مقررات ملی ساختمان

مبحث نوزدهم

صرفه جویی در مصرف انرژی

ارائه دهنده: دکتر سید علی صدرواقفی

۱۴۰۲

۱۹
مبحث نوزدهم
مقررات ملّی ساختمان
صرفه جویی در مصرف انرژی
۱۳۹۹

۵_۱۹

روش تجویزی

۱۹ـ۵ـ روش تجویزی

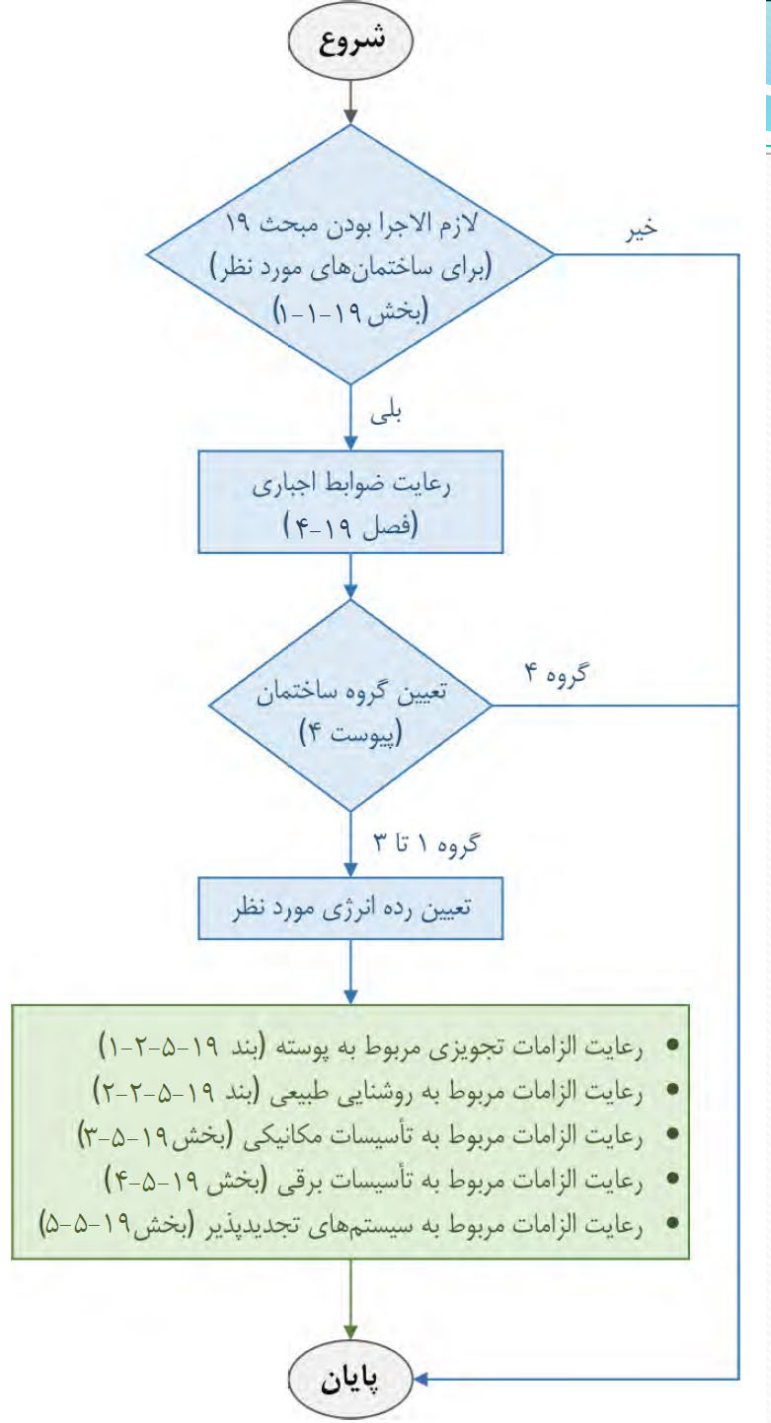
۱۹ـ۵ـ۱ـ اصول کلی

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

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

۱۹ـ۵ـ روش تجویزی

۱۹ـ۵ـ۱ـ نمودار گردشی مراحل روش تجویزی



۱۹ـ۵ـ روش تجویزی
۱۹ـ۵ـ۲ـ پوسته خارجی ساختمان
۱۹ـ۵ـ۲ـ۱ـ راه حل فنی طراحی پوسته خارجی

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

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

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

۱۹ـ۵ـ روش تجویزی

۱۹ـ۵ـ۲ـ پوسته خارجی ساختمان

۱۹ـ۵ـ۲ـ۱ـ راه حل فنی طراحی پوسته خارجی:

الزامات در مورد مشخصات حرارتی جدار ساختمان

الف) حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، برحسب:

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

ب) حداقل مشخصات حرارتی جدارهای نورگذر برحسب:

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

پ) حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف، برحسب:

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

ت) حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا، برحسب:

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

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

- موقعیت کف، و نوع عایق‌کاری (پیرامونی یا سراسری).

۱۹ـ۵ـ روش تجویزی
۱۹ـ۵ـ۲ـ پوسته خارجی ساختمان
۱۹ـ۵ـ۲ـ۱ـ راه حل فنی طراحی پوسته خارجی:

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

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

۱۹ـ۵ـ روش تجویزی
۱۹ـ۵ـ۲ـ پوسته خارجی ساختمان
۱۹ـ۵ـ۲ـ۱ـ راه حل فنی طراحی پوسته خارجی
۱۹ـ۵ـ۲ـ۱ـ۱ـ مقاومت حرارتی جدار (طرح)

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

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

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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی:		
- متراکم:		
- با ماسهٔ رودخانه‌ای یا معدنی	۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰	۱٫۴
- با سرباره 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 سرباره منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰)[۱]:		
- با ذرات ریز یا با ماسه	۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰	۰٫۵۲
	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۴۴
- بدون ذرات ریز و بدون ماسه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
- با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰)[۱]	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۳۵
- با سنگدانهٔ سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰)[۱]	۹۵۰ تا ۱۱۵۰	۰/۴۶
- با رس منبسط یا شیست منبسط:		
- چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۱۳۰۰[۱]:		
- 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 ۱۳۰۰[۱]:		
- با ماسهٔ سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	۰٫۷۰
- با ماسهٔ سبک و بدون ماسه رودخانه	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰	۰٫۴۶
- چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۱۲۵۰[۱]:		
- با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	۰٫۳۳
- بدون ماسه و با عیار سیمان کم	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۲۵
	کمتر از ۶۰۰	۰٫۲۰
بتن با سنگدانهٔ بسیار سبک:		
- متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا:		
- نسبت: ۱ به ۳	۶۰۰ تا ۸۰۰	۰٫۳۱

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
- نسبت: ۱ به ۶	۴۰۰ تا ۶۰۰	۰٫۲۴
- لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	۴۰۰ تا ۴۵۰	۰٫۱۹
بتن هوادار اتوکلاو شده[1]:		
- چگالی اسمی: ۸۰۰	۷۷۵ تا ۸۲۵	۰٫۲۹
- چگالی اسمی: ۷۵۰	۷۲۵ تا ۷۷۵	۰٫۲۷
- چگالی اسمی: ۷۰۰	۶۷۵ تا ۷۲۵	۰٫۲۵
- چگالی اسمی: ۶۵۰	۶۲۵ تا ۶۷۵	۰٫۲۳
- چگالی اسمی: ۶۰۰	۵۷۵ تا ۶۲۵	۰٫۲۱
- چگالی اسمی: ۵۵۰	۵۲۵ تا ۵۷۵	۰٫۱۹
- چگالی اسمی: ۵۰۰	۴۷۵ تا ۵۲۵	۰٫۱۸
- چگالی اسمی: ۴۵۰	۴۲۵ تا ۴۷۵	۰٫۱۶
- چگالی اسمی: ۴۰۰	۳۷۵ تا ۴۲۵	۰٫۱۵
بتن با خرده چوب:		
- ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان	۴۵۰ تا ۶۵۰	۰٫۱۶
موزاییک	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰	۱٫۶۵
	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۱٫۳۵
۳. 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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۸. سنگ‌ها		
سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:		
- گنایس، پرفیر	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	۳٫۵
- گرانیت	۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	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	۷ تا ۱۰	۰٫۰۵۶
قالب‌گیری شدهٔ ممتد بدون پوستهٔ سطحی	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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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	۲۷ تا ۴۰	۰/۰۳۰
نفوذ ناپذیر در برابر گاز		
- 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

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مصالح	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]
۱۳. عایق‌های رطوبتی		
قیر خالص	کمتر از ۲۱۰۰	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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۱ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی

در این قسمت، مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی و هوای محیط داخلی یا خارجی (R_e, R_i) ارائه می‌شود. مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح، بسته به زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی، جهت جریان حرارت و نوع فضایی که جدار با آن در تماس است، در جدول پ۸-۱ آمده است. این مقادیر بر حسب $[m^2.K/W]$ هستند.

چنانچه دیوار خارجی دارای لایه یا لایه‌های هوای تهویه‌شده باشد، در محاسبات ضریب انتقال حرارت، تنها لایه‌های بین فضای داخل و لایهٔ هوای تهویه‌شده در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، لایهٔ هوا مانند فضای خارج تلقی می‌شود، با این تفاوت که مقاومت حرارتی R_e بین سطح خارجی پوستهٔ خارجی و لایهٔ هوای تهویه‌شده برابر با R_i در نظر گرفته می‌شود.

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های 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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

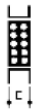
عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

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

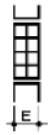
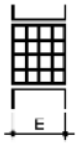
شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)		
	۱۰/۵	۲۲	۳۵
	۰/۱۳		
		۰/۲۸	
			۰/۴۲

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

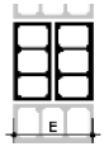
شکل بلوک مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)					
	۷/۵	۱۰/۵	۱۲/۵	۱۵	۲۰	۴۰
	۰/۱۶	۰/۲۰				
			۰/۲۷	۰/۳۰		
 یا					۰/۳۹	۰/۷۸

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار)

جدول پ۸-۷ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

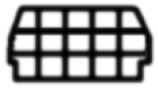
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

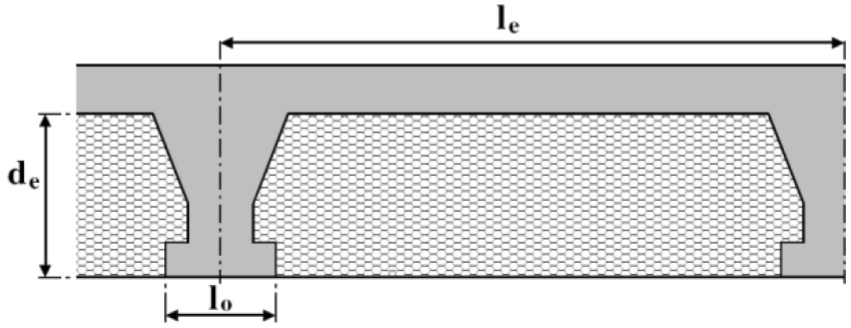
دکتر صدرواقفی /gescool.ir

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذد 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.

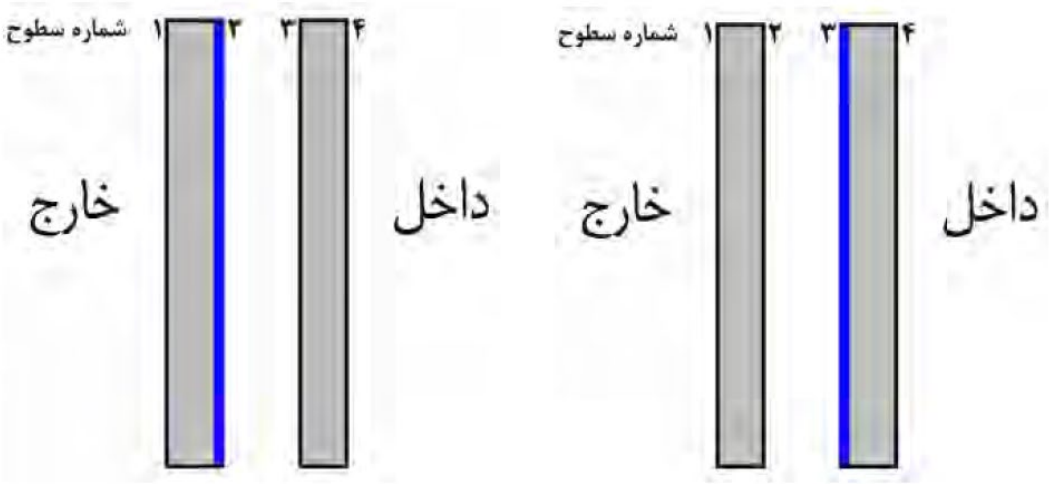
مقادیر درج‌شده در این پیوست برای هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنای محاسبه است، مگر آنکه ضرایب انتقال حرارت دیگری، توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی، با رعایت استانداردهای ملی، تعیین شده باشد. همهٔ مقادیر بر حسب $W/m^2.K$ هستند.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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.



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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
۱ـ شیشه های 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 افقـــی است $U_{gl} = ۶/۹ \ [W/(m^2.K)]$

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
۲ـ شیشه دوجداره 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

دکتر صدرواقفی /gescool.ir

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
۲ـ شیشه دوجداره عمودی

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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
۲ـ شیشه دوجداره عمودی

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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
۳ـ شیشه دوجداره 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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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 [$W/(m^2.K)$] 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 [$W/(m^2.K)$] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱٫۵، ۱٫۸ و ۲٫۵ [$W/(m^2.K)$] 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 [$W/(m^2.K)$] در نظر گرفته می‌شود.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

- 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 [$W/(m^2.K)$] 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.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².K]		
		U_{fr} = ۳/۰	U_{fr} = ۴/۰	U_{fr} = ۵/۰
پنجرهٔ کشویی	۱/۲	–	۲/۳	۲/۶
	۱/۳	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۴	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۵	–	۲/۵	۲/۸
	۱/۶	–	۲/۶	۲/۹
	۱/۷	–	۲/۷	۲/۹
	۱/۸	–	۲/۸	۳
	۱/۹	–	۲/۸	۳/۱
	۲	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۱	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۲	–	۲/۹	۳/۲
	۲/۳	–	۳	۳/۳
	۲/۴	–	۳/۱	۳/۴
	۲/۵	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۵
	۲/۷	–	۳/۳	۳/۶
	۲/۸	–	۳/۴	۳/۷
	۲/۹	–	۳/۵	۳/۷
در پنجره‌ای کشویی	۱/۲	–	۲/۱	۲/۳
	۱/۳	–	۲/۲	۲/۴
	۱/۴	–	۲/۳	۲/۵
	۱/۵	–	۲/۴	۲/۶
	۱/۶	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۷	–	۲/۵	۲/۷
	۱/۸	–	۲/۶	۲/۸
	۱/۹	–	۲/۷	۲/۹
	۲	–	۲/۸	۳
	۲/۱	–	۲/۸	۳
	۲/۲	–	۲/۸	۳
	۲/۳	–	۲/۹	۳/۱
	۲/۴	–	۳	۳/۲
	۲/۵	–	۳/۱	۳/۳
	۲/۶	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۷	–	۳/۲	۳/۴
	۲/۸	–	۳/۳	۳/۵
	۲/۹	–	۳/۴	۳/۶

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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/m².K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m².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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

نوع جدار نورگذار	U_{gl} بخش نورگذار $[W/m^2.K]$	U_G جدار نورگذار 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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پاسخ:

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).

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

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

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی

پاسخ:

برای تعیین ضریب انتقال حرارت شیشه، ابتدا از جدول پ۹-۱ بخش پ ۹-۱-۲، که مربوط به شیشه‌های دوجدارهٔ پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت ۱۲ میلی‌متری لایهٔ هوا و گسیلندگی عمود مفید ۰٫۲، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر ۲٫۰ [$W/(m^2.K)$] تعیین می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول پ۹-۷ بخش پ ۹-۲، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت ۲٫۰ [$W/(m^2.K)$] توجه می‌شود. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت درج شده برای پنجره مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب فلزی با حرارت‌شکن است. اگر فرض کنیم قاب پنجره فاقد گواهی‌نامهٔ فنی است، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب را باید برابر ۵ در نظر بگیریم و به این ترتیب، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون آخر جدول پ۹-۷، برابر ۳٫۴ [$W/(m^2.K)$] تعیین می‌گردد.

پیوست ۹

مقاومت حرارتی لایه های هوا و قطعات ساختمانی
۴ـ درها

جدول پ۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها

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

۱۹ـ۳ـ۲ـ۱ـ۱ـ شرایط لازم برای استفاده از روش های تجویزی و موازنه ای (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.