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

۶_۱۹

روش کارکردی

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۱ـ 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.

ـ شرایط لازم برای استفاده از روش 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.

ـ معرفی ویژگی های روش های طراحی ارائه شده

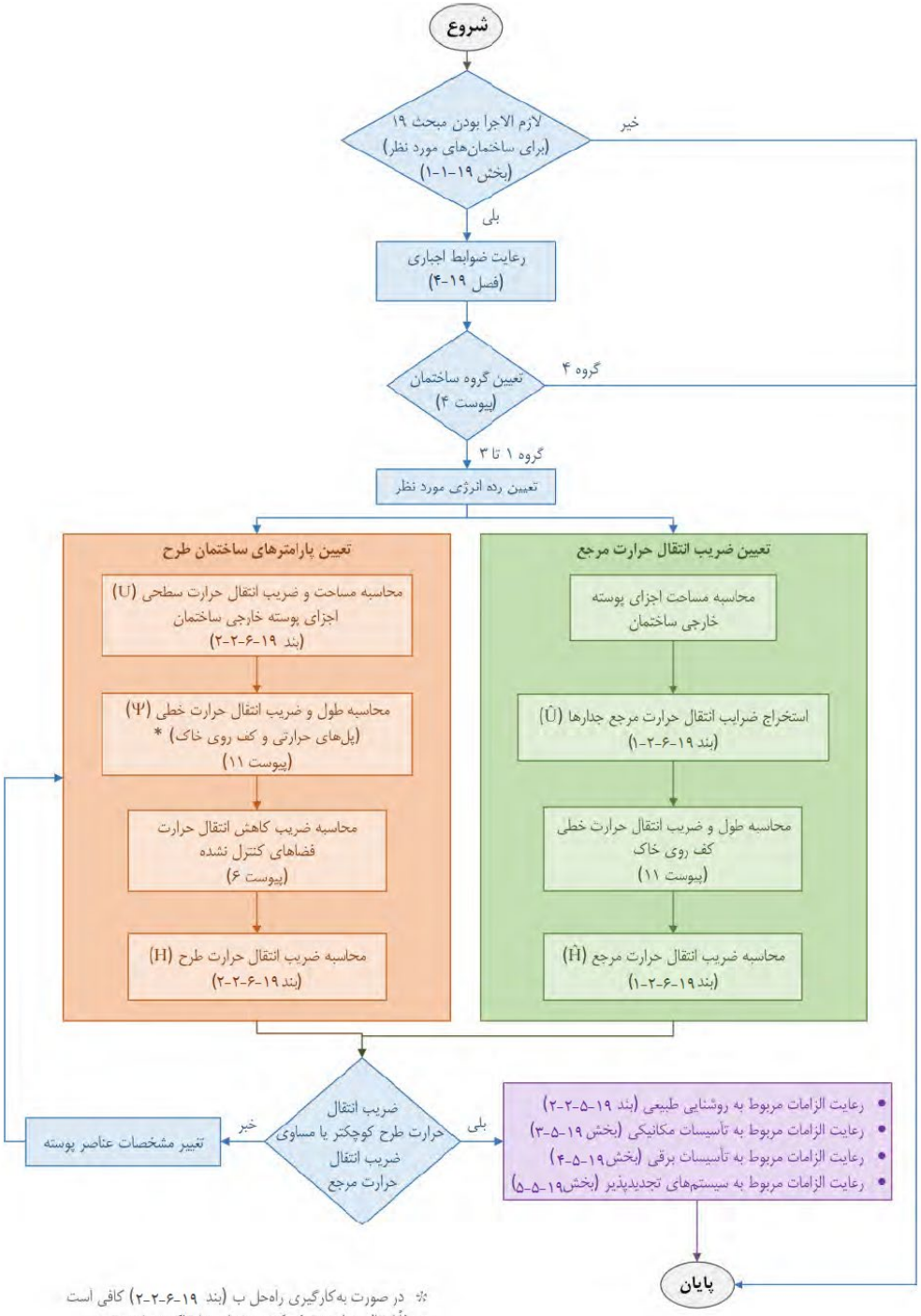
روش‌های طراحی		تجویزی	موازنه‌ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
سهولت طراحی	پوسته خارجی	نیاز به محاسبات عددی	محاسبه ساده با نرم‌افزارهای کاربرگی (نظیر excel)	نیاز به شبیه‌سازی (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان نیاز انرژی سالیانه	نیاز به شبیه‌سازی یکپارچه (با نرم‌افزار) برای تعیین میزان مصرف انرژی سالیانه
	تأسیسات مکانیکی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
	تأسیسات برقی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	نیاز به محاسبات عددی	
امکان دست‌یابی به راه‌حل‌های اقتصادی	پوسته خارجی	✗	✓ به‌صورت جزئی	✓ به‌صورت جزئی	✓✓
	تأسیسات مکانیکی	✗	✗	✗	
	تأسیسات برقی	✗	✗	✗	
سهولت کنترل، نظارت	پوسته خارجی	ساده	نسبتاً ساده	نسبتاً پیچیده	پیچیده
	تأسیسات مکانیکی	ساده	ساده	ساده	
	تأسیسات برقی	ساده	ساده	ساده	
دامنه کاربرد		ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹ و بخش ۱-۱-۲-۳-۱۹	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹ و بخش ۱-۱-۲-۳-۱۹	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹	ساختمان‌های تعیین‌شده در بخش ۱-۱-۱۹
نیاز به متخصص انرژی برای طراحی	پوسته خارجی	✗	✗	نیاز به متخصص برای مدل‌سازی	نیازمند به کار گروهی متخصصین مدل‌سازی انرژی
	تأسیسات مکانیکی	✗	✗	✗	
	تأسیسات برقی	✗	✗	✗	
امکان طراحی به‌صورت یکپارچه		✗	✓ به‌صورت جزئی (بین اجزای پوسته خارجی)	✓ به‌صورت جزئی (بین اجزای پوسته خارجی)	✓✓

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

طراح با در نظر گرفتن شرایط پروژه بر اساس یکی از این روش ها اقدام می کند.

۱۹ـ۶ـروش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ 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.



نمودار گردشی مراحل روش موازنه ای (کارکردی)

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.

پ ـ۴ـ۲ـ تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی

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

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ پوسته خارجی ساختمان

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.

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۱ـ پوسته خارجی ساختمان

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

- ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع کمتر باشد؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول۱۹-۵- ۲ را جواب‌گو باشند؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۷ را جواب‌گو باشند؛
- مشخصات جدارهای نورگذر (SHGC و Tv/SHGC)، برای تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۳، علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۳، بسته به نیاز غالب (گرمایی یا سرمایی)، جهت نما، و رده انرژی ساختمان، باید شرایط تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۱۲ را جواب‌گو باشند.

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ 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.

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

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

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

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

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 $[W/m^2K]$

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع
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.

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)
۱۹ـ۶ـ۲ـ محاسبه 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.

۱۹ـ۶ـ روش موازنه ای (کارکردی)

۱۹ـ۶ـ۲ـ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

۱۹ـ۶ـ۲ـ۱ـ محاسبه یا تعیین اثر پل حرارتی

الف) روش دقیق محاسبه اثر پل حرارتی برای تعیین ضریب انتقال حرارت طرح با استفاده از داده های پیوست ۱۱

فرضیات برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع:

- 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

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ ۱۱ـ۱ـ علل بروز پل حرارتی

- 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.

پ ۱۱ـ۱ـ انواع پل حرارتی

- پل حرارتی خطی، یا دو بعدی، که با ضریب انتقال حرارت خطی Ψ به واحد [W/m.K] تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال یک دیوار خارجی با عایق از داخل به کف طبقات. در این حالت، انتقال حرارت از این پل‌ها برابر حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت خطی و طول پل حرارتی است.
- پل حرارتی موضعی، یا سه بعدی، که با ضریب انتقال حرارت نقطه‌ای χ به واحد [W/K] تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال کف طبقه به دو دیوار متعامد پوستهٔ خارجی.

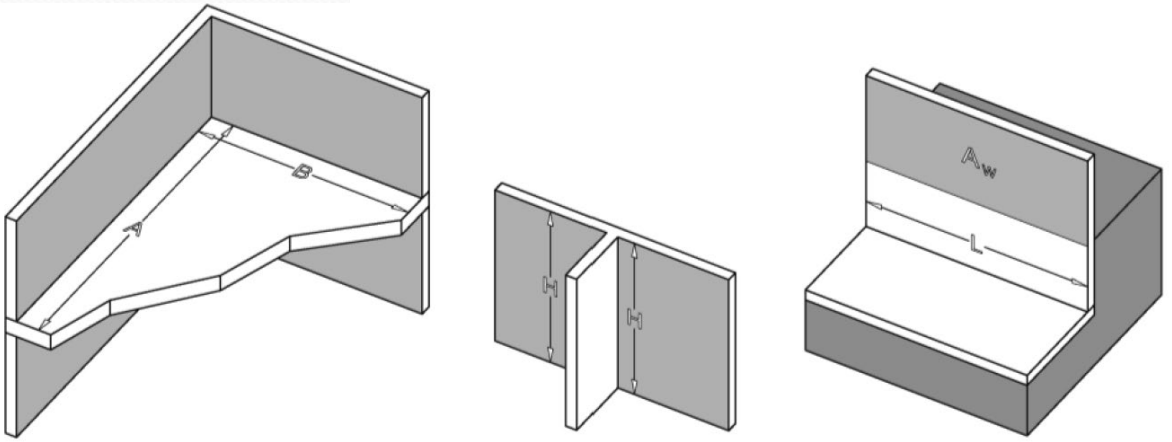
پ ۱۱ـ۱ـ پل حرارتی

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

- در صورتی که از روش‌های نیاز انرژی ساختمان یا روش کارایی انرژی ساختمان استفاده شود
- در صورتی که از روش موازنه‌ای برای طراحی پوسته خارجی با عایق‌کاری حرارتی منقطع (از داخل یا همگن) استفاده شود، و مقادیر تعیین‌شده برای حالت عایق‌کاری حرارتی از خارج مبنای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان قرار گیرد.

پ ۱۱ـ۲ـ محاسبه طول های پل حرارتی پوسته 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)

پ ۱۱ـ۲ـ محاسبه طول های پل حرارتی پوسته خارجی

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.

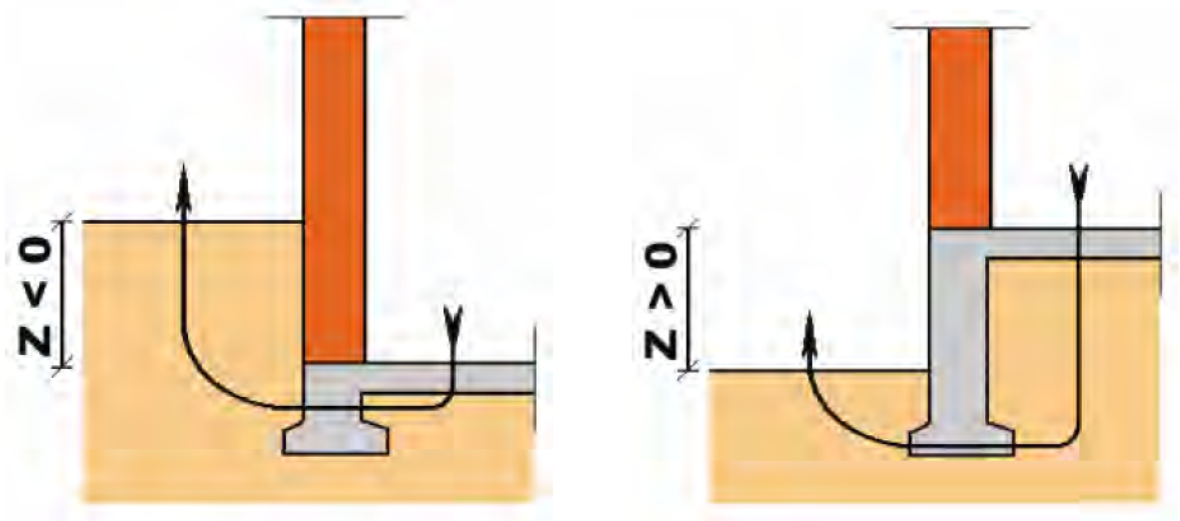
پ ۱۱ـ۲ـ محاسبه طول های پل حرارتی پوسته خارجی

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.

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 ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
کف روی خاک بدون عایق حرارتی

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
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.

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
کف روی خاک با عایق حرارتی

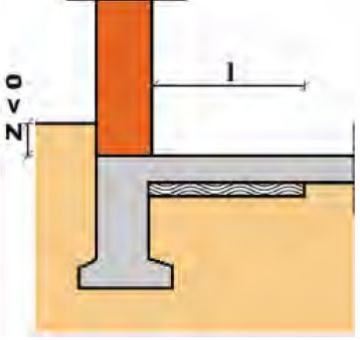
عایق حرارتی قطع شده

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.

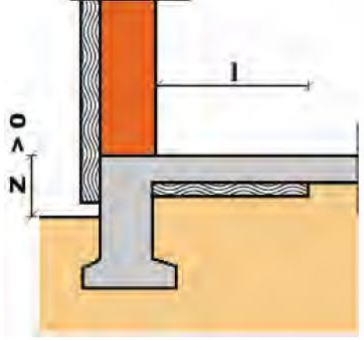
پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک

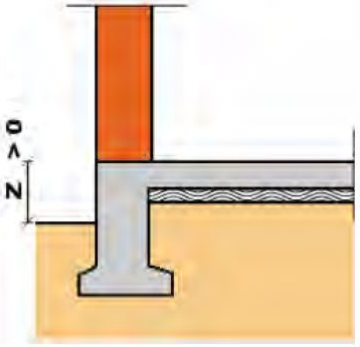
کف روی خاک با عایق حرارتی قطع شده در محل تلاقی دیوار و کف



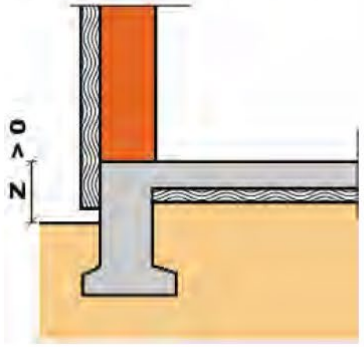
عایق پیرامونی افقی
و دیوار فاقد عایق حرارتی



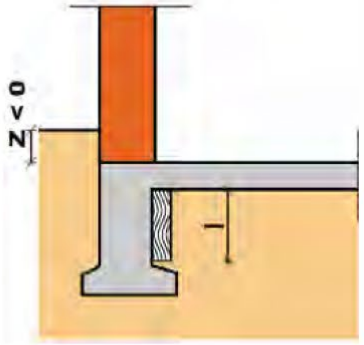
عایق پیرامونی افقی
و دیوار دارای عایق حرارتی



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

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

	Z	عرض عایق	مقاومت حرارتی عایق ($m^2.K/W$)						
			۰٫۲۰	۰٫۴۰	۰٫۶۰	۰٫۸۰	۱٫۰۵	۱٫۵۵	۲٫۰۵
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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک

کف روی خاک با عایق حرارتی قطع شده

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک

کف روی خاک با عایق حرارتی قطع شده

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 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

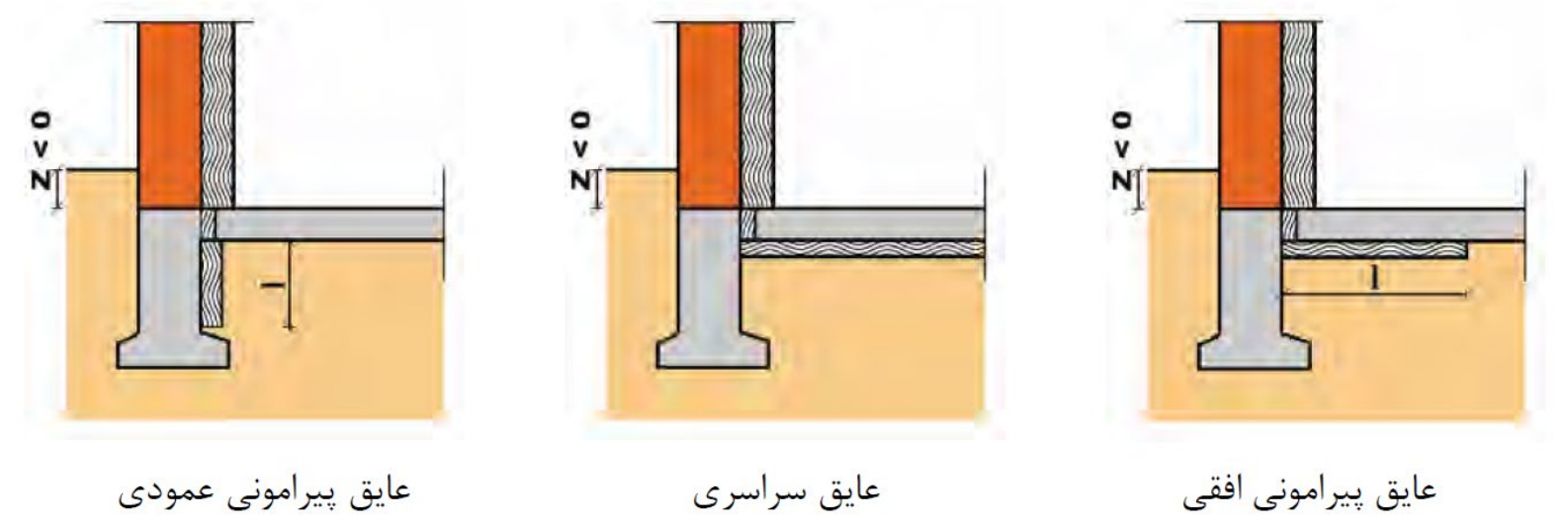
پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
کف روی خاک با عایق حرارتی کاهش یافته

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.

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
کف روی خاک با عایق حرارتی کاهش یافته

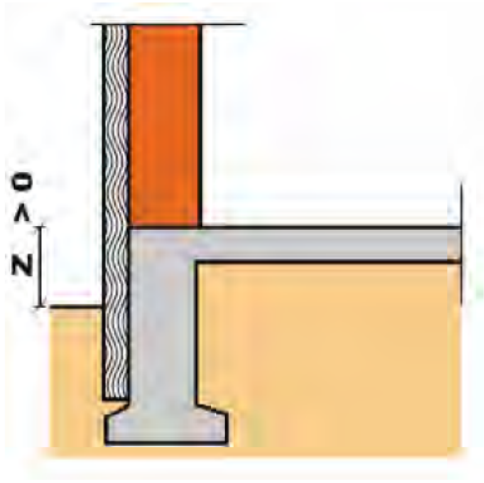


عایق پیرامونی عمودی　　عایق سراسری　　عایق پیرامونی افقی

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
کف روی خاک با عایق حرارتی یکسره

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



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

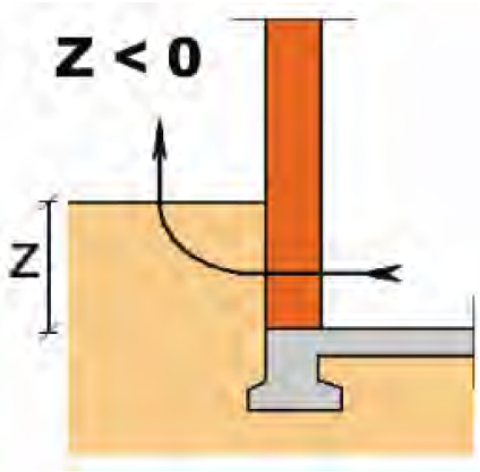
پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۱ـ کف های زیرین مجاور خاک
کف روی خاک با عایق حرارتی یکسره

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۲ـ دیوارهای 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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۲ـ دیوارهای مجاور خاک

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

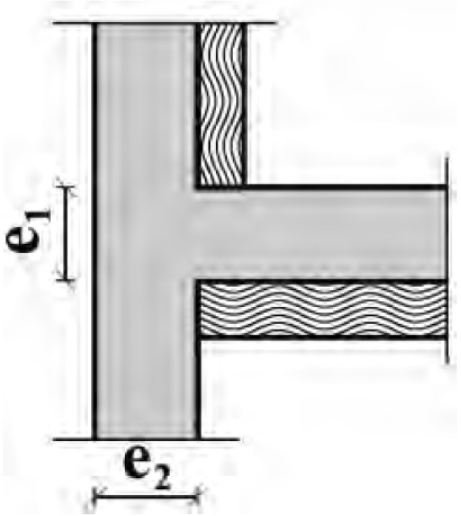
Z [m]	ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار [W/(m².K)]									
	۰٫۴۰ تا ۰٫۴۹	۰٫۵۰ تا ۰٫۶۴	۰٫۶۵ تا ۰٫۷۹	۰٫۸۰ تا ۰٫۹۹	۱٫۰۰ تا ۱٫۱۹	۱٫۲۰ تا ۱٫۴۹	۱٫۵۰ تا ۱٫۷۹	۱٫۸۰ تا ۲٫۱۹	۲٫۲۰ تا ۲٫۵۹	۲٫۶۰ تا ۳٫۰۹	۳٫۱۰ تا ۳٫۷۰
از ۲٫۰۰- تا ۱٫۵-	۰٫۶۰	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۱٫۰۰	۱٫۱۰	۱٫۲۵	۱٫۴۰	۱٫۵۵	۱٫۷۵	۱٫۹۰	۲٫۰۵
از ۱٫۵۰- تا ۱٫۰۵-	۰٫۴۵	۰٫۵۵	۰٫۶۵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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ ۳ـ اتصالات متداول کف های مجاورخارج یا فضای کنترل نشده

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 پ ۱۱-۷ تعیین می‌گردد.



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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ ۳ـ اتصالات متداول کف های مجاورخارج یا فضای کنترل نشده

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)]

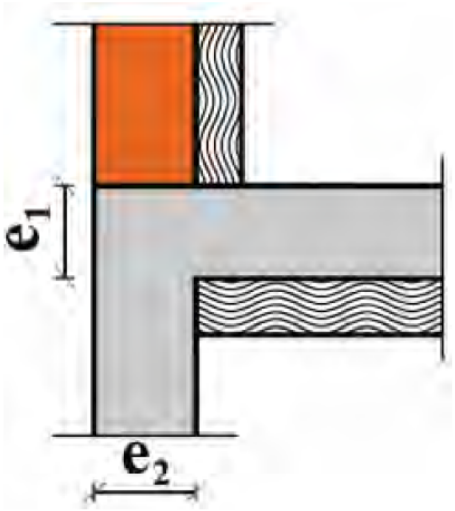
e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۷/۵	۳۰/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۳۹
۲۰ تا ۲۵	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۳۶

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ ۳ـ اتصالات متداول کف های مجاورخارج یا فضای کنترل نشده

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ ۳ـ اتصالات متداول کف های مجاورخارج یا فضای کنترل نشده

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)]

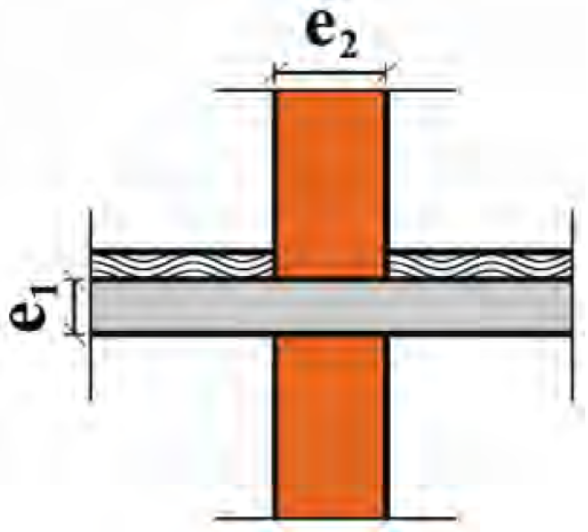
e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۷/۵	۳۰/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۶
۲۰ تا ۲۵	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۳

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ ۳ـ اتصالات متداول کف های مجاورخارج یا فضای کنترل نشده

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 می گردد.



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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)

پ ۱۱ـ۴ـ ۳ـ اتصالات متداول کف های مجاورخارج یا فضای کنترل نشده

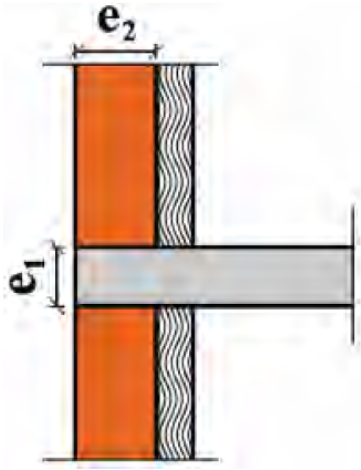
اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۴ـ اتصالات متداول سقف های میانی

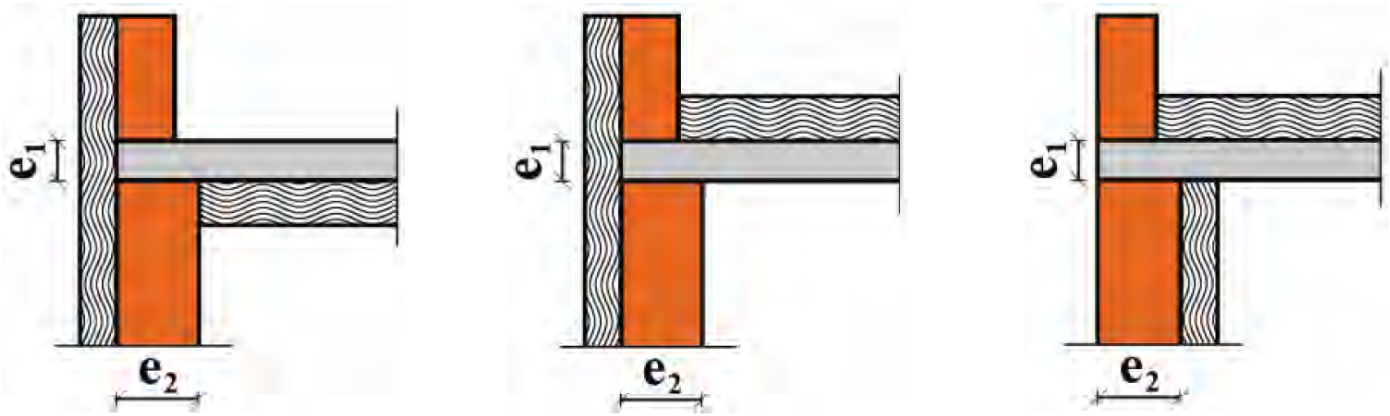
ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال سقف‌های بین طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2 بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد.



شکل پ۱۱-۱۰ اتصالات متداول سقف‌های میانی

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ۵ـ اتصالات متداول بام و دیوار

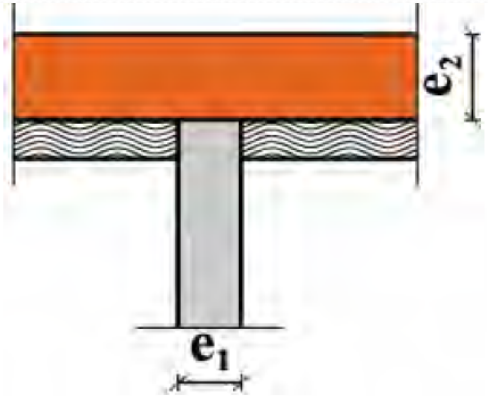
ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل پ۱۱-۱۱)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2، با مقادیر جدول پ۱۱-۹ تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال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



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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۶ـ اتصالات 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

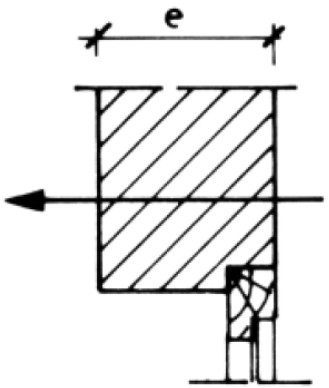
پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۶ـ اتصالات دیوارهای داخلی و خارجی

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۷ـ 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

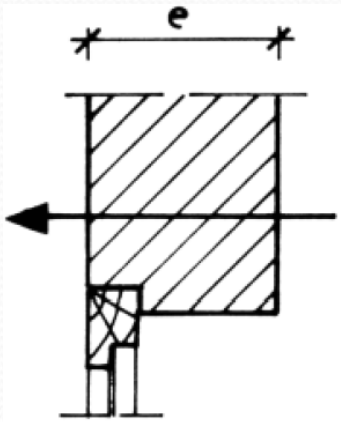
پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۷ـ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر
بازشوهای همباد داخل در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۷ـ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر
بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن

ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال بازشوهای همباد خارج به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول پ۱۱-۱۲ تعیین می‌گردد.



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

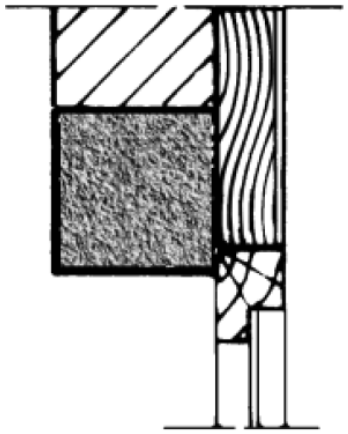
پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۷ـ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر
بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن

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

پ ۱۱ـ۴ـ تعیین ضرایب انتقال حرارت (خطی)
پ ۱۱ـ۴ـ ۷ـ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر
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