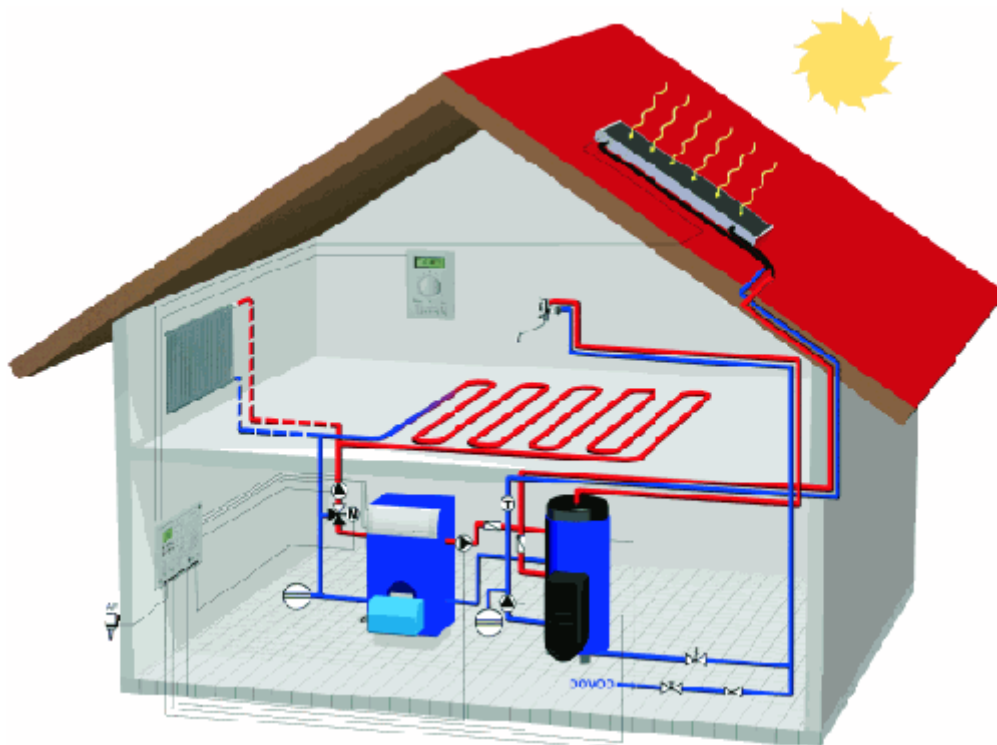


## همه چیز درباره گرمایش از کف



مقدمه: سیستم حرارتی گرمایش از کف که انتقال حرارت به صورت تشعشعی (تابشی) سهم زیادی در فرآیند گرمایشی آن دارد، درمقایسه با سایر سیستمهای حرارتی نه تنها در صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی بلکه در مقوله رفاه و آسایش ساکنان ساختمان ها دارای نقاط قوت بسیاری می باشد. در سالهای اخیر، سیستم گرمایشی از کف در کشورهای اروپائی و آمریکا بسیار متداول شده است و دلیل این گسترش روزافزون بهینه بودن مصرف انرژی، توزیع یکسان گرما در تمامی سطح و فضا و دوری از مشکلات موجود در سایر روش ها ، به عنوان مثال سیاه شدن دیوارها، گرفتگی و پوسیدگی لوله ها و ... می باشد. استفاده از روش گرمایش از کف جهت گرمایش محل سکونت از دیرباز به طرق مختلف انجام می گرفته است. بطوریکه رومی ها زیر کف را کانال کشی کرده و هوای گرم را از آن عبور می دادند و کره ای ها دود حاصل از

سوخت را قبل از اینکه از دودکش عبور کند از زیر کف انتقال می دادند. در سال ۱۹۴۰ نیز فردی بنام سام لویت برای این منظور لوله های آب گرم را در زیر کف قرار داد. در کشور ایران نیز در مناطق کوهستانی و سردسیر از جمله آذربایجان این روش مورد استفاده قرار می گرفته، که بیشترین مورد استفاده آن در حمام ها بود.



به طور کلی سه نوع روش گرمایش از کف موجود است:

۱. گرمایش با هوای گرم

۲. گرمایش با جریان الکتریسیته

۳. گرمایش با آب گرم

به دلیل اینکه هوا نمی تواند گرمای زیادی را در خود نگاه دارد روش هوای گرم در

موارد مسکونی چندان به صرفه نیست و روش الکتریکی نیز فقط زمانی مقرون به صرفه است که قیمت انرژی الکتریکی کم باشد. درمقایسه با دو روش ذکر شده، سیستم گرمایش با آب گرم (هیدرولیک) مقرون به صرفه تر و خوشایندتر می باشد. بدین خاطر سالهای متوالی در سراسر دنیا مورد استفاده قرار گرفته است.

روش گرمایش از کف به عنوان راحت ترین، سالم ترین و طبیعی ترین روش برای گرمایش شناخته شده است. همانطور که افراد در یک روز سرد زمستانی توسط تشعشع خورشید احساس گرما می نمایند در این روش نیز گرما را بوسیله انتقال حرارت تشعشعی (تابشی) از کف دریافت می کنند و یقیناً احساس آسایش بیشتری خواهند نمود. در این سیستم گرمایشی معمولاً دمای آب گرم موجود در لوله های کف خواب بین ۳۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد می باشد که درمقایسه با سایر روشهای موجود، که دمای آب بین ۵۴ تا ۷۱ درجه سانتی گراد است، ۲۰ تا ۴۰ درصد در مصرف انرژی صرفه جوئی می شود. در ساختمان هایی که دارای سقف بلند می باشند استفاده از سیستم گرمایش از کف باعث کاهش مصرف انرژی و صرفه جوئی در مصرف سوخت می شود، به این خاطر که در سایر روشها (مانند رادیاتور و بخاری) هوای گرم در اثر کاهش چگالی سبک شده و به سمت سقف می رود و اولین جایی را که گرم می کند سقف می باشد (این موضوع به طور واضح درسمت چپ شکل زیر مشخص می باشد). به علت بالا بودن دمای هوا در کنار سقف میزان انتقال حرارت آن به سقف از هر جای دیگر بیشتر است و این عامل باعث اتلاف مقدار زیادی انرژی می شود.

در روش گرمایش از کف ابتدا قسمت پائین که مورد نیاز ساکنین است گرم می شود

وهوا با دمای کمتری به سقف می رسد، که این یکی از مزایای اصلی این سیستم می باشد. یکی دیگر از مزایای استفاده از روش گرمایش از کف که امروزه بسیار مورد توجه واقع می شود آسایش و راحتی افراد می باشد، به طوریکه آسایش و راحتی فرد در محل سکونتش بدون اینکه از هر بابت دارای محدودیت باشد فراهم می شود. در نظر بگیرید که بدن شما در یک اتاق بگونه ای گرم شود که شما در هنگام استراحت هیچگونه هوای گرمی را استنشاق نکنید و تنفس شما بسیار ملایم صورت گیرد، این بهترین روش گرم کردن در یک آپارتمان و یا یک منطقه صنعتی است. همه اعضای بدن شما بخصوص پا که بیشترین فاصله را با قلب دارد همیشه گرم خواهد ماند و این برای انسان بسیار مطلوب خواهد بود.

همانگونه که قبلاً اشاره شد در گرمایش بوسیله رادیاتور یا بخاری دمای قسمت پائین اتاق سردتر از بالای آن می باشد که این حالت برای کودکان که دارای اندام کوچکی هستند ناخوشایند است، بطوریکه افزایش البسه آنها برای جلوگیری از بیماری، آزادی کودکانه آنها را محدود می کند. سیستم گرمایش از کف برخلاف رادیاتور که هوای محل سکونت را به دلیل گرمای بیش از حد خشک می کند، رطوبت را در حد متعادل نگه می دارد. همانطور که می دانید بیشتر افراد از کثیف شدن دیوارها و محیط زندگی در اثر استفاده از منابع گرمایی همچون بخاری و رادیاتور احساس نارضایتی می کنند. از آنجا که در سیستم گرمایش از کف جریان هوا به آرامی از پایین به بالا می باشد بنابراین دیوار ها پاکیزه می مانند. همین امر در مورد افرادی که دارای آلرژی (حساسیت) هستند بسیار مورد اهمیت است زیرا که محیط زندگی عاری از هرگونه محرک خواهد

شد. استفاده از این سیستم در مکانهایی همچون آشپزخانه و حمام که کف آنها معمولاً خیس و مرطوب است مناسب بوده و باعث خشک شدن کف می شود. مسئله مهم دیگر اینکه در این روش رطوبت زمین که در بعضی از منازل منجر به بروز بیماریهای مفصلی می شود از بین رفته و باعث کاهش درد بیماران مبتلا به ناراحتی هایی از قبیل رماتیسم خواهد شد.

همچنین از رطوبت دیوارها و کپک زدن آن که شکل خوشایندی ندارد جلوگیری می شود و دیگر اینکه در این سیستم جایی برای رشد و تکثیر حشرات موزی وجود ندارد. یکی دیگر از فواید سیستم گرمایش از کف این است که دیگر فضای منزل یا محل کار توسط دستگاههای رادیاتور و بخاری اشغال نمی شود و به همین منظور آزادی بیشتری در تغییر دکوراسیون محل زندگی خواهید داشت. شاید به نظر آید که به هنگام نصب سیستم کف خواب دیگر نمی توانید پوشش مورد علاقه تان را برای کف

انتخاب کنید! ولی این طور نیست. مطمئن باشید که شما می توانید برای پوشش کف منزل خود از هر نوع مصالحی از جمله سنگ، سرامیک، کاشی پارکت چوب و فرش نیز استفاده کنید بدون اینکه تأثیری در گرمای مطلوب

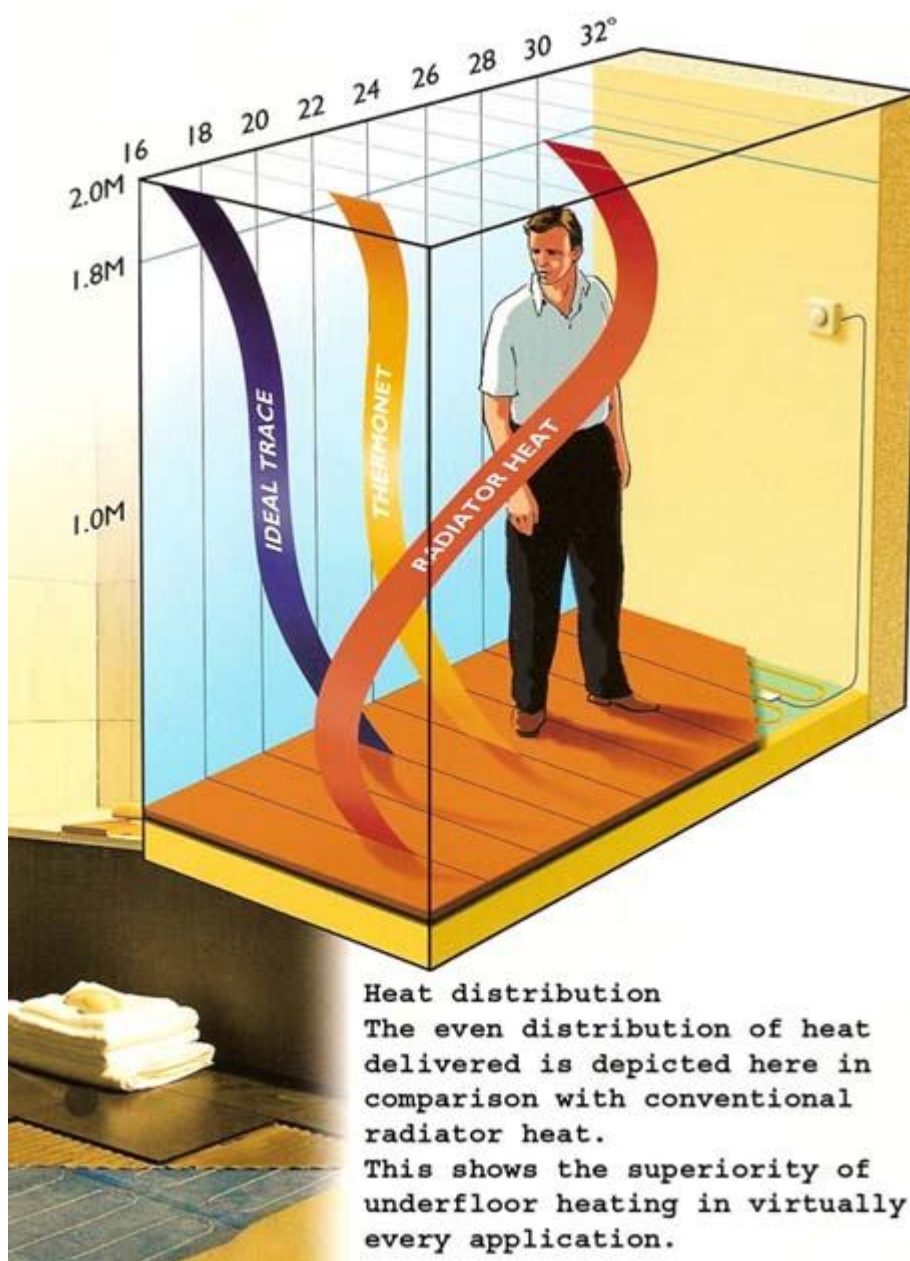
محیط شما بگذارد. یکی دیگر از مزایای استفاده از سیستم گرمایش از کف در روشهای ذوب برف می باشد بطوریکه از این روش برای ذوب یخ یا برف موجود در پیاده روها، لنگرگاههای بارگیری، جاده ها، ورودی ساختمانها و بیمارستانها، باند فرود هواپیما و زمینهای ورزشی از جمله زمین فوتبال وغیره که دسترسی آسان و سریع به محل الزامی است می توان استفاده کرد. بطوریکه این روش علاوه بر کاهش هزینه های برف

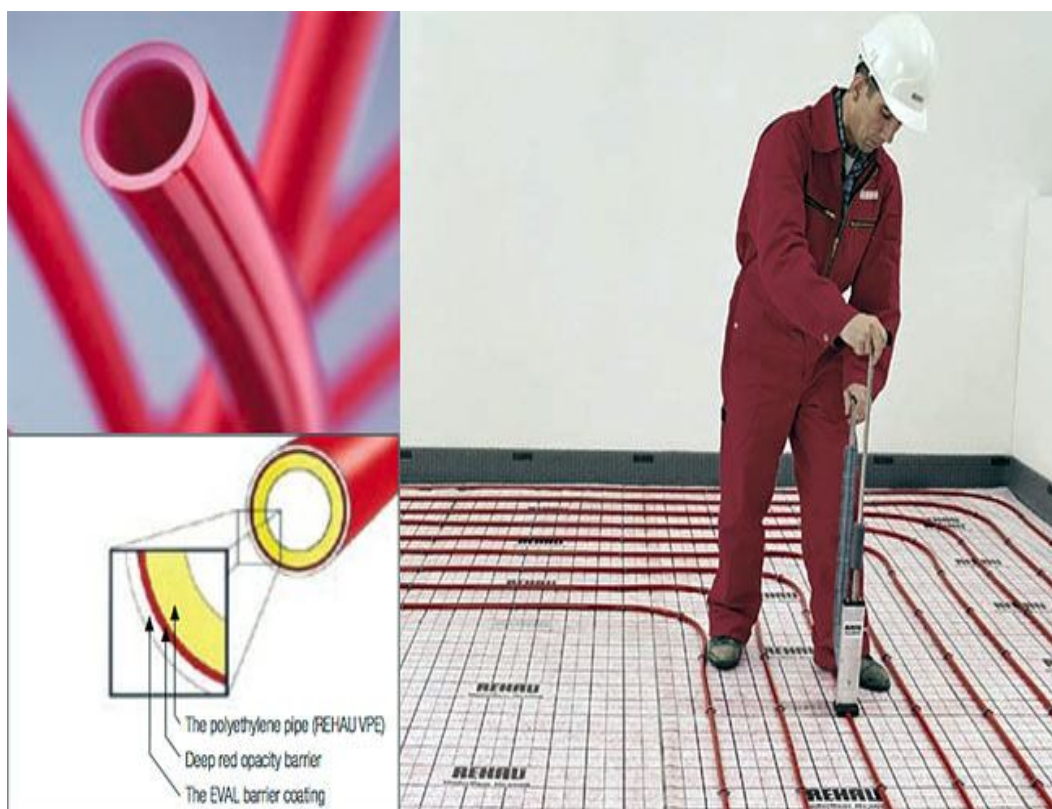
روبی و نمک پاشی، در حفظ ساختار موارد گفته شده بسیار موثر خواهد بود.

در حدود ۱۷۰۰ سال پیش در امپراتوری روم باستان سیستم گرمایش از کف بعنوان

یک روش تامین حرارت مطلوب مورد استفاده واقع می گردید.

نمایی از اجرای سیستم گرمایش از کف





## ● فواید استفاده از سیستم گرمایش کفی

(۱) آسایش و آرامش در بالاترین حد ممکن: درجه حرارت ثابت و دائمی در کلیه طول زمستان در نزدیکی کف ساختمان و در محلی که شما قرار دارید وجود خواهد داشت. این حالت بسیار دلپذیری است که محیط اطراف پا گرم بوده و هوای مورد تنفس گرمای زیادی نداشته باشد. پروفیل دمایی سیستم گرمایش کفی به پروفیل ایده آل بسیار نزدیک است، گرما به آرامی از کف به سمت سقف منتشر می شود، پای گرم و سر خنک، به سلامت کمک می کند.

(۲) ثابت بودن حرارت: بعلت جرم بسیار پوشش کف ساختمان در صورت هر گونه قطع برق و یا عوامل دیگر که باعث توقف حرارت دهی مرکزی باشد، مدت زمان سرد



شدن آپارتمان بسیار طولانی تر از سایر روشها می باشد . در این سیستم ابتدا مدت زمانی طول می کشد تا کف زمین به درجه حرارت مطلوب برسد ، ولی پس از گرم شدن این حرارت به صورت باثبات تری در طول مدت زمستان مورد استفاده قرار خواهد گرفت .

**(۳) سبکی وزن ساختمان، افزایش ارتفاع اتاقها:** بعلت استفاده از یکنوع لوله با سایز پائین و همچنین حذف عبور لوله های تاسیساتی از روی یکدیگر ( که عموماً باعث بالا آمدن کف واحدها و پر کردن کف در زمان ساخت می شود ) ضخامت پوشش به مقدار زیادی کاهش می یابد. این امر ضمن کم کردن وزن ساختمان ( و در نتیجه استقامت بیشتر آن ) موجب افزایش ارتفاع سقف واحدها نیز می گردد.

**(۴) صرفه جویی در مصرف سوخت:** بعلت تماس مستقیم افراد با منبع گرمایش درجه حرارت اتاق در درجات پائین تری تنظیم می گردد. این امر موجب صرفه جویی ۲۵ الی ۴۰ درصد در مصرف سوخت خواهد شد .

**(۵) آزادی عمل در دکوراسیون داخل منزل:** بعلت قرار گرفتن این سیستم در داخل کف زمین اثاثیه را میتوان در هر گوشه از ساختمان قرار داد . این امر بخصوص در واحدهای کوچکتر و اتاق خوابهای بافضای محدود ، ملموس تر خواهد بود .

**(۶) هوای پاکیزه تر و خشک نشدن هوا:** در سیستم رادیاتوری ، عموماً هوای اتاق خشک می شود . در بسیاری از موارد با قرار دادن کتری آب به روی رادیاتور سعی در افزایش رطوبت اتاق می شود . این مشکل در سیستم گرمایش کفی نمودی نخواهد داشت .



**(۷) تمیزی دیوارها و اثاثیه منزل:** بعلت سیکل گردش هوای داغ در زمان استفاده از رادیاتور عموماً دیوارهای بالای رادیاتور بمرور زمان سیاه شده و دوده را بخود جذب می نماید . در سیستم گرمایش کفی ویرسبو این مشکل برطرف شده و دیوارها وسایر لوازم در طول زمان سیاه نخواهد شد .

**(۸) افزایش ارزش منزل:** استفاده از سیستم گرمایش کفی ویرسبو موجب افزایش ارزش منازل می شود اگر چه نصب این سیستم از لحاظ هزینه تفاوت چندانی باسیستم حرارت بتوسط رادیاتورهای مرغوب ندارد ، ارزش افزوده آن برای ساختمان بسیار بیشتر خواهد بود .

**(۹) استفاده از منابع حرارتی مختلف:** سیستم گرمایش کفی ویرسبو می تواند از منابع مختلفی برای تامین گرمایش استفاده کند . موتور خانه ، پکیج و حتی حرارت خورشیدی می توانند در این سیستم مورد استفاده قرار گیرند .

**(۱۰) خشک تر باقی ماندن زمینهای مرطوب و یا خیس:** در صورت نصب سیستم گرمایش کفی ویرسبو در محلهای مانند آشپزخانه ، سرویسهای بهداشتی و زیر زمین ، در صورت خیس شدن کف این محلهای بعلت شستشو بسرعت خشک خواهد شد .



### ● روشهای کنترل دما در سیستم گرمایش کفی:

- سیستم کنترل دمای بصورت دست

- سیستم کنترل دمای اتوماتیک بصورت مکانیک

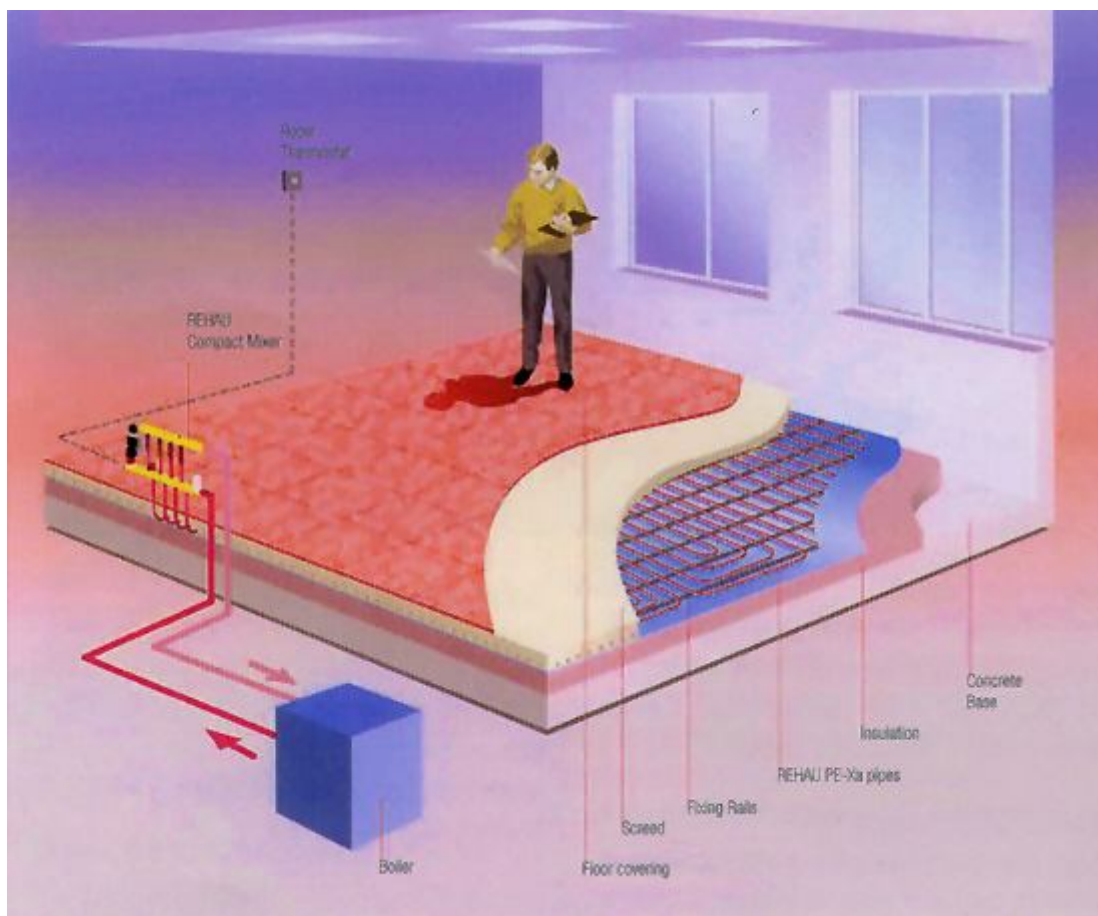
- سیستم کنترل دمای اتوماتیک بصورت برقی

▪ سیستم کنترل دمای بصورت دست

در این سیستم با استفاده از شیرآلات قطع و وصل متصل شده به خروجی های هر

کلکتور، در جعبه مربوطه، امکان کنترل منطقه های حرارتی به صورت دستی امکان

پذیر می گردد. از مزایای این سیستم، اقتصادی بودن و ساده بودن سیستم کنترلی، میتوان اشاره نمود.



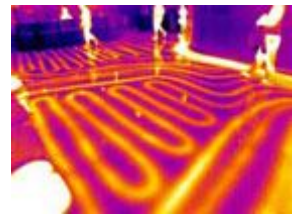
#### ▪ سیستم کنترل دمای اتوماتیک بصورت مکانیک

در این سیستم با استفاده از نصب شیرآلات گرمایش کفی در داخل دیوار هر فضای گرمایشی، از طریق تنظیم ترموستات حرارتی نصب شده بر روی شیر گرمایش کفی داخل دیوار، دمای محیط مربوطه به صورت مکانیکی و اتوماتیک کنترل می گردد. در این روش داخل جعبه شیر گرمایشی، شیر تخلیه هوا نیز پیش بینی شده است.

#### ▪ سیستم کنترل دمای اتوماتیک بصورت برقی

در این سیستم شیرهای برقی که به حس گرهای الکتریکی در هر محیط به طور جداگانه

وصل شده اند، فرمان قطع و وصل هرمدار حرارتی را دریافت نموده و عملیات تنظیم خودکار هر محیط را انجام می دهند. امکان دیگری همانند، دبی سنج و یا دماسنج نصب شده بر روی هر خروجی و ورودی کلکتور امکان کنترل های مختلف و متنوعی را برای کاربر ممکن می سازد. سیستم اتوماتیک برقی پاییکس کاملترین روش کنترلی دمائی فضای گرمایش کفی می باشد.



#### ● انواع منبع تامین کننده حرارتی ممکن جهت سیستم گرمایشی از کف:

سیستمهای گرمایش از کف همانند سیستم رادیاتور قابلیت اتصال به انواع منابع تامین کننده حرارتی را دارا میباشند. ولی با توجه به راندمان بالای گرمایش کفی دمای مورد نیاز به بیشتر از ۵۰ درجه نمیرسد. از طرف دیگر دمای مورد نیاز سیستم آبرسانی حد اقل ۶۰ درجه می باشد. در نتیجه در ساختمانی که از گرمایش کفی استفاده می کند نیاز به دو مدار با درجه حرارت متفاوت ضروری است که به روشهای ذیل ممکن می باشد:

- استفاده از پکیج

- استفاده از موتورخانه با ۲ دیگ کوچک

- استفاده از موتورخانه با یک دیگ و مبدل حرارتی

- استفاده از موتورخانه با یک دیگ و الکترو والو با مدار بای پاس

مدل سازی اتلاف گرمای سیستم گرمایش کف با استفاده از یک مدل دو بعدی متصل به زمین:

گزارش حاضر، یک مدل شبیه سازی دو بعدی از اتلاف گرما و حرارت را توسط یک ورقه روی پایه، برای سیستم حرارتی کفی، معرفی می کند. وظیفه این سیستم مدل سازی تأثیر آرایش و شکل کف پی ساختمان در کارایی سیستم گرمایش است. این مدل می تواند برای طراحی خانه های دارای پتانسیل مناسب برای سیستم حرارتی کف با توجه به اتلاف گرما از طریق شکل و ترکیب کف و پی ساختمان، استفاده شود. بررسی ها نشان می دهد که برای یافتن میزان دقیق اتلاف گرما به زمین، مدل متحرک سیستم کف مهم است اما مهمتر از آن، تأثیر بسزایی است که پی ساختمان در اتلاف انرژی ساختمان ها که توسط سیستم حرارت کفی گرم می شوند، دارد. نتیجه این مدل سازی می تواند در طراحی خانه هایی با سیستم حرارتی کفی لحاظ گردد.



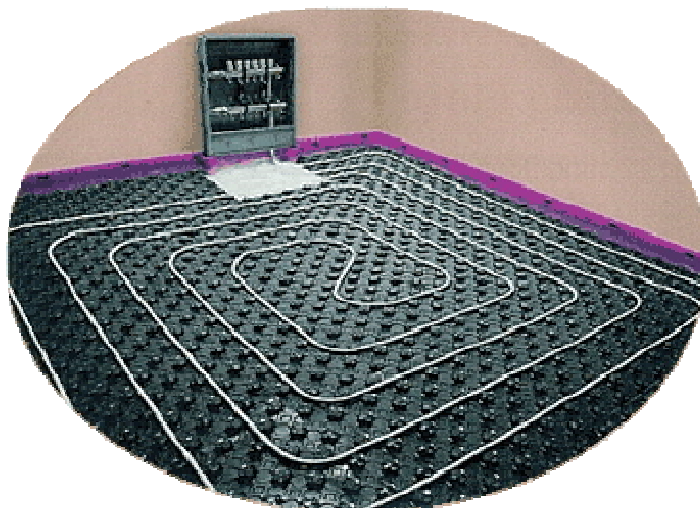
● مدل شبیه سازی انرژی ساختمان

مدل سازی اتلاف گرمای سیستم گرمایش کف می تواند در یک مدل شبیه سازی شرایط حرارتی یک اتاق با گرمایش کف استفاده شود. بدین منظور مدل انتقال گرما را با خصوصیات مواد ثابت و پایدار مد نظر می گیرند. دیوارها، سقف، کف و پنجره ها با استفاده از یک متر حجمی کنترل محدود با یک طرح تهویه مجازی، مدل سازی می شوند. در این مدل، سیستم تهویه یک سیستم متعادل ساده است که دارای بازیافت گرما می باشد. اطلاعات آب و هوای ساعت به ساعت (اندازه گیری شده یا از یک طرح منبع سالانه) نیز به عنوان ورودی استفاده می شود.

بدین ترتیب، مدل در یک برنامه شبیه سازی با مدل هایی برای دیوارها، (شامل توضیح داخلی تشعشعات خورشیدی)، سقف، کف، تهویه، اتاق و اطلاعات آب و هوا با نام پیش بینی دقیق جریان گرما و حرارت نشان دهنده این مطلب است که ساختمان های بزرگ می توانند به خوبی بعنوان مدل قرار داده شوند که این کار بر پایه ویژگی بعد آنها استوار می باشد. علاوه بر این بهتر است که شبیه سازی دینامیکی حرارت در لوله های گرمکن کف برای محاسبه دقیق اتلاف گرما به زمین، در صورتیکه هم میانگین دقیق و هم ماکزیمم جریان گرما نیاز باشد، استفاده گردد. معمولاً مقدار متوسط حرارت کف گرم شده نیاز است.

اما تخمین این مقدار دشوار می باشد زیرا این مقدار به لیست طولی از فاکتورها وابسته است که شامل میزان مصرف انرژی خانه و مقاومت حرارتی بین سیستم گرمایی کف و اتاق می باشد که حتی اشتباهات کوچک در این تخمین باعث ایجاد تفاوت های بزرگ در اتلاف گرمای پیش بینی شده به زمین می گردد. مدل استفاده شده در این

مقاله می تواند برای مدل سازی تأثیر پی و ساختمان کف در مصرف انرژی و اتلاف گرما به زمین توسط اتصال مدل کف به یک اتاق سنجیده و استفاده شود. با استفاده از این مدل جامع، شبیه سازی دینامیکی اتاق و سیستم گرمایی کف قابل اجرا می باشد. در این مدل تأثیر عایق در ساختمان کف و پی در مصرف انرژی خانه مهم نشان داده شده است. اما اشکال مدل این است که کند بوده و به تعداد داده های زیادی نیازمند است. در هر حال این مدل می تواند به عنوان گامی به طرف اجرای سیستم های گرمکن کف قلمداد گردد.



### تاریخچه سیستم گرمایش کفی

سیستم گرمایش کفی در جهان جدید نمی باشد و بصورت بسیار ابتدایی و ساده مورد استفاده قرار می گرفته است. در واقع برای اولین بار گرمایش کفی در حدود ۶۰ سال بعد از میلاد یعنی روم باستان مورد استفاده قرار گرفته است. رومیان با سوزاندن چوب و ایجاد گازهای متشعل و عبور دادن این گازها از کانالهای



هوایی موجود در کف ساختمان اقدام به گرم کردن کف منازل خود می کردند . این روش مدتهای مدیدی مورد استفاده قرار گرفته است.

هم اکنون نیز همین سیستم گرمایشی مورد استفاده قرار می گیرد با این تفاوت که نحوه عمل مقداری تغییر کرده است و بجای گاز داغ از آب گرم و بجای کانالها از لوله های مخصوص استفاده می کنند.

امروزه با پیشرفت تکنولوژی هزینه نصب سیستم گرمایش کفی کاهش یافته است و با استفاده از لوله های PEX دیگر مشکلات مربوط به لوله های مسی و فلزی و پلی بوتیلن را نخواهیم داشت .

لوله های پلی بوتیلن (PB) مدتها در این روش مورد استفاده قرار می گرفت اما بدلیل وجود مشکلاتی مانند نشتی آب، کم کم جای خود را به لوله های جدید تر دادند . امروزه لوله های پلیمری جدیدی بنام تجاری PEX که از جنس پلی اتیلن مشبک شده می باشند مورد استفاده قرار می گیرند. که مانند لوله های PB نصب آنها بسیار آسان خواهد بود اما بخاطر ساختار مشبک آن خواص بهتری از خود نشان می دهند و مشکلات لوله های پلی بوتیلن را ندارند .

لوله های PEX برای اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط شرکت ویرسبوی سوئد تولید و به جهانیان عرضه شد . این لوله ها بعد از مدت کوتاهی توانستند جایگزین لوله های قبلی شوند. هم اکنون شرکت ویرسبو سوئد بزرگترین طراح و مجری سیستم گرمایش کفی در تمام جهان می باشد.

از سال ۱۹۹۰ تولید تولید این لوله در آمریکا آغاز شد و هم اکنون بیش از ۵۰٪ از تمام

سیستمهای گرمایش کفی بکار رفته در این کشور از لوله های PEX ویرسبو استفاده می کنند .

FHSim برای شبیه سازی گرمکن کف، بکار گرفته می شود. با استفاده از این برنامه، گرمکن کف، می تواند جزئیات به مصرف انرژی و اتلاف گرما به زمین را مشخص سازد.

بعلت سیکل گردش هوای داغ در زمان استفاده از رادیاتور عموماً دیوارهای بالای رادیاتور بمرور زمان سیاه شده و دوده را بخود جذب می نماید . در سیستم گرمایش کفی ویرسبو این مشکل برطرف شده و دیوارها وسایر لوازم در طول زمان سیاه نخواهد شد . PB نصب آنها بسیار آسان خواهد بود اما بخاطر ساختار مشبک آن خواص بهتری از خود نشان می دهند و مشکلات لوله های پلی بوتیلن را ندارند . PEX دیگر

مشکلات مربوط به لوله های مسی و فلزی و پلی بوتیلن را نخواهیم داشت . لوله های پلی بوتیلن (PB) مدت‌ها در این روش مورد استفاده قرار می گرفت اما بدلیل وجود مشکلاتی مانند نشتی آب، کم کم جای خود را به لوله های جدید تر دادند

منبع <http://www.airchange.ir>

گرد آورنده:

مهندس محمد رضایی

*Mrgolafshan\_hvac@yahoo.com*