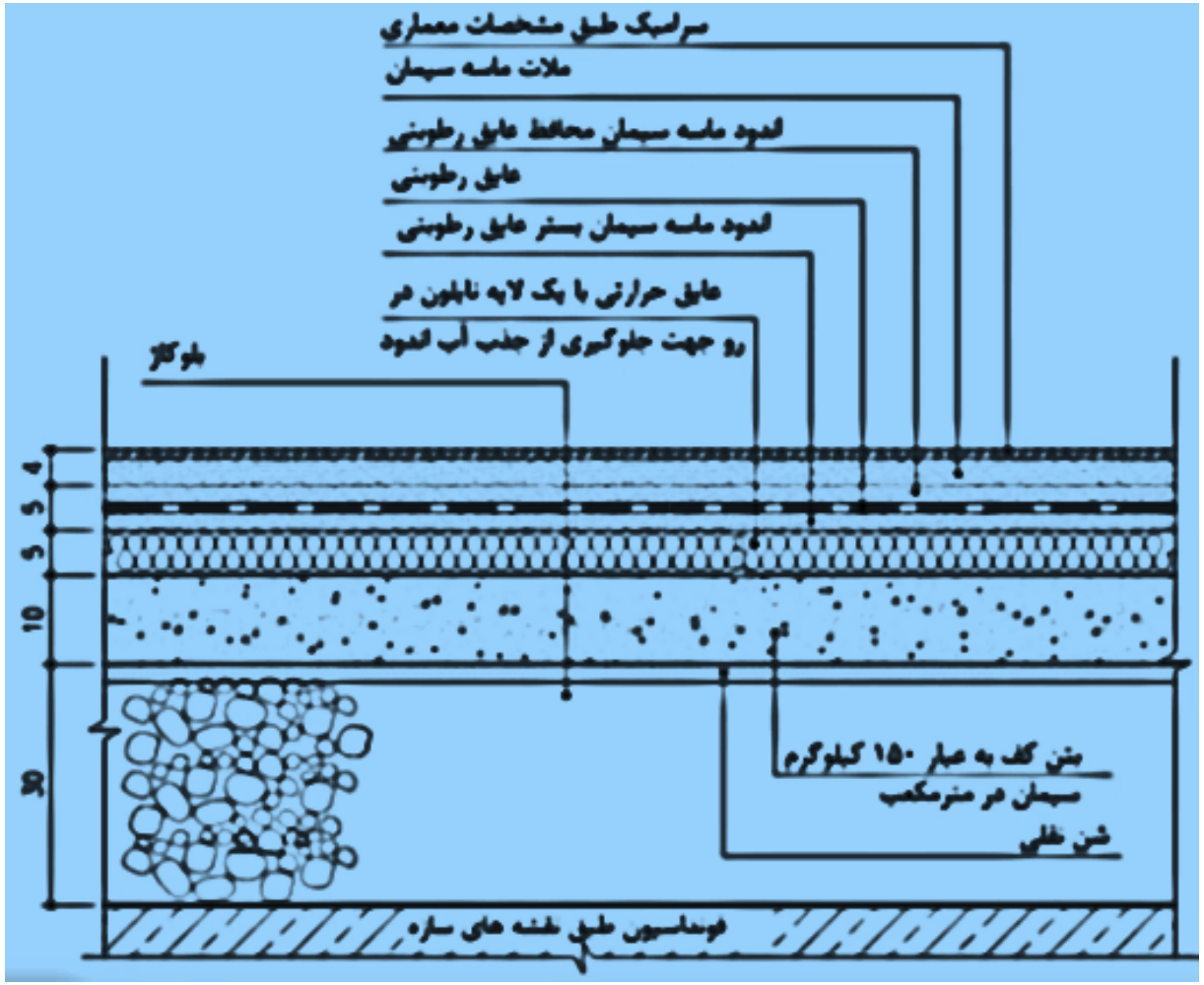
❑ عایق بندی حرارتی کف مجاور خاک بدون عایق رطوبتی



مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

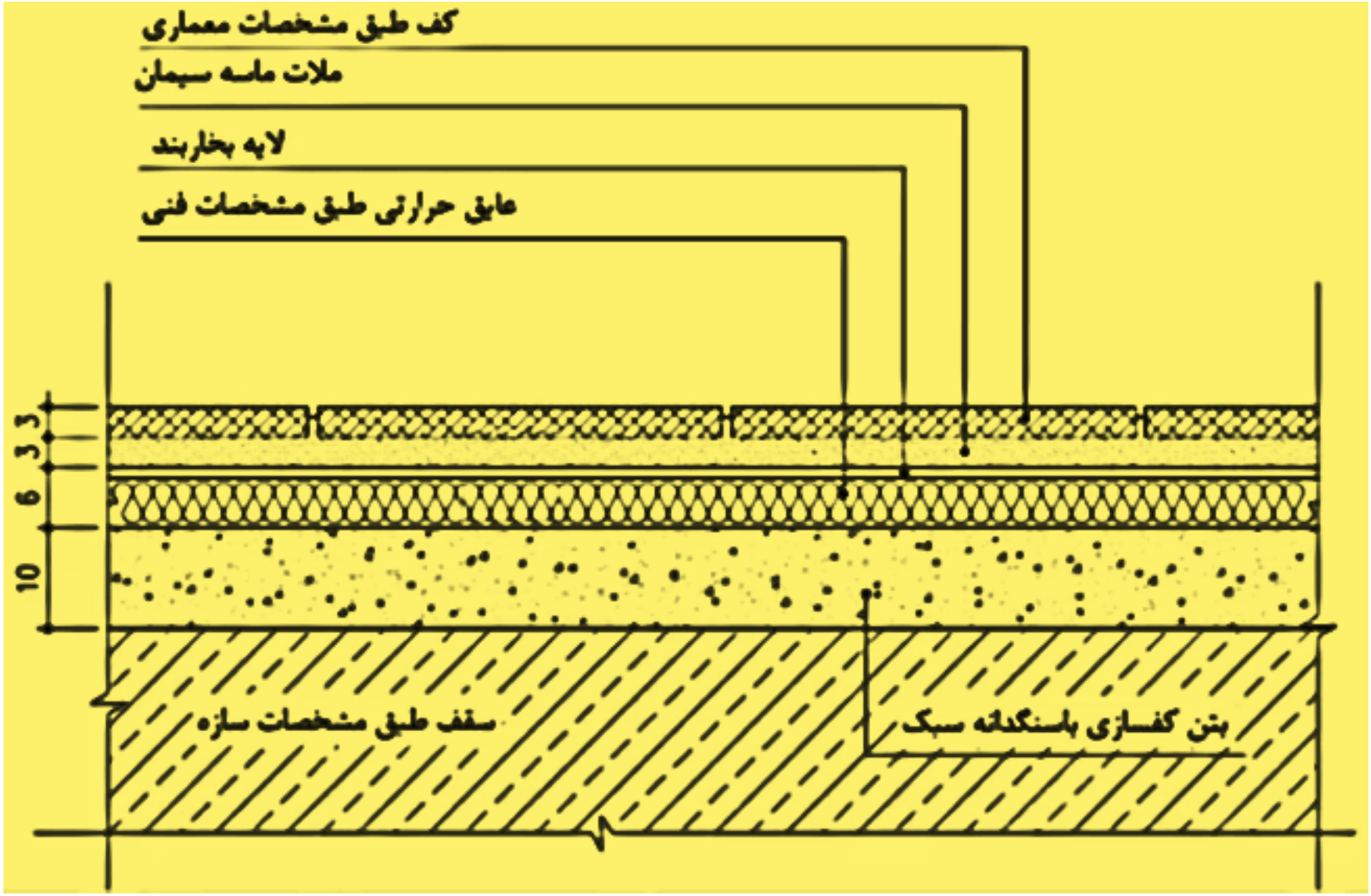
❑ عایق بندی حرارتی کف مجاور خاک با عایق رطوبتی



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی کف مجاور فضاهای کنترل نشده



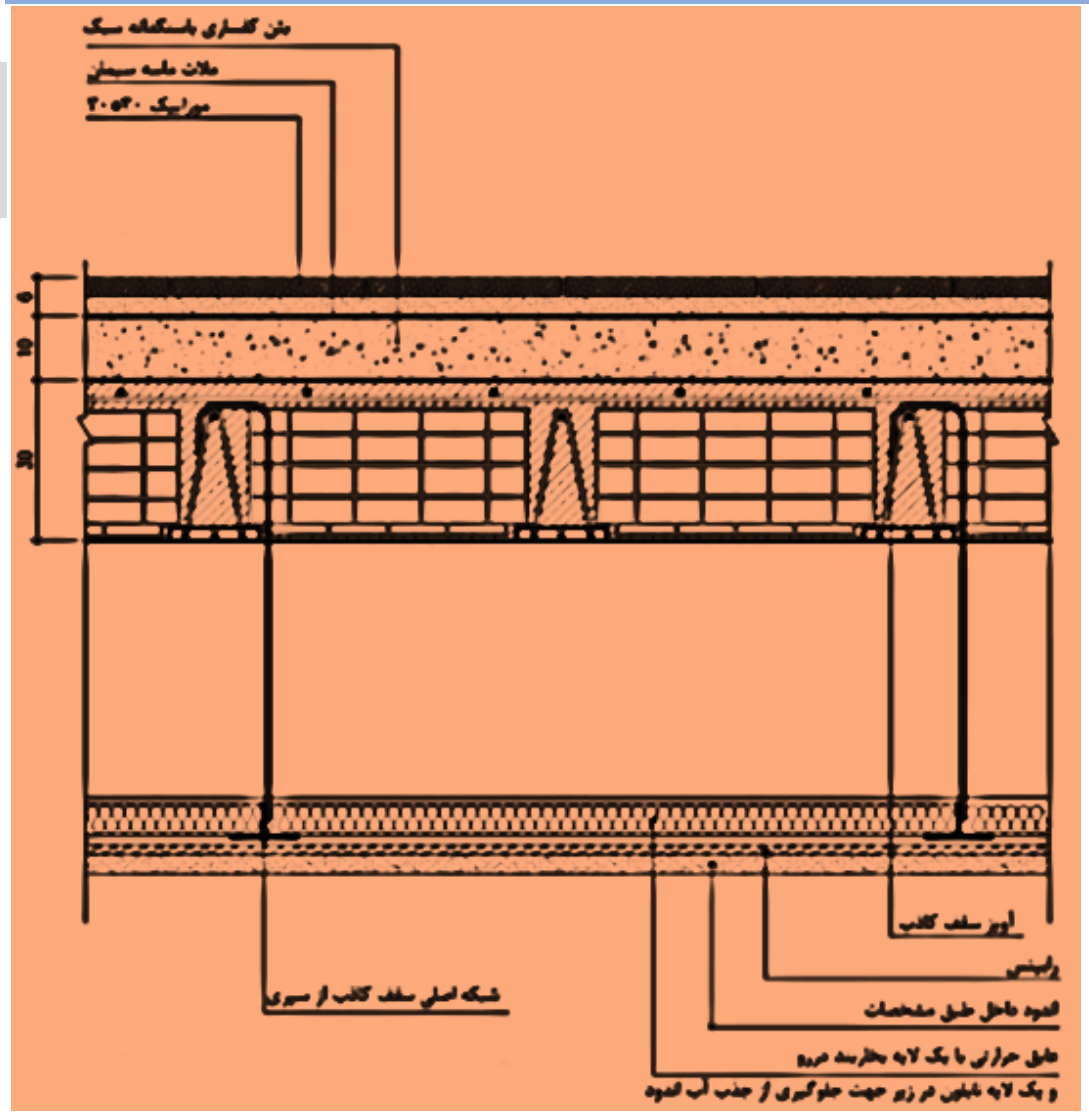
- ✓کف روی پیلوت.
- ✓کف روی راهرو.
- ✓کف روی انباری.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی کف مجاور فضاهای کنترل نشده

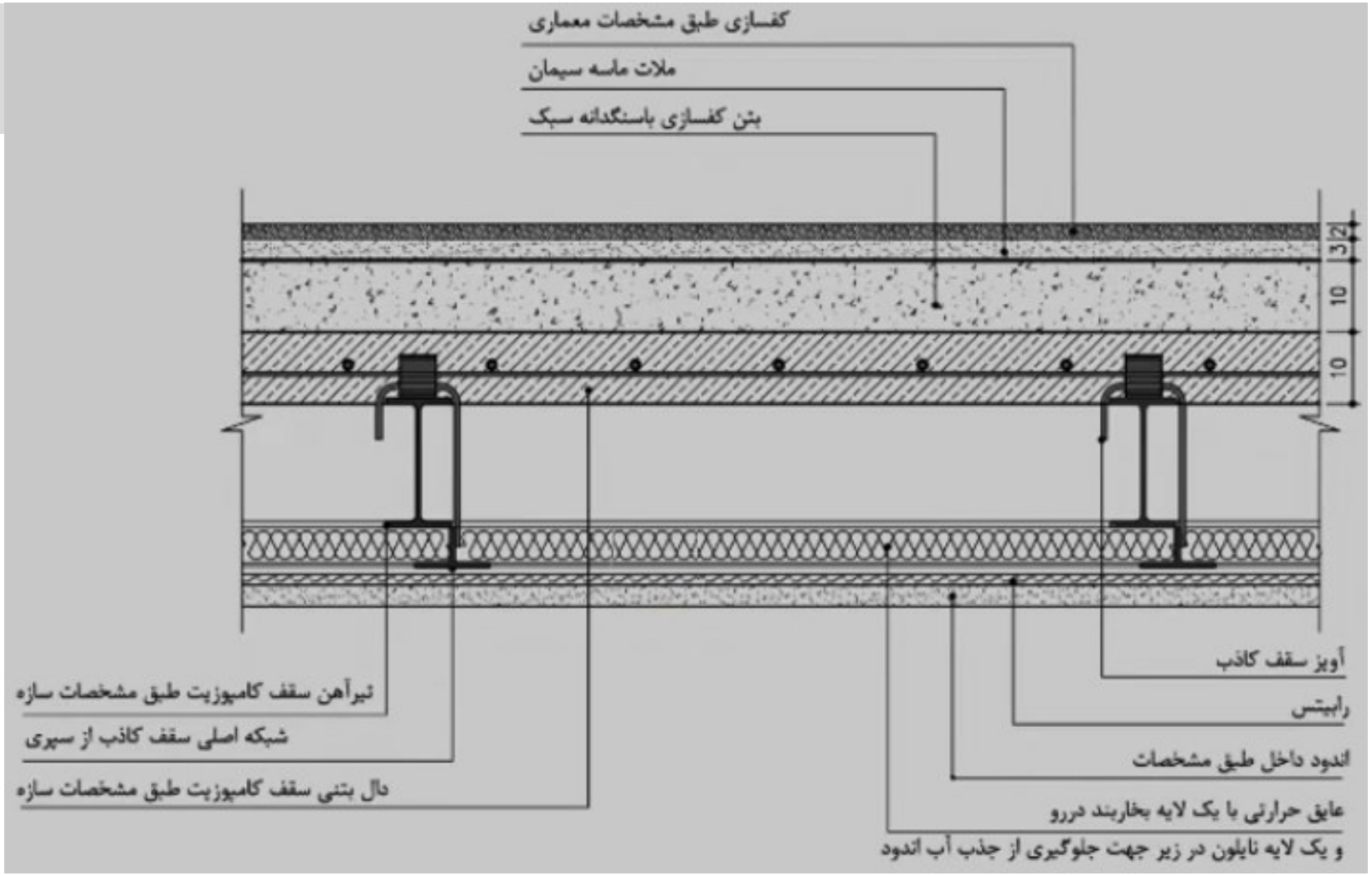
✓سقف تیرچه بلوک با سقف کاذب از زیر.



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی کف مجاور فضاهای کنترل نشده

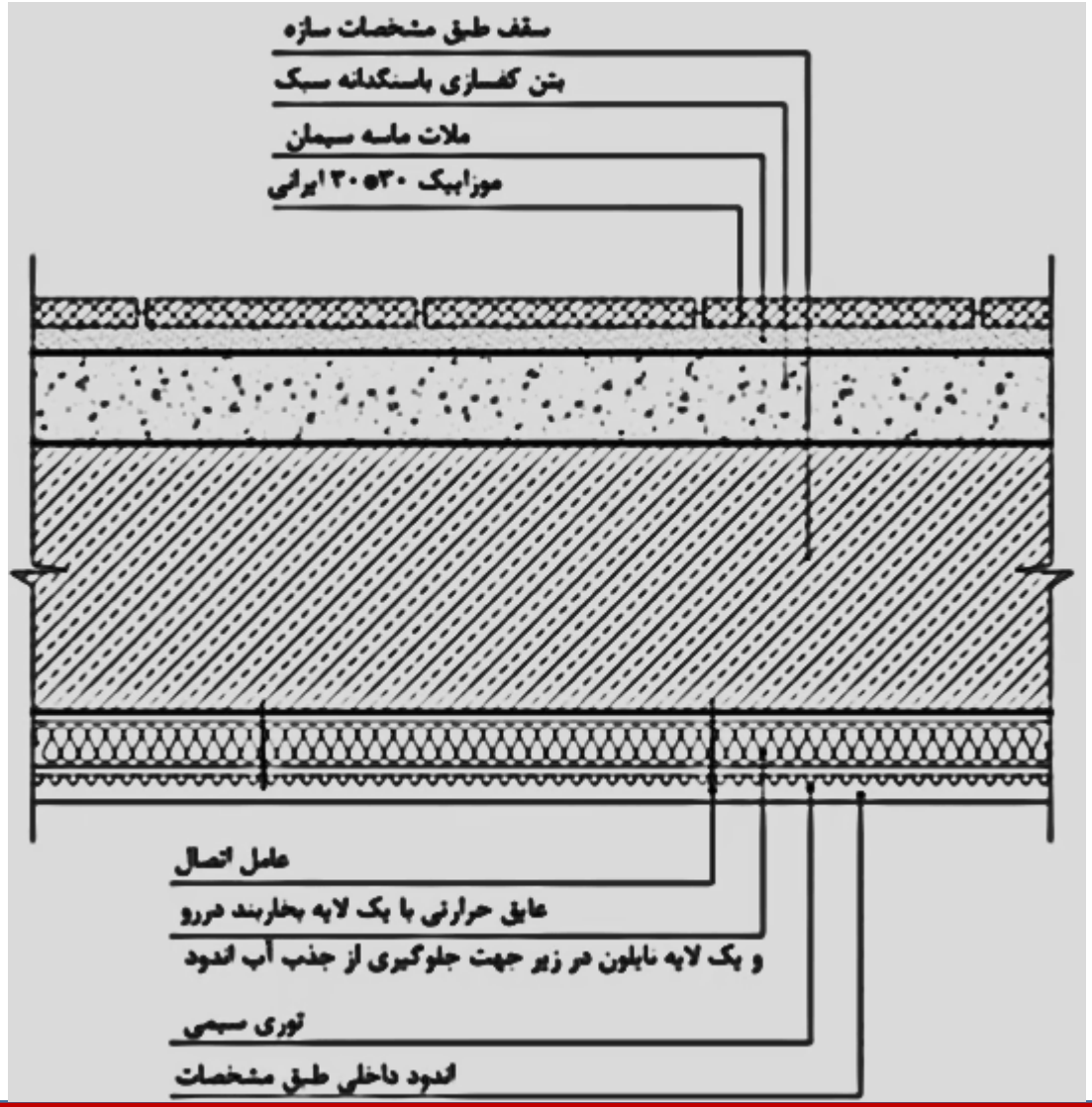
✓سقف کامپوزیت با سقف کاذب از زیر.
✓وجود پل حرارتی بصورت محدود و قابل اغماض.



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی کف مجاور فضاهای کنترل نشده



✓عایق حرارتی از زیر سقف.

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

از روی سقف

- عایق بندی از روی سقف با پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن در حد فاصل کرم بندی.
- عایق بندی از روی سقف به روش بام معکوس یا بام وارونه با پلی استایرن.

از زیر سقف

- عایق بندی از زیر سقف با چسباندن پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن.
- عایق بندی از زیر سقف با با اجرای سقف کاذب و پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن.

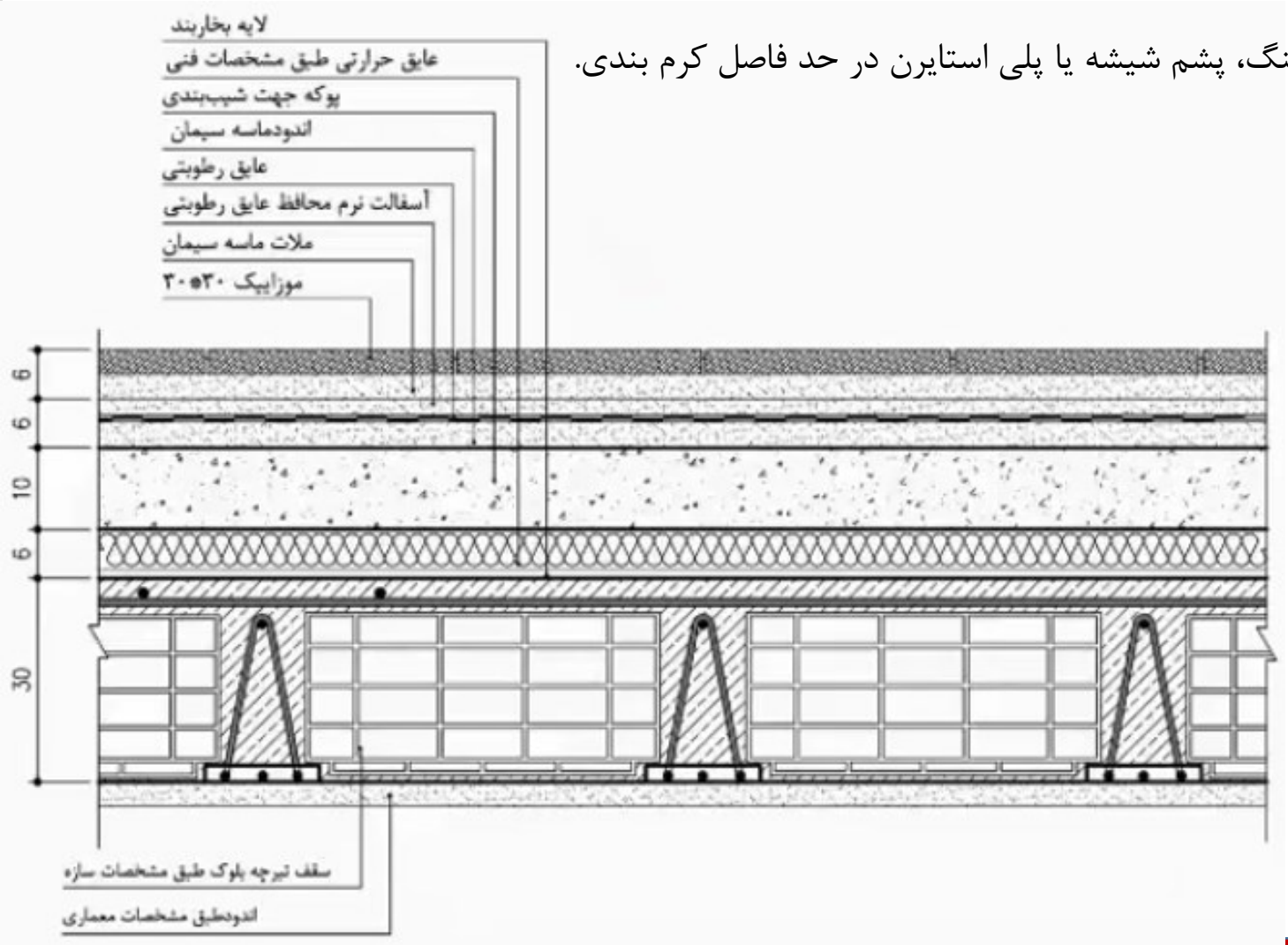
مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

❑ از روی سقف

- عایق بندی از روی سقف با پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن در حد فاصل کرم بندی.

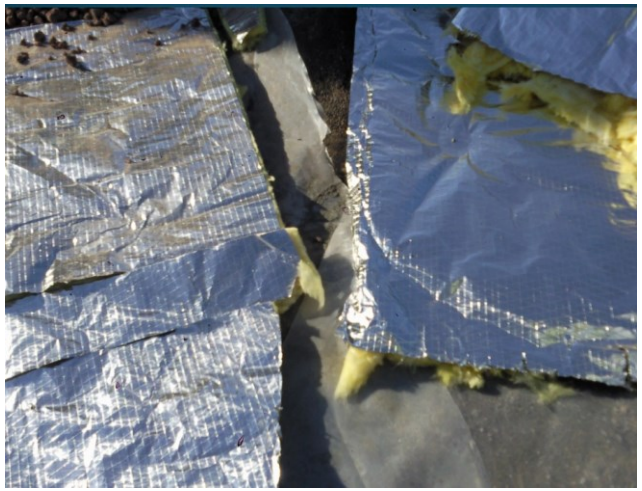


❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

کروم بندی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام



عایق حرارتی پشم سنگ

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

پوکه ریزی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

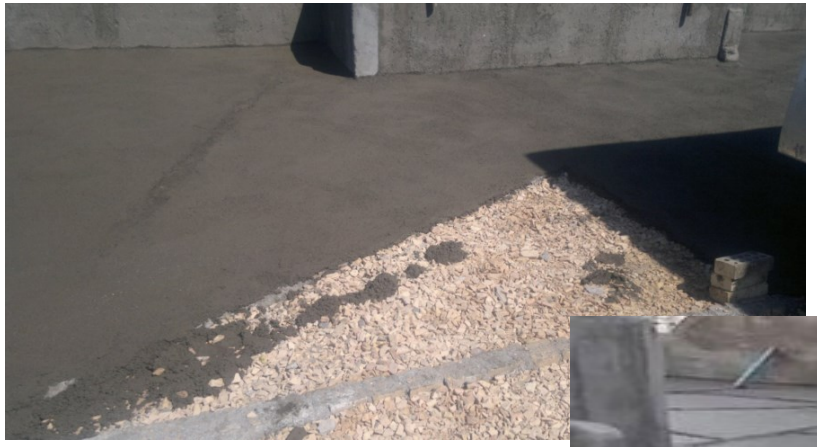
- پوکه ریزی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

- لیسه ای کردن بام

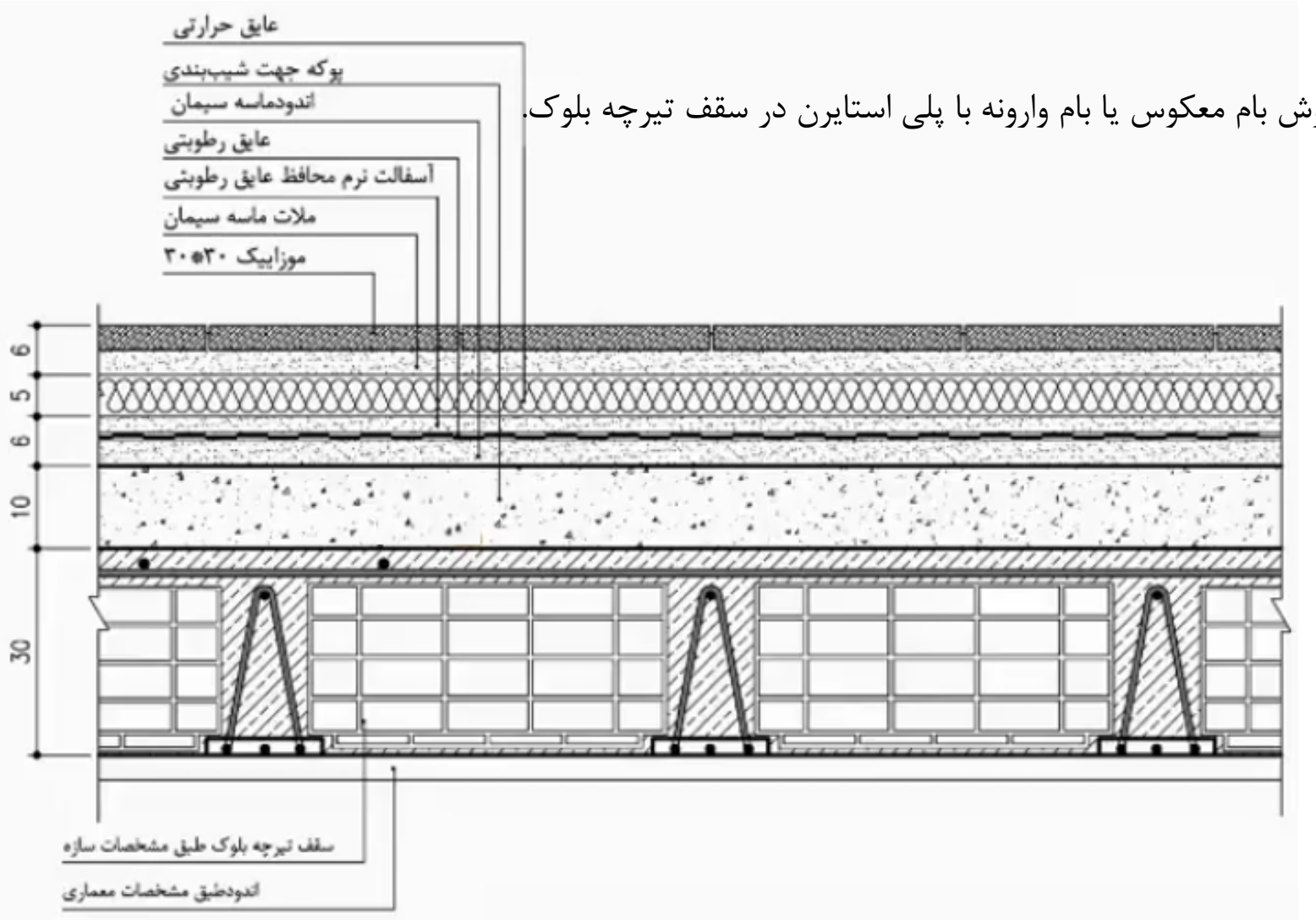


مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

❑ از روی سقف

- عایق بندی از روی سقف به روش بام معکوس یا بام وارونه با پلی استایرن در سقف تیرچه بلوک.



❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

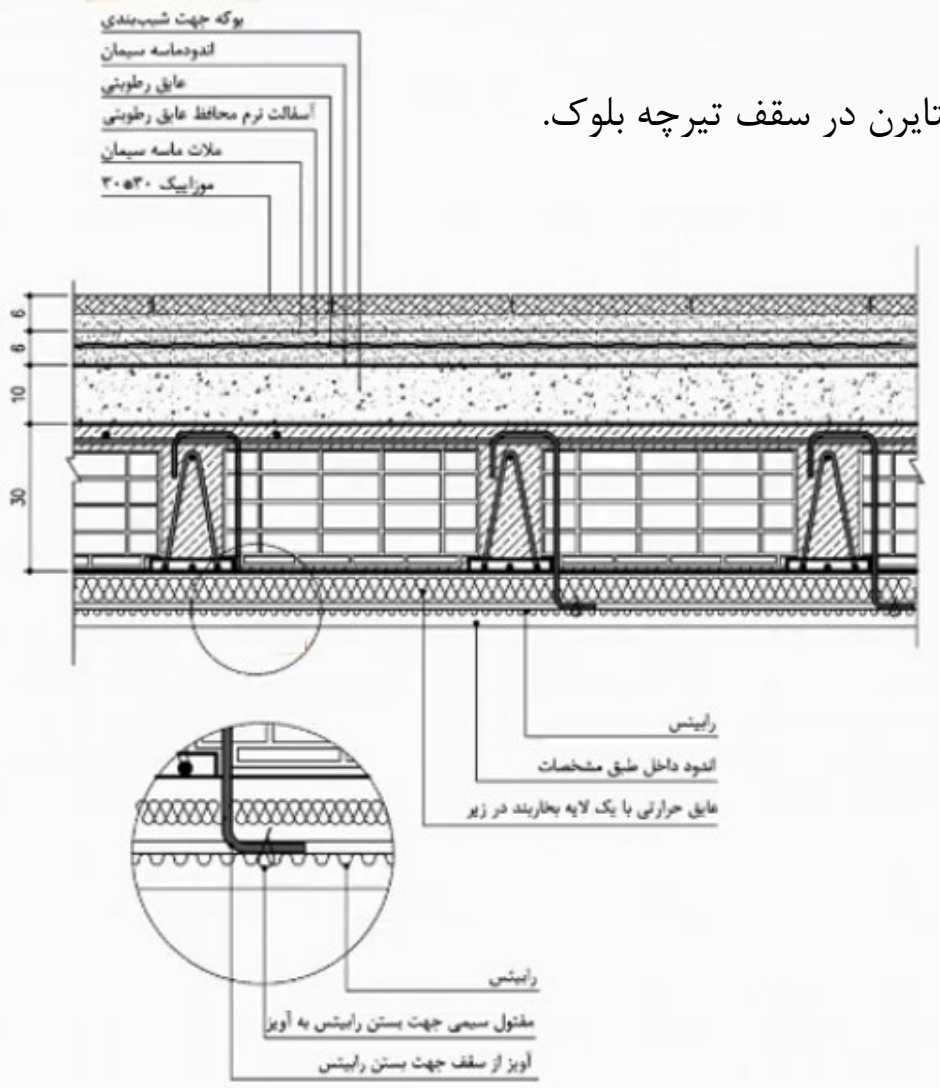
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

❑ از زیر سقف

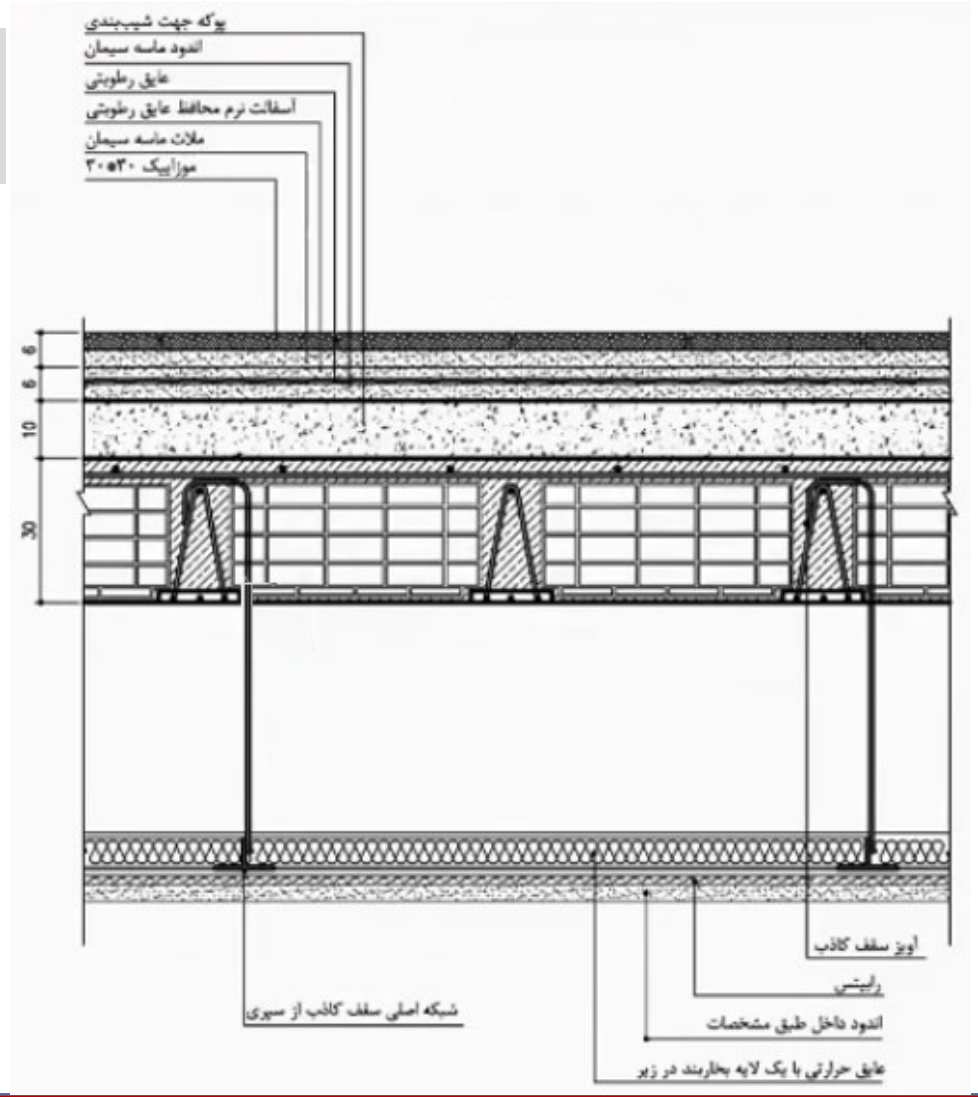
- عایق بندی از زیر سقف با چسباندن پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن در سقف تیرچه بلوک.



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام



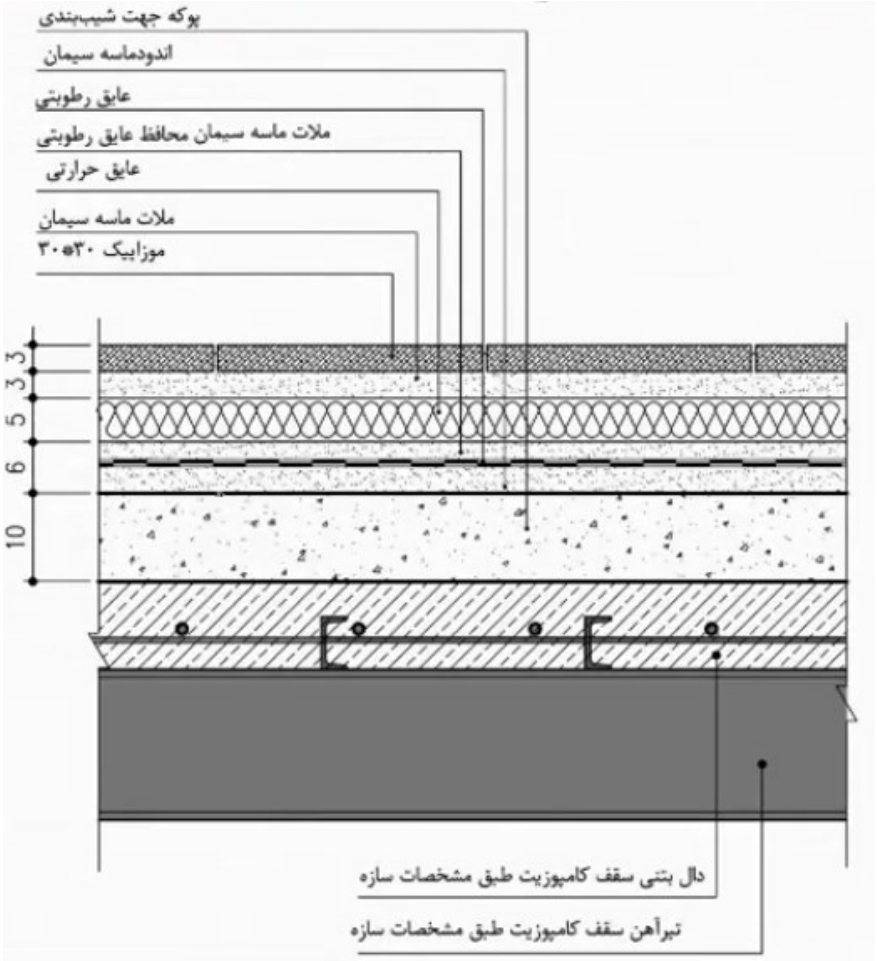
❑ از زیر سقف

- عایق بندی از زیر سقف با با اجرای سقف کاذب و پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن در سقف تیرچه بلوک.

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

❑ از روی سقف



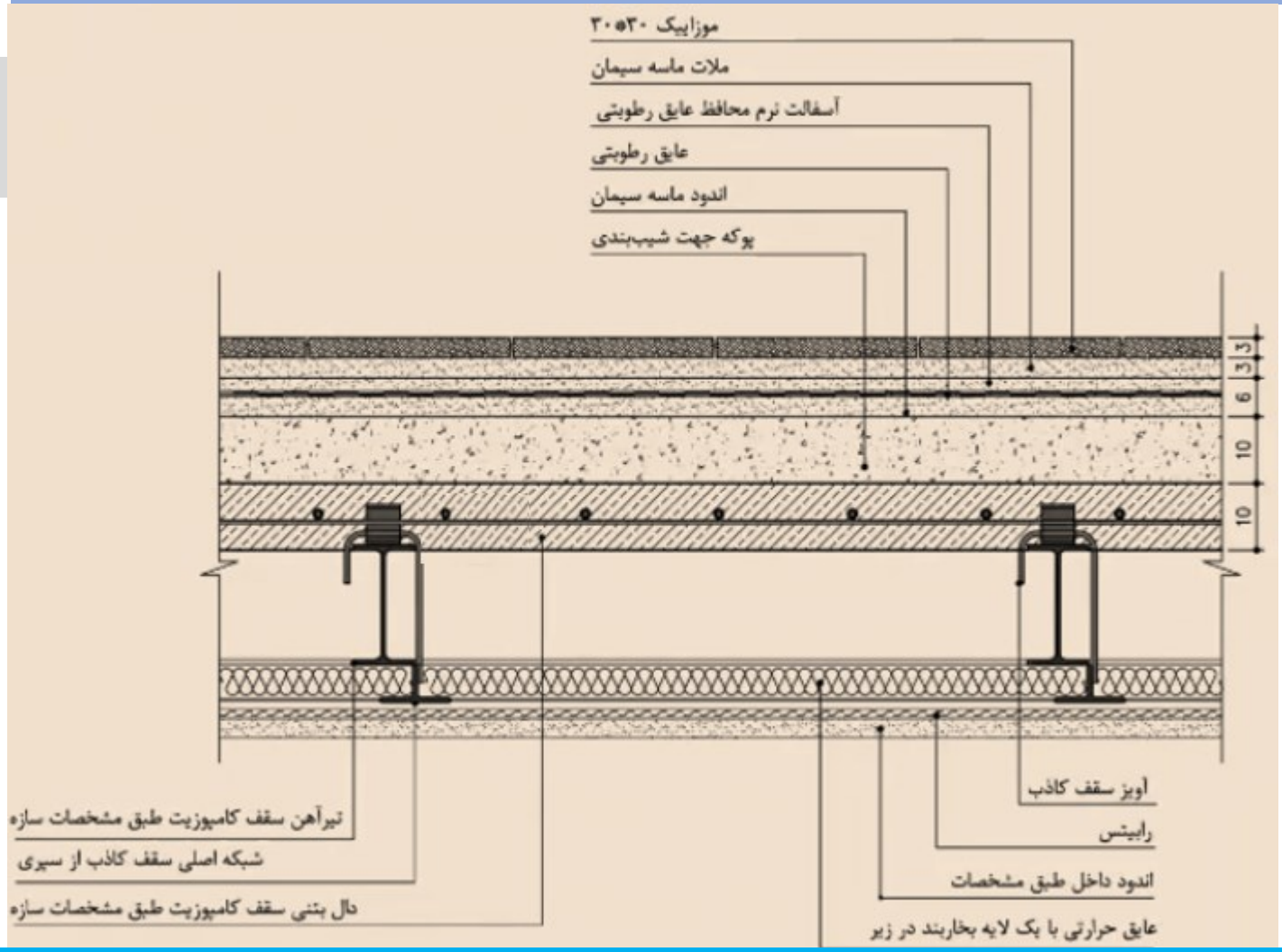
- عایق بندی از روی سقف به روش بام معکوس یا بام وارونه با پلی استایرن در سقف کامپوزیت.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

❑ از زیر سقف



عایق بندی از زیر سقف با با اجرای سقف کاذب و پشم سنگ، پشم شیشه یا پلی استایرن در سقف کامپوزیت.

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

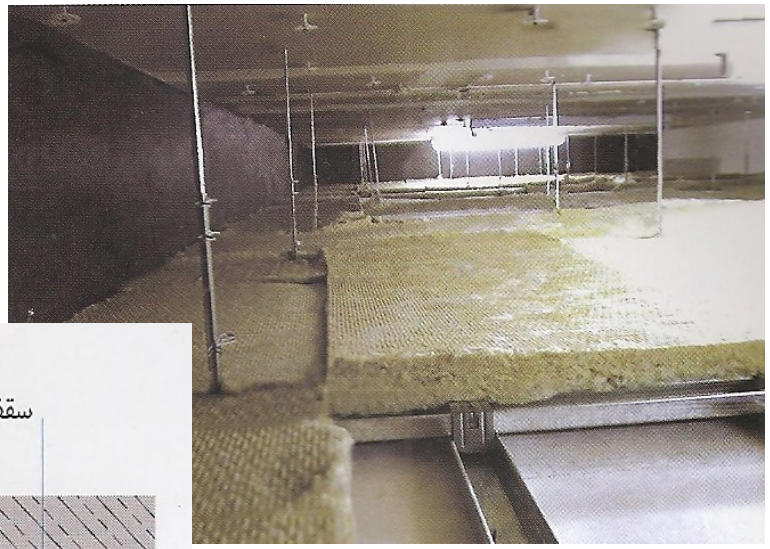
❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

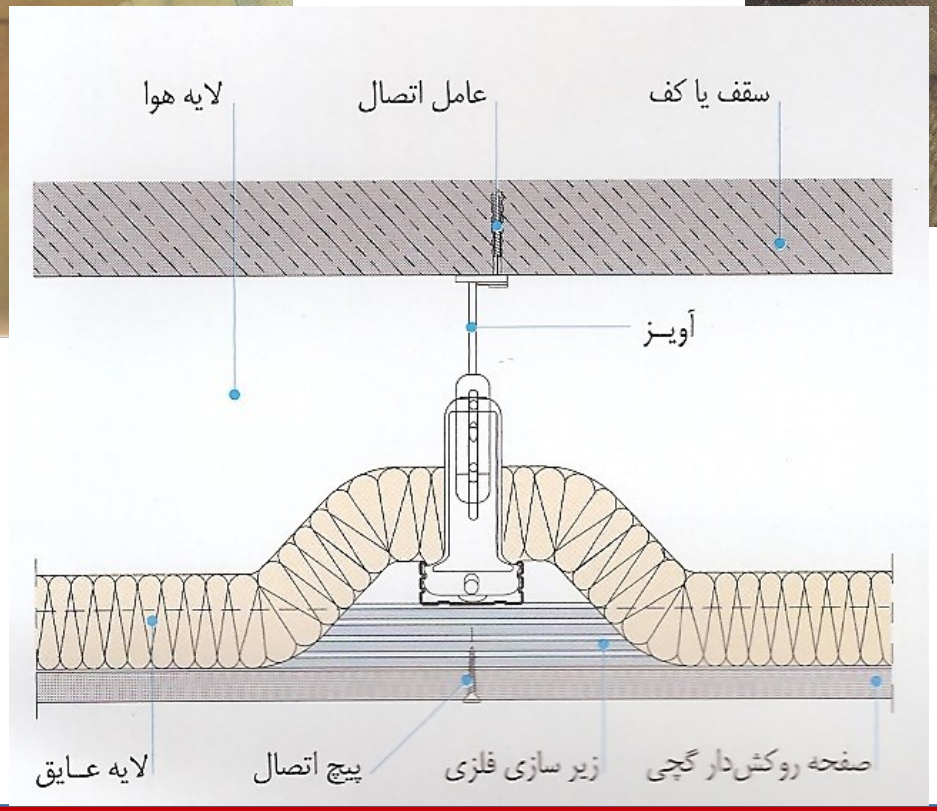
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

❑ عایق بندی حرارتی سقف بام

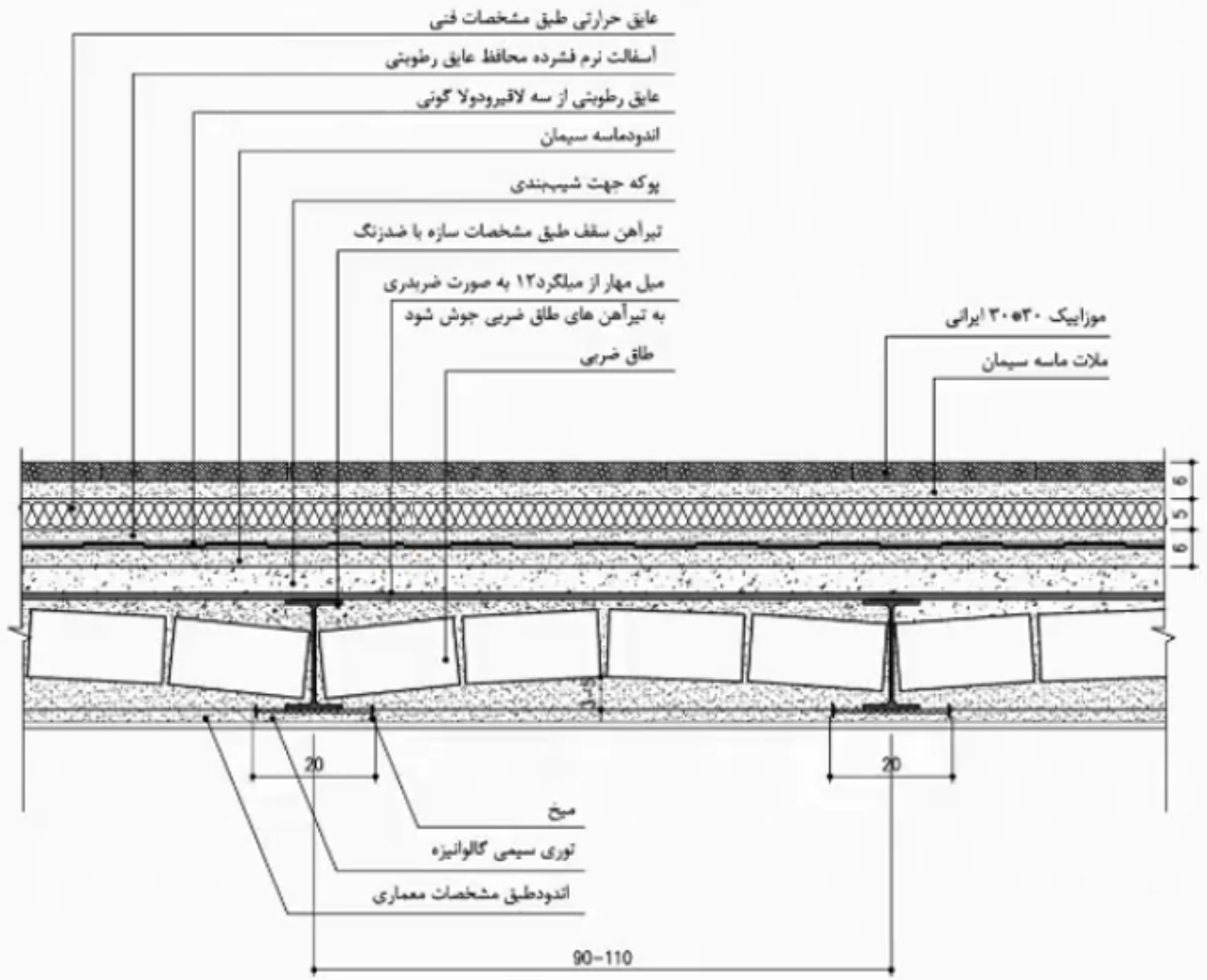




مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

عایق بندی حرارتی سقف بام

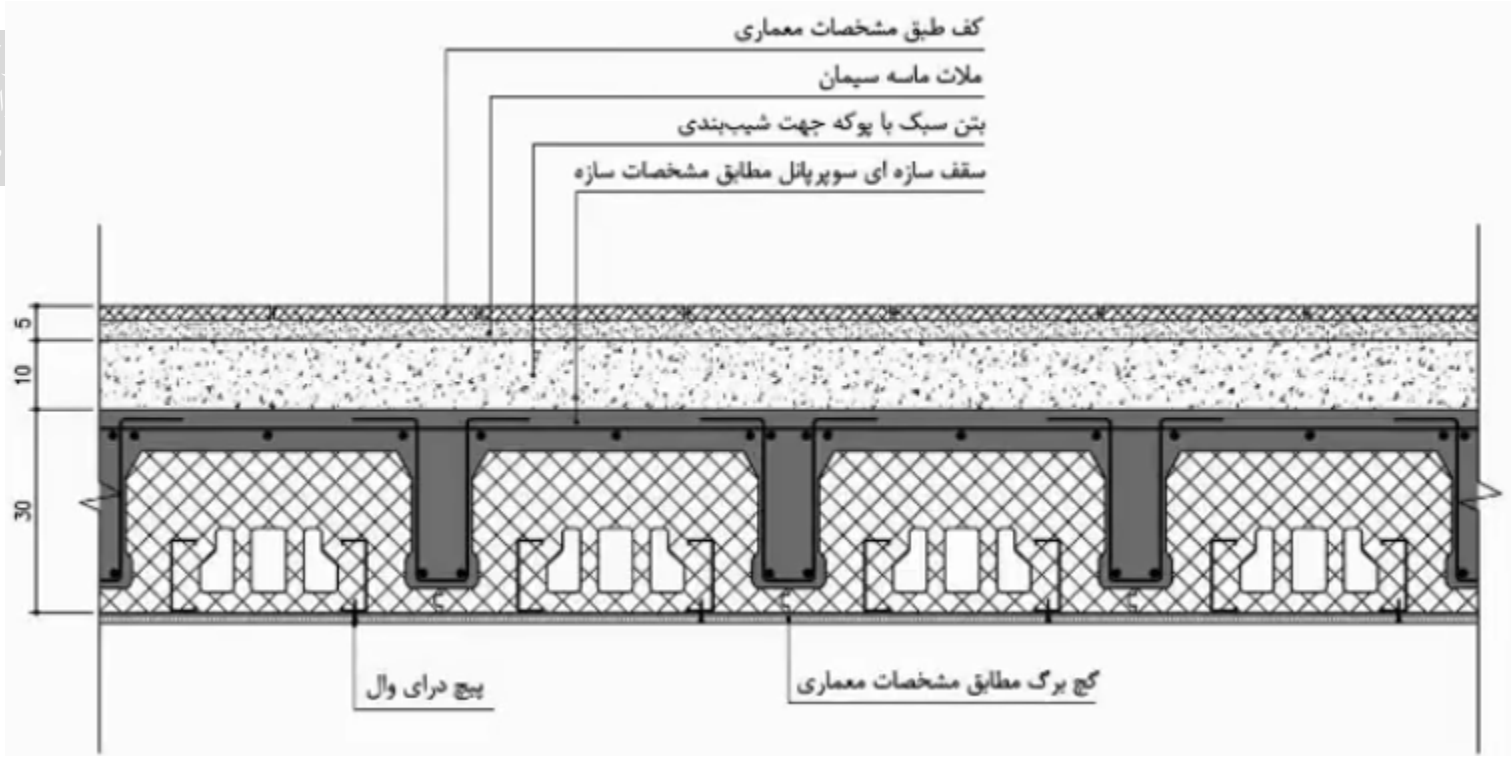
- از روی سقف



عایق بندی از روی سقف به روش بام معکوس یا بام وارونه با پلی استایرن در سقف طاق ضربی

عایق بندی حرارتی سقف بام

- از زیر سقف



عایق بندی از زیر سقف با پلی استایرن در سقف .ICF

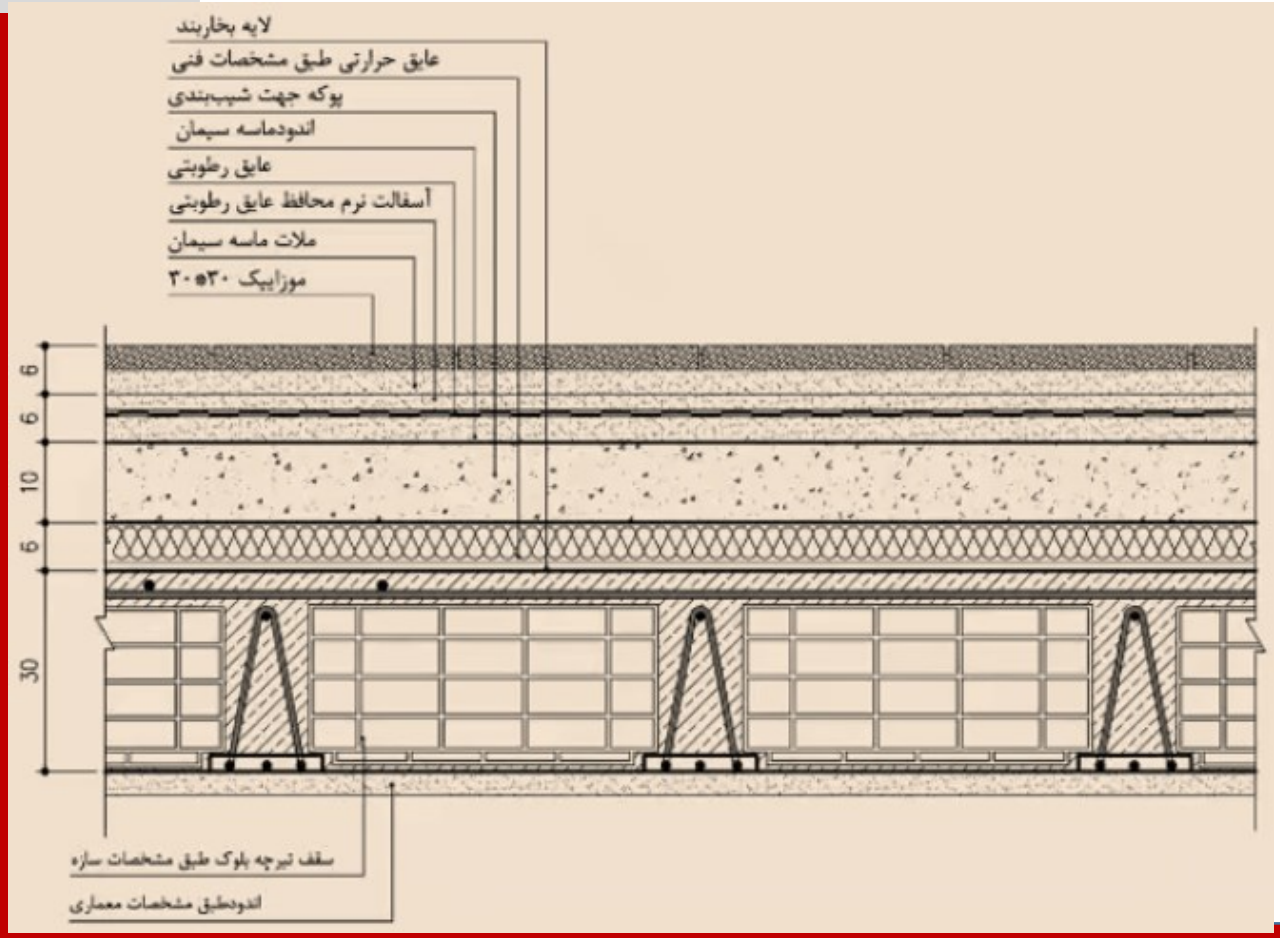
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مثال : تعیین مقاومت حرارتی سقف بام

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ **مثال:**

- ظرفیت حرارتی سقف بام با مشخصات فنی زیر را برای ساختمان ۸ طبقه و زیر بنای ۱۶۰۰ متر مربع با کاربری مسکونی در شهر تهران را محاسبه کنید؟



رده انرژی ساختمان	نوع ساختمان	نام شهر
EC	مسکونی	تهران
درجه انرژی	**نوع کاربری**	**نیاز غالب**
متوسط	الف	گرمایش
جدارهای پوسته خارجی ساختمان	**تعداد طبقه و زیربنا**	**گروه ساختمان**
بام	ته طبقه یا کمتر با زیربنای مفید کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع	گروه ۲
وضعیت عایق کاری		
عایق حرارتی خارجی		

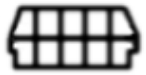
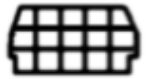
حل مساله:

❑ پیوست ۸ : مقاومت حرارتی لایه ها ی هوا و قطعات ساختمانی

جدول پ۸ -۱-مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطح داخلی (Ri) و لایهٔ هوای مجاور سطح خارجی (Re) انواع جدارها

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

جدول پ۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

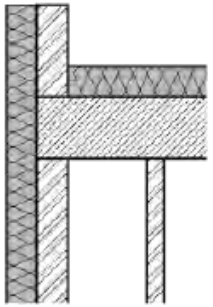
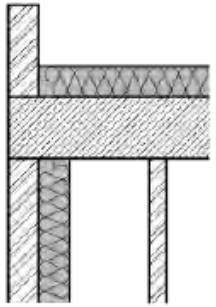
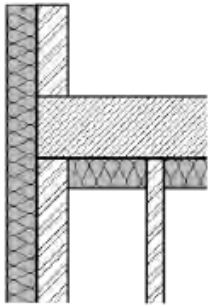
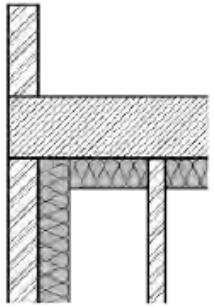
شکل بلوک مقطع افقی	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر) ۲۰	۲۵
	۰٫۲۶	
		۰٫۳۵

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۵-۲-۱- ۳راه حل فنی های طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه۲

- پ- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه۲

جدول ۱۹-۵- ۸ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۲ [m^2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ رده انرژی ECو سقف بام بدون عایق بندی خارجی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت سقف بام					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی $R(m^2.K/W)$
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.050
2	لایه ۱	عایقهای رطوبتی-آسفالت ماسه ای (قیر ماسه دار)-کمتر از ۲۱۰۰	1.150	0.020	0.017
3	لایه ۲	عایقهای رطوبتی-ایزوگام	0.230	0.010	0.043
4	لایه ۳	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
5	لایه ۴	پوکه شیب بندی	0.520	0.100	0.192
6	لایه ۵	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.000	0.000
7	لایه ۶	سقف تیرچه بلوک سفالی با بلوک با ارتفاع ۲۵ سانتیمتر	-	-	0.350
8	لایه ۷	گچ اندود- وزن مخصوص ۱۰۰۰تا ۱۳۰۰	0.570	0.030	0.053
9	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.090
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 0.679 [m^2.K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 0.819 [m^2.K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 1.473 [W/m^2.K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 1.221 [W/m^2.K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 2.200 [m^2.K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت ندارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.455 [m^2.K/W]

❑ رده انرژی EC و سقف بام بدون عایق بندی خارجی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ نیست.

میزان صرفه جویی انرژی درسیستمهای ساختمانی

❑ رده انرژی ECو سقف بام با ۷ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی خارجی:

محاسبه مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارت سقف بام					
تعداد لایه همگن	لایه همگن	مصالح مصرفی	ضریب هدایت حرارت ویژه λ(W/m.K)	ضخامت لایه d(m)	مقاومت حرارتی R(m².K/W)
1	لایه هوای خارجی	-	-	-	0.050
2	لایه ۱	عایقهای رطوبتی-آسفالت ماسه ای (قیر ماسه دار)-کمتر از ۲۱۰۰	1.150	0.020	0.017
3	لایه ۲	عایقهای رطوبتی-ایزوگام	0.230	0.010	0.043
4	لایه ۳	اندود و ملات سیمانی-وزن مخصوص ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	1.300	0.030	0.023
5	لایه ۴	پوکه شیب بندی	0.520	0.100	0.192
6	لایه ۵	عایقهای حرارتی معدنی-پشم سنگ- وزن مخصوص ۱۵ تا ۲۵	0.050	0.070	1.400
7	لایه ۶	سقف تیرچه بلوک سفالی با بلوک با ارتفاع ۲۵ سانتیمتر	-	-	0.350
8	لایه ۷	گچ اندود- وزن مخصوص ۱۰۰۰تا ۱۳۰۰	0.570	0.030	0.053
9	لایه هوای داخلی	-	-	-	0.090
رده انرژی ساختمان EC		مقاومت حرارتی (R)(Thermal Resistance)			R= 2.079 [m².K/W]
		مقاومت حرارتی کل (R_{Total})(Total Thermal Resistance)			R_{Total}= 2.219 [m².K/W]
محاسبه ظرفیت حرارتی		ضریب انتقال حرارت سطحی (U)(Thermal Transmittance)			U= 0.481 [W/m².K]
		ضریب انتقال حرارت سطحی کل (U_{Total})(Total Thermal Transmittance)			U_{Total}= 0.451 [W/m².K]
استفاده از روش تجویزی یا موازنه ای مجاز می باشد.		مقاومت حرارتی مرجع (R_{ref})(ReferenceThermal Resistance)			R_{ref}= 2.200 [m².K/W]
عایق کاری با رده انرژی مبحث ۱۹ مطابقت ندارد.		ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع (U_{ref}) (Reference Thermal Transmittance)			U_{ref}= 0.455 [m².K/W]

رده انرژی EC و سقف بام با ۷ سانتیمتر پشم سنگ عایق بندی خارجی جوابگوی ضوابط مبحث ۱۹ است.

❑مقررات کلی طراحی و اجرا (نظارت) مدارک موردنیاز برای اخذ پروانه ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑مقررات کلی طراحی و اجرا (نظارت) مدارک موردنیاز برای اخذ پروانه ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ مدارک مورد نیاز برای تایید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جویی در مصرف انرژی درزمان اخذ پروانه – بخش طراحی

- ❑چک لیست انرژی در بخش طراحی
- ❑اطلاعات مدل سازی انرژی
- ❑نقشه های ساختمان
- ❑مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم های عایق حرارت
- ❑مشخصات فنی سیستم های مکانیکی و روشنایی
- ❑عوامل ویژه اصلی و گروه بندی ساختمان ها
- ❑گونه بندی کاربری(یا نحوه تصرف) ساختمان
- ❑گونه بندی نیاز سالانه انرژی محل استقرار ساختمان
- ❑گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح

❑مقررات کلی طراحی و اجرا (نظارت) مدارک موردنیاز برای اخذ پروانه ساختمان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ **مدارک مورد نیاز برای تایید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جویی در مصرف انرژی درزمان اخذ پروانه – بخش طراحی**

- ❑گونه بندی سطح زیر بنای مفید ساختمان و گونه بندی شهر محل استقرار ساختمان
- ❑گونه بندی سختمان ها از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی
- ❑عوامل ویژه فرعی (حداقل میزان صرفه جویی در مصرف انرژی به عوامل دیگری به نام عوامل ویژه فرعی شامل: بهره گیری از انرژی خورشید – و نحوه استفاده ازساختمان با کاربری غیر مسکونی
- ❑گونه بندی نحوه استفاده از ساختمان های غیر مسکونی
- ❑بهره گیری از انرژی خورشید
- ❑روش های طراحی پوسته خارجی ساختمان
- ❑طراحی سیستم هی مکانیکی
- ❑طراحی سیستم روشنایی

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱۹-۳-۱-۱ چک‌لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

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

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

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

ث- گروه ساختمان (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق بند ۱۹-۲-۲-۲ تعیین می‌شود)؛

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

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

ح- اطلاعات مهندس طراح و تاریخ طراحی؛

خ- رتبه انرژی ساختمان؛

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

ر- مشخصات حرارتی جدارهای تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی ساختمان:

۱- مجموعه راه‌حل‌های فنی مورد استفاده و الزامات تعیین‌شده در آن با توجه به موقعیت جدارها و نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی آن‌ها ، مطابق پیوست ۸ این مبحث؛

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

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

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

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

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

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

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

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

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

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

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

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

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

۴- تمهیدات در نظر گرفته‌شده برای اتصال سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر به سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی، مطابق بخش ۱۹-۴-۵.

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
چک لیست بخش طراحی

نام مالک		شماره تماس:
نوع کاربری		زیربنا:
آدرس ملک		
پلاک ثبتی:		کد نوسازی:
متراژ:	تعداد طبقه ارتفاع از روی شالوده:	گروه ساختمانی:

مشخصات طراحان	مهندس/شرکت طراح سازه	مهندس/شرکت طراح معماری	مهندس/شرکت طراح تاسیسات برقی	مهندس/شرکت طراح تاسیسات مکانیکی
نام ونام خانوادگی				
پایه				
شماره پروانه اشتغال				
مهر و امضا				
تاریخ طراحی				

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تعیین گروه ساختمان از نظر میزان نیاز به صرفه جویی در مصرف انرژی(برگرفته از اطلاعات بند یک چک لیست)	گروه یک ☐	گروه دو ☐	گروه سه ☐	گروه چهار ☐
روش طراحی	روش تجویزی ☐	روش کارایی انرژی ☐	روش موازنه ای ☐	روش نیاز انرژی ☐
رتبه انرژی(کیفیت) ساختمان	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹(EC) ☐ ساختمان کم انرژی(EC+) ☐ ساختمان بسیارکم انرژی(EC++) ☐ ساختمان (با مصرف) انرژی نزدیک به صفر (ENZEB) ☐			
توضیحات تکمیلی				

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

أ) عوامل ویژه اصلی جهت تعیین گروه ساختمان از نظر میزان نیاز به صرفه جویی در مصرف انرژی:

۱-۱-گروه کاربری ساختمان (طبق جدول پیوست ۴ مبحث ۱۹) :

کاربری الف ☐ کاربری ب ☐ کاربری ج ☐ کاربری د ☐

❖ دارای بخش با کاربری متفاوت با کاربری عمومی (بخش بزرگتر ساختمان)می باشد. ☐ **گروه کاربری** .....

۱-۲- نیاز انرژی محل احداث ساختمان (طبق پیوست ۳ مبحث ۱۹):

زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐

۱-۳- تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید ساختمان:

ساختمان ۹ طبقه و کمتر با زیربنای کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع ☐ بیش از ۹ طبقه یا زیربنای مفید مساوی و بیش از ۲۰۰۰ متر مربع ☐

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

۱-۴- نحوه استفاده از ساختمانهای غیرمسکونی:

استفاده منقطع ☐ استفاده مداوم ☐

۱-۵- کاربری ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۱ و پیوست ۴):

☐ مسکونی ☐ اداری ☐ تجاری ☐ دیگر موارد عنوان کاربری:

۱-۶- درجه انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۲ و پیوست ۳):

☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم

۱-۷- نیاز غالب : ☐ گرمایی ☐ سرمایی

۱-۸- گروه ساختمان (بر اساس عوامل ویژه اصلی و مطابق بند ۱۹-۲-۲-۲):

☐ گروه ۱ ☐ گروه ۲ ☐ گروه ۳

۱-۹- سطح زیربنای ساختمان (مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۳):

فضاهای کنترل‌شده : متر مربع فضاهای کنترل‌نشده : متر مربع

۱-۱۰- نحوهٔ استفاده از ساختمان (، مطابق زیربند ۱۹-۲-۲-۱-۵):

—

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

۱-۱۱- روش مورد استفاده برای طراحی(مطابق بخش ۱۹-۳-۲) و رتبه مورد نظر برای ساختمان:

		روش مورد استفاده برای طراحی			
		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
رتبه مورد نظر	ساختمان مطابق مبحث ۱۹				
	ساختمان کم‌انرژی				
	ساختمان بسیار کم‌انرژی				
	ساختمان (با مصرف) انرژی نزدیک به صفر				

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

۲– مشخصات فنی عناصر پوسته خارجی ساختمان

تکمیل جداول پیوست الف مربوط به جدارهای کدر پوسته خارجی ساختمان و مشخصات فنی مصالح و فراورده‌های مورد استفاده برای لایه‌های مختلف ، مطابق بند ۱۹-۴-۲-۱ یا پیوست‌های ۷ و ۸ مبحث یا دیگر مراجع مورد تأیید.

☐ تکمیل جداول پیوست ب مربوط به جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان

۲–۱– طراحی به روش موازنه‌ای:

☐ تکمیل اطلاعات فرم پیوست پ

۲–۲– طراحی به روش نیاز انرژی:

☐ تکمیل اطلاعات فرم پیوست ت

۲–۳– طراحی به روش کارایی انرژی

☐ تکمیل اطلاعات فرم پیوست ث

۲–۴– کاربرد سیستم‌های برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر

☐ تکمیل اطلاعات فرم پیوست ج

۲–۵– طراحی روشنایی طبیعی

☐ روش ساده‌سازی شده (دستی) ☐ روش شبیه‌سازی عددی

☐ تکمیل اطلاعات فرم پیوست چ

❑ چک لیست انرژی در بخش طراحی– ابلاغ شورای مرکزی

پیوست الف– مشخصات کلی جدارهای کدر پوسته خارجی

لازم است این صفحه به تعداد جدارهای کدر پوسته خارجی ساختمان تکثیر و تکمیل شود.

کف روی خاک ☐ کف روی هوا☐ بام☐ دیوار☐ **نوع جدار:** **جدار شماره :**

همگن☐میانی ☐از داخل ☐از خارج ☐حالت عایق‌کاری درنظر گرفته‌شده :

ستون ... جدول مبحث ۱۹

جزییات اجرایی جدار

در صورت مبنا قرار دادن یکی از جزییات اجرایی ارائه‌شده در راهنمای مبحث ۱۹ (جلد دوم) شماره آن قید شود

برای دیوار، بام و کف، مقطع قائم الزامی‌است. در صورت نیاز مقاطع و جزئیات دیگر نیز قابل ارائه هستند.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست ها انرژی

	گروه اصلی	زیرگروه	مشخصات فنی	ضریب هدایت حرارت	ضخامت (میلی‌متر)	مقاومت حرارتی
خارج						
لایه ۱						
لایه ۲						
لایه ۳						
لایه ۴						
لایه ۵						
لایه ۶						
لایه ۷						
لایه ۸						
داخل						

R [m^2.K/W] =	R ref [m^2.K/W] =
R_t [m^2.K/W] =	
U [W/m^2.K] =	U ref [W/m^2.K] =

❑ چک لیست ها انرژی

پیوست ب– مشخصات کلی جدارهای نورگذر پوسته خارجی

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

ردیف	جهت		جدار نورگذر (پنجره، در، نمای شیشه‌ای، ...)									سایه‌بان احتمالی			
			مرجع				طرح			مرجع		طرح			
		شماره تیپ جدار	U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$	U [W/m².K]	SHGC	$\frac{T_v}{SHGC}$	زاویه *		زاویه *			
			حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل				افقی	قائم	افقی	قائم		
۱	جنوب	۱													
۲		۲													
۳		۳													
۴	شمال	۱													
۵		۲													
۶		۳													
۷	شرق	۱													
۸		۲													
۹		۳													
۱۰	غرب	۱													
۱۱		۲													
۱۲		۳													

* : زاویه‌ها باید مطابق با الگوی تعیین‌شده در پیوست ۱۰ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ارائه شوند.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست ها انرژی

مشخصات فنی شیشه‌ها، پروفیل‌های مورد استفاده برای ساخت قاب‌ها، یراق‌آلات

شماره ردیف جدار نورگذر	مشخصات شیشه خارجی	مشخصات شیشه داخلی	مشخصات گاز بین شیشه‌ها	U [W/m².K]	SHGC	$\frac{T_v}{SHGC}$	نوع پروفیل	شماره استاندارد شیشه‌ها و پروفیل	نام محصول

❑ چک لیست ها انرژی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیوست پ– اطلاعات مربوط به طراحی مطابق روش موازنه‌ای

نام عنصر	موقعیت	مشخصات جدار (عنصر)	توضیحات	مساحت	وضعیت همجواری	ضریب کاهش	ضریب انتقال حرارت (سطحی یا خطی)		توان حرارتی	
							طرح	مرجع	طرح	مرجع
بام										
کف										
دیوار										
در										
پنجره										

پل حرارتی										
		مجموع								

توضیحات تکمیلی :	

ضریب انتقال حرارت ساختمان [W/K]	طرح:	مرجع:

❑ چک لیست ها انرژی

پیوست ت– اطلاعات مربوط به طراحی مطابق روش نیاز انرژی

❑ لحاظ شدن شرایط سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و دیگر موانع (با دقت کافی) در شبیه‌سازی :

قابلیت‌های نرم‌افزار شبیه‌سازی

- تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان.	
- تعیین میزان بهره خورشیدی و انتقال حرارت ساعتی جدارهای نورگذر.	
- تنظیم برنامه ساعتی پارامترهای مختلف، برای تمامی روزهای هفته و روزهای آخر هفته و تعطیلات، برای کاربری‌های مختلف ساختمان، از جمله:	
- میزان حضور و نوع فعالیت افراد در مناطق (زون‌های) مختلف ساختمان.	
- توان روشنایی مصنوعی و میزان کاهش احتمالی آن در ساعات مختلف (در صورت تأمین بخشی از نیاز از روشنایی طبیعی).	
- دمای تنظیم (ترموستات) سیستم‌های گرمایی و سرمایی.	
- کارکرد سیستم تهویه مکانیکی.	
- میزان استفاده از تجهیزات (خانگی، اداری، ...).	
- استفاده از آب گرم بهداشتی.	
- اثر اینرسی (جرم) حرارتی در ذخیره‌سازی و ایجاد تأخیر فاز.	
- در نظر گرفتن حداقل ده منطقه حرارتی.	
- تهیه گزارش‌های ساعتی مصرف انرژی به تفکیک حامل‌ها.	
- تعیین نیاز حرارتی/برودتی ساختمان، در مقاطع زمانی تعیین‌شده.	
- تعیین میزان انرژی/گرمای تأمین‌شده توسط سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).	

محاسبه دقیق موارد زیر، در ارتباط با نیازهای انرژی ناشی از پارامترهای مختلف:

- انتقال حرارت ناشی از اختلاف دما در دوره‌های گرم و سرد سال.	
- میزان انرژی کسب شده توسط تابش خورشید، با در نظر گرفتن فرم ساختمان، سایه‌اندازی خود ساختمان (سایه‌بان‌ها، تورفتگی‌ها، شکستگی‌ها، ...) و دیگر موانع مجاور، و همچنین مشخصات نوری	
- حرارتی سطوح مختلف کدر و نورگذر و تابش سطوح گرم خارجی؛	
- میزان انرژی تابیده‌شده به آسمان و سطوح سرد مجاور ساختمان؛	
- میزان انرژی قابل دست‌یابی با سامانه‌های مختلف فعال و غیرفعال نصب‌شده روی پوسته خارجی (گلخانه خورشیدی، دیوار ترمب، ...)	

مقدار نیاز انرژی ساختمان kWh/m2 (مطابق فصل ۱۹-۷	طرح:	مرجع:

پیوست ث– اطلاعات مربوط به طراحی مطابق روش کارایی انرژی

نام نرم‌افزار مورد استفاده برای شبیه‌سازی و محاسبات :.....

اصول درنظر گرفته‌شده برای شبیه‌سازی‌ها و محاسبات:

- انجام شبیه‌سازی انرژی، با استفاده از نرم‌افزارهای دارای ویژگی‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۸-۱-۱	
- فایل‌های ورودی (osm ،idf) ساختمان طرح	
- فایل‌های ورودی (osm ،idf) ساختمان مرجع، در صورت استفاده از روش قیاسی،	
- داده‌های اقلیمی با مشخصات تعیین‌شده در بخش ۱۹-۸-۱-۲ ،	
- برنامه زمان‌بندی حضور افراد، استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین‌کننده مطابق اصول تعیین‌شده در بخش ۱۹-۸-۱-۳ و پیوست ۵	
- لحاظ کردن شرایط سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و دیگر موانع در شبیه‌سازی، با دقت کافی؛	
- رعایت شرایط ارئه شده در بند ۱۹-۸-۳-۱-۱، در صورت استفاده از روش شبیه‌سازی برای محاسبه انرژی اولیه ساختمان مرجع، برای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر ساختمان مرجع؛	
- مدارک فنی و اطلاعات مورد نیاز برای بررسی محاسبات انجام شده، با ویژگی‌های ارائه شده در بند ۱۹-۸-۳-۲.	

قابلیت‌های نرم‌افزار شبیه‌سازی

- تعیین میزان انتقال (جریان) حرارت ساعتی در طول یک سال شبیه‌سازی شده در جدارها (به‌صورت تفکیکی) و کل ساختمان.	
- تعیین میزان بهره خورشیدی و انتقال حرارت ساعتی جدارهای نورگذر.	
- تنظیم برنامه ساعتی پارامترهای مختلف، برای تمامی روزهای هفته و روزهای آخر هفته و تعطیلات، برای کاربری‌های مختلف ساختمان، از جمله:	
- میزان حضور و نوع فعالیت افراد در مناطق (زون‌های) مختلف ساختمان.	
- توان روشنایی مصنوعی و میزان کاهش احتمالی آن در ساعات مختلف (در صورت تأمین بخشی از نیاز از روشنایی طبیعی).	
- دمای تنظیم (ترموستات) سیستم‌های گرمایی و سرمایی.	
- کارکرد سیستم تهویه مکانیکی.	
- میزان استفاده از تجهیزات (خانگی، اداری، ...).	
- استفاده از آب گرم بهداشتی.	
- اثر اینرسی (جرم) حرارتی در ذخیره‌سازی و ایجاد تأخیر فاز.	
- در نظر گرفتن حداقل ده منطقه حرارتی.	
- تنظیم بار حرارتی سیستم‌های گرمایی و سرمایی متناسب با دما و تعداد تجهیزات.	
- شبیه‌سازی عملکرد اکونومایزرهای پایه آبی و پایه هوایی دارای سیستم‌های کنترل یکپارچه.	
- تهیه گزارش‌های ساعتی مصرف انرژی به تفکیک حامل‌ها.	
- تعیین بار حرارتی/برودتی تجهیزات گرمایی و تهویه مطبوع، میزان دبی هوا و آب مورد نیاز در مقاطع زمانی تعیین‌شده.	
- تعیین میزان انرژی/گرمای تأمین‌شده توسط سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر (در صورت استفاده از این نوع سیستم‌ها).	

روش طراحی:

❑ طراحی به‌روش قیاسی ❑ طراحی به‌روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح)

مقدار مصرف انرژی سالانه ساختمان kWh/m2 (مطابق فصل ۱۹-۸	طرح:	مرجع:

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

❑ چک لیست ها انرژی

۱۹-۳-۱-۲ اطلاعات مدل‌سازی انرژی

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ چک لیست ها انرژی

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

❑ چک لیست ها انرژی

۱۹-۳-۱-۳ نقشه‌های ساختمان

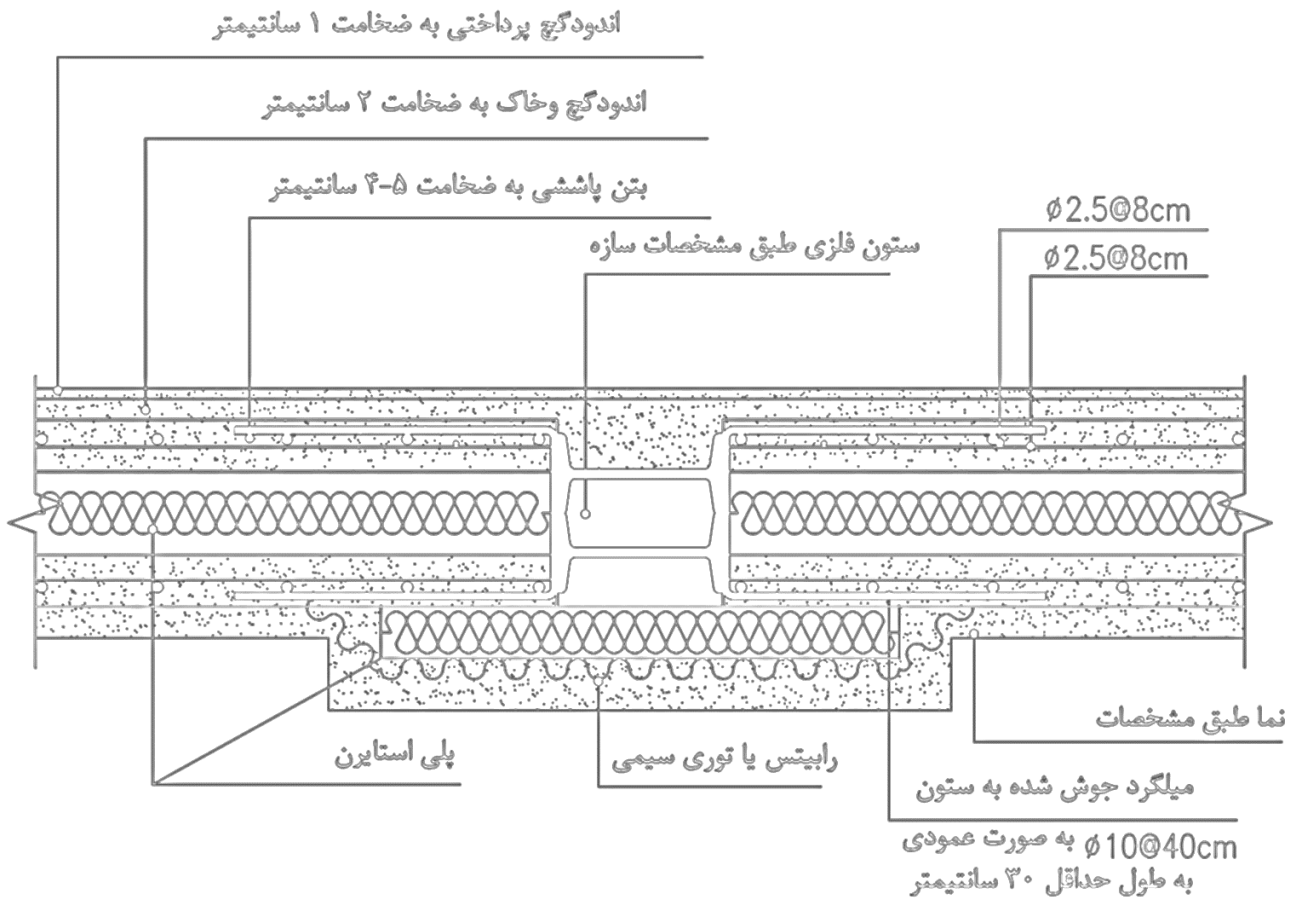
نقشه‌های ساختمان، شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوستهٔ خارجی ساختمان، نقشه‌های تأسیسات مکانیکی و تأسیسات الکتریکی ساختمان هستند. در نقشه‌های پلان طبقات، پلان بام، نماها و مقاطع، باید محل عایق‌کاری حرارتی متناسب با گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (پیوست ۴) مشخص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

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

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

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ پل حرارتی (Thermal Bridge)



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

انرژی های تجدیدپذیر

انواع انرژی که منابع تولیدشان، بر خلاف انرژی های تجدید ناپذیر(فسیلی)، تقریباً پایان ناپذیر هستند، مانند:

تابش نورخورشید، باد، باران، جزر و مد، امواج، زمین گرمایی، یا قابلیت جایگزینی/ایجاد مجددشان، توسط طبیعت، در یک بازه زمانی کوتاه وجود دارد، مانند زیست توده، زیست سوخت و سوخت هیدروژنی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

انرژی های تجدیدپذیر

انرژی های تجدید پذیر، انرژی هایی هستند که منشاء طبیعی دارند و خود به خود بازتولید می شوند. انواع مختلفی از این انرژی ها در دسترس بشر می باشد ولی تاکنون تنها استفاده از بعضی از این انرژی ها به مرحله تجاری رسیده است. از جمله این انرژی ها می توان به انرژی خورشیدی و انرژی باد اشاره نمود. این انرژی ها را می توان با تجهیزات خاصی مانند سلولهای فوتوولتاییک و توربین های بادی به انرژی برق تبدیل نمود و یا از گرمای انرژی خوشیدی به صورت مستقیم (برای گرمایش و تهیه آب گرم) بهره برد.

در گزارش ذیل انرژی های تجدید پذیری که بیشترین استفاده را در ساختمان های انرژی صفر دارند، توضیح داده شده است که شامل موارد ذیل می باشند:

- تولید برق از نور خورشید و سلول های فوتوولتاییک
- تولید برق از انرژی باد و توربین های بادی
- تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

انواع انرژی های تجدیدپذیر

- انرژی خورشیدی
- انرژی زمین گرمایی
- انرژی بادی
- انرژی اقیانوس
- انرژی حرارتی
- انرژی جزر و مد

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

انواع انرژی های تجدیدپذیر

- انرژی خورشیدی
- انرژی زمین گرمایی
- انرژی بادی
- انرژی اقیانوس
- انرژی حرارتی
- انرژی جزر و مد

❑ انرژی های تجدیدپذیر

انواع انرژی	نمونه های موردی
انرژی های اولیه	چوب و زغال وهیزم و....
انرژی های قابل احیا	انرژی خورشیدی،بادی و آبی و...
انرژی های آلوده کننده	منابع گاز و نفت و....

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

پنل های خورشیدی انعطاف پذیر

فن آوری پنل های خورشیدی انعطاف پذیر می تواند انرژی خورشیدی را با پنل های نازک، سبک و قابل خم شدن تولید کند که می توان آن ها را در حال حرکت با خود حمل کرد. وقتی به پنل های خورشیدی فکر می کنید، آنچه معمولاً به ذهنتان خطور می کند پنل های تیره و سفت و سختی است که روی پشت بام ها نصب شده اند: سنگین، غیرمتحرک و نسبتاً گران. بنابراین آشنایی با پانل های خورشیدی انعطاف پذیر, می تواند شگفت انگیز باشد. برخلاف پنل های خورشیدی معمولی (تخت)، فن آوری پنل های خورشیدی منعطف, قادر است انرژی خورشیدی را با پنل های نازک، سبک و قابل خم شدن تولید کند که می توانید در حال حرکت با خود حمل کنید. در واقع، قابل حمل بودن آنها دلیل تمایز آنهاست

مرکز تحقیقات
راه، مسکن و
شهرسازی

پنل های خورشیدی انعطاف پذیر

این فن آوری جدید علیرغم تفاوت هایی که با پنل های خورشیدی دارند، بسیار شبیه به پنل های خورشیدی معمولی (مسطح) عمل می کنند، زیرا فن آوری ساخت آن ها که فن آوری فتوولتائیک نامیده می شود با فن آوری ساخت پنل های مسطح یکسان است.

در واقع تمام اشکال پنل های خورشیدی به صورت استراتژیک در صفحه های آبی تیره یا مشکی تولید می شوندتا حداکثر نور خورشید را (در طول روز) جذب کنند.

انعطاف پذیری سلول های خورشیدی منعطف به این خاطر است که الکترودهایشان از گرافن ساخته شدهاند. گرافن رسانای عالی جریان برق است و در ورقه های با ضخامت یک اتم، عملا غیر قابل رویت است و این امرامکان ساخت ابزار های نازک تر را می دهد. این انعطاف پذیری در زیباشناسی ساختمان نقش اساسی خواهد داشت.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

▪ تولید برق از نور خورشید

- تکنولوژی اکثر سلول های فوتوولتاییک بر مبنای مواد نیمه رسانا می باشد.
- طول عمر این سلولها معمولا زیاد ودر حدود ۳۰ سال می باشد و نیاز به تعمیر و نگهداری ندارد. اما عمر دستگاه های تبدیل کننده حدود ۵ تا ۱۰ سال است.
- سلول های فوتوولتاییک را می توان به صورت متحرک، به گونه ای که در جهت تابش نور خوشید حرکت کند، طراحی نمود. این سیستم قیمت و پیچیدگی بیشتری دارد ولی بیش از ۲۰ درصد برق بیشتری تولید می کند.

❑ انرژی های تجدیدپذیر

- **تولید برق از نور خورشید**

هم اکنون انواع زیادی از سلول های فوتوولتاییک با قابلیت ها و خصوصیات مختلف تولید می شود که می توان در ۳ نسل آن ها را دسته بندی نمود:

نسل اول) ویفر سیلیکونی

که لایه ضخیم می باشد و برق بیشتری تولید می کند و تکنولوژی آن جا افتاده است و لی قیمت آن بالاتر است.

نسل دوم) لایه نازک

که نازکتر بوده و قابل انعطاف نیز می باشد و در نتیجه امکان کاربرد آن در قسمت های بیشتری از ساختمان است. از نظر قیمت ارزان تر است ولی برق کمتری تولید می کند.

نسل سوم)

هدف از تولید این سلول ها، قیمت کم و بازده بالا می باشد. این سلولها نیز انعطاف پذیر و سبک می باشند ولی تکنولوژی آنها هنوز به مرحله بلوغ نرسیده است.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

- **تولید برق از باد**

استفاده از سطوح فرعی و جانبی ساختمان مانند سقف پارکینگ ها برای نصب سلولهای PV

بعضی طراحان ساختمان های انرژی صفر ترجیح می دهند از ژنراتورهای خیلی کوچک که روی سقف ساختمان قابل نصب باشد استفاده کنند. این ژنراتورها کمتر از ۲ کیلووات برق تولید می کنند.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

▪ تولید برق از باد

- یکی از منابع انرژی تجدید پذیر که از زمان های قدیم نیز توسط انسان استفاده می شده است، نیروی باد است. امروزه با کمک ژنراتورها می توان حرکت دوار ایجاد شده توسط باد را به انرژی برق تبدیل نمود. هرچند بهره گیری از این نوع انرژی بیشتر در مناطقی که بادهای دائمی و یکنواخت دارند، بازدهی مناسب دارد.
- در حال حاضر توربین های بادی و ژنراتورهای مختلفی وجود دارد که توان تولید برق از چند صد وات تا چندین مگاوات را از انرژی باد ممکن ساخته است.

یکی از موارد مهم مربوط به انرژی باد، محل قرار گیری و ارتفاع نصب توربین است. به گونه ای که حتی برای ژنراتورهای کوچک که تا چند کیلووات برق تولید می کنند، توربین باید حدود ۱۰ تا ۱۵ متر بالاتر از تمام سازه ها و موانع طبیعی (مانند درختان) موجود در شعاع حدود ۱۵۰ متری باشد. توربین های بزرگ را نیز باید حداقل در ارتفاع ۳۳ متری و بیشتر از سطح زمین نصب نمود. چراکه در ارتفاع بالاتر، باد با سرعت بیشتر و یکنواخت تر می وزد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

- یکی دیگر از موارد استفاده انرژی خورشیدی، تهیه آب گرم بهداشتی می باشد. آب گرم بهداشتی برای مصارفی مانند حمام، شستشو و گرم کردن آب استخر به کار می رود.
- برای گرم کردن آب با کمک نور خورشید، نیاز به یک جمع کننده انرژی می باشد که به آن Collector گفته می شود. این تجهیز، بر خلاف سلول های فوتوولتاییک که نور را به انرژی برق تبدیل می کند، مستقیما از گرمای خورشید برای گرم کردن استفاده می کند.
- در مناطق گرم، می توان تقریبا در تمام فصول سال از گرمای خورشید استفاده نمود. حتی در مناطق سردسیر نیز در ماههای زیادی می توان از این انرژی استفاده کافی نمود.
- یکی از سیستم های تهیه آب گرم با کمک انرژی خورشیدی، مدعی است که در کشور انگلیس (که آب و هوای سرد و ابری دارد) می تواند با یک کلکتور ۲ تا ۵ متر مربعی، ۴۰ تا ۵۰ درصد از انرژی سالیانه مورد نیاز برای تهیه آب گرم ۶۰ درجه سانتیگراد را تامین کند. این سیستم می تواند ۸۰۰ تا ۱۷۵۰ کیلووات ساعت انرژی در سال تامین کند.

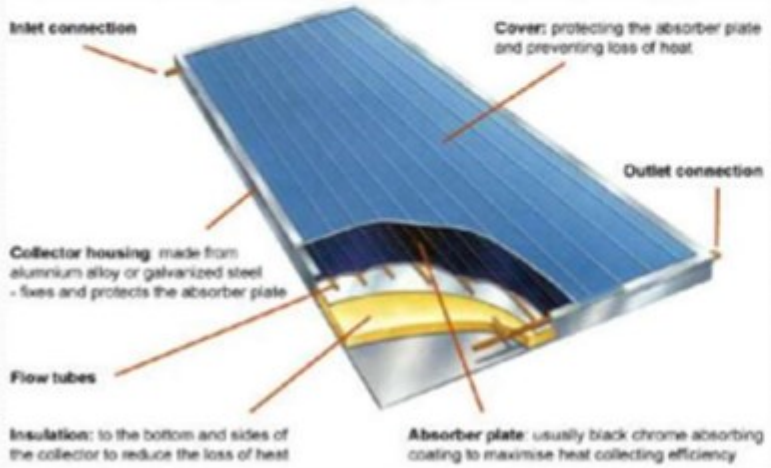
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

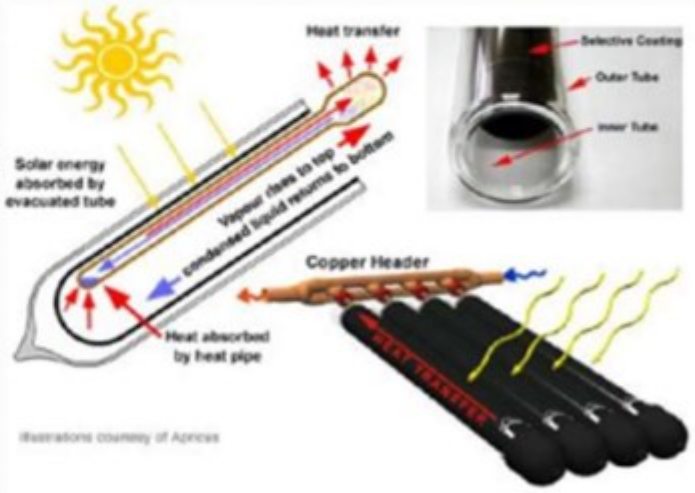
تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

کلکتورها

کلکتورها که انرژی خورشید را جذب و گرمای مورد نیاز برای گرم کردن آب تبدیل می کنند، انواع مختلفی دارند ولی دو نوع اصلی آن عبارت است از :



کلکتور مسطح (Flat Plate Collectors)



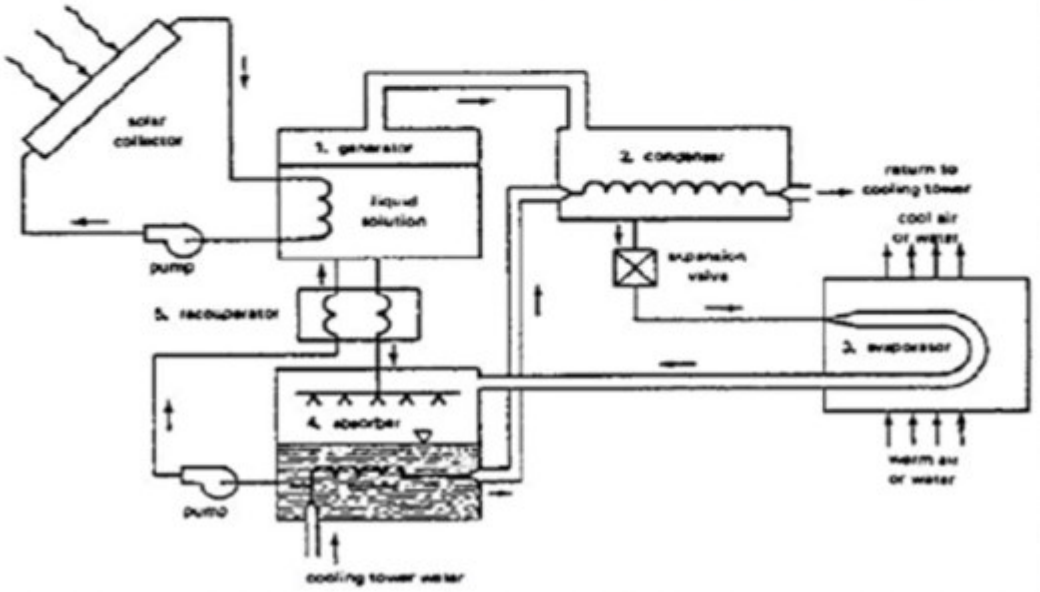
کلکتور لوله ای (Evacuated Tube Collectors)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

سیستم سرمایش خورشیدی با کمک چیلـر جذبی

به دلیل وجود آفتاب فراوان در تابستان، می توان از انرژی نور خورشید برای راهبری سیستم سرمایشی استفاده نمود. روش های مختلفی برای این کار موجود است. روش اول **تبدیل نور خوشید به برق** و استفاده از برق برای سرمایش می باشد. در روش دیگر با **استفاده از کلکتورهای خورشیدی و چیلرهای جذبی** می توان سیستم سرمایشی برای ساختمان های انرژی صفر طراحی نمود که در ادامه ارائه شده است.



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

▪ روشنایی

تامین روشنایی در ساختمان به دو قسمت روشنایی در هنگام روز و روشنایی در شب تقسیم می گردد.

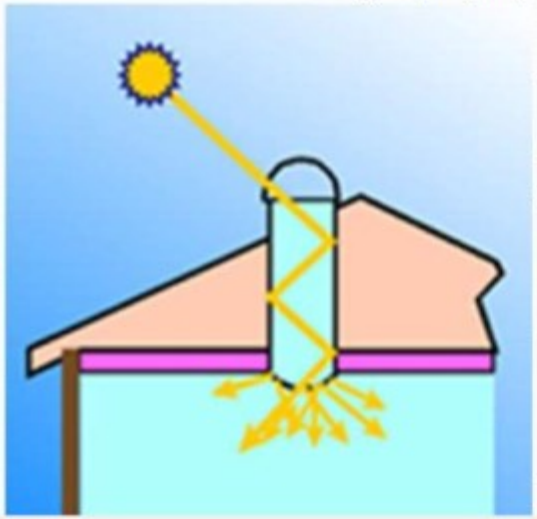
- برای تامین روشنایی در شب باید از سلول های فوتوولتاییک و باطری های مربوطه استفاده نمود که نور خورشید را در طول روز جذب کرده و ضمن تبدیل به نیروی برق آن را ذخیره می نمایند و در شب به مصرف چراغ ها می رسد.
- اما برای تامین روشنایی لازم در طول روز (روشنایی طبیعی)، می توان با پیش بینی نکاتی در نما و معماری ساختمان به نور کافی بدون نیاز به مصرف انرژی و تنها با استفاده از نور طبیعی خوشید دست یافت. شایان ذکر است نور خورشید حتی هنگام ابری بودن آسمان در فصل زمستان نیز تا ۷،۰۰۰ لوکس (LUX) روشنایی دارد (به غیر از زمان طلوع و غروب). و این در حالی است که نیاز فضاهای عمومی مانند کلاس ها و ادارات تنها بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ لوکس می باشد.

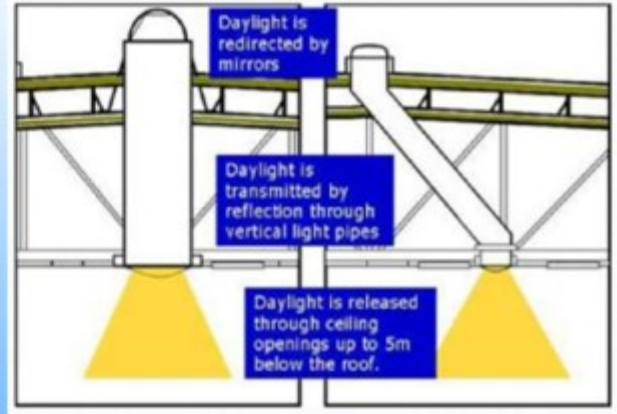
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

▪ لوله های نوری

استفاده از نورگیر ها نیز برای روشنایی از قدیم مرسوم بوده است و اکنون نیز یکی از روش های تأمین روشنایی ساختمان در طول روز می باشد. اما برای نوردهی به فضاهایی که دسترسی به پنجره یا نورگیر ندارد، می توان از **لوله های نوری (Light Pipes or Light Tubes)** استفاده نمود که نور را از سقف ساختمان با کمک صفحات شفاف منتقل کننده نور و همچنین بازتاب دهنده ها به داخل اطاق هدایت می کند.



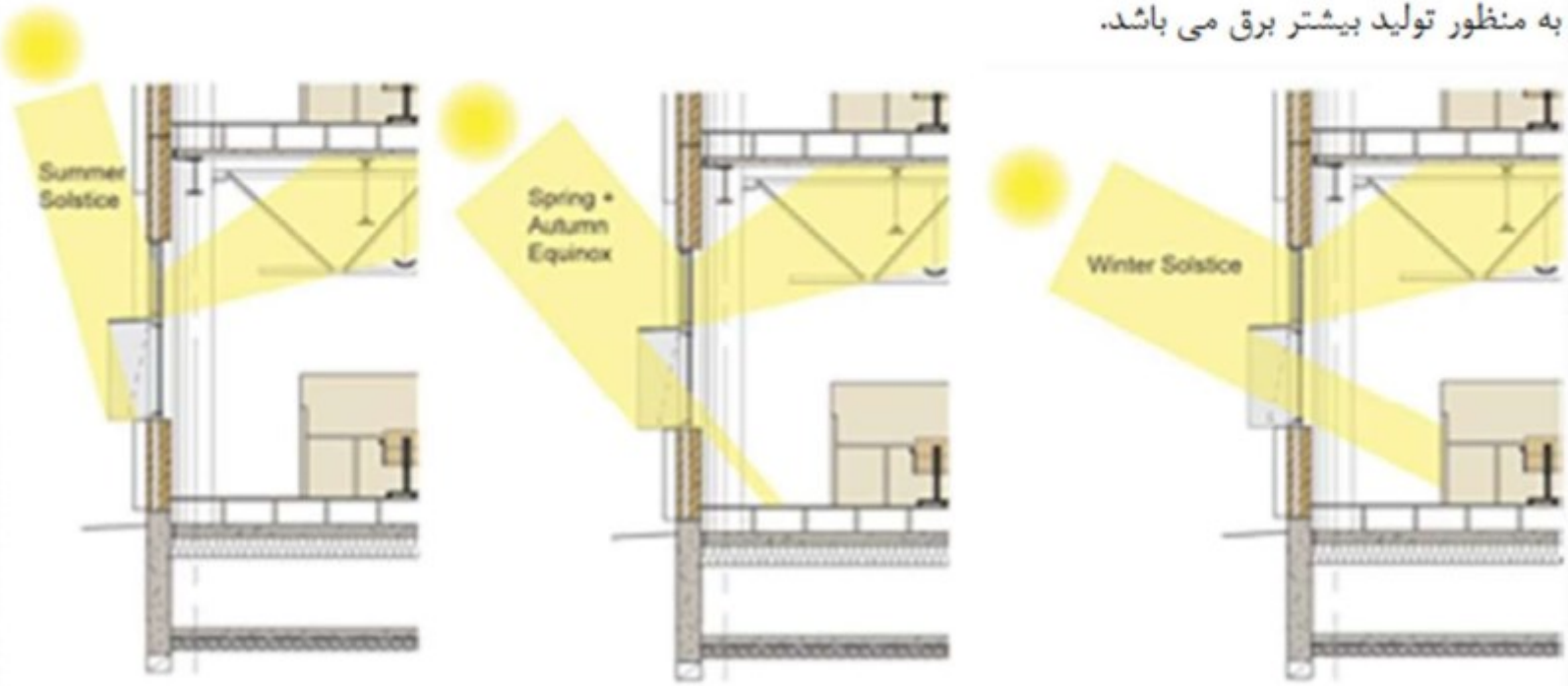


مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

استفاده از آفتابگیر در ساختمان

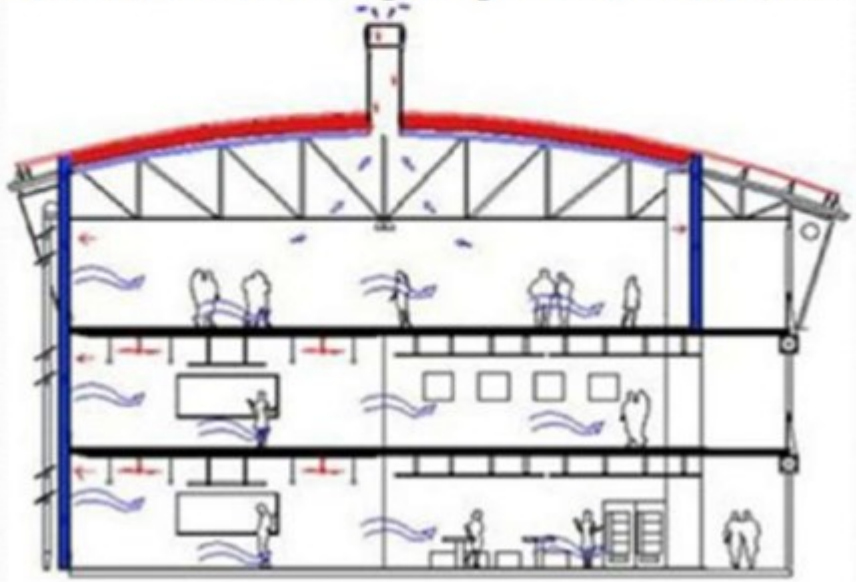
استفاده از آفتابگیر بالای پنجره ها باعث کاهش ورود گرمای ناخواسته به درون ساختمان در فصل تابستان شده و در نتیجه باعث کم شدن انتقال حرارت بین ساختمان و هوای محیط می گردد. این امر باعث کاهش نیاز به مصرف انرژی برای خنک نگه داشتن هوای ساختمان می شود. یکی دیگر از مزایای آفتابگیر، امکان نصب سلولها فوتوولتاییک روی آن، به منظور تولید بیشتر برق می باشد.



❑ انرژی های تجدیدپذیر

تهویه طبیعی هوای ساختمان

یکی دیگر از راه های کاهش مصرف انرژی به خصوص در فصولی از سال که هوای بیرون از ساختمان مناسب می باشد، استفاده از یک سیستم تهویه طبیعی هوای درون ساختمان است. در واقع این سیستم ایده جدیدی نمی باشد و در طول تاریخ، توسط معماران خلاق در سراسر دنیا طرح و اجرا می شده است. در این سیستم هوا باید از محل های مشخصی وارد ساختمان شده و پس از طی مسیر مشخص در ساختمان از محل دیگری خارج شود. با اجرای این سیستم هوای داخل ساختمان مطبوع شده و نیاز کمتری به مصرف انرژی برای تهویه مطبوع می باشد.

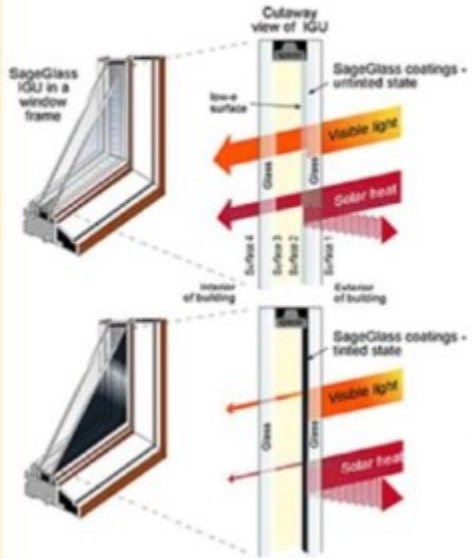


❑ انرژی های تجدیدپذیر

تهویه طبیعی ساختمان

ترکیب سیستم تهویه طبیعی و سلولهای فوتوولتاییک

پنجره ها (یا شیشه های) هوشمند (Smart Glasses)



استفاده از پنجره های دو یا چند جداره با روکش هایی که میزان عبور نور خورشید را کاهش می دهد، مدتی است که ساختمان ها رواج یافته است ولی یک نوع جدید از پنجره ها که به پنجره ها (یا شیشه های) هوشمند معروف هستند، قابلیت بیشتری برای استفاده در ساختمان های انرژی صفر دارند. این پنجره ها ضمن اینکه از عایق بندی بسیار خوبی دارند، می توانند میزان عبور نور، تشعشع و حرارت را از پنجره کنترل و تنظیم کنند.

❑ انرژی های تجدیدپذیر

پنجره ها (یا شیشه های) هوشمند (Smart Glasses)

انواع مختلفی از تکنولوژی ها که در پنجره های هوشمند به کار می رود که هرکدام مزایا و معایبی دارد.

بعضی از این تکنولوژی ها شامل موارد ذیل می باشد:

- **فوتوکرومیک یا فوتو کروماتیک:** (شیشه با برخورد نور UVتیره می شود. قابل کنترل نمی باشند.)
- **کریستال مایع:** (LCD ، مایعاتی که خواصی بین مایع و کریستال دارند و باعث می شود بتوان شیشه را کاملا مات یا کاملا شفاف نمود).
- **آشکارسازی ذرات معلق:** (پنجره هایی که حاوی ذرات معلق میکروسکپی بوده و با اتصال جریان برق شفاف می گردد. با کنترل میزان ولتاژ برق، می توان میزان نور، تشعشع و گرمای عبوری را کنترل نمود.)
- **الکتروکرومیک:** (تکنولوژی پیچیده تری نسبت به ذرات معلق دارد و حاوی چند لایه ماده با خواص یونی است ولی مانند آن با جریان برق قابل تنظیم در برابر عبور نور، تشعشع و گرمای خورشید می باشد. می توان آن را برای حذف طول موج های خاص (مانند ماودن قرمز که تولید گرما می کند) تنظیم نمود.

نمونه های اجرا شده ساختمان انرژی صفر

ساختمان انرژی صفر موسسه BCA در سنگاپور

عنوان	توضیحات
محل اجرای طرح	کشور سنگاپور
مساحت ساختمان	۴۵۰۰ متر مربع
کاربری	ساختمان اداری و آموزشی
منبع تامین انرژی	خورشید
سطح سلولهای خورشیدی	۱۵۴۰ مترمربع روی سقف ساختمان و سقف پارکینگ ها و ...
انرژی استحصال شده خورشیدی	۲۰۷۰۰۰ کیلووات ساعت در سال
هزینه اجرای طرح	۷۸۶ میلیون دلار
هزینه اجرای طرح به ازاء هر متر مربع	۱۷۴۳ دلار
زمان بهره برداری	۲۰۰۹ م
مصرف واقعی انرژی در سال	۱۸۳۰۰۰ کیلووات ساعت در سال

❑ انرژی های تجدیدپذیر

❖ سیستم فعال کنترل و مدیریت

در این ساختمان یک سیستم مانیتورینگ، کنترل و مدیریت برای کلیه تجهیزات و فضاها و میزان مصرف انرژی در نظر گرفته شده است.

❖ پنجره های خاص

در این ساختمان ۴ نوع پنجره امتحان شده است که شامل پنجره های الکتروکرومیک، شیشه های فوتوولتاییک، پنجره های دو جداره دارای یک صفحه کدر برای استفاده در زمان شدید بودن نور، و پنجره های دو جداره معمولی که بین جداره ها هوای خشک وجود دارد.

❖ آفتابگیر

در ساختمان از آفتاب گیرها برای کاهش ورود حرارت ناخواسته به داخل ساختمان استفاده شده است.

❑ انرژی های تجدیدپذیر

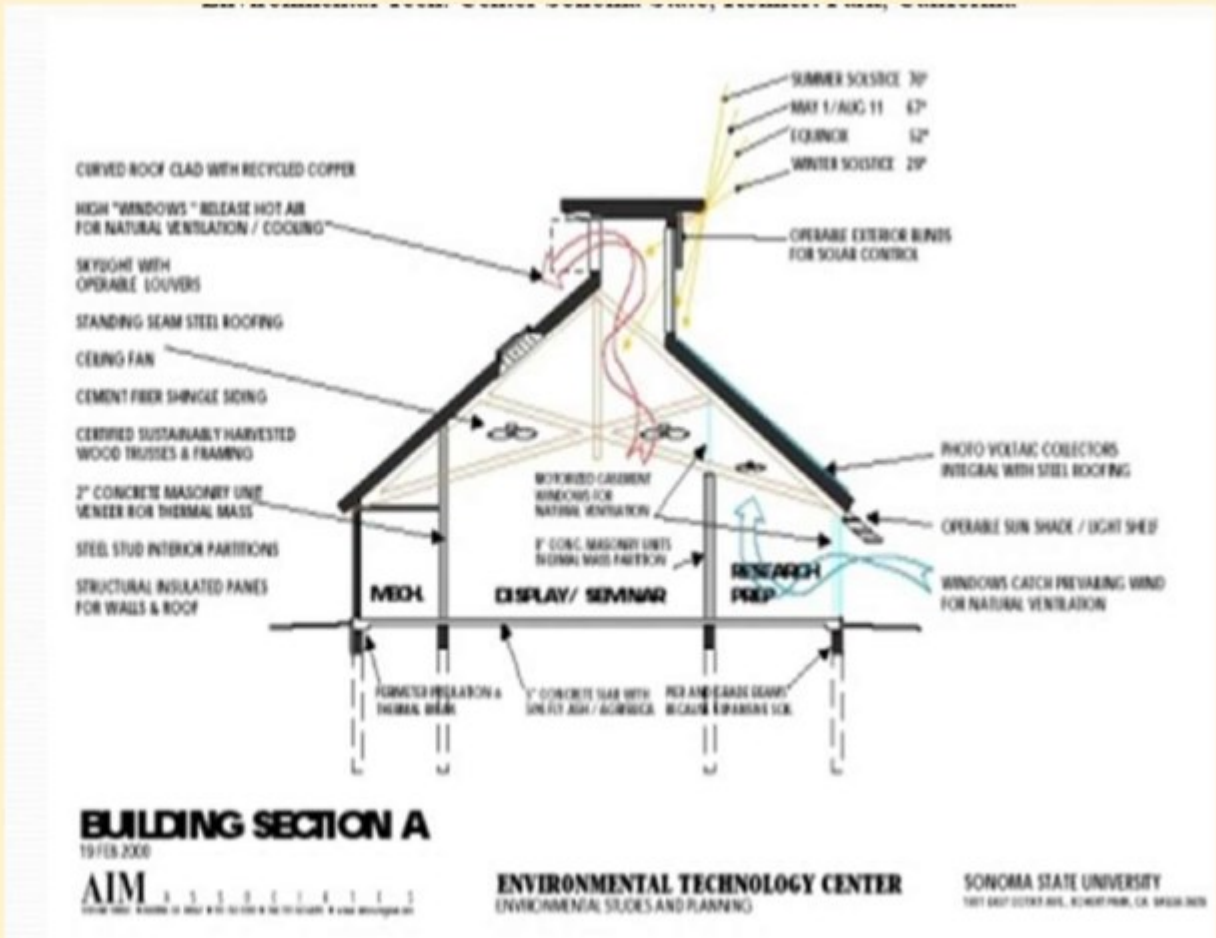
Environmental Tech. Center Sonoma State, Rohnert Park, California

مرکز تکنولوژی زیست محیطی

عنوان	توضیحات
محل اجرای طرح	ایالت کالیفرنیا آمریکا
مساحت ساختمان	۲۰۰ متر مربع
کاربری	ساختمان اداری و آموزشی
منبع تامین انرژی	خورشید
هزینه اجرای طرح	۱/۱ میلیون دلار
هزینه اجرای طرح به ازاء هر متر مربع	۵۵۰۰ دلار
زمان بهره برداری	۲۰۰۱ م

این ساختمان ها به گونه ای طراحی شده اند که حدود ۸۰ درصد نسبت به ساختمان ها استاندارد معمول در آمریکا، کمتر انرژی مصرف کنند

❑ انرژی های تجدیدپذیر



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

❑ انرژی های تجدیدپذیر

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی