

طراحی سیستم های مدرن سرمایش کفی و سرمایش سقفی و گرمایش کفی



تلفن : 8066414 - 09112237810

بهینه سازی مصرف سوخت با استفاده از سیستم های مدرن

سرمایش و گرمایش کفی



سیستم سرمایش کفی و سیستم سرمایش سقفی :

محیط حرارتی و دمایی با توجه به پارامترهایی مانند درجه عایق دمایی بودن البسه ساکنان, درجه فعالیت های آنان , دمای هوا و دمای میانگین تابشی , سرعت هوا و رطوبت نسبی و ... که با توجه به استانداردهای جهانی تعریف می شوند و در این میان بغیر از لباس و نوع فعالیت که مربوط به ساکنان بوده و مستقیماً تحت تاثیر سیستم سرمایش نیستند ولی دمای هوا , دمای میانه تابشی , سرعت هوا و رطوبت از سیستم سرمایشی تاثیر می پذیرند و رطوبت و دمای متوسط تنها اثر محدود بر ملاحظات راحتی دمایی داشته و رطوبت می بایستی در حد فاصله بین 30% - 70% باشد , همچنین سرعت هوا بطور نرمال باید پایین تر از 0.3 الی 0.1 متر بر ثانیه نگه داشته شود و دمای هوا و دمای میانگین تابشی نیز عواملی هستند که توسط سیستم سرمایش بسیار تاثیر می پذیرند .

برای سیستم سرمایش تابشی یکی از عوامل مهم زاویه بین ساکنین و اشغال کننده ها و منبع (چاه) تابشی است , که این فاکتور خود به فاصله بین نفرات , نوع سطوح و مساحت سطوح مربوط می باشد , بطور مثال کف بیشترین فاکتور زاویه را بطور نرمال به نفرات و کلیه سطح در فضا دارد و برای یک فرد ایستاده در مرکز یک کف مسطح 6×6 متر , این فاکتور زاویه معادل 4 . 0 برای انسان نشسته و 0.37 برای حالت ایستاده می باشد و اگر دمای سطح کف معادل 5 درجه سانتی گراد کاهش یابد و بقیه سطوح ثابت بماند, دمای میانگین تابشی معادل 2 درجه سانتیگراد کاهش می یابد و اثر آن روی نفرات و اشغال کننده ها به مقدار 1 درجه سانتیگراد می باشد, یعنی بحالتی دیگر کاهش دمای سطح به اندازه 5 درجه سانتی گراد اثری مشابه 2 درجه کاهش دمای هوا داشته و هر درجه تغییر دمای کف معادل یک درجه تغییر دمای سقف است , در حالیکه درجه کاری و میانه تابشی معادل 2.5 درجه تغییر می کند . در اغلب استانداردها حد بالای دمایی کاری در تابستان معادل 26 درجه سانتی گراد برای فضاهایی که اغلب ساکنین نشسته هستند , می باشد پس بنابراین دمای زیاد یا دمای خیلی کم کف باعث عدم راحتی ساکنین می شود .

Vertical Air Temperature Differences

Temperature Difference	Temperature Difference: Head-Feed	
Rom-Floor: K	Seated (1.1-0.1m): K	Standing (1.7-0.1m): K
2	0.5	0.6
4	1.1	1.3
6	1.7	1.9
8	2.2	2.6
10	2.7	3.1

در اغلب استانداردها دمای کف در بازه 18-26 درجه سانتی گراد معادل 66-84 درجه فارنهایت پیشنهاد شده است ، وبطور نرمال پیشنهاد شده که اختلاف دمای هوا بین کف پا 0.1 متر یا 4 اینچ تا سر 1.1 متر یا 44 اینچ برای حالت نشسته حدود 3 درجه سانتی گراد باشد چون اغلب انتقال حرارت بین سطح خنک شده و فضا بوسیله تابش و تشعشع صورت می گیرد و لذا هوا نزدیک پا با توجه به انتقال حرارت کم جابجایی خیلی خنک نخواهد شد .

Maximum Floor Surface Temperatures, Air Temperatures, Operative Temperature

		Temperature°C (°F)					Cooling Capacity
Concrete	Floor Cooling	Floor	1.1 m	1.1 m	17 m	17 m	W/m^2
Slab: min,in	Supply Temp.		Air Temp.	Operative Temp.	Air Temp.	Operative Temp.	Btu/h.ft^2
150	None	40.8°C	22.5	36	48.1	48	0
5.9	None	105.4°F	72.5	96.8	118.6	118.4	0
60	None	42.9°C	23.5	37	48.5	49	0
2.4	None	109.2°F	74.5	98.6	119.3	120.2	0
60	15 ° C	20.5°C	24.9	30	39.8	40	148
2.4	59 ° F	68.9 °F	76.8	86	103.6	104	47
60	20 ° C	24.8 °C	22.4	31	41.7	42	129
2.4	68 ° F	76.6 °F	72.3	87.8	107.1	107.6	44
60	25 ° C	29.6 °C	22.6	32	43.6	44	107
2.4	77 ° F	84.2 °F	72.7	89.6	110.5	111.2	34

و اما فاکتورهای محدود کننده دمای سطح و همچنین ظرفیت برودتی که همان رطوبت باشد، براساس یکسری استانداردهایی برای رطوبت نسبی، فاصله پیشنهادی 70% - 60% رطوبت را تایید می نمایند، همانطوریکه می دانیم ما در دمای 26 درجه سانتی گراد دمای شبی معادل 17-20 درجه سانتی گراد را خواهیم داشت و با توجه به استانداردهای دین آلمان همان دمای سطح کف بین 16-20 درجه سانتیگراد و بالاتر می گیرند و از طرفی با توجه به ملاحظات ذکر شده و نیز خطر میعان آب برای فضای اشغال شده با نفرات نشسته و یا ایستاده پیشنهاد شده دمای سطح کف کمتر از 20 درجه سانتی گراد یا 68 درجه فارنهایت نشود و این در حالی است که می توان با یک دیهیومدیفایر ساده می توان دمای نقطه شبی را پایین آورده و ظرفیت برودتی را بالا ببریم.

ظرفیت برودتی سیستم به انتقال حرارت بین سطح کف و فضا (جایابی و تابشی) دارد و به انتقال حرارت هدایتی بین سطح کف و سطح لوله ها (مواد سطح کف، نوع بتن، عمق بتن و فاصله بین لوله ها) و به انتقال حرارت بوسیله آب (دبی آب، اختلاف دمای آب رفت و برگشت و ...) دارد و با توجه به فعالیت های علمی و آزمایشات انجام شده، ضریب انتقال حرارت بین سطح کف و فضای اتاق 7 وات بر متر دو درجه سانتی گراد اندازه گیری شده است که از این مقدار 5,5 وات بر متر دو درجه سانتی گراد آن مربوط به ضریب انتقال حرارت تشعشعی می باشد و بقیه آن مربوط به انتقال حرارت جایابی است.

با توجه به دمای سطح کف 20 درجه سانتی گراد و دمای کاری 26 درجه سانتی گراد و فعالیتهای نشسته و لباسهای تابستانی اندازه گیری شده است و با این شرایط ظرفیت برودتی 42 وات بر متر مربع برای سطح خنک شده تعیین گردیده است، همچنین در بسیاری از سطوح مانند تالارها، ورودی های بزرگ، نمایشگاه ها و فروشگاه ها و ... که تابش مستقیم آفتاب بر کف وجود ندارد ظرفیت برودتی بالاتری حدود 150 وات بر متر دو درجه سانتی گراد دست یافتنی نیز می باشد و فاصله بین لوله ها نیز بسیار حائز اهمیت می باشد بطوریکه فاصله استاندارد 150 میلیمتر یا حدود 6 اینچ بوده و با کاهش آن به 75 میلیمتر ظرفیت برودتی سیستم معادل 19% افزایش یافته و با افزایش فاصله لوله ها به 300 میلیمتر این ظرفیت حدود 25% کاهش می یابد.



Factor For Tube Spacing

aT	Thermal Resistance of Floor Covering, $R\lambda$				
	$\text{m}^2 \text{ K/W (ft}^2\text{h}^\circ\text{F/Btu)}$				
Spacing mm	0	0.01	0.05	0.10	0.15
75	1	1	1	1	1
150	0.81	0.81	0.84	0.87	0.88
300	0.54	0.55	0.60	0.65	0.69

Factor For Slab Thickness

aU	Thermal Resistance of Floor Covering, $R\lambda$					
	$\text{m}^2 \text{ K/W (ft}^2\text{h}^\circ\text{F/Btu)}$					
Spacing mm	Slab Thickness mm	0.0	0.01	0.05	0.10	0.15
150	35	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03
	45	1	1	1	1	1
	65	0.90	1.90	0.91	0.93	0.94
300	35	1.04	1.04	1.03	1.02	1.02
	45	1	1	1	1	1
	65	0.92	0.92	0.94	0.95	0.96

Factor For Tube Diameter

aD	Thermal Resistance of Floor Covering, $R\lambda$					
	$\text{m}^2 \text{ K/W (ft}^2\text{h}^\circ\text{F/Btu)}$					
Tube Spacing mm	Tube Disistance mm	0.0	0.01	0.05	0.10	0.15
150	10	0.91	0.91	0.93	0.93	0.94
	17	0.97	0.97	0.981	0.98	0.98
	25	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03
300	10	0.88	0.88	0.89	0.90	0.91
	17	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97
	25	1.07	1.07	1.06	1.06	1.05

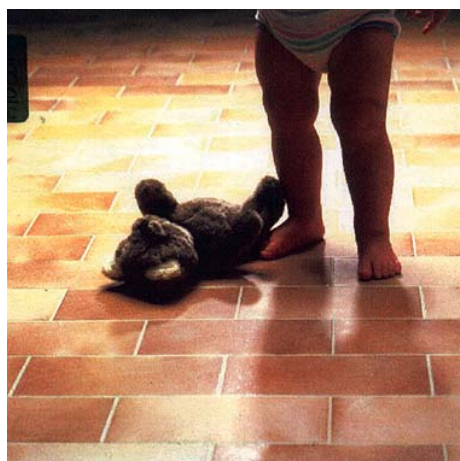
استاندارد ضخامت بتن روی لوله ها نیز حدود 45 میلیمتر (1.8 اینچ) بوده که با کم شدن آن مقدار به 25 میلیمتر انتقال حرارت را معادل 16% افزایش می دهیم و عامل مهم دیگر رویه یا سطح نهایی سطح می باشد که مثلاً برای سطح سرامیک به تنهایی سطح برودتی را معادل 5% کاهش می دهد و برای فرش سنگین اثری معادل 50% کاهش سطح برودتی خواهیم داشت و قطر لوله بین 10 الی 25 میلیمتر بوده که با افزایش این قطر , ظرفیت برودتی افزون می شود .

Cooling Capacities (w/m²) Calculated For Different Floor Coverings Tube Diameter & Tube Distance

Cooling Capacity		Floor Covering					
W/m ² (Btu/h ft ²)		Tile Rλ=0.01			Carpet Rλ=0.01		
Pipe Diameter		Tube Spacing mm			Tube Spacing mm		
mm	in	75	150	300	75	150	300
10	0.4	45	35	23	31	26	19
17	0.7	46	37	25	32	27	20
25	1.0	48	40	28	33	29	22

بطور میانگین از لوله های پلی اتیلن کراسلینک شده با ضخامت 17 میلیمتر استفاده می گردد و دمای تغذیه آب ورودی به سیستم حدود 14 درجه سانتیگراد یا 57 درجه فارنهایت بوده و دمای برگشت آب حدود 19 درجه سانتیگراد یا 66 درجه فارنهایت می باشد و دمای اتاق حدود 26 درجه سانتیگراد یا 79 درجه فارنهایت بوده و این درحالیست که ظرفیت برودتی حدود ۱۹-۴۸ وات بر متر مربع می باشد و برای دمای اتاق 20 درجه سانتیگراد ظرفیت برودتی حدود 42 وات بر متر مربع خواهد بود و منبع سرمایی نیز را می توان از آب خنک شده توسط یک چیلر یا آب که از یک اواپراتور گذشته باشد انتخاب نمود .

بر طبق آخرین آزمایشات و محاسبات علمی و عملی می توان به مهمترین خاصیت سیستم سرمایش کفی که صرفه جویی در مصرف سوخت و انرژی معادل 35 % - 30 % نسبت به سیستم های موجود می باشد , ذکر نمود .



سیستم گرمایش کفی :

با توجه به رشد روز افزون جمعیت جهان و از طرفی رشد روز افزون و مصرف بی رویه انرژی و نیز محدود بودن منابع انرژی جهان و نیز آلودگی های موجود و ناشی از مصرف بی رویه انرژی مدتی است که بحث بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی مطرح شده و بیشتر از گذشته راجع به روشهای بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی بحث شده و روشهای جدید و مدرن بررسی می گردد. طبق آخرین آمارهای جهانی بیشترین و بزرگترین قسمت مصرف انرژی در ساختمانها، انرژی مصرفی در بخش تأسیسات شامل سیستمهای تهویه مطبوع و گرمایش و سرمایش می باشد که در این فراز و گفتار به تمرکز بر روی آخرین متدها در سیستمهای مدرن گرمایش و سرمایش کفی و سرمایش سقفی می پردازیم.

با نگاهی گذرا به تاریخچه پیدایش سیستم گرمایش کفی ، این سیستم ما را به 120 سال قبل از میلاد مسیح در نزد رومی ها می برد که در آن زمان با حفر کانالهایی در زیر کف و با عبور بخار و دود داغ ناشی از سوختن چوب و ذغال سنگ کف زمین را گرم می نمودند و این سیستم فراموش شده تا جاییکه با پیشرفت تکنولوژی امروزه خود را دوباره نشان می دهد .

سیستم گرمایش کفی را می توان در سه مدل انرژی حاصل از آبگرم ، هوای گرم و انرژی الکتریکی اجراء نمود که هر سه روش بدلیل بهینه نمودن مصرف انرژی نسبت به مدل های دیگر حرارتی با سرعت زیاد در حال پیشرفت می باشد .

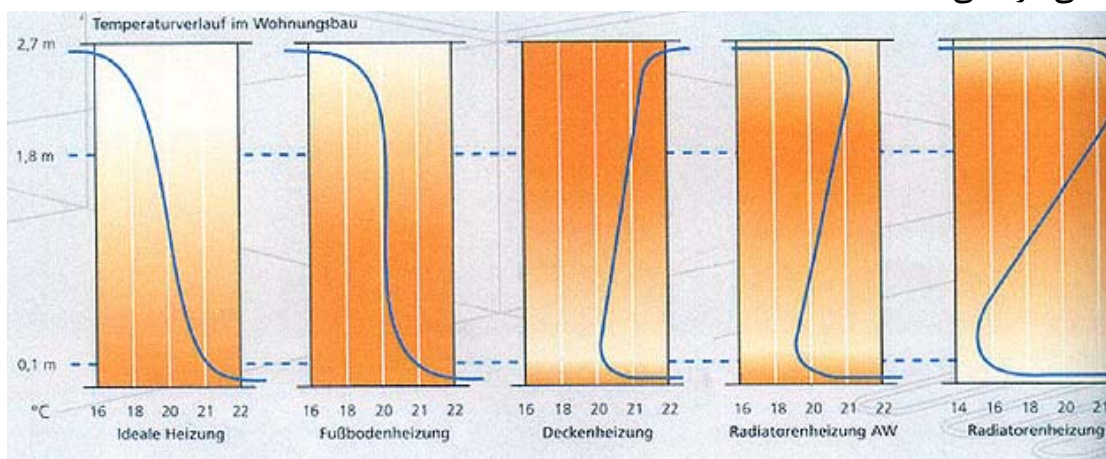
از سه مدل ذکر شده مدل حرارتی سیستم گرمایش کفی توسط آبگرم جریانی در لوله ها بدلیل خواص و مزیت های بیشتر نسبت به دو مدل دیگر بیشتر مورد توجه و رشد و مصرف می باشد ، با توجه به نیاز حرارتی و بار حرارتی ساختمان ، طراحی حجم لوله ها در کف و تعداد و فاصله آنها و دبی آب گذرانده و همچنین اختلاف درجه حرارت آب در رفت و برگشت ، نوع پمپ و بویلر و دیگر دستگاههای مورد نیاز انجام می گردد .

سپس با تقسیم بندی فضاهای مورد نظر به چندین قسمت و زون بندی محیط امکان کنترل دقیق تر فضاها بوجود می آید یکی از مراحل مهم در اجرای این طرح میزان و دقت در عایقکاری محیط بوده و کف محیط در اولین مرحله اجرایی به مقدار مورد نیاز در طراحی انجام شده عایق می گردد و دور تا دور تقاطع دیوارها با کف نیز که قسمتی از پرت انرژی در ساختمانها مربوط به این قسمت می باشد ، نیز بخوبی عایق می گردد و پس از آن بسته به طراحی انجام شده چیدمان لوله ها در کف با توجه به گرادیان دمایی مورد نظر اجراء شده و در نهایت بسته به سطح نهایی کف اندازه بتن و ملاط مورد نیاز در کفسازی نهایی مشخص شده و سیستم آماده راه اندازی می گردد .

مزایا و معایب سیستم گرمایش کفی :

همانطوریکه مشخص می باشد در سیستم گرمایش کفی با چرخش آبگرم از میان شبکه لوله ها ، حرارت به آرامی و بسیار مطبوع و یکنواخت توزیع می شود، حال آنکه در سیستم های

قدیمی و سنتی مانند رادیاتور، بدلیل توزیع نامناسب گرمایی نقاط سرد و گرم بسیار زیاد بوده بطوریکه نزدیک رادیاتور گرم بوده و هر چه از آن دورتر می شویم حرارت کمتر شده و سرد می گردد و این در حالتی که درجه حرارت ورودی به رادیاتور حدود 75 درجه سانتی گراد بوده و حال آنکه در سیستم گرمایش کفی دمای متوسط آب ورودی به سیستم حدود 45-50 درجه سانتی گراد می باشد .



() , , :

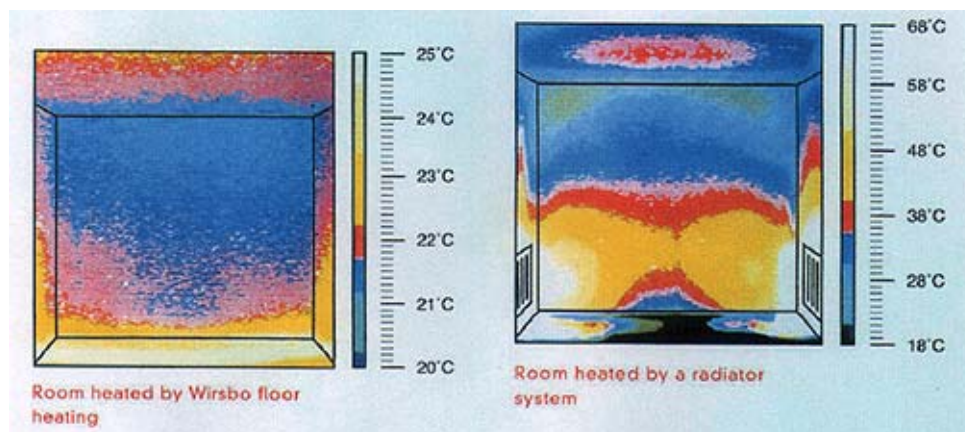
لازم به ذکر است که از سه مدل انتقال حرارت (جابجایی ، هدایتی و تابشی) در سیستم گرمایش کفی برخلاف دو مدل دیگر حدود 60 درصد انرژی منتقل شده بصورت تابشی می باشد که این خاصیت انتقال انرژی یکی از دلایل کمی پرت انرژی (حدود 40 درصد کاهش مصرف سوخت) نسبت به دو مدل دیگر نیز می باشد و در این مدل حرارتی با توجه به آرامی یکنواختی گرمای آن ، پروفیل دما در مقایسه با سایر سیستم ها منطبق ترین و نزدیک ترین حالت را با پروفیل ایده آل دمایی از لحاظ شرایط راحتی انسان دارا می باشد .

نکته مهم وقابل توجه این سیستم صرفه جویی در مصرف انرژی است ، در این سیستم بدلیل سطح وسیع تابشی ، می توان با 3 الی 5 درجه سانتی گراد کاهش دما هنوز هم همان شرایط مطبوع فراهم شده بوسیله سیستم سنتی (رادیاتور) را ایجاد نمود و این در حالی است که با هر درجه سانتی گراد کاهش دما صرفه جویی معادل 6 درصد انرژی خواهیم داشت ، پس این قضیه معادل 20الی 30 درصد صرفه جویی بدنبال خواهد داشت .

با رعایت طراحی دقیق و عایق کاری مناسب این سیستم می توان حتی تا 50- 60 درصد در مصرف انرژی صرفه جویی نمود ، بد نیست بدانیم که یکی از عوامل موثر در این کاهش مصرف انرژی تفاوت در نوع انتقال حرارت در این سیستم می باشد .

تفاوت اساسی بین انتقال حرارت بصورت تشعشی (مادون قرمز) بخاطر ظرفیت اجسام در جذب اشعه ، عملکرد متفاوت است ، این بدین معنی است که اگر لازم باشد هوا را به همراه سایر اشیاء گرم کنیم تا افراد گرم شوند انرژی زیادتری لازم است صرف شود نسبت به حالتیکه فقط افراد

را گرم نماییم ، در ضمن در این سیستم چون اشیاء نیز گرم می شوند (انتقال حرارت تابشی) ، با تغییر حجم و تعویض هوا مدت زمان بسیار کمتری لازم است تا هوای جدید گرم شود ولی در سیستمهای دیگر تهویه مطبوع و هوایی اینگونه نیست .



نکته قابل توجه دیگر این است که در سیستمهای متداول و سنتی معمولی چون قسمت اعظم انتقال حرارت از طریق جابجایی و گرم کردن هوا صورت می گیرد و چون هوای گرم به سمت بالا حرکت می کند و تجمع هوای گرم در زیر سقف (جایی که محسوس نبوده و مورد لزوم نمی باشد) می باشد ، در حقیقت مجبوریم اینقدر فضای بالا را گرم کنیم تا مقداری از آن به پایین تر منتقل شود و این در حالی است که نزدیک کف پا سرد است و مطبوع نمی باشد ، بر اساس آخرین نتایج بهترین و ایده آل ترین شرایط راحتی انسان در حالتی است که بین دمای محیط اطراف پا و سر و گردن بین 2 الی 3 درجه اختلاف دمایی داشته باشیم و دما در کف پا گرمتر از محیط سر و گردن باشد و این شرایط تنها در مدل حرارتی گرمایش کفی امکان پذیر می باشد .

قابلیت های مختلف سیستم گرمایش کفی :

- * دمای پایین مورد نیاز این سیستم ، این امکان را به ما می دهد که از انرژی ارزان و پاک خورشیدی استفاده نماییم که خود نقش موثری در کاهش مصرف سوخت و آلاینده های هوا دارد .
- * قابلیت دیگر آن تفکیک فضا (زون بندی) و کنترل هر کدام بصورت جداگانه می باشد ، طبق آمارهای موجود می توان با کنترل دما می توان تا حدود 50-60 درصد مصرف انرژی صرفه جویی نمود و این عمل با شیرهای دستی و برقی یک یا چند کلکتور مرکزی صورت می گیرد و حتی می توان از سیستم پیشرفته هوشمند آن استفاده نمود که توسط شیر برقی و ترموستات و جعبه کنترل کننده و رابط بین اجزاء ، طبق برنامه ریزی مشخص و معین فضاها را در زمان های مختلف با دماهای متفاوت بوجود آورد .

- * قابلیت بسیار زیاد در طراحی و معماری داخلی ساختمان
- * بهداشتی ترین سیستم موجود حرارتی و تهویه مطبوع از لحاظ اجزاء سرگردان و ذرات معلق هوا
- * عدم نفوذ موجودات موزی به کف محیط بدلیل گرم بودن همیشگی کف

*

محاسبات عملی در یک پروژه مشترک بین سیستم گرمایش کفی و سیستمهای سنتی :
 ساختمان مورد نظر دارای متراژ مفید حدود 200 متر مربع در یکی از نقاط شمالی تهران بوده و دارای سه اتاق خواب ، آشپزخانه ، پذیرایی و نشیمن خصوصی و دو سرویس بهداشتی می باشد .

سیستم گرمایشی توسط روش سنتی با رادیاتور :
 شرایط طرح داخل : 72 درجه فار نهایت در اتاق ها و سالن ها + 76 درجه فار نهایت در سرویسهای بهداشتی

ضریب هدایت حرارتی در کف محیط : K 0.2

ضریب هدایت حرارتی در دیوارهای خارجی : K 0.22

ضریب هدایت حرارتی در سقف : K 0.18

ضریب هدایت حرارتی در شیشه تک جداره : K 1.13

ضریب هدایت حرارتی در شیشه تک جداره : K 1.13

	مساحت (فوت مربع)	Q (Btu/hr)
اتاق خواب	192.51	9738
اتاق خواب	183.97	9636
اتاق مهمان	230.68	6942
پذیرایی و هال خصوصی	1374.10	81453
سرویس بهداشتی	61.58	2520
سرویس بهداشتی	108.81	2704
جمع کل	2151.68	112994

میزان مصرف سوخت سالیانه :

$$E_{\text{annual}} = Q (\text{Design}) * DDh * 24 * Cd / 1000000 * (T_{\text{max}}) * e$$

براساس در نظر گرفتن فاکتورهای مشخص زیر برای شهر تهران مصرف سوخت سالیانه محاسبه می گردد:

$$Cd \text{ (Correction Factor)} = 0.76$$

$$DDh \text{ (Degree Day For Tehran)} = 1810$$

$$e \text{ (Fuel Efficiency Factor)} = 0.55$$

$$E_{\text{annual}} \text{ (For Radiator system)} = 130.441 \text{ Mbtu/Year}$$

که این میزان معادل با مصرف 4318.537 متر مکعب گاز در سال می باشد .

سیستم گرمایش توسط روش مدرن گرمایش کفی :

شرایط طرح داخل : 68 درجه فارنهایت در اتاق ها و سالن ها + 72 درجه فارنهایت در سرویسهای بهداشتی

ضریب هدایت حرارتی در کف محیط صفر بوده چون کف عایق می گردد: K 0

ضریب هدایت حرارتی در دیوارهای خارجی: K 0.22

ضریب هدایت حرارتی در سقف : K 0.18

ضریب هدایت حرارتی در شیشه تک جداره: K 1.13

ضریب هدایت حرارتی در شیشه تک جداره : K1.13

	مساحت (فوت مربع)	Q (Btu/hr)
اتاق خواب	192.51	6388
اتاق خواب	183.97	6530
اتاق مهمان	230.68	3717
پذیرایی و هال خصوصی	1374.10	55761
سرویس بهداشتی	61.58	1573
سرویس بهداشتی	108.81	1223
جمع کل	2151.68	75192

$$E_{\text{annual}} \text{ (For Radiator system)} = 94.03 \text{ Mbtu/Year}$$

که این میزان معادل با مصرف 3112.99 متر مکعب گاز در سال می باشد .

و طبق محاسبات انجام شده نسبت مصرف سوخت در حالت سنتی رادیاتورها 38 درصد

بیشتر از حالت سیستم گرمایش کفی می باشد .

کاربرد بهینه سیستم گرمایش کفی :

برای رسیدن به نقطه بهینه طراحی پارامتهایی از قبیل دمای کف اتاق ، شرایط هوای داخل و بیرون ، جنس و سایز لوله ها ، طول لوله ها و ... مهم می باشد ، خصوصیات و مشخصات سیستم گرمایش کفی که در راندمان آن موثر می باشد ، بشرح ذیل می باشد .

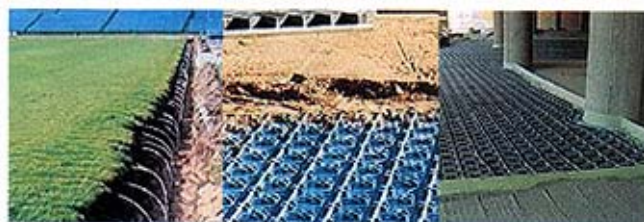
* بار حرارتی : براساس عایق کاری فضاها و شرایط قرار گرفتن فضاها در نظر گرفته شده که بین رنج 5 الی 11 می باشد .

* دمای کف محیط : طبق استاندارد دمای کف می بایستی بین 29 الی 33 درجه سانتیگراد باشد .

* سیال مصرفی باید حداقل دارای پهنای 5 باشد و نباید اثرات سمی ، بازی و قلیایی داشته باشد .

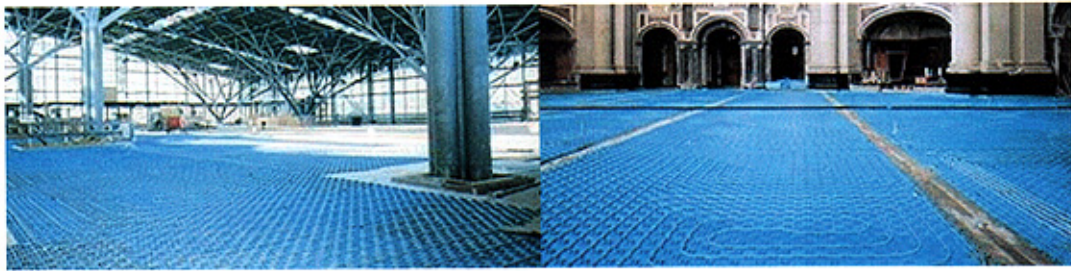
* دمای آب ورودی به لوله ها بسته به مدل پانل حرارتی و کف تمام شده حداکثر می بایستی 60 درجه سانتیگراد بوده و در کف هایی که از چوب استفاده می شود می توان تا 71.5 درجه سانتیگراد دما را افزایش داد.

* از عوامل مهم دیگر در طراحی گرمایش کفی توزیع یکنواخت و برابر بودن افت فشار در تمامی زونها می باشد که بسته به محل کلکتور مرکزی طول لوله ها بسته به سایز آنها می بایستی بین 60 الی 90 متر باشد .

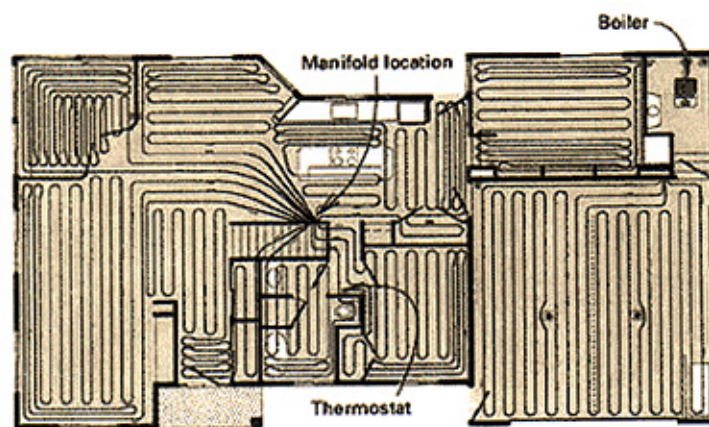


نمونه های کاربرد سیستم گرمایش کفی





نمونه نقشه اجرایی سیستم گرمایش کفی



مقایسه سیستم مرارتی گرمایش کفی و سیستم مرارتی اجباری (فن کوئل)

