# طراحی پوسته ساختمان به روش موازنه ای

بر اساس مبحث ۱۹ نسخه ۴ تاریخ انتشار ۱۳۹۹

m.sadeghi.d
09133277159

بهار ۱۴۰۲

مهدی صادقی دستجردی

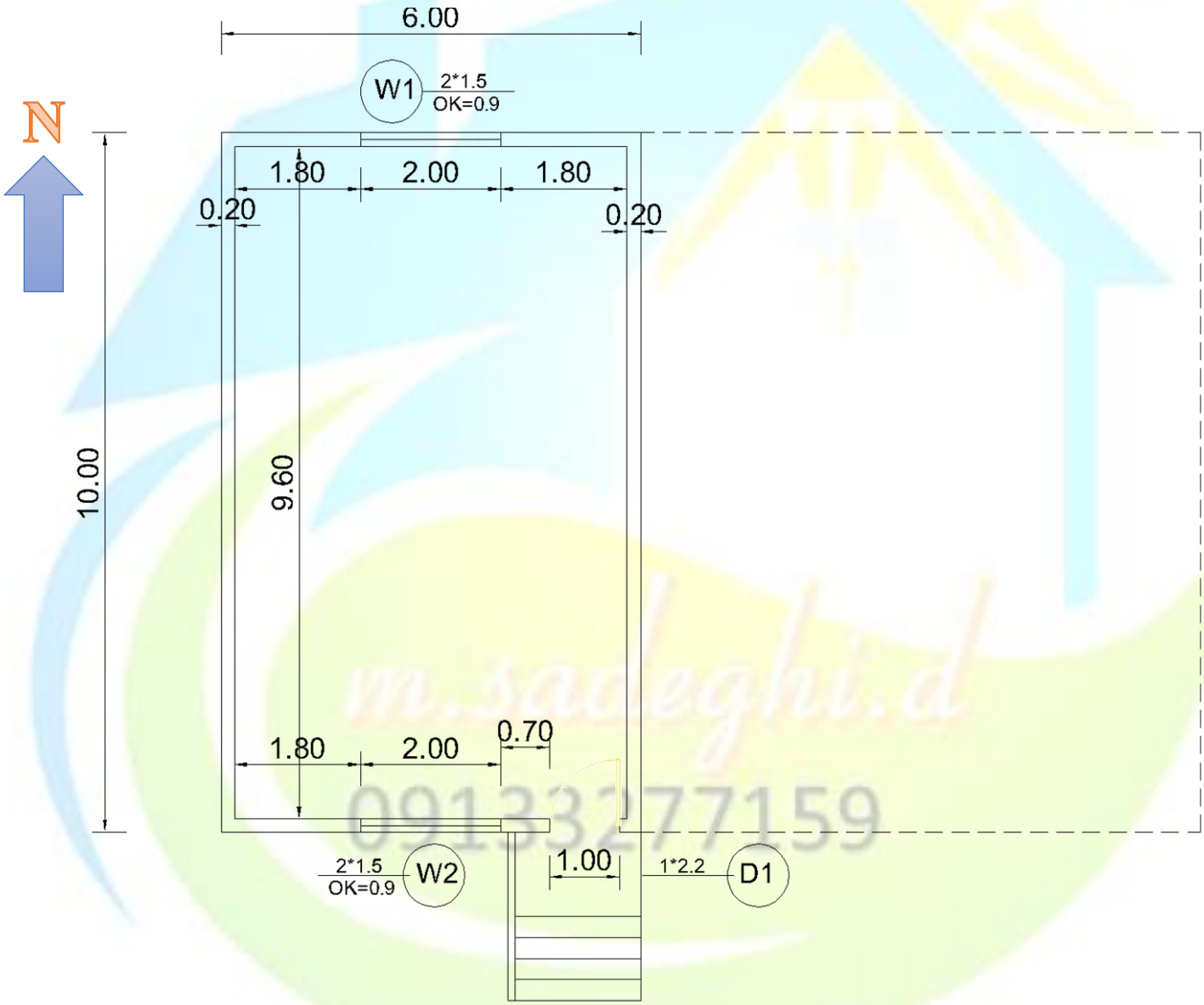
کد دوره :

# بخش اول : مشخصات ساختمان

## الف) مشخصات ساختمان

| | | | |
|---|---|---|---|
| نام پروژه: آموزشی مبحث ۱۹ | نام مالک: | شماره تلفن مالک: | کاربری ساختمان: مسکونی |
| آدرس: اصفهان | | | |
| مشخصات مهندسان پروژه | | | |
| مهندس معماری: | مهندس برق: | مهندس مکانیک: | مهندس سازه: |
| شماره تلفن: | شماره تلفن: | شماره تلفن: | شماره تلفن: |

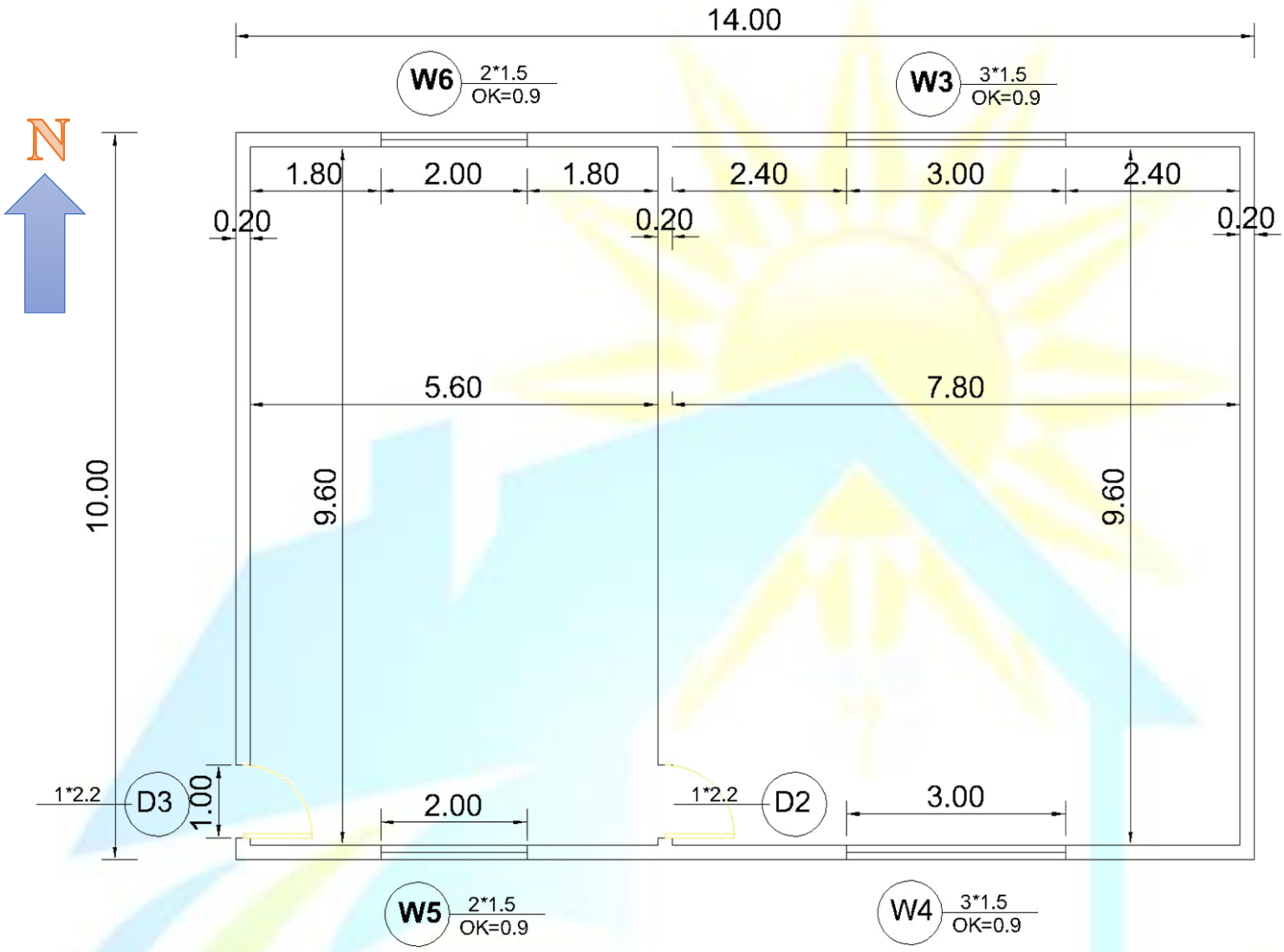
## ب) نقشه های معماری ساختمان




پلان طبقه همکف



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹




پلان طبقه اول

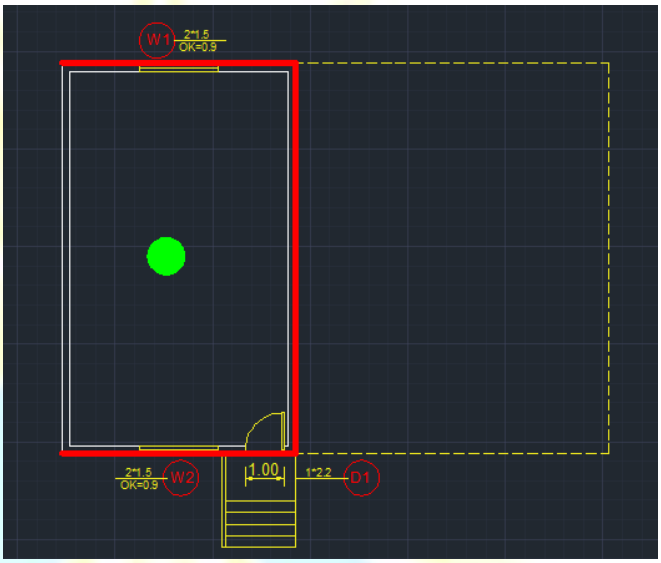
## بخش دوم: تعیین گروه ساختمان

| کاربری ساختمان (بر اساس پیوست ۴ – الف) | درجه انرژی سالانه محل استقرار ساختمان (بر اساس پیوست ۳ – ص ۱۷۹) | سطح زیربنای مفید ساختمان (بر اساس زیر بنای فضاهای کنترل شده) |
|---|---|---|
| صفحه ۱۹۰ کتاب : الف | صفحه ۱۷۹ کتاب: متوسط- نیاز غالب گرمایش | با توجه به نقشه: ۱۲۸/۶۴ متر مربع |
| تعیین گروه انرژی ساختمان با توجه به موارد بالا و مراجعه به پیوست ۴ – ب | | |
| صفحه ۱۹۱ کتاب: گروه ۲ | | |
| نحوه استفاده از ساختمان (ویژه ساختمان های غیرمسکونی) | روش مورد طراحی | رتبه انرژی ساختمان |
| منقطع ☐ غیرمنقطع ☐ | موازنه ای (کارکردی) | EC |

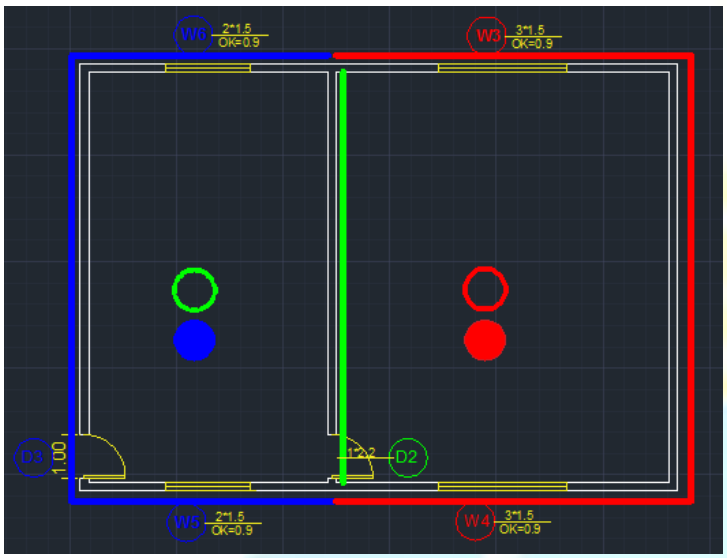


تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir ۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## بخش سوم: تعیین پوسته خارجی ساختمان

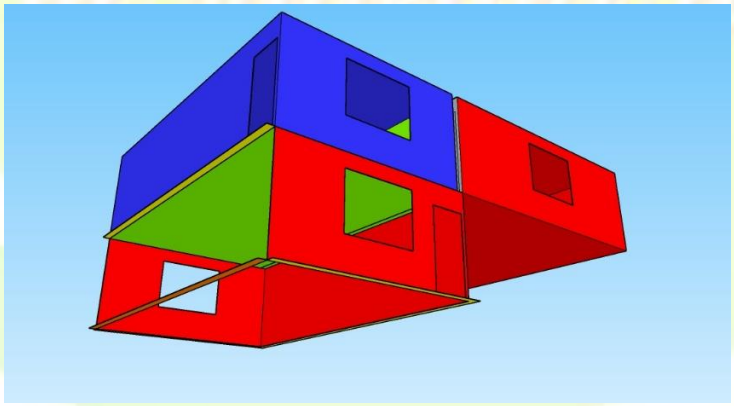



رنگ بندی پوسته خارجی در طبقه همکف




رنگ بندی پوسته خارجی در طبقه اول

| جدول راهنما | |
|---|---|
| جداره های بین فضای کنترل شده و فضای خارج | |
| جداره های بین فضای کنترل شده و فضای کنترل نشده | |
| جداره های بین فضای کنترل نشده و فضای خارج | |
| سقف بین فضای کنترل شده و فضای خارج | |
| سقف بین فضای کنترل شده و فضای کنترل نشده | |
| سقف بین فضای کنترل نشده و فضای خارج | |
| کف بین فضای کنترل شده و فضای خارج | |
| کف بین فضای کنترل شده و فضای کنترل نشده | |
| کف بین فضای کنترل نشده و فضای خارج | |



نمای سه بعدی پوسته خارجی (اختیاری)



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## بخش چهارم: استخراج ضرایب انتقال حرارت مرجع

| | | | |
|---|---|---|---|
| گروه انرژی ساختمان :گروه ۲<br>رتبه انرژی ساختمان :EC<br>نوع عایقکاری: خارجی (توجه به کاربری ساختمان که مسکونی است) | | | |
| نوع جدار | | در تماس با فضای خارج (مرز قرمز) | در تماس با فضای کنترل نشده (مرز سبز) |
| دیوار ($\hat{U}_W$) – صفحه ۱۳۳ کتاب | | ۰/۹۳۵ | ۰/۹۸۰ |
| جدار نورگذر ($\hat{U}_G$) صفحه ۱۳۴ و سپس ۷۸ کتاب | جنوب | ۳/۱ | ۳/۴ |
| | شمال | ۳/۱ | ۳/۴ |
| | به جز جنوب و شمال | ۳/۱ | ۳/۴ |
| بام ($\hat{U}_R$) – صفحه ۱۳۵ کتاب | | ۰/۵۱۵ | ۱/۰۲ |
| کف مجاور هوا ($\hat{U}_F$) – صفحه ۱۳۶ کتاب | | ۰/۵۴۹ | ۰/۹۶۲ |
| کف مجاور خاک ($\hat{U}_P$) – صفحه ۱۳۶ کتاب | | ۱/۶۰ | --- |
| در ($\hat{U}_D$) – با توجه به مطلب ارائه شده در صفحه ۷۱ کتاب | | ۳/۱ | ۳/۴ |

## بخش پنجم: استخراج ضرایب انتقال حرارت طرح

در این بخش مقادیر ضرایب انتقال حرارت طرح با توجه به انواع جداره های موجود در ساختمان (دیوار، سقف و کف) و همچنین جنس و ضخامت جداره های تشکیل دهنده آن محاسبه و ارائه می شود. مشخصات حرارتی لایه های تشکیل دهنده از پیوست های ۷، ۸ و ۹ کتاب استخراج می شود.

### دیوارها

| دیوار بلوک سفالی ۱۵ سانتی با پوشش گچ از دو طرف - مجاور فضای کنترل نشده | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰/۱۱۰ |
| اندود گچ | ۰/۰۳ | ۰/۵۷ | ۰/۰۵۳ |
| بلوک سفالی | ۰/۱۵ | | ۰/۳۰۰ |
| اندود گچ | ۰/۰۳ | ۰/۵۷ | ۰/۰۵۳ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰/۱۱۰ |
| R | | | ۰/۶۲۵ |
| U | | | ۱/۶۰ |

| دیوار بلوک سفالی ۱۵ سانتی با پوشش گچ و اندود سیمان - مجاور فضای خارج | | | | |
|---|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | | ۰/۱۱۰ |
| اندود گچ | ۰/۰۳ | ۰/۵۷ | | ۰/۰۵۳ |
| بلوک سفالی | ۰/۱۵ | | | ۰/۳۰۰ |
| اندود سیمان | ۰/۰۲ | ۱ | | ۰/۰۲۰ |
| لایه هوا خارجی | | | | ۰/۰۶۰ |
| | | R | | ۰/۵۴۳ |
| | | U | | ۱/۸۴۳ |

### پنجره ها

صفحه ۲۳۳ کتاب

**پ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده**

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

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

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



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir ۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## بام

| سقف تیرچه بلوک سفالی مجاور خارج | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda\left[W/_{mK}\right]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/_W\right]$ |
| لایه هوای خارجی | | | ۰/۰۵۰ |
| آسفالت | ۰/۰۳ | ۱/۱۵ | ۰/۰۲۶ |
| عایق رطوبتی | ۰/۰۱ | ۰/۲۳ | ۰/۰۴۳ |
| ملات ماسه و سیمان | ۰/۰۲ | ۱ | ۰/۰۲۰ |
| پوکه ریزی | ۰/۰۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۰۰ |
| سقف تیرچه و بلوک سفالی | ۰/۲ | | ۰/۲۶۰ |
| اندود گچ | ۰/۰۲ | ۰/۵۷ | ۰/۰۳۵ |
| لایه هوا داخلی | | | ۰/۰۹۰ |
| R | | | ۰/۷۲ |
| U | | | ۱/۳۸۰ |

| سقف تیرچه بلوک سفالی مجاورکنترل نشده | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda\left[W/_{mK}\right]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/_W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰/۰۹۰ |
| موزائیک | ۰/۰۲ | ۱/۶۵ | ۰/۰۱۲ |
| ملات ماسه و سیمان | ۰/۰۲ | ۱ | ۰/۰۲۰ |
| سقف تیرچه و بلوک سفالی | ۰/۲ | | ۰/۲۶۰ |
| اندود سیمان | ۰/۰۳ | ۱ | ۰/۰۳۰ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰/۰۹۰ |
| R | | | ۰/۵۰ |
| U | | | ۱/۹۹۲ |

## کف

| کف تیرچه بلوک سفالی مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda\left[W/_{mK}\right]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/_W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰/۱۷۰ |
| موزائیک | ۰/۰۲ | ۱/۶۵ | ۰/۰۱۲ |
| ملات ماسه و سیمان | ۰/۰۲ | ۱ | ۰/۰۲۰ |
| سقف تیرچه و بلوک سفالی | ۰/۲ | | ۰/۲۶۰ |
| اندود سیمان | ۰/۰۳ | ۱ | ۰/۰۳۰ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰/۰۵۰ |
| R | | | ۰/۵۴۲ |
| U | | | ۱/۸۴۵ |

## در

صفحه ۲۴۷ کتاب

**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 |



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir ۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## بخش ششم: استخراج مقادیر مربوط به پل حرارتی

| نوع پل حرارتی | موقعیت | مشخصات | مقدار Ψ |
|---|---|---|---|
| کف مجاور خاک | همکف | کد ارتفاع ۰/۸۵+ متر | ۲,۳۵ |
| | همکف | کد ارتفاع ۳/۰- متر | ۰,۴ |
| دیوار مجاور خاک | همکف | ضریب انتقال حرارت سطحی = ۱/۸۴ | ۲ |

مقادیر مربوط به پل حرارتی از پیوست شماره ۱۱ کتاب صفحه ۲۶۵ و با توجه به نوع پل حرارتی قابل استخراج است.

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 |

صفحه ۲۷۱ کتاب

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 |

صفحه ۲۷۶ کتاب

m.sadeghi.a
09133277159



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹
maharatjooyan.ir

## بخش هفتم: محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده

در این مرحله ابتدا باید تعداد فضاهای کنترل نشده را مشخص کرده و برای هر فضای کنترل نشده یک ضریب کاهش محاسبه گردد. برای این محاسبات از روابط ارائه شده در پیوست شماره ۶ کتاب صفحه ۲۰۵ می توان استفاده کرد.

البته لازم به ذکر است که طبق مطلب بیان شده در همین پیوست برای ساده سازی محاسبات می توان ضریب کاهش را برابر ۱ در نظر گرفت و بدین ترتیب طراح می تواند از محاسبات این بخش صرف نظر کند.

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

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

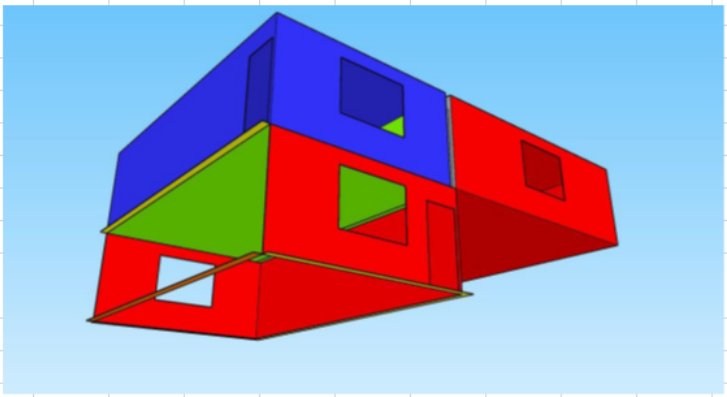
$\tau$ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده

$A_e$ : 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 $[W/m^2K]$



$$\tau = \frac{\sum A_e U_e}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i}$$

| محاسبه ضریب کاهش فضای کنترل نشده ۱ | | | |
|---|---|---|---|
| مشخصات جدار | مساحت (A) | ضریب انتقال حرارت سطحی (U) | A*U |
| دیوار شمالی فضای کنترل نشده | ۱۲.۶۸ | ۱.۸۴ | ۲۳.۳۷ |
| دیوار جنوبی فضای کنترل نشده | ۱۲.۶۸ | ۱.۸۴ | ۲۳.۳۷ |
| دیوار غربی فضای کنترل نشده | ۲۴.۶۸ | ۱.۸۴ | ۴۵.۴۸ |
| سقف فضای کنترل نشده | ۵۳.۷۶ | ۱.۳۸ | ۷۴.۱۹ |
| پنجره شمالی فضای کنترل نشده | ۳ | ۵.۸۰ | ۱۷.۴۰ |
| پنجره جنوبی فضای کنترل نشده | ۳ | ۵.۸۰ | ۱۷.۴۰ |
| در چوبی | ۲.۲ | ۳.۵۰ | ۷.۷۰ |
| مجموع جداره های کنترل نشده و خارج (مرز آبی رنگ) | | | ۲۰۸.۹۰ |
| کف فضای کنترل نشده | ۵۳.۷۶ | ۱.۹۹ | ۱۰۷.۰۷ |
| دیوار شرقی فضای کنترل نشده | ۲۴.۶۸ | ۱.۶۰ | ۳۹.۴۷ |
| در چوبی | ۲.۲ | ۳.۵۰ | ۷.۷۰ |
| مجموع جداره های کنترل نشده و داخل (مرز سبز رنگ) | | | ۱۵۴.۲۴ |
| محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده ۱ | | | ۰.۵۸ |

09133277159



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹
maharatjooyan.ir

## بخش هشتم: جدول محاسبات H مرجع و H طرح

در این بخش مقادیر محاسبه شده و یا استخراج شده در بخش های قبلی در جدول مربوط به محاسبات H طرح و H مرجع جایگذاری شده و مقدار H مرجع و طرح محاسبه و مقایسه می شود.

| نام عنصر | موقعیت | مشخصات جدار | مساحت محیط | ضریب کاهش $\tau$ | طرح $U$ قبل از بهینه سازی | طرح $U$ بعد از بهینه سازی | مرجع $\widehat{U}$ | طرح $H$ | مرجع $\widehat{H}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سقف | طبقه اول/کنترل شده دوم | تیرچه بلوک سیمانی | ۷۴.۸۸ | ۱ | ۱.۳۸ | | ۰.۵۱۵ | ۱۰۳.۳۳ | ۳۸.۵۶۳ |
| | طبقه همکف / کنترل شده اول | تیرچه بلوک سفالی | ۵۳.۷۶ | ۰.۵۸ | ۱.۹۹ | | ۰.۹۶۲ | ۶۱.۵۹۲ | ۲۹.۷۵۱ |
| کف | طبقه اول | تیرچه بلوک سفالی | ۷۴.۸۸ | ۱ | ۱.۸۴۵ | | ۰.۵۴۹ | ۱۳۸.۱۲ | ۴۱.۱۰۹ |
| دیوار | شمالی/کنترل شده اول | گچ-بلوک سفالی-اندود | ۱۲.۶۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | | ۰.۹۳۵ | ۲۳.۳۶۸ | ۱۱.۸۵۶ |
| | جنوبی/کنترل شده اول | گچ-بلوک سفالی-اندود | ۱۰.۴۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | | ۰.۹۳۵ | ۱۹.۳۱۳ | ۹.۷۹۸۸ |
| | شرقی/کنترل شده اول | گچ-بلوک سفالی-اندود | ۲۶.۸۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | | ۰.۹۳۵ | ۴۹.۵۳۶ | ۲۵.۱۳۳ |
| | شمالی/کنترل شده دوم | گچ-بلوک سفالی-اندود | ۱۷.۳۴ | ۱ | ۱.۸۴۳ | | ۰.۹۳۵ | ۳۱.۹۵۵ | ۱۶.۲۱۳ |
| | جنوبی/کنترل شده دوم | گچ-بلوک سفالی-اندود | ۱۷.۳۴ | ۱ | ۱.۸۴۳ | | ۰.۹۳۵ | ۳۱.۹۵۵ | ۱۶.۲۱۳ |
| | شرقی/کنترل شده دوم | گچ-بلوک سفالی-اندود | ۲۶.۸۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | | ۰.۹۳۵ | ۴۹.۵۳۶ | ۲۵.۱۳۳ |
| | داخلی | گچ-بلوک سفالی-گچ | ۲۴.۶۸ | ۰.۵۸ | ۱.۶ | | ۰.۹۸ | ۲۲.۷۱۶ | ۱۳.۹۱۴ |
| در | در خارجی / کنترل شده اول | چوبی | ۲.۲ | ۱ | ۳.۵ | | ۳.۱ | ۷.۷ | ۶.۸۲ |
| | در داخلی/ کنترل شده دوم | چوبی | ۲.۲ | ۰.۵۸ | ۳.۵ | | ۳.۴ | ۴.۴۲۹۶ | ۴.۳۰۳ |
| پنجره | شمالی/ کنترل شده اول | شیشه ساده با قاب فولادی | ۳ | ۱ | ۵.۸ | | ۳.۱ | ۱۷.۴ | ۹.۳ |
| | جنوبی / کنترل شده اول | شیشه ساده با قاب فولادی | ۳ | ۱ | ۵.۸ | | ۳.۱ | ۱۷.۴ | ۹.۳ |
| | شمالی / کنترل شده دوم | شیشه ساده با قاب فولادی | ۴.۵ | ۱ | ۵.۸ | | ۳.۱ | ۲۶.۱ | ۱۳.۹۵ |
| | جنوبی / کنترل شده دوم | شیشه ساده با قاب فولادی | ۴.۵ | ۱ | ۵.۸ | | ۳.۱ | ۲۶.۱ | ۱۳.۹۵ |
| کف مجاور خاک / پل حرارتی | همکف | ارتفاع ۰/۸۵+ متر | ۲۰.۸ | ۱ | ۲.۳۵ | | ۱.۶ | ۴۸.۸۸ | ۳۳.۲۸ |
| | همکف | ارتفاع ۳- متر | ۹.۶ | ۱ | ۰.۴ | | ۱.۶ | ۳.۸۴ | ۱۵.۳۶ |
| | دیوار مجاور خاک (دیوار غربی) | | ۹.۶ | ۱ | ۲ | | ۰ | ۱۹.۲ | ۰ |
| | | | | | | | مجموع | ۷۰۲.۴۸ | ۳۳۳.۹۵ |

با توجه به اینکه میزان H طرح از H مرجع بزرگتر است، لذا پوسته خارجی ساختمان نیاز به اصلاح دارد که این کار با اضافه کردن یک لایه عایق به پوسته خارجی ساختمان و یا تغییر لایه های پوسته خارجی و همچنین تغییر ضخامت ها امکان پذیر است البته معمولاً راهکار عملیاتی تر است.

www.maharatjooyan.ir 09133277159



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir ۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## بخش نهم: ارائه راهکار جهت اصلاح پوسته خارجی

**الف) اضافه کردن عایق به جداره ها**

**در ابتدا با توجه به اینکه این ساختمان مسکونی است و از طرفی مقادیر مرجع نیز با توجه به عایق کاری خارجی انتخاب شدند لذا عایقکاری بایستی به صورت خارجی انجام پذیرد. از طرفی عایقکاری خارجی به دو صورت امکان پذیر است.**

**۱- عایق‌کاری مرزهای قرمز و سبز  ۲- عایق‌کاری مرزهای قرمز و آبی**

پس از مشخص کردن حالت عایق‌کاری بخش‌های پنجم تا هشتم مجدد انجام می‌گیرد و اصلاح تا زمانی که مقدار H طرح از مقدار H مرجع کمتر یا برابر شود ادامه خواهد داشت.

**حالت اول عایقکاری (مرزهای قرمز و سبز)**

**حالت دوم عایقکاری (مرزهای قرمز و آبی)**

چنانچه حالت دوم عایق‌کاری انتخاب شود در محاسبات مربوط به جدول اصلاح پوسته خارجی و محاسبات H بایستی به جای مرزهای سبز، مرزهای آبی قرار گیرد، همچنین به جای ضریب τ بایستی τ-۱ قرار گیرد.

**ب) تغییر شیشه های تک جداره با دو جداره**

**شیشه های تک جداره با پنجره دو جداره زیر تعویض می گردد.**

(پنجره دو جداره مطابق مثال اول پیوست ۹ جایگزین گردید. صفحه ۲۴۴ و ۲۴۵ کتاب)

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/(m².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

$U_G$= **۲/۷** W/m².K



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

# تکرار بخش پنجم پس از اصلاح : استخراج ضرایب انتقال حرارت طرح

در این بخش مقادیر ضرایب انتقال حرارت طرح مجدداً با در نظر گرفتن لایه‌های عایق اضافه شده به لایه‌های تشکیل دهنده جداره‌ها محاسبه می شود.

## دیوارها

| دیوار بلوک سفالی ۱۵ سانتی با پوشش گچ و اندود سیمان - مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰.۱۱۰ |
| اندود گچ | ۰.۰۳ | ۰.۵۷ | ۰.۰۵۳ |
| بلوک سفالی | ۰.۱۵ | | ۰.۳۰۰ |
| عایق پشم شیشه | ۰.۰۷ | ۰.۰۳۷ | ۱.۸۹۲ |
| اندود سیمان | ۰.۰۲ | ۱ | ۰.۰۲۰ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰.۰۶۰ |
| R | | | ۲.۴۳۵ |
| U | | | ۰.۴۱۱ |

| دیوار بلوک سفالی ۱۵ سانتی با پوشش گچ از دو طرف - مجاور فضای کنترل نشده | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰.۱۱۰ |
| اندود گچ | ۰.۰۳ | ۰.۵۷ | ۰.۰۵۳ |
| عایق پشم شیشه | ۰.۰۷ | ۰.۰۳۷ | ۱.۸۹۲ |
| بلوک سفالی | ۰.۱۵ | | ۰.۳۰۰ |
| اندود گچ | ۰.۰۳ | ۰.۵۷ | ۰.۰۵۳ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰.۱۱۰ |
| R | | | ۲.۵۱۷ |
| U | | | ۰.۴۰ |

## پنجره ها

(پنجره دو جداره مطابق مثال اول پیوست ۹ جایگزین گردید. صفحه ۲۴۴ و ۲۴۵ کتاب)

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

$U_G$= **۲/۷** W/m².K

## بام

| سقف تیرچه بلوک سفالی-مجاور خارج (اصلاح با عایق حرارتی) | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای خارجی | | | ۰.۰۵۰ |
| آسفالت | ۰.۰۳ | ۱.۱۵ | ۰.۰۲۶ |
| عایق پلی استایرن | ۰.۱ | ۰.۰۳۹ | ۲.۵۶۴ |
| عایق رطوبتی | ۰.۰۱ | ۰.۲۳ | ۰.۰۴۳ |
| ملات ماسه و سیمان | ۰.۰۲ | ۱ | ۰.۰۲۰ |
| پوکه ریزی | ۰.۰۵ | ۰.۲۵ | ۰.۲۰۰ |
| سقف تیرچه و بلوک سفالی | ۰.۲ | | ۰.۲۶۰ |
| اندود گچ | ۰.۰۲ | ۰.۵۷ | ۰.۰۳۵ |
| لایه هوا داخلی | | | ۰.۰۹۰ |
| R | | | ۳.۲۹ |
| U | | | ۰.۳۰۴ |

| سقف تیرچه بلوک سفالی-مجاورکنترل نشده | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰.۰۹۰ |
| موزائیک | ۰.۰۲ | ۱.۶۵ | ۰.۰۱۲ |
| ملات ماسه و سیمان | ۰.۰۲ | ۱ | ۰.۰۲۰ |
| عایق پلی استایرن | ۰.۱ | ۰.۰۳۹ | ۲.۵۶۴ |
| سقف تیرچه و بلوک سفالی | ۰.۲ | | ۰.۲۶۰ |
| اندود سیمان | ۰.۰۳ | ۱ | ۰.۰۳۰ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰.۰۹۰ |
| R | | | ۳.۰۷ |
| U | | | ۰.۳۲۶ |

## کف



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir ۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

| کف تیرچه بلوک سفالی-مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|
| نام لایه | ضخامت $d\ [m]$ | ضریب انتقال حرارت هدایتی $\lambda[W/mK]$ | مقاومت حرارتی $R\left[m^2K/W\right]$ |
| لایه هوای داخلی | | | ۰.۱۷۰ |
| موزائیک | ۰.۰۲ | ۱.۶۵ | ۰.۰۱۲ |
| ملات ماسه و سیمان | ۰.۰۲ | ۱ | ۰.۰۲۰ |
| سقف تیرچه و بلوک سفالی | ۰.۲ | | ۰.۲۶۰ |
| پلی استایرن | ۰.۰۷ | ۰.۰۳۹ | ۱.۷۹۵ |
| اندود سیمان | ۰.۰۳ | ۱ | ۰.۰۳۰ |
| لایه هوا خارجی | | | ۰.۰۵۰ |
| | | R | ۲.۳۳۷ |
| | | U | ۰.۴۲۸ |

در

صفحه ۲۴۷ کتاب

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 |

m.sadeghi.ir
09133277159



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## تکرار بخش ششم پس از اصلاح: استخراج مقادیر مربوط به پل حرارتی

| نوع پل حرارتی | موقعیت | مشخصات | مقدار Ψ |
|---|---|---|---|
| کف مجاور خاک | همکف | کد ارتفاع ۰/۸۵+ متر | ۲,۳۵ |
| | همکف | کد ارتفاع ۰/۳- متر | ۰,۴ |
| دیوار مجاور خاک | همکف | ضریب هدایت حرارتی ۱/۸۴ | ۲,۰۰ |
| بام | کنترل شده طبقه اول | ضخامت دیوار ۲۰ و سقف ۳۰ سانتی متر | ۰,۳۳ |

مقادیر مربوط به پل حرارتی از پیوست شماره ۱۱ کتاب صفحه ۲۶۵ و با توجه به نوع پل حرارتی قابل استخراج است.

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 |

صفحه ۲۷۱ کتاب

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 |

صفحه ۲۷۶ کتاب

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

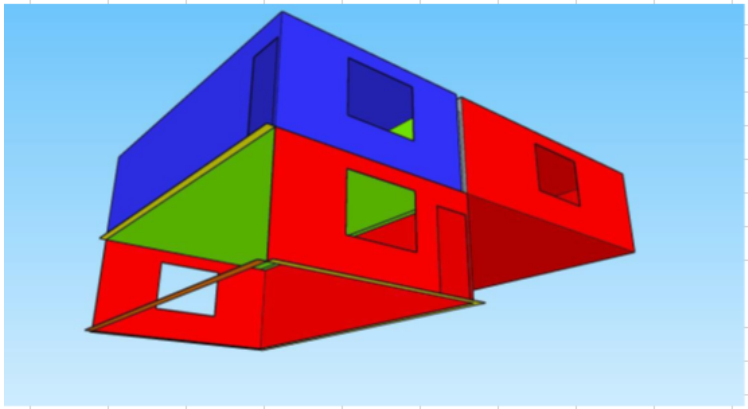
| $e_1$ (cm) / $e_2$ (cm) | ۱۵٫۰ | ۱۷٫۵ | ۲۰٫۰ | ۲۲٫۵ | ۲۵٫۰ | ۲۷٫۵ | ۳۰٫۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۵ تا ۱۹ | ۰٫۲۴ | ۰٫۲۸ | ۰٫۳۲ | ۰٫۳۵ | ۰٫۳۸ | ۰٫۴۲ | ۰٫۴۵ |
| ۲۰ تا ۲۵ | ۰٫۲۲ | ۰٫۲۶ | ۰٫۳۰ | ۰٫۲۶ | ۰٫۲۸ | ۰٫۳۱ | ۰٫۳۳ |

صفحه ۲۷۸ کتاب با فرض ضخامت سقف ۳۰ سانتی متر و ضخامت دیوار ۲۰ سانتی متر



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

# تکرار بخش هفتم پس از اصلاح: محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده



| محاسبه ضریب کاهش فضای کنترل نشده ۱ | | | |
|---|---|---|---|
| مشخصات جدار | مساحت (A) | ضریب انتقال حرارت سطحی (U) | A*U |
| دیوار شمالی فضای کنترل نشده | ۱۲.۶۸ | ۱.۸۴ | ۲۳.۳۷ |
| دیوار جنوبی فضای کنترل نشده | ۱۲.۶۸ | ۱.۸۴ | ۲۳.۳۷ |
| دیوار غربی فضای کنترل نشده | ۲۴.۶۸ | ۱.۸۴ | ۴۵.۴۸ |
| سقف فضای کنترل نشده | ۵۳.۷۶ | ۱.۳۸ | ۷۴.۱۹ |
| پنجره شمالی فضای کنترل نشده | ۳ | ۵.۸۰ | ۱۷.۴۰ |
| پنجره جنوبی فضای کنترل نشده | ۳ | ۵.۸۰ | ۱۷.۴۰ |
| در چوبی | ۲.۲ | ۳.۵۰ | ۷.۷۰ |
| مجموع جداره های کنترل نشده و خارج (مرز آبی رنگ) | | | ۲۰۸.۹۰ |
| کف فضای کنترل نشده | ۵۳.۷۶ | ۰.۴۳ | ۲۳.۰۰ |
| دیوار شرقی فضای کنترل نشده | ۲۴.۶۸ | ۰.۴۰ | ۹.۸۰ |
| در چوبی | ۲.۲ | ۳.۵۰ | ۷.۷۰ |
| مجموع جداره های کنترل نشده و داخل (مرز سبز رنگ) | | | ۴۰.۵۱ |
| محاسبه ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده ۱ | | | ۰.۸۴ |

$$\tau = \frac{\sum A_e U_e}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i}$$

m.sadeghi.d
09133277159



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹

## تکرار بخش هشتم پس از اصلاح: جدول محاسبات H مرجع و H طرح

در این بخش مقادیر محاسبه شده و یا استخراج شده در بخش های قبلی در جدول مربوط به محاسبات H طرح و H مرجع جایگذاری شده و مقدار H مرجع و طرح محاسبه و مقایسه می شود.

| نام عنصر | موقعیت | مشخصات جدار | مساحت محیط | ضریب کاهش $\tau$ | ضریب انتقال حرارت $U$ طرح قبل از بهینه سازی | ضریب انتقال حرارت $U$ طرح بعد از بهینه سازی | ضریب انتقال حرارت مرجع $\widehat{U}$ | توان حرارتی طرح $H$ | توان حرارتی مرجع $\widehat{H}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سقف | طبقه اول /کنترل شده دوم | تیرچه یلوک سیمانی | ۷۴.۸۸ | ۱ | ۱.۳۸ | ۰.۳۰ | ۰.۵۱۵ | ۲۲.۷۶۸ | ۳۸.۵۶۳ |
| | طبقه همکف / کنترل شده اول | تیرچه یلوک سفالی | ۵۳.۷۶ | ۰.۸۴ | ۱.۹۹ | ۰.۳۲ | ۰.۹۶۲ | ۱۴.۶۸۵ | ۴۳.۳۱۷ |
| کف | طبقه اول | تیرچه یلوک سفالی | ۷۴.۸۸ | ۱ | ۱.۸۴۵ | ۰.۴۳ | ۰.۵۴۹ | ۳۲.۰۴۱ | ۴۱.۱۰۹ |
| دیوار | شمالی /کنترل شده اول | گچ-یلوک سفالی-اندود | ۱۲.۶۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | ۰.۴۱ | ۰.۹۳۵ | ۵.۲۰۸۴ | ۱۱.۸۵۶ |
| | جنوبی /کنترل شده اول | گچ-یلوک سفالی-اندود | ۱۰.۴۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | ۰.۴۱ | ۰.۹۳۵ | ۴.۳۰۴۷ | ۹.۷۹۸۸ |
| | شرقی /کنترل شده اول | گچ-یلوک سفالی-اندود | ۲۶.۸۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | ۰.۴۱ | ۰.۹۳۵ | ۱۱.۰۴۱ | ۲۵.۱۳۳ |
| | شمالی /کنترل شده دوم | گچ-یلوک سفالی-اندود | ۱۷.۳۴ | ۱ | ۱.۸۴۳ | ۰.۴۱ | ۰.۹۳۵ | ۷.۱۲۲۵ | ۱۶.۲۱۳ |
| | جنوبی /کنترل شده دوم | گچ-یلوک سفالی-اندود | ۱۷.۳۴ | ۱ | ۱.۸۴۳ | ۰.۴۱ | ۰.۹۳۵ | ۷.۱۲۲۵ | ۱۶.۲۱۳ |
| | شرقی /کنترل شده دوم | گچ-یلوک سفالی-اندود | ۲۶.۸۸ | ۱ | ۱.۸۴۳ | ۰.۴۱ | ۰.۹۳۵ | ۱۱.۰۴۱ | ۲۵.۱۳۳ |
| | داخلی | گچ-یلوک سفالی-گچ | ۲۴.۶۸ | ۰.۸۴ | ۱.۶ | ۰.۴۰ | ۰.۹۸ | ۸.۲۱۲۲ | ۲۰.۲۵۸ |
| در | در خارجی / کنترل شده اول | چوبی | ۲.۲ | ۱ | ۳.۵ | ۳.۵ | ۳.۱ | ۷.۷ | ۶.۸۲ |
| | در داخلی / کنترل شده دوم | چوبی | ۲.۲ | ۰.۸۴ | ۳.۵ | ۳.۵ | ۳.۴ | ۶.۴۴۹۴ | ۶.۲۶۵۱ |
| پنجره | شمالی / کنترل شده اول | شیشه ساده یا قاب فولادی | ۳ | ۱ | ۵.۸ | ۲.۷۰ | ۳.۱ | ۸.۱ | ۹.۳ |
| | جنوبی / کنترل شده اول | شیشه ساده یا قاب فولادی | ۳ | ۱ | ۵.۸ | ۲.۷۰ | ۳.۱ | ۸.۱ | ۹.۳ |
| | شمالی / کنترل شده دوم | شیشه ساده یا قاب فولادی | ۴.۵ | ۱ | ۵.۸ | ۲.۷۰ | ۳.۱ | ۱۲.۱۵ | ۱۳.۹۵ |
| | جنوبی / کنترل شده دوم | شیشه ساده یا قاب فولادی | ۴.۵ | ۱ | ۵.۸ | ۲.۷۰ | ۳.۱ | ۱۲.۱۵ | ۱۳.۹۵ |
| کف مجاور خاک / پل حرارتی | همکف | ارتفاع ۸۵/۰۰ متر | ۲۰.۸ | ۱ | ۲.۳۵ | ۲.۳۵ | ۱.۶ | ۴۸.۸۸ | ۳۳.۲۸ |
| | همکف | ارتفاع ۲- متر | ۹.۶ | ۱ | ۰.۴ | ۰.۴۰ | ۱.۶ | ۳.۸۴ | ۱۵.۳۶ |
| | دیوار مجاور خاک (دیوار غربی) | | ۹.۶ | ۱ | ۲ | ۲ | ۰ | ۱۹.۲ | ۰ |
| | بام | | ۲۵.۲ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰.۳۳ | ۸.۳۱۶ | ۰ |
| | | | | | | | مجموع | ۲۵۸.۴۲ | ۳۵۵.۸۲ |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | مقادیر قبل از اصلاح | ۷۰۲.۴۸ | ۳۳۳.۹۵ |

همانگونه که مشاهده می‌شود پس از اصلاح پوسته ساختمان و با محاسبه مجدد H مرجع و H طرح این بار میزان H طرح از H مرجع کمتر شده و بنابراین ساختمان با پوسته طراحی شده جدید از نظر مبحث ۱۹ مورد تأیید است

m.sadeghi.ir
09133277159



تدوین و تدریس: مهدی صادقی دستجردی – مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای و مدرس دانشگاه
maharatjooyan.ir
۰۹۱۳۳۲۷۷۱۵۹