

مبحث ۱۹ : بهینه سازی مصرف انرژی

در هر بخشی که مصرف انرژی بالاتر باشد به همان نسبت اهمیت بهینه سازی فزون تر می گردد

شدت انرژی : معیاری از ناکارآمدی انرژی و مقایسه آن با مبنای اقتصادی است که به عنوان واحد انرژی برای هر واحد تولید ناخالص داخلی محاسبه می شود.

۱. ساختمان در حال بهره برداری
ممیزی انرژی:

A - ممیزی تفصیلی

B - ممیزی عبوری

۲- در حال طراحی و اجرا (مبحث ۱۹)

ساختمان

برگشت انرژی

۲۰٪

۲۰٪

۶۰٪

اختصاص انرژی

۴۰٪

۴۰٪

۲۰٪

۱. حمل و نقل

۲. ساختمانی

۳. صنعت

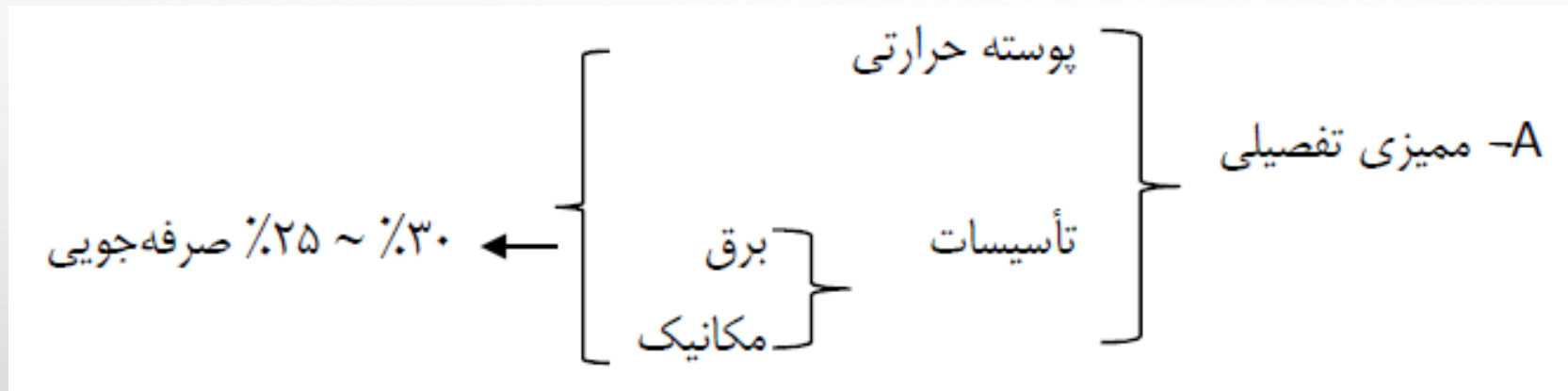
۴. خدمات

۵. کشاورزی

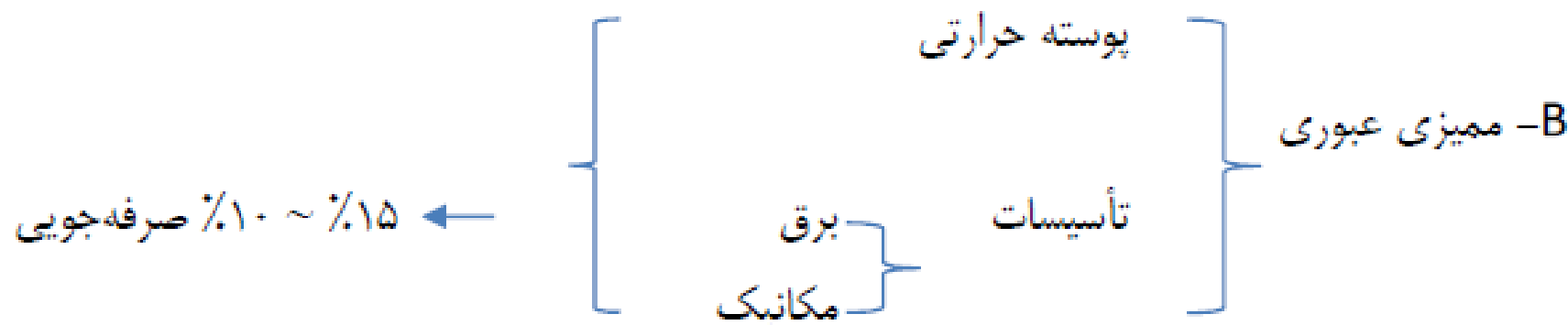
بخش هایی که
بیشترین مصرف
انرژی را دارند

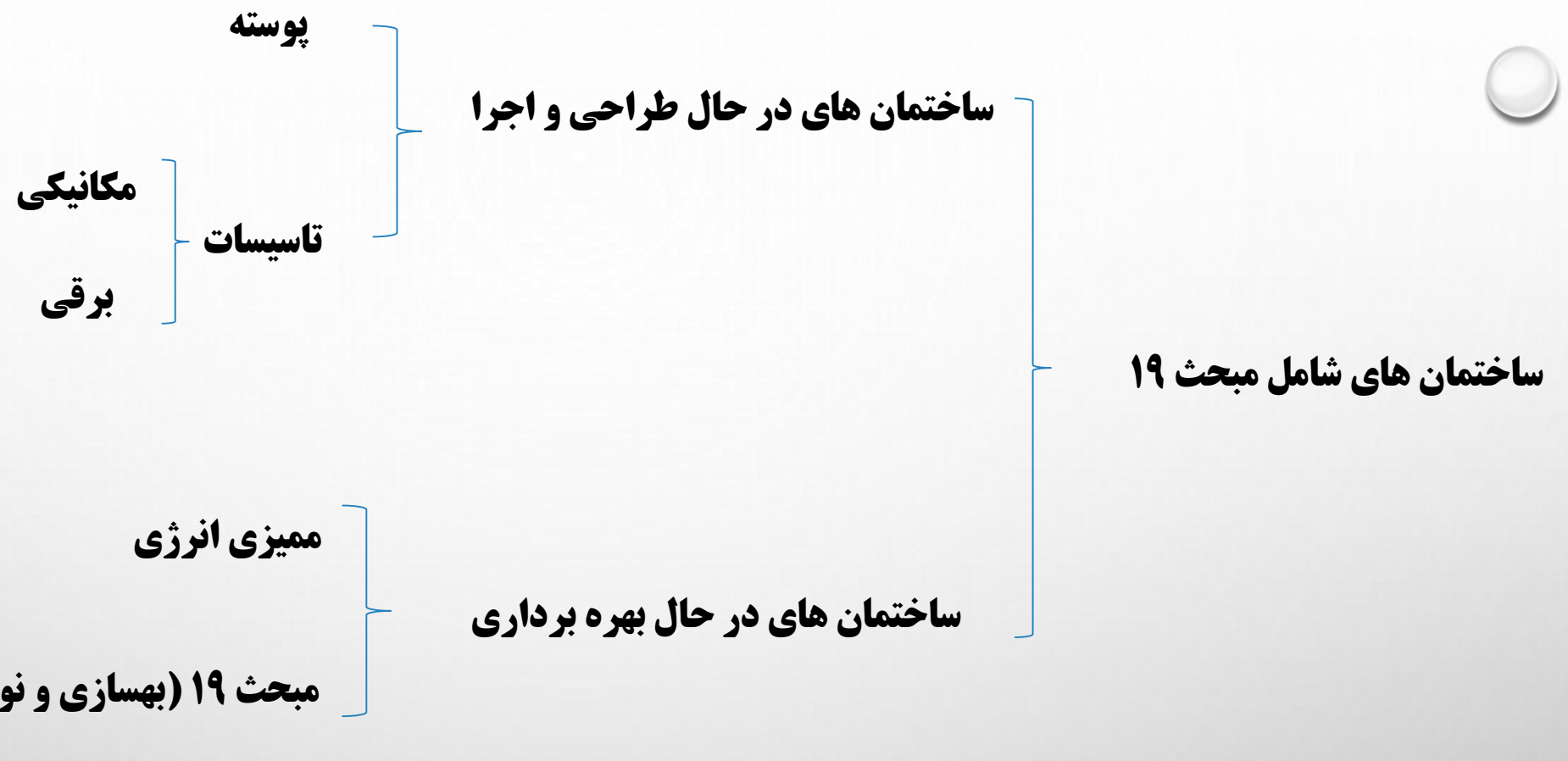
۱- ساختمان‌های در حال بهره‌برداری

ممیزی انرژی در این حالت ساختمان‌ها از پایه انرژی محور نیستند و سعی می‌گردد که ساختمان‌ها را در طول دوره بهره‌برداری اصلاح کنند.



برای ساختمان‌های بزرگ از روش ممیزی تفصیلی استفاده می‌شود (چون انرژی بیشتری مصرف می‌کنند)





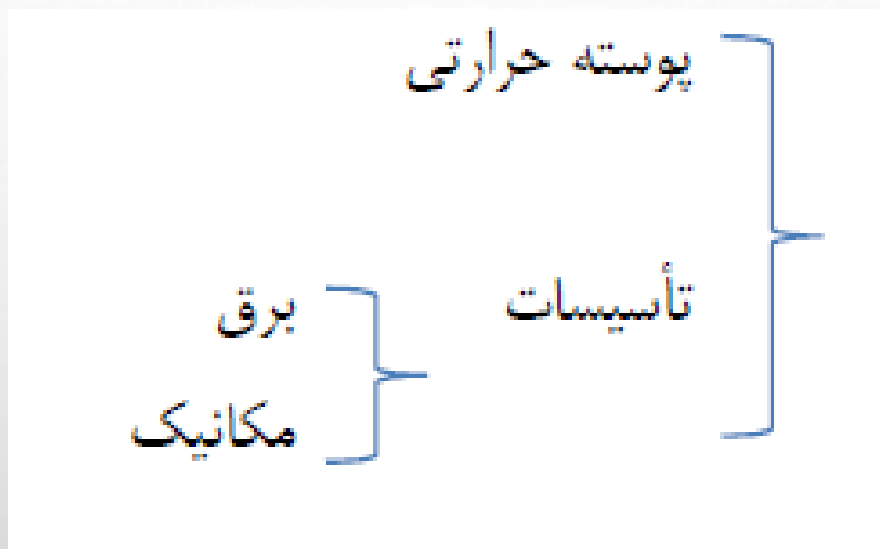
ساختمان های خارج از شمول مبحث ۱۹:

ساختمان هایی که برای پرورش حیوانات استفاده می شوند و یا دایما در حال دایر شدن و برجیده شدن هستند یا دوره بهره برداری کمتر از ۳ سال دارند و یا دایما به بیرون باز هستند

نکته: صلاحیت طراحی برای روش های نیاز انرژی و کارآیی انرژی توسط وزارت راه و شهرسازی صادر می شود

۲- ساختمان‌های در حال طراحی و اجرا (مبحث ۱۹)

مبحث ۱۹ مقررات ملی در این حالت ساختمان از پایه به صورت انرژی محور طراحی و اجرا می گردد.



منطبق با مبحث ۱۹ (EC)

کم انرژی (EC⁺)

بسیار کم انرژی (EC⁺⁺)

انرژی صفر Zero Energy

ساختمان های انرژی محور (در چارچوب مقررات ملی)

EC: Energy Compliant

۱- ساختمان های منطبق با مبحث ۱۹

ضوابط اجباری

پوسته

روشنایی (مباحث مربوط به معماری)

مکانیکی

تاسیسات

برق (مباحث مربوط به برق)

۱- جداره های غیر نور گیر
جدول ۱۹-۴-۱

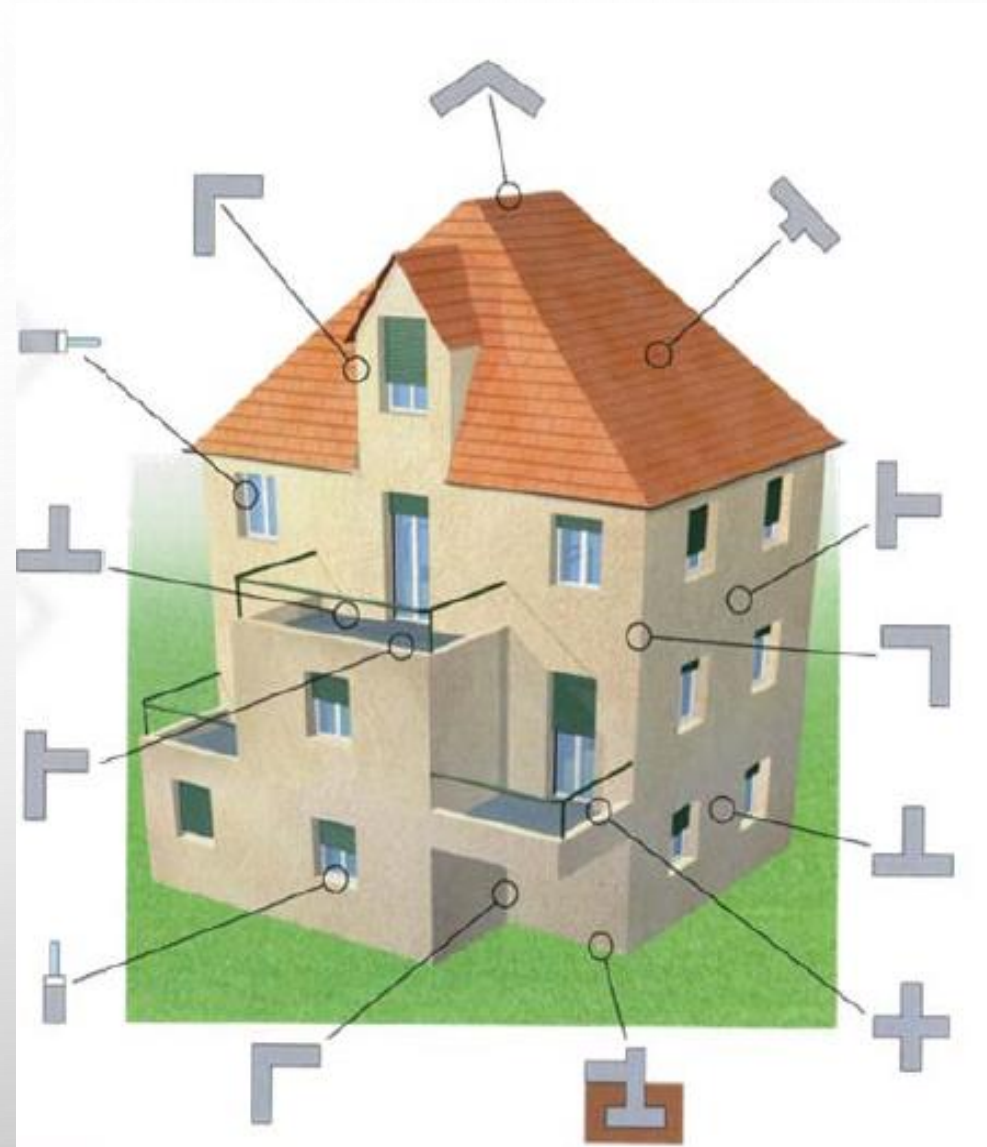
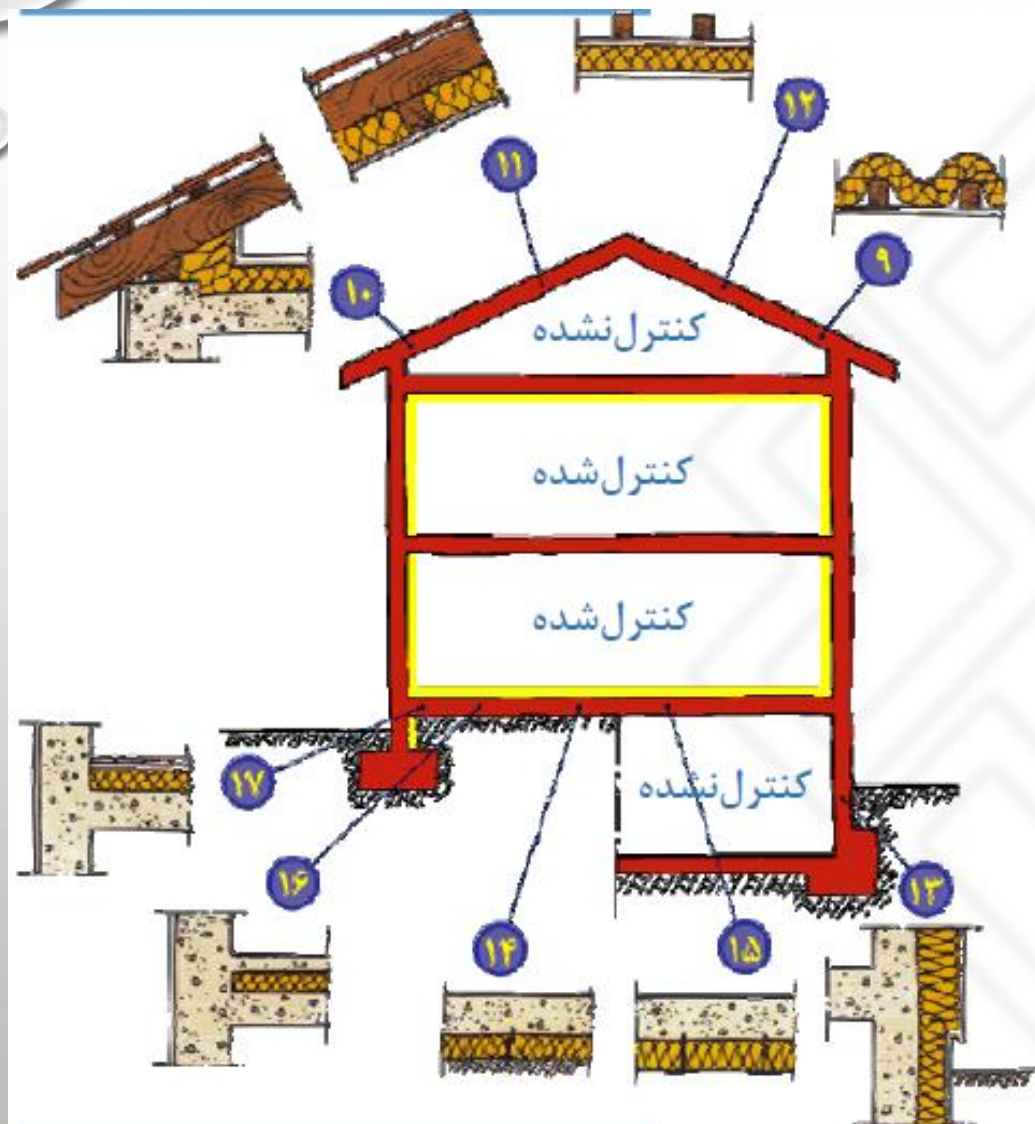
۲- جداره های نور گذر
جدول ۱۹-۴-۲

۳- خصوصیات ممتاز پوسته حرارتی
الف) ارتباط فضا های کنترل شده با
دیگر فضا ها

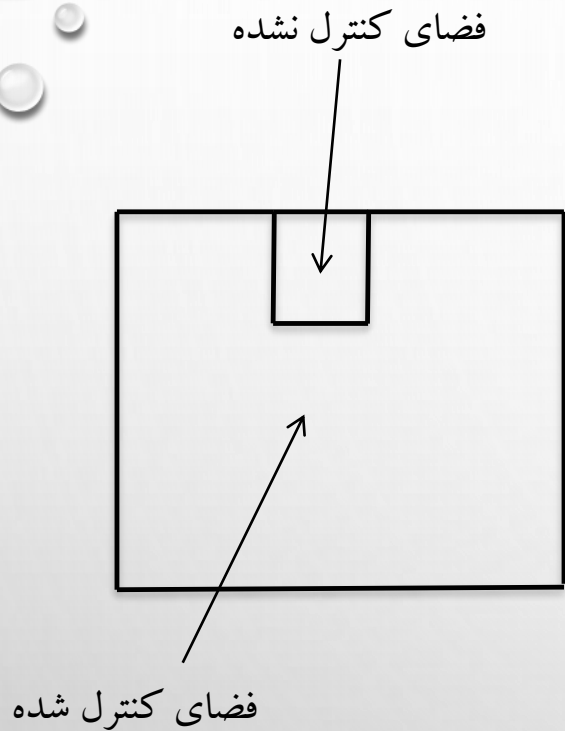
ب) جداره های مجاور دیگر ساختمان
ها (قانون ساختمان های مجاور)

ج) درزبندی عناصر ساختمانی و محل
اتصال آنها به یکدیگر

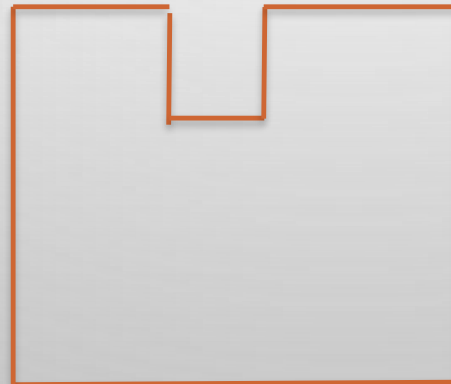
د) تامین هوای تازه در صورت کاهش
میزان نت هوا



توضیح قدم سوم



- خط مشکی : پوسته ساختمان
(پوسته خارجی (حرارتی) کجاست)
- خط آبی : پوسته کالبدی
- خط قرمز: پوسته خارجی (همیشه مدنظر ماست)



ضوابط اجباری برای پوسته

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

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

جدول ۱۹-۴-۲ گروه‌بندی کیفی پنجره‌ها از دیدگاه عملکرد حرارتی *

گروه	جنس پنجره	نوع شیشه	حداقل رده برچسب انرژی پنجره
کارایی بالا	یوپی وی سی	چند جداره	C**
	آلومینیومی گرماشکن		
	چوبی		
کارایی متوسط	یوپی وی سی	دوجداره	F**
	آلومینیومی گرماشکن		
	چوبی		
ساده	تمام انواع	تمام انواع	-

جدول ۱۹-۴-۳ میزان حداکثر نشت هوای مجاز تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال

نرخ تعویض هوای سطحی	نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت)	رده انرژی
m/h یا $\frac{m^3}{m^2 \cdot h}$	l/h	
۹۰۰	۳۰۰	EC
۴۵۰	۱۵۰	EC+
۲۲۵	۷۵	EC++

۱۹-۴-۲-۳ تأمین هوای تازه در صورت کاهش میزان نشت هوا

در صورتی که با استفاده از تمهیدات مختلف (مانند بهره‌گیری از پنجره‌های نوین و انواع درزبندها) میزان نشت هوا (تهویه هوای ناخواسته) از بازشوها کاهش یابد، باید هوای تازه مورد نیاز برای تأمین سلامتی و بهداشت و هوای لازم برای احتراق دستگاه‌ها، در تمامی اوقات سال، به صورت طبیعی یا مکانیکی، فراهم گردد.

خصوصیات ممتاز پوسته خارجی (آیا پوسته خارجی ساختمان فقط یک مرز حرارتی است یا تاثیر آن می تواند بسیار بیشتر باشد؟)

- ۱- شکل پوسته و ارتباط آن با انرژی
- ۲- مصالح پوسته و ارتباط آن با انرژی
- ۳- جانمایی پوسته با توجه به بهره گیری از انرژی خورشیدی
- ۴- فضا های کنترل شده و کنترل نشده پوسته
- ۵- ارتباط فضا های کنترل شده و خارج
- ۶- کنترل فضا های کنترل شده
- ۷- استفاده از انرژی های نوین



قانون ساختمان‌های مجاور

ردیف	وضعیت ساختمان‌های مجاور	وضعیت درز ارتفاع اطلاع طراح از فضای مجاور	وضعیت	وضعیت فضای مجاور ساختمان مجاور	وضعیت جداره
۱	با درز انقطاع	درز انقطاع پوشیده کامل است.	می‌دانیم که فضای مجاور ساختمان مجاور چیست	کنترل شده است.	جزو پوسته خارجی نیست.
				کنترل شده نیست	جزو پوسته خارجی است.
			نمی‌دانیم که فضای مجاور ساختمان مجاور چیست.	کنترل نشده در نظر می‌گیریم	جزو پوسته خارجی است.
		درز انقطاع پوشیده نیست.	—	خارج است.	جزو پوسته خارجی است.
۲	بدون درز انقطاع	—	می‌دانیم که فضای مجاور ساختمان مجاور چیست	کنترل شده است.	جزو پوسته خارجی نیست.
				کنترل شده نیست	جزو پوسته خارجی است
			نمی‌دانیم که فضای مجاور ساختمان مجاور چیست.	کنترل نشده در نظر می‌گیریم	جزو پوسته خارجی است.

ضوابط اجباری تاسیسات مکانیکی

1. تفکیک سیستم های گرم کننده و سرد کننده فضا های با نحوه بهره برداری متفاوت
 - فضا های با کاربری منقطع: سیستم گرمایش و سرمایش مستقل
 - فضاهای با کاربری دائم: سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی
2. عایق کاری حرارتی
 - عایق کاری حرارتی لوله و مخزن
 - عایق کاری حرارتی کانال
3. حداقل بازدهی تجهیزات
4. شرایط طرح داخل (زمستان: طرح داخل حداکثر ۲۲ درجه تابستان: طرح داخل حداقل ۲۴ درجه
5. تامین هوای تازه
 - در حالتی که سامانه های گرمایش و سرمایش در حال کار است بایستی با کمک تهویه مطبوع میزان هوای تازه مکانیکی را حداکثر به میزان ۱۲۰٪ حداقل تعیین شده در مبحث ۱۴ محدود ساخت
6. سامانه های کنترل و برنامه ریزی
 - ساختمان های گروه یک و دو بایستی مجهز به سامانه های کنترل و برنامه ریزی روزانه و هفتگی کارکرد تجهیزات مرکزی باشند
 - بقیه ساختمان ها بایستی از الزامات کنترل فضاهای داخل در چارچوب BMS بهره مند شوند

ضوابط اجباری برای تاسیسات مکانیکی (عایق کاری حرارتی)

جدول ۱۶-۳-۸-۴ "ب" - حداقل ضخامت عایق لوله‌های آب گرم مصرفی (میلی‌متر)

دمای طراحی آب گرم مصرفی (°C)	دمای محیط (°C)	قابلیت هدایت گرمایی عایق (W/m.K)	قطر نامی لوله (میلی‌متر)			
			انشعاب تا ۵۰	۲۵ تا	۳۲ تا ۵۰	۶۵ و بیشتر
تا ۶۰	۲۴	۰/۰۳۴	ضخامت عایق (میلی‌متر)			
			۱۵	۱۵	۲۵	۴۰

ضخامت عایق لوله انشعاب تا قطر ۵۰ میلی‌متر برای حالتی مقرر شده است که طول انشعاب از ۳/۶ متر بیشتر نباشد.

جدول (۱۴-۱۰-۶-۲) "الف": کمینه ضخامت عایق لوله به میلی‌متر*

قطر اسمی لوله (mm)						حداکثر فشارکار	دامنه دمای کار	سیستم
۲۰۰ و بیشتر	تا ۱۲۵	تا ۶۵	تا ۳۲	۲۵ و کمتر	انشعاب a تا ۵۰	Bar	°C	
۷۵	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۱۱	تا ۱۲۰	تاسیسات
۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۲۵	۱۰/۳	۱۲۱ تا ۱۷۵	گرمایی با
۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۲۵	۲۱	۱۷۶ تا ۲۳۰	آب گرم‌کننده
۷۵	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۲۵	۱	تا ۱۲۰	تاسیسات
۷۵	۶۵	۵۰	۳۸	۳۸	۲۵	۸/۵	بیش از ۱۲۰	گرمایی با بخار
۲۵	۲۵	۲۵	۲۰	۱۳	۱۳	۸/۵	۴/۴ تا ۱۲/۸	تاسیسات سرمایی با آب سردکننده B

* مقادیر جدول برای قابلیت هدایت گرمایی عایق برابر 0.034 W/m.K ($0.23 \text{ Btu.in/h.ft}^2.\text{F}$) و دمای محیط ۲۴ درجه سلسیوس (۷۵ درجه فارنهایت) تنظیم شده است.

a ضخامت عایق لوله انشعاب تا قطر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) برای حالتی مقرر شده است که طول انشعاب از ۳/۶ متر (۱۲ فوت) بیشتر نباشد.

B در عایق‌کاری لوله‌های تاسیسات سرمایی، شرایط چگالش بخار آب موجود در هوا باید مطابق بند (۱۴-۱۰-۶-۲) "ب" ملحوظ گردد.

ضوابط اجباری برای تاسیسات مکانیکی (عایق کاری حرارتی)

جدول (۱۴-۶-۷-۳) "الف": کمینه مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در خارج از ساختمان در

تاسیسات گرمایی و سرمایی

تاسیسات گرمایی			تاسیسات سرمایی		
روز - درجه + گرمایی سالانه (ADDH)	کمینه مقاومت گرمایی عایق، R		روز - درجه + سرمایی سالانه (ADDC)	کمینه مقاومت گرمایی عایق، R	
	$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$		$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$
زیر ۱۵۰۰	۳/۳	۰/۵۸۱	زیر ۵۰۰	۳/۳	۰/۵۸۱
۱۵۰۱ تا ۴۵۰۰	۵/۰	۰/۸۸۱	۵۰۱ تا ۱۱۵۰	۵/۰	۰/۸۸۱
۴۵۰۱ تا ۷۵۰۰	۶/۵	۱/۱۴۵	۱۱۵۱ تا ۲۰۰۰	۶/۵	۱/۱۴۵
بالای ۷۵۰۱	۸/۰	۱/۴۰۹	بالای ۲۰۰۱	۸/۰	۱/۴۰۹

+ روز درجه سرمایی و گرمایی سالانه با دمای مبنای ۱۸/۳ درجه سلسیوس (۶۵ درجه فارنهایت)

جدول (۱۴-۶-۷-۴) "الف": کمینه مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در فضای داخل ساختمان در

تاسیسات گرمایی و سرمایی

اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای خارج آن		کمینه مقاومت گرمایی عایق، R			
		تاسیسات گرمایی		تاسیسات سرمایی	
درجه فارنهایت	درجه سلسیوس	$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$
کمتر یا برابر ۱۵	کمتر یا برابر ۸/۳	عایق لازم نیست			
بیشتر از ۱۵ و کمتر یا برابر ۴۰	بیشتر از ۸/۳ و کمتر یا برابر ۲۲/۲	۳/۳	۰/۵۸۱	۳/۳	۰/۵۸۱
بیشتر از ۴۰	بیشتر از ۲۲/۲	۵/۰	۰/۸۸۱	۵/۰	۰/۸۸۱

ضوابط اجباری برای تاسیسات مکانیکی (حداقل بازدهی تجهیزات)

جدول ۱۹-۴-۵ حداقل رده برچسب انرژی یا راندمان برای تجهیزات گازسوز *

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)
آب گرم کن گازسوز مخزن دار	۱۲۱۹-۲	E	D	D
آب گرم کن گازسوز فوری	۱۸۲۸-۲	D	C	B
رادیاتور گرمایی	۱۴۷۳۵	C	B	A
پکیج	۱۴۶۲۹	C	B	A
پکیج چگالشی	۱۴۶۲۹	A	A+	A++
بخاری گازسوز دودکش دار	۱۲۲۰-۲	E	D	C
بخاری گازسوز بدون دودکش	۷۲۶۸-۲	٪ ۸۰	٪ ۸۵	٪ ۹۰
بخاری های گازسوز مستقل نوع C		C	B	A
دیگ بخار	A1-۱۳۷۸۲	۷۸٪	۸۱٪	۸۳٪
دیگ و مشعل	۱۴۷۶۳	F	E	D

* توضیح: کلیه رده های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می باشد.

ضوابط اجباری برای تاسیسات مکانیکی (حداقل بازدهی تجهیزات)

جدول ۴-۱۹-۶ حداقل رده برچسب انرژی برای تجهیزات برقی *

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان متطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)
آب گرم کن برقی مخزن دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک فاز و سه فاز)	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱	C	B	A
	۳۷۷۲-۳۰-۱-۲			
	۳۷۷۲-۳۰-۱-۳			
فن (دمنده و مکنده)	۱۰۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دو تکه (بدون کانال)	۲-۶۰۱۶	B	A	A
	و ۱۰۶۳۸			
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱۰۳۰۶	B	A	A
گرم کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A

گرم کن صنعتی (محیط)	A	A	A	
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	A	A	B	۱۰۶۳۶
برج خنک کن	A	B	C	۱۰۶۳۵
چیلر تراکمی آبی				۲-۳۶۷۸
چیلر تراکمی هوایی				۳۶۷۸
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	A	A	B	۷۸۱۷-۲
لامپ الکتریکی	A++	A+	A	۷۳۴۱
بالاست لامپ الکتریکی	A1	A1	A2	۱۰۷۵۹

* توضیح: کلیه رده‌های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می‌باشد.

بازدهی تجهیزات			شاخص بازدهی	دستگاه
ساختمان بسیار کم انرژی (EC++)	ساختمان کم انرژی (EC+)	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)		
۵٫۵	۴٫۳	۳٫۵	^(۱) IPLV	چیلر آب خنک*
۴٫۷	۳٫۵	۲٫۸	^(۲) COP	
غیر مجاز	۳٫۵	۳٫۰	^(۱) IPLV	چیلر هوا خنک*
غیر مجاز	۳٫۰	۲٫۷	^(۲) COP	
۱٫۷	۱٫۳	۰٫۹	^(۲) COP	چیلر جذبی
% ۹۸	% ۹۵	% ۹۰	^(۳)	بویلر چگالشی
غیر مجاز	% ۸۵	% ۸۰	^(۳)	بویلر غیر چگالشی

* در مورد چیلر، هر دو معیار IPLV و COP باید به صورت همزمان از مقادیر جدول بیشتر باشد.

IPLV : Integrated Part Load Value

(۱) عملکرد در بار جزئی

COP : Coefficient of Performance

(۲) ضریب عملکرد

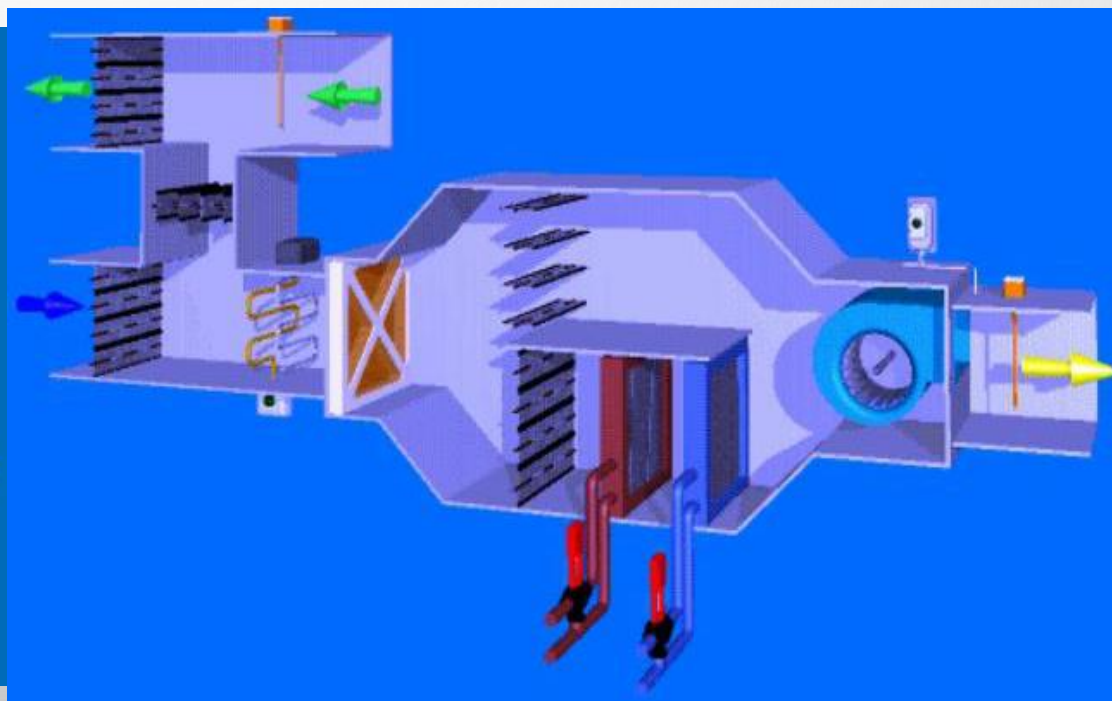
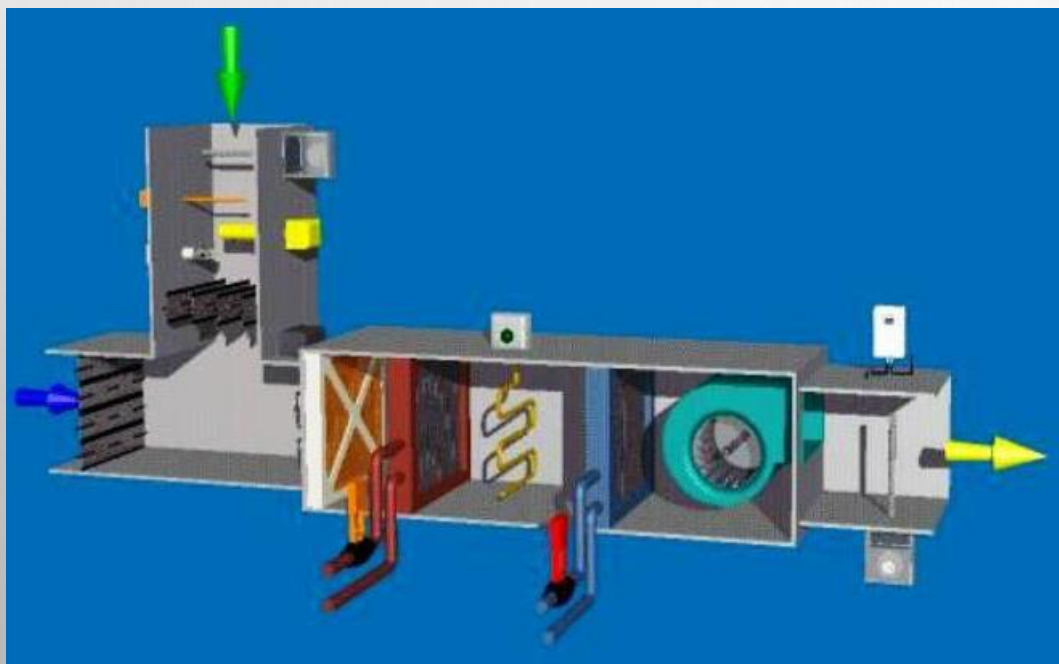
(۳) بازدهی بر اساس ارزش حرارتی خالص

تعریف حداقل هوای بهداشتی: حداقل حجم هوای مورد نیاز هر فرد در طول شبانه روز و یا به صورت ساعتی

جدول (۴-۴-۴-۱۴): کمینه مقدار هوای ورودی از بیرون و هوای تخلیه مورد نیاز فضاهای با کاربری مختلف

ملاحظات	هوای بیرون برای هر نفر		هوای بیرون برای واحد سطح		هوای تخلیه برای واحد سطح +		هوای تخلیه برای اتاق +	
	لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه
مسکونی	اتاق	۷/۱	۱۵					
	آشپزخانه						۴۷	۱۰۰
	توالت و حمام						۲۳/۵	۵۰
	پارکینگ				۴/۱	۰/۸		
اداری	اتاق دفتر	۷/۱	۱۵					
	اتاق کنفرانس	۳/۵	۷/۵					
	پذیرش ها	۳/۵	۷/۵					
	اتاق خواب	۴/۷	۱۰					
هتل، خوابگاه	سرسرا	۴/۷	۱۰					
	سالن کنفرانس	۳/۵	۷/۵					
	حمام						۲۳/۵	۵۰
	تخلیه مکانیکی برای هر کابین دوش							

ضوابط اجباری برای
تاسیسات مکانیکی (تامین هوای تازه)



ضوابط اجباری برای تاسیسات مکانیکی (سامانه های کنترل و برنامه ریزی)

جدول پ ۵-۱ برنامه زمان بندی بهره برداری کاربری مسکونی-اقامتی (۱)

زمان	بهره برداری ساکنین		دمای تنظیم سیستم گرمایی		دمای تنظیم سیستم سرمایی		دمای تنظیم سیستم سرمایی دیگر مناطق	
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۱	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰٫۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰٫۶	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰٫۴	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰٫۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰٫۸	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰٫۲	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸

جدول پ ۵-۲ برنامه زمان بندی بهره برداری کاربری مسکونی-اقامتی (۲)

زمان	روشنایی		تهویه *		تجهیزات و لوازم خانگی **	
	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه	شنبه-چهارشنبه	پنجشنبه-جمعه
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰٫۵	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰٫۵	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰٫۵	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰٫۵	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰٫۵	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰٫۵	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰٫۸	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰٫۸	۰٫۵	۱	۱	-	-
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰٫۸	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۵	۱	-	-
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰٫۸	۰٫۴	۱	۱	-	-
۱۶:۰۰-۱۷:۰۰	۰٫۸	۰٫۹۵	۱	۱	-	-
۱۷:۰۰-۱۸:۰۰	۰٫۸	۰٫۹۵	۱	۱	-	-

ضوابط اجباری برای تاسیسات مکانیکی (سامانه های کنترل و برنامه ریزی)

جدول پ ۳-۵ برنامه زمان بندی بهره برداری کاربری اداری (۱)

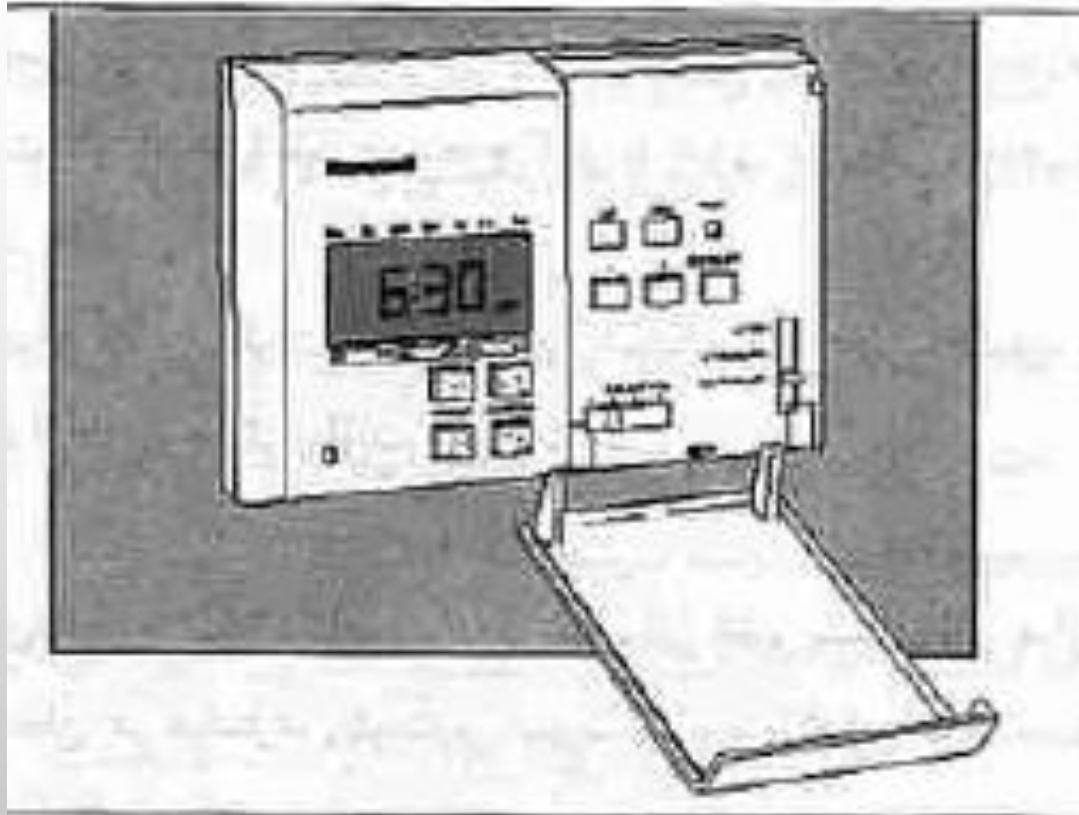
بهره برداری ساکنین			دمای تنظیم سیستم گرمایی			دمای تنظیم سیستم سرمایی اقلیم گرم و مرطوب			دمای تنظیم سیستم سرمایی دیگر مناطق			زمان
۵ روز در هفته	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸	۰۰:۰۰-۰۱:۰۰
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸	۰۱:۰۰-۰۲:۰۰
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸	۰۲:۰۰-۰۳:۰۰
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۲۵	۳۲	۳۲	۲۸	۰۳:۰۰-۰۴:۰۰
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰	۰/۸	۱۵	۱۵	۲۰	۲۸	۳۰	۲۵	۳۲	۳۰	۲۸	۰۴:۰۰-۰۵:۰۰
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰	۰/۵	۱۷	۱۷	۲۰	۲۸	۳۰	۲۸	۳۲	۳۰	۳۰	۰۵:۰۰-۰۶:۰۰
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۵	۱۷	۱۷	۲۰	۲۸	۳۰	۲۸	۳۲	۳۰	۳۰	۰۶:۰۰-۰۷:۰۰
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۵	۰/۸	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۳۲	۲۸	۲۸	۰۷:۰۰-۰۸:۰۰
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۳۲	۲۸	۲۸	۰۸:۰۰-۰۹:۰۰
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۳۲	۲۸	۲۸	۰۹:۰۰-۱۰:۰۰
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۵	۳۲	۲۸	۲۸	۱۰:۰۰-۱۱:۰۰
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱۷	۱۷	۲۰	۲۸	۳۰	۲۸	۳۲	۳۰	۲۸	۱۱:۰۰-۱۲:۰۰
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۵	۰/۵	۱۷	۱۷	۱۷	۲۸	۳۰	۲۸	۳۲	۳۰	۳۰	۱۲:۰۰-۱۳:۰۰

جدول پ ۴-۵ برنامه زمان بندی بهره برداری کاربری اداری (۲)

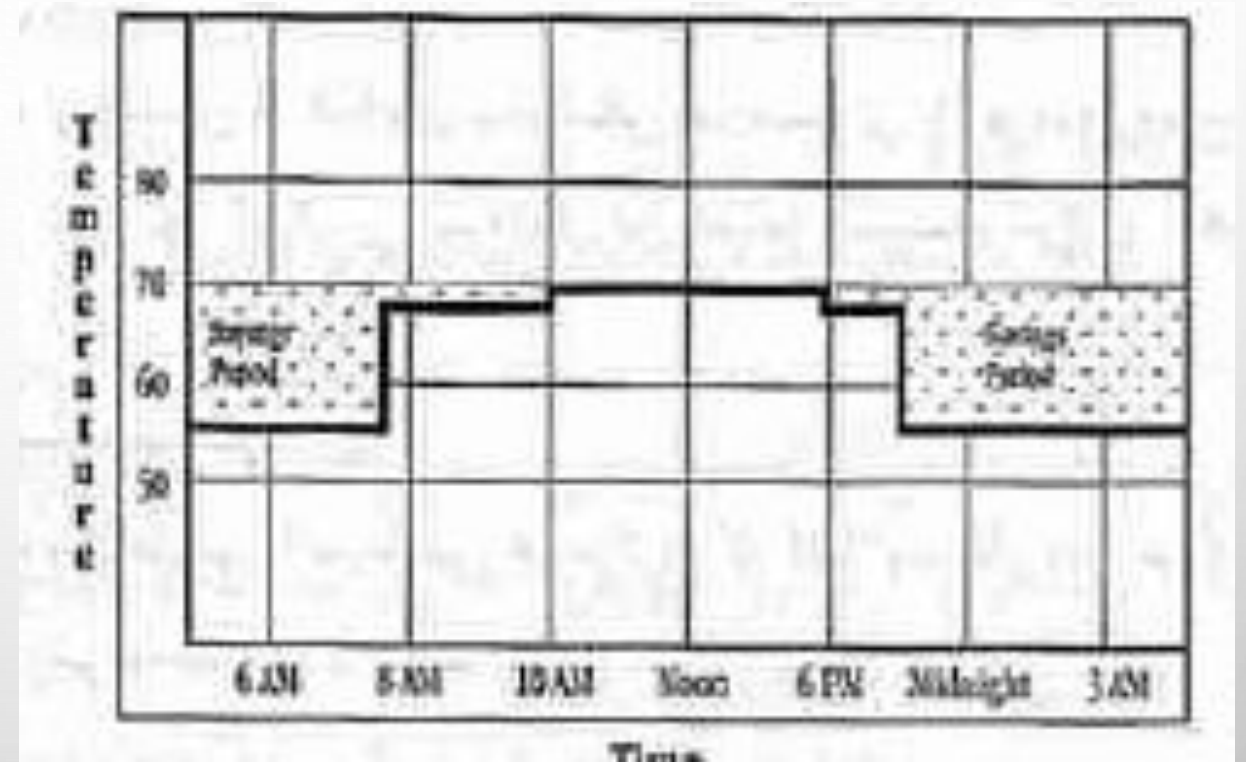
روشنایی			تهویه			تجهیزات اداری			زمان
۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	۵ روز در هفته	پنجشنبه-جمعه	اداری ۲۴ ساعته	
۰۰:۰۰-۰۱:۰۰	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸	۰۰:۰۰-۰۱:۰۰
۰۱:۰۰-۰۲:۰۰	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸	۰۱:۰۰-۰۲:۰۰
۰۲:۰۰-۰۳:۰۰	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸	۰۲:۰۰-۰۳:۰۰
۰۳:۰۰-۰۴:۰۰	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸	۰۳:۰۰-۰۴:۰۰
۰۴:۰۰-۰۵:۰۰	۰/۰۵	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۸	۰۴:۰۰-۰۵:۰۰
۰۵:۰۰-۰۶:۰۰	۰/۰۵	۰/۷	۰	۰	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶	۰۵:۰۰-۰۶:۰۰
۰۶:۰۰-۰۷:۰۰	۰/۱	۰/۷	۰/۵	۰	۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۶	۰۶:۰۰-۰۷:۰۰
۰۷:۰۰-۰۸:۰۰	۰/۱	۰/۹	۰/۵	۰	۱	۰/۳	۰/۰۵	۰/۸	۰۷:۰۰-۰۸:۰۰
۰۸:۰۰-۰۹:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۰۸:۰۰-۰۹:۰۰
۰۹:۰۰-۱۰:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۰۹:۰۰-۱۰:۰۰
۱۰:۰۰-۱۱:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۱۰:۰۰-۱۱:۰۰
۱۱:۰۰-۱۲:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۱۱:۰۰-۱۲:۰۰
۱۲:۰۰-۱۳:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۰/۷	۰/۰۵	۱	۱۲:۰۰-۱۳:۰۰
۱۳:۰۰-۱۴:۰۰	۰/۹	۰/۷	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۱۳:۰۰-۱۴:۰۰
۱۴:۰۰-۱۵:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۱۴:۰۰-۱۵:۰۰
۱۵:۰۰-۱۶:۰۰	۰/۹	۰/۹	۱	۰	۱	۱	۰/۰۵	۱	۱۵:۰۰-۱۶:۰۰



تاسیسات مکانیک



شکل ۱۶ نمونه‌ای از ترموستات تایمردار در ساختمان



تاسیسات مکانیکی

7. سامانه پایش عملکرد:
گروه یک و دو نصب میتر انرژی الزامی است

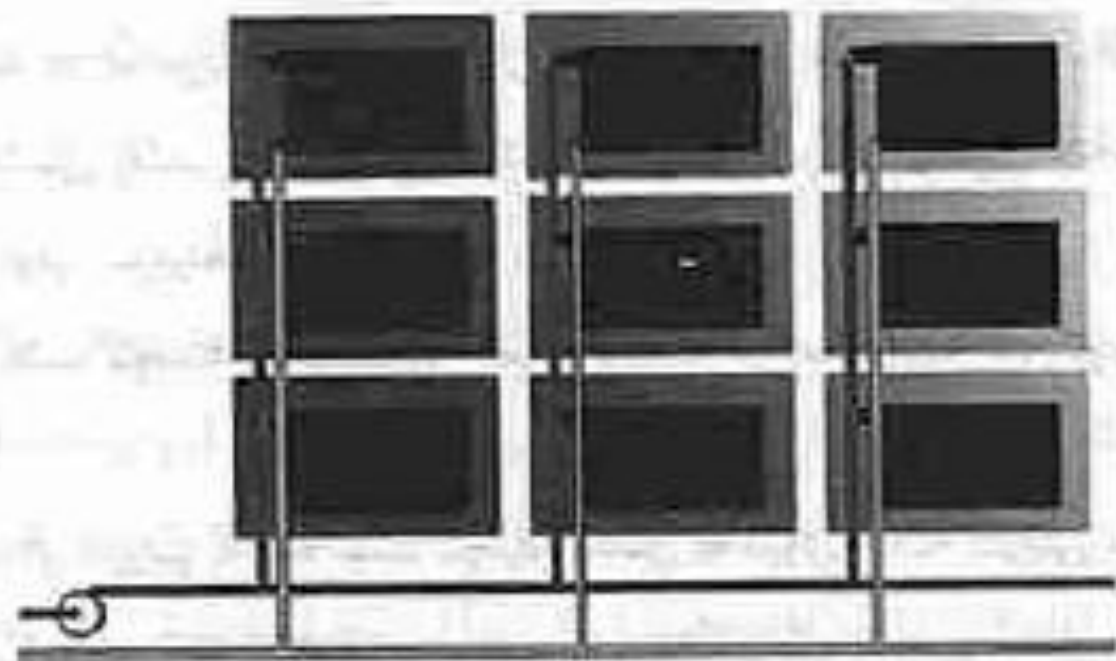
7. استخر آب گرم:

در استخر روباز آب گرم بایستی از پوشش جلوی تبخیر . اتلاف و انتقال حرارت را بگیریم

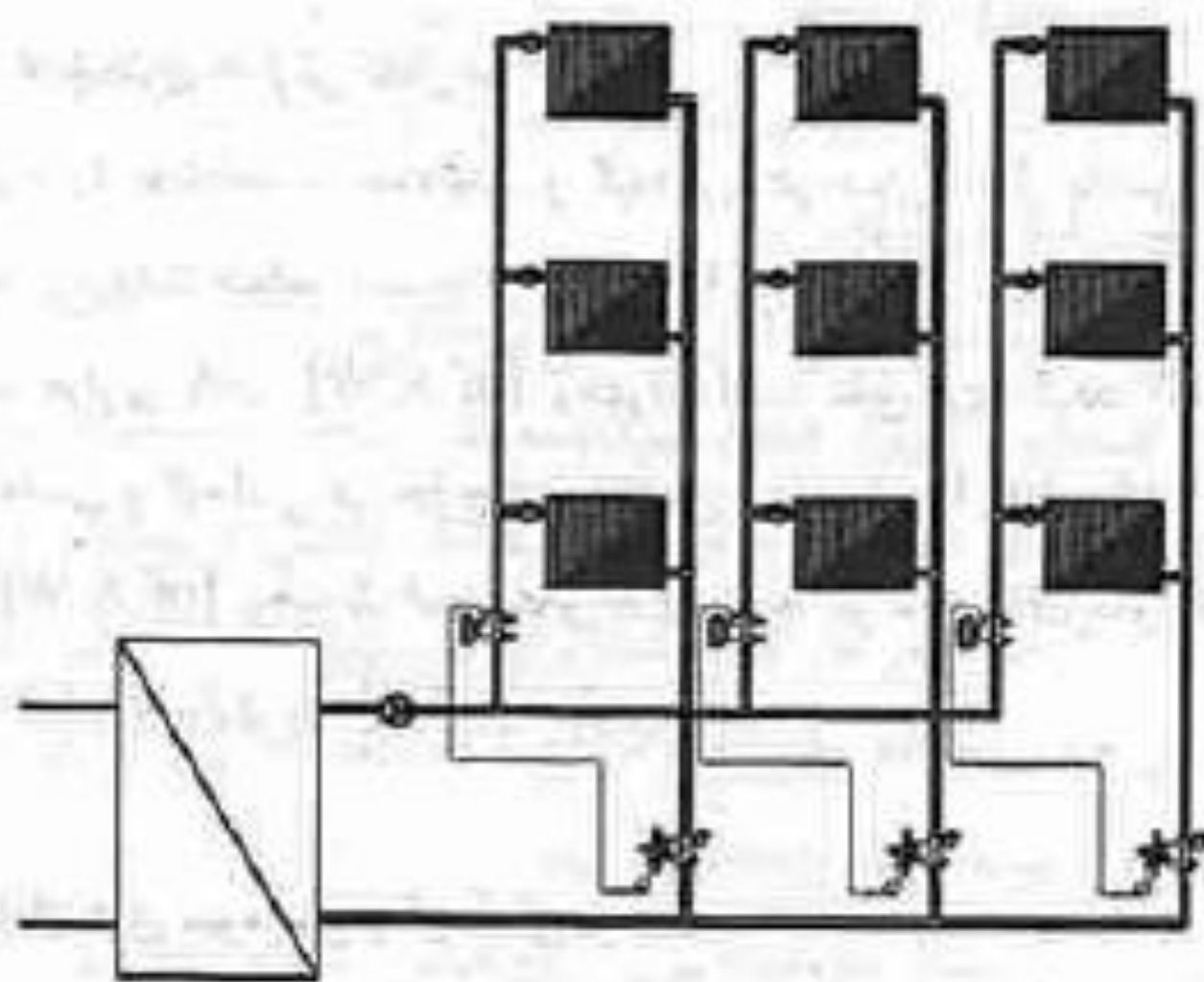
9. انتخاب و نصب تجهیزات مناسب

- شیر بالانس
- سایه اندازی برای کولر آبی و کندانسور هوا خنک
- شیر مخلوط اهرمی (شیر ترموستاتیک)





شکل ۱۸ عملکرد یک سیستم گرمایشی بالاسن نشده از نقطه نظر توزیع نامناسب انرژی در پایانه‌های گرمایی آن

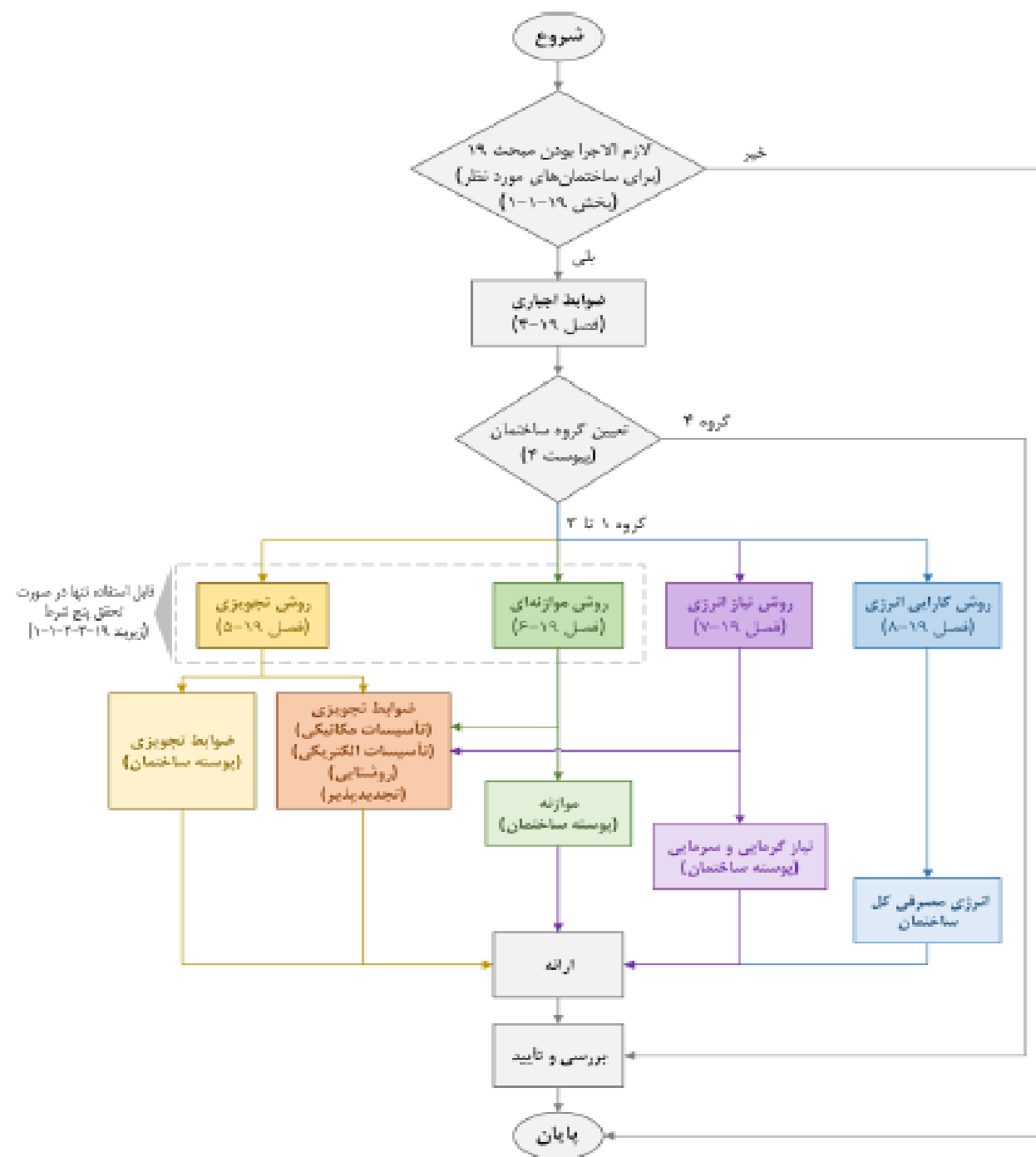


شکل ۱۹ روش نصب و نحوه عملکرد شیرهای بالانس در سیستم گرمایی آبی

فراتر از ضوابط اجباری بایستی ساختمان بر اساس یکی از چهار روش زیر انرژی محور طراحی و اجرا گردد

روش های طراحی

- روش تجویزی
- روش کارکردن (موازنه ای)
- روش نیاز انرژی
- روش کارآیی انرژی



بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان های در حال طراحی و اجرا

- **قدم سوم:** محدود کردن اتلاف از پوسته حرارتی

1. پوسته خارجی (حرارتی) کجاست؟
2. چگونه اتلاف حرارتی از پوسته را محدود کنیم؟
3. چه مقدار حرارتی از پوسته را محدود کنیم؟
4. برای کدام ساختمان و از چه روشی استفاده شود.

- **قدم چهارم:** انتخاب یک روش جهت اعمال عایق کاری پوسته به منظور

کاهش اتلاف حرارتی ناشی از رسانایی

روش اول: روش میکروسکوپی (تجویزی)

روش دوم: روش ماکروسکوپی (کارکردی)

(چگونه اتلاف حرارتی از پوسته را محدود کنیم)

روش اول: روش میکروسکوپیک (روش تجویزی)

در این روش، قانون گذار با ورود به عناصر پوسته خارجی نسبت به مشخص نمودن حداقل مقاومت حرارتی مجاز عناصر پوسته خارجی ساختمان براساس گروه نیاز صرفه جویی انرژی اقدام نموده و در این راستا برای محاسبه، صرفا داشتن حداقل مقدار مقاومت مجاز کفایت کرده و بایستی در اجرا عنصر را به نحوی اجرا نماییم که مقدار مقاومت واقعی (طرح) از مقدار مقاومت مرجع بزرگتر و یا نهایتا مساوی باشد. این روش دارای محاسبه بسیار ساده لیکن در اجرا به دلیل افزایش حجم عایق کاری روی کل عناصر پوسته خارجی بسیار زمان بر و پرهزینه است و لذا برای کلیه ساختمان ها پیشنهاد نمی گردد و صرفا برای ساختمان هایی که میزان مصرف انرژی پایین دارند، مانند گروه ۳ قابل اجراست.

روش دوم: روش ماکروسکوپیک (روش کارکردی)

در این روش قانونگذار نسبت به محاسبه و اعلام یک مقدار مجاز حداکثری پرت حرارتی از کل پوسته خارجی ساختمان براساس گروه نیاز صرفه جویی و مشخصات ساختمان اقدام می نماید و طراح و مجری باید با درک واقعیات پوسته از لحاظ امکان سنجی عایق کاری، هزینه ها، زمان اجرای عایق کاری و ... نسبت به ارایه روش های عایق کاری پوسته خارجی به نحوی که نهایتاً میزان پرت واقعی محدود به پرت مجاز گردد اقدام نماید.

در این روش محاسبات بسیار پیچیده و زمان بر، لیکن اجرای آن بسیار منطقی و از نظر هزینه ها متعادل می باشد و لذا برای تمام ساختمان ها قابل اجراست.

روش تجویزی (میکروسکوپیک)

۵ شرط برای استفاده از این روش وجود دارد

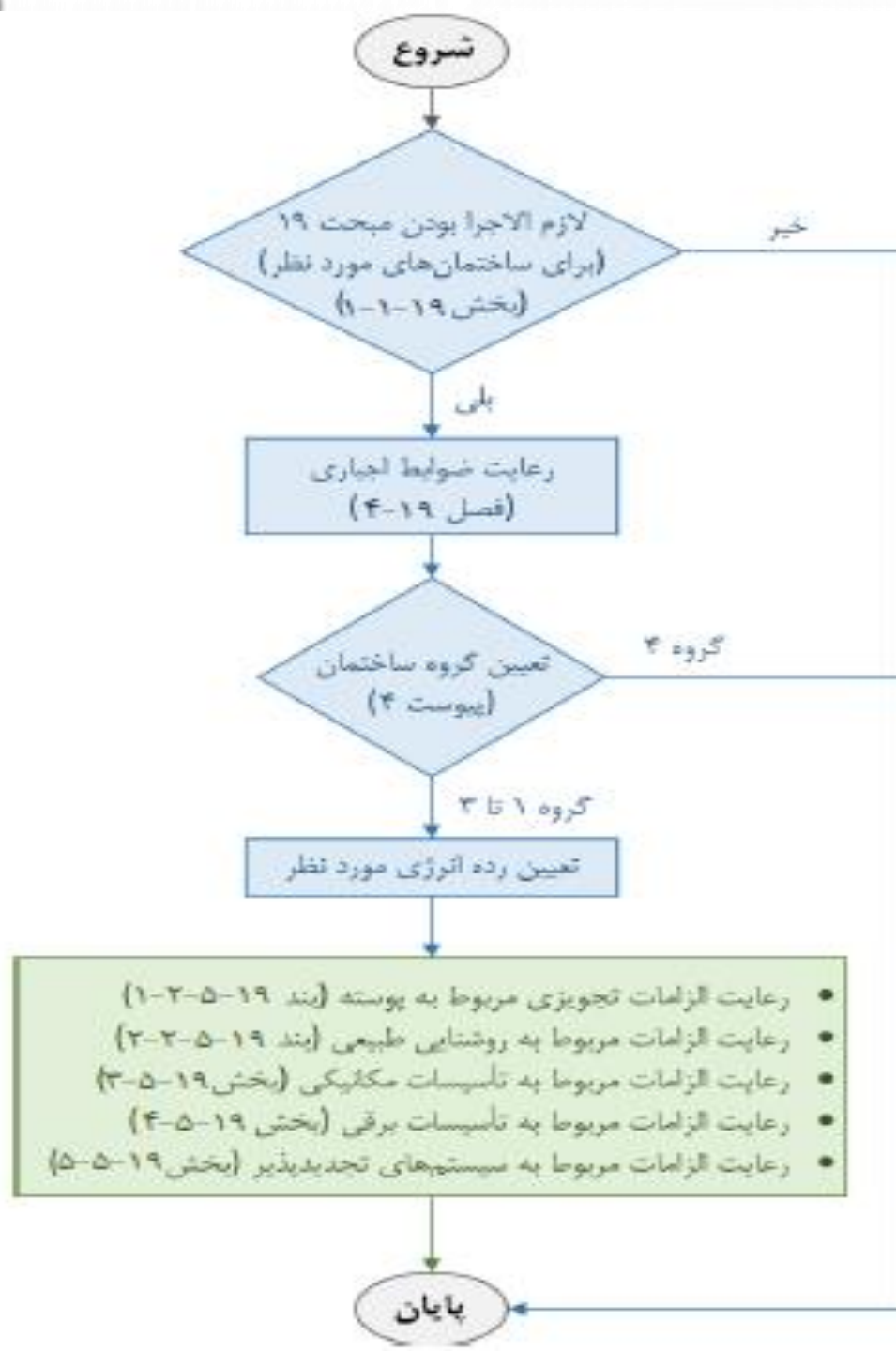
1. زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ متر مربع باشد.
2. تعداد طبقات (کنترل شده) کمتر یا مساوی ۹ طبقه
3. اینرسی حرارتی ساختمان (پیوست ۲) متوسط یا زیاد
4. نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) کمتر از ۴۰٪ باشد
5. ممنوعیتی از نظر مقام قانونی برای استفاده از این روش وجود نداشته باشد.

نکته: پوسته و تاسیسات (مکانیکی و برقی) جداگانه محاسبه می شوند و بر روی هم تاثیری ندارند

روش میکروسکوپیک (روش تجویزی)

در این روش، قانون گذار با ورود به عناصر پوسته خارجی نسبت به مشخص نمودن حداقل مقاومت حرارتی مجاز عناصر پوسته خارجی ساختمان براساس گروه نیاز صرفه جویی انرژی اقدام نموده و در این راستا برای محاسبه، صرفا داشتن حد اقل مقدار مقاومت مجاز کفایت کرده و بایستی در اجرا عنصر را به نحوی اجرا نماییم که مقدار مقاومت واقعی (طرح) از مقدار مقاومت مرجع بزرگتر و یا نهایتا مساوی باشد. این روش دارای محاسبه بسیار ساده لیکن در اجرا به دلیل افزایش حجم عایق کاری روی کل عناصر پوسته خارجی بسیار زمان بر و پر هزینه است و لذا برای کلیه ساختمان ها پیشنهاد نمی گردد و صرفا برای ساختمان هایی که میزان مصرف انرژی پایین دارند، مانند گروه ۳ قابل اجراست.

فلوچارت اجرای روش تجویزی



بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان‌های در حال طراحی و اجرا

- **قدم دوم:** تعیین میزان مصرف انرژی ساختمان که به نیاز صرفه‌جویی انرژی ساختمان برسیم. این امر به کمک عوامل ویژه اصلی محاسبه می‌گردد.

عوامل ویژه اصلی عبارتند از: ۱- کاربری ۲- اقلیم ۳- مساحت

گروه‌های ساختمانی از لحاظ مصرف انرژی و نیاز صرفه‌جویی مصرف انرژی

1. مصرف انرژی زیاد ← نیاز صرفه‌جویی انرژی زیاد ← گروه ۱
2. مصرف انرژی متوسط ← نیاز صرفه‌جویی انرژی متوسط ← گروه ۲
3. مصرف انرژی کم ← نیاز صرفه‌جویی انرژی کم ← گروه ۳
4. بدون مصرف انرژی ← بدون نیاز صرفه‌جویی ← گروه ۴

اقلیم: پیوست ۳ ص ۱۷۷ / کاربری و تعیین گروه ساختمان : پیوست ۴ صفحه ۱۸۹

حداقل مقادیر مقاومت های گروه یک (نیاز به صرفه جویی)

پ ۳ گونه بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایي) سالانه شهرهای ایران

در این پیوست، گونه بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایي) سالانه ۲۴۵ شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی اند، درج شده است. در صورتی که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامده باشد، لازم است مشخصات نزدیک ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۱	آبادان	زیاد	•	
۲	آبادچی - فریدن	زیاد	•	
۳	آباده	متوسط	•	
۴	آبعلی	زیاد	•	
۵	آجی چای	زیاد	•	
۶	آزاد شهر	کم	•	
۷	آستارا	متوسط	•	
۸	آغاجاری	زیاد	•	
۹	آمل	کم	•	
۱۰	آوج	زیاد	•	
۱۱	اسلام آباد	زیاد	•	

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

گونه‌بندی کاربری ساختمان (از بخش پ ۴-۱)	درجه انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست ۳)	۹ طبقه یا کمتر یا 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	

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:

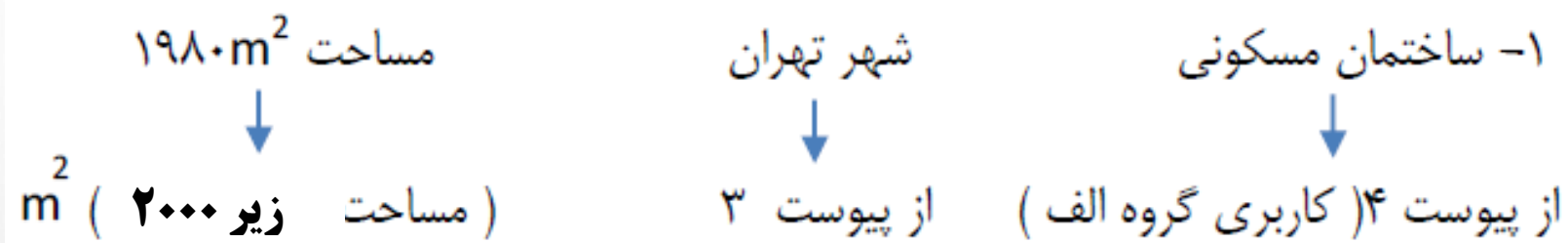
۱- تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه‌روز؛

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

۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

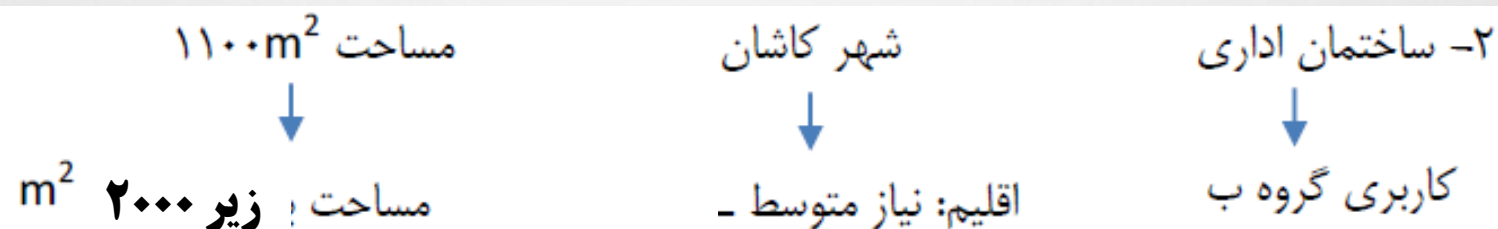
نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، مجتمع فنی-حرفه‌ای، کتابخانه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبه بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانه 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 نقلیه زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، پارکینگ در طبقات، آشیانه حفاظتی هواپیما، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه مترو، پناهگاه.

چند مثال برای تعیین گروه نیاز صرفه‌جویی انرژی ساختمان



اقلیم: نیاز متوسط -

(صرفه‌جویی متوسط) گروه ۲ نیاز صرفه‌جویی انرژی



گروه ۳ نیاز صرفه‌جویی (گروه نیاز صرفه‌جویی انرژی کم)

چند مثال برای تعیین گروه نیاز صرفه‌جویی انرژی ساختمان

مساحت 700 m^2
↓
مساحت زیر 2000 m^2

شهر اردبیل
↓
اقلیم: نیاز زیاد

۳- ساختمان مسجد
↓
کاربری گروه ج

گروه ۲ نیاز صرفه‌جویی (گروه نیاز متوسط)

مساحت 100 m^2
↓
مساحت زیر 2000 m^2

شهر اهواز
↓
اقلیم: نیاز زیاد - شهر بزرگ

۴- ساختمان انبار
↓
کاربری گروه د

گروه ۴ بدون نیاز صرفه‌جویی انرژی

پ ۱-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

$$M = \sum (m_i \cdot A_i)$$

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

$$m_a = M / A_h$$

پ ۱-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید (m_a)، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول ۸ تعیین می‌گردد:

جدول ۸- گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	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: - تراکم - 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 تراکم

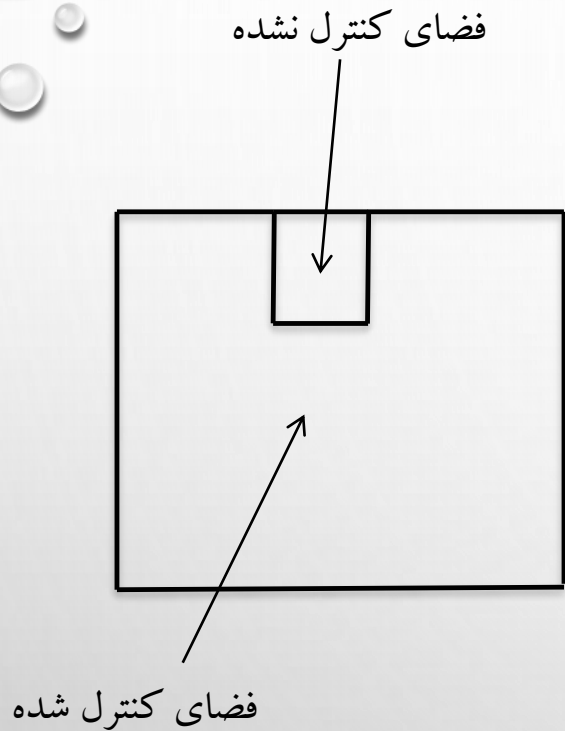
ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۱/۸۰ ۱/۳۰ ۱/۰۰ ۰/۸۰ ۰/۷۰ ۰/۵۵ ۰/۴۰ ۰/۳۰	بیش از ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۴۵۰ ۱۴۵۰ تا ۱۲۵۰ ۱۲۵۰ تا ۱۰۰۰ ۱۰۰۰ تا ۷۵۰ ۷۵۰ تا ۵۰۰	۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی
۲/۰۰ ۱/۶۵ ۱/۳۵	۲۶۰۰ تا ۲۳۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰	۲. بتن و فرآورده‌های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

جدول پ ۱-۲ گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

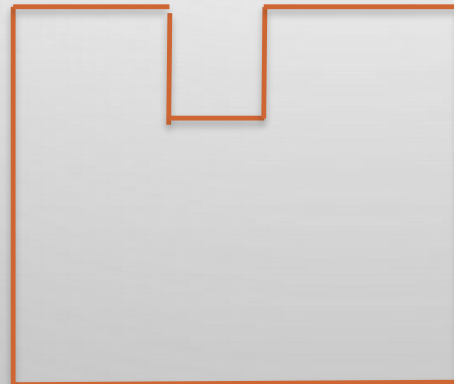
گروه اینرسی	جرم سطحی مؤثر ساختمان، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید $m_a \text{ (kg/m}^2\text{)}$
کم	کمتر از ۱۵۰
متوسط	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰



توضیح قدم سوم



- خط مشکی : پوسته ساختمان
(پوسته خارجی (حرارتی) کجاست)
- خط آبی : پوسته کالبدی
- خط قرمز: پوسته خارجی (همیشه مدنظر ماست)

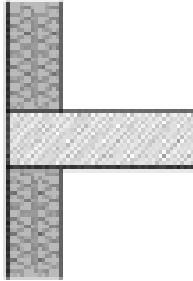
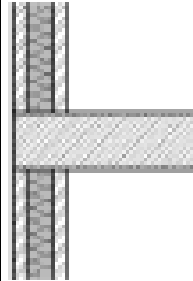
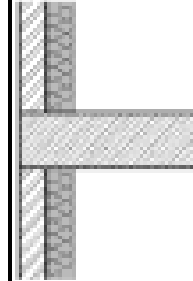
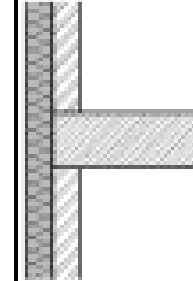


حداقل مقادیر مقاومت های گروه یک (نیاز به صرفه جویی)

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

جدول ۱۹-۵-۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان های گروه ۱

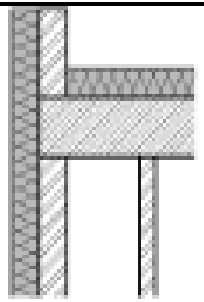
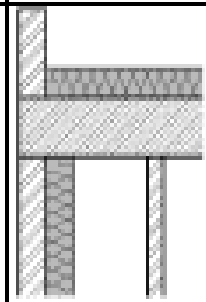
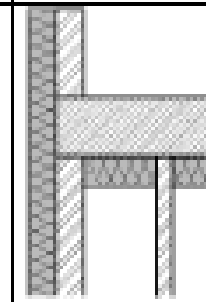
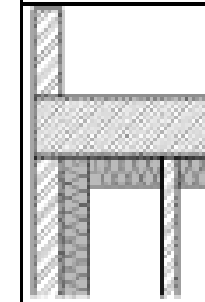
جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب			نیاز سرمایی غالب		
		U $[W/m^2.K]$		T_v SHGC	U $[W/m^2.K]$		T_v SHGC
		حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل	
جنوب	EC	۰.۶۰	-	-	۳.۱	-	۱.۲
	EC+	۰.۶۳	-	-	۲.۴	-	۱.۷
	EC++	۰.۶۵	-	-	۲.۲	-	۲.۲
شمال	EC	-	-	-	۳.۱	-	۱.۰
	EC+	-	-	-	۲.۴	-	۱.۴
	EC++	-	-	-	۲.۲	-	۱.۹
به جز جنوب و شمال	EC	۰.۵۰	-	-	۳.۱	-	۱.۴
	EC+	۰.۵۳	-	-	۲.۴	-	۲.۰
	EC++	۰.۵۵	-	-	۲.۲	-	۲.۸

دیوار مجاور فضای کنترل نشده	دیوار مجاور فضای خارج				رده انرژی
	عایق حرارتی همگن*	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی خارجی	
					
۱.۰	۲.۱	۲.۳	۲.۳	۱.۲	EC
۱.۴	۳.۰	۳.۳	۳.۳	۱.۷	EC+
۲.۰	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲.۴	EC++

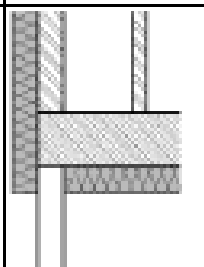
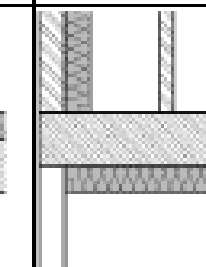
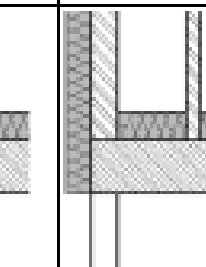
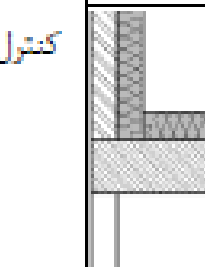
* دیوار بدون عایق حرارتی نیز، جهت تعیین حداقل مقاومت حرارتی، جزء دسته دیوارهای با عایق همگن در نظر گرفته شود.

حداقل مقادیر مقاومت های گروه یک (نیاز به صرفه جویی)

جدول ۱۹-۵-۲ حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف ساختمان گروه ۱ $[m^2.K/W]$ بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل	
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن
				
EC	۲٫۳	۳٫۰	۳٫۳	۲٫۳
EC+	۳٫۳	۴٫۲	۴٫۷	۳٫۴
EC++	۴٫۶	غیر مجاز	غیر مجاز	۲٫۰

جدول ۱۹-۵-۲ حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱ $[m^2.K/W]$ بر حسب رده انرژی ساختمان

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

حداقل مقادیر مقاومت های گروه یک (نیاز به صرفه جویی انرژی)

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

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

حداقل مقادیر مقاومت های گروه دو (نیاز به صرفه جویی انرژی)

جدول ۱۹-۵-۷ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان های گروه ۲

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب						نیاز سرمایی غالب		
		U [W/m².K]		SHGC		T _v / SHGC		SHGC		T _v / SHGC
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداقل
جنوب	EC	۳٫۱	۰٫۴۰	۰٫۶۰	-	۳٫۱	۰٫۳۰	۰٫۵۰	۱٫۱	
	EC+	۲٫۶	۰٫۴۳	۰٫۵۷	-	۲٫۶	۰٫۳۳	۰٫۴۷	۱٫۵	
	EC++	۲٫۴	۰٫۴۵	۰٫۵۵	-	۲٫۴	۰٫۳۵	۰٫۴۵	۱٫۸	
شمال	EC	۳٫۱	-	-	-	۳٫۱	-	-	۱٫۱	
	EC+	۲٫۶	-	-	-	۲٫۶	-	-	۱٫۵	
	EC++	۲٫۴	-	-	-	۲٫۴	-	-	۱٫۸	
به جز جنوب و شمال	EC	۳٫۱	۰٫۲۵	۰٫۵۰	-	۳٫۱	۰٫۲۵	۰٫۴۰	۱٫۴	
	EC+	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۴۷	-	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۳۷	۱٫۷	
	EC++	۲٫۴	۰٫۲۵	۰٫۴۵	-	۲٫۴	۰٫۲۵	۰٫۳۵	۲٫۰	

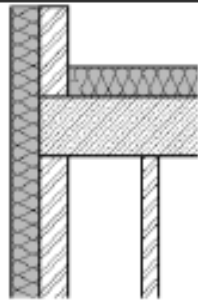
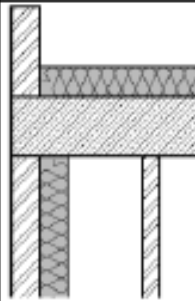
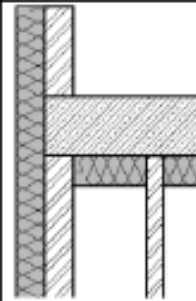
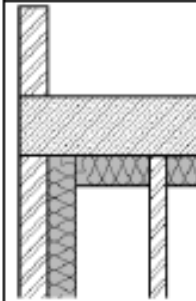
جدول ۱۹-۵-۶ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۲ [m².K/W] بر حسب رده انرژی ساختمان

دیوار مجاور فضای خارج	دیوار مجاور فضای خارج				رده انرژی
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن *	
فضای کنترل نشده					
	۰٫۹	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۴	EC
	۱٫۳	۲٫۱	۲٫۱	۲٫۰	EC+
	۱٫۸	۳٫۰	۳٫۰	۲٫۸	EC++

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

حداقل مقادیر مقاومت های گروه دو (نیاز به صرفه جویی انرژی)

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

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل	
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی
				
EC	۱٫۸	۲٫۲	۲٫۴	۱٫۸
EC+	۲٫۶	۳٫۱	۳٫۴	۲٫۶
EC++	۳٫۶	۴٫۴	۴٫۸	۳٫۶

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

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

حداقل مقادیر مقاومت های گروه دو (نیاز به صرفه جویی انرژی)

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

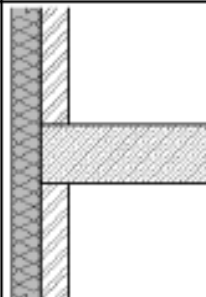
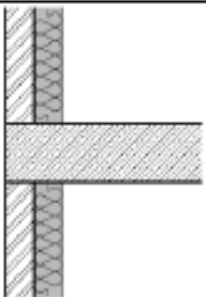
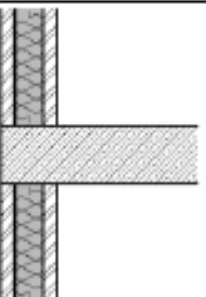
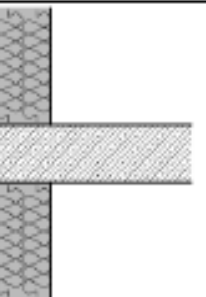
ساختمان

موقعیت کف ساختمان				رده انرژی
پایین تر از محوطه، هم تراز با محوطه، یا کمتر از ۷۰ سانتی متر بالاتر از محوطه		بیش از ۷۰ سانتی متر بالاتر از محوطه		
عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۱۰۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	
۰٫۷	۰٫۵	۰٫۹	۰٫۷	EC
۱٫۰	۰٫۷	۱٫۳	۱٫۰	EC+
۱٫۴	۱٫۰	۱٫۸	۱٫۴	EC++

حداقل مقادیر مقاومت های گروه ۳ (نیاز به صرفه جویی انرژی)

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

جدول ۱۲-۵-۱۹ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان های گروه ۳

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

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

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب			نیاز سرمایی غالب		
		$\frac{T_v}{SHGC}$	SHGC	U $[W/m^2.K]$	$\frac{T_v}{SHGC}$	SHGC	U $[W/m^2.K]$
		حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر
جنوب	EC	۳٫۱	۰٫۳۵	۰٫۶۵	-	۳٫۱	۰٫۳۰
	EC+	۲٫۸	۰٫۳۸	۰٫۶۲	-	۲٫۸	۰٫۳۳
	EC++	۲٫۶	۰٫۴۰	۰٫۶۰	-	۲٫۶	۰٫۳۵
شمال	EC	۳٫۱	-	-	-	-	۳٫۱
	EC+	۲٫۸	-	-	-	-	۲٫۸
	EC++	۲٫۶	-	-	-	-	۲٫۶
به جز جنوب و شمال	EC	۳٫۱	۰٫۲۵	۰٫۵۵	-	۳٫۱	۰٫۲۵
	EC+	۲٫۸	۰٫۲۵	۰٫۵۲	-	۲٫۸	۰٫۲۵
	EC++	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۵۰	-	۲٫۶	۰٫۲۵

حداقل مقادیر مقاومت های گروه ۳ (نیاز به صرفه جویی انرژی)

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

رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
EC	۱,۶	۲,۰	۱,۹	۱,۶	۰,۷
EC+	۲,۳	۲,۹	۲,۷	۲,۳	۱,۰
EC++	۳,۲	۴,۰	۳,۸	۳,۲	۱,۴

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

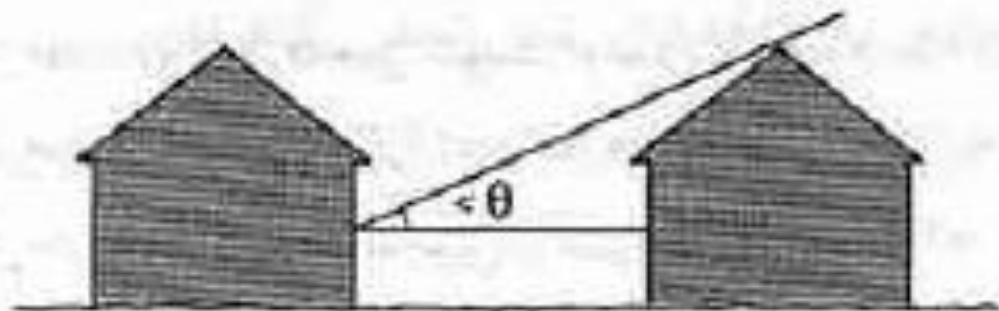
رده انرژی	کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از خارج		کف مجاور فضای خارج با عایق حرارتی از داخل		کف مجاور فضای کنترل نشده
	دیوار با عایق خارجی	دیوار با عایق داخلی یا همگن یا میانی	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
EC	۱,۴	۱,۹	۲,۰	۱,۵	۰,۶
EC+	۲,۰	۲,۷	۲,۹	۲,۱	۰,۹
EC++	۲,۸	۳,۸	۴,۰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

حداقل مقادیر مقاومت های گروه ۳ (نیاز به صرفه جویی انرژی)

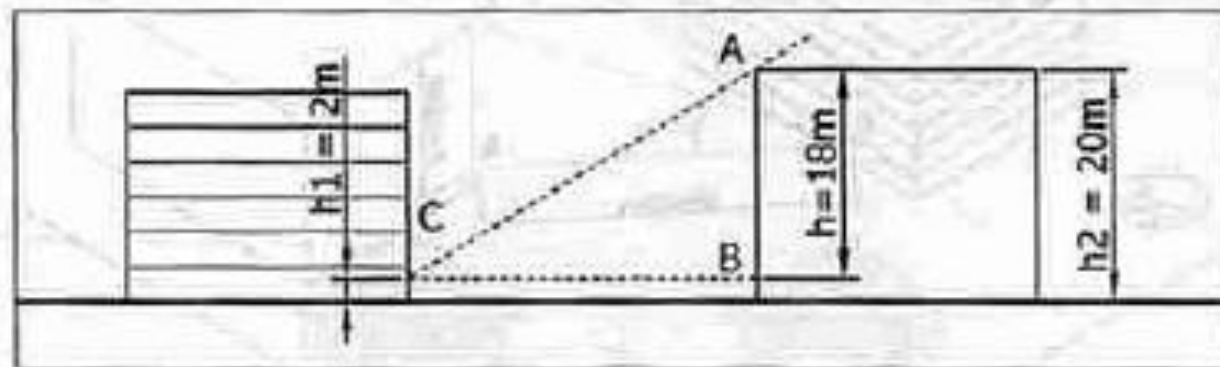
جدول ۱۹-۵-۱۵ حداقل مقاومت هایق حرارتی کف روی خاک ساختمان گروه ۳ [m².K/W] بر حسب رده انرژی

ساختمان

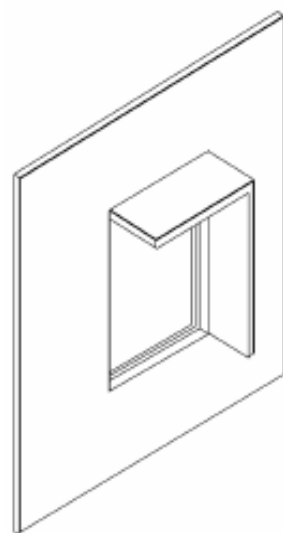
موقعیت کف ساختمان				رده انرژی
کمتر از ۱۰۰ سانتی متر بالاتر از محوطه		بیش از ۱۰۰ سانتی متر بالاتر از محوطه		
عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۵۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	عایق کاری پیرامونی با عرض حداقل ۷۰ سانتی متر	عایق کاری سراسری	
۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	EC
۰٫۵	۰٫۵	۰٫۷	۰٫۵	EC+
۰٫۶	۰٫۵	۱٫۰	۰٫۵	EC++



شکل ۱ تعیین زاویه موانع تابش نور خورشید



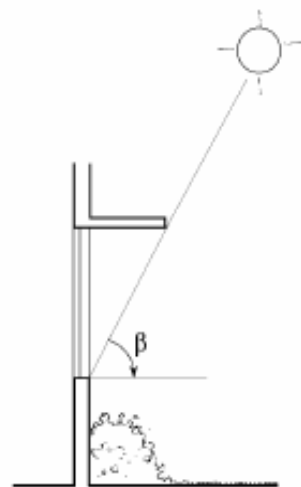
شکل ۴ نحوه قرارگیری دو بلوک ساختمانی (مقطع)



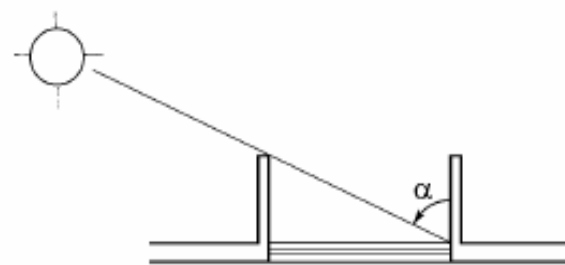
نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی



جهت‌گیری پنجره



مقطع عمودی - زاویه سایه‌بان افقی



مقطع افقی - زاویه سایه‌بان عمودی

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

روشنایی- الزامات معماری

تاسیسات مکانیکی:

الف) عایق کاری حرارتی

الف) عایق کاری حرارتی (کلیه رده های ساختمان های انرژی محور)

ب) بازیافت انرژی (EC^{++} EC^{+})

ج) سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر (کلیه رده های ساختمان های انرژی محور)

1. عایق کاری حرارتی لوله و مخزن

جدول ۱۹-۵-۲۰ حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله آب گرم مصرفی [$m^2.K/W$]

قطر نامی لوله		رده انرژی
کمتر از ۳۲ میلی متر	۳۲ میلی متر و بیشتر	
مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)
۰٫۸۰	۱٫۳۰	ساختمان کم انرژی (EC^{+})
۱٫۱۵	۱٫۸۵	ساختمان بسیار کم انرژی (EC^{++})

جدول ۱۹-۵-۲۱ ضریب افزایش مقاومت حداقل تعیین شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان ($R_{۱۲}$)

لوله یا مخزن یا کانال واقع در		رده انرژی
فضای خارجی یا کنترل نشده	فضای داخلی *	
۱٫۰۰	۱٫۰۰	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)
۱٫۶۰	۱٫۴۰	ساختمان کم انرژی (EC^{+})
۲٫۵۰	۲٫۰۰	ساختمان بسیار کم انرژی (EC^{++})

* لازم است دو متر قبل و بعد از قسمتی از لوله یا کانال، که در معرض فضای خارجی یا کنترل نشده قرار دارد، مشابه بخش در معرض فضای خارجی یا کنترل نشده عایق کاری حرارتی شود.

تاسیسات مکانیکی:

الف) عایق کاری حرارتی

۱. عایق کاری حرارتی کانال ها

جدول (۱۴-۶-۷-۳) "الف": کمینه مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در خارج از ساختمان در تاسیسات گرمایی و سرمایی

تاسیسات گرمایی			تاسیسات سرمایی		
روز - درجه + گرمایی سالانه (ADDH)	کمینه مقاومت گرمایی عایق، R		روز - درجه + سرمایی سالانه (ADDC)	کمینه مقاومت گرمایی عایق، R	
	$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$		$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$
زیر ۱۵۰۰	۳/۳	۰/۵۸۱	زیر ۵۰۰	۳/۳	۰/۵۸۱
۱۵۰۱ تا ۴۵۰۰	۵/۰	۰/۸۸۱	۵۰۱ تا ۱۱۵۰	۵/۰	۰/۸۸۱
۴۵۰۱ تا ۷۵۰۰	۶/۵	۱/۱۴۵	۱۱۵۱ تا ۲۰۰۰	۶/۵	۱/۱۴۵
بالتر از ۷۵۰۱	۸/۰	۱/۴۰۹	بالتر از ۲۰۰۱	۸/۰	۱/۴۰۹

+ روز درجه سرمایی و گرمایی سالانه با دمای مبنای ۱۸/۳ درجه سلسیوس (۶۵ درجه فارنهایت)

جدول (۱۴-۶-۷-۴) "الف": کمینه مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در فضای داخل ساختمان در تاسیسات گرمایی و سرمایی

اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای خارج آن		کمینه مقاومت گرمایی عایق، R			
		تاسیسات گرمایی		تاسیسات سرمایی	
درجه فارنهایت	درجه سلسیوس	$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^\circ F}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$
کمتر یا برابر ۱۵	کمتر یا برابر ۸/۳	عایق لازم نیست			
بیشتر از ۱۵ و کمتر یا برابر ۴۰	بیشتر از ۸/۳ و کمتر یا برابر ۲۲/۲	۳/۳	۰/۵۸۱	۳/۳	۰/۵۸۱
بیشتر از ۴۰	بیشتر از ۲۲/۲	۵/۰	۰/۸۸۱	۵/۰	۰/۸۸۱



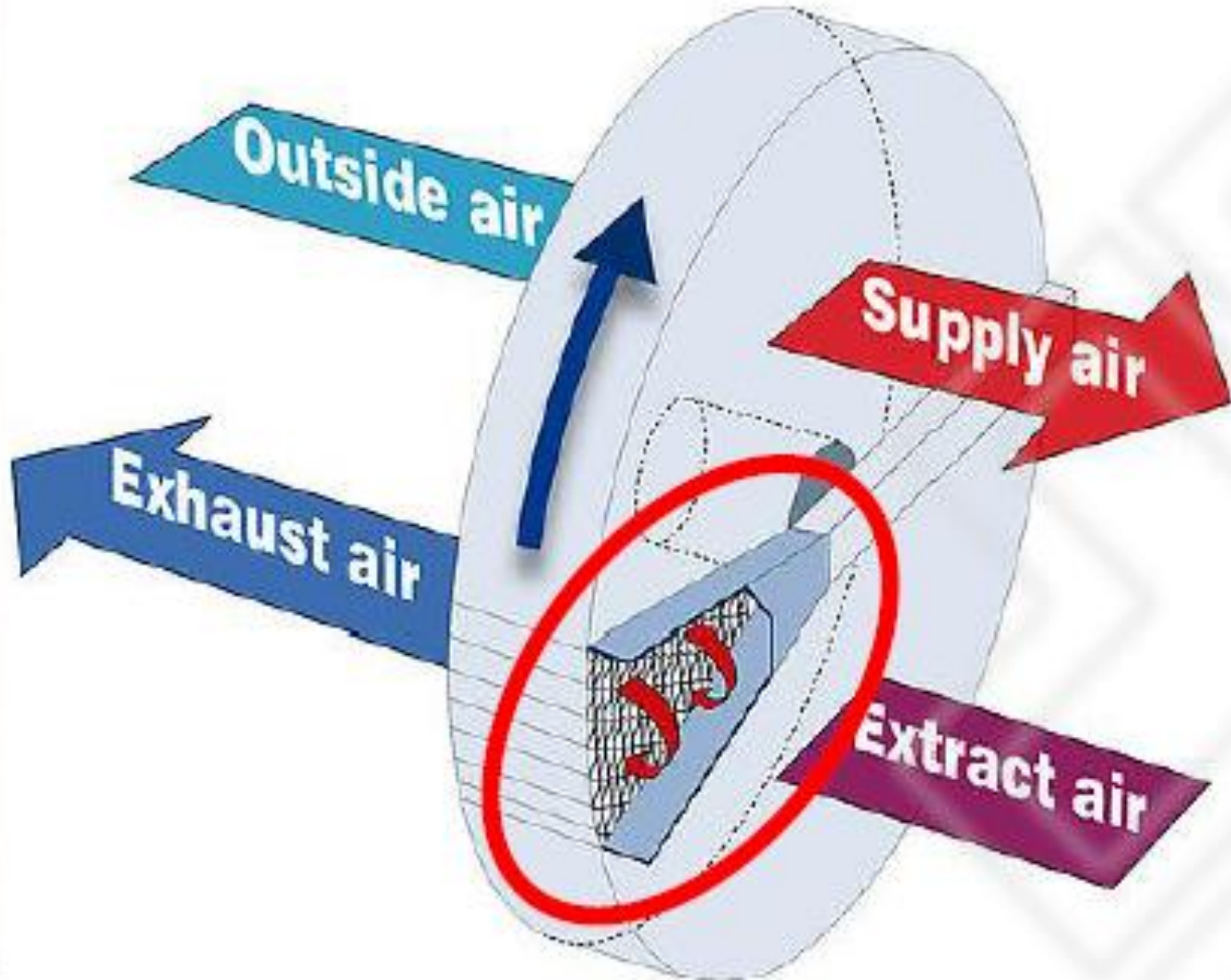
ARW
Asia Rock Wool Co



ب) بازیافت انرژی EC^+ و EC^{++}

۱. بازیافت انرژی در سیستم هوا رسان (هواسازها)

۱. بازیافت انرژی در مناطق گرمسیر و یا سردسیر که دبی کل دستگاه از مقادیر جداول ۲۲ و ۲۳ بیشتر است الزامی است.
۲. سیستم بازیافت انرژی باید آنتالپی هوای تازه را به مقدار نسبی (درصد) تعیین شده در جدول ۲۴ کاهش دهد
۳. سیستم هایی که ساعت کارکرد آنها در سال از ۵۰۰ ساعت کمتر است، نیازی به سیستم بازیافت ندارد



جدول ۱۹-۵-۲۲ حداکثر دبی تهویه* قابل قبول ، بر حسب l/s (و ft^3/min)، در حالت عدم استفاده از بازیافت انرژی
(در صورت کارکرد بیش از ۸۰۰۰ ساعت در سال)

رده انرژی	نیاز غالب	درصد هوای تازه بیشتر یا مساوی ۸۰٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰٪
EC+	سرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
	گرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
EC++	سرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)
	گرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز (هوارسان)

جدول ۱۹-۵-۲۳ حداکثر دبی تهویه* قابل قبول ، بر حسب l/s (و ft^3/min)، در حالت عدم استفاده از بازیافت انرژی
(در صورت کارکرد کمتر از ۸۰۰۰ ساعت در سال)

رده انرژی	نیاز غالب	درصد هوای تازه بیشتر یا مساوی ۸۰٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰٪
EC+	سرمایی	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)	۵۰۰۰ (۱۰۵۹۴)
	گرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۵۰۰۰ (۱۰۵۹۴)
EC++	سرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)
	گرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز (هوارسان)

جدول ۱۹-۵-۲۴ کاهش نسبی اختلاف آنتالپی برای سیستم‌های بازیافت انرژی مجاز

کاهش نسبی اختلاف آنتالپی هوای ورودی و هوای تخلیه (درصد)	رده انرژی
۶۰	ساختمان کم‌انرژی (EC+)
۷۰	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)

تاسیسات مکانیکی:

ب) بازیافت انرژی EC^+ و EC^{++}

II. بازیافت انرژی در کندانسورهای
سیستم آب خنک EC^+ و EC^{++}

در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC^+) و بسیار کم‌انرژی (EC^{++})، در کندانسورهای سیستم‌های آب‌خنک، لازم است موارد زیر، برای بازیافت انرژی، مورد رعایت قرار گیرد:

الف) استفاده از سامانه بازیافت انرژی برای گرم کردن و یا پیش‌گرم کردن آب گرم مصرفی، در صورتی که میزان گرمای دفع شده از کندانسور بیشتر از ۱۸۰۰ کیلووات و بار آب گرم مصرفی بیشتر از ۳۰۰ کیلووات باشد و آن سیستم به صورت ۲۴ ساعته کار کند، الزامی است.

ب) سامانه بازیافت انرژی در کندانسورها در صورتی قابل قبول است که بتواند دمای آب در زمان اوج مصرف آب را، با پیش‌گرم کردن، حداقل به ۳۰ درجه سلسیوس برساند و یا تا ۶۰ درصد انرژی تخلیه شده از کندانسور در شرایط طراحی را بازیافت نماید.

پ) در صورت عدم رعایت بند (الف)، لازم است کاهش مصرف انرژی سیستم سرمایی و یا گرمایی، به میزان معادل اقدامات تعیین شده در بند (ب)، با استفاده از فناوری‌های دیگر، نظیر سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، یا سیستم‌های تولید هم‌زمان مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی، انجام شود.

تاسیسات مکانیکی:

الف) بازیافت انرژی EC^+ و EC^{++}

III. اکونومایزر

IV. تجهیزات دفع حرارت

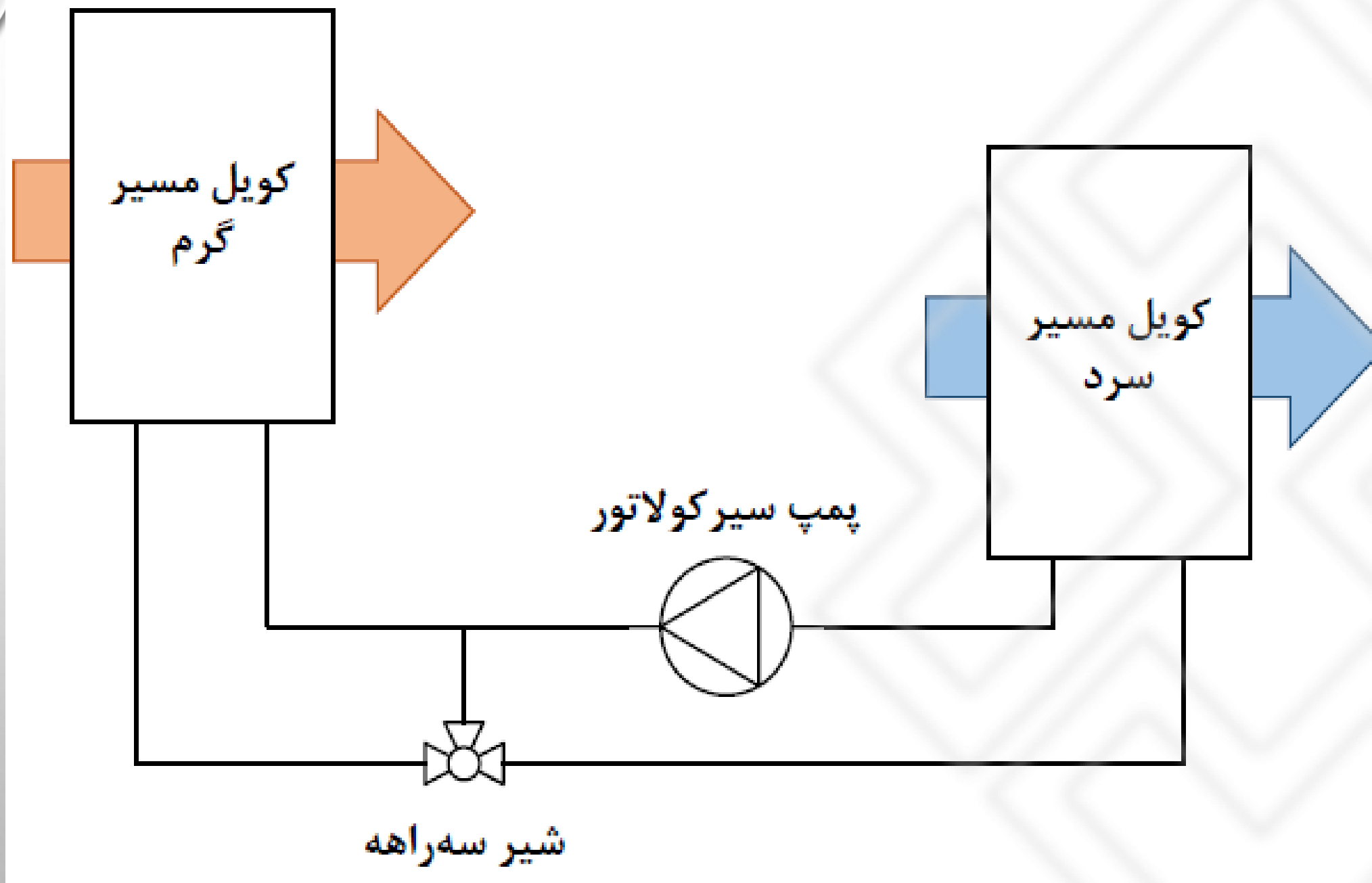
V. سیستم های ذخیره ساز انرژی

VI. سامانه پایش عملکرد EC^+ و EC^{++}

VII. انتخاب و نصب تجهیزات EC^+ و EC^{++}

۱- باید دفترچه محاسبات بار حرارتی تاسیسات بر اساس نرم افزار معتبر تهیه شود

۲- شیرآلات مطابق پیوست ۱۳ به ترتیب A و B باشند



۴-۴ گروه‌بندی مصرف آب

گروه مصرف آب مطابق جدول ۱ تعیین می‌شود.

جدول ۱- بازه مصرف آب (l/min) برای تعیین گروه مصرف آب شیرآلات بهداشتی تحت آزمون

گروه مصرف آب	A	B	C	D	E	F	G
بازه مجاز مصرف آب l/min	$Q < 4.5$	$4.5 \leq Q < 6$	$6 \leq Q < 7.5$	$7.5 \leq Q < 9$	$9 \leq Q < 10.5$	$10.5 \leq Q < 12$	$12 \leq Q < 15$





سیستم‌های بازیابی انرژی (Energy Recovery Systems)

سیستم‌های بازیابی انرژی هوا به هوا

انواع سیستم‌های بازیابی انرژی هوا به هوا

۱- سیستم‌های بازیابی انرژی محسوس

Sensible heat exchange device, heat recovery ventilator (HRV)

۲- سیستم‌های بازیابی انرژی کل

Energy (or enthalpy) heat exchange device, energy recovery ventilator (ERV)

کاربرد سیستم‌های بازیابی انرژی هوا به هوا

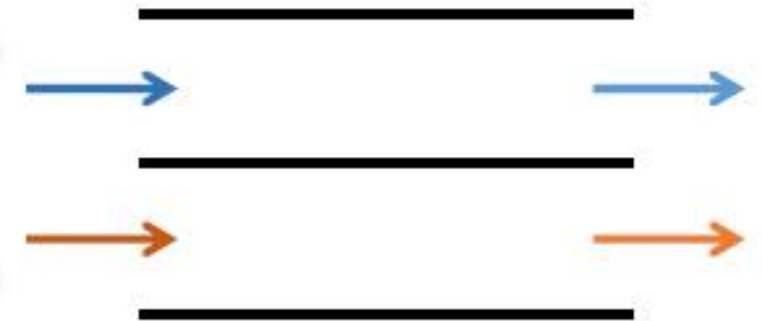
۱- سیستم‌های تأسیساتی (دما پایین): سیستم‌های تأمین هوای تازه، استخرها، اتاق‌های عمل (با رعایت ضوابط بهداشتی)

۲- سیستم‌های صنعتی (دما بالا): پیش‌گرم کردن هوای احتراق کوره‌ها و مشعل‌ها

کارایی سیستم بازیابی انرژی

از نظر جهت نسبی جریان‌ها

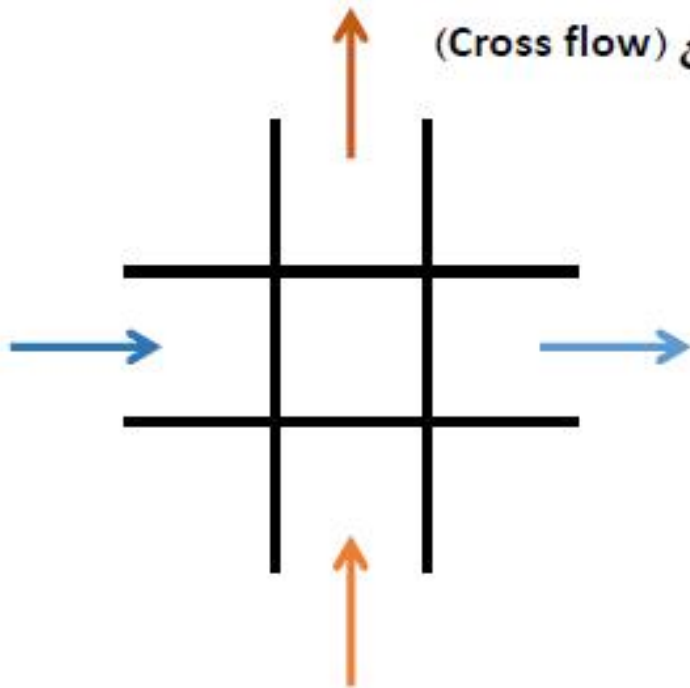
جریان موازی (Parallel flow)



جریان مخالف (Counter flow)



جریان متقاطع (Cross flow)



$$\varepsilon = \frac{q}{q_{max}}$$

کارایی سیستم‌های بازیابی انرژی

کارآیی سیستم بازیابی انرژی

AHRI Standard 1061 (SI)

2018 Standard for
Performance Rating of
Air-to-Air Exchangers for
Energy Recovery Ventilation
Equipment



استانداردهای کارآیی سیستم‌های بازیابی انرژی هوا به هوا

- ASHRAE 84-2013: Method of Testing Air-to-Air Heat/Energy Exchangers
- AHRI 1061-2018: Performance Rating of Air-to-Air Exchangers for Energy Recovery Ventilation Equipment

سایر ویژگی‌های مهم بازیاب‌های انرژی

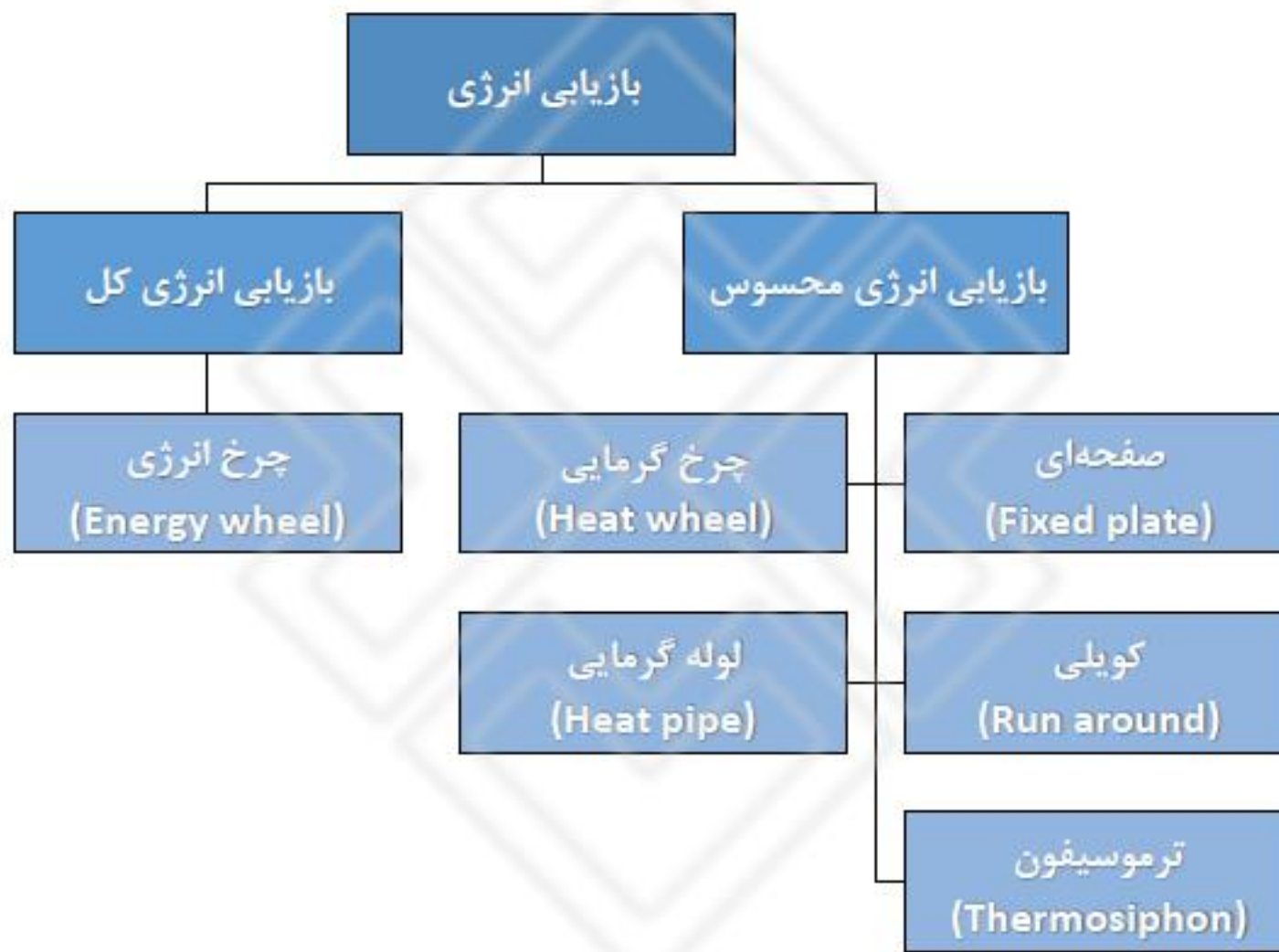
۱- افت فشار

۲- نشتی جریان

- نشتی خارجی
- نشتی داخلی:

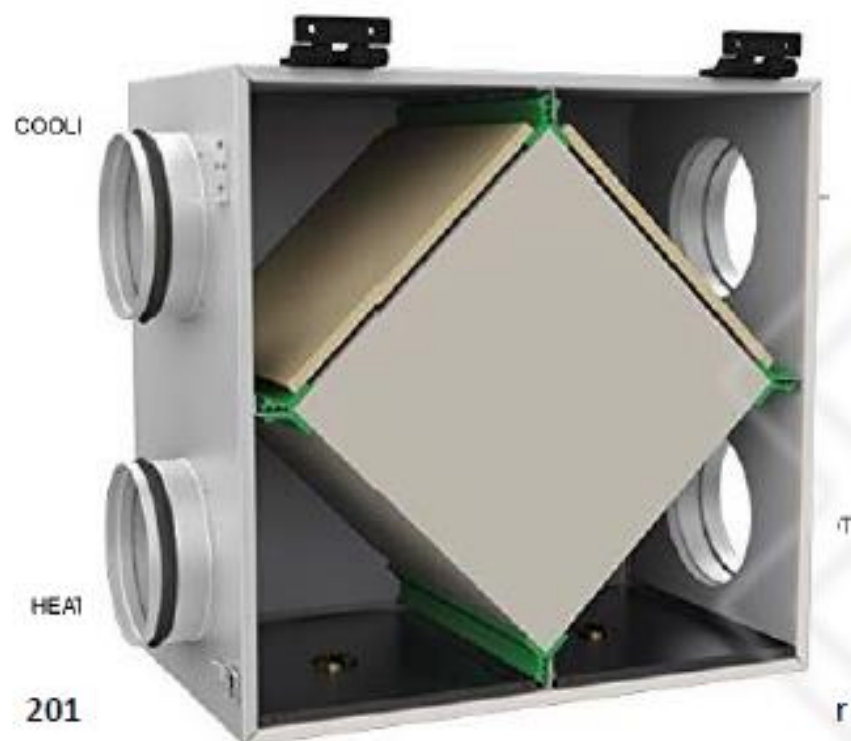
۳- میعان و یخ‌زدگی رطوبت

- خروج رطوبت مایع شده
- وجود چرخه یخ‌زدایی
- پیش‌گرم کردن هوای سرد ورودی یا کاهش کارآیی مبدل گرمایی



ویژگی‌ها:

- ۱- فاصله صفحات بین $2/5$ تا $12/5$ میلی‌متر است.
- ۲- مقاومت گرمایی صفحات کم است.
- ۳- صفحات معمولاً از آلومینوم، مواد پلیمری یا فولاد ساخته می‌شوند.
- ۴- نشتی cross flow بین صفحات کم است و نشتی carryover وجود ندارد.
- ۵- امکان داشتن مسیر تخلیه (drain)
- ۶- امکان جلوگیری از میعان رطوبت
- ۷- کنترل ظرفیت از طریق کنارگذر کردن جریان هوا انجام می‌شود.

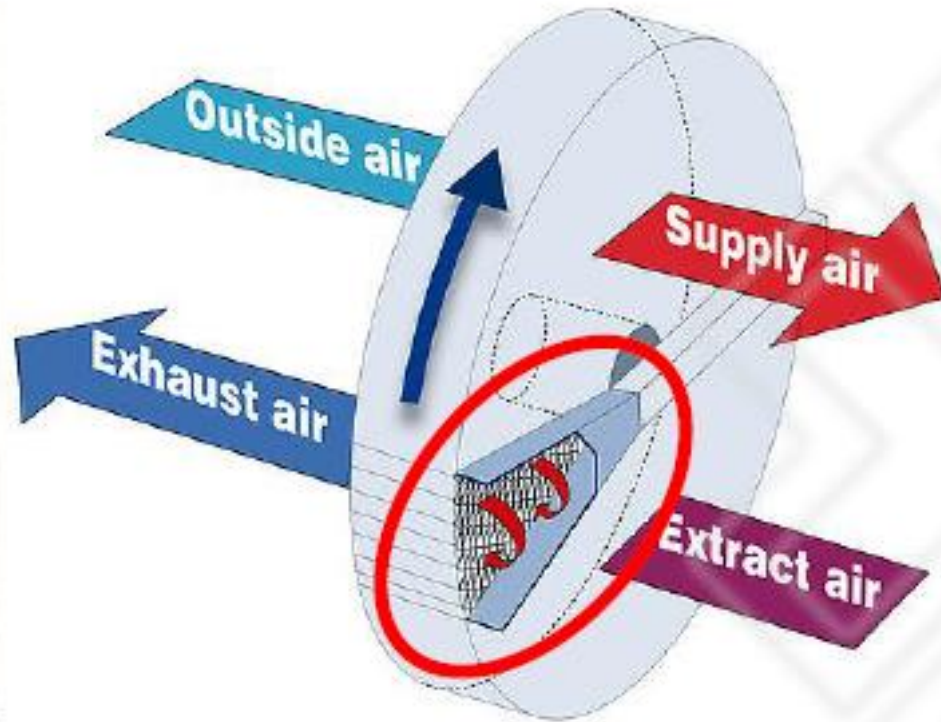


<https://www.amazon.co.uk/Blauberg-UK-Passive-Recovery-Ventilation/dp/B06XT6HCBB>

بازیاب چرخ گرمایی و چرخ انرژی

ویژگی‌ها:

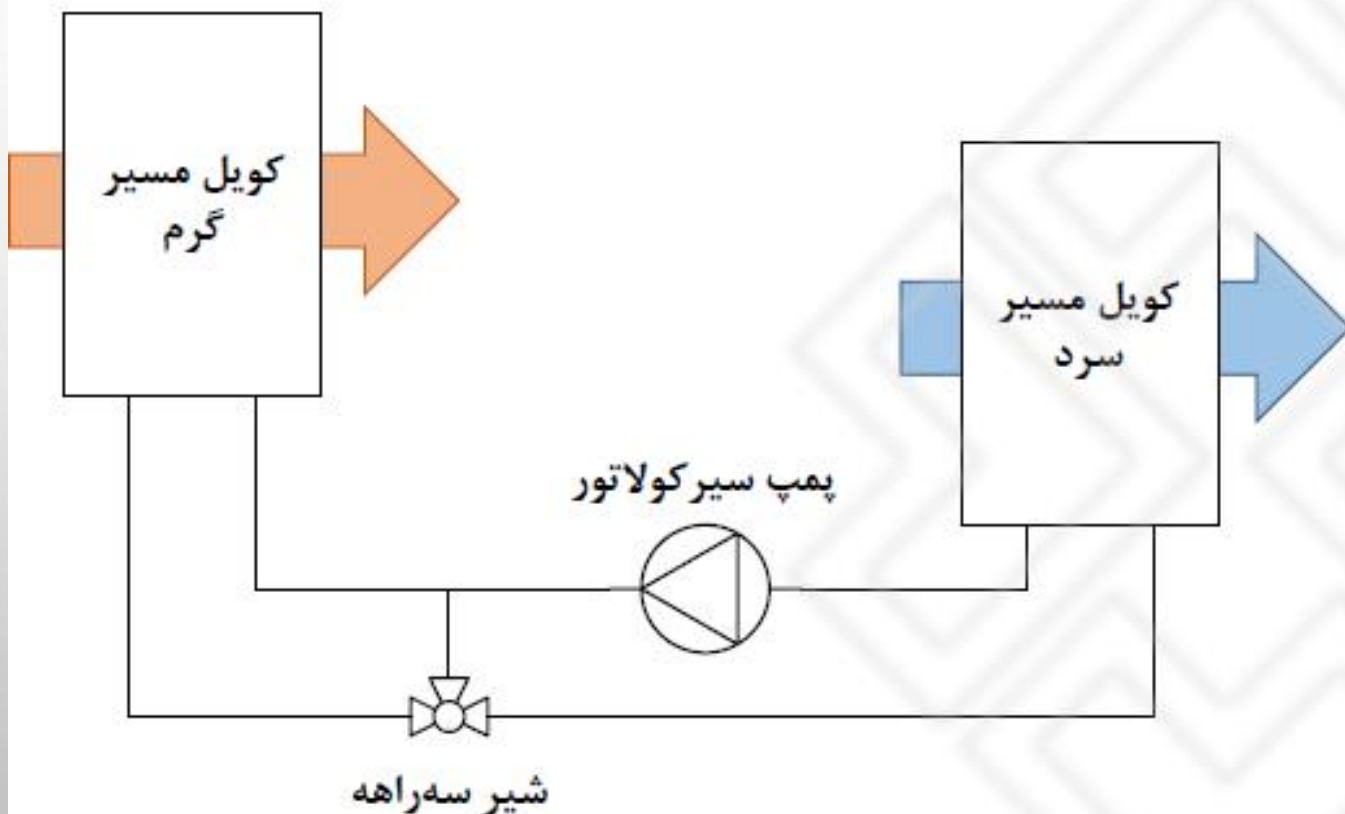
- ۱- ابعاد مسیرهای عبور جریان حدود ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر است.
- ۲- چرخ معمولاً از آلومینیوم، کاغذ، مواد پلیمری یا فولاد است.
- ۳- در صورت استفاده از پوشش جاذب رطوبت (زئولیت‌ها، molecular sieves، سیلیکاژل، آلومینای فعال و ...) امکان استفاده به صورت چرخ انرژی وجود دارد.
- ۴- نشتی cross flow و carryover وجود دارد.
- ۵- برای کاهش carryover از بخش purge استفاده می‌شود.
- ۶- کنترل ظرفیت با کنارگذر کردن جریان هوا یا تغییر دور چرخ انجام می‌شود.



<https://youtu.be/p5zP37Xw9KO>
<http://us.klimgenbourg.de/en/products/rotary-heat-exchangers/rotors-for-heating-ventilation-and-air-conditioning-systems-hvac/purge-sector/>

ویژگی‌ها:

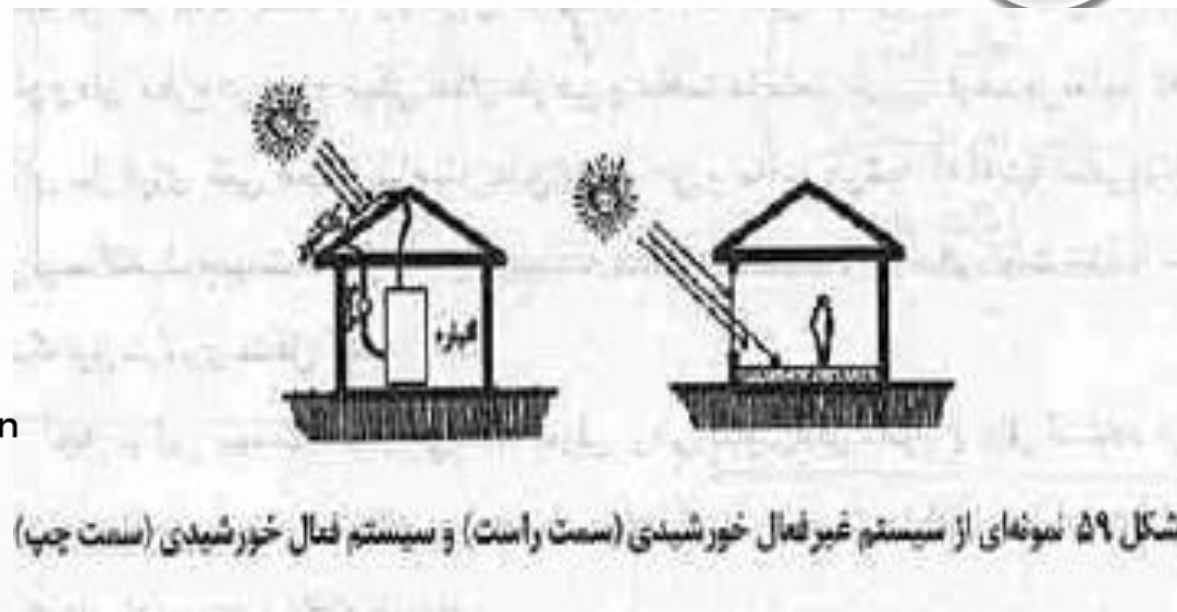
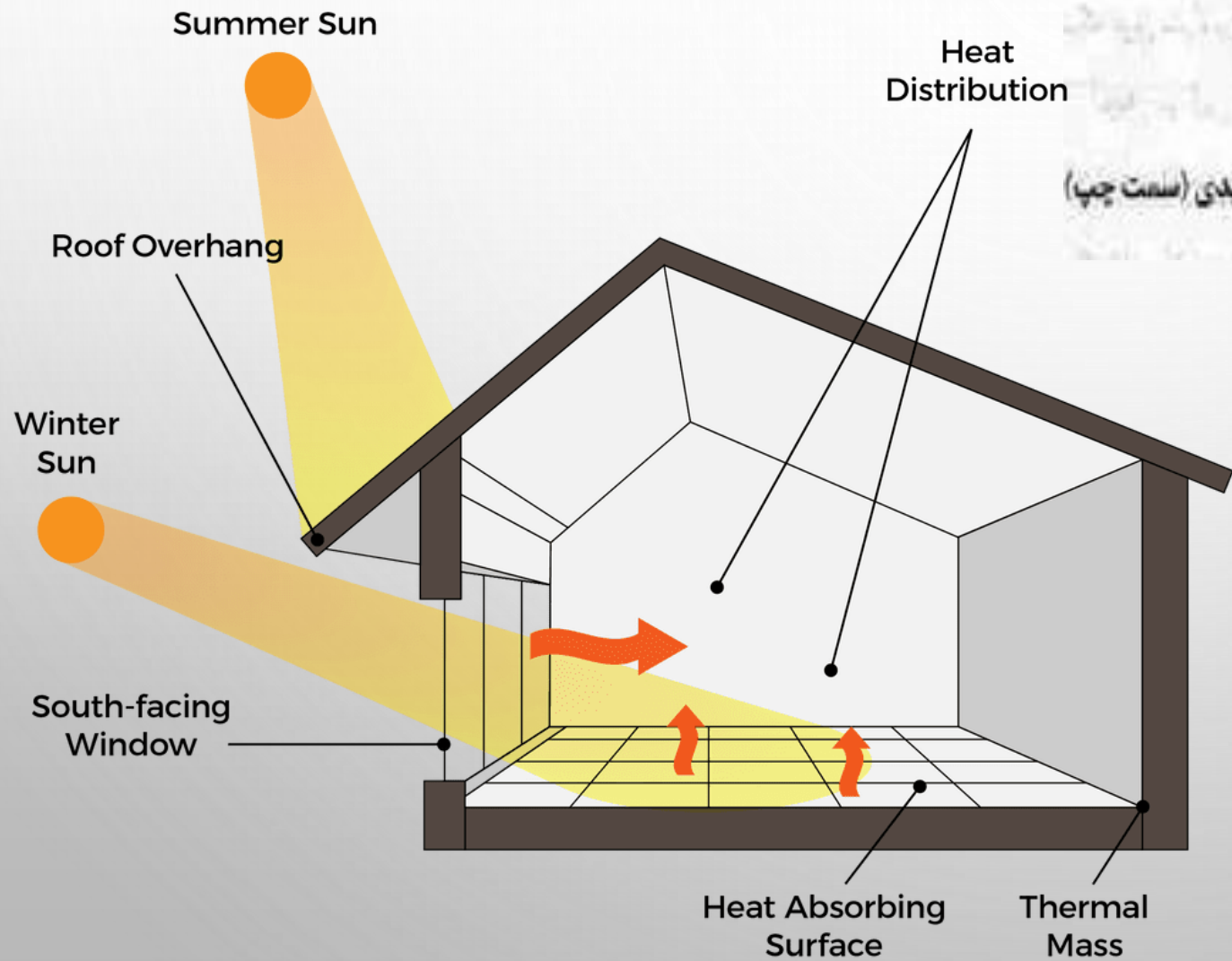
- ۱- برای کاربرد در سیستم‌های موجود انعطاف‌پذیر است.
- ۲- امکان انتقال گرما بین چند مسیر وجود دارد.
- ۳- نشستی وجود ندارد.
- ۴- هزینه نگهداری و تعمیر آن پایین است.
- ۵- کنترل ظرفیت و یخ‌زدگی با شیر سه‌راهه انجام می‌شود.



ج) سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

جدول ۱۹-۵-۳۷ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه های تجدیدپذیر (کیلووات ساعت بر مترمربع بام قابل استفاده)

حد اقل انرژی سالیانه توسط سامانه تجدیدپذیر (کیلووات ساعت بر مترمربع بام)		رده انرژی	
یک طبقه	بیش از یک طبقه		
۱۴,۰	۲۲,۴	EC	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹
۲۰,۰	۳۲,۰	EC+	ساختمان کم انرژی
۲۸,۶	۴۵,۷	EC++	ساختمان بسیار کم انرژی



ج) سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

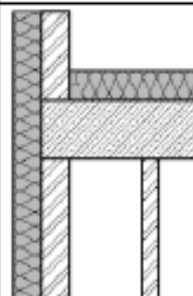
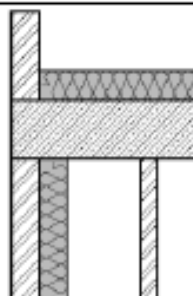
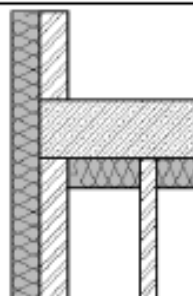
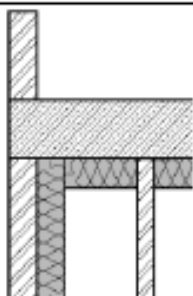
در صورت عدم امکان تامین مقادیر جدول ۱۹-۵-۳۷ صفحه ۱۱۷ اقدامات ذیل صورت پذیرد

۱- فقط در ساختمان های منطبق با مبحث ۱۹ (شامل EC^+ و EC^{++} نمی شود) رعایت مقاومت های حرارتی افزایش یافته برای بام مطابق جدول ۱۹-۵-۳۸ صفحه ۱۱۸

۲- تامین توان تعیین شده برای سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر و یا فناوری های دیگر

جدول ۱۹-۵- ۳۸ مقاومت حرارتی مرجع بام یا سقف ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ بر حسب گروه ساختمان در

صورت هدم استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل نشده
		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل		
		دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	
						
۱	EC	۶,۵۲	غیر مجاز	غیر مجاز	۶,۵۲	۵,۵۵
		۴,۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴,۳۰	۳,۶۶
		۴,۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴,۳۰	۳,۶۶

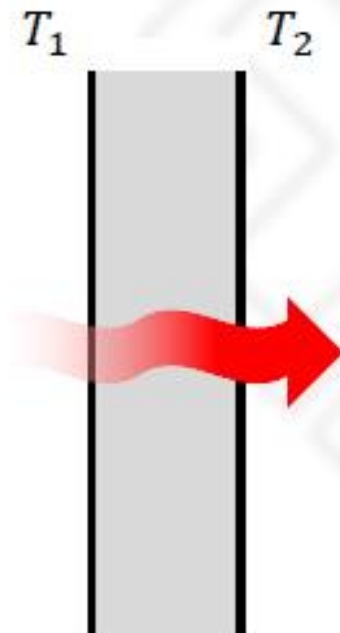
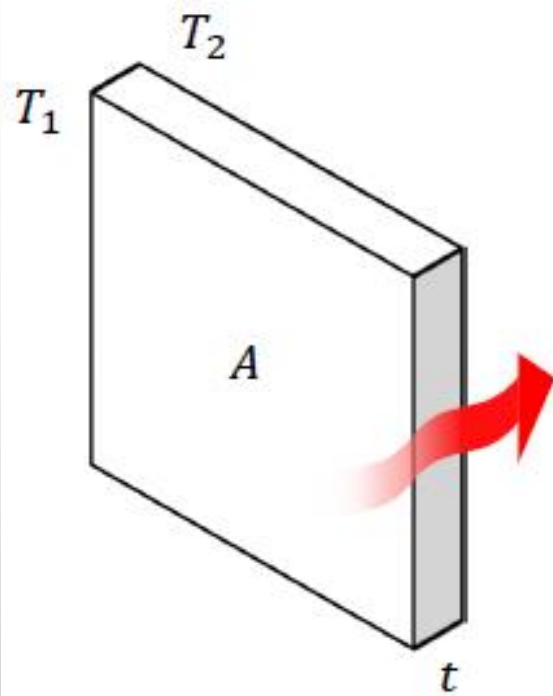
در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به جای افزایش مقاومت حرارتی بام (طبق جدول ۱۹-۵- ۳۸) می‌توان از پوششی منعکس کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۰.۶۰) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰/۹۰) استفاده نمود.

19-3-3 تهویه طبیعی

فراهم ساختن امکان تهویه طبیعی در ساختمان‌ها موجب تأمین بهتر آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی سیستم‌های مکانیکی می‌شود. این موضوع، به‌خصوص در اقلیم‌های مرطوب، اهمیت زیادی دارد.

در طراحی ساختمان در اقلیم‌های مرطوب، توصیه می‌شود که با تعبیه بازشوهای روبه‌رو و مسدود نکردن مسیر جریان هوا با عناصر داخلی، امکان ایجاد کوران در فضاها فراهم شود. در اقلیم گرم و مرطوب، بهتر است با تمهیداتی، مانند ایجاد سایه، دمای هوا، پیش از ورود به فضاهای داخلی ساختمان، کاهش یابد.

در اقلیم گرم و خشک، در اوقات گرم، تهویه طبیعی شبانه ساختمان موجب خنک‌سازی توده مصالح می‌شود. در طول روز نیز، تهویه فضاهای داخلی، با هوای خنک‌شده از طریق سیستم‌های ساده تبخیری، بخش قابل توجهی از نیازهای سرمایی ساختمان را تأمین می‌کند.



$$q \propto A \frac{T_1 - T_2}{t}$$

قانون فوريه (Fourier's Law)

q نرخ انتقال حرارت بر حسب W

$$q = kA \frac{T_1 - T_2}{t}$$

k ضریب هدایت حرارتی (Thermal Conductivity) بر حسب $W/m^{\circ}C$

$$q'' = \frac{q}{A} = k \frac{T_1 - T_2}{t}$$

q'' شار حرارت بر حسب W/m^2

قدم سوم

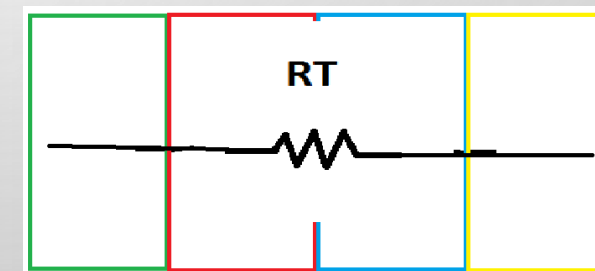
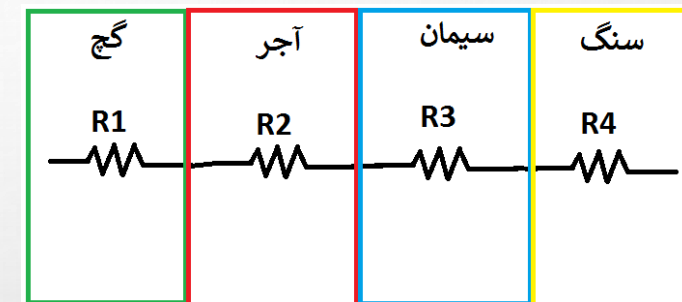
در آخرین مرحله مقادیر مقاومت حرارتی مرجع اصلاح شده را معیار طراحی پوسته معماری قرار می‌دهیم برای این کار با کمک روابط محاسباتی روش انتقال حرارت رسانایی و جداول پیوست‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ کتاب اقدام به تبدیل پوسته حرارتی به پوسته معماری خواهیم نمود. (معمولا این بخش توسط مهندسین معمار انجام می‌پذیرد).

$$\dot{q} = \frac{KA}{t} \Delta T \rightarrow \frac{KA}{t} = 1/R, \quad R = \frac{t}{KA}$$

$$\text{if } t = 1, \quad A = 1 \rightarrow R = \frac{1}{K}$$

$$\left(K = \frac{1}{R} \right)$$

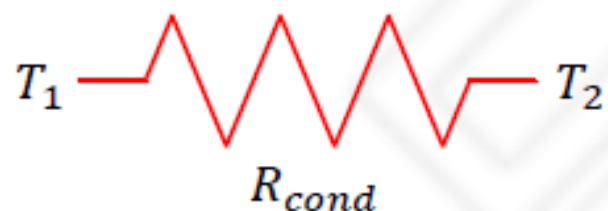
$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ &= \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} \end{aligned}$$



براساس مقادیر K در پیوست ۷ صفحه ۸۷

2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapters 24 to 26
CIBSE Guide A – Environmental Design

T_1 T_2



مدار حرارتی (Thermal Circuit) و مقاومت حرارتی (Thermal Resistance)

$$q'' = k \frac{T_1 - T_2}{t} \Rightarrow q'' = \frac{T_1 - T_2}{\frac{t}{k}}$$

$$R_{cond} = \frac{t}{k} \Rightarrow q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_{cond}}$$

R_{cond} مقاومت حرارتی هدایت (Conduction Thermal Resistance) بر حسب m^2C/W

مثال

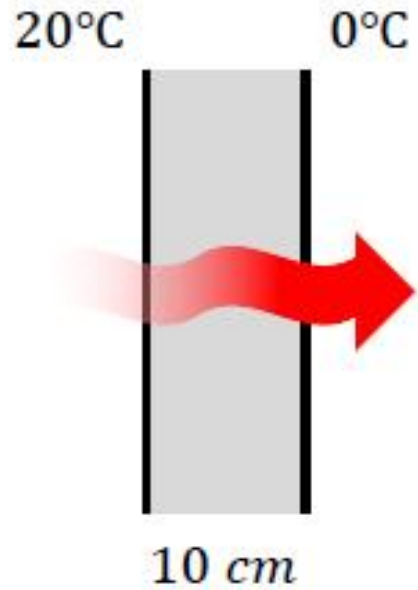
از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، ضریب هدایت حرارت تقریبی بتن:

بنابراین:

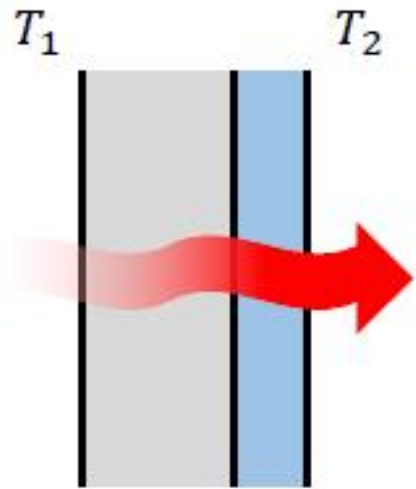
$$k = 2 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

$$R_{cond} = \frac{t}{k} = \frac{0.1}{2} = 0.05 \frac{m^2 \cdot ^{\circ}C}{W}$$

$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R} = \frac{20 - 0}{0.05} = 400 \frac{W}{m^2}$$

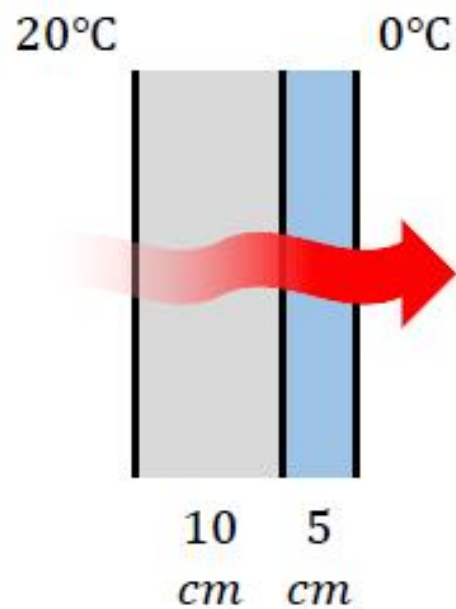


مدارهای حرارتی سری



$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t}$$

$$R_t = R_1 + R_2$$



مثال

از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، ضریب هدایت حرارت تقریبی پشم شیشه:

بنابراین:

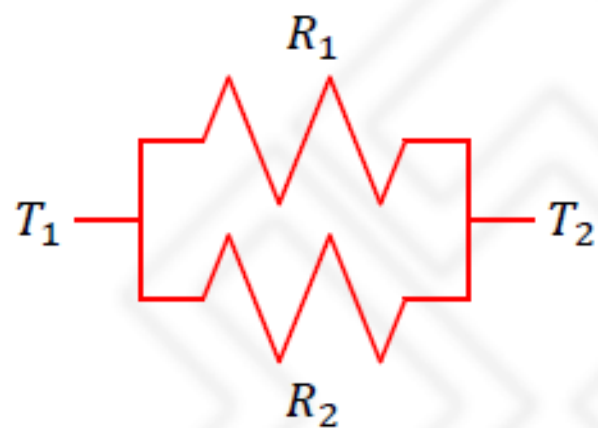
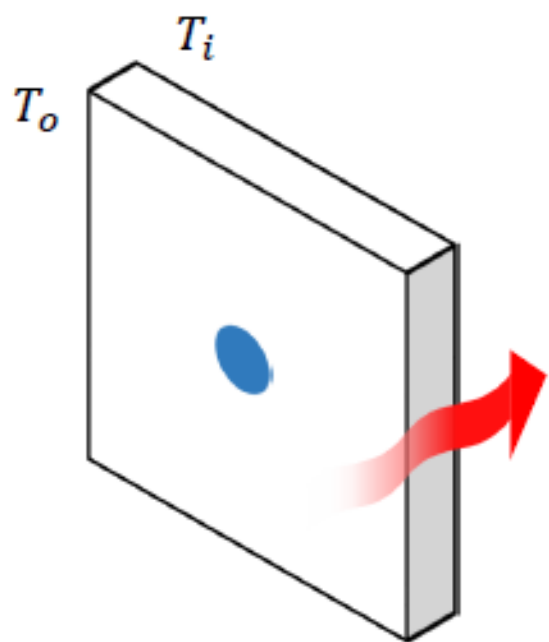
$$k_2 = 0.04 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

$$R_2 = 1.25 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

با استفاده از مثال قبل:

$$R_t = R_1 + R_2 = 0.05 + 1.25 \Rightarrow R_t = 1.3 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t} \approx 15 \frac{W}{m^2}$$



$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t}$$

$$\frac{A_1 + A_2}{R_t} = \frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2}$$

مدارهای حرارتی موازی

* در روش تجویزی A (مساحت عناصر) را وارد فرمول‌ها نکرده و ۱ در نظر می‌گیریم.

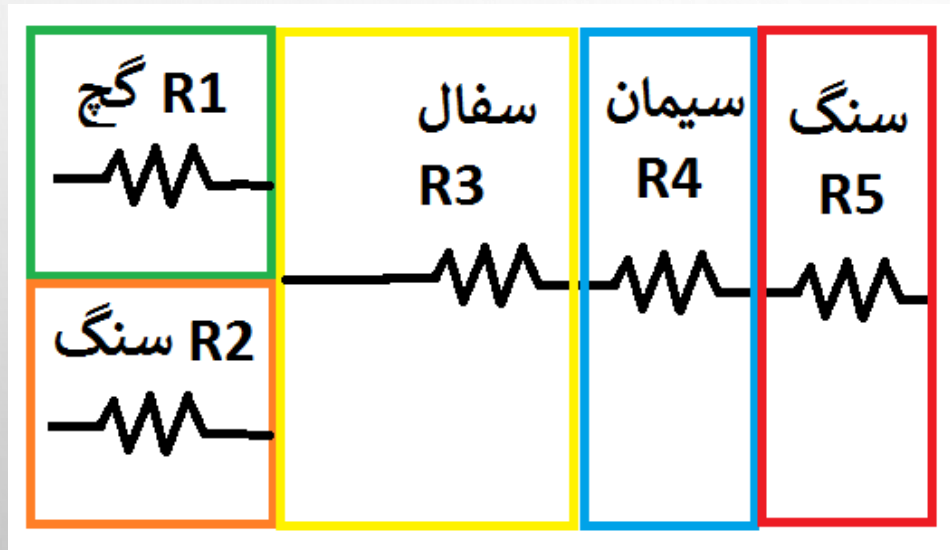
* در روش تجویزی t (ضخامت عناصر) را وارد نموده و براساس عناصر واقعی محاسبه می‌کنیم.

پیوست ۶ تعاریف

پیوست ۷ مصالح ماسونری

پیوست ۸ مصالح پیش ساخته (مقادیر براساس R)

پیوست ۹ پنجره‌ها و بازشو‌ها (مقادیر براساس R)



موازی

سری

$$R_T = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) + R_3 + R_4 + R_5$$

مثال

از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، ضریب هدایت حرارت تقریبی فولاد:

بنابراین:

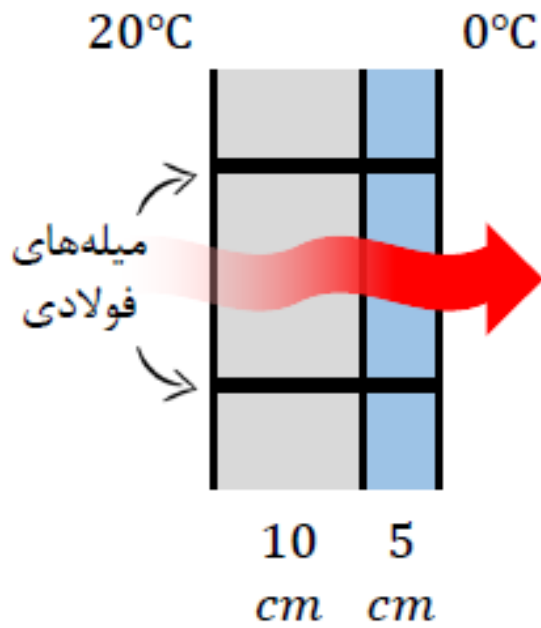
با استفاده از مثال قبل:

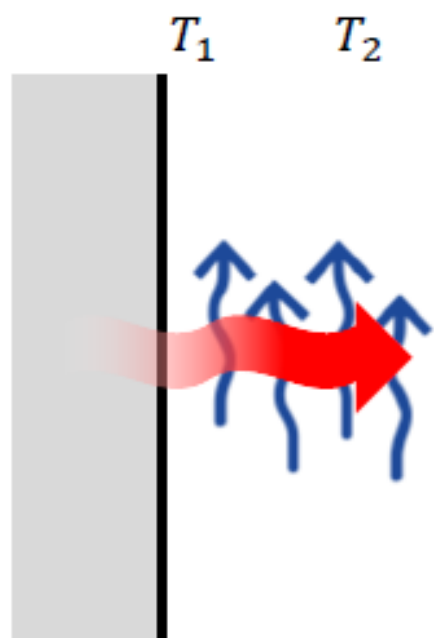
$$k_2 = 50 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

$$R_2 = 0.003 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

$$\frac{A_1 + A_2}{R_t} = \frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{0.99}{1.3} + \frac{0.01}{0.003} \Rightarrow R_t = 0.244 \frac{m^2^{\circ}C}{W}$$

$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t} = 82 \frac{W}{m^2}$$





قانون سرمایش نیوتن (Newton's Cooling Law)

$$q \propto A(T_1 - T_2)$$

q نرخ انتقال حرارت بر حسب W

$$q = hA(T_1 - T_2)$$

h ضریب انتقال حرارت جابجایی (Convection Heat Transfer Coefficient) بر حسب $W/m^2\text{C}$

$$q'' = k \frac{T_o - T_i}{t}$$

q'' شار حرارتی بر حسب W/m^2

ردیف	مقادیر فیزیکی و تعاریف	معادل انگلیسی	علامت	واحد
۵	ضریب تبادل حرارت در سطح جدار نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار.	Surface coefficient of heat transfer	h	W/(m ² .K)
۶	ضریب انتقال حرارت سطحی نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جداری به سطح یک مترمربع، در حالت پایدار: $U = \Phi / (T_i - T_o) \cdot A$	Thermal transmittance	U	W/(m ² .K)
۷	ضریب انتقال حرارت خطی نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جدارهایی دارای یک پل حرارتی به طول یک متر، در حالت پایدار: $\Psi = \Phi / (T_i - T_o) \cdot L$	Linear thermal transmittance	Ψ	W/(m.K)
۸	ضریب انتقال حرارت ساختمان مقدار انتقال حرارت از ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان، اگر اختلاف دمای داخل و خارج آن برابر یک درجه باشد: $H = \Phi / \Delta T$	Coefficient of heat loss	H	W/K
۹	شاخص خورشیدی	Solar Index	I _s	m ⁻¹

ردیف	مقادیر فیزیکی و تعاریف	معادل انگلیسی	علامت	واحد
۱	حرارت، مقدار حرارت	Heat, quantity of heat	Q	J
۲	توان حرارتی مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود: $\Phi = dQ/dt$	Heat flow rate	Φ	W
۳	ضریب هدایت حرارتی توان حرارتی که از لایه‌ای به ضخامت یک متر می‌گذرد اگر اختلاف دما (در حالت پایدار) بین دو طرف لایه برابر یک درجه باشد: $q = -\lambda \cdot \text{grad } T$	Thermal conductivity	λ	W/(m.K)
۴	مقاومت حرارتی سطحی قابلیت عایق حرارت بودن یک یا چند لایه از جدار و یا کل جدار. مقدار اختلاف دمای لازم، بین دو طرف یک متر مربع از یک لایه یا جدار (در حالت پایدار) تا توان حرارتی برابر با واحد از آن عبور کند: $R = (T_i - T_o)/q$ در مورد لایه‌ای با ضخامت d که در آن مقدار R ثابت است و یا رابطه خطی با دما دارد: $R = d / \lambda$	Thermal resistance	R	m ² .K/W

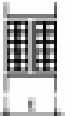
ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	مصالح
۱,۴ ۰,۸ ۰,۷	۲۴۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰	بتن یا سنگدانه سرباره کوره آهن گدازی: - متراکم: - با ماسه رودخانه‌ای یا معدنی - یا سرباره داندان - متخلخل: - با کمتر از ۱۰ درصد ماسه رودخانه
۰,۵۲ ۰,۴۴ ۰,۳۵ ۰,۳۵ ۰,۴۶	۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۱۵۰ تا ۹۵۰	بتن سبک‌دانه: - با پوکه طبیعی یا سرباره متبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰) ^۱ - یا ذرات ریز یا با ماسه - بدون ذرات ریز و بدون ماسه - یا خاکستر بادی سیت‌ترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰) ^۱ - یا سنگدانه سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰) ^۱ - یا رس متبسط یا شست متبسط: - چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰: - یا ماسه رودخانه بدون ماسه سبک - یا ماسه رودخانه و ماسه سبک - چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰: - یا ماسه سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه - یا ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰: - یا ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - بدون ماسه و با عیار سیمان کم
۱,۰۵ ۰,۸۵ ۰,۷۰ ۰,۴۶ ۰,۳۳ ۰,۲۵ ۰,۲۰	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۰۰۰ تا ۸۰۰ ۸۰۰ تا ۶۰۰ کمتر از ۶۰۰	بتن یا سنگدانه بسیار سبک: - متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجه - تسبیح: ۱ به ۳

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m³]	مصالح
۱,۸۰ ۱,۳۰ ۱,۰۰ ۰,۸۰ ۰,۷۰ ۰,۵۵ ۰,۴۰ ۰,۳۰	بیش از ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۴۵۰ ۱۴۵۰ تا ۱۲۵۰ ۱۲۵۰ تا ۱۰۰۰ ۱۰۰۰ تا ۷۵۰ ۷۵۰ تا ۵۰۰	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 ۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۲۴۰۰ تا ۲۳۰۰ 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

جدول ۲۱- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

فاصله محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)			عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	ارتفاع پاشنه d_L (mm)
$l_e < 64$	$61 < l_e < 63$	$60 < l_e < 65$			
۱۹۴	۱۹۰	۱۸۲	$124 > l_e > 95$	۱۲	۳۰
۱۸۴	۱۸۰	۱۷۲	$140 > l_e > 125$		
۲۰۸	۲۰۳	۱۹۴	$124 > l_e > 95$	۱۵	
۱۹۳	۱۸۹	۱۸۲	$140 > l_e > 125$		
۲۱۶	۲۱۱	۲۰۰	$124 > l_e > 95$	۱۷	
۲۰۴	۱۹۸	۱۸۸	$140 > l_e > 125$		
۲۲۶	۲۱۹	۲۰۸	$124 > l_e > 95$	۲۰	
۲۱۲	۱۰۶	۱۹۵	$140 > l_e > 125$		
۲۴۵	۲۳۷	۲۲۵	$124 > l_e > 95$	۲۵	
۲۳۰	۱۱۵	۲۱۱	$140 > l_e > 125$		
۲۶۲	۲۵۴	۲۴۱	$124 > l_e > 95$	۳۰	
۲۴۶	۱۲۳	۲۲۷	$140 > l_e > 125$		
۲۱۹	۲۱۵	۲۰۷	$124 > l_e > 95$	۱۲	۴۰
۲۰۹	۲۰۵	۱۹۷	$140 > l_e > 125$		
۲۳۴	۲۲۹	۲۲۰	$124 > l_e > 95$	۱۵	
۲۲۱	۲۱۷	۲۰۸	$140 > l_e > 125$		
۲۴۳	۲۳۷	۲۲۶	$124 > l_e > 95$	۱۷	
۲۳۰	۲۲۴	۲۱۴	$140 > l_e > 125$		
۲۵۳	۲۴۶	۲۳۵	$124 > l_e > 95$	۲۰	
۲۳۹	۲۳۳	۲۲۱	$140 > l_e > 125$		
۲۷۴	۲۶۶	۲۵۴	$124 > l_e > 95$	۲۵	
۲۵۹	۲۵۲	۲۴	$140 > l_e > 125$		
۲۹۳	۲۸۵	۲۷۳	$124 > l_e > 95$	۳۰	
۲۷۷	۲۷۰	۲۵۸	$140 > l_e > 125$		

جدول ۱۵- مقادیر مقاومت حرارتی لایه ساختمانی آجر سوراخ‌دار در دیوار

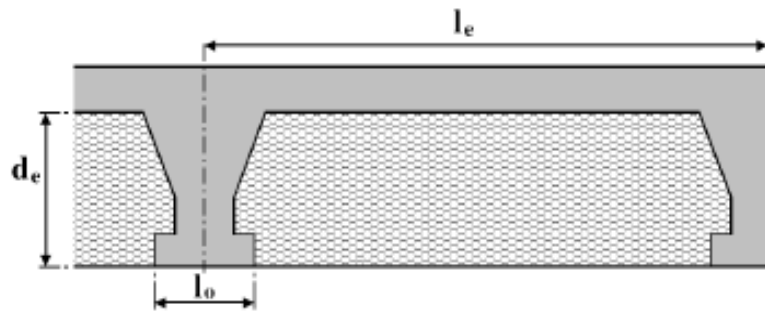
ضخامت جدار (سانتی‌متر)			شکل آجرچینی
۳۵	۲۲	۱۰٫۵	
		۰٫۱۳	
	۰٫۲۸		
۰٫۴۲			

جدول ۲۰- مقادیر مقاومت حرارتی R_f سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

فاصله محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)			عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	ارتفاع بلوک d_e (cm)
$l_e > 64$	$61 > l_e > 63$	$60 > l_e > 65$		
۰٫۷۷	۰٫۷۴	۰٫۶۸	$124 > l_e > 95$	۲۰
۰٫۶۸	۰٫۶۵	۰٫۵۹	$140 > l_e > 125$	
۰٫۹۰	۰٫۸۶	۰٫۷۹	$124 > l_e > 95$	۲۵
۰٫۷۹	۰٫۷۶	۰٫۶۹	$140 > l_e > 125$	
۱٫۰۳	۰٫۹۹	۰٫۹۱	$124 > l_e > 95$	۳۰
۰٫۹۱	۰٫۸۷	۰٫۷۹	$140 > l_e > 125$	

جدول ۲۰- مقادیر مقاومت حرارتی R_i سقف تیرچه و بلوک پلی استایرن ساده

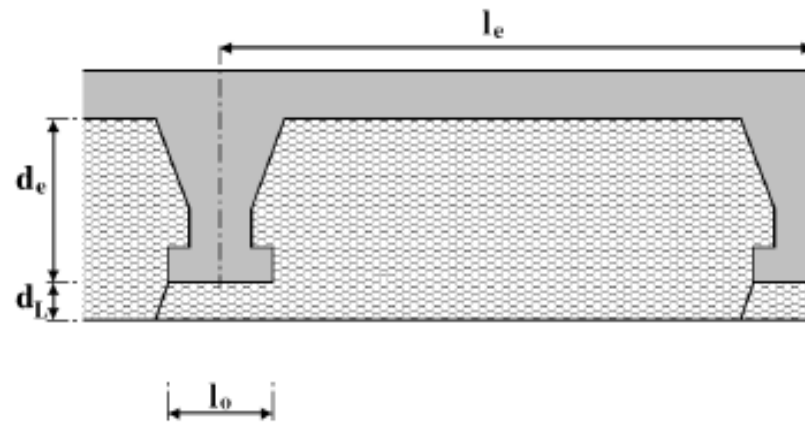
ارتفاع بلوک d_e (cm)	عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	فاصله محور به محور تیرچه ها l_e (cm)		
		$l_e > 64$	$63 > l_e > 61$	$60 > l_e > 55$
۲۰	$124 > l_e > 95$	۰٫۷۷	۰٫۷۴	۰٫۶۸
	$140 > l_e > 125$	۰٫۶۸	۰٫۶۵	۰٫۵۹
۲۵	$124 > l_e > 95$	۰٫۹۰	۰٫۸۶	۰٫۷۹
	$140 > l_e > 125$	۰٫۷۹	۰٫۷۶	۰٫۶۹
۳۰	$124 > l_e > 95$	۱٫۰۳	۰٫۹۹	۰٫۹۱
	$140 > l_e > 125$	۰٫۹۱	۰٫۸۷	۰٫۷۹



شکل ۶- تیرچه و بلوک پلی استایرن ساده

جدول ۲۱- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنه تیرچه l_0 (mm)	فاصله محور به محور تیرچه ها l_e (cm)		
			$l_e < 64$	$63 < l_e < 61$	$55 < l_e < 60$
۳۰	۱۲	$124 > l_e > 95$	۱٫۹۴	۱٫۹۰	۱٫۸۲
		$140 > l_e > 125$	۱٫۸۴	۱٫۸۰	۱٫۷۲
	۱۵	$124 > l_e > 95$	۲٫۰۸	۲٫۰۳	۱٫۹۴
		$140 > l_e > 125$	۱٫۹۳	۱٫۸۹	۱٫۸۲
	۱۷	$124 > l_e > 95$	۲٫۱۶	۲٫۱۱	۲٫۰۰
		$140 > l_e > 125$	۲٫۰۴	۱٫۹۸	۱٫۸۸



شکل ۷- نمونه سقف تیرچه و بلوک پلی استایرن با پاشنه

جدول ۲۲- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

U _g [W/(m ² .K)]								ضریب انتقال حرارت		ضخامت لایه هوا [mm]
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید E _g								شیشه‌های عادی		
۰٫۴۰	۰٫۳۵	۰٫۳۰	۰٫۲۵	۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۱۰	۰٫۰۵			
۲٫۹	۲٫۹	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۷	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۵	۳٫۳	۶	
۲٫۷	۲٫۶	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۲	۲٫۱	۳٫۱	۸	
۲٫۵	۲٫۴	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۲٫۹	۱۰	
۲٫۴	۲٫۳	۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۲٫۸	۱۲	
۲٫۲	۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۵	۲٫۷	۱۴	
۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۴	۲٫۷	۱۶	
۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۴	۲٫۷	۱۸	
۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۵	۲٫۷	۲۰	



شکل ۸- محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرمسیر (سمت چپ)

جدول ۲۴- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجداره عمودی پرشده با کریپتون (۸۵ درصد)

U _ش [W/(m ² .K)]								ضریب انتقال حرارت		ضخامت
شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید E _n								شیشه‌های عادی	لایه هوا [mm]	
۰٫۴۰	۰٫۳۵	۰٫۳۰	۰٫۲۵	۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۱۰	۰٫۰۵			
۲٫۳	۲٫۲	۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۲٫۸	۶	
۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۳	۲٫۷	۸	
۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۳	۱٫۲	۲٫۶	۱۰	
۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۴	۱٫۲	۲٫۶	۱۲	
۲٫۰	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۴	۱٫۲	۲٫۶	۱۴	
۲٫۰	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۵	۱٫۴	۱٫۲	۲٫۶	۱۶	
۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۵	۱٫۴	۱٫۲	۲٫۶	۱۸	
۲٫۱	۲٫۰	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۵	۱٫۴	۱٫۲	۲٫۶	۲۰	

جدول ۲۹- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی U_G بر حسب U_{fr} و U_{gl}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m ² .K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m ² .K]		
		$U_{fr} = 2,5$	$U_{fr} = 1,8$	$U_{fr} = 1,5$
پنجره لولایی	۱,۲	۲	۱,۷	۱,۶
	۱,۳	۲,۱	۱,۸	۱,۷
	۱,۴	۲,۱	۱,۹	۱,۷
	۱,۵	۱,۲	۱,۹	۱,۸
	۱,۶	۲,۳	۲	۱,۹
	۱,۷	۲,۳	۲	۲
	۱,۸	۲,۴	۲,۱	۲
	۱,۹	۲,۴	۲,۲	۲,۱
	۲	۲,۵	۲,۲	۲,۱
	۲,۱	۲,۵	۲,۳	۲,۲
	۲,۲	۲,۶	۲,۴	۲,۳
	۲,۳	۲,۶	۲,۴	۲,۳
	۲,۴	۲,۷	۲,۵	۲,۴
	۲,۵	۲,۸	۲,۶	۲,۵
	۲,۶	۲,۹	۲,۶	۲,۶
	۲,۷	۲,۹	۲,۷	۲,۶
در پنجره‌ای لولایی	۲,۹	۳	۲,۸	۲,۷
	۱,۲	۲	۱,۷	۱,۶
	۱,۳	۲	۱,۸	۱,۷
	۱,۴	۲,۱	۱,۹	۱,۷
	۱,۵	۲,۲	۱,۹	۱,۸
	۱,۶	۲,۲	۲	۱,۹
	۱,۷	۲,۳	۲	۲
	۱,۸	۲,۴	۲,۱	۲
	۱,۹	۲,۴	۲,۲	۲,۱
	۲	۲,۵	۲,۲	۲,۱
	۲,۱	۲,۵	۲,۳	۲,۲
	۲,۲	۲,۶	۲,۴	۲,۳
	۲,۳	۲,۶	۲,۴	۲,۳
	۲,۴	۲,۷	۲,۵	۲,۴
	۲,۵	۲,۸	۲,۶	۲,۵
	۲,۶	۲,۹	۲,۶	۲,۶
	۲,۷	۲,۹	۲,۷	۲,۶
	۲,۸	۳	۲,۸	۲,۷
	۲,۹	۳	۲,۸	۲,۷
	۳	۳	۳	۳

جدول ۲۸- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن U_G بر حسب U_{fr} و U_{gl}

نوع جدار نورگذر	U_{gl} بخش نورگذر [W/m ² .K]	U_G جدار نورگذر بر حسب U_{fr} قاب [W/m ² .K]		
		$U_{fr} = 5,0$	$U_{fr} = 4,0$	$U_{fr} = 3,0$
پنجره لولایی	۱,۲	۲,۹	۲,۵	۲,۲
	۱,۳	۲,۹	۲,۶	۲,۳
	۱,۴	۳	۲,۷	۲,۳
	۱,۵	۳,۱	۲,۷	۲,۴
	۱,۶	۳,۱	۲,۸	۲,۵
	۱,۷	۳,۲	۲,۹	۲,۵
	۱,۸	۳,۳	۲,۹	۲,۶
	۱,۹	۳,۳	۳	۲,۷
	۲	۳,۴	۳	۲,۷
	۲,۱	۳,۴	۳	۲,۷
	۲,۲	۳,۴	۳,۱	۲,۸
	۲,۳	۳,۵	۳,۲	۲,۸
	۲,۴	۳,۶	۳,۲	۲,۹
	۲,۵	۳,۶	۳,۳	۳
	۲,۶	۳,۷	۳,۴	۳
	۲,۷	۳,۸	۳,۴	۳,۱
در پنجره‌ای لولایی	۲,۸	۳,۸	۳,۵	۳,۱
	۲,۹	۳,۹	۳,۶	۳,۲
	۱,۲	۲,۷	۲,۴	۲,۱
	۱,۳	۲,۸	۲,۵	۲,۲
	۱,۴	۲,۸	۲,۵	۲,۲
	۱,۵	۲,۹	۲,۶	۲,۳
	۱,۶	۲,۹	۲,۶	۲,۳
	۱,۷	۳	۲,۷	۲,۴
	۱,۸	۳,۱	۲,۸	۲,۵
	۱,۹	۳,۲	۲,۹	۲,۶
	۲	۳,۲	۲,۹	۲,۶
	۲,۱	۳,۳	۳	۲,۷
	۲,۲	۳,۴	۳,۱	۲,۸
	۲,۳	۳,۴	۳,۱	۲,۸
	۲,۴	۳,۵	۳,۲	۲,۹
	۲,۵	۳,۶	۳,۳	۳
	۲,۶	۳,۶	۳,۴	۳,۱
	۲,۷	۳,۷	۳,۴	۳,۱
	۲,۸	۳,۸	۳,۵	۳,۲
	۲,۹	۳,۸	۳,۵	۳,۲
	۳	۳,۹	۳,۶	۳,۳

روش کارکردی (موازنه ای)

نکته ۱: شرایط استفاده از روش تجویزی و کارکردی یکی است

نکته ۲: در صورت استفاده از روش کارکردی امکان بهره برداری از تاثیر متقابل عناصر پوسته خارجی ساختمان بر یکدیگر وجود خواهد داشت. لیکن نمی توان از تاثیر تاسیسات (مکانیکی و برقی) بر پوسته استفاده نمود و به صورت مستقل طراحی می گردد.

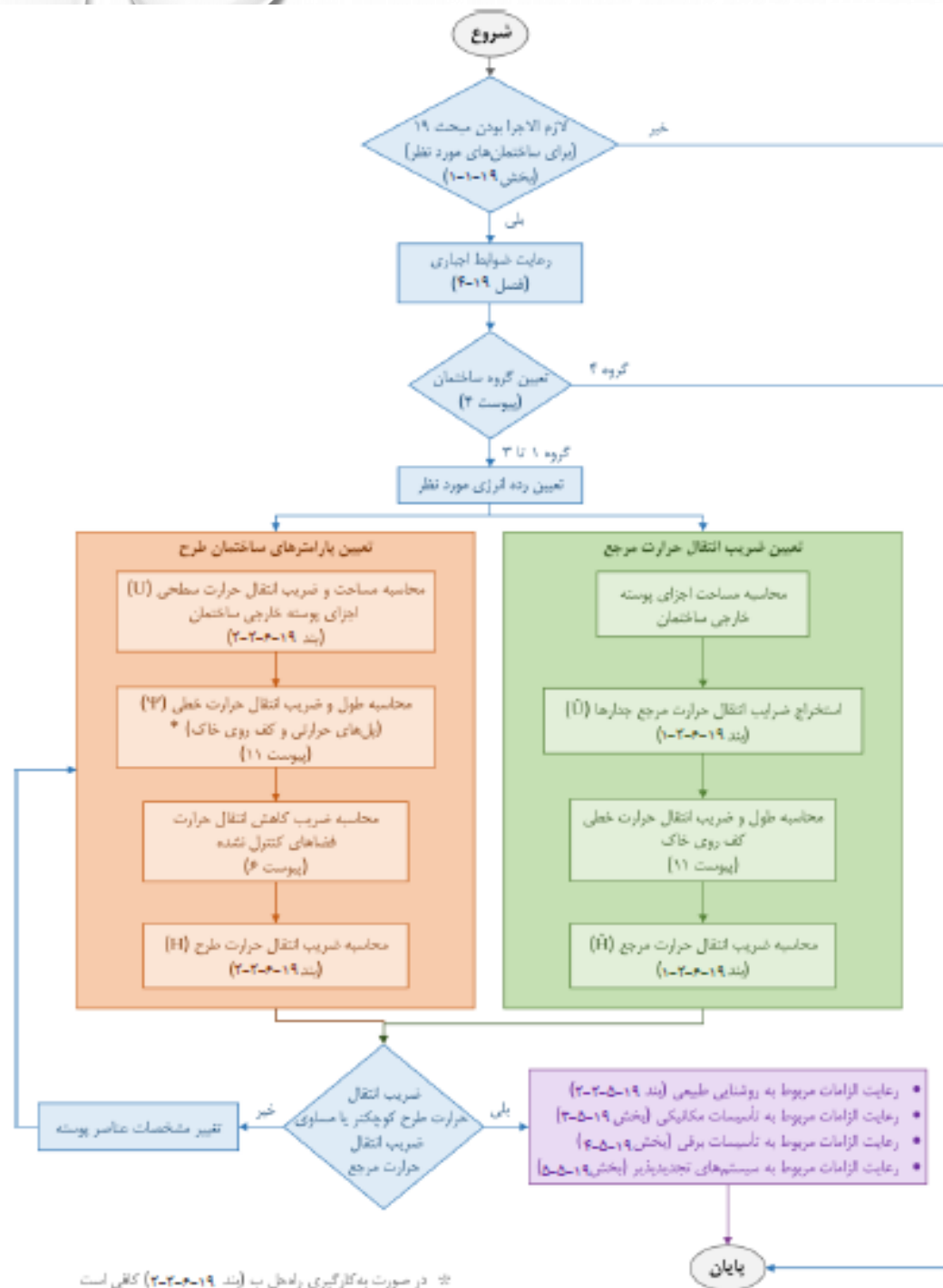
(ب) روش ماکروسکوپیک (روش کارکردی)

۵ شرط برای استفاده از این روش وجود دارد

1. زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰ متر مربع باشد.
2. تعداد طبقات (کنترل شده) کمتر یا مساوی ۹ طبقه
3. اینرسی حرارتی ساختمان (پیوست ۲) متوسط یا زیاد
4. نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) کمتر از ۴۰٪ باشد
5. ممنوعیتی از نظر مقام قانونی برای استفاده از این روش وجود نداشته باشد.

نکته: پوسته و تاسیسات (مکانیکی و برقی) جداگانه محاسبه می شوند و بر روی هم تاثیری ندارند

فلو چارت روش کارکردی



روش کارکردی (موازنه ای)

توجه: محاسبه روش کارکردی باید برای هر ساختمان منفرد و هر واحد آپارتمانی به صورت مستقل صورت پذیرد.

در صورت یکسان بودن واحد های ساختمان از نظر مشخصات حرارتی محاسبات برای یک واحد انجام و به کل واحد ها تعمیم داده می شود.

مشابه بودن از نظر مشخصات حرارتی:

- ۱- ابعاد مشابه (تفاوت حداکثر ۵٪)
- ۲- مشخصات حرارتی تمام عناصر پوسته خارجی مشابه
- ۳- جهت گیری و موقعیت جدارها (خصوصاً جداره های نور گذر) یکسان
- ۴- نوع سیستم گرمایش و سزمایش و تامین آب گرم در تمام واحد ها مشابه
- ۵- کاربردی واحد ها یکسان

روش کارکردی (موازنه ای)

دراین روش:

الف) پرت حرارتی واقعی (طرح) H بایستی همواره از پرت مجاز $\hat{H}$ کمتر باشد.

ب) با در نظر گرفتن ضوابط اجباری (جدول صفحه ۴۷) مشخصات جداره های نور گذر برای تمام جداره های نور گذر باید شرایط ذیل برقرار باشد.

۱. در ساختمان های گروه یک جدول ۱۹-۵-۲ صفحه ۷۳

۱۱. در ساختمان های گروه ۲ جدول ۱۹-۵-۷ صفحه ۷۸

۱۱۱. در ساختمان های گروه ۳ جدول ۱۹-۵-۱۲ صفحه ۸۳

روش کارکردی (موازنه ای – ماکروسکوپیک)

قدم اول: بایستی نسبت به محاسبه میزان حداکثر پرت مجاز پوسته خارجی ساختمان با کمک رابطه ذیل و جدول‌های دو اسلاید بعدی اقدام نمود. این محاسبه براساس مشخصات طراحی پوسته حرارتی و دیتایل‌های معماری و همچنین گروه نیاز صرفه‌جویی انرژی ساختمان خواهد بود.

$$\hat{H} = U_w \times A_w + U_{wB} \times A_{wB} + U_R \times A_R + U_F \times A_F + U_D \times A_D + U_G \times A_G + U_P \times P$$

$\hat{H}$ = حداکثر میزان پرت مجاز از پوسته حرارتی

$U_w \times A_w$ = حداکثر پرت مجاز از عنصر دیوار بین کنترل شده و خارج پوسته خارجی

$U_{wB} \times A_{wB}$ = حداکثر پرت مجاز از عنصر دیوار بین کنترل شده و کنترل نشده پوسته خارجی

$U_R \times A_R$ = حداکثر پرت مجاز از عنصر سقف پوسته خارجی

$U_F \times A_F$ = حداکثر پرت مجاز از عنصر کف پوسته خارجی

$U_D \times A_D$ = حداکثر پرت مجاز از عنصر درب پوسته خارجی

برای ضرایب مرجع (کلیه U های فرمول)

الف) ساختمان های گروه ۱

$$U_f = 1/40 \text{ W/mk}$$

کف مجاور خاک

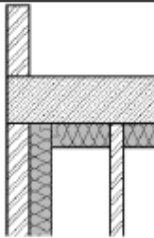
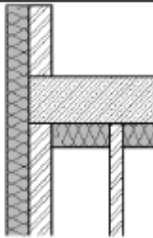
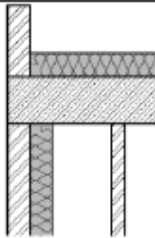
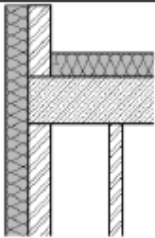
جدول ۱۹-۶-۱ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۱ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

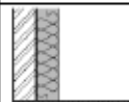
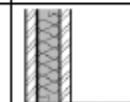
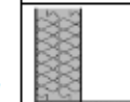
جدول ۱۹-۶-۳ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان گروه ۱ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

ساختمان					
کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				رده انرژی
	عایق حرارتی کف از داخل		عایق حرارتی کف از خارج		
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	
۰,۸۰۶	۰,۳۹۷	۰,۲۶۹	۰,۲۹۲	۰,۴۱۳	EC
۰,۶۱۰	۰,۲۸۴	۰,۱۹۲	۰,۲۰۷	۰,۳۰۱	EC+
۰,۴۶۷	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰,۲۱۶	EC++

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

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

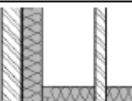
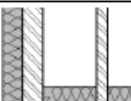
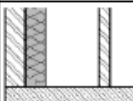
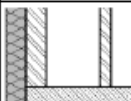
جدول ۴-۶-۱۹ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۲ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

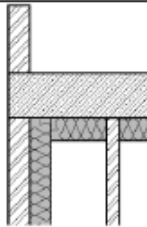
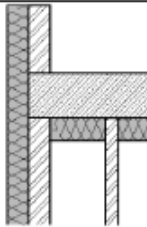
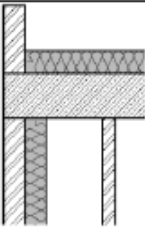
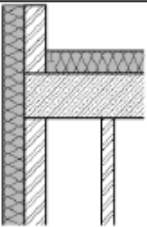
برای ضرایب مرجع (کلیه U های فرمول)

الف) ساختمان های گروه 2
 $U_f = 1/60 \text{ W/mk}$ کف مجاور خاک

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

ساختمان					
کف مجاور فضای کنترل نشده	کف مجاور فضای خارج				رده انرژی
	عایق حرارتی کف از داخل		عایق حرارتی کف از خارج		
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	
					
۰٫۹۶۲	۰٫۵۲۱	۰٫۳۶۸	۰٫۳۹۷	۰٫۵۴۹	EC
۰٫۷۴۶	۰٫۳۸۲	۰٫۲۶۹	۰٫۲۸۴	۰٫۳۹۶	EC+
۰٫۵۷۵	۰٫۲۷۶	۰٫۱۹۲	۰٫۲۰۷	۰٫۲۹۲	EC++

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

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

برای ضرایب مرجع (کلیه U های فرمول)

الف) ساختمان های گروه ۳

$U_f = 1/70 \text{ W/mk}$ کف مجاور خاک

جدول ۱۹-۶-۷ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۳ $[W/m^2.K]$ بر حسب رده انرژی ساختمان

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

جدول ۱۹-۶-۹ ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور هوای ساختمان گروه ۳ $[W/m^2.K]$ بر حسب رده انرژی ساختمان

کف مجاور فضای خارج	کف مجاور فضای خارج				رده انرژی
	عایق حرارتی کف از داخل		عایق حرارتی کف از خارج		
	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	
۱,۰۶۴	۰,۵۸۱	۰,۴۵۰	۰,۴۷۲	۰,۶۱۷	EC
۰,۸۰۶	۰,۴۳۱	۰,۳۲۱	۰,۳۴۲	۰,۴۵۰	EC+
۰,۶۴۹	۰,۳۱۱	۰,۲۳۷	۰,۲۴۹	۰,۳۳۱	EC++

جدول ۱۹-۶-۸ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۳ $[W/m^2.K]$ بر حسب رده انرژی ساختمان

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

جدول ۱۹-۴-۲ گروه‌بندی کیفی پنجره‌ها از دیدگاه عملکرد حرارتی*

گروه	جنس پنجره	نوع شیشه	حداقل رده برچسب انرژی پنجره
کارایی بالا	یوپی وی سی	چند جداره	C**
	آلومینیومی گرماشکن		
	چوبی		
کارایی متوسط	یوپی وی سی	دوجداره	F**
	آلومینیومی گرماشکن		
	چوبی		
ساده	تمام انواع	تمام انواع	-

* توضیح: برای دستیابی به کارایی بهبودیافته، لازم است علاوه بر کاهش ضریب انتقال حرارت، با انتخاب اجرای مناسب (پروفیل پنجره، شیشه و گاز)، تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC) و ضریب عبور نور مرئی (Tv)، متناسب با منطقه اقلیمی، جهت‌گیری و ابعاد پنجره، در بازه‌های تعیین شده قرار داشته باشد. معیار مناسب بودن یک پنجره رده انرژی آن می‌باشد که در برچسب انرژی پنجره تعریف شده است.

** توضیح: مطابق استاندارد مربوطه در پیوست ۱۳

جدول ۱۹-۵-۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب						نیاز سرمایی غالب		
		SHGC		U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$	SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$
		حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل	
جنوب	EC	۰.۶۰	-	۳.۱	-	-	-	۰.۴۰	-	۱.۲
	EC+	۰.۶۳	-	۲.۴	-	-	-	۰.۳۷	-	۱.۷
	EC++	۰.۶۵	-	۲.۲	-	-	-	۰.۳۵	-	۲.۲
شمال	EC	-	-	۳.۱	-	-	-	۰.۵۰	-	۱.۰
	EC+	-	-	۲.۴	-	-	-	۰.۴۵	-	۱.۴
	EC++	-	-	۱.۸	-	-	-	۰.۴۰	-	۱.۹
به جز جنوب و شمال	EC	۰.۵۰	-	۳.۱	-	-	-	۰.۳۵	-	۱.۴
	EC+	۰.۵۳	-	۲.۴	-	-	-	۰.۳۰	-	۲.۰
	EC++	۰.۵۵	-	۱.۸	-	-	-	۰.۲۵	-	۲.۸

جدول ۱۹-۵-۷ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۲

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب						نیاز سرمایی غالب		
		SHGC		U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$	SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$
		حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل	
جنوب	EC	۰.۴۰	-	۳.۱	-	-	-	۰.۶۰	-	۱.۱
	EC+	۰.۴۳	-	۲.۶	-	-	-	۰.۵۷	-	۱.۵
	EC++	۰.۴۵	-	۲.۴	-	-	-	۰.۵۵	-	۱.۸
شمال	EC	-	-	۳.۱	-	-	-	-	-	۱.۱
	EC+	-	-	۲.۶	-	-	-	-	-	۱.۵
	EC++	-	-	۲.۴	-	-	-	-	-	۱.۸
به جز جنوب و شمال	EC	۰.۲۵	-	۳.۱	-	-	-	۰.۵۰	-	۱.۴
	EC+	۰.۲۵	-	۲.۶	-	-	-	۰.۴۷	-	۱.۷
	EC++	۰.۲۵	-	۲.۴	-	-	-	۰.۴۵	-	۲.۰

جدول ۱۹-۵-۱۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۳

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب						نیاز سرمایی غالب		
		U [W/m ² . K]		SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$		SHGC		$\frac{T_v}{SHGC}$
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداقل
جنوب	EC	۳٫۱	۰٫۳۵	۰٫۶۵	-	۳٫۱	۰٫۳۰	۰٫۵۵	۱٫۱	
	EC+	۲٫۸	۰٫۳۸	۰٫۶۲	-	۲٫۸	۰٫۳۳	۰٫۵۲	۱٫۳	
	EC++	۲٫۶	۰٫۴۰	۰٫۶۰	-	۲٫۶	۰٫۳۵	۰٫۵۰	۱٫۵	
شمال	EC	۳٫۱	-	-	-	۳٫۱	-	-	۱٫۱	
	EC+	۲٫۸	-	-	-	۲٫۸	-	-	۱٫۳	
	EC++	۲٫۶	-	-	-	۲٫۶	-	-	۱٫۵	
به‌جز جنوب و شمال	EC	۳٫۱	۰٫۲۵	۰٫۵۵	-	۳٫۱	۰٫۲۵	۰٫۴۵	۱٫۴	
	EC+	۲٫۸	۰٫۲۵	۰٫۵۲	-	۲٫۸	۰٫۲۵	۰٫۴۲	۱٫۶	
	EC++	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۵۰	-	۲٫۶	۰٫۲۵	۰٫۴۰	۱٫۸	

محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح (H)

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

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

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

A_{wi} -	مساحت خالص هر یک از انواع دیوارهای مجاور خارج یا فضای کنترل نشده	$[m^2]$
U_{wi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با هر کدام از انواع دیوارها	$[W/m^2K]$
A_{Ri} -	مساحت خالص هر کدام از انواع بام تخت یا شیب دار مجاور خارج یا فضای	$[m^2]$
U_{Ri} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع بام تخت یا شیب دار	$[W/m^2K]$
A_{Fi} -	مساحت خالص هر کدام از انواع کف زیرین در تماس با هوای خارج یا	$[m^2]$
U_{Fi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع کف زیرین در تماس با هوا	$[W/m^2K]$
A_{Gi} -	مساحت خالص انواع جدارهای نورگذر و قاب آنها، مجاور خارج یا	$[m^2]$
U_{Gi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع جدارهای نورگذر	$[W/m^2K]$
A_{Di} -	مساحت خالص هر کدام از انواع درهای خارجی یا مجاور فضای کنترل نشده	$[m^2]$
U_{Di} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع درهای خارجی	$[W/m^2K]$
P_i -	محیط انواع کف در تماس با خاک و پلهای حرارتی	$[m]$
Ψ_i -	ضریب انتقال حرارت خطی متناظر با انواع کف در تماس با خاک و پلهای	$[W/mK]$
τ_i -	ضریب کاهش انتقال حرارت هر جدار	

قدم سوم

محاسبه میزان پرت واقعی (طرح) با توجه به پرت مجاز اصلاح شده و خصوصیات معماری و راهکارهایی جهت عایق کاری پوسته خارجی به نحوی که نهایتاً مقدار پرت واقعی محاسبه شده از پرت مجاز اصلاح شده کمتر شود. برای این کار از فرمول ذیل به همراه مقادیر U های واقعی عناصر معماری و مصالح ساختمانی مندرج در پیوست‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ کتاب استفاده می‌شود.

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

H = میزان پرت واقعی پوسته خارجی

$\sum U_{wi} A_w \tau_i$ = پرت واقعی دیوارهای پوسته خارجی

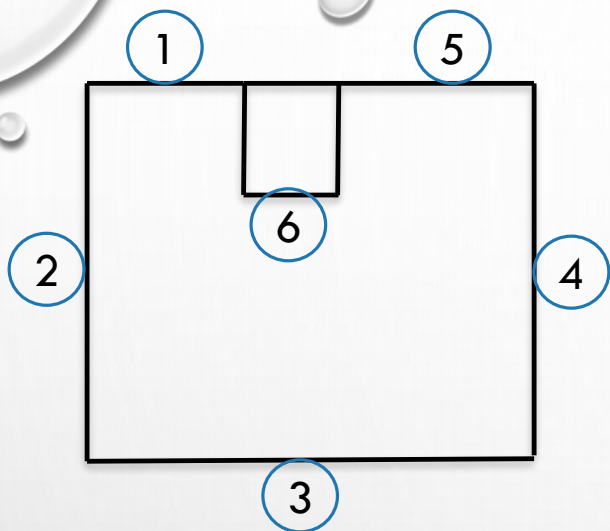
$\sum U_{Ri} A_R \tau_i$ = پرت واقعی سقف‌های پوسته خارجی

$\sum U_{Fi} A_F \tau_i$ = پرت واقعی کف‌های پوسته خارجی

$\sum U_{Di} A_D \tau_i$ = پرت واقعی درب‌های پوسته خارجی

$\sum U_{Gi} A_G \tau_i$ = پرت واقعی پنجره‌های پوسته خارجی

$\sum \Psi_{Pi} P_i \tau_i$ = پرت واقعی پل‌های حرارتی پوسته خارجی

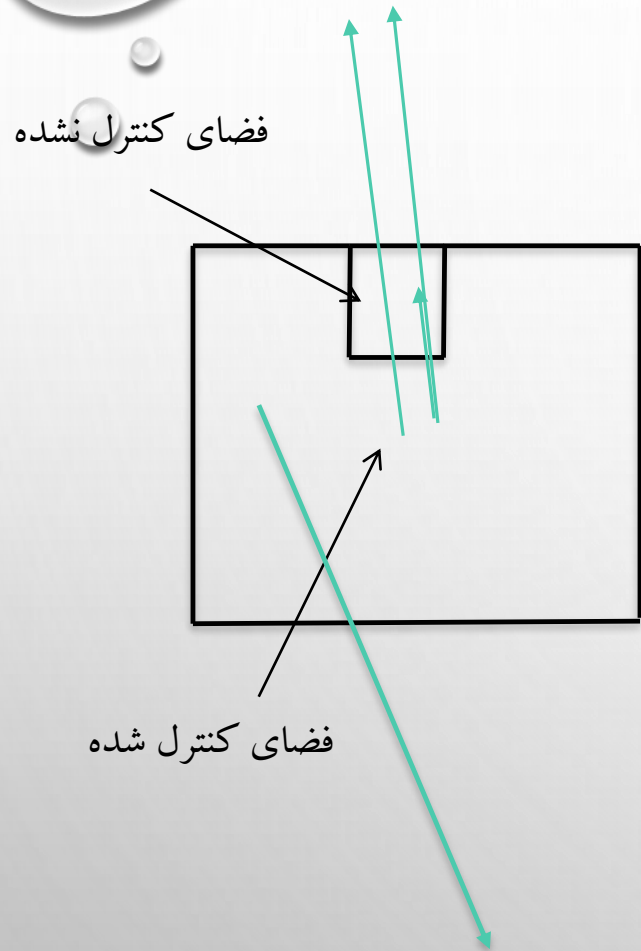


$$\sum A_i U_i Z_i = A_1 U_1 Z_1 + A_2 U_2 Z_2 + A_3 U_3 Z_3 + A_4 U_4 Z_4 + A_5 U_5 Z_5 + A_6 U_6 Z_6$$

$$Z_6 < 1 \quad , \quad Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = Z_5 = 1$$

$$\sum A_e U_e + \sum A_i U_i$$

ضریب کاهش یک فضای کنترل شده با استفاده از رابطه پ ۶-۱ بدست آورید



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

τ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل نشده

$[m^2]$

A_e : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل نشده و خارج

$[W/m^2K]$

U_e : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل نشده و خارج

$[m^2]$

A_i : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل نشده و فضای کنترل شده

$[W/m^2K]$

U_i : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل نشده و فضای کنترل شده

قرار می دهیم $\tau = 1$ برای کنترل شده به خارج

بایستی محاسبه کم τ برای کنترل شده به کنترل نشده

$$\tau_i = \frac{\sum \Psi_{pi} P_i}{\sum \Psi_{pi} P_i + \sum A_e U_e}$$

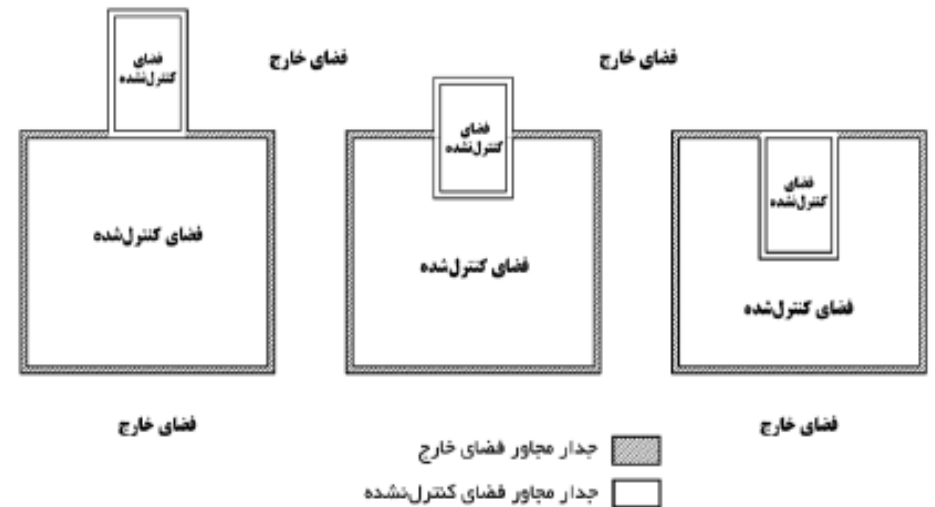
در صورت عدم تمایل به محاسبه Ψ_{pi} می توان ضریب افزایشی ذکر شده ص ۱۴۰ را بر روی پرت های عناصر دیگر اعمال و این عبارت را حذف نمود.

$$\sum U_e \times A_e$$

۲- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه شده برای آن فضای کنترل نشده است. در صورت عدم تمایل به انجام محاسبه فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.

۳- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضای کنترل نشده و فضای خارج را عایق کاری حرارتی نماید، در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح می تواند به جای جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و فضاهای کنترل شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل نشده مذکور و فضای خارج را در رابطه فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت T_i ، ضریب $(1-T_i)$ در محاسبه وارد کند، زیرا:

$$T_i \cdot A_i \cdot U_i = (1-T_i) \cdot A_e \cdot U_e$$



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

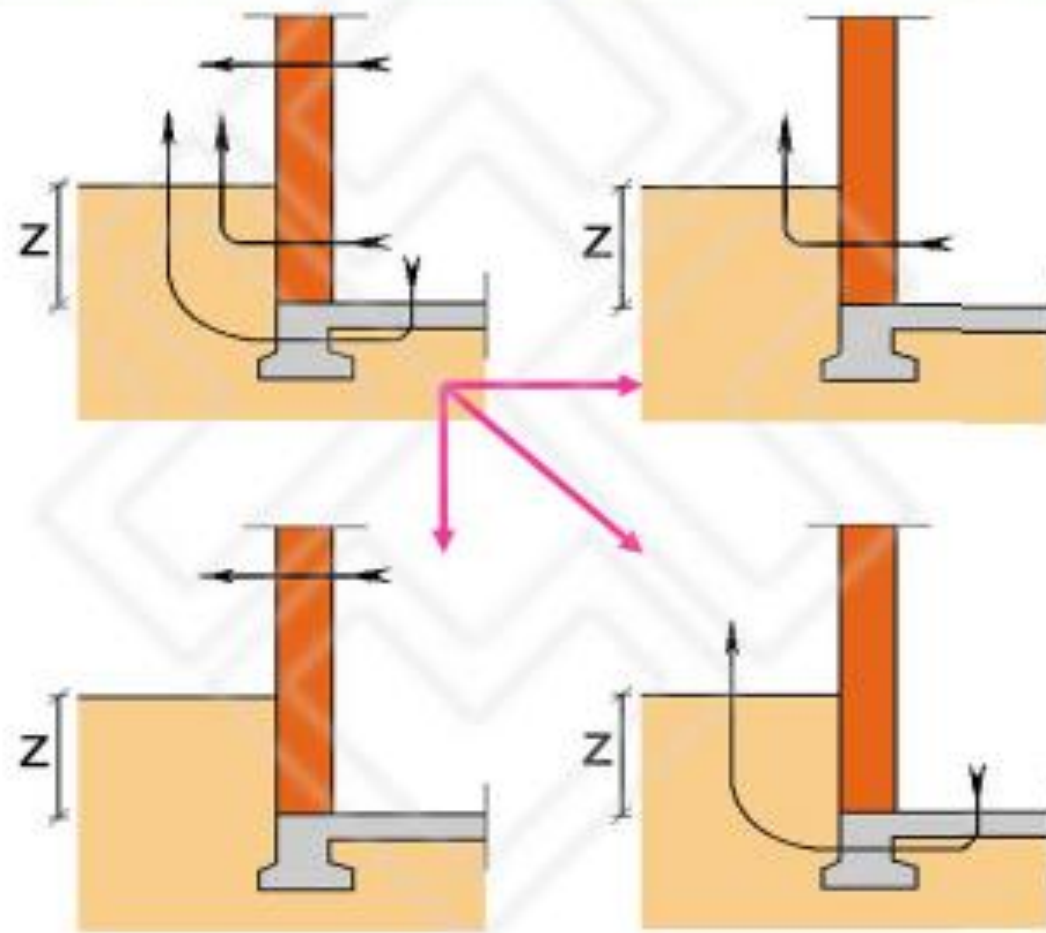
رابطه پ ۶-۱ تا زمانی معتبر است که تهویه فضای کنترل نشده به صورت مستقل انجام شود. در صورتی که هوای تازه فضای کنترل نشده از فضای کنترل شده تأمین گردد، ضریب کاهش استفاده از رابطه پ ۶-۲ به دست می آید:

$$\frac{\sum A_e U_e + 0.34 n \cdot V}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i + 0.68 n \cdot V} \quad (\text{پ ۶-۲})$$

n : تعداد دفعات تعویض هوای فضای کنترل نشده از طریق فضای کنترل شده $[1/h]$

V : میزان تعویض هوای فضای کنترل نشده از طریق فضای کنترل شده $[m^3/h]$

۷ در تماس نبودن عایق دیوارها با عایق حرارتی بخش‌های مدفون



پل‌های حرارتی موجب می‌گردند انتقال حرارت از پوسته 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. محاسبه پل‌های حرارتی را می‌توان با استفاده از استاندارد EN ISO 10211-1 انجام داد.

جدول ۳۲- ضرایب افزایشی معادل اثر پل‌های حرارتی، براساس ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای پوسته خارجی

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

تاسیسات مکانیکی : مطابق روش تجویزی

روشنایی طبیعی: معماری

تاسیسات برقی: برق

سیستم برای انرژی تجدید پذیر:

در ساختمان های منطبق با مبحث ۱۹ در صورت عدم تحقق جدول ۱۹-۵-۳۷ صفحه ۱۱۷، بایستی بجای جدول ۱۹-۶-۲ (ضریب انتقال حرارت مرجع بام گروه ۱) صفحه ۱۳۱ از جدول ۱۹-۶-۱۰ صفحه ۱۴۲ استفاده شود.

جدول ۱۹-۵-۳۷ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه های تجدیدپذیر (کیلووات ساعت بر مترمربع بام قابل استفاده)

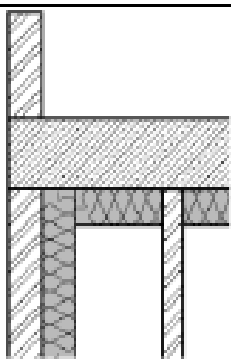
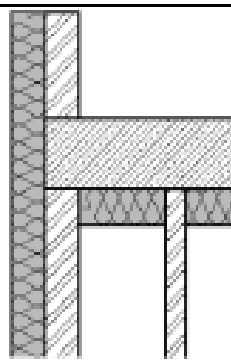
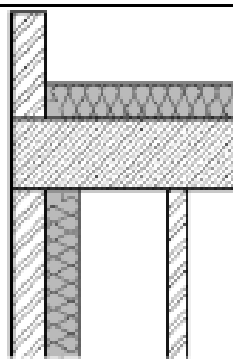
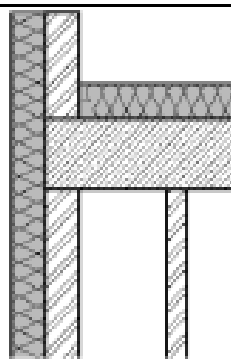
رده انرژی		حداقل انرژی سالیانه توسط سامانه تجدیدپذیر (کیلووات ساعت بر مترمربع بام)	
یک طبقه	بیش از یک طبقه		
۱۴٫۰	۲۲٫۴	EC	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹
۲۰٫۰	۳۲٫۰	EC+	ساختمان کم انرژی
۲۸٫۶	۴۵٫۷	EC++	ساختمان بسیار کم انرژی

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

در صورت عدم استفاده از سیستم های بر پایه انرژی های تجدیدپذیر

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج			
		عایق حرارتی بام یا سقف از خارج		عایق حرارتی بام یا سقف از داخل	
		دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن	دیوار با عایق خارجی یا میانی	دیوار با عایق داخلی یا همگن
۱	EC	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۱۵۰	۰٫۱۸۶
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
۲	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

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

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

روش نیاز انرژی ساختمان:

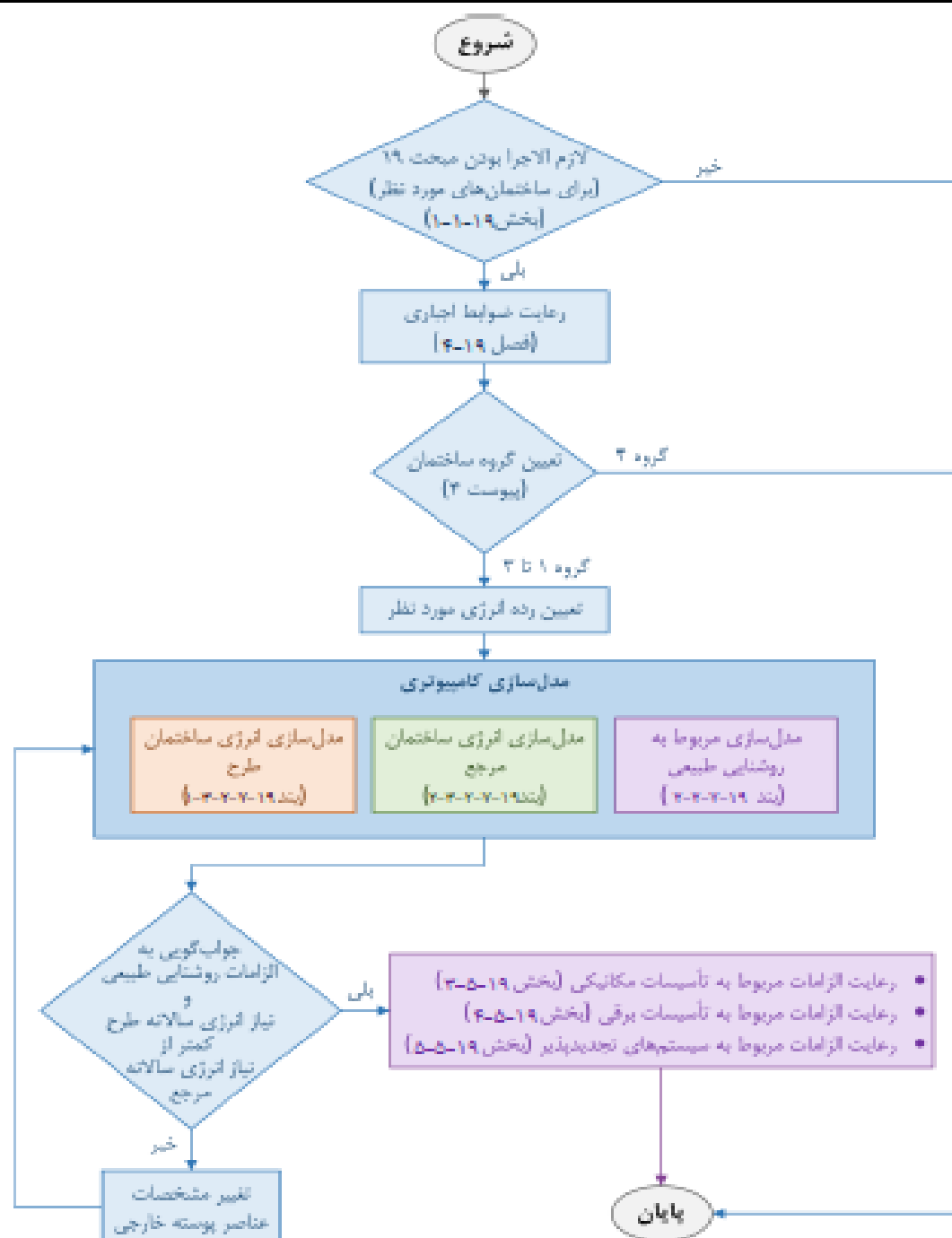
نکته: طراحی پوسته و تاسیسات (مکانیکی و برق) جداگانه است و روی هم تاثیر نمی گذارد.

اصول کلی محاسبات

1. میزان انرژی سالانه ساختمان طرح و ساختمان مرجع (انرژی واقعی و حداکثر انرژی مجاز) به طور مجزا با کمک نرم افزار محاسبه می شود و بایستی انرژی طرح از انرژی مرجع همیشه کمتر باشد.

2. تاسیسات مکانیکی و انرژی های تجدید پذیر مشابه روش تجویزی است

نکته: نرم افزار باید مورد تایید نهاد دارای صلاحیت قانونی باشد

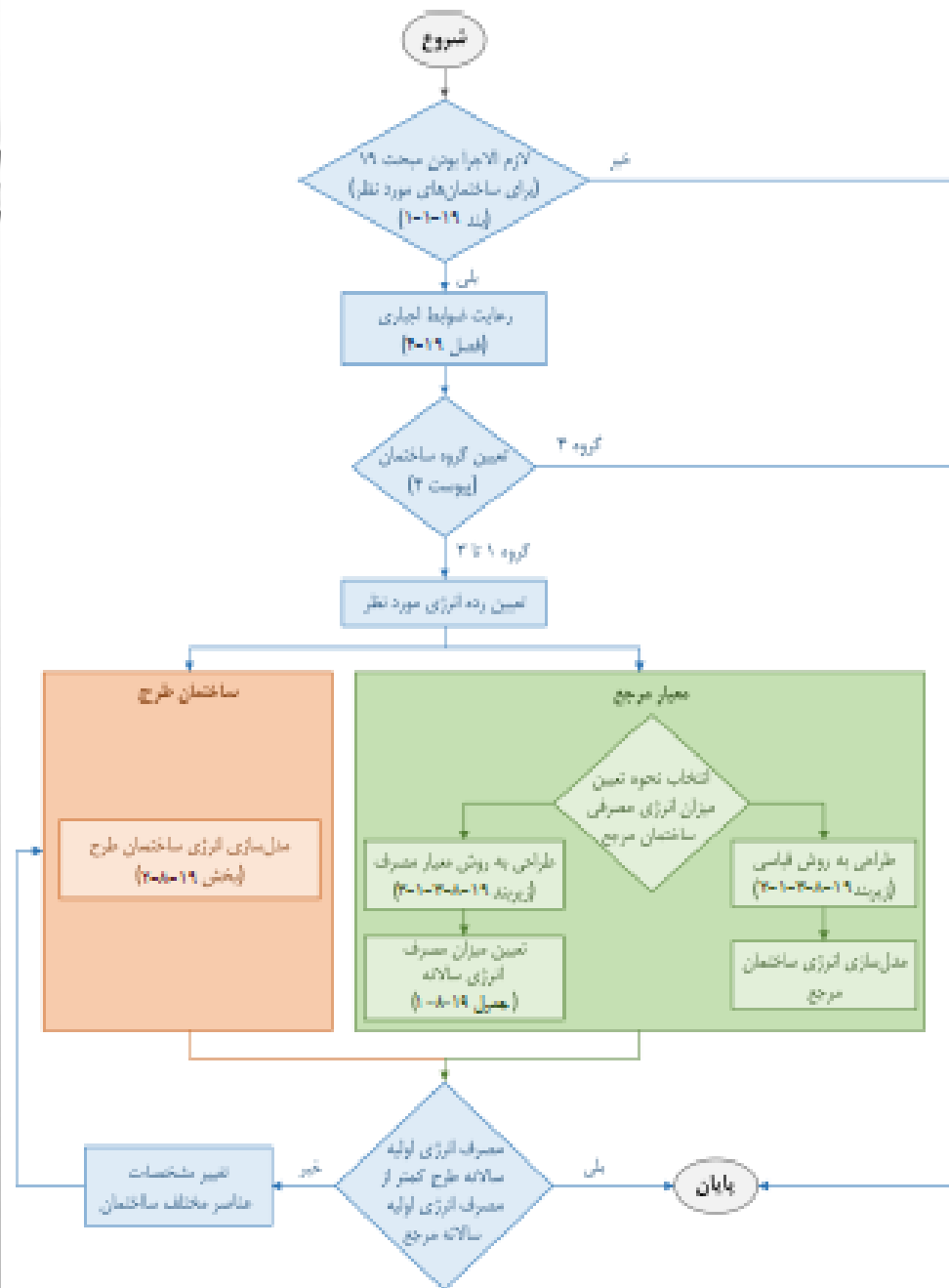


شکل ۱۹-۷-۱ نمودار گردش مراحل روش نیاز انرژی

روش کار آیی انرژی ساختمان:

همان روش نیاز انرژی است که پوسته و تاسیسات (مکانیکی و برقی) به طور همزمان طراحی و تاثیر آنها بر هم توسط یک تیم مجرب محاسبه و اعمال می گردد

نکته: نرم افزار باید مورد تایید نهاد دارای صلاحیت قانونی باشد



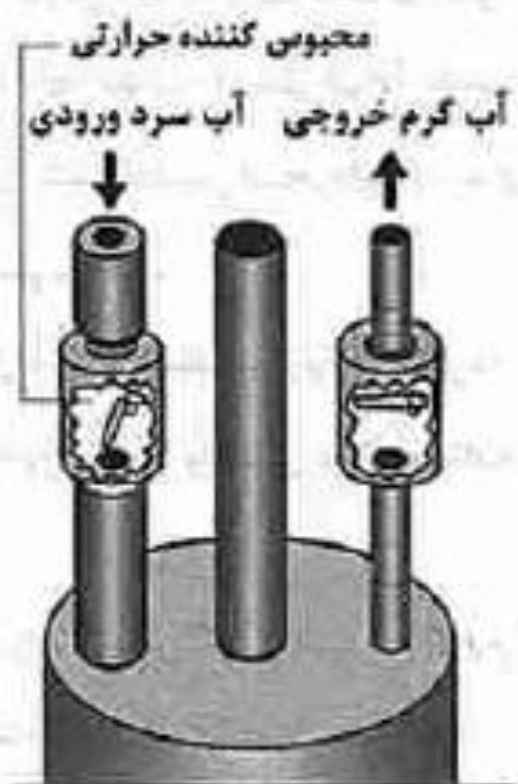
شکل ۱۹-۸-۱ نمودار گردش مراحل روش کارایی انرژی

جدول ۱۹-۸-۱ میزان مصرف انرژی سالانه [kWh/m^2] (بر مبنای واحد سطح فضاهای کنترل شده)

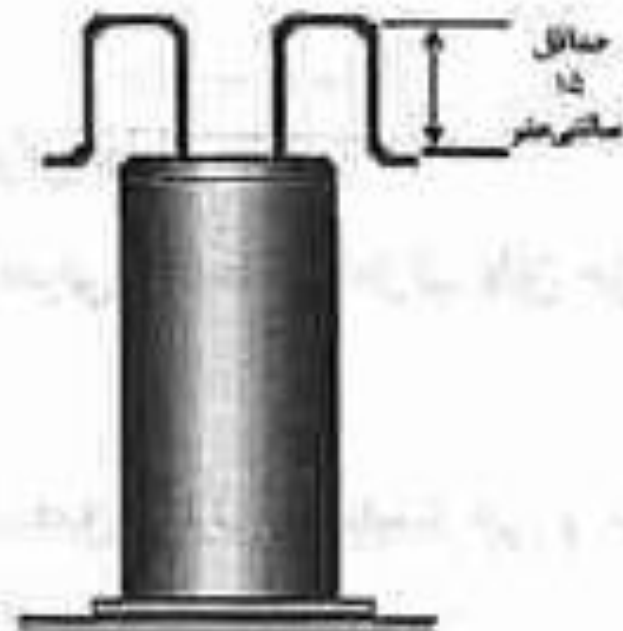
درجه انرژی (گرمایی-سرمایی) (ر.ک. به پیوست ۳)		ساختمان با کاربری الف				ساختمان با کاربری ب یا ج			
		زیاد		متوسط		کم		زیاد	
نیاز غالب (ر.ک. به پیوست ۳)		گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی
رده انرژی	منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۳۲۰	۵۲۰	۲۹۰	۲۶۰	۱۸۰	۳۲۰	۱۶۰	۱۴۰
	کم انرژی (EC+)	۲۰۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰	۸۰
	بسیار کم انرژی (EC++)	۱۵۰	۲۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۸۰	۷۰
	مصرف انرژی نزدیک صفر (ECnZ)	۵۰	۸۰	۴۵	۳۵	۳۰	۵۰	۲۵	۲۰

روش های طراحی		تجویزی	موازنه ای	نیاز انرژی	کارایی انرژی
سهولت طراحی	پوسته خارجی	نیاز به محاسبات عددی	محاسبه ساده با نرم افزارهای کاربرگ، (نظیر excel)	نیاز به شبیه سازی (با نرم افزار) برای تعیین میزان نیاز انرژی سالیانه	نیاز به شبیه سازی یکپارچه (با نرم افزار) 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 دست یابی به راه حل های اقتصادی	پوسته خارجی	×	✓	✓	✓✓
	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		ساختمان های تعیین شده در بخش ۱-۱-۱۹ و بخش ۱-۱-۲-۳-۱۹	ساختمان های تعیین شده در بخش ۱-۱-۱۹ و بخش ۱-۱-۲-۳-۱۹	ساختمان های تعیین شده در بخش ۱-۱-۱۹	ساختمان های تعیین شده در بخش ۱-۱-۱۹
نیاز به متخصص انرژی برای طراحی	پوسته خارجی	×	×	نیاز به متخصص برای مدل سازی	نیازمند به کار گروهی متخصصین مدل سازی انرژی
	تأسیسات مکانیکی	×	×	×	
	تأسیسات برقی	×	×	×	
امکان طراحی به صورت یکپارچه		×	✓	✓	✓✓
			به صورت جزئی، (بزرگ اجزای پوسته خارجی)	به صورت جزئی، (بزرگ اجزای پوسته خارجی)	

* توضیحات: × = غیرممکن، ✓ = امکان پذیر، ✓✓ = کاملاً امکان پذیر



شکل ۲۰ شیرهای محبوس کننده حرارت



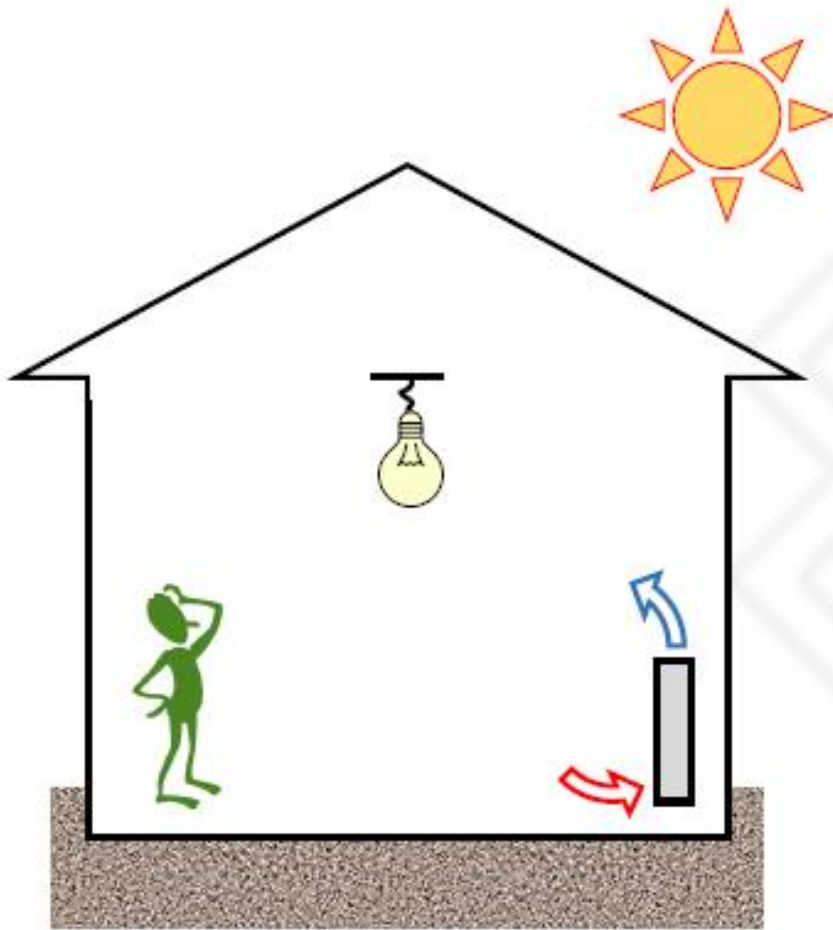
شکل ۲۱ نحوه نصب حلقه های محبوس کننده حرارت

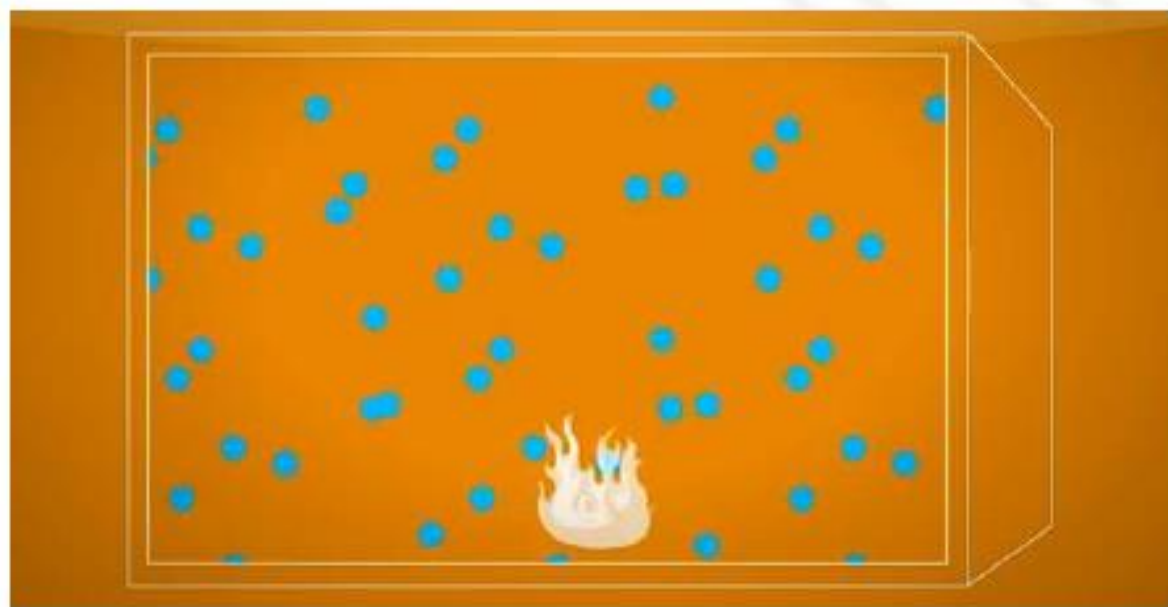
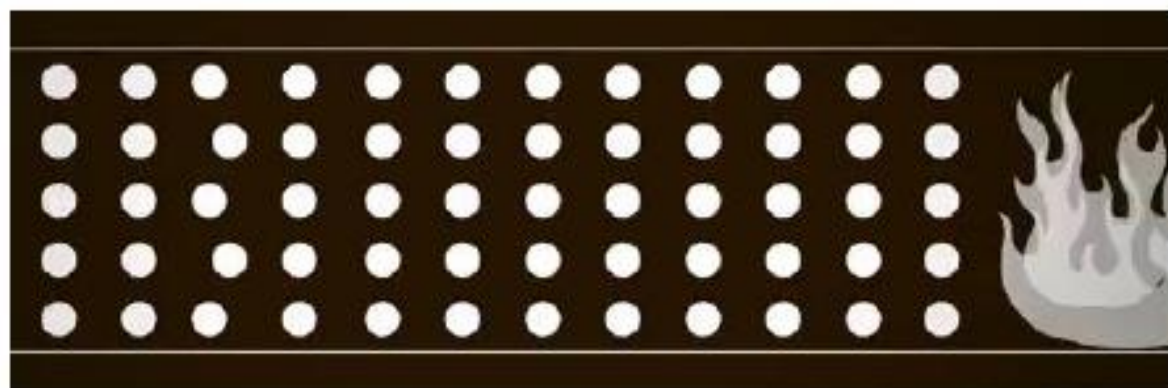
حرارت (Heat) چیست؟

اهمیت انتقال حرارت در ساختمان

روش‌های انتقال حرارت

- از طریق محیط مادی (هدایت و جابجایی)
- بدون نیاز به محیط مادی (تابش)





مکانیزم‌های انتقال حرارت از طریق محیط مادی

- برخورد مولکولی (Diffusion)
- جابجایی کلی ماده (Advection)

انتقال حرارت هدایت (Conduction) چیست؟

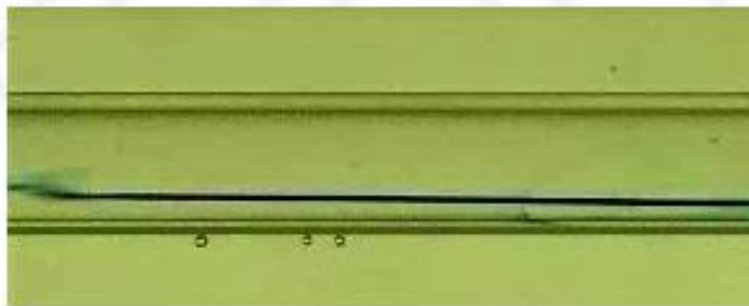
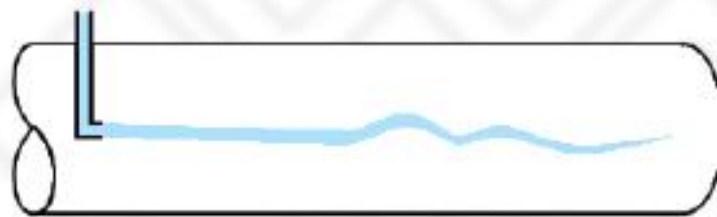
انتقال حرارت جابجایی (Convection) چیست؟

انواع جریان از نظر رژیم

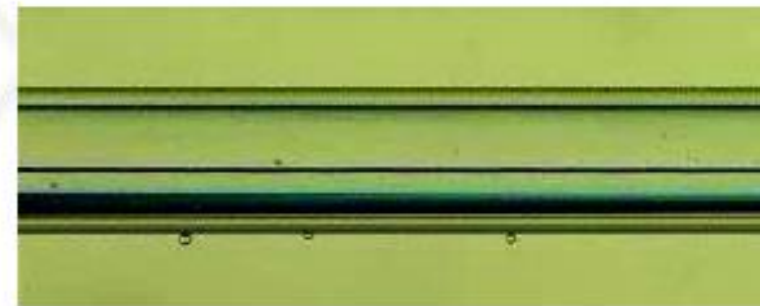
جریان آشسته (Turbulent Flow)



جریان گذار (Transition Flow)

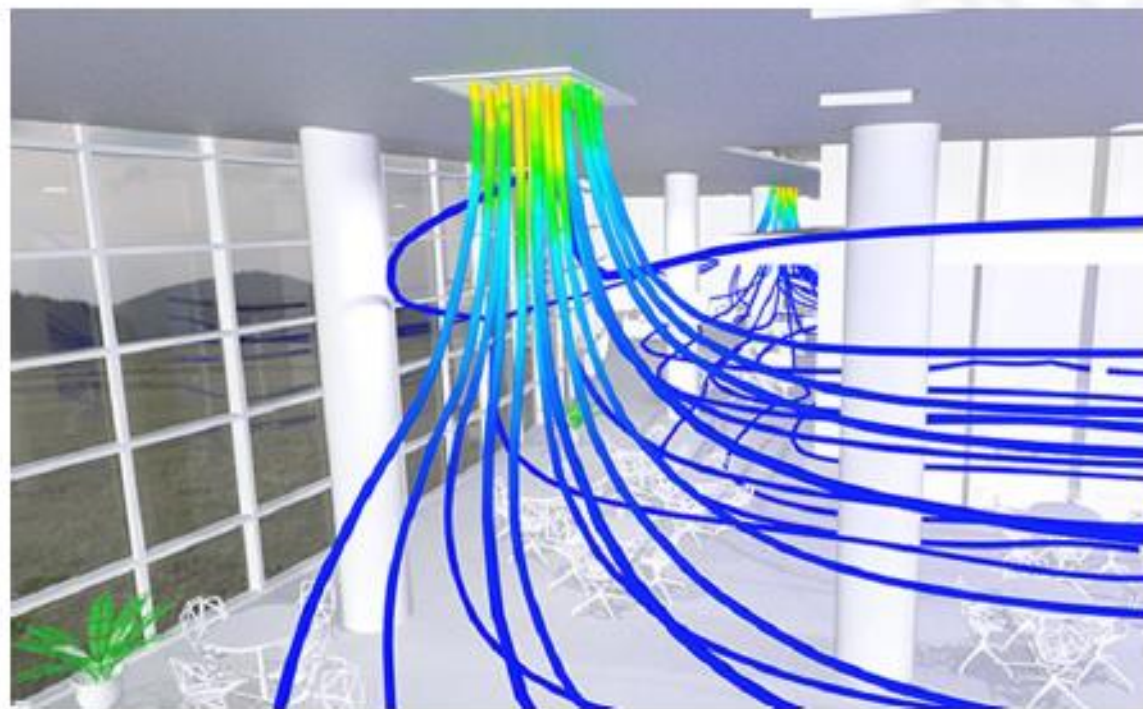


جریان لایه‌ای (Laminar Flow)

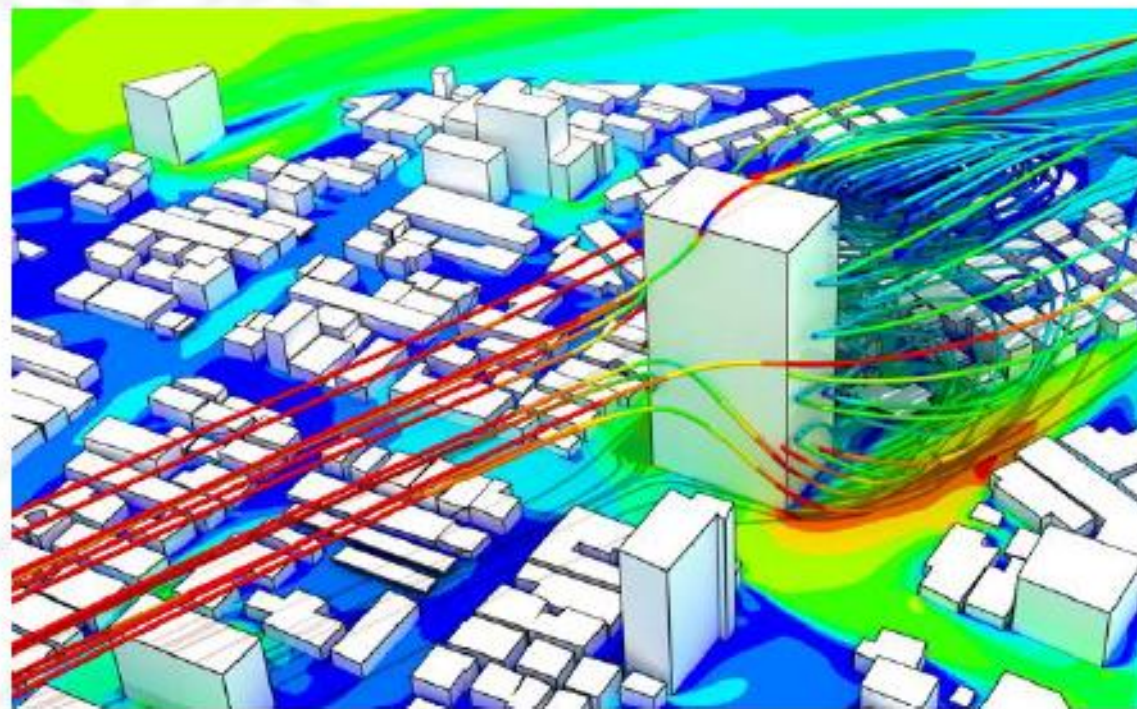


انواع جریان از نظر نیروی محرک

جریان طبیعی (Natural Flow)



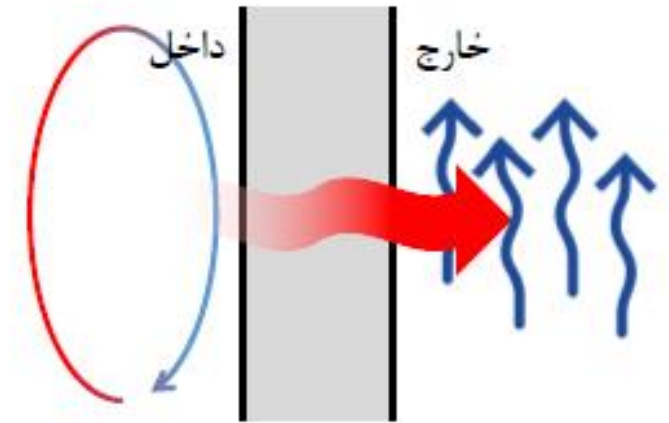
جریان اجباری (Forced Flow)



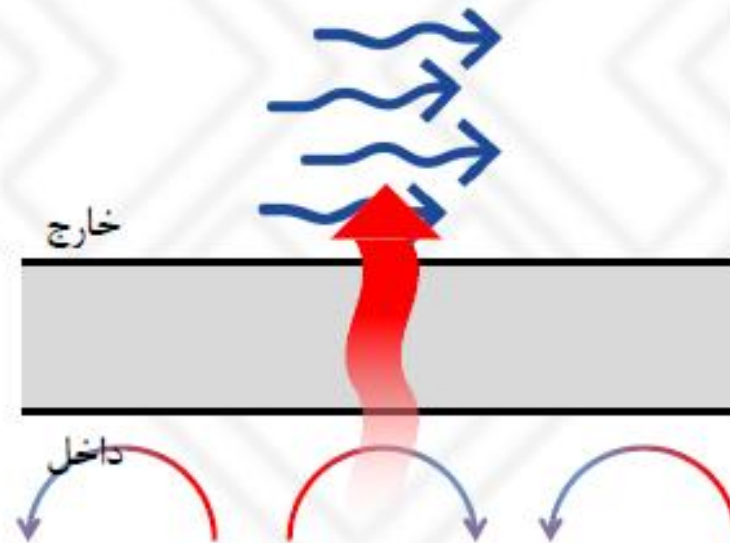
انواع جریان از نظر نیروی محرک

تأثیر جهت انتقال حرارت بر جابجایی طبیعی

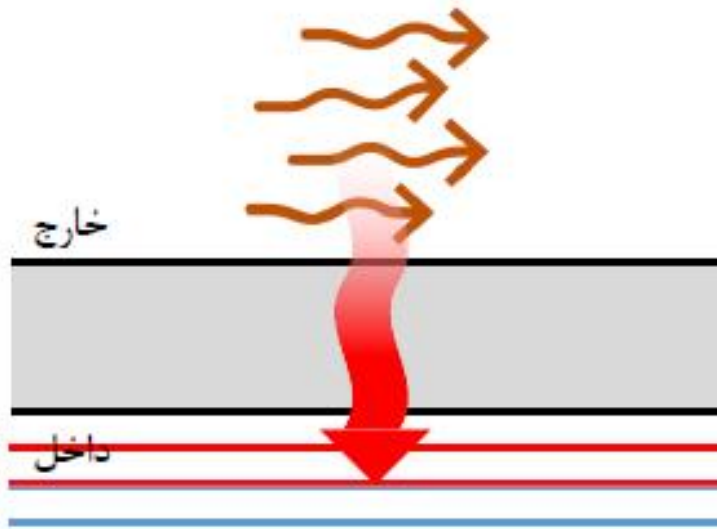
انتقال حرارت افقی



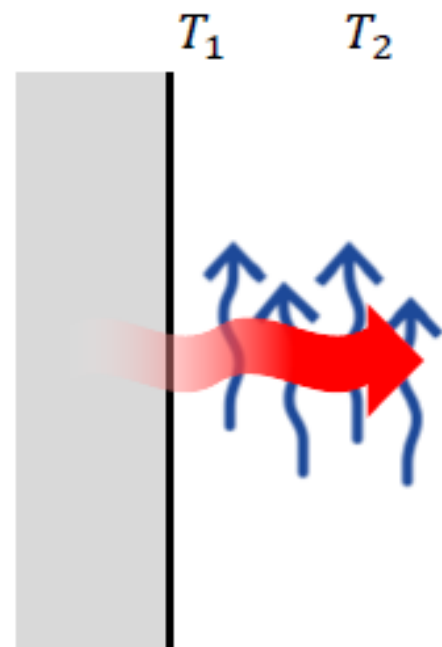
انتقال حرارت عمودی از پایین به بالا



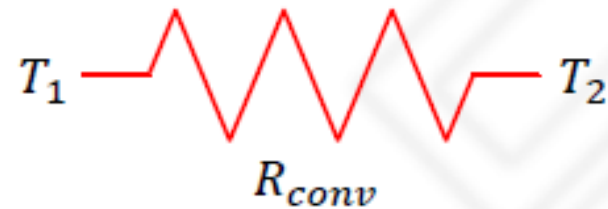
انتقال حرارت عمودی از بالا به پایین



2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapters 24 to 26
CIBSE Guide A – Environmental Design



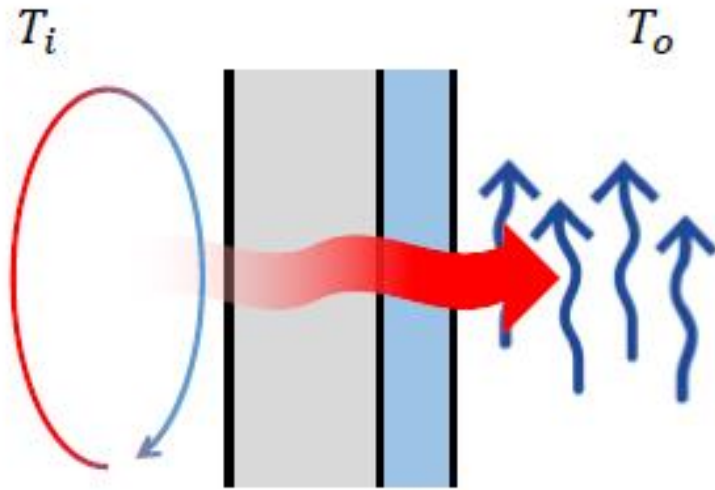
مدار حرارتی (Thermal Circuit) و مقاومت حرارتی (Thermal Resistance)



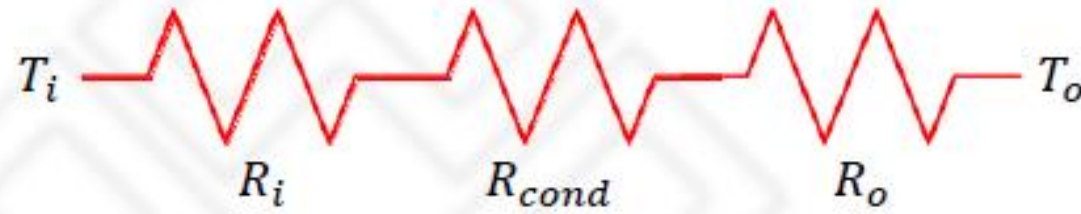
$$q'' = h(T_1 - T_2) \Rightarrow q'' = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h}}$$

$$R_{conv} = \frac{1}{h} \Rightarrow q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_{conv}}$$

R_{conv} مقاومت حرارتی جابجایی (Convection Thermal Resistance) بر حسب $\text{m}^2\text{C}/\text{W}$



مقاومت حرارتی کل (Total Thermal Resistance)



$$q'' = \frac{T_i - T_o}{R_t}$$

ضریب انتقال حرارت کل (Overall Heat Transfer Coefficient)

$$q'' = U(T_1 - T_2)$$

U ضریب انتقال حرارت کلی (Overall Heat Transfer Coefficient) بر حسب $W/m^2\text{C}$

مثال

از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، مقاومت جریان هوای داخل و خارج با ملاحظات:

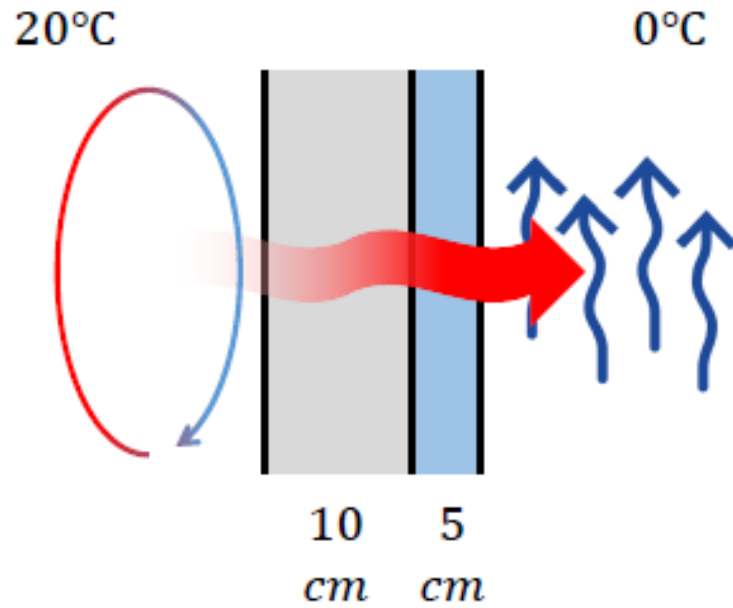
$$R_i = 0.11 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$R_o = 0.06 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

با استفاده از مثال قبل:

$$R_t = R_i + R_1 + R_2 + R_o \Rightarrow R_t = 1.47 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$q'' = \frac{T_1 - T_2}{R_t} \approx 14 \frac{W}{m^2}$$



پل حرارتی (Thermal Break)



پل حرارتی: نقاطی از ساختمان که به علت ناپیوستگی عایق

$$P = \Psi \cdot (T_i - T_e) \cdot L$$

حرارتی پوسته خارجی مقاومت حرارتی در آنها کاهش می‌یابد و باعث افزایش موضعی میزان انتقال حرارت می‌گردد.

پل حرارتی خطی: پل حرارتی که در طول یک پاره خط، برای مثال در محل تقاطع دو جدار، تداوم دارد.

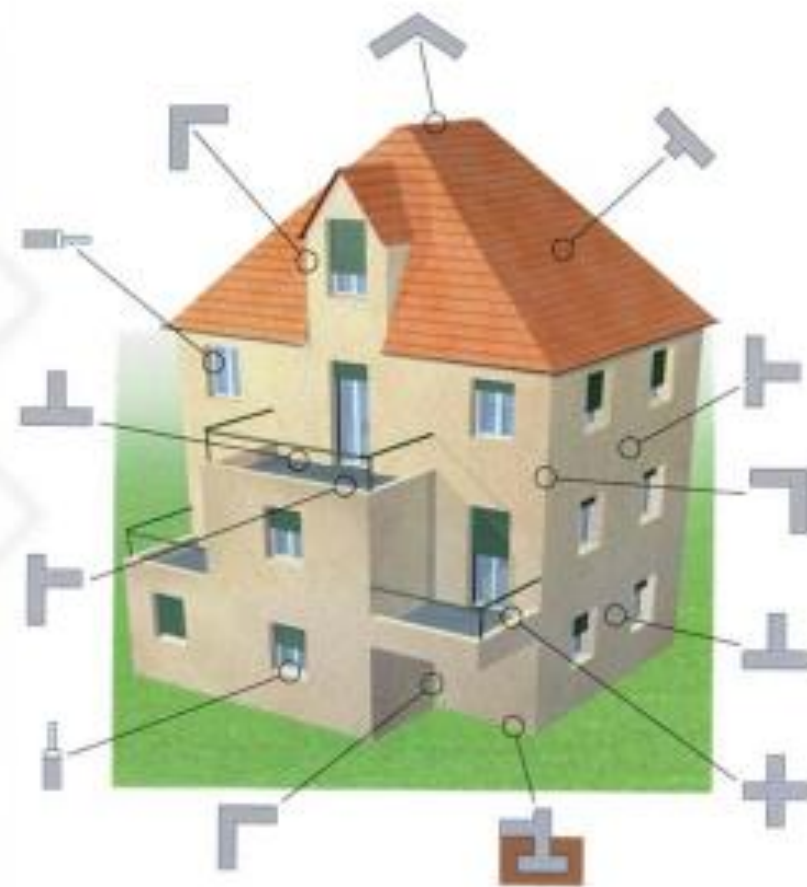
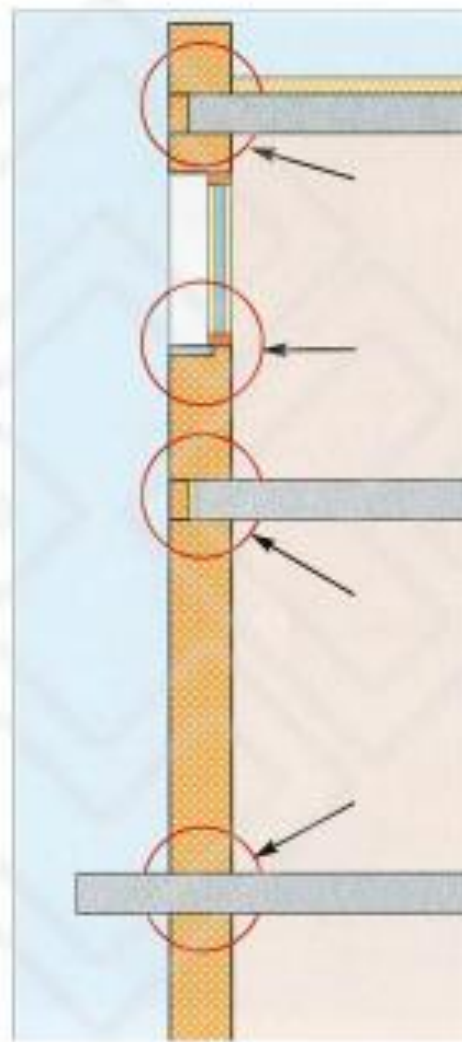
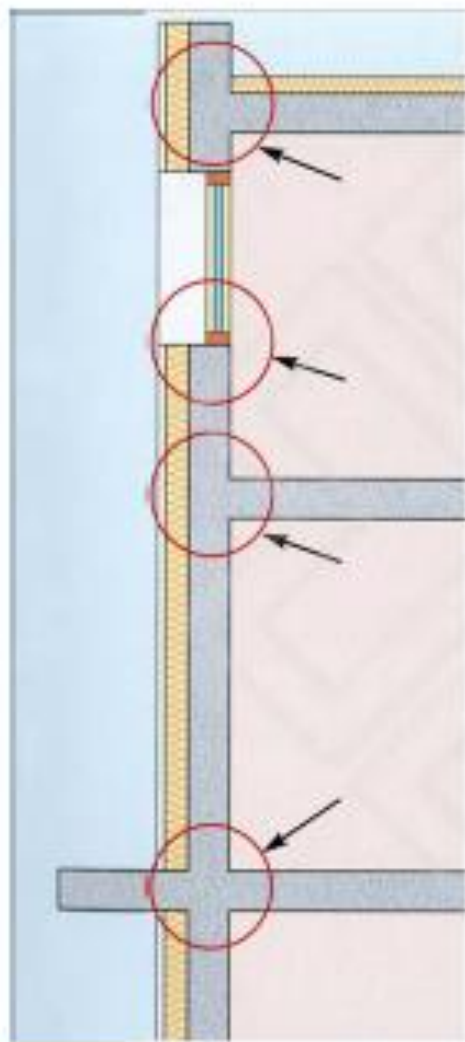
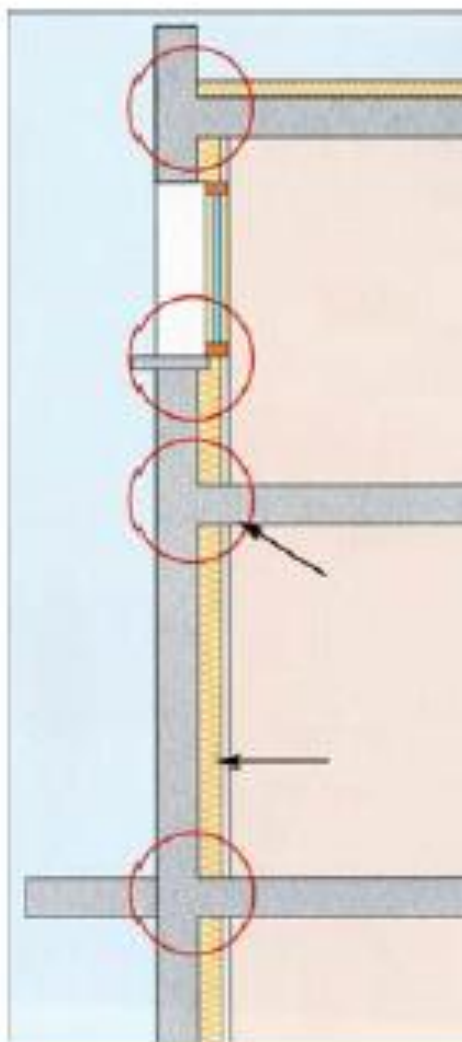
پل حرارتی نقطه‌ای: پل حرارتی که در یک نقطه، که می‌تواند تقاطع سه جدار، برای مثال دو دیوار و یک سقف خارجی متقاطع باشد، بروز می‌کند.



ضریب انتقال حرارت خطی: توان حرارتی منتقل شده مربوط
به یک پل حرارتی خطی، از قسمتی با طول برابر یک متر،
در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه
باشد.

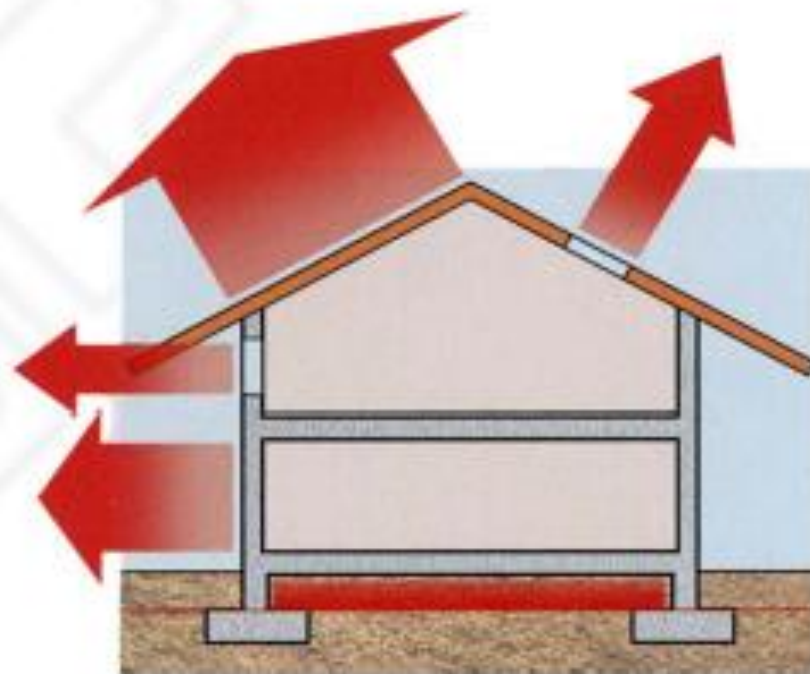
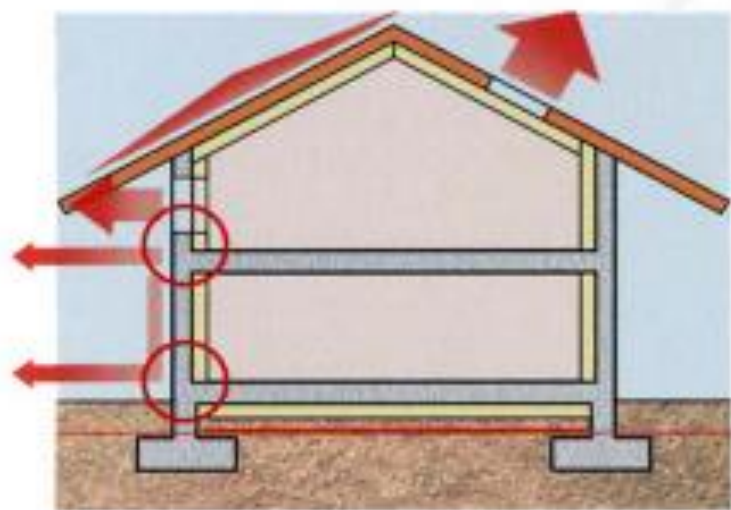


محل‌های احتمالی بروز انواع مختلف پل‌های حرارتی



سهم پل‌های حرارتی در انتقال حرارت ساختمان

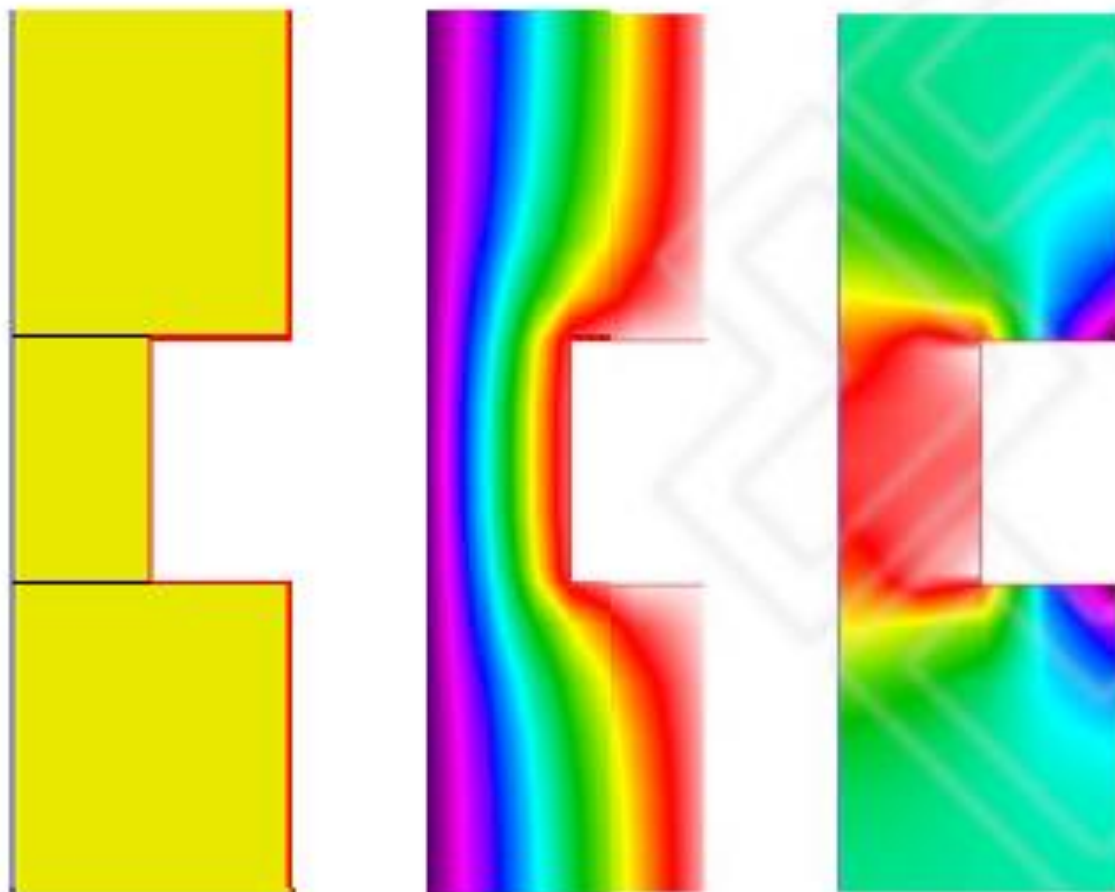
- در ساختمان‌های فاقد عایق‌کاری حرارتی، پل حرارتی، پل حرارتی معنایی ندارد، زیرا کل پوسته ناکارآمد است.
- در صورت عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان، در صورت نامناسب بودن جزئیات اجرایی، سهم پل‌های حرارتی می‌تواند بیش از ۴۰ درصد کل انتقال حرارت پوسته خارجی ساختمان باشد.



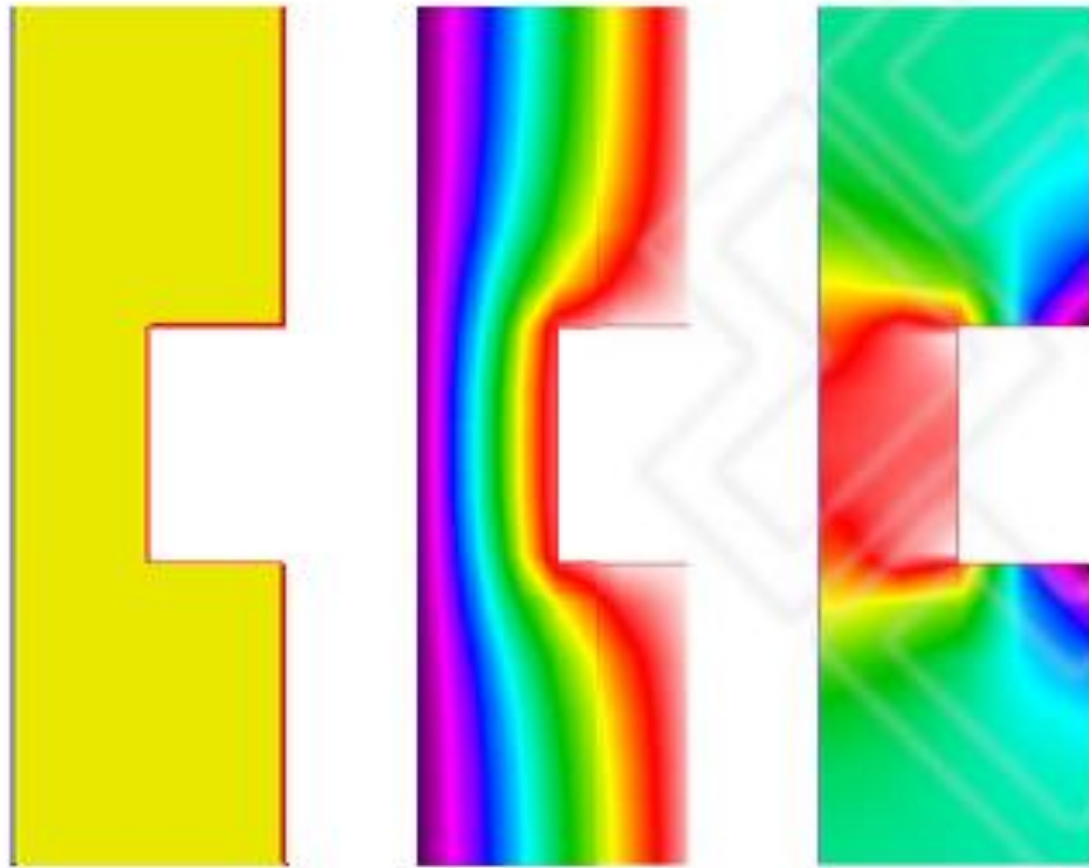
- ۱ تغییر موضعی ضخامت یا مشخصات حرارتی جدار
- ۲ فشرده‌شدن موضعی عایق حرارتی
- ۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما
- ۴ تقاطع عناصر با ضخامت و مشخصات حرارتی متفاوت
- ۵ بیرون‌زدگی‌ها، شکست‌ها و تقاطع جدارهای خارجی غیر مشابه
- ۶ تقاطع جدارهای داخلی و خارجی
- ۷ تماس جدارها با بخش‌های مدفون

۱ تغییر موضعی ضخامت یا مشخصات حرارتی جدار

- کاهش موضعی ضخامت در جدارهای ساختمانی میتواند به دلیل بیرون زدگی های عناصر سازه ای، کانال ها و دیگر مجاری تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان باشد.

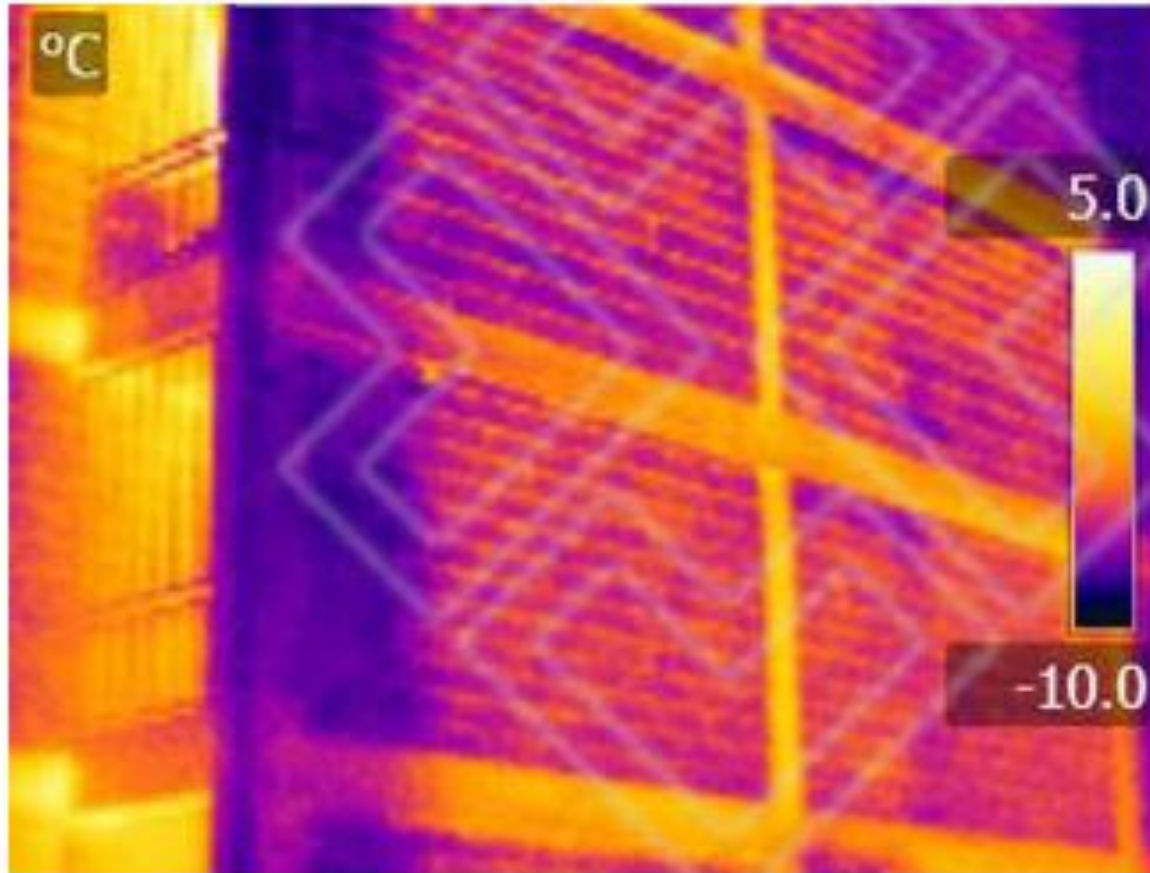


۱ تغییر موضعی ضخامت یا مشخصات حرارتی جدار



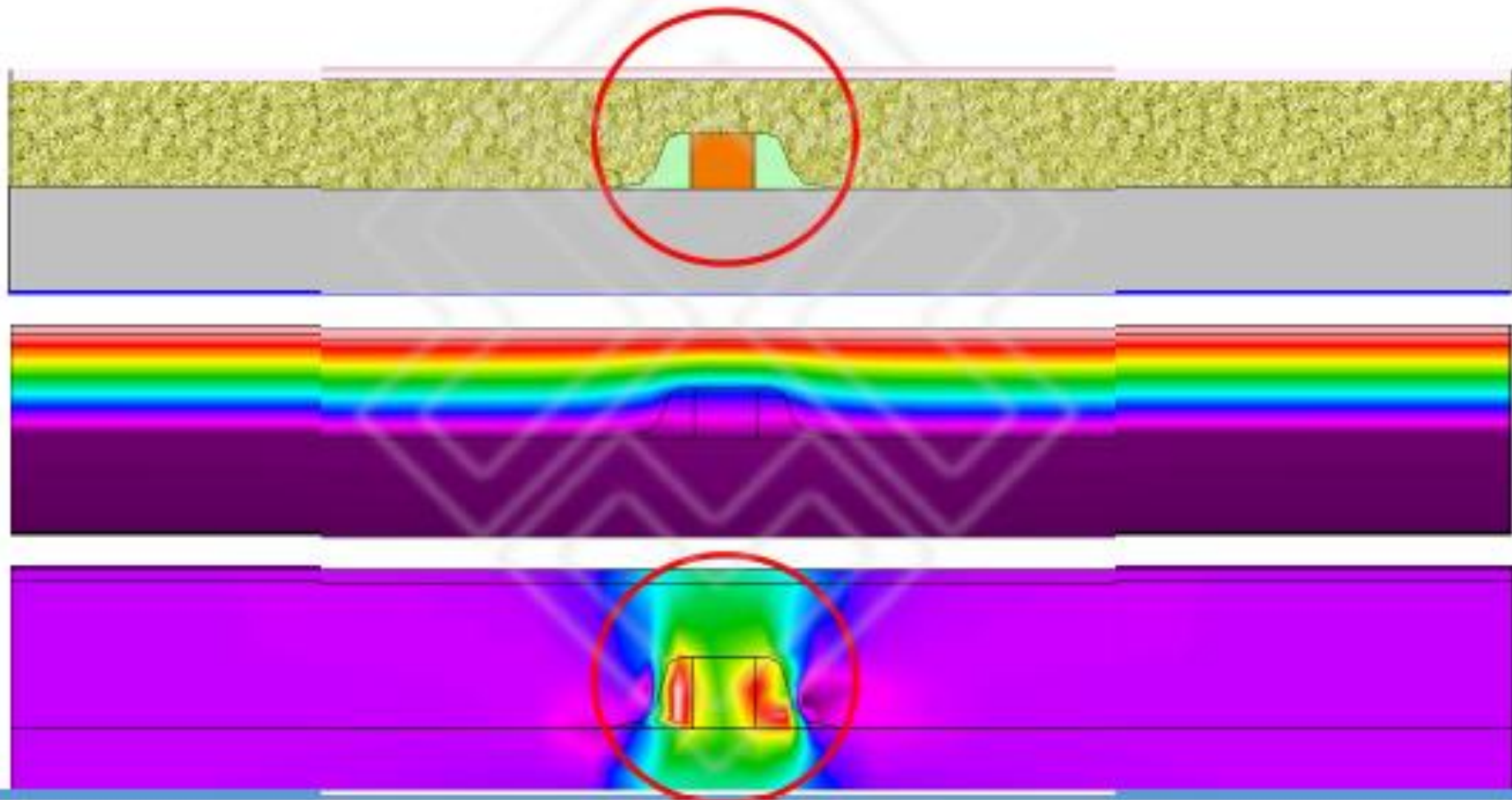
- کاهش موضعی ضخامت در جدارهای ساختمانی می تواند به دلیل بیرون زدگی های عناصر سازه ای، کانال ها و دیگر مجاری تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان باشد.

۱ تغییر موضعی ضخامت یا مشخصات حرارتی جدار



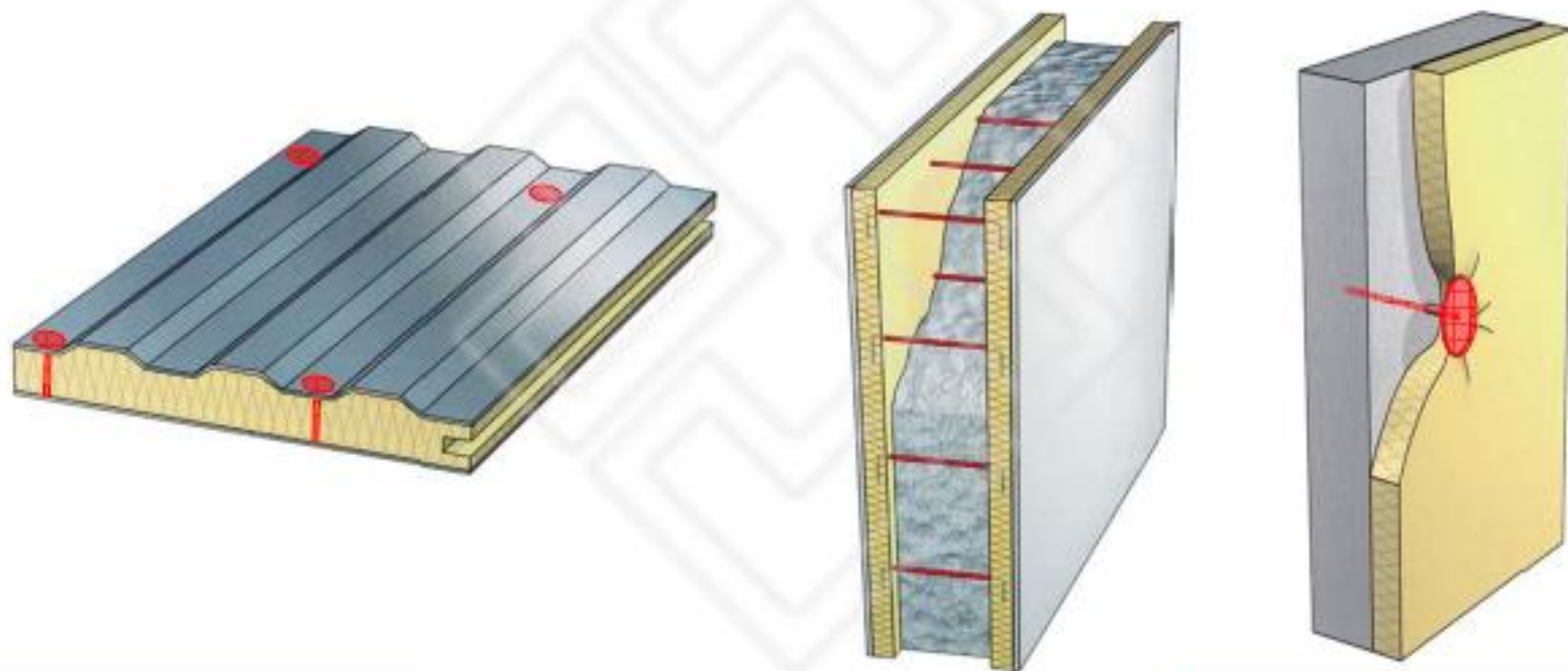
- کاربرد ملات
به صورت سنتی برای
بلوک‌های سبک
(بتنی یا سفالی) یکی
دیگر از عوامل ایجاد
پل‌های حرارتی
است.

۲ فشرده‌شدن موضعی عایق حرارتی



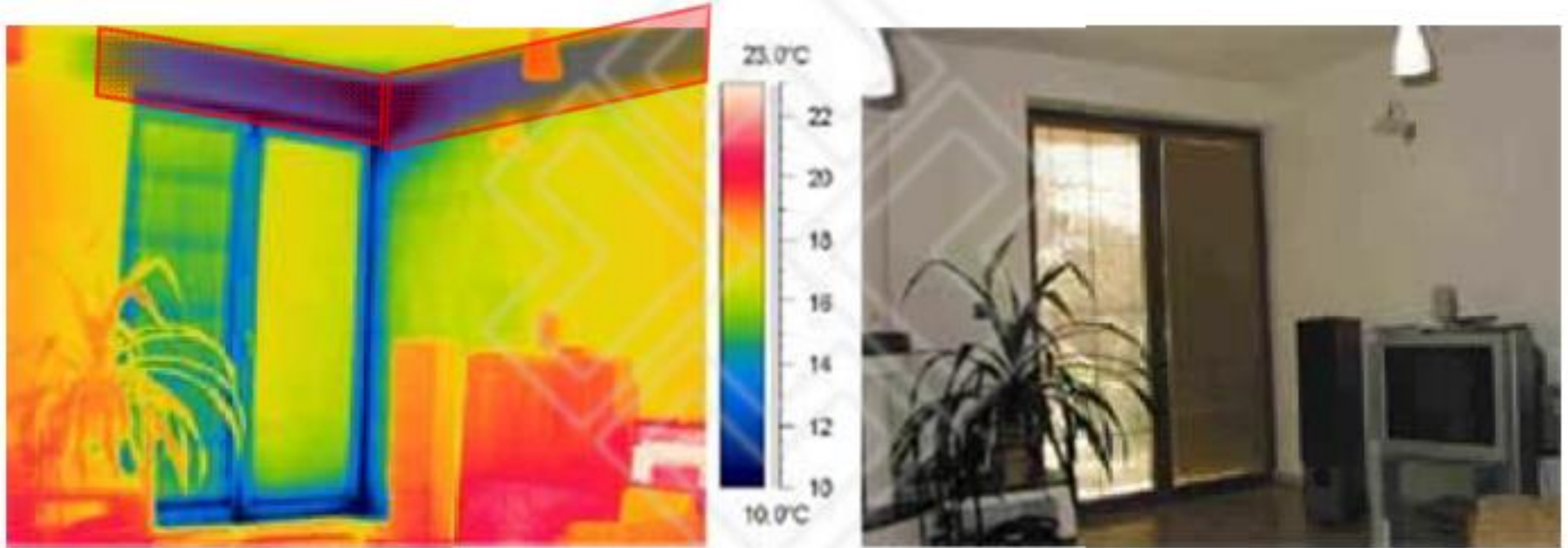
دلایل مختلف ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان

۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما



دلایل مختلف ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان

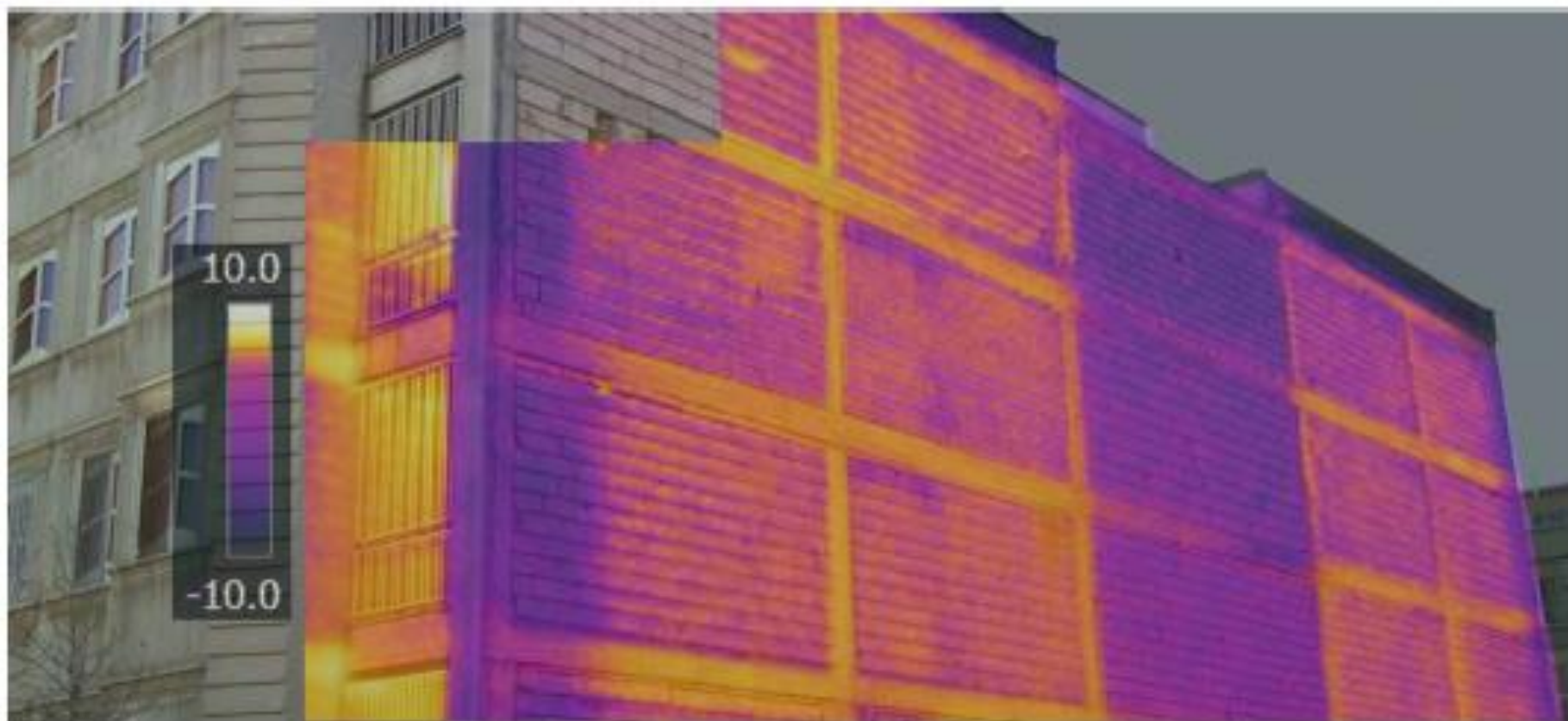
۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما



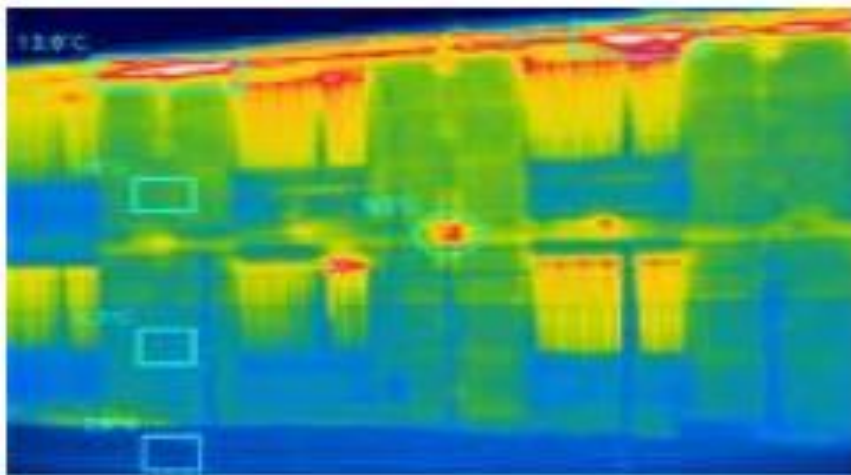
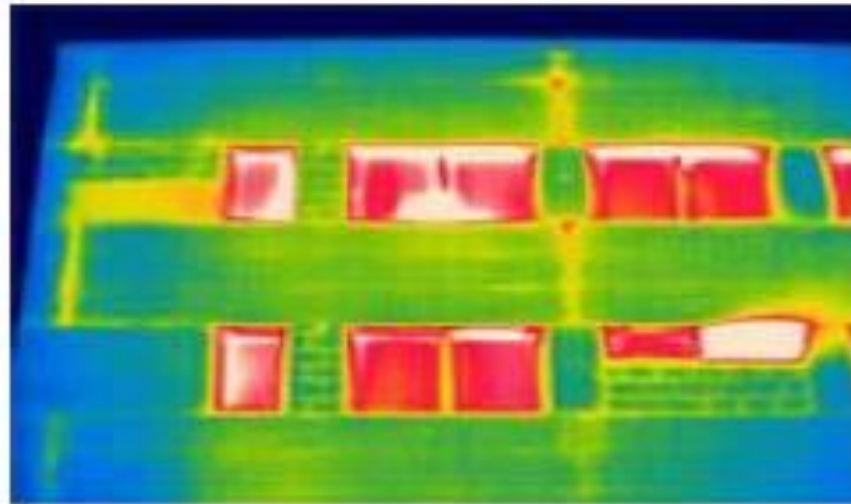
پل حرارتی خطی در محل تقاطع دیوار با سقف یا محل نعل درگاه

دلایل مختلف ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان

۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما

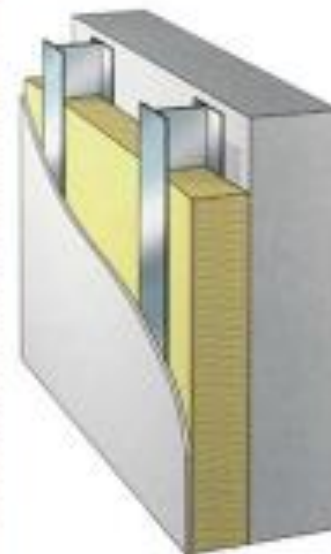


۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما

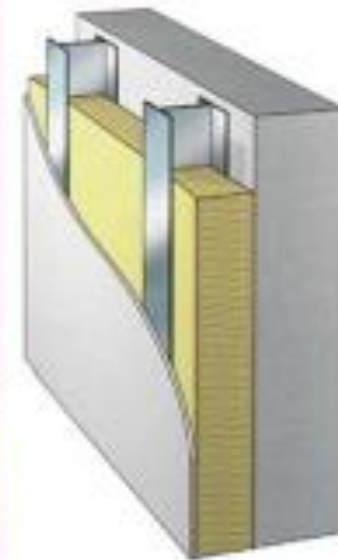


دلایل مختلف ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان

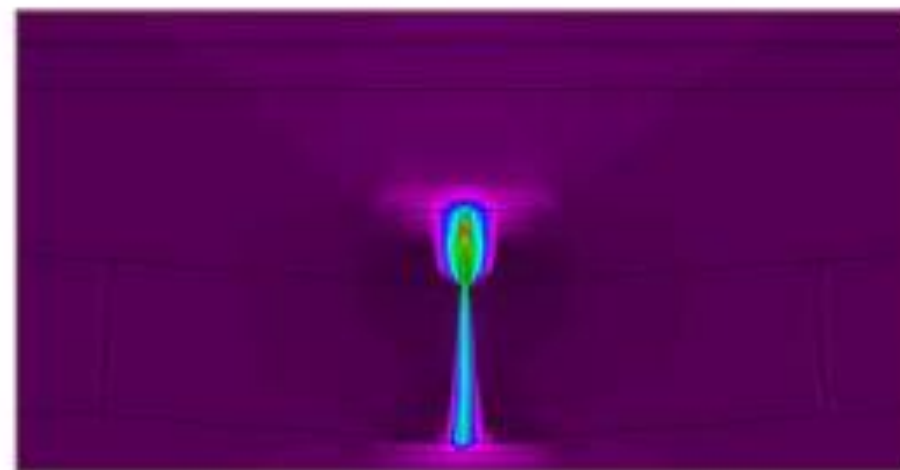
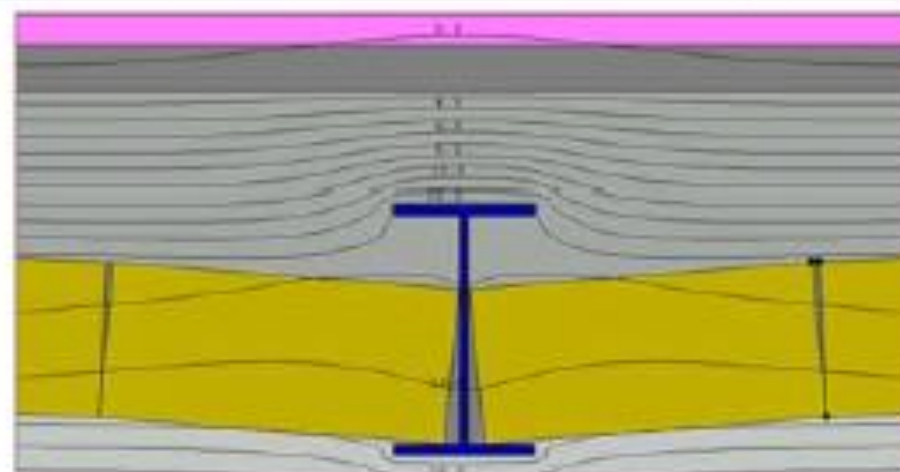
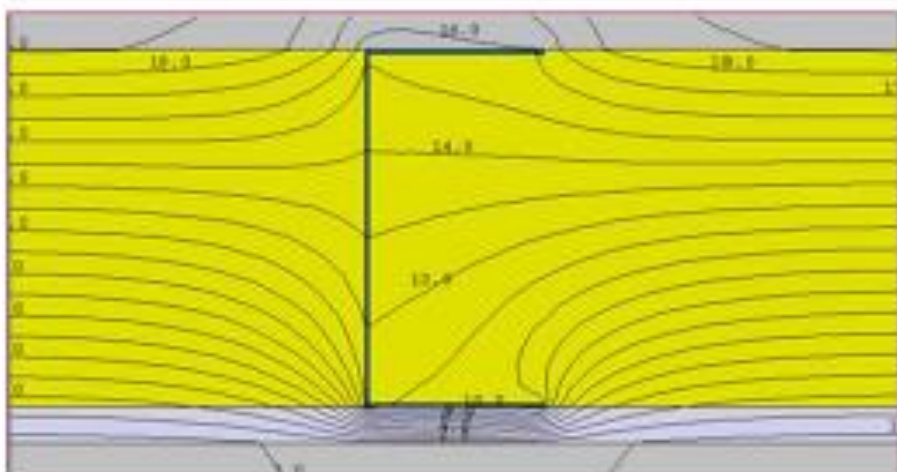
۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما



۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما

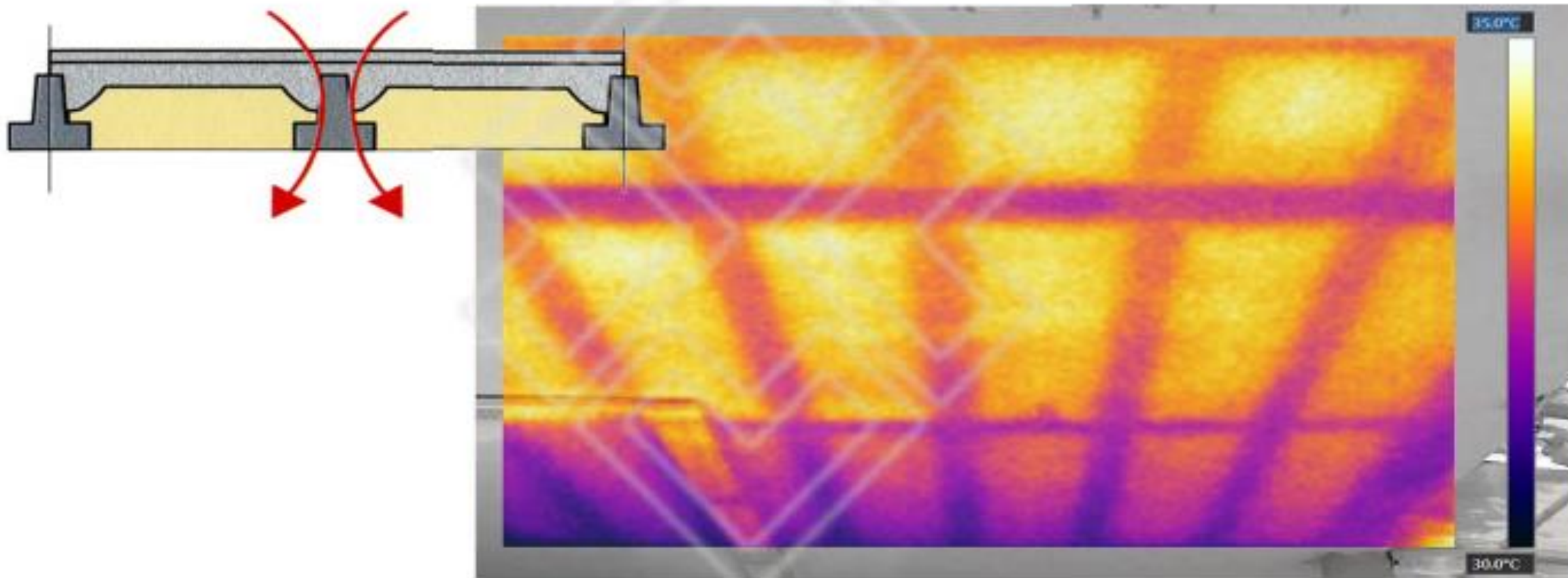


۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما

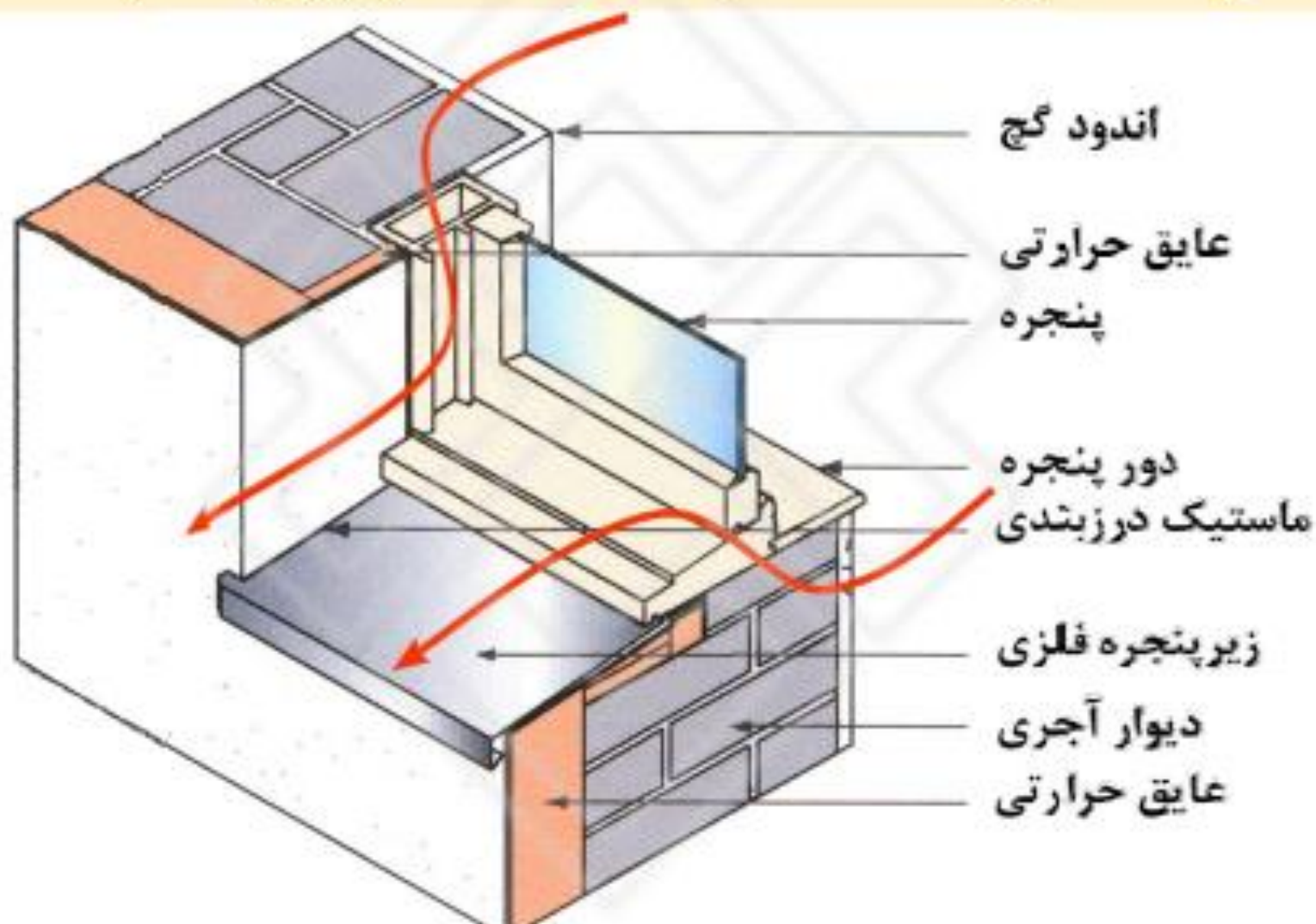


دلایل مختلف ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان

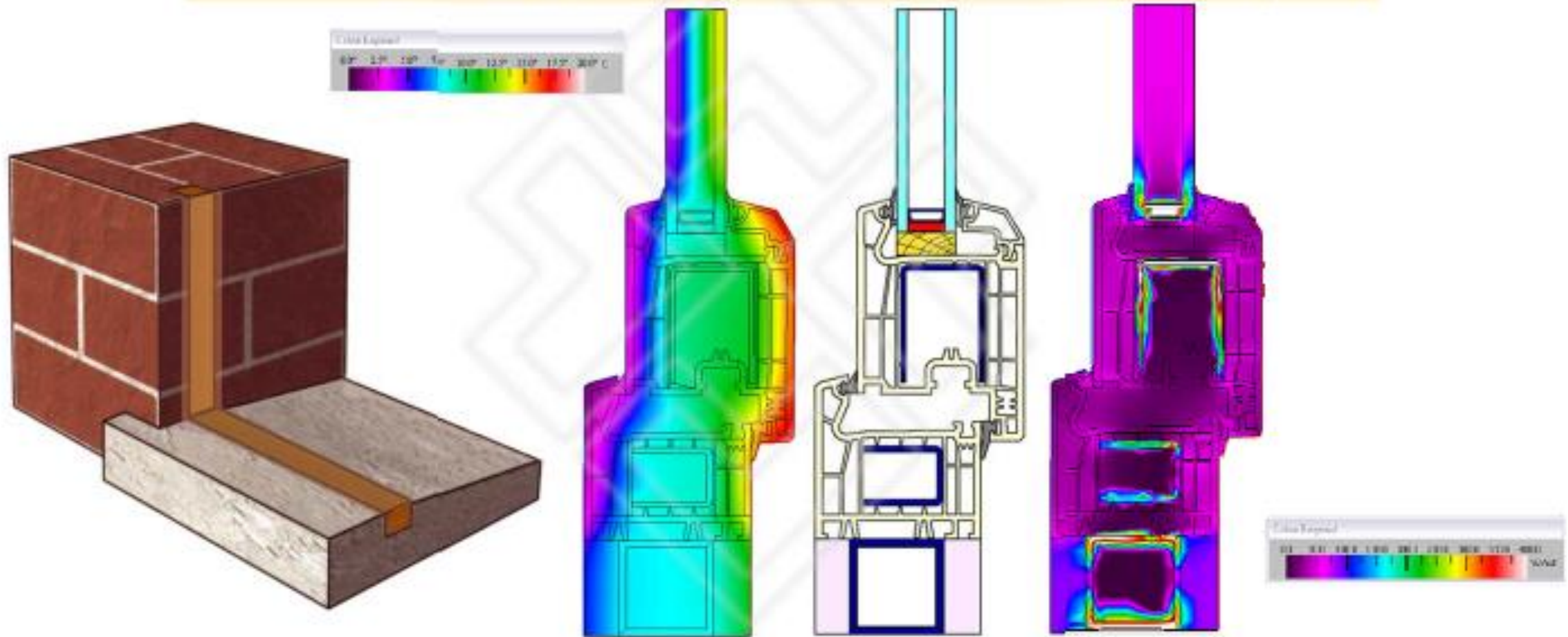
۳ وجود عناصر سازه‌ای، رابط‌ها یا قطعات اتصال هادی گرما



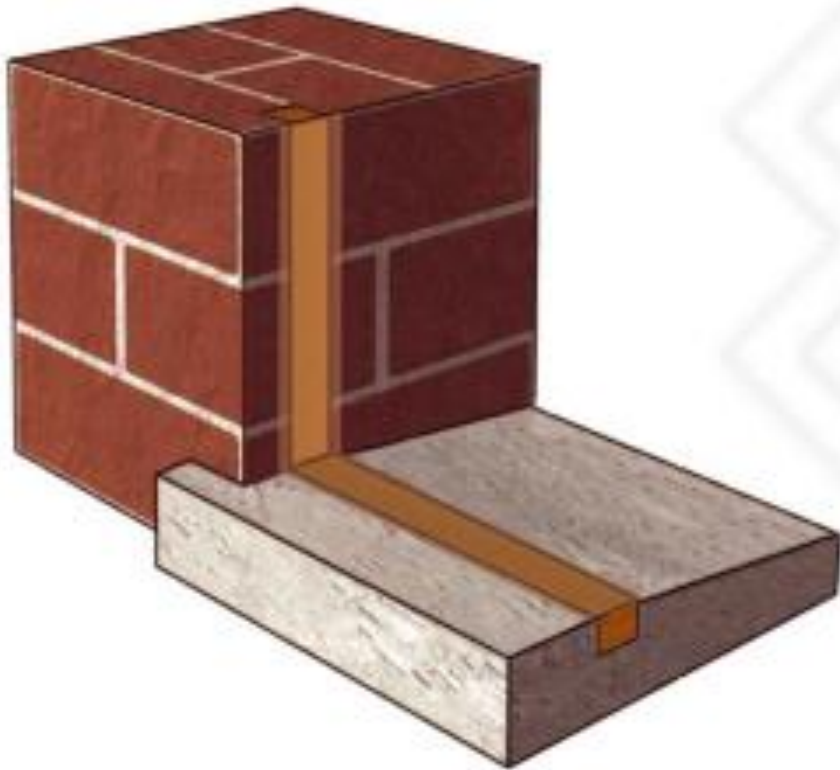
تقاطع عناصر با ضخامت و مشخصات حرارتی متفاوت



۴ تقاطع عناصر با ضخامت و مشخصات حرارتی متفاوت



۴ تقاطع عناصر با ضخامت و مشخصات حرارتی متفاوت



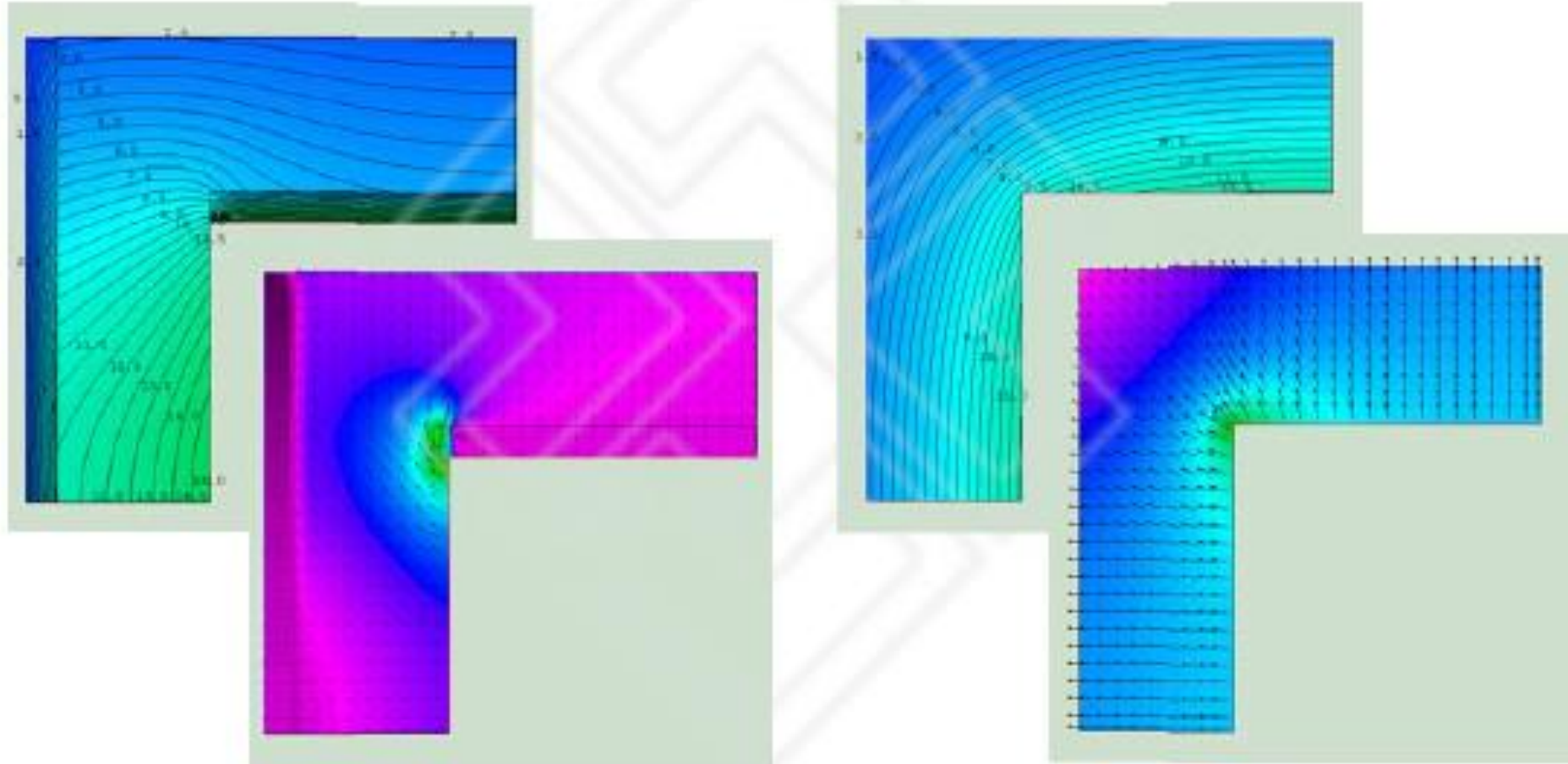
۴ تقاطع عناصر با ضخامت و مشخصات حرارتی متفاوت



۴ تقاطع عناصر با ضخامت و مشخصات حرارتی متفاوت

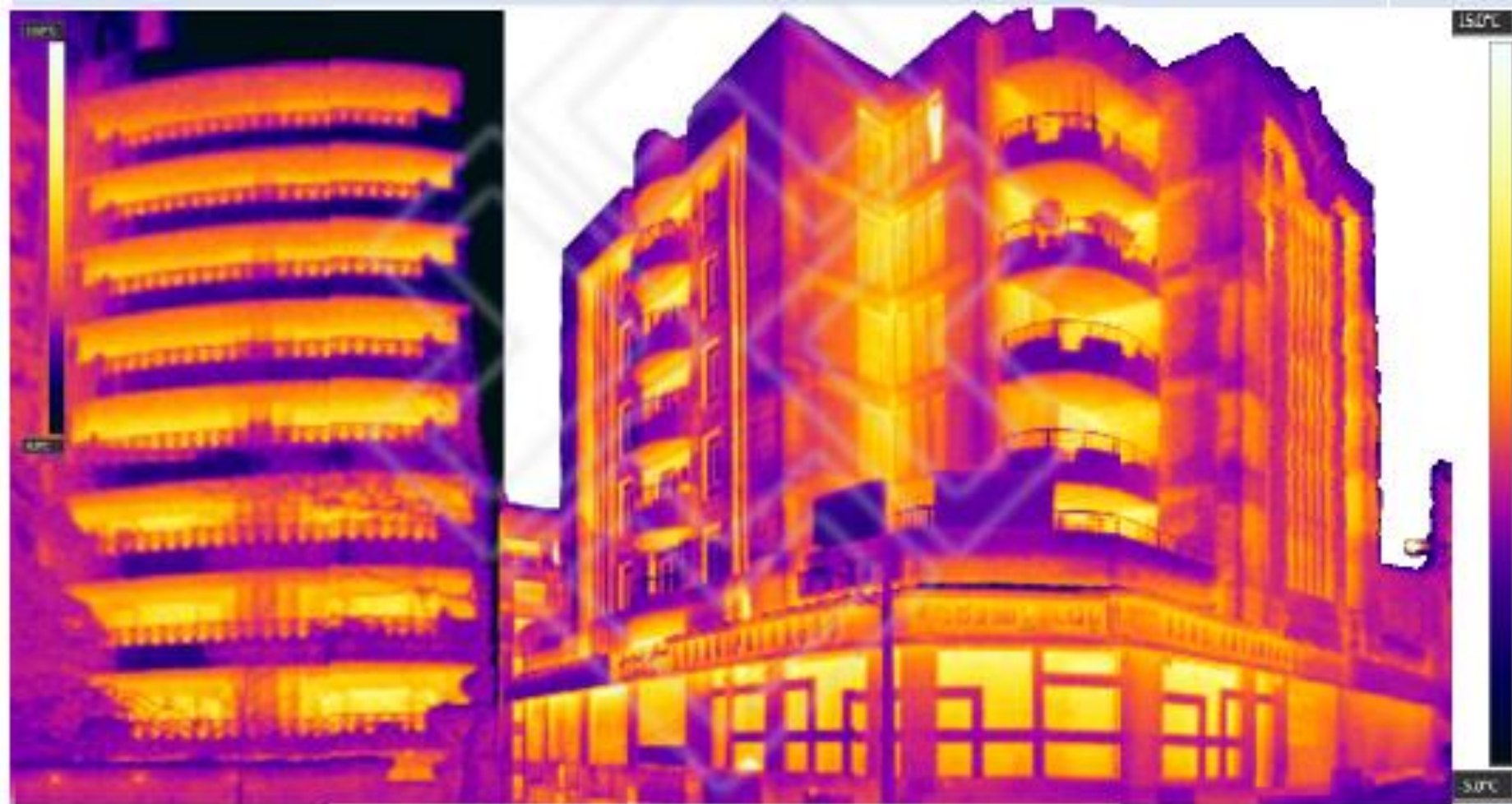


۵ بیرون زدگی‌ها، شکست‌ها و تقاطع جدارهای خارجی غیر مشابه



دلایل مختلف ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان

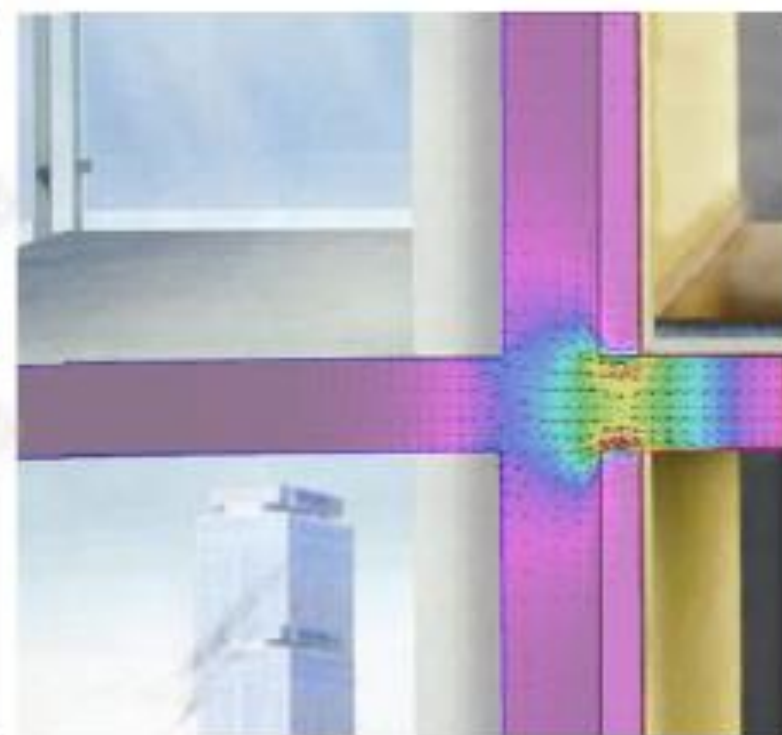
۵ بیرون زدگی‌ها، شکست‌ها و تقاطع جدارهای خارجی غیر مشابه



۵ بیرون زدگی‌ها، شکست‌ها و تقاطع جدارهای خارجی غیر مشابه

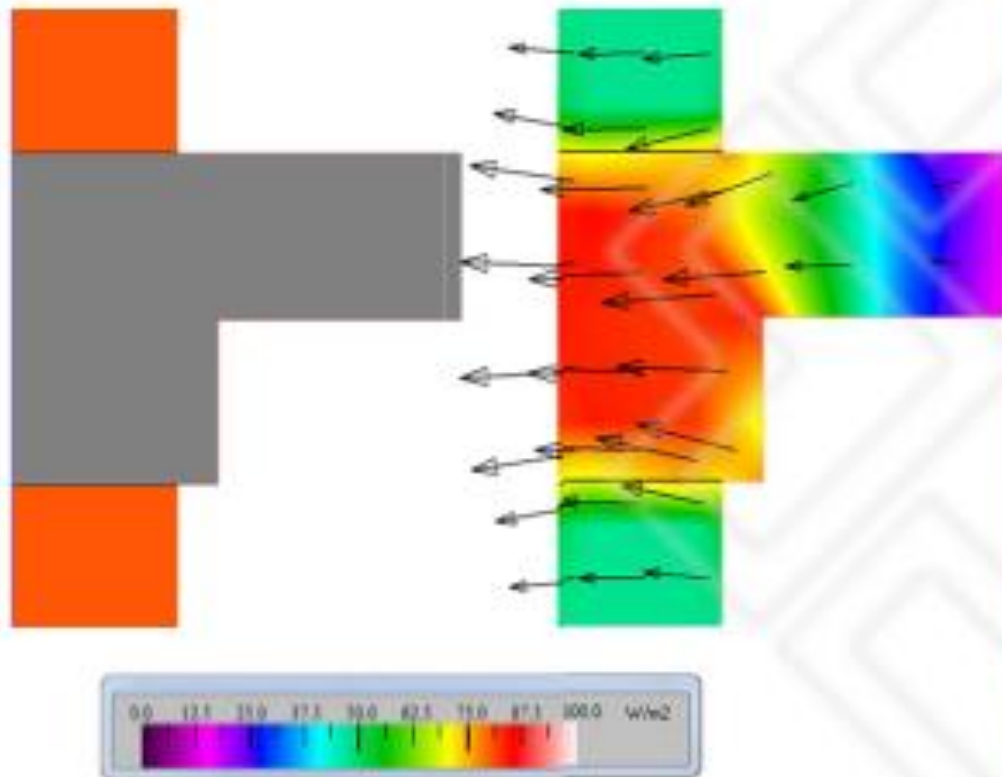


عایق‌کاری از خارج

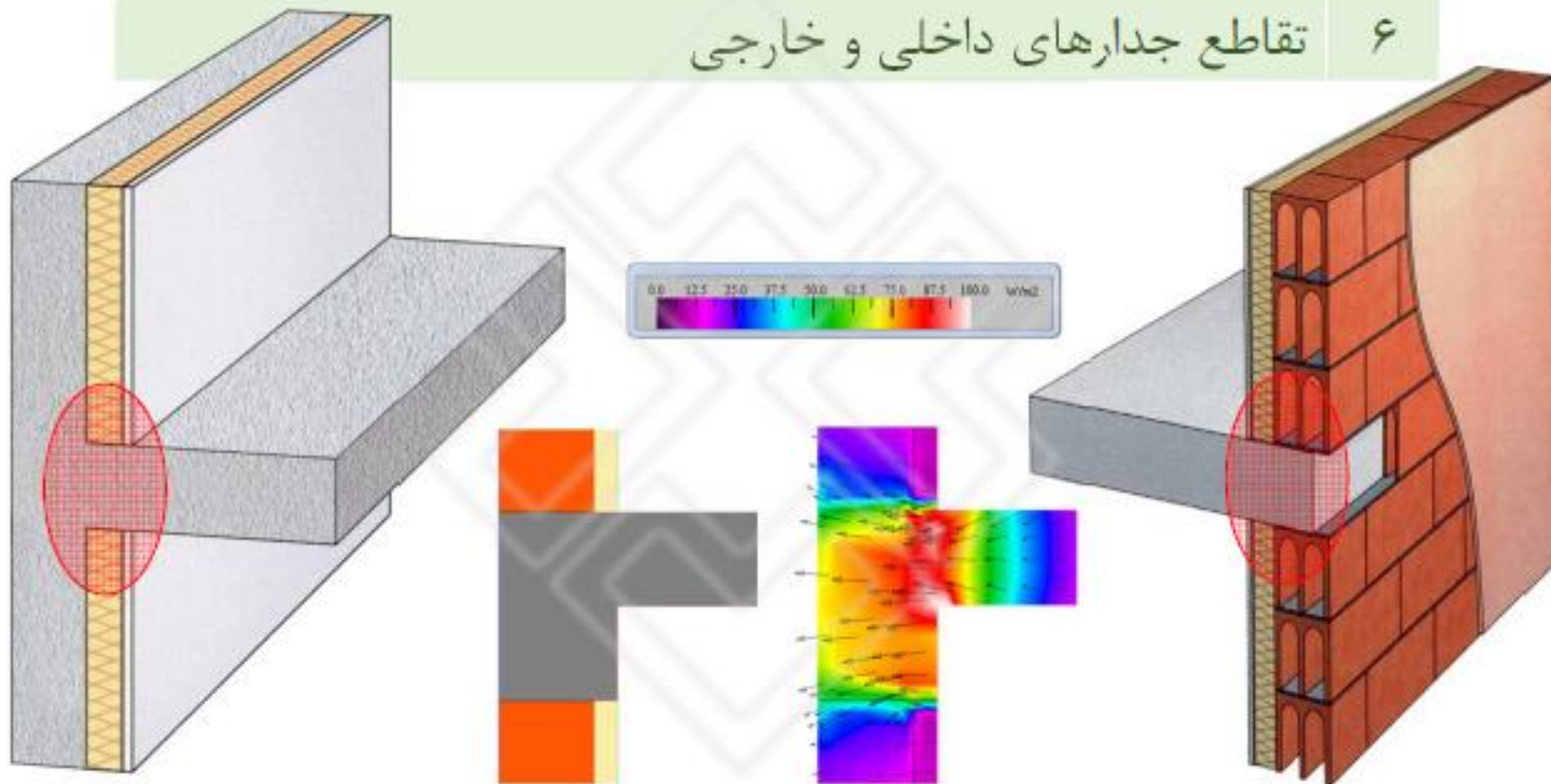


عایق‌کاری از داخل

۶ تقاطع جدارهای داخلی و خارجی



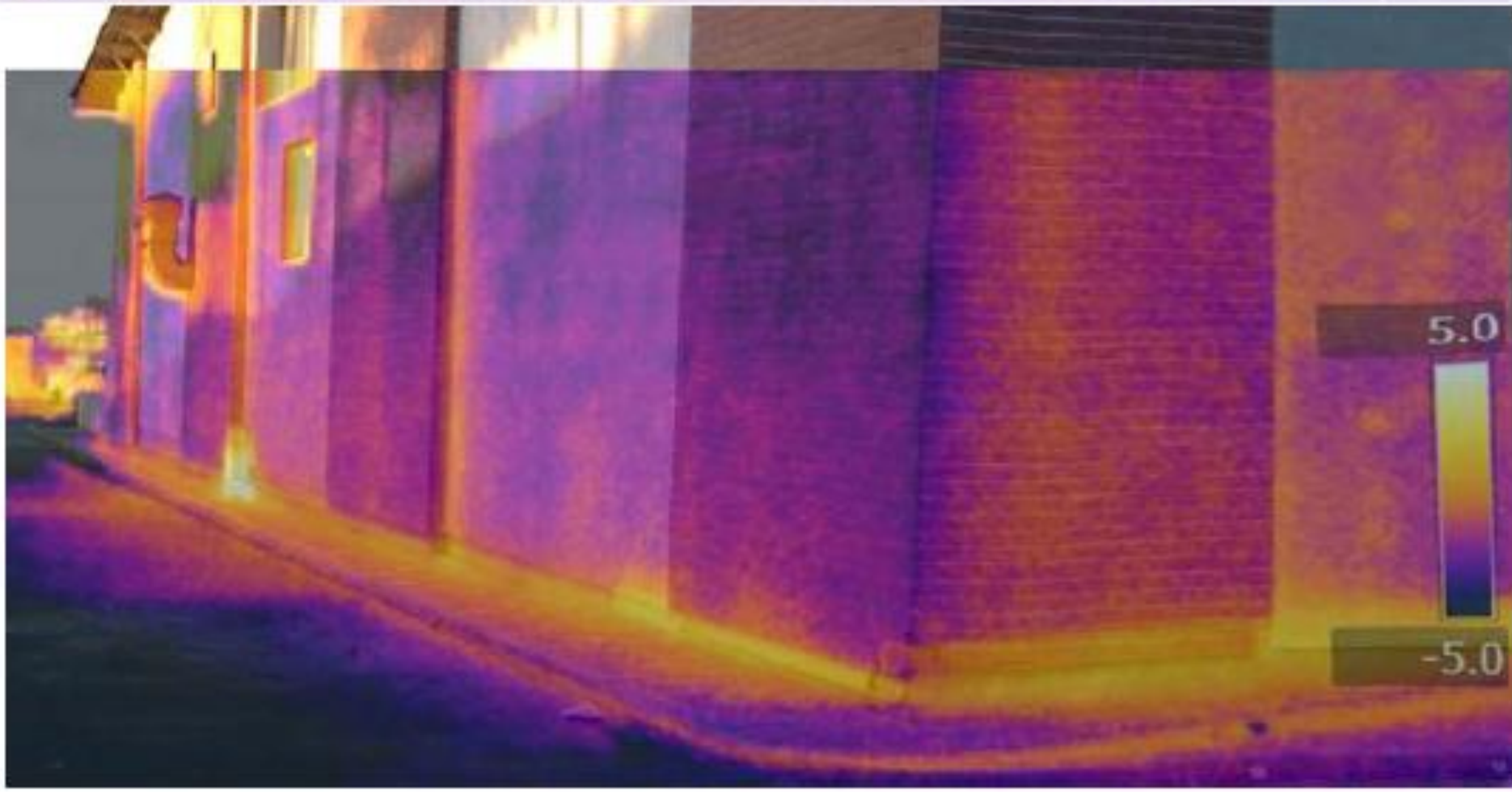
۶ تقاطع جدارهای داخلی و خارجی



۶ تقاطع جدارهای داخلی و خارجی

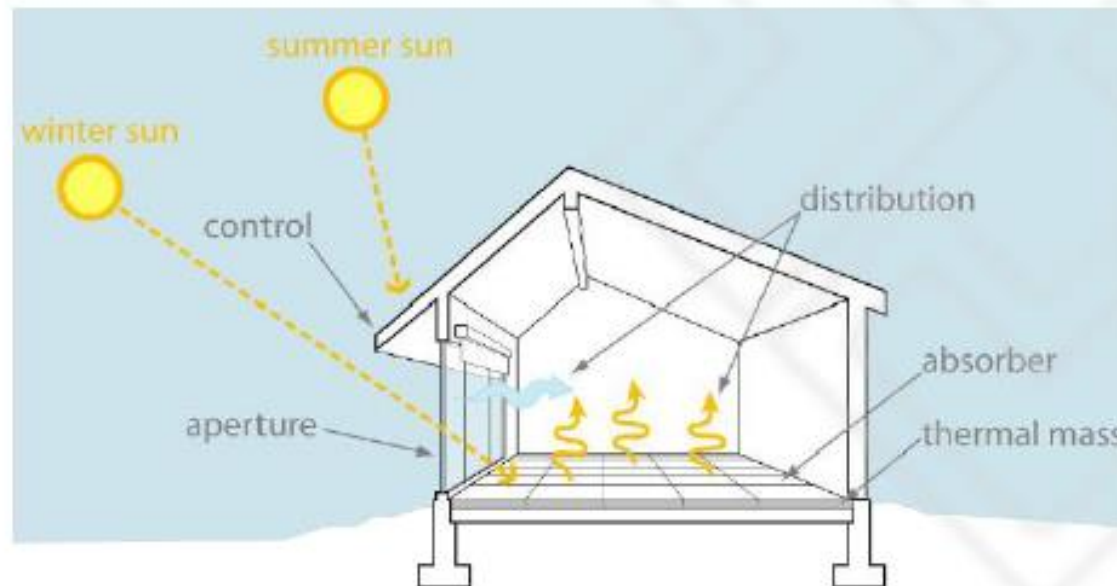


۷ در تماس نبودن عایق دیوارها با عایق حرارتی بخشهای مدفون



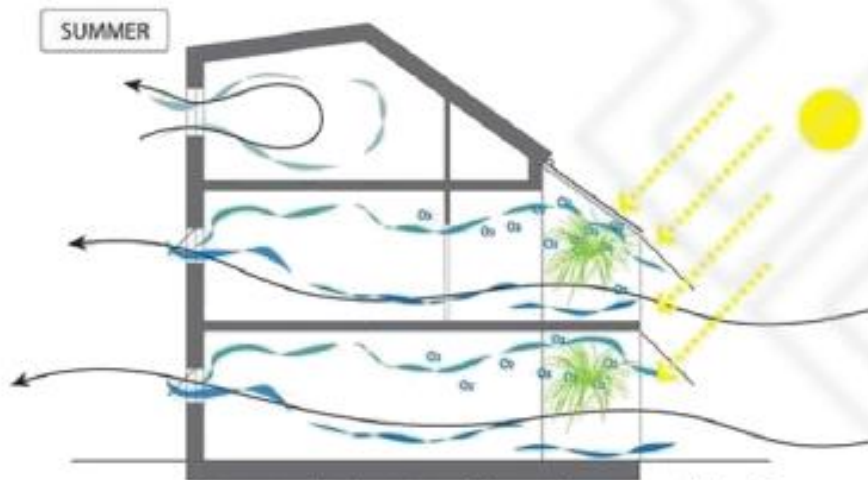
مفهوم طراحی غیر فعال:

- تامین آسایش حرارتی و شرایط مطلوب بهره برداری بدون بهره گیری از سیستمهای مکانیکی و الکتریکی
- سیستمهای غیر فعال بدون استفاده از انرژی های خارجی و یا تجهیزات ویژه و تنها با استفاده از بهره گیری از خواص حرارتی مواد ساختمانی از جمله مقاومت حرارتی ظرفیت گرمایی و بهره گیری از انرژی های تجدید پذیر از جمله انرژی باد یا انرژی خورشیدی سعی در تامین محیط مطلوب برای زندگی دارد.

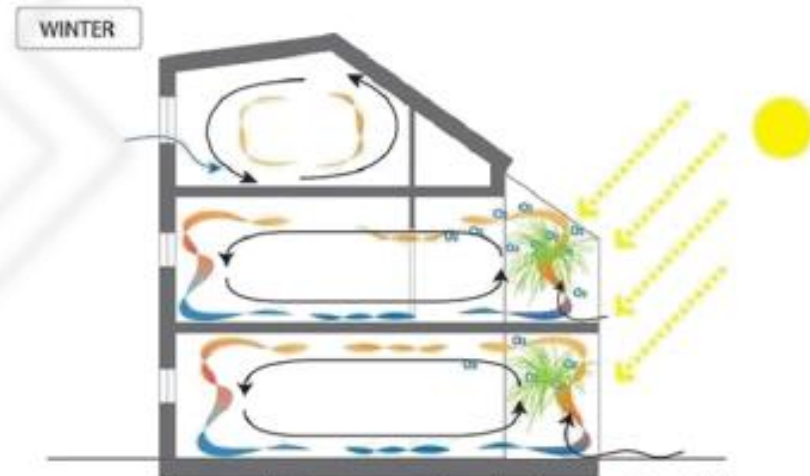


طراحی سیستمهای غیر فعال

- طراحی غیر فعال زمانی حاصل میشود که ساختمان به خودی خود توان تامین شرایط مطلوب زندگی را داشته باشد.
- در سیستمهای غیر فعال تامین آسایش حرارتی و روشنایی طبیعی به دو شیوه قابل تامین میباشد:
 - استفاده از تهویه طبیعی
 - طراحی سازه با توجه به موقعیت خورشید در منطقه در فصول مختلف و بهره گیری از انرژی خورشیدی



Summer ventilation strategy is focused on cross ventilation. Pressure differences encourages cross ventilation which also cools the building down.



Winter ventilation strategy is focused on heat recycling with limited (to around 20% of overall air cycle) incoming fresh air. In addition, indoor air it is being purified and humidified by plans in a conservatory.

تفاوت در طراحی سیستمهای فعال با سیستمهای غیر فعال خورشیدی

سیستمهای غیر فعال خورشیدی:

- سیستمهای غیر فعال دارای سیستمهای مکانیکی نبوده و از انرژی های رایج برای بهره برداری استفاده نمیکند.
 - نسبت به سیستمهای فعال بسیار ارزان تر میباشد.
 - نیاز به تعمیرات ندارد.
 - بازده و بهره وری آن وابسته به شرایط اقلیمی بوده.
 - هیچ بخش متحرکی نداشته و شبانه روزی فعال میباشد و احتمال خرابی در آن نزدیک به صفر میباشد.
 - کنترل بالایی در جذب ذخیره سازی و پخش انرژی به استفاده کنندگان نمیدهد
 - قابلیت تامین آسایش حرارتی مطلوب در همه شرایط جوی را ندارد.
- سیستمهای فعال با بکار گیری انرژی های رایج در کنار انرژی های تجدید پذیر سعی در تامین آسایش حرارتی دارد.
 - دارای هزینه اولیه بالایی میباشد.
 - نیاز به تعمیر و مراقبت زیادی میباشد.
 - بهره وری آن وابسته تجهیزات بکار رفته میباشد.
 - دارای بخشهای متحرک فراوان بوده و احتمال خرابی در آن بالاتر میباشد.
 - کنترل بالایی در جذب ذخیره سازی و پخش انرژی به کاربران را میدهد.
 - قابلیت تامین آسایش حرارتی مطلوب در همه شرایط جوی را دارد.

سیستمهای فعال خورشیدی:

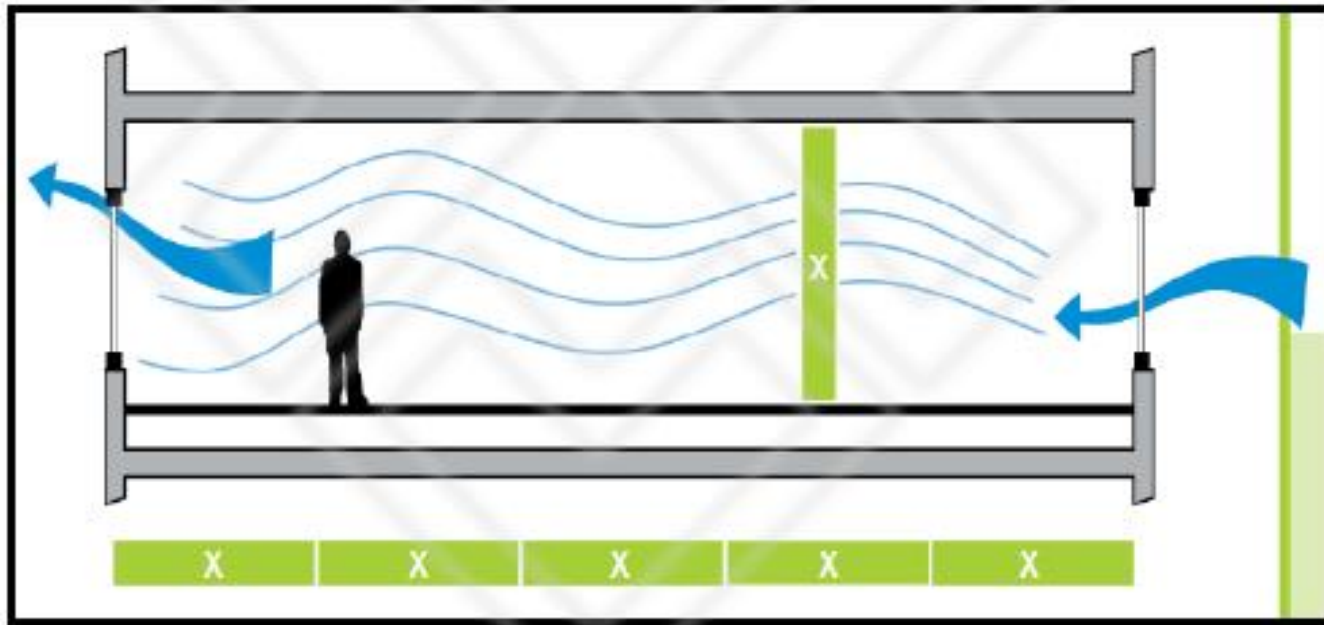
مزایای استراتژی های غیر فعال

- روشهای طراحی غیر فعال خورشیدی عموماً در رابطه با مصرف انرژی بسیار کارآمد بوده و باعث کاهش تقاضا انرژی برای سرمایش، گرمایش و روشنایی ساختمان میشوند
- انرژی مصرفی در ای روشها تجدید پذیر و مجانی بوده
- نور خورشید به عنوان اصلی ترین منبع انرژی در این روش ها موجب کاهش مصرف انرژی میباشد.
- ای روشها با جایگزینی انرژی پاک خورشیدی به جای انرژی های رایج موجب کاهش تولید گازهای گلخانه ای به مقدار قابل توجهی در سازه میشوند.
- بهروری انرژی: کاهش قابل ملاحظه هزینه سالانه انرژی
- فضای مطلوب زندگی: پنجره های بزرگ فضا های داخلی باز موجب ایجاد فضایی روشن و دلپذیر در ساختمان شده
- آسایش: فضایی آرام بدون صدای مزاحم ساختمانی گرم در زمستان و سرد در تابستان حتی در زمان قطع انرژی
- ارزش اقتصادی: افزایش رضایت کاربران و افزایش ارزش اقتصادی سازه
- تعمیر و نگهداری: مقاوم بدون نیاز به تعمیر و نگهداری
- سرمایه گذاری: مقاوم در برابر تغییر قیمت حامل های انرژی کاهش هزینه های کاربری
- محیط زیست: استفاده از انرژی پاک و تجدید پذیر کاهش تولید گازهای گلخانه ای

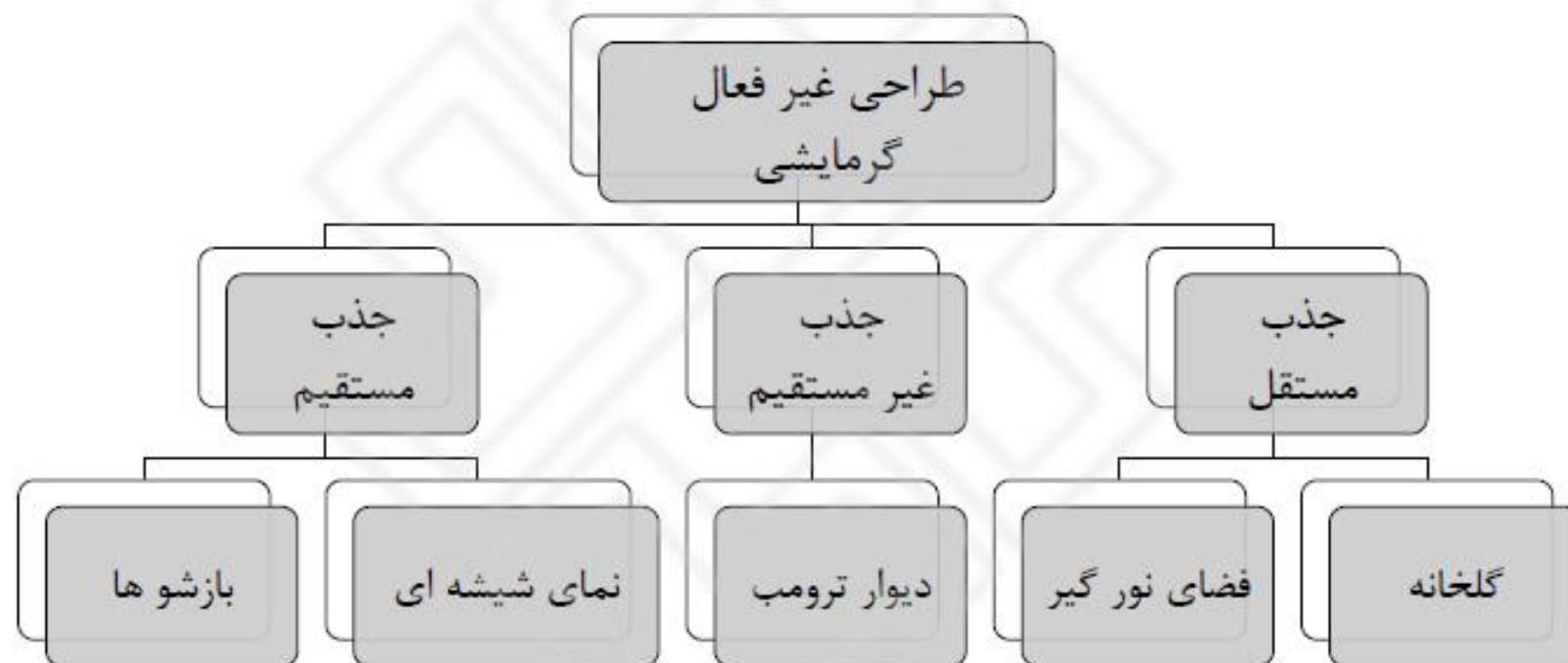
طراحی غیر فعال

• طراحی غیر فعال

- استفاده از تهویه طبیعی
- استفاده از انرژی خورشیدی
- استفاده از نور خورشید

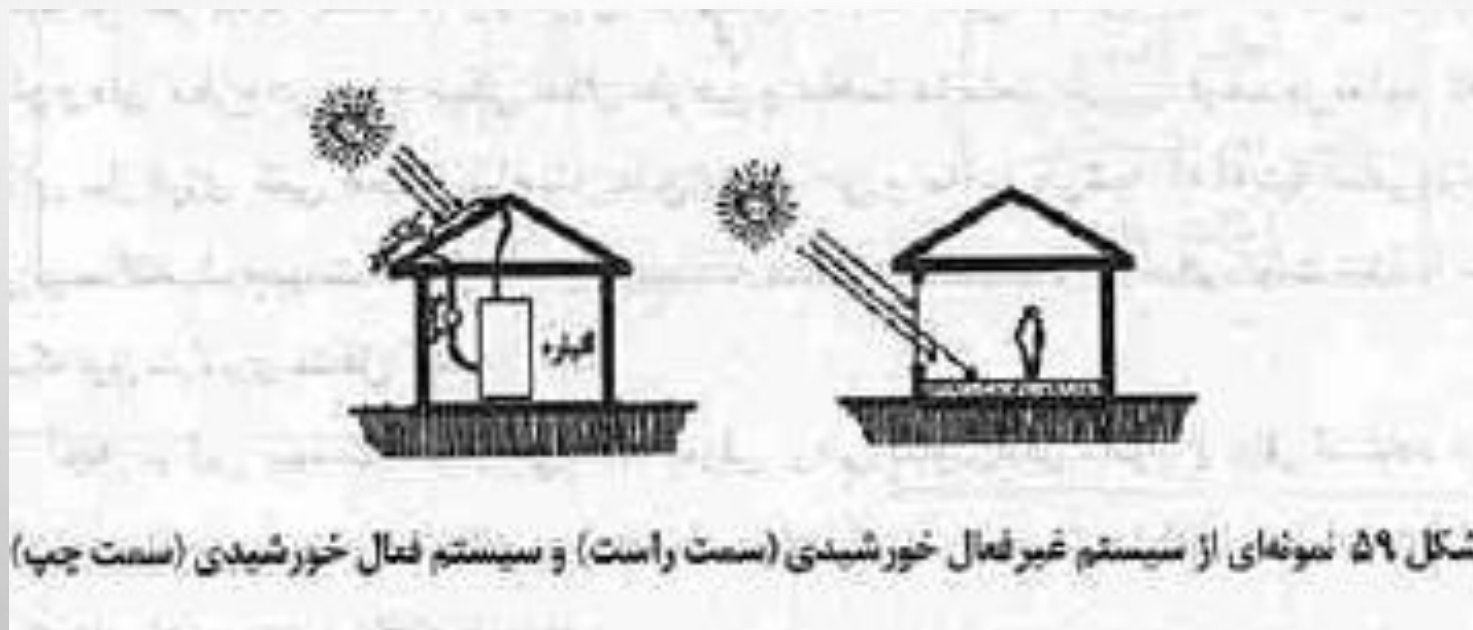


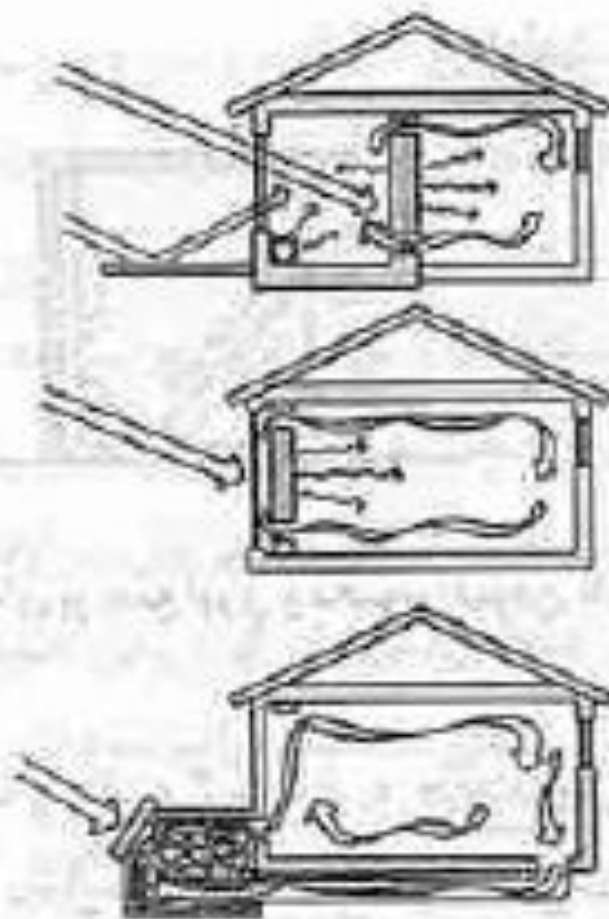




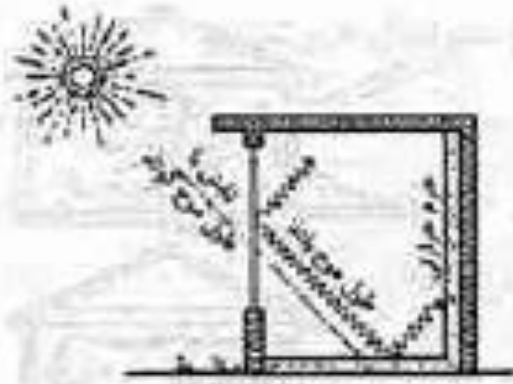
استفاده از انرژی خورشیدی به صورت فعال و غیر فعال

به کارگیری سیستم‌ها و تجهیزات فعال، یا غیرفعال که از منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند خورشید و زمین گرمایی، بهره می‌برند، به خصوص در ساختمان‌های با زیربنای بیش از ۲۰۰۰ متر مربع، توصیه می‌شود.

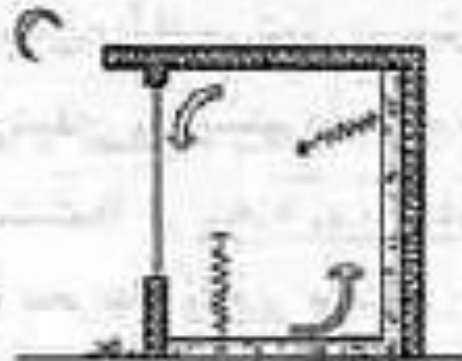




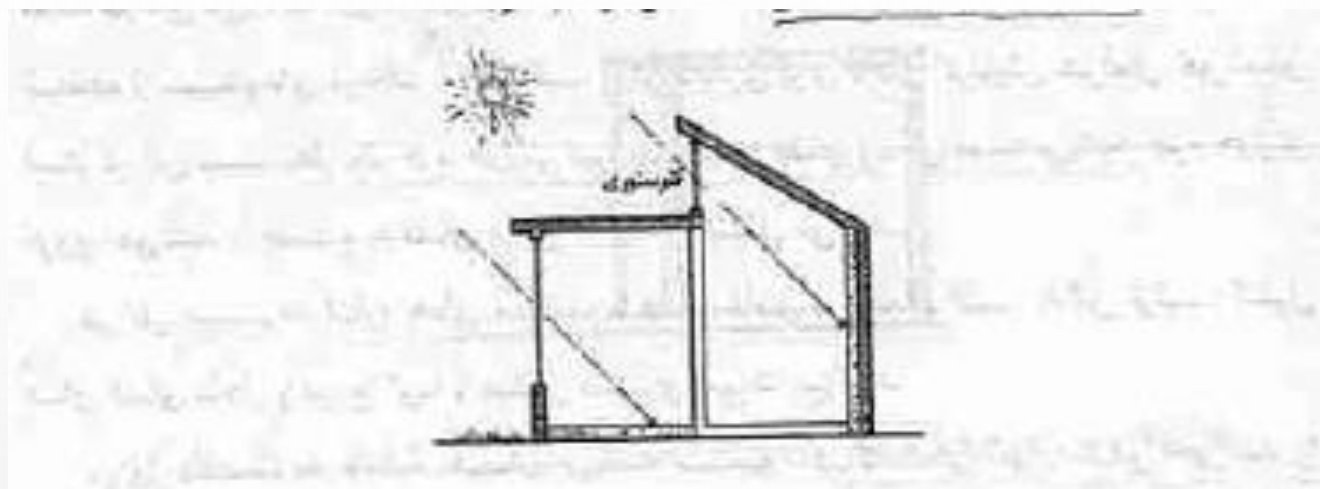
شکل ۶۰ سیستم‌های دریافت مستقیم، غیرمستقیم و مجزا (از بالا به پایین)



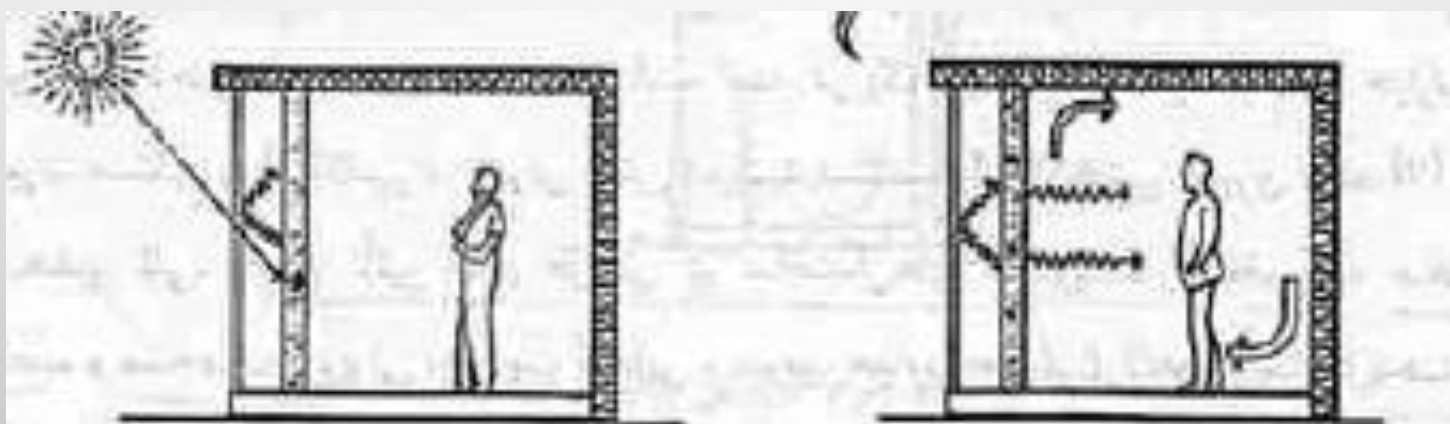
شکل ۶۱ تأثیر اثر گلخانه‌ای بر جمع آوری و محبوس نمودن تابش خورشید در طول روز



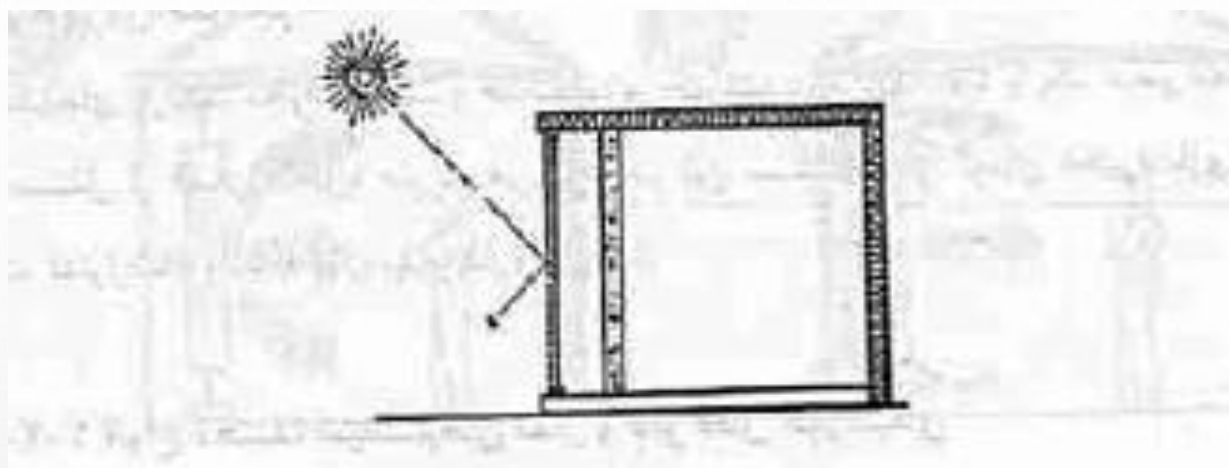
شکل ۶۲ ذخیره گرما در جرم حرارتی برای استفاده در هنگام شب



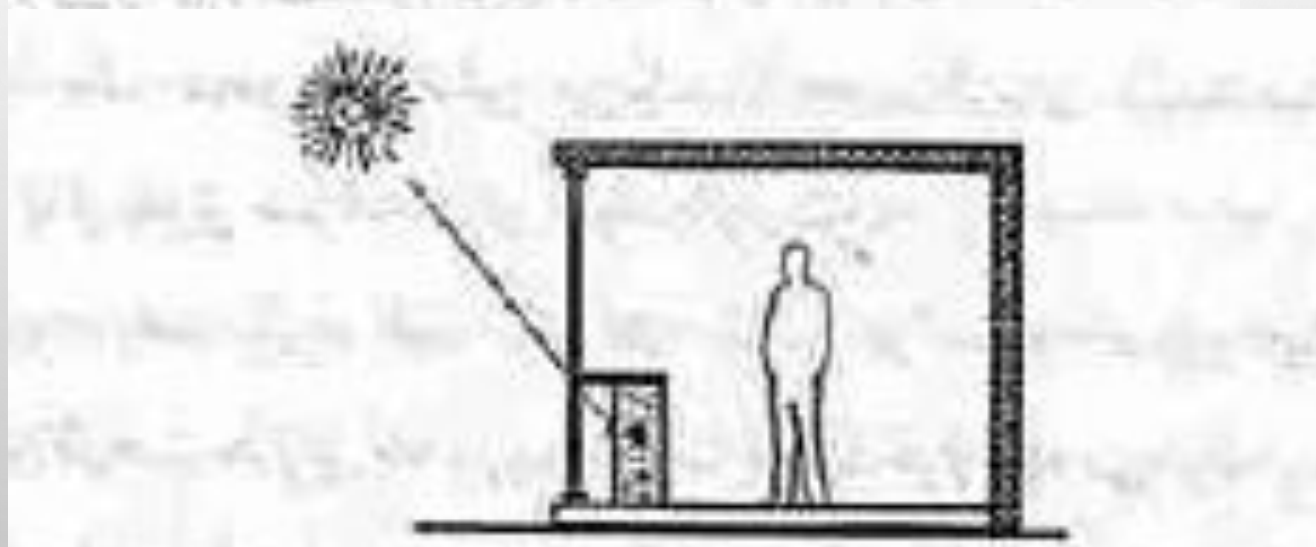
شکل ۶۳ استفاده از پنجره‌های کلوستوری برای ورود تابش مستقیم خورشید به فضاهای حیمة شمالی



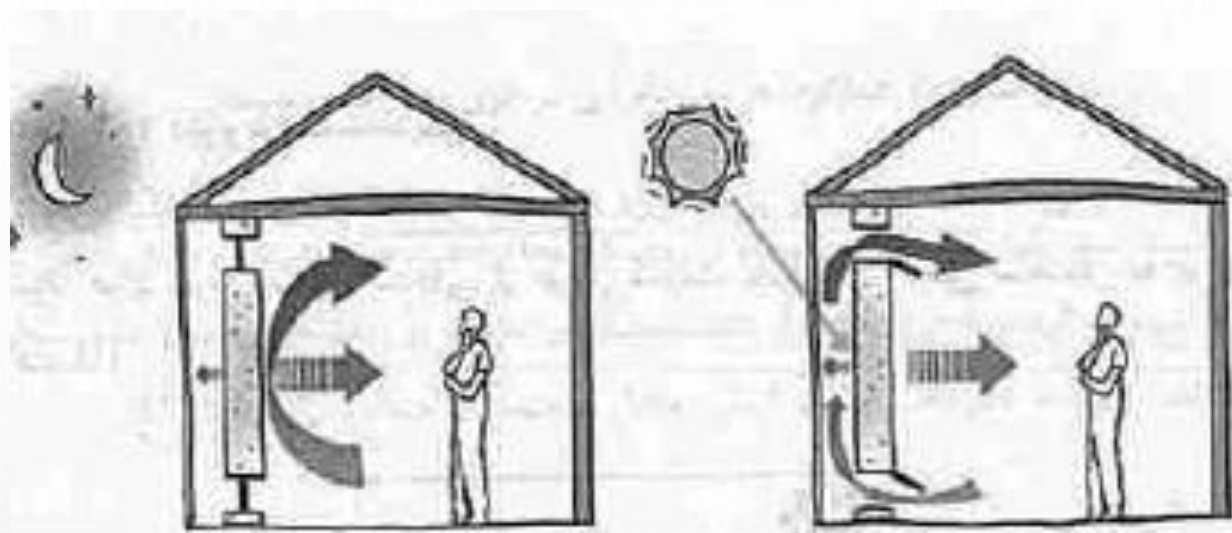
شکل ۶۴ عملکرد حرارتی سیستم‌های دریافت غیرمستقیم در طول روز و شب



شکل ۶۵ لزوم سایه اندازی بر روی سیستم دریافت غیر مستقیم در تابستان در اقلیم های گرم



شکل ۶۶ ترکیب سیستم دریافت مستقیم و غیر مستقیم



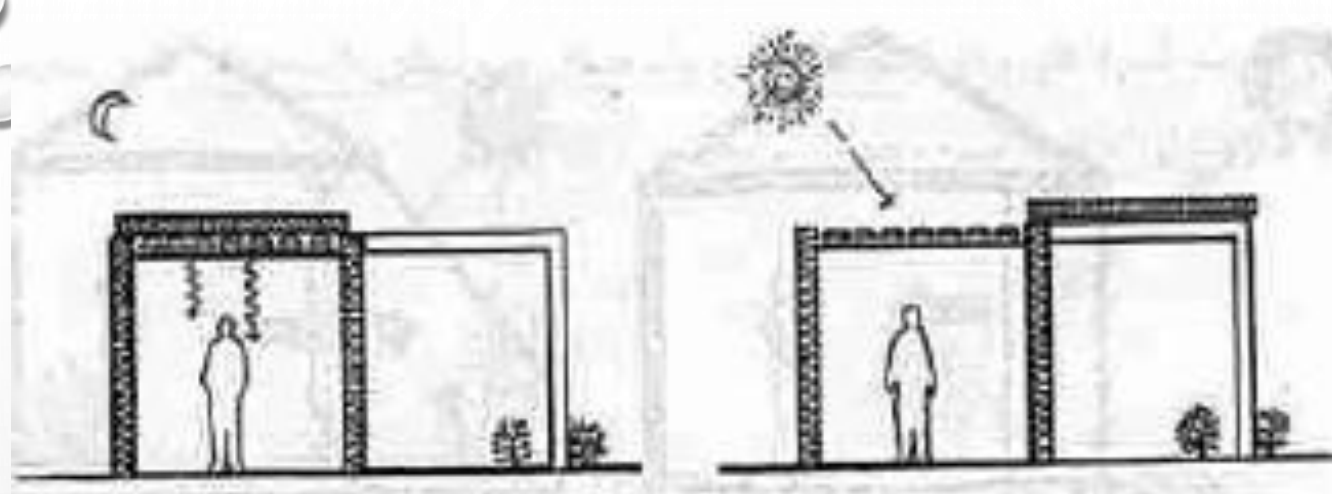
شکل ۶۷ نحوه عملکرد دیوار تروعب هنگام روز (سمت راست) و هنگام شب (سمت چپ)



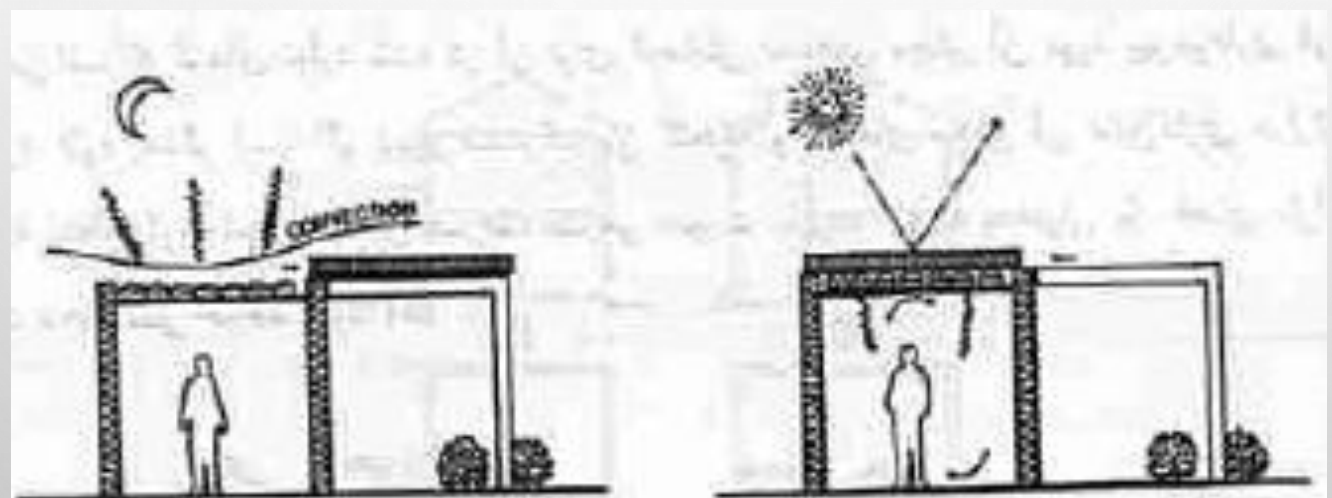
شکل ۶۹ نحوه عملکرد دیوار باراکنستانتی



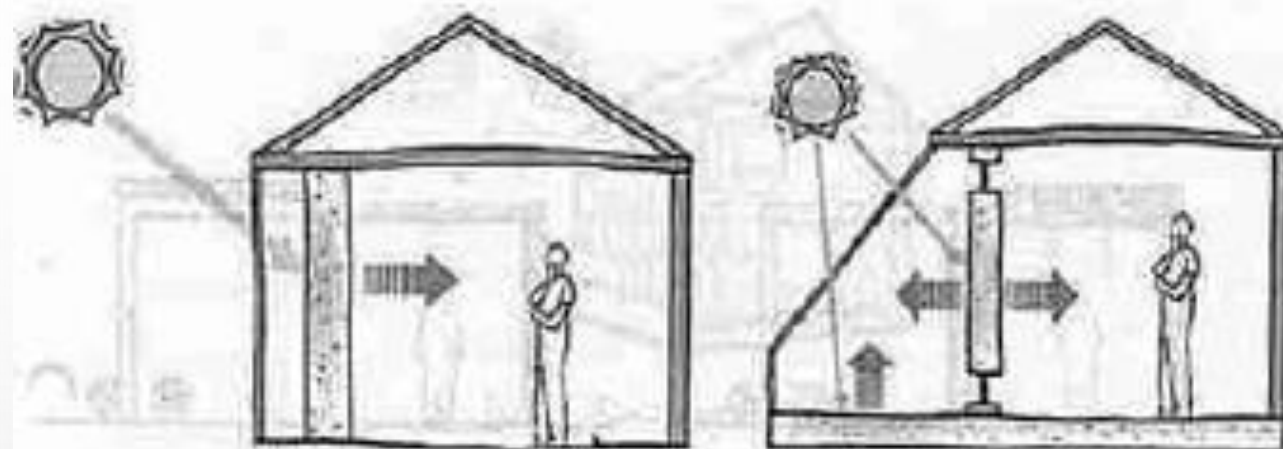
شکل ۶۸ نحوه عملکرد دیوار آبی



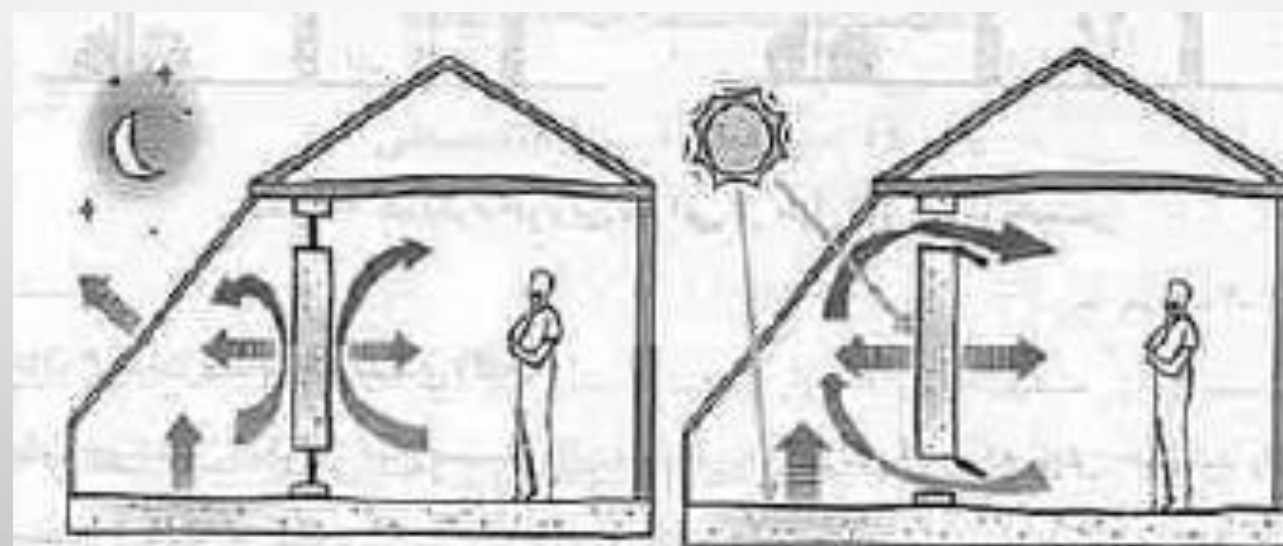
شکل ۷۰ عملکرد حرارتی بام آبی در طول روز و شب زمستانی



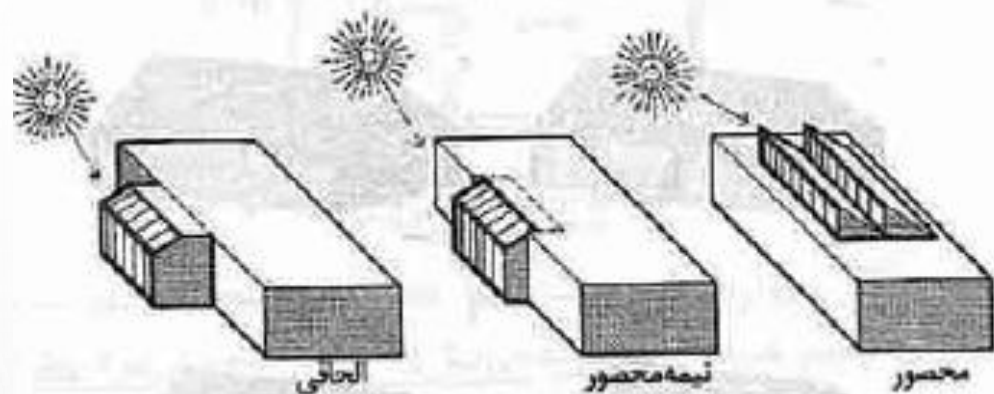
شکل ۷۱ عملکرد حرارتی بام آبی در طول روز و شب تابستان



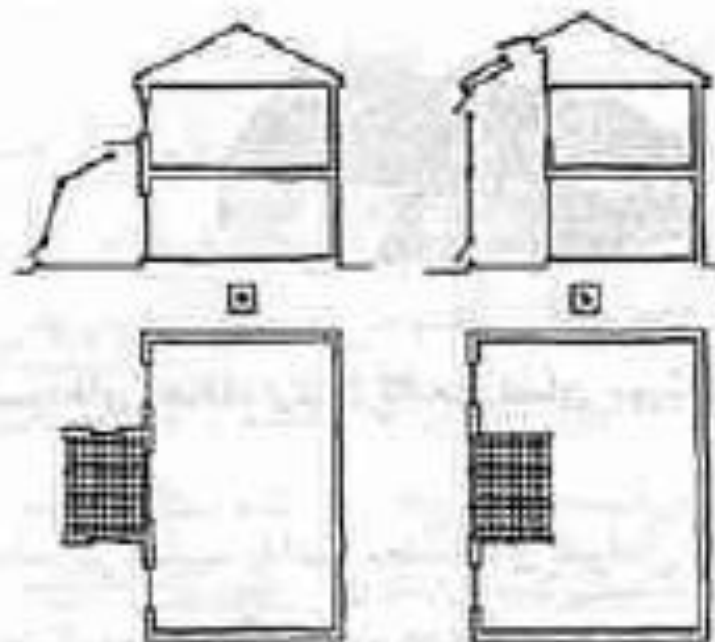
شکل ۷۲ سیستم گلخانه (سمت راست) و سیستم دیوار ترموب (سمت چپ)



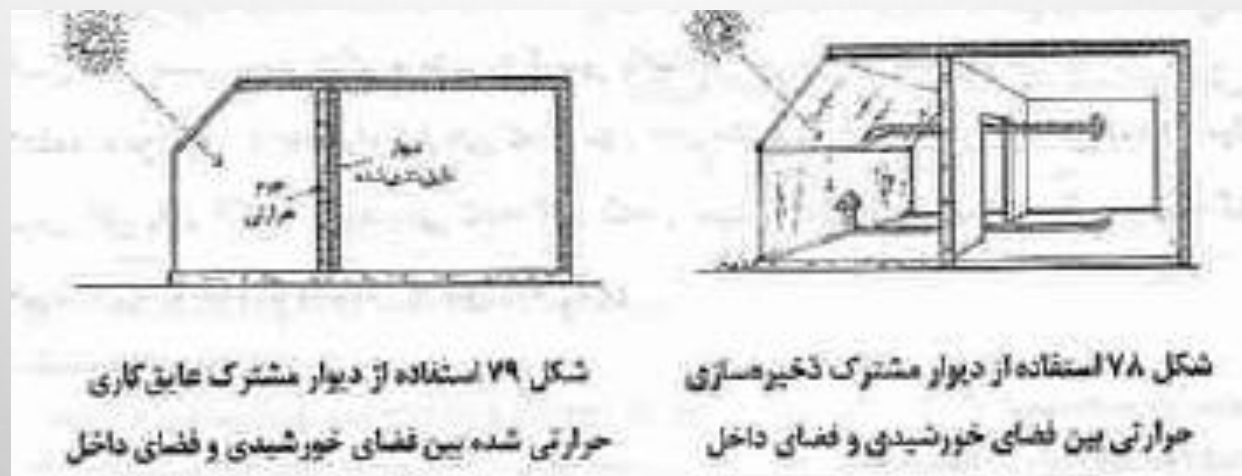
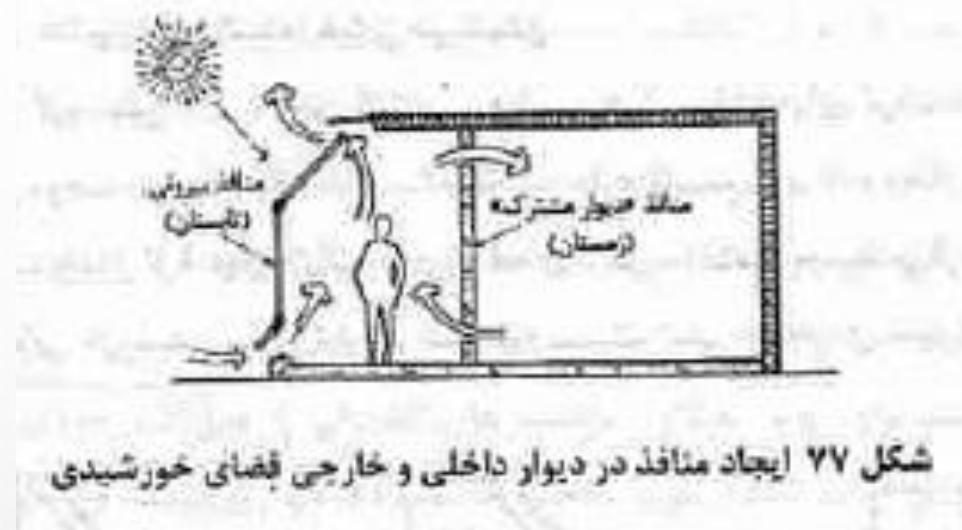
شکل ۷۳ نحوه عملکرد گلخانه در هنگام روز (سمت راست) و هنگام شب (سمت چپ)

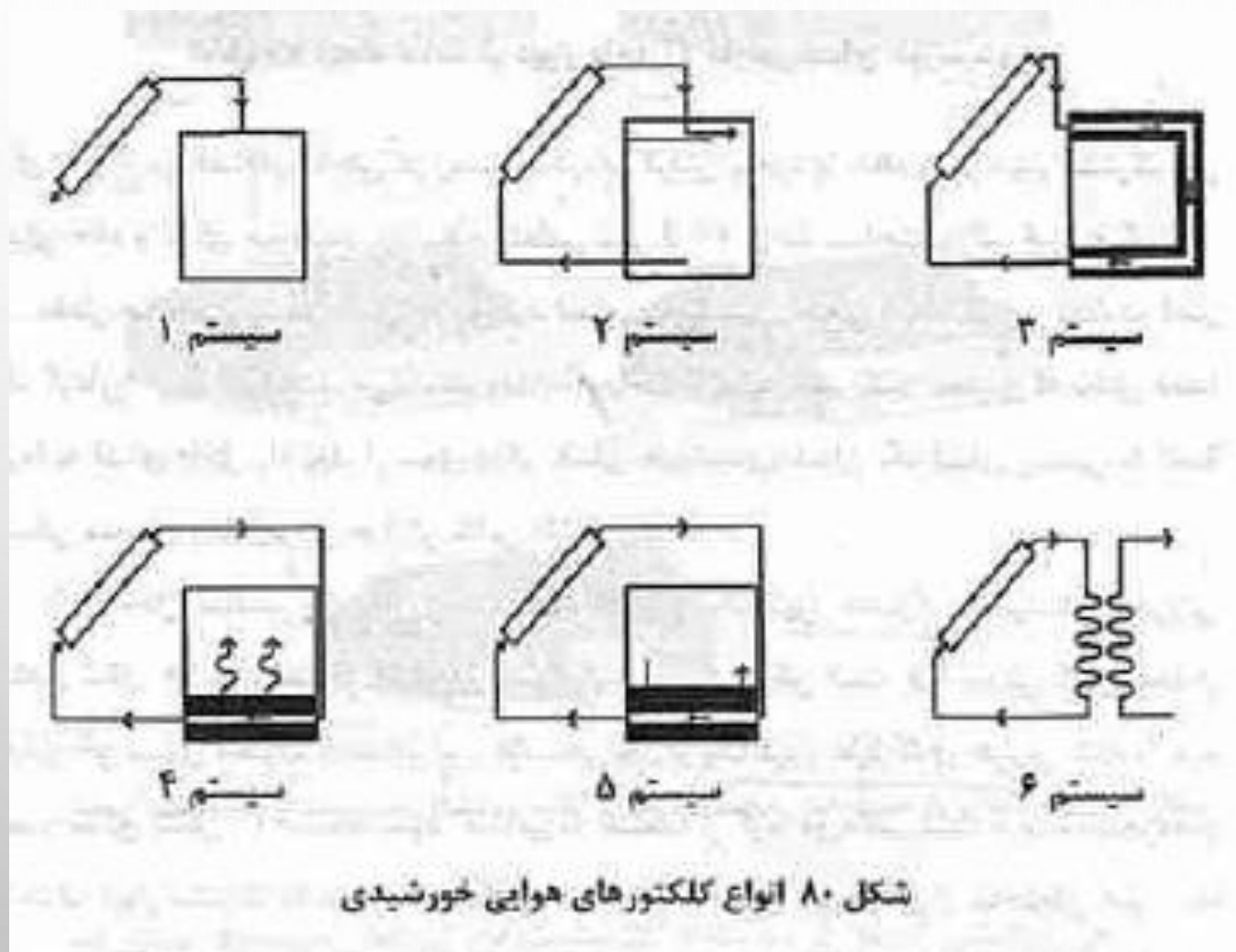


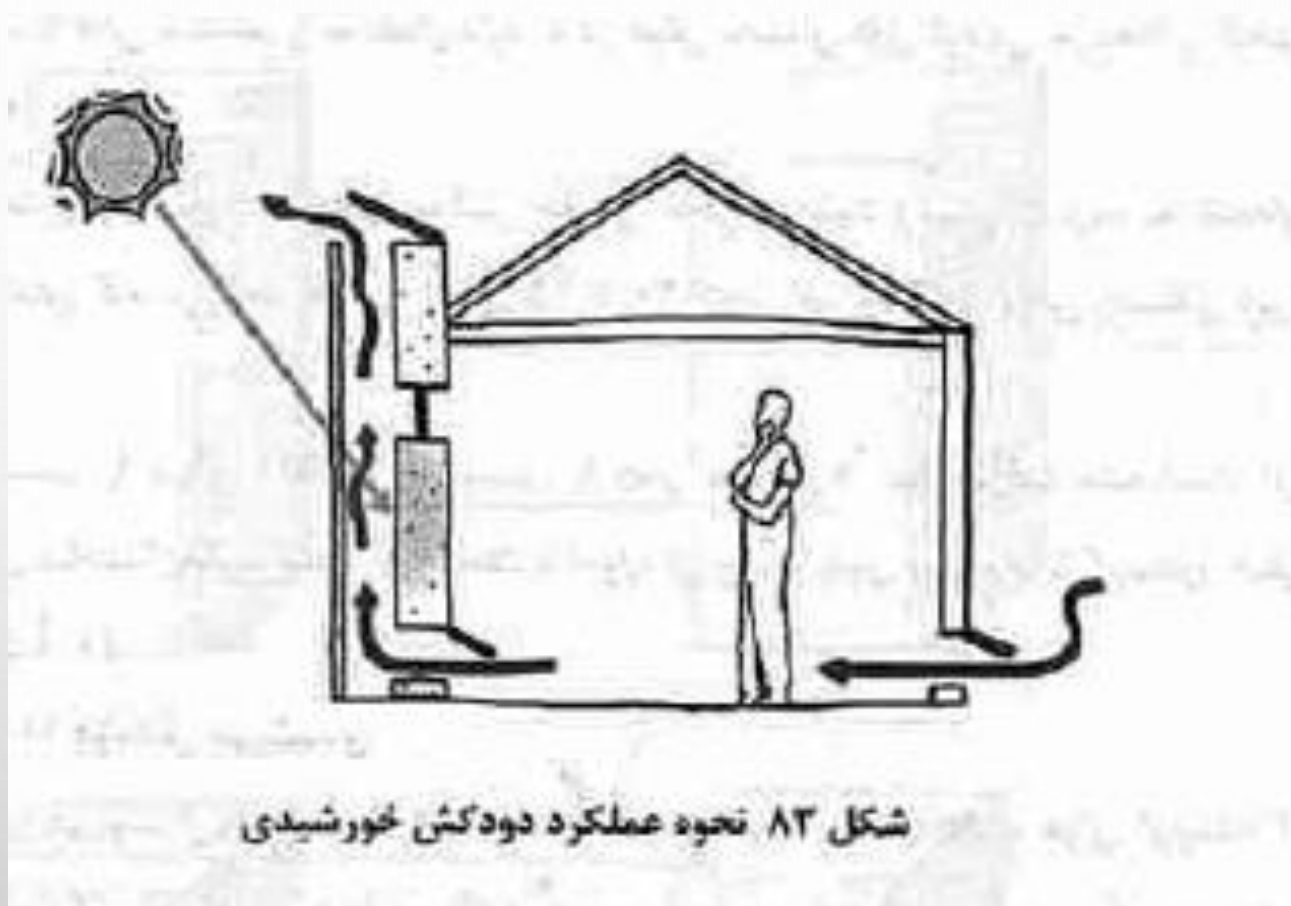
شکل ۷۴ شیوه کلی برای ارتباط کالبدی فضای خورشیدی و ساختمان اصلی



شکل ۷۵ پلان و مقطع نمونه‌ای از فضای خورشیدی نیمه محصور (سمت راست) و الحاقی (سمت چپ)

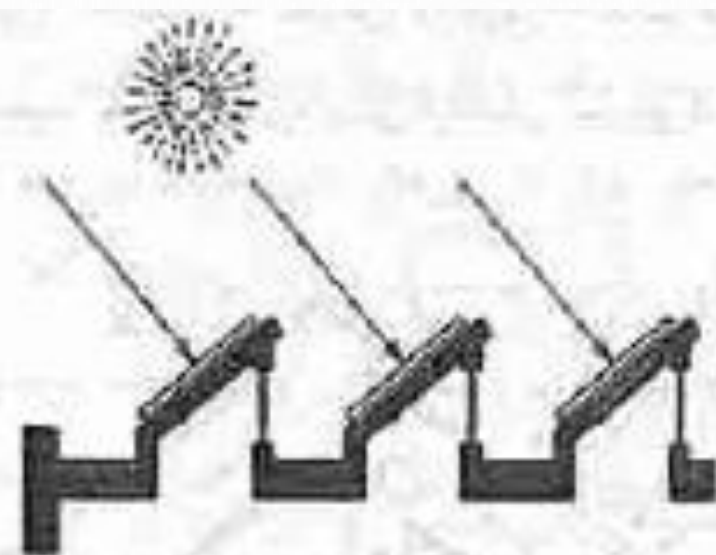








شکل ۸۶ تهویه لایه زیری عدول های فتوولتالیک در تابستان و استفاده از این گرما در زمستان برای گرمایش ساختمان



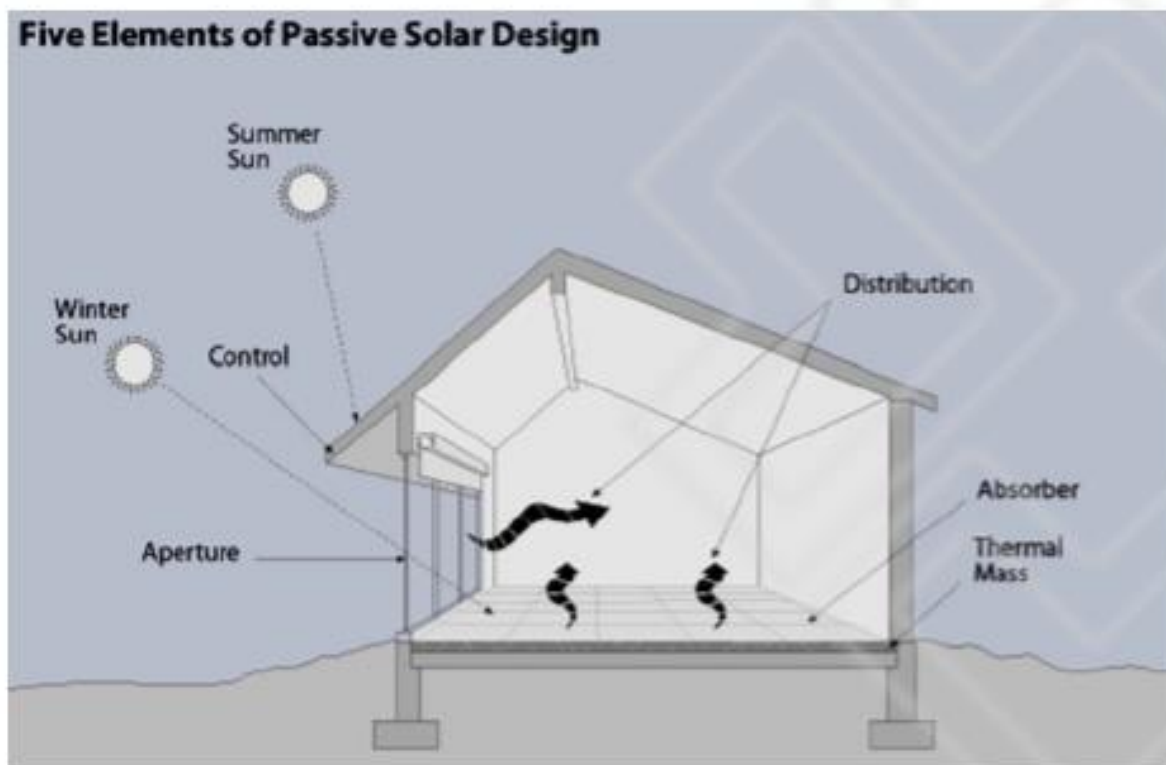
شکل ۸۸ استفاده از پنجره‌های گسترده‌تری هم برای بهره‌گیری از نور طبیعی و هم برای نصب
پاتل‌های فتوولتائیک

طراحی سیستمهای غیر فعال گرمایشی

- **طراحی غیر فعال گرمایشی** استفاده از توانائی جذب، ذخیره سازی، و باز پخش انرژی حرارتی در مواد ساختمانی به سه روش هدایت، همرفت و تابش میباشد.
- در این روش جرم ساختمان به عنوان انباره انرژی برای ذخیره سازی انرژی در طول روز و رها سازی انرژی ذخیره شده در شب استفاده میشود.
- از این رو در این روش طراحی معماری سازه در کنار بکارگیری خواص فیزیکی مواد مورد استفاده قرار میگیرد.
- از آنجا که اصلی ترین روش تامین انرژی در این روش استفاده از انرژی خورشیدی میباشد طراحی صحیح و اصولی اجزا اصلی ساختمان غیر فعال از جمله پنجره ها، عایق های انرژی، جرم های گرمایشی و کاهش مصرف انرژی تا ۷۰٪ قابل دستیابی میباشد.

• اجزا طراحی غیر فعال گرمایشی:

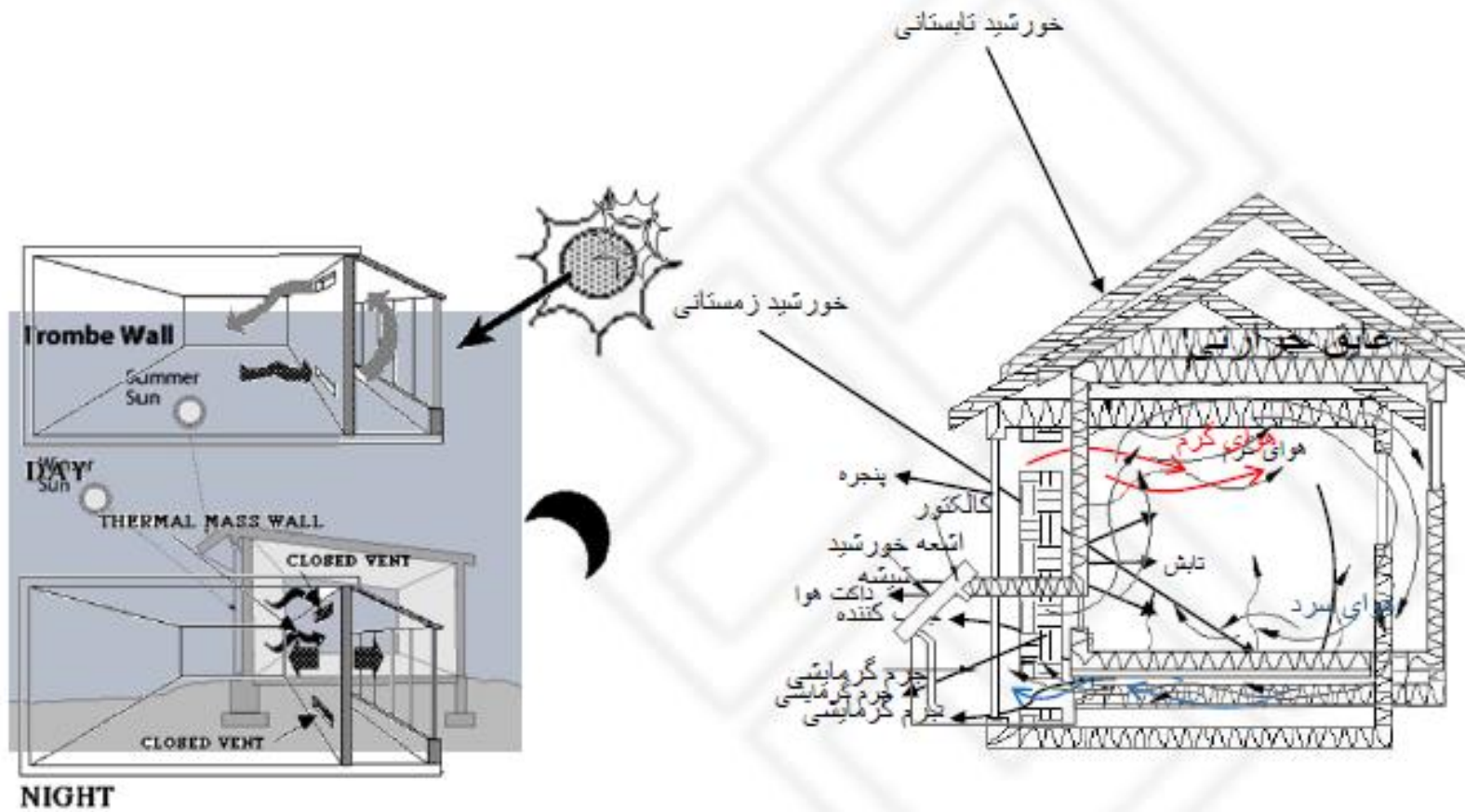
- باز شو ها (Aperture)
- جذب کننده ها (Absorber)
- جرم گرمایشی (Thermal Mass)
- پخش انرژی (Distribution)
- کنترل کننده ها (Controls)



طراحی غیر فعال گرمایشی

روشهای طراحی غیر فعال گرمایشی:

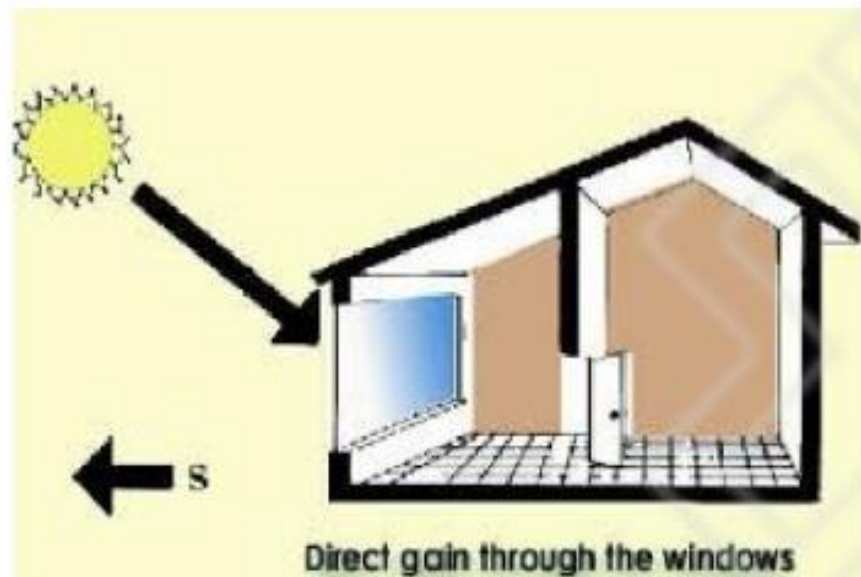
- جذب مستقیم:
- جذب غیر مستقیم:
- جذب مستقل



طراحی غیر فعال گرمایشی

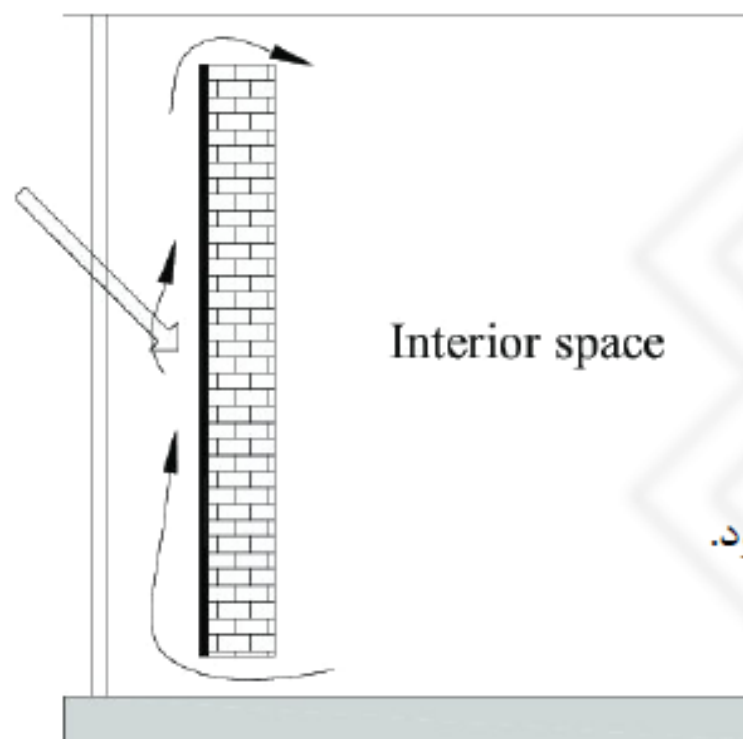
• جذب مستقیم:

- ساده ترین روش طراحی گرمایشی غیر فعال
- جرم ساختمان با ذخیره انرژی در طول روز و رها سازی آن در شب سعی در متعادل سازی حرارت داخلی ساختمان میکند.



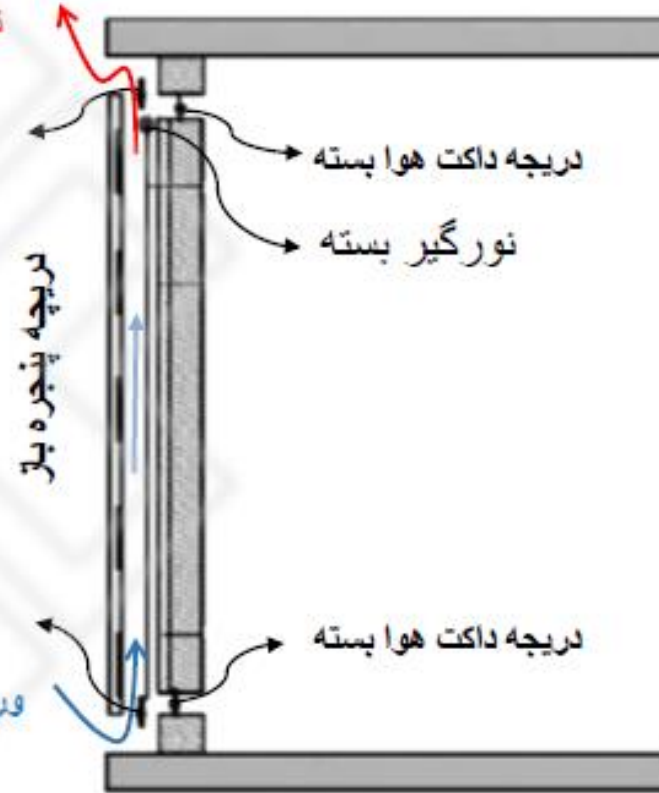
• جذب غیر مستقیم:

- یک جذب کننده حجیم تیره رنگ انرژی در مقابل پنجره قرار گرفته
- با گذر دادن هوا داخلی و یا خارجی در اطراف جرم حجیم گرمایشی
- و بهره گیری از قانون انتقال حرارت همرفت هوای داخلی گرم/سرد میشود.
- دیوار ترومب رایج ترین مدل طراحی غیر فعال گرمایشی با استفاده از جذب غیر مستقیم میباشد.
- دیوار ترومب یک دیوار ضخیم ۲۰ الی ۴۰ سانتی بوده که در فاصله ۲ الی ۵ سانتی از یک بازو پوشیده بوسیله پنجره یک یا دو لایه قرار میگیرد.
- گرمای خورشید پس از عبور از شیشه توسط دیوار جذب، ذخیره شده و تا ساعتها پس از تاریکی به محیط اطراف توسط خاصیت تابش و همرفت پس داده میشود.



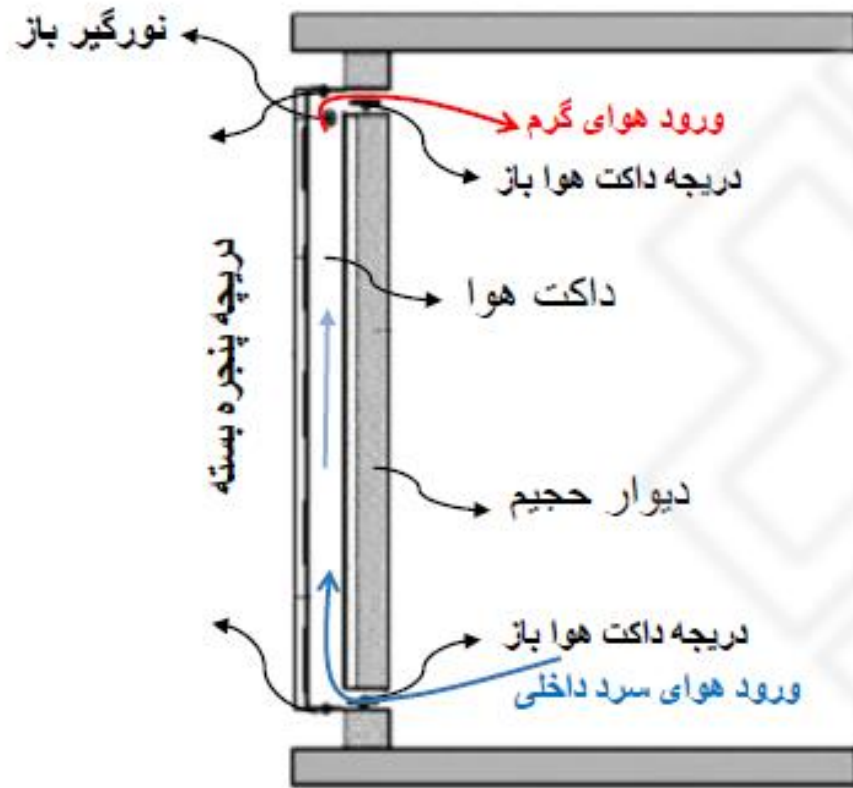
• حالت سرمایشی

تخلیه هوای گرم



تابستان

• حالت گرمایشی



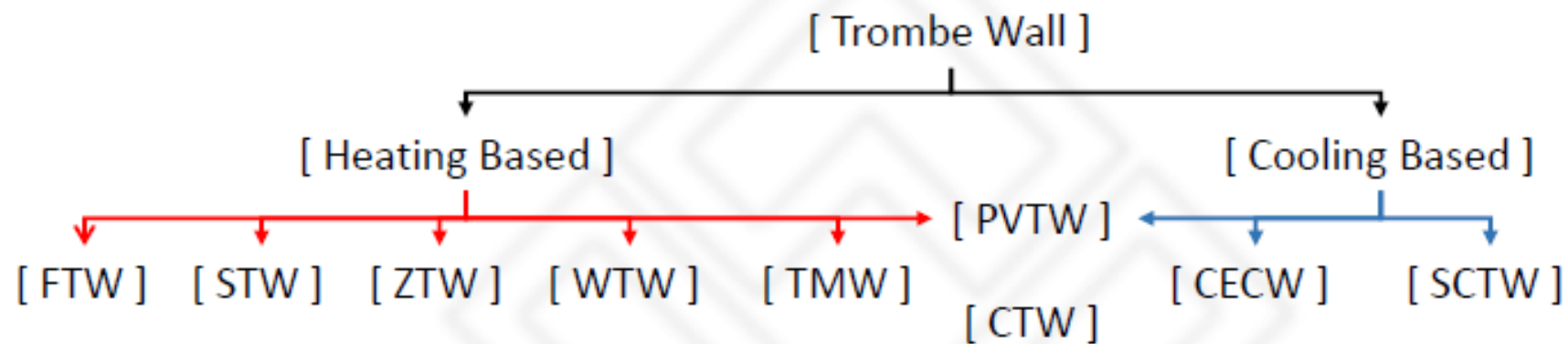
زمستان

چیدمان های متفاوت دیوار ترومب



1. Shading 2. Wall Vent 3. Glazing 4. Air Layer 5. Massive Wall 6. Gazing Vent

مدل های متفاوت دیوار ترومب



FTW: Fluidized Trombe wall

ZTW: Zigzag Trombe wall

TMW: Trombe–Michel wall

CTW: Classic Trombe wall
Trombe wall

SCTW: Trombe Wall in Combination with Solar Chimney

CECW: Ceramic Evaporative Cooling Wall

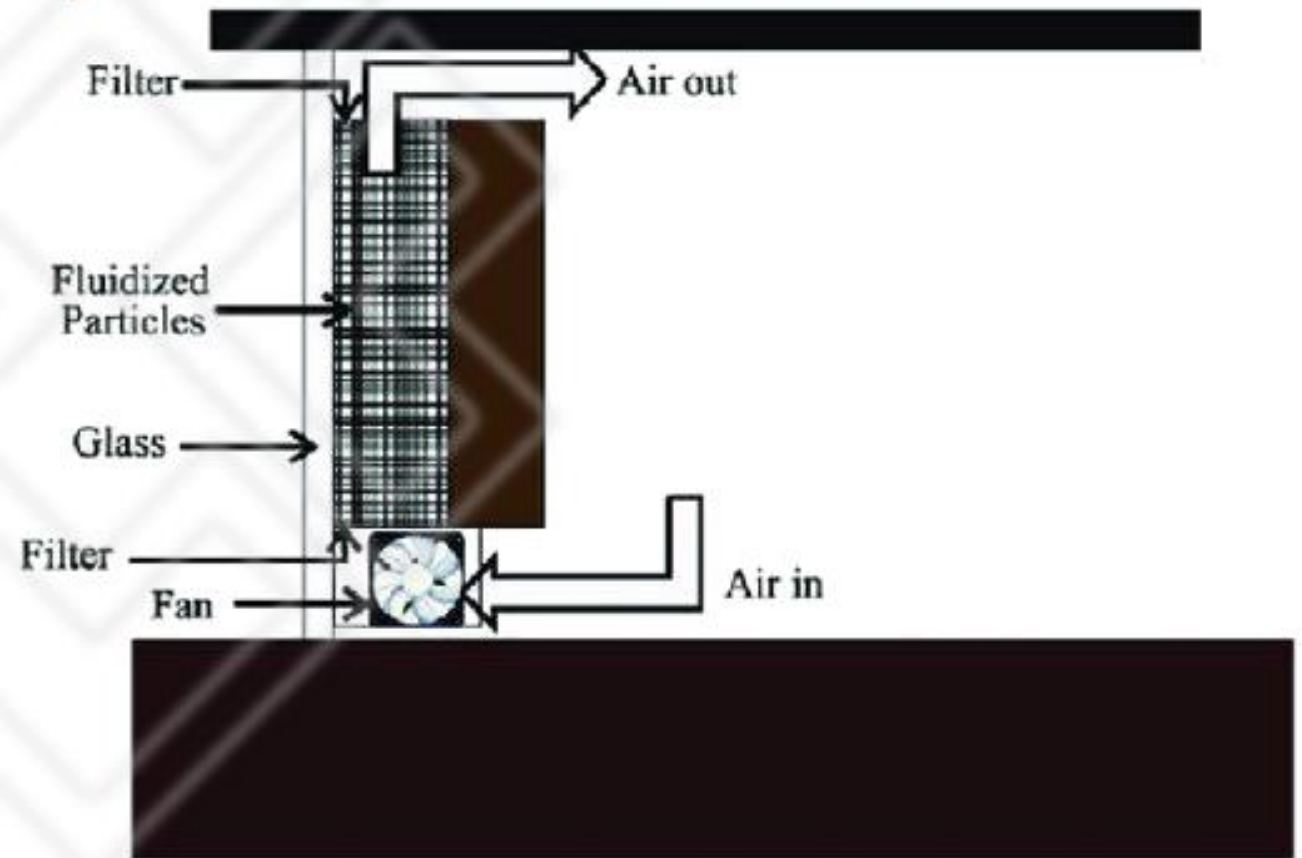
STW:

WTW: Water Trombe

PVTW: Photovoltaic

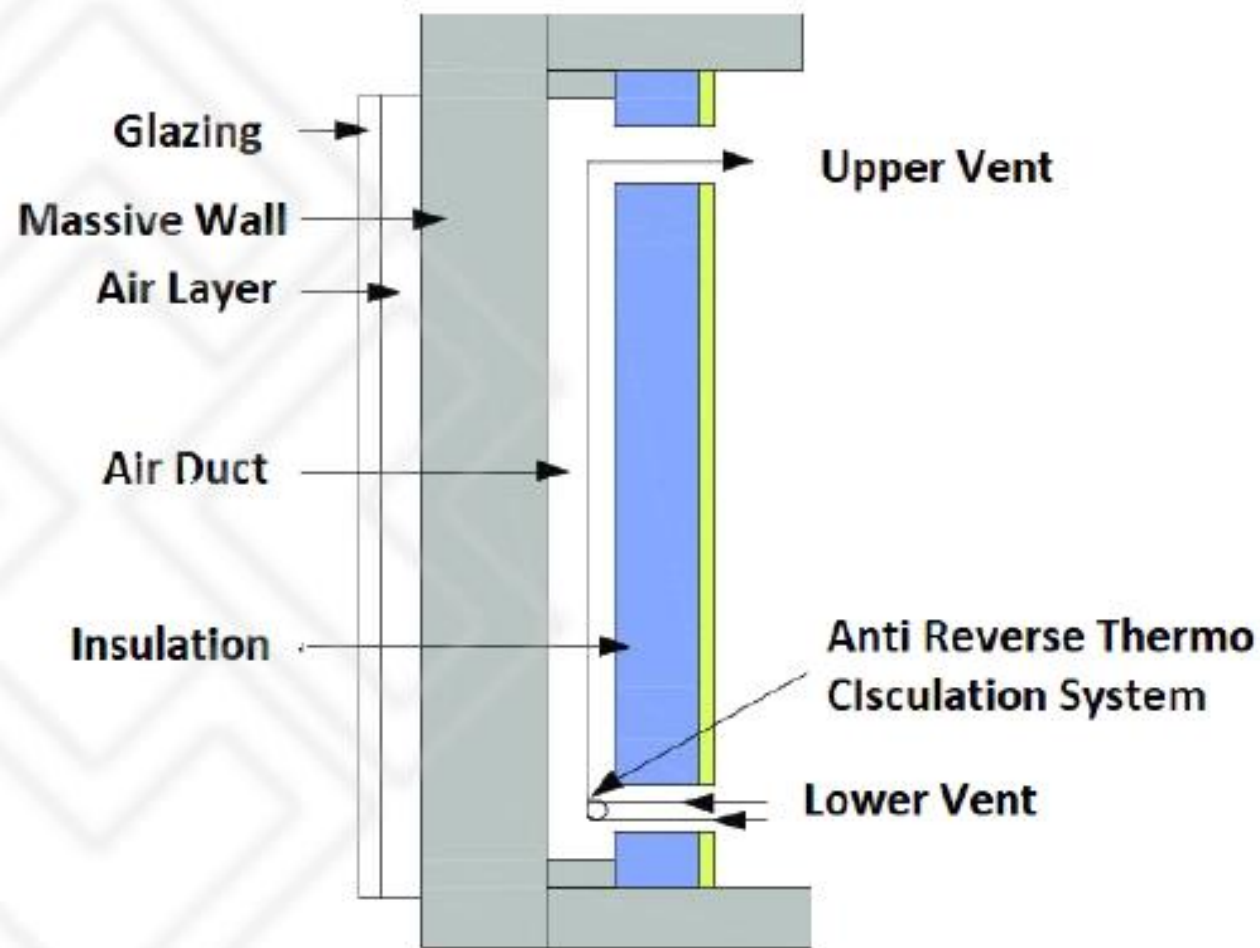
دیوار ترومب مایع

FTW: Fluidized Trombe Wall



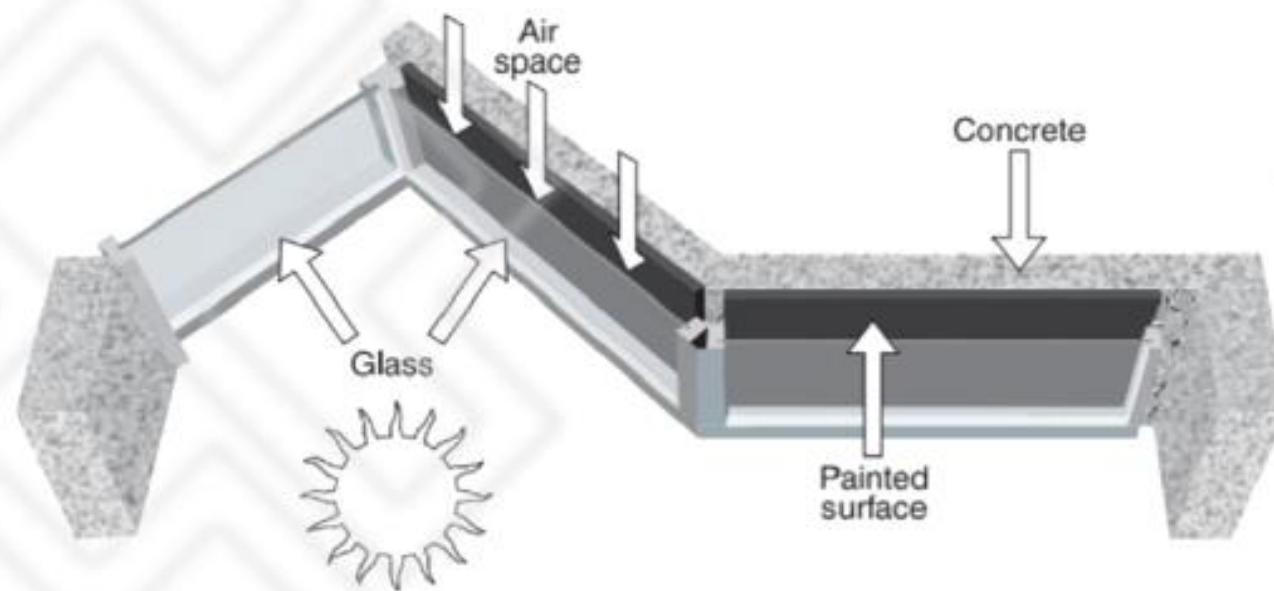
دیوار ترومب ترکیبی

CTW: Composite Trombe Wall



دیوار ترومب زیگزاگ

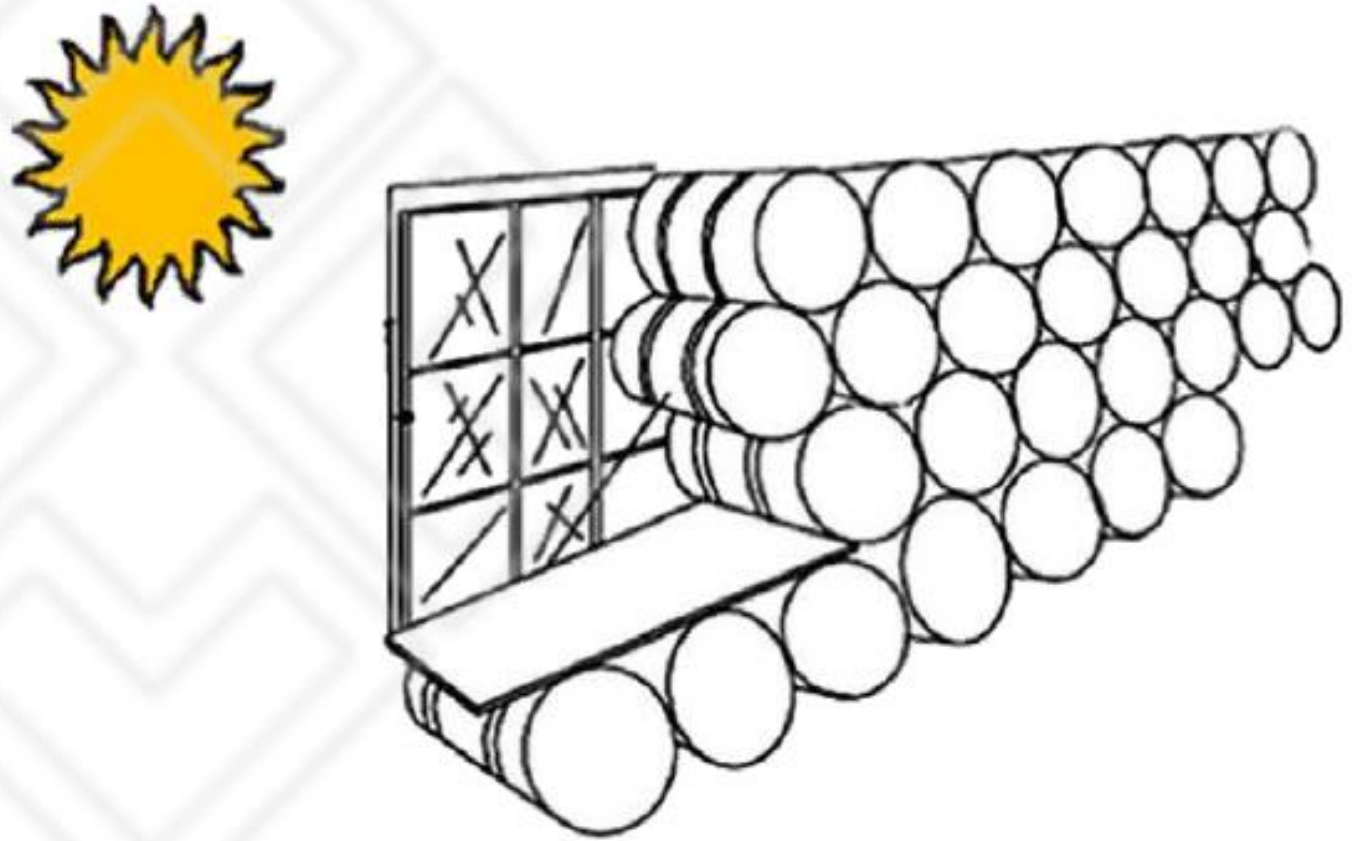
ZTW: Zigzag Trombe Wall



NERL's Visitor Center Trombe Wall

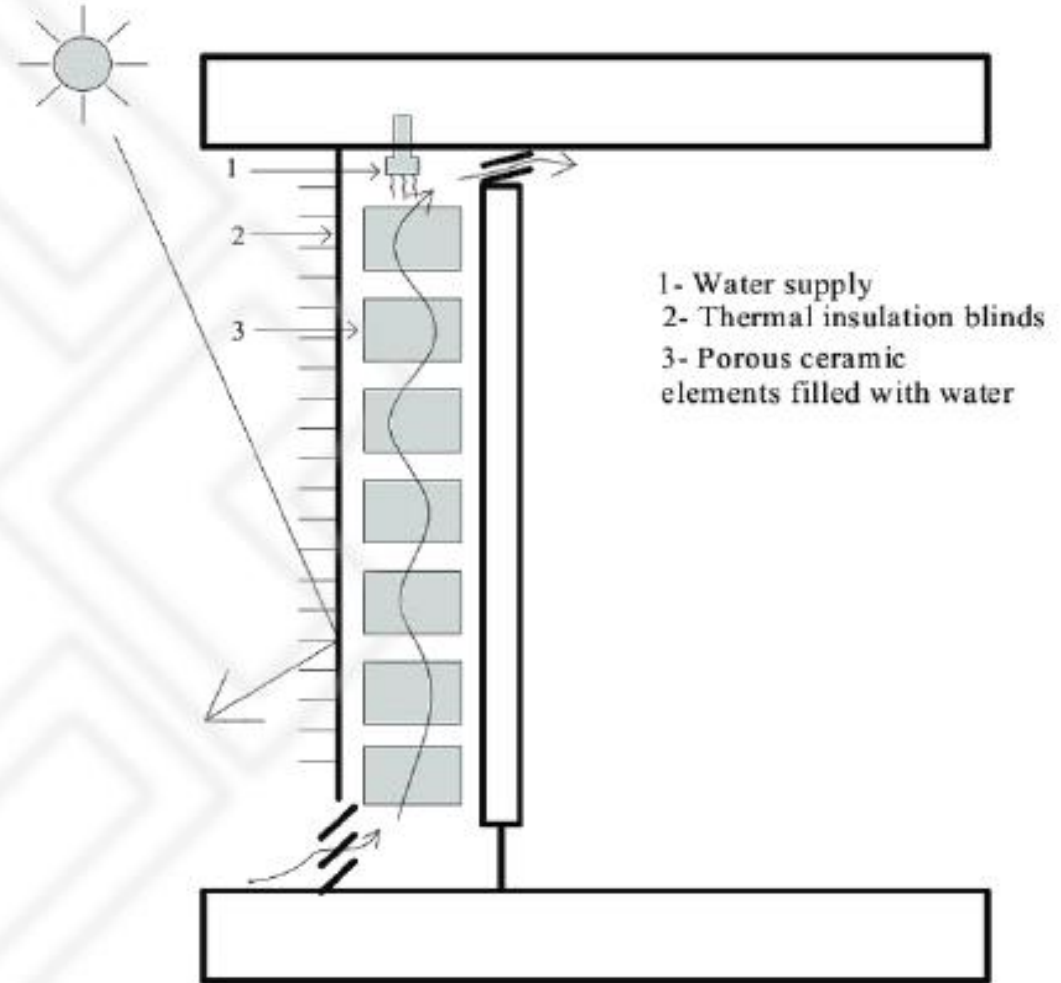
دیوار ترومب ترنس وال

WTW: Water Trombe Wall



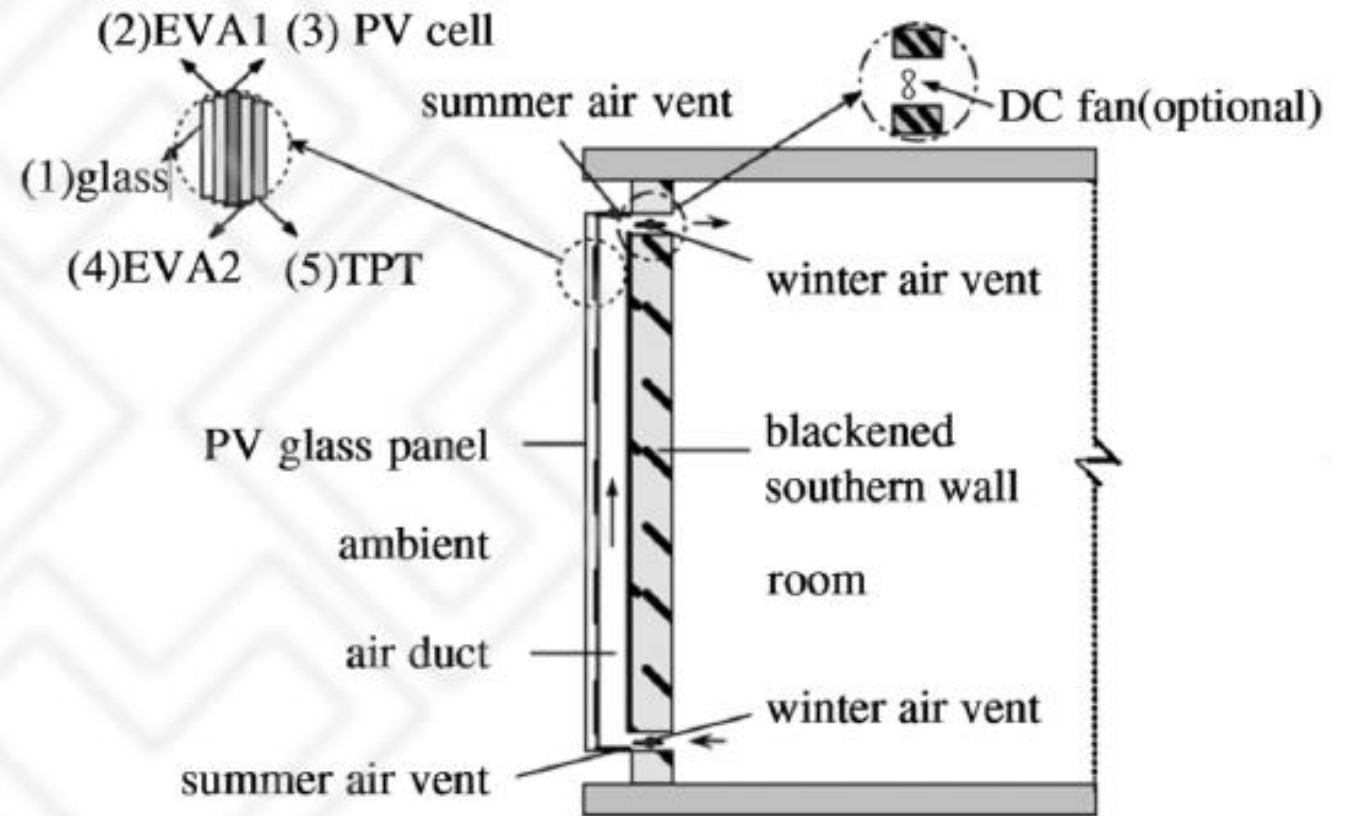
دیوار ترومب سرامیکی (هیبریدی)

CECW: Ceramic Evaporative Cooling Wall

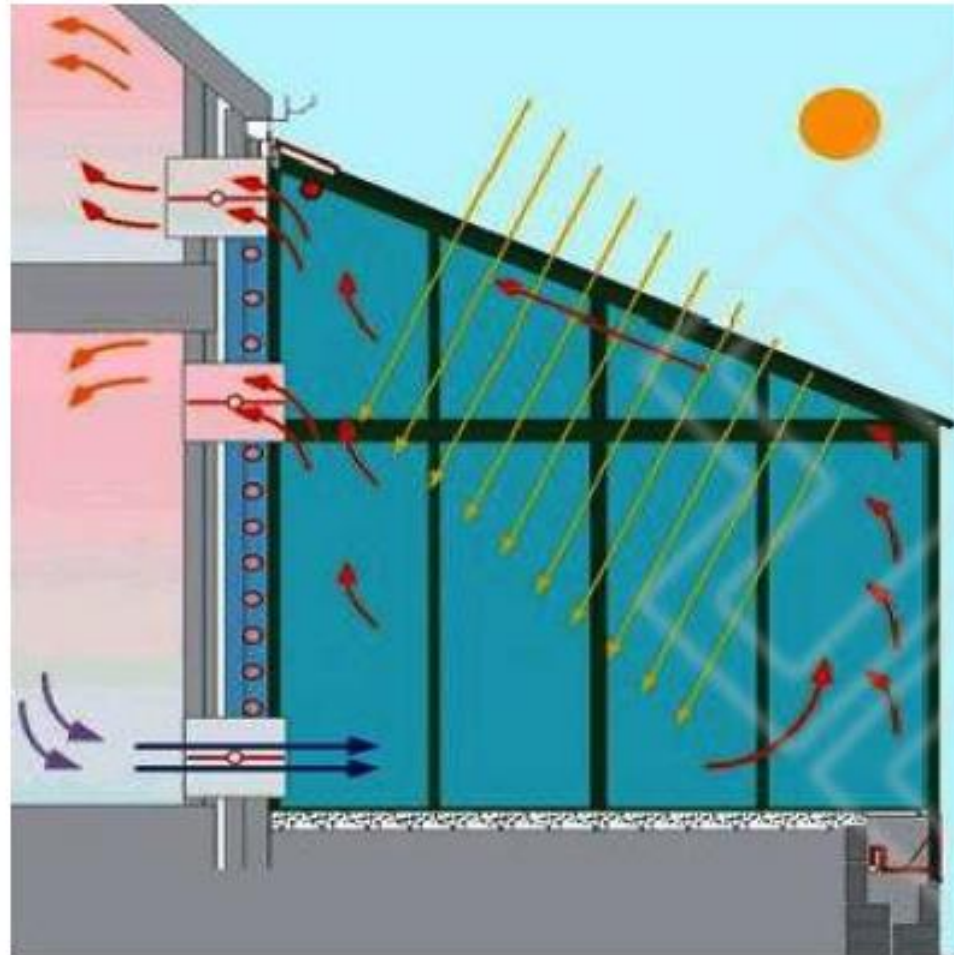


دیوار ترومب با سلول خورشیدی

PV-Trombe wall with DC fan for winter heating



طراحی غیر فعال گرمایشی



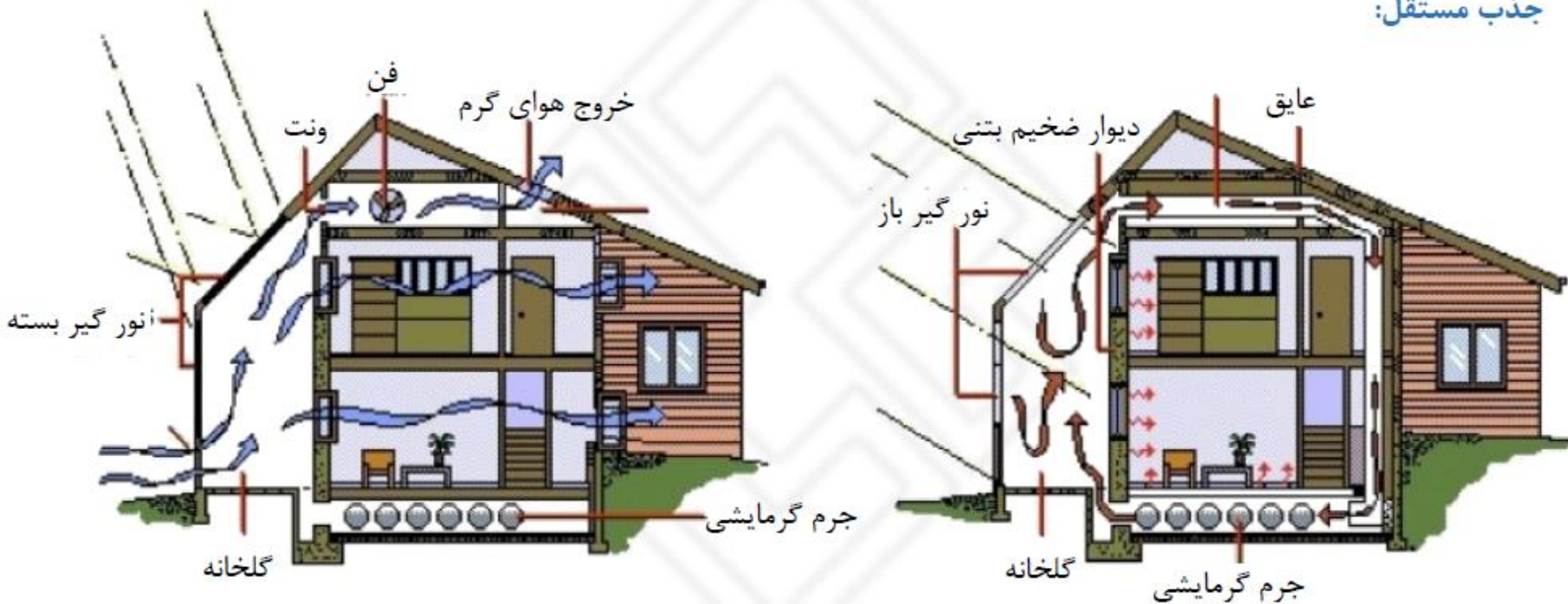
• جذب مستقل:

- در این روش انرژی خورشیدی در فضایی مستقل از فضای داخلی خانه ذخیره شده و انرژی ذخیره شده به روشهای متفاوت به فضای داخلی میشود.
- استفاده از فضای نورگیر (sunspace) رایج ترین شیوه استفاده از جذب مستقل میباشد.

• فضای نور گیر (Sun-Space)

- نور گیرها فضاها را بسته با دیوارهای شیشه ای بوده که وظیفه جذب انرژی خورشیدی به دو روش مستقیم و غیره مستقیم و ذخیره انرژی جذب شده را دارا میباشند.
- انرژی ذخیره شده در این فضا به وسیله داکت هوا در پنجره و یا دیوار یا کف مشترک به فضای داخلی منتقل میشود.
- برای جلوگیری از تاثیر پذیری فضای داخلی از تغییرات در میزان جذب انرژی خورشیدی نورگیرها معمولاً از فضای داخلی جدا میشوند

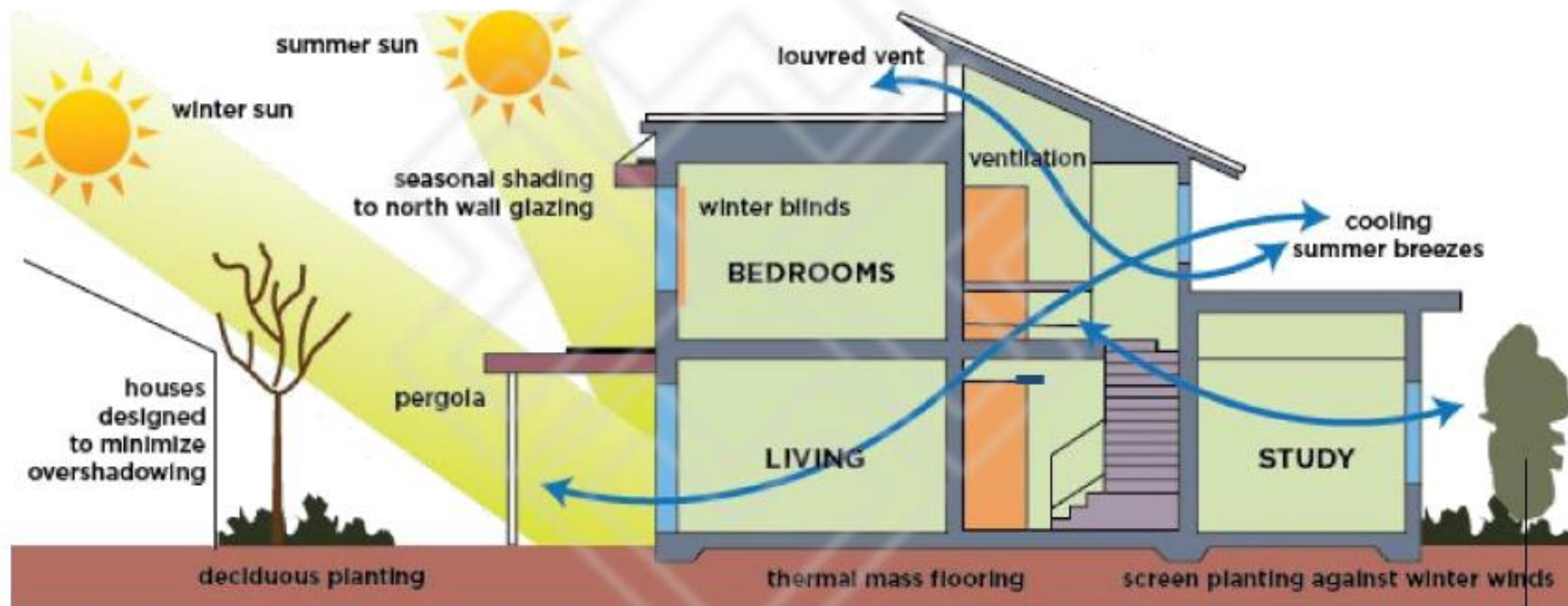
- جذب مستقل:



طراحی غیر فعال سرمایشی



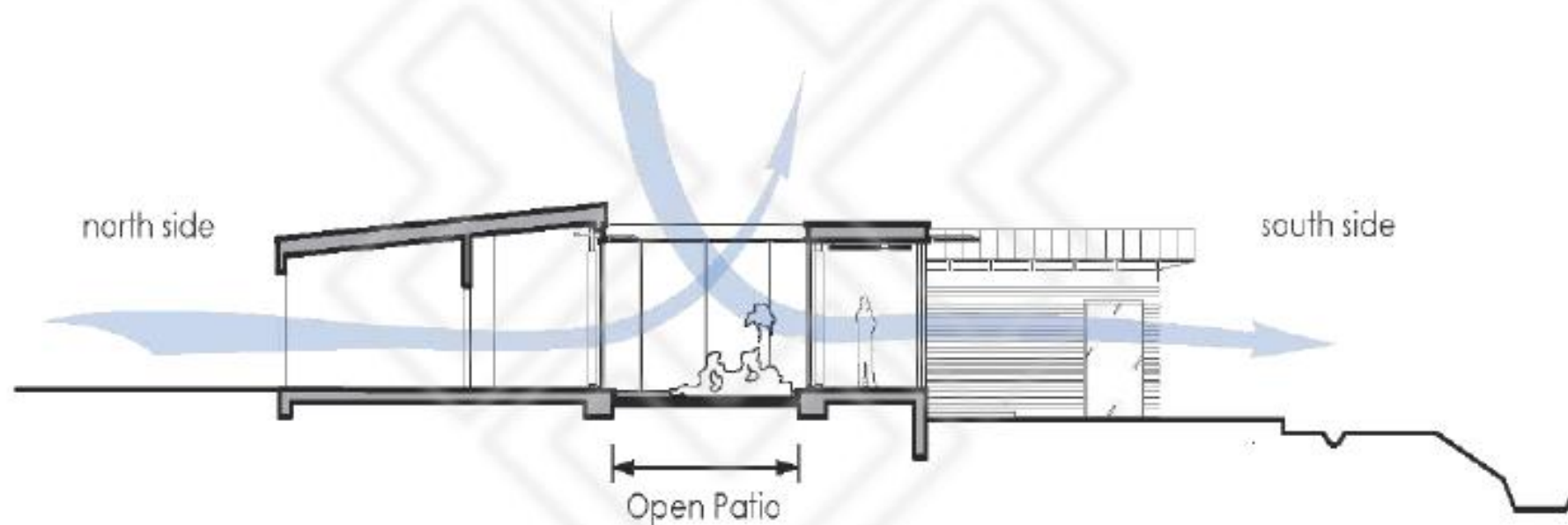
طراحی غیر فعال سرمایشی



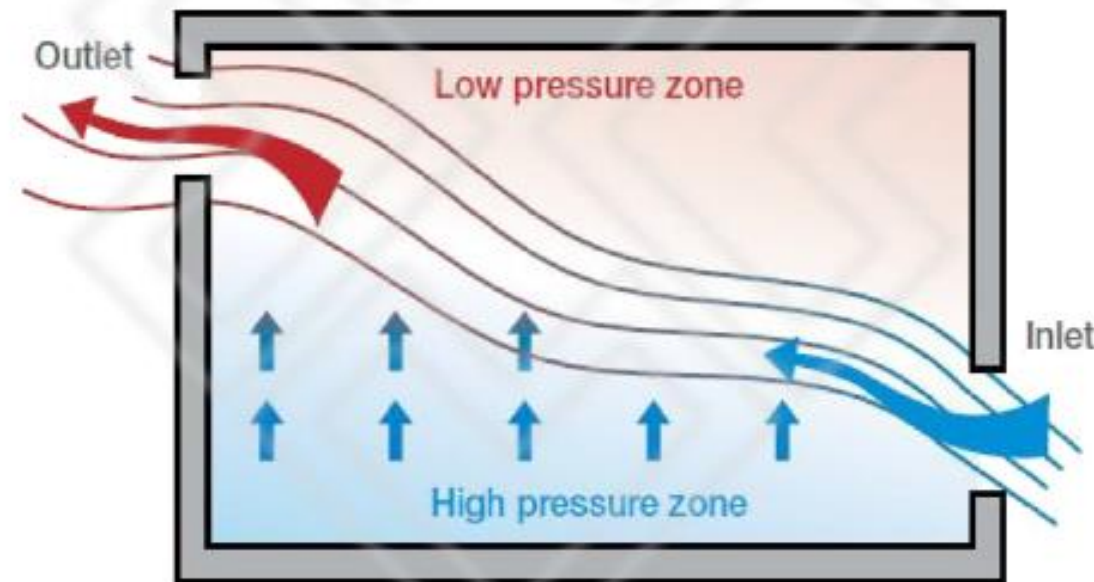
طراحی غیر فعال سرمایشی

- سیستمهای سرمایش غیرفعال ارزان ترین روش کاهش دمای داخلی ساختمان با بهره وری بهینه از پوسته خارجی ساختمان بدون بهره گیری از سیستمهای مکانیکی میباشد.
- این روش برای کاهش دمای داخلی به استفاده از سینک حرارتی طبیعی وابسته میباشد.
- به دلیل وابستگی این روشها به تغییر درجه حرارت خارجی و رطوبت محیط ، بهره وری این روشها را به شرایط جوی خارجی وابسته کرده است.

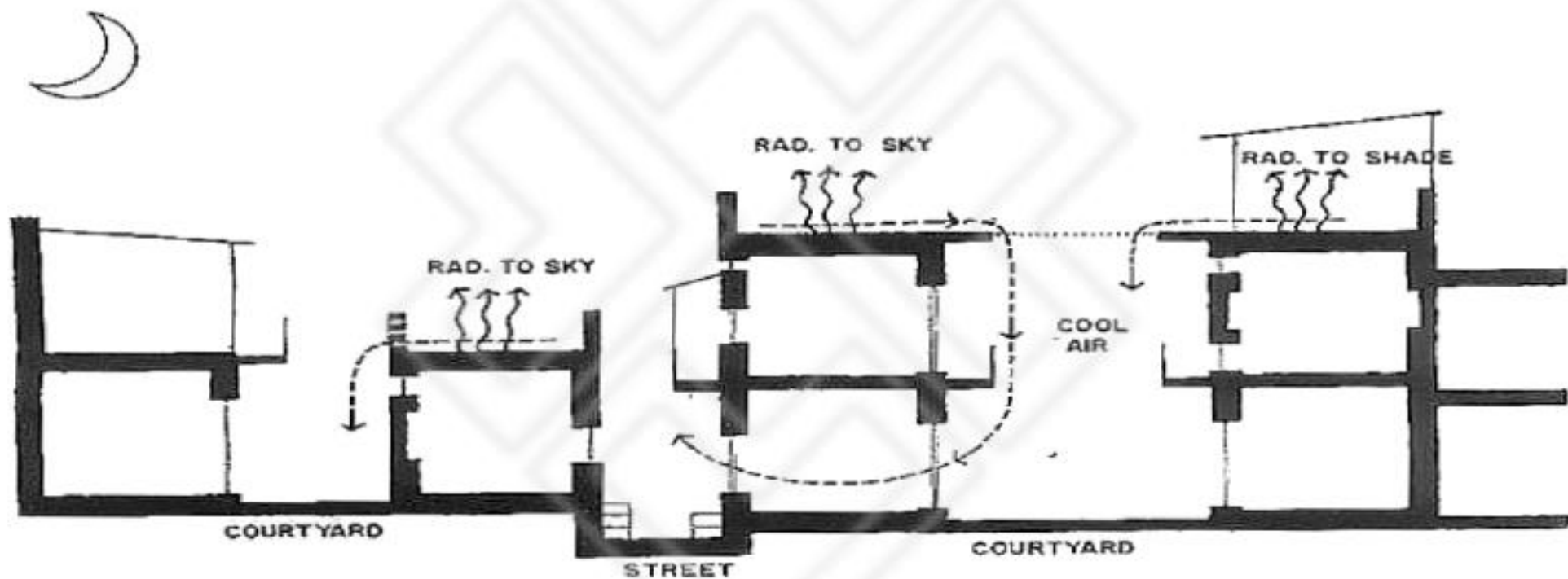
- تهویه طبیعی به معنای استفاده از جریان هوای تازه بدون استفاده از دستگاههای مکانیکی پیچیده و تأمین شرایط آسایش انسان می باشد.



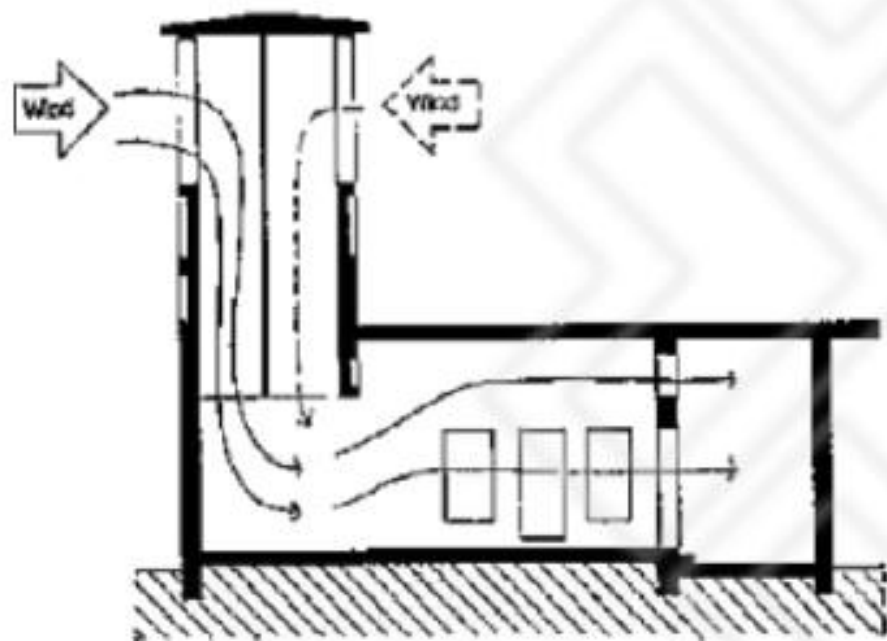
- تهویه طبیعی و حرکت هوا با کنترل های ساختاری به سادگی قابل دستیابی است.
- وزش نسیم در فضای خارجی موجب ایجاد جریان هوا در داخل به وسیله خاصیت Push – Pull Effect ناشی از فشار مثبت در طرف بادگیر و فشار منفی در طرف خلاف باد میشود.



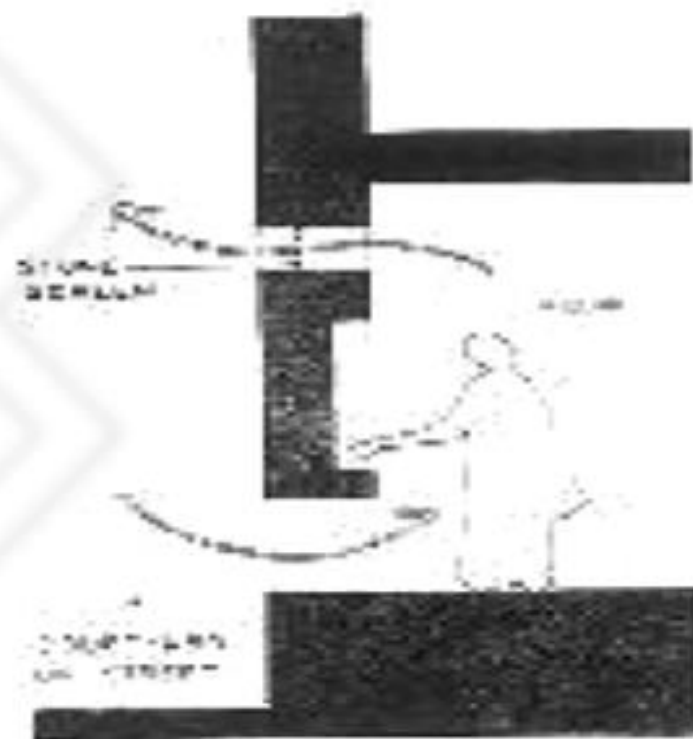
- استفاده از تهویه طبیعی قدمتی تاریخی داشته و از دیرباز مرده استفاده قرار می‌گرفته است.
- استفاده از پنجره و بازشوها رایج‌ترین شیوه استفاده از تهویه طبیعی در مناطق گرمسیر از دیرباز بوده است.



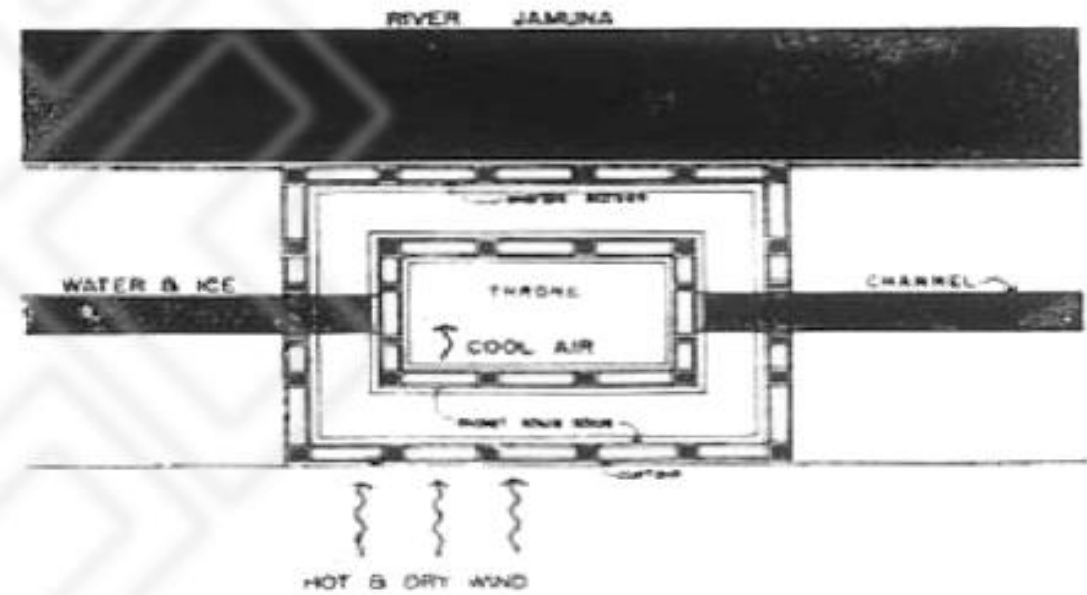
بادگیر



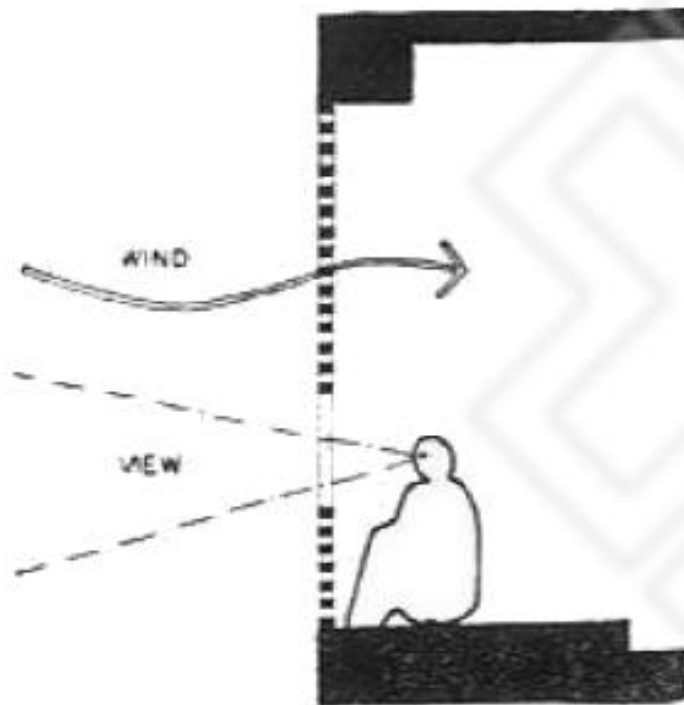
بازشو دوگانه



حیات مرکزی



باز شو Jali



طراحی غیر فعال سرمایشی

- رایج ترین شیوه‌های استفاده از تهویه طبیعی عبارتند از:
 - پدیده استک
 - برج باد (بادگیر)
 - حیاط مرکزی

- Stack effect حرکت هوا به داخل و خارج از ساختمان ها به دلیل اختلاف در تراکم هوای داخل ساختمان به بیرون و در نتیجه اختلاف دما و رطوبت است.

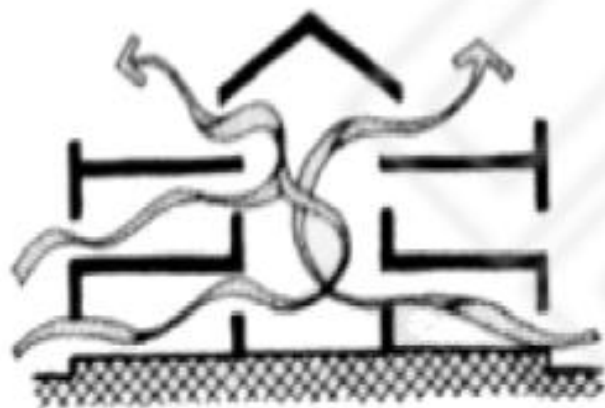




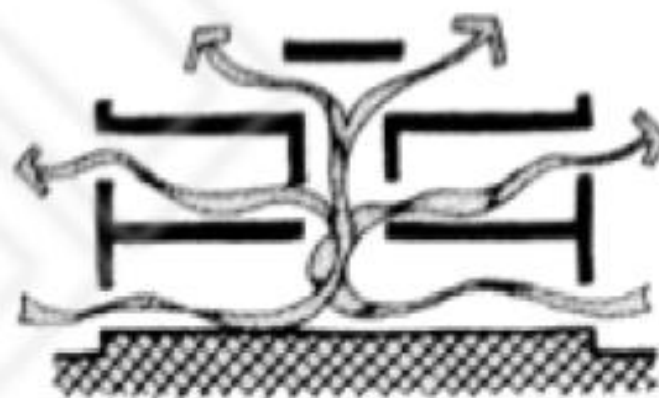
HIGHER
ROOMS



HIGHER ROOMS AT
EDGE



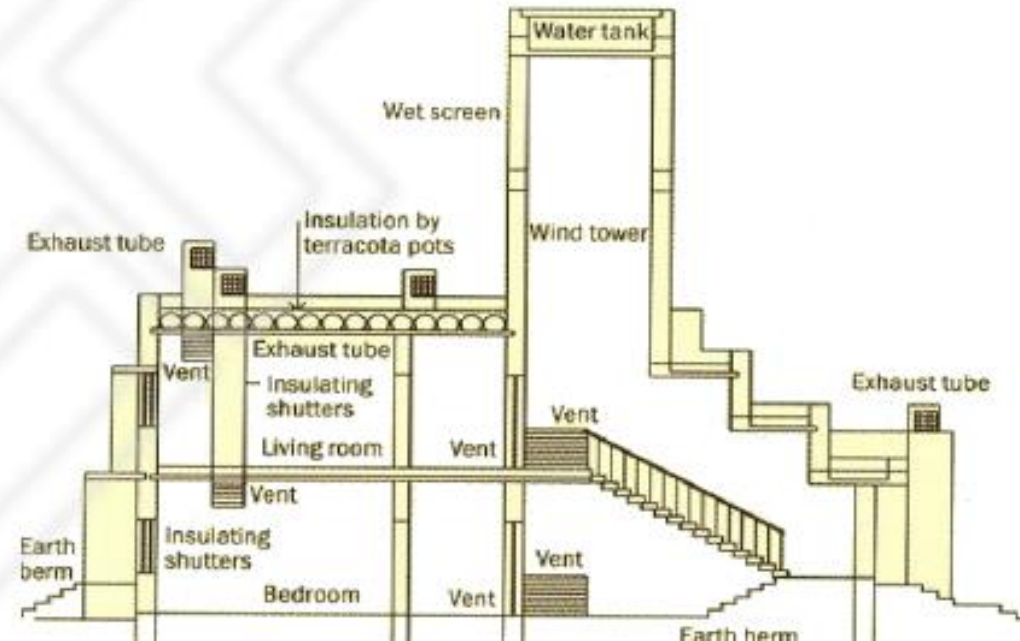
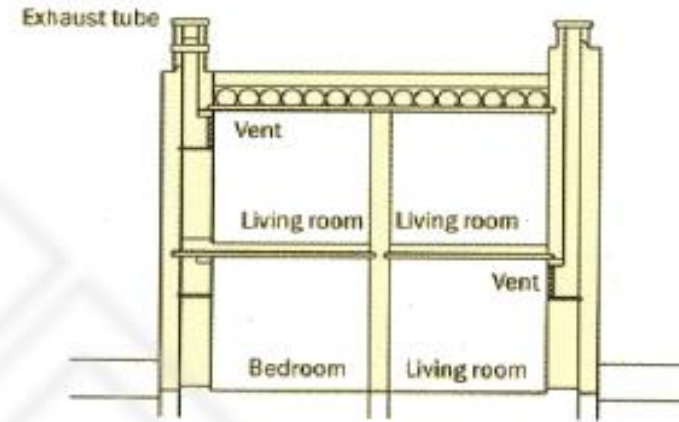
HIGHER ROOMS WITHIN



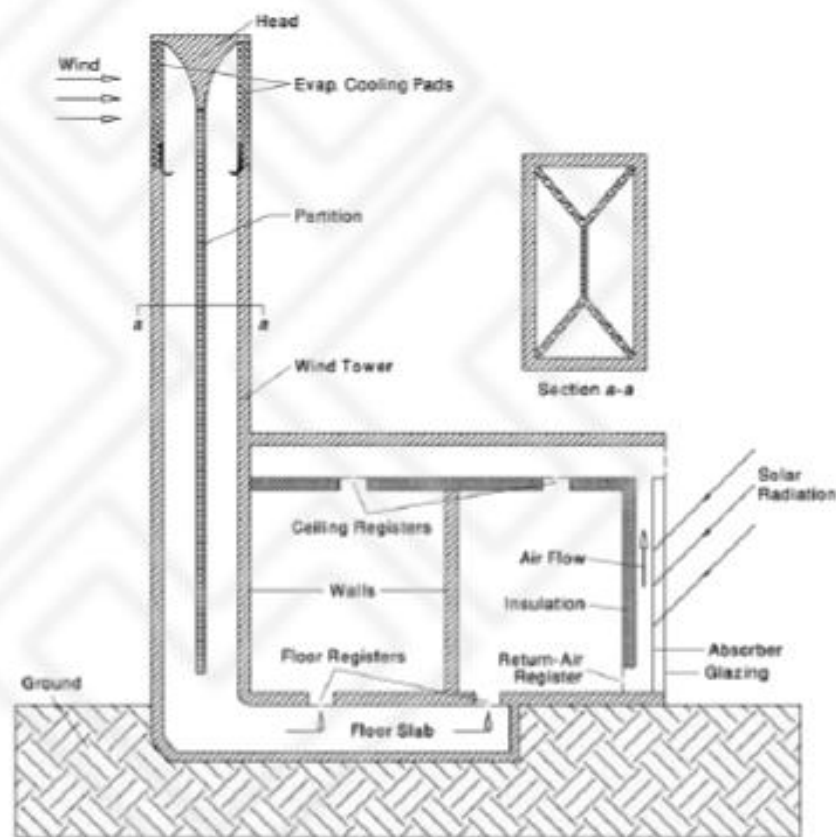
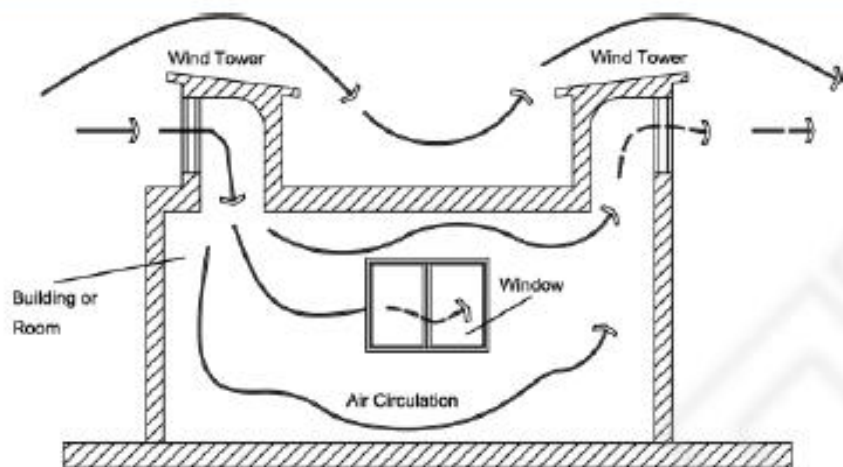
STAIRS AS STACK

برج باد

- در برج باد هوای گرم با ورود به داخل برج درجه حرارت خود را از دسته داده و سرد و در نتیجه سنگین شده و ته نشین میشود.
- در صورت وجود باد، سرعت کاهش درجه حرارت و همچنین انتقال باد به داخله فضاهای داخلی بالاتر میباشد.
- معمولاً در انتهای روز درجه حرارت برج به خاطر تبادل حرارت با هوای ورودی افزایش پیدا کرده.
- در طول شب، با پس دادن این حرارت جذب شده در طول روز هوای ورودی به داخل ساختمان در طول شب را گرم و انرژی ذخیره شده در خود را تخلیه کرده و آماده سرد کردن هوا در روز آینده میشود.



برج باد (بادگیر)



• انواع بادگیر:

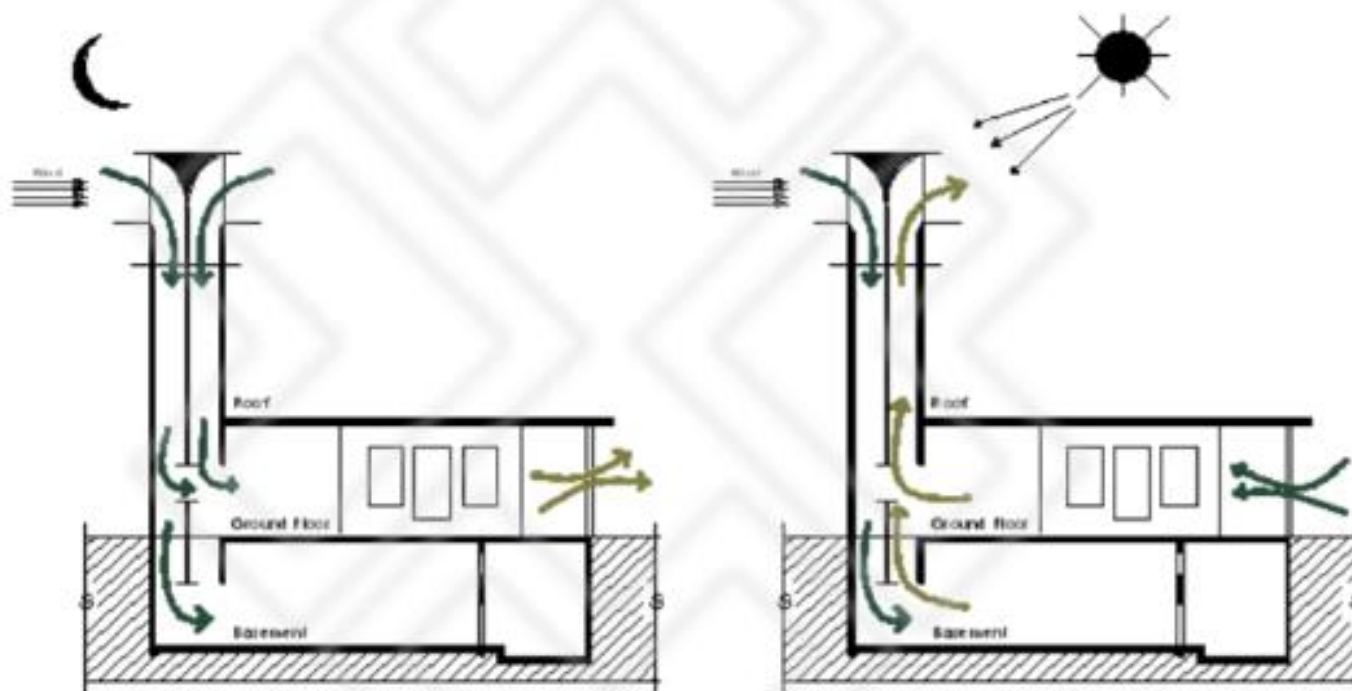
- بادگیر یک طرفه
- بادگیر چند طرفه

برج باد (بادگیر)

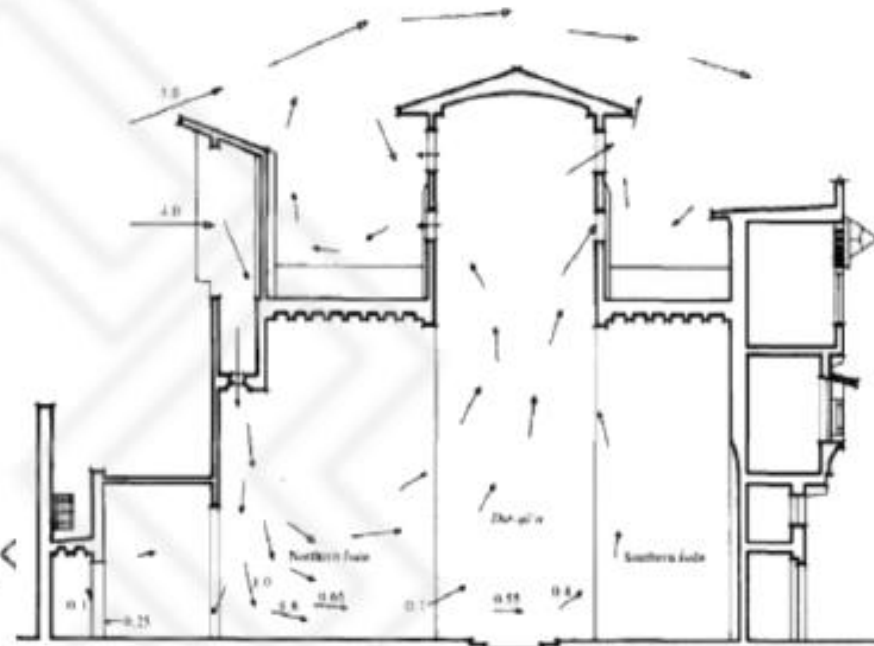
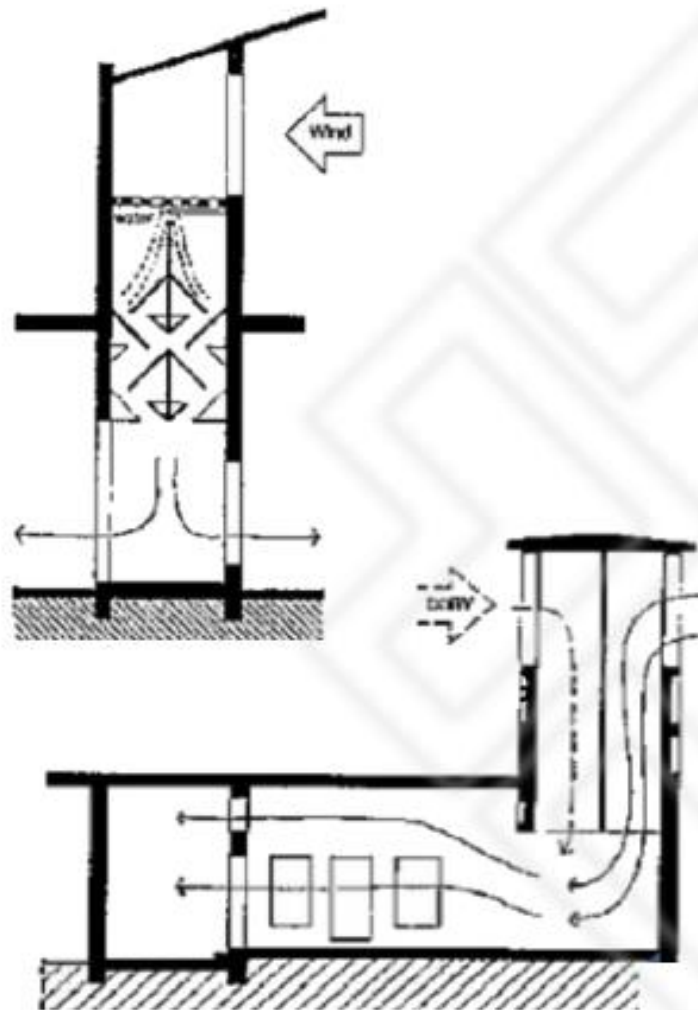
- انواع بادگیر:

- بادگیر یک طرفه

- بادگیر چند طرفه



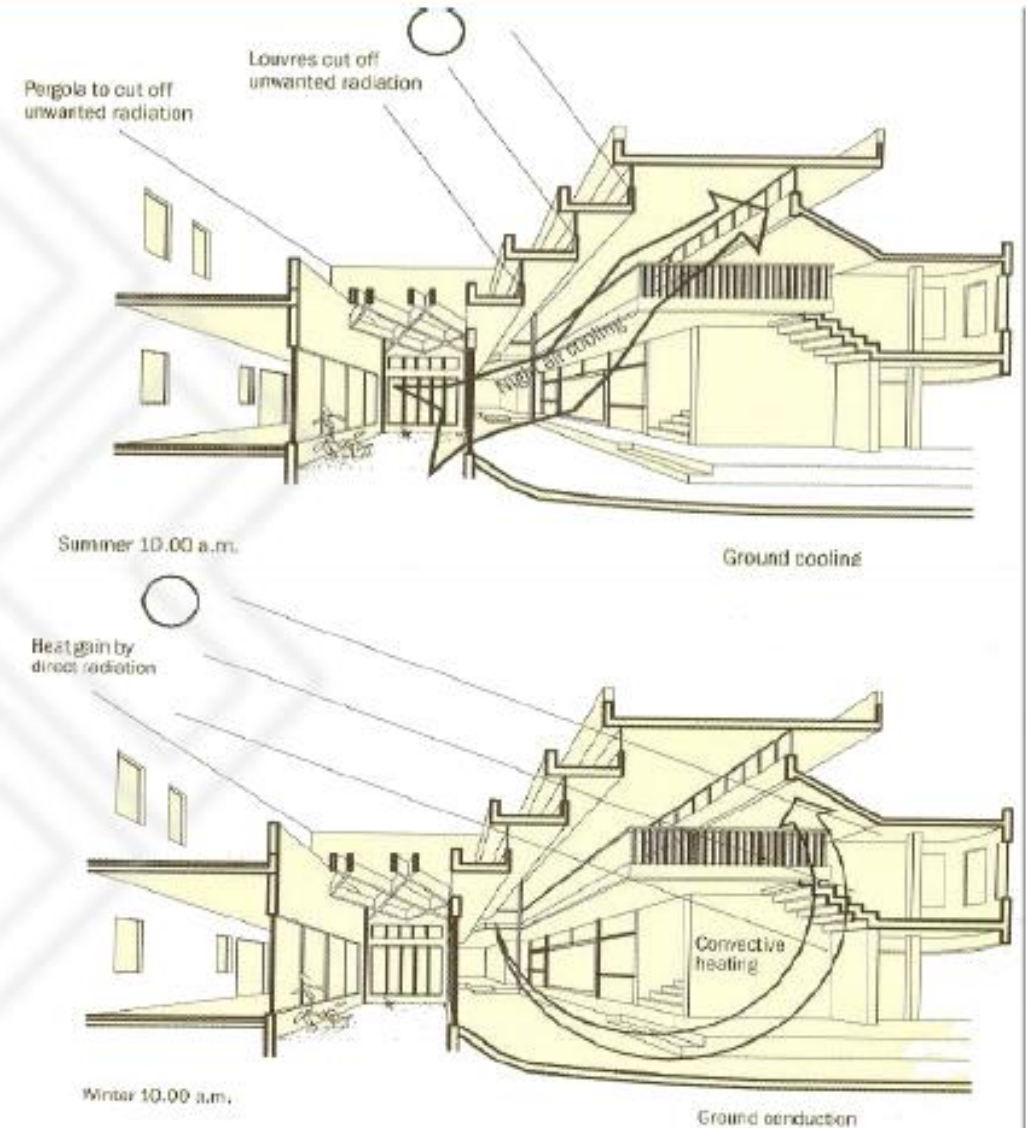
برج باد تبخیری



برج باد دو طرفه

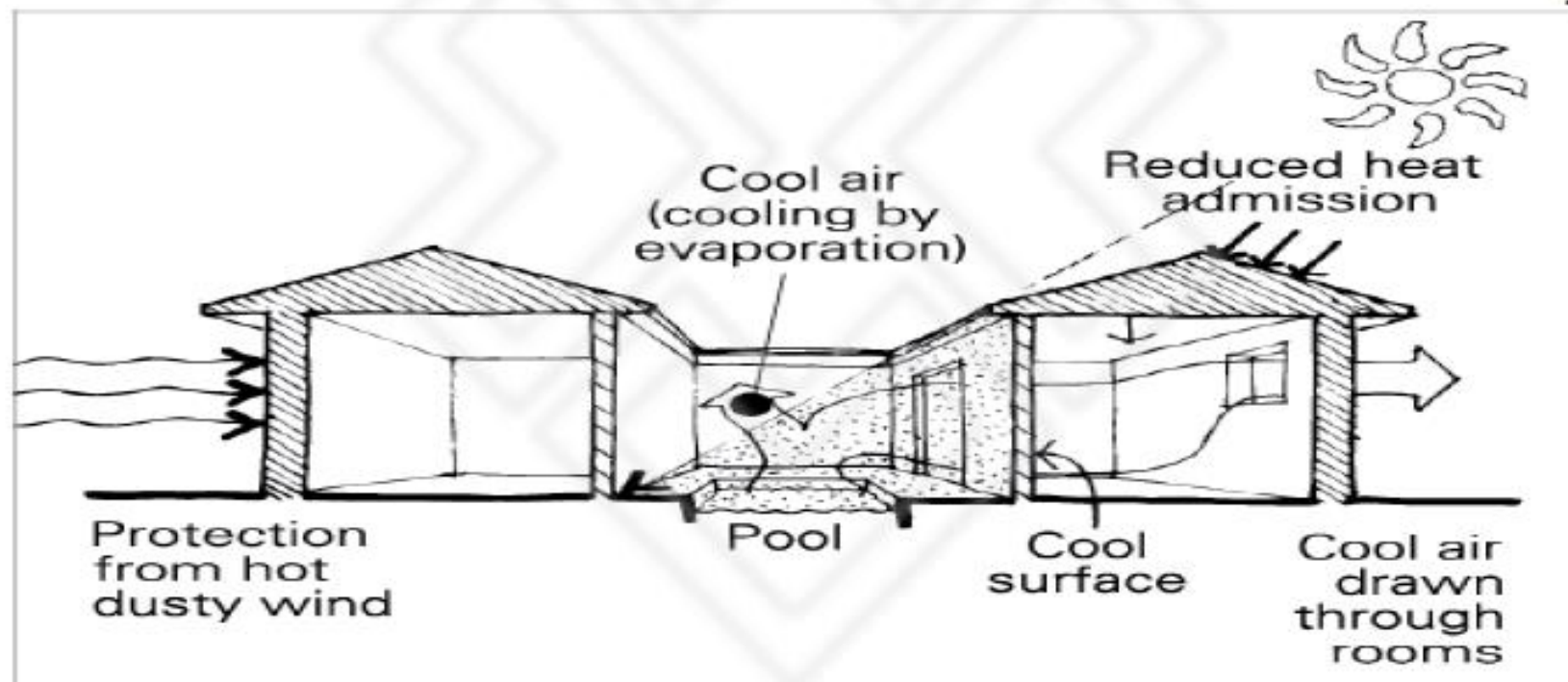
حیاط مرکزی

- در اثر تابش اشعه خورشیدی در حیاط ، هوا گرمتر می شود و بالا می رود.
- هوای خنک از سطح زمین به سمت بازشوهای لوور اتاقهای اطراف حیاط کرده و موجب ایجاد جریان هوا در محوطه میشود.
- در طول شب سطوح گرم سقفها و کف حیاط مرکزی به شیوه همرفت و تابش خنک شده و آماده استفاده مجدد میشود.



حیاط مرکزی

- در صورت وجود سقف شیبدار با شیب متمایل به سمت حیات مرکزی، هوای سرد به سمت حیات مرکزی سرازیر شده و از طریق بازوهای پایینی وارد فضای داخلی ساختمان شده. با گرم شدن هوای ورودی به ساختمان و کاهش دانسته هوا، هوای گرم از طریق بازوهای بالایی از ساختمان خارج میشود.
- باید توجه داشت که در صورتی که حیاط مرکزی در معرض تابش مستقیم خورشید باشد میتواند در حکم یک انباره انرژی عمل کرده و موجب گرمی مفرط سازه بشود.



طراحی غیر فعال سرمایشی

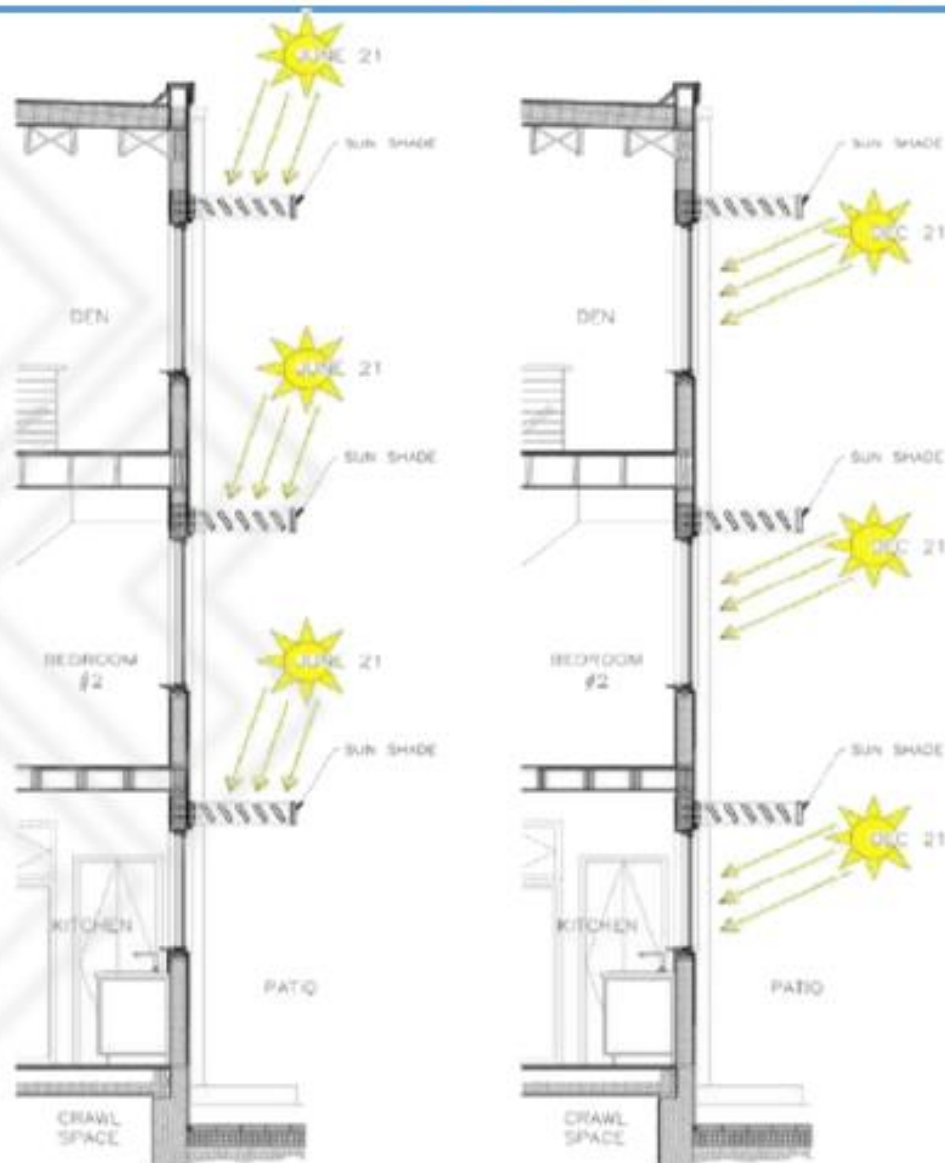
• عوامل تاثیر گذار در طراحی تهویه طبیعی عبارتند از:

- شکل ساختمان
- جهت ساختمان
- اندازه بازشوها
- موقعیت بازشوها
- شکل بازشوها
- Cross ventilation

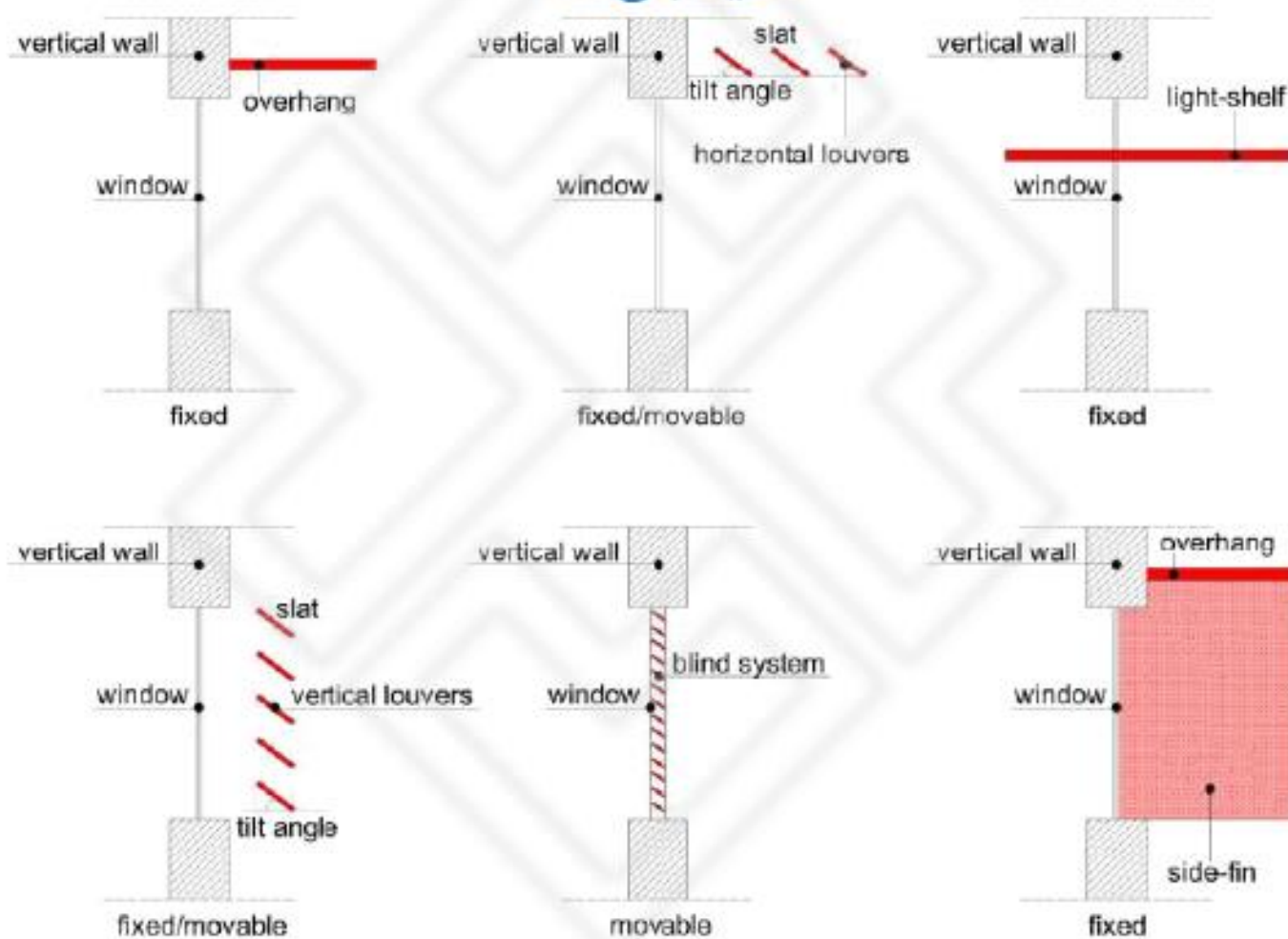


سایه بان ها

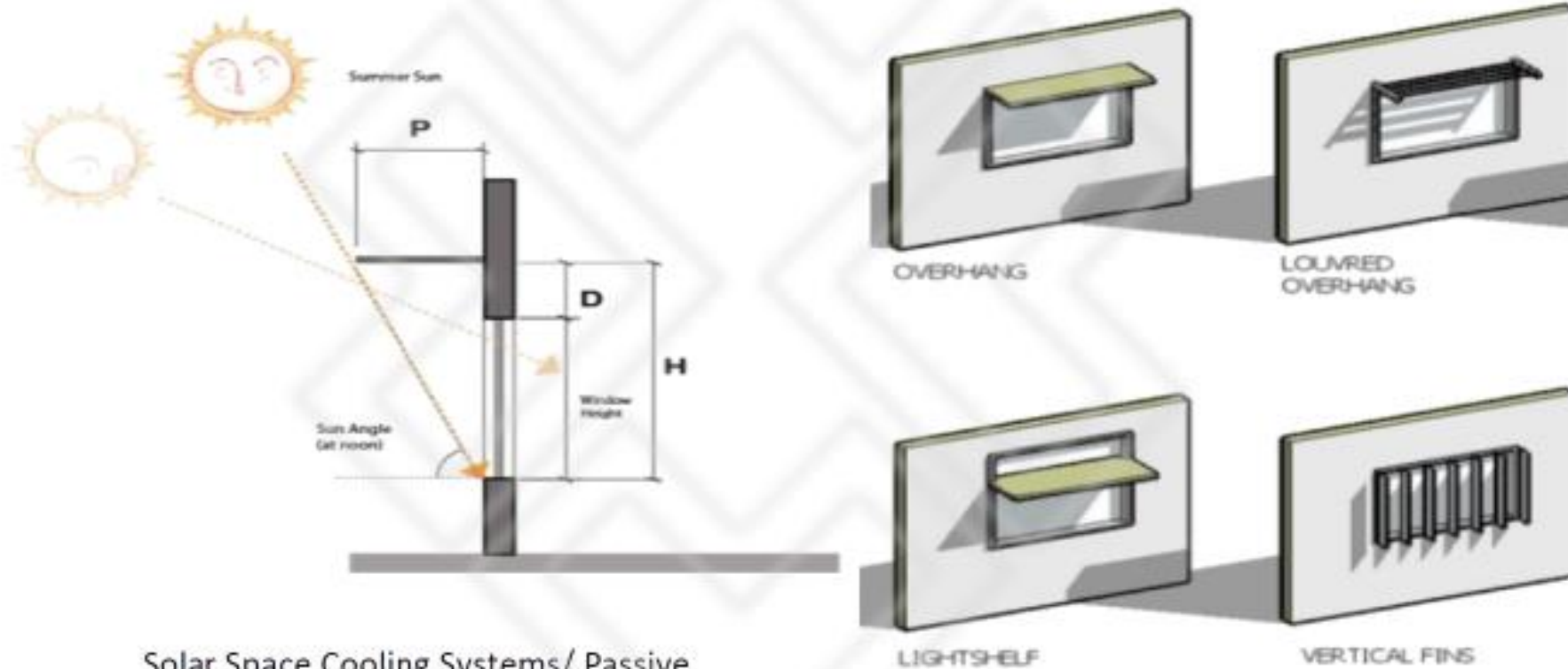
- استفاده از سایه بان موثر ترین روش برای سرد کردن ساختمان به شیوه غیر فعال میباشد. در این روش با ایجاد مانع در برابر تابش مستقیم خورشید میزان جذب انرژی خورشیدی در سازه کاهش پیدا میکند.
- ساختمانهای با عایق مناسب نیاز کمتری به سایه بان دارند.



سایه بان ها

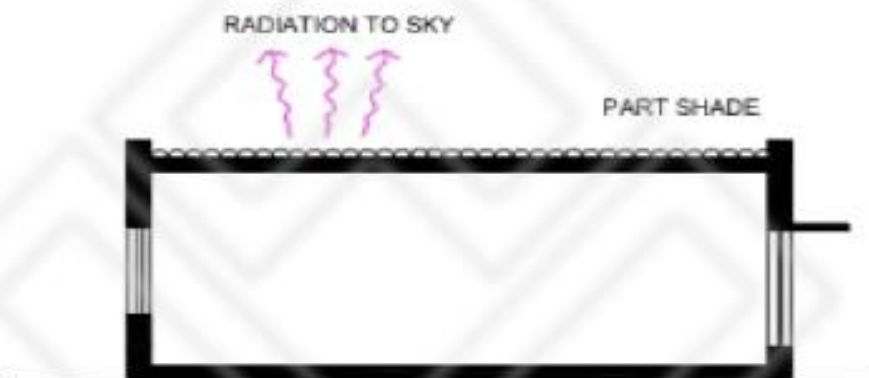


سایه بان ها

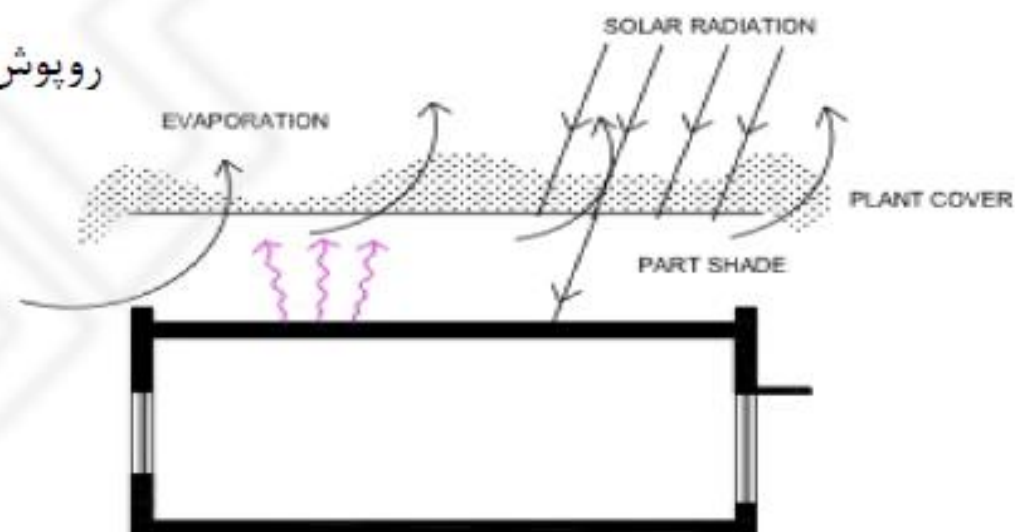
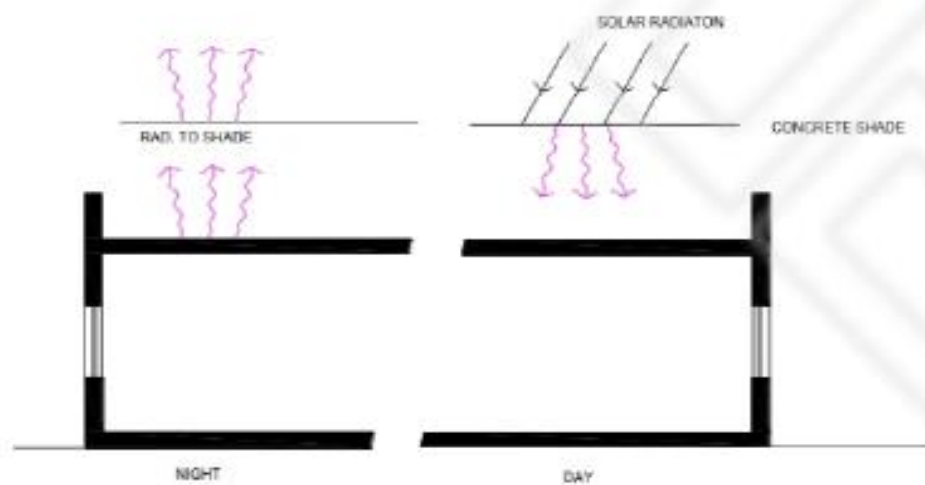


Solar Space Cooling Systems/ Passive Cooling Methods

سایه بان ها

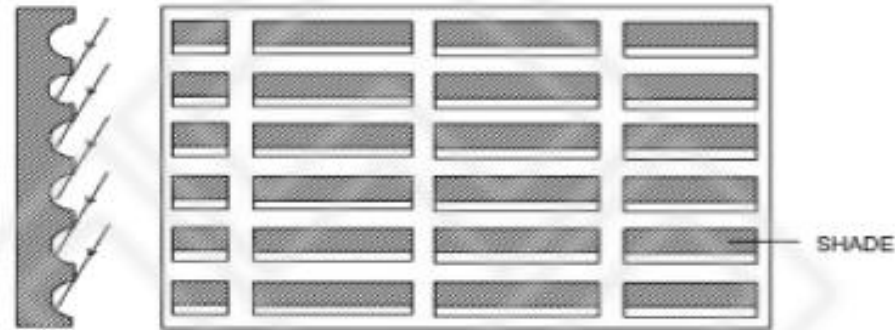


روپوش های سفالی سقفی

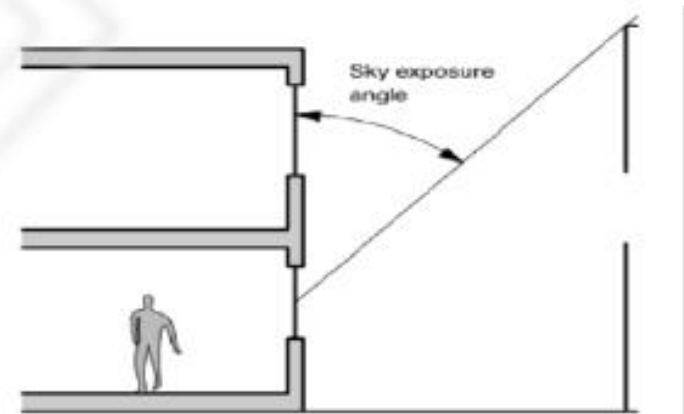
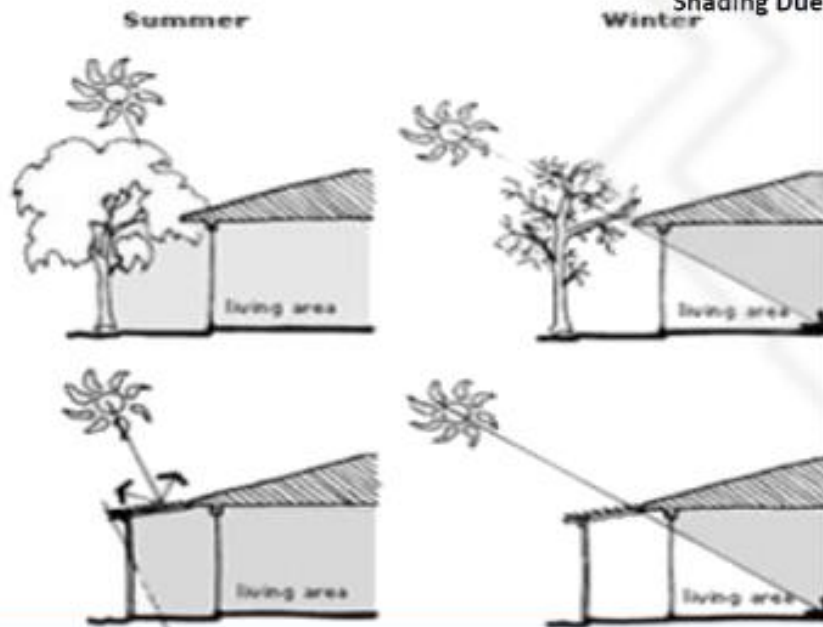


پوشش گیاهی

سایه بان ها

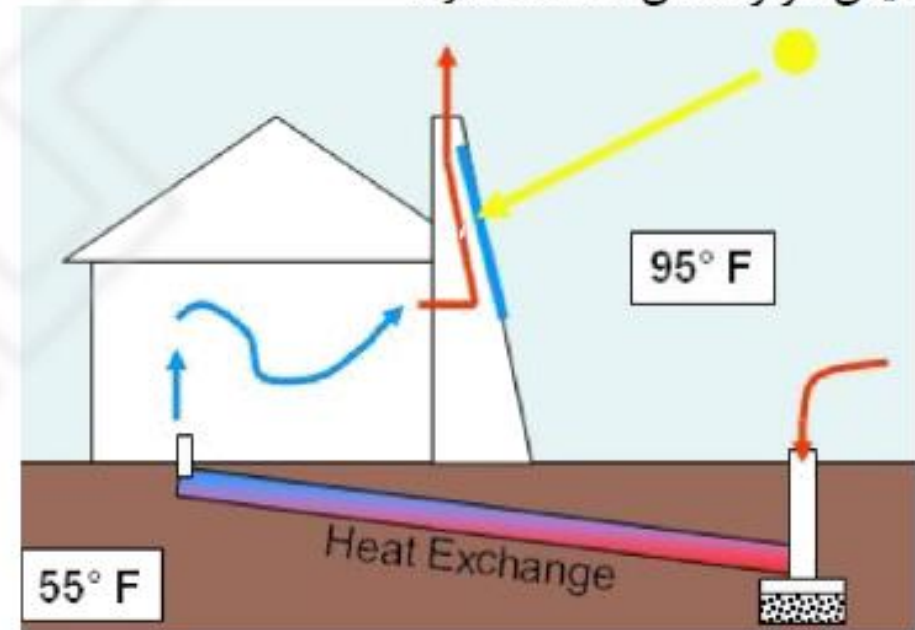
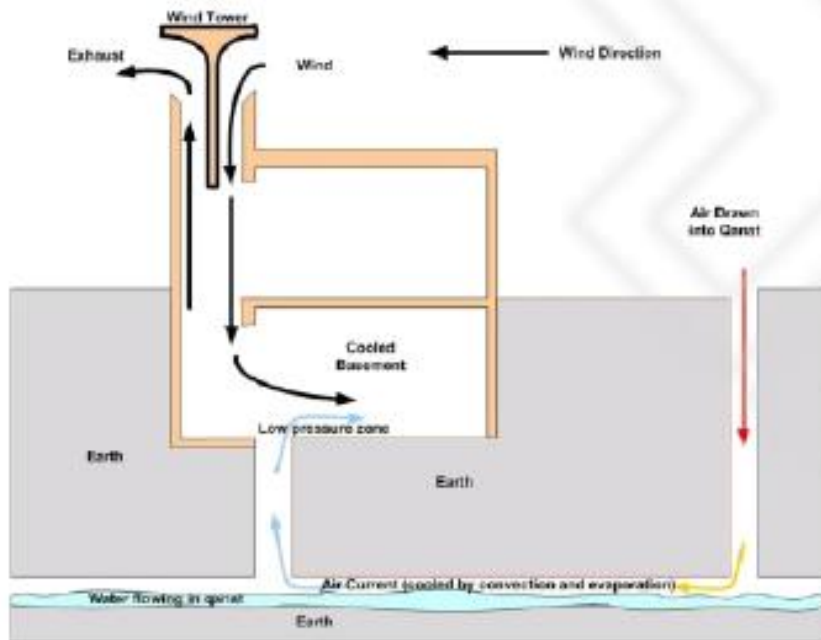


Shading Due To Texture Surface.



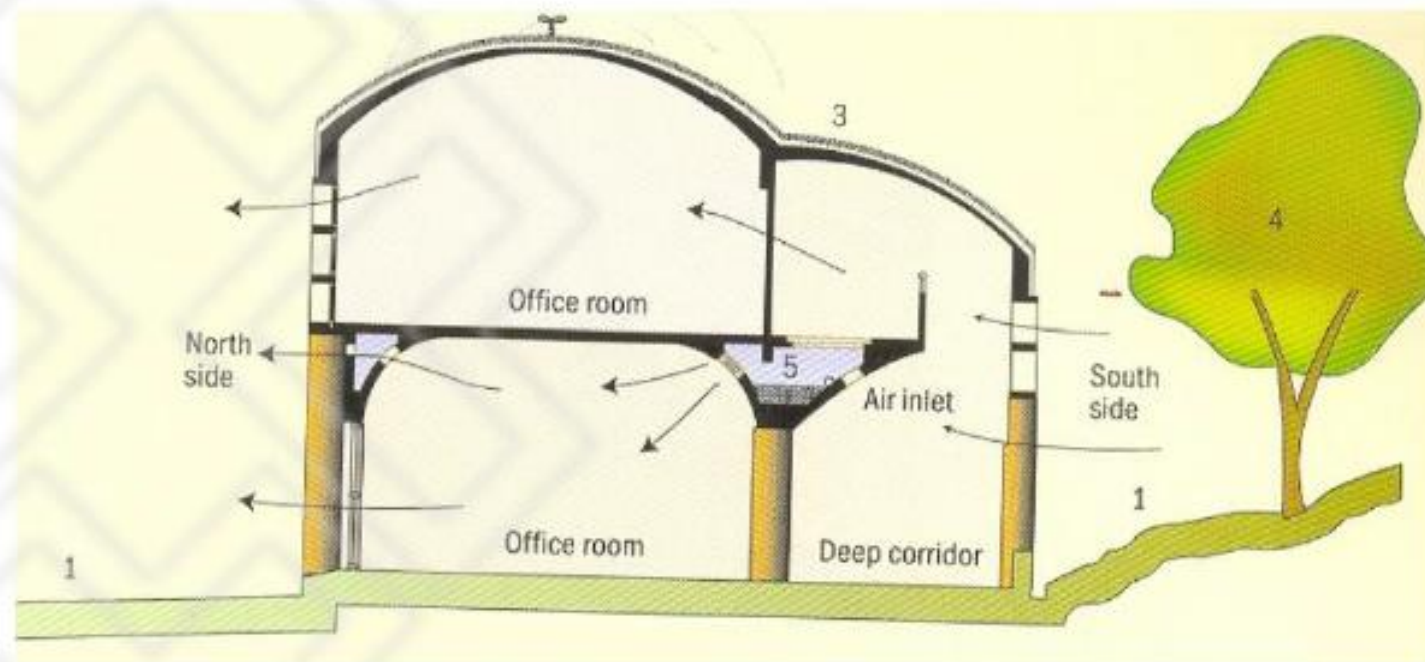
تونل هوای زیرزمینی

- با افزایش عمق زمین میزان تغییرات کوتاه مدت (روزانه) و بلند مدت (سالانه) دمای زمین کاهش پیدا میکند.
- در عمق ۴ متر و بیشتر دمای زمین تقریباً ثابت و نزدیک به متوسط درجه حرارت سالانه هوای منطقه میباشد.
- تونل هوا به اشکال گوناگون در عمق ۴ متر یا بیشتر دمایی حدود دمای محیط اطراف خود را تهیه میکند.
- بنابراین هوای عبوری از این تونل در تابستان در مقایسه با هوای خارج سرد و در زمستان گرمتر خواهد بود که میتواند برای سرمایش در تابستان و گرمایش در زمستان استفاده شود.



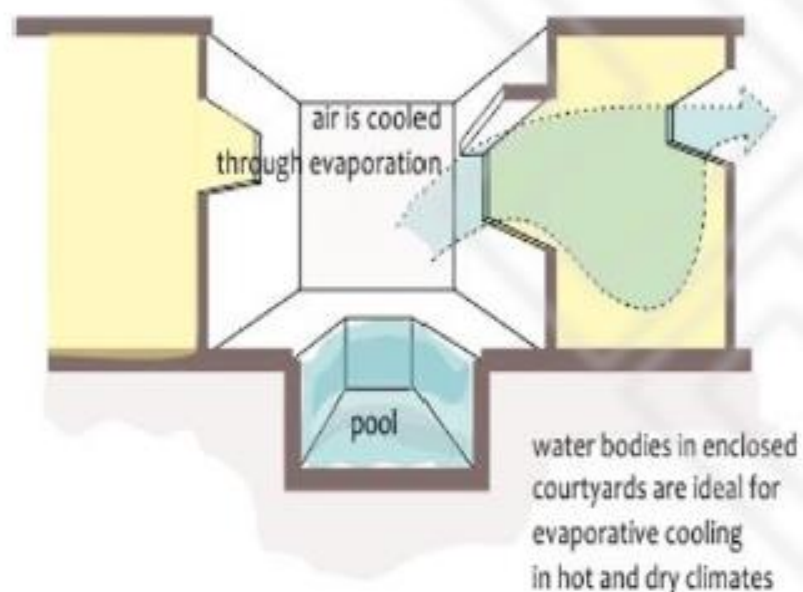
سرمایش تبخیری

- سرمایش تبخیری با تبخیر آب در فضای داخل ساختمان درجه حرارت محیط را کاهش میدهد.
- این روش در مناطقی با هوای خشک و گرم که رطوبت هوا کم میباشد موثر میباشد.
- در این روش حرارت هوا موجب تبخیر آب و کاهش دمای هوا میشود.
- افزایش سطح تماس آب و فضای بیرون میتواند موجب افزایش سرعت تبخیر و به طبع آن افزایش سرعت کاهش دما بشود.



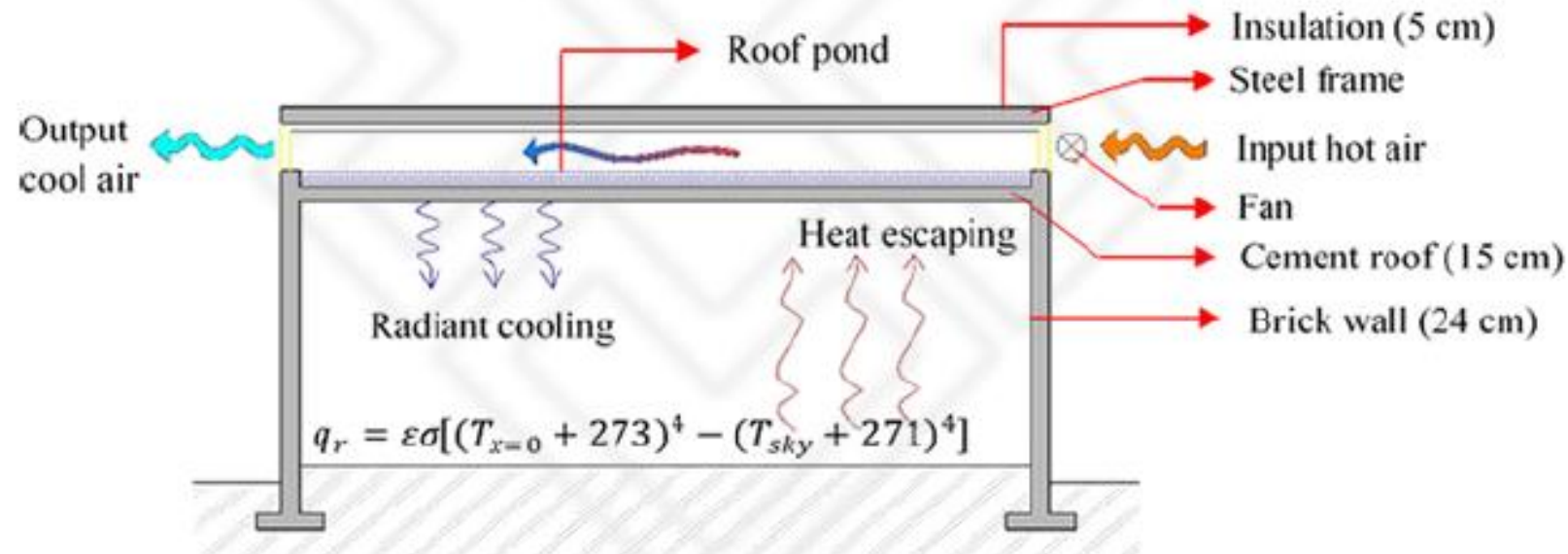
سرمایش تبخیری

- آب اثر تعدیل کننده ای بر روی آب و هوای اطراف خود دارد. آب دارای جرم گرمایشی بسیار بالاتر از دیگر مواد ساختمانی از جمله آجر و بتن دارد.
- تبخیر آب با گرفتن دمای هوای اطراف خود توان کاهش قابل ملاحظه دمای اطراف را دارد.

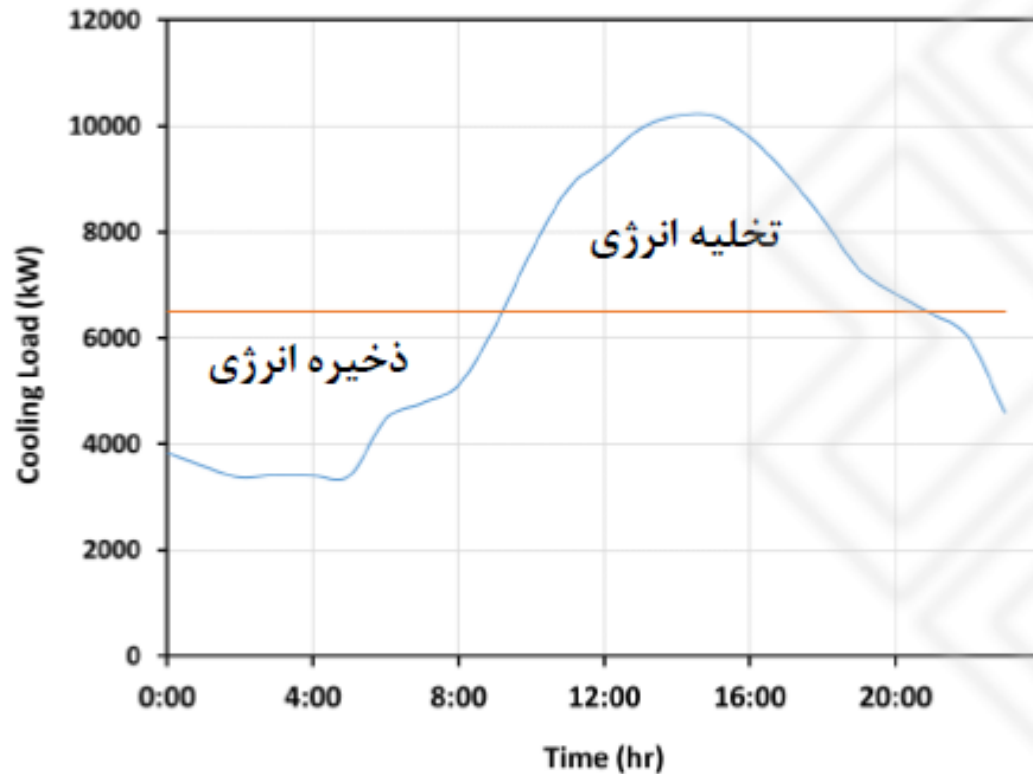


استخر بام خنک کننده

- در طول روز استخر بام گرمای فضای داخل را از طریق سقف داخلی جذب میکند.
- در طول شب بام استخر حرارت جذب شده را به وسیله تابش به آسمان و همرفت به هوای اطراف منتقل میکند.
- این روش در مناطقی با رطوبت پایین و شبهایی با آسمان صاف موثر میباشد.
- برای گرفتن بهترین نتیجه استخر بام باید عمقی در حدود ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر داشته باشد.



سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی (Thermal Storage Systems)



نتایج استفاده از سیستم ذخیره‌سازی انرژی:

- ۱- پیک‌سازی مصرف انرژی
- ۲- کاهش ظرفیت تجهیزات
- ۲- کاهش هزینه مصرف انرژی
- ۳- کاهش هزینه دیماند انرژی
- ۴- امکان افزایش ظرفیت تجهیزات موجود
- ۳- امکان استفاده بهتر از منابع انرژی تجدیدپذیر

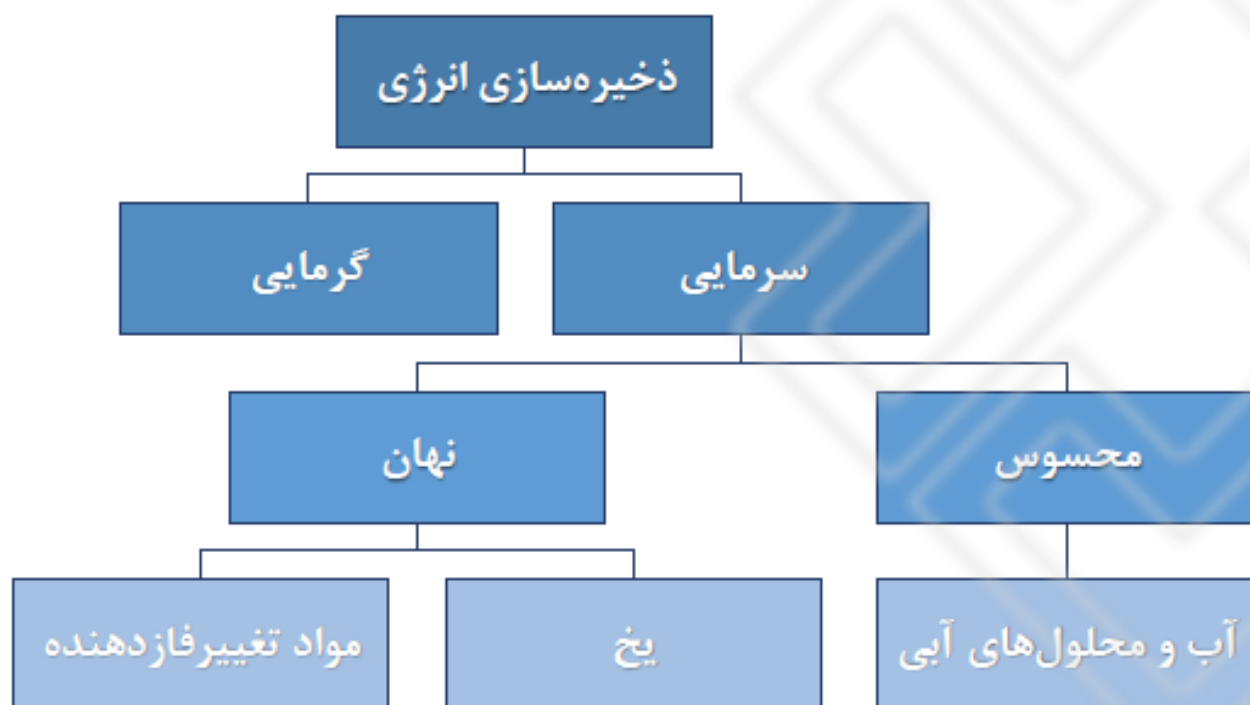
جذابیت سیستم ذخیره‌سازی انرژی در مورد زیر بیشتر است:

- ۱- تغییر هزینه انرژی در طول روز
- ۲- بالا بودن هزینه دیماند انرژی
- ۳- وجود بار کوتاه مدت و موقتی
- ۴- یکسان نبودن پروفیل تولید و مصرف انرژی

انواع سیستم ذخیره‌سازی انرژی

ویژگی‌های ماده مناسب:

- ۱- ظرفیت گرمایی ویژه بالا (ذخیره محسوس)
- ۲- گرمای ذوب بالا (ذخیره نهان)
- ۳- خواص انتقال گرمای مناسب
- ۴- ایمنی (سمیت، اشتعال‌پذیری، خوردندگی) مناسب
- ۵- هزینه پایین



ذخیره‌سازی محسوس با آب

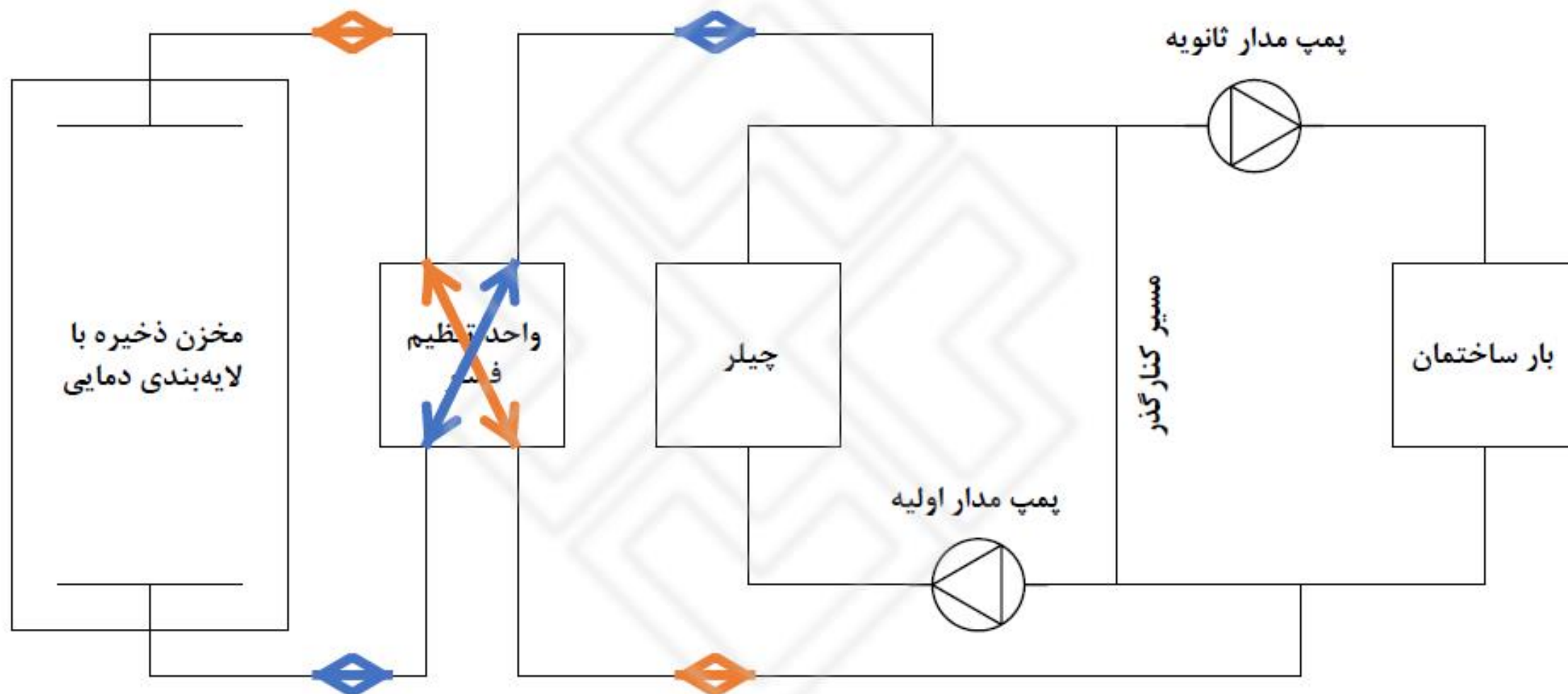


- ویژگی‌های آب به عنوان ماده ذخیره‌کننده انرژی
- مخزن‌های ذخیره با لایه‌بندی دمایی
- مخزن‌های ذخیره چند قسمتی یا سری‌سازی مخزن‌ها
- استفاده از مایعات دما پایین (Low-temperature Fluids)
- جذابیت سیستم در کاربری‌های با ظرفیت بالا و کاربری‌هایی با بار کوتاه مدت و موقتی بیشتر است.

<https://www.taikisha-group.com/service/stratherm.html>

2016 ASHRAE HVAC Systems and Equipment, Chapter 51, p. 51.5

ذخیره‌سازی محسوس با آب



ذخیره‌سازی نهان با یخ

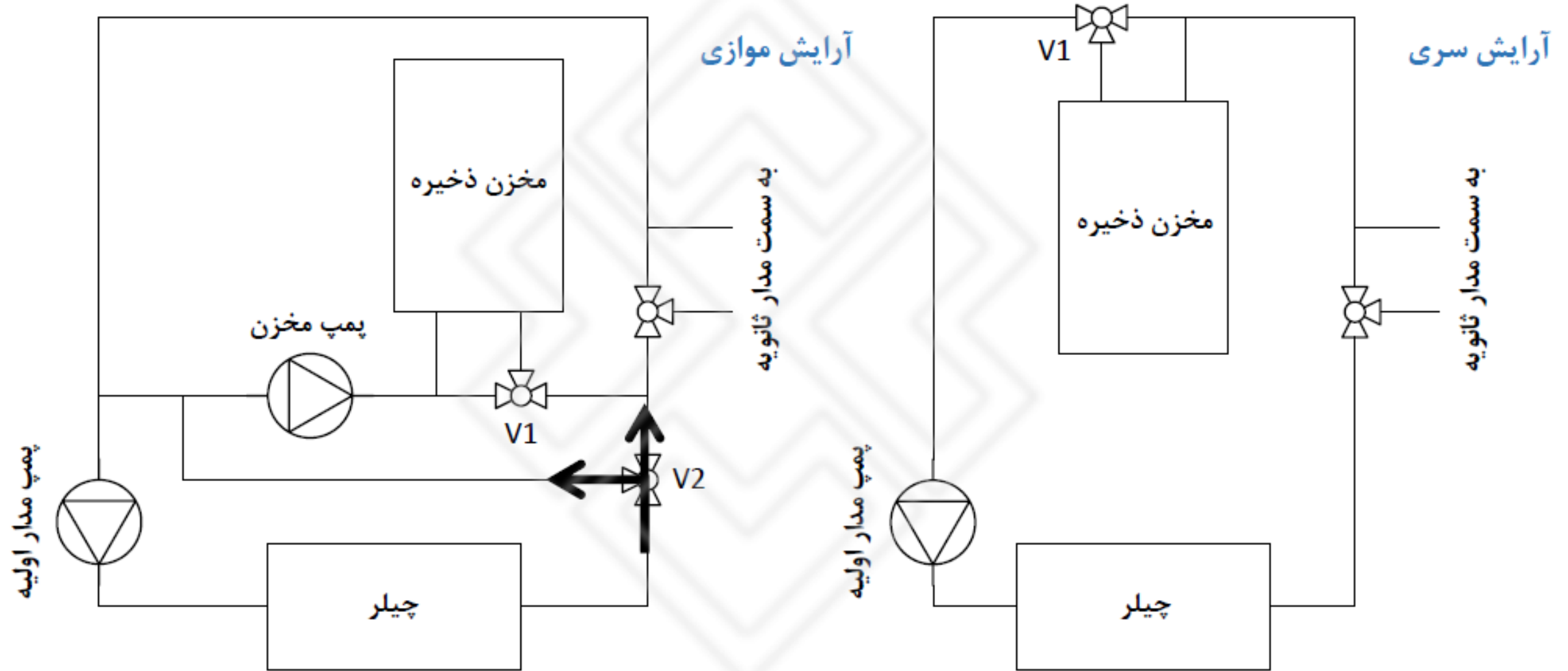


<https://www.altenergymag.com/article/2015/04/storing-energy-by-making-ice/19563>

- ویژگی‌های یخ به عنوان ماده ذخیره‌کننده انرژی
- جریان ثانویه در سیستم‌های ذخیره‌سازی با یخ
- انواع سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی با یخ:

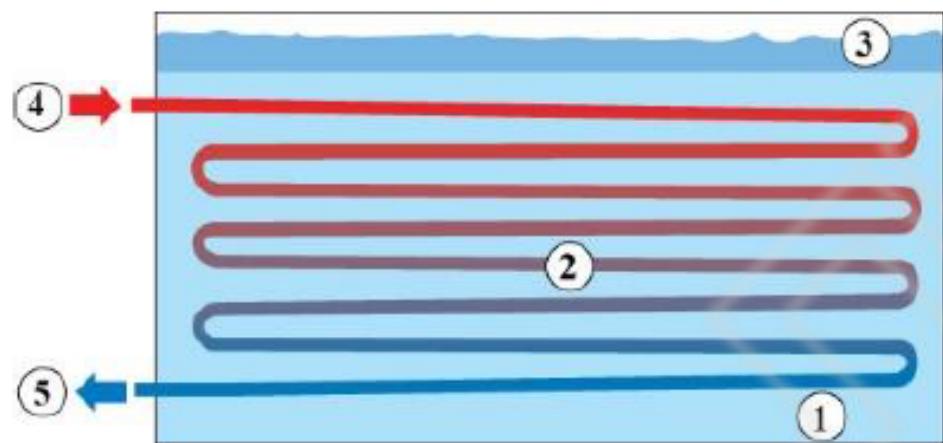
- 1- Internal melt ice-on-coil
- 2- External melt ice-on-coil
- 3- Encapsulated ice
- 4- Ice harvester
- 5- Ice slurry

ذخیره‌سازی نهان با یخ

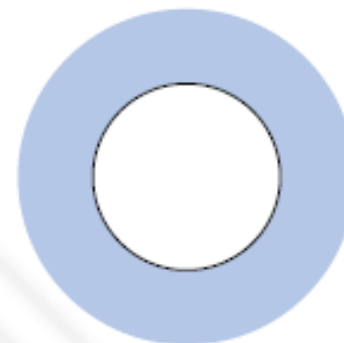


Internal melt ice-on-coil

نحوه عملکرد



برای انبساط آب



مرحله تخلیه انرژی

<https://www.baltimoreaircoil.eu/en/products/TSU-M-principle-of-operation>

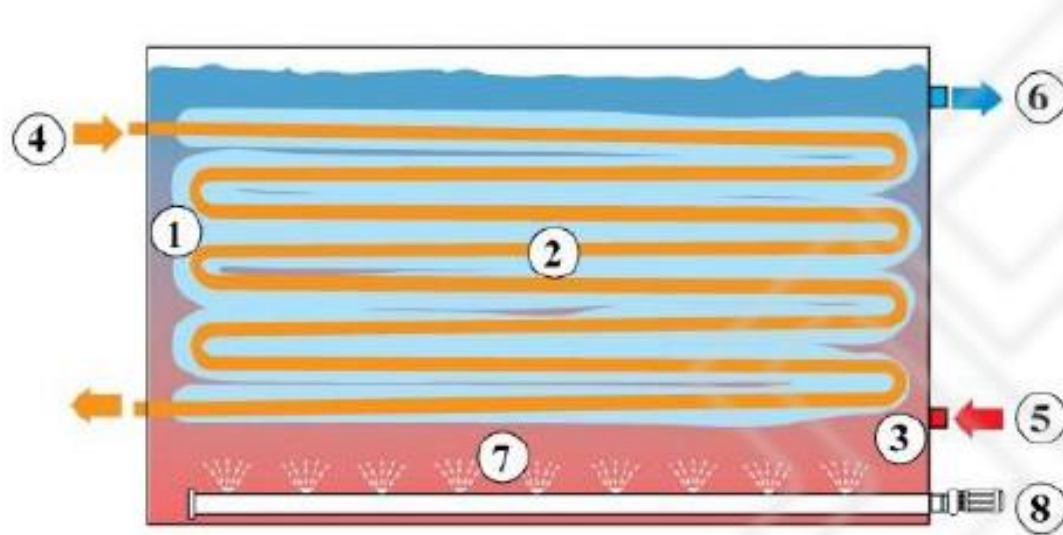
- ① یخ
- ② کویل
- ③ آب مخزن
- ④ جریان ثانویه

ترکیب معمول جریان ثانویه

ویژگی های سیستم:

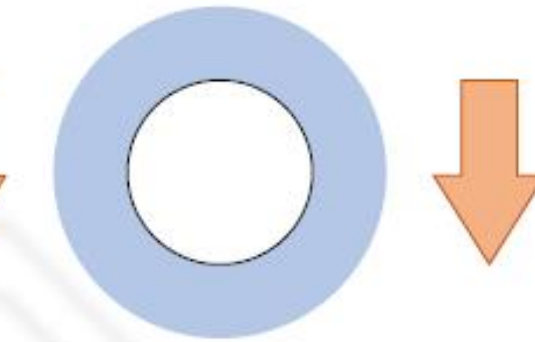
- ۱- استقلال کامل مخزن
- ۲- سادگی طرح مخزن
- ۳- ثابت نبودن کارایی
- ۴- ثابت نبودن دمای خروجی در مرحله تخلیه انرژی

External melt ice-on-coil



<https://www.baltimoreaircoil.eu/en/products/TSU-M-principle-of-operation>

- | | |
|----------------|---------------|
| ① یخ | ⑤ ورود آب گرم |
| ② کویل | ⑥ خروج آب خنک |
| ③ آب مخزن | ⑦ تزریق هوا |
| ④ جریان ثانویه | ⑧ ورود هوا |



مرحله تخلیه خطیسی از انرژی

نحوه عملکرد

ویژگی های سیستم:

- ۱- عدم استفاده از جریان ثانویه در مرحله تخلیه انرژی
- ۲- ثابت بودن دمای خروجی در مرحله تخلیه انرژی
- ۳- نیاز به کنترل تشکیل یخ در مخزن در مرحله ذخیره انرژی
- ۴- نیاز به تزریق هوا در مخزن در مرحله تخلیه انرژی

Encapsulated ice

■ نحوه عملکرد

عملکرد سیستم از نظر جریان ثانویه شبیه انواع internal melt است.



پاشش جریان ثانویه

کپسول آب/یخ



قبل از یخ زدن آب

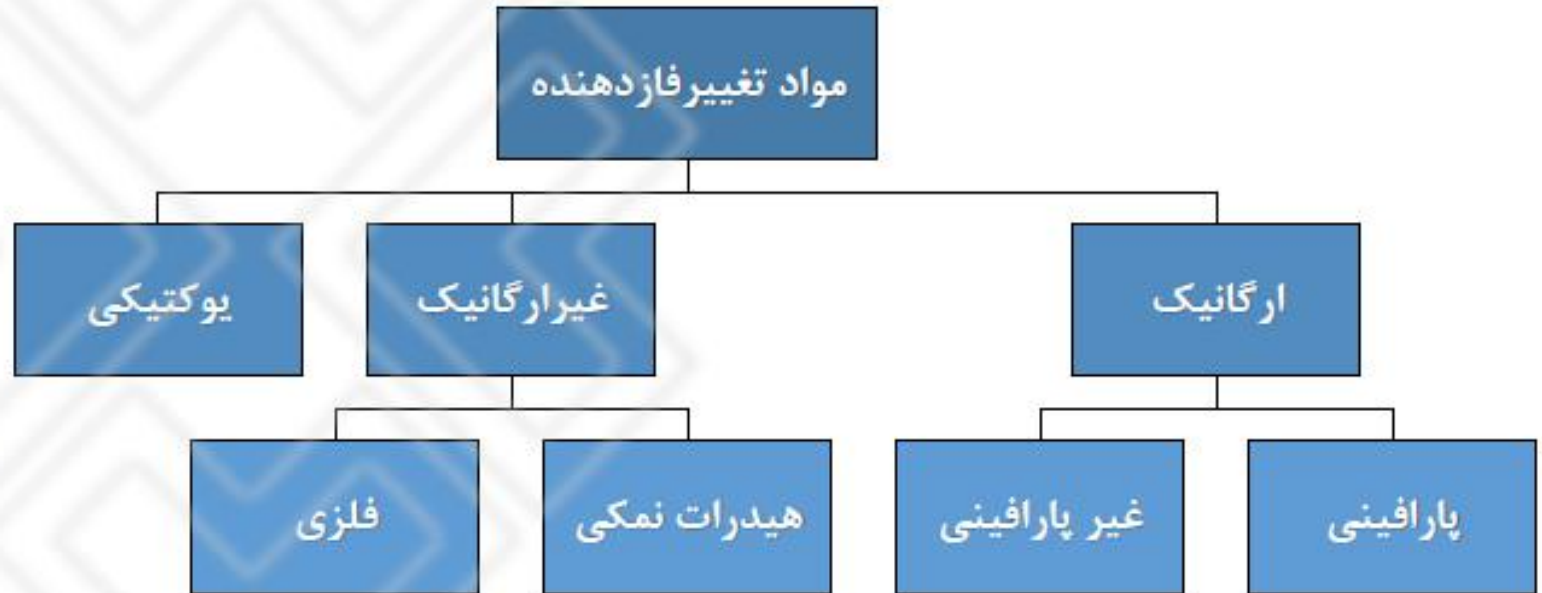
بعد از یخ زدن آب

<http://www.airclima-research.com/ice-spray>



<https://www.global-e-systems.com/en/products/gaia-pcm-thermal-energy-storage-ball/>

■ مواد تغییر فاز دهنده (Phase change materials)



Ice harvester and Ice slurry systems

- نحوه عملکرد

- ویژگی‌های سیستم ice harvester:

- ۱- تولید یخ در یخ‌ساز و ذخیره آن در مخزن است.
- ۲- جداسازی یخ با گاز داغ (hot gas) انجام می‌شود.

- ویژگی‌های سیستم ice slurry:

- ۱- تولید یخ در یخ‌ساز و ذخیره آن در مخزن است.
- ۲- حذف سیستم گاز داغ و افزایش کارایی.



<https://youtu.be/w816Qq4F7p4>
2016 ASHRAE HVAC Systems and Equipment, Chapter 51, p. 51.14

لوله گرمایی (Heat Pipe)

ساختار لوله گرمایی

ویژگی‌ها:

- ۱- جنس لوله گرمایی معمولاً از مس، آلومینیوم یا فولاد است.
- ۲- ضریب انتقال گرمای لوله گرمایی تا ۱۰۰۰ برابر مس است.
- ۳- افت دما در طول لوله گرمایی کم است.
- ۴- انتقال گرمای هر لوله گرمایی به دلیل عواملی مانند فتیل، قطر لوله و نوع سیال عامل محدود است و بنابراین باید چند لوله برای انتقال گرمای مورد نیاز استفاده کرد.
- ۵- نشتی وجود ندارد.
- ۶- کنترل ظرفیت و جلوگیری از یخزدگی با کنارگذر کردن جریان هوا یا تغییر زاویه لوله گرمایی انجام می‌شود.



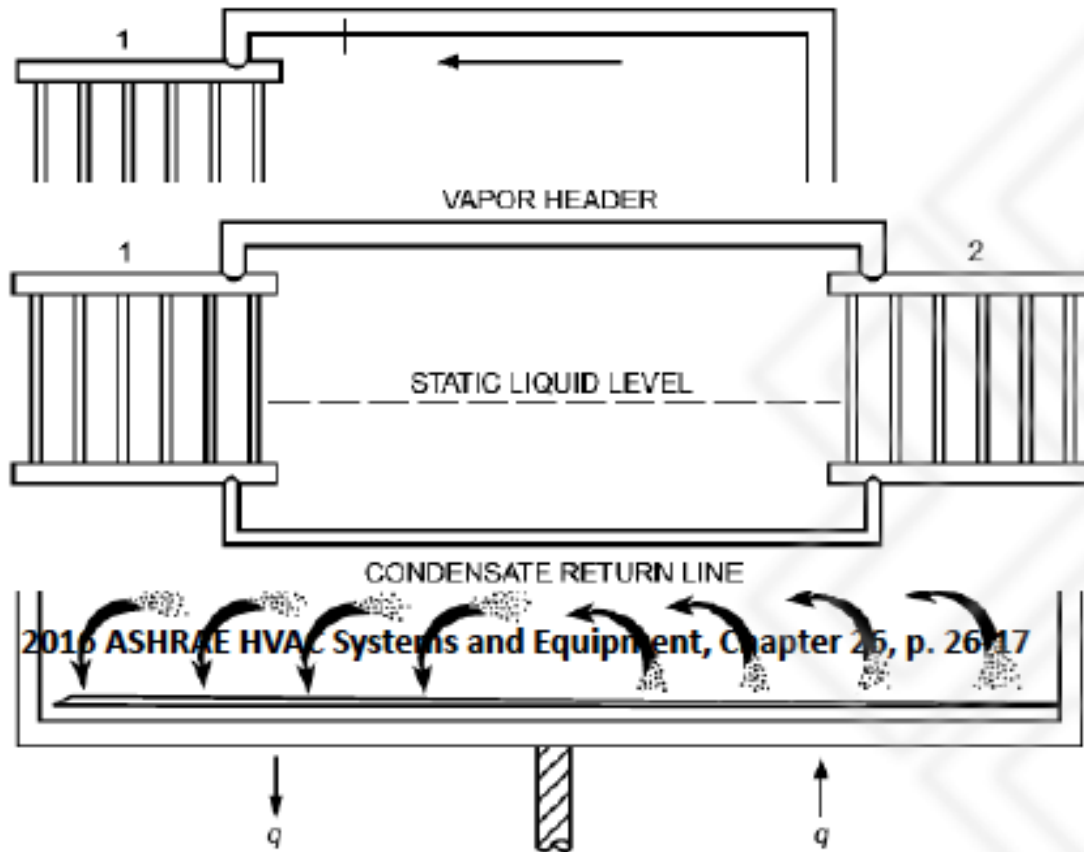
<https://www.eurothermodynamics.com/products/heat-pipes/heat-pipes-grooved-and-sintered>

<https://www.intel.com/open.com/books/electronics-cooling/heat-pipe-and-phase-change-heat-transfer-technologies-for-electronics-cooling>

ترموسیفون (Thermosiphon)

انواع سیستم ترموسیفون:

- 1- Sealed tube
- 2- Coil type



عملکرد سیستم ترموسیفون Sealed tube

- ۱- شبیه لوله گرمایی است.
- ۲- نیازی به فتیله ندارد.
- ۳- اختلاف دمای مورد نیاز در آن بالا است.

عملکرد سیستم ترموسیفون Coil type

- ۱- شبیه بازیاب کویلی است.
- ۲- نیازی به پمپ ندارد.
- ۳- سطح مایع سیال عامل نقش مهمی در عملکرد آن دارد.

مقایسه سیستم‌های بازیابی انرژی

بازیاب	جهت جریان	بازده محسوس (%)	بازده نهان (%)	افت فشار (Pa)	روش کنترل
صفحه‌ای	مخالف و متقاطع	۵۰ تا ۷۵	-	۱۰۰ تا ۱۰۰۰	کنارگذر جریان هوا
چرخ گرمایی	موازی و مخالف	۶۵ تا ۸۰	-	۱۰۰ تا ۳۰۰	کنارگذر جریان هوا و تغییر دور چرخ
چرخ انرژی	مخالف	۶۵ تا ۸۰	۵۰ تا ۸۰	۱۰۰ تا ۳۰۰	کنارگذر جریان هوا و تغییر دور چرخ
کویلی	-	۴۵ تا ۶۵	-	۱۵۰ تا ۵۰۰	کنارگذر جریان هوا و تغییر دور پمپ
لوله گرمایی	موازی و مخالف	۴۰ تا ۶۰	-	۱۵۰ تا ۵۰۰	کنارگذر جریان هوا و تغییر زاویه لوله
ترموسیفون	موازی و مخالف	۴۰ تا ۶۰	-	۱۵۰ تا ۵۰۰	کنارگذر جریان هوا