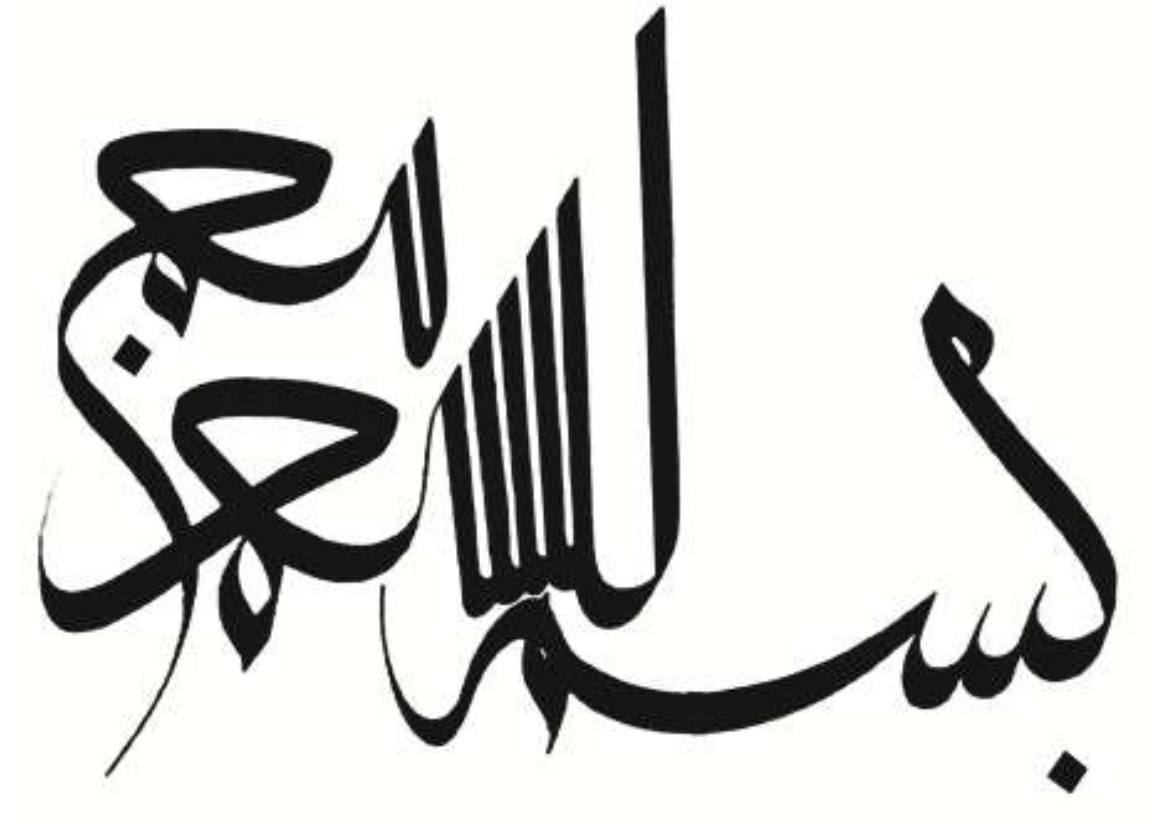

بسم الله الرحمن الرحيم

سمینار تخصصی رشد، توسعه و بازآفرینی پایدار شهری

ویرایش جدید مبحث۱۹مقررات ملی ساختمان

(پاییز ۱۴۰۲)

ارائه دهنده : محمد شجاع یامی

مشاور و مدرس دانشگاه

۱۹-۱-۲ میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها

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

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

- ساختمان کم‌انرژی (EC+)

- ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)

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

انرژی‌های تجدیدپذیر

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

اینرسی حرارتی

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

آسایش حرارتی

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

فضای کنترل‌شده

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

فضای کنترل‌نشده

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

زیربنای مفید (A_h)

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل‌شده در یک ساختمان.

پوستهٔ خارجی

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

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

پوستهٔ کالبدی

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

روش کارایی انرژی ساختمان

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹-۸)، که در آن، کل انرژی مصرفی سالانه مبنا قرار می‌گیرد. در نتیجه، لازم است طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر به گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی مصرفی سالانه ساختمان از میزان محاسبه‌شده برای ساختمان مرجع کمتر باشد.

روش نیاز انرژی

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

روش تجویزی

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹-۵)، کـه در آن مشخصـات عناصـر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم‌ها و تجهیزات مـورد اسـتفاده در تأسیسـات مکـانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی، و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپـذیر، بـه‌صـورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد.

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

روش موازنه‌ای (کارکردی)

یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث (فصل ۱۹-۶)، که در آن تأثیر متقابل عناصـر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت سـاختمان مـد نظـر قـرار مـی‌گیـرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را می‌توان توسط یک یا چنـد عنصـر سـاختمانی دیگـر بـا مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشـی از سـاختمان از ضـریب انتقـال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد.

شیشه کم‌گسیل

شیشه‌ای که با داشتن پوشش‌های پایه فلزی خاص، متشکل از ذرات در مقیاس نانو، بر روی یک یا دو سطح آن، تابش فروسرخ سطح گرم شیشه به سطوح سرد پیرامون، و در نتیجه ضریب انتقال حرارت آن، نسبت به شیشه‌های شفاف، کاهش یافته‌است. شیشه‌های شفاف به‌طور معمول گسیلندگی (ضریب گسیل) حدود ۰٫۸۵ دارند. در شیشهٔ کم‌گسیل کارآمد، این ضریب می‌تواند به میزان چشم‌گیری کاهش یابد و به ۰٫۰۲ برسد.

ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC)

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

ضریب هدایت حرارت (λ)

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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

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/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی:		
- متراکم:		
- با ماسهٔ رودخانه‌ای یا معدنی	۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۴
- با سرباره داندان	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

[1]. واحد اندازه‌گیری چگالی سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است.

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. بتونهٔ 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

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
پلی‌استات	۱۴۱۰	۰٫۳۰
پلی‌کربنات	۱۲۰۰	۰٫۲۰

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
چوب‌های طبیعی خاص:		
- بالزا	۶۰ تا ۱۲۰	۰٫۰۵۴
- چوب‌های سنگین	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۲۹
	۲۵۰ تا ۳۰۰	۰٫۰۶۷
صفحات پایه چوبی:		
- صفحات تخته چندلا	۷۵۰ تا ۹۰۰	۰٫۲۴
	۶۰۰ تا ۷۰۰	۰٫۲۱
	۵۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۱۷
	۴۵۰ تا ۵۰۰	۰٫۱۵
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۳
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰٫۱۱
	کمتر از ۲۵۰	۰٫۰۹
- صفحات با تراشه‌های پولکی جهت‌یافته (OSB)	کمتر از ۶۵۰	۰٫۱۳
- صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان	کمتر از ۱۲۰۰	۰٫۲۳
- صفحات با ذرات چوب (نئوپان)	۶۴۰ تا ۸۲۰	۰٫۱۸
	۴۵۰ تا ۶۴۰	۰٫۱۵
	۲۷۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۳
	۱۸۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m^3]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
- پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب	۴۵۰ تا ۵۵۰	۰٫۱۱
	۳۵۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۰
	۲۵۰ تا ۳۵۰	۰٫۰۸
چوب پنبه:		
- متراکم	کمتر از ۵۰۰	۰٫۱۰
- انبساط یافتهٔ خالص	۱۰۰ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۹
- انبساط یافتهٔ به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی	۱۵۰ تا ۲۵۰	۰٫۰۵۵
کاه فشرده	۳۰۰ تا ۴۰۰	۰٫۱۲
۶. خاک و خشت		
شن و ماسه	۱۷۰۰ تا ۲۲۰۰	۲٫۰
رس یا لای (سیلت)	۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰	۱٫۵
خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم	۱۷۷۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۱
۷. سفال، کاشی		
چگالی اسمی: ۲۴۰۰	۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۰۴
چگالی اسمی: ۲۳۰۰	۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰	۰٫۹۸
چگالی اسمی: ۲۲۰۰	۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰	۰٫۹۲
چگالی اسمی: ۲۱۰۰	۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰	۰٫۸۵
چگالی اسمی: ۲۰۰۰	۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰	۰٫۷۹
چگالی اسمی: ۱۹۰۰	۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰	۰٫۷۴
چگالی اسمی: ۱۸۰۰	۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰	۰٫۶۹
چگالی اسمی: ۱۷۰۰	۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰	۰٫۶۴
چگالی اسمی: ۱۶۰۰	۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۶۰
چگالی اسمی: ۱۵۰۰	۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۰٫۵۵
چگالی اسمی: ۱۴۰۰	۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۵۰
چگالی اسمی: ۱۳۰۰	۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰	۰٫۴۶
چگالی اسمی: ۱۲۰۰	۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۱
چگالی اسمی: ۱۱۰۰	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰٫۳۸
چگالی اسمی: ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰	۰٫۳۴

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/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	۲٫۸
- شیست ، اسلیت (سنگ لوح)	۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰	۲٫۲
سنگ‌های آتشفشانی:		
- بازالت	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	۱٫۶
- تراکیت، آندزیت	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱٫۱
- سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه)	کمتر از ۱۶۰۰	۰٫۵۵
سنگ‌های آهکی:		
- مرمر	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۳٫۵
- خیلی سخت	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲٫۳
- سخت	۲۰۰۰ تا ۲۱۹۰	۱٫۷
- نیمه سخت	۱۸۰۰ تا ۱۹۹۰	۱٫۴
- نرم با سختی ۲ و ۳	۱۶۰۰ تا ۱۷۹۰	۱٫۱
- خیلی نرم	کمتر از ۱۵۹۰	۰٫۸۵
ماسه سنگ‌ها:		
- کوارتزی	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲٫۶
- سیلیسی	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	۲٫۳
- آهکی	۲۰۰۰ تا ۲۷۰۰	۱٫۹
سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساینده و پومیس:		
- فلینت	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	۲٫۶
- سنگ ساینده	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	۱٫۸
	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	۰٫۹
- پومیس	کمتر از ۴۰۰	۰٫۱۲
سنگ مصنوعی	۱۷۵۰	۱٫۳

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/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

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 نفوذپذیر	۲۷ تا ۴۰	۰٫۰۳۵
- بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از ۵۰ میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز	۲۷ تا ۴۰	۰٫۰۳۰
- صفحات ممتد برش‌خورده از بلوک‌های منبسط‌شده با گاز HCFC یا پنتان	۳۷ تا ۶۵	۰٫۰۴۱
- صفحات با عایق تزریق‌شده به‌صورت ممتد بین دو ورق فلزی:		
- منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان	۳۷ تا ۶۰	۰٫۰۳۲
- منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک	۳۷ تا ۶۰	۰٫۰۳۵
۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی		
پشم‌سنگ	۱۵ تا ۲۵	۰٫۰۵۰
	۲۵ تا ۴۰	۰٫۰۴۴
	۴۰ تا ۱۰۰	۰٫۰۴۲
	۱۰۰ تا ۱۲۵	۰٫۰۴۴
	۱۲۵ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۶
	۱۵۰ تا ۱۷۵	۰٫۰۴۷
	۱۷۵ تا ۲۰۰	۰٫۰۴۸
پشم‌شیشه	۷ تا ۱۰	۰٫۰۵۵
	۱۰ تا ۱۵	۰٫۰۴۷
	۱۵ تا ۲۰	۰٫۰۴۴
	۲۰ تا ۳۰	۰٫۰۴۱
	۳۰ تا ۴۰	۰٫۰۳۹
	۴۰ تا ۸۰	۰٫۰۳۸
	۸۰ تا ۱۲۰	۰٫۰۳۹
	۱۲۰ تا ۱۵۰	۰٫۰۴۰

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱۳. عایق‌های رطوبتی		
قیر خالص	کمتر از ۲۱۰۰	۰٫۷۰
آسفالت (قیر ماسه‌دار)	کمتر از ۲۱۰۰	۱٫۱۵
ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده	۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۰٫۲۳
۱۴. 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
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

مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست.

مقاومت حرارتی با R نمایانده می‌شود و یکای آن $[m^2K/W]$ است.

مقاومت حرارتی کل یک جدار مرکب برابر است با مجموع مقاومت‌های حرارتی هر یک از جدارهای تشکیل‌دهنده آن با در نظر گرفتن اثر هوا در دو طرف جدار که به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$\sum R = R_t = \frac{۱}{H_i} + \frac{X_۱}{\lambda_۱} + \frac{X_۲}{\lambda_۲} + \ldots + \frac{X_n}{\lambda_n} + \frac{۱}{H_e}$$

$\frac{۱}{H_i}$ مقاومت حرارتی لایه هوا در سطح داخلی دیوار

$\frac{۱}{H_e}$ مقاومت حرارتی لایه هوا در سطح خارجی دیوار

اگر فضای خالی در جدار مرکب وجود داشته باشد:

$$\sum R = R_t = \frac{۱}{H_i} + \frac{X_۱}{\lambda_۱} + \frac{X_۲}{\lambda_۲} + \frac{X}{\alpha} \ldots + \frac{X_n}{\lambda_n} + \frac{۱}{H_e}$$

α ضریب هدایت حرارتی فضای خالی می‌باشد.

ضریب انتقال حرارت سطحی (U)

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

$$U = \frac{1}{R_{total}}$$

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

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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

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

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

پ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول پ۸-۲، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایهٔ هوا، آمده است.

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

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

پ۸-۳ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول

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

پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما)

جدول پ۸-۳ مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

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

پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

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

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

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

پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

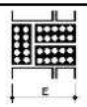
عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

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

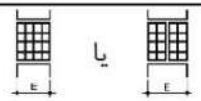
درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

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

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

پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

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

پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار)

جدول پ۸-۷ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

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

پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

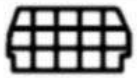
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۸ تا ۱۰ میلیمتر

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

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

جدول پ۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

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

پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

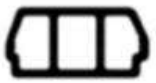
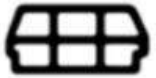
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر

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

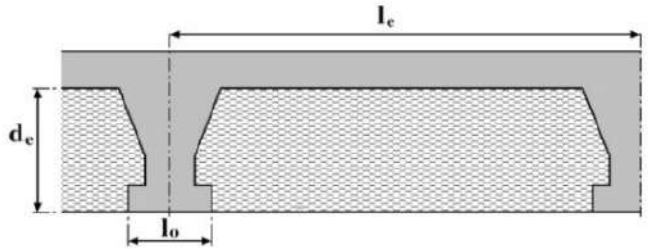
پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول پ۸-۹ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

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

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

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

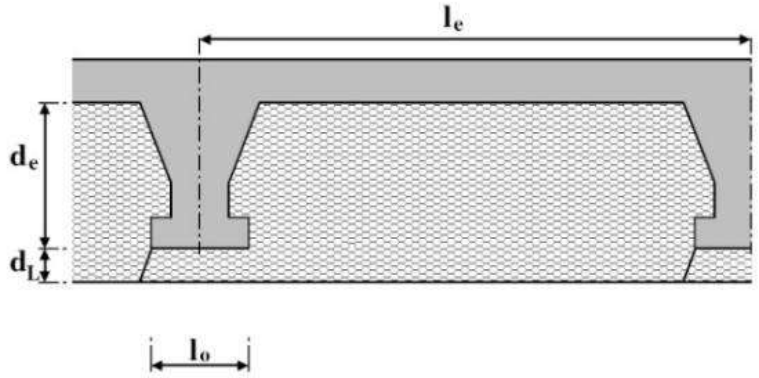


شکل پ۸-۱ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

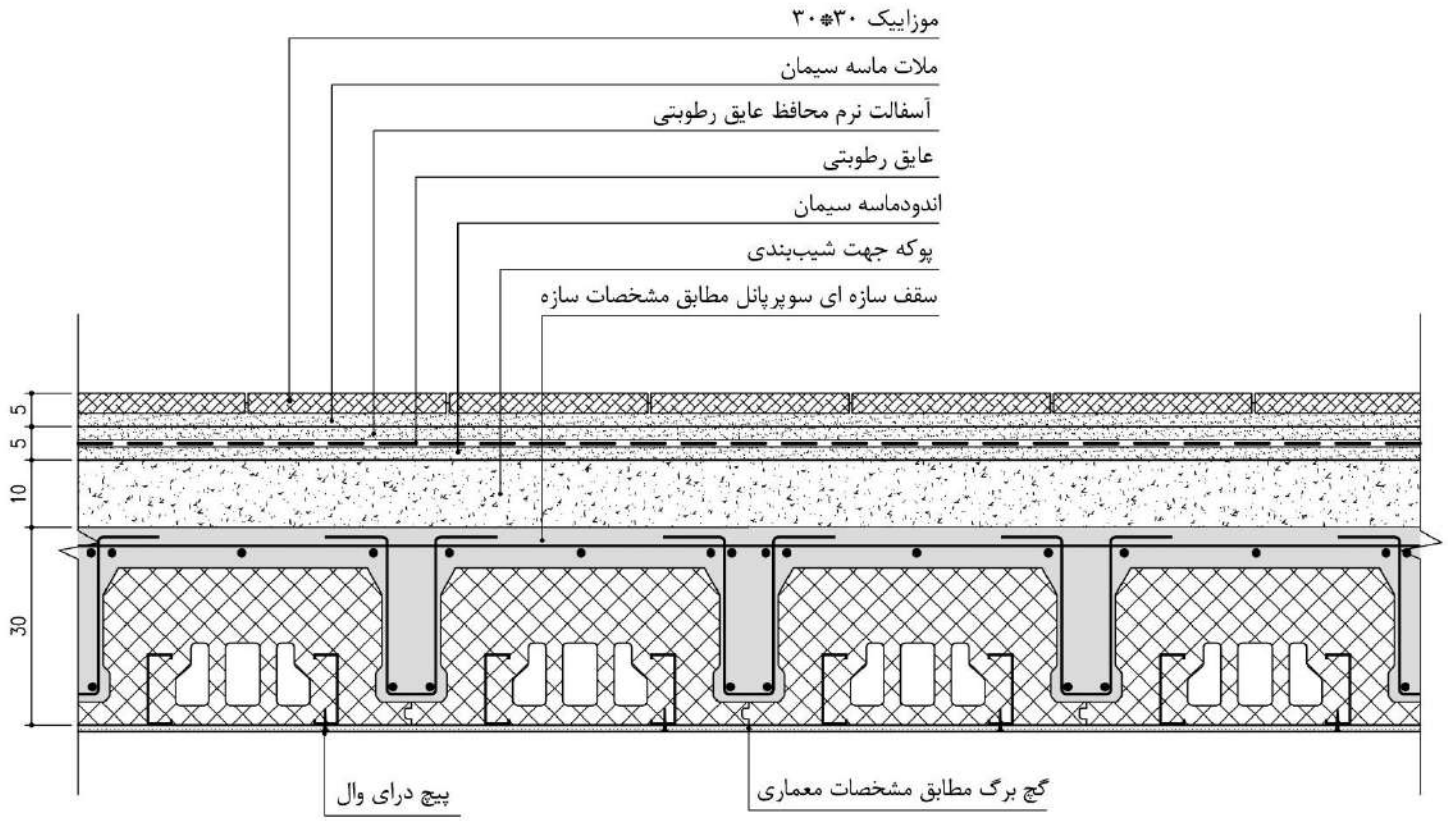
جدول پ۸-۱۰ مقادیر مقاومت حرارتی R_i سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

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

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



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


موزاییک ۳۰*۳۰
ملات ماسه سیمان
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
عایق رطوبتی
اندودماسه سیمان
پوکه جهت شیب‌بندی
سقف سازه ای سوپرپانل مطابق مشخصات سازه
5
5
10
30
پیچ درای وال
گچ برگ مطابق مشخصات معماری

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)		
			$< l_e <$ ۶۰ ۵۵	$< l_e <$ ۶۱ ۶۳	$l_e <$ ۶۴
۳۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۱٫۸۲	۱٫۹۰	۱٫۹۴
		$> l_e >$ ۱۲۵	۱٫۷۲	۱٫۸۰	۱٫۸۴
	۱۵	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۱٫۹۴	۲٫۰۳	۲٫۰۸
		$> l_e >$ ۱۲۵	۱٫۸۲	۱٫۸۹	۱٫۹۳
	۱۷	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۰۰	۲٫۱۱	۲٫۱۶
		$> l_e >$ ۱۲۵	۱٫۸۸	۱٫۹۸	۲٫۰۴
	۲۰	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۰۸	۲٫۱۹	۲٫۲۶
		$> l_e >$ ۱۲۵	۱٫۹۵	۱٫۰۶	۲٫۱۲
	۲۵	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۲۵	۲٫۳۷	۲٫۴۵
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۱۱	۱٫۱۵	۲٫۳۰
	۳۰	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۴۱	۲٫۵۴	۲٫۶۲
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۲۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶
۴۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۰۷	۲٫۱۵	۲٫۱۹
		$> l_e >$ ۱۲۵	۱٫۹۷	۲٫۰۵	۲٫۰۹
	۱۵	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۲۰	۲٫۲۹	۲٫۳۴
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۰۸	۲٫۱۷	۲٫۲۱
	۱۷	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۲۶	۲٫۳۷	۲٫۴۳
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۱۴	۲٫۲۴	۲٫۳۰
	۲۰	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۳۵	۲٫۴۶	۲٫۵۳
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۲۱	۲٫۳۳	۲٫۳۹
	۲۵	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۵۴	۲٫۶۶	۲٫۷۴
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۴	۲٫۵۲	۲٫۵۹
	۳۰	$۱۲۴ > l_e >$ ۹۵	۲٫۷۳	۲٫۸۵	۲٫۹۳
		$> l_e >$ ۱۲۵	۲٫۵۸	۲٫۷۰	۲٫۷۷

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

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			$۵۵ < l_e < ۶۰$	$۶۳ < l_e < ۶۱$	$l_e < ۶۴$
۵۰	۱۲	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۳۲	۲٫۴۰	۲٫۴۴
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۲۲	۲٫۳۰	۲٫۳۵
	۱۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۴۵	۲٫۵۵	۲٫۶۰
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۳۳	۲٫۴۳	۲٫۴۹
	۱۷	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۵۱	۲٫۶۲	۲٫۶۹
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۳۹	۲٫۵۰	۲٫۵۷
	۲۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۶۰	۲٫۷۳	۲٫۸۰
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۴۷	۲٫۵۹	۲٫۶۶
	۲۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۸۱	۲٫۹۶	۳٫۰۳
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۶۸	۲٫۸۰	۲٫۸۸
	۳۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۳٫۰۲	۳٫۱۷	۳٫۲۵
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۸۸	۳٫۰۱	۳٫۰۹
۶۰	۱۲	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۵۵	۲٫۶۳	۲٫۶۷
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۴۵	۲٫۵۳	۲٫۵۸
	۱۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۶۹	۲٫۷۸	۲٫۸۳
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۵۷	۲٫۶۷	۲٫۷۳
	۱۷	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۷۵	۲٫۸۶	۲٫۹۲
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۶۳	۲٫۷۴	۲٫۸۰
	۲۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۲٫۸۵	۲٫۹۷	۳٫۰۴
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۷۱	۲٫۸۴	۲٫۹۱
	۲۵	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۳٫۰۹	۳٫۲۱	۳٫۲۹
		$۱۲۵ < l_e <$	۲٫۹۴	۳٫۰۸	۳٫۱۵
	۳۰	$۹۵ < l_e < ۱۲۴$	۳٫۳۱	۳٫۴۴	۳٫۵۲
		$۱۲۵ < l_e <$	۳٫۱۶	۳٫۳۰	۳٫۳۸

عایق (عایق حرارت)

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

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

میعان در پوسته ساختمان :

پدیده میعان به دلیل نابرابر بودن فشار نسبی بخار آب در دوطرف پوسته و بالا بودن رطوبت نسبی داخل و یا خارج پوسته، ظهور می‌کند.

در صورتیکه خطر میعان در لایه‌ای از پوسته وجود داشته باشد، با یکی از دو طریق زیر می‌توان از بروز آن جلوگیری کرد:

1. با قرار دادن یک لایه بخاربند در طرف گرم لایه مزبور
2. با پیش بینی یک لایه هوا در قسمتی که از نظر خطر میعان، بحرانی تشخیص داده می‌شود، و با هدایت آب احتمالی ناشی از میعان به فضای خارج

لایه بخاربند :

برای کاهش حرکت هوای گرم و مرطوب از داخل ساختمان به سمت سرد عایق حرارتی، معمولاً یک لایه ماده ناتراوا در طرف گرم نصب می‌شود تا به عنوان سدی در برابر بخار رطوبت عمل نماید. در غیر اینصورت بخار در طرف سرد به شبنم تبدیل شده و به عایق حرارتی صدمه می‌زند.

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

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

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

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

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی عوامل ویژه تعیین‌کننده

۱۹-۲-۲-۱-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان

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

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

پیوست ۴

گونه‌بندی کاربری و گروه ساختمان‌ها

پ ۴-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

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

۱- تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه‌روز؛

۲- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان؛

۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، مجتمع فنی–حرفه‌ای، کتاب‌خانه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، رستوران و سالن غذاخوری.
نوع کاربری ج	ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، ترمینال راه‌آهن، استادیوم ورزشی سرپوشیده، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، پارکینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه مترو، پناهگاه.

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

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

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

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

پیوست ۳

گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه شهرها

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

در این پیوست، گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه ۲۴۵ شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی‌که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامده باشد، لازم است مشخصات نزدیک‌ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۱	آبادان	زیاد		●
۲	آبادچی- فریدن	زیاد	●	
۳	آباده	متوسط	●	
۴	آبعلی	زیاد	●	
۵	آجی چای	زیاد	●	
۶	آزاد شهر	کم	●	
۷	آستارا	متوسط	●	
۸	آغاجاری	زیاد		●
۹	آمل	کم	●	
۱۰	آوج	زیاد	●	
۱۱	احمدآباد - درودزن	متوسط	●	
۱۲	احمدوند	متوسط	●	
۱۳	اختحوان گلپایگان	متوسط	●	

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

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

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

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

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

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

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

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۱۸۲	کرمان	کم	●	
۱۸۳	کرمانشاه	متوسط	●	
۱۸۴	کرند	متوسط	●	
۱۸۵	کره سنگ	کم	●	
۱۸۶	کشف رود	متوسط	●	
۱۸۷	کنارک چابهار	زیاد		●
۱۸۸	کنگاور	متوسط	●	
۱۸۹	کوتیان صفی آباد	متوسط		●
۱۹۰	کوهرنگ	زیاد	●	
۱۹۱	کهنوج	زیاد		●
۱۹۲	گتوند	زیاد		●
۱۹۳	گچساران	متوسط		●
۱۹۴	گرکان آشتیان	متوسط	●	
۱۹۵	گرگان	متوسط	●	
۱۹۶	گرمسار	متوسط	●	
۱۹۷	گرمسار (داور آباد)	متوسط	●	
۱۹۸	گلمکان	متوسط	●	
۱۹۹	گناباد	متوسط	●	
۲۰۰	گنبد قابوس	کم	●	
۲۰۱	گورگین - خبر	کم	●	
۲۰۲	گوشه نهاوند	متوسط	●	
۲۰۳	لار	زیاد		●
۲۰۴	لار - پلور	زیاد	●	
۲۰۵	لاهیجان	کم	●	

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

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۲۳۰	نوژیان	زیاد	●	
۲۳۱	نوشهر	کم	●	
۲۳۲	نهبندان	متوسط	●	●
۲۳۳	نی ریز	کم	●	
۲۳۴	نیشابور	متوسط	●	
۲۳۵	ورامین	متوسط	●	
۲۳۶	ورزنه	متوسط	●	
۲۳۷	ولد آباد	متوسط	●	
۲۳۸	هفت تپه	متوسط		●
۲۳۹	همدان	زیاد	●	
۲۴۰	همگین	متوسط	●	
۲۴۱	همند آبسرد	زیاد	●	
۲۴۲	هوتن (چات)	متوسط	●	
۲۴۳	هویزه	متوسط		●
۲۴۴	یاسوج	متوسط	●	
۲۴۵	یزد	متوسط	●	●

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

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

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

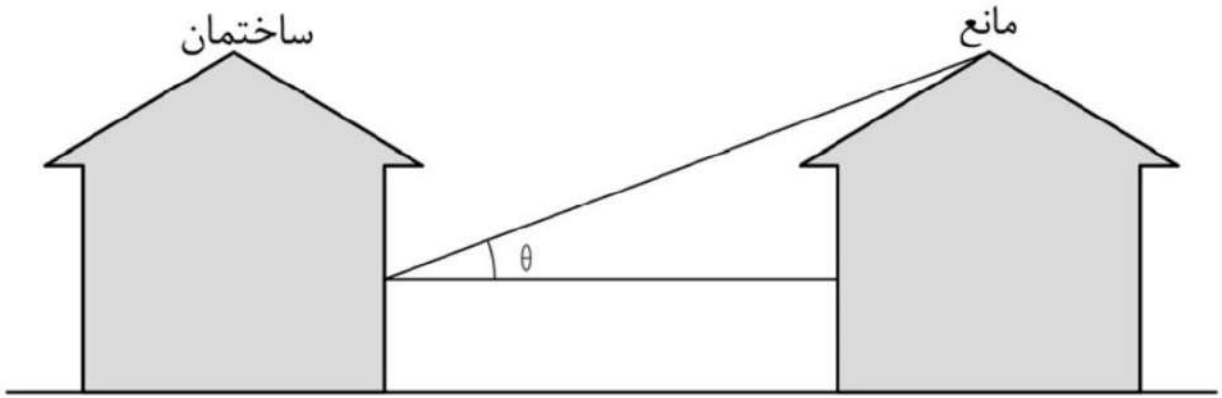
۱۹-۲-۲-۱-۴ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

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

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

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

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



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

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

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

۱۹-۲-۲-۲ تعیین گروه ساختمان‌ها

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

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

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

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

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

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

۱۹-۳-۲-۱ روش‌های طراحی

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

- روش تجویزی مطابق فصل ۱۹-۵

- روش موازنه‌ای (کارکردی)، مطابق فصل ۱۹-۶

- روش نیاز انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۷

- روش کارایی انرژی ساختمان، مطابق فصل ۱۹-۸

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

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

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

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

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

ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق 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.

۱۹-۴ ضوابط اجباری

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

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

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

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

۱۹-۴-۲-۵ جدارهای مجاور دیگر ساختمان‌ها

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

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

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

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

۱۹-۴-۲-۸ محاسبه پل‌های حرارتی

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

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

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ ۱۱-۱ علل بروز پل‌های حرارتی

ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان دلایل مختلفی دارد، که مهم‌ترین آن‌ها عبارت است از:

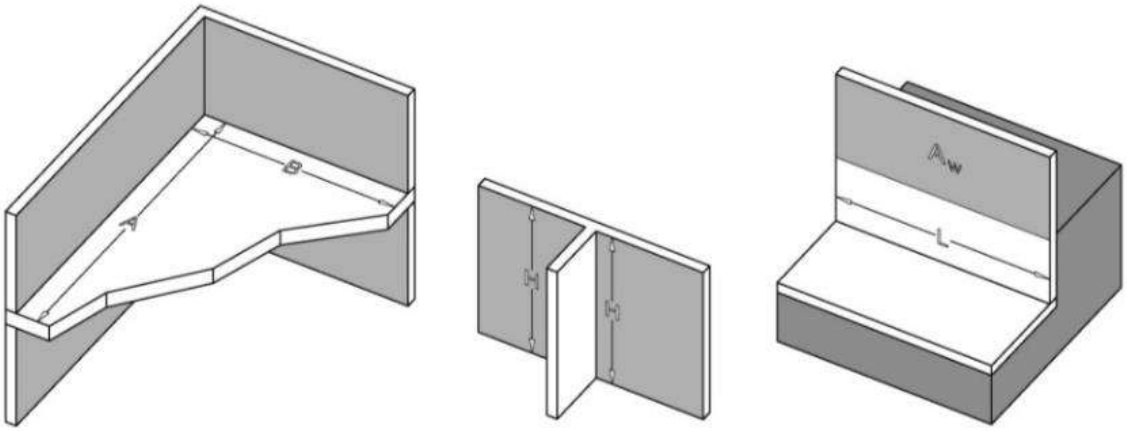
- وجود قطعات یا اجزایی، با ضریب هدایت حرارت زیاد، در پوستهٔ خارجی ساختمان که به صورت موضعی یا گسترده از داخل به خارج جدار ادامه می‌یابند، مانند پروفیل‌های فولادی در دیوارها و سقف‌ها؛
- تغییر ضخامت موضعی مصالح، خصوصاً عایق‌های حرارتی، که در بخش‌هایی از پوستهٔ خارجی سبب کاهش مقاومت حرارتی می‌گردد؛
- تداوم نداشتن بعضی لایه‌ها، خصوصاً عایق‌های حرارتی، در محل‌های اتصال پوستهٔ خارجی به جدارهای داخلی (کف طبقات، تیغه‌های داخلی، ...).

پل‌های حرارتی موجب می‌گردند انتقال حرارت از پوستهٔ خارجی به میزان قابل توجهی افزایش یابد. در برخی ساختمان‌ها، این افزایش می‌تواند حدود ۴۰ درصد از کل انتقال حرارت ساختمان را شامل شود. از دیگر تبعات پل‌های حرارتی، ایجاد یا تشدید میعان سطحی در اوقات سرد سال است.

به همین علت، لازم است در طراحی پوسته خارجی ساختمان، علاوه بر محاسبهٔ انتقال حرارت (سطحی) از اجزای پوسته خارجی، انتقال حرارت خطی یا نقطه‌ای ناشی از پل‌های حرارتی نیز محاسبه گردد.

پ ۱۱-۲ محاسبهٔ طول‌های پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی

- محیط کف و دیوار مجاور خاک؛
- محیط کف‌های زیرین؛
- محیط سقف‌های میانی (که باید در عدد ۲ ضرب شود)؛
- محیط سقف‌های نهایی؛
- طول اتصالات دیوارهای داخلی و خارجی (که باید در عدد ۲ ضرب گردد)؛
- طول اتصالات بازشوها و جدارهای غیرنورگذر.



پل حرارتی دیوار مجاور خاک:

L

پل حرارتی تقاطع دیوارهای داخلی و خارجی:

2 × H

پل حرارتی کف بین طبقات:

2 × (A+B)

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

در صورتی که عایق‌کاری حرارتی یکپارچه و بدون انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، تعیین اثر پل‌های حرارتی الزامی نیست و می‌توان انتقال حرارت از پوستهٔ خارجی ساختمان را با مبنا قرار دادن ابعاد خارجی محاسبه کرد. در این صورت، پل‌های حرارتی قابل چشم‌پوشی خواهند بود. اما اگر ابعاد داخلی اجزای پوستهٔ ساختمان مبنای کار در محاسبات قرار گرفته‌باشد، فقط لازم است ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای متقاطع ایجادکنندهٔ پل حرارتی به میزان ۱۰ درصد افزایش یابد.

در صورتی که عایق‌کاری حرارتی غیر یکپارچه و یا با انقطاع در محل تقاطع جدارها باشد، پل‌های حرارتی را می‌توان، بسته به مورد، با استفاده از روش‌ها و مقادیر ارائه شده در این پیوست محاسبه کرد. البته در این حالت نیز، برای تسریع و ساده‌سازی محاسبات، می‌توان به جای محاسبهٔ پل‌های حرارتی، ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای مورد نظر پوستهٔ خارجی را در مقادیر تعیین‌شده در یک ردیف از جدول پ۱۱-۱ ضرب کرد.

جدول پ۱۱-۱ ضرایب افزایشی معادل اثر پل‌های حرارتی، براساس ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای پوستهٔ خارجی

ضریب انتقال حرارت $[W/m^2.K]$	ضریب افزایش
کمتر از ۰٫۲۹	۳٫۵۰
بین ۰٫۳۰ و ۰٫۳۹	۲٫۹۳
بین ۰٫۴۰ و ۰٫۴۹	۲٫۴۵
بین ۰٫۵۰ و ۰٫۶۹	۲٫۱۶
بین ۰٫۷۰ و ۰٫۹۹	۱٫۸۳
بین ۱٫۰۰ و ۱٫۴۹	۱٫۵۸
بین ۱٫۵۰ و ۱٫۹۹	۱٫۳۹
بین ۲٫۰۰ و ۲٫۴۹	۱٫۲۹
بیش از ۲٫۵۰	۱٫۲۳

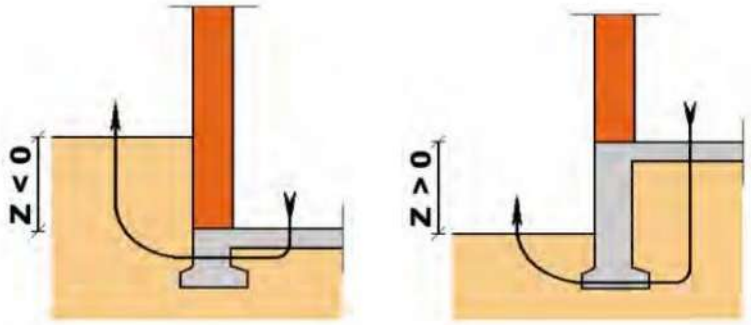
پ ۱۱-۴ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی) با استفاده از جداول و مقادیر از پیش‌تعیین‌شده

در این بخش، ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول آمده است. چنانچه پل‌های حرارتی مورد نظر با شرایط تعیین‌شده در این بخش انطباق کامل نداشته باشند، ضروری است محاسبات عددی طبق بند پ-۱۱-۳ صورت پذیرد.

پ۱۱-۴-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک

پ۱۱-۴-۱-۱ کف روی خاک بدون عایق حرارتی

در مواردی که دیوار و کف ساختمان فاقد هر گونه عایق حرارتی است، ضرایب انتقال حرارت خطی، در محل اتصال دیوار به کف روی خاک، برحسب اختلاف ارتفاع بین کف‌سازی داخل و محوطه‌سازی خارج از ساختمان (Z)، با استفاده از جدول پ۱۱-۲ تعیین می‌گردد.



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

جدول پ۱۱-۲ ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک

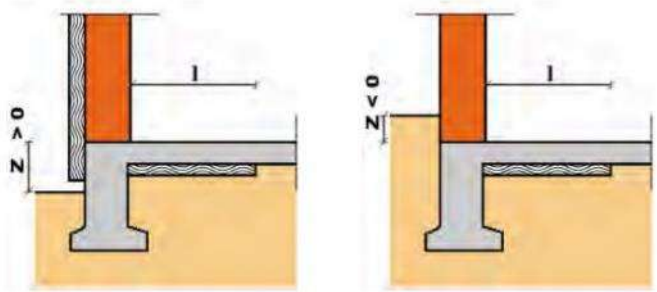
Z به متر	Ψ به [W/m.K]
کمتر از ۶٫۰۰-	۰
از ۶٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۰٫۲۰
از ۴٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۰٫۴۰
از ۲٫۵۰- تا ۱٫۸۵-	۰٫۶۰
از ۱٫۸۰- تا ۱٫۲۵-	۰٫۸۰
از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-	۱٫۰۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۱٫۲۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۱٫۴۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+	۱٫۷۵
از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+	۲٫۱۰
از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+	۲٫۳۵
از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+	۲٫۵۵

پ۱۱-۴-۱-۲ کف روی خاک با عایق حرارتی

برای کاهش انتقال حرارت از کف روی خاک، می‌توان در زیر تمام سطح کف، یا به‌صورت پیرامونی زیر کف، یا به‌صورت ادامه عایق حرارتی دیوار، عایق‌کاری حرارتی را اجرا کرد. در هر کدام از این حالات، بسته به نحوهٔ عایق‌کاری در محل تلاقی کف و دیوار، سه حالت در نظر گرفته می‌شود: قطع‌شده، کاهش‌یافته و یکسره.

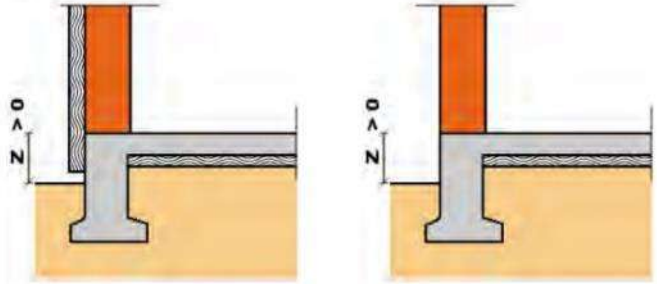
عایق حرارتی قطع‌شده

در مواردی که، در محل تلاقی کف و دیوار، عایق‌کاری حرارتی به صورت منقطع اجرا می‌گردد (مانند نمونه‌های شکل پ۱۱-۳)، جدول پ۱۱-۳ ضریب انتقال حرارت خطی مربوط به اتصال کف را، با توجه به پارامترهایی، از جمله اختلاف ارتفاع کف‌سازی داخل و محوطه z، عرض عایق حرارتی l، و مقاومت حرارتی آن r، داده است.



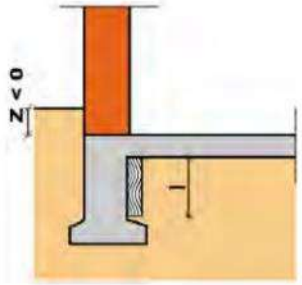
عایق پیرامونی افقی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق پیرامونی افقی
و دیوار دارای عایق حرارتی



عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار فاقد عایق حرارتی

عایق سراسری زیر تمام کف
و دیوار دارای عایق حرارتی



عایق پیرامونی عمودی
و دیوار فاقد عایق حرارتی

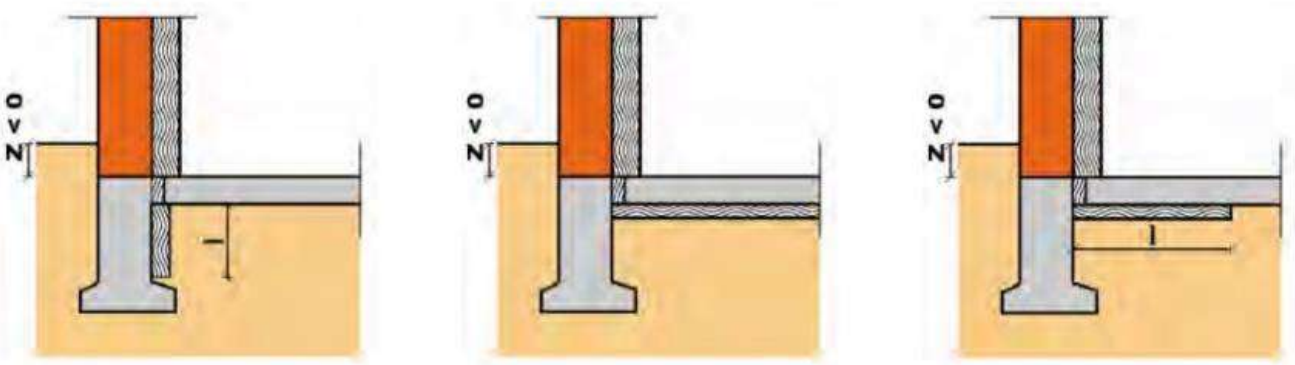
شکل پ۱۱-۳ حالت‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع‌شده در محل تلاقی دیوار و کف

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

	Z (متر)	عرض عایق (متر)	مقاومت حرارتی عایق ($m^2.K/W$)					
			۰٫۲۰ تا ۰٫۳۵	۰٫۴۰ تا ۰٫۵۵	۰٫۶۰ تا ۰٫۷۵	۰٫۸۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۰۵ تا ۱٫۵۰	۱٫۵۵ تا ۲٫۰۰	۲٫۰۵ تا ۳٫۰۰
عایق حرارتی پیرامونی (عمودی یا افقی)	از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-	۰٫۲۵ تا ۱٫۰۰	۰٫۹۵	۰٫۹۵	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۸۵
	از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۰٫۲۵ تا ۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۱۰	۱٫۱۰	۱٫۱۰	۱٫۰۵	۱٫۰۵	۱٫۰۵
	از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۰٫۲۵ تا ۰٫۴۰	۱٫۳۰	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۰	۱٫۲۰	۱٫۱۵
		۰٫۴۵ تا ۱٫۰۰	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲۰	۱٫۱۵	۱٫۱۵	۱٫۱۰	۱٫۰۵
	از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۴۰	۱٫۶۰	۱٫۵۵	۱٫۵۰	۱٫۵۰	۱٫۴۵	۱٫۴۵	۱٫۴۰
		۰٫۴۵ تا ۱٫۰۰	۱٫۵۵	۱٫۵۰	۱٫۴۵	۱٫۴۰	۱٫۳۵	۱٫۳۰	۱٫۳۰
	از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۳۰	۱٫۹۰	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۵	۱٫۷۰	۱٫۷۰	۱٫۶۵
		۰٫۳۵ تا ۰٫۴۵	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۵	۱٫۷۰	۱٫۶۵	۱٫۶۰	۱٫۵۵
		۰٫۵۰ تا ۰٫۶۵	۱٫۸۵	۱٫۷۵	۱٫۶۵	۱٫۶۰	۱٫۵۵	۱٫۵۰	۱٫۴۵
		۰٫۷۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۸۰	۱٫۷۰	۱٫۶۰	۱٫۵۵	۱٫۴۵	۱٫۴۰	۱٫۳۵
	از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۳۰	۲٫۱۰	۲٫۰۵	۲٫۰۰	۲٫۰۰	۱٫۹۵	۱٫۹۰	۱٫۹۰
		۰٫۳۵ تا ۰٫۴۵	۲٫۱۰	۲٫۰۰	۱٫۹۵	۱٫۹۰	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۸۰
		۰٫۵۰ تا ۰٫۶۵	۲٫۰۵	۱٫۹۵	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۵	۱٫۷۰	۱٫۶۵
		۰٫۷۰ تا ۱٫۰۰	۲٫۰۰	۱٫۹۰	۱٫۸۰	۱٫۷۰	۱٫۶۵	۱٫۵۵	۱٫۵۰
	از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+	۰٫۲۵ تا ۰٫۳۰	۲٫۳۵	۲٫۳۰	۲٫۲۵	۲٫۲۰	۲٫۲۰	۲٫۱۵	۲٫۱۰
		۰٫۳۵ تا ۰٫۴۵	۲٫۳۰	۲٫۲۵	۲٫۱۵	۲٫۱۵	۲٫۱۰	۲٫۰۵	۲٫۰۰
		۰٫۵۰ تا ۰٫۶۵	۲٫۲۵	۲٫۱۵	۲٫۱۰	۲٫۰۵	۱٫۹۵	۱٫۹۰	۱٫۸۵
		۰٫۷۰ تا ۱٫۰۰	۲٫۲۰	۲٫۱۰	۲٫۰۰	۱٫۹۵	۱٫۸۵	۱٫۸۰	۱٫۷۰
		۱٫۰۵ تا ۱٫۵۰	۲٫۱۵	۲٫۰۰	۱٫۹۰	۱٫۸۰	۱٫۷۰	۱٫۶۰	۱٫۵۰
عایق حرارتی سرتاسری زیر تمام سطح کف	کمتر از ۶٫۰۰-		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	از ۶٫۰۰- تا ۴٫۰۵-		۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۵
	از ۴٫۰۰- تا ۲٫۵۵-		۰٫۴۰	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰٫۳۰	۰٫۳۰
	از ۲٫۵۰- تا ۱٫۸۵-		۰٫۵۵	۰٫۵۵	۰٫۵۰	۰٫۵۰	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۴۰
	از ۱٫۸۰- تا ۱٫۲۵-		۰٫۷۰	۰٫۷۰	۰٫۶۵	۰٫۶۰	۰٫۶۰	۰٫۵۵	۰٫۴۵
	از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-		۰٫۹۰	۰٫۸۵	۰٫۸۰	۰٫۷۵	۰٫۷۰	۰٫۶۵	۰٫۵۵
	از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-		۱٫۰۵	۱٫۰۰	۰٫۹۵	۰٫۹۰	۰٫۸۰	۰٫۷۵	۰٫۶۵
	از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-		۱٫۲۰	۱٫۱۰	۱٫۰۵	۱٫۰۰	۰٫۹۰	۰٫۸۰	۰٫۷۰
	از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+		۱٫۴۵	۱٫۳۵	۱٫۲۵	۱٫۱۵	۱٫۰۵	۰٫۹۵	۰٫۸۵
	از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+		۱٫۷۰	۱٫۵۵	۱٫۴۵	۱٫۳۰	۱٫۲۰	۱٫۰۵	۰٫۹۵
	از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+		۱٫۹۰	۱٫۷۰	۱٫۵۵	۱٫۴۵	۱٫۳۰	۱٫۱۵	۱٫۰۰
	از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+		۲٫۰۵	۱٫۸۵	۱٫۷۰	۱٫۵۵	۱٫۴۰	۱٫۲۵	۱٫۱۰

عایق حرارتی کاهش‌یافته

در برخی موارد، عایق‌کاری دیوار در محل تلاقی با کف، با ضخامت کمتر و با حفظ ضخامت اصلی دیوار، در بخش زیر کف اجرا می‌شود. البته در هیچ نقطه‌ای مقاومت حرارتی عایق حرارتی نباید کمتر از ۰٫۲۰ $[m^2.K/W]$ باشد. در این شرایط، ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از مقادیر جدول پ۱۱-۳ و با کسر مقادیر جدول پ۱۱-۴ به‌دست می‌آید.



عایق پیرامونی عمودی　　عایق سراسری　　عایق پیرامونی افقی

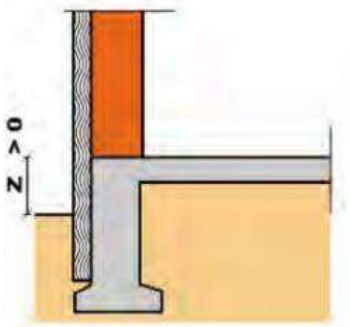
شکل پ۱۱-۴ حالات مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش‌یافته

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

z (متر)			کاهش Ψ [W/m.K]
کمتر از یا	مساوی با	-۰/۴۵	۰/۰۰
بین -۰/۴۰	و	-۰/۲۵	۰/۰۵
بیشتر از یا	مساوی با	-۰/۲۰	۰/۱۰

عایق حرارتی یکسره

در صورت ادامه یافتن عایق حرارتی از خارج، تا روی شالوده، ضریب انتقال حرارت خطی، بسته به مقاومت عایق حرارتی و اختلاف تراز داخل و خارج، با استفاده از مقادیر جدول پ۱۱-۳ و کسر مقادیر ارائه‌شده در جدول پ۱۱-۵، به‌دست می‌آید.



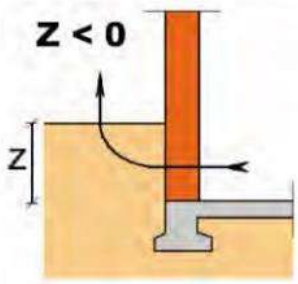
شکل پ۱۱-۵ عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی

جدول پ۱۱-۵ مقادیر کاهش Ψ در حالت عایق حرارتی یکسره [W/m.K]

R [m².K/W] / Z [m]	۰٫۲۰ تا ۰٫۵۵	۰٫۶۰ تا ۱٫۰۰	۱٫۰۵ تا ۳٫۰۰
کمتر از یا مساوی با ۰٫۴۵-	۰	۰	۰
بین ۰٫۴۰- و ۰٫۲۵-	۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۰
بیشتر از یا مساوی با ۰٫۲۰-	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵

پ۱۱-۴-۲ دیوارهای مجاور خاک

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول پ۱۱-۶، تعیین می‌گردد.



شکل پ۱۱-۶ انتقال حرارت خطی ی دیوار مجاور خاک

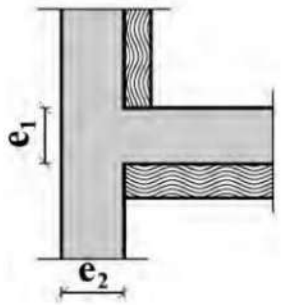
جدول پ۱۱-۶ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ دیوارهای مجاور خاک [W/(m.K)]

Z [m]	ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار [W/(m².K)]									
	۰٫۴۰ تا ۰٫۴۹	۰٫۵۰ تا ۰٫۶۴	۰٫۶۵ تا ۰٫۷۹	۰٫۸۰ تا ۰٫۹۹	۱٫۰۰ تا ۱٫۱۹	۱٫۲۰ تا ۱٫۴۹	۱٫۵۰ تا ۱٫۷۹	۱٫۸۰ تا ۲٫۱۹	۲٫۲۰ تا ۲٫۵۹	۲٫۶۰ تا ۳٫۰۹	۳٫۱۰ تا ۳٫۷۰
کمتر از ۶٫۰۰-	۱٫۴۰	۱٫۶۵	۱٫۸۵	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۰	۳٫۰۰	۳٫۲۰	۳٫۴۰
از ۶٫۰۰- تا ۵٫۰۵-	۱٫۳۰	۱٫۵۰	۱٫۷۰	۱٫۹۰	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۵	۳٫۰۰	۳٫۲۰
از ۵٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۱٫۱۵	۱٫۳۵	۱٫۵۰	۱٫۶۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵	۲٫۲۵	۲٫۴۵	۲٫۶۵	۲٫۸۰	۳٫۰۰
از ۴٫۰۰- تا ۳٫۰۵-	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۵	۲٫۰۰	۲٫۲۰	۲٫۳۵	۲٫۵۵	۲٫۷۰
از ۳٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۱٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۰	۲٫۰۰	۲٫۱۵	۲٫۳۰	۲٫۵۰
از ۲٫۵۰- تا ۲٫۰۵-	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۵	۱٫۸۰	۱٫۹۵	۲٫۱۰	۲٫۳۰
از ۲٫۰۰- تا ۱٫۵-	۰٫۶۰	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۰	۱٫۲۵	۱٫۴۰	۱٫۵۵	۱٫۷۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵
از ۱٫۵۰- تا ۱٫۰۵-	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۵	۰٫۷۵	۰٫۹۰	۱٫۰۰	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۰	۱٫۷۵
از ۱٫۰۰- تا ۰٫۷۵-	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۶۰	۰٫۶۵	۰٫۸۰	۰٫۹۰	۱٫۰۵	۱٫۱۵	۱٫۳۰	۱٫۴۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۵۵	۰/۶۵	۰٫۷۵	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۱٫۱۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۰	۰٫۷۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

پ۱۱-۴-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده

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

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۷ تعیین می‌گردد.



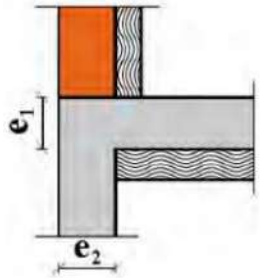
شکل پ۱۱-۷ اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بتنی دارای عایق از داخل

جدول پ۱۱-۷ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [W/(m.K)]

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

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

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۸ تعیین می‌گردد.



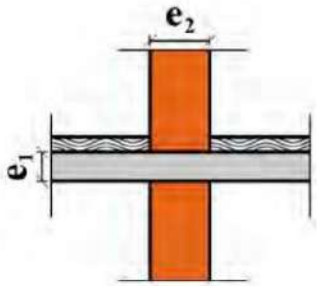
شکل پ۱۱-۸ اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بنایی دارای عایق از داخل

جدول پ۱۱-۸ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج [W/(m.K)]

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۷/۵	۳۰/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۶
۲۰ تا ۲۵	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳

اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد.



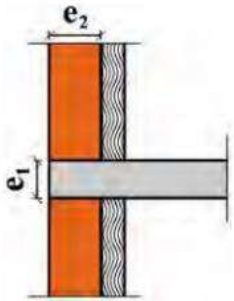
شکل پ۱۱-۹ اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

جدول پ۱۱-۹ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل [W/(m.K)]

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

پ۱۱-۴-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال سقف‌های بین طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد.



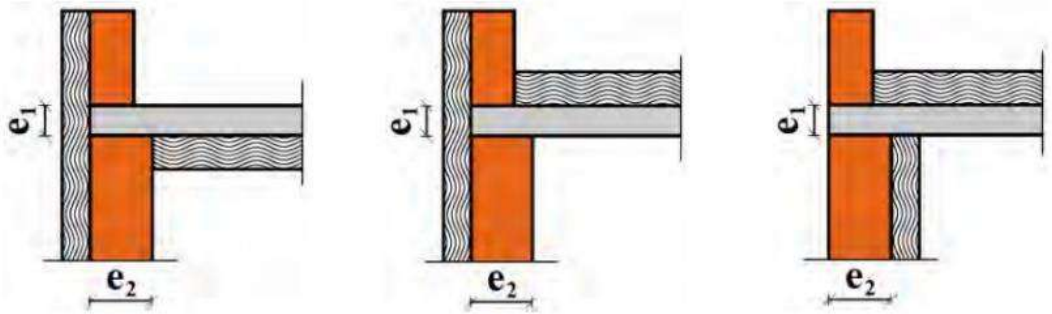
شکل پ۱۱-۱۰ اتصالات متداول سقف‌های میانی

جدول پ۱۱-۹ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل [W/(m.K)]

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

پ۱۱-۴-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل پ۱۱-۱۱)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2، با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت.



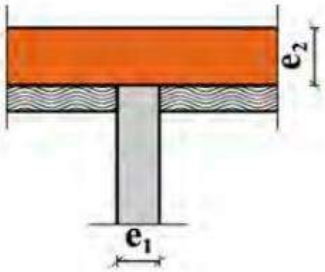
شکل پ۱۱-۱۱ برخی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند

جدول پ۱۱-۹ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل [W/(m.K)]

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

پ۱۱-۴-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت دیوار داخلی e_1 و ضخامت دیوار خارجی e_2 بستگی دارد. این ضرایب با مقادیر جدول پ۱۱-۱۰ تعیین می‌گردد.



شکل پ۱۱-۱۲ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی

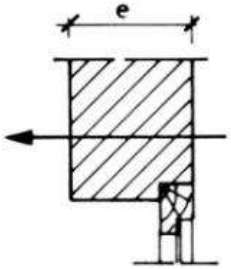
جدول پ۱۱-۱۰ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل [W/(m.K)]

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۰/۰	۱۲/۵	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۲
۲۰ تا ۲۵	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۴۰

پ۱۱-۴-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر

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

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد داخل به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۱۱ تعیین می‌گردد.



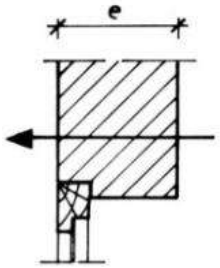
شکل پ۱۱-۱۳ بازشوهای همباد داخل در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن

جدول پ۱۱-۱۱ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [W/(m.K)]

ضریب انتقال حرارت / دیوار e (cm)	۰٫۴۰ تا ۰٫۶۰	۰٫۶۵ تا ۰٫۸۵	۰٫۹۰ تا ۱٫۱۰	۱٫۱۵ تا ۱٫۳۵	۱٫۴۰ تا ۱٫۶۰	۱٫۶۵ تا ۱٫۸۵	۱٫۹۰ تا ۲٫۱۰
۲۰ تا ۲۴	۰٫۰۷	۰٫۰۸	۰٫۱۰	۰٫۱۱	۰٫۱۲	۰٫۱۲	۰٫۱۳
۲۵ تا ۲۹	۰٫۰۸	۰٫۱۰	۰٫۱۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۱۶
۳۰ تا ۳۴	۰٫۰۹	۰٫۱۲	۰٫۱۴	۰٫۱۶	۰٫۱۷	۰٫۱۸	۰٫۱۹
۳۵ تا ۴۰	۰٫۱۰	۰٫۱۴	۰٫۱۶	۰٫۱۸	۰٫۱۹	۰٫۲۰	۰٫۲۱

بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همبـاد خـارج بـه جـدارهای غیرنورگـذر (دیوارهـای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقـادیر جدول پ۱۱-۱۲ تعیین می‌گردد.



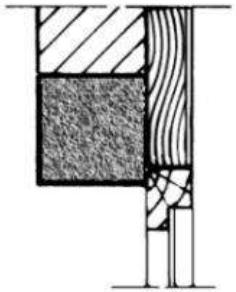
شکل پ۱۱-۱۴ بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن

جدول پ۱۱-۱۲ ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر [W/(m.K)]

ضریب انتقال حرارت / دیوار e (cm)	۰٫۴۰ تا ۰٫۶۰	۰٫۶۵ تا ۰٫۸۵	۰٫۹۰ تا ۱٫۱۰	۱٫۱۵ تا ۱٫۳۵	۱٫۴۰ تا ۱٫۶۰	۱٫۶۵ تا ۱٫۸۵	۱٫۹۰ تا ۲٫۱۰
۲۰ تا ۲۴	۰٫۱۰	۰٫۱۳	۰٫۱۵	۰٫۱۷	۰٫۱۸	۰٫۱۹	۰٫۲۰
۲۵ تا ۲۹	۰٫۱۳	۰٫۱۶	۰٫۱۹	۰٫۲۰	۰٫۲۲	۰٫۲۳	۰٫۲۴
۳۰ تا ۳۴	۰٫۱۵	۰٫۱۹	۰٫۲۲	۰٫۲۴	۰٫۲۶	۰٫۲۸	۰٫۲۹
۳۵ تا ۴۰	۰٫۱۷	۰٫۲۲	۰٫۲۵	۰٫۲۸	۰٫۳۰	۰٫۳۲	۰٫۳۳

بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت جدار e) برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.



شکل پ۱۱-۱۵ بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار

۱۹-۵ روش تجویزی

این روش یکی از چهار روش طراحی تعیین‌شده در این مبحث است. کاربرد این روش تنها در صورتی مجاز است که شرایط تعیین‌شده در ۱۹-۳-۲-۱-۱ 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.

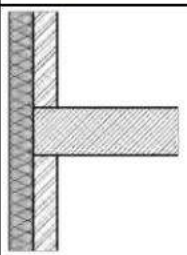
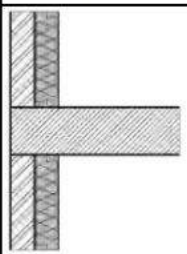
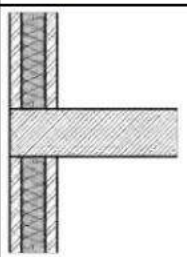
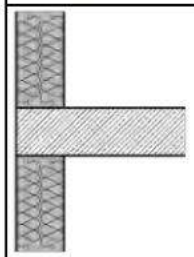
در عین حال، این روش امکان طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر) به‌صورت مستقل را فراهم می‌سازد.

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

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۱

تمامی دیوارهای ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده انرژی ساختمان ، باید مطابق با شرایط تعیین‌شده در جدول۱۹-۵- ۱ باشند.

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

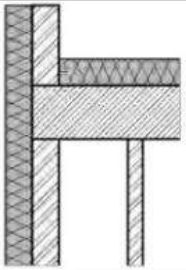
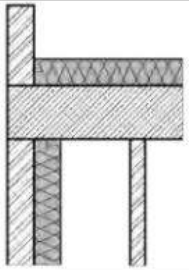
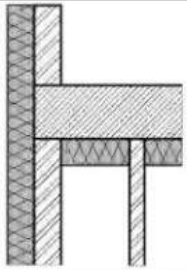
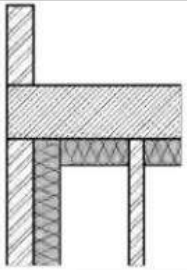
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن*	
					
EC	۱٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۱	۱٫۰
EC+	۱٫۷	۳٫۳	۳٫۳	۳٫۰	۱٫۴
EC++	۲٫۴	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲٫۰

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

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

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

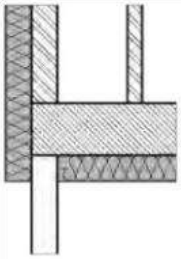
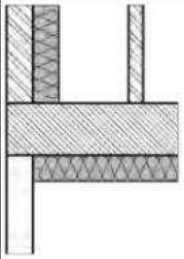
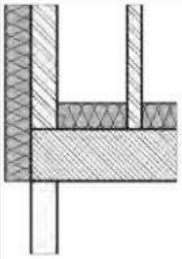
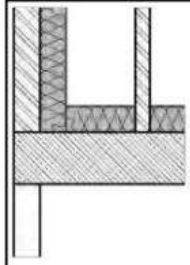
جدول ۱۹-۵- ۳ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		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

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

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

جدول ۱۹-۵- ۴ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

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

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

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

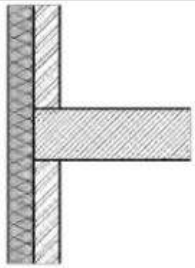
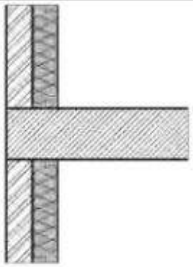
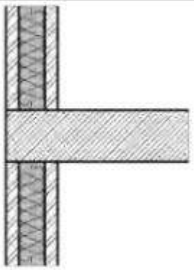
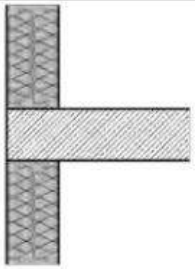
رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۷۰ سانتی‌متربالاتر از محوطه		کمتر از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر
EC	۰٫۷	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۷
EC+	۱٫۰	۱٫۳	۰٫۷	۱٫۰
EC++	۱٫۴	۱٫۸	۱٫۰	۱٫۴

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

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۲

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

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

رده انرژی	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 نظر گرفته شود.

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

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

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

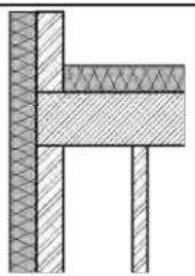
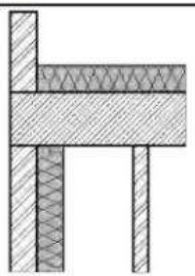
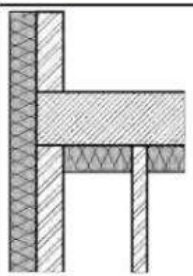
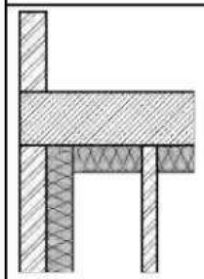
ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۴ و ۳٫۱ [W/ m^2.K] در نظر گرفته شود.

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.

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

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

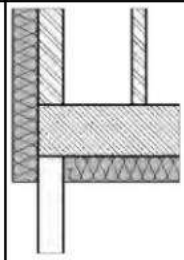
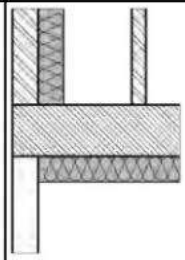
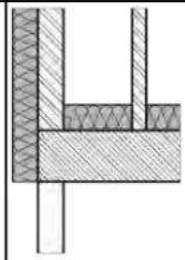
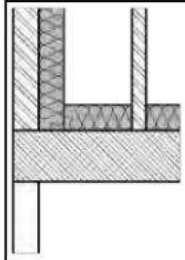
جدول ۱۹-۵- ۸ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۲ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاورفضای کنترل‌نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن 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

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

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

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

رده انرژی	کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		کف مجاورفضای کنترل‌نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن 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

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

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

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

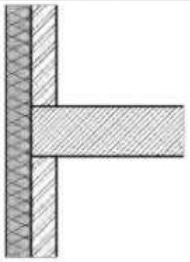
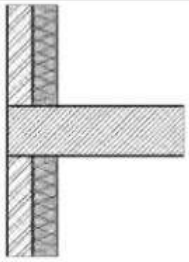
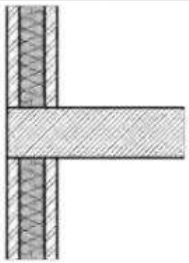
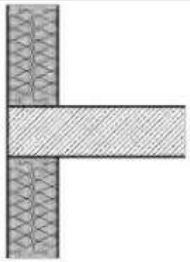
رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه		پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از محوطه	
	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر	عایق‌کاری سراسری	عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی‌متر
EC	۰٫۷	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۷
EC+	۱٫۰	۱٫۳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

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

الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوار - ساختمان گروه ۳

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

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

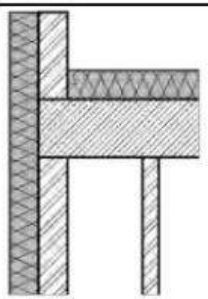
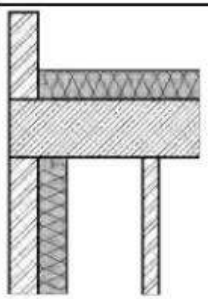
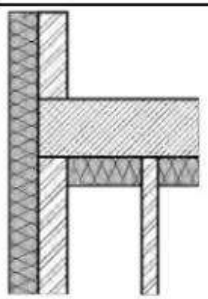
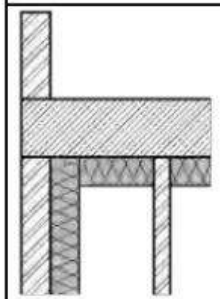
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن *	
					
EC	۰٫۸	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۱	۰٫۷
EC+	۱٫۱	۱٫۷	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۰
EC++	۱٫۶	۲٫۴	۲٫۴	۲٫۲	۱٫۴

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

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

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

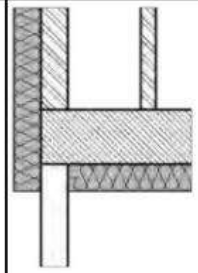
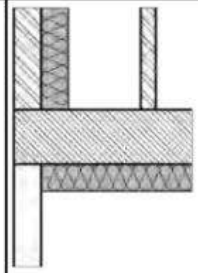
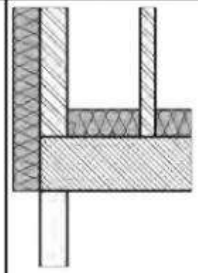
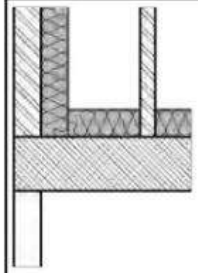
جدول ۱۹-۵- ۱۳ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۳ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام 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

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

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

جدول ۱۹-۵- ۱۴ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور فضای خارج ساختمان گروه ۳ [m^2.K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

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

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

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

رده انرژی	موقعیت کف ساختمان			
	بیش از ۱۰۰ 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

۱۹-۵-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

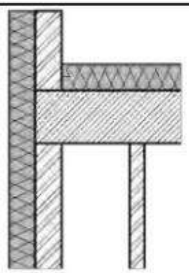
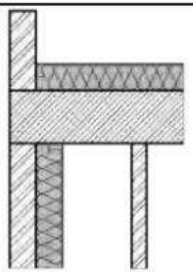
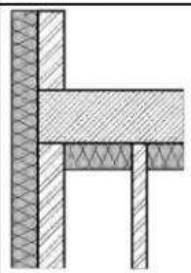
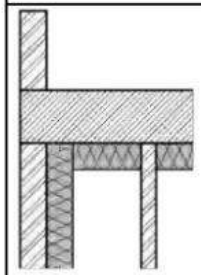
در صورت طراحی به روش تجویزی، لازم است علاوه بر ضوابط اجباری تعیین شده در بخش ۱۹-۴-۵، ضوابط زیر نیز در طراحی و اجرای ساختمان رعایت گردد.

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

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

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

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 منعکس‌کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰/۹۰) استفاده نمود.

۱۹-۶ روش موازنه‌ای (کارکردی)

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

۱۹-۶-۱ اصول کلی

در صورت طراحی ساختمان به‌روش موازنه‌ای (کارکردی)، تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت ساختمان مد نظر قرار می‌گیرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را می‌توان توسط یک یا چند عنصر ساختمانی دیگر با مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشی از ساختمان از ضریب انتقال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد. ولی 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.

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

۱۹-۶-۲ پوسته خارجی ساختمان

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

در بندهای ۱۹-۶-۲-۱ و ۱۹-۶-۲-۲، روش محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع و ضریب انتقال حرارت طرح توضیح داده شده است. در شکل ۱۹-۶- ۱ نیز نمودار گردشی مراحل محاسبات عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ ساختمان در روش کارکردی نشان داده شده است.

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.

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 ۱۹-۶-۲-۵ تا ۱۹-۶-۲-۷ 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.

پس از طی مراحل بالا، ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان (H) از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

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

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

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

توضیحات:

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

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

۳- منظور از «جدار مجاور فضای خارج» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از «جدار مجاور فضای کنترل‌نشده» جداری است که بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده قرار گرفته‌باشد (ر.ک. به پیوست ۶). در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

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

۱۹-۶-۲-۲ محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب انتقال حرارت طرح مجموع انتقال حرارت از جدارهای مختلف پوسته خارجی ساختمان طراحی‌شده، به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین فضای داخل و خارج، در شرایط پایدار است.

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

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

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

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

در این صورت، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع لازم است مقادیر ارائه شده برای ضریب انتقال حرارت را، با رعایت اصول زیر، از جداول استخراج شوند:

- دیوار با فرض عایق‌کاری حرارتی از خارج
- بام یا سقف با فرض عایق‌کاری از خارج (در تقاطع با دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج)
- کف روی هوا با فرض عایق‌کاری از خارج (در تقاطع با دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج)
- کف مجاور خاک مطابق ضوابط این بخش

ب) روش ساده‌سازی شده تعیین اثر پل‌های حرارتی

در این روش، تعیین اثر پل‌های حرارتی به روش ساده‌سازی شده، بدون محاسبه ضرایب انتقال حرارت خطی (تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی) انجام می‌گردد. در این صورت، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است مقادیر ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی ارائه شده در جدول ۱۹-۶- ۱ الی جدول ۱۹-۶-۹ منطبق با جزییات اجرایی ساختمان طرح و بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده انرژی ساختمان استخراج شوند.

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

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

ضریب انتقال حرارت (سطحی) جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول (پیوست ۷) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی، لایه‌های هوا و سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی (پیوست ۸) محاسبه گردد. لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست ۹ این مبحث تعیین گردد.

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

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

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

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

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

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

پیوست ۶

روش محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت طرح

پ۶-۱ محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده

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

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

به این ترتیب، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان و منظور کردن آن در محاسبهٔ انتقال حرارت اجزای مجاور این فضاها، ضرورت می‌یابد.

در جهت ساده‌سازی طراحی، می‌توان از محاسبهٔ دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده صرف‌نظر کرد. در این صورت، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک (۱٫۰) در نظر گرفته خواهد شد.

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

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

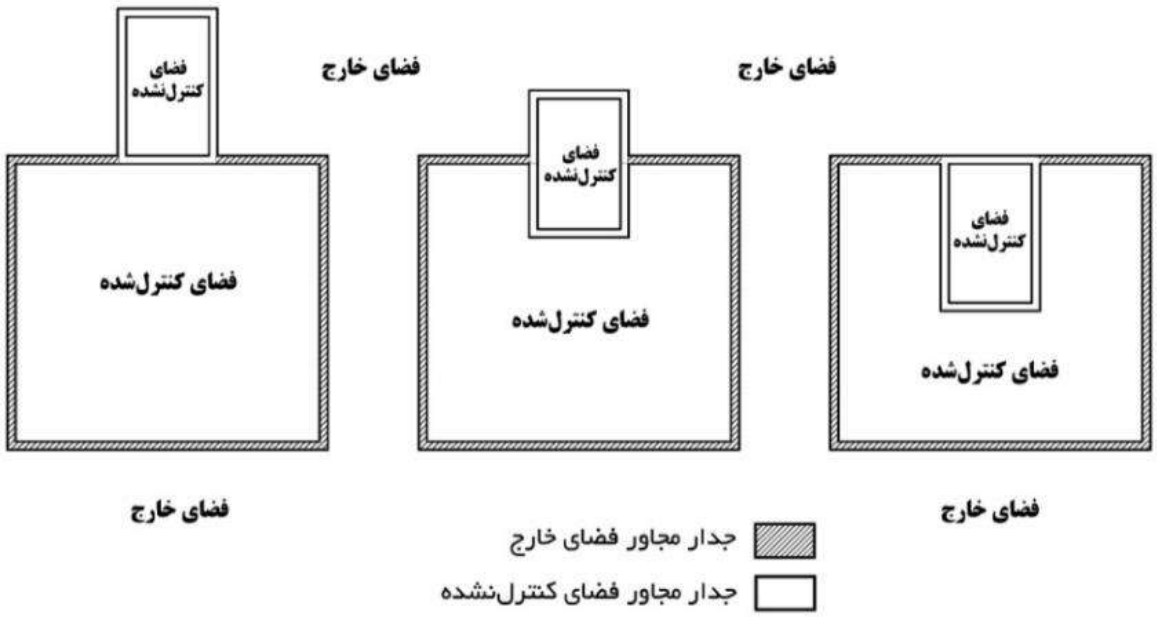
τ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده

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 $[W/m^2K]$



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

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

پس از مراحل فوق، باید ضریب انتقال حرارت طرح (H) با محاسبهٔ مجموع حاصل‌ضرب‌های مساحت اجزای مختلف پوسته در ضریب انتقال حرارت و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر هر کدام از آن‌ها، و همچنین مجموع حاصل‌ضرب‌های محیط پل‌های حرارتی در ضریب انتقال حرارت خطی (در صورت استفاده از راه حل الف) و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر با آن‌ها تعیین گردد، که در رابطه زیر بیان شده است:

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

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

توضیحات:

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

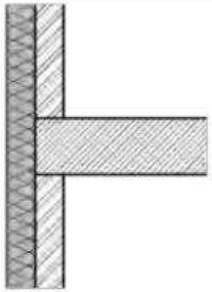
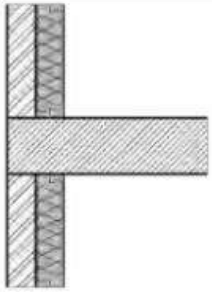
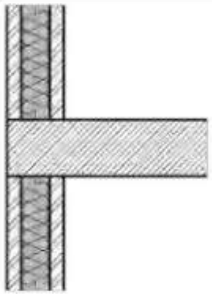
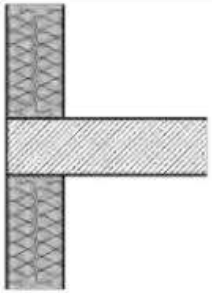
۱۹-۶-۲-۲-۵ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه یک

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۱

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

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

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

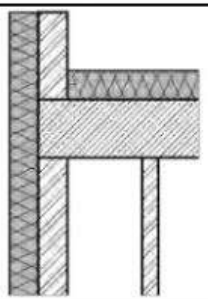
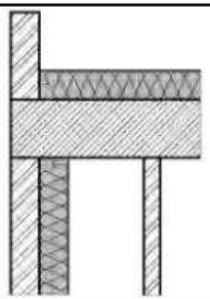
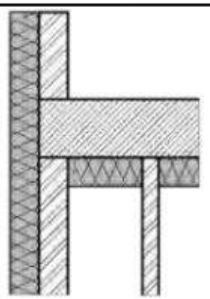
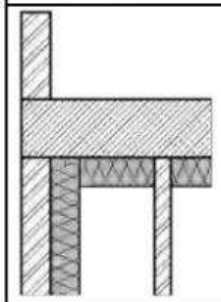
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰٫۷۳۰	۰٫۴۰۵	۰٫۴۰۵	۰٫۴۴۰	۰٫۸۲۰
EC+	۰٫۵۳۵	۰٫۲۸۸	۰٫۲۸۸	۰٫۳۱۵	۰٫۶۱۷
EC++	۰٫۳۸۹	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۴۵۰

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

در مورد تمامی بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۱، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۲ برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

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

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

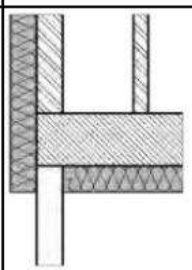
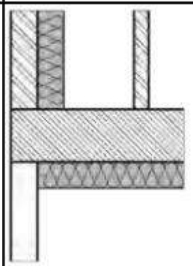
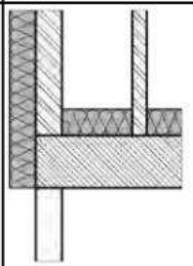
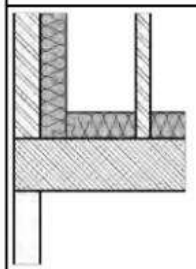
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۴۱۰	۰٫۳۱۸	۰٫۲۹۱	۰٫۴۱۰	۰٫۸۴۷
EC+	۰٫۲۹۰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

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

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

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

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

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

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

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱٫۴۰ [W/ m.K]

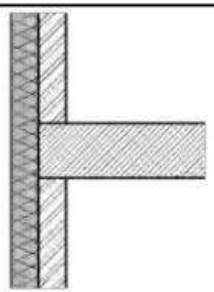
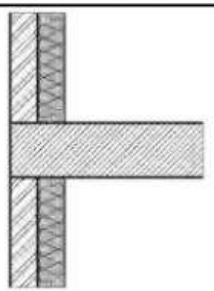
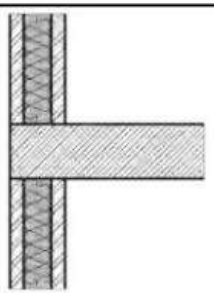
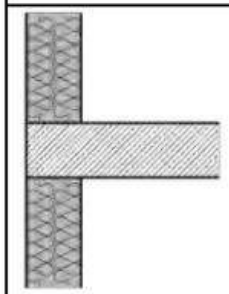
۱۹-۶-۲-۲-۶ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه دو

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۲

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

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

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

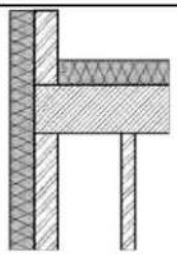
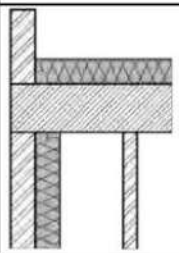
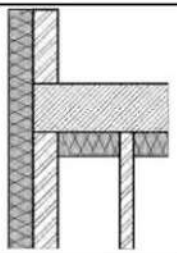
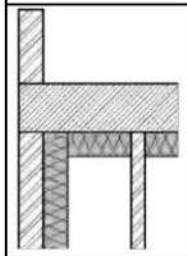
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰٫۹۳۵	۰٫۵۹۹	۰٫۵۹۹	۰٫۶۳۷	۰٫۹۸۰
EC+	۰٫۶۸۰	۰٫۴۴۱	۰٫۴۴۱	۰٫۴۶۱	۰٫۷۵۸
EC++	۰٫۵۰۸	۰٫۳۱۵	۰٫۳۱۵	۰٫۳۳۷	۰٫۵۴۹

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

در مورد تمامی بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۵ برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

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

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

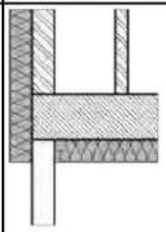
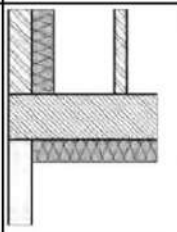
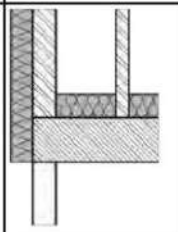
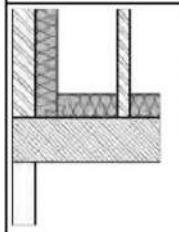
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۵۱۵	۰٫۴۲۷	۰٫۳۹۴	۰٫۵۱۵	۱٫۰۲۰
EC+	۰٫۳۶۵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

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

در مورد تمامی کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۲، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۶ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\hat{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

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

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

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

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

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱٫۶۰ [W/ m.K]

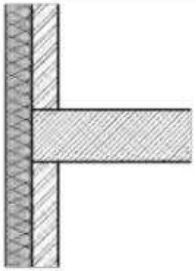
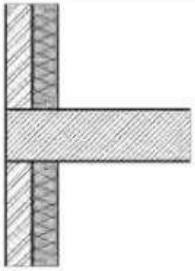
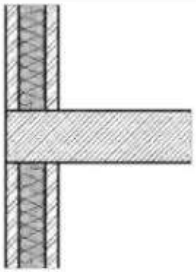
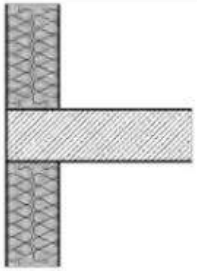
۱۹-۶-۲-۲-۷ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی برای ساختمان گروه سه

الف- ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار - ساختمان گروه ۳

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

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

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

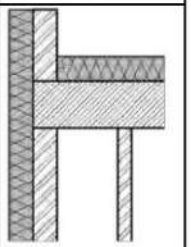
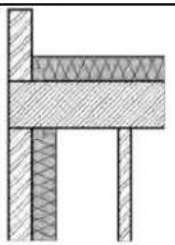
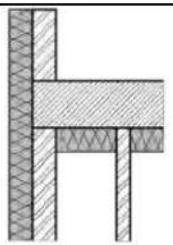
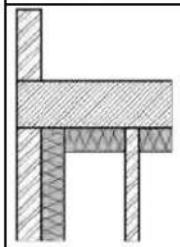
رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۱٫۰۳۱	۰٫۷۳۰	۰٫۷۳۰	۰٫۷۸۷	۱٫۰۸۷
EC+	۰٫۷۸۷	۰٫۵۳۵	۰٫۵۳۵	۰٫۵۶۵	۰٫۸۲۰
EC++	۰٫۵۶۵	۰٫۳۸۹	۰٫۳۸۹	۰٫۴۲۲	۰٫۶۱۷

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

در مورد تمامی بام‌ها یا سقف‌های ساختمان‌های گروه ۳، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶- ۸ برای ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ($\hat{U}_R$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

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

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

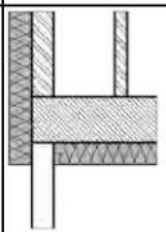
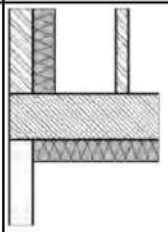
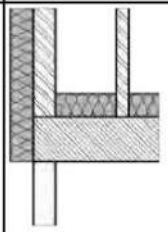
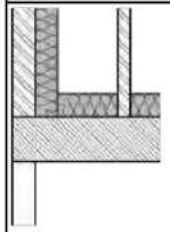
رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
					
EC	۰٫۵۷۵	۰٫۴۹۰	۰٫۴۶۷	۰٫۵۷۵	۱٫۱۳۶
EC+	۰٫۴۱۰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

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

در مورد تمامی کف‌های مجاور هوای ساختمان‌های گروه ۳، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول ۱۹-۶-۹ برای ضریب انتقال حرارت مرجع کف ($\hat{U}_F$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

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

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

رده انرژی	کف مجاور فضای 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

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

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

۱۹-۶-۵ سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

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

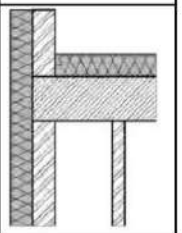
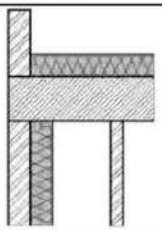
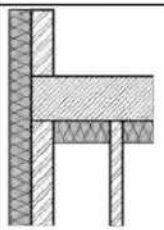
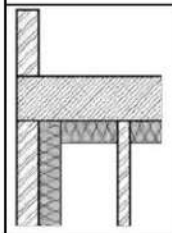
میزان بهره‌گیری لازم از سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، ساختمان‌های کم‌انرژی و ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی در جدول ۱۹-۵- ۳۷ بخش ۱۹-۵-۵ ارائه شده‌است.

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

انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن، جدول ۱۹-۶- ۱۰ مبنای طراحی قرار گیرد. همان‌گونه که در جدول نیز مشخص گردیده‌است، این راه‌حل جایگزین تنها برای بعضی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جواب‌گو می‌باشد، و برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی کاربرد این راه‌حل مجاز نیست.

جدول ۱۹-۶- ۱۰ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان بر حسب گروه و رده انرژی ساختمان

در صورت عدم استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

گروه 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

در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به‌جای کاهش ضریب انتقال حرارت بام (طبق جدول ۱۹-۶- ۱۰) می‌توان از پوششی منعکس‌کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰٫۹۰) استفاده نمود. پوشش مورد نظر باید دوام لازم را داشته باشد.

پ ۲ روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

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

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف، جرم مؤثر کل ساختمان یا بخشی از آن (M) محاسبه می‌گردد و، در پایان، مقدار جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a) تعیین می‌شود.

پ۲-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

پ۲-۱-۱ جدار در تماس با خارج

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان، یا بخشی از آن، فاقد عایق حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارتِ همگن باشد، در محاسبهٔ جرم مؤثر سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبهٔ جرم مؤثر جدار منظور می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه‌شدهٔ یک جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.

پ۲-۱-۲ جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه‌رو یا فضای بستهٔ مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق‌حرارت است در محاسبهٔ جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.

پ ۲-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده

جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضایی کنترل‌نشده (راه‌پله، پارکینگ، انبار، ...)، اگر فاقد عایق حرارت باشد، برابر نصف جرم سطحی جدار، و در غیر این صورت، برابر با جرم سطحی بخشی از لایه‌های جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است، در نظر گرفته می‌شود.

پ۲-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل‌شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌است کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی مؤثر مساوی با جرم سطحی جدار است؛ در غیر این صورت، جرم سطحی مؤثر مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می‌شود.

پ۲-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

اگر m_i جرم سطحی مؤثر قسمت i از پوستهٔ خارجی و عناصر داخلی ساختمان و A_i مساحت مربوط به آن باشد، جرم مؤثر ساختمان برابر است با:

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

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

$$m_a = M / A_h \qquad (پ۲-۲)$$

پ۲-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید (m_a)، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول پ۲-۱ تعیین می‌گردد:

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

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

مثال ۳: تعیین جرم سطحی مؤثر یک دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج

در صورتی که دیواری دارای لایه‌هایی با مشخصات زیر (از خارج به داخل) باشد، محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر جدار به شرح زیر خواهد بود:

جدول ۳۳ نمونهٔ محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر یک دیوار خارجی با عایق حرارتی از خارج

مصالح / فراورده	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی ظاهری خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	جرم سطحی (کیلوگرم بر متر مربع)
اندود نازک پایه‌سیمانی	۵	۱۷۰۰	۸.۵
عایق پشم‌معدنی	۵۰	۴۰	۲.۰
بخاربند	۱	۹۸۰	۱.۰
بلوک سفالی	۱۵۰	۸۵۰	۱۲۷.۵
اندود گچ	۲۰	۱۳۰۰	۲۶.۰

جرم سطحی جدار :	۱۶۵.۰

جرم سطحی مؤثر جدار :	~~۱۵۴.۵~~ (×) ۱۵۰.۰

مثال ۴: تعیین جرم سطحی مؤثر یک دیوار با عایق‌کاری حرارتی از داخل

در صورتی که به‌جای نصب عایق حرارتی از خارج، آنرا در طرف رو به داخل لایه بلوک سفالی متصل کنیم، تغییرات جرم سطحی مؤثر به شرح زیر خواهد بود:

جدول ۳۴ نمونهٔ محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر یک دیوار خارجی با عایق حرارتی از داخل

مصالح / فراورده	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی ظاهری خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	جرم سطحی (کیلوگرم بر متر مربع)
اندون نازک پایه‌سیمانی	۵	۱۷۰۰	۸.۵
بلوک سفالی	۱۵۰	۸۵۰	۱۲۷.۵
عایق پشم‌معدنی	۵۰	۴۰	۲.۰
بخاربند	۱	۹۸۰	۱.۰
اندود گچ / رابیتس	۲۰	۱۴۰۰	۲۸.۰

جرم سطحی جدار :	۱۶۷.۰

جرم سطحی مؤثر جدار :	۲۹.۰

مثال ۵: تعیین جرم سطحی مؤثر یک سقف با عایق‌کاری حرارتی از خارج

اگر بام (سقف نهایی) دارای لایه‌هایی با مشخصات زیر (از خارج به داخل) باشد، محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر جدار به شرح زیر خواهد بود:

جدول ۳۵ نمونهٔ محاسبه جرم سطحی و جرم سطحی مؤثر یک بام با عایق حرارتی از خارج

مصالح / فراورده	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی ظاهری خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	جرم سطحی (کیلوگرم بر متر مربع)
شن بادامی	۵۰	۱۷۰۰	۸۵.۰
عایق حرارتی	۵۰	۴۰	۲.۰
عایق رطوبتی	۵	۱۰۰۰	۵.۰
بتن سبک شیب‌بندی	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰
بتن مسلح	۱۵۰	۲۳۰۰	۳۴۵.۰

جرم سطحی جدار :	۵۳۷.۰

جرم سطحی مؤثر جدار :	~~۴۵۰.۰~~ ۱۵۰.۰ (×)

(×): طبق بند پ-۱-۱-۱ مبحث ۱۹ جرم سطحی مؤثر جدار مجاور خارج نمی‌تواند بیش از ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد.

مثال۶: تعیین جرم سطحی مؤثر یک سقف بین طبقات

در صورتی که سقف بین طبقات دارای جرم سطحی برابر با ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد، با توجه به این نکته که طبق بند پ-۱-۱-۴ مبحث ۱۹ جرم سطحی مؤثر جدار داخل فضای کنترل شده نمی‌تواند بیش از ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد، در محاسبات جرم مؤثر سقف برابر با ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته خواهد شد.

مثال۷: تعیین جرم مؤثر ساختمان

در صورتی که جرم سطحی و مساحت جدارها به شرح جدول ۳۶ باشد، جرم سطحی ساختمان مطابق روش ارائه شده در همین جدول تعیین می‌گردد:

جدول ۳۶ نمونهٔ محاسبه جرم سطحی مؤثر ساختمان

نام جدار	جرم سطحی مؤثر جدار (m_i) (کیلوگرم بر متر مربع)	مساحت جدار (متر مربع)	$m_i . A_i$ (کیلوگرم)
دیوارهای خارجی	۲۹	۲۲۵	۶۵۲۵
بام	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵۰۰
سقف‌های بین طبقات	۳۰۰	۱۵۰	۴۵۰۰۰
تیغه‌های داخلی	۲۱۰	۸۰	۱۶۸۰۰
پنجره‌ها و درها	۷۵	۴۰	۳۰۰۰
کف روی خاک	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵۰۰

جرم مؤثر ساختمان :	۱۱۶۳۲۵

زیربنای مفید ساختمان :	۲۷۰ مترمربع	جرم سطحی مؤثر ساختمان :	۴۳۱.۰

با توجه به این نکته که **جرم سطحی مؤثر ساختمان** بیش از ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع است، طبق بند ب۱-۳ این ساختمان با اینرسی زیاد تلقی می‌شود.

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ ۹ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

در این پیوست، به ترتیب، ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها، جدارهای نورگذر و درها درج می‌گردد. برای تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، باید به بخش‌های پ ۹-۱ و پ ۹-۲، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوهٔ تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ ۹-۳، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ ۹-۴ آمده است.

مقادیر درج‌شده در این پیوست برای هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنای محاسبه است، مگر آنکه ضرایب انتقال حرارت دیگری، توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی، با رعایت استانداردهای ملی، تعیین شده باشد. همهٔ مقادیر بر حسب $W/m^2.K$ هستند.

پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها

ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها (U_{gl})، که در جدول پ ۹-۱ تا جدول پ ۹-۶ این بخش آمده است، مربوط به شیشه‌های با ضخامت ۴ میلی‌متر، در دو حالت عمودی و افقی، است. مقادیر ضرایب انتقال حرارت مربوط به گسیلندگی‌های بینابینی را می‌توان با درون‌یابی مقادیر داده‌شده در جدول محاسبه کرد.

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

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

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

برای آنکه مجموعه شیشه‌های کم‌گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم‌گسیل، در مناطق با نیاز گرمایی زیاد روی سطح ۳ (شکل پ۹-۱، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایی زیاد روی سطح ۲ قرار گیرد (شکل پ۹-۱، سمت چپ).

شکل پ۹-۱ محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرم‌سیر (سمت چپ)

پ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده

در مورد شیشه‌های ساده (تک‌جداره)، برای هر ضخامت، ضریب انتقال حرارت برابر است با:

در حالتی که جدار عمودی است $U_{gl} = ۵/۸ \ [W/(m^2.K)]$

در حالتی که جدار افقی است $U_{gl} = ۶/۹ \ [W/(m^2.K)]$

پ ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول پ۹-۱ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۳	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹	۲٫۹
۸	۳٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
۱۰	۲٫۹	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
۱۲	۲٫۸	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴
۱۴	۲٫۷	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۲
۱۶	۲٫۷	۱/۴	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۱/۹	۲/۰	۲/۱	۲/۲
۱۸	۲٫۷	۱٫۴	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲
۲۰	۲٫۷	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲

جدول پ۹-۲ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶
۸	۲٫۹	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴
۱۰	۲٫۸	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳
۱۲	۲٫۷	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۱
۱۴	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۱۶	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۸	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۲۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱

جدول پ۹-۳ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با کریپتون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۲٫۸	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳
۸	۲٫۷	۱٫۳	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۱۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۳	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰
۱۲	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰
۱۴	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۶	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۸	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۲۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱

پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)

جدول پ۹-۴ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۱	۳٫۲	۳٫۲
۸	۳٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹	۳٫۰
۱۰	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹	۲٫۹
۱۲	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹
۱۴	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۱۶	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۱۸	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۲۰	۳٫۳	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده

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

در حالتی که جدار عمودی است $U_G = ۵/۸ \ [W/(m^2.K)]$

در حالتی که جدار افقی است $U_G = ۶/۹ \ [W/(m^2.K)]$

در پنجره‌های چوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چندجداره در نظر گرفته می‌شود؛ و در صورت کاربرد آن با شیشهٔ تک‌جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و آلومینیومی ساده به کار برده می‌شود.

پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره

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

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت‌شکن، سه مقدار ۳/۰، ۴/۰ و ۵/۰ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر ۵/۰ [W/(m².K)] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱/۵، ۱/۸ و ۲/۵ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر ۲/۵ [W/(m².K)] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار ۰/۱۳ و ۰/۱۸ [W/(m.K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر ۰/۱۸ [W/(m.K)] در نظر گرفته می‌شود.
- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول پ۹-۷ تا جدول پ۹-۹)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم‌گسیل) بین ۱/۲ و ۲/۹ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از ۲/۹ باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برون‌یابی اعداد ارائه‌شده تعیین می‌شود.

در جدول پ۹-۷ تا جدول پ۹-۹، ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر (U_G)، بر حسب نوع بازشو، ضریب انتقال حرارت شیشه (U_{gl}) و نوع و ضریب انتقال حرارت قاب (U_{fr})، درج شده است.

جدول پ۹-۷ مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول پ۹-۸ مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول پ۹-۹ مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

جدول پ۹-۷ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		$U_{fr} = ۳/۰$	$U_{fr} = ۴/۰$	$U_{fr} = ۵/۰$
پنجرهٔ لولایی	۱/۲	۲/۲	۲/۵	۲/۹
	۱/۳	۲/۳	۲/۶	۲/۹
	۱/۴	۲/۳	۲/۷	۳
	۱/۵	۲/۴	۲/۷	۳/۱
	۱/۶	۲/۵	۲/۸	۳/۱
	۱/۷	۲/۵	۲/۹	۳/۲
	۱/۸	۲/۶	۲/۹	۳/۳
	۱/۹	۲/۷	۳	۳/۳
	۲	۲/۷	۳	۳/۴
	۲/۱	۲/۷	۳	۳/۴
	۲/۲	۲/۸	۳/۱	۳/۴
	۲/۳	۲/۸	۳/۲	۳/۵
	۲/۴	۲/۹	۳/۲	۳/۶
	۲/۵	۳	۳/۳	۳/۶
	۲/۶	۳	۳/۴	۳/۷
	۲/۷	۳/۱	۳/۴	۳/۸
	۲/۸	۳/۱	۳/۵	۳/۸
	۲/۹	۳/۲	۳/۶	۳/۹
در پنجره‌ای لولایی	۱/۲	۲/۱	۲/۴	۲/۷
	۱/۳	۲/۲	۲/۵	۲/۸
	۱/۴	۲/۲	۲/۵	۲/۸
	۱/۵	۲/۳	۲/۶	۲/۹
	۱/۶	۲/۴	۲/۷	۳
	۱/۷	۲/۵	۲/۷	۳
	۱/۸	۲/۵	۲/۸	۳/۱
	۱/۹	۲/۶	۲/۹	۳/۲
	۲	۲/۶	۲/۹	۳/۲
	۲/۱	۲/۶	۲/۹	۳/۲
	۲/۲	۲/۷	۳	۳/۳
	۲/۳	۲/۸	۳/۱	۳/۴
	۲/۴	۲/۹	۳/۱	۳/۴
	۲/۵	۲/۹	۳/۲	۳/۵
	۲/۶	۳	۳/۳	۳/۶
	۲/۷	۳/۱	۳/۴	۳/۶
	۲/۸	۳/۱	۳/۴	۳/۷
	۲/۹	۳/۲	۳/۵	۳/۸

ادامهٔ پ۹-۷ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		$U_{fr} = ۳/۰$	$U_{fr} = ۴/۰$	$U_{fr} = ۵/۰$
پنجرهٔ کشویی	۱/۲	–	۲/۳	۲/۶
	۱/۳	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۴	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۵	–	۲/۵	۲/۸
	۱/۶	–	۲/۶	۲/۹
	۱/۷	–	۲/۷	۲/۹
	۱/۸	–	۲/۸	۳
	۱/۹	–	۲/۸	۳/۱
	۲	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۱	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۲	–	۲/۹	۳/۲
	۲/۳	–	۳	۳/۳
	۲/۴	–	۳/۱	۳/۴
	۲/۵	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۵
	۲/۷	–	۳/۳	۳/۶
	۲/۸	–	۳/۴	۳/۷
	۲/۹	–	۳/۵	۳/۷
در پنجره‌ای کشویی	۱/۲	–	۲/۱	۲/۳
	۱/۳	–	۲/۲	۲/۴
	۱/۴	–	۲/۳	۲/۵
	۱/۵	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۶	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۷	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۸	–	۲/۶	۲/۸
	۱/۹	–	۲/۷	۲/۹
	۲	–	۲/۸	۳
	۲/۱	–	۲/۸	۳
	۲/۲	–	۲/۸	۳
	۲/۳	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۴	–	۳	۳/۲
	۲/۵	–	۳/۱	۳/۳
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۷	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۸	–	۳/۳	۳/۵
	۲/۹	–	۳/۴	۳/۶

جدول پ۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{gl} و U_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		$U_{fr} = ۱٫۵$	$U_{fr} = ۱٫۸$	$U_{fr} = ۲٫۵$
پنجرهٔ لولایی	۱٫۲	۱٫۶	۱٫۷	۲
	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۸	۲٫۱
	۱٫۴	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱
	۱٫۵	۱٫۸	۱٫۹	۱٫۲
	۱٫۶	۱٫۹	۲	۲٫۳
	۱٫۷	۲	۲	۲٫۳
	۱٫۸	۲	۲٫۱	۲٫۴
	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۴
	۲	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۲	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۹
	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۷	۲٫۸	۳
در پنجره‌ای لولایی	۱٫۲	۱٫۶	۱٫۷	۲
	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۸	۲
	۱٫۴	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۱
	۱٫۵	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۲
	۱٫۶	۱٫۹	۲	۲٫۲
	۱٫۷	۲	۲	۲٫۳
	۱٫۸	۲	۲٫۱	۲٫۴
	۱٫۹	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۴
	۲	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۵
	۲٫۲	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶
	۲٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۹
	۲٫۸	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۷	۲٫۸	۳

ادامهٔ پ۹-۸ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_w بر حسب U_g و U_f

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب $[W/m^2.K]$		
		$U_{fr} = ۱/۵$	$U_{fr} = ۱/۸$	$U_{fr} = ۲/۵$
در پنجره‌ای کشویی با آستانه	۱/۲	۱/۶	۱/۸	۲/۱
	۱/۳	۱/۷	۱/۸	۲/۱
	۱/۴	۱/۸	۱/۹	۲/۲
	۱/۵	۱/۸	۱/۹	۲/۲
	۱/۶	۱/۹	۲	۲/۳
	۱/۷	۱/۹	۲/۱	۲/۴
	۱/۸	۲	۲/۱	۲/۴
	۱/۹	۲/۱	۲/۲	۲/۵
	۲	۲/۱	۲/۲	۲/۵
	۲/۱	۲/۱	۲/۲	۲/۵
	۲/۲	۲/۲	۲/۳	۲/۵
	۲/۳	۲/۲	۲/۳	۲/۶
	۲/۴	۲/۳	۲/۴	۲/۷
	۲/۵	۲/۴	۲/۵	۲/۷
	۲/۶	۲/۴	۲/۵	۲/۸
	۲/۷	۲/۵	۲/۶	۲/۸
	۲/۸	۲/۶	۲/۷	۲/۹
	۲/۹	۲/۶	۲/۷	۳

جدول پ۹-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب $[W/m^2.K]$	
		λ_{fr} = ۰٫۱۳	λ_{fr} = ۰٫۱۸
پنجرهٔ لولایی	۱٫۲	۱٫۸	۱٫۹
	۱٫۳	۱٫۸	۲
	۱٫۴	۱٫۹	۲٫۱
	۱٫۵	۲	۲٫۱
	۱٫۶	۲	۲٫۲
	۱٫۷	۲٫۱	۲٫۲
	۱٫۸	۲٫۲	۲٫۳
	۱٫۹	۲٫۲	۲٫۴
	۲	۲٫۳	۲٫۴
	۲٫۱	۲٫۳	۲٫۴
	۲٫۲	۲٫۴	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۸
	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۸	۳
در پنجره‌ای لولایی بدون آستانه یا کشویی	۱٫۲	۱٫۷	۱٫۹
	۱٫۳	۱٫۸	۱٫۹
	۱٫۴	۱٫۹	۲
	۱٫۵	۲	۲٫۱
	۱٫۶	۲	۲٫۱
	۱٫۷	۲٫۱	۲٫۲
	۱٫۸	۲٫۲	۲٫۳
	۱٫۹	۲٫۲	۲٫۴
	۲	۲٫۳	۲٫۴
	۲٫۱	۲٫۳	۲٫۴
	۲٫۲	۲٫۴	۲٫۵
	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶
	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸
	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۸
	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹
	۲٫۹	۲٫۹	۳

ادامهٔ جدول پ۹-۹ ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی U_G بر حسب U_{gl} و λ_{fr}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب λ_{fr} قاب [W/m².K]	
		λ_{fr} = ۰/۱۳	λ_{fr} = ۰/۱۸
در پنجره‌ای لولایی با آستانه	۱/۲	۱/۸	۲
	۱/۳	۱/۹	۲/۱
	۱/۴	۲	۲/۱
	۱/۵	۲	۲/۲
	۱/۶	۲/۱	۲/۲
	۱/۷	۲/۱	۲/۳
	۱/۸	۲/۲	۲/۴
	۱/۹	۲/۳	۲/۴
	۲	۲/۳	۲/۴
	۲/۱	۲/۳	۲/۴
	۲/۲	۲/۳	۲/۵
	۲/۳	۲/۴	۲/۶
	۲/۴	۲/۵	۲/۶
	۲/۵	۲/۵	۲/۷
	۲/۶	۲/۶	۲/۷
	۲/۷	۲/۷	۲/۸
	۲/۸	۲/۷	۲/۹
	۲/۹	۲/۸	۲/۹

پ ۹-۳ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

مثال ۱) تعیین ضریب انتقال حرارت یک پنجره با مشخصات زیر:

- نوع قاب: پی‌وی‌سی، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامهٔ فنی: $U_{fr} = ۱/۸ \ [W/(m^2.K)]$
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود میان دو شیشه: ۸۵ درصد آرگون
- فاصلهٔ داخلی بین دو شیشه: ۱۰ میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه‌های کم‌گسیل

ابتدا باید ضریب انتقال حرارت شیشه تعیین شود (بخش پ ۹-۱). به این منظور، از بخش پ ۹-۱-۲، با عنوان شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی، جدول پ۹-۲ مربوط به شیشه‌های دو جدارهٔ عمودی پرشده با ۸۵ درصد آرگون استفاده می‌شود. مطابق این جدول، و با توجه به فاصله ۱۰ میلی‌متری بین دو شیشه و عدم استفاده از پوشش کم‌گسیل، ضریب انتقال حرارت شیشه از ستون دوم جدول، ۲٫۸ [W/(m^2.K)] تعیین می‌گردد.

این توضیح را باید افزود که اگر پنجره مورد استفاده فاقد گواهی‌نامهٔ تأییدکنندهٔ وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد، باید مقادیر مربوط به هوا ملاک محاسبه قرار گیرد (جدول پ۹-۱).

در مرحلهٔ بعد، باید به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر پرداخت (بخش پ ۹-۲). در این مثال، قاب پنجره از جنس پی‌وی‌سی است، بنابراین برای آن از جدول پ۹-۸ استفاده می‌شود. در بخش مربوط به پنجره‌های لولایی این جدول، ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۸ [W/(m^2.K)] را در نظر می‌گیریم. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت برای پنجره داده شده است، که مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب پی‌وی‌سی است. با توجه به آنکه، مطابق گواهی‌نامهٔ فنی، ضریب انتقال حرارت قاب پی‌وی‌سی ۱٫۸ [W/(m^2.K)] است، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون چهارم جدول، برابر ۲٫۷ [W/(m^2.K)] تعیین می‌شود.

مثال ۲) تعیین ضریب انتقال حرارت پنجره‌ای با مشخصات زیر:

- نوع قاب: آلومینیومی حرارت‌شکن، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامه فنی: نامشخص
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود در فاصله میان دو شیشه: ۱۰۰ درصد هوا
- فاصله داخلی بین دو شیشه: ۱۲ میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، مورد تأیید یک مرجع معتبر

برای تعیین ضریب انتقال حرارت شیشه، ابتدا از جدول پ۹-۱ بخش پ ۹-۱-۲، که مربوط به شیشه‌های دوجدارهٔ پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت ۱۲ میلی‌متری لایهٔ هوا و گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر ۲٫۰ [W/(m².K)] تعیین می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول پ۹-۷ بخش پ ۹-۲، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۰ [W/(m².K)] توجه می‌شود. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت درج شده برای پنجره مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب فلزی با حرارت‌شکن است. اگر فرض کنیم قاب پنجره فاقد گواهی‌نامهٔ فنی است، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب را باید برابر ۵ در نظر بگیریم و به این ترتیب، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون آخر جدول پ۹-۷، برابر ۳٫۴ [W/(m².K)] تعیین می‌گردد.

پ ۹-۴ ضرایب انتقال حرارت درها

مقادیر داده شده در این بخش مربوط به درهای متداول است. در صورتی که برای درها از عایق‌های حرارتی خاصی استفاده شود و در گواهی‌نامهٔ فنی معتبر نیز ضرایب انتقال حرارت ارائه شده باشد، آن ضرایب می‌تواند ملاک محاسبه قرار گیرد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر داده شده در جدول پ۹-۱۰ مورد استفاده قرار گیرد.

جدول پ۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها

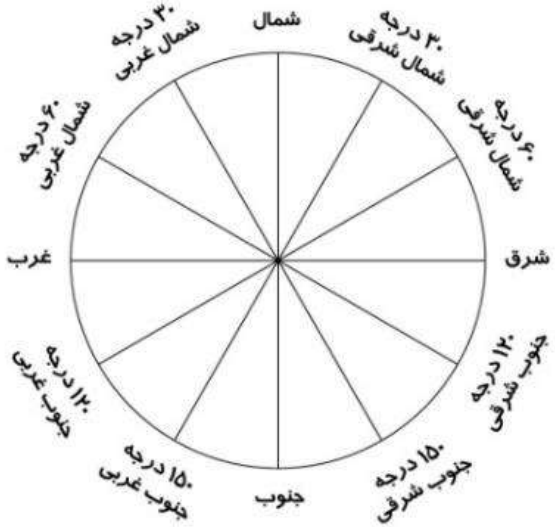
جنس در	نوع در	ضریب انتقال حرارت در U_D [W/m².K]
در چوبی معمولی	توپر	۳٫۵
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از ۳۰ درصد	۴٫۰
	با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه بین ۳۰ و ۶۰ درصد	۴٫۵
	با شیشهٔ دوجداره با لایهٔ هوای ۶ میلی‌متر یا بیشتر	۳٫۳
در فلزی معمولی	تمام فلز	۵٫۸
	با شیشهٔ تک‌جداره	۵٫۸
	با شیشهٔ دوجداره، سطح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

پیوست ۱۰

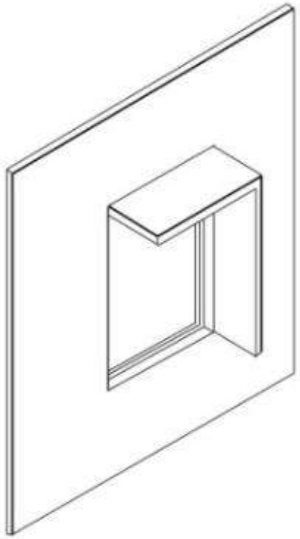
سایه‌بان‌ها

پ ۱۰ سایه‌بان‌ها

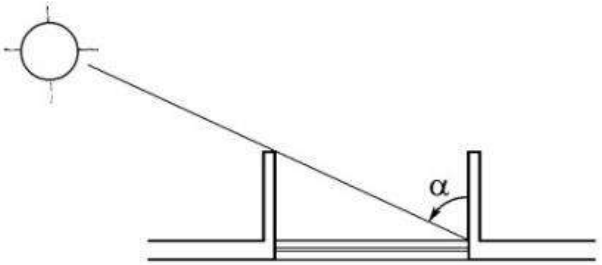
در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در ۲۱۶ شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، زاویهٔ سایه‌بان افقی و زاویهٔ سایه‌بان عمودی، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی به سادگی مشخص می‌گردد. در شکل پ۱۰-۱، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویهٔ سایه‌بان عمودی و زاویهٔ سایه‌بان افقی نشان داده شده است.



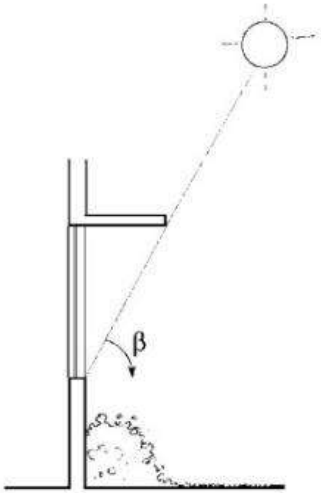
جهت‌گیری پنجره



نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی



مقطع افقی - زاویهٔ سایه‌بان عمودی



مقطع عمودی - زاویهٔ سایه‌بان افقی

شکل پ۱۰-۱ زوایای جهت پنجره و زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی

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

- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد.
- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد.
- «ل» مخفف «شمالی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد.
- «ج» مخفف «جنوبی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت جنوب پنجره قرار گیرد.
- «ط» مخفف «طرفین» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید در دو سمت پنجره قرار گیرد.
- «ع.م» جانشین عبارت «سایه‌بان عمودی متحرک مقابل تمام پنجره» است.

- چنانچه برای یک پنجره هر دو زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی توصیه شده باشد، باید از هر دو نوع سایه‌بان استفاده گردد.
- در صورتی که محل استقرار ساختمانی در این پیوست درج نشده باشد، می‌توان سایه‌بان‌های مربوط به نزدیک‌ترین شهر را ملاک گرفت.
- در صورت ذکر نشدن زاویهٔ جهت‌گیری پنجره در جدول‌ها، مقادیر زوایای سایه‌بان آن باید مطابق با مقادیر نزدیک‌ترین جهت‌گیری پنجره، یا از طریق درون‌یابی مقادیر، تعیین گردد.
- در شهرهایی که با علامت * مشخص شده‌اند، با توجه به عمق زیاد سایه‌بان‌ها، توصیه می‌شود ضمن رعایت زوایای سایه‌بان ارائه‌شده، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود.

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱	آبادان	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	۴.ع	–	۴.ع	–	۳۲غ
۲	آبادچی فریدن	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۳	آباده	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۴	آبعلی	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۵	آجی چای	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۶	آزادشهر	–	۶۱غ	۸۰	–	۷۳	–	۵۶	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	۴.ع	–	۴.ع	–	۳۱غ
۷	آستارا	–	۷۱غ	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۲	–	۵۵	–	۴۰	۳۳غ	۳۰	۱۳غ	–	۴.ع	–	۴.ع	–	۴۰غ
۸	آغاجاری	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	۴.ع	–	۴.ع	–	۳۲غ
۹	آمل	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	۴.ع	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۰	آوج	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۱	احمدآباد–درودزن	۵۵	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۲	–	۳۸	–	۳۰	۲۰غ	–	۴.ع	–	۴.ع	۲۶	–
۱۲	احمدوند	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	–	۴.ع	–	۴.ع	۳۰	–
۱۳	اختحوان گلپایگان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۱۴	اراک	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	–	۴.ع	–	۴.ع	۳۰	–
۱۵	اردبیل	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۶	اردستان	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۳۵غ	۳۰	۱۲غ	–	۴.ع	–	۴.ع	–	۳۵غ
۱۷	اردکان–فارس	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۸	ارومیه	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۹	استور	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۲۰	اسداباد-بیرجند	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۰	–	۷۵	–	۷۵	–	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۲۱	اسکو	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲۲	اصفهان	–	۷۳غ	–	–	۸۱	–	۷۳	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۲۳	افراچال	–	۷۶غ	–	–	۸۶	–	۷۶	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۲۴	امام قیس	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۵۵	–	۴۰	۳۳غ	۳۰	۱۳غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۲۵	امین آباد	–	۶۵غ	–	۸۰ش	–	۵۳ش	۷۰	–	۶۷	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۶	انارک	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۲۷	اندیمشک*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۲۸	اهر	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۳۸	–	۳۰	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۲۶	–
۲۹	اهواز	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۳۰	اهواز-ملاثانی	–	۶۲غ	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	–	۴۰	–	۵۰	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۷۵	–
۳۱	ایرانشهر*	۶۵	۷۰غ	–	۴۵ش	۳۰	–	۳۰	–	۴۲	۴۰ش	۵۰	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۳۲	ایلام	–	۷۵	–	–	۸۳	–	۷۶	–	۷۰	–	۷۰	–	۵۸	–	۵۲	۳۰غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۴غ
۳۳	ایوانکی	–	۶۵غ	–	۸۰ش	–	۵۳ش	۷۰	–	۶۷	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	۲۰غ	۳۵	۱۵غ	–	ع.م	–	۵غ	۵۲	–
۳۴	بابل	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۳۵	بابلسر	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۳۶	باختران	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۳۷	باراندوزچای	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۷	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	۱۵غ	۳۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۲غ
۳۸	بار نیشابور	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۳۹	باغ ملک	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۴۰	بافت	–	۸۰غ	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۳	–	۷۵	–	۵۶	–	۳۶	–	۳۱	–	۳۲	–	۵۱	–
۴۱	بجستان	–	۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۴۲	بجنورد	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۴۳	بستان آباد	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۴۴	بم	–	۶۳غ	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۴۵	بندر انزلی	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۴۶	بمپور	۶۵	۷۰غ	–	۴۵ش	۳۰	–	۳۰	–	۴۲	۴۰ش	۵۰	–	۵۲	۲۰غ	۴۰	۱۵غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۴۷	بندر دیر *	–	۶۵غ–۸۰ش	۶۰	–	۴۵	–	۴۳	–	۴۵	–	۵۰	–	۵۰	۵۰غ	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۴۸	بندرعباس *	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۰ش	۴۲	۴۰ش	۴۷	۲۵غ	۳۷	۱۸غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۴۹	بندرلنگه *	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۵ش	۴۷	۱۵ش	۵۰	۴۵غ	۴۰	۱۵غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۵غ	–	۳۷غ
۵۰	بندر ماهشهر	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۱	بن سیدان *	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		شمالی شرقی ۳۰ درجه		شمال شرقی ۶۰ درجه		شرق		جنوب شرقی ۱۲۰ درجه		جنوب شرقی ۱۵۰ درجه		جنوب		جنوب غربی ۱۵۰ درجه		جنوب غربی ۱۲۰ درجه		غرب		شمال غربی ۶۰ درجه		شمال غربی ۳۰ درجه	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۵۲	بنکوه	–	۶۵غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	۴۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۳	بوشهر*	–	۶۲غ	–	۳۳ش	۳۰	۳۸ش	–	ع.م	۳۰	۲۵ش	۴۰	۵۵ش	۵۰	۵۲غ	۴۰	۰غ	۱۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۴	بوئین زهرا	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۵۵	بیاضه بیابانک	–	۶۲غ	۷۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۵۶	بی بالان	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۵۷	بیرجند	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۰	–	۷۵	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۰	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۵۸	بیجار	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۵۹	پارس اباد مغان	–	۶۵غ	–	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۵۲	–	۱۶غ	۲۵	۱۰غ	–		ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۶۰	پل زمانخان	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۶۱	پل کله	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۶۲	پیلمبرا	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۲۰	۳۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۶۳	تازه کند	–	۷۰غ	–	–	۷۶	–	۶۸	–	۶۵	–	۶۰	–	۵۸	–	۴۵	۱۵غ	۲۵	۱۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۶۴	تاشکویه کله گاه*	–	۶۳غ	۵۲	–	۳۶	–	۳۵	–	۳۶	–	۵۰	–	۴۲	۳۰غ	۳۵	۱۰غ	۱۲	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۶۵	تاکستان	–	۷۷غ	–	–	–	۸۵ش	۸۰	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۶۶	تبریز	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۶۷	تجریش	–	۶۳غ	۸۵	–	۷۰	–	۶۳	–	۶۲	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۳۰غ	۳۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۶۸	تربت حیدریه	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۵	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	–	۳۰	–	–	ع.م	–	ع.م	۴۰	–

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۶۹	تفرش	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	–	–	–	ع.م	–	۳۰
۷۰	تنگ پنج*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۷۱	تهران- پارک شهر	–	۷۰غ	–	۸۰ش	۷۵	–	۷۰	–	۶۷	–	۶۸	–	۶۰	–	۵۰	۲۰غ	۴۰	۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۷۲	تهران- دوشان تپه	–	۶۲غ	۷۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۲	–	۶۰	–	۴۰	۴۰ط	۲۲	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۷۳	تهران- سعدآباد	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	–	۲۰غ	۴۵	۲۰غ	۴۰	–	۴۲	–	۵۲	–
۷۴	تهران- مهرآباد	–	۶۵غ	–	۸۰ش	–	۵۳ش	۷۰	–	۶۷	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	۲۰غ	۳۵	۱۵غ	–	ع.م	–	۵غ	۵۲	–
۷۵	تهران- نارمک	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۳	–	۸۰	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۴۰غ	۴۰	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۷۶	تهران- نمایشگاه	–	۸۲غ	–	–	–	–	–	–	۸۲	–	۸۰	–	۷۰	–	۴۷	–	۳۲	–	۳۰	–	۳۰	–	۴۰	–
۷۷	جاسک*	–	۷۰ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۵۰	۱۰ش	۵۰	۳۵ش	۵۰	۷۰غ	۴۰	۴۵ط	–	ع.م	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۷۸	جزیره خارک*	–	۶۲غ	۳۰	۳۳ش	۳۰	۳۸ش	–	ع.م	۳۰	۲۵ش	۴۰	۵۵ش	۵۰	۵۲غ	۴۰	۰غ	۱۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۷۹	جزیره قشم	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۰ش	۴۲	۴۰ش	۴۷	۲۵غ	۳۷	۱۸غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۸۰	جلفا	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۲غ
۸۱	جیرفت*	–	۶۳غ	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۵۰	–	۵۵	–	۵۰	۵۰غ	۳۰	۲۵غ	۲۰	۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۸۲	چابهار*	–	۷۰ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۳۵	۳۵ش	۴۰	۷۰ش	۴۵	۵۵غ	۳۷	۲۵غ	۲۰	۱۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۸۳	چغارت	–	۶۲غ	۷۰	–	۵۷	–	۵۲	–	۵۴	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۰	۱۷غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۸۴	چناران	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۸۵	حاجی‌آباد-بندرعباس*	–	۶۳غ	۵۲	–	۳۶	–	۳۵	–	۳۶	–	۵۰	–	۴۲	۳۰غ	۳۵	۱۰غ	۱۲	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویه سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۸۶	حجت آباد- پیشکوه	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۸۷	حمیدیه	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	–	–	۳۲غ
۸۸	حنا	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۸۹	خاش	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۴۰	–	۲۰	–	–	ع.م	–	ع.م	۲۰	–
۹۰	خرم آباد	-	۸۰غ	-	-	-	۷۰ش	۸۰	–	۷۲	–	۶۷	-	۵۲	–	۴۵	۴۰غ	۴۰	۲۰غ	۳۰	-	–	–	۲۰غ	۵۰غ
۹۱	خرم اباد تنکابن	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۴۷غ
۹۲	خرمشهر	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۳۲غ
۹۳	خشکه داران	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۴۷غ
۹۴	خفر	–	۶۷غ	–	۶۵ش	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۲۵غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۶غ	۳۶غ
۹۵	خوانسار	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۲	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	–	–
۹۶	خور بیابانک	–	۶۲غ	۷۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۳۲غ
۹۷	خوی	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۵۲غ
۹۸	داراب	–	۶۳غ	۶۷	–	۵۲	–	۵۰	–	۵۲	–	۶۰	–	۵۰	۴۸غ	۴۵	۲۰غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۳۳غ
۹۹	داشبند بوکان	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	ع.م	۴۶غ
۱۰۰	دامغان	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	–	ع.م	۴۲غ
۱۰۱	دامنه فریدن	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۰۲	دره تخت	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۰۳	درگز	–	۷۱غ	–	–	–	۶۲ش	۶۷	–	۶۵	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۰۴	درود	–	۷۳غ	–	–	۸۱	–	۷۳	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	۳۰غ	۵۰	۳۰غ	۳۰	۲۱غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۳غ
۱۰۵	دزفول*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۰۶	دشت ناز	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۱۵غ	۴۶غ
۱۰۷	ده صومعه	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۱۰۸	دیهوک	–	۷۱غ	۸۸	–	۷۶	–	۷۰	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۳۰غ	۳۲	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۱۰۹	ذوب آهن اصفهان	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۱۰	رامسر	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۱۱۱	رامهرمز	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۱۲	رشت	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۱۱۳	رودبار	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۲۰	۳۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۱۴	زابل	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۵	–	۴۲	–	۴۷	–	۶۰	–	۵۰	–	۴۰	۱۵غ	۲۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۱۵	زاهدان	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۴۰	–	۲۰	–	–	ع.م	–	ع.م	۲۰	–
۱۱۶	زردگل سرخ آباد	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۰	–	۵۵	–	۴۷	–	۴۵	–	۵۰	–	۷۰	–
۱۱۷	زنجان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۵	۱۵غ	۳۷	–	۳۵	–	–	۳۰غ	–	۶۰غ
۱۱۸	ساوه	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۱۹	سبزوار	–	۶۵غ	–	–	۷۳	–	۷۶	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۲۰	سپیددشت	–	۶۲غ	۷۶	–	۶۲	–	۵۵	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۵	۱۵غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۲۱	سراب	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۱۲۲	سراوان	–	۷۰غ	۵۶	–	۴۵	–	۴۲	–	۵۰	–	۵۵	–	۵۰	–	۴۰	۲۰غ	۲۲	۱۵غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۱۲۳	سرخس	–	۶۳غ	–	۸۰ش	–	۵۰ش	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۰غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۱۲۴	سرکت تجن	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۲۵	سقز	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۱۲۶	سمنان	–	۶۵غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۲۷	سنگ تراش	–	۷۳غ	–	–	۸۱	–	۷۳	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	۳۰غ	۵۰	۳۰غ	۳۰	۲۱غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۳غ
۱۲۸	سنگ سوراخ	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۱۲۹	سنندج	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۱۳۰	سوباشی	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۳۱	شاهرود	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۱۵غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۳۲	شبانکاره	–	۶۳غ	–	۶۰ش	۵۰	–	۴۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۵۰	۷۰غ	۳۰	۳۰غ	۲۰	۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۱۳۳	شمس آباد	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۳۴	شمعون*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۳۵	شوش*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۳۶	شوشتر*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۳۷	شهرکرد	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۳۸	شیراز	–	۷۲غ	–	۸۰ش	–	۵۰ش	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۶غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۳۹	شیرگاه	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۴۰	شیروان– بروجرد	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۴۱	طبس	–	۶۲غ	۷۰	–	۵۵	–	۵۰	–	۵۲	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۰	۳۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۴۲	طرق کرتیان	–	۸۳غ	–	–	–	–	۸۰ج	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۱۴۳	عباس آباد– قم	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۴۴	عدل	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۴۵	فردوس	–	۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۴۶	فسا	–	۶۷غ	–	۶۵ش	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۲۵غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۶غ	–	۳۶غ
۱۴۷	فومن	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۱۴۸	فیروزآباد– خلخال	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۵	۱۵غ	۳۷	–	۳۵	–	–	۳۰غ	–	۶۰غ
۱۴۹	قائم شهر	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۵۰	قائن	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۰	–	۷۵	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۰	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۱۵۱	قرآن تانار	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۵۲	قره آغاج	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۲	–	۵۰	–	۳۵	–	۳۰	–	۳۳	–	۵۰	–
۱۵۳	قزوین	–	۷۷غ	–	–	–	۸۵ش	۸۰	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ

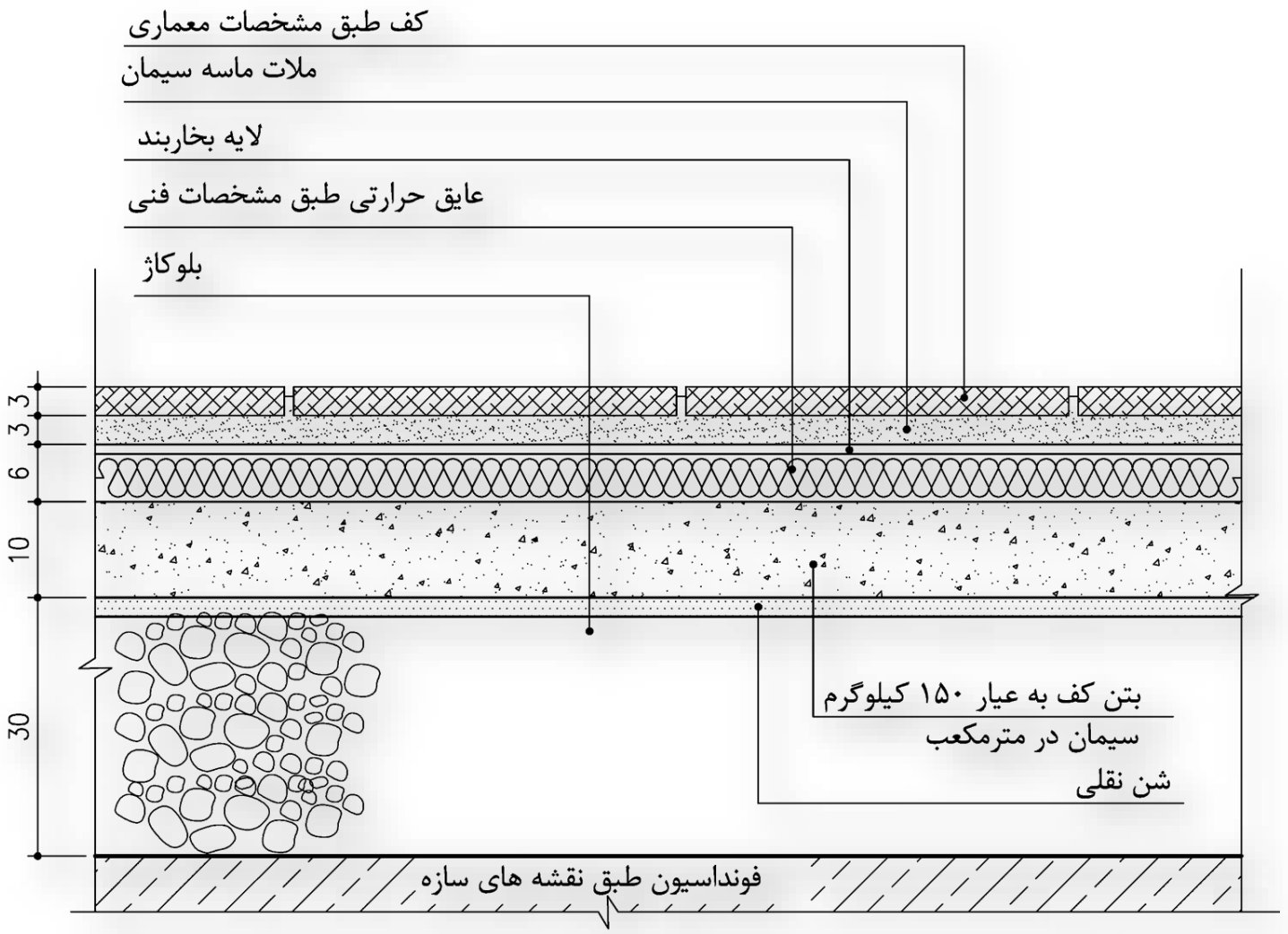
ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۵۴	قصر شیرین	–	۶۲غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۵۵	–	۵۷	–	۵۰	۳۰غ	۴۰	۲۰غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۵۵	قطورچای	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۲غ
۱۵۶	قم	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۵۷	قمشه	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۵۸	قوچان	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	–	۸۴غ
۱۵۹	کازرون	–	۶۳غ	–	۶۰ش	۵۰	–	۴۲	–	۵۰	–	۶۰	–	۵۰	۷۰غ	۳۰	۳۰غ	۲۰	۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۳غ
۱۶۰	کاشان	–	۶۷	۸۳	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۶غ
۱۶۱	کاشمر		۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۶۲	کرمان	–	۸۰غ	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۴۵	–	۳۱	–	–	ع.م	–	ع.م	۳۵	–
۱۶۳	کرند	–	۷۸غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۰	–	۵۹	–	۴۵	۳۰غ	۴۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۱۶۴	کره سنگ	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ
۱۶۵	کشف رود	–	۷۰غ	–	–	۷۵	–	۷۰	–	۷۰	–	۷۲	–	۶۰	–	۴۰	–	۳۵	۱۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۱۶۶	کوتیان صفی‌آباد*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۶۷	گتوند*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۶۸	گچساران	–	۶۲غ	۷۳	–	۶۹	–	۵۳	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۲۰غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۶۹	گرگان	–	۶۱غ	۸۲	–	۷۰	–	۵۶	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۵	۱۵غ	۴۰	۱۲غ	۲۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۷۰	گرگان- آشتیان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۶۰	–	۴۳	–	۴۰	–	۴۳	–	۵۵	–

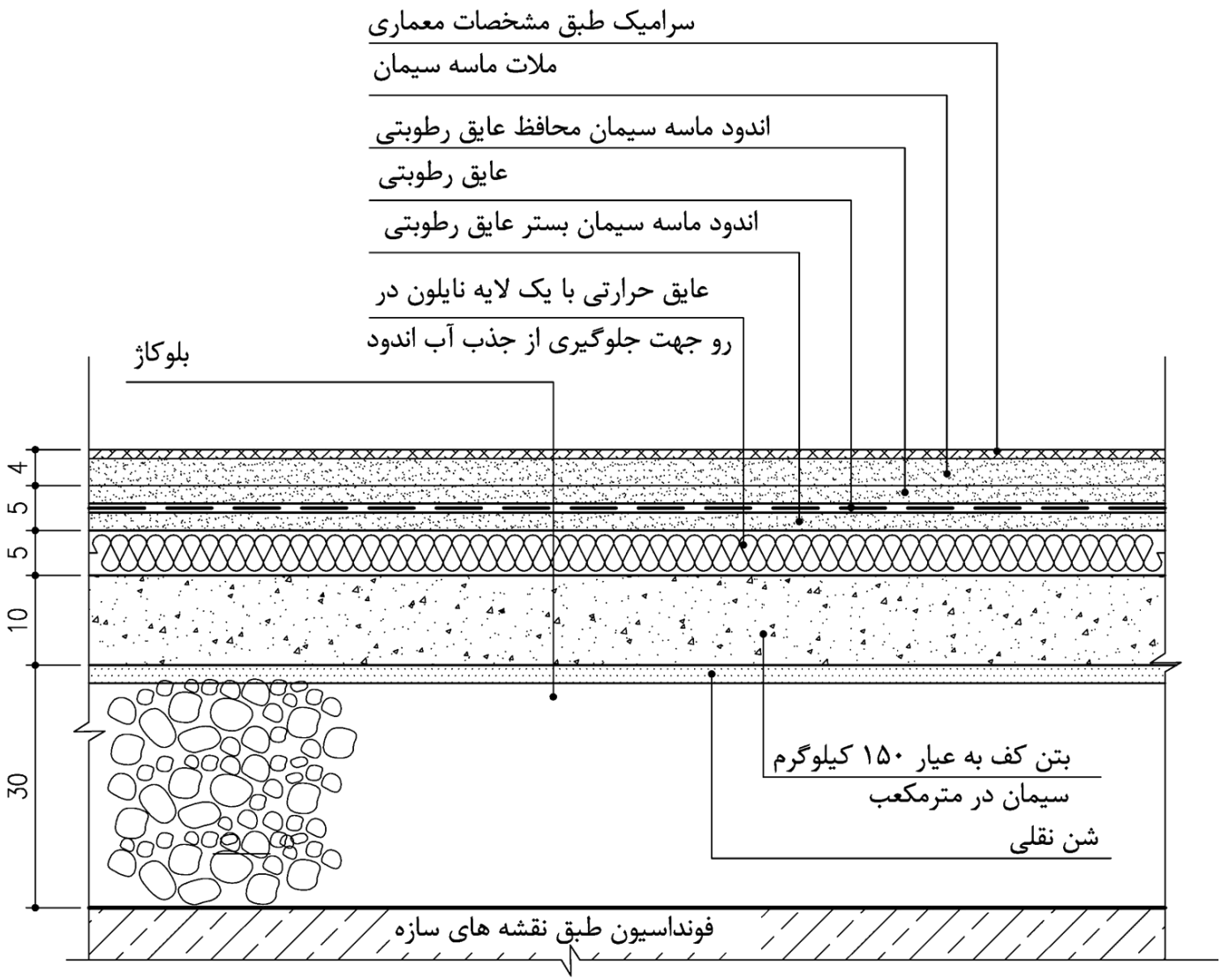
ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۷۱	گرمسار- داوراباد	–	۶۵غ	۸۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۱۷۲	گلمکان	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	–	۸۴غ
۱۷۳	گناباد	–	۷۲غ	–	–	۸۲	–	۷۵	–	۷۲	–	۷۲	–	۶۵	–	۴۳	–	۱۷	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۷۴	گنبد قابوس	–	۶۱غ	۸۰	–	۷۳	–	۵۶	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۱۷۵	گرگین-خیر	–	۷۲غ	–	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۷۶	گوشه نهاوند	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۱۷۷	لار- پلور	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۷۸	لار-فارس	–	۶۵غ	–	۶۰ش	۵۵	–	۵۰	–	۵۵	–	۶۰	–	۵۰	–	۴۳	۲۰غ	۳۵	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۱۷۹	لاهیجان	–	۷۷غ	–	–	۸۶	–	۷۷	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۳	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۷غ
۱۸۰	لتیان	۶۰	–	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۵	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۰	–	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	–
۱۸۱	لردگان	۵۵	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۲	–	۳۸	–	۳۰	۲۰غ	–	ع.م	–	ع.م	۲۶	–
۱۸۲	لیقوان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۱۸۳	ماکو	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۲غ
۱۸۴	مراغه	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۱۸۵	مرند	–	۸۲غ	–	–	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۲غ
۱۸۶	مرودشت	–	۷۲غ	–	۸۰ش	–	۵۰ش	۷۲	–	۷۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۴۰غ	۳۰	۱۶غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۲غ
۱۸۷	مسجدسلیمان	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ

ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۱۸۸	مشهد	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	–	۳۰	–	۸۴غ
۱۸۹	مشیران	–	۷۱غ	–	–	۸۰	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۲	–	۵۵	–	۴۰	۳۳غ	۳۰	۱۳غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۱۹۰	ملایر	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	–	–	۵۳غ
۱۹۱	موچان	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۹۲	مهاباد	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۱۹۳	مهرگرد	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۱۹۴	میاندوآب	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۱۹۵	میانه	–	۷۶غ	–	–	۸۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۶غ
۱۹۶	میرجاوه	–	۷۳غ	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–	۴۰	–	۲۰	–	–	ع.م	–	ع.م	۲۰	–
۱۹۷	میمه	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۱۹۸	میناب*	–	۶۵ط	–	۴۰ش	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	۲۰ش	۴۲	۴۰ش	۴۷	۲۵غ	۳۷	۱۸غ	۲۰	۸غ	–	ع.م	–	۱۰غ	–	۴۰غ
۱۹۹	نائین	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۳۵غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۲۰۰	نجف آباد	–	۸۰غ	–	–	–	–	۸۶	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	–	ع.م	–	۵۰غ
۲۰۱	نطنز	–	۸۲غ	–	–	–	–	–	–	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۳۵	–	–	ع.م	۳۰	–	۵۲	–
۲۰۲	نوراباد ممسنی	–	۶۲غ	۷۰	–	۶۵	–	۵۱	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	۴۵غ	۳۸	۱۵غ	۱۸	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۰۳	نوژیان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲۰۴	نوشهر	–	۷۶غ	–	–	۸۵	–	۷۲	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۰	–	۴۰	۲۶غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	۱۵غ	–	۴۶غ

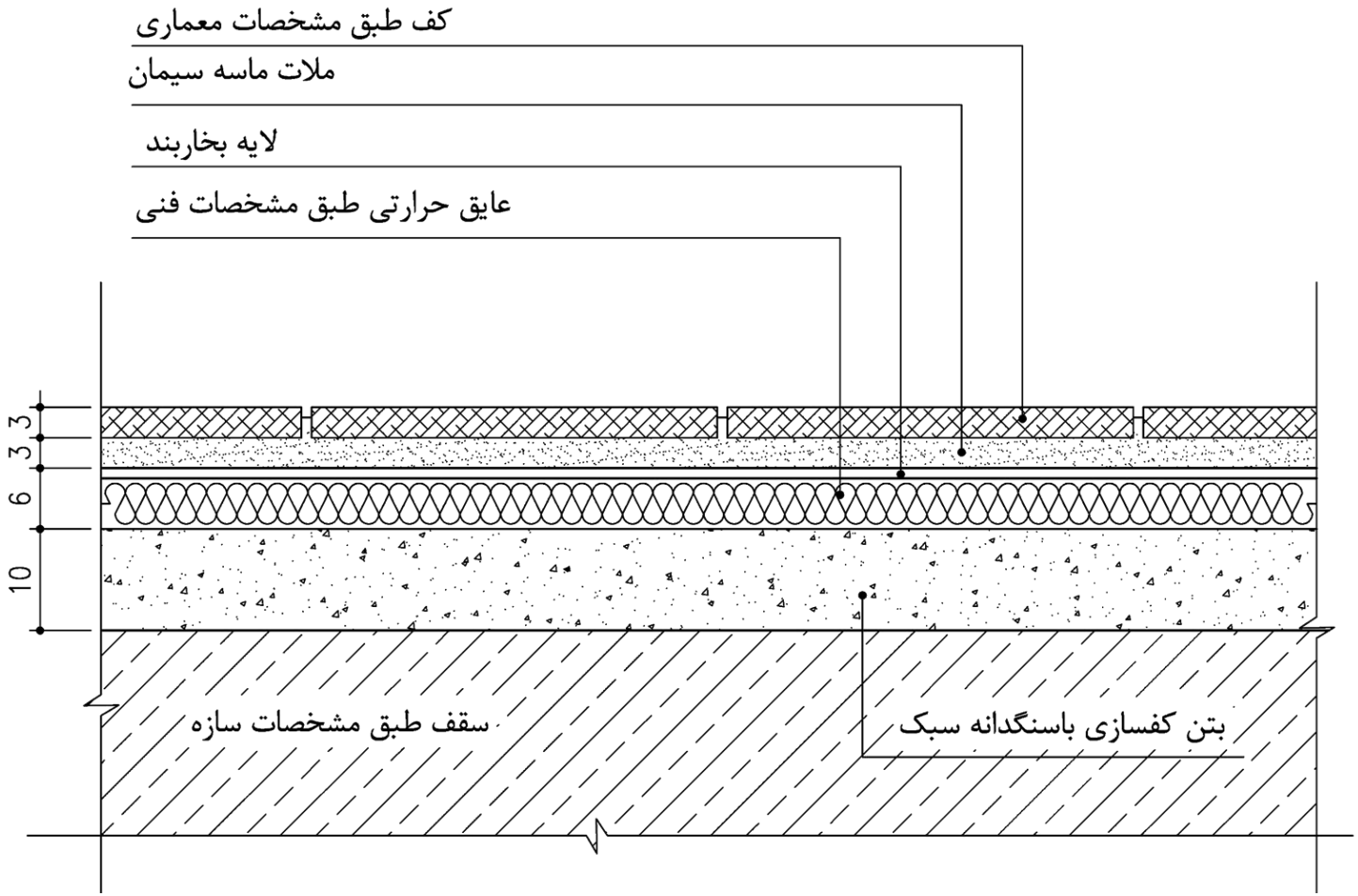
ردیف	جهت پنجره	شمال		۳۰ درجه شمالی شرقی		۶۰ درجه شمال شرقی		شرق		۱۲۰ درجه جنوب شرقی		۱۵۰ درجه جنوب شرقی		جنوب		۱۵۰ درجه جنوب غربی		۱۲۰ درجه جنوب غربی		غرب		۶۰ درجه شمال غربی		۳۰ درجه شمال غربی	
	زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
۲۰۵	نیریز	–	۷۲غ	–	۸۰ش	۷۶	–	۷۲	–	۷۱	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	۲۵غ	۳۰	۱۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۴۰غ
۲۰۶	نیشابور	–	۸۳غ	–	–	–	–	–	۸۰ج	۸۰	–	۷۵	–	۶۵	–	۵۰	–	۴۰	–	۳۰	–	۳۰	۳۰	–	–	۸۴غ
۲۰۷	ورامین	–	۶۱غ	–	۷۵ش	–	۴۳ش	۶۰	–	۶۱	–	۶۵	–	۵۵	–	۴۰	۳۰غ	۳۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۲۰۸	ورزنه	–	۶۶غ	۸۲	–	۷۲	–	۷۰	–	۶۵	–	۶۸	–	۶۰	–	۴۰	۳۵غ	۳۰	۱۲غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ
۲۰۹	ولدآباد	–	۷۷غ	–	–	–	۸۰ش	۸۱	–	۷۶	–	۷۲	–	۶۵	–	۵۰	۳۰غ	۲۲	–	–	ع.م	–	ع.م	۳۰	–
۲۱۰	هفت تپه*	–	۶۲غ	۶۰	–	۴۷	–	۴۵	–	۴۵	–	۵۰	–	۴۵	۲۰غ	۳۰	۱۸غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۱۱	همدان–نوژه	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	۸۵	–	۸۰	–	۷۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۸	۲۰غ	۳۰	–	–	۲۳غ	–	۵۳غ
۲۱۲	همگین	۸۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۰غ	۸۰	–	۵۵	–	۴۰	۲۵غ	۳۴	–	۳۵	–	۵۰	–
۲۱۳	همند–ابسرد	۶۰	–	–	–	–	–	۸۲	–	۷۶	–	۷۵	–	۶۵	–	۴۰	–	۲۰	–	–	ع.م	–	ع.م	۲۵	–
۲۱۴	هوتن	–	۶۱غ	۸۰	–	۷۳	–	۵۶	–	۵۲	–	۵۵	–	۵۰	–	۳۵	۲۰غ	۲۰	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۱غ
۲۱۵	هویزه	–	۶۲غ	۵۶	–	۴۱	–	۳۷	–	۴۰	–	۵۰	–	۵۰	۳۰غ	۳۵	۱۵غ	۱۵	۱۰غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۲غ
۲۱۶	یزد	–	۶۶غ	۷۸	–	۶۵	–	۶۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۶۰	–	۴۰	۳۰غ	۲۵	۱۵غ	–	ع.م	–	ع.م	–	۳۵غ

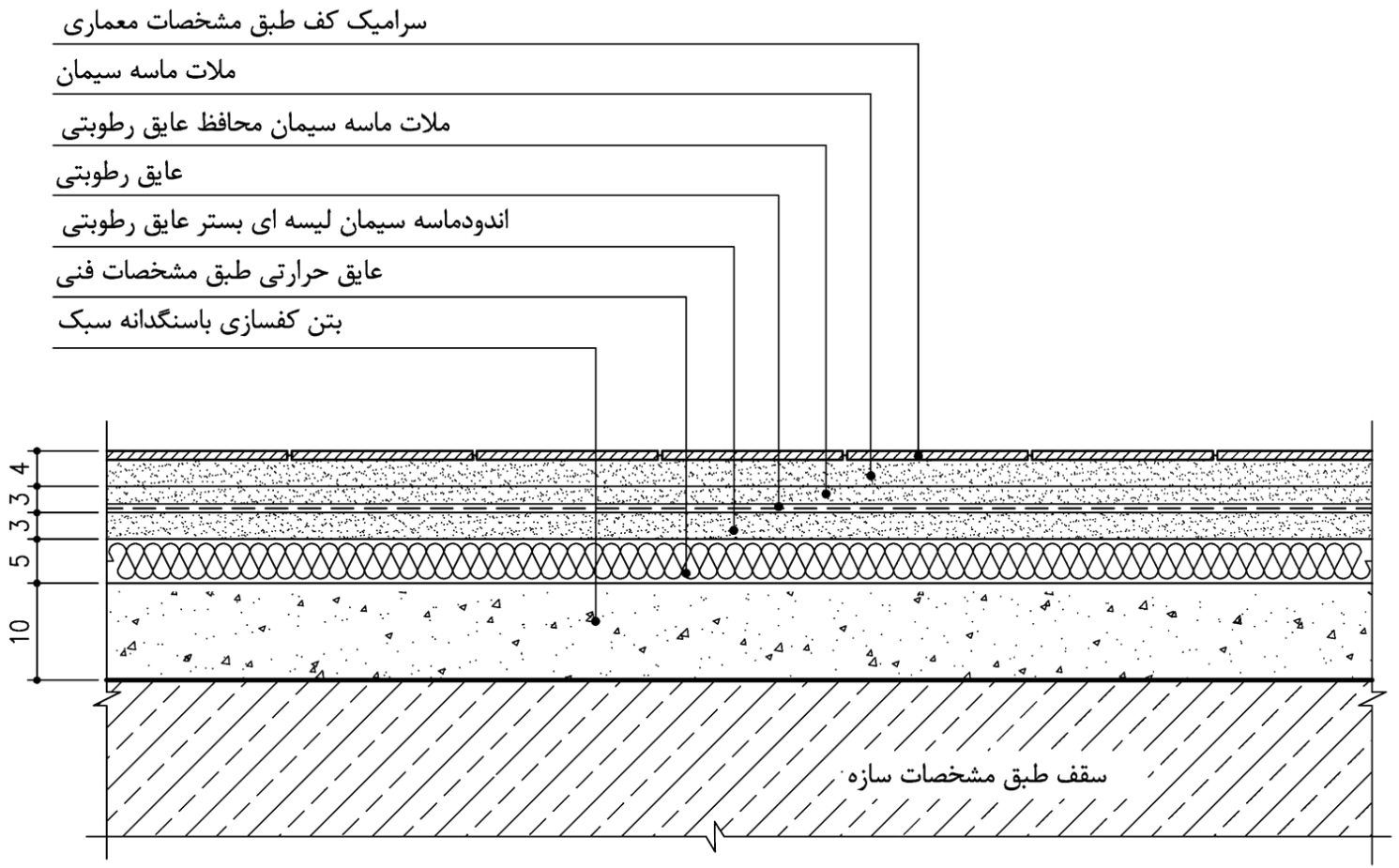
عایق کاری حرارتی در کف مجاور خاک

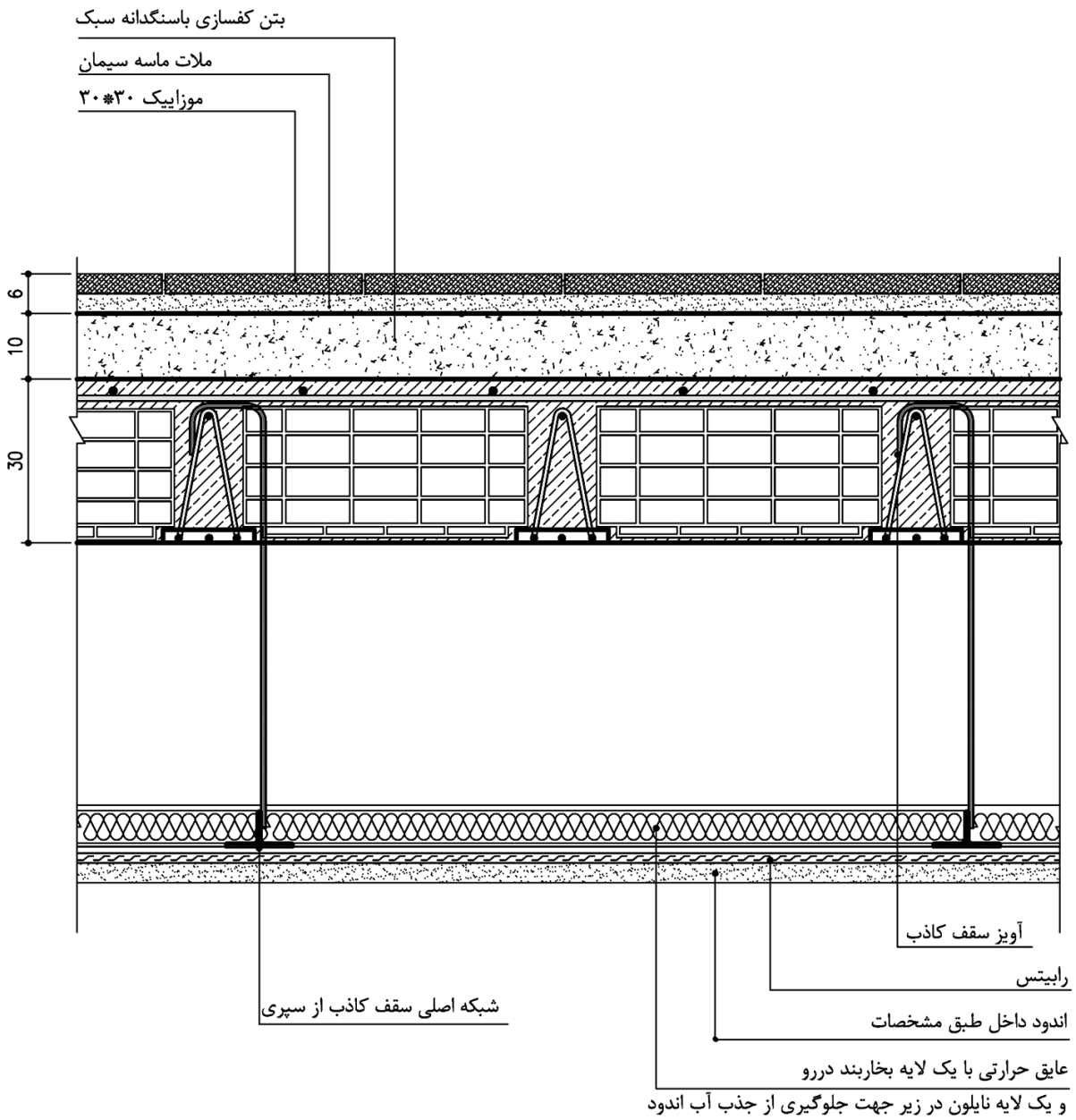

کف طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
لایه بخاربند
عایق حرارتی طبق مشخصات فنی
بلوکاژ
3
3
6
10
30
بتن کف به عیار ۱۵۰ کیلوگرم
سیمان در مترمکعب
شن نقلی
فونداسیون طبق نقشه های سازه

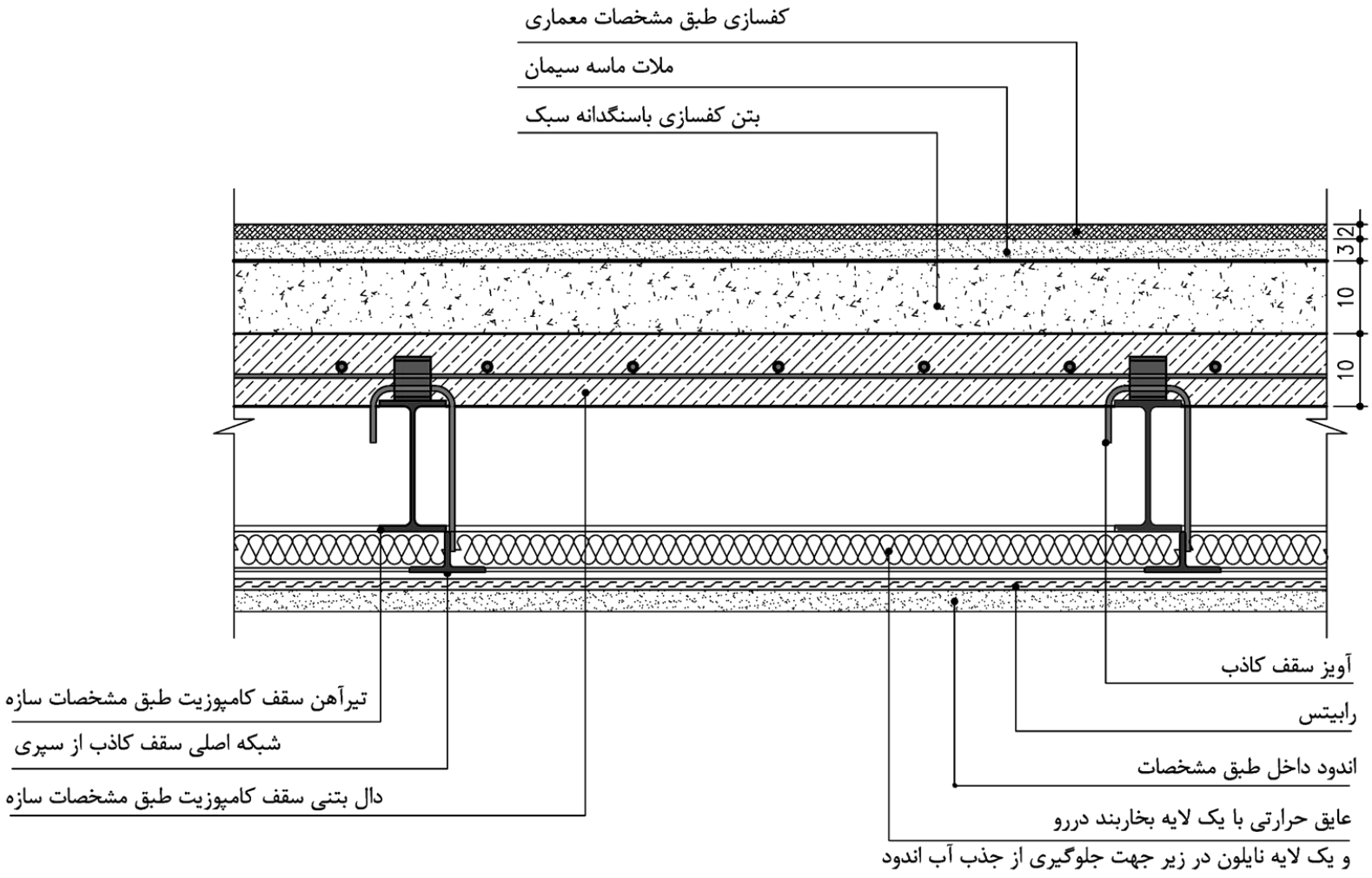

سرامیک طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
اندود ماسه سیمان محافظ عایق رطوبتی
عایق رطوبتی
اندود ماسه سیمان بستر عایق رطوبتی
عایق حرارتی با یک لایه نایلون در
رو جهت جلوگیری از جذب آب اندود
بلوکاژ
4
5
5
10
30
بتن کف به عیار ۱۵۰ کیلوگرم
سیمان در مترمکعب
شن نقلی
فونداسیون طبق نقشه های سازه

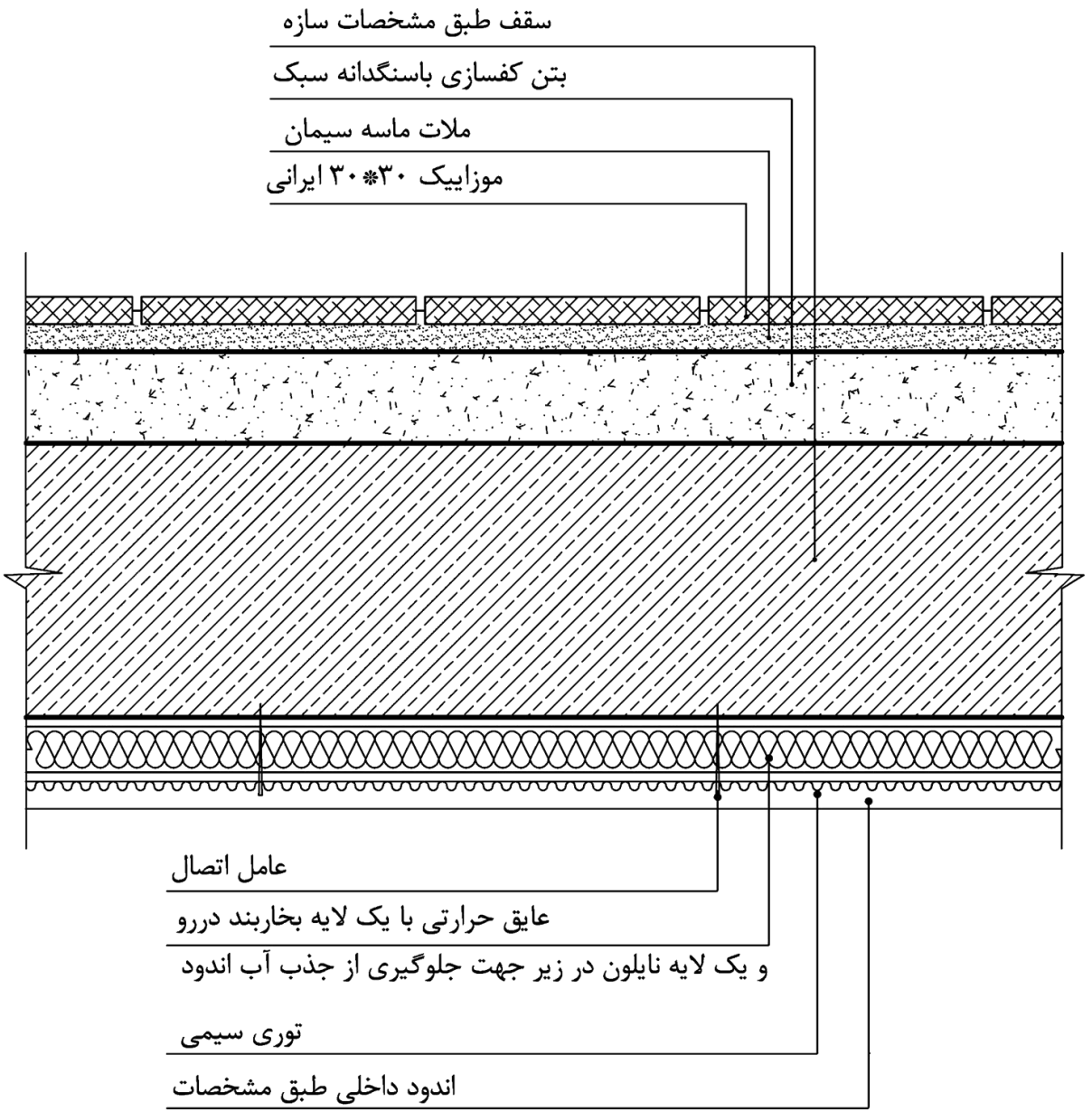
عایق کاری حرارتی در کف مجاور فضاهای کنترل نشده


کف طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
لایه بخاربند
عایق حرارتی طبق مشخصات فنی
3
3
6
10
سقف طبق مشخصات سازه
بتن کفسازی باسنگدانه سبک


سرامیک کف طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
ملات ماسه سیمان محافظ عایق رطوبتی
عایق رطوبتی
اندودماسه سیمان لیسه ای بستر عایق رطوبتی
عایق حرارتی طبق مشخصات فنی
بتن کفسازی باسنگدانه سبک
4
3
3
5
10
سقف طبق مشخصات سازه


بتن کفسازی باسنگدانه سبک
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰
6
10
30
آویز سقف کاذب
رابیتس
اندود داخل طبق مشخصات
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند دررو
و یک لایه نایلون در زیر جهت جلوگیری از جذب آب اندود
شبکه اصلی سقف کاذب از سپری

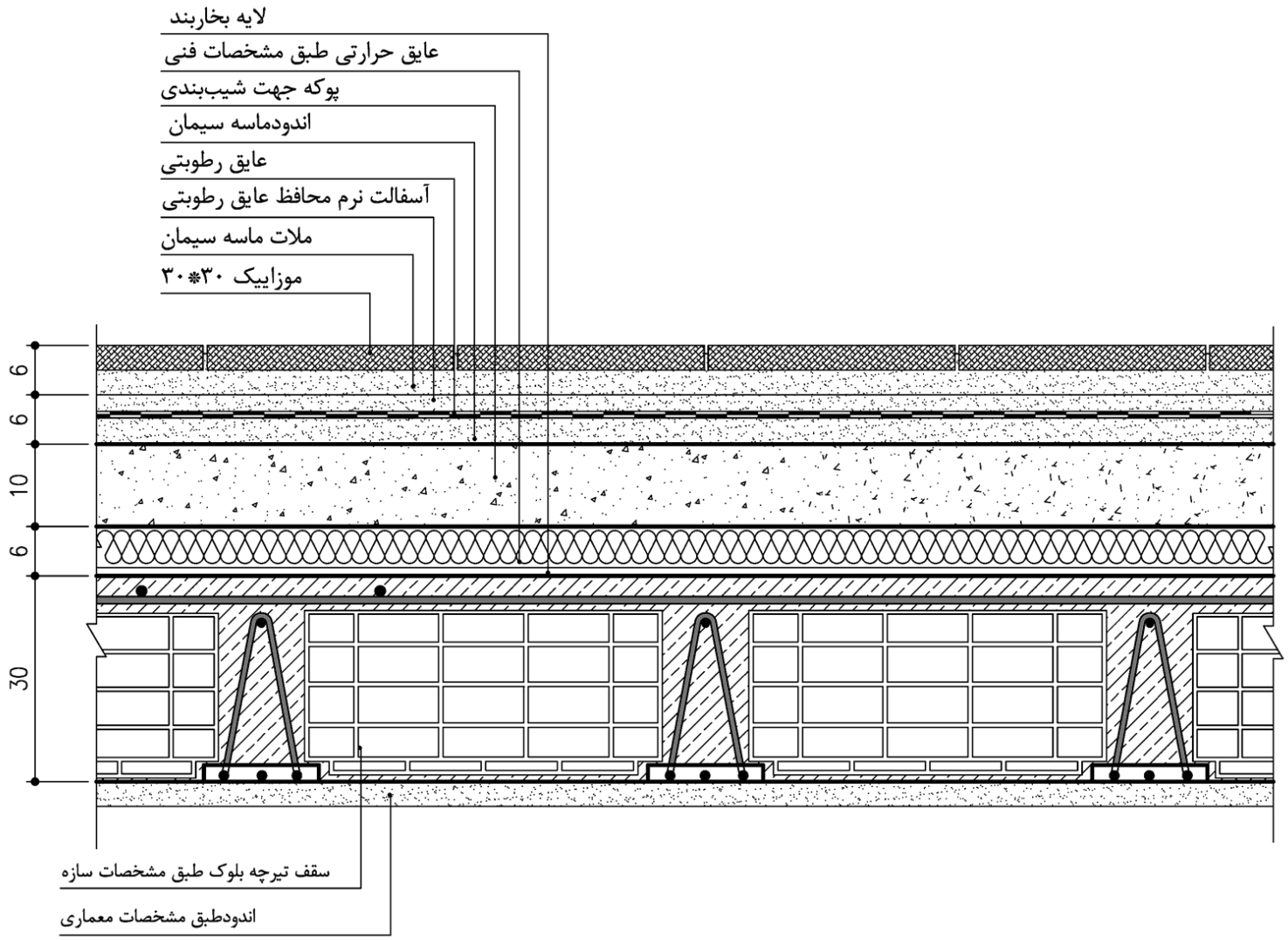

کفسازی طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
بتن کفسازی باسنگدانه سبک
2
3
10
10
آویز سقف کاذب
رابیتس
اندود داخل طبق مشخصات
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند دررو
و یک لایه نایلون در زیر جهت جلوگیری از جذب آب اندود
تیرآهن سقف کامپوزیت طبق مشخصات سازه
شبکه اصلی سقف کاذب از سپری
دال بتنی سقف کامپوزیت طبق مشخصات سازه

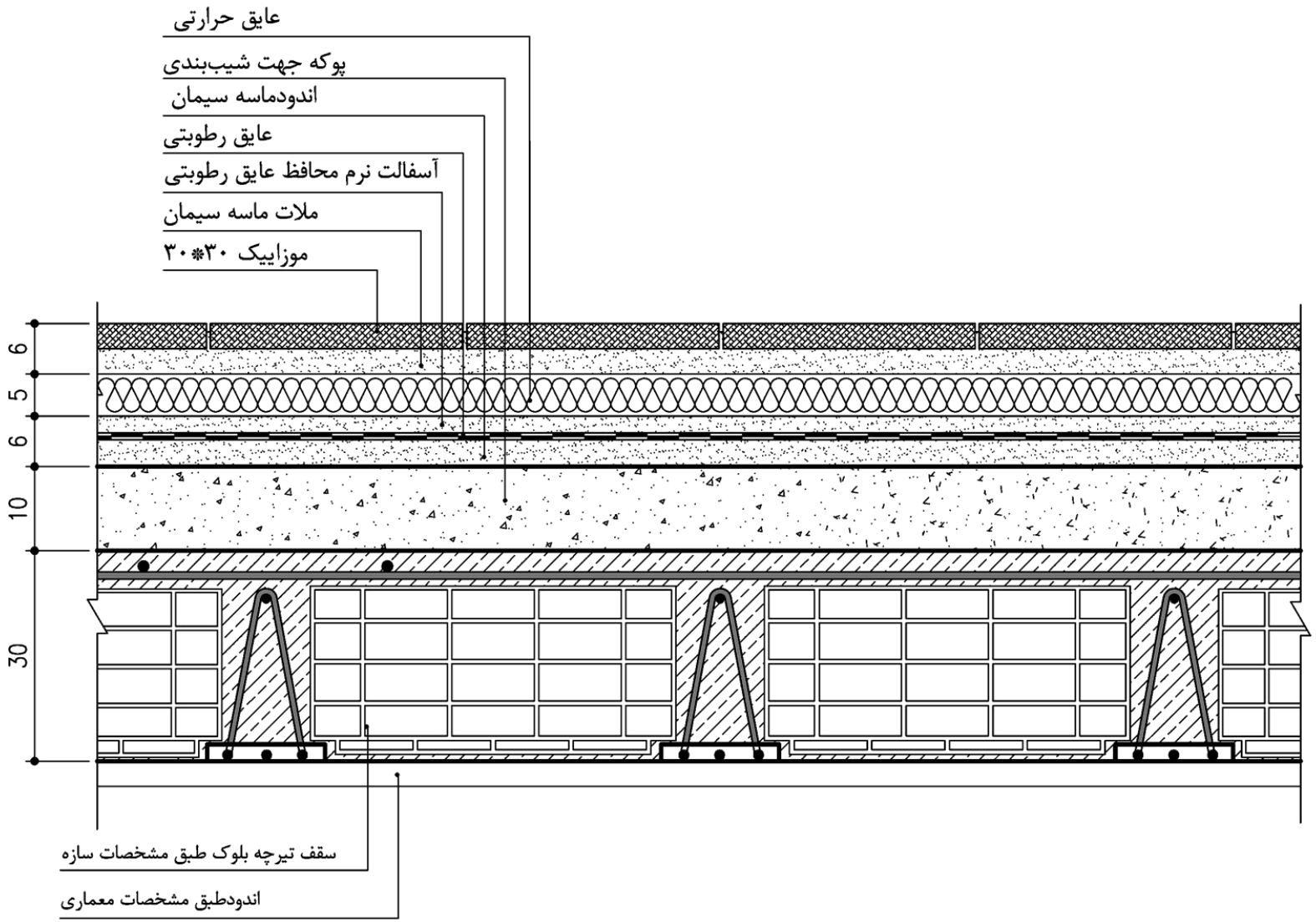

سقف طبق مشخصات سازه
بتن کفسازی باسنگدانه سبک
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰ ایرانی
عامل اتصال
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند دررو
و یک لایه نایلون در زیر جهت جلوگیری از جذب آب اندود
توری سیمی
اندود داخلی طبق مشخصات

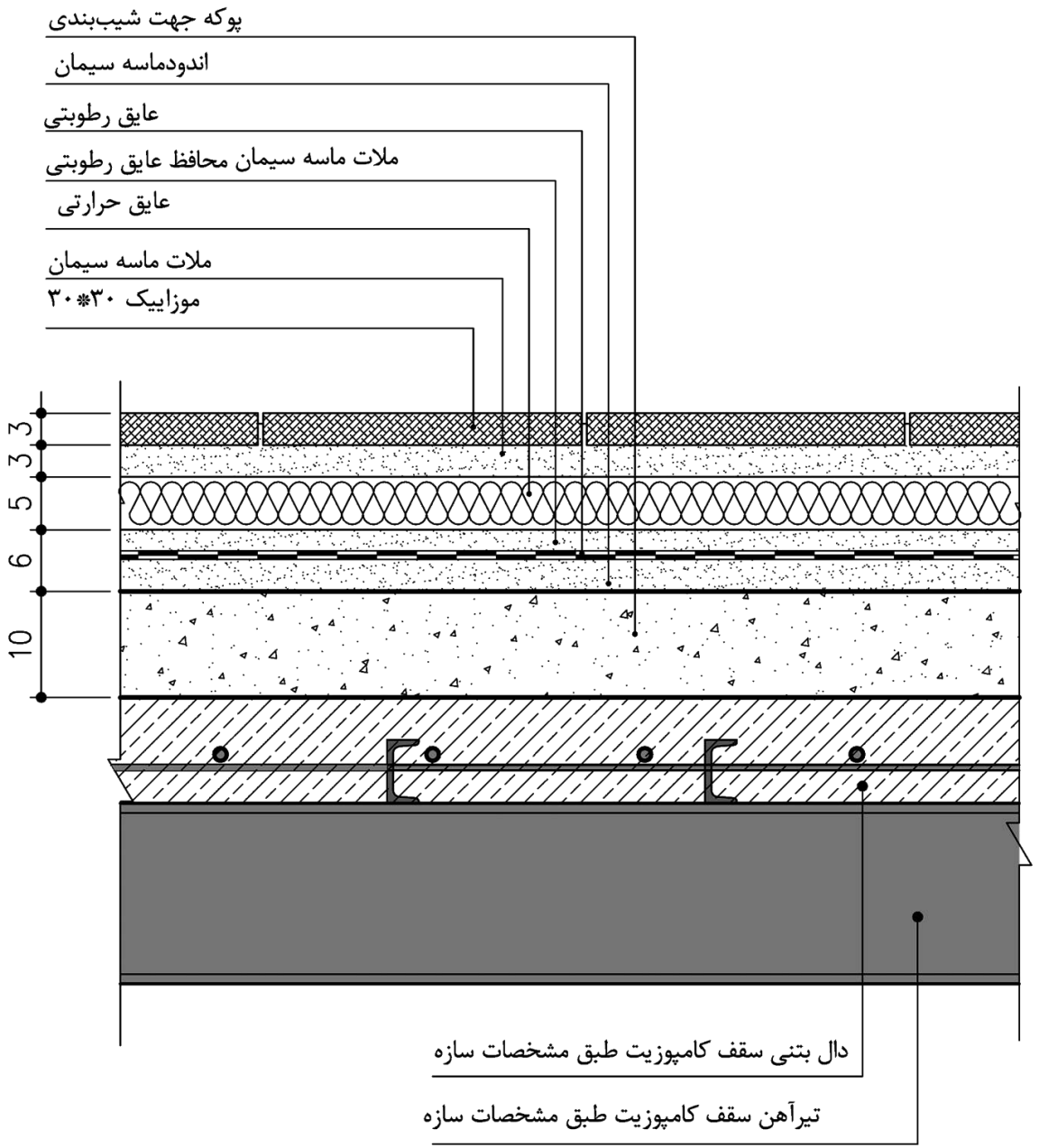
عایق کاری حرارتی در بام

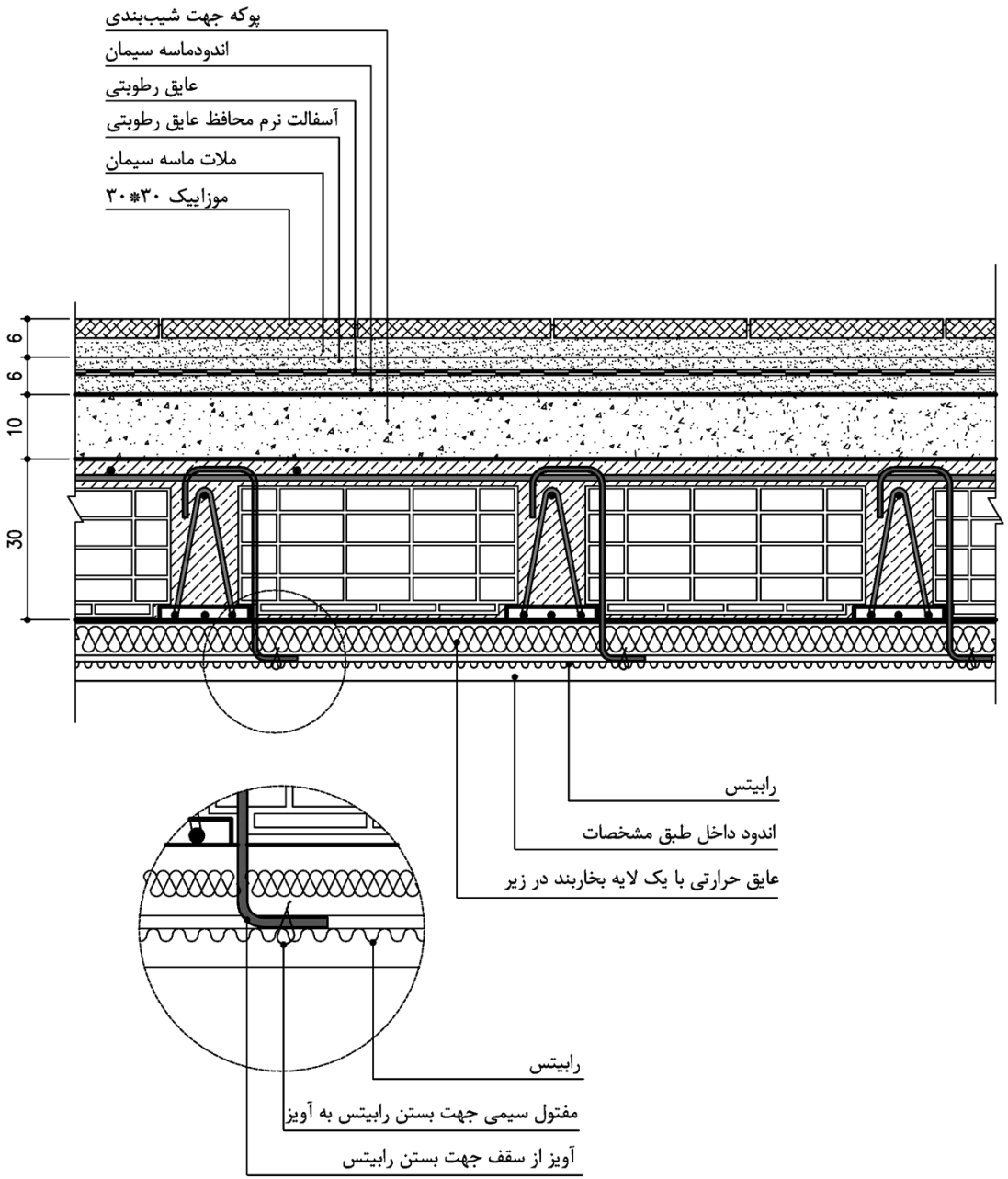
7 12:34

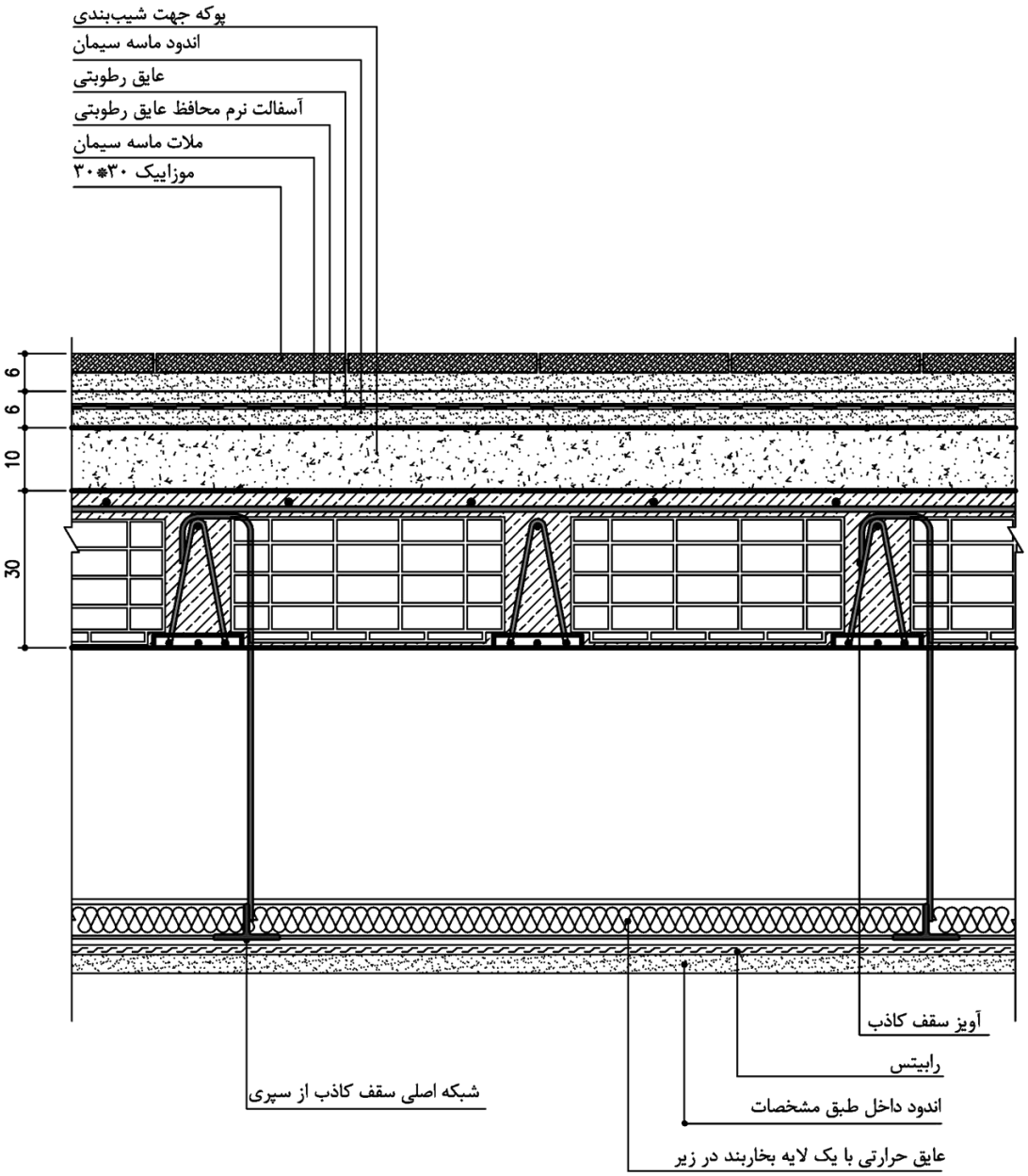
7 12:35

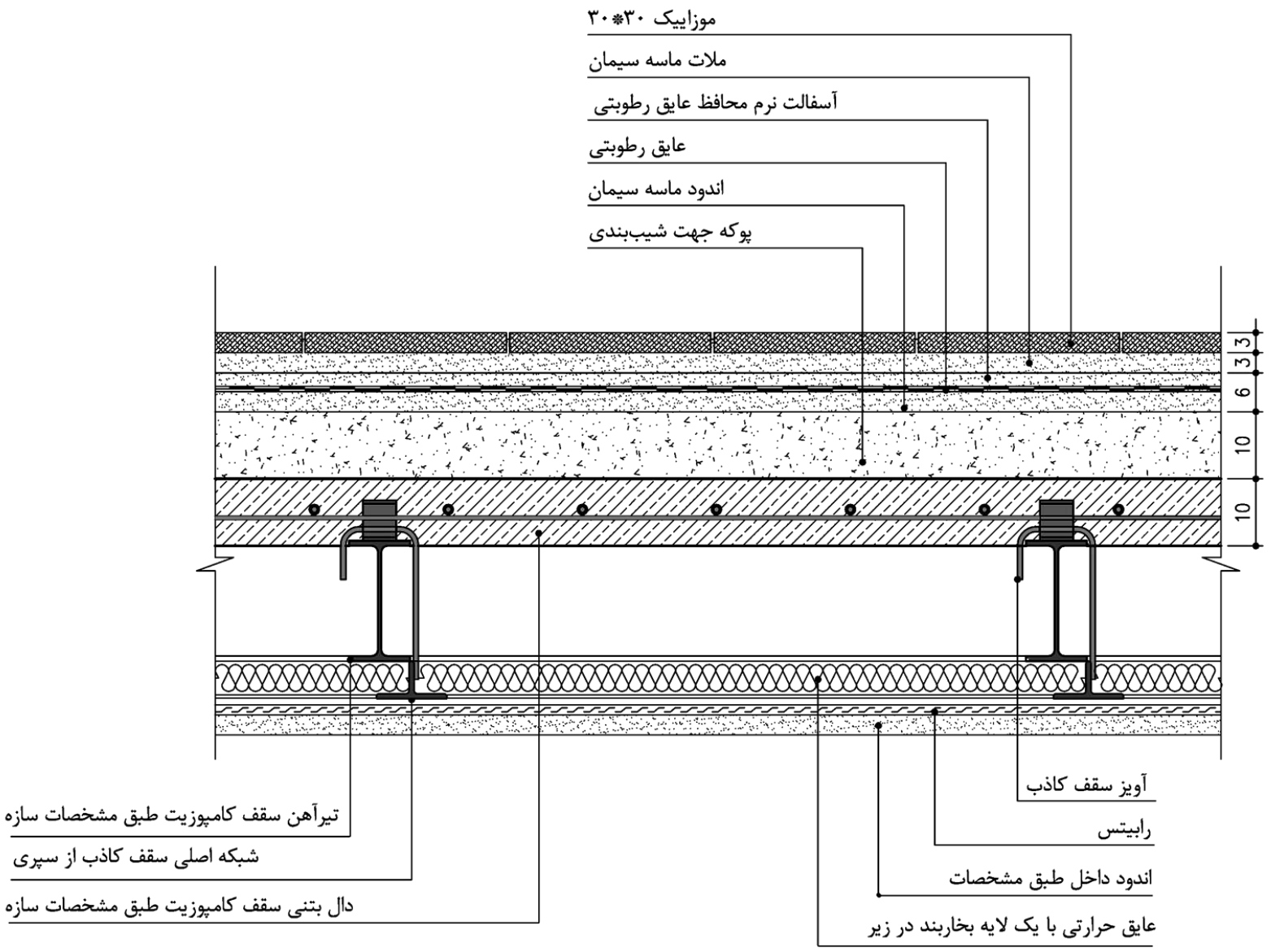

لایه بخاربند
عایق حرارتی طبق مشخصات فنی
پوکه جهت شیب‌بندی
اندودماسه سیمان
عایق رطوبتی
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰
6
6
10
6
30
سقف تیرچه بلوک طبق مشخصات سازه
اندودطبق مشخصات معماری


عایق حرارتی
پوکه جهت شیب‌بندی
اندودماسه سیمان
عایق رطوبتی
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰
6
5
6
10
30
سقف تیرچه بلوک طبق مشخصات سازه
اندودطبق مشخصات معماری


پوکه جهت شیب‌بندی
اندودماسه سیمان
عایق رطوبتی
ملات ماسه سیمان محافظ عایق رطوبتی
عایق حرارتی
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰
3
3
5
6
10
دال بتنی سقف کامپوزیت طبق مشخصات سازه
تیرآهن سقف کامپوزیت طبق مشخصات سازه

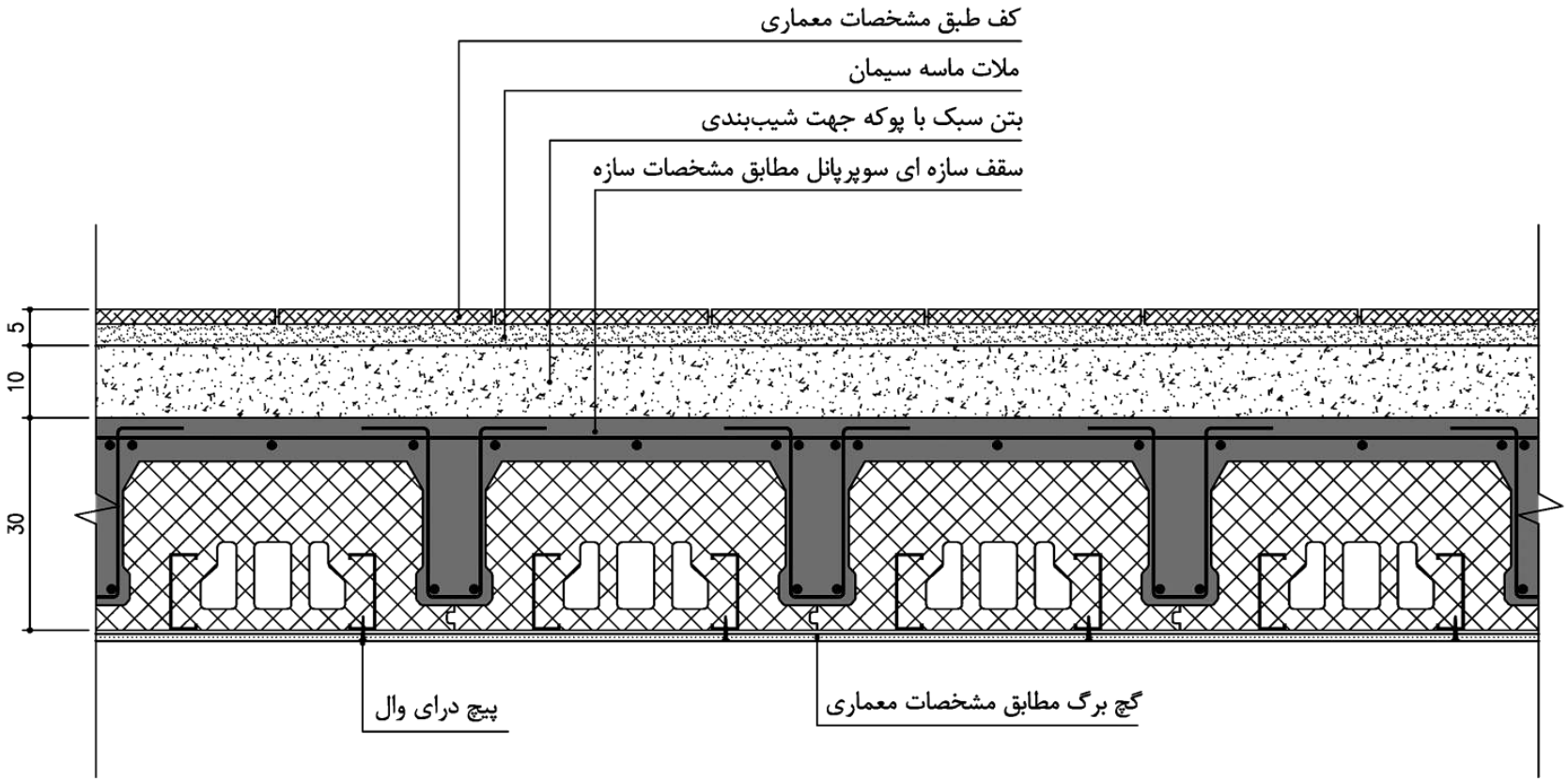

پوکه جهت شیب‌بندی
اندودماسه سیمان
عایق رطوبتی
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰
6
6
10
30
رابیتس
اندود داخل طبق مشخصات
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در زیر
رابیتس
مفتول سیمی جهت بستن رابیتس به آویز
آویز از سقف جهت بستن رابیتس

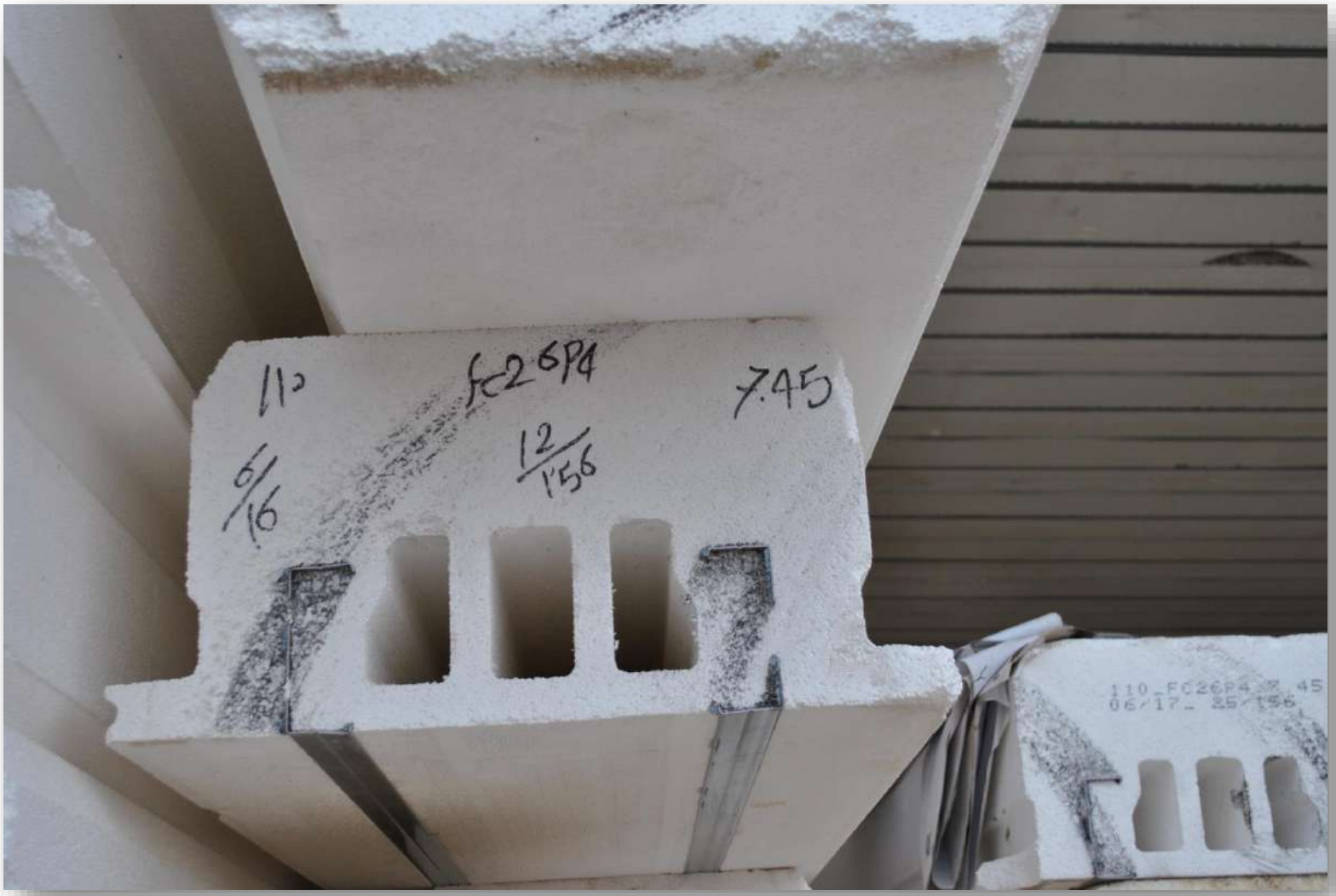

پوکه جهت شیب‌بندی
اندود ماسه سیمان
عایق رطوبتی
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
ملات ماسه سیمان
موزاییک ۳۰*۳۰
6
6
10
30
آویز سقف کاذب
رابیتس
اندود داخل طبق مشخصات
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در زیر
شبکه اصلی سقف کاذب از سپری

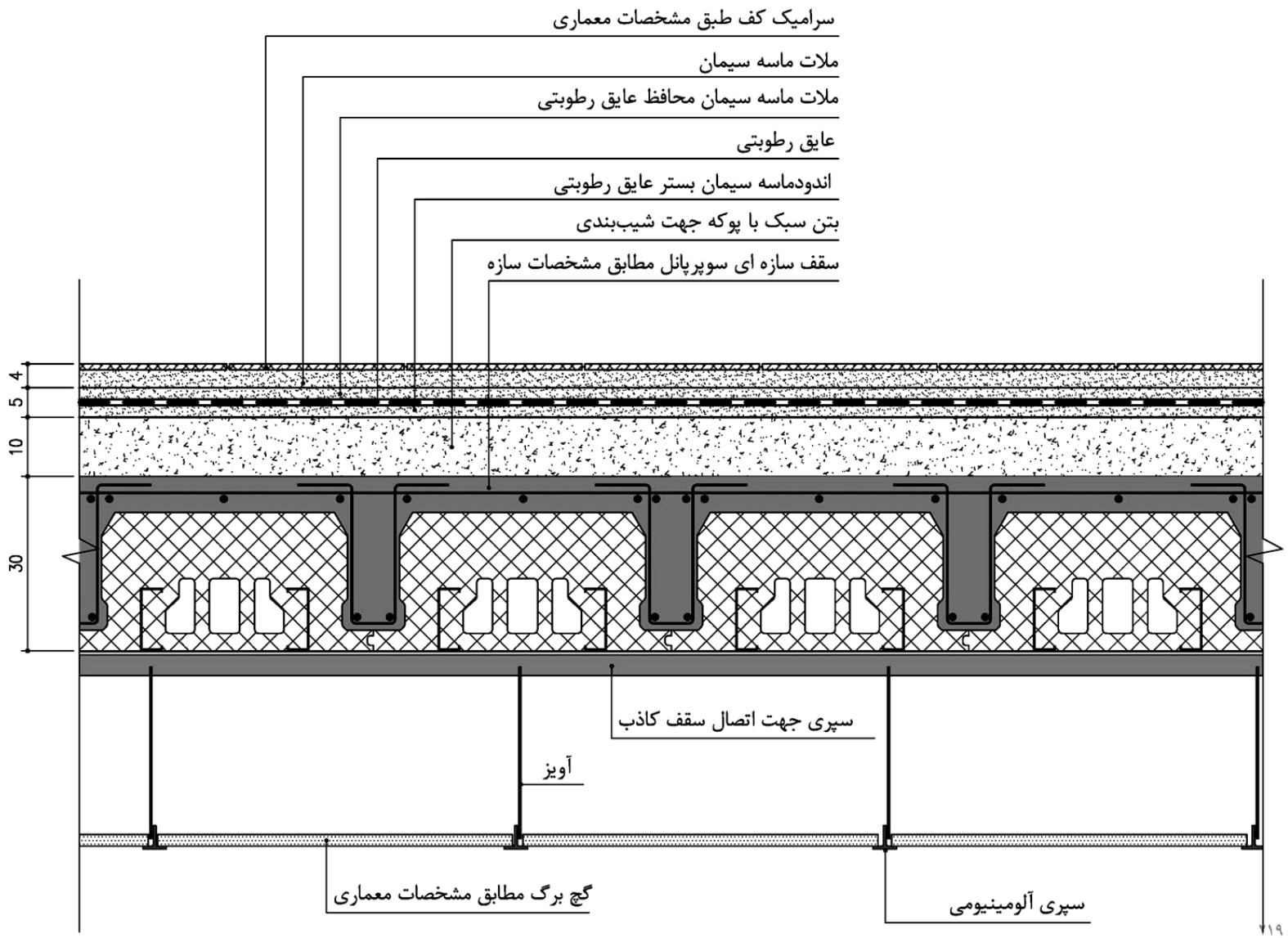

موزاییک ۳۰*۳۰
ملات ماسه سیمان
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
عایق رطوبتی
اندود ماسه سیمان
پوکه جهت شیب‌بندی
3
3
6
10
10
آویز سقف کاذب
رابیتس
اندود داخل طبق مشخصات
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در زیر
تیرآهن سقف کامپوزیت طبق مشخصات سازه
شبکه اصلی سقف کاذب از سپری
دال بتنی سقف کامپوزیت طبق مشخصات سازه

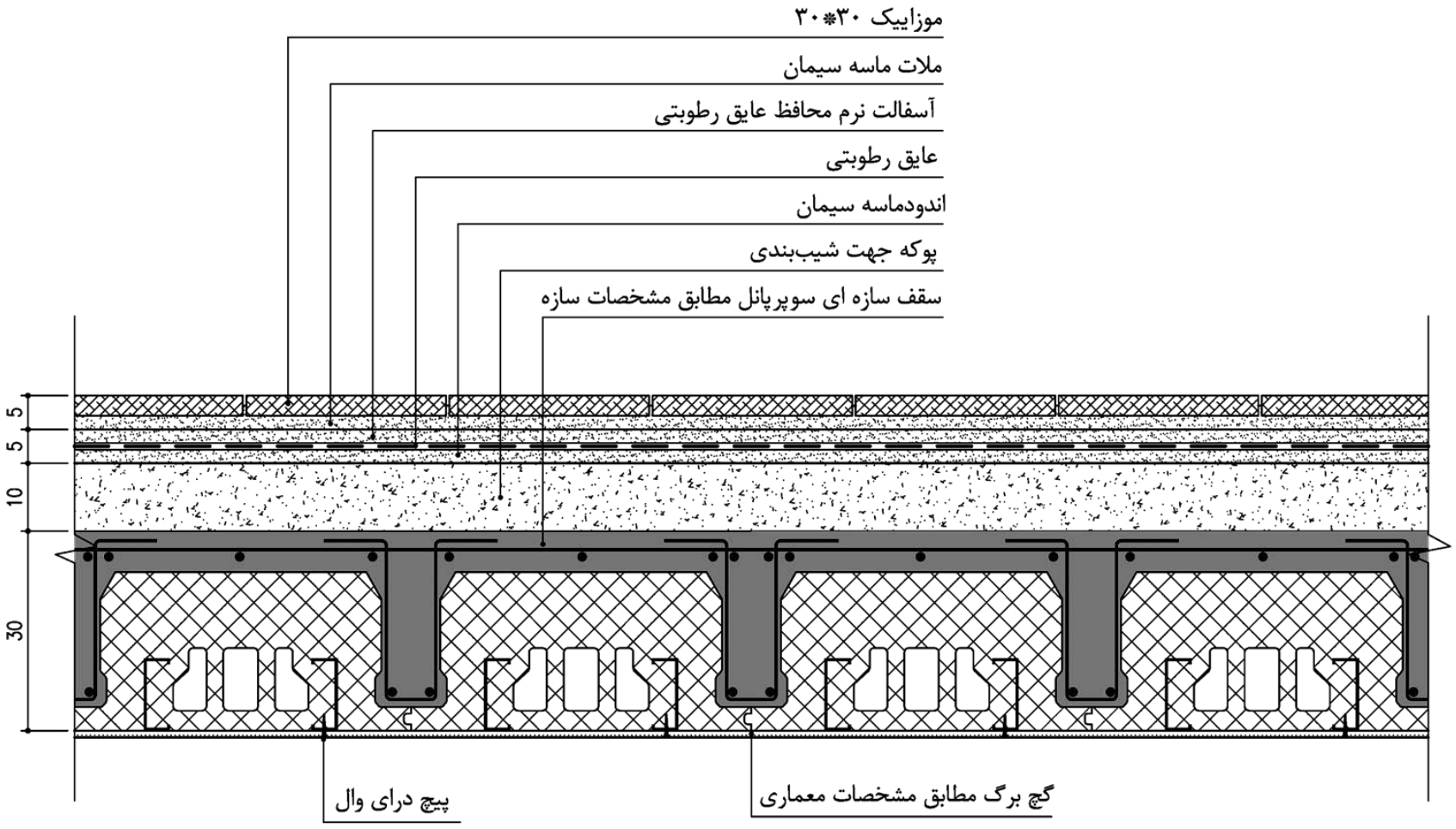
2007/01/13 12:29

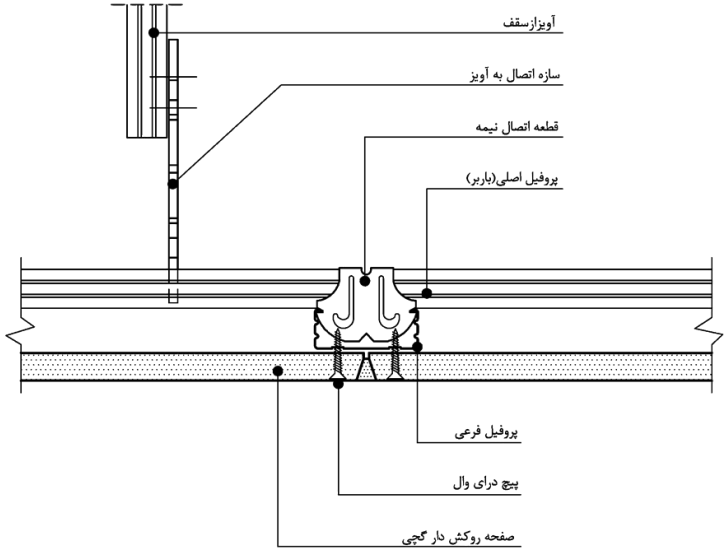
2007/01/13 12:29

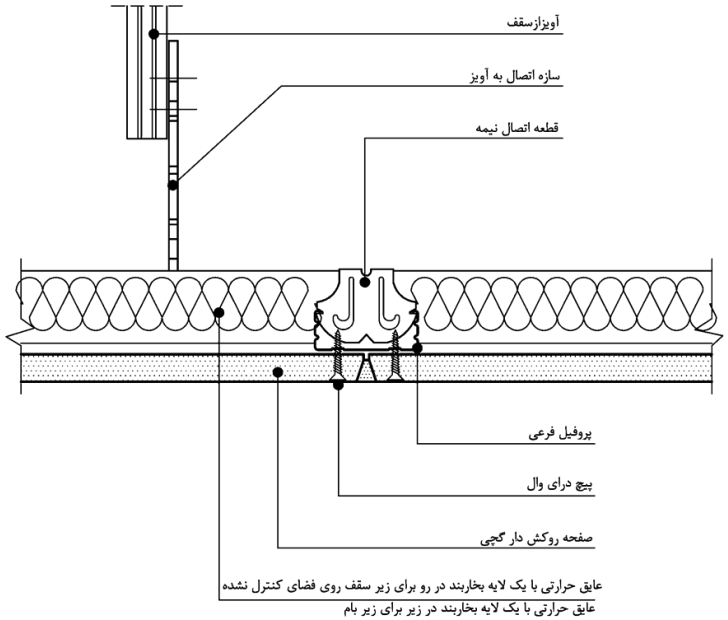

کف طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
بتن سبک با پوکه جهت شیب‌بندی
سقف سازه ای سوپرپانل مطابق مشخصات سازه
5
10
30
پیچ درای وال
گچ برگ مطابق مشخصات معماری

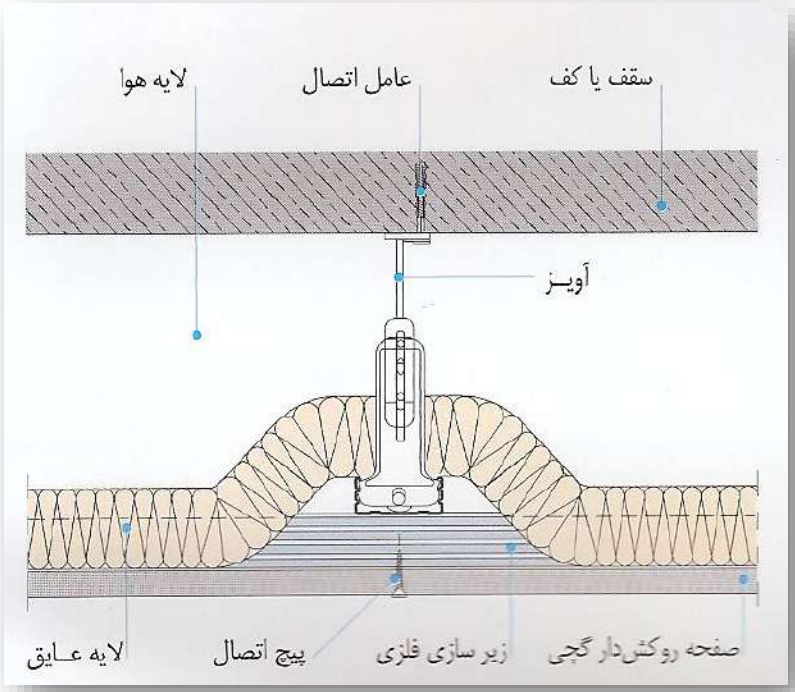

110
FC26P4
7.45
6/16
12/156

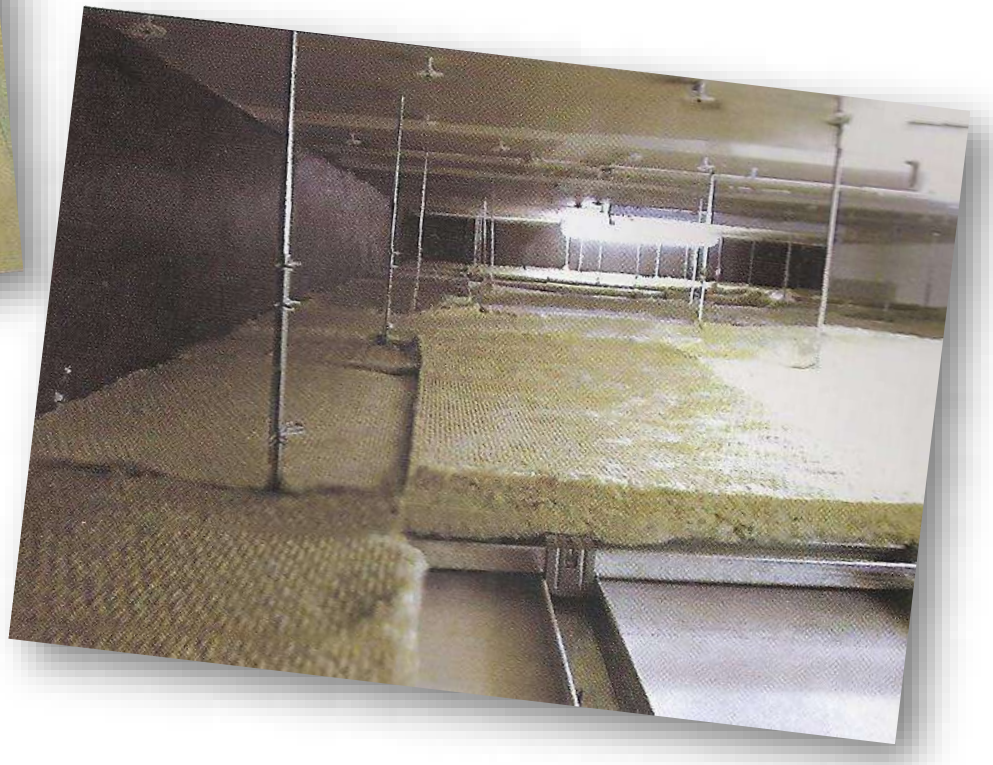

سرامیک کف طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
ملات ماسه سیمان محافظ عایق رطوبتی
عایق رطوبتی
اندودماسه سیمان بستر عایق رطوبتی
بتن سبک با پوکه جهت شیب‌بندی
سقف سازه ای سوپرپانل مطابق مشخصات سازه
4
5
10
30
سپری جهت اتصال سقف کاذب
آویز
گچ برگ مطابق مشخصات معماری
سپری آلومینیومی

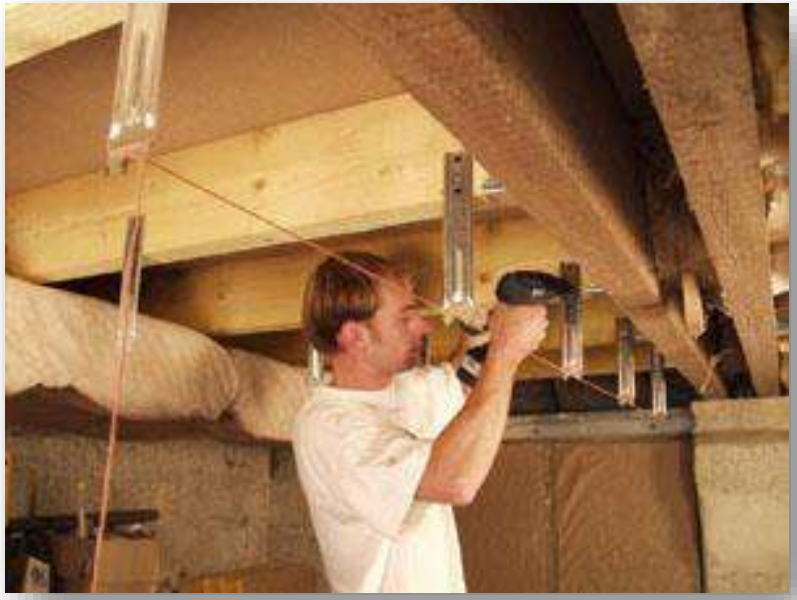

موزاییک ۳۰*۳۰
ملات ماسه سیمان
آسفالت نرم محافظ عایق رطوبتی
عایق رطوبتی
اندودماسه سیمان
پوکه جهت شیب‌بندی
سقف سازه ای سوپرپانل مطابق مشخصات سازه
5
5
10
30
پیچ درای وال
گچ برگ مطابق مشخصات معماری


آویزازسقف
سازه اتصال به آویز
قطعه اتصال نیمه
پروفیل اصلی(باربر)
پروفیل فرعی
پیچ درای وال
صفحه روکش دار گچی

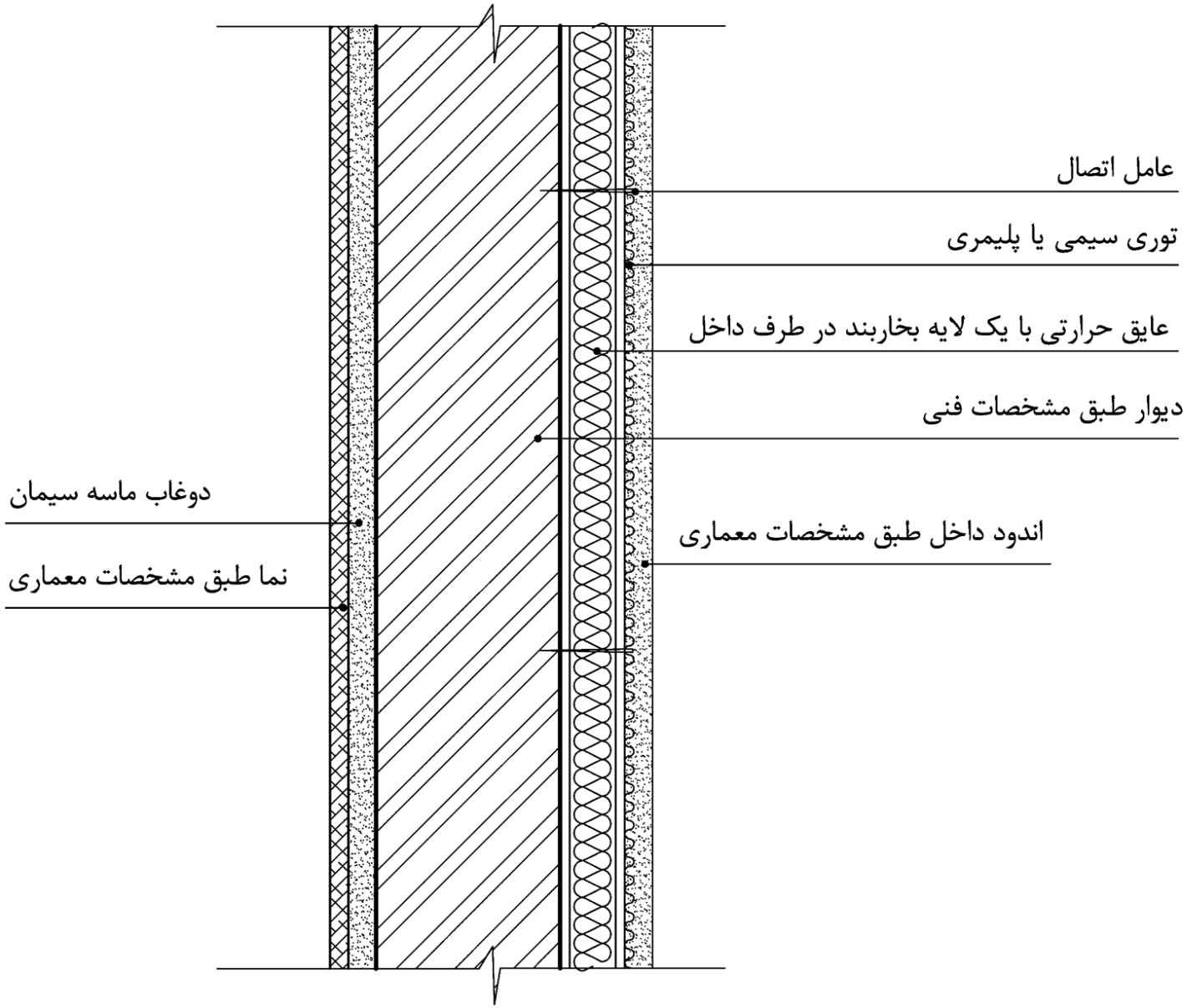

آویزازسقف
سازه اتصال به آویز
قطعه اتصال نیمه
پروفیل فرعی
پیچ درای وال
صفحه روکش دار گچی
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در رو برای زیر سقف روی فضای کنترل نشده
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در زیر برای زیر بام


لایه هوا
عامل اتصال
سقف یا کف
آویـز
لایه عـایق
پیچ اتصال
زیر سازی فلزی
صفحه روکش‌دار گچی





عایق کاری حرارتی دیوار
از داخل


عامل اتصال
توری سیمی یا پلیمری
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در طرف داخل
دیوار طبق مشخصات فنی
اندود داخل طبق مشخصات معماری
دوغاب ماسه سیمان
نما طبق مشخصات معماری

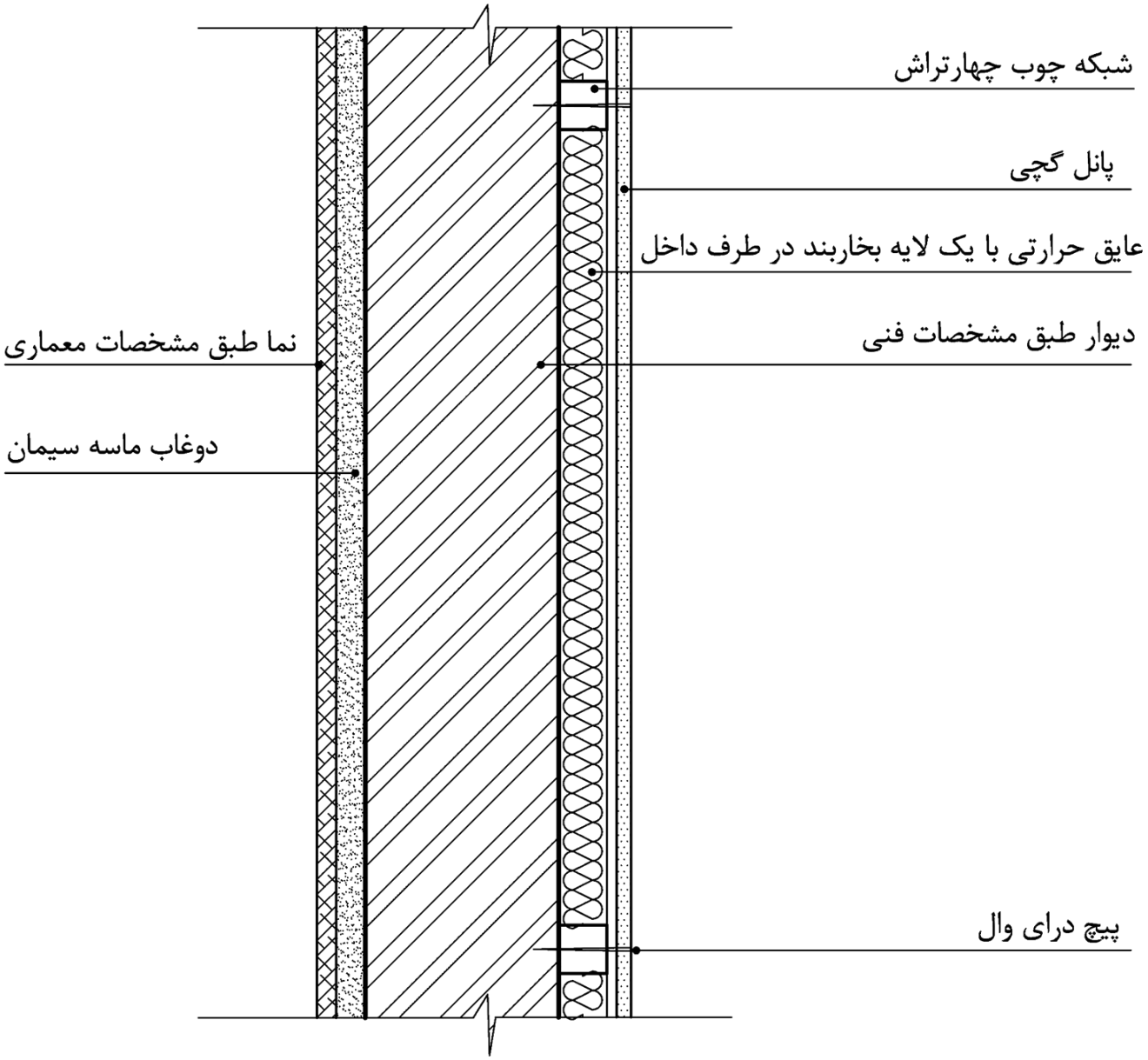
آلوتايل
ALUTILE
09-08-10 08:47

آلوتایل
09-08-10 08:53

09-08-10 10:46

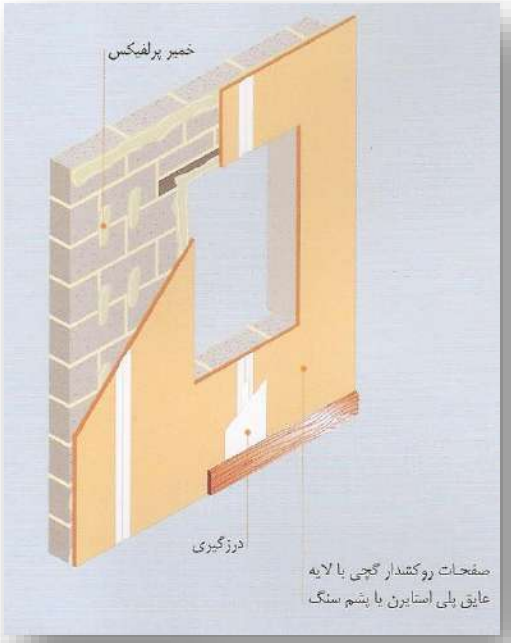
09-08-12 09:56

09-08-12 12:50


شبکه چوب چهارتراش
پانل گچی
عایق حرارتی با یک لایه بخاربند در طرف داخل
دیوار طبق مشخصات فنی
نما طبق مشخصات معماری
دوغاب ماسه سیمان
پیچ درای وال

در اين ساختاراز يك لايه صفحه روكش دار گچي پوشش شده با لايه عايق پلي‌استايرن يا پشم معدني استفاده مي‌شود.

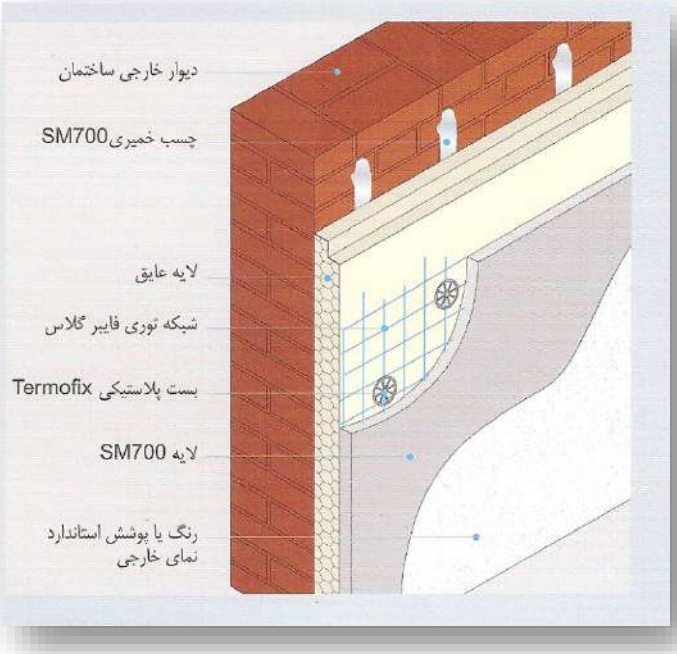
اين صفحات بوسيله چسب مخصوص پرلفيكس(تركيب گچ ويژه و مواد افزودني خاص) مستقيما به ديوار زمينه متصل مي‌شوند.



عایق کاری حرارتی دیوار
از خارج

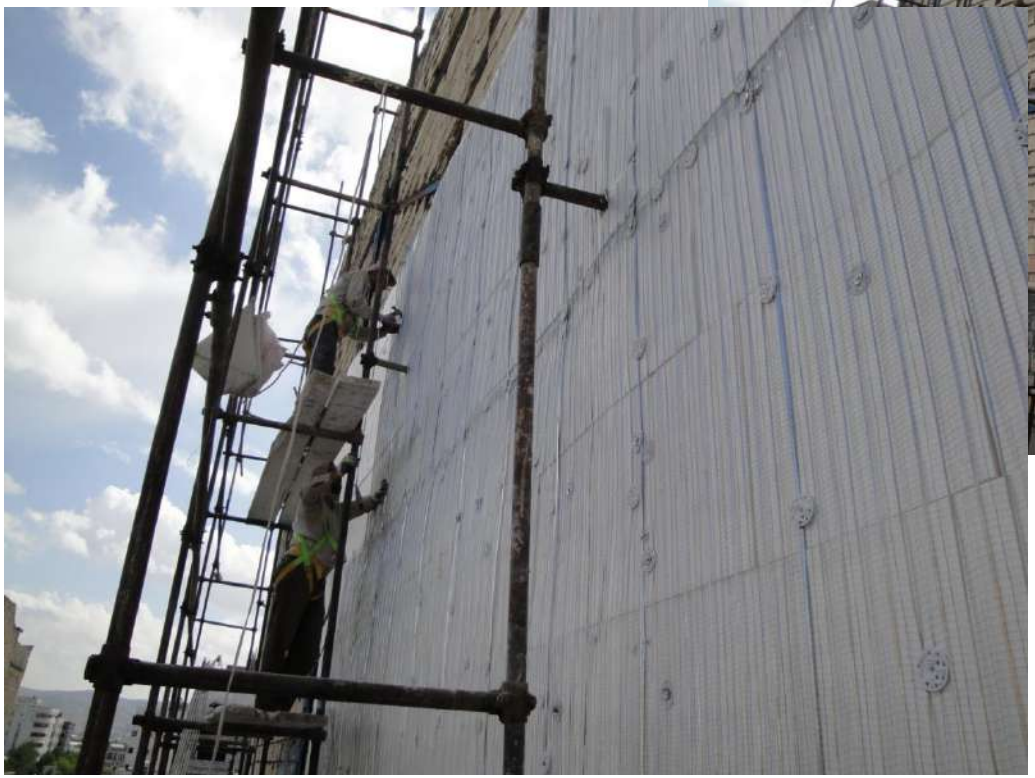
در اين ساختار، از عايق حرارتي پلي‌استايرن به علت سبكي و عدم جذب آب استفاده مي‌شود.

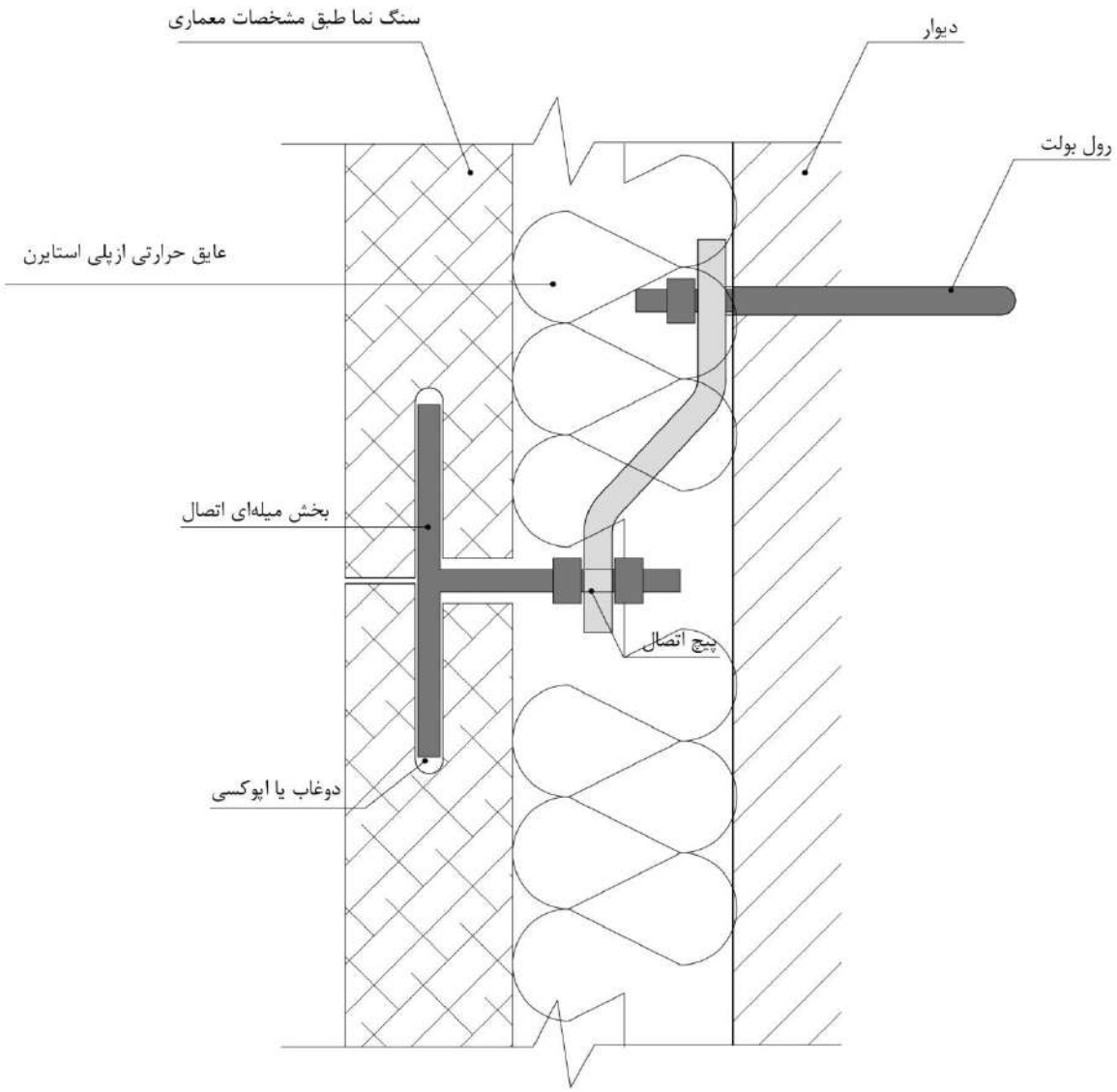
قطعات عايق به وسيله چسب خميري مخصوص sm700و بستهاي پلاستيكي ويژه به ديوار زمينه متصل مي‌شوند.sm700 از سيمان، الياف و موادافزودني خاص ساخته مي‌شود .



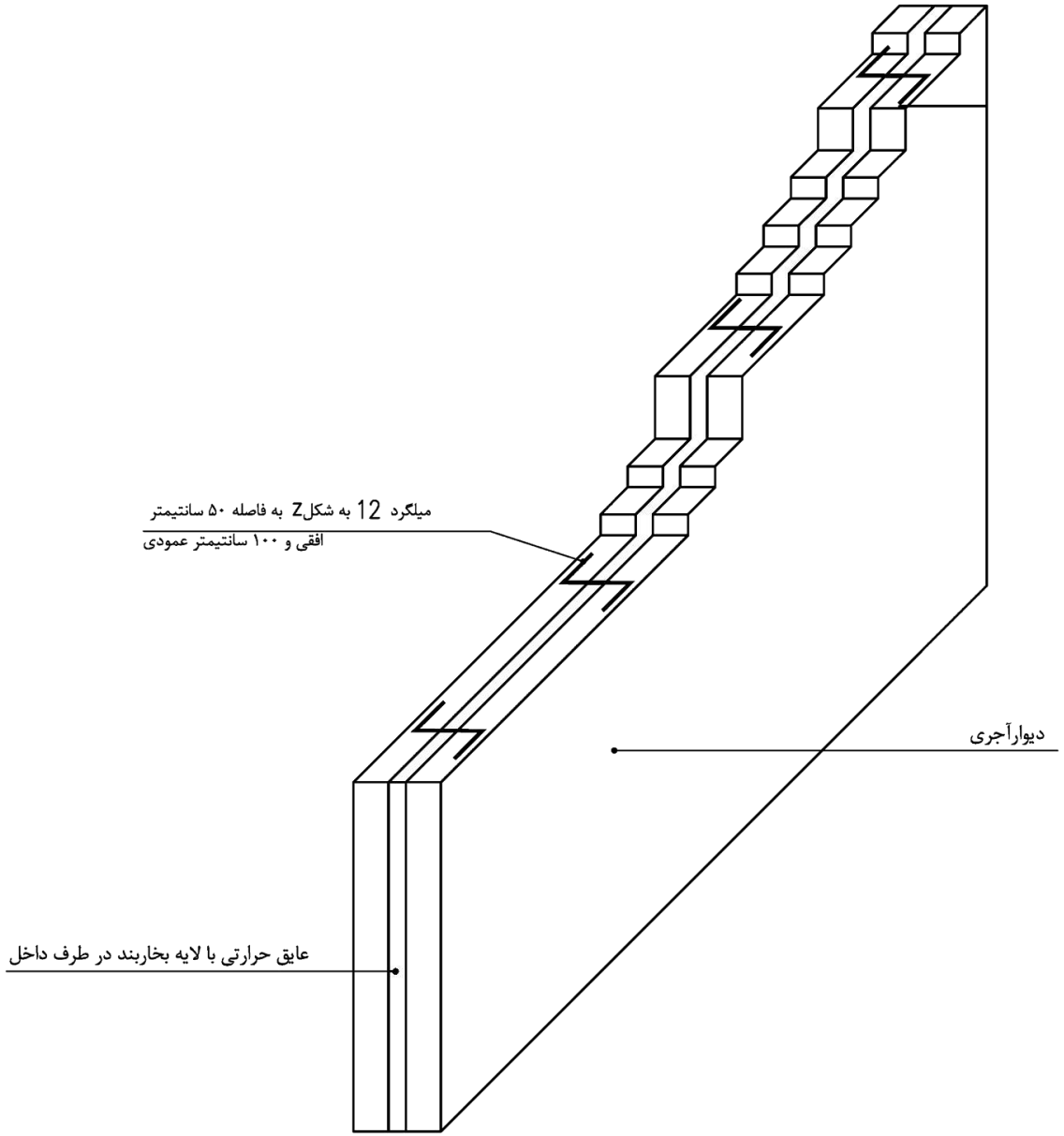
بعدازنصب عايق مجددا يك لايه به ضخامت حدود 5 ميليمتر به وسيله ماله شانه‌اي برروي عايق اجرا و شبكه توري از جنس الياف شيشه برروي اين لايه فشرده مي‌شود تا به اندازه 1/3 ضخامت لايه درآن فرو رود.

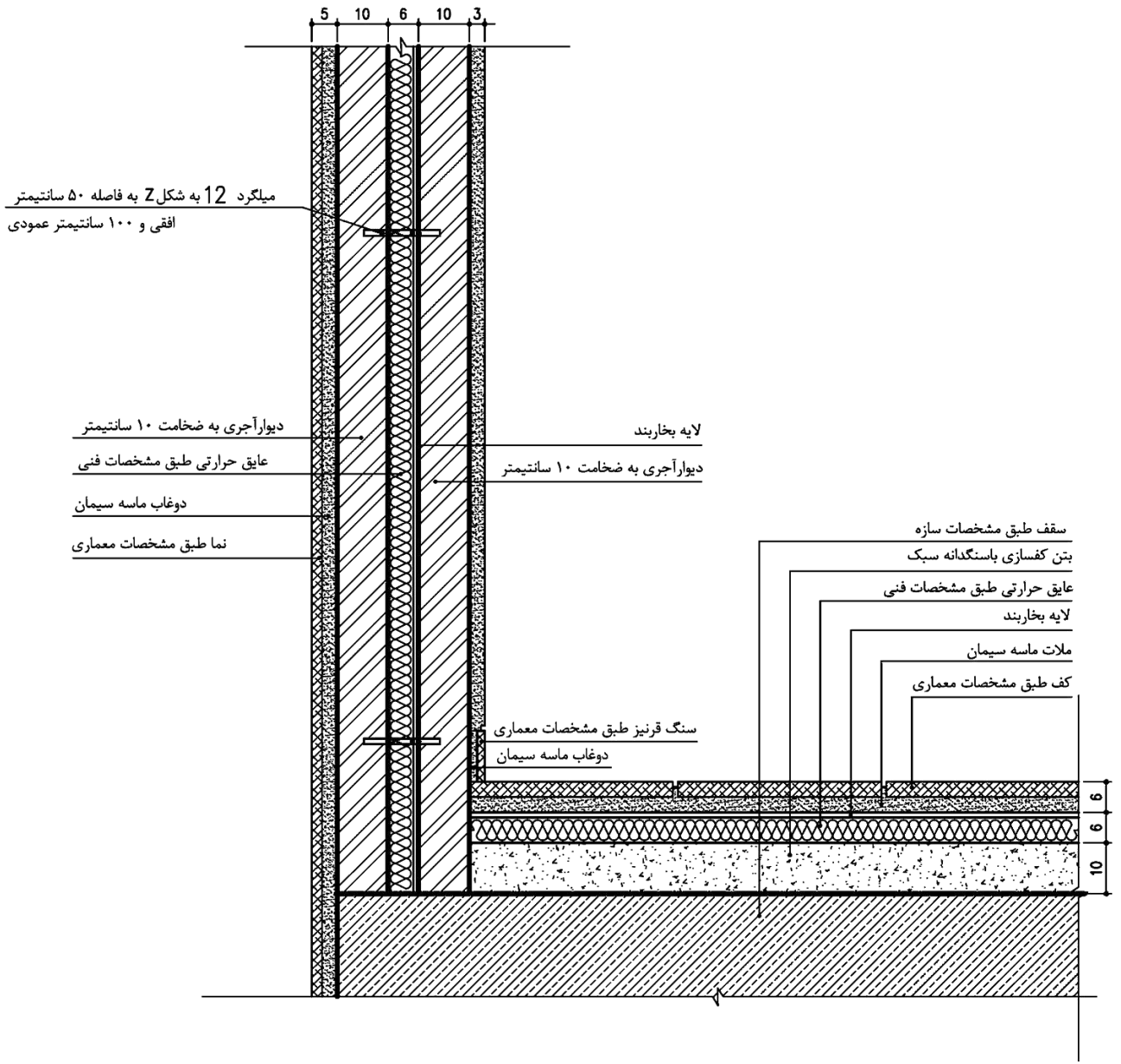
در انتها سطح كار به وسيله ماله پرداخت و پس از خشك شدن به وسيله پوشش نما پوشيده مي‌شود.



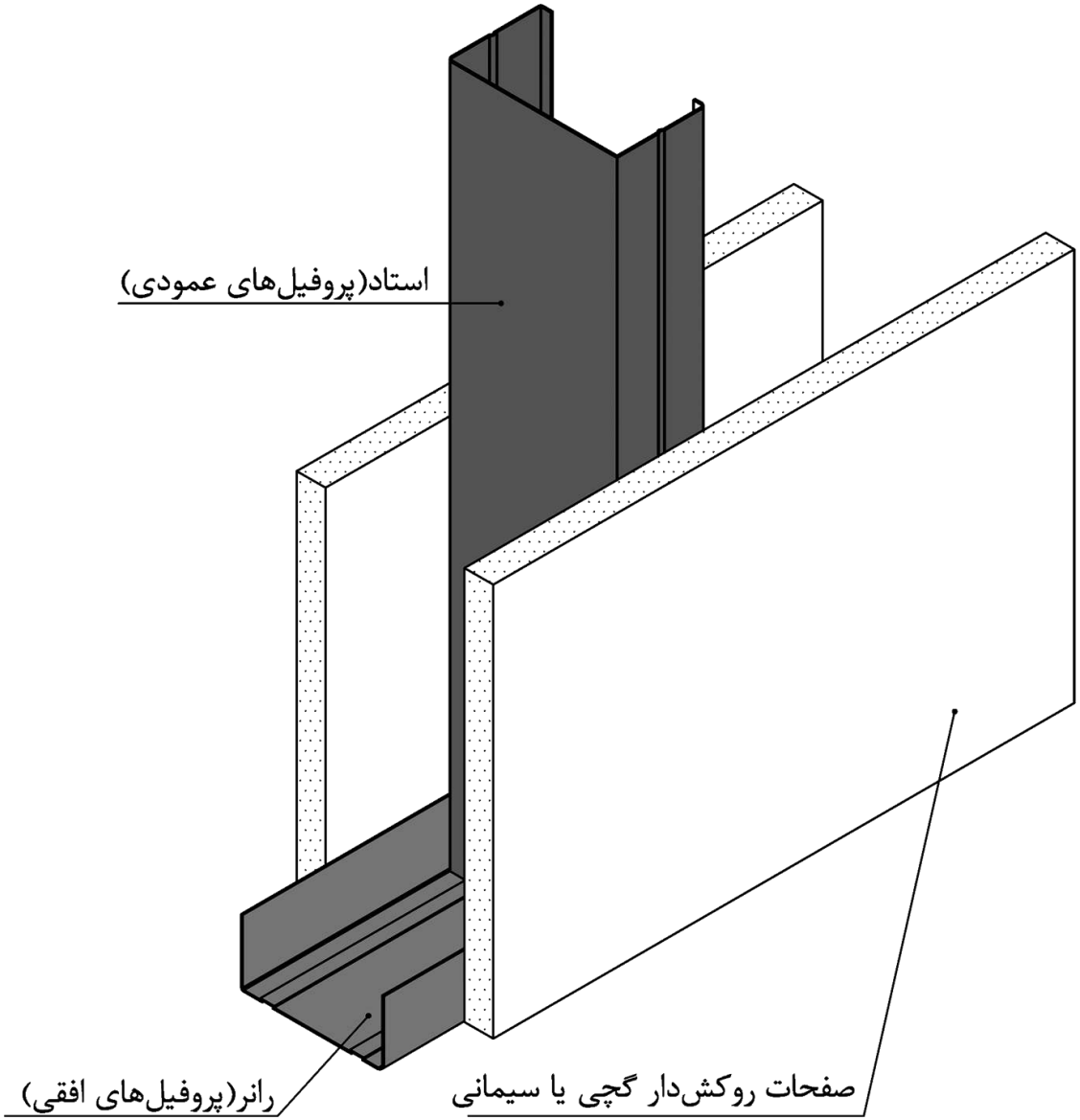

سنگ نما طبق مشخصات معماری
دیوار
رول بولت
عایق حرارتی ازپلی استایرن
بخش میله‌ای اتصال
پیچ اتصال
دوغاب یا اپوکسی

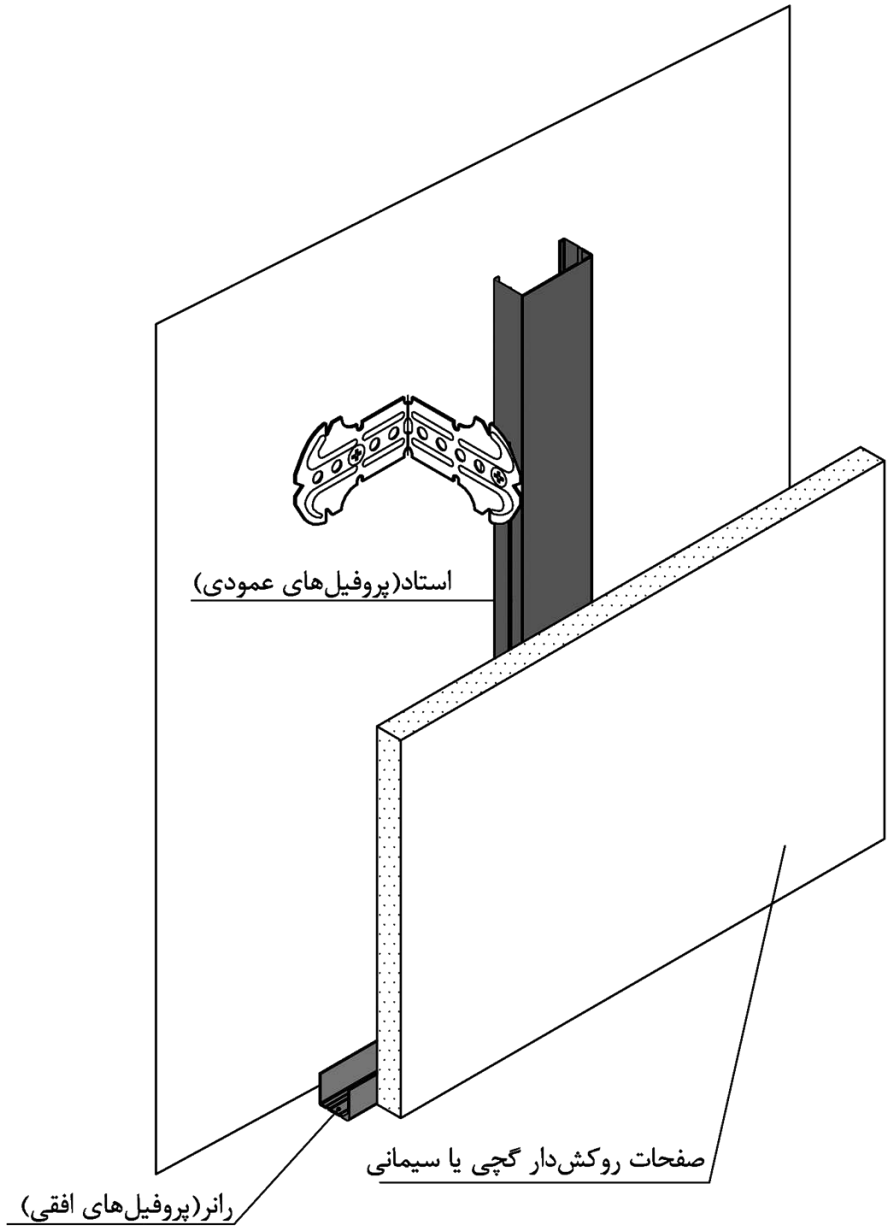
عایق کاری حرارتی
بین نا بین دیوار


میلگرد 12 به شکلZ به فاصله ۵۰ سانتیمتر
افقی و ۱۰۰ سانتیمتر عمودی
دیوارآجری
عایق حرارتی با لایه بخاربند در طرف داخل


5
10
6
10
3
میلگرد 12 به شکل Z به فاصله ۵۰ سانتیمتر
افقی و ۱۰۰ سانتیمتر عمودی
دیوارآجری به ضخامت ۱۰ سانتیمتر
عایق حرارتی طبق مشخصات فنی
دوغاب ماسه سیمان
نما طبق مشخصات معماری
لایه بخاربند
دیوارآجری به ضخامت ۱۰ سانتیمتر
سقف طبق مشخصات سازه
بتن کفسازی باسنگدانه سبک
عایق حرارتی طبق مشخصات فنی
لایه بخاربند
ملات ماسه سیمان
کف طبق مشخصات معماری
سنگ قرنیز طبق مشخصات معماری
دوغاب ماسه سیمان
6
6
10

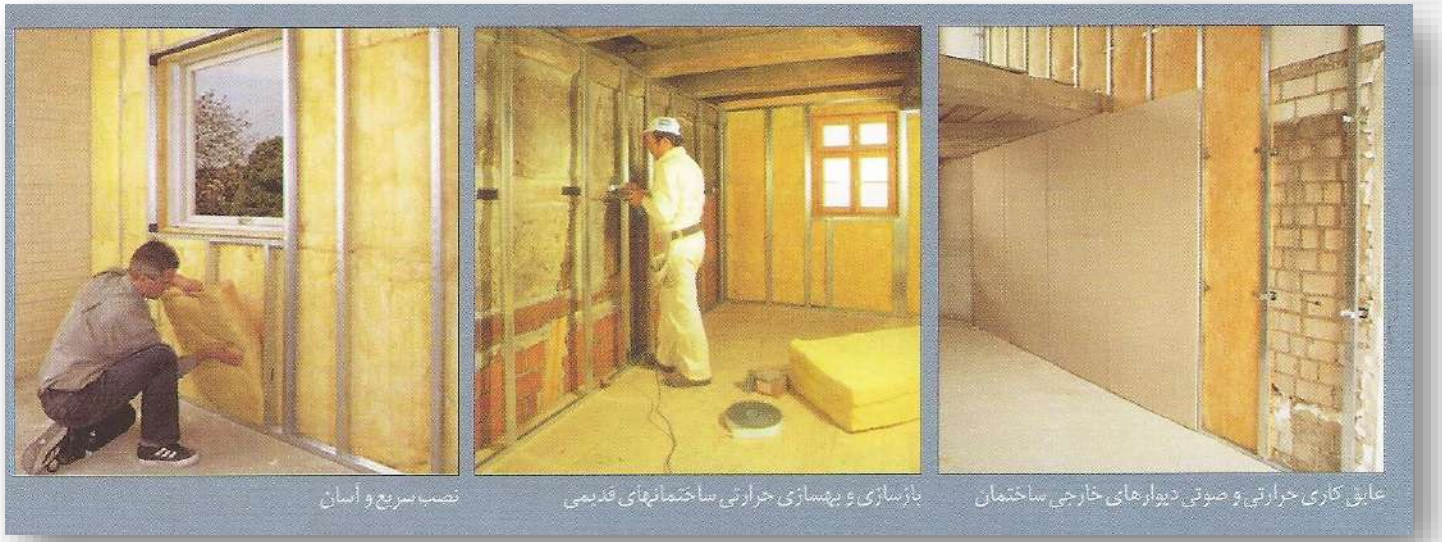
استفاده از سیستم
کناف

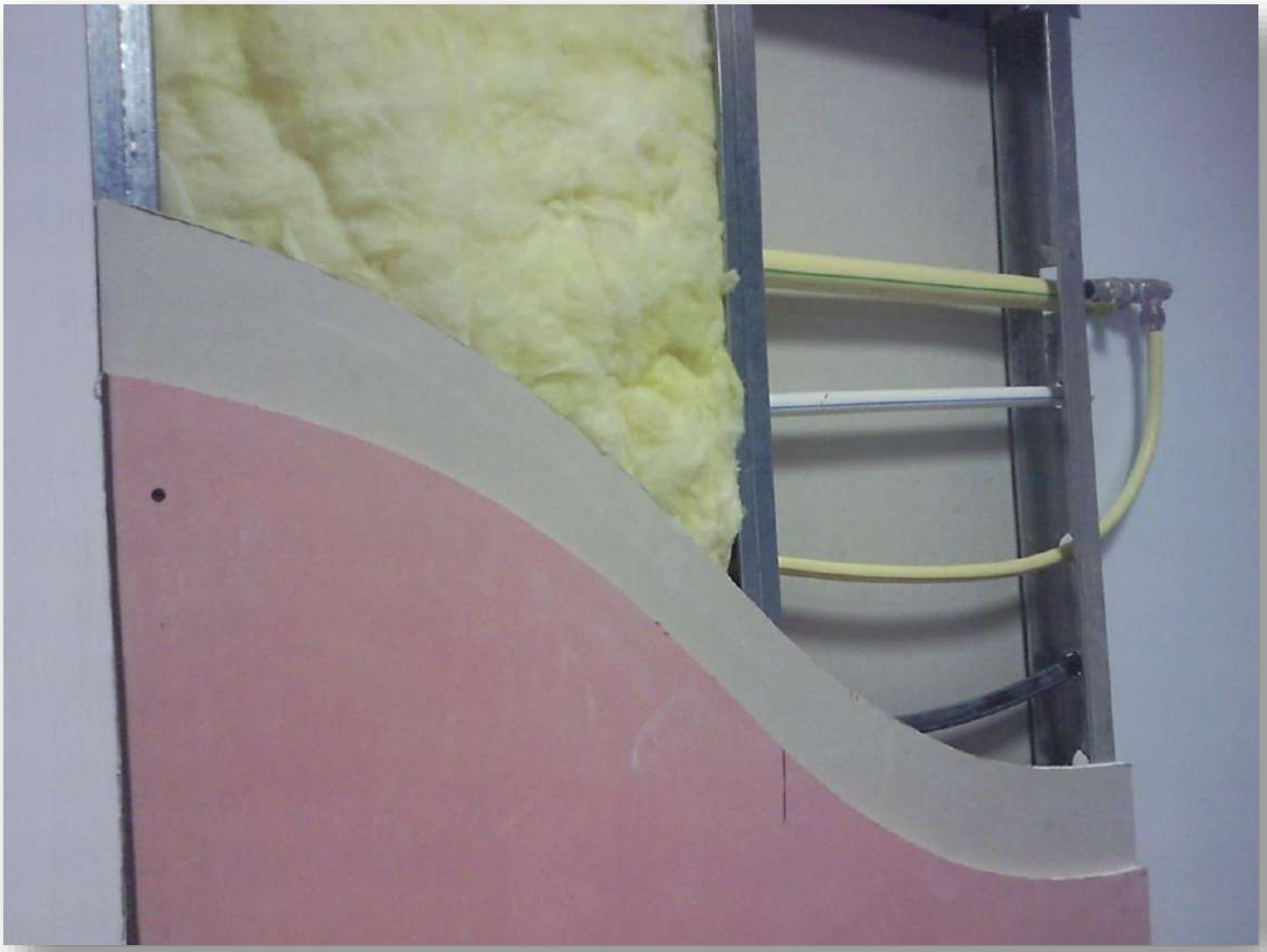

استاد(پروفیل‌های عمودی)
رانر(پروفیل‌های افقی)
صفحات روکش‌دار گچی یا سیمانی


استاد(پروفیل‌های عمودی)
صفحات روکش‌دار گچی یا سیمانی
رانر(پروفیل‌های افقی)

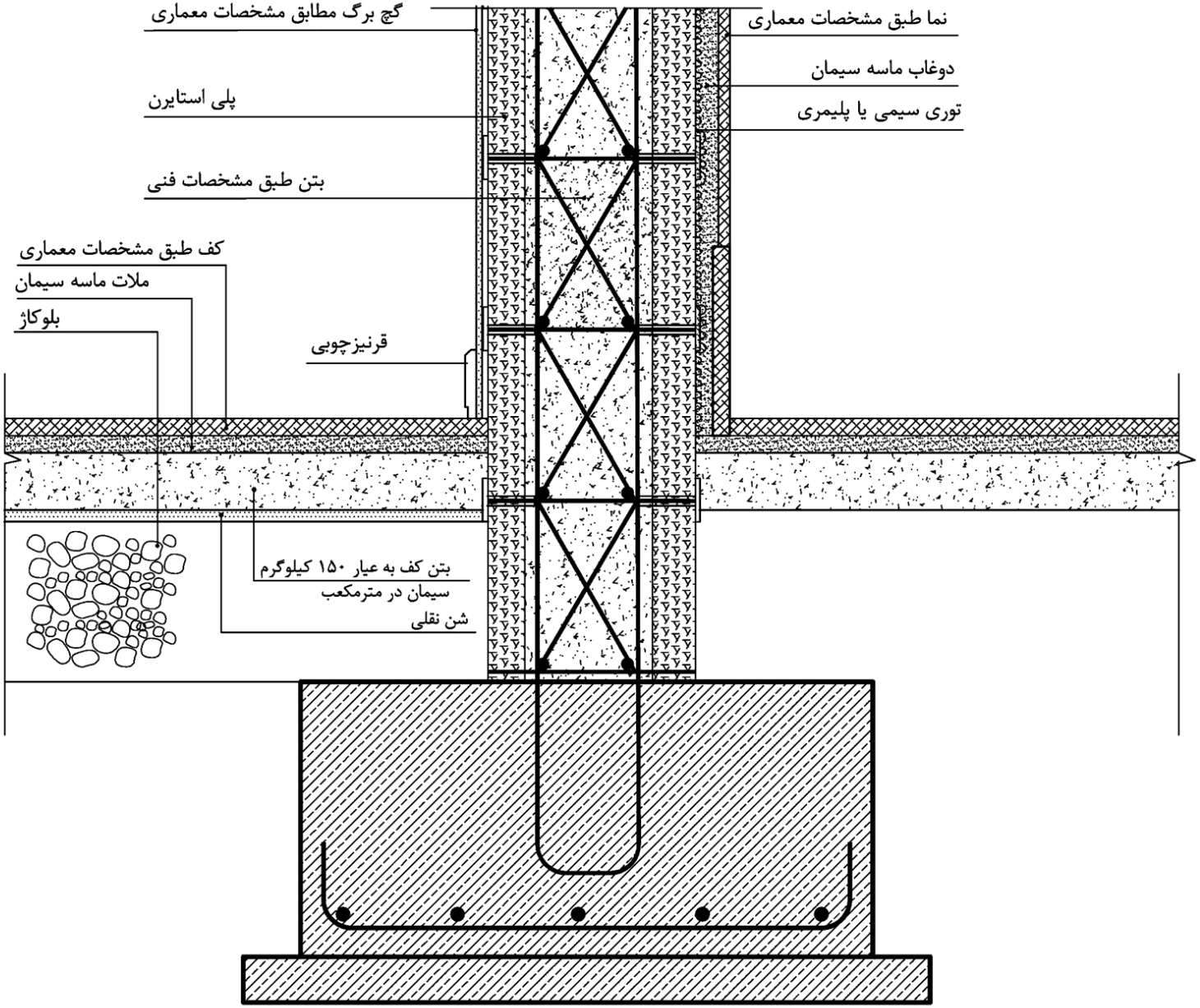
دراين ساختار، صفحات روكش دار گچي برروي زيرسازي فلزي پيچ مي‌شوند.

دراين ساختار، عايق حرارتي در فاصله آزاد ميان صفحه روكش‌دارگچي و ديوار زمينه قرارداده مي‌شود.





استفاده از سیستم
سوپر پانل


گچ برگ مطابق مشخصات معماری
پلی استایرن
بتن طبق مشخصات فنی
کف طبق مشخصات معماری
ملات ماسه سیمان
بلوکاژ
قرنیزچوبی
بتن کف به عیار ۱۵۰ کیلوگرم
سیمان در مترمکعب
شن نقلی
نما طبق مشخصات معماری
دوغاب ماسه سیمان
توری سیمی یا پلیمری

با تشکر از توجه شما