

پیوست ۷

ضرایب انتقال حرارت مواد و مصالح

مقادیر مندرج جدول ۱ این پیوست عیناً اعداد پیوست ۷ ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است. مبنای صحت این اعداد ویرایش چهارم مبحث ۱۹ و مرکز تحقیقات راه و شهرسازی بعنوان تهیه کننده آن است. در محاسبات هر دو روش طراحی به روش تجویزی و شبیه سازی می بایست اعداد مربوط به نام ماده، ضریب انتقال حرارت (λ)، گرمای ویژه و چگالی درج شود. به همین دلیل اعداد جدول ۱ در هر دو روش قابل استفاده خواهد بود، مگر آنکه مقام قانونی مسئول، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری برای مصالح، تعیین کرده باشد.

هر نوع مواد و مصالح جدید پس از اخذ تاییدیه های لازم از مراجع مورد تایید مقام قانونی مسئول در جدول پ ۷-۲ این پیوست اضافه خواهد شد و برای هر دو روش قابل استفاده خواهد بود.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۱,۸۰ ۱,۳۰ ۱,۰۰ ۰,۸۰ ۰,۷۰ ۰,۵۵ ۰,۴۰ ۰,۳۰	بیش از ۲۰۰۰ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۴۵۰ تا ۱۶۰۰ ۱۲۵۰ تا ۱۴۵۰ ۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰ ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ ۵۰۰ تا ۷۵۰	۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی
۲,۰۰ ۱,۶۵ ۱,۳۵ ۱,۱۵ ۲,۳۰ ۲,۵۰	۲۶۰۰ تا ۲۳۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۰۰۰ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰ بیش از ۲۴۰۰	۲. بتن و فرآورده‌های بتنی بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی): - متراکم - متخلخل - مسلح: ^۱ درصد میل‌گرد: بین ۱ تا ۲ درصد درصد میل‌گرد: بیش از ۲ درصد

۱. در صورتی که حداقل نیمی از میل‌گردها موازی شار حرارت باشد.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن گدازی: - متراکم: - با ماسه رودخانه ای یا معدنی - با سرباره داندان - متخلخل: با کمتر از ۱۰ درصد ماسه رودخانه
۱/۴ ۰/۸ ۰/۷	۲۴۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰	بتن سبک دانه: - با پوکۀ طبیعی یا سرباره منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰) ^۱ - با ذرات ریز یا با ماسه - بدون ذرات ریز و بدون ماسه - با خاکستر بادی سینتر شده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰) ^۱ - با سنگدانه سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰) ^۱ - با رس منبسط یا شیبست منبسط: - چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ ^۱ - با ماسه رودخانه بدون ماسه سبک - با ماسه رودخانه و ماسه سبک - چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ ^۱ - با ماسه سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه - با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰ ^۱ - با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - بدون ماسه و با عیار سیمان کم
۰/۵۲ ۰/۴۴ ۰/۳۵ ۰/۳۵ ۰/۴۶	۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۹۵۰ تا ۱۱۵۰	
۱/۰۵ ۰/۸۵ ۰/۷۰ ۰/۴۶	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰	
۰/۳۳ ۰/۲۵ ۰/۲۰	۱۰۰۰ تا ۸۰۰ ۸۰۰ تا ۶۰۰ کمتر از ۶۰۰	

۰/۳۱	۶۰۰ تا ۸۰۰	بتن با سنگدانه بسیار سبک: - متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا: - نسبت: ۱ به ۳
------	------------	---

۱. واحد اندازه گیری چگالی سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰٫۲۴ ۰٫۱۹	۴۰۰ تا ۶۰۰ ۴۵۰ تا ۴۰۰	- نسبت: ۱ به ۶ - لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه
۰٫۲۹ ۰٫۲۷ ۰٫۲۵ ۰٫۲۳ ۰٫۲۱ ۰٫۱۹ ۰٫۱۸ ۰٫۱۶ ۰٫۱۵	۷۷۵ تا ۸۲۵ ۷۲۵ تا ۷۷۵ ۶۷۵ تا ۷۲۵ ۶۲۵ تا ۶۷۵ ۵۷۵ تا ۶۲۵ ۵۲۵ تا ۵۷۵ ۴۷۵ تا ۵۲۵ ۴۲۵ تا ۴۷۵ ۳۷۵ تا ۴۲۵	بتن هوادار اتوکلاو شده ^۱ : - چگالی اسمی: ۸۰۰ - چگالی اسمی: ۷۵۰ - چگالی اسمی: ۷۰۰ - چگالی اسمی: ۶۵۰ - چگالی اسمی: ۶۰۰ - چگالی اسمی: ۵۵۰ - چگالی اسمی: ۵۰۰ - چگالی اسمی: ۴۵۰ - چگالی اسمی: ۴۰۰
۰٫۱۶	۴۵۰ تا ۶۵۰	بتن با خرده چوب: - ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان
۱٫۶۵ ۱٫۳۵	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	موزاییک
۰٫۳۵ ۰٫۵۰ ۰٫۱۲ ۰٫۲۱ ۰٫۱۴ ۰٫۰۵ ۰٫۰۵	۱۲۰۰ ۱۴۵۰ ۷۵۰ ۱۳۰۰ ۱۲۰۰ ۷۰ ۷۰	۳. بتونه درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی ^۲ سیلیکون خالص سیلیکون خمیری سیلیکون اسفنجی پلی‌یورتان پی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز پلی‌یورتان اسفنجی پلی‌اتیلن اسفنجی

^۱. AAC

^۲. Thermal break

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		۴. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان
۰٫۱۳	۹۱۰	کائوچو طبیعی
۰٫۰۶	۷۰	کائوچو اسفنجی
۰٫۱۷	۱۲۰۰	کائوچو سخت
۰٫۲۰	۹۳۰	پلی ایزو بوتیلن
۰٫۴۰	۱۷۰۰	پلی سولفور
۰٫۲۵	۹۸۰	بوتادیان
۰٫۲۰	۱۰۵۰	آکرلیک
۰٫۲۵	۱۱۵۰	پلی آمید (نایلون)
۰٫۳۰	۱۳۰۰	رزین فنلی
۰٫۱۹	۱۴۰۰	رزین پلی استر
۰٫۵۰	۹۸۰	پلی اتیلن چگالی زیاد (HD)
۰٫۳۳	۹۲۰	پلی اتیلن چگالی کم (LD)
۰٫۲۲	۹۱۰	پلی پروپیلن
۰٫۲۵	۱۲۰۰	پلی پروپیلن با ۲۰ درصد الیاف شیشه
۰٫۱۶	۱۰۵۰	پلی استایرن
۰٫۱۸	۱۱۸۰	پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)
۰٫۱۷	۱۳۹۰	پلی وینیل کلراید (PVC)
۰٫۲۳	۱۲۴۰	پلی کلروپرن (نئوپرن)
۰٫۲۴	۱۲۰۰	بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم
۰٫۲۵	۱۱۵۰	اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)
۰٫۲۵	۲۲۰۰	پلی تترا فلوئورو اتیلن (PTFE)
۰٫۲۰	۱۲۰۰	رزین اپوکسی
۰٫۲۵	۱۲۰۰	پلی یورتان
۰٫۳۰	۱۴۱۰	پلی استات
۰٫۲۰	۱۲۰۰	پلی کربنات

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		۵. چوب و فراورده‌های گیاهی چوب‌های طبیعی: - بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار: - چگالی نرمال متوسط kg/m ³ ۶۵۰ تا ۸۰۰ و رطوبت ۱۵ درصد - چگالی نرمال متوسط kg/m ³ ۵۰۰ تا ۶۵۰ و رطوبت ۱۵ درصد - چوب درخت‌های صمغی بسیار سنگین (برگ ریز): چگالی طبیعی بیش از ۷۰۰ kg/m ³ - کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی kg/m ³ ۵۰۰ تا ۶۰۰ - کاج یا صنوبر، اپیسه‌آ چگالی طبیعی kg/m ³ ۳۵۰ تا ۵۰۰ - تبریزی، اکومه چگالی طبیعی kg/m ³ ۳۵۰ تا ۵۰۰
		چوب‌های طبیعی خاص: - بالزا - چوب‌های سنگین
		صفحات پایه چوبی: - صفحات تخته چندلا - صفحات با تراشه‌های پولکی جهت‌یافته (OSB) - صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان - صفحات با ذرات چوب (نئوپان)

۰/۱۳ ۰/۱۰	۴۵۰ تا ۲۷۰ ۴۵۰ تا ۱۸۰	
ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	مصالح
۰/۱۱ ۰/۱۰ ۰/۰۸	۵۵۰ تا ۴۵۰ ۴۵۰ تا ۳۵۰ ۳۵۰ تا ۲۵۰	- پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب
۰/۱۰ ۰/۰۴۹ ۰/۰۵۵	کمتر از ۵۰۰ ۱۵۰ تا ۱۰۰ ۲۵۰ تا ۱۵۰	چوب پنبه: - متراکم - انبساط یافته خالص - انبساط یافته به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی
۰/۱۲	۴۰۰ تا ۳۰۰	کاه فشرده
۲/۰ ۱/۵ ۱/۱	۲۲۰۰ تا ۱۷۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۲۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۷۷۰	۶. خاک و خشت شن و ماسه رس یا لای (سیلت) خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم
۱/۰۴ ۰/۹۸ ۰/۹۲ ۰/۸۵ ۰/۷۹ ۰/۷۴ ۰/۶۹ ۰/۶۴ ۰/۶۰ ۰/۵۵ ۰/۵۰ ۰/۴۶ ۰/۴۱ ۰/۳۸ ۰/۳۴	۲۴۰۰ تا ۲۳۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۲۰۰ ۲۲۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۱۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۹۰۰ ۱۹۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۷۰۰ ۱۷۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۵۰۰ ۱۵۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۳۰۰ ۱۳۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۱۰۰ ۱۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کمتر از ۱۰۰۰	۷. سفال، کاشی چگالی اسمی: ۲۴۰۰ چگالی اسمی: ۲۳۰۰ چگالی اسمی: ۲۲۰۰ چگالی اسمی: ۲۱۰۰ چگالی اسمی: ۲۰۰۰ چگالی اسمی: ۱۹۰۰ چگالی اسمی: ۱۸۰۰ چگالی اسمی: ۱۷۰۰ چگالی اسمی: ۱۶۰۰ چگالی اسمی: ۱۵۰۰ چگالی اسمی: ۱۴۰۰ چگالی اسمی: ۱۳۰۰ چگالی اسمی: ۱۲۰۰ چگالی اسمی: ۱۱۰۰ چگالی اسمی: ۱۰۰۰

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

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	مصالح
۱,۱ ۰,۰۵ ۰,۰۵۵ ۰,۰۶۳	۲۷۰۰ ۱۲۰ تا ۱۳۰ ۱۳۰ تا ۱۴۰ ۱۴۰ تا ۱۸۰	۹. شیشه و اسفنج شیشه شیشه اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)
۰,۰۹۵ ۰,۰۶۵ ۰,۰۴۶ ۰,۰۳۵	۲۲۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۰. صفحات سیمانی الیافی سلولزی
۰,۰۵۶ ۰,۰۵۰ ۰,۰۴۷ ۰,۰۴۴ ۰,۰۴۲ ۰,۰۴۰ ۰,۰۳۹ ۰,۰۳۸	۷ تا ۱۰ ۱۰ تا ۱۳ ۱۳ تا ۱۵ ۱۵ تا ۱۹ ۱۹ تا ۲۴ ۲۴ تا ۲۹ ۲۹ تا ۴۰ بیش از ۴۰	۱۱. عایق‌های حرارتی پلیمری پلی استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم): - پلی استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به صورت منقطع، یا قالب‌گیری شده ممتد بدون پوسته سطحی - پلی استایرن اکستروود شده با حفره‌های پر از: - هوا یا گاز کربنیک: - ضخامت کمتر یا مساوی ۶۰ میلی‌متر - ضخامت بیش از ۶۰ میلی‌متر HCFC - CFC - - بدون پوسته سطحی - با پوسته سطحی
۰,۰۴۱ ۰,۰۴۶ ۰,۰۳۵ ۰,۰۳۳ ۰,۰۳۱	۲۸ تا ۴۰ ۲۸ تا ۴۰ ۲۵ تا ۴۰ ۲۵ تا ۴۰ ۲۵ تا ۴۰	

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰٫۰۳۱ ۰٫۰۳۴	۲۵ تا ۳۵ ۳۵ تا ۴۸	پلی‌وینیل کلراید (PVC) منبسط‌شده
۰٫۰۳۵ ۰٫۰۳۰ ۰٫۰۴۱ ۰٫۰۳۲ ۰٫۰۳۵	۲۷ تا ۴۰ ۲۷ تا ۴۰ ۳۷ تا ۶۵ ۳۷ تا ۶۰ ۳۷ تا ۶۰	اسفنج پلی‌یورتان یا پلی‌ایزوسیانورات مطابق استاندارد ملی ایران: - صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان: - بین پوشش انعطاف‌پذیر نفوذپذیر - بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از ۵۰ میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز - صفحات ممتد برش‌خورده از بلوک‌های منبسط‌شده با گاز HCFC یا پنتان - صفحات با عایق تزریق‌شده به‌صورت ممتد بین دو ورق فلزی: - منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان - منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک
۰٫۰۵۰ ۰٫۰۴۴ ۰٫۰۴۲ ۰٫۰۴۴ ۰٫۰۴۶ ۰٫۰۴۷ ۰٫۰۴۸	۱۵ تا ۲۵ ۲۵ تا ۴۰ ۴۰ تا ۱۰۰ ۱۰۰ تا ۱۲۵ ۱۲۵ تا ۱۵۰ ۱۵۰ تا ۱۷۵ ۱۷۵ تا ۲۰۰	۱۲. عایق‌های حرارتی معدنی پشم‌سنگ
۰٫۰۵۵ ۰٫۰۴۷ ۰٫۰۴۴ ۰٫۰۴۱ ۰٫۰۳۹ ۰٫۰۳۸ ۰٫۰۳۹ ۰٫۰۴۰	۷ تا ۱۰ ۱۰ تا ۱۵ ۱۵ تا ۲۰ ۲۰ تا ۳۰ ۳۰ تا ۴۰ ۴۰ تا ۸۰ ۸۰ تا ۱۲۰ ۱۲۰ تا ۱۵۰	پشم‌شیشه

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰٫۷۰ ۱٫۱۵ ۰٫۲۳	کمتر از ۲۱۰۰ کمتر از ۲۱۰۰ ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۱۳. عایق‌های رطوبتی قیر خالص آسفالت (قیر ماسه‌دار) ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده
۷۲ ۵۲ ۵۶ ۲۳۰ ۱۶۰ ۳۸۰ ۱۲۰ ۳۵ ۱۱۰	۷۸۷۰ ۷۷۸۰ ۷۵۰۰ ۲۷۰۰ ۲۸۰۰ ۸۹۳۰ ۸۴۰۰ ۱۱۳۴۰ ۷۲۰۰	۱۴. فلزت و آلیاژها آهن خالص فولاد چدن آلومینیوم آلومینیوم آلیاژی سخت مس برنج سرب روی
۰٫۵۶ ۰٫۴۳ ۰٫۵۷ ۰٫۴۰ ۱٫۱۰ ۰٫۲۵ ۰٫۲۵ ۰٫۳۰ ۰٫۱۸	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ کمتر از ۱۰۰۰ ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ ۷۵۰ تا ۹۰۰ ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ ۶۰۰ تا ۹۰۰ ۵۰۰ تا ۶۰۰	۱۵. گچ گچ سخت با حداقل میزان آب لازم گچ اندود داخلی (زنده یا کشته) گچ و خاک گچ قطعات پیش‌ساخته گچی با روکش مقوایی گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی گچ با روکش مقوایی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت‌شده با الیاف معدنی گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلی‌متر): - یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ - دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ