بسم الله الرحمن الرحیم

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

علیرضا ظریف

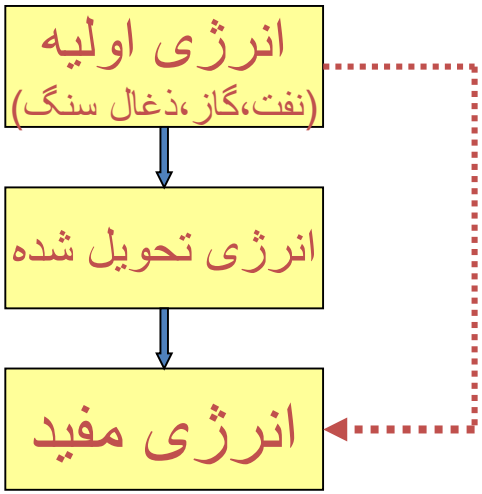
بخش- 1

تابستان 1402

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

بررسی سیستم انرژی و جایگاه مدیریت انرژی:

سیستم تهیه ، توزیع و مصرف انرژی



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

سیستم عرضه و تهیه انرژی:

راندمان کلی سیستم تولید، تبدیل، توزیع (تحویل) و مصرف انرژی (E) :

E=Ep * Ec * Ed * Ee

Ep: راندمان تولید

Ec: راندمان تبدیل از انرژی اولیه به حامل های انرژی مصرفی

Ed: راندمان سیستم توزیع

Ee: راندمان مصرف کننده نهایی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

ترازنامه انرژی کل کشور:

ترازنامه براساس استانداردها و مفاهیم بین‌المللی مورد استفاده و توافق سه ارگان بین‌المللی شامل آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) ، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) و اداره آمار جوامع اروپایی (Eurostat) تهیه می‌گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

وضعیت مصرف انرژی در کشور

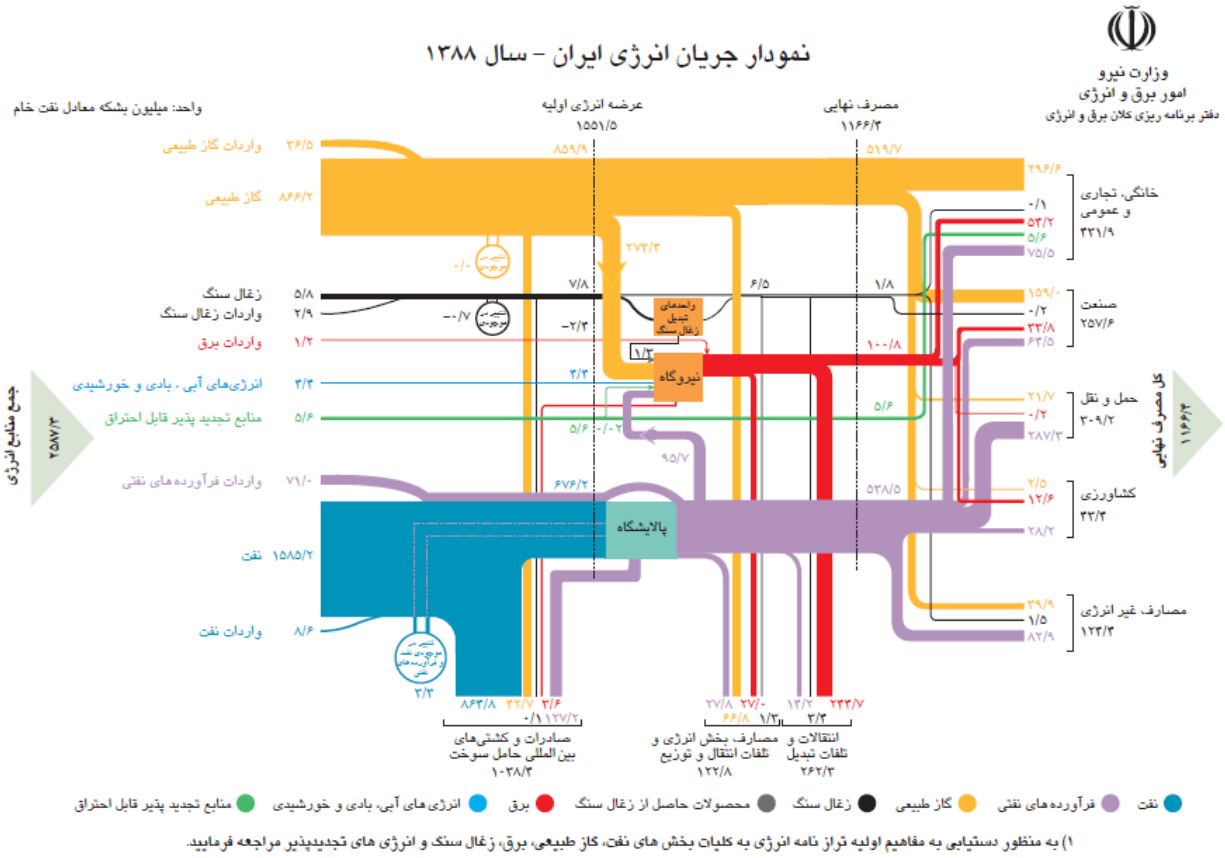
ترازنامه انرژی کل کشور:

ضرایب تبدیل واحدهای متعارف انرژی

	ژول	بی تی یو	کواد	کیلوکالری	تن معادل زغالسنگ
۱ ژول	۱	۹۴۷/۹×۱۰$^{-۶}$	۹۴۷/۹ × ۱۰$^{-۲۱}$	۲۳۹ ×۱۰$^{-۶}$	۳۴/۱۴ ×۱۰$^{-۱۲}$
۱ بی تی یو	۱۰۵۵	۱	۱×۱۰$^{-۱۵}$	۰/۲۵۲۴	۳۶/۰۲ ×۱۰$^{-۹}$
۱ کواد	۱۰^{۱۵} × ۱۰۵۵	۱×۱۰^{۱۵}	۱	۲۵۲ ×۱۰^{۱۲}	۳۶/۰۲ ×۱۰$^{-۶}$
۱ کیلوکالری	۴۱۸۴	۳/۹۶۶	۳۹۶۶ ×۱۰$^{-۱۸}$	۱	۱۴۲/۹ ×۱۰$^{-۹}$
۱ تن معادل زغال سنگ	۲۹/۲۹×۱۰^{۹}	۲۷/۷۶ ×۱۰^{۶}	۲۷/۷۶ ×۱۰$^{-۹}$	۷ ×۱۰^{۶}	۱
۱ بشکه معادل نفت خام	۶۱۱۹×۱۰^{۶}	۵/۸ ×۱۰^{۶}	۵/۸ ×۱۰$^{-۹}$	۱۴۶۲ ×۱۰^{۳}	۰/۲۰۸۹
۱ تن معادل نفت خام	۴۲/۷۶×۱۰^{۹}	۴۲/۴۳ ×۱۰^{۶}	۴۲/۴۳ ×۱۰$^{-۹}$	۱۰/۷ ×۱۰^{۶}	۱/۵۲۸
۱ مترمکعب گازطبیعی	۳۷/۲۶×۱۰^{۶}	۳۵/۳۱ ×۱۰^{۳}	۳۵/۳۱ ×۱۰$^{-۱۲}$	۸۹۰۵	۱۲۷۲ ×۱۰$^{-۶}$
۱ فوت مکعب گازطبیعی	۱۰۵۵×۱۰^{۳}	۱۰۰۰	۱×۱۰$^{-۱۲}$	۲۵۲/۲	۳۶ ×۱۰$^{-۶}$
۱ کیلووات در سال	۳۱/۵۴×۱۰^{۹}	۲۹/۸۹ ×۱۰^{۶}	۲۹/۸۹ ×۱۰$^{-۹}$	۷۵۳۷ ×۱۰^{۳}	۱/۰۷۶

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

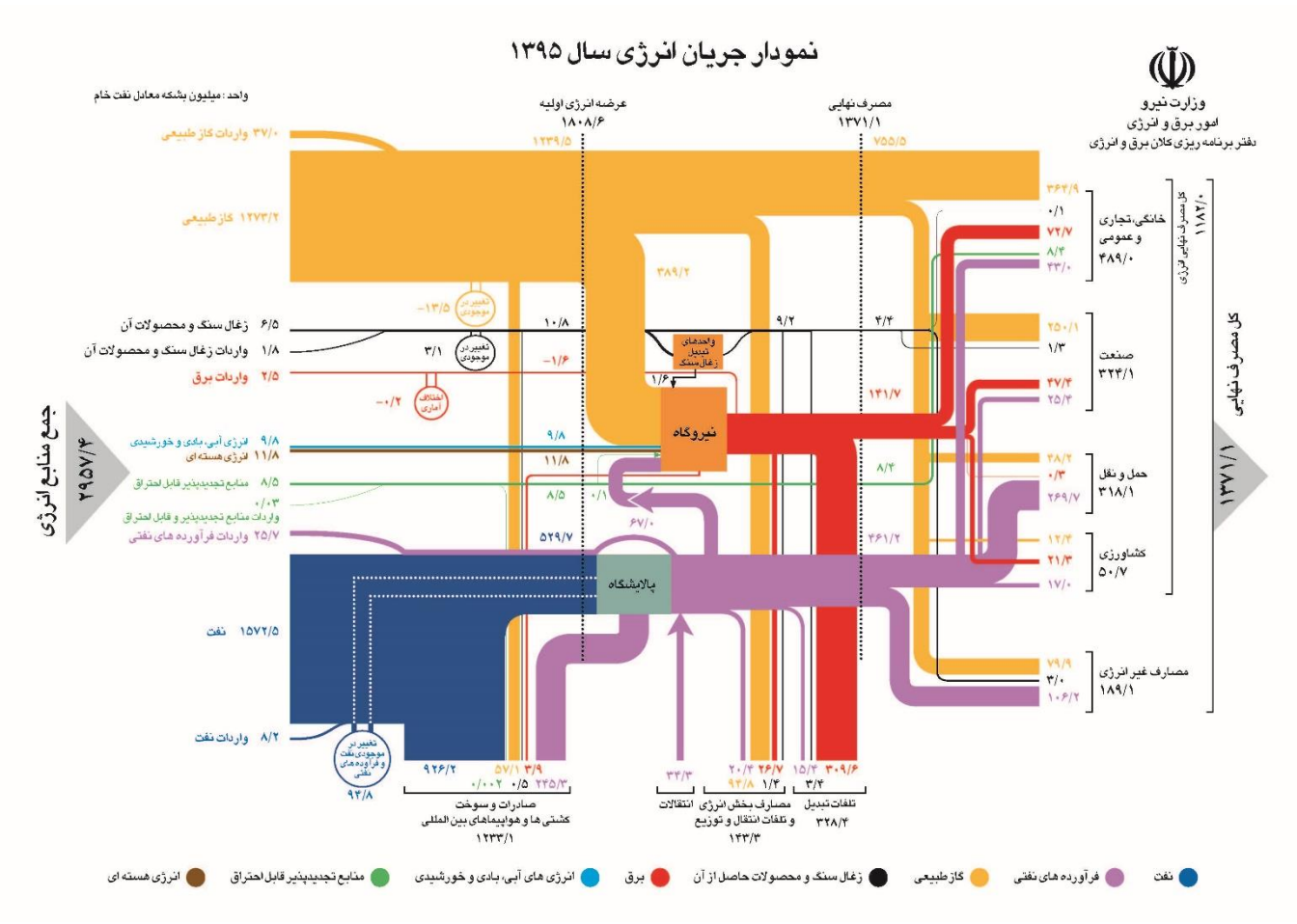
وضعیت مصرف انرژی در کشور



۱) به منظور دستیابی به مفاهیم اولیه تراز نامه انرژی به کلیات بخش های نفت، گاز طبیعی، برق، زغال سنگ و انرژی های تجدیدپذیر مراجعه فرمایید.

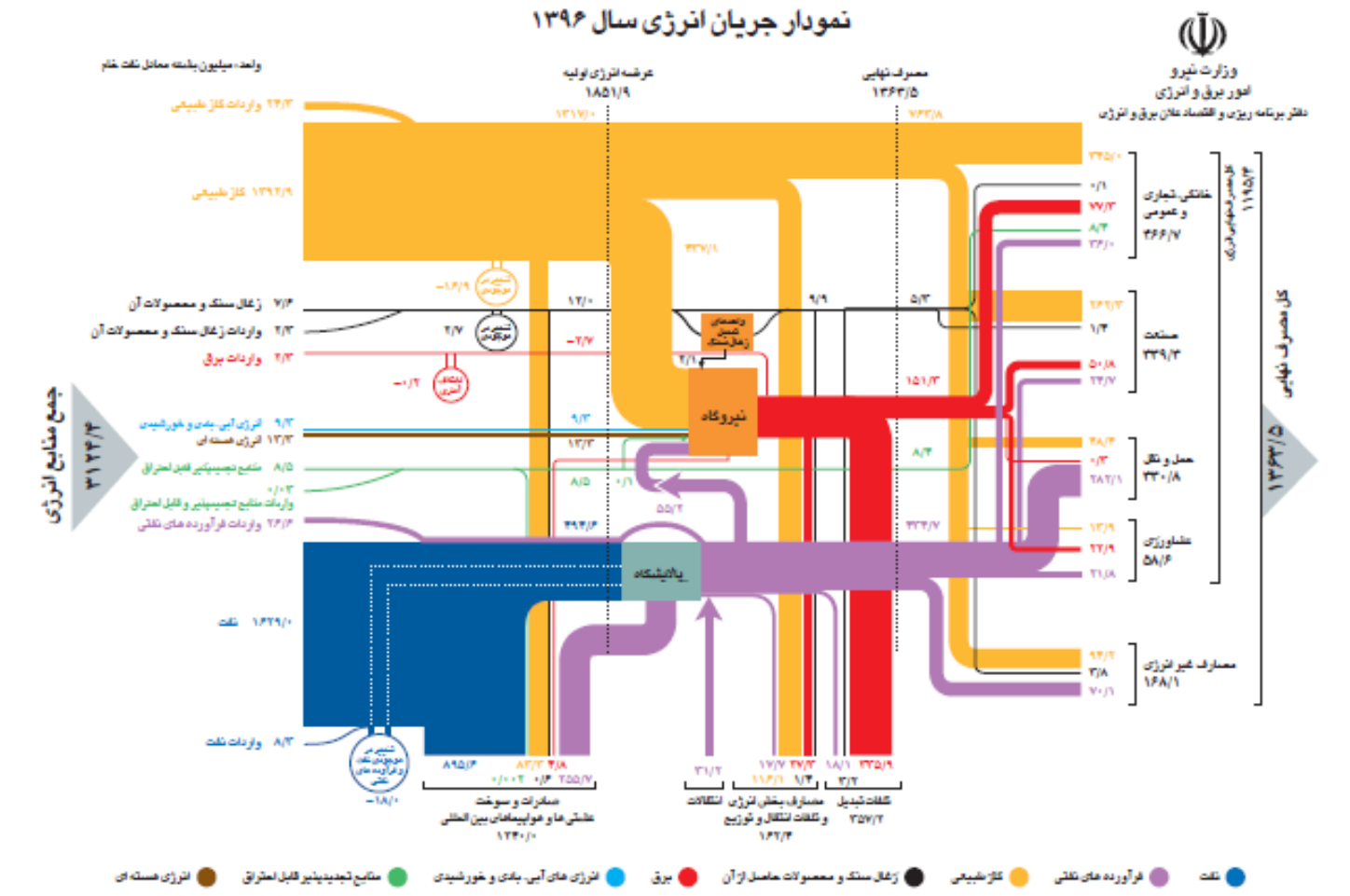
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

وضعیت مصرف انرژی در کشور



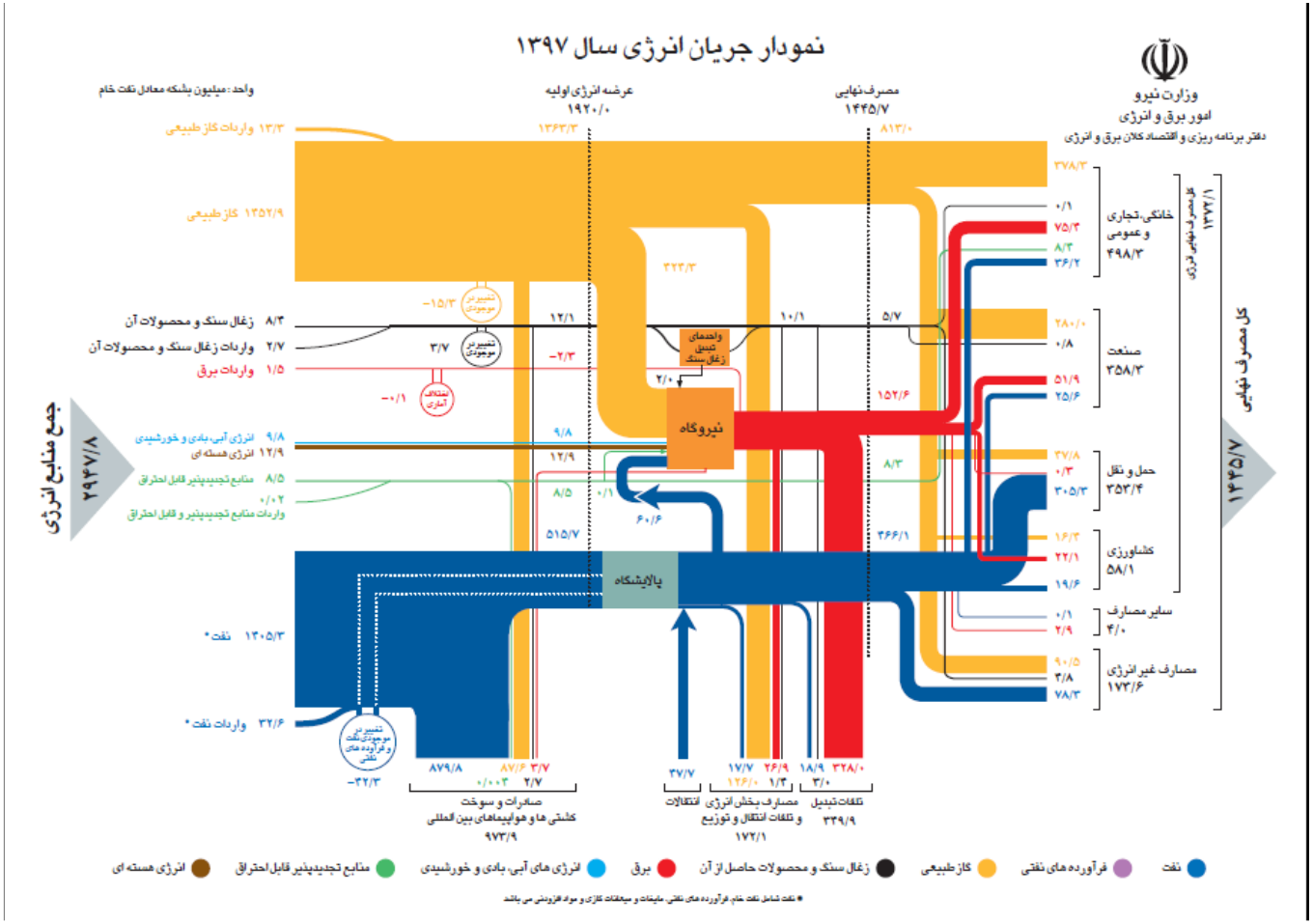
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

وضعیت مصرف انرژی در کشور



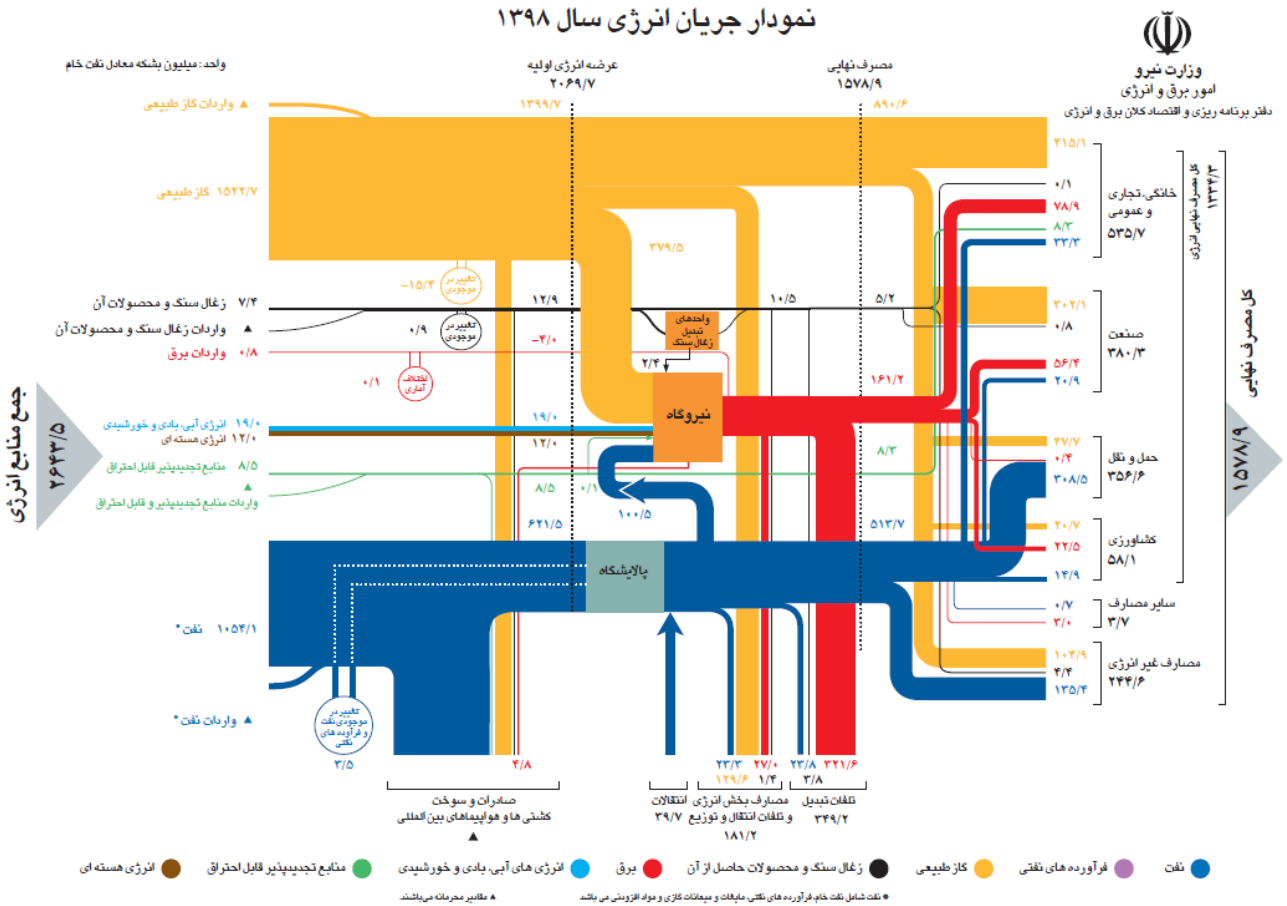
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

وضعیت مصرف انرژی در کشور



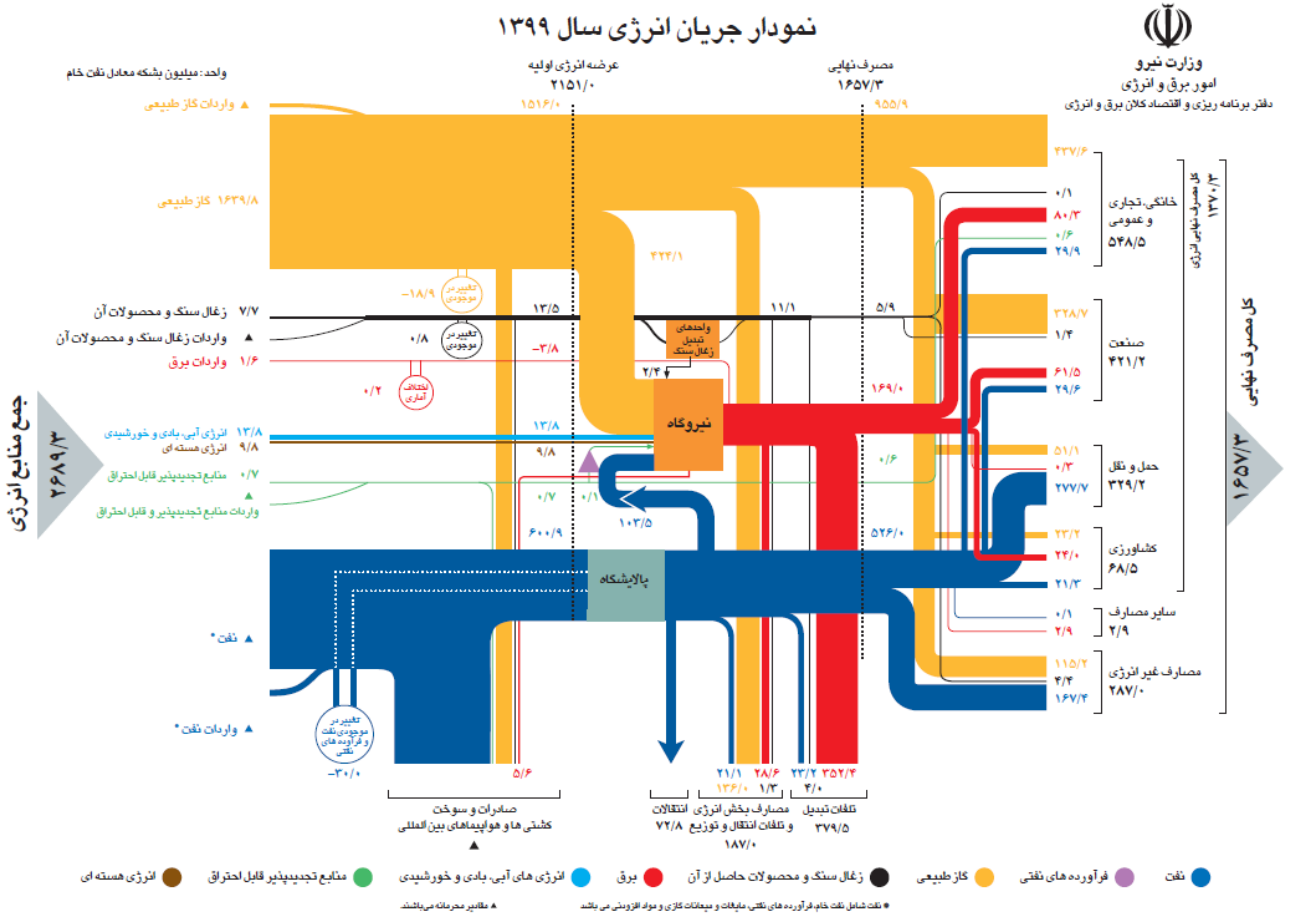
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

وضعیت مصرف انرژی در کشور



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

وضعیت مصرف انرژی در کشور



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

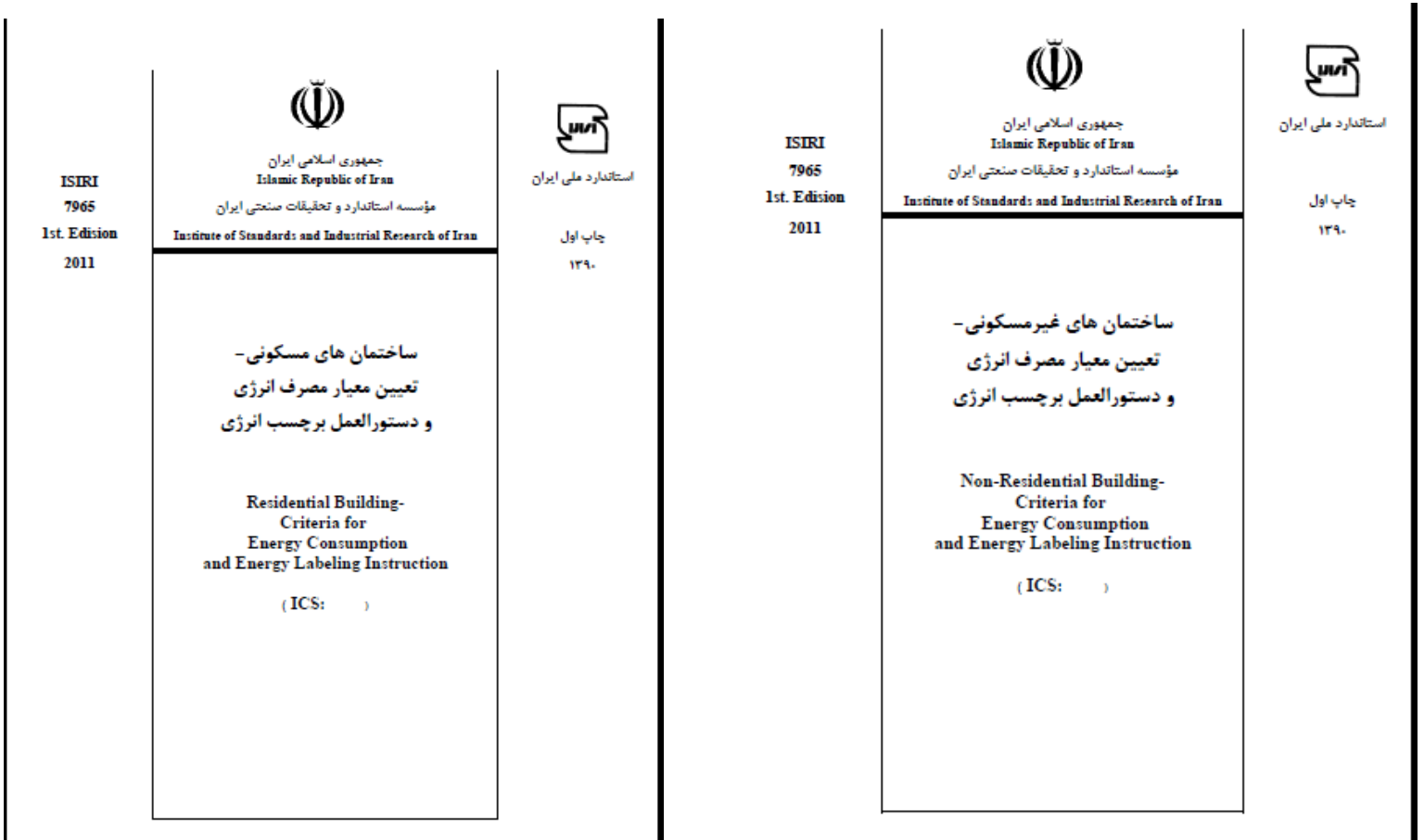
بخش ساختمان

- هم اکنون بخش ساختمان بزرگترین بخش مصرف کننده انرژی در کشور می باشد که مانند دیگر بخش ها، در هدر رفت مصرف انرژی در کشور از سهم بالایی برخوردار است، به طوری که مصرف انرژی بخش ساختمان کشور چندین برابر متوسط جهانی است به همین دلیل افزایش راندمان تجهیزات انرژی بر و کاهش تلفات انرژی در بخش ساختمان از طریق مبحث 19 مقررات ملی ساختمان از اهداف اولویت دار بخش انرژی محسوب می شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

بخش ساختمان

استانداردهای مصوب در بخش ساختمان و تجهیزات انرژی بر:



استاندارد ملی ایران

چاپ اول

۱۳۹۰

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI
7965
1st. Edision
2011

ساختمان های غیرمسکونی-
تعیین معیار مصرف انرژی
و دستورالعمل برچسب انرژی

Non-Residential Building-
Criteria for
Energy Consumption
and Energy Labeling Instruction

(ICS:)

استاندارد ملی ایران

چاپ اول

۱۳۹۰

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI
7965
1st. Edision
2011

ساختمان های مسکونی-
تعیین معیار مصرف انرژی
و دستورالعمل برچسب انرژی

Residential Building-
Criteria for
Energy Consumption
and Energy Labeling Instruction

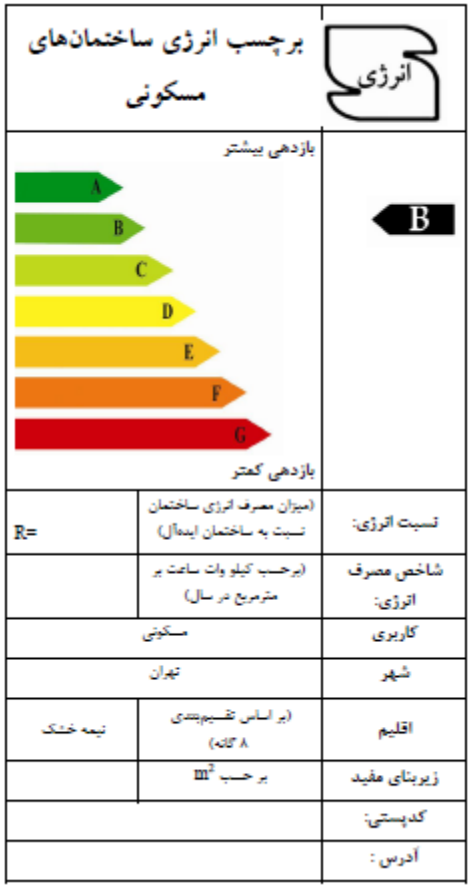
(ICS:)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

بخش ساختمان

استانداردهای مصوب در بخش ساختمان و تجهیزات انرژی بر:

نمونه شکل برچسب انرژی ساختمان های مسکونی



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

بخش ساختمان

ارایه استانداردهای مصوب در بخش‌های ساختمان و تجهیزات انرژی‌بر در وزارت نفت در سال ۱۳۸۹

عنوان استاندارد	وضعیت مصرف فعلی (رده G)	وضعیت هدف (رده A)	تولید سالیانه (دستگاه)	برآورد میزان صرفه‌جویی در اثر ارتقاء از رتبه G به A (میلیون مترمکعب گازطبیعی در سال)
	مترمکعب گازطبیعی در سال			
آبگرمکن فوری گازسوز	۹۴۰	۵۱۰	۲۵۰۰۰۰	۱۰۷/۵
بخاری گازسوز دودکش‌دار	۱۳۰۰	۸۴۵	۸۰۰۰۰۰	۳۶۴
بخاری گازسوز بدون دودکش	–	۳۵۰	۲۵۰۰۰۰	–

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- فرصت (پتانسیل) صرفه جویی انرژی در صورت اجرای راهکارهای بهینه سازی در کلیه ساختمان های موجود و در صورت اجرای مبحث 19 در ساخت و سازهای جدید به ترتیب 114 و 49 میلیون بشکه معادل نفت خام برآورد گردیده است.

مرجع : ترازنامه انرژی کل کشور سال 1388

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

هدف گذاری برای برآورد صرفه جویی انرژی حاصل از اجرای مبحث 19 مقررات ملی ساختمان :

- هدف ساختمانهای موجود : رسیدن از مصرف انرژی معادل 310 کیلووات ساعت در هر متر مربع به 151 کیلووات ساعت بر متر مربع
- هدف ساختمانهای جدید : رسیدن از مصرف انرژی معادل 310 کیلو وات ساعت در هر متر مربع به 120 کیلو وات ساعت در هر متر مربع

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)
وضعیت مصرف انرژی در کشور

مهم‌ترین تحولات بخش انرژی کشور در سال ۱۳۸۸

برآورد پتانسيل صرفه جويي سالانه در بخش خانگي در صورت اجراي مبحث 19 مقررات ملي

عنوان	میزان (میلیون بشکه معادل نفت خام)	ارزش (میلیارد دلار)
میزان صرفه‌جویی کل در صورت اجرای راهکارهای بهینه سازی در کلیه ساختمان‌های موجود	۱۱۴	۷/۹۸
میزان صرفه‌جویی کل در صورت اجاری مبحث ۱۹ در ساخت و سازهای جدید	۴۹	۳/۴۲
جمع	۱۶۳	۱۱/۴

ملاحظات:

- *هدف ساختمان‌های موجود: رسیدن از مصرف انرژی معادل ۳۱۰ کیلووات‌ساعت در هر متر مربع به ۱۵۱ کیلووات‌ساعت در هر مترمربع.*
- *هدف ساختمان‌های جدید: رسیدن از مصرف انرژی معادل ۳۱۰ کیلووات‌ساعت در هر مترمربع به ۱۲۰ کیلووات‌ساعت در هر مترمربع .*

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- ***اهمیت تدوین مبحث نوزدهم :***

مصرف بیش از 40% انرژي كشور در بخش ساختمان

سرعت فزاينده رشد مصرف داخلي انرژي

بالارفتن قيمت جهاني انرژي

محدود بودن منابع

دستيابي به سطح مطلوبي از شاخص آسايش

- ***هدف از تدوین مبحث 19:***

تعيين ضوابط طراحي، محاسبه و نظارت بر اجراي اقدامات مؤثر در كاهش مصرف انرژي در ساختمان

ندابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- ***سهم مصرف انرژي در ساختمان (به طور نمونه) :***

- روشنايي 10%
- وسايل خانگي و آب‌گرم % 20
- گرمايش و سرمايش % 70

تدابیرصرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

راه های اتلاف انرژی در ساختمان ها :

ديوارهاي خارجي

بام

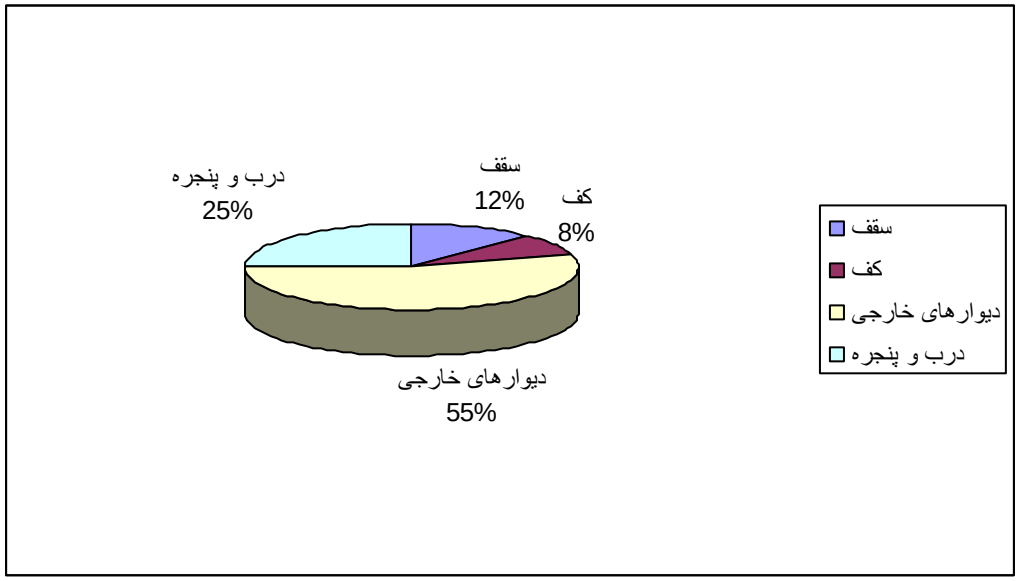
کف ساختمان

بازشوها

کانال ها ودودکش ها

تأسيسات حرارتي و برودتي نامناسب

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



تدابير صرفه جويی انرژی در ساختمانها (2)

روشهاي جلوگيري از اتلاف انرژي در ساختمان :

عايقكاري حرارتي ديوارها

عايقكاري حرارتي بام

عايقكاري حرارتي كف

بەكارگيري بازشوهاي مناسب

اجتناب از انتخاب مقاطع كانال‌ها و دودكش‌ها بيش از حد نياز

استفاده از تأسيسات و تجهيزات پربازده

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

خواص عمومی عایق استاندارد :

- مقاومت حرارتي زياد
- جذب آب كم
- نفوذپذيري كم در برابر بخار آب
- دوام زياد
- پايداري ابعادي بالا
- مقاومت مناسب در برابر نيروهاي وارده
- رفتار مناسب در برابر آتش
- چگالي ، ضخامت و ابعاد مناسب

تدابير صرفه جويی انرژی در ساختمانها (2)

طبقه بندي عايق‌ها :

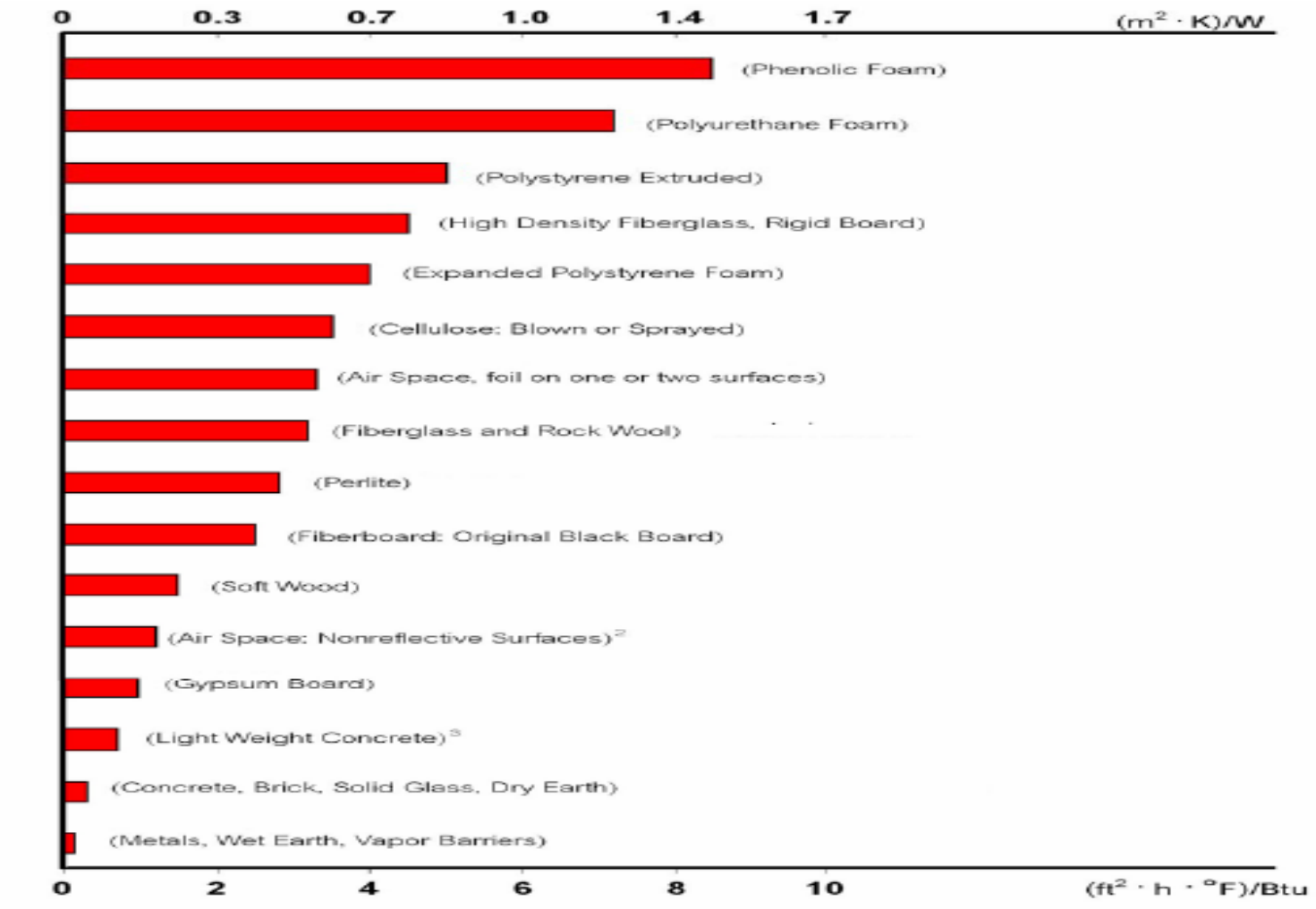
بر اساس ساختار فيزيكي و شكل:

1. الياف يا دانه‌اي (پشم شيشه، پشم سرباره، ورميكوليت و ...)
2. پوشينه، نوار يا نمد (رول‌هاي پشم معدني)
3. تخته يا دال‌هاي صلب (چوب، چوب پنبه، دالفوم بتن و ...)
4. عايق‌هاي درجا (فوم پلي يورتان، چسب‌هاي عايق)

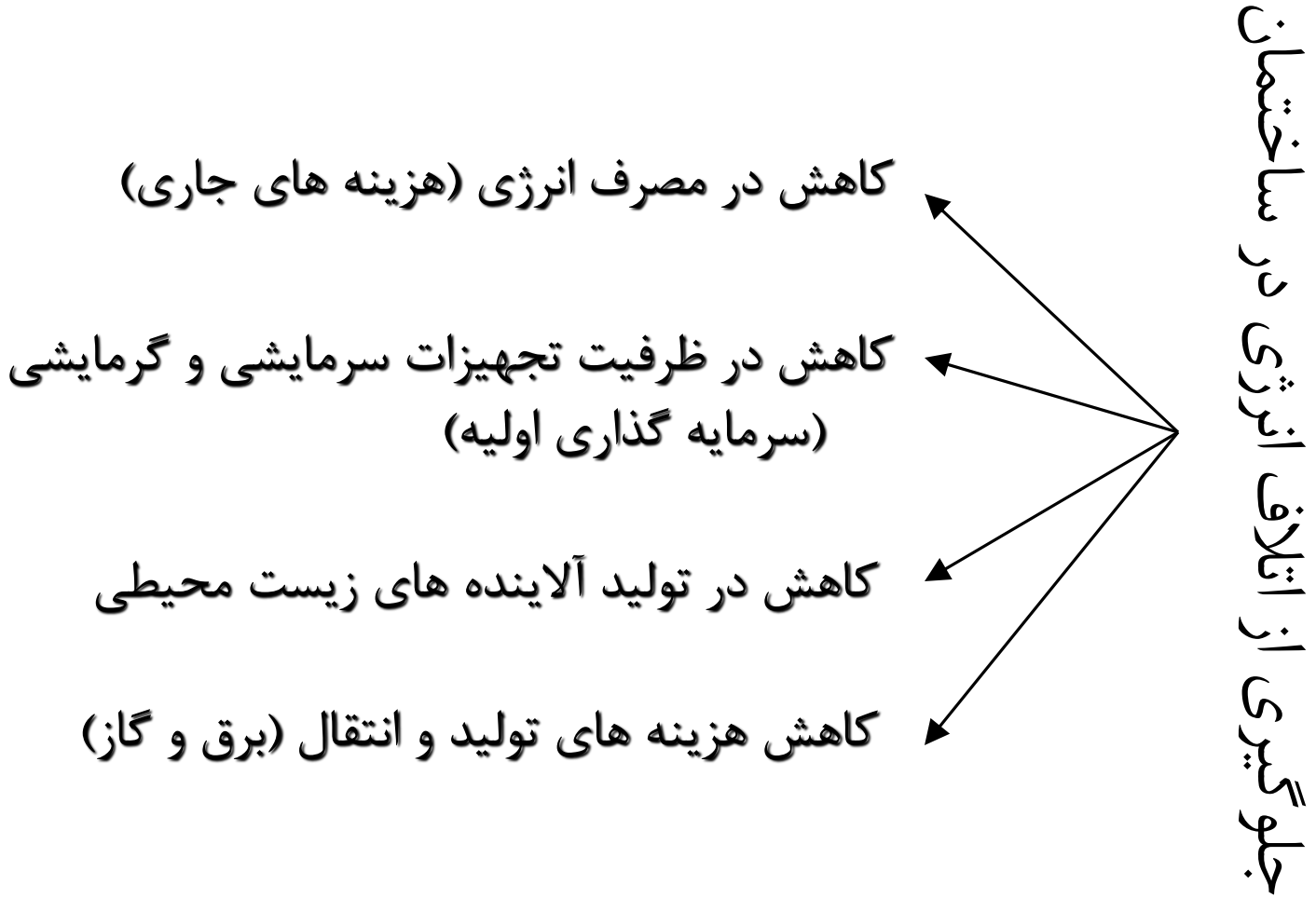
بر اساس منشاء:

1. حيواني (مو و پشم حيوانات)
2. گياهي (كاه، ساقه گندم، كتان و ...)
3. معدني (پشم سنگ، پشم سرباره، ورميكوليت، آزبست و ...)
4. مصنوعي (لاستيك، فوم پلي يورتان، پلي استايرن و ...)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پایان بخش اول

با تشکر از توجه شما

بسم الله الرحمن الرحیم

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

علیرضا ظریف

بخش- 2

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان

هرچه میزان انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان بیشتر باشد ، انرژی مورد نیاز برای تأمین **شرایط آسایش** افزون تر بوده و لازم است تا برای جبران انرژی منتقل شده از پوسته خارجی ، به صورت مداوم توانی برای گرمایش یا سرمایش مصرف شود.

اگر بتوان با تمهیدات لازم سبب کاهش انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان شد ،مقدار قابل توجهی از مصرف انرژی قابل صرفه جویی خواهد بود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان

<u>روشهای انتقال حرارت :</u>

انتقال حرارت به طریق هدایت

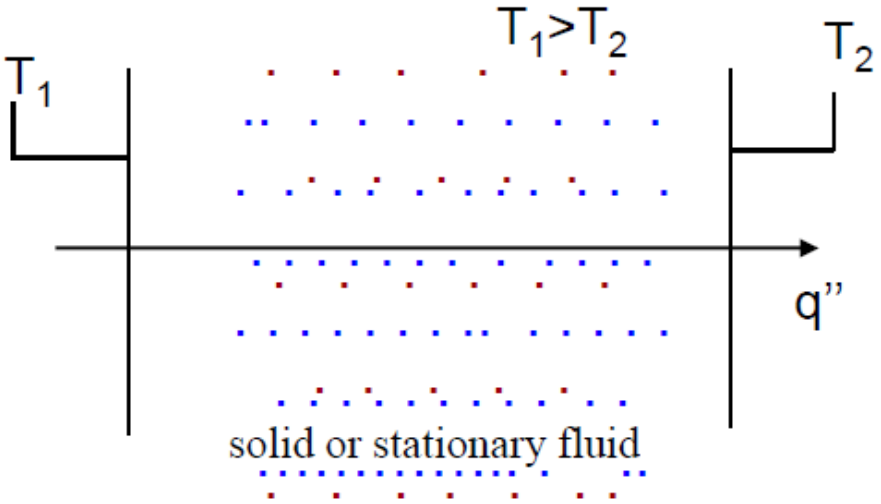
انتقال حرارت بصورت همرفت یا کنوکسیون

انتقال حرارت تشعشعی یا تابشی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

CONDUCTION

(Needs medium, Temperature gradient)

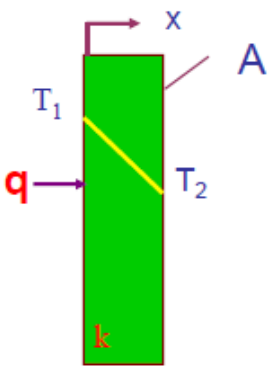


RATE:

q(W) or (J/s) (heat flow per unit time)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Conduction (contd…)



Rate equations (1D conduction):

- Differential Form

  $q = - k A dT/dx$, W

  k = Thermal Conductivity, W/mK

  A = Cross-sectional Area, m^2

  T = Temperature, K or °C

  x = Heat flow path, m

- Difference Form

  $q = - k A (T_2 – T_1) / (x_2 – x_1)$

Heat flux: $q'' = q / A = - k dT/dx$ (W/m^2)

(negative sign denotes heat transfer in the direction of decreasing temperature)

W/(m.K)	λ	Thermal conductivity	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: $q = - \lambda . grad T$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Conduction

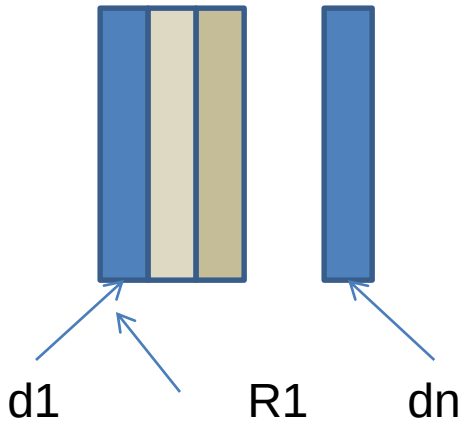
W/(m.K)	λ	Thermal conductivity	**ضریب هدایت حرارتی** توان حرارتی که از لایه‌ای به ضخامت یک متر می‌گذرد اگر اختلاف دما (در حالت پایدار) بین دو طرف لایه برابر یک درجه باشد: $q = - \lambda . \text{ grad } T$
$m^2.K/W$	R	Thermal resistance	**مقاومت حرارتی سطحی** قابلیت عایق حرارت بودن یک یا چند لایه از جدار 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: $R = (T_i - T_e)/q$ در مورد لایه‌ای با ضخامت d که در آن مقدار R ثابت است و یا رابطهٔ خطی با دما دارد: $R = d / \lambda$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Conduction

اگر جدار از لایه‌های متعدد تشکیل شده باشد، مقاومت حرارتی آن برابر است با مجموع مقاومت حرارتی لایه‌های تشکیل‌دهنده آن، یا به عبارتی $R = \Sigma Ri$ خواهد بود.

$$R = (d_1 / \lambda_1) + (d_2 / \lambda_2) + \ldots + (d_n / \lambda_n)$$



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۷

ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول پ۸-۲، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایهٔ هوا، آمده است.

جدول پ۸-۲ مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوستهٔ خارجی

زاویهٔ لایهٔ هوا نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	ضخامت لایهٔ هوا (میلی‌متر)						
		۵ تا ۷	۷٫۱ تا ۹	۹٫۱ تا ۱۱	۱۱٫۱ تا ۱۳	۱۴ تا ۲۴	۲۵ تا ۵۰	۵۱ تا ۱۰۰
عمودی یا با زاویهٔ بیش از ۶۰	افقی	۰٫۱۱	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۱۶	۰٫۱۶	۰٫۱۶
افقی یا با زاویهٔ کمتر از ۶۰ درجه	رو به بالا	۰٫۱۱	۰٫۱۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۱۴	۰٫۱۴
	رو به پایین	۰٫۱۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۱۶	۰٫۱۸	۰٫۲۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول

در این بخش، مقادیر مقاومت‌های حرارتی برخی لایه‌های غیرهمگن عناصر ساختمانی متداول بر حسب $[m^2.K/W]$ آمده است.

پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما)

جدول پ۸-۳ مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

لایهٔ ساختمانی	ضخامت	مقاومت حرارتی
آجر پلاک در نما	۳ تا ۴	۰٫۰۳

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص مادهٔ آجر: ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

جدول پ۸-۴ مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر توپر در دیوار

شکل آجرچینی مقطع افقی	ضخامت جدار (سانتی‌متر)			
	۵/۵	۱۰/۵	۲۲	۳۵
	۰/۰۵	۰/۰۹		
			۰/۲۰	
				۰/۳۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : ۵/۵ سانتی‌متر

عرض : ۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر

طول : ۲۰ تا ۲۲ سانتی‌متر

وزن مخصوص مادهٔ سفالی : ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

درصد روزنه‌ها : ۲۵ تا ۴۰ درصد

جدول پ۸-۵ مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر سوراخ‌دار در دیوار

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار)

جدول پ۸-۶ مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۸ تا ۱۰ میلیمتر

وزن مخصوص خشک مادهٔ سفالی بلوک : ۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول پ۸-۸ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

شکل بلوک	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)	
مقطع افقی	۲۰	۲۵
	۰٫۲۶	
		۰٫۳۵

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

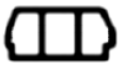
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : ۵۰ سانتیمتر

ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر

وزن مخصوص خشک مادهٔ سیمانی بلوک : ۱۹۵۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب

پوشش بتنی روی تیرچه : ۵ سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول پ۸-۹ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

شکل بلوک	ارتفاع بلوک (سانتی‌متر)	
مقطع افقی	۲۰	۲۵
	۰٫۱۵	
		۰٫۲۵

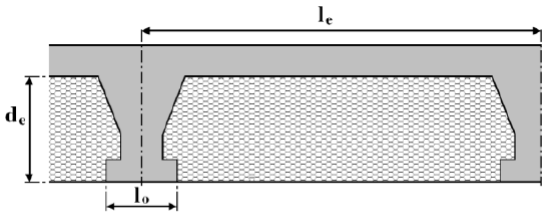
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

پ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)

با توجه کم بودن ضریب هدایت حرارت پلی‌استایرن منبسط، شکل بلوک دارای اهمیت خاصی است. برای تیرچه بلوک‌های ساده، با مقطعی مشابه شکل پ۸-۱، مقاومت‌های حرارتی سقف تیرچه و بلوک با استفاده از جدول پ۸-۱۰ تعیین می‌شود.



شکل پ۸-۱ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

جدول پ۸-۱۰ مقادیر مقاومت حرارتی R_i سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

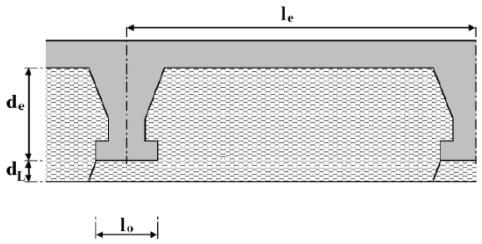
ارتفاع بلوک d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
		$۶۰ > l_e > ۵۵$	$۶۳ > l_e > ۶۱$	$l_e > ۶۴$
۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۰٫۶۸	۰٫۷۴	۰٫۷۷
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۰٫۵۹	۰٫۶۵	۰٫۶۸
۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۰٫۷۹	۰٫۸۶	۰٫۹۰
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۰٫۶۹	۰٫۷۶	۰٫۷۹
۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۰٫۹۱	۰٫۹۹	۱٫۰۳
	$۱۴۰ > l_e > ۱۲۵$	۰٫۷۹	۰٫۸۷	۰٫۹۱

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

در صورت وجود زبانه‌ای برای پوشش زیر تیرچه، در بخش تحتانی بلوک (شکل پ۸-۲)، مقاومت حرارتی سقف با استفاده از جدول پ۸-۱۱ تعیین می‌گردد.

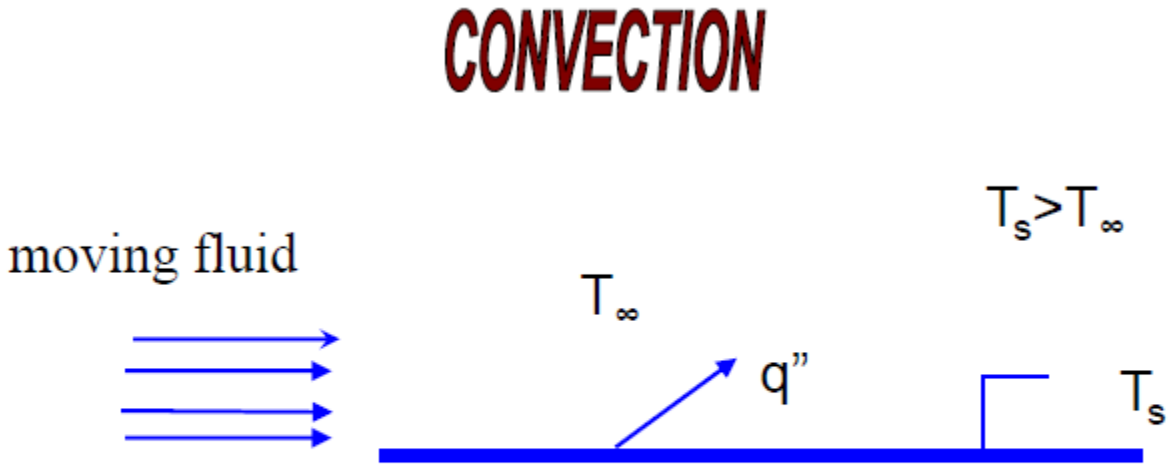


شکل پ۸-۲ نمونهٔ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

جدول پ۸-۱۱ مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

ارتفاع پاشنه d_L (mm)	ارتفاع بلوک از روی پاشنه d_e (cm)	عرض پاشنهٔ تیرچه l_0 (mm)	فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها l_e (cm)		
			$۶۰ < l_e < ۵۵$	$۶۱ < l_e < ۶۳$	$l_e < ۶۴$
۳۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۱٫۸۲	۱٫۹۰	۱٫۹۴
		$> l_e > ۱۲۵$	۱٫۷۲	۱٫۸۰	۱٫۸۴
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۱٫۹۴	۲٫۰۳	۲٫۰۸
		$> l_e > ۱۲۵$	۱٫۸۲	۱٫۸۹	۱٫۹۳
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۰۰	۲٫۱۱	۲٫۱۶
		$> l_e > ۱۲۵$	۱٫۸۸	۱٫۹۸	۲٫۰۴
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۰۸	۲٫۱۹	۲٫۲۶
		$> l_e > ۱۲۵$	۱٫۹۵	۱٫۰۶	۲٫۱۲
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۲۵	۲٫۳۷	۲٫۴۵
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۱۱	۱٫۱۵	۲٫۳۰
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۴۱	۲٫۵۴	۲٫۶۲
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۲۷	۱٫۲۳	۲٫۴۶
۴۰	۱۲	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۰۷	۲٫۱۵	۲٫۱۹
		$> l_e > ۱۲۵$	۱٫۹۷	۲٫۰۵	۲٫۰۹
	۱۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۲۰	۲٫۲۹	۲٫۳۴
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۰۸	۲٫۱۷	۲٫۲۱
	۱۷	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۲۶	۲٫۳۷	۲٫۴۳
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۱۴	۲٫۲۴	۲٫۳۰
	۲۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۳۵	۲٫۴۶	۲٫۵۳
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۲۱	۲٫۳۳	۲٫۳۹
	۲۵	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۵۴	۲٫۶۶	۲٫۷۴
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۴	۲٫۵۲	۲٫۵۹
	۳۰	$۱۲۴ > l_e > ۹۵$	۲٫۷۳	۲٫۸۵	۲٫۹۳
		$> l_e > ۱۲۵$	۲٫۵۸	۲٫۷۰	۲٫۷۷

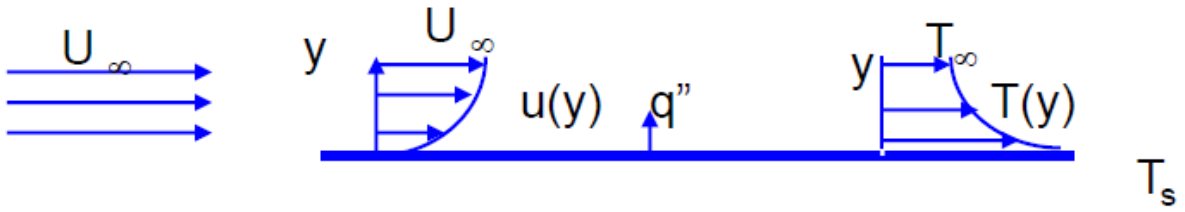
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



❖ Energy transferred by diffusion + bulk motion of fluid

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Rate equation (convection)



Heat transfer rate $q = hA(T_s - T_\infty)$ W

Heat flux $q'' = h(T_s - T_\infty)$ W / m^2

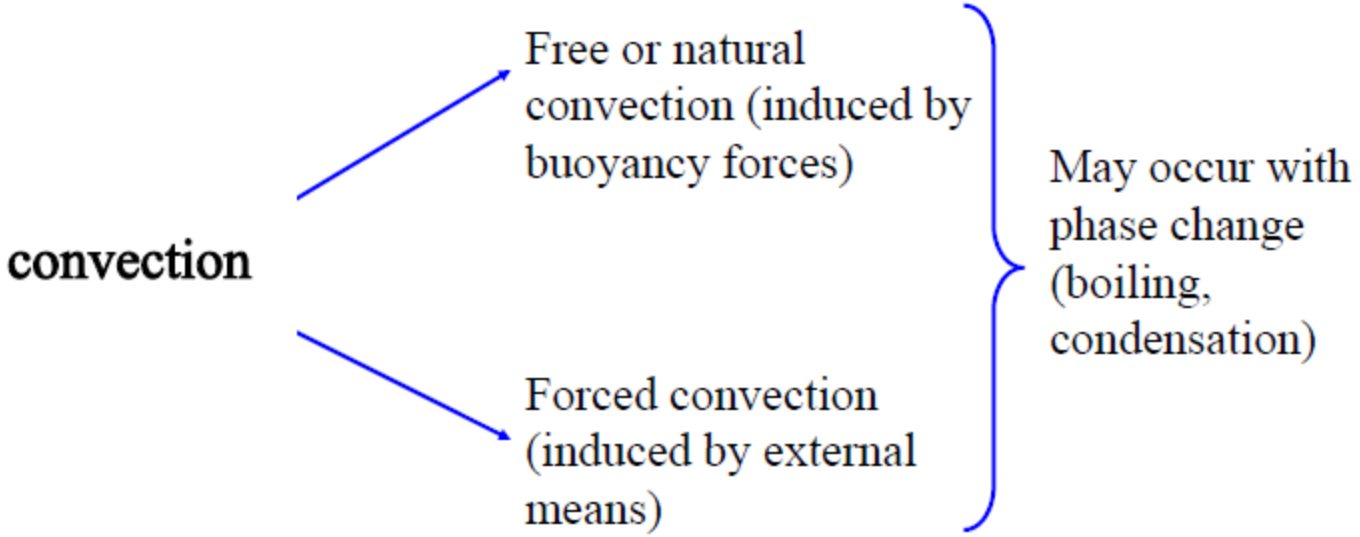
h=heat transfer co-efficient (W /m^2K)

not a fluid property alone, but also depends on flow geometry, nature of flow (laminar/turbulent), thermodynamics properties etc.

$W/(m^2.K)$	h	Surface coefficient of heat transfer	**ضریب تبادل حرارت در سطح جدار** نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Convection (contd…)



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Convection (contd…)

Typical values of h (W/m^2K)

Free convection	gases: 2 - 25
	liquid: 50 - 100
Forced convection	gases: 25 - 250
	liquid: 50 - 20,000
Boiling/Condensation	2500 -100,000

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

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

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۸

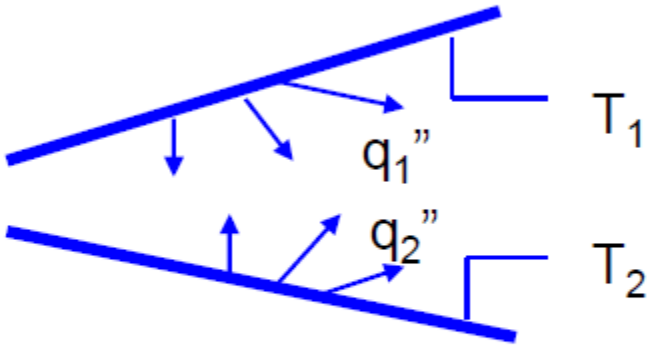
مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

جدول پ۸-۱- مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطح داخلی (R_i) و لایهٔ هوای مجاور سطح خارجی (R_e) انواع جدارها

زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	جدار در تماس با فضای خارج			جدار در تماس با فضای کنترل‌نشده		
		لایهٔ هوای داخلی	لایهٔ هوای خارجی	جمع لایه‌ها	لایهٔ هوای داخلی	لایهٔ هوای خارجی	جمع لایه‌ها
عمودی یا با زاویهٔ بیش از ۶۰ درجه	افقی	۰٫۱۱	۰٫۰۶	۰٫۱۷	۰٫۱۱	۰٫۱۱	۰٫۲۲
افقی یا با زاویهٔ کمتر از ۶۰ درجه	رو به بالا	۰٫۰۹	۰٫۰۵	۰٫۱۴	۰٫۰۹	۰٫۰۹	۰٫۱۸
	رو به پایین	۰٫۱۷	۰٫۰۵	۰٫۲۲	۰٫۱۷	۰٫۱۷	۰٫۳۴

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

RADIATION



RATE:

q(W) or (J/s) Heat flow per unit time.

Flux : q" (W/m^2)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Rate equations (Radiation)

RADIATION:

Heat Transfer by electro-magnetic waves or photons(no medium required.)

Emissive power of a surface (energy released per unit area):

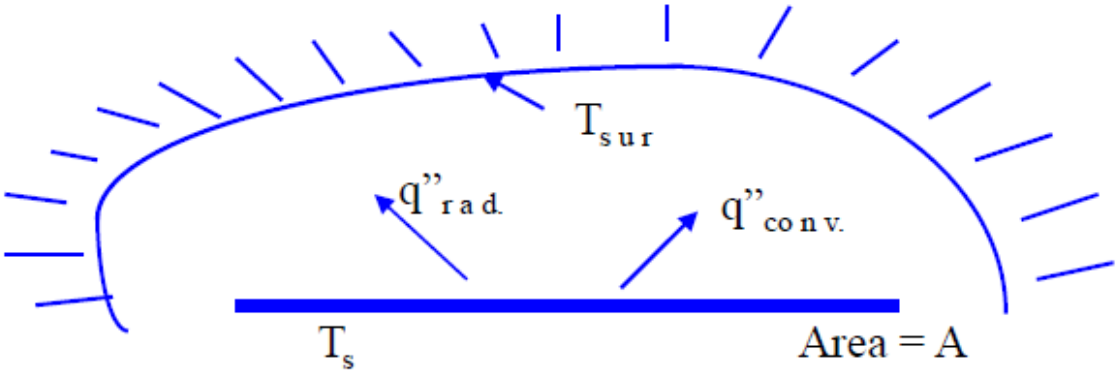
$$E=\varepsilon\sigma T_s^4 \ (W/ m^2)$$

ε= emissivity (property)……..

σ=Stefan-Boltzmann constant

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

Rate equations (Contd….)



Radiation exchange between a large surface and surrounding

$$Q''_{rad} = \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sur}^4)\ W/m^2$$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

کاربردها

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

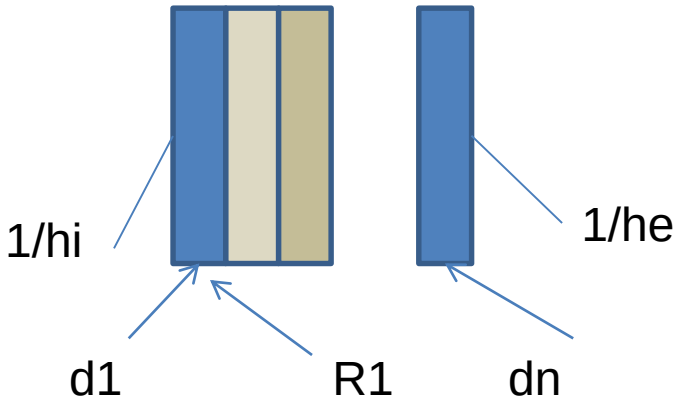
انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

ضریب انتقال حرارت عناصر ساختمانی

مقدار ضریب انتقال حرارت هر عنصر ساختمانی (U) به کمک رابطه زیر محاسبه می‌شود، و واحد آن $[W/m^2K]$ می باشد.

$$1/U = R_T = \Sigma Ri + 1/h_i + 1/h_e$$

مقادیر $1/h_i$ و $1/h_e$ مقاومت تبادل حرارت در سطح جدار در طرفین هر عنصر ساختمانی هستند، که بستگی به جهت جریان حرارت، و نیز نحوه قرارگیری عنصر مزبور دارند. مقادیر مزبور در پیوست ۸ مبحث ۱۹ ذکر شده‌اند.



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

در این پیوست، به ترتیب، ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها، جدارهای نورگذر و درها درج می‌گردد. برای تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، باید به بخش‌های پ۹-۱ و پ۹-۲، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوهٔ تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ۹-۳، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ۹-۴ آمده است.

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

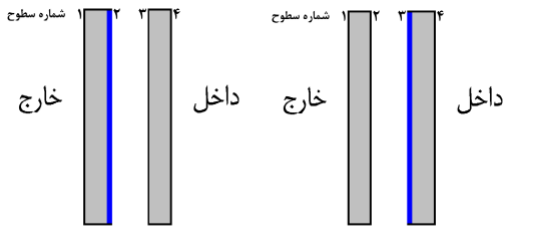
ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها

ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها (U_{gl})، که در جدول پ ۹-۱ تا جدول پ ۹-۶ این بخش آمده است، مربوط به شیشه‌های با ضخامت ۴ میلی‌متر، در دو حالت عمودی و افقی، است. مقادیر ضرایب انتقال حرارت مربوط به گسیلندگی‌های بینابینی را می‌توان با درون‌یابی مقادیر داده‌شده در جدول محاسبه کرد.

برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت ۸۵ درصد[1] در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقادیر مربوط تنها در صورتی ملاک عمل است که تولیدات مربوط دارای گواهی‌نامهٔ مؤید وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر مربوط به هوا ملاک قرار گیرد.

همچنین ضرایب گسیلندگی عمود مفید شیشه‌ها، که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود، باید به تأیید یک نهاد دارای صلاحیت قانونی رسیده باشد. در غیر این صورت، نباید گسیلندگی کم برای شیشه منظور شود.



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

۱. ۸۵ درصد گاز خنثی و ۱۵ درصد هوای خشک

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده

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

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول پ۹-۱ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۳	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹	۲٫۹
۸	۳٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷
۱۰	۲٫۹	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵
۱۲	۲٫۸	۱٫۷	۱/۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴
۱۴	۲٫۷	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۲
۱۶	۲٫۷	۱/۴	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۱/۹	۲/۰	۲/۱	۲/۲
۱۸	۲٫۷	۱٫۴	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲
۲۰	۲٫۷	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

جدول پ۹-۲ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون (۸۵ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۱	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶
۸	۲٫۹	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۳	۲٫۴
۱۰	۲٫۸	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳
۱۲	۲٫۷	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱	۲٫۱
۱۴	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱
۱۶	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۱۸	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰
۲۰	۲٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)

جدول پ۹-۴ مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با هوا (۱۰۰ درصد)

ضخامت لایهٔ هوا [mm]	ضریب انتقال حرارت U_{gl} [W/(m².K)]							
	شیشه‌های عادی	شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید ε_n						
		۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۱۵	۰٫۲۰	۰٫۲۵	۰٫۳۰	۰٫۳۵	۰٫۴۰
۶	۳٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹	۳٫۰	۳٫۰	۳٫۱	۳٫۲	۳٫۲
۸	۳٫۵	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹	۳٫۰
۱۰	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹	۲٫۹
۱۲	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹
۱۴	۳٫۴	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۱۶	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۱۸	۳٫۴	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹
۲۰	۳٫۳	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۶	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۹

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده

اگر جدار نورگذر با شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده و با قاب فولادی یا آلومینیومی معمولی ساخته شده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط بازشو برابر است با:

$U_G = ۵/۸$ [W/(m².K)] در حالتی که جدار عمودی است

$U_G = ۶/۹$ [W/(m².K)] در حالتی که جدار افقی است

در پنجره‌های چوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چندجداره در نظر گرفته می‌شود؛ و در صورت کاربرد آن با شیشهٔ تک‌جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و آلومینیومی ساده به کار برده می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت یک جدار نورگذر دارای شیشهٔ دوجداره (U_G)، لازم است، علاوه بر مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (U_{gl})، ضریب انتقال حرارت قاب بازشو (U_{fr}) نیز مشخص شود. در تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، نکات زیر باید در نظر قرار گیرد:

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت‌شکن، سه مقدار ۳٫۰، ۴٫۰ و ۵٫۰ $[W/(m^2.K)]$ در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر ۵٫۰ $[W/(m^2.K)]$ در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱٫۵، ۱٫۸ و ۲٫۵ $[W/(m^2.K)]$ در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر ۲٫۵ $[W/(m^2.K)]$ در نظر گرفته می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت یک جدار نورگذر دارای شیشهٔ دوجداره (U_G)، لازم است، علاوه بر مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (U_{gl})، ضریب انتقال حرارت قاب بازشو (U_{fr}) نیز مشخص شود. در تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، نکات زیر باید در نظر قرار گیرد:

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت‌شکن، سه مقدار ۳٫۰، ۴٫۰ و ۵٫۰ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر ۵٫۰ [W/(m².K)] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار ۱٫۵، ۱٫۸ و ۲٫۵ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر ۲٫۵ [W/(m².K)] در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار ۰٫۱۳ و ۰٫۱۸ [W/(m.K)] در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر ۰٫۱۸ [W/(m.K)] در نظر گرفته می‌شود.
- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول پ۹-۷ تا جدول پ۹-۹)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم‌گسیل) بین ۱٫۲ و ۲٫۹ [W/(m².K)] در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از ۲٫۹ باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برون‌یابی اعداد ارائه‌شده تعیین می‌شود.

در جدول پ۹-۷ تا جدول پ۹-۹، ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر (U_G)، بر حسب نوع بازشو، ضریب انتقال حرارت شیشه (U_{gl}) و نوع و ضریب انتقال حرارت قاب (U_{fr})، درج شده است.

جدول پ۹-۷ مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول پ۹-۸ مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول پ۹-۹ مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پیوست ۹

ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

پ ۹-۴ ضرایب انتقال حرارت درها

مقادیر داده شده در این بخش مربوط به درهای متداول است. در صورتی که برای درها از عایق‌های حرارتی خاصی استفاده شود و در گواهی‌نامهٔ فنی معتبر نیز ضرایب انتقال حرارت ارائه شده باشد، آن ضرایب می‌تواند ملاک محاسبه قرار گیرد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر داده شده در جدول پ۹-۱۰ مورد استفاده قرار گیرد.

جدول پ۹-۱۰ ضرایب انتقال حرارت درها

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

ندابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۱) مقاومت حرارتی ۵ سانتی‌متر پلی‌استایرن منبسط چه مقدار است؟ (وزن مخصوص پلی‌استایرن را $[Kg/m^3]$ ۱۴- ۱۰ در نظر بگیرید.)

$d = 0.05\ [m]$

$\lambda = 0.047\ [W/mK]$ از پیوست ۷ مبحث ۱۹

$R = d / \lambda = 0.05 / 0.047 = 1.063\ [m^2K/W]$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۲) مقاومت حرارتی ۵ سانتی‌متر آهن خالص چه مقدار است؟

$d = 0.05$ [m]

$\lambda = 72$ [W/mK] از پیوست ۷ مبحث ۱۹

$R = d / \lambda = 0.05 / 72 = 0.0007$ [m^2K/W]

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۳) مقاومت حرارتی ۵ سانتی‌متر بتن معمولی چه مقدار است؟

$d = 0.05$ [m]

$\lambda = 1.75$ [W/mK] از پیوست ۷ مبحث ۱۹

$R = 0.05 / 1.75 = 0.028$ [m^2K/W]

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۴) مقاومت حرارتی ۵/۵ سانتی‌متر آجر توپر (با در نظر گرفتن بیشترین مقدار برای ضریب هدایت حرارت) چه میزان است؟

روش اول :

$d = 0.055$ [m]

$\lambda = 1.35$ [W/mK] از پیوست ۷ مبحث ۱۹

$R = 0.055 / 1.35 = 0.041$ [m^2K/W]

روش دوم:

از آنجا که آجر توپر در عمل همراه با ملات استفاده می‌شود، به عنوان یک جدار غیرهمگن، استفاده از ضریب هدایت حرارتی برای محاسبه مقاومت حرارتی آن دقیق نمی‌باشد. به این سبب می‌توان از پیوست ۸ مبحث ۱۹:

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

حال می‌توان تعیین کرد که چند سانتی‌متر سفال یا آهن یا بتن مقاومت حرارتی معادل ۵ سانتی‌متر پلی‌استایرن منبسط دارد.

مثال (۵) دیدیم که مقاومت حرارتی ۵cm پلی‌استایرن برابر است با:

$R = 1.063\ [m^2K/W]$

از طرفی چون $d = R \times \lambda \Rightarrow R = d/\lambda$ ، بنابراین خواهیم داشت:

آهن	$d = 1.063 \times 72 = 76.53\ [m]$
بتن	$d = 1.063 \times 1.75 = 1.86\ [m]$
سفال	$d = 1.063 \times 1.35 = 1.43\ [m]$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

اگر جدار از لایه‌های متعدد تشکیل شده باشد، مقاومت حرارتی آن برابر است با مجموع مقاومت حرارتی لایه‌های تشکیل‌دهنده آن، یا به عبارتی $R = \Sigma Ri$ خواهد بود.

$$R = (d_1 / \lambda_1) + (d_2 / \lambda_2) + \ldots + (d_n / \lambda_n)$$

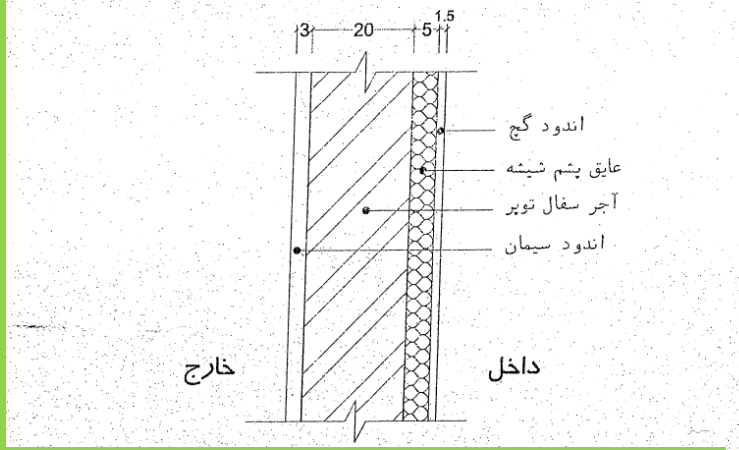
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۶) مقاومت حرارتی یک دیوار خارجی با مشخصات زیر را محاسبه کنید.



اندود گچ پشم شیشه آجر سفال توپر اندود سیمان

$$R = (0.015 / 0.35) + (0.05 / 0.037) + (0.20 / 1.35) + (0.03 / 1.15)$$

$$= 0.043 + 1.351 + 0.148 + 0.026 = 1.568 \ [m^2K/W]$$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

ضریب انتقال حرارت عناصر ساختمانی

مقدار ضریب انتقال حرارت هر عنصر ساختمانی (U) به کمک رابطه زیر محاسبه می‌شود، و واحد آن $[W/m^2K]$ می باشد.

$$1/U = R_T = \Sigma Ri + 1/h_i + 1/h_e$$

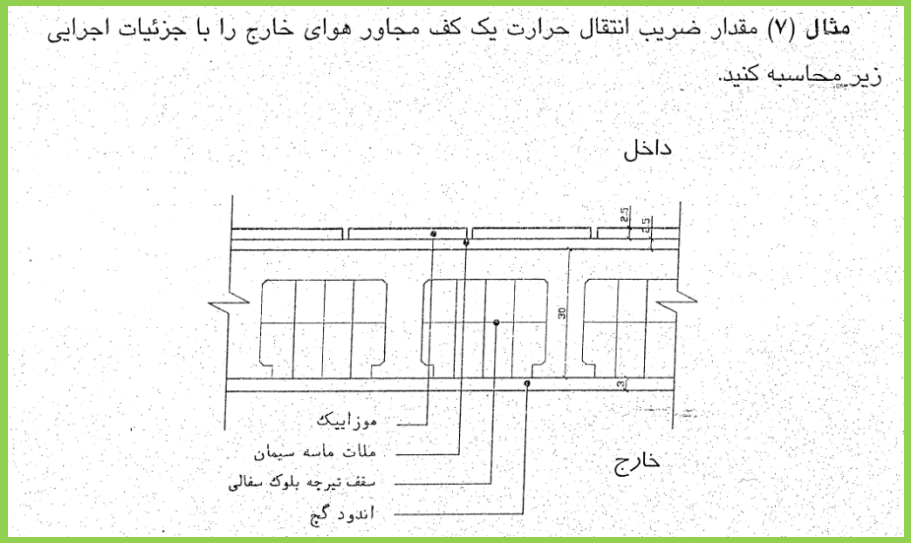
مقادیر $1/h_i$ و $1/h_e$ مقاومت تبادل حرارت در سطح جدار در طرفین هر عنصر ساختمانی هستند، که بستگی به جهت جریان حرارت، و نیز نحوه قرارگیری عنصر مزبور دارند. مقادیر مزبور در پیوست ۸ مبحث ۱۹ ذکر شده‌اند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

1/h , d/λ	λ [W/mK]	d [m]	لایه‌ها
0.170	–	–	هوای داخل
0.014	1.75	0.025	موزائیک
0.021	1.15	0.025	ملات
0.350	–	0.300	سقف تیرچه و بلوک
0.085	0.35	0.030	اندود گچ و خاک و گچ
0.050	–	–	هوای خارج
1/U = 0.69	[m^2K/W]		
U = 1.45	[W/m^2K]		

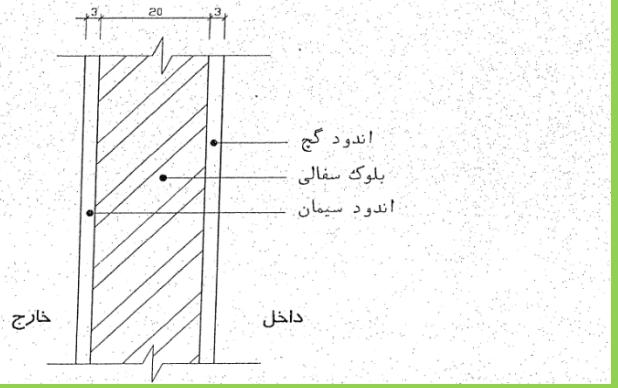
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۸) مقدار ضریب انتقال حرارت یک دیوار مجاور فضای خارج را با مشخصات زیر حساب کنید.



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

1/h , d/λ	λ [W/mK]	d [m]	لایه‌ها
0.110	–	–	هوای داخل
0.085	0.35	0.03	اندود گچ
0.390	–	0.20	بلوک سفالی
0.026	1.15	0.03	اندود سیمان
0.060	–	–	هوای خارج
1/U = 0.671	[m^2K/W]		
U =1.49	[W/m^2K]		

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

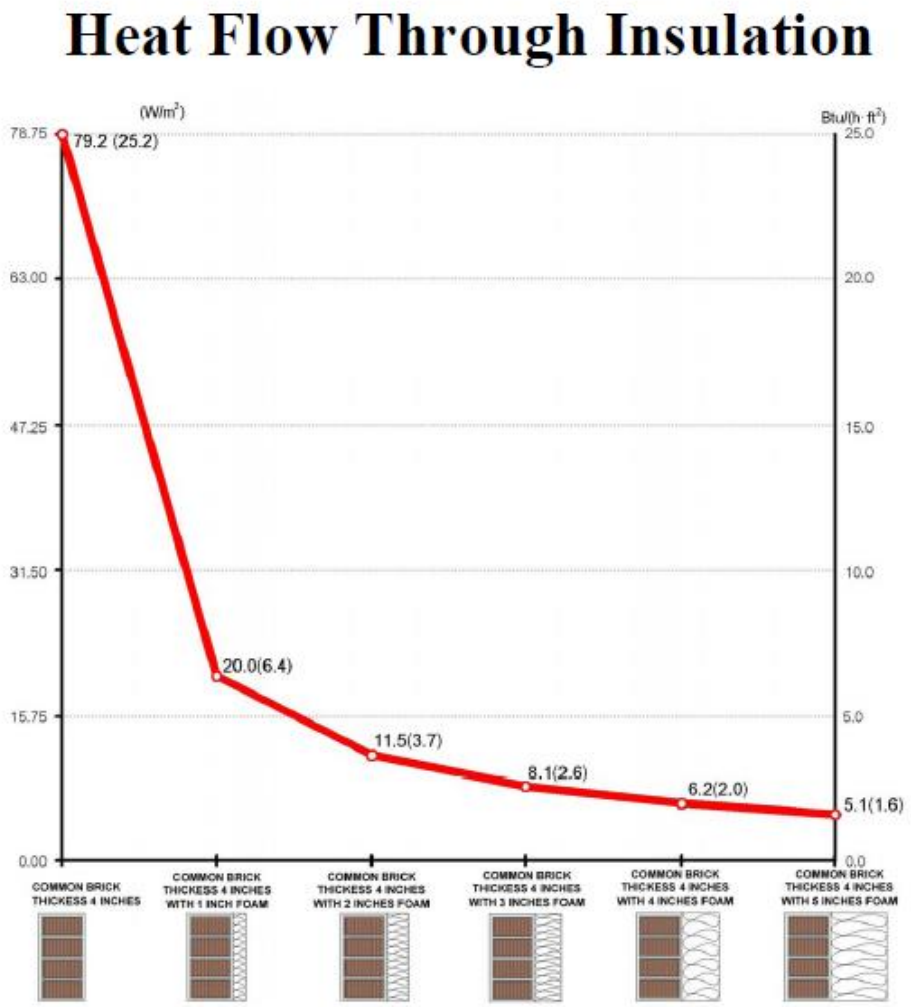
انتقال حرارت از پوسته ساختمان:

- مثال ها

مثال (۹) اگر همان دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده باشد، ضریب انتقال حرارت آن چقدر خواهد بود؟

1/h , d/λ	λ [W/mK]	d [m]	لایه‌ها
0.110	–	–	هوای داخل
0.085	0.35	0.03	اندود گچ
0.390	–	0.20	بلوک سفالی
0.026	1.15	0.03	اندود سیمان
0.110	–	–	هوای کنترل‌نشده
1/U = 0.721	[m^2K/W]		
U =1.39	[W/m^2K]		

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>پل های حرارتی ، میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

- *پل حرارتی نقاطی از ساختمان است که به علت ناپیوستگی عایق حرارتی پوسته خارجی ، مقاومت حرارتی در آنها کاهش می یابد و باعث افزایش موضعی میزان انتقال حرارت می شود .*
- *انتقال رطوبت در مصالح متخلخل به دلیل اختلاف دما و اختلاف فشار جزیی بخار آب (که از اختلاف دما و رطوبت نسبی ناشی می شود) در فضاهای طرفین صورت می گیرد . بخش اعظم انتقال رطوبت به صورت بخار آب است . میعان هنگامی مطرح می شود که قطرات آب بر روی عنصر ساختمانی (میعان سطحی) ویا در خلل و فرج (میعان عمقی) ظاهر شود .*

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

- پدیده میعان به دلیل نابرابر بودن فشار جزیی بخار آب در دو طرف پوسته ساختمان و بالا بودن رطوبت نسبی داخل و یا خارج از پوسته ، در برخی از فصول سال و یا در بعضی ساعات شبانه روز صورت می گیرد.
- به منظور کنترل پدیده میعان و جلوگیری از آن ، بایست حفظ توازن بین سه عامل زیر در ساختمان انجام گیرد:

- میزان گرمایش و سرمایش و تولید رطوبت
- میزان تهویه و تعویض هوا
- مشخصات حرارتی و رطوبتی پوسته خارجی ساختمان

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

در صورتی که خطر میعان در لایه ای از پوسته ساختمان وجود داشته باشد با استفاده از یکی از دو طریق زیر می توان از بروز آن جلوگیری نمود :

1- قراردادن یک لایه بخاربند در طرف گرم لایه مزبور

2- پیش بینی یک لایه هوا در قسمتی که از نظر خطر میعان بحرانی تشخیص داده شده و هدایت آب احتمالی ناشی از میعان به فضای خارج

لایه بخاربند : فویل آلومینیوم مسلح/ نایلون ضخیم

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

برای جلوگیری از خطر میعان تهویه فضاهای کنترل شده نیز الزامی است.

روش اصولی تهویه ، وارد کردن هوای تازه به فضاهای اصلی (اتاق نشیمن ، پذیرایی ، خواب ، ...) و خارج کردن هوا از فضاهای سرویس (آشپزخانه ، حمام ، توالت ، ...) می باشد.

در نتیجه رطوبت تولید شده در فضاهای سرویس مستقیما خارج شده و باعث افزایش رطوبت نسبی فضاهای اصلی نمی گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

نوع گرمایش و سرمایش فضاهای کنترل شده اثر مستقیمی بر مخاطرات میعان خواهد داشت .

اگر قسمت هایی بطور منقطع گرم (و یا سرد) شوند ، پوسته مربوطه در معرض خطر میعان قرار خواهد گرفت.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

اثرات رطوبت و میعان در مواد و مصالح :

- **تغییرات ابعادی (معمولا مواد با جذب رطوبت افزایش حجم یافته و در صورت چند لایه بودن پوسته ، بدلیل ایجاد تنش های برشی در فصل مشترک لایه مربوطه با دیگر لایه ها ممکن است جدایش لایه ها رخ دهد)**
- **تغییر مقاومت حرارتی پوسته (جذب رطوبت سبب افت مقاومت حرارتی لایه های پوسته می گردد)**
- **طبله کردن یا ترک خوردن پوشش نهایی**
- **خرد شدن بر اثر یخبندان**
- **رشد میکرو ارگانیسم های مخرب**
- **زنگ زدگی و پوسیدگی**
- **ایجاد لکه در نمای ساختمان**
- **خرابی مصالح مرکب**

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

<u>میعان و مخاطرات ناشی از آن :</u>

اثرات رطوبت و میعان در مواد و مصالح :

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

یادآوری - سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (1)

آشنایی با مصالح و جزئیات اجرای عایقکاری حرارتی تأسیسات ساختمان و

آشنایی با مخاطرات حریق :

منظور از عایق مصالح یا سیستم مرکبی است که انتقال گرما را از محیطی به محیط دیگر به طور مؤثر کاهش دهد.

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق میشود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا برابر 0/065 W/m.K و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از 0/5 m2.K/W باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پایان بخش دوم

با تشکر از توجه شما

بسم الله الرحمن الرحیم

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

علیرضا ظریف

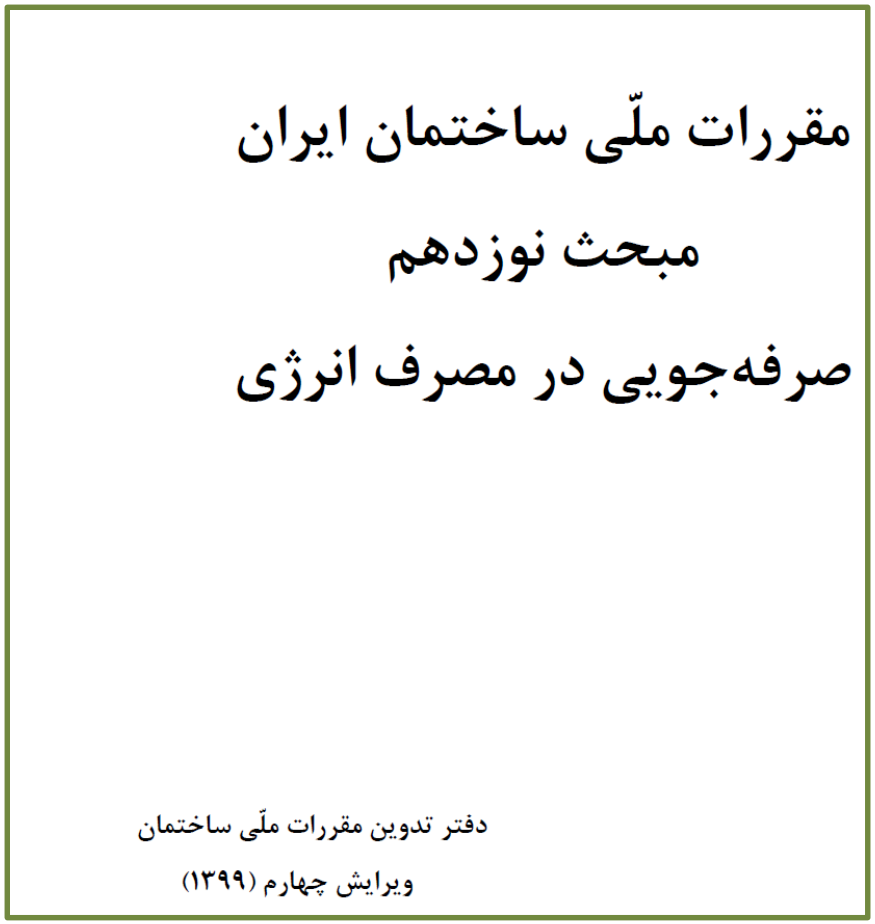
بخش- 3

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

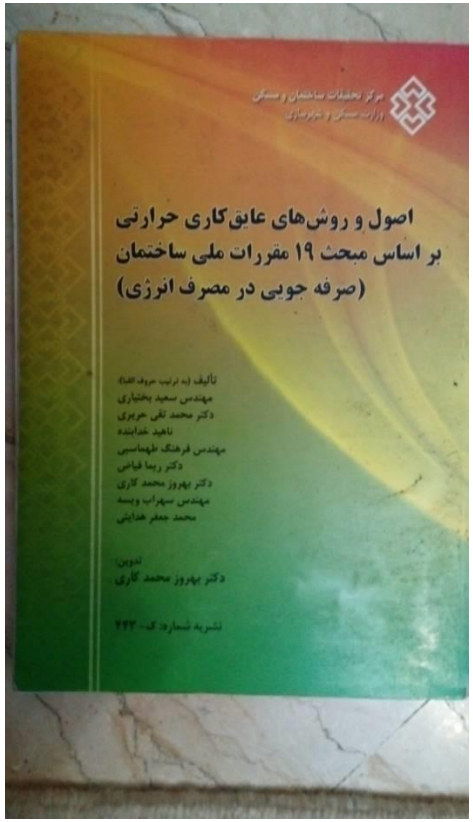
- منابع و مراجع بحث :

- مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان : " صرفه جویی در مصرف انرژی " ، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان ، وزارت راه، مسکن و شهر سازی ، 1399
- اصول و روشهای عایق کاری حرارتی بر اساس مبحث 19 مقررات ملی ساختمان ، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، تدوین دکتر بهروز کاری ، 1388
- راهنمای مبحث 19 مقررات ملی ساختمان جلد دوم، " جزئیات عایق کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان ها "، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان، وزارت راه، مسکن و شهرسازی، 1396
- قانون اصلاح الگوی مصرف، مصوب مجلس شورای اسلامی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- ***سرفصل های دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – منطبق بر عناوین مبحث 19 سال 1389***

1. *مقررات کلی و ضوابط طراحی و اجرا و مدارک مورد نیاز ، عوامل ویژه اصلی ، عوامل ویژه فرعی ، روش های طراحی*
2. *پوسته خارجی ساختمان ها*
3. *تأسیسات مکانیکی*
4. *روشنایی*
5. *روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن*
6. *گونه بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی – سرمایی سالانه*
7. *گروه بندی کاربری ساختمان ها*
8. *ضرایب حرارتی مصالح متداول*
9. *ضرایب هدایت حرارتی جدارهای نورگذر و بازشوهای ساختمانی*

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

1- کلیات :

در مبحث 19 **ضوابط الزامی در طراحی و اجرا**، در زمینه پوسته خارجی، سیستم های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی، تأسیسات برقی و سیستم روشنایی، در جهت بهبود عملکرد عناصر و تجهیزات از دیدگاه انرژی، و همچنین کاهش نیاز و مصرف انرژی ساختمان، تا حدود تعیین شده در این مبحث ارائه شده است.

رعایت الزامات تعیین شده در این مبحث، باید همواره با رعایت هم زمان الزامات تعیین شده در دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان همراه باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

1-1- دامنه کاربرد:

این مقررات، در خصوص ساختمان های جدید، در موارد زیر لازم الاجراست:

الف- ساختمان هایی که با مصرف انرژی گرم و یا سرد می شوند.

ب- سیستم ها و تجهیزاتی که در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان های بند الف مورد استفاده قرار می گیرد.

مبحث در خصوص انرژی مصرفی برای هرگونه فرآیند تولید در داخل یک ساختمان موضوعیت ندارد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

1-1- دامنه کاربرد:

کلیه ضوابط این مبحث می‌تواند، با رعایت سایر مباحث مقررات و ضوابط فنی، برای بهسازی ساختمان‌های موجود نیز استفاده شود.

در مورد ساختمان‌های زیر، ضوابط این مبحث لازم‌الاجرا نیست:

- ساختمان‌های مورد استفاده برای پرورش، نگهداری و تکثیر حیوانات؛
- ساختمان‌هایی که بنا به عملکرد خاصشان، برای مدت طولانی باز نگه داشته می‌شوند، و فضاهای داخل ساختمان در ارتباط مستقیم با فضای خارج قرار می‌گیرد؛
- ساختمان‌های موقت، با دوره بهره‌برداری کمتر از ۲ سال و ساختمان‌هایی که دائماً در حال نصب و برچیده‌شدن هستند؛
- ساختمان‌های موجود که اقدامات بازنوسازی و بهسازی بر روی آن‌ها محدود باشد؛

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

در کشورهای اروپایی، طراحی و اجرای «ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک صفر» تا پایان سال ۲۰۱۸ اختیاری بود، ولی از آغاز سال ۲۰۱۹، مطابق ضوابط جدید اروپا، لازم است طراحی و اجرای تمامی ساختمان‌های عمومی جدید مطابق ضوابط تعیین‌شده برای «ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک صفر» باشد. لازم‌به ذکر است که علاوه بر این، مقرر شده است که از پایان سال ۲۰۲۰ مبنای طراحی و اجرای تمامی ساختمان‌های نو «ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک صفر» باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

در مبحث 19 سه حد کیفیت (رده انرژی) ساختمان، با تعیین میزان کارایی انرژی، تعریف می شود:

- برای رعایت ضوابط آیین‌نامه ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف، در ویرایش جدید سه رده انرژی، به شرح زیر، تعریف‌شده است:
- «ساختمان‌های مطابق مبحث ۱۹ (EC)» پایین‌ترین رده انرژی تلقی می‌شود و دست‌یابی به این رده اجباری است.
- «ساختمان کم‌انرژی (EC+)» و «ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)» رده‌های انرژی بالاتر هستند. تا زمانی که الزامی برای دست‌یابی به این رده‌ها در دیگر قوانین و آیین‌نامه‌ها مطرح نشده‌باشد، دست‌یابی به این رده‌ها اختیاری است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

در مبحث عنوان " **منطبق با مبحث 19 مقررات ملی ساختمان** " به ساختمانی اطلاق می شود که در طراحی و اجرای آن، علاوه بر رعایت **ضوابط اجباری** (بخش 4 مبحث)، انتظارات تعیین شده (در یکی از بخش های 5 تا 8 مبحث) با توجه به گروه صرفه جویی، برای ساختمان تحت همین عنوان را نیز جواب گو باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

ساختمان کم انرژی **(EC+)** :

در صورتی که علاوه بر جواب‌گویی به انتظارات تعیین‌شده برای ساختمان «منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)» در بند ۱۹-۱-۲-۱، حدود کیفیت تعریف‌شده در یکی از بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای «ساختمان کم‌انرژی» (EC+)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای مواردی که در دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، تعیین می‌گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

ساختمان بسیار کم انرژی **(EC++)** :

در صورتی که علاوه بر جواب‌گویی به انتظارات تعیین‌شده برای ساختمان «منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)» در بند ۱۹-۱-۲-۱، حدود کیفیت تعریف‌شده در یکی از بخش‌های ۱۹-۵ تا ۱۹-۸، برای «ساختمان بسیارکم‌انرژی» (EC++)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای مواردی که در دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، تعیین می‌گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- میزان کارایی انرژی ساختمان ها:

ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر **(ECNZ)** :

در صورتی که علاوه بر جواب‌گویی به انتظارات تعیین‌شده برای ساختمان «منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (EC)» در بند ۱۹-۱-۲-۱، حدود کیفیت تعریف‌شده در بخش ۱۹-۸، برای «ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر » (ECNZ)، در طراحی و اجرا، ملاک عمل قرار گرفته باشد، این عنوان به ساختمان تعلق می‌گیرد.

لازم‌به‌ذکر است دست‌یابی به این حد کیفیت ساختمان (از دیدگاه انرژی) اختیاری است، به استثنای مواردی که در دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، تعیین می‌گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2- تعاریف، گونه بندی ها و گروه بندی ها:

2-1- تعاریف

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-1- تعاریف:

در این بخش، تعاریف عباراتی که در متن مبحث ۱۹ مورد استفاده قرار گرفته‌است ارائه می‌گردد. علاوه بر این، واژه‌های معادل به زبان انگلیسی در پیوست ۱ این مبحث ارائه شده‌است. لازم به توضیح است که تعاریف بعضی عبارات مورد استفاده در این مبحث با تعاریف ارائه‌شده در دیگر مباحث متفاوت است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

حداقل میزان صرفه جویی الزامی در مصرف انرژی، که برای پوسته خارجی ساختمان ها مشخص شده است به سه **عامل ویژه اصلی** وابسته است. بر اساس این عوامل ساختمان ها گروه بندی می شوند.

عوامل ویژه اصلی تعیین کننده گروه ساختمان، به قرار زیر است:

- **کاربری ساختمان**
- **درجه انرژی (گرمایی- سرمایی) سالانه محل استقرار ساختمان**
- **تعداد طبقات و سطح زیر بنای مفید ساختمان**

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2-1- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده :

ساختمان‌ها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف، ب، ج، د تقسیم می‌شوند. برای تعیین گونه‌بندی ساختمان از نظر نوع کاربری به پیوست ۴ رجوع شود.

در صورتی که بخش یا بخش‌هایی از ساختمان، با مساحت بیش از ۱۵۰ مترمربع، و با کاربری متفاوت با کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگ‌تر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود، باید برای هر بخش گروه‌بندی جداگانه منظور شود و مقررات مربوط به آن گروه‌بندی رعایت شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده :

- **گونه بندی کاربری ساختمان ها (پیوست 4) :**

پ ۴-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

در این مبحث، ساختمان‌ها از لحاظ نوع کاربری، مطابق جدول زیر، به چهار گونه تقسیم شده‌اند. این گونه‌بندی براساس سه عامل زیر تعیین شده است:

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

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

۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، مجتمع فنی–حرفه‌ای، کتاب‌خانه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، رستوران و سالن غذاخوری.
نوع کاربری ج	ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، ترمینال راه‌آهن، استادیوم ورزشی سرپوشیده، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، پارکینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه مترو، پناهگاه.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **گونه بندی درجه انرژی(گرمایی- سرمایی) سالانه شهرها (پیوست 3) :**

مناطق مختلف کشور از نظر درجه انرژی سالانه سه گونه اند:

- مناطق دارای درجه انرژی سالانه کم
- مناطق دارای درجه انرژی سالانه متوسط
- مناطق دارای درجه انرژی سالانه زیاد

✓ ***تذکر***

در صورتی که شهر محل استقرار در پیوست 3 نباشد لازم است مشخصات نزدیک ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **گونه بندی مناطق مختلف کشور از نظر درجه انرژی(گرمایی- سرمایی) سالانه (پیوست 3) :**

پ ۳ گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه شهرهای ایران

در این پیوست، گونه‌بندی درجه انرژی (گرمایی - سرمایی) سالانه ۲۴۵ شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامده باشد، لازم است مشخصات نزدیک‌ترین 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	احمدآباد - درودزن	متوسط	•	
۱۲	احمدوند	متوسط	•	
۱۳	اختحوان گلپایگان	متوسط	•	

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **گونه بندی تعداد طبقات و سطح زیر بنای مفید ساختمان**

در این مبحث، ساختمان‌ها از نظر تعداد طبقات و سطح زیربنای مفید به دو گونه‌اند:

- ساختمان‌های ۹ طبقه و کمتر با زیربنای مفید کمتر از ۲۰۰۰ مترمربع؛
- دیگر ساختمان‌ها (ساختمان‌های با بیش از ۹ طبقه یا با زیربنای مفید مساوی یا بیشتر از ۲۰۰۰ مترمربع).

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **تعیین گروه ساختمان ها:**

جهت طراحی ساختمان، لازم است ابتدا گروه ساختمان تعیین گردد، گروه های چهارگانه ساختمان ها به قرار زیر است:

- گروه ۱: ساختمان‌های در اولویت بالا از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛
- گروه ۲: ساختمان‌های در اولویت متوسط از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛
- گروه ۳: ساختمان‌های در اولویت پایین از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛
- گروه ۴: ساختمان‌های در اولویت بسیار پایین از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی؛

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **تعیین گروه ساختمان ها:**

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **تعیین گروه ساختمان ها:**

گروه ساختمان‌ها، پس از تعیین عوامل ویژهٔ اصلی و براساس جدول مندرج در پیوست ۴ این مبحث، تعیین می‌شود. در این مبحث، مراد از «ساختمان گروه ۱، ۲، ۳ یا ۴» گروه‌بندی فوق است.

ساختمان‌های گروه ۱ تا ۳ باید، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری بخش ۱۹-۴، با استفاده از یکی از روش‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۳-۲ طراحی شوند. در مورد ساختمان‌های گروه ۴، تنها رعایت ضوابط اجباری فصل ۱۹-۴ این مبحث الزامی است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی:**

ساختمان‌ها، از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، به دو گونه تقسیم می‌شوند:

- ساختمان‌های دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی؛
- ساختمان‌های دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی.

ساختمانی دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی شناخته می‌شود که، مطابق پیوست ۳، دارای نیاز غالب سرمایی نباشد، مساحت جدارهای نورگذر آن در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک‌نهم زیربنای مفید ساختمان باشد، و همچنین موانع تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از ۲۵ درجه نسبت به افق دیده شود.

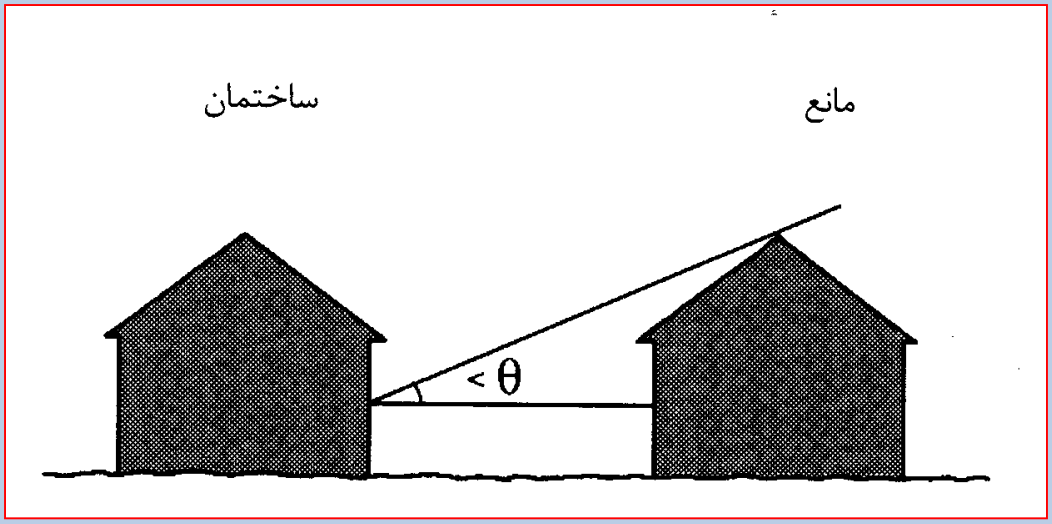
ساختمانی که فاقد یکی از شرایط فوق باشد، ساختمان دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی شناخته می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی:**



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-2- گونه بندی عوامل ویژه تعیین کننده و گروه بندی ساختمان ها:

- **گونه بندی نحوه استفاده از ساختمان های غیر مسکونی:**

ساختمان‌های غیر مسکونی، از نظر نحوهٔ استفاده، به دو گونه تقسیم می‌گردد:

- استفادهٔ منقطع: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه‌ای که در هر شبانه‌روز، دست‌کم ده ساعت در روند استفاده وقفه بیفتد و بتوان کنترل دما در محدودهٔ متعارف زمان اشغال فضاها را متوقف کرد.
- استفادهٔ مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گونه‌ای که تعریف استفاده منقطع بر آن صادق نباشد.

در حالت‌های زیر، فضاهای با استفادهٔ منقطع، به‌عنوان فضاهای با استفادهٔ مداوم تلقی می‌شوند:

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (ر.ک. به پیوست ۲)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ دمای تعیین‌شده یا عدم امکان افزایش آن به مقدار بیش از ۷ درجهٔ سلسیوس بالای محدودهٔ دمای تعیین‌شده برای زمان‌های عدم بهره‌برداری ساختمان.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، در وهلهٔ اول لازم است جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف آن محاسبه گردد. میزان جرم جدار، که در تعیین گروه اینرسی حرارتی در نظر گرفته می‌شود، به موقعیت جدار و لایه‌های مختلف تشکیل‌دهندهٔ، آن بستگی دارد. در این پیوست، روش محاسبه جرم سطحی مؤثر جدار در حالت‌ها و موقعیت‌های مختلف ارائه می‌گردد.

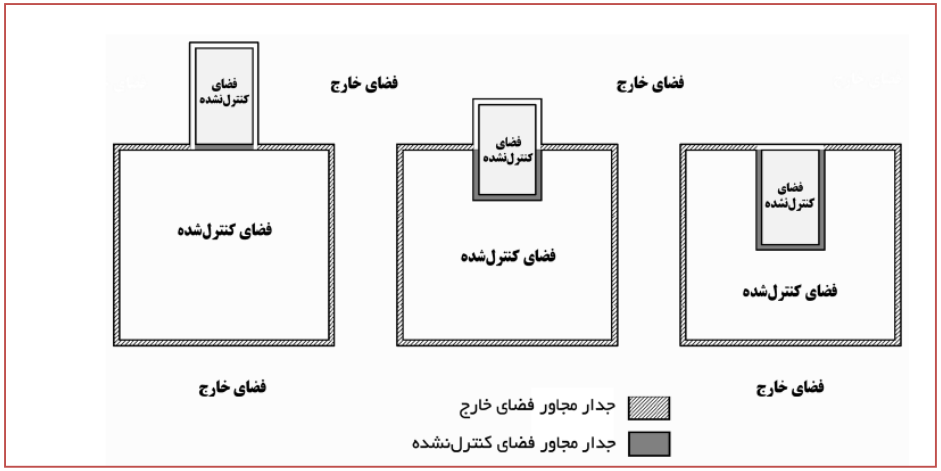
پس از تعیین جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف، جرم مؤثر کل ساختمان یا بخشی از آن (M) محاسبه می‌گردد و، در پایان، مقدار جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا (m_a) تعیین می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

جدار در تماس با خارج
جدار مجاور خاک
جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده
جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

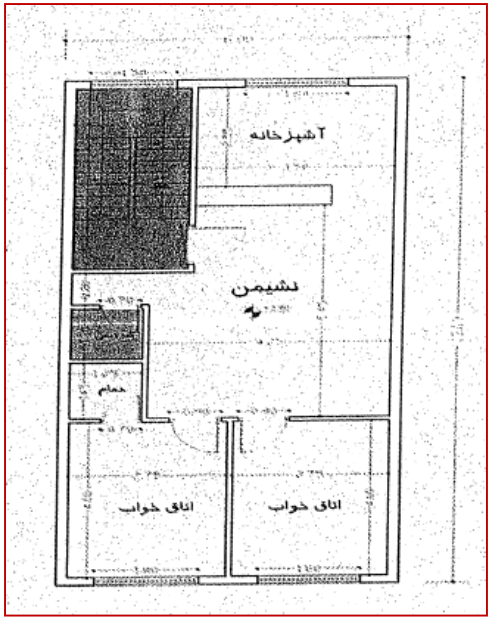


تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

جدار در تماس با خارج
جدار مجاور خاک
جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده
جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

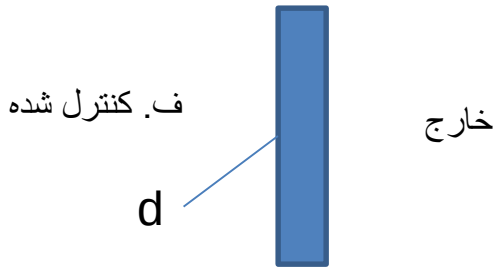
تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

جدار در تماس با خارج

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان، یا بخشی از آن، فاقد عایق‌حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارتِ همگن باشد، در محاسبهٔ جرم مؤثر سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبهٔ جرم مؤثر جدار منظور می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه‌شدهٔ یک جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.



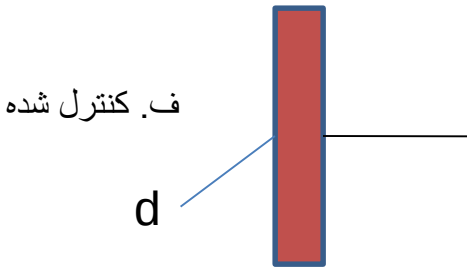
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه‌رو یا فضای بستهٔ مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق‌حرارت است در محاسبهٔ جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.



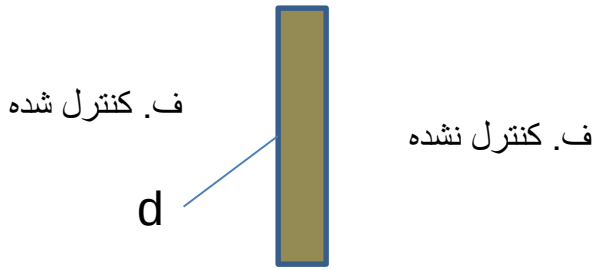
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده

جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضایی کنترل‌نشده (راه‌پله، پارکینگ، انبار، ...)، اگر فاقد عایق حرارت باشد، برابر نصف جرم سطحی جدار، و در غیر این صورت، برابر با جرم سطحی بخشی از لایه‌های جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است، در نظر گرفته می‌شود.



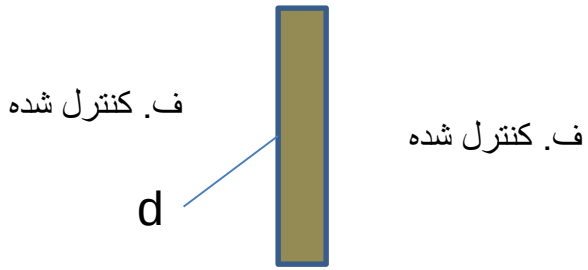
تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل‌شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌است کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی مؤثر مساوی با جرم سطحی جدار است؛ در غیر این صورت، جرم سطحی مؤثر مساوی با ۳۰۰ کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می‌شود.



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

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

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

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 رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$m_a = M / A_h$$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

جدول پ۲-۱ 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	مساوی یا بیش از ۱۵۰ و کمتر از ۴۰۰
زیاد	مساوی یا بیش از ۴۰۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3- مقررات کلی طراحی و اجرا:

لازم است تمامی مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جویی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانه ساختمان آماده گردد.

1-3- مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جویی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانه ساختمان

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-1- مدارک مورد نیاز برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه جویی در مصرف انرژی در زمان اخذ پروانه ساختمان

- **چک لیست انرژی**
- **اطلاعات و مدل سازی انرژی**
- **نقشه های ساختمان**

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

- **روش های طراحی**

چهار روش اصلی طراحی به شرح زیر تعریف گردیده است:

- **روش تجویزی** (فصل 19-5)
- **روش موازنه ای یا کارکردی** (فصل 19-6)
- **روش نیاز انرژی ساختمان** (فصل 19-7)
- **روش کارایی انرژی ساختمان** (فصل 19-8)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

- روش های طراحی

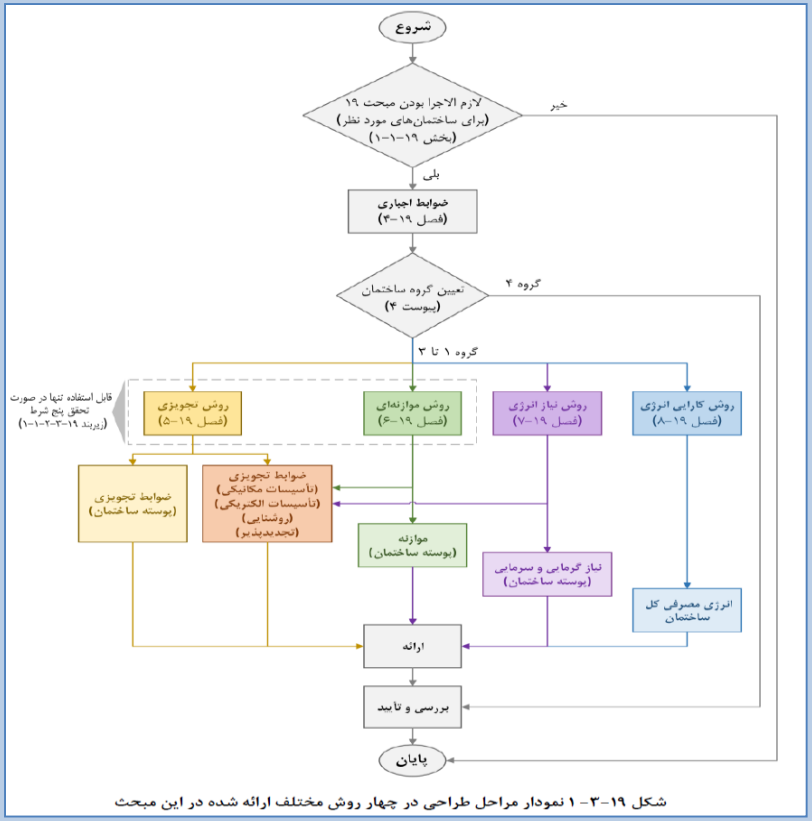
روش‌های تجویزی، موازنه‌ای و نیاز انرژی به‌گونه‌ای در نظر گرفته شده‌اند که فرایند طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی مستقل از یکدیگر باشد. بر خلاف این سه روش، روش کارایی انرژی ساختمان مستلزم انجام طراحی به‌صورت یکپارچه و تلفیقی است. در شکل ۱۹-۳-۱ نمودار مراحل مختلف طراحی در چهار روش ارائه شده در این مبحث نشان داده شده است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

- روش های طراحی



شکل ۱۹-۳-۱ نمودار مراحل طراحی در چهار روش مختلف ارائه شده در این مبحث

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

- روش های طراحی

محدودیت های روش های تجویزی و موازنه ای (کارکردی)

۱۹-۳-۲-۱-۱ شرایط لازم برای استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)

استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)تنها در صورت تحقق پنج شرط زیر (به‌صورت هم‌زمان) مجاز است:

الف) نسبت سطح جدارهای نورگذر به سطح نما (برای هر یک از نماهای ساختمان) کم‌تر از ۴۰ درصد باشد؛

ب) زیربنای مفید ساختمان کمتر یا مساوی ۲۰۰۰ مترمربع باشد؛

پ) تعداد طبقات (بدون احتساب طبقات مربوط به فضاهای کنترل‌نشده نظیر پارکینگ و انبار) کمتر یا مساوی ۹ طبقه باشد؛

ت) اینرسی حرارتی ساختمان (مطابق پیوست ۲) متوسط یا زیاد باشد؛

ث) ممنوعیت و محدودیتی در دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های صادر شده توسط وزارت راه‌وشهرسازی، با توجه به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر، ...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری، ...)، در این خصوص، وجود نداشته باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

- روش های طراحی

ویژگی های روش های مختلف

جدول ۱۹-۳-۱ ویژگی‌های روش‌های مختلف طراحی*

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-3- روش های مختلف طراحی و به کار گیری نرم افزارهای در هماهنگی با مقررات

- **ابزارهای تحلیلی (نرم افزارهای) مورد تأیید**

لازم است در صورت طراحی مطابق روش‌های نیاز انرژی (فصل ۱۹-۷) یا کارایی انرژی (فصل ۱۹-۸)، نرم‌افزارهای رایانه‌ای اعتبارسنجی شده بر اساس استانداردهای معتبر و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی مورد استفاده گیرد. ویژگی‌های حداقل نرم‌افزارها، برای روش نیاز انرژی در بخش ۱۹-۷-۱-۱، و برای روش کارایی انرژی در بخش ۱۹-۸-۱-۱ تعیین شده‌است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4- ضوابط اجباری

4-1- الزامات کلی

4-2- پوسته خارجی ساختمان

4-3- تأسیسات مکانیکی

4-4- تأسیسات برقی

4-5- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-1- **الزامات کلی**

در خصوص **تمامی پروژه های نو (نوسازی) ساختمان های گروه 1 تا 4**، **رعایت ضوابط تعیین شده الزامی است**. علاوه بر این، **لازم است برای ساختمان های گروه 1 تا 3 طراحی مطابق یکی از روش های مطرح شده در مبحث (تجویزی، موازنه ای، نیاز انرژی ساختمان و کارایی انرژی ساختمان) انجام شود.**

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم های عایق کاری حرارتی
- مشخصات حد اقل جدارهای غیر نورگذر پوسته خارجی ساختمان
- مشخصات حداقل جدارهای نور گذر پوسته خارجی ساختمان
- ارتباط فضاهای کنترل شده با دیگر فضاها
- جدارهای مجاور دیگر ساختمان ها
- درزبندی جدارها
- جزئیات عایق کاری حرارتی جدارها
- محاسبه پل های حرارتی
- روشنایی طبیعی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم های عایق کاری حرارتی**

الف) در صورتی‌که برای عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت متعارف استفاده شود، لازم است جزئیات کلیه جدارهای خارجی و داخلی ساختمان، مشخصات فنی مصالح مورد استفاده در این جزئیات، مانند ضریب هدایت حرارتی، چگالی، پوشش محافظ احتمالی عایق‌ها و مراجع مورد استفاده برای استخراج مشخصات فنی مذکور در نقشه‌ها و مدارک مربوط به محاسبات مبحث ۱۹ درج شده باشند.

ب) مشخصات فنی مصالح باید از مراجع معتبر علمی و فنی، از جمله جداول پیوست ۷ و پیوست ۸ این مبحث، استخراج شوند و تصویر صفحات مورد استفاده مد نظر جزء مدارک مربوط به محاسبات مبحث ۱۹ باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم های عایق کاری حرارتی (نکات اجرایی)**

پ) در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح یا اجزای ساختمانی به‌خصوصی که مشخصات فنی آن‌ها در پیوست ۷ و پیوست ۸، و منابع دیگر مطرح‌شده توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی یافت نشود، یا سازنده‌ای مدعی باشد که تولیداتی با مقادیر و مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر تعیین‌شده در مراجع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر آن محصولات ضمیمهٔ مدارک گردد. گواهی فنی باید حاوی ضرایب هدایت حرارت، یا مقاومت‌های حرارتی محصول، با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، چگالی و دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبهٔ محصول باشد. در این صورت، مقادیر ذکرشده در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، در طراحی و محاسبات ملاک عمل خواهد بود. به این نکته باید توجه شود که بهره‌گیری از محصولات دارای برچسب انرژی، مانند عایق‌های حرارتی یا در و پنجره‌های با عملکرد حرارتی بهبودیافته، تا حد امکان در اولویت قرار گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم های عایق کاری حرارتی (نکات اجرایی)**

ت) در صورتی‌که برای رعایت مقررات ملی مبحث ۱۹، از عایق حرارتی در جدارهای ساختمان استفاده شود، باید قبل از شروع اجرای جدارها، گواهی فنی مربوط به عایق مورد نظر که حاوی مشخصات فنی ذکر شده در بند "الف" است، جهت تأیید به ناظر ساختمان ارائه شود.

ث) اگر در زمان اجرا، مدت اعتبار گواهی‌نامه فنی محصول مورد استفاده به پایان رسیده‌باشد، لازم است آن را با محصول (دارای گواهی‌نامه فنی معتبر) دیگری که مشخصات مشابه یا بهتر دارد جایگزین شود. در صورت عدم وجود چنین محصولی، لازم است که برای دست‌یابی به مقاومت‌های تعیین‌شده در طراحی، ضخامت لایه عایق حرارتی، بر مبنای مقادیر ارائه‌شده در پیوست ۷، بازبینی شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات حداقل جدارهای غیر نورگذر پوسته خارجی ساختمان**

مشخصات حرارتی جدارهای مختلف بسته به روش طراحی می تواند متفاوت باشد، ولی در تمامی شرایط لازم است مقاومت حرارتی تمامی جدارها بیش از مقادیر جدول زیر باشد:

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان**

ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC)

نسبت کل انرژی خورشیدی منتقل‌شده از یک جدار نورگذر، به داخل ساختمان، به انرژی خورشیدی تابیده‌شده به جدار نورگذر. لازم به توضیح است که بخشی از انرژی خورشیدی به‌صورت مستقیم منتقل می‌شود، و بخشی دیگر به‌صورت غیرمستقیم (جذب توسط جدارهای نورگذر و سپس انتقال به داخل در اثر هدایت، همرفت و تابش در طول موج بلند). این ضریب هم برای شیشه و هم برای کل سیستم جدار نورگذر (شامل شیشه و قاب) تعریف می‌شود.

ضریب عبور نور مرئی

این ضریب سهمی از نور مرئی است که از پنجره گذر می‌کند. مقدار این ضریب بین صفر و یک است. هر چه میزان این ضریب بیشتر باشد، روشنایی طبیعی بیشتری در اثر تابش خورشید به داخل ساختمان راه می‌یابد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان**

در مورد جدارهای نورگذر، نظیر پنجره و درپنجره‌ای، ۳ گروه از نظر عملکرد حرارتی تعریف شده‌است (جدول ۱۹-۴-۲). علاوه بر این، لازم است موارد زیر در ارتباط با جدارهای نورگذر مورد رعایت قرار گیرد:

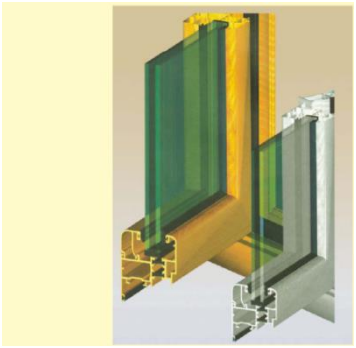
- شیشه‌های مورد استفاده برای جدارهای نورگذر نباید به‌هیچ وجه مانع بهره‌گیری از روشنایی طبیعی شوند. برای این منظور، لازم است:
- نسبت ضریب عبور مرئی به ضریب بهره گرمایی خورشیدی (Tv/SHGC) بیشتر از ۱٫۰ باشد.
- ضریب عبور مرئی (Tv) جدارهای نورگذر بیشتر از ۰٫۴۸ باشد. کاربرد جدارهای نورگذر با ضرایب عبور مرئی (Tv) مساوی یا کمتر از این مقدار تنها زمانی مجاز است که دلایل فنی کافی برای تأمین روشنایی طبیعی ارائه شود و طراحی ساختمان به روش نیاز انرژی یا کارایی انرژی صورت گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان**



پنجره با عملکرد حرارتی بهبودیافته

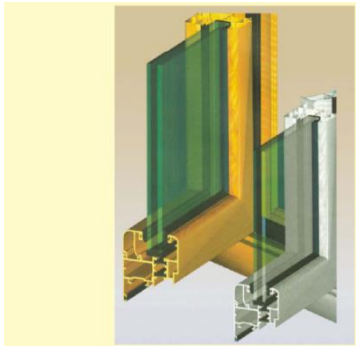
پنجره‌ای با ضریب انتقال حرارت سطحی مساوی یا کمتر از ۳٫۱ [$W/m^2.K$].

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **مشخصات حداقل جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان**



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

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

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

** توضیح: مطابق استاندارد مربوطه در پیوست ۱۳

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **ارتباط فضاهای کنترل شده با دیگر فضاها**

فضاهای کنترل‌شده ساختمان نباید به‌طور مستقیم با فضاهای کنترل نشده یا فضای خارج در ارتباط باشند و باید به‌نحو مناسبی از یکدیگر جدا شوند. در فضاهای کنترل‌شده پرتردد، باید درهای ارتباطی با فضای خارج به‌صورت خودکار بسته شوند یا از نوع گردان باشند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

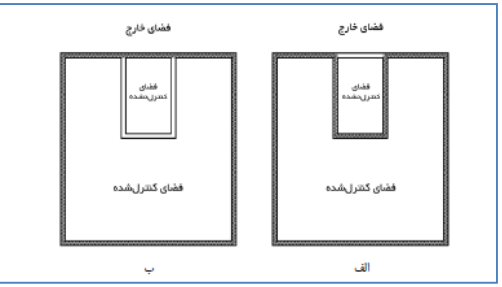
- **جدارهای مجاور دیگر ساختمان ها**

در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که، با درز انقطاع از ساختمان قطعه مجاور جدا شده‌است، لازم است نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

الف) در صورت پوشیده بودن کامل فضای درز انقطاع، و نیز یقین داشتن به کنترل‌شده بودن فضاهای ساختمان مجاور، نیازی به عایق‌کاری حرارتی آن جدارها نیست، اما در صورتی که اطلاعی در مورد نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور در دست نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.

ب) در صورت پوشیده نشدن درز میان دو ساختمان، جدار مجاور آن مانند جدار مجاور فضای خارج در نظر گرفته می‌شود.

در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که بدون درز انقطاع به بنای قطعه مجاور چسبیده‌اند، اگر فضاهای بنای مجاور کنترل‌شده باشند، نیاز به عایق‌کاری حرارتی این جدارها نیست. اما اگر نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور معلوم نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- **پوسته خارجی ساختمان**

- **درزبندی جدارها**

I. میزان نشت هوای مجاز ساختمان

II. درزبندی عناصر ساختمانی و محل اتصال آنها با یکدیگر

III. تأمین هوای تازه در صورت کاهش میزان نشت هوا

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **درزبندی جدارها**

ا. میزان نشت هوای مجاز ساختمان

درزبندی جدارهای ساختمان‌های با رده‌بندی‌های مختلف باید به‌گونه‌ای باشد که میزان نشت هوا تحت اختلاف فشار ۵۰ پاسکال کمتر از محدودکننده‌ترین مقدار ارائه‌شده در جدول ۱۹-۴- ۳

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

رده انرژی	نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت) 1/h	نرخ تعویض هوای سطحی m/h یا $\frac{m^3}{m^2.h}$
EC	۳٫۰۰	۹٫۰۰
EC+	۱٫۵۰	۴٫۵۰
EC++	۰٫۷۵	۲٫۲۵

برای محاسبه نرخ تعویض هوای حجمی (تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت) لازم است نسبت دبی کل تعویض هوای ساعتی به حجم فضای کنترل‌شده ساختمان یا زون مورد نظر تعیین گردد. یکای مورد استفاده h^{-1} است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **درزبندی جدارها**

II. درزبندی عناصر ساختمانی و محل اتصال آنها با یکدیگر

تمامی درزهای بین عناصر زیر، باید به‌نحو مناسبی هوابندی شود:

- دیوار و بام، دیوار و کف، دیوار و پی؛
- محل ورود لوله، کانال و تجهیزات در دیوار، بام و کف؛
- اجزای تشکیل‌دهنده داکت، پلنوم و عناصر مشابه؛
- پنجره و سقف‌کاری دیوار.

در صورتی که هوابندی پوسته خارجی با یک لایه اندود یا هوابند مخصوص تأمین شود، باید اطمینان حاصل شود که سوراخ‌های ایجاد شده در آن، برای نصب سایبان، مدار برقی، کلید و پریز و نظایر آن هوابندی را تضعیف نمی‌کنند.

لازم است جزییات نصب بازشوها، اتصال کف طبقات به نما (خصوصاً در نماهای پرده‌ای)، اتصال نما به بام و کف، و همچنین درزبندی سقف کاذب، کانال و دودکش مطابق اصول معتبر و در هماهنگی با دیگر مباحث مقررات ملی ساختمان باشد، تا هوابندی محل‌های اتصال قطعات و عناصر مختلف به یکدیگر دچار مشکل نشود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **درزبندی جدارها**

III. تأمین هوای تازه در صورت کاهش نشت هوا

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **محاسبه پل های حرارتی**

در صورتی که طراح از روش تجویزی استفاده کند، و مقادیر مربوط به حالت‌های دارای پل حرارتی را مبنای طراحی قرار دهد، نیازی به محاسبه پل‌های حرارتی نخواهد بود، زیرا اثر آن در مقادیر ارائه‌شده در نظر گرفته شده‌است. همچنین، در ضرایب انتقال حرارت مرجع ارائه شده در جداول روش موازنه نیز اثر پل‌های حرارتی در نظر گرفته شده‌است.

اگر طراح بخواهد مقادیر دقیق پل حرارتی را رأساً محاسبه نماید، باید این کار را با استفاده از داده‌ها یا روش‌های معرفی‌شده در پیوست ۱۱، برای برای تعیین پل‌های حرارتی و انجام محاسبات مربوط به آن، انجام دهد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

کلیات

سطح کار

یکنواختی روشنایی بر سطح کار

خیرگی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

کلیات

در این بخش، الزامات استفاده از روشنایی طبیعی برای فعالیت افرادی که دارای توانایی‌های بصری معمولی هستند، در فضای داخل ساختمان‌های متداول و تأمین آسایش روشنایی برای افراد ارائه شده‌است. میزان روشنایی طبیعی در فضای داخل به مقدار نور وارد شده از بازشوها و میزان انعکاس سطوح داخلی بستگی دارد.

مقادیر حداقل و پیشنهادی شدت روشنایی برای فضاهای داخلی ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف در مبحث ۱۳ مقررات ملی ارائه شده‌است. چنانچه شدت روشنایی برای کاربری‌ها و یا فضاهای خارج از موارد و جداول مذکور، موردنیاز باشد، شدت روشنایی پیشنهادی استانداردهای معتبر بین‌المللی، ملاک انتخاب خواهد بود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

کلیات

شدت روشنایی موردنیاز فضاهای داخلی ساختمان می‌تواند توسط روشنایی طبیعی یا مصنوعی و یا ترکیبی از هر دو تأمین شود. فضاهایی که الزاماً به نور طبیعی نیاز دارند، باید حداقل دارای یک یا چند سطح نورگذر و در انطباق با فصل ششم مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان باشند.

میزان شدت روشنایی و یکنواختی روشنایی باید در ارتفاع سطح کار تعیین شود. ممکن است در برخی فضاها سطح گسترده‌ای وجود داشته باشند، مانند کف یک راهرو. در این صورت، مقدار شدت روشنایی باید روی تمام آن سطح گسترده تأمین شود.

در صورتی که روشنایی طبیعی فضا با پنجره و یا نورگیر سقفی تأمین گردد، فاصله پنجره‌ها و یا نورگیرها و ارتفاع سقف باید به نحوی باشد که یکنواختی روشنایی در فضای داخل تأمین شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

سطح کار

اگر محل سطح کار مشخص باشد، در این صورت شدت روشنایی مورد نیاز باید در سطح کار تأمین شود، مثل روشنایی روی سطح میز کار. در صورتی که ارتفاع سطح کار مشخص نباشد، برای سنجش شدت روشنایی لازم است ارتفاع سطح کار از کف برابر با مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

- برای فضای اداری، یک سطح افقی ۰/۷۶ متر بالاتر از کف؛
- برای فضاهای صنعتی و مسکونی، یک سطح افقی ۰/۸۵ متر بالاتر از کف.
- برای راهروها، یک سطح افقی با ارتفاع کمتر از ۰/۱۵ متر.

لازم است، برای سطوح کار، روشنایی تعیین شده در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.

در صورتی که هنگام طراحی محل سطح کار مشخص نباشد، یا احتمال تغییر محل سطح کار در دوره بهره‌برداری وجود داشته‌باشد، مثل محل میزهای کار در یک اداره با پلان باز، طراحی باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که حداقل ۷۰٪ سطح آن فضا، در ارتفاع مورد نظر برای سطح‌کار، دارای شدت روشنایی مساوی یا بیشتر از مقدار تعیین شده در این مقررات باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

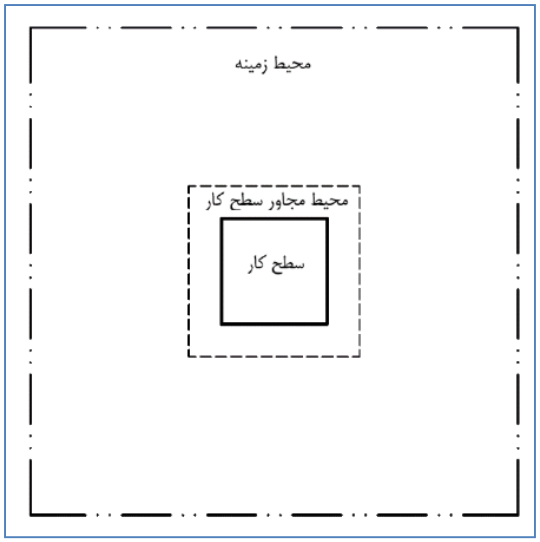
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

یکنواختی روشنایی بر سطح کار

سطح کار باید به طور یکنواخت روشن شود. یکنواختی روشنایی بر روی سطح کار زمانی تأمین می‌شود که حداقل شدت روشنایی بر روی سطح کار از ۰٫۷ شدت روشنایی متوسط بر روی همان سطح کمتر نشود.



محدوده‌های سطح کار، محیط مجاور سطح کار و محیط زمینه

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

یکنواختی روشنایی بر سطح کار

جدول ۱۹-۴-۴ میزان شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار نسبت به شدت روشنایی سطح کار

شدت روشنایی سطح کار lux	شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار lux
≤ ۷۵۰	۵۰۰
۵۰۰	۳۰۰
۳۰۰	۲۰۰
۲۰۰	۱۵۰
≤۱۵۰	برابر با شدت روشنایی سطح کار

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- پوسته خارجی ساختمان

- **روشنایی طبیعی**

یکنواختی روشنایی بر سطح کار

$$Ur = Eh_{min} / Eh_{avg} \qquad (۱-۴-۱۹)$$

در این رابطه:

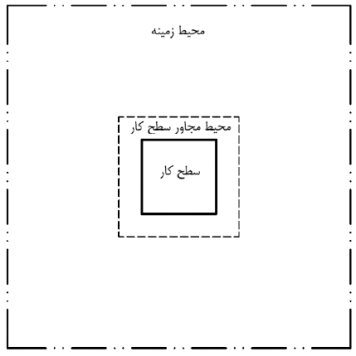
Ur: نسبت یکنواختی شدت روشنایی

Eh_{min} : حداقل شدت روشنایی بر روی سطح کار افقی بر حسب لوکس

Eh_{avg} : متوسط شدت روشنایی بر روی سطح کار افقی بر حسب لوکس

عمق محدوده محیط مجاور سطح کار در فاصله ۰٫۵ متر از هر طرف سطح کار است و عمق ۳ متری از محدوده مجاور سطح کار، محیط زمینه خوانده می‌شود. روشنایی این ناحیه باید حداقل ۳۳ درصد مقدار روشنایی محیط مجاور سطح کار باشد (شکل ۱۹-۴- ۲).

رعایت موارد فوق در کاربری‌های غیرمسکونی، در صورت نیاز به کار دقیق بصری، الزامی است. لذا در مدارک ارائه شده اندازه و موقعیت محدوده مجاور سطح کار و محدوده زمینه باید نشان داده شود.



شکل ۱۹-۴- ۲ محدوده‌های سطح کار، محیط مجاور سطح کار و محیط زمینه

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

2-4- **پوسته خارجی ساختمان**

- **روشنایی طبیعی**

خیرگی

به منظور پرهیز از ایجاد خیرگی در فضای داخل، خورشید یا تصویر منعکس شده آن نباید در محدوده چشم ناظر، در جهت دید افراد قرار بگیرد. در این صورت باید از سایه‌انداز استفاده نمود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

علاوه بر **رعایت الزامات مبحث 14 مقررات ملی ساختمان**، **باید** الزامات مندرج در این قسمت نیز،برای صرفه جویی در مصرف انرژی در تأسیسات مکانیکی، در تمامی ساختمان ها رعایت شود.

- **تفکیک سیستم های گرم کننده و سرد کننده فضاهای با نحوه بهره برداری متفاوت**
- **عایق کاری حرارتی**
- **حداقل بازدهی تجهیزات**
- **شرایط طرح داخل**
- **تأمین هوای تازه**
- **سامانه های کنترل و برنامه ریزی**
- **سامانه های پایش عملکرد**
- **استخر آب گرم**
- **انتخاب و نصب تجهیزات مناسب**

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **تفکیک سیستم های گرم کننده و سرد کننده فضاهای با نحوه بهره برداری متفاوت**

درصورتی‌که از قسمتی از فضاهای ساختمانی غیرمسکونی با بهره‌برداری منقطع، به‌صورت مداوم استفاده شود، باید سیستم های گرم‌کننده و سردکننده این فضاها از سیستم مرکزی تفکیک و به‌صورت مستقل در نظر گرفته شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **عایق کاری حرارتی**

عایق‌کاری حرارتی تمامی لوله‌ها و مخازن آب گرم و سرد و لوله‌های حاوی مبرد باید با استفاده از عایق‌های حرارتی دارای مهر استاندارد و یا گواهی‌نامه فنی معتبر، عایق‌کاری شوند.

در صورت استفاده از عایق‌های حرارتی انعطاف‌پذیر، لازم است محصولات مورد استفاده استاندارد و منطبق با روش نصب در نظر گرفته‌شده باشند. علاوه بر این، در زمان نصب، باید از فشرده کردن عایق و کاهش مقاومت حرارتی اسمی آن اجتناب شود، و در زمان تحویل کار از نصاب عایق حرارتی، لازم است با انجام اندازه‌گیری‌ها و سوندژهای کافی (حداقل یک عدد برای هر ۱۰ متر طول لوله) اطمینان حاصل گردد که ضخامت عایق حرارتی نصب‌شده دور لوله برابر با ضخامت در نظر گرفته‌شده در طراحی است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **عایق کاری حرارتی**

در سیستم‌های آب گرم مصرفی، تمام لوله‌های رفت‌وبرگشت باید مطابق با مقدار مشخص شده در مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان عایق‌کاری حرارتی گردد.

در صورت عبور لوله‌های آب سرد یا مبرد از محیط‌های گرم، و وجود خطر گرم‌شدن آب سرد یا مبرد، لازم است عایق‌کاری حرارتی این بخش از مدار با عایق حرارتی با مقاومت حرارتی کافی صورت گیرد، تا خطر میعان سطحی بر روی عایق مرتفع گردد.

مقاومت حرارتی مخزن‌ها در سیستم‌های سرمایی و گرمایی باید بیش از مقاومت‌های تعیین‌شده برای بالاترین قطر لوله‌های مرتبط با مخزن در شرایط مشابه باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **عایق کاری حرارتی**

مقاومت حرارتی تمام کانال‌های واقع در فضای داخلی، خارجی و کنترل‌نشده باید در هماهنگی با مقادیر تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی باشد.

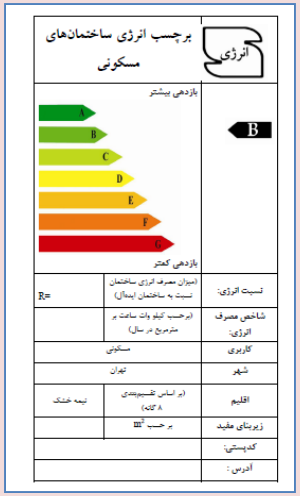
تبصره: در مورد کانال‌های کولر آبی، لازم است تنها قسمت‌هایی از کانال‌ها، که در تماس با فضای خارجی هستند، عایق‌کاری حرارتی شوند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **حد اقل بازدهی تجهیزات**



الف) تجهیزات تأمین نیازهای سرمایی و گرمایی، تهویه و آب گرم مصرفی باید دارای برچسب انرژی با حداقل رده انرژی طبق جدول ۱۹-۴- ۵ و جدول ۱۹-۴- ۶ باشند.

ب) راندمان تجهیزاتی که برای آن‌ها برچسب انرژی در نظر گرفته نشده‌است، باید توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی صحه‌گذاری شود و از مقادیر درج شده در جدول ۱۹-۴- ۷ بیشتر باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **حد اقل 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 کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن گازسوز مخزن‌دار	۱۲۱۹-۲	E	D	D
آب‌گرم‌کن 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 دودکش‌دار	۱۲۲۰-۲	E	D	C
بخاری گازسوز بدون دودکش	۷۲۶۸-۲	٪ ۸۰	٪ ۸۵	٪۹۰
بخاری‌های گازسوز مستقل نوع C		C	B	A
دیگ بخار	A1-۱۳۷۸۲	۷۸٪	۸۱٪	۸۲٪
دیگ و مشعل	۱۴۷۶۳	F	E	D

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- حد اقل بازدهی تجهیزات

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

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	C	B	A
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 دوتکه (بدون کانال)	۲-۶۰۱۶ و ۱۰۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱۰۳۰۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	۱۰۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱۰۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۲-۳۶۷۸			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A^+	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱۰۷۵۹	A2	A1	A1

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- حد اقل بازدهی تجهیزات

جدول ۱۹-۴- ۷ حداقل بازدهی برای تجهیزات در سیستم گرمایی و سرمایی

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

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

IPLV : Integrated Part Load Value

COP : Coefficient of Performance

(۱) عملکرد در بار جزئی

(۲) ضریب عملکرد

(۳) بازدهی بر اساس ارزش حرارتی خالص

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **شرایط طرح داخل**

برای محاسبه بارهای حداکثر گرمایی و سرمایی ساختمان، باید دمای حداکثر ۲۲ درجه سلسیوس برای محاسبهٔ بار گرمایی (اوقات سرد سال)، و دمای حداقل ۲۴ درجه سلسیوس برای محاسبهٔ بار سرمایی (اوقات گرم سال) در نظر گرفته شود.

در صورتی که برای فضاهای با کاربری و شرایط خاص، نظیر سردخانه، تأمین دماهای متفاوتی مورد نیاز باشد، طراح باید مستندات لازم برای تغییر شرایط طرح داخل را ارائه نماید.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **تأمین هوای تازه**

الف) حداکثر میزان هوای تازه تهویهٔ مکانیکی نباید از ۱۲۰ درصد حداقل میزان تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان بیشتر باشد.

ب) درصورتی‌که از سیستم‌های بازیافت انرژی از هوای خروجی استفاده شود، امکان افزایش میزان تهویه وجود دارد، ولی در هر صورت، میزان انرژی مصرفی برای تهویه و تأمین هوای تازه نباید از انرژی مصرفی در حالت بدون سیستم بازیافت تعیین شده در بند الف بیشتر باشد.

پ) در اوقات گذر فصلی، که سیستم‌های گرمایی و سرمایی خاموش هستند، محدودیتی برای میزان هوای تازه وجود ندارد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **سامانه های کنترل و برنامه ریزی**

الف) هر پایانه سیستم گرم‌کننده و یا سردکننده، نظیر رادیاتور، فن کویل، مدار گرم‌کننده و یا سردکننده کف یا سقف، باید مجهز به یک سیستم کنترل ترموستاتیک باشد.

ب) هر سیستم هوارسانی سردکننده و یا گرم کننده تمام‌هوا باید مجهز به سیستم کنترل دمای هوای داخل باشد.

پ) هر نوع سیستم گرم‌کننده و یا سردکننده غیر مرکزی و مستقل، مانند بخاری گازی، بخاری برقی،کولر آبی و کولر گازی باید مجهز به سیستم‌کنترل دمای هوای اتاق باشد.

ت) تجهیزات رطوبت‌زنی، که به‌منظور کنترل رطوبت نسبی هوای داخل نصب می‌شوند، باید به سیستم کنترل رطوبت هوای داخل ساختمان مجهز باشند.

ث) تجهیزات تأمین کننده آب‌سرد و آب‌گرم سیستم‌های سردکننده و گرم‌کننده آبی باید مجهز به سیستم‌های کنترل دمای آب رفت مدارهای سردکننده و گرم‌کننده باشند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **سامانه های کنترل و برنامه ریزی**

ج) تجهیزات سیستم تأمین آب‌گرم مصرفی باید به سیستم کنترل دمای مستقل مجهز باشند. طراحی سیستم آب‌گرم مصرفی باید بر اساس ضوابط مباحث ۱۴ و ۱۶ مقررات ملی‌ساختمان انجام شود. دمای آب‌گرم مصرفی نباید بیش از ۶۰ درجه سلسیوس باشد.

چ) مدار برگشت آب‌گرم مصرفی باید مجهز به سیستمی باشد که کارکرد پمپ برگشت آب گرم مصرفی را، بر اساس دمای آب برگشتی، کنترل کند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **سامانه های کنترل و برنامه ریزی**

ح) سیستم‌های مکانیکی تهویه و تأمین هوای تازه باید به کلید روشن–خاموش مجهز باشند، تا امکان خاموش کردن آنها، در مواقع عدم حضور ساکنین، بهره‌برداران و عوامل آلاینده‌کننده هوای داخل ساختمان، که نیازی به تأمین هوای تازه نیست، فراهم شود.

در صورتی که برای این منظور سامانه کنترلی در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به کلید روشن–خاموش نخواهد بود.

خ) سیستم‌های تخلیه هوا از ساختمان باید به کلید روشن–خاموش تجهیز شوند، تا در شرایط غیرکاری ساختمان و هنگامی‌که نیازی به تخلیه هوا نیست خاموش شوند، مگر آنکه مجهز به سامانه کنترل خودکار باشند.

د) در ساختمان‌های با کاربری عمومی، روشویی‌ها باید دارای شیرهای قطع‌کن اتوماتیک فنری یا شیرهای دارای چشم الکترونیکی یا نظایر آن باشند.

ذ) برای همهٔ ساختمان‌های عمومی گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با سیستم گرمایی و سرمایی مرکزی، در نظر گرفتن سیستم کنترل و برنامه‌ریزی روزانه و هفتگی کارکرد تجهیزات مرکزی الزامی است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **سامانه های پایش عملکرد**

الف) در ساختمان‌های عمومی گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که سیستم گرمایی و سرمایی مرکزی دارند، لازم است برای هر یک از واحدها یا بخش‌های مستقل ساختمان، سامانه‌های اندازه‌گیری مصرف انرژی نصب گردد، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده، برای کاهش مصرف انرژی در هر واحد یا هر بخش مستقل ساختمان، جداگانه محاسبه و عاید همان واحد یا بخش ساختمان گردد.

ب) در واحدها یا بخش‌های مستقل ساختمان، که آب گرم مصرفی آن‌ها با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، لازم است که تدابیر لازم جهت تفکیک مصارف آب‌گرم مصرفی به‌کار برده شود، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده برای کاهش مصرف و صرفه‌جویی هر واحد یا بخش مستقل ساختمان به‌صورت جداگانه محاسبه و عاید همان واحد یا بخش گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **استخر آب گرم**

در استخرهای واقع در هوای آزاد، در صورت استفاده از آب‌گرم، استفاده از پوشش مناسب، که تبادل حرارت آب را محدود و از تبخیر آن جلوگیری کند، الزامی است. این پوشش باید مقاومت حرارتی بیش از ۰/۵ $[m^2.K/W]$ و گسیلندگی سطح در تماس با هوای کمتر از ۰/۲ داشته باشد.

علاوه بر این، لازم است در این نوع استخرها تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا آب استخر از ۲۸ درجه سلسیوس بیشتر نشود.

یادآوری: جکوزی‌ها و استخرهای درمانی از این امر مستثنی هستند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

3-4- تأسیسات مکانیکی

- **انتخاب و نصب تجهیزات**

الف) لازم است با در نظر گرفتن شیرهای بالانس و دیگر امکانات مورد نیاز، امکان متعادل کردن هیدرولیکی ادواری مدارهای توزیع سیستم‌های گرمایی و سرمایی فراهم گردد.

ب) نصب یک سیستم سایه‌اندازی مناسب برای کولر آبی و کندانسور هواخنک الزامیست.

پ) برای اختلاط آب گرم و سرد در آشپزخانه، سرویس بهداشتی و حمام، باید از شیرهای مخلوط اهرمی استفاده شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- **تأسیسات برقی**

- حوزه شمول و کلیات
- انشعاب برق
- مولد نیروی برق اضطراری
- دستگاه های برق بدون وقفه
- بانک خازن
- تلفات بار در شبکه توزیع برق و سیم کشی برق
- لامپ سیستم روشنایی مصنوعی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- حوزه شمول و کلیات

اطلاعات کلی در خصوص حوزه وظایف و مسئولیت‌های شرکت برق و ضوابط مطرح در این خصوص در پیوست ۱۲ این مبحث ارائه شده‌است.

در طراحی سیستم‌های تأسیسات برقی، در جهت صرفه‌جویی در مصرف برق (انرژی الکتریکی)، باید موارد زیر، که در راندمان کارکرد تجهیزات برقی و شبکه‌های سیستم‌های تأسیسات برقی مؤثرند، مد نظر قرار گیرند:

الف) نمودار مصرف برق در دوره کارکرد و بهره‌برداری و مقدار سالیانه و روزانه آن؛

ب) محل استقرار پست برق، تأمین نیرو، و محل تابلو برق؛

پ) اثر شرایط محیط، از قبیل حداکثر و حداقل دمای محیط، ارتفاع از سطح دریا و رطوبت محیط در محل نصب تجهیزات برقی.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- **انشعاب برق**
  - انشعاب برق فشار ضعیف (منشعب از شبکه عمومی)
  - انشعاب برق فشار متوسط (اختصاصی)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- **انشعاب برق**
  - انشعاب برق فشار ضعیف (منشعب از شبکه عمومی)

انشعاب برق فشار ضعیف باید با توجه به مقدار مصرف و شرایط حاکم، مطابق ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت برق، برای تأمین مصرف برق مورد نیاز ساختمان با انشعاب سه فاز با ولتاژ نامی ۴۰۰/۲۳۰ ولت و یا یک فاز با ولتاژ نامی ۲۳۰ ولت صورت گیرد.

یادآوری: در ساختمان‌هایی که با انشعاب برق فشار ضعیف تغذیه می‌شوند، اقدامات صرفه‌جوئی در مصرف برق به بعد از نقطه سرویس مشترک (کنتور برق فشار ضعیف) محدود می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- **انشعاب برق**
  - انشعاب برق فشار متوسط (اختصاصی)

انشعاب برق فشار متوسط باید باتوجه به مقدار مصرف، شرایط طرح تأسیسات برق، و امکانات محلی موجود، و همچنین بر اساس ضوابط و یا دستورالعمل‌های شرکت برق، برای تأمین برق ساختمان در نظر گرفته شود.

معیار بررسی و مقایسه، ترانسفورماتورهای فشار متوسط ولتاژ نامی برق فشار متوسط است، که می‌تواند ۱۱ یا ۲۰ یا ۳۳ کیلوولت باشد. معمول‌ترین ولتاژ فشار متوسط ۲۰ کیلوولت است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- **انشعاب برق**
  - انشعاب برق فشار متوسط (اختصاصی)

در این سیستم، برق مورد نیاز ساختمان باید از طریق پست برق اختصاصی دارای ترانسفورماتور و یا ترانسفورماتورهای فشار متوسط و تابلوهای برق فشار متوسط، تأمین و تغذیه شود. در این انشعاب، علاوه بر نکات فوق، باید پارامترهای زیر مشخص گردد:

الف) تعداد بهینه پست(ها) برق مورد نیاز

ب) تلفات ترانسفورماتور(ها)

پ) اثر شرایط اقلیمی

ت) راندمان حداکثر و ضریب بار ترانسفورماتور(ها)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- **لامپ سیستم روشنایی مصنوعی**

در تصمیم‌گیری برای انتخاب لامپ‌ها و اجزای آن‌ها، متناسب با نیاز و نوع فعالیت، و همچنین میزان و کیفیت روشنایی مورد نظر، لازم است شاخص راندمان (لومن بر وات) و یا بهره نوری لامپ مورد استفاده در تأمین روشنایی در اولویت اول قرار گیرد. موارد دیگری که در انتخاب لامپ‌ها و اجزای آن باید مدنظر قرار گیرند در پیوست ۱۲ مبحث ارائه شده‌است.

استفاده از لامپ با فیلمان تنگستن و یا هالوژن با راندمان (یا بهره نوری) کمتر از ۱۴ لومن بر وات، لامپ‌های بخار جیوه با راندمان کمتر از ۵۵ لومن بر وات و نیز لامپ‌های گازی با راندمان کمتر از ۲۲ لومن بر وات، مجاز نمی‌باشد، مگر این‌که در طراحی و یا بهره‌برداری، ویژگی‌های خاصی مدنظر باشد که با دیگر لامپ‌ها قابل تأمین نباشد. در این حالت، لازم است طراح دلایل توجیهی خود را برای انتخاب‌های غیرمجاز ارائه نماید.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

4-4- تأسیسات برقی

- **لامپ سیستم روشنایی مصنوعی**

تبصره: یکی از موارد استثنای بند فوق، مجاز بودن استفاده از لامپ‌های هالوژن تنگستن (مدادی)، با راندمان (یا بهره نوری) حدود ۱۹ تا ۲۲ لومن بروات، برای تأمین روشنایی صحنه (در تئاتر، آمفی‌تئاتر، و نظایر آن) است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5-4- **سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر**

- مطالعات و پیش بینی های لازم
- موارد خاص

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5-4- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

- مطالعات و پیش بینی های لازم

درطراحی پروژه ساختمان، لازم است فضای اختصاصی و مسیرهای نصب و راه‌اندازی مدارهای آتی سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و زیرساخت‌های مرتبط مشخص شوند.

در چک‌لیست انرژی، لازم است میزان انرژی سالیانه تأمین‌شده در طرح، و میزان انرژی سالیانه قابل تأمین در آینده (در صورت بهسازی)، توسط سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌تفکیک درج شود.

برای تمامی ساختمان‌ها، باید مطالعات و پیش‌بینی‌های لازم برای فضای نصب صورت گیرد تا میزان انرژی قابل تأمین از محل انرژی‌های تجدیدپذیر (اعم از برق، حرارت و ...)، در آینده، کمتر از مقادیر زیر نباشد:

الف) ۲۰ کیلووات‌ساعت در مترمربع در سال برای ساختمان‌های یک طبقه؛

ب) ۳۲ کیلووات‌ساعت در سال به ازای هر مترمربع از سطح بام، برای ساختمان‌های بیش از یک طبقه.

لازم است تمامی اطلاعات در این خصوص، در دفترچه محاسبات و طراحی مطابق ضوابط این مبحث قید شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5-4- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

- **موارد خاص**

در موارد و در شرایط خاص که امکان استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی تجدیدپذیر به دلیل وضعیت استقرار ساختمان، از جمله سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و یا امکان تأمین مقادیر حداقل فراهم نمی‌باشد، لازم است دلایل فنی توجیهی ارائه گردد، و در مدارک فنی ساختمان، عدم امکان بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر به صراحت قید شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

در روش تجویزی مشخصات عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان، سیستم‌ها و تجهیزات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی، روشنایی و تهویه طبیعی، و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌صورت تفکیکی و مستقل از یکدیگر، تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، با افزایش مقاومت حرارتی بعضی از جدارها و دست‌یابی به مقادیر بالاتر از حداقل‌های تعیین‌شده در این روش، امکان تخفیف گرفتن بر روی دیگر موارد فراهم نمی‌گردد.

در عین حال، این روش امکان طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر) به‌صورت مستقل را فراهم می‌سازد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- اصول کلی
- پوسته خارجی ساختمان
- تأسیسات مکانیکی
- تأسیسات برقی
- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- اصول کلی

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

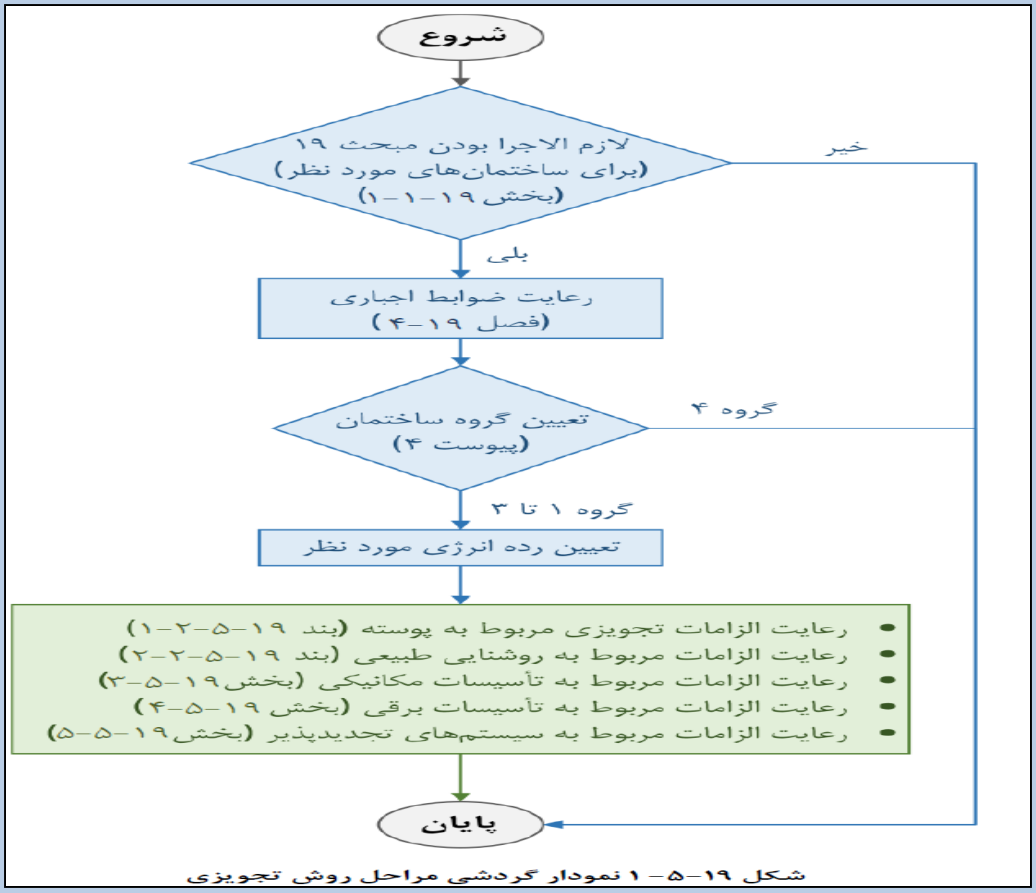
در صورتی که هدف طراحی ساختمان کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی باشد، لازم خواهد بود، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری، ضوابط تجویزی مربوط به ساختمان کم‌انرژی یا بسیار کم‌انرژی نیز مدنظر قرار گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- اصول کلی



شکل ۱۹-۵-۱ نمودار گردشی مراحل روش تجویزی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- پوسته خارجی ساختمان
  - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - مقاومت حرارتی (طرح) جدارها
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 2
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 3

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - مقاومت حرارتی (طرح) جدارها
      - استفاده از پیوست های 7 و 8 برای محاسبه مقاومت حرارتی (طرح) جدارها
      - محاسبه ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوسته خارجی ساختمان بر اساس جداول پیوست 9 مبحث

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 2
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 3

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مقاومت حرارتی دیوار

جدول۱۹-۵-۱ حداقل مقاومت حرارتی دیوار ساختمان گروه ۱ [$m^2.K/W$] بر حسب رده انرژی ساختمان

رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی ممگن*	
EC	۱,۲	۲,۳	۲,۳	۲,۱	۱,۰
EC+	۱,۷	۳,۳	۳,۳	۳,۰	۱,۴
EC++	۲,۴	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲,۰

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مشخصات حرارتی- نوری جدارهای نور گذر فضای کنترل شده مرتبط با خارج

جدول۱۹-۵- ۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب				نیاز سرمایی غالب			
		U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_V}{SHGC}$	U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_V}{SHGC}$
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳٫۱	۰٫۶۰	–	–	۳٫۱	۰٫۴۰	–	۱٫۲
	EC+	۲٫۲	۰٫۶۳	–	–	۲٫۴	۰٫۳۷	–	۱٫۷
	EC++	۱٫۸	۰٫۶۵	–	–	۲٫۲	۰٫۳۵	–	۲٫۲
شمال	EC	۳٫۱	–	–	–	۳٫۱	۰٫۵۰	–	۱٫۰
	EC+	۲٫۲	–	–	–	۲٫۴	۰٫۴۵	–	۱٫۴
	EC++	۱٫۸	–	–	–	۲٫۲	۰٫۴۰	–	۱٫۹
به‌جز جنوب و شمال	EC	۳٫۱	۰٫۵۰	–	–	۳٫۱	۰٫۳۵	–	۱٫۴
	EC+	۲٫۲	۰٫۵۳	–	–	۲٫۴	۰٫۳۰	–	۲٫۰
	EC++	۱٫۸	۰٫۵۵	–	–	۲٫۲	۰٫۲۵	–	۲٫۸

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مشخصات حرارتی- نوری جدارهای نور گذر مرتبط با فضای کنترل نشده

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۱ و ۲٫۸ [W/ m^2.K] در نظر گرفته شود.

برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق پیوست ۱۰، در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین‌شده برای SHGC حداکثر و T_V/SHGC حداقل نخواهد بود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مشخصات حرارتی- درهای کدر(غیرنور گذر)

- برای درهای کدر (غیر نورگذر) پوسته خارجی ساختمان، ضرایب انتقال حرارت حداکثر معادل مقادیر ارائه‌شده برای جدارهای نورگذر است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف

جدول ۱۹-۵-۳ 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 یا عایق حرارتی از خارج		بام یا سقف مجاور فضای خارج یا عایق حرارتی از داخل		بام یا سقف مجاورفضای کنترل‌نشده
	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	۱,۰
EC+	۳,۳	۴,۳	۴,۷	۳,۳	۱,۴
EC++	۴,۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۲,۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا

جدول ۱۹-۵-۴ 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 مجاورفضای کنترل‌نشده
	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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **پوسته خارجی ساختمان**
  - **راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان**
    - راه حل های فنی طراحی پوسته خارجی ساختمان گروه 1
      - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور خاک

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

در روش تجویزی، علاوه بر رعایت ضوابط اجباری تعیین شده در بند ۱۹-۴-۲-۹، ضروری است که ضوابط این بند برای طراحی ساده‌سازی شده (دستی) روشنایی طبیعی نیز رعایت شود.

برای تعیین درصد سطح فضاهای بهره‌مند از روشنایی طبیعی، بدون انجام شبیه‌سازی عددی، لازم است، با استفاده از روابط تعریف‌شده در این بخش، میزان عمق و عرض فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی تعیین گردد. درصد مساحت فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی برای رده‌های مختلف انرژی باید مساوی یا بیش از مقادیر تعیین‌شده در جدول باشد.

جدول ۱۹-۵- ۱۶ مقادیر حداقل درصد مساحت فضای بهره‌مند از روشنایی طبیعی، برای رده‌های مختلف انرژی

رده انرژی	درصد مساحت (A_p) [%]
EC	۵۵
EC+	۶۵
EC++	۷۵

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

میزان عمق نفوذ روشنایی طبیعی در فضای داخل برابر است با کمترین مقدار به‌دست آمده، با استفاده از رابطه (۱۹-۵- ۱) و یکی از دو رابطه (۱۹-۵- ۲) و (۱۹-۵- ۳)، بسته به وجود یا عدم وجود سایه‌بان:

$$L = \frac{2}{1-R_b} / \left(\frac{1}{W} + \frac{1}{H}\right) \qquad (۱۹-۵- ۱)$$

در این رابطه:

L: عمق فضا که از نور طبیعی بهره‌مند می‌شود بر حسب متر

W: عرض اتاق در داخل، در امتداد عرض پنجره بر حسب متر

H: ارتفاع بالای پنجره از کف تمام‌شده بر حسب متر

R_b: ضریب انعکاس متوسط وزن یافته سطوح داخلی (دیوارها، کف و سقف) در نیمه‌ای از اتاق، مجاور پنجره، به جز سطح دیوار زیر پنجره

برای پنجره‌های فاقد سایبان:

L=2.5 x H (۱۹-۵- ۲)

برای پنجره‌های دارای سایبان:

L=2.0 x H (۱۹-۵- ۳)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

برای تعیین عمق نفوذ نور در ارتفاع سطح کار باید از رابطه (۱۹-۵- ۴) استفاده کرد:

$$l = (H-h)/(H/L) \qquad (۱۹-۵-۴)$$

l = عمق نفوذ نور در ارتفاع سطح کار بر حسب متر

h= ارتفاع سطح کار از کف تمام شده بر حسب متر

برای در نظر گرفتن اثر موانع خارجی جلوی پنجره، لازم است با استفاده از جدول ۱۹-۵- ۱۷ تا جدول ۱۹-۵- ۱۹، ضریب کاهش عمق فضا تعیین گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

جدول ۱۹-۵- ۱۷ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره) برای شدت روشنایی ۳۰۰-۱۰۰۰ لوکس

زاویه رؤیت موانع	جهت پنجره			
	جنوب	شرق	غرب	شمال
کمتر از ۳۰درجه	۱	۱	۱	۱
۳۰ درجه تا ۶۰ درجه	۱	۱	۱	۱
بیش از ۶۰ درجه	۰.۸	۱	۱	۱

جدول ۱۹-۵- ۱۸ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره)برای شدت روشنایی ۵۰۰-۳۰۰ لوکس

زاویه رؤیت موانع	جهت پنجره			
	جنوب	شرق	غرب	شمال
کمتر از ۳۰درجه	۰.۹	۰.۷	۰.۸	۰.۸
۳۰ درجه تا ۶۰ درجه	۰.۸	۰.۷	۰.۷	۰.۸
بیش از ۶۰ درجه	۰.۸	۰.۷	۰.۶	۰.۶

جدول ۱۹-۵- ۱۹ ضریب کاهش عمق فضا (در اثر وجود موانع مقابل پنجره)برای شدت روشنایی ۷۰۰-۵۰۰ لوکس

زاویه رؤیت موانع	جهت پنجره			
	جنوب	شرق	غرب	شمال
کمتر از ۳۰درجه	۰.۶	۰.۸	۰.۶	۰.۶
۳۰ درجه تا ۶۰ درجه	۰.۶	۰.۶	فاقد روشنایی کافی	فاقد روشنایی کافی
بیش از ۶۰ درجه	۰.۶	فاقد روشنایی کافی		

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

برای تعیین میزان مرض فضا در امتداد مرض پنجره از هر طرف آن ۱٫۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

اگر در مجاورت پنجره مورد نظر، پنجره دیگری قرار داشته باشد و فاصله افقی بین دو پنجره کمتر از ۲٫۰۰ متر باشد، در این صورت، به‌جای یکی از فاصله‌های ۱٫۰۰ متری، نصف فاصله افقی بین دو پنجره ملاک عمل قرار می‌گیرد.

اگر در فاصله مرض پنجره به اضافه یک متر از طرفین یک مانع کدر، نظیر تیغه داخلی، وجود داشته باشد، در این صورت، به‌جای یک متر، فاصله پنجره تا مانع مزبور در محاسبه مرض فضا منظور می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- پوسته خارجی ساختمان
  - روشنایی طبیعی

برای نماهای شیشه‌ای، عرض فضای بهره‌مند از نور طبیعی همان عرض اتاق است.

برای محاسبه عرض فضای روشن شده با نور طبیعی پنجره‌ها و نورگیرهای سقفی، در جهت افقی از هر طرف عرض پنجره فاصله مضاعفی مساوی عرض بازشوی نورگذر آن پنجره در نظر گرفته می‌شود، و به آن یکی از مقادیر زیر اضافه می‌شود:

– ارتفاع کف تمام شده تا سقف برای نورگیرهای سقفی و پنجره‌های سقفی دندانه‌ای،

– ۱٫۵ برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های زیر سقفی یا برابر همان ارتفاع برای پنجره‌های سقفی دندانه‌ای.

دراینجا نیز، مانند حالت قبل، می‌توان فاصله یک متر یا فاصله تا یک جداکننده کدر، یا نیمی از فاصله افقی بین یک نورگیر سقفی مجاور یا شیشه عمودی مجاور را، هر کدام که کمتر باشد در نظر گرفت. اگر مشخص نباشد که یک بازشو پنجره است یا نورگیر سقفی، هر بازشویی که در آن بخش نورگذر کاملاً بالای سقف اتاق قرار گرفته باشد نورگیر سقفی محسوب می‌شود.

برای محاسبات، در صورتی که جهت پنجره مورد نظر با یکی از جهات اصلی جغرافیایی منطبق نباشد، نزدیک‌ترین جهت اصلی جغرافیایی ملاک عمل قرار می‌گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**
  - عایق کاری حرارتی
  - بازیافت انرژی
  - اکونومایزر
  - تجهیزات دفع حرارت
  - سیستم های ذخیره ساز انرژی
  - سامانه های پایش عملکرد
  - انتخاب و نصب مناسب تجهیزات

در صورت طراحی به روش تجویزی، علاوه بر الزامات بخش ۱۹-۴-۳، ضروری است ضوابط بند ۱۹-۵-۳ نیز رعایت گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**

- عایق کاری حرارتی (لوله های آب گرم مصرفی، لوله ها و مخازن و کانال های سیستم های گرمایشی و سرمایشی)

تمامی لوله‌های آب گرم در سیستم آب‌گرم مصرفی، علاوه بر رعایت ضوابط بند ۱۹-۴-۳-۲ باید طبق ضوابط زیربند ۱۹-۵-۳-۱-۱ و تمامی کانال‌های انتقال هوا در سیستم‌های گرمایی و سرمایی طبق ضوابط زیربند ۱۹-۵-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی شوند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات مکانیکی**
  - عایق کاری حرارتی (لوله های آب گرم مصرفی)

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

رده انرژی	قطر نامی لوله	
	کمتر از ۳۲ میلی‌متر	۳۲ میلی‌متر و بیشتر
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۰٫۸۰	۱٫۳۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۱٫۱۵	۱٫۸۵

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات مکانیکی**
  - عایق کاری حرارتی (لوله ها و مخازن و کانال های سیستم های گرمایشی و سرمایشی)

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

رده انرژی	لوله یا مخزن یا کانال واقع در	
	فضای خارجی یا کنترل‌نشده	فضای داخلی*
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۱٫۰۰	۱٫۰۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۱٫۶۰	۱٫۴۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۲٫۵۰	۲٫۰۰

* 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 کنترل‌نشده عایق‌کاری حرارتی شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**
  - بازیافت انرژی

بازیافت انرژی در ساختمان های با رده (EC+) و (EC++) در موارد زیر لازم الاجرا می باشد:

- ✓ بازیافت انرژی در سیستم های هوارسان
- ✓ بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم آب خنک

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**
  - اکونومایزر

(توصیه)

در سیستم‌های سرمایی فن‌دار و سیستم‌های سرمایی آبی بدون فن (با ظرفیت بیشتر از ۳۵۰ کیلووات یا ۱۰۰ تن تبرید)استفاده از اکونومایزر آبی یا هوایی توصیه می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات مکانیکی**
  - تجهیزات دفع حرارت

برج های خنک کن

در سیستم تهویه مطبوع، برج خنک‌کن باید بر مبنای استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۶۳۵ طراحی شده‌باشد. علاوه بر این، لازم است انتخاب آن بر اساس محاسبات تأیید شده صورت گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**
  - سیستم های ذخیره ساز انرژی

(توصیه)

در کلیه ساختمان‌ها استفاده از سیستم ذخیره‌ساز حرارتی توصیه می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**
  - سامانه های پایش عملکرد

الف) در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC++)، لازم است برای تمامی سیستم‌های مرکزی و مستقل گرمایی و سرمایی تمهیدات لازم جهت پایش عملکرد و تعیین میزان آلایندگی و مصرف انرژی صورت گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات مکانیکی**
  - انتخاب و نصب مناسب تجهیزات

الف) برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، ارائه گزارش جامع طراحی تأسیسات مکانیکی، و محاسبات بار برودتی و حرارتی، با استفاده از نرم‌افزارهای معتبر الزامی است. مشخصات فنی تمامی تجهیزات انتخاب‌شده نیز باید در هماهنگی با محاسبات و طراحی باشد.

ب) در ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، رده برچسب آب مربوط به مقادیر دبی حداکثر شیرآلات بهداشتی تأمین آب‌گرم مصرفی و سردوشی‌ها، طبق استانداردهای تعیین‌شده در پیوست ۱۳، باید به ترتیب B و A باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**

- ترانسفورماتورها
- موتورهای برقی
- آسانسورها و پلکان های برقی
- دستگاه های برق بدون وقفه (UPS) نوع استاتیک
- ضریب توان اصلاح شده ساختمان
- سیستم های اندازه گیری
- سیستم مدیریت روشنایی
- سیستم های کنترل روشنایی
- لامپ های سیستم روشنایی
- چگالی توان سیستم روشنایی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات برقی**
  - موتورهای برقی

انتخاب موتورهای برقی مورد استفاده در سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان، از جمله سیستم‌های سرمایی، گرمایی، تهویه، آسانسور، پلکان‌های برقی، پیاده‌روهای متحرک باید با در نظر گرفتن عوامل زیر صورت گیرد:

الف) داشتن برچسب انرژی تعیین‌شده برای موتورهای تک‌فاز و سه‌فاز، با رده انرژی منطبق یا در جدول ۱۹-۴-۶ و متناسب با رده ساختمان.

ب) هماهنگی مشخصات فنی، قدرت نامی، ولتاژ و راندمان کارکرد، برای عملکرد مورد نظر.

پ) کاهش مقدار جریان مورد نیاز برای راه‌اندازی موتور، با استفاده از فناوری‌های مناسب.

ت) انتخاب سیستم کنترل کارآمد برای تنظیم دور و نقطه کار مناسب برای موتور.

ث) محدود نگه‌داشتن میزان عدم تعادل ولتاژ در فازها، در دوره بهره‌برداری از موتور، به کمتر از ۱٪ برای جلوگیری از کاهش راندمان موتور.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- تأسیسات برقی
  - موتورهای برقی

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

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳-۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳-۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳-۰-۱-۳	C	B	A
فن (دمنده و مکنده)	۱-۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کانال)	۳-۶-۱۶ و ۱-۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱-۳-۰۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کاتالی)	۱-۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱-۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۳-۳۶۷۸			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A'	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱-۷۵۹	A2	A1	A1

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - موتورهای برقی

چ) توصیه می‌شود حتی‌الامکان برای تمامی موتور الکتریکی مورد استفاده در تجهیزات با بار متغیر، از جمله برج خنک‌کن، سیستم تغییر دور در نظر گرفته‌شود، تا در زمان‌هایی که بار ساختمان کم است، با استفاده از سیستم کنترلی، امکان تغییر وضعیت و کاهش دور موتور به
میزان حداقل یا قرار دادن آن در حالت خاموش فراهم باشد. چ) استفاده از راه اندازه نرم (Soft Starter)، به‌منظور کاهش مقدار جریان راه‌اندازی موتورها، به‌جای سیستم متعارف راه‌اندازی ستاره-مثلث، برای موتورهای با توان بالا، خصوصاً موتورهای با توان نامی ۱۱ کیلووات (kW) و به بالا، توصیه می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- تأسیسات برقی
  - موتورهای برقی

پمپ ها

الف) تمامی پمپ‌های مورد استفاده در تأسیسات الکتریکی و مکانیکی، بسته به رده ساختمان، باید دارای برچسب انرژی تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۶ باشند.

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

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	C	B	A
فن (دمنده و مکنده)	۱-۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کانال)	۲-۶-۱۶ و ۱-۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱-۳۰۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	۱-۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱-۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۲-۳۶۷۸			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A+	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱-۷۵۹	A2	A1	A1

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - موتورهای برقی

فن ها و سیستم های کنترل سرعت

الف) تمامی فن‌های مورد استفاده در تأسیسات الکتریکی و مکانیکی، بسته به رده ساختمان، باید دارای برچسب انرژی تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۶ باشند.

ب) در فن‌ها، بازده کل در نقطه طراحی کارکردی باید در فاصله حداکثر ۱۵ درصد از نقطه حداکثر کارایی کل فن باشد.

پ) ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت فن‌کویل زمینی، سقفی و یا داکتی در رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان در جدول ۱۹-۵- ۳۱ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵- ۳۱ ویژگی‌های لازم برای نوع موتور و سیستم کنترل فن‌کویل، در رتبه‌بندی مختلف

رتبه انرژی ساختمان	ویژگی‌های لازم برای فن‌کویل	
	موتور	سیستم کنترل سرعت
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	حداقل سه سرعته	سیستم کنترل سرعت متعارف سه‌سرعته
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	حداقل چهارسرعته	سیستم کنترل سرعت متعارف چهارسرعته
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	تک‌سرعته	سیستم کنترل سرعت از نوع سرعت‌متغیر (VSD)

تبصره ۱: استفاده از شیر برقی نیز برای کنترل جریان آب فن‌کویل توصیه می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات برقی**
  - موتورهای برقی

فن ها و سیستم های کنترل سرعت

ت) در کولرهای آبی، بسته به رتبه انرژی مورد نظر برای ساختمان، لازم است موارد زیر رعایت گردد:

- تأمین انتظارات تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴- ۵ برای برچسب انرژی کولر آبی،
- استفاده از موتورهای چند سرعته یا تک سرعته دارای برچسب انرژی مطابق جدول ۱۹-۴- ۵، و ویژگی‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۲،
- بهره‌گیری از سیستم (دستگاه یا راه‌انداز) تغییر سرعت (VSD) دارای ویژگی‌های تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۲.

جدول ۱۹-۵- ۳۲ ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل سرعت و راه‌اندازی کولر آبی، مربوط به رتبه‌بندی‌های انرژی مختلف

رتبه انرژی ساختمان	ویژگی‌های لازم برای موتور و سیستم کنترل کولر آبی
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	موتور دوسرعته، با سیستم کنترل و راه‌اندازی دو سرعته (سرعت کم و زیاد)
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	موتور تک‌سرعته با سیستم راه‌اندازی و تغییر سرعت (VSD)
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	موتور تک‌سرعته با سیستم راه‌اندازی و تغییر سرعت (VSD)

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

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳-۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳-۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳-۰-۱-۳	C	B	A
فن (دمنده و مکنده)	۱-۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کانال)	۲-۶-۱۶ و ۱-۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
یکیج تهویه مطبوع	۱-۳-۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کاتالی)	۱-۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱-۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۲-۳۶۷۸			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A+	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱-۷۵۹	A2	A1	A1

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات برقی**
  - آسانسورها و پلکان های برقی

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

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	C	B	A
فن (دمنده و مکنده)	۱-۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کانال)	۲-۶-۱۶ و ۱-۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱-۳-۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۲-۷۳۴۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	۱-۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱-۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۲-۳۶۷۸			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A+	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱-۷۵۹	A2	A1	A1

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

موتورهای آسانسورها و پلکان‌های برقی ساختمان‌ها، بسته به رتبه ساختمانی مورد نظر، باید دارای یکی از شرایط زیر باشند:

- برای موتورهای بدون گیربکس: داشتن برچسب انرژی مطابق جدول ۱۹-۴-۶
- برای موتورهای گیربکس‌دار: داشتن بازده معادل برچسب انرژی تعیین‌شده در جدول ۱۹-۴-۶

تبصره: در راندمان کارکرد آسانسور، عمدتاً مقادیر قدرت موتور، نوع سیستم محرکه، ظرفیت، سرعت، نوع سیستم کنترل سرعت و نیز وزن سیستم تعلیق (عمدتاً وزنه تعادل) مؤثر است. بنابراین، برای تعیین مقدار بهینه راندمان لازم است که پارامترهای فوق طبق شرایط و نیاز طرح و نیز مشخصات فنی تولید آسانسور مورد توجه قرار گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - ضریب توان اصلاح شده ساختمان

جدول ۱۹-۵-۳۴ حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده، برای رتبه‌بندی‌های مختلف ساختمان

رتبه انرژی ساختمان	حداقل مقدار ضریب توان اصلاح شده
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۰٫۹۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۰٫۹۳
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۰٫۹۵

اصلاح ضریب قدرت با استفاده از خازن، که روی سیستم مصرف‌کننده نصب می‌شود، انجام می‌گیرد. با توجه به این نکته که به‌کارگیری این راه‌حل در بسیاری از موارد امکان‌پذیر نمی‌باشد، در طرح سیستم‌های تأسیسات برقی باید حتی‌الامکان از بانک خازن برای اصلاح ضریب قدرت، تشامل پله‌های خازنی با ظرفیت‌های مناسب و نیز رگلاتور بانک خازن با مراحل تعریف شده، برای قراردادن پله‌های بانک خازن در مدار، استفاده شود.

مقادیر ظرفیت پله‌ها، تعداد پله‌ها و مراحل عمل رگلاتور باید براساس نیاز، شرایط طرح، مقدار ضریب توان اولیه و مقدار ضریب توان اصلاح شده تعیین گردد.

در صورت عدم استفاده از این سیستم، طراح باید دلایل توجیهی مرتبط با آن را ارائه دهد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - سیستم های اندازه گیری

سیستم‌های اندازه‌گیری در تأسیسات برقی، برای دست‌یابی به اهداف متعددی در نظر گرفته می‌شود. مهم این اهداف عبارتند از:

الف) اندازه‌گیری مقادیر توان مصرفی برق،

ب) بهبود مدیریت مصرف برق با کمّی کردن و مشاهده میزان صرفه‌جویی در مصرف،

پ) تعیین میزان اثربخشی مدیریت هوشمند مصرف انرژی (EMS) و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)،

ت) تعیین هزینه تفکیکی مصرف برق،

ث) اندازه‌گیری پارامترهای شبکه توزیع و تابلوهای برق.

در تأمین و تغذیه برق ساختمان از طریق انشعاب فشار ضعیف و یا فشار متوسط و نیز مدیریت

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - سیستم مدیریت روشنایی

استفاده از سیستم مدیریت روشنایی برای ساختمان های بسیار کم انرژی الزامی است

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - سیستم های کنترل روشنایی

برای کنترل سیستم روشنایی، در کلیه رتبه‌های ساختمانی، ترکیبی از روش‌های زیر به‌کار گرفته می‌شود:

- کلیدهای قطع و وصل
- کلیدهای قطع و وصل
- حسگر (سنسور)های حرکت و حسگرهای حضور
- حسگر نوری (فتوسل) فرمان مدار روشنایی
- ساعت فرمان مدار روشنایی
- تایمر مدار روشنایی
- سامانه کاهنده (دیمر) روشنایی
- کنترل‌کننده اتوماتیک قابل برنامه‌ریزی (PLC)

برای توضیحات بیشتر روش‌های فوق به فصل تعاریف رجوع شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - سیستم های کنترل روشنایی
    - ✓ حسگر (سنسور) های حرکت و حسگرهای حضور
    - ✓ کلید فشاری فرمان تایمر
    - ✓ سامانه کاهنده روشنایی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **تأسیسات برقی**
  - لامپ های سیستم روشنایی

معیارهای زیر باید در انتخاب لامپ‌های مناسب برای تأمین روشنایی مصنوعی فضاهای داخلی، محیط اطراف و محوطه تمامی ساختمان‌ها رعایت شوند:

الف) انتخاب لامپ‌ها با راندمان (لومن بروات) مناسب براساس نیاز فضاها و محیط اطراف ساختمان، مطابق جدول ۱۹-۵- ۳۵، متناسب با رتبه‌بندی انرژی ساختمان؛

جدول ۱۹-۵- ۳۵ حداقل بهره‌نوری (لومن بر وات) لامپ‌های متعارف، برای رتبه‌بندی‌های مختلف انرژی ساختمان

رتبه انرژی	توان نامی لامپ												
	لامپ فلورسنت						لامپ متال هالید				لامپ بخار سدیم			
	معمولی (تیوبلار)		فشرده (کامپکت)										
	۱۸ (W)	۳۶ (W)	۱۸ (W)	۲۴ (W)	۳۶ (W)		۷۰ (W)	۱۵۰ (W)	۲۵۰ (W)	۴۰۰ (W)	۷۰ (W)	۱۵۰ (W)	۲۵۰ (W)	۴۰۰ (W)
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۶۱	۶۵	۶۱	۷۰	۷۷		۶۶	۷۳	۷۶	۷۷	۸۰	۸۳	۹۲	۹۵
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۶۳	۷۲	۶۶	۷۰	۸۰		۶۹	۸۰	۸۰	۹۰	۹۳	۹۳	۱۰۰	۱۰۸
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۷۲	۷۹	۶۶	۷۵	۸۰		۷۳	۸۳	۸۰	۹۵	۹۳	۱۱۳	۱۰۸	۱۲۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **تأسیسات برقی**
  - لامپ های سیستم روشنایی

راندمان لامپ‌های سیستم روشنایی

ب) با توجه به طول عمر بالای لامپ‌های LED و لومن بر وات (راندمان) بین ۷۰ تا ۱۴۰ آن‌ها، استفاده از این نوع لامپ‌ها با استاندارد تولید معتبر، در کلیه رتبه‌های انرژی ساختمان، توصیه می‌شود. این لامپ‌ها جایگزین مناسبی بجای لامپ‌های راندمان و طول عمر کم به حساب می‌آیند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- **روش تجویزی**

- **سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر**

جدول ۱۹-۵- ۳۷ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه‌های تجدیدپذیر (کیلووات‌ساعت بر مترمربع بام قابل استفاده)

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

5- روش تجویزی

- **سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر**

در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین شده، لازم است به جای آن یکی از اقدامات زیر صورت گیرد:

- **در ساختمان های منطبق با مبحث 19 در نظر گرفتن مقاومت های حرارتی افزایش یافته مطابق جدول زیر**
- **تأمین توان تعیین شده بر پایه سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر، با استفاده از فناوری های دیگر نظیر سیستم های تولید همزمان مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی**

جدول ۱۹-۵- ۳۸ مقاومت حرارتی مرجع بام یا سقف ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ بر حسب گروه ساختمان در صورت عدم استفاده از سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

گروه ساختمان	رده انرژی	بام یا سقف مجاور فضای خارج				بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده
		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
۲		۴٫۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴٫۳۰	۳٫۶۶
۳		۴٫۳۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۴٫۳۰	۳٫۶۶

در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به‌جای افزایش مقاومت حرارتی بام (طبق جدول ۱۹-۵- ۳۸) می‌توان از پوششی منعکس‌کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰/۹۰) استفاده نمود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- اصول کلی
- پوسته خارجی ساختمان
- تأسیسات مکانیکی
- تأسیسات برقی
- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- اصول کلی

در صورت طراحی ساختمان به‌روش موازنه‌ای (کارکردی)، تأثیر متقابل عناصر مختلف پوسته خارجی ساختمان بر ضریب انتقال حرارت ساختمان مد نظر قرار می‌گیرد. در نتیجه، ضعف یکی از عناصر ساختمانی را می‌توان توسط یک یا چند عنصر ساختمانی دیگر با مشخصات برتر جبران نمود، تا ضریب انتقال حرارت کل یا بخشی از ساختمان از ضریب انتقال حرارت ساختمان مرجع کمتر باشد. ولی کماکان، همانند روش تجویزی، ارتقاء مشخصات حرارتی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای پوسته خارجی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی‌سازد.

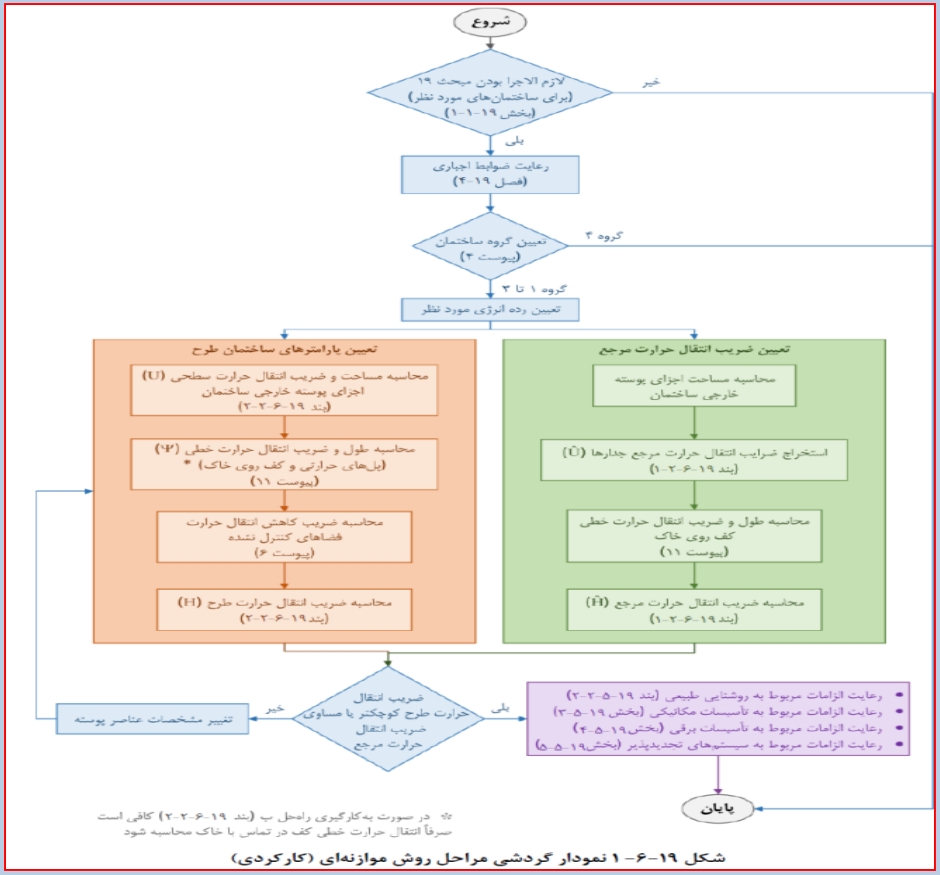
در عین حال، در روش موازنه‌ای (کارکردی)، همانند روش تجویزی، امکان طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر)، به‌صورت مستقل، وجود دارد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- پوسته خارجی ساختمان



شکل ۱۹-۶- ۱ نمودار گردشی مراحل روش موازنه‌ای (کارکردی)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

محاسبات باید برای هر ساختمان منفرد و برای هر واحد آپارتمانی به صورت مستقل انجام گردد. در صورت یکسان بودن واحدهای ساختمان از نظر مشخصات حرارتی، کافی است محاسبات براساس بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد. شایان ذکر است واحدهای یک ساختمان در صورتی یکسان تلقی می‌شوند که شرایط زیر، به‌صورت هم‌زمان، تأمین گردد:

- ابعادی تقریباً مشابه (با تفاوت زیر ۵ درصد) داشته باشند؛
- مشخصات حرارتی تمامی عناصر پوستهٔ خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛
- جهت‌گیری و موقعیت جدارها، خصوصاً جدارهای نورگذر، یکسان باشد؛
- نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛
- کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان
  - محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح
  - محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب انتقال حرارت طرح مجموع انتقال حرارت از جدارهای مختلف پوسته خارجی ساختمان طراحی‌شده، به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین فضای داخل و خارج، در شرایط پایدار است.

در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، طراح می‌تواند یکی از روش‌های (الف) یا (ب) را، برای محاسبه یا تعیین اثر پل‌های حرارتی بر روی ضریب انتقال حرارت ساختمان، در نظر بگیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

الف) روش دقیق محاسبه پل های حرارتی

ب) روش ساده سازی شده تعیین اثر پل های حرارتی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

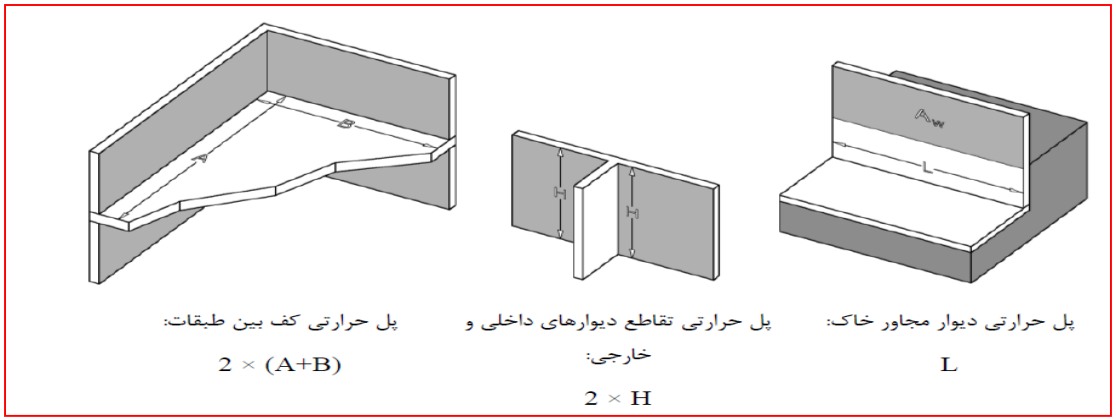
- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

محاسبه یا تعیین اثر پل های حرارتی

الف) روش دقیق محاسبه پل های حرارتی

انواع پل های حرارتی بوجود آمده در ساختمانها



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

محاسبه یا تعیین اثر پل های حرارتی

الف) روش دقیق محاسبه پل های حرارتی (استفاده از پیوست 11)

در این روش، محاسبه پل‌های حرارتی (نظیر پل‌های حرارتی در محل تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی) با استفاده از داده‌های ارائه‌شده در پیوست ۱۱ این مبحث انجام می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ۱۱-۲ روند محاسبات عددی

محاسبات را می‌توان با مدل‌سازی پل‌های حرارتی به روش عناصر محدود، یا تفاضل محدود، انجام داد. لازم است انطباق نرم‌افزار مورد استفاده با انتظارات تعیین‌شده مطابق با پیوست A استاندارد EN ISO 10211-1 کنترل شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ۱۱-۳ ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول

در این بخش، ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول آمده است. چنانچه پل‌های حرارتی مورد نظر با شرایط تعیین‌شده در این بخش انطباق کامل نداشته باشند، ضروری است محاسبات عددی طبق بند پ۱۱-۲ صورت پذیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح**

استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

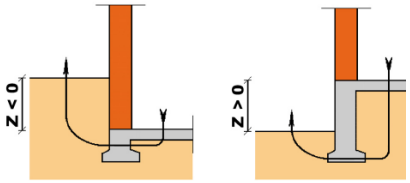
پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ۱۱-۳-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک

پ۱۱-۳-۱-۱ کف روی خاک بدون عایق حرارتی

در مواردی که دیوار و کف ساختمان فاقد هر گونه عایق حرارتی است، ضرایب انتقال حرارت خطی، در محل اتصال دیوار به کف روی خاک، برحسب اختلاف ارتفاع بین کف‌سازی داخل و محوطه‌سازی خارج از ساختمان (Z)، با استفاده از جدول ۳۳ تعیین می‌گردد.



شکل ۱۰- حالات مختلف اختلاف تراز کف داخلی و محوطهٔ ساختمان

جدول ۳۳- ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک

Z به متر	Ψ به [W/m.K]
کمتر از ۶٫۰۰-	۰
از ۶٫۰۰- تا ۴٫۰۵-	۰٫۲۰
از ۴٫۰۰- تا ۲٫۵۵-	۰٫۴۰
از ۲٫۵۰- تا ۱٫۸۵-	۰٫۶۰
از ۱٫۸۰- تا ۱٫۲۵-	۰٫۸۰
از ۱٫۲۰- تا ۰٫۷۵-	۱٫۰۰
از ۰٫۷۰- تا ۰٫۴۵-	۱٫۲۰
از ۰٫۴۰- تا ۰٫۲۵-	۱٫۴۰
از ۰٫۲۰- تا ۰٫۲۰+	۱٫۷۵
از ۰٫۲۵+ تا ۰٫۴۰+	۲٫۱۰
از ۰٫۴۵+ تا ۱٫۰۰+	۲٫۳۵
از ۱٫۰۵+ تا ۱٫۵۰+	۲٫۵۵

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح**

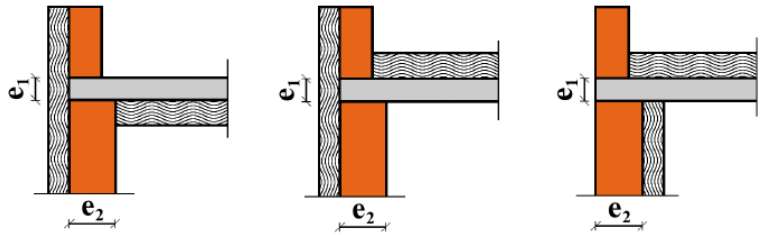
استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ۱۱-۳-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل ۱۴)، بسته به ضخامت سقف e_1 و ضخامت دیوار e_2، با مقادیر جدول ۴۰ تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت.



شکل ۱۴- برخی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند

جدول ۴۰- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل [W/(m.K)]

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

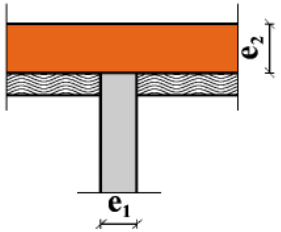
- **محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح**

استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

پیوست ۱۱

روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

پ۱۱-۳-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی



ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت دیوار داخلی e_1 و ضخامت دیوار خارجی e_2 بستگی دارد. این ضرایب با مقادیر جدول ۴۱ تعیین می‌گردد.

جدول ۴۱- ضرایب انتقال حرارت خطی Ψ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل [W/(m.K)]

e_1 (cm) / e_2 (cm)	۱۰/۰	۱۲/۵	۱۵/۰	۱۷/۵	۲۰/۰	۲۲/۵	۲۵/۰
۱۵ تا ۱۹	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۲
۲۰ تا ۲۵	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۴۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب انتقال حرارت (سطحی) جدارها (پیوست های 7، 8 و 9)

ضریب انتقال حرارت (سطحی) جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول (پیوست ۷) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی، لایه‌های هوا و سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی (پیوست ۸) محاسبه گردد. لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست ۹ این مبحث تعیین گردد.

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب انتقال حرارت (سطحی) جدارها

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، باید مقادیر تمام اجزای پوستهٔ خارجی، که دارای مشخصات حرارتی متفاوتی هستند یا در مجاورت فضاهای متفاوتی از نظر کنترل دما قرار گرفته‌اند، به صورت جداگانه محاسبه گردد. این مقادیر شامل مساحت خالص انواع دیوارها، بام‌ها، کف‌های مجاور هوا، درها و پنجره‌هاست، که در مجاورت فضای خارج، یا فضاهای کنترل‌نشده، قرار گرفته‌اند. در محاسبه این سطوح، باید ابعاد داخلی فضاها ملاک قرار گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده (پیوست 6)

با توجه به آنکه اختلاف دمای فضای داخل با فضاهای کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای فضاهای داخل و خارج است و در نتیجه مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است، لازم است این موضوع، با استفاده از یک ضریب کاهش، در محاسبات لحاظ شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده (پیوست 6)

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

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

τ : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده

A_e : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج $[m^2]$

U_e : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج $[W/m^2K]$

A_i : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده $[m^2]$

U_i : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده $[W/m^2K]$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

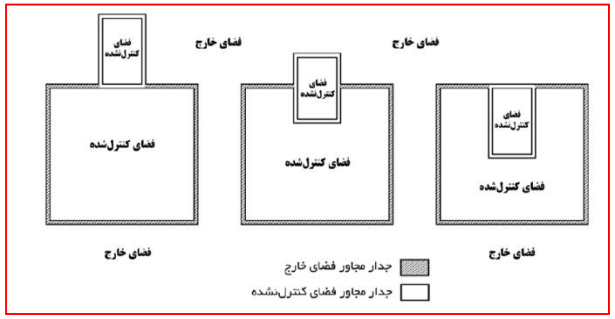
- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده (پیوست 6)

اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضای کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید، در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح می‌تواند به جای جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضاهای کنترل‌شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل‌نشده مذکور و فضای خارج را در رابطهٔ فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت τ_i، ضریب $(1-\tau_i)$ در محاسبه وارد کند، زیرا:

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



تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده (پیوست 6)

رابطه پ ۶-۱ تا زمانی معتبر است که تهویه فضای کنترل‌نشده به‌صورت مستقل انجام شود. در صورتی که هوای تازه فضای کنترل‌نشده از فضای کنترل‌شده تأمین گردد، ضریب کاهش با استفاده از رابطه پ ۶-۲ به‌دست می‌آید:

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

n : تعداد دفعات تعویض هوای فضای کنترل‌نشده از طریق فضای کنترل‌شده [1/h]

V : میزان تعویض هوای فضای کنترل‌نشده از طریق فضای کنترل‌شده [m^3/h]

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح

رابطه محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح (H)

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

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

A_{wi} -	مساحت خالص هر یک از انواع دیوارهای مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده	$[m^2]$
U_{wi} -	ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با هر کدام از انواع دیوارها	$[W/m^2K]$
A_{Ri} -	مساحت خالص هرکدام از انواع بام تخت یا شیب‌دار مجاور خارج یا فضای	$[m^2]$
U_{Ri} -	ضریب انتقال سطحی حرارت متناظر با انواع بام تخت یا شیب‌دار	$[W/m^2K]$
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 کنترل‌نشده	$[m^2]$
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 حرارتی	$[W/mK]$
τ_i -	ضریب کاهش انتقال حرارت هر جدار	

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$) بر حسب [W/K] برابر است با حداکثر انتقال حرارت مجاز از پوستهٔ خارجی ساختمان، در شرایط پایدار و به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین هوای داخل و خارج.

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع (ادامه)

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

A_W –	مساحت کل دیوارهای مجاور فضای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_W$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع دیوارها	$[W/m^2K]$
A_R –	مساحت کل بام‌های تخت یا شیب‌دار مجاور فضای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_R$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع بام تخت یا شیب‌دار	$[W/m^2K]$
A_F –	مساحت کل کف زیرین در تماس با هوای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_F$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع کف زیرین در تماس با هوا	$[W/m^2K]$
P –	محیط کل کف زیرین در تماس با خاک، مجاور فضای خارج	$[m]$
$\hat{U}_P$ –	ضریب انتقال حرارت خطی مرجع کف زیرین در تماس با خاک	$[W/mK]$
A_G –	مساحت کل جدارهای نورگذر مجاور خارج (سطوح شیشه و قاب)	$[m^2]$
$\hat{U}_G$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای نورگذر با قاب‌های آن‌ها	$[W/m^2K]$
A_D –	مساحت کل درهای مجاور فضای خارج	$[m^2]$
$\hat{U}_D$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع درها	$[W/m^2K]$
A_{WB} –	مساحت کل سطوح در تماس با فضای کنترل‌نشده	$[m^2]$
$\hat{U}_{WB}$ –	ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای در تماس با فضای کنترل‌نشده	$[W/m^2K]$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع (ادامه)

۱- سطوح تمام جدارهای ساختمانی (A_{WB} ، A_D ، A_F ، A_R ، A_W) و محیط کف زیرین در تماس با خاک (P) از طرف داخل ساختمان محاسبه می‌شوند.

۲- تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در زیربندهای ۱۹-۶-۲-۲-۵ تا ۱۹-۶-۲-۲-۷ ارائه شده است.

۳- منظور از «جدار مجاور فضای خارج» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از «جدار مجاور فضای کنترل‌نشده» جداری است که بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده قرار گرفته‌باشد (ر.ک. به پیوست ۶). در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

۴- ضریب انتقال حرارت $\hat{U}_{WB}$ جدارهای در تماس با فضاهای کنترل‌نشده برابر است با حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت مرجع ارائه‌شده در جداول این فصل در ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل‌نشده که برای ساختمان طرح محاسبه می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال مرجع در حالتی که در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح از روش دقیق محاسبه پل های حرارتی استفاده شده باشد. (روش الف)

در این صورت، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع لازم است مقادیر ارائه شده برای ضریب انتقال حرارت را، با رعایت اصول زیر، از جداول استخراج شوند:

- دیوار با فرض عایق‌کاری حرارتی از خارج
- بام یا سقف با فرض عایق‌کاری از خارج (در تقاطع با دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج)
- کف روی هوا با فرض عایق‌کاری از خارج (در تقاطع با دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج)
- کف مجاور خاک مطابق ضوابط این بخش

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع در حالتی که در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح از روش ساده سازی شده تعیین اثر پل های حرارتی استفاده شده باشد.

(روش ب) (استفاده از جداول 19-6-1 تا 19-6-9)

در این روش، تعیین اثر پل‌های حرارتی به روش ساده‌سازی شده، بدون محاسبه ضرایب انتقال حرارت خطی (تقاطع دیوارهای خارجی با کف‌ها و تیغه‌های داخلی) انجام می‌گردد. در این صورت، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است مقادیر ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی ارائه شده در جدول ۱۹-۶- ۱ الی جدول ۱۹-۶-۹ منطبق با جزییات اجرایی ساختمان طرح و بسته به نوع فضای مجاور آن (کنترل‌شده یا کنترل‌نشده)، روش عایق‌کاری حرارتی دیوار، و همچنین رده انرژی ساختمان استخراج شوند.

تعیین ضریب انتقال حرارت (سطحی) طرح، با محاسبه یا استخراج ضرایب انتقال حرارت سطحی تمامی اجزای پوستهٔ خارجی صورت می‌گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

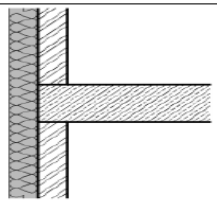
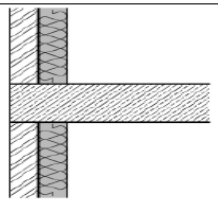
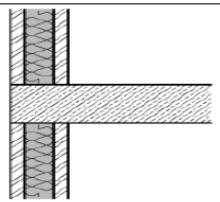
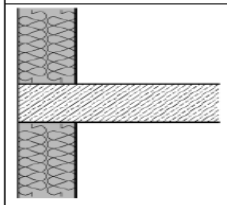
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 1

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

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 1

در مورد تمامی جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱، لازم است علاوه بر رعایت انتظارات تعیین‌شده در بند ۱۹-۴-۲-۲، در محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، مطابق اصول ارائه شده در بند ۱۹-۶-۲-۱، مقادیر ارائه‌شده در جدول۱۹-۵- ۲ و زیربند ۱۹-۵-۲-۱-۲-ب برای ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ($\hat{U}_G$) مبنای محاسبه قرار گیرد.

در ضمن، لازم است محدودیت‌های تعیین‌شده در جدول۱۹-۵- ۲، در خصوص دیگر پارامترهای حرارتی-نوری (ضریب بهره گرمایی خورشیدی و ضریب عبور نور مرئی) جدارهای نورگذر رعایت گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 1

جدول۱۹-۵- ۲ مشخصات حداقل جدارهای نورگذر ساختمان‌های گروه ۱

جهت	رده انرژی	نیاز گرمایی غالب				نیاز سرمایی غالب			
		U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_V}{SHGC}$	U [W/m².K]	SHGC		$\frac{T_V}{SHGC}$
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
جنوب	EC	۳٫۱	۰٫۶۰	-	-	۳٫۱	-	۰٫۴۰	۱٫۲
	EC+	۲٫۲	۰٫۶۳	-	-	۲٫۴	-	۰٫۳۷	۱٫۷
	EC++	۱٫۸	۰٫۶۵	-	-	۲٫۲	-	۰٫۳۵	۲٫۲
شمال	EC	۳٫۱	-	-	-	۳٫۱	-	۰٫۵۰	۱٫۰
	EC+	۲٫۲	-	-	-	۲٫۴	-	۰٫۴۵	۱٫۴
	EC++	۱٫۸	-	-	-	۲٫۲	-	۰٫۴۰	۱٫۹
به‌جز جنوب و شمال	EC	۳٫۱	۰٫۵۰	-	-	۳٫۱	-	۰٫۳۵	۱٫۴
	EC+	۲٫۲	۰٫۵۳	-	-	۲٫۴	-	۰٫۳۰	۲٫۰
	EC++	۱٫۸	۰٫۵۵	-	-	۲٫۲	-	۰٫۲۵	۲٫۸

ضریب انتقال حرارت حداکثر جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مرتبط با فضاهای کنترل‌نشده برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم انرژی و بسیار کم انرژی به ترتیب برابر ۳٫۴، ۳٫۱ و ۲٫۸ [W/ m².K] در نظر گرفته شود.

برای مناطق با نیاز سرمایی غالب، در صورتی که برای تمام جدارهای نورگذر سامانه‌های مورد نیاز برای سایه‌اندازی، مطابق پیوست ۱۰، در نظر گرفته شده‌باشد، نیازی به رعایت مقادیر تعیین‌شده برای SHGC حداکثر و $T_V/SHGC$ حداقل نخواهد بود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

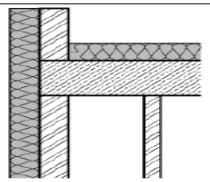
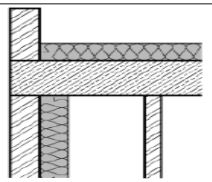
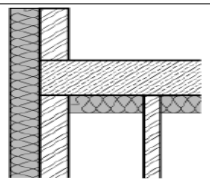
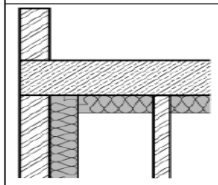
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 1

جدول ۱۹-۶- ۲ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان گروه ۱ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی 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	
					
EC	۰٫۴۱۰	۰٫۳۱۸	۰٫۲۹۱	۰٫۴۱۰	۰٫۸۴۷
EC+	۰٫۲۹۰	۰٫۲۲۵	۰٫۲۰۶	۰٫۲۹۰	۰٫۶۳۳
EC++	۰٫۲۱۱	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۴۵۸

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

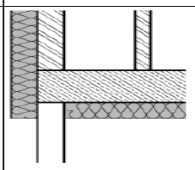
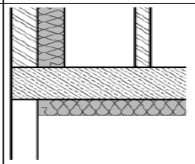
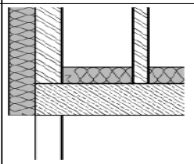
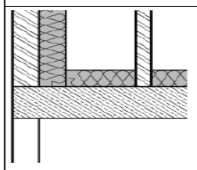
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 1

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

رده انرژی	کف مجاور فضای خارج				کف مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی کف از خارج		عایق حرارتی کف 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	
					
EC	۰٫۴۱۳	۰٫۲۹۲	۰٫۲۶۹	۰٫۳۹۷	۰٫۸۰۶
EC+	۰٫۳۰۱	۰٫۲۰۷	۰٫۱۹۲	۰٫۲۸۴	۰٫۶۱۰
EC++	۰٫۲۱۶	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۴۶۷

ضریب انتقال حرارت مرجع کف مجاور خاک: ۱٫۴۰ [W/ m.K]

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

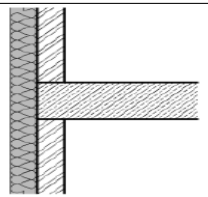
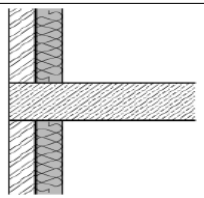
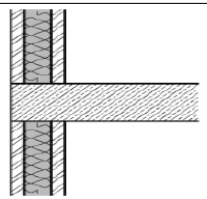
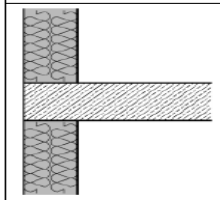
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 2

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

رده انرژی	دیوار مجاور فضای خارج				دیوار مجاور فضای کنترل نشده
	عایق حرارتی خارجی	عایق حرارتی داخلی	عایق حرارتی میانی	عایق حرارتی همگن	
					
EC	۰٫۹۳۵	۰٫۵۹۹	۰٫۵۹۹	۰٫۶۳۷	۰٫۹۸۰
EC+	۰٫۶۸۰	۰٫۴۴۱	۰٫۴۴۱	۰٫۴۶۱	۰٫۷۵۸
EC++	۰٫۵۰۸	۰٫۳۱۵	۰٫۳۱۵	۰٫۳۳۷	۰٫۵۴۹

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

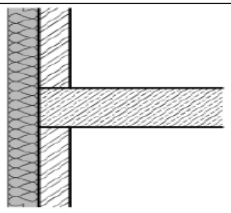
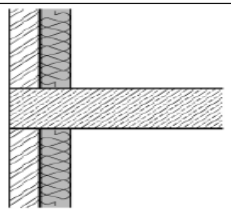
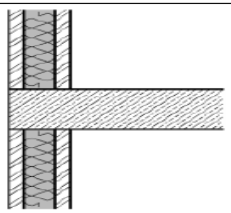
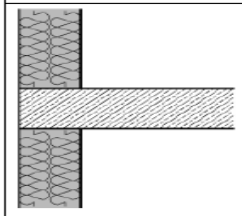
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- پوسته خارجی ساختمان

➢ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع برای ساختمان های گروه 3

جدول ۱۹-۶- ۷ ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار ساختمان گروه ۳ [W/ m².K] بر حسب رده انرژی ساختمان

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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- پوسته خارجی ساختمان

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

$$\hat{H} = (A_W \times \hat{U}_W) + (A_R \times \hat{U}_R) + (A_F \times \hat{U}_F) + (P \times \hat{U}_P) + (A_G \times \hat{U}_G) + (A_D \times \hat{U}_D) + (A_{WB} \times \hat{U}_{WB})$$

برای اینکه عایق‌کاری حرارتی ساختمانی براساس روش کارکردی مطابق با ضوابط مبحث ۱۹ باشد، باید در همه حالات H کوچکتر یا مساوی با $\hat{H}$ باشد.

$$H \leq \hat{H}$$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- **روشنایی طبیعی**

الزامات تعیین شده در ضوابط اجباری و روش تجویزی در مورد روشنایی طبیعی در این روش نیز باید به کار برده شود.

- **تأسیسات مکانیکی**

الزامات تعیین شده در ضوابط اجباری و روش تجویزی در مورد تأسیسات مکانیکی در این روش نیز باید به کار برده شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- **روش موازنه ای (کارکردی)**

- تأسیسات برقی

الزامات تعیین‌شده برای سیستم روشنایی مصنوعی و دیگر تجهیزات الکتریکی در روش موازنه‌ای مشابه الزامات تعیین‌شده روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۴). لازم به ذکر است رعایت ضوابط تعیین‌شده در بخش ۱۹-۴-۴ نیز الزامی‌است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

در صورت طراحی به روش موازنه‌ای، لازم است علاوه بر ضوابط اجباری تعیین شده در بخش ۱۹-۴-۵، ضوابط زیر نیز در طراحی و اجرای ساختمان رعایت گردد.

میزان بهره‌گیری لازم از سامانه‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، ساختمان‌های کم‌انرژی و ساختمان‌های بسیار کم‌انرژی در جدول ۱۹-۵- ۳۷ بخش ۱۹-۵-۵ ارائه شده‌است.

جدول ۱۹-۵- ۳۷ حداقل میزان انرژی سالیانه تأمین شده توسط سامانه‌های تجدیدپذیر (کیلووات‌ساعت بر مترمربع بام قابل استفاده)

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

در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۷، لازم است به‌جای آن یکی از اقدامات زیر صورت گیرد:

- در ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ (EC)، در نظر گرفتن مقاومت‌های حرارتی افزایش‌یافته، مطابق جدول ۱۹-۵- ۳۸ ، به‌جای مقادیر تعیین‌شده در بخش ۱۹-۵-۲ برای بام با انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن.

برای ساختمان‌های کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC++)، کاربرد این راه‌حل منتفی است.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

6- روش موازنه ای (کارکردی)

- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

برای ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹، در صورت عدم امکان تأمین مقادیر تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۳۷، لازم است به‌جای ضرایب انتقال حرارتی تعیین‌شده در بخش ۱۹-۶-۲ برای بام با انواع مختلف عایق‌کاری حرارتی آن، جدول ۱۹-۶- ۱۰ مبنای طراحی قرار گیرد. همان‌گونه که در جدول نیز مشخص گردیده‌است، این راه‌حل جایگزین تنها برای بعضی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جواب‌گو می‌باشد، و برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی کاربرد این راه‌حل مجاز نیست.

در مناطق گرمسیر (با نیاز سرمایی غالب)، به‌جای کاهش ضریب انتقال حرارت بام (طبق جدول ۱۹-۶- ۱۰) می‌توان از پوششی منعکس‌کننده (با ضریب انعکاس خورشیدی بیش از ۶۰٪) و ضریب گسیل زیاد (بیش از ۰٫۹۰) استفاده نمود. پوشش مورد نظر باید دوام لازم را داشته باشد.

جدول ۱۹-۶- ۱۰ ضریب انتقال حرارت مرجع بام یا سقف ساختمان بر حسب گروه و رده انرژی ساختمان در صورت عدم 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	۰٫۱۵۰	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۱۵۰	۰٫۱۸۶
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۲	EC	۰٫۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
۳	EC	۰٫۲۲۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۰٫۲۲۵	۰٫۲۸۷
	EC+	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
	EC++	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

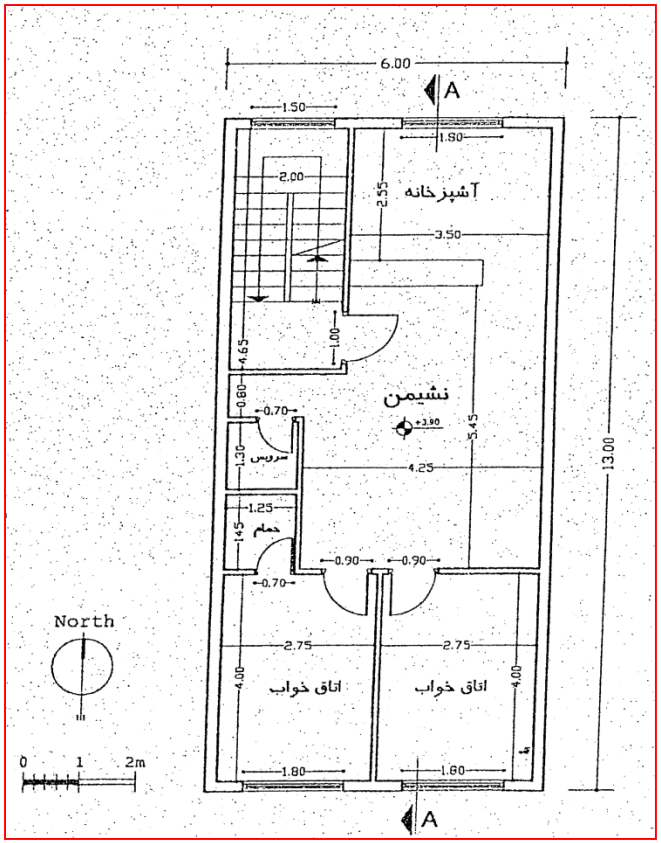
دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

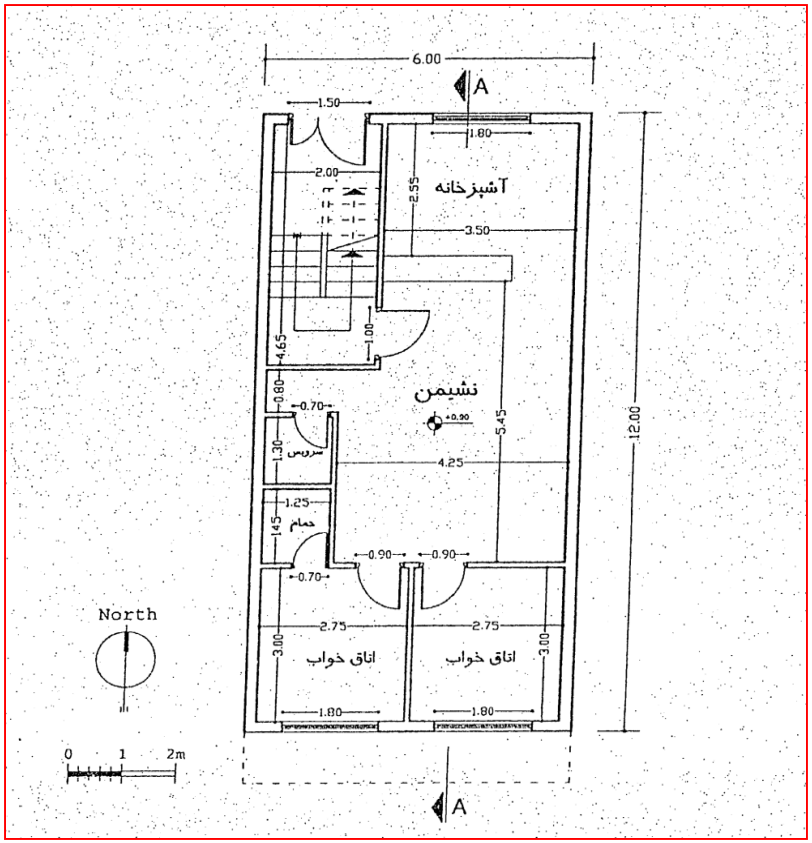
6- روش موازنه ای (کارکردی)

مثالی برای روش موازنه ای (کارکردی)
با محاسبه پل های حرارتی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

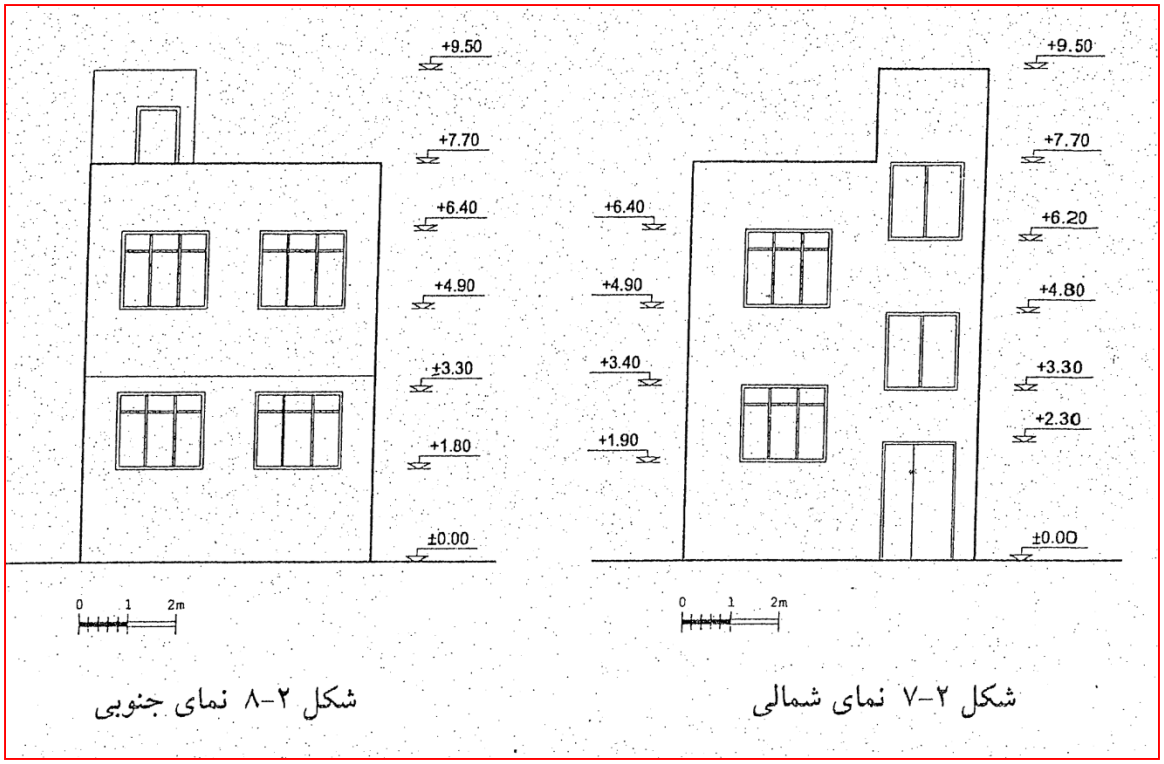
- مثالی از محاسبات روش کارکردی





تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

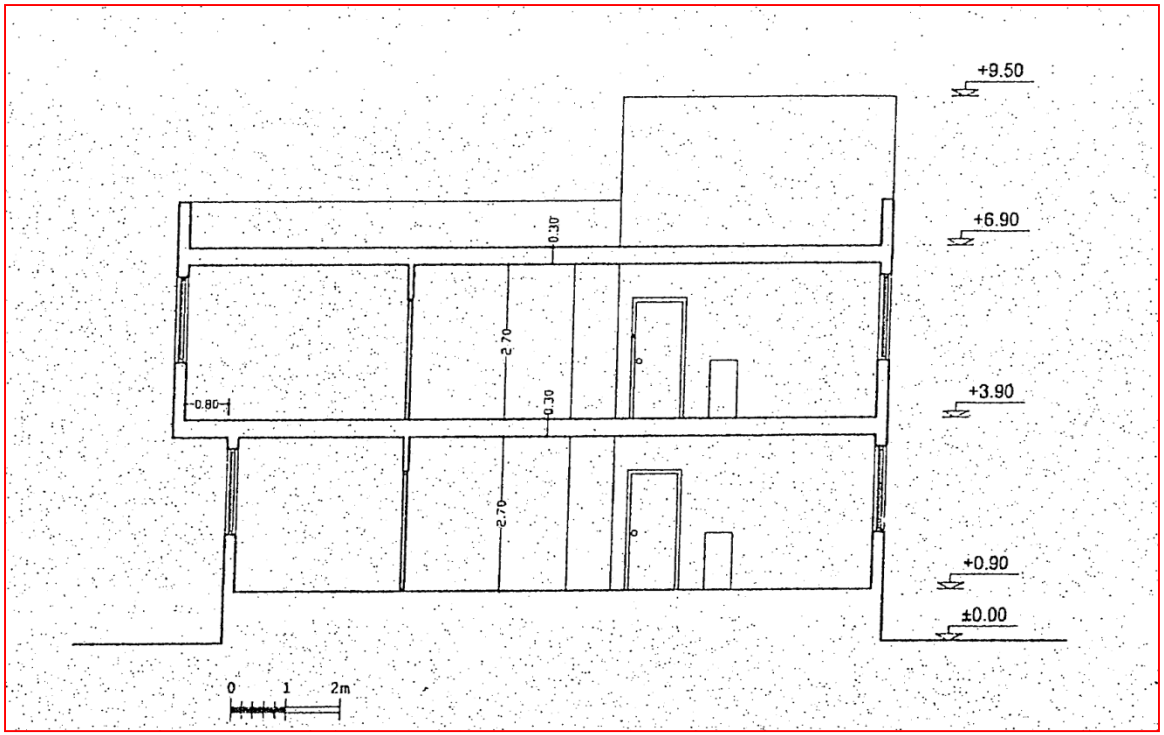


شکل ۲-۸ نمای جنوبی

شکل ۲-۷ نمای شمالی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی



مقطع A-A

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

تعیین گروه‌بندی ساختمان

اولین قدم در محاسبه حرارتی یک ساختمان به منظور تطبیق آن با مبحث ۱۹ مقررات ملی، تعیین گروه‌بندی آن است. برای این کار با استفاده از پیوست ۳ مبحث ۱۹ ابتدا نیاز حرارتی منطقه استقرار ساختمان مشخص می‌شود. چون ساختمان موردنظر در تهران واقع شده است، لذا نیاز انرژی آن **متوسط** است. طبق پیوست ٤ مبحث ۱۹ چون ساختمان مسکونی است، کاربری آن در **گروه الف** قرار دارد. براساس پیوست ٥ مبحث ۱۹، و با توجه به کاربری نوع الف، نیاز انرژی متوسط، استقرار در شهر بزرگ، و بالاخره زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع، ساختمان جزو **گروه ۲** خواهد بود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

تعیین فضاهای کنترل‌شده و کنترل‌نشده

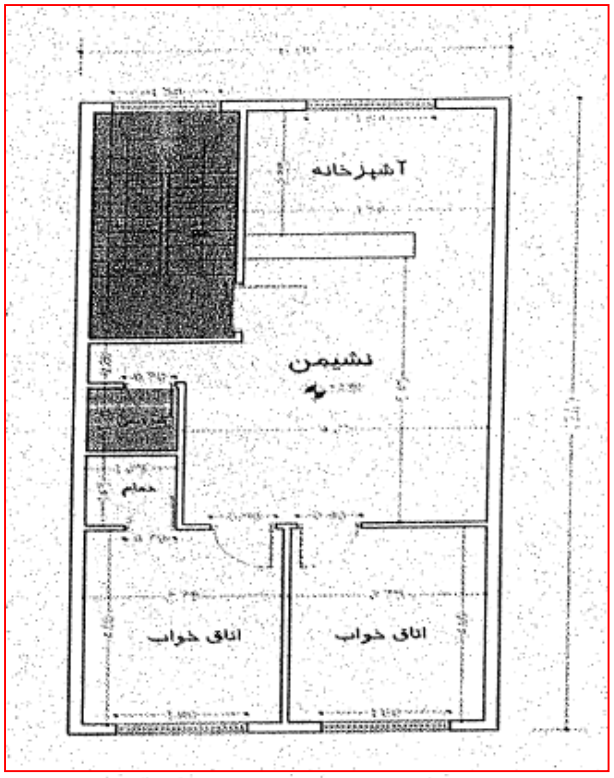
پیش از انجام محاسبات ابتدا باید محدوده فضاهای کنترل‌شده و کنترل‌نشده ساختمان را مشخص نمود. فضاهای کنترل‌شده، فضاهایی هستند که کنترل دما در آنها صورت می‌گیرد، و فضاهای کنترل‌نشده فضاهایی هستند که گرم یا سرد نمی‌شوند. تعیین محدوده مزبور در این مرحله موجب می‌شود هنگام انجام محاسبات، جدارهای مجاور فضای خارج و جدارهای مجاور فضاهای کنترل‌نشده به سادگی تشخیص داده شوند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

مراحل انجام محاسبات حرارتی

تعیین فضاهای کنترل‌شده و کنترل‌نشده



فضاهای کنترل‌نشده ساختمان نمونه

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

تشخیص همسایگی

پیش از انجام محاسبات لازم است به همسایگی‌های ساختمان مورد نظر توجه شود. در مواردی ممکن است در طرفین ساختمان بناهایی با ارتفاع متفاوت وجود داشته باشد، یا بناهای مجاور نسبت به ساختمان مورد نظر عقب‌نشینی داشته باشند. در این صورت، وضعیت همسایگی بر مقدار سطوح مجاور خارج تأثیر خواهد گذاشت.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

محاسبه سطوح خالص عناصر ساختمان

برای تعیین مقدار انتقال حرارت از عناصر مختلف ساختمان لازم است سطوح خالص عناصر مزبور را محاسبه کرد. برای این کار اندازه‌های داخلی فضاها ملاک تعیین ابعاد هستند. به عبارت دیگر، در محاسبات از ابعاد داخلی استفاده می‌شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

محاسبه ضرایب انتقال حرارت عناصر ساختمان

در این مرحله، ضرایب انتقال حرارت عناصر ساختمان که در انتقال حرارت نقش دارند محاسبه می شوند. برای محاسبه ضرایب مزبور، لازم است جزئیات اجرایی هر عنصر ساختمان، شامل ضخامت و ضریب هدایت حرارت هر لایه، مشخص گردد. سپس، مقاومت حرارتی هر لایه از عنصر حساب می‌شود، و در انتها، ضریب انتقال حرارت عنصر تعیین می‌گردد. برای برخی عناصر ساختمانی مانند پنجره‌ها و درها می‌توان ضریب انتقال حرارت را مستقیماً از جداول پیوست ۹ در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان استخراج کرد، و نیازی به دانستن لایه‌های تشکیل دهنده آنها نیست.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

تعیین ضرایب کاهش فضاهای کنترل‌نشده

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

τ	:	ضریب کاهش
$A_e\ [m^2]$	:	سطح خالص عنصر، بین فضای کنترل‌نشده و خارج
$U_e\ [W/m^2K]$	:	ضریب انتقال حرارت عنصر، بین فضای کنترل‌نشده و خارج
$A_i\ [m^2]$	:	سطح خالص عنصر، بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده
$U_i\ [W/m^2K]$	:	ضریب انتقال حرارت عنصر، بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

توان حرارتی هر عنصر

توان حرارتی هر عنصر مقدار انتقال حرارت از سطح عنصر را، به ازای یک درجه اختلاف دمای طرفین آن، نشان می‌دهد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P = A \times U \times \tau$$

$P\ [W/K]$	:	توان حرارتی عنصر
$A\ [m^2]$	:	سطح خالص عنصر
$U\ [W/m^2K]$	:	ضریب انتقال حرارت عنصر
τ	:	ضریب کاهش عنصر

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

ضریب انتقال حرارت طرح و ضریب انتقال حرارت مرجع

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

$$\hat{H} = (A_W \times \hat{U}_W) + (A_R \times \hat{U}_R) + (A_F \times \hat{U}_F) + (P \times \hat{U}_P) + (A_G \times \hat{U}_G)$$
$$+ (A_D \times \hat{U}_D) + (A_{WB} \times \hat{U}_{WB})$$

برای این‌که عایق‌کاری حرارتی ساختمانی براساس روش کارکردی مطابق با ضوابط مبحث ۱۹ باشد، باید در همه حالات H کوچکتر یا مساوی با $\hat{H}$ باشد.

$$H \leq \hat{H}$$

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

انتخاب روش‌های بهینه‌سازی پوسته ساختمان به منظور دست‌یابی به ضوابط مبحث نوزدهم و محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت ساختمان پس از بهینه‌سازی

در این مرحله، با توجه به شرایط کالبدی ساختمان، روش‌های ممکن به‌منظور بهینه‌سازی پوستهٔ ساختمان مورد بررسی، از نظر انتقال حرارت، تعیین می‌گردند. این روش‌ها شامل عایق‌کاری حرارتی بام (از داخل یا به‌روش وارونه)، عایق‌کاری حرارتی دیوارها (از داخل یا خارج یا لایه میانی)، عایق‌کاری حرارتی کف روی پیلوت، عایق‌کاری پیرامونی کف روی خاک و نیز استفاده از جدارهای نورگذر با ضریب انتقال حرارت کمتر (مانند پنجره‌های قاب پی‌وی‌سی یا ترمال‌بریک با شیشهٔ دوجداره) و ... می‌باشد.

سپس با روش سعی و خطا، و نیز با در نظر گرفتن مزایا و معایب هر اقدام، ترکیبی از مناسب‌ترین اقدامات برای رساندن ضریب انتقال حرارت ساختمان به ضریب انتقال حرارت مرجع انتخاب می‌گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

مراحل انجام محاسبات حرارتی

نام لایه	d [m]	λ [W/mK]	R [m^2K/W]
آسفالت	0.03	0.70	0.043
عایق رطوبتی	0.01	0.23	0.043
ملات ماسه و سیمان	0.02	1.15	0.017
پوکه‌ریزی	0.05	0.25	0.200
سقف تیرچه و بلوک سفالی	0.20	___	0.260
گچ	0.02	0.35	0.057
لایه‌های هوا	___	___	0.140
$R_T = 0.760$			
$U = 1.32$			

محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت بام تیرچه بلوک سفالی، مجاور فضای خارج

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

نام لایه	d [m]	λ [W/mK]	R [m^2K/W]
موزاییک	0.02	1.75	0.011
ملات ماسه و سیمان	0.02	1.15	0.017
سقف تیرچه و بلوک سفالی	0.20	___	0.260
اندود سیمان	0.03	1.15	0.026
لایه‌های هوا	___	___	0.220
			$R_T = 0.534$
			$U = 1.87$

محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت کف تیرچه و بلوک سفالی، مجاور فضای خارج

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

مراحل انجام محاسبات حرارتی

نام لایه	d [m]	λ [W/mK]	R [m^2K/W]
اندود گچ	0.030	0.35	0.086
بلوک سفالی	0.150	___	0.300
اندود سیمان	0.020	1.15	0.017
لایه‌های هوا	___	___	0.170
			$R_T = 0.573$
			$U = 1.75$

محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت دیوار بلوک سفالی ۱۵ سانتی‌متری، پوشش اندود سیمان و گچ، مجاور خارج

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

مراحل انجام محاسبات حرارتی

R [m^2K/W]	λ [W/mK]	d [m]	نام لایه
0.005	1.05	0.005	کاشی
0.017	1.15	0.020	ملات ماسه و سیمان
0.300	___	0.150	بلوک سفالی
0.017	1.15	0.020	اندود سیمان
0.170	___	___	لایه‌های هوا
$R_T = 0.509$			
U = 1.96			

محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت دیوار بلوک سفالی ۱۵ سانتی‌متری، پوشش اندود و کاشی، مجاور خارج

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

مراحل انجام محاسبات حرارتی

R [m^2K/W]	λ [W/mK]	d [m]	نام لایه
0.086	0.35	0.030	اندود گچ
0.200	___	0.100	بلوک سفالی
0.086	0.35	0.030	اندود گچ
0.220	___	___	لایه‌های هوا
$R_T = 0.592$			
U = 1.69			

محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت دیوار بلوک سفالی ۱۰ سانتی‌متری، اندود گچ در طرفین، مجاور فضای کنترل‌نشده

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

مراحل انجام محاسبات حرارتی

نام عنصر	موقعیت	مشخصات جدار	مساحت / محیط [m^2/m]	ضریب کاهش	ضریب انتقال حرارت [W/m^2K]		توان حرارتی [W/K]	
					قبل از بهینه سازی	مرجع	قبل از بهینه سازی	مرجع
سقف	طبقه اول	تیرچه بلوک سفالی	54.5	1.00	1.32	0.63	71.9	34.3
کف	طبقه همکف	اختلاف ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر	25.8	1.00	2.35	1.83	60.6	47.2
	همکف / راه‌پله	بدون اختلاف ارتفاع	3.6	0.71	1.75	0.69	4.5	2.5
	همکف / راه‌پله	اختلاف ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر	3.1	0.71	2.35	0.69	5.2	2.1
	همکف / سرویس	بدون اختلاف ارتفاع	3.8	0.29	1.75	0.69	1.9	2.6
	پیش‌آمدگی طبقه اول	تیرچه بلوک سفالی	4.4	1.00	1.87	1.00	8.2	2.8
دیوار	شمالی / آشپزخانه	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	13.5	1.00	1.96	1.01	26.5	13.6
	شرقی / آشپزخانه	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	16.5	1.00	1.96	1.01	32.3	16.7
	شرقی/نشیمن، خواب	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	48.3	1.00	1.75	1.01	84.5	48.8
	جنوبی/ اتاق خواب	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	18.9	1.00	1.75	1.01	33.1	19.1
	غربی/ خواب، نشیمن	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	23.2	1.00	1.75	1.01	40.6	23.4
	غربی / حمام	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	7.8	1.00	1.96	1.01	15.3	7.9
	داخلی / راه‌پله	کاشی، بلوک سفالی ۱۰، گچ	14.0	0.71	1.89	0.69	18.8	9.7
	داخلی / راه‌پله	گچ، بلوک سفالی ۱۰، گچ	16.5	0.71	1.69	0.69	19.8	11.4
	داخلی/سرویس	کاشی،بلوک سفالی ۱۰،کاشی	6.8	0.29	2.16	0.69	4.3	4.7
	داخلی/سرویس	کاشی،بلوک سفالی ۱۰،گچ	10.0	0.29	1.89	0.69	5.5	6.9
در	داخلی/راه‌پله	چوبی	5.4	0.71	2.00	0.69	7.7	3.7
	داخلی/سرویس	چوبی	3.8	0.29	2.00	0.69	2.2	2.6
پنجره	شمالی	فولادی‌ساده	5.4	1.00	5.80	3.40	31.3	18.4
	جنوبی	فولادی‌ساده	10.8	1.00	5.80	3.40	62.6	36.7
جمع							536.8	315.1

محاسبه ضریب انتقال حرارت کل ساختمان، قبل از بهینه‌سازی، و ضریب انتقال حرارت مرجع

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

انتخاب روش‌های بهینه‌سازی پوسته

در این مرحله با توجه به شرایط کالبدی ساختمان مورد بررسی، روش‌های ممکن به منظور بهینه‌سازی پوستهٔ ساختمان، از نظر انتقال حرارت، تعیین می‌گردند. این روش‌ها شامل عایق‌کاری حرارتی بام (از داخل یا وارونه)، عایق‌کاری حرارتی دیوارها (از داخل یا خارج)، عایق‌کاری حرارتی کف روی پیلوت، عایق‌کاری پیرامونی کف روی خاک و نیز استفاده از جدارهای نورگذر با ضریب انتقال حرارت کمتر (مانند پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی یا ترمال‌بریک با شیشهٔ دوجداره) و ... می‌باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

انتخاب روش‌های بهینه‌سازی پوسته

در واقع، میزان عایق‌کاری هر جدار در روش کارکردی بستگی به انتخاب طراح دارد. هنگام تصمیم‌گیری در خصوص روش و میزان عایق‌کاری جدارها، باید به مساحت و ضریب انتقال حرارت آنها، و نیز هزینه انجام عایق‌کاری توجه نمود. هر چه سطح عنصر و ضریب انتقال حرارت آن بیشتر باشد، نقش مهم‌تری در انتقال حرارت کل ساختمان ایفا می‌کند. بنابراین، با عایق‌کاری این سطوح، می‌توان به کاهش قابل توجه در توان حرارتی دست یافت. بنابراین، عموماً در اولین قدم می‌توان نسبت به عایق‌کاری بام، و دیوارها اقدام نمود. در مرحله بعد، پنجره‌های مجاور خارج به علت ضریب انتقال حرارت زیاد، اگر دارای سطوح وسیع باشند، می‌توانند بهینه‌سازی شوند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

انتخاب روش‌های بهینه‌سازی پوسته

- عایق‌کاری حرارتی بام ساختمان با عایق پلی‌استایرن به ضخامت ۸ سانتی‌متر، به روش بام وارونه
- عایق‌کاری حرارتی دیوارهای شمالی، شرقی و غربی ساختمان با عایق پشم‌شیشه به ضخامت ۵ سانتی‌متر، از داخل
- استفاده از پنجره‌های پی‌وی‌سی با شیشه دوجداره در جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده شمالی و جنوبی

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- **مثالی از محاسبات روش کارکردی**

انتخاب روش‌های بهینه‌سازی پوسته

R [m^2K/W]	λ [W/mK]	d [m]	نام لایه
1.951	0.041	0.08	عایق پلی استایرن
0.043	0.230	0.01	عایق رطوبتی
0.017	1.150	0.02	ملات ماسه و سیمان
0.200	0.250	0.05	پوکه‌ریزی
0.260	___	0.20	تیرچه بلوک با بلوک
0.057	0.350	0.02	گچ
0.140	___	___	لایه‌های هوا
$R_T = 2.668$			
U = 0.37			

ضریب انتقال حرارت بام تیرچه بلوک سفالی با عایق پلی استایرن ۸ سانتی‌متری

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

- مثالی از محاسبات روش کارکردی

انتخاب روش‌های بهینه‌سازی پوسته

نام عنصر	موقعیت	مشخصات جدار	مساحت / محیط [m^2/m]	ضریب کاهش	ضریب انتقال حرارت [W/m^2K]		توان حرارتی [W/K]	
					مرجع	پس از بهینه سازی	مرجع	پس از بهینه سازی
سقف	طبقه اول	تیرچه بلوک سفالی + عایق	54.5	1.00	0.63	0.37	34.3	20.2
کف	طبقه همکف	اختلاف ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر	25.8	1.00	1.83	2.35	47.2	60.6
	همکف / راه‌پله	بدون اختلاف ارتفاع	3.6	0.71	0.69	1.75	2.5	4.5
	همکف / راه‌پله	اختلاف ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر	3.1	0.71	0.69	2.35	2.1	5.2
	همکف / سرویس	بدون اختلاف ارتفاع	3.8	0.29	0.69	1.75	2.6	1.9
	پیش‌آمدگی طبقه اول	تیرچه بلوک سفالی	4.4	1.00	1.00	1.87	2.8	8.2
دیوار	شمالی / آشپزخانه	گچ، بلوک ۱۵، اندود + عایق	13.5	1.00	1.01	0.54	13.6	7.3
	شرقی / آشپزخانه	گچ، بلوک ۱۵، اندود + عایق	16.5	1.00	1.01	0.54	16.7	8.9
	شرقی/ نشیمن، خواب	گچ، بلوک ۱۵، اندود + عایق	48.3	1.00	1.01	0.53	48.8	25.6
	جنوبی/ اتاق خواب	گچ، بلوک سفالی ۱۵، اندود	18.9	1.00	1.01	1.75	19.1	33.1
	غربی / خواب، نشیمن	گچ، بلوک ۱۵، اندود + عایق	23.2	1.00	1.01	0.53	23.4	12.3
	غربی / حمام	گچ، بلوک ۱۵، اندود + عایق	7.8	1.00	1.01	0.54	7.9	4.2
	داخلی / راه‌پله	کاشی، بلوک سفالی ۱۰، گچ	14.0	0.71	0.69	1.89	9.7	18.8
	داخلی / راه‌پله	گچ، بلوک سفالی ۱۰، گچ	16.5	0.71	0.69	1.69	11.4	19.8
	داخلی / سرویس	کاشی،بلوک سفالی ۱۰،کاشی	6.8	0.29	0.69	2.16	4.7	4.3
	داخلی / سرویس	کاشی،بلوک سفالی ۱۰،گچ	10.0	0.29	0.69	1.89	6.9	5.5
در	داخلی / راه‌پله	چوبی	5.4	0.71	0.69	2.00	3.7	7.7
	داخلی / سرویس	چوبی	3.8	0.29	0.69	2.00	2.6	2.2
پنجره	شمالی	فلزی،دوجداره شیشه	5.4	1.00	3.40	3.00	18.4	16.2
	جنوبی	فلزی،دوجداره شیشه	10.8	1.00	3.40	3.00	36.7	32.4
پل	تقاطع دیوارها	–	43.2	1.00	0.00	0.17	0.0	7.3
	بام	–	25.8	1.00	0.00	0.31	0.0	8.0
جمع							315.1	314.2

محاسبه ضریب انتقال حرارت کل ساختمان، پس از بهینه‌سازی، و ضریب انتقال حرارت مرجع

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

در روش نیاز انرژی ساختمان ، علاوه بر در نظر گرفتن میزان انتقال حرارت ساختمان، که در روش موازنه‌ای انجام می‌گیرد، کاهش یا افزایش نیاز انرژی ناشی از نحوه بهره‌برداری، تابش خورشید، استفاده از سیستم‌های شیشه‌ای کارآمد و سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود.

ولی کماکان، همانند روش تجویزی و موازنه‌ای (کارکردی)، بهتر بودن مشخصات حرارتی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و یا الکتریکی امکان تخفیف گرفتن برای طراحی پوسته خارجی ساختمان (یا بالعکس) را فراهم نمی‌سازد. در عین حال، همانند روش تجویزی و موازنه‌ای، باعث می‌شود طراحی بخش‌های مختلف (پوسته خارجی یا معماری، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر) به‌صورت مستقل صورت گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- اصول کلی
- شبیه سازی و انجام محاسبات
- تأسیسات مکانیکی
- تأسیسات برقی
- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- اصول کلی

در این روش، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

الف) میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح و ساختمان مرجع به‌طور مجزا و به کمک شبیه‌سازی انرژی، با استفاده از نرم‌افزارهای دارای ویژگی‌های تعیین‌شده در بخش ۱۹-۷-۱-۱، محاسبه شود؛

ب) طراحی پوسته خارجی و بهره‌گیری از سیستم‌های غیرفعال باید به‌گونه‌ای باشد که میزان نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح از میزان محاسبه شده برای ساختمان مرجع کم‌تر شود؛

پ) داده‌های اقلیمی باید دارای مشخصات تعیین‌شده در بخش ۱۹-۷-۱-۲ باشند؛

ت) برنامه زمان‌بندی حضور افراد، استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی و تجهیزات، تهویه و دمای تنظیم و دیگر پارامترهای تعیین‌کننده باید مطابق اصول تعیین‌شده در بخش ۱۹-۷-۱-۳ و پیوست ۵ باشند؛

ث) شرایط سایه‌اندازی ساختمان‌های مجاور و دیگر موانع باید با دقت کافی در شبیه‌سازی لحاظ گردد؛

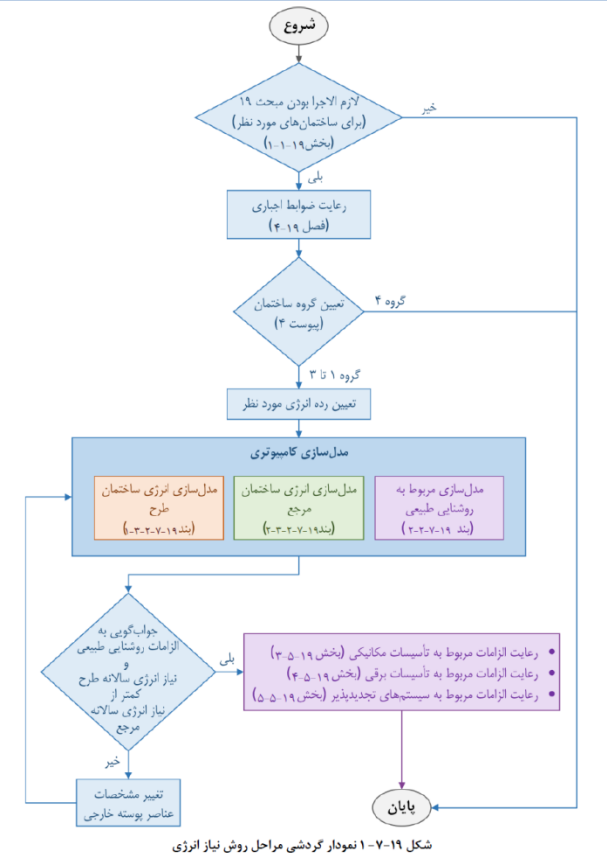
ج) در خصوص تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، الزامات تعیین‌شده در روش تجویزی باید ملاک عمل قرار گیرد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- اصول کلی



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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- اصول کلی

- نرم افزار شبیه ساز
- داده های اقلیمی
- برنامه های زمانی بهره برداری و عملکرد تجهیزات

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- شبیه سازی و انجام محاسبات
  - تعریف هندسه و مشخصات سطوح (جدارها)
  - شبیه سازی و محاسبات عددی روشنایی طبیعی
  - نیاز انرژی سالانه
  - شرایط پذیرش نتایج محاسبات

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- تأسیسات مکانیکی

الزامات مربوط به طراحی سیستم تأسیسات مکانیکی روش نیاز انرژی مشابه الزامات روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۳).

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- تأسیسات برقی

همان‌گونه که در بخش‌های قبلی مطرح شد، الزامات مربوط به تجهیزات الکتریکی و سیستم روشنایی مصنوعی روش نیاز انرژی مشابه الزامات روش تجویزی است (ر.ک. به بخش ۱۹-۵-۴).

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

7- روش نیاز انرژی

- سیستم های بر پایه انرژی های تجدید پذیر

برای تعیین میزان تأثیر روشنایی طبیعی و سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، بر روی نیاز انرژی سالانه ساختمان، لازم است اصول زیر رعایت گردد:

- در صورت استفاده از گلخانه خورشیدی، دیوار ترّمب یا دیگر سیستم‌های غیرفعال قابل استفاده در پوسته خارجی ساختمان، در مناطق با نیاز گرمایی غالب، لازم است مشخصات هندسی هر یک سیستم‌ها با دقت در مرحله تعریف ساختمان طرح در نرم‌افزار وارد شود. در ساختمان مرجع، مشخصات در نظر گرفته‌شده برای ساختمان مرجع مشابه مشخصات تعیین‌شده در روش تجویزی است.
- تأثیر سیستم‌های فتوولتاییک و آب‌گرم‌کن خورشیدی بر روی نیاز انرژی سالانه ساختمان، به‌صورت مجزا، با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مورد تأیید محاسبه می‌شود، و پس از لحاظ کردن بازده هر یک از سیستم‌ها، از نیاز انرژی سالانه ساختمان طرح کاسته می‌شود.
- در روش نیاز انرژی ساختمان، امکان لحاظ کردن تأثیر سیستم‌های بازیافت، ذخیره‌سازی، و زمین‌گرمایی بر میزان نیاز انرژی سالانه فراهم نمی‌باشد. در صورت کاربرد این نوع سیستم‌ها، باید از روش کارایی انرژی ساختمان استفاده شود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

در این روش، کل انرژی سالانه مصرفی مبنا قرار می‌گیرد. در نتیجه، لازم است طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیذیر به گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی سالانه مصرفی ساختمان طرح از مقدار آن برای ساختمان مرجع کمتر باشد.

به‌عبارت دیگر، در صورت طراحی ساختمان به‌روش کارایی انرژی ، علاوه بر در نظر گرفتن میزان نیاز انرژی ساختمان، بازدهی و کارایی سیستم‌های مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان نیز، به‌صورت یکپارچه ملاک طراحی قرار می‌گیرد.

این امر باعث می‌شود طراحی مطابق این روش تنها توسط یک تیم طراحی منسجم امکان‌پذیر باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول کلی**
- **شبیه سازی و انجام محاسبات**
- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول کلی**

در این روش، میزان انرژی اولیه مصرفی ملاک عمل طراحی قرار می گیرد. تعیین میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع به یکی از دو روش زیر امکان پذیر می باشد:

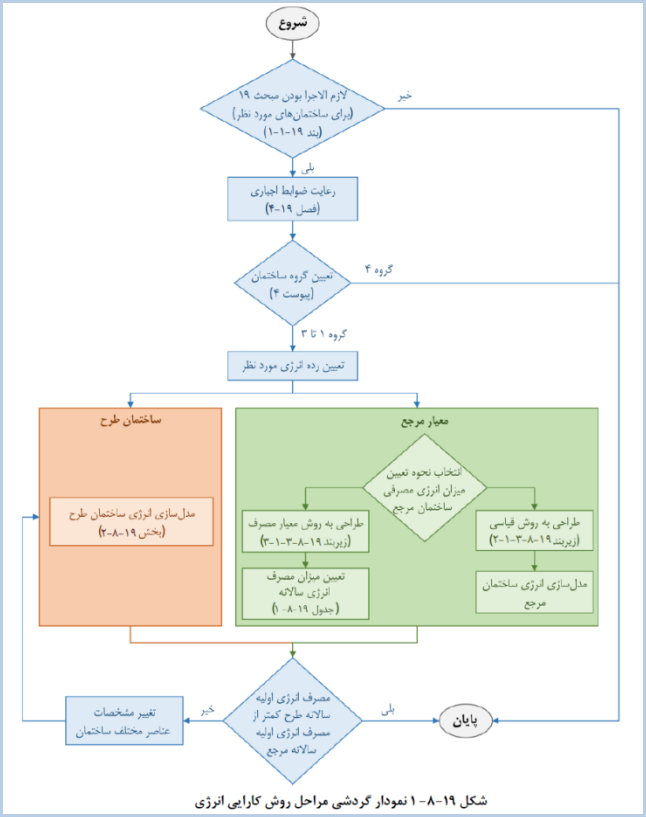
- شبیه سازی و انجام محاسبات عددی ساختمان مرجع با استفاده از نرم افزارهای مورد تأییدی که در محاسبات مصرف انرژی ساختمان طرح هم مورد استفاده قرار گرفته باشد. در این صورت میزان انرژی مصرفی محاسبه شده برای ساختمان طرح باید کمتر از میزان انرژی اولیه مصرفی ساختمان مرجع باشد.
- مبنا قرار دادن مقادیر مصرف انرژی مرجع (برای واحد سطح)

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول کلی**



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

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول کلی**

➢ *نرم افزار شبیه سازی*

نرم افزارهای شبیه سازی باید صحه گذاری شده و مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی باشند.

➢ *داده های اقلیمی*

فایل های آب و هوایی مورد استفاده باید در فرمت استاندارد و حاوی داده های ساعتی پارامترهای مورد نیاز باشند و همچنین باید مورد تأیید حداقل یک نهاد دارای صلاحیت قانونی یا مرجع معتبر جهانی باشند.

➢ *برنامه های زمانی بهره برداری و عملکرد تجهیزات*

در صورتی که برنامه های زمانی بهره برداری و عملکرد تجهیزات با مقادیر مطرح شده در **پیوست 5**، مغایرت های قابل توجه داشته باشد، امکان استفاده از دیگر برنامه ها تنها با ارائه دلایل توجیهی کافی مجاز خواهد بود.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **شبیه سازی و انجام محاسبات**

در فرآیند شبیه سازی و انجام محاسبات باید اصول زیر مورد رعایت قرار گیرد :

- تعریف هندسه و مشخصات سطوح (جدارها)
- شبیه سازی و محاسبات عددی روشنایی طبیعی
- تعریف مشخصات سیستم های تأسیسات مکانیکی و برقی

مشخصات سیستم های تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان مرجع باید مشابه مشخصات تعیین شده در **روش تجویزی** باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ اصول مطرح در روش های مختلف طراحی

محاسبه انرژی اولیه سالانه ساختمان

اصول طراحی به روش قیاسی

اصول طراحی به روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح)

➢ شرایط پذیرش نتایج محاسبات

➢ مدارک فنی مورد نیاز برای ارائه

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات

- اصول مطرح در روش های مختلف طراحی

محاسبه انرژی اولیه سالانه ساختمان

در طراحی به روش کارایی انرژی لازم است تا تعیین میزان انرژی اولیهمصرفی ساختمان طرح با شبیه سازی و انجام محاسبات عددی با استفاده از نرم افزارهای مورد تأیید، صورت گیرد.

خروجی نرم افزارهای شبیه سازی، مصرف انرژی نهایی سالانه ساختمان می باشد. چون معیار در نظر گرفته شده در روش کارایی انرژی، مصرف انرژی اولیه می باشد، بنابراین لازم است تا مصارف انرژی اولیه حامل های مختلف انرژی با استفاده از خروجی های مصرف انرژی نهایی به دست آمده از شبیه سازی نرم افزاری و بر اساس مقدار راندمان تبدیلی هر یک از حامل های انرژی، محاسبه شوند.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ اصول مطرح در روش های مختلف طراحی

اصول طراحی به روش قیاسی

در این روش، به محاسبه مصرف انرژی اولیه سالانه ساختمان مرجع، بر اساس شبیه سازی و انجام محاسبات عددی با نرم افزارهای مورد تأیید استفاده شده برای تعیین مصرف انرژی ساختمان طرح و با داده های مشابه در خصوص شرایط آب و هوایی و برنامه های زمانی بهره برداری و عملکرد تجهیزات، مشخصات هندسی کاملا مشابه با مشخصات ساختمان طرح، داده های مربوط به پوسته خارجی ساختمان مطابق با روش تجویزی، داده های مربوط به تأسیسات مکانیکی و سیستم روشنایی مصنوعی و دیگر تجهیزات برقی مطابق با روش تجویزی و عدم احتساب کاهش نیاز حاصل از بهره گیری از روشنایی طبیعی، سایبان ها و سیستم های بر پایه انرژ های تجدید پذیر، اقدام می گردد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ اصول مطرح در روش های مختلف طراحی

اصول طراحی به روش قیاسی

روش قیاسی قابل استفاده برای طراحی ساختمان‌های با رده‌های «منطبق با مبحث ۱۹ (EC)»، «کم‌انرژی (EC+)» و «بسیار کم‌انرژی (EC++)» می‌باشد.

لازم است خروجی‌های مربوط به مصرف سالانه انرژی الکتریکی و غیرالکتریکی، به‌صورت تفکیکی ارائه شود، تا امکان محاسبه مصرف انرژی اولیه فراهم آید.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ اصول مطرح در روش های مختلف طراحی

اصول طراحی به روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح)

محاسبه مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع در این روش با تعیین سطح زیر بنای فضاهای کنترل شده و تعیین مقادیر مربوط به مصرف انرژی اولیه سالانه ساختمان مطابق با جدول زیر انجام می شود.

میزان مصرف انرژی سالانه [kWh/m^2] (بر مبنای واحد سطح فضاهای کنترل‌شده)

			ساختمان با کاربری الف				ساختمان با کاربری ب یا ج			
	درجه انرژی (گرمایی–سرمایی) (ر.ک. به پیوست ۳)		زیاد		متوسط	کم	زیاد		متوسط	کم
	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 کم‌انرژی	(EC++)	۱۵۰	۲۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۸۰	۷۰
	مصرف انرژی نزدیک صفر	(ECnZ)	۵۰	۸۰	۴۵	۳۵	۳۰	۵۰	۲۵	۲۰

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ اصول مطرح در روش های مختلف طراحی

اصول طراحی به روش معیار مصرف (بر مبنای واحد سطح)

مصرف انرژی ساختمان طرح در این حالت نیز با استفاده از نرم افزار تأیید شده محاسبه می گردد.
میزان مصرف انرژی اولیه محاسبه شده برای ساختمان طرح مربوط به انرژی مصرفی برای گرمایش، سرمایش، آب گرم مصرفی و روشنایی می باشد. در مدل سازی انرژی تأثیر حرارتی تجهیزات در نظر گرفته می شود ولی میزان مصرف انرژی این تجهیزات در انرژی مصرفی ساختمان لحاظ نمی شود.

روش معیار مصرف قابل استفاده برای طراحی ساختمان‌های با رده‌های «منطبق با مبحث ۱۹ (EC)»، «کم‌انرژی (EC+)»، «بسیار کم‌انرژی (EC++)» و «مصرف انرژی نزدیک صفر (ECNZ)» می‌باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ شرایط پذیرش نتایج محاسبات

در هر دو روش (قیاسی و معیار مصرف)، طراحی صورت گرفته زمانی قابل قبول تلقی می‌شود که میزان مصرف انرژی اولیه سالانه محاسبه‌شده برای ساختمان طرح از مصرف انرژی ساختمان مرجع کمتر باشد.

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

دوره تدابیر لازم در صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2) – مبحث 19

8- روش کارایی انرژی ساختمان

- **اصول، روش های طراحی و شرایط پذیرش نتایج محاسبات**

➢ مدارک فنی مورد نیاز برای ارائه

در مدارک فنی و دفترچه محاسبات لازم است تا موارد زیر ارائه گردد:

- خلاصه ای از محاسبات و تحلیل های انجام شده (شامل : میزان مصرف انرژی سالانه ساختمان مرجع و ساختمان طرح)
- مشخصات نرم افزاری که برای محاسبات استفاده شده است.
- معرفی اختصاری پروژه (محل، تعداد طبقات، کاربری، فضاهای کنترل شده و نشده و زمان های بهره برداری)
- فهرست امکانات و تجهیزات انرژی بر در ساختمان و تفاوت های احتمالی مشخصات فنی آن ها با مشخصات استاندارد
- فهرست انطباق موارد مختلف با الزامات در نظر گرفته شده در این روش
- روش مدل سازی و فرضیات در نظر گرفته شده
- اطلاعات خروجی های نرم افزار و میزان مصرف انرژی تفکیکی تجهیزات انرژی بر

تدابیر صرفه جویی انرژی در ساختمانها (2)

پایان بخش سوم

با تشکر از توجه شما