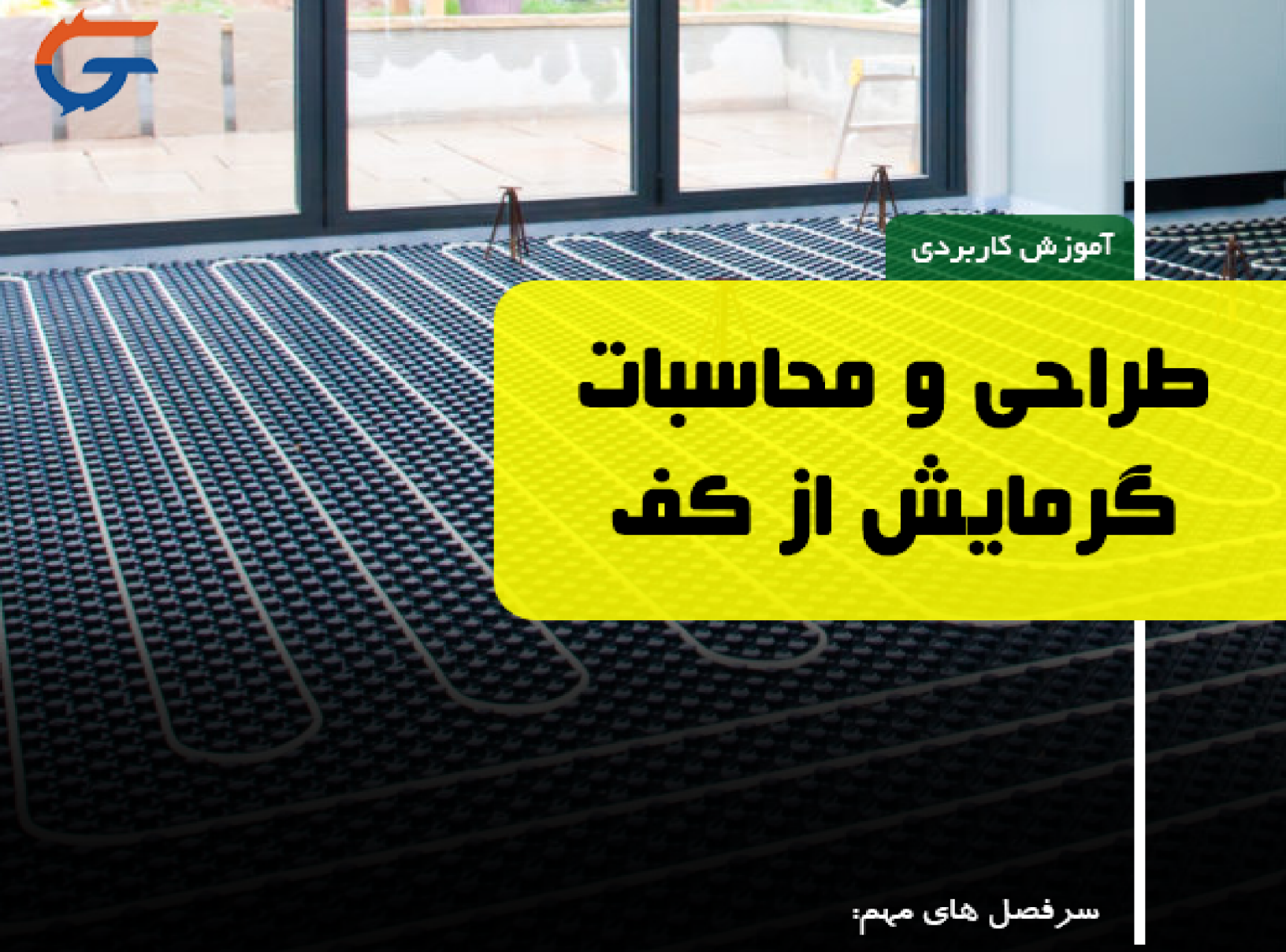


آموزش کاربردی

طراحی و محاسبات گرمایش از کف

سرفصل های مهم:

- روش های گرمایش از کف
- تشریح اجزا و ساختار سیستم
- زونبندی و سایزینگ لوله ها
- ضوابط لوله کشی و جانمایی کلکتور
- محاسبات گرمایش از کف با نرم افزار
- مقایسه روش ترموستاتیک و دستی
- محاسبات پمپ و مبدل حرارتی
- نکات اجرایی و نظارتی
- حل مثال ۰ تا ۱۰۰ طراحی گرمایش از کف

پروژه محور

همراه با نکات اجرایی

مؤلف: مهندس مجید رحیمی

مشاور، طراح، ناظر و

مدرس تأسیسات مکانیکی

www.ganjinetasisat.com

یکی از مهمترین پارامترها در طراحی سیستم گرمایش از کف دمای سطح می باشد. دمای سطح کف از این جهت بسیار حائز اهمیت است که به صورت مستقیم با آسایش ساکنین و کاربران محیط در ارتباط است. به طور کلی دمای سطح کف باید با گونه ی طراحی و اعمال گردد تا کاربران در اثر راه رفتن و یا دراز کشیدن بر روی سطح کف احساس مطلوبی داشته باشند و در عین حال حرارت مورد نیاز محیط را نیز تامین کند.

این دما علاوه بر میزان آسایش کاربر و بار حرارتی ساختمان به نوع پوشش کف نیز بستگی دارد. محدوده مجاز برای دمای کف در دو جنس متفاوت پوشش کف (چوب یا غیر چوب) در جدول زیر آورده شده است.

عوامل تاثیر گذار در محاسبات گرمایش از کف:

ابتدا می بایست بار حرارتی فضاهای مختلف را با نرم افزار کریر بدست آورد، **محاسبات سرانگشتی به جهت بزرگ بودن دامنه محاسبه بار حرارتی مناسب برای سیستم گرمایش از کف نمی باشد.**

نکته بسیار مهمی که باید بدان متذکر شویم این موضوع می باشد که فارغ از اینکه سیستم گرمایش پروژه چه سیستمی قرار است انتخاب شود، ساختمان براساس معماری شکل گرفته قطعا اتلافاتی را در زمستان خواهد داشت، لذا هدف سیستم گرمایشی این می باشد که بتواند این اتلافات را جبران کند.

پس از محاسبه بار گرمایشی توسط نرم افزار کریر، بار حرارتی بدست آمده باید توسط رادیاتور، اسپلیت، فنکویل یا گرمایش از کف جبران شود و قطعا هر سیستمی باتوجه بار حرارتی بدست آمده محدودیت ها و مزایایی برای استفاده خواهد داشت و قطعا نمی توان برای هر پروژه ی فقط یک سیستم گرمایشی انتخاب کرد و در بعضی شرایط طراح بین دو یا چند سیستم حق انتخاب خواهد داشت که باتوجه به معیارهایی که برای انتخاب سیستم وجود دارد باید به انتخاب یکی از آنها بپردازد (مقاله ی انتخاب سیستم های تهویه مطبوع از همین مولف در فایل های پیوست قرار داده شده است که می توانید بدان مراجعه کنید).

عوامل تاثیر گذار در سیستم گرمایش از کف:

- ابعاد اتاق ها
- بارحرارتی اتاق ها
- محل نصب کلکتورها
- رون بندی و کنترل دمای هر زون
- نوع پوشش کف اتاق ها
- طول مدار لوله ها
- فاصله لوله ها از هم
- شناسایی محل دیوارهای خارجی

قدم اول، شار حرارتی:

گرمای داده شده به محیط از طرف سیستم گرمایش از کف به گرما در واحد سطح پنل مشخص می شود.

$$q=\frac{QR}{AP}$$

q: شار حرارتی مورد نیاز بر حسب btu/h.ft2

QR: بار حرارتی اتاق (محاسبات نرم افزار کریر)

AP: سطح خالص کفی که گرمایش از کف می شود. بر حسب ft2

به طور مثال چنانچه بار حرارتی اتاقی 4800 btu/hr و سطح خالصی که گرمایش از کف می شود 200 فوت مربع باشد شار حرارتی به صورت زیر محاسبه می شود.

$$q=\frac{4800}{200}=24Btu/h.ft2$$

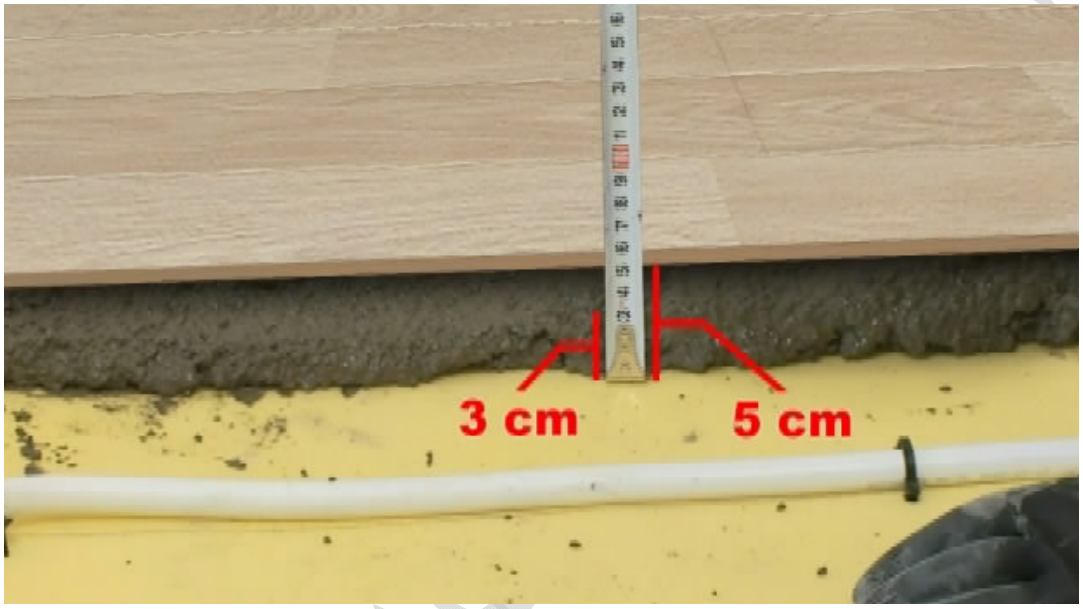
بدین معنی که در هر فوت مربع از سطح خود 24 Btu/hr حرارت به کف منتقل می کند و باتوجه به عایقکاری سطح زیر گرمایش از کف انتقال حرارت از سطوح زیر کف در محاسبات در نظر گرفته نمی شود.

در تعریف دقیقتر AP باید اشاره کرد، در صورتی که طراح یا مجری قصد گرمایش از کف آشپزخانه یا اتاق خواب را داشته باشد باتوجه به اینکه در آشپزخانه کابیت و فضاهایی با چیدمان ثابت قرار می گیرد و یا در اتاق خواب ها کمد دیواری ممکن است در نظر گرفته شود فقط مساحتی خالصی که گرمایش از کف می شود در مخرج کسر قرار می گیرد.

یا در پروژه های استخری، سطح کاسه استخر نسبت به سطح فضاهای جانبی دور تا دور ارجحتر است، لذا در پروژه های استخری اقلیم سردسیر هدف از گرمایش کف خشک کردن سطوح خیس روی کف به منظور جلوگیری از لیز خوردن افراد می باشد تا ایمنی استفاده از این فضاها بالاتر برود. لذا جهت گرمایش فضا از سیستم های اصلی باید استفاده کرد و گرمایش فقط به عنوان سیستمی کمکی استفاده گردد.

قدم سوم، پوشش روی کف:

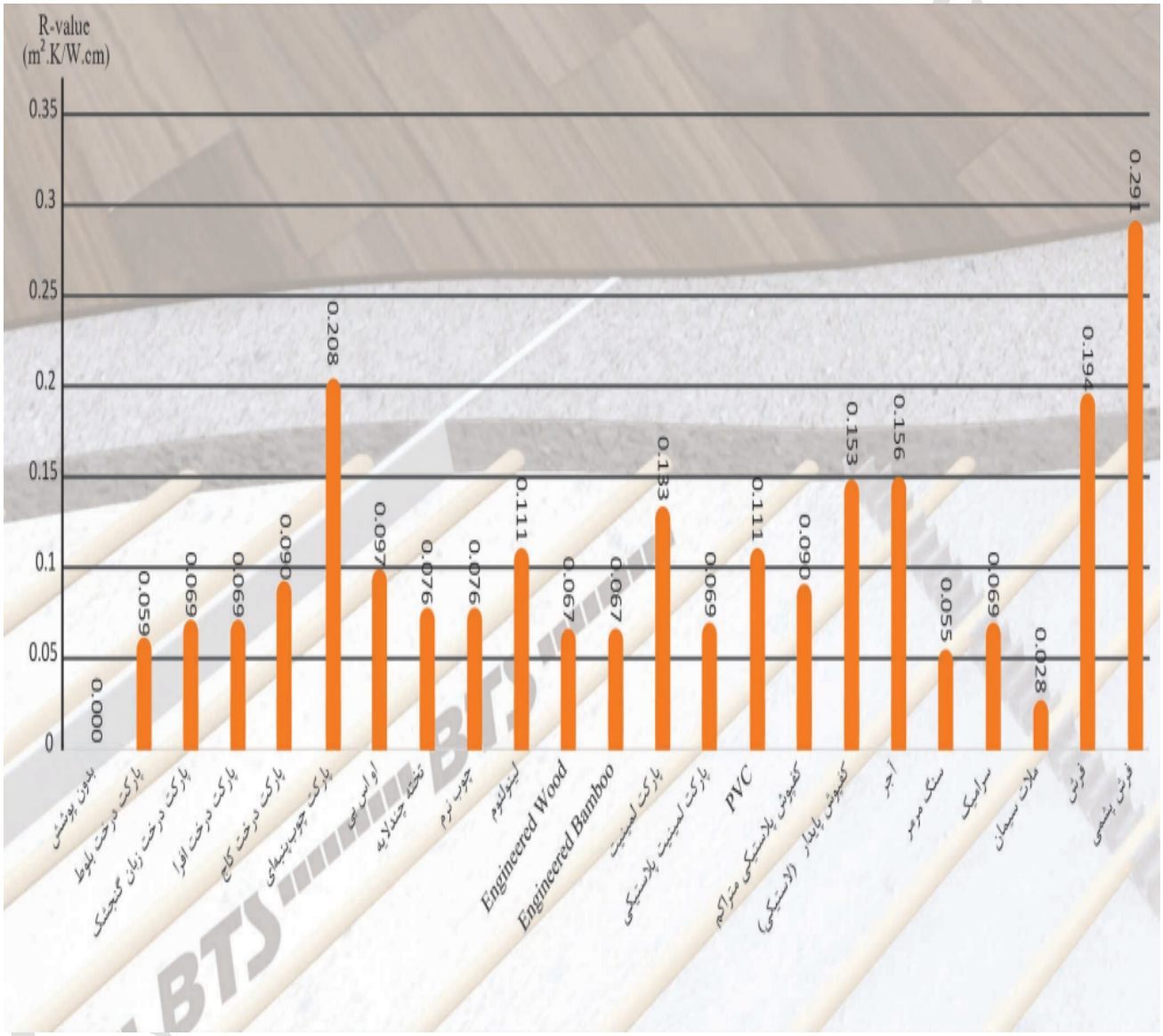
پوشش کف به دو طریق روی شار حررتی اثر می گذارد، اول اینکه این پوشش کف مقاومت حرارتی کف را افزایش می دهد، از این رو برای به دست آوردن یک مقدار شار حرارتی باید **دمای آب عبوری** از لوله های گرمایش از کف را بالا برد. دوم انکه افزایش مقاومت حرارتی کف **باعث کاهش کلی پروفایل دمای سطح کف** می گردد.



ضخامت بتن روی گرمایش از کف 3 تا 5 سانتیمتر می تواند اجرا گردد. نصب سیستم گرمایش کفی، در بسترهای بتنی به دلیل قابلیت بالای بتن در ذخیره و صدور پایدار گرمای تابشی، روش مناسبی است. اما بازده این سیستم به شدت تابع نحوه نصب است. اگر لوله ها به هم نزدیک باشد گرمای بسیار زیادی در اتاق تولید می گردد و اگر فواصل لوله ها از هم زیاد باشد اتاق سرد خواهد شد.

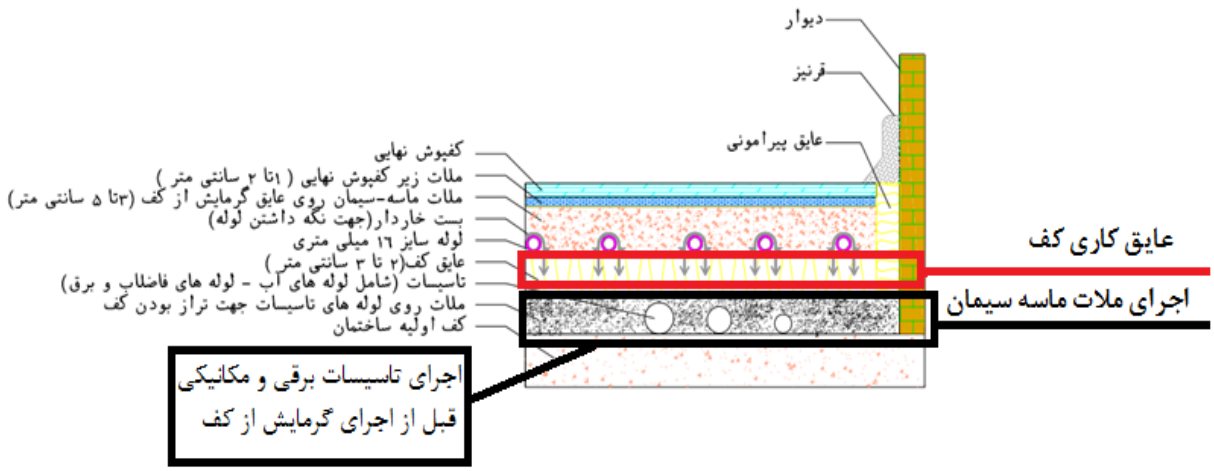
در زمان نصب ابتدا کلیه لوله و کابل های غیر از گرمایش کف باید اجرا شوند، سپس بستری بتنی برای تسطیح سازی کف ایجاد می شود و بعد از آن یک لایه عایق اجرا می گردد. که می توان عایق پلی استایرن یا فوم اجرا شود.

اگر در طرح از پوشش های مختلفی استفاده شده است باید آن مقادیر را با هم جمع کنید تا مقاومت کلی سطح مورد نظر بدست آید، لذا توصیه می شود مجموع مقاومت پوشش کف از 0.44w/m2k یا 2.5Btu/h.ft2.F بیشتر نشود.



آنچه طبق جدول بالا مشخص است استفاده از فرش پشمی، فرش، پارکت چوب خاص تاثیر به سزایی بر کارکرد سیستم می گذارند و بالا تلاش کرد تا کارفرما را مجاب کرد تا از این متریال ها به عنوان پوشش نهایی استفاده نکند. ضریب تبدیل w/m2k به Btu/hr.F.ft2 عدد 5.63 می باشد.

به طور مثال اگر مجموع مقاومت رو کف 1.20 Btu/hr.F.ft2 باشد و دمای کف 85 درجه فارنهایت باشد، برای تامین شار حرارتی می بایست دمای آب ورودی به هر زون 120 درجه فارنهایت یا معادل 49 درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.



لایه های تشکیل دهنده بر روی لوله های گرمایش از کف

جهت روشن تر شدن این موضوع با ذکر یک مثال کاربردی به این مهم خواهیم پرداخت. فرض کنید یک اتاق با شار حرارتی یکسان، اختلاف دمای یکسان، متراژ یکسان، دمای محیط و فواصل اجرای لوله کشی یکسان داشته باشیم. درحالت اول بهره بردار بر روی کف نهایی که سرامیک می باشد **هیچ پوشش دیگری قرار نمی دهد** و در حالت دوم بهره بردار قصد دارد بر روی کف نهایی گرمایش از کف **فرش** قرار دهد.

تفاوت دو حالت اشاره شده **فقط در مقاومت حرارتی پوشش کف می باشد،** در حالت اول با فرض استفاده از ملات ماسه سیمان و سرامیک مجموع مقاومت حرارتی بر روی سطح 0.60btu/ft2.f.hr محاسبه می گردد.

در این حالت دمای آب ورودی به سیستم گرمایش از کف باید 112.40 درجه فارنهایت یا معادل 44.66 درجه سانتیگراد باشد. که در این حالت دمای کف 81 درجه فارنهایت یا معادل 27 درجه سانتیگراد خواهد شد.

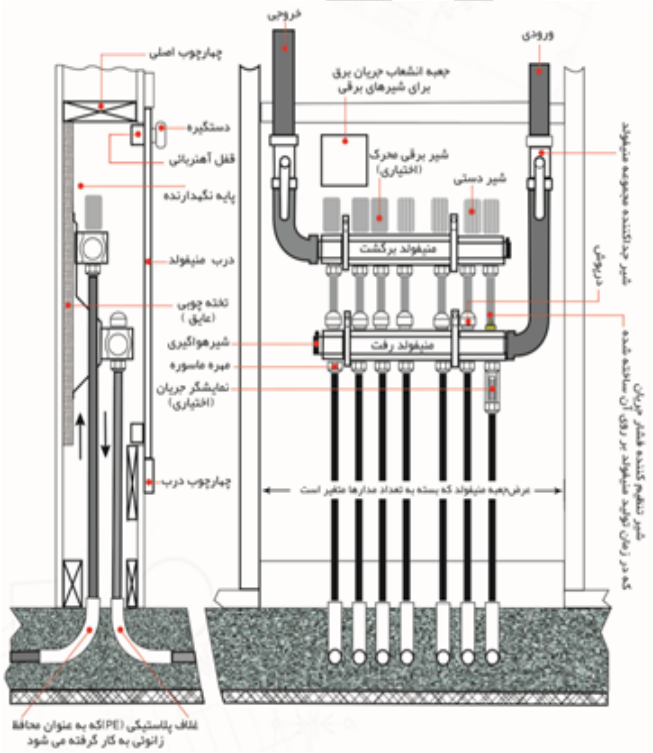
در حالت دوم فرضیات حالت اول صادق خواهد بود و فقط نوع پوشش نهایی فرش خواهد بود، لذا در حالت دوم مقاومت حرارتی سرامیک و ملات ماسه سیمان را به جهت ساده سازی در نظر نخواهیم گرفت و فقط مقاومت حرارتی فرش را در نظر می گیریم که این عدد 1.1 Btu/ft2.f.hr محاسبه خواهد شد.

همانطور که مشاهده می کنید در یک شرایط یکسان اگر فقط مقاومت حرارتی تغییر کند، برای پوشش دهی شار حرارتی یکسان باید دمای آب ورودی به سیستم افزایش پیدا کند. در حالت اول این دما 112.40 درجه فارنهایت یا معادل 44.66 درجه بود و در این حالت دما 123.40 فارنهایت یا معادل 50 درجه سانتیگراد می باشد.

جانمایی جعبه کلکتور:

محل نصب کلکتور باید به گونه ی باشد که در موقعیت مرکزی زون ها قرار گیرد تا هزینه کمتری بابت لوله کشی شده و ضمن اینکه هر چه کلکتور در مرکزیت زون ها قرار گیرد، نحوه زون بندی بهتر مدیریت می گردد. در انتخاب سایز کلکتور و سایز لوله ورودی به کلکتور پس از مثال ارایه شده بدان خواهیم پرداخت. در تصویر زیر جزئیات کلکتور را مشاهده خواهید کرد.

بر روی کلکتور رفت که پایین قرار می گیرد فلومتر قرار دارد که وظیفه آن تنظیم دبی هر مدار می باشد و بر روی کلکتور مدار برگشت هر زون شیر برقی قرار می گیرد که از ترموستات دیواری هر ناحیه فرمان می گیرد.



دراجرای گرمایش‌کفی، سر شیر برقی‌ها را روی مدارخودشان نصب کنید. با نصب نادرست سرشیربرقی‌ها، باتنظیم ترموستات دریک فضا، دما درفضای دیگری تغییر می‌کند.

معرفی اجزای کنترلی و دسته بندی کلکتورها موجود :

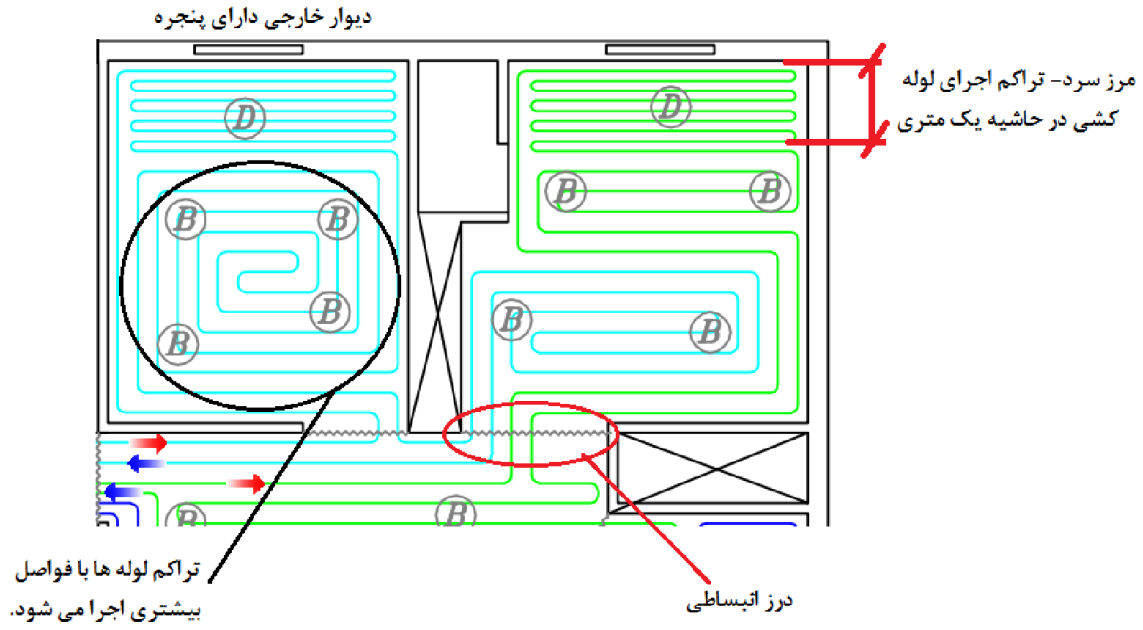
یکی دیگر از کلکتورهای جدید جهت کنترل دما استفاده از کلکتور ها Modulating می باشد. در این سیستم با استفاده از شیر سه راه موتوری، ترموستات می توان دمای مورد نیاز گرمایش از کف را تامین کرد .

ضوابط اجرایی لوله کشی گرمایش از کف :

قبل از پرداختن به این موضوع ابتدا باید براساس قوانینی که در ادامه ذکر می شود شرایط ذیل را در هنگام ترسیم لوله کشی باید مد نظر قرار داد:

- اولویت عبور آبگرم از نزدیکی دیوار خارجی :

همانطور که در تصویر زیر مشاهده می کنید در سیستم گرمایش از کف، هر جا دیوار خارجی دارای پنجره باشد به عنوان مرز سرد شناخته می شود و در حدود 1 متری این مرز سرد تراکم لوله ها به فاصله 10 سانتیمتری اجرا می شود، لذا شروع حرکت داخل فضاها همیشه از ناحیه مرز سرد می باشد تا بتوان از انرژی داخل لوله برای گرمایش از ناحیه استفاده کرد.



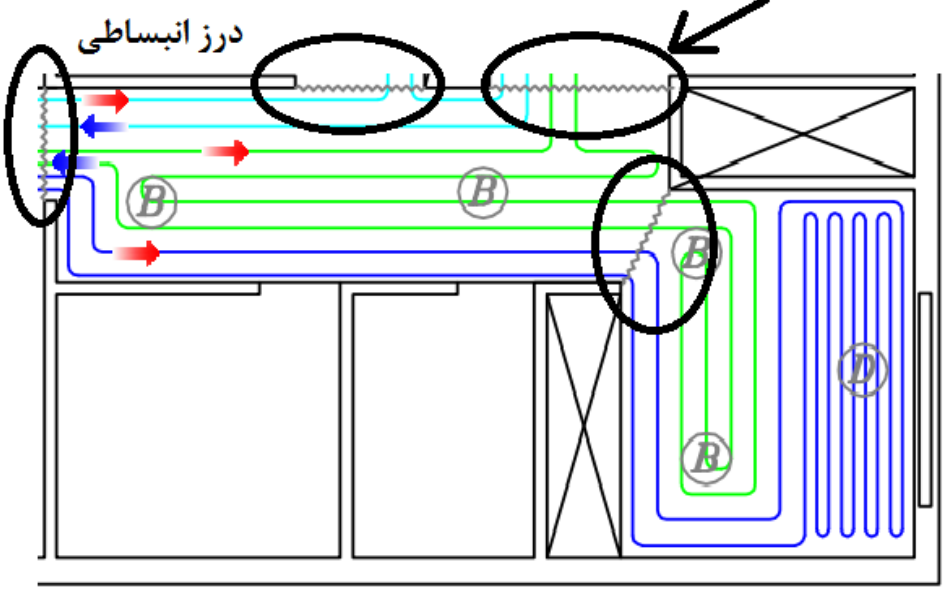
- استفاده از چند مدار برای فضاهای بزرگ

همانطور که قبلا توضیح داده شد در سیستم گرمایش از کف محدودیت های اجرایی وجود دارد، به طور مثال در یک مدار گرمایش از کف با استفاده از لوله 16 میلیمتر نمی توان بیشتر از 90 متر لوله کشی اجرا کرد، لذا در صورتی که مساحت فضا بزرگ باشد از چندین زون برای پوشش دادن آن منطقه استفاده خواهیم کرد.

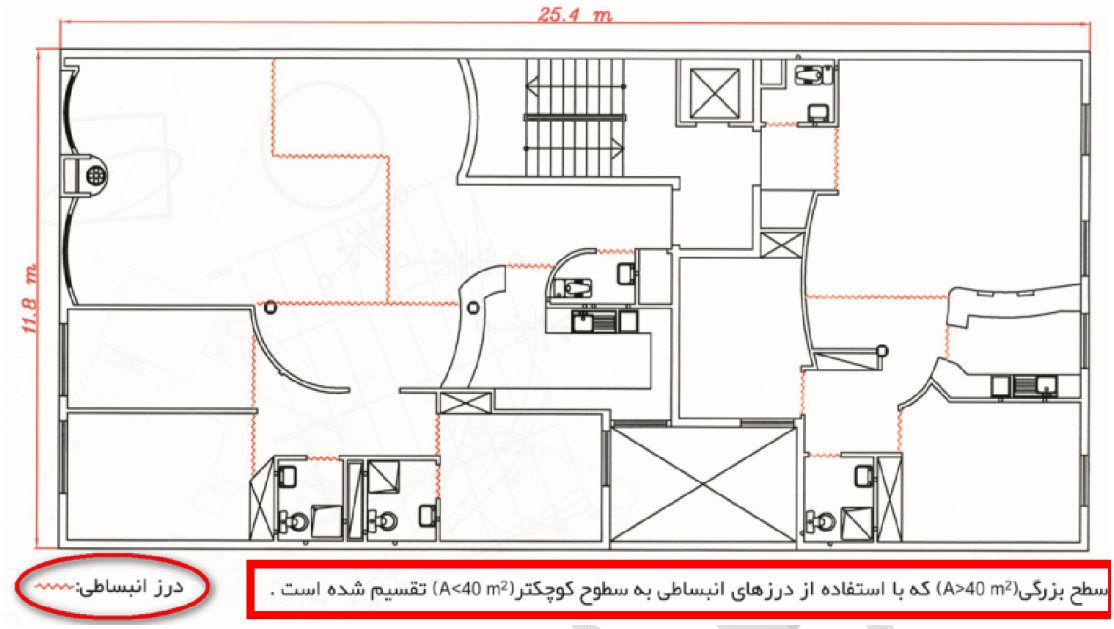
در تصویر زیر نیز برای فضای مورد نظر دو مدار جداگانه طراحی شده تا بتواند توزیع آبگرم مناسبتری در کف داشته باشد تا بتواند شار حرارتی را منتقل کند.

- توجه به دیوارهای خارجی دارای پنجره و تعیین مسیر لوله کشی از آن سمت

همانطور که قبلا توضیح داده شد در فضاهایی که دیوار خارجی دارند که بر روی آن پنجره قرار داد، شروع مسیر حرکت ابتدا از آن ناحیه شروع خواهد شد.



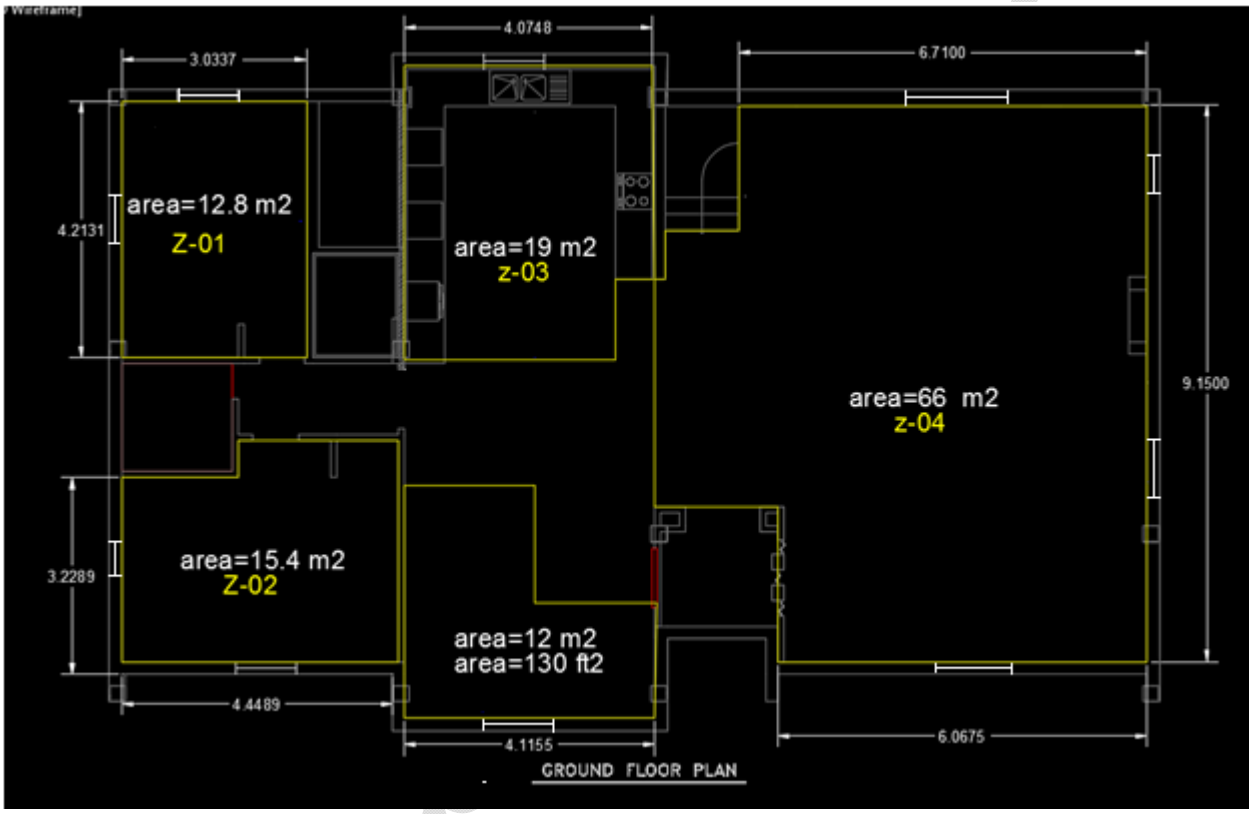
- عدم عبور لوله های از روی همدیگر
- عدم استفاده همزمان از حوله خشک کن و گرمایش کف (دمای کارکرد حوله خشک کن بالاتر از مدار گرمایش از کف می باشد و درصورت تامین آب از خط گرمایش از کف، حوله خشک کن گرمایش مطلوبی نخواهد داشت.



خطوط زیگزاگ قرمز ناحیه درز انبساطی می باشد.

قدم اول: محاسبه بار گرمایشی

مثال: پلان زیر مربوط به یک پروژه مسکونی تک واحدی در شهر تهران می باشد، روش کنترل دمای زون ها در این پروژه به صورت ترموستاتیک می باشد، لذا اتاق خواب ها و فضاهایی که نیاز به استقلال دمایی مجزا می باشند به عنوان یک زون یا ناحیه مجاز تعیین می گردند.



با استفاده از نرم افزار کریر محاسبات بار حرارتی فضاهای مختلف را بدست آورده ایم، که در جدول زیر خروجی بار گرمایشی فضاها در قسمت Heating Load بر حسب MBH محاسبه شده که این عدد را ضربدر 1000 خواهیم کرد تا بار بدست آمده بر حسب Btu/hr نیز بدست بیاید.

Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (MBH)	Heating Coil Ent/Lvg DB (°F)	Htg Coil Water Flow @20.0 °F (gpm)	Fan Design Airflow (CFM)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design Airflow (CFM)
Zone 1	3.8	67.1 / 83.4	-	250	0.000	0.000	0
Zone 2	4.7	67.1 / 82.9	-	315	0.000	0.000	0
Zone 3	2.9	67.1 / 80.0	-	239	0.000	0.000	0
Zone 4	19.7	67.2 / 82.7	-	1358	0.000	0.000	0

نامگذاری zone ها در نرم افزار کریر براساس نام هر zone در نقشه معماری بالا می باشد.

در جدول زیر نیز طبق پلان بالا و بار حرارتی بدست آمده موارد مورد نیاز را محاسبه خواهیم کرد: دقت داشته باشید برای آماده سازی این جدول حتما متراژ مفیدی که گرمایش از کف می شود باید هم در محاسبات زیر در نظر گرفته شود (فضای نصب کمد دیواری، کابینت و .... از فضای مفید کسر می گردد)

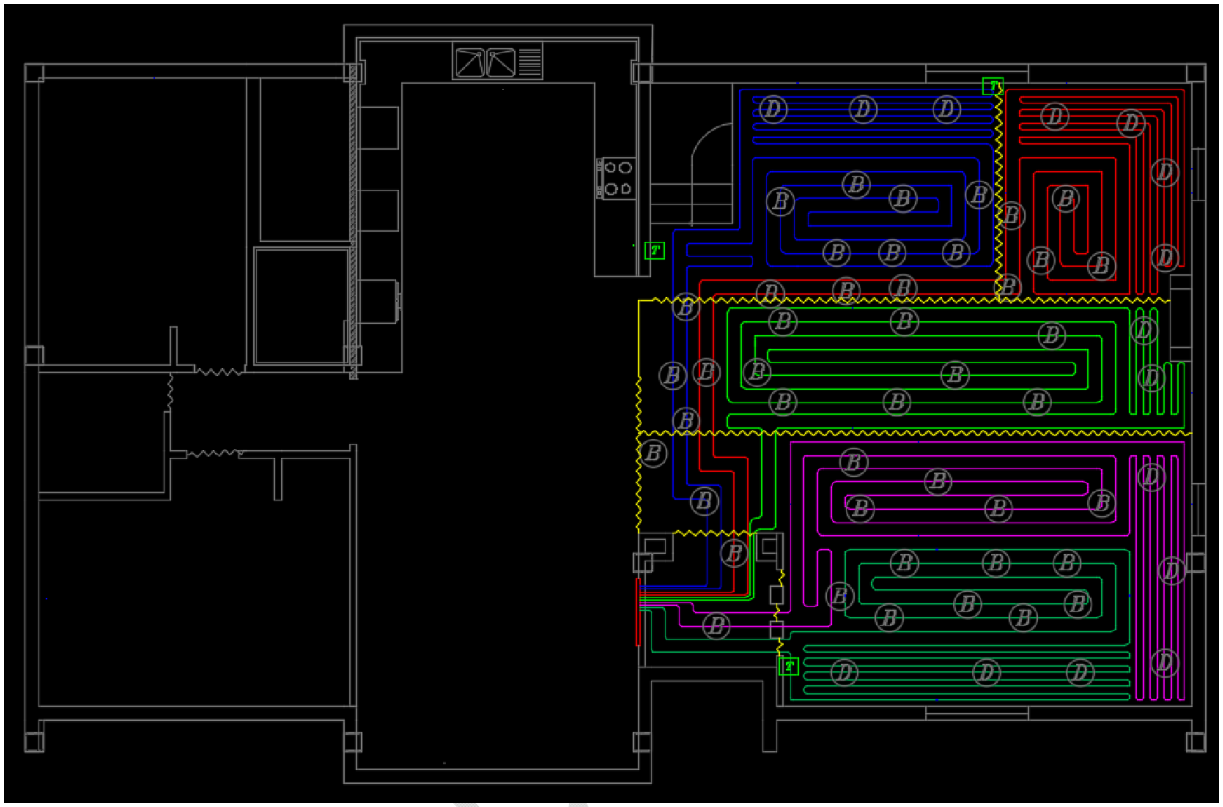
مقاومت حرارتی کف براساس جدولی که ارایه شده براساس متریال ماسه و سیمان و کفپوش سرامیک استفاده شده است که در این جدول ملاک محاسبات خواهد بود.

زون	z-01	z-02	z-03	z-04	z-05
بار حرارتی کریر Btu/hr	3800	4600	2900	19600	3600
متراژ کل هر فضا	20m2	15.4m2	19m2	71m2	12m2
متراژ خالصی که گرمایش کف می شود	12.8m2 138ft2	15.4m2 165ft2	12m2 130ft2	66m2 710ft2	12m2 130ft2
مقاومت حرارتی کف Btu/hr.F.ft2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
شار حرارتی کف Btu/hr.ft2	27.5	28	22.30	27.60	27.60
اختلاف دمای رفت و برگشت	10F	10F	10F	10F	10F
فاصله بین لوله ها	6"	6"	6"	6"	6"
دمای محیط داخل	68 F	68 F	68 F	68 F	68 F

شار حرارتی از تقسیم بار حرارتی به متراژ مفید بر حسب فوت مربع بدست می آید و مقاومت حرارتی کف نیز براساس جنس کفپوش سرامیک طبق جداول ارایه شده بدست آمده است.

دمای محیط نیز بر مبنای دمای آسایش طبق استاندارد ASHRAE محاسبه شده است که 18.5 درجه سانتیگراد که معادل 68 درجه فارنهایت می باشد بدست می آید (توجه شود که در سیستم گرمایش از کف نمی توان دمای آسایش را به مانند سیستم های فنکویل عددی در حدود 74 درجه فارنهایت در نظر گرفت و در این سیستم میبایست به لحاظ شرایط استفاده و دمایی تا حدودی فرهنگ سازی استفاده از سیستم گردد. در پروژه های خود می توانید دمای محیط را تا 70 درجه فارنهایت و گاها در بعضی نقاط کشور تا 72 فارنهایت در نظر بگیرید.

در ادامه ترسیم مسیر لوله کشی، زون بندی پذیرایی انجام می شود. به درز انبساط ترسیم شده دقت کنید.



همانطور که در تصویر زیر مشاهده می کنید، بعد از ترسیم طول لوله کشی هر زون مشخص شده است.

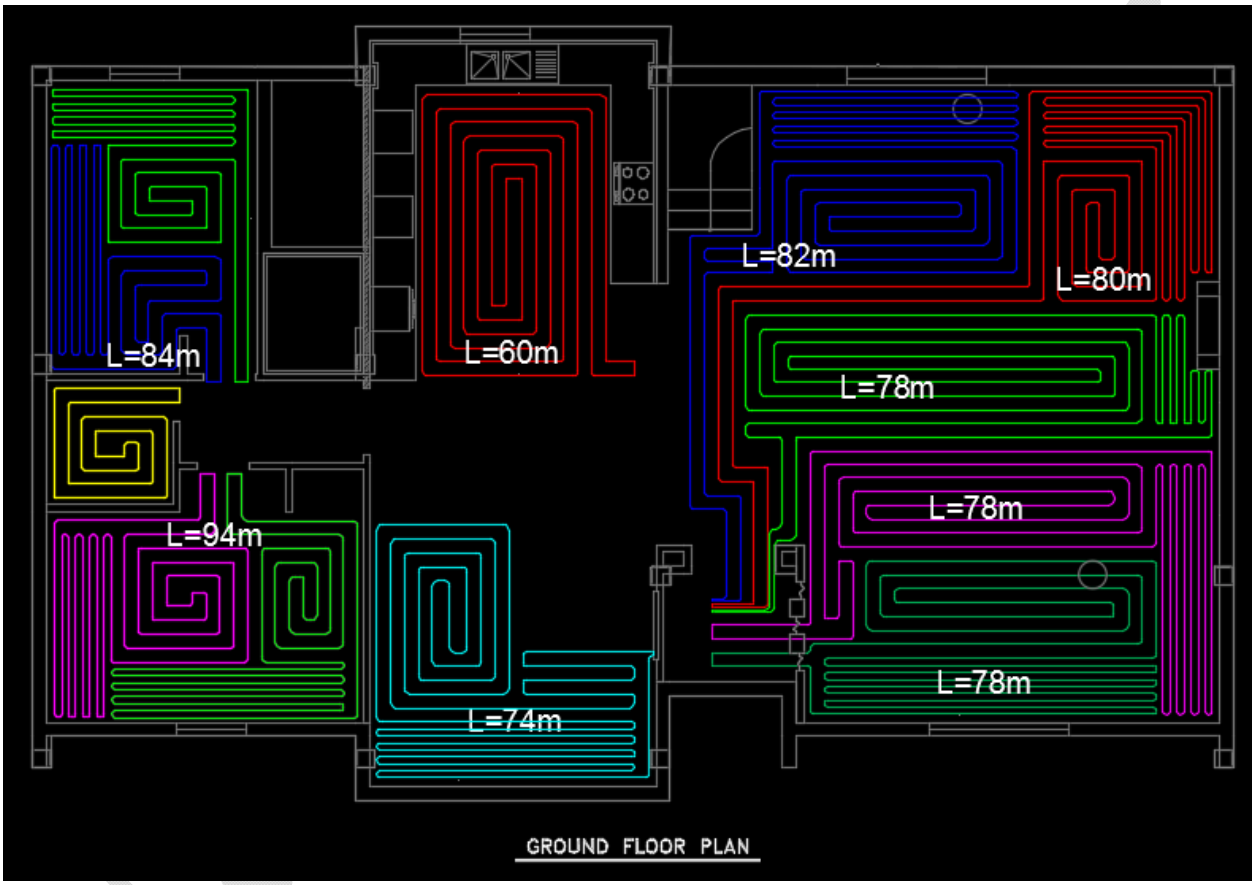
1	74 m	2	66 m	3	67 m	4	37 m	5	61 m	6	63 m
7	70 m	8	85 m	9	83 m	10	80 m	11	81 m	12	82 m

138 m^2	: S	مساحت کل کف کار شده
32 mm	: D	سایز لوله ورودی به کلکتور
7 GPM	: Q	دبی آب ورودی به کلکتور
6.5 ft.w	: h_l	افت فشار مابین کلکتورهای رفت و برگشت

در انتها باید کنترل گردد که آیا توانسته ایم میزان طول ارایه شده در نرم افزار BTS را در عمل با با طول لوله کشی ترسیم شده پوشش دهیم تا بر مبنای طول اجرا شده به شار حرارتی مورد نیاز برسیم؟

برای کنترل کردن این موضوع بدین شیوه عمل خواهیم کرد:

نکته: طول پوشش داده شده در اتاق می باشد و به هیچ وجه نباید طول لوله از کلکتور تا اتاق را در محاسبات طول در نظر گرفت، بدین علت هدف از بررسی این می باشد که چقدر توانسته ایم به طولی که باید در داخل اتاق اجرا گردد نزدیک شده ایم. همانطور که مشاهده می کنید میزان طول لوله کشی شده بر روی پلان هر زون نوشته شده است (طول لوله فقط درون هر فضا مشخص شده و به طول اجرا شده هر زون تا کلکتور توجهی نخواهیم کرد).



جهت بدست آوردن طول هر زون کافیست ابتدا کلیه لوله کشی هر ناحیه باید به صورت خطوط بهم پیوسته در نظرگرفته شود (polyline)، لذا کافیست از دستور Boundary Creation استفاده گردد تا طوله های هر زون به هم پیوسته شوند، سپس خطوط اجرا شده را انتخاب و دستور Li به منظور گرفتن محیط طول لوله کشی مشخص گردد.

لذا جهت سایزینگ لوله منشعب به کلکتور گرمایش از کف با محاسبه دبی آب مورد نیاز کل زون ها که 7.1gpm می باشد و با در نظر گرفتن نرخ افت فشار 3% برای لوله های مدار بسته طبق جدول لوله های pex-all-pex یا همان پنج لایه خواهیم داشت:

در فایل ضمیمه همراه کتاب جداول مربوط به سایزینگ لوله های پنج لایه شرکت سوپرپایپ به اشتراک گذاشته شده است که سایزینگ لوله به شرح ذیل می باشد.

لذا براساس سایز 32 میلمتر و دبی محاسبه شده همانطور که مشاهده می کنید نرخ افت فشار نزدیک به شرایط اولیه می باشد و این سایز انتخاب می گردد .

OD 32
ID=26

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100 ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
5.00	**0.315**	1.51	**0.0152**	1.95	**0.59**
5.20	**0.328**	1.62	**0.0164**	2.03	**0.62**
5.40	**0.341**	1.74	**0.0175**	2.10	**0.64**
5.60	**0.353**	1.86	**0.0187**	2.20	**0.67**
5.80	**0.366**	1.97	**0.0199**	2.26	**0.69**
6.00	**0.379**	2.09	**0.0210**	2.34	**0.71**
6.20	**0.391**	2.20	**0.0222**	2.43	**0.74**
6.40	**0.404**	2.32	**0.0234**	2.49	**0.76**
6.60	**0.416**	2.43	**0.0245**	2.56	**0.78**
6.80	**0.429**	2.55	**0.0257**	2.66	**0.81**
7.00	**0.442**	2.66	**0.0268**	2.73	**0.83**
7.20	**0.454**	2.78	**0.0280**	2.82	**0.86**
7.40	**0.467**	2.90	**0.0292**	2.89	**0.88**
7.60	**0.479**	3.10	**0.0312**	2.95	**0.90**
7.80	**0.492**	3.23	**0.0325**	3.04	**0.93**

.

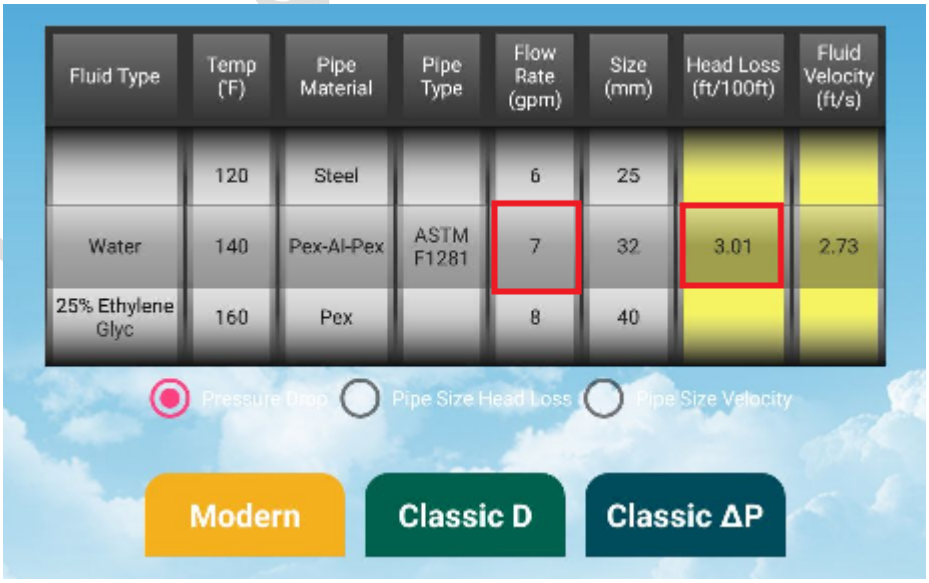
برای سایزینگ با این نرم افزار دمای فرایند را ماکزیمم دمای مدار گرمایش از کف، نوع لوله، دبی مجموع داخل لوله را وارد نرم افزار می کنیم و با در نظر گرفتن نرخ افت فشار 3 ft/100ft ابتدا سایز را تغییر می دهیم.

ابتدا سایز لوله 25 میلیمتر پنج لایه را وارد نرم افزار می کنیم، همانطور که مشاهده می کنید با دبی و سایز لوله 25 نرخ افت فشار و سرعت در لوله بسیار بالا رفته و این سایز مناسب نمی باشد.

Fluid Type	Temp (°F)	Pipe Material	Pipe Type	Flow Rate (gpm)	Size (mm)	Head Loss (ft/100ft)	Fluid Velocity (ft/s)
	120	Steel		6	20		
Water	140	Pex-Al-Pex	ASTM F1281	7	25	10.80	4.61
25% Ethylene Glyc	160	Pex		8	32		

Pressure Drop Pipe Size Head Loss Pipe Size Velocity

در حالت بعدی سایز لوله را روی 32 میلمتر قرار خواهیم داد و در این حالت سایز لوله منطبق با معیارهای در نظر گرفته شده می باشد. در حالت قطر 25 میلمتر نرخ افت فشار بیش از 3 فوت در هر 100 فوت طول لوله می باشد و در حالت قطر 32 میلیمتر چون قطر لوله افزایش پیدا کرد، نرخ افت فشار از معیار ما فاصله گرفت، اما به جهت اینکه سایز لوله 25 میلمتر صحیح نمی باشد میبایست سایز لوله بعدی که 32 میلمتر می باشد انتخاب و اجرا گردد.



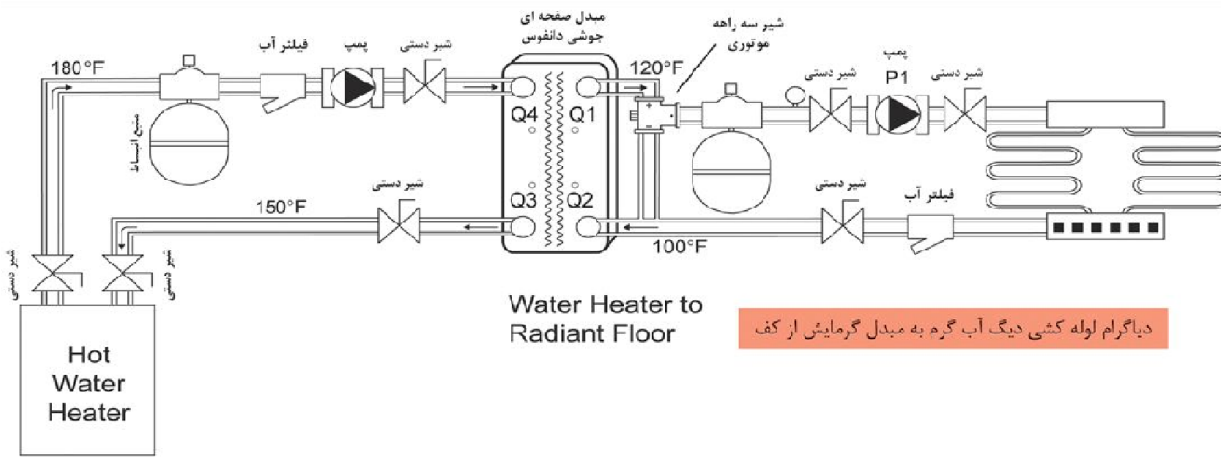
Fluid Type	Temp (°F)	Pipe Material	Pipe Type	Flow Rate (gpm)	Size (mm)	Head Loss (ft/100ft)	Fluid Velocity (ft/s)
	120	Steel		6	25		
Water	140	Pex-Al-Pex	ASTM F1281	7	32	3.01	2.73
25% Ethylene Glyc	160	Pex		8	40		

Pressure Drop Pipe Size Head Loss Pipe Size Velocity

Modern Classic D Classic ΔP

محاسبات مبدل حرارتی گرمایش از کف:

در تصویر زیر شماتیک مدار گرمایش از کف را مشاهده می کنید، این حالت برای مواقعی است که در پروژه از دیگ گرمایشی در موتورخانه استفاده می کنیم (دیگ غیر چگالشی)



به عنوان نکته مهم باید متذکر شویم هیچگاه در پروژه هایی که موتورخانه دارید، **دمای کاریی دیگ به اندازه دمای کاری مداری گرمایش از کف تنظیم نگردد، بدین علت که پایین آوردن دمای دیگ، یعنی پایین آمدن دمای دودکش و اگر دمای محصولات احتراق پایین تر از دمای نقطه شبنم محصولات احتراق کاهش پیدا کند چگالش رخ خواهد داد و اگر دیگ چگالشی نباشد باعث آسیب به دیگ خواهد شد.**

لذا برای رفع این معضل که دیگ چگالشی نیست سعی می گردد **آب به طور غیر مستقیم با استفاده از مبدل حرراتی گرم شود. برای گرمایش آب میتوان از مبدل صفحه ی یا مبدل پوسته لوله استفاده کرد.**

در صورتی که قصد داشته باشید از مبدل صفحه ی برای گرمایش از کف استفاده کنید، با داشتن دبی سمت مدار ثانویه (گرمایش از کف) و مدار اولیه (سمت دیگ) مبدل مورد نظر را محاسبه کرد.

لازم به ذکر است در صورت استفاده از مبدل صفحه ی یا پوسته لوله باید قبل از پمپ مدار گرمایش از کف حتما از منبع انبساط بسته استفاده گردد (پیشنهاد می گردد منبع انبساط بسته دیافراگمی در موتورخانه استفاده گردد و به واسطه دمای کم و حجم کم آب در داخل سیستم لوله کشی حجم این منبع عموما بین 30 تا 90 لیتر بدست می آید و هدف از نصب منبع انبساط در خط مکش پمپ گرمایش از کف ایجاد یک فشار

محاسبه هد پمپ مدار گرمایش از کف:

جهت محاسبه هد پمپ عواملی که باعث ایجاد افت فشار می گردند بدین شرح خواهد بود:

1. افت فشار مبدل حرارتی طبق کاتالوگ (عموما 5 تا 10 فوت)- براساس کاتالوگ 8 فوت
2. افت شیرآلات کنترلی روی کلکتور در صورت وجود (3 تا 5 فوت)
3. افت فشار کلکتور گرمایش از کف (1 تا 3 فوت)
4. افت فشار ناشی از طول لوله کشی و اتصالات از مبدل تا کلکتور
5. افت فشار ناشی از طول لوله کشی طولانی ترین زون گرمایش از کف

بیشتری طول لوله کشی از مبدل حرارتی تا کلکتور گرمایش از کف 15 متر می باشد، براساس نرخ افت فشار3٪ افت ناشی از طول لوله کشی بدین شرح می باشد:

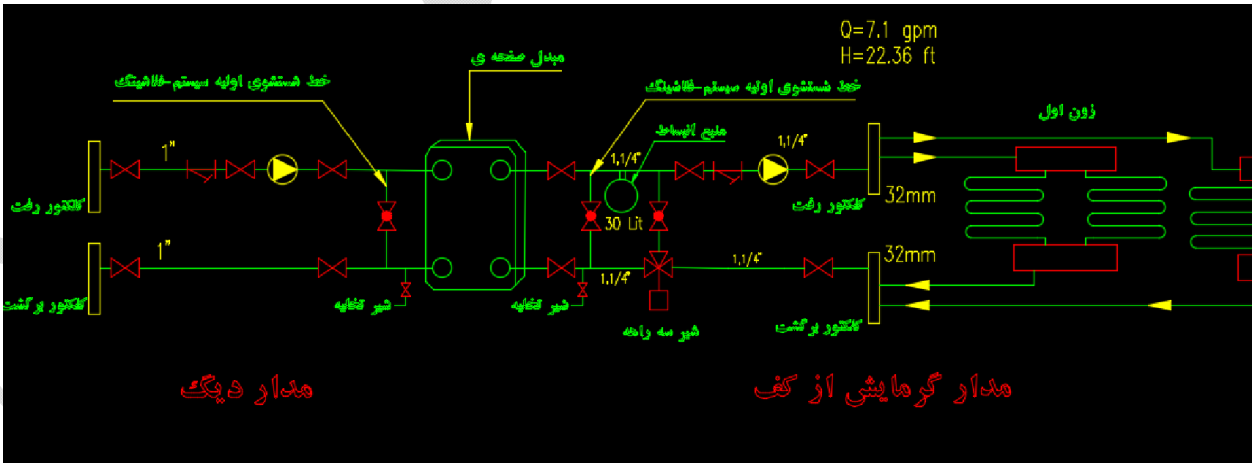
H_L=15×1.5×3ft/100ft =0.675 m or 2.21 ft

افت فشار طولانی ترین مدار گرمایش از کف طبق محاسبات قبلی 6.15 فوت می باشد.

HL=6.15+2.21+8+3+3=22.36 ft or 6.8 m

دبی پمپ طبق محاسبات 7.1gpm

2 Pump (one is standby) model Grundfos: UPS 25-60



Input

General

Application	Heating
Application area	Commercial buildings
Installation type	Distribution
Installation	Main circulator
Flow (Q)	7.1 US GPM
Head (H)	22.36 ft
BMS connectivity	No
Prefer fast delivery	No

Your requirements

Pumped liquid	Heating water
Min. liquid temperature	20 °C
Max. liquid temperature	60 °C
Liquid temperature during operation	60 °C
Max. operation pressure	10 bar
Min. inlet pressure	1.5 bar
Allowed flow undersize	10 %

Control mode

Control mode	Prop. pressure
Decrease at low flow	50 %
Enclosure class	IP20
Remote controlled by external controller	No

Edit load profile

Heating season	285 days
Load profile	Standard profile

Configuration

Select type of hydraulic	Parallel
Total number of pumps	1

Pump design

Pump material	Cast iron or stainless steel

Operational conditions

Frequency	50 Hz
Phase	1 or 3
Min. power limit for SD start	5.5 kW
Voltage	1 x 230 or 3 x 400 V
Ambient temperature	20 °C

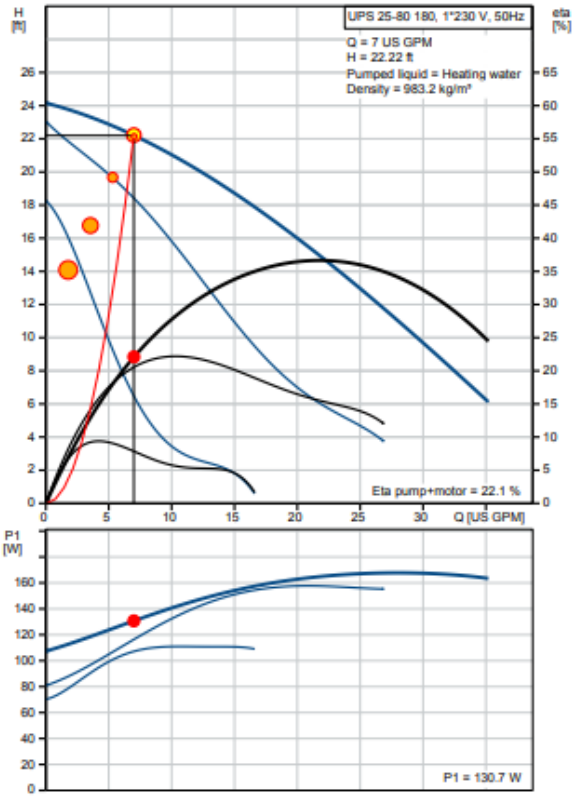
Hit list settings

Energy price	0.15 EUR/kWh
Increase of energy price	6 %
Calculation period	15 years

Load Profile

	1	2	3	4	
Flow	99	75	50	25	%
Head	99	102	104	106	%

Sizing result

Type UPS 25-80 180
Quantity 1

Flow	7	US GPM (-1%)
Head	22.22	ft (-1%)
Min.inlet pressure	0.2	bar (60 °C, against atmosphere)
Power P1	0.131	kW
Eta pump+motor	22.1	% =Eta pump * Eta motor
Eta total	22.1	% =Eta relative to the duty point
Energy consumption	805	kWh/Year
CO2 emission	459	kg/Year
Price	On request	
Life cycle cost	3342	EUR /15Years