

به نام خدا

سرای دانشجو

دانلود برترین جزوات و فیلم های دانشجویی

باماداراتباط باشید



Website:

www.sarayedaneshjo.com

Email:

info.sarayedaneshjo@gmail.com

دانش اگر در ثریا هم باشد مردانی انر سرزمین پارس بدان دست خواهند یافت. رسول اکرم (ص)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه آزاد

واحد دماوند

جزوه درس تأسیسات مکانیکی و الکتریکی

نام استاد

جناب آقای کریمی

دانشجویان

بابک پاک مراد

مسعود معیری نیا

تأسیسات ساختمانی

- ۱- تأسیسات الکتریکی
- (۱) روشنایی
 - (۲) پریزها
 - (۳) سیستم اعلام حریق
 - (۴) سیستم صوتی
 - (۵) سیستم تلفن
 - (۶) سیستم اتصال به زمین (ارتینگ)
 - (۷) تابلوها

- ۲- تأسیسات مکانیکی
- (۱) تأسیسات حرارتی و برودتی (الف) تأسیسات حرارتی
Air Handling Unit (ب) تأسیسات برودتی
 - (۲) آبرسانی (آب سرد ← شهری ← آب گرم ← بهداشتی)
 - (۳) دفع فاضلاب (آشپزخانه، دستشویی و سرویس‌ها)
 - (۴) آتشنشانی
 - (۵) گازرسانی

- تأسیسات حرارتی
- دیگ و مشعل
 - لوله‌کشی آب گرم
 - رادیاتور
 - پایانه‌های مصرف فن کویل
 - دریچه‌ها

- تأسیسات برودتی
- کولر آبی
 - کولر گازی
 - چیلر
 - فن کویل
 - چیلر -
 - برج خنک‌کننده -
 - پمپ -
 - سیستم لوله‌کشی -
 - جزی تراکمی

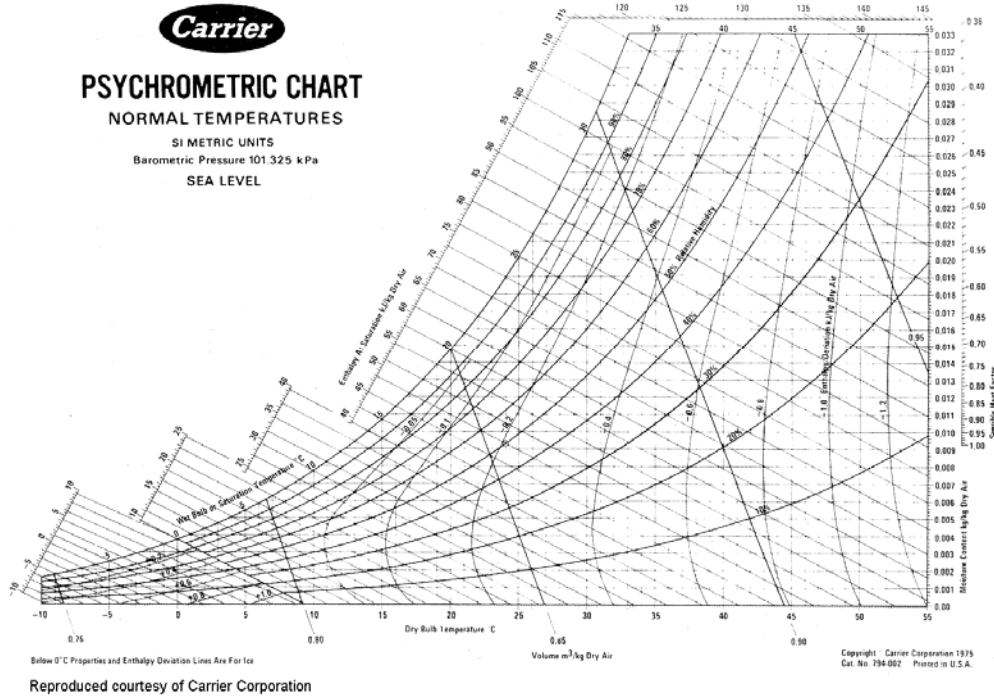
رایزر ← لوله‌هایی که آب سرد و گرم را در ساختمان بالا و پایین می‌برند.

مراحل انجام یک پروژه ساختمانی

- (۱) مالک ساختمان (نماینده یا وکیل قانونی) ← کارفرما
- (۲) مهندسین مشاور (معمار، عمران، مکانیک، برق) ← طراحی و نظارت فاز صفر و یک پروژه ← برآورد اولیه - گزارش مالی پروژه «انتخاب سیستم تهویه مطبوع» - «انتخاب پیمانکار»
- فاز ۲ ← طراحی، متره و برآورد، تهیه نقشه‌های دتایل *Detail*
- فاز ۳ ← اجرا و نظارت (مهندس ناظر) } حسن انجام کار
تأیید صورتجلسه‌های مالی

کمیت موردنظر	واحد در سیستم SI	واحد در سیستم انگلیسی	تبدیل واحد
دما T	$^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد (K کلوین)	F درجه فارنهایت	$T = \frac{F - 32}{1.8}$ $K = ^{\circ}C + 273$ $R = F + 114$
رطوبت نسبی (R_H)	%	%	—
آنتالپی هوا (h_a)	$\frac{Kj}{kg \text{ Dry Air}}$	—	—
Q_H (بار حرارتی)	Kj	Btu	$1 Btu = 1/0.55 KJ$
Q (حرارت منتقل شده)	W	$\frac{Btu}{hr}$	$1 \frac{Btu}{hr} = 0.2931 W$
سرعت هوا V	$\frac{m}{s}$	$\frac{ft}{s}$	
ظرفیت حرارتی C_P	$\frac{Kj}{kg^{\circ}C}$	$\frac{Btu}{lb^{\circ}F}$	
ضریب انتقال حرارت رسانشی K	$\frac{Kj}{kg}$	$\frac{Btu}{lb}$	
مقاومت حرارتی R	$\frac{kg}{Kj}$	$\frac{Btu}{lb}$	

تأسیسات مکانیکی



تعاریف و مفاهیم

۱) دمای طراح داخل (T_i) ← دمایی که در آن انسان احساس آسایش می‌کند و برای زندگی مناسب است (برای ساختمان‌های مسکونی و تجاری) همچنین دمایی که برای محصولات تولیدی کارخانه از لحاظ فنی مناسب می‌باشد. (ساختمان‌های صنعتی، تولیدی) دمای طرح داخل در تابستان و زمستان برای محیط‌های مختلف متفاوت است.

نوع ساختمان	تابستان					زمستان				
	محل های لوکس		محل های معمولی			بارطوبت زنی			بدون رطوبت زنی	
	دمای خشک F	رطوبت نسبی %	دمای خشک F	رطوبت نسبی %	نوسان دما * F	دمای خشک F	رطوبت نسبی %	نوسان دما F	دمای خشک F	
آپارتمان، منزل مسکونی، هتل، بیمارستان، اداره، مدرسه و غیره	74-76	50-45	77-79	50-45	2-4	74-76	35-30	3 تا 4-	75-77	-4
مکانهای بامدت اشغال محدود: بانک، آرایشگاه، فروشگاه، سوپرمارکت و غیره	76-78	50-45	78-80	50-45	2-4	72-74	35-30	3 تا 4-	73-75	-4
مکانهایی با گرمای نهان زیاد: تالار کنفرانس، مسجد، کلیسا، رستوران، تئاتر و سینما و غیره	76-78	55-50	78-80	60-65	1-2	72-74	40-35	2 تا 3-	74-76	-4
ساختمانهای صنعتی و کارخانجات: سالن اجتماعات، سالن ماشین آلات و غیره.	77-80	55-45	80-85	60-50	3-6	68-72	36-30	4 تا 6-	70-74	-6

۲) دمای طرح خارج (T_o) ← (جدول شماره ۲) زمستان: متوسط کمترین دمای فصل سرد در منطقه‌ی موردنظر
تابستان: متوسط بیشترین دمای فصل گرم در منطقه‌ی موردنظر

جدول ۱-۱۹: شرایط طرح خارج تابستانی و زمستانی برای چند شهر ایران

نام شهر	تابستان		زمستان		ارتفاع از سطح دریا فوت
	دمای خشک F	رطوبت مرطوب F	دمای خشک F	رطوبت مرطوب F	
رشت	90	83	22	24	0
زابل	116	84	27	40	1600
زاهدان	105	76	32	17	4500
زنجان	95	72	31	3	5400
سیزوار	100	75	31	16	3100
سقز	97	75	37	2	4900
سمنان	105	79	25	23	3800
سنندج	100	72	33	9	5000
شاهرود	96	74	28	15	4500
شیراز	95	70	30	20	5600
شیراز	100	70	35	22	5000
طس	113	78	33	25	3000
نسا	105	77	31	28	4600
قزوین	102	76	31	17	4300
کاشان	110	83	29	24	3150
کرمان	100	72	33	15	5800
کرمانشاه	100	65	42	13	4600
گرگان	102	85	19	30	400
مشهد	96	67	29	12	3104
همدان	95	63	38	14	5500
یزد	105	76	28	20	4000

جدول ۱-۱۹: شرایط طرح خارج تابستانی و زمستانی برای چند شهر ایران

نام شهر	تابستان		زمستان		ارتفاع از سطح دریا فوت
	دمای خشک F	رطوبت مرطوب F	دمای خشک F	رطوبت مرطوب F	
آرادان	115	81	32	39	7
ایرک	97	70	8	30	5780
ارومیه	93	72	9	27	4400
اصفهان	100	68	14	29	5200
اهواز	115	80	35	37	66
ایرانشهر	115	84	29	37	1870
باصخر	92	82	15	32	0
بندر انزلی	90	82	15	32	0
بندر عباس	105	90	16	50	30
بندر لنگه	110	98	15	47	43
بندر ماهشهر	110	86	15	45	40
بوشهر	105	87	16	43	46
بیرجند	103	74	30	17	4800
تبریز	95	86	24	18	4500
تهران	100	74	22	27	4000
چابهار	104	90	12	50	20
خرک	105	90	16	55	0
خرم‌آباد	105	78	33	26	4000
خرمشهر	115	80	35	45	0
دزفول	115	79	31	30	500
داسر	90	70	13	31	0

* دامنه تغییرات روزانه دمای خشک (Daily Range) عبارتست از اختلاف دمای حداکثر و حداقل در طول مدت ۲۴ ساعت شبانه‌روز در شهر موردنظر.

۳) دمای خشک (T_d) Temperature Dry: دمایی که دماسنج معمولی نشان می‌دهد.

۴) دمای مرطوب (تر) (T_w) Temperature Wet: دمایی که توسط دماسنج آغشته به پارچه‌ی خیس (در معرض جریان هوا) اندازه‌گیری می‌شود.

نکته: دمای مرطوب همواره کوچک‌تر از دمای خشک است.

(در رطوبت ۱۰۰٪ مساوی می‌شوند.)

نکته: اختلاف دمای خشک و تر بستگی به رطوبت محیط دارد.

هر چقدر محیط خشک‌تر باشد اختلاف دمای خشک و تر بیشتر است. $(T_w \leq T_d)$

تبخیر سطحی یک عمل گرماگیر است. گرما را از مخزن دماستج گرفته و دما را پایین‌تر نشان می‌دهد.

(۵) دمای نقطه شبنم (T_{dp}) *Temperature Dew point*: دمایی که اولین قطره آب هنگام سرد شدن هوا (گاز) تشکیل می‌شود.

(۶) رطوبت نسبی (R_H) *Relative Humidity %*: فشار نسبی بخار موجود در هوا به فشار اشباع بخار هوا در همان دما

$$(R_H = \frac{P_V}{P_S})$$

محدوده‌ی آسایش: محدوده‌ای از دما - رطوبت - جریان هوا (گرد و غبار) که بشر در آن احساس آسایش می‌کند.

اهداف تهویه مطبوع

(۱) کنترل دما که مهم‌ترین هدف آن است و می‌توان دما را افزایش و کاهش داد.

- غیر از دما عامل دیگری به نام رطوبت تأثیر زیادی در احساس آسایش بشر دارد.

- با افزایش دما برای ایجاد آسایش می‌بایستی رطوبت نسبی را کاهش داد و با کاهش دما باید رطوبت نسبی را افزایش داد.

(۲) کنترل رطوبت (افزایش - کاهش)

* پدیده‌ی گلخانه‌ای

جذب گرمای خورشید در طول روز توسط گازهای موسوم به گازهای گلخانه‌ای و پس دادن گرما در طول شب که باعث ایجاد تعادل گرمایی بین روز و شب می‌شود. (میانگین دما در تمامی نقاط زمین $10^{\circ}C$ است که اگر $1/0$ افزایش یا کاهش باید دیگر زمین برای زندگی مناسب نیست.)

(۳) وجود جریان هوا که باعث افزایش کار این ذهنی می‌گردد و یک محدوده‌ی استاندارد دارد که از آن کم‌تر یا بیش‌تر نباید شود.

(۴) کنترل آلودگی و گرد و غبار

عملیات روی هوا:

نام وسیله	دما	رطوبت	جریان هوا	آلودگی
بخاری	افزایش	ثابت (کمی افزایش)	ثابت (کمی افزایش)	افزایش
رادیاتور	افزایش	ثابت	ثابت	ثابت
فن کویل	افزایش	ثابت	افزایش	ثابت

ظرفیت مزارتی: (*Htat Capacity*)

تعریف (۱): میزان گرمایی که (بر حسب ژول) به واحد جرم جسم (یک کیلوگرم از ماده) داده شود تا دمای آن یک درجه $(^{\circ}C)$ افزایش یابد.

$$C_P : \frac{J}{kg} = 417 \cdot \frac{J}{kg^{\circ}C}$$

تعریف (۲): توانایی یک جسم برای ذخیره‌ی گرما

ضریب انتقال مزارت (رسانش): توانایی یک ماده در عبور گرما (K) یا مقدار گرمایی عبوری (J) به ازای واحد جرم ماده (kg)

$$R = \frac{1}{K} \left(\frac{kg^{\circ}C}{kJ} \right)$$

مقاومت مزارتی (*Thermal refistant*)؛ مقاومت یک ماده در برابر عبور گرما

نام وسیله	دما	رطوبت	جریان هوا	آلودگی
کولر آبی	کاهش	افزایش	افزایش	ثابت
کولر گازی	کاهش	کاهش	افزایش	ثابت (سیستم نوین - کاهش)
هوا ساز (کنترل شده است.)	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش
	افزایش	افزایش	افزایش	افزایش

انتالپی (h_a) محتوای انرژی هوا $Enthalpy$: میزان گرما (انرژی گرمایی) موجود در هوا است. مثلاً اگر $h_a = 50 \frac{Kj}{kg Dry Air}$ باشد یعنی در هر ۱ کیلوگرم هوای خشک این اتاق $50 Kj$ انرژی گرمایی وجود دارد.

مثال: در صورتی که بخواهیم دمای اتاقی که در نقطه‌ی ۱ (روی نمودار) است را به شرایط آسایش برای یک مدرسه برسانیم مقدار گرمای مورد نیاز برای گرمایش آن را حساب کنید؟ در ضمن رطوبت نسبی نقطه‌ی ۲ و نیز نسبت رطوبت در حالت ۱ و ۲ را بنویسید؟

۱)
$$\begin{cases} T_{d_1} = 15^\circ C \\ R_{H_1} = 50\% \end{cases}$$
 شرایط اولیه

- وسیله‌ی گرمایش رادیاتور است.

- چگالی هوا 0.001 کیلوگرم بر مترمکعب است.

۱) شرایط اولیه یعنی شرایط طرح قبل از تهویه مطبوع (عملیات روی هوا) سرمایش یا گرمایش
۲) شرایط نهایی یعنی شرایط طرح بعد از تهویه مطبوع

از جدول شماره‌ی ۱ مدرسه را انتخاب می‌کنیم و چون گرمایش را خواسته است زمستان انتخاب می‌شود و اگر نوع وسیله‌ی گرمایش ذکر نشده بود باید وسیله‌ی انتخاب شود که رطوبت را افزایش ندهد.

رادیاتور رطوبت را ثابت نگه می‌دارد ولی رطوبت نسبی ممکن است تغییر کند پس با استفاده از نسبت رطوبت (۱) که ثابت می‌ماند و با نسبت رطوبت (۲) برابر است و با توجه به این که دمای خشک (۲) را هم داریم رطوبت نسبی از روی نمودار تقریباً 25% می‌شود. (در امتحان تمامی واحدها باید ذکر شوند و روی نمودار مراحل نشان داده شود.)

(۱)
$$\begin{cases} T_{d_1} = 15^\circ C \xrightarrow[\text{از روی نمودار بین می‌شود}]{10.9} Tw_1 = 9^\circ C \\ R_{H_1} = 50\% \rightarrow w_1 = 0.006 \frac{Kj}{kg Dry Air} \end{cases}$$
 دمای مرطوب $9^\circ C$ و نسبت رطوبت

(۲)
$$\begin{cases} T_{d_2} = 76^\circ F \simeq 25^\circ C \\ R_{H_2} = 25\% \xrightarrow{\text{از روی نمودار}} Tw_2 = 14^\circ C \end{cases}$$

$$w_1 = w_2 = 0.006 \frac{Kj}{kg Dry Air}$$

انتالپی هوا از روی نمودار به دست می‌آید.

$$\begin{cases} h_{a_1} = 30 \frac{Kj}{kg Dry Air} \\ h_{a_2} = 40 \frac{Kj}{kg Dry Air} \end{cases}$$

$$\Delta H = h_{a_2} - h_{a_1} = 10 \frac{Kj}{kg Dry Air}$$

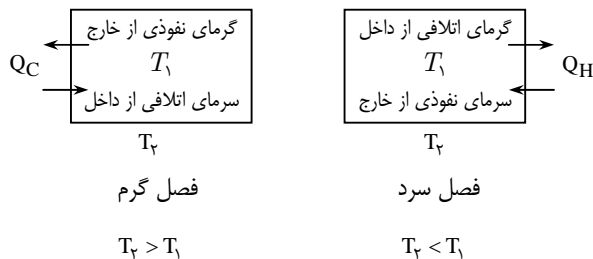
به ازای هر ۱ کیلو هوای موجود در اتاق 10 کیلو گرما داده شده است.

حجم کلاس $V = 3 \times 5 \times \text{ارتفاع} = 45 m^3$

وزن هوای داخل اتاق $45 \times 0.001 = 0.045 kg$

گرمای مورد نیاز برای اتاق $0.045 \times 10 = 0.45 Kj$

انتقال حرارت در ساختمان



۱) بار حرارتی (بار گرمایشی - بار گرمایی) $Q_H - Heatingload$

مجموع اتلافات حرارتی یک ساختمان در فصل سرد را بار حرارتی می‌گوییم.

اندازه (سایز) تجهیزات گرمایشی ساختمان را برابر با بار حرارتی (Q_H) آن ساختمان در نظر می‌گیریم. (البته با احتساب ضریب اطمینان) * بار حرارتی را در محاسبات دستی فقط برای بدترین شرایط «سردترین روز سال در آن منطقه» (جدول شماره ۲) محاسبه می‌کنیم. بنابراین سیستم حرارتی محاسبه شده قادر خواهد بود تا گرمای مورد نیاز را در ساختمان برای تأمین دمای مطلوب «دمای آسایش» (جدول شماره ۱) در تمام روزهای سال تأمین نماید.

۲) بار برودتی (بار سرمایشی - بار سرمایی) $Q_C - Coolingload$

مجموع اتلافات سرمایشی (برودتی) ساختمان در فصل گرم (برای گرم‌ترین روز سال محاسبه می‌شود).

عوامل انتقال حرارت: همان‌طور که دیده شد عامل اصلی بار حرارتی و بار برودتی پدیده‌ی انتقال حرارت است.

۱) اختلاف دما (ΔT) : $Temperature\ Difference$

عامل اصلی (پتانسیل - محرک) انتقال حرارت است.

همواره گرما از جسم با دمای بیش‌تر به سمت جسم با دمای کم‌تر منتقل می‌شود.

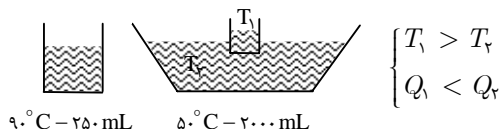
دما \leftarrow انرژی گرمایی واحد جرم (حجم - سطح) جسم است. $T \leftarrow C \leftarrow$ دماسنج

گرما \leftarrow انرژی جنبشی (گرمایی) داخل جسم است. $Q \leftarrow j \leftarrow$ کالری متر

$$Q = m C_P \Delta T$$

ظرفیت گرمایی
جرم
اختلاف دما

پارچ آب گرم‌تر از لیوان است.



۲) سطح انتقال حرارت $(A) \leftarrow m^2$

۳) جنس ماده (ضریب انتقال حرارت) $\frac{Kj}{kg^\circ cm}$

۴) ضخامت $(x) \leftarrow m$

رابطه‌ی انتقال حرارت

$$Q \propto \Delta T$$

$$Q \propto A$$

$$Q \propto k \Rightarrow \frac{1}{\frac{k}{x}} = R_{\text{مقاومت حرارتی}} \Rightarrow Q = \frac{KA\Delta T}{x}$$

ضریب انتقال حرارت

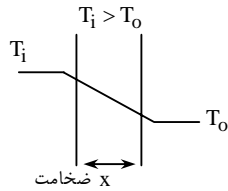
$$Q \propto \frac{1}{x}$$

(Kj) گرمای منتقل شده

محاسبه انتقال حرارت در ساختمان

(۱) محاسبه بارهای حرارتی (گرمایی) انتقال حرارت هدایتی (Q_1)

الف) انتقال مزارت از یک جداره‌ی ساده:



$$1 \text{ in} = 2 / 54 \times 10^{-2} (m)$$

$$1 \text{ ft} = 0 / 3048 (m)$$

$$1 \text{ ft}^2 \approx 0 / 09 (m^2)$$

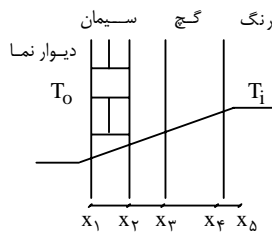
(ft^2) (سطح A)

ضریب انتقال حرارت k ($Btu \text{ in} / \text{ft}^2 \text{ hr} \cdot ^\circ F$)

$$Q = \frac{K \times A(T_i - T_o)}{x}$$

$$\frac{Btu}{hr} = \frac{Btu \text{ in} \text{ ft}^2 \cancel{\text{hr}}}{\cancel{\text{ft}^2} \text{ hr} \cancel{\text{in}}}$$

ب) انتقال مزارت از یک دیواره‌ی مرکب:



$$R = \frac{x}{K} \Rightarrow \frac{\cancel{\text{in}} \text{ ft}^2 \text{ hr} \cdot ^\circ F}{Btu \cancel{\text{in}}} = \frac{\text{ft}^2 \text{ hr} \cdot F^\circ}{Btu}$$

$$1) \quad Q = \frac{K}{x} A(\Delta T) \rightarrow Q = \frac{A\Delta T}{R} \quad (2)$$

$$\text{جداره‌ی مرکب} \quad \begin{cases} R_1 = \frac{x_1}{K_1} \\ R_2 = \frac{x_2}{K_2} \\ R_3 = \frac{x_3}{K_3} \end{cases} \Rightarrow R_{Total} = \sum_{i=1}^n R_i \quad \begin{array}{l} \text{مقاومت حرارتی کل دیوار برای} \\ \text{یک دیوار با } n \text{ لایه} \end{array}$$

$$u = \frac{1}{R_{Total}} \left(\frac{Btu}{\text{ft}^2 \text{ hr} \cdot ^\circ F} \right)$$

انتقال حرارت هدایتی برای یک دیواره مرکب ساختمان

$$(1), (2) \Rightarrow Q = \frac{A\Delta T}{R_{Total}} \Rightarrow Q = uA\Delta T$$

مثال: مطلوبست محاسبه‌ی انتقال حرارت هدایتی از دیوار خارجی یک ساختمان در صورتی که ابعاد دیوار 10×20 (ft) بوده و با جزئیات

زیر در نظر گرفته شده باشد؟

- مرحله‌ی اول: خواندن دمای طرح داخل و خارج (ΔT)

- دمای طرح داخل \leftarrow جدول شماره‌ی (۱) (کاربری معلوم) $76^\circ F$

- دمای طرح خارج \leftarrow جدول شماره‌ی (۲) (اقلیم - موقعیت) $20^\circ F$

- مرحله‌ی دوم: محاسبه‌ی سطح دیوار $10 \times 20 = 200 \text{ ft}^2$

$$\text{جدول شماره‌ی (۳)} \quad \begin{cases} K_1 = 2 / 5 \text{ (آجر مجوف)} \\ K_2 = 1 \text{ (گچ)} \end{cases}$$

مرزله‌ی سوم: محاسبه‌ی ضریب انتقال حرارت کلی دیوار (u)

$$u = \frac{1}{R_{Total}}, R_{Total} = R_1 + R_2 \left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{x_1}{K_1} = \frac{\lambda}{2/5} \\ R_2 = \frac{x_2}{K_2} = \frac{\lambda}{1} \end{array} \right.$$

$$R_{Total} = 2/2 + \frac{2}{\lambda} = 2/6$$

$$u = \frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{2/6} \Rightarrow u = 0.27 \left(\frac{Btu}{hr \cdot ft^2 \cdot F^\circ} \right)$$

کام چهارم: محاسبه‌ی Q

$$Q = Au\Delta T \quad \Delta T = 76 - 20 = 56^\circ F$$

$$Q = 200 \times 0.27 \times 56 \Rightarrow Q = 3024 \frac{Btu}{hr}$$

$$Q = 886/33 w \Rightarrow Q = 0.886 Kw \approx 0.9 Kw$$

بار حرارتی ساختمان (Q):

اتلافات حرارتی هدایتی از پوسته ساختمانی + اتلافات حرارتی ناشی از جابه‌جایی هوا + مصرف آب گرم ساختمانی

انتقال حرارت هدایتی (پوسته ساختمان Q_1) انتقال حرارت جابه‌جایی (هوا Q_2) مصرف آب گر Q_3

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \frac{Btu}{hr} (Kw)$$

$$Q_1 = Au \Delta T$$

۲- انتقال حرارت جابه‌جایی (حرارت اتلافی بوسیله‌ی هوای نفوذی) Q_2 :

$$Q_2 = \rho \times cp \times V \times \Delta T$$

$$\rho \text{ چگالی هوا} = \frac{lb}{ft^3} \xrightarrow{SI} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$CP \text{ در فشار ثابت} = \frac{Btu}{lb \cdot hr \cdot ^\circ F} \xrightarrow{SI} \left(\frac{Kj}{kg \cdot ^\circ C} \right)$$

$$V \text{ حجم هوای جابه‌جا شده در ساختمان} (ft^3) \xrightarrow{SI} (m^3)$$

$$\Delta T = \underbrace{T_i}_{\text{طرح داخل}} - \underbrace{T_o}_{\text{طرح خارج}} (^\circ F) \xrightarrow{SI} (^\circ C)$$

محاسبه‌ی پارامترهای Q_2 :

$$\rho \text{ ثابت} = 0.0749 \quad \left(\frac{lb}{ft^3} \right) \quad (1)$$

$$CP \text{ ثابت} = 0.241 \quad \left(\frac{Btu}{lb \cdot hr \cdot ^\circ F} \right) \quad (2)$$

$$V \text{ حجم هوای نفوذی} = \underbrace{v}_{\text{حجم هوای اتاق}} \cdot n \text{ هوا (جابه‌جایی)}$$

$$\Delta T \quad (4)$$

جدول تعداد دفعات تعویض هوای اتاق (n)

تعداد دفعات تعویض هوا (n)	نوع فضا
۱	فضاهای با یک دیوار - در یا پنجره رو به خارج
۱/۵	فضاهایی با دو دیوار - در یا پنجره رو به خارج
۲	فضاهایی با سه یا چهار دیوار - در یا پنجره رو به خارج
۲	راهروهای ورودی
۰/۵	فاقد دیوار - در و پنجره خارجی

(۳) میزان آب گرم مصرفی ساختمان (Q_۳):

$$Q_r = \rho \times C_p \times V \times \Delta T$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho \Rightarrow \text{چگالی آب گرم} \left(\frac{lb}{ft^3} \right) \Rightarrow \rho = 8/33 \left(\frac{lb}{ft^3} \right) \text{ ثابت} \\ C_p \Rightarrow \text{ظرفیت حرارتی آب در فشار ثابت} \left(\frac{Btu}{lb \cdot hr \cdot ^\circ F} \right) \Rightarrow C_p = 1 \left(\frac{Btu}{lb \cdot hr \cdot ^\circ F} \right) \text{ ثابت} \end{array} \right.$$

$$V \Rightarrow \text{حجم آب مصرفی (محاسبه)} \Rightarrow V = \text{حجم آب گرم مصرفی} \left(ft^3 \right)$$

$$\Delta T \Rightarrow \text{اختلاف دمای آب} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T_{w_i} = 60^\circ F \text{ ورودی شهر} \\ T_{w_o} = 140^\circ F \text{ دمای آب گرم مصرفی (ثابت)} \end{array} \right.$$

دمای آب گرم مصرفی $T_{w_i} - T_{w_o}$ (آب ورودی (شهر))

میزان آب گرم مصرفی به ازای هر نفر گالن بر ساعت (GPH)

$$V = \overset{\uparrow}{\text{ضریب تقاضا}} \times n \times \underset{\downarrow}{\text{تعداد نفرات ساختمان}} \times i$$

ضریب تقاضا	میزان آب گرم مصرفی V(GPH)	نوع ساختمان
۰/۶	۱۰	مسکونی و هتل
۰/۳	۳	ادارات
۰/۴	۴	مدرسه
۰/۵	۱۵	بیمارستان

محاسبه بارهای حرارتی در ساختمان

Q_1 : بار حرارتی ناشی از تلفات حرارتی پوسته ساختمان

Q_2 : بار حرارتی ناشی از تلفات حرارتی هوای نفوذی (جابه‌جایی هوا)

Q_3 : بار حرارتی ناشی از مصرف آبگرم

$$Q_3 = V \times 8 / 33 \times (t_r - t_1)$$

$$V = v \times n \times \text{ضریب تقاضا}$$

معرفی انواع سیستم‌های حرارت مرکزی:

۱- مزارت مرکزی با آبگرم:

مناسب برای ساختمان‌های کوچک (بارهای حرارتی کم) - آبگرم تهیه شده توسط آب‌گرمکن. دمای آب حداکثر $190^\circ F$ - فشار آبگرم تأمین شده در حد فشار اتمسفر (۱ اتمسفر)

- از لحاظ گردش آب در سیستم (سیرکولاسیون):

۱) گردش طبیعی: بدون نیاز به پمپ سیرکولاسیون (نیروی ترموسیفون (اختلاف چگالی آب گرم و سرد) در سیستم گردش می‌کند). ← برای ساختمان‌های کوچک ۱ یا ۲ طبقه

۲) گردش اجباری: با کمک پمپ سیرکولاسیون برای ساختمان‌های بزرگ‌تر

۲- مزارت مرکزی با آب داغ:

مناسب برای ساختمان‌های بزرگ (بارهای حرارتی بیش‌تر) - آبگرم تهیه شده توسط دیگ - دمای آب داغ تا $400^\circ F$ فشار چند برابر فشار اتمسفر - حتماً از پمپ سیرکولاسیون استفاده می‌شود. (محل قرار گرفتن پمپ در سیکل آب داغ در پایین‌ترین نقطه سیکل و در خنک‌ترین قسمت سیکل و قبل از بویلر (دیگ) می‌باشد).

به دلیل این‌که آب گرم استهلاک پمپ را بالا می‌برد و بهتر است آب سرد وارد پمپ شود و آب سرد سنگین‌تر است.

۳- مزارت مرکزی با بخار:

برای ساختمان‌های بسیار بزرگ (آسمان خراش‌ها) و یا کارخانجات بزرگ که علاوه بر مصرف گرمایش به مصرف مستقیم بخار نیاز دارند - مانند کارخانجات نساجی - این گرمایش برای اقلیم‌های سرد و خشک مناسب است.

الف) سیستم بخار باز

ب) سیستم بخار بسته

۴- مزارت مرکزی با هوای گرم:

۱) تأمین هوای گرم به صورت مستقیم (کوره‌ی هوای گرم)

۲) تأمین هوای گرم با کمک آب گرم در هواساز (هواشو) *Air Washer*

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

چدنی: در ساختمان‌های کوچک‌تر - بار حرارتی کمتر - حداکثر توان $250000 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$

۱- آنتفاب دیگ

۱- لوله آتشی (دودی) (fire tube)

فولادی

۲- لوله آبی (water tube)

دیگ چدنی:

- اگر بدون آب کار کند ترک می‌خورد و فقط برای تولید آب داغ است.

دیگ فولادی:

- بزرگ‌تر و سنگین‌تر هستند از دیگ‌های چدنی - هم تولید آب داغ می‌کنند و هم تولید بخار می‌کنند در ظرفیت‌ها و فشارهای بالا - انتخاب تجهیزات سیستم حرارت مرکزی:

۱- انتفاب دیگ:

$$Q_B = Q_t \times (1 + A)$$

بار حرارتی کل $\left(\frac{Btu}{hr}\right)$ ← طرفیت حرارتی دیگ

ضریب اطمینان $(0.2 \sim 0.5)$

↓

ضریب اطمینان (اتلافات حرارتی) ۲۰٪ ۵٪

۲- انتفاب مشعل:

$$W = \frac{Q_B}{1000 \times E}$$

ظرفیت دیگ $\left(\frac{Btu}{hr}\right)$ ←

راندمان مشعل

ارزش حرارتی سوخت

ظرفیت مشعل وزن سوخت مصرفی $\left(\frac{kg}{hr}\right)$ ←

۳- منبع انبساط:

(بر حسب گالن) ← جدول صفحه‌ی ۶۴ تابعی از ظرفیت انتخاب می‌شود.

– طرح شبکه لوله‌کشی:

انواع سیستم لوله‌کشی از لحاظ سطح انتقال حرارت:

- ۱- سیستم باز (open system): سطح انتقال حرارت با هوای بیرون گسترده است به عبارت دیگر سیال به طور مستقیم با هوای آزاد در ارتباط است. (مانند برج خنک کن (چیلر تراکمی و جذبی))
- ۲- سیستم بسته (close system): سطح انتقال حرارت با هوای بیرون محدود است. به عبارت دیگر سیال به طور مستقیم با هوای آزاد در ارتباط نیست. (محدود) Air cooler

انواع سیستم لوله‌کشی از لحاظ تعداد عبور از وسایل (تجهیزات):

- ۱- سیستم یک بار گذر: (once - throu sys)
 - ۲- سیستم گردش: (Re circulating sys)
- سیال پس از عبور از وسیله‌ی موردنظر مجدداً پس از طی مسیر مشخص در این وسیله مجدداً گردش می‌کند.

انواع سیستم لوله‌کشی از لحاظ نوع برگشت سیال:

- ۱- سیستم لوله‌کشی با برگشت مستقیم: در حالتی که مبدل‌های حرارتی اندازه‌های یکسانی نداشته باشند. (افت فشار مبدل‌های حرارتی یکسان نباشد.)
- (هزینه‌ی لوله‌کشی از زان تر ولی برای متعادل کردن سیستم وقت بیش‌تری باید صرف کرد.)
- منبع انبساط هوای داخل سیستم و انبساط آب را کنترل می‌کند و آب اضافی به داخل منبع ریخته شده و اگر آب کم‌تر بود از منبع انبساط تأمین می‌شود.
 - هرچه طول مسیر بیش‌تر باشد افت فشار بیش‌تری داریم.
 - مبدل حرارتی که کوچک‌تر است و به منبع نزدیک‌تر باشد افت فشار کم‌تری دارد و مبدل حرارتی بزرگ‌تر و دورتر افت فشار بیش‌تری دارد.

* قطر لوله‌ی رفت با لوله‌ی برگشت در این سیستم در تمام مسیر متناظر است.

۲- سیستم لوله‌کشی با برگشت معکوس:

اگر مبدل‌های حرارتی در تمام مجموعه یکسان (مشابه) باشند. (افت فشار یکسان باشد). برای ساختمان‌های بزرگ با فضاهای داخلی مشابه (اداره - هتل)

۳- سیستم لوله‌کشی تک لوله‌ای:

- چون دمای آب هر چه جلوتر می‌رود کم‌تر می‌شود و مبدل اولی دمای بیش‌تری از آخری دارد مبدل اول را کوچک‌تر از آخری در نظر می‌گیرند تا سطح انتقال حرارت بیش‌تری با محیط داشته باشد.
- معمولاً برای ساختمان‌های کوچک (مثلاً ۱ طبقه) که حداکثر ۴ یا ۵ مبدل نیاز دارند.

محاسبات سیستم لوله‌کشی:

گام اول: انتخاب محل مناسب برای مبدل‌ها ← (نزدیک سردترین محل ساختمان مثلاً زیر بازشوها و اگر بازشو نداشت نزدیک دیوارهای خارجی)

تعداد پره رادیاتور $= \frac{Q_R}{350}$ بار حرارتی اتاق

\Rightarrow بار حرارتی هر پره رادیاتور $350 \left(\frac{Btu}{hr} \right)$

گام دوم: محدوده‌ی سرعت مجاز

برای گردش آب $4 \left(\frac{ft}{s} \right) - 2$ ← سرعت مناسب

$150 \times 500 (20)$ تعداد پره
پهنا (mm) ارتفاع (mm)
۲۵ قطر لوله‌ی اتصال

$$G = \frac{Q_B}{10000} \leftarrow \text{دبی آب} \quad \text{بار حرارتی دیگ}$$

(GPH)

گام سوم: تعیین دبی عبوری از سیستم

گام چهارم: محاسبه‌ی افت فشار مسیر (گام ۳ و ۴ برای محاسبه‌ی پمپ ضروری است).

(هد پمپ)

$$L \Rightarrow h = 0.075 L$$

(طول کل مسیر)

گام پنجم: محاسبه‌ی قطر لوله‌های رفت و برگشت

نمونه پروژه:

تلفات حرارتی و طراحی سیستم گرمایش مرکزی با آب داغ (رادیاتور) را برای پلان زیر محاسبه نمایید؟

جزئیات ساختمان:

$$u = 0.25 \left(\frac{Btu}{hr.f.F^{\circ}} \right)$$

- دیوار خارجی (آجر مجوف ۸" - ملات سیمان و آجرنما و پلاتر گچ مجموعاً ۱۳")

- پنجره‌ها تک جداره‌ی شیشه‌ای با قاب فلزی ($u = 1/13$)

- درب‌های اتاق‌ها چوبی با کتبه‌ی شیشه‌ای ($u = 0.75$)

- درب ورودی ساختمان نصف شیشه (نصف فلز) ($u = 0.45$)

- سقف ساختمان بتن و شن و ماسه و ملات شیب‌بندی و عایق ۱۰" ($u = 0.13$)

- کف ساختمان از داخل به پایان موزائیک - سیمان - بتن ($u = 0.25$)

کام اول: ناحیه بندی فضاها (تقسیم بندی فضاها داخل ساختمان)

یک ناحیه فضای داخلی یک ساختمان است که با در و پنجره و دیوار از قسمت های دیگر جدا می گردد.

فضای داخل } تهویه شده (طرح داخل) جدول شماره ۱
 } تهویه نشده (طرح خارج) فضای خارج (دمای طرح خارج) جدول شماره ۲

- پوسته ی ساختمان جایی است که بین فضای داخل و خارج ساختمان است.

در این مثال ۱۱ فضا داریم. (۷ کلاس - ۱ دفتر - ۱ راهرو - ۱ سرویس ها و ۱ آبدارخانه)

کام دوم: محاسبه ی طرح داخل و خارج } طرح داخل (جدول ۱) $t_i = 76^\circ F$
 } طرح خارج (جدول ۲) \leftarrow دمای خشک $14^\circ F$

دمای زمین $\leftarrow 62^\circ F : t_g$

کام سوم: محاسبات انتقال حرارت پوسته ساختمان (هدایت) Q_1 برای فضای اول (C_1 - کلاس شماره ۱)

$$Q = \underbrace{Q_1}_A + \underbrace{Q_2}_B + Q_3$$

به تعداد فضاها

$$Q_1 = Au\Delta t$$

Q_1	اختلاف دما ΔT	مساحت جدار $A(ft^2)$	u ضریب انتقال حرارتی داخلی	نوع جدار (پوسته)
۲۴۹۳	$t_i - t_o$ ۶۲	۱۶۰ / ۸۸	۰ / ۲۵	دیوار خارجی Wall
۵۵۴۳	۶۲	۷۹ / ۱۲	۱ / ۱۳	پنجره خارجی window
—	—	—	—	در خارجی Door
۱۴۰۴	$t_i - t_g$ ۱۳	۴۳۲	۰ / ۲۵	کف Floor
۳۴۸۲	$t_i - t_o$ ۶۲	۴۳۲	۰ / ۱۳	سقف Roof
۱۲۹۲۲				Total کل

$$A_{Wall} = \frac{(24 \times 10)}{246} - \frac{(2 \times 8 / 6 \times 4 / 6)}{79/12} = 160 / 88$$

(کف طبقه اگر برای سقف طبقه ی پایینی حساب شده بود دیگر محاسبه نمی گردد.)

$$A = 24 \times 18 = 432 \text{ کف و سقف } \Delta T = T_i - T_g \text{ (کف)}$$

جدول A را برای تمامی ۱۱ فضا انجام می دهیم.

کام چهارم: جدول B

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = 0.0749 \text{ چگالی هوا} \\ C_P = 0.241 \text{ ظرفیت حرارتی} \end{array} \right. \text{ هوا (ثابت)}$$

$\left(\frac{Btu}{hr}\right)$	$(^\circ F)$	$\left(\frac{ft^3}{hr}\right)$	$n\left(\frac{1}{hr}\right)$
$Q_2 = \rho \times C_P \times V \times \Delta T$	ΔT	مقدار V $V = V \times n$	حجم اتاق $V(ft^3)$
۴۸۲۵	$t_i - t_o$ ۶۲	۴۳۲۰	$24' \times 18' \times 10'$

کام پنجم: مجموع بار حرارتی یک فضا

جدول C

$(Q_1 + Q_2) \times 1/15$				
Q_t	ضرایب اطمینان F	مجموع $Q_1 + Q_2$	Q_2	Q_1
$20420 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$	۱۵% (۱/۱۵)	$17757 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$	$4835 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$	$12922 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$

$$F \begin{cases} 15\% \rightarrow \text{جنوبی} \\ 15\% \rightarrow \text{شرقی و غربی} \\ 20\% \rightarrow \text{شمالی} \end{cases}$$

کام ششم: انتخاب تعداد پره‌ی لازم برای رادیاتور

جدول D

مقدار پره‌ی لازم	ظرفیت حرارتی هر پره رادیاتور	بار حرارتی کل Q_t
$3712 \rightarrow 38$	$550 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$	$20420 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$

از کاتالوگ رادیاتور استفاده می‌شود.

$$\left. \begin{array}{l} 500 - 520 \text{ فولادی} \\ 500 - 550 \text{ چدنی} \\ 550 - 600 \text{ آلومینیومی} \end{array} \right\} \text{ظرفیت حرارتی پره رادیاتور}$$

تأمین آبگرم مصرفی ساختمان

$$Q_r = \rho \cdot C_p \cdot v \cdot \Delta T$$

حجم آبگرم مصرفی

$$V = v \times n$$

تعداد ساکنین ساختمان
آبگرم مصرفی به ازاء هر نفر جدول (۲-۶)

طراحی سیستم گرمایش مرکزی در پروژه نمونه

- ۱- محاسبه تعداد پره رادیاتور لازم در هر منطقه از ساختمان
- ۲- انتخاب محل مناسب برای نصب رادیاتورها
- ۳- تعیین مسیر لوله‌کشی آب داغ رادیاتورها (تک لوله‌ای - برگشت مستقیم یا معکوس «۲ لوله‌ای»)

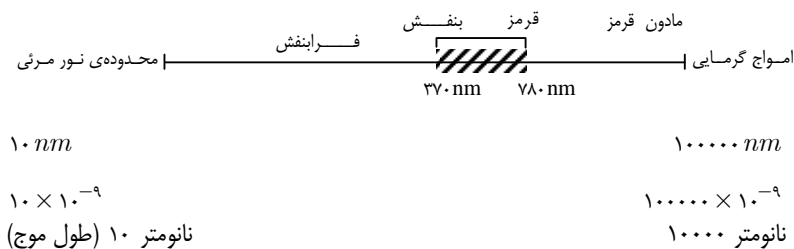
محاسبات سرانگشتی

سرد و کوهستانی (غرب و شمال غرب)	معتدل و مرطوب (شمال) گرم و خشک (اغلب)	گرم و معتدل
به ازای هر یک مترمربع از ساختمان $500 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$ $0.9 \sim 1$	به ازای هر یک مترمربع از ساختمان $450 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$ $0.8 \sim 0.85$	به ازای هر یک متر مربع از ساختمان $400 \left(\frac{Btu}{hr}\right)$ تعداد پره رادیاتور به ازای هر مترمربع از ساختمان $0.75 \sim 0.7$
	<ul style="list-style-type: none"> × 0.2 ← ضلع شمالی × 0.15 ← شرقی × 0.1 ← غربی × 0.05 ← جنوبی 	

تأسیسات الکتریکی

– روشنایی: (۱) مفاهیم اولیه و تعاریف در روشنایی
نور ← بخشی از امواج الکترومغناطیسی در محدوده $370'' - 780''$ نانومتر ($370 - 789 \times 10^{-9} m$) که برای انسان قابل رویت می‌باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{طول موج } (m) \\ \text{نانومتر } (n) \cdot 10^{-9} \\ \text{گیگا } (G) \cdot 10^9 \text{ فرکانس } (HZ) \\ \text{تعداد تکرار در هر ثانیه } \left(\frac{1}{s}\right) \end{array} \right. \text{ موج الکترومغناطیس}$$



افزایش طول موج → کاهش فرکانس ←
← کاهش طول موج → افزایش فرکانس

ultra violet (uv): امواج زیانبار ماوراءبنفش هستند و اشعه‌ی x و ϕ در این محدوده هستند.

مفاهیم روشنایی

۱- توان نوری منبع (شار نورانی):

انرژی نورانی ساطع شده از منبع نور را توان نوری منبع می‌نامند.
واحد آن در سیستم SI لومن ($Luman$) می‌باشد. و در سیستم انگلیسی واحد آن کاندلا ($Candle$) می‌باشد.

۲- شدت روشنایی (E): انرژی نورانی بازتابیده شده از سطح اجسام را شدت روشنایی نامیده و واحد آن در سیستم (SI) (لومن بر مترمربع $\frac{lm}{m^2}$) یا لوکس می‌باشد.

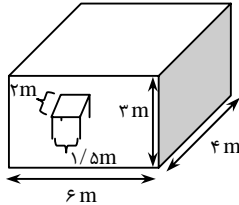
* مهم‌ترین فاکتور روشنایی

$$E(Lux) = \frac{\phi(lm)}{A(m^2)} \leftarrow \text{شار نورانی (لومن)}$$

$$0.01 < 3 < 100 < 1000$$

- اندازه‌گیری روشنایی توسط دستگاه نورسنج لوکس متر (Luxmeter) و با کمک فرمول‌ها و روابط استاندارد با توجه به فضای موردنظر انجام می‌شود.

- طراحی روشنایی را برای فضای زیر انجام دهید؟



۱- مقادیر شدت روشنایی استاندارد:

برای اتاق نشیمن = $100 Lux$

روی میز طراحی = $800 Lux$

۲- محاسبه سطوح:

$$\text{اتاق} = 48 + 36 + 24 = 108 m^2$$

$$E(Lux) = \frac{\phi(lm)}{A(m^2)} \xrightarrow[\text{مورد نیاز برای اتاق}]{\text{توان نوری}} \phi = E \times A$$

$$\phi \text{ اتاق} = 100 \times 108 = 10800 (lm)$$

$$\phi \text{ روی میز} = 800 \times 3 = 2400 (lm)$$

$$\left. \begin{array}{l} \eta = \frac{\phi(lm)}{P(w)} \Rightarrow P_{\text{اتاق}} = \frac{\phi}{\eta} = \frac{10800}{14} = 772 (W) \\ P = \frac{\phi}{\eta} = \frac{2400}{14} = 172 (W) \end{array} \right\} \text{ لامپ رشته‌ای} \\ \hline 944 (W)$$

کل انرژی الکتریکی موردنیاز در صورت استفاده از لامپ رشته‌ای

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{اتاق}} = \frac{10800}{30} = 360 (W) \\ P_{\text{میز}} = \frac{2400}{30} = 80 (W) \end{array} \right\} \text{ در صورت استفاده از فلورسنت } \Rightarrow 440 (W)$$

- ضریب بهره نوری (η):

میزان توان نوری منبع در مقایسه با توان الکتریکی مصرفی

$$\eta = \frac{\phi(lm)}{P(watt)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 14 \frac{lm}{W} \text{ لامپ رشته‌ای} \\ 30 \frac{lm}{W} \text{ لامپ فلورسنت} \end{array} \right.$$

- ضریب بهره‌ی الکتریکی (η_e):

ضریب بهره‌ی نوری لامپ در مقایسه با لامپ ایده‌آل

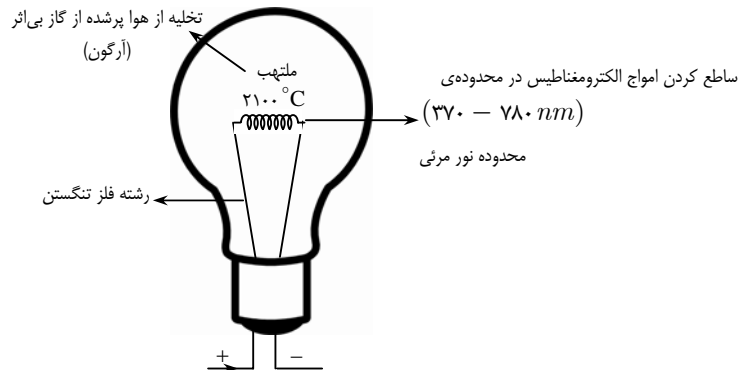
$$\eta_e = \frac{\eta}{\frac{6}{8}} (\%)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta_e \simeq 2\% \text{ لامپ رشته‌ای} \\ \eta_e \simeq 5\% \text{ لامپ فلورسنت} \end{array} \right.$$

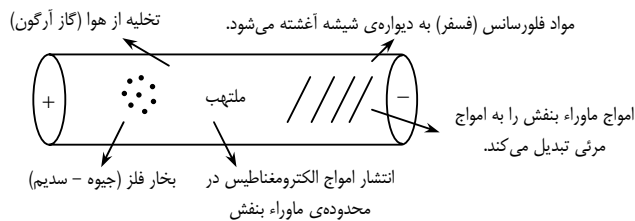
ضریب بهره‌ی الکتریکی را در مثال قبل برای دو لامپ رشته‌ای و فلورسنت به دست آورید؟

$$\eta_e = \frac{\eta}{\frac{6}{8}} \xrightarrow{\text{رشته‌ای فلورسنت}} \left\{ \begin{array}{l} \eta_e = \frac{14}{\frac{6}{8}} \simeq 2/0.5\% \\ \eta_e = \frac{30}{\frac{6}{8}} \simeq 4/41\% \end{array} \right.$$

- لامپ رشته‌ای (از انواع لامپ التهابی):



- لامپ فلورسنت (از انواع لامپ‌های تخلیه در گاز):



- درخشندگی: شدت روشنایی روی منبع روشنایی (اجسام)

$$\frac{Cl}{m^2} = nit$$

$$(خورشید) 3 \times 10^9 nit$$

خمیدگی (نورزدگی) عدم تشخیص رنگ
 $1000 < 100 < 3 < 0.1$ عدم تشخیص
 معمولی درخشندگی زیاد

- فاکتور رنگدهی: رنگ اجسام زیر نور لامپ (منبع روشنایی) در مقایسه با رنگ همان جسم زیر نور آفتاب (طبیعی)

تطابق کامل $\rightarrow 100 - 0$ عدم تطابق

مقایسه‌ی دو لامپ رشته‌ای و فلورسنت

فلورسنت	رشته‌ای	ویژگی موردنظر
۱۰۰۰ h	۱۰۰۰ h	عمر لامپ
$\eta = 28 - 30 \left(\frac{lm}{W}\right)$	$\eta = 14 - 17 \left(\frac{lm}{W}\right)$	ضریب بهره نوری
$\eta_e \simeq 5\%$	$\eta_e \simeq 2\%$	ضریب بهره الکتریکی
مهتابی ۴۰ وات ۵۰۰۰	روی یک لامپ ۱۰۰ وات ساده ۵۰۰۰۰ روی یک لامپ ۱۰۰ مات ۸۰۰۰	درخشندگی
۸۰ - ۸۵	۱۰۰	فاکتور رنگدهی

طراحی روشنایی ساختمان

به منظور تأمین شدت روشنایی فضای موردنظر مطابق با نیازهای (کاربری) فضا صورت می‌گیرد. این طراحی به گونه‌ای است که شدت روشنایی استاندارد موردنیاز در فضا تأمین شود. این شدت روشنایی استاندارد در مراجع معتبر ارائه شده است.

۱- استاندارد انجمن ملی روشنایی ایران

۲- انجمن مهندسان روشنایی آمریکای شمالی *IESNA*

۱- طراحی روشنایی طبیعی (تأمین روشنایی فضای موردنظر (ساختمان) با کمک نور طبیعی (خورشید))

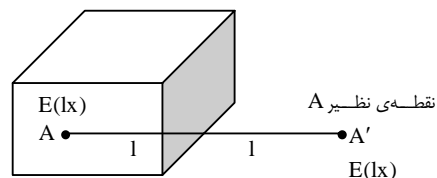
۲- طراحی روشنایی مصنوعی (تأمین روشنایی توسط منابع روشنایی) الکتریکی

۱- روشنایی طبیعی:

- فاکتور روشنایی روز *Day light Factor*

شدت روشنایی نقطه‌ای در ساختمان در مقایسه با شدت روشنایی آن خارج ساختمان

$$DLF = \frac{E(A)}{E(A')} (\%)$$



مثلاً اگر A (۳۰۰) و A' (۳۰۰۰) باشد $(DLF = \frac{300}{3000} = 10\%)$

* هر چقدر مقدار متوسط DLF در یک فضا بیش‌تر باشد به این معنی است که معمار آن توانایی بیش‌تری در استفاده نور طبیعی روز در آن فضا داشته است. با افزایش DLF مصرف انرژی الکتریکی برای روشنایی فضا کاهش می‌یابد.

روشنایی مصنوعی + روشنایی طبیعی \Rightarrow روشنایی مورد نیاز فضا (براساس جداول استاندارد روشنایی)

↑
تأمین شده توسط منابع روشنایی مصنوعی (الکتریکی)
↑
تأمین شده توسط نور طبیعی روز

با افزایش مقدار DLF روشنایی طبیعی افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه سهم روشنایی کاهش می‌یابد.

عمق فضا: فاصله‌ی هر نقطه در فضا با نورگیر (نور گذر) مقابل آن است. با افزایش مقدار عمق فضا (عمق فضای متوسط یک ساختمان) مقدار DLF کاهش می‌یابد.

- تا جایی که می‌شود از نورگذر در ساختمان استفاده شود. (مخصوصاً سمت جنوب)

- اگر فضا اجازه نداد از نورگیر سقفی استفاده شود.

- نکات مهم در طراحی روشنایی طبیعی:

۱- طراحی بهتر است به گونه‌ای باشد که نورگیرهای اصلی در سمت جنوب ساختمان واقع شود. (در نیم‌کره‌ی شمالی سمت جنوب همیشه آفتاب دارد).

۲- در صورتی که نصب پنجره (نورگیر) به هر دلیلی در سمت جنوب امکان‌پذیر نباشد به ترتیب سمت غرب، شرق و شمال از لحاظ نورگیری توصیه می‌شود.

- پنجره شمالی $\frac{1}{3}$ پنجره‌ی جنوبی ارزش نورگیری دارد.

- پنجره‌ی شرقی و غربی $\frac{2}{3}$ پنجره جنوبی ارزش روشنایی دارد.

- پنجره‌ی شمالی $\frac{2}{3}$ پنجره‌ی شرقی و غربی ارزش روشنایی دارد.

۳- تا حد امکان عمق فضا در ساختمان کاهش یابد. (رعایت موارد ایمنی در طراحی SL (Sky light) ضروری است).

۴- پوشش فضای داخل ساختمان به گونه‌ای انتخاب گردد که ضریب بازتاب جنس کف ساختمان کم (حدود $0/3$) و دیوارها متوسط (حدود $0/5$) و سقف زیاد (حدود $0/7$) باشد. مبلمان و اثاثیه ساختمان ترجیحاً حدود $0/4$ تا $0/5$ می‌باشد.

۵- نورگیری مناسب برای یک فضا به گونه‌ای است که به طور متوسط $30\% - 5$ دیوار خارجی پنجره داشته باشد.

$3 m^2$ حداقل
 $20 m^2$ حداکثر
 $66 m^2$ →

۳۰٪ بار حرارتی

۴۰٪ بار برودتی

در ساختمان مربوط به پنجره است.

نکته: ۳۰ درصد بار حرارتی و ۴۰ درصد بار برودتی در ساختمان مربوط به پنجره است.

تحويل پروژه روز امتحان است. (ساعت ۱۴) ۵ نمره

۶ نمره مکانیکی	بخش اول (حفظیات) ۱۰ نمره	نحوه‌ی امتحان
۴ نمره الکتریکی		
۴ نمره مکانیکی	بخش دوم (مسائل) ۵ نمره	
۱ نمره الکتریکی		