



مرکز آموزش علمی - کاربردی
گروه بین المللی ره شهر (کویک بیلد)
تحت نظارت دانشگاه جامع علمی - کاربردی

تنظیم شرایط محیطی

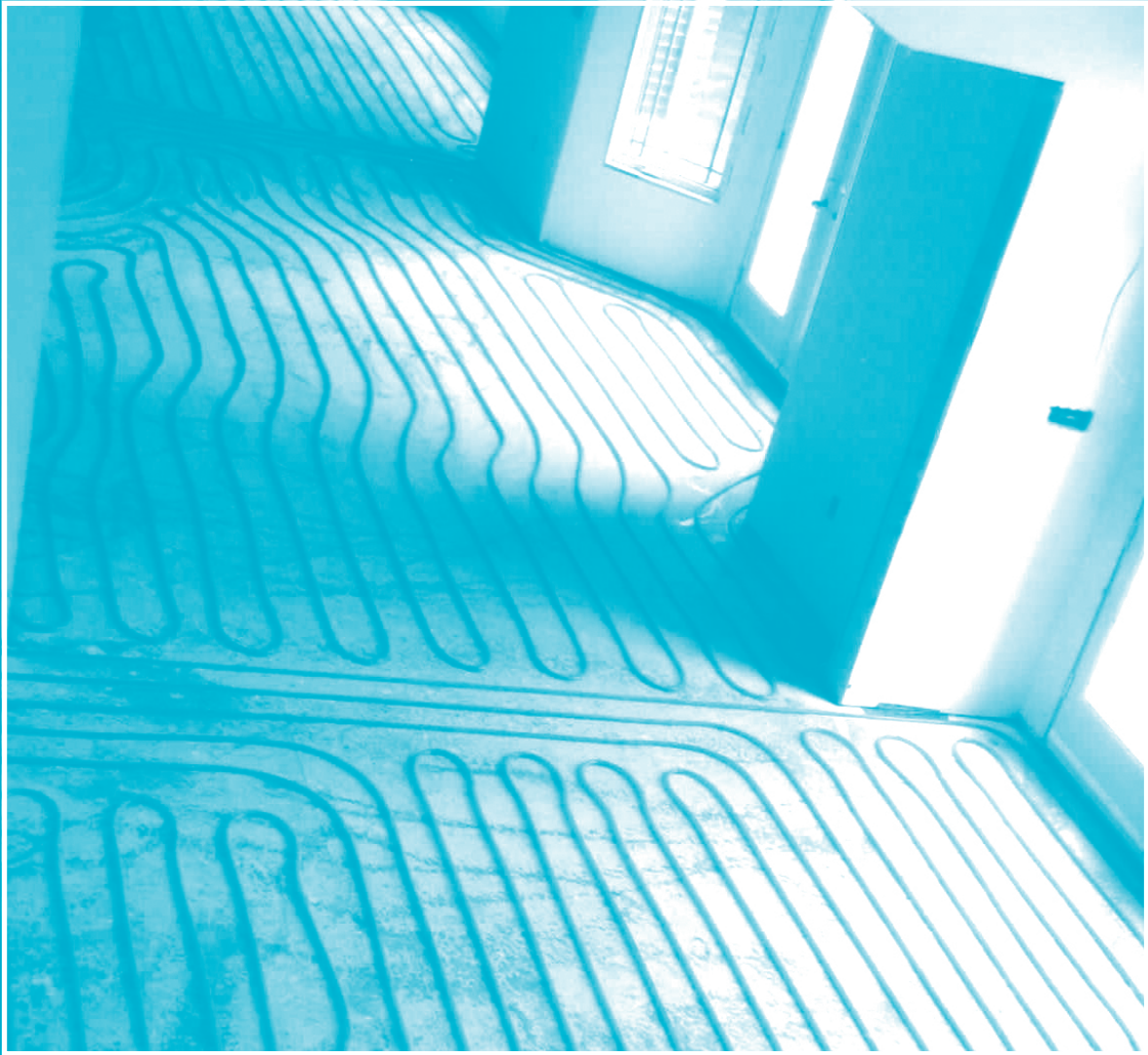
(سیستم های کنترل محیط، تولید و کنترل حرارت)

• گرمایش

• سرمایش

• سیستم های تشعشعی

• نشریه شماره ۵۶، زمستان ۱۳۸۰



شهر
RAH SHAHR
International Group
گروه بین المللی ره شهر

پیشگفتار

اهمیت سیستم‌های کنترل محیطی در تجارب انسانی، بویژه در مورد تاثیرات حسی نظیر راحتی، بهزیستی، خوشنودی؛ و در مورد تجارب رفتاری که با اصطلاحاتی از قبیل توجه، انتخاب مسیر، تجمع، تفریح، استراحت، تفکر، کار، و سایر اشکال مشارکت انسان نامگذاری می‌شود، در دهه اخیر به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. اینکه آیا این مطلب، مربوط به روانشناسی کاربردی است یا معماری و یا عوامل انسانی مهندسی صنعتی، موضوعی است که پاسخ آن در صلاحیت علم معانی است. بی‌تردید بذل توجه به واکنشهای حسی و رفتاری انسان که با قلمرو معماری، و در نتیجه با موضوع و تکنیک‌های اجرایی آن، ترکیب شده است، برای همه کسانی که با روند، شیوه و هدفهای طراحی داخلی و معماری درگیر هستند؛ ضرورت دارد اما معرفت به این زمینه کلی با سرعت گرفتن پیشرفتهای علمی و فن‌آورانه (تکنولوژیکی) که خود به سرعت موجب منسوخ شدن اطلاعات طراحی و فنون علمی می‌شود، پیچیده گشته است. در سالهای اخیر، نتایج پیچیدگی فوق با عوامل محدودیت مصرف انرژی در ساختمانها، افزایش بهای تجهیزات ساختمانی، افزایش هزینه‌های نصب و نگهداری ترکیب شده در اجرای یک سیستم، و نیز در انتخاب وسایل و تجهیزات آن تاثیری مهم برجای گذاشته است. با این نگرش، بخش تحقیق و توسعه مهندسين مشاور ره‌شهر اقدام به ترجمه کتاب ARCHITECTURAL INTERIOR SYSTEMS تألیف John E. Flynn, Jack A. kremers, Arthur W. Segil و Gary R. Steffy چاپ Van Nostrand Reinhold (۱۹۹۲) نموده است که فصول مختلف آن در این نشریه و سلسله نشریات دیگری تحت عنوان کلی «تنظیم شرایط محیطی» ارائه خواهند شد. در این راستا، بخش اول (استانداردهای عملکرد حسی) و جلد اول (تولید و کنترل نور و صدا) از بخش دوم (سیستم‌های کنترل محیط) از این مجموعه پیش‌تر تقدیم شد و اینک جلد دوم از بخش دوم با عنوان «تولید و کنترل حرارت» ارائه می‌گردد. هدف این نشریات، نه تهیه مجموعه‌ای از اطلاعات دقیق مهندسی بلکه نگرشی کلی بر موضوع دورنمایی از معماری، و راهنمایی برای قضاوت حرفه‌ای درباره نور، صوت و گرما است. این نشریات می‌توانند برای معماران، طراحان داخلی، و مشاورانی که در زمینه مدیریت طراحی چند رشته‌ای شاغل هستند، به عنوان یک مرجع عمومی مورد استفاده واقع شود. همچنین، می‌تواند به عنوان یک متن مقدماتی، مورد استفاده دانشجویان طراحی معماری، طراحی داخلی و مهندسی‌های عمران و تاسیسات قرار گیرد. این نشریات، حاوی مطالعاتی متمرکز در مورد اهداف و کارکرد ساختمان‌ها مبتنی بر نیازهای حسی شناخته شده ساکنان، تکنولوژی ساختمان، و محدودیت مصرف انرژی می‌باشد. در نهایت، این نشریات قصد دارند که با شناخت انرژی محیطی به عنوان پتانسیلی خلاق، و با پیشنهاد ترکیب سیستم‌ها و فرآیندهایی که منجر به تسلط بر محیط مصنوع خواهد شد، میان تکنولوژی کنترل محیطی، و هنر طراحی ارتباط برقرار کنند. امید است که چنین ترکیب و تلفیقی به ایجاد اشکال معماری با مصرف بهینه انرژی در کشور ما منجر شود.

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیق و توسعه

مقدمه

در بخش دوم مجموعه نشریات تنظیم شرایط محیطی با عنوان «سیستم‌های کنترل محیط»، مباحث طراحی محیطی را از ارزیابی عینی و ذهنی فراتر برده و با گزینش مصالح، نصب تجهیزات و تلفیق و هماهنگی اجزاء فیزیکی ساختمان به صورت یک سیستم منطقی و یکپارچه سروکار خواهیم داشت. در این بخش، طراح در ادراک یکپارچه و منطقی سیستم و انتخاب و استفاده از وسایل کنترل محیطی مناسب راهنمایی می‌شود. برای مثال، رفتار یک پرتو نوری به رابطه بین منبع نوری، محیط، کیفیت سطح بازتابنده و عدسی بیننده بستگی دارد؛ ادراک بصری یک فضا (از نظر درخشندگی، شکل یارنگ) بستگی به مجموع روابط بین عناصر روشنایی مستقیم و بازتاباننده، پرداخت ویژه سطوح و زمینه ذهنی ناظر دارد؛ هر نوع حس کیفی صوتی، بستگی به مجموع رابطه میان جداکننده‌های فضا، سقف و کف و دیوارهای محیط، ماهیت سطوح و پرداخت آنها، و تراکم ساکنان محیط دارد؛ و بالاخره دریافت هر شخص از حد قابل قبول گرما بستگی به رابطه بین تولید کنندگان و مصرف کنندگان گرما در محیط دارد.

به طور کلی حفظ محیط‌زیست از نظر مصرف انرژی امکانپذیر است و روشی که در آینده محتمل به نظر می‌رسد استفاده از منابع مهم طبیعی نظیر آب و باد و خورشید است. شیوه‌های محافظه کارانه‌تر مصرف انرژی و راه حل انسان‌گرایانه‌تر عبارت است از تنظیم این نیروها با مقتضیات ساختمان. طراحان خلاق بین استفاده از انرژی طبیعی و مکانیکی پیوند برقرار می‌کنند.

عملکرد متغیر پارامترهای یک محیط حرارتی که در نشریه‌های قبل مورد بحث قرار گرفت، نشان‌دهنده گستره و تعداد عواملی است که برای یک طراحی موفق باید موردنظر باشد. در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ و اوایل دهه ۷۰ میلادی، نظریه «انرژی بیشتر، آسایش بهتر» اعتقاد رایج بود و به شدت حرارت و برودت که معیاری عمده برای انتخاب سیستم‌های گرمایش و سرمایش بود توجهی خاص ابراز می‌شد ولی در دهه گذشته و اکنون، ملاحظات اقتصادی جایگزین عامل شدت حرارت شده است.

این کوتاه نظری گر چه موجب کاهش مصرف در محیط می‌شود اما می‌تواند موجب کاهش علاقه و بازدهی انسان، و در نتیجه، موجب افزایش مصرف انرژی برای انجام یک کار معین شود.

در این نشریه برآنیم تا با شناختی دقیق‌تر از ماهیت رفتار حرارت در برخورد با اجزای مختلف ساختمان، به ارائه راهکارهایی به منظور تولید و کنترل بهینه حرارت بپردازیم.

گرمايش

تعريف گرما

انرژی حرارتی، توسط حرکت تصادفی مولکولها ایجاد شده و شدت این حرکت مولکولی با دماسنج اندازه‌گیری می‌شود. درجه حرارت صفر مطلق نقطه‌ای است که در آن هیچ حرارتی تولید نمی‌شود زیرا تمام جنبش‌های مولکولی در این درجه متوقف شده است. واحد اندازه‌گیری (۱ درجه سانتی‌گراد یا ۱ درجه فارنهایت) مربوط به مقدار انرژی حرارتی است که Btu یا Calorie نامیده می‌شود و آن عبارت است از مقدار انرژی حرارتی لازم برای بالابردن درجه حرارت یک پوند آب از ۶۰ درجه فارنهایت به ۶۱ درجه فارنهایت (But) و انرژی حرارتی لازم برای بالا بردن درجه یک گرم آب از ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۶ درجه سانتی‌گراد (Cal).

هنگامی که شدت حرکت مولکولی زیاد می‌شود، ساختمان مولکولی دگرگون شده و ماده، اشکال فیزیکی متفاوتی اختیار می‌کند که می‌تواند تغییر از حالت جامد به مایع (برای آب در بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد) و از حالت مایع به گاز (برای آب در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) باشد.

گرما خصوصیات مشابه مایعات و الکتریسته را دارد به این ترتیب که با ایجاد اختلاف در شدت یا فشار، وجود جریان امکان می‌یابد. گرما همیشه از جسم گرم به جسم سرد (یعنی از جریان مولکولی شدیدتر به جریان مولکولی ضعیف‌تر) منتقل می‌شود. این انتقال تا زمانی صورت می‌گیرد که یک حرارت مساوی یا خنثی بین دو جسم به وجود آید. برای مثال، یک لامپ الکتریکی روشن، از محیط اطراف خود بطور کلی گرم‌تر است همان‌طور که بدن یک انسان از محیط اطراف خود، به علت اختلاف حرارت است که گرما جریان می‌یابد. گرما اگر شدید باشد ایجاد ناراحتی می‌کند.

انتقال حرارت

در ارتباط با بدن انسان، انتقال حرارت به سه شیوه مختلف انجام می‌گیرد:

- تشعشع
- هدایت (جابجایی)
- تبخیر

تشعشع

گرما به صورت انرژی موج کوتاه مادون قرمز از درون هوا و محیطهای شفاف، با جذب و پراکندگی اندکی، عبور می‌کند. وقتی انرژی به صورت الکترومغناطیسی به یک جسم کدر مثل بدن انسان یا سطح محیط برخورد می‌کند گرما- همچون نور- جذب و بازتاب می‌شود، و درجه حرارت سطح مواد به علت انرژی جذب شده افزایش می‌یابد. این نوع انرژی حرارتی را نمی‌توان با روشهای معمول گردش هوا کنترل کرد زیرا، انتقال حرارت به طور مستقیم بین منبع تولید، و منبع دریافت یا سطح جسم صورت می‌گیرد و هوای اطراف نقش اندکی در این پویا دارد. کنترل حرارت به این شکل، بستگی به روشهایی دارد که اختلاف حرارت سطوح (یا سطح و منبع انرژی) را تحت تأثیر قرار دهد و این امر مستلزم فنونی است که رابطه کلی درجه حرارتهای سطوح داخل یک محیط را تنظیم، و درجه حرارت این سطوح را با درجه حرارت سطح پوست بدن مربوط سازد. فنونی از قبیل بازتاب دادن انرژی خورشیدی و ایجاد سایه، که تمرکز جهتدار انرژی تشعشعی را تعدیل کنند.

هدایت (جابجائی)

هدایت، دومین شیوه انتقال حرارت است و تحت تأثیر روش جابجائی هوا قرار دارد. این روش مهمترین شیوه کنترل محیط برای گرمایش یا سرمایش محیطهای بسته است. انتقال حرارت، مستقیماً از یک جسم داغ به هوای اطراف، و از راه هدایت، صورت می‌گیرد سپس هوای گرم طبق اصل جابجائی جاذبه‌ای (هوای گرم بالا می‌رود) یا جابه‌جایی اجباری، حرکت کرده و جای خود را به هوای سرد می‌دهد و در آنجا حرارت مجدداً به وسیله هدایت منتقل می‌شود. این انتقال نهایی، اشیاء و سطوح موجود در محیط را گرم می‌کند. در سیستم سرمایش، این جریان با رفتن گرما از هوای گرم شده به محیط سرد برعکس می‌شود. خاصیت کلی جابجائی، هرگاه که گرما به وسیله سیالاتی از قبیل آب داغ، هوای محیطی گرم یا سرد، و گازی از نوع بخار، حمل شود وجود دارد. میزان این حرارت یا برودت انتقال یافته از طریق جابجائی، بستگی دارد به سرعت گردش هوای محیط، و اختلاف درجه حرارت بین هوای محیط و سطوح سرد یا گرم.

تبخیر

هنگامی که درجه حرارت محیط بالا باشد، تبخیر عامل مهم کنترل کننده درجه حرارت است. اگر چه این روش، تبدیل ساده حالت آب به بخار است که توسط یکی از روشهای تشعشع یا جابجائی (هدایت) حاصل شده ولی مفهومی است مهم در انتقال حرارت محیط. در درجه حرارتهای بالا وقتی که هوا و بیشتر سطوح موجود در یک

اتاق، خاصیت خنک‌کنندگی خود را از دست می‌دهند بدن انسان برای حفظ تعادل حرارتی خود، تقریباً به طور کلی بر عمل تبخیر تکیه می‌کند. تبخیر رطوبت سطح (مثل تعریق) هر عضوی از بدن را خنک می‌کند زیرا برای عمل تبخیر، حرارت از عضو مربوطه گرفته می‌شود. به این علت، کنترل بخار آب در محیط هوا یک مفهوم کیفی مهم دارد. در هوای گرم، رطوبت باید کم باشد تا تبخیر خنک‌کننده برای پوست امکان‌پذیر گردد؛ و در هوای خشک رطوبت باید به اندازه کافی وجود داشته باشد تا از خشکی و آب‌زدایی پیشگیری شود.

این سه شکل انتقال حرارت، عوامل تأثیرگذار بر محیط و موجب راحتی و آرامش انسان هستند. محیط حرارتی مطلوب برای انسان از راه مسدود کردن محیط یک ساختمان، و سپس، بخشیدن تعادل حرارتی به آن توسط دستگاه‌های گرمازا یا سرمازا حاصل می‌شود و هر دو مورد باید با توجه به آب و هوای محل طبیعی زندگی انجام گیرد.

تغییرات جوی

آن مقدار انرژی که در سطح زمین وجود دارد توسط یکی از دو راه زیر به دست می‌آید:

(۱) تشعشع مستقیم که مقداری از آن حین عبور از اتمسفر کاسته شده است.

(۲) تشعشع پراکنده آسمان

در این رابطه، وقتی که اتمسفر از ابر یا با غبار، دود و سایر آلوده‌سازان صنعتی پوشیده می‌شود، مقداری از این تشعشع مستقیم کاهش می‌یابد. برای مثال، در یک روز صاف، در ارتفاع سطح دریا، نسبت تشعشع مستقیم به تشعشع پراکنده به اندازه ۷۰ به ۳۰ می‌باشد. در بسیاری از شهرهای بزرگ که اتمسفر توسط گازها و ذرات صنعتی آلوده شده است، این نسبت تغییر می‌کند و تا ۴۵ به ۵۵ یا حتی کمتر از آن می‌رسد. روزهایی که هوا به شدت ابری باشد نسبت پراکندگی از این هم بیشتر شده و شدت تشعشع مستقیم کاهش می‌یابد تا جایی که به هنگام وجود ابرهای سنگین و متراکم، تشعشع پراکنده و غیرمستقیم پراکنده و غیرمستقیم تقریباً به تمامی جایگزین تشعشع مستقیم می‌شود. علاوه بر خاصیت پراکندگی نور توسط ابرها و آلودگی هوا، شدت تشعشع و تغییرات آن همراه با صاف بودن هوا تغییر می‌پذیرد. این تغییرات در نتیجه ارتفاع هوا یا فاصله‌ای صورت می‌گیرد که اشعه باید از میان آن عبور کند. این فاصله عبور تشعشع، هنگام ظهر تابستان، یعنی زمانی که خورشید در دست بالای سرما قرار دارد، کمترین مقدار را دارد. در این وضعیت تقریباً $294 \text{ Btu/ft}^2 \text{ sq/hr}$ ، مقدار انرژی موجود بر روی یک سطح عمودی خواهد بود. در ساعت ۳ بعد از ظهر همان روز، در اثر ازدیاد مسیر عبور این انرژی که اکنون کمی مایل شده است

(در نتیجه وضعیت چرخشی نسبی زمین به دور خورشید) از حداکثر انرژی رسیده به سطح زمین توسط تشعشع کاسته شده و مقدار آن به حدود 266 Btu/sq ft/hr می‌رسد. در ساعت ۶ بعد از ظهر مسیر عبور باز هم مایلتر شده و بیشترین مقداری که به سطح زمین نفوذ می‌کند برابر 67 Btu/sq ft/hr خواهد بود.

تغییرات آب و هوایی و جغرافیایی

اگر زمین را یک سیستم ترمودینامیکی در نظر بگیریم که فضای خارجی آن محیط خارج این سیستم باشد در این صورت، تشعشع تنها روش انتقال حرارتی خواهد بود که تعادل حرارتی را ابقاء می‌کند. تخمین زده می‌شود که ۴۳٪ انرژی موجود در خارج اتمسفر به سطح زمین می‌رسد. زمین پس از جذب انرژی تشعشعی، خود به منبع ثانوی تشعشع تبدیل شده و حرارت را به محیط خارج ارسال می‌کند.

محبوس شدن تشعشع ارسال شده از زمین توسط اتمسفر به تاثیر گلخانه‌ای معروف است. سوزاندن سوخت‌های فسیلی موجب آلودگی جو می‌شود که به نوبه خود عامل بازدارنده و محبوس کننده حرارت تشعشعی زمین است. همچنین، از بین رفتن جنگلهای سطح زمین - که منجر به جذب کمتر دی‌اکسید کربن (توسط عمل فتوسنتز) می‌شود- نقش موثری در افزایش این پدیده دارد. جذب و انعکاس تشعشعی سطح زمین، به حد قابل ملاحظه‌ای با شرایط محلی تغییر می‌یابد. مهمترین این شرایط، توزیع غیریکنواخت و متغیر انرژی خورشیدی است که انحراف زاویه‌ای به اندازه $23/5$ درجه در محور چرخش زمین موجب آن می‌شود. این عامل سبب رخداد فصل‌های مختلف و موقعیت‌های ارتفاعی متفاوت خورشید نسبت به زمین است. در زمستان در قطب‌های شمال و جنوب، اشعه خورشید با شعاع مایلی دریافت می‌شود که نسبت به شعاع مایل در خط استوا بسیار بیشتر است و این عامل به میزان متناهی از نفوذ انرژی خورشید می‌کاهد.

جمع‌آوری جوی حرارت

وقتی که زمین حرارت را به فضای خارج انتشار می‌دهد، مقداری از این انرژی در اتمسفر نفوذ کرده و می‌گریزد ولی، قسمت اعظم آن (حدود ۷۰ درصد) توسط مولکولهای بخار آب جذب شده و سپس از راه تشعشع یا جابجایی باز می‌گردد. در روزهای تمام ابری، ابرها در برابر هدر شدن حرارت زمین مانعی موضعی ایجاد می‌کنند و در نتیجه، بخار آب موجود در اتمسفر، موجب اثر گلخانه‌ای می‌شود که به نوبه خود عامل نگهداری و تثبیت حرارت در سطح زمین است. اگر موانع طبیعی زمین، به طور عمده از بین بروند، تعادل و توازن حرارت زمین جداً مختل خواهد شد. همچنین تجمع آلودگیها در اتمسفر می‌تواند درجه حرارت زمین را افزایش دهد.

موانع جوی نیز در تنظیم شرایط محیطی نقش متعادل کننده دارند که البته تا حدی فصلی است. به طور کلی اوج حرارت هوا ناشی از شرایط ایجاد شده توسط خورشید و شرایط جوی است.

تغییرپذیری سطح زمین

اگر زمین مسطح بود و سطح آن هیچ اختلافی یا هیچ آبی نداشت، آب و هوای مربوط به هر منطقه با مدار آن منطقه رابطه مستقیمی می داشت ولی اکنون هر منطقه شرایط اقلیمی فرعی خود را دارد. عواملی که در این رابطه باید در نظر گرفته شوند عبارتند از:

اختلاف سطح

هر چه ارتفاع یک محل بیشتر باشد، هوای محیط آن نیز خنکتر خواهد بود. به ازای هر ۳۰۰ متر افزایش ارتفاع، حرارت به اندازه ۲/۵ تا ۳ درجه سانتی گراد افت می کند.

بودن در معرض نور خورشید و باد

شیب‌های متمایل به جنوب در نیمکره شمالی، مقادیر قابل توجهی از تشعشع خورشیدی را جذب می کنند در حالی که شیب‌های رو به شمال در همان نیمکره، حداقل مقدار انرژی را جذب می نمایند.

شیب‌های شرقی و غربی نیز مقادیری از انرژی خورشیدی را به دست می آورند که مقدار آن کمتر از شیب‌های جنوبی ولی بیشتر از شیب‌های شمالی است. برای عامل باد نیز باید تحلیل مشابهی صورت گیرد و آثار بادهای فصلی در منطقه مورد نظر شناخته شود.

توپوگرافی

هوای سرد، تمایل به فرود آمدن در مناطق پایین و ایجاد حرکت هوا در میان دره‌ها و اطراف تپه‌ها و کوه‌ها دارد. انرژی خورشیدی به شیب‌ها، با توجه به جهت و زمان، می تابد و موجب جریان هوای گرم و باد می شود.

اندازه، شکل و مجاورت منابع آبی

برای اینکه درجه حرارت آب همانند درجه حرارت زمین بالا برود، نیازمند چهار برابر حرارت نسبت به زمین است. برعکس این گفته نیز صادق است یعنی، باید چهار برابر کاهش حرارت انجام گیرد تا درجه حرارت آب یک درجه پایین بیاید. در نتیجه، درجه حرارت آب نسبت به زمین خیلی آهسته‌تر تغییر می‌کند. اثر وجود آب بر نواحی آبی، ملایم کردن افراط و تفریط در درجه حرارت روزانه و فصلی است. هر چه حجم آب بیشتر باشد، این خاصیت نیز بیشتر خواهد شد.

ساختمان خاک

خاک خشک، در مقایسه با خاک مرطوب، می‌تواند مدت زمان طولانی‌تری حرارت را در خود نگاه دارد. سیالات موجود در خاکهای مرطوب، زیر تاثیر درجه حرارت محیط مجاور خود گرم یا سرد می‌شوند و سپس آن را منتقل می‌کنند. نتیجه انتقال حرارت، کاهش اختلاف درجات حرارت است. به این دلیل ساختمانهای واقع در زیرزمین که دستخوش تغییرات حرارتی فاحشی نمی‌شوند برای پیشگیری از انتقال گرما به محیط اطراف، نیازمند عایق نیستند.

گیاهان

درختان، چمنها، بوته‌ها و نظایر آنها، تشعشع خورشیدی را به نسبتهای مختلف جذب و دفع می‌کنند. در هر منطقه، تجزیه و تحلیل پوششهای گیاهی، همراه با بررسی میزان جذب و دفع تشعشع، لازم است.

بناهای ساخت بشر

ساختمان‌ها، خیابان‌ها، محوطه‌های پارکینگ و چمنزارها، به شیوه‌ای مصنوعی، محیطهای مختلفی شبیه به آنچه که در مورد توپوگرافی و پوشش گیاهی گفته شده، به وجود می‌آورند.

هوای داخل ساختمان

ساختمانها، به نوعی، پاسخی هستند به تاثیرات تغییرپذیری که خورشید و آب و هوا بر زمین دارند. مفهوم آسایش حرارتی، معیار مهمی در محیط داخل ساختمان است. عبارت راحتی یا آسایش به وضعیتی گفته می‌شود که در آن

نوسان حرارت به حداقل رسیده باشد به طوری که افراد بتوانند با کمترین کوشش خود به خودی، بدن خود را با محیط اطراف سازگار کرده و آسایشمندان زندگی کنند. عملکرد حرارتی محیط داخل باید طوری باشد که محیطی متعادل از نظر بیولوژیک ایجاد شود.

شکل منطقه‌ای ساختمان

به طور کلی هنگامی که هوای بیرون سرد باشد؛ عملکرد ساختمان، افزایش جذب گرما و ذخیره آن در داخل و هنگامی که هوای بیرون گرم باشد پیشگیری از ورود گرما، و دفع آن به خارج است. در طبیعت چهار نوع آب و هوای اصلی وجود دارد و بناهای هر یک از منطق چهارگانه اصلی، پاسخی است که ساکنان در برابر شرایط آب و هوای منطقه تدارک دیده‌اند. این مناطق عبارتند از قطبها، مناطق خشک، مناطق گرم و مرطوب، مناطق معتدل.

مناطق قطبی

در مناطقی که شرایط آب و هوایی دشواری دارند سازگاری گفته شده به سهولت مشاهده می‌شود. برای نمونه، خانه‌هایی به شکل نیم کره و به نام ایگلو که توسط اسکیموها ساخته می‌شود، در حقیقت پاسخی است به شرایط طولانی و سخت سرما در جایی که مصالح نیز به سختی یافت می‌شوند.

این نیمکره‌ها (با کمترین سطح پوشش) توسط پوشش برفی به خوبی آب بندی و عایق بندی شده است؛ شکل آنها به خوبی بادهای را دفع کرده؛ و ورودی نیز طوری جهت داده شده که از ورود باد و سرما به داخل جلوگیری کند. همچنین بسیاری از ساختمانها دارای دیوارهای مشترک هستند که از سطح انتقال دهنده حرارت کاسته و سطح خارجی شکل را نیز به حداقل می‌رساند. این روشها با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا سطوحی را که در معرض محیط خارجی هستند کاهش دهند. روش دیگر، تکنیک دیوارهای دو جداره است که سطح خارجی را به حداقل رسانده و عایق خوبی در برابر عوامل بیرونی است.

مناطق داغ و خشک

قابل توجه است که در مناطق خشک (نیمه بیابانی) نیز از روشهای حرارتی مشابه استفاده می‌شود. مثلاً سرخ‌پوستان ساختمانهایی بزرگ با دیوارهای مشترک می‌سازند تا از سطح انتقال دهنده حرارت بکاهند. اگر چه منظور آنها

عایق کاری ساختمان نیست ولی از دیوارهای ضخیم رسی برای ایجاد تاخیر در انتقال حرارت و از پنجره‌ها و درهای کوچک برای به حداقل رساندن تابش خورشید استفاده می‌کنند.

در این مناطق، ساختمانهای کروی سقف نیز مرسوم هستند که پاسخی است به بار حرارتی شدید و بی‌سایه خورشید. وقتی که یک سقف کروی جایگزین یک سقف مسطح شود، سطح سقف چندین برابر سطح زیربنای آن می‌شود. این عمل، انرژی منتشره را روی سطح بزرگتری پخش می‌کند و به این ترتیب از شدت حرارت می‌کاهد. جریان باد نیز برای پراکندن حرارت از روی این سطح وسیعتر، بهتر عمل می‌کند. جایی که مصالح آجری گرما را در طول روز ذخیره می‌کند، نسیم شب هنگام، حرارت را، پیش از نفوذ به داخل، پراکنده می‌سازد.

مناطق گرم و مرطوب (حاره)

هر یک از ساختمانهای مناطق سردسیر و گرمسیر سعی در کنترل عوامل زیر دارند:

(۱) انتقال حرارت به شیوه هدایت یا جابجائی از داخل محیط ساختمان

(۲) انتقال حرارت تشعشی بین ساختمان و پیرامون آن و محفوظ داشتن ساختمان

طرح ساختمان‌ها در مناطق گرم و مرطوب (مناطق حاره) با مسئله‌ای به کلی متفاوت رو به رو است. در این مناطق، تبخیر رطوبت برای کنترل بخار آب موجود در هوا و سرد کردن محیط داخل، امر مهمی است. در مناطق حاره، ساختمانها برای بیشترین استفاده از باد ملایم به منظور کنترل تبخیر، دارای کمترین دیوار هستند. از این گذشته، سقفها هر چه بلندتر ساخته می‌شوند تا عمل تهویه بهتر صورت گیرد. در این مناطق از درخت و رواق برای تامین سایه و عایق، و از سقف مایل برای حفاظت از باران و تابش خورشید استفاده می‌شود.

مناطق معتدل

در مناطق معتدل، امکان ساختن ساختمانهای متنوع وجود دارد چون این مناطق، دارای شرایط آب و هوایی به شدت متفاوتی هستند و در هر مورد باید با توجه به شرایط همان مورد ساختمان سازی صورت گیرد، به طوری که در جایی مانعی برای ورود سرما یا گرما باشند و در جای دیگر تامین کننده سایه، و مدخلی برای خنکی. این تعارض شرایط به تنوع در فرم در این مناطق انجامیده است و نیز محرکی شده برای توسعه وسایل مکانیکی به منظور جبران و سازش با محیط که باید در این ساختمانها به کار بسته شود.

انتقال حرارت از طریق پوشش خارجی ساختمان

در کوشش برای تامین پوشش مناسب، که پاسخی به اوضاع متفاوت خورشیدی و آب و هوایی است عوامل چندی موثرند. این عوامل، در طبقه‌بندی‌های زیر بیان می‌شوند:

❖ حرارت آبی حاصل از انرژی خورشیدی که از میان روزنه‌های شفاف پوشش خارجی (یعنی پنجره‌ها) دریافت می‌شود.

❖ حرارت با تاخیر، حاصل از انرژی خورشیدی که از برخورد با قسمتهای غیرشفاف پوشش ساختمان حاصل می‌شود.

❖ جذب یا دفع حرارت حاصل از انتقال هدایتی بین پوشش ساختمان و هوای بیرونی مجاور.

❖ جذب یا دفع حرارت حاصل از تراوش هوا از طریق شکافها و روزنه‌های پوشش خارجی ساختمان.

❖ جذب یا دفع حرارت حاصل از دفع اجباری هوای ساکن یا آلوده داخل؛ و جایگزین کردن آن با هوای تازه بیرون.

تشعشع خورشید از میان درزها و پنجره‌ها

انتقال تشعشع خورشید از میان پنجره‌ها و شکافهای موجود در پوشش خارجی ساختمان تقریباً آبی است در حالی که خاصیت برودتی آن، چنین نیست. در حقیقت لوازم برودتی چندین ساعت بعد از اینکه خورشید از وضعیت اولیه خود برای پرتوافکنی به درون ساختمان گذشت، آغاز به کار می‌کنند. این امر ناشی از این است که پوشش غیرشفاف ساختمان که انرژی خورشیدی را دریافت می‌کند آن را جذب و برای مدت زمانی در خود نگاه می‌دارد. این موضوع می‌تواند برای مسئله گرمایش ساختمان در زمستان سودمند واقع شود، چون گرمای خورشید در ابتدا ذخیره می‌شود و سپس، با سرد شدن محیط، به داخل ساختمان منتقل می‌شود. شدت انتقال انرژی خورشیدی در مکان و زمان موردنظر بستگی خواهد داشت به جهت پنجره‌ها، خاصیت بازتاب، میزان جذب و مشخصات انتقال مصالح انتقال‌دهنده.

وضعیت قرارگیری دیوارها و پنجره‌ها با توجه به بارتابشی خورشید

در مورد ترکیبات متعدد جهات و مدارات جغرافیایی، یک فضای باز در دیوار ساختمان، فقط تابش به موازات سطح را دریافت می‌کند. سطوح بحرانی‌تر، سطوحی هستند که در زاویه‌هایی نزدیکتر به عمود قرار گرفته‌اند. برای نمونه، در منطقه معتدل شمالی، موقعیت جذب حرارتی دیوارها از این قرار است:

❖ دیوارهای رو به جنوب بیشترین تشعشع مستقیم را در زمستان، اوایل بهار، و اواخر پاییز دریافت می‌کنند.

- ❖ دیوارهای مشرف به شرق، بیشترین تشعشع را هنگام طلوع خورشید و در ساعات اولیه صبح دریافت می‌کنند.
- ❖ دیوارهای رو به شمال، تشعشع را در اواخر بهار، اوایل پائیز و تابستان، در اوایل صبح و اواخر عصر دریافت می‌کنند.
- ❖ دیوارهای مشرف به غرب، بیشترین تشعشع را در ساعات بعد از ظهر یا غروب آفتاب، بویژه، در ماههای تابستان دریافت می‌کنند.

به این ترتیب، پنجره‌های واقع در دیوارهای شرق یا غرب ساختمان، زیر تأثیر تشعشع مستقیم، که در طول روز به حداقل ملاحظه‌ای تغییر خواهد کرد، قرار می‌گیرند. این وضع، به ویژه در ابتدا و انتهای روز، به علت پایین بودن زاویه خورشید و تابش تقریباً عمود بر آن صفحه پنجره، شدت خواهد گرفت.

کرکره‌های داخلی و سایه‌ها

کرکره‌های داخلی، ساکنان داخل ساختمان را در برابر اشعه مستقیم خورشید محافظت می‌کنند ولی به گرمای ناشی از آن، اجازه می‌دهند که بدون جذب یا پیشگیری وارد فضا شوند.

انرژی جذب شده می‌تواند از راه جابجائی و انعکاس، ایفای نقش کند. رنگهای روشن می‌توانند تأثیر مستقیمی در افزایش کارایی سایه‌بان داشته باشند چون مقداری از انرژی تابیده شده را از راه بازتاب به محیط خارج از شیشه باز می‌گردانند.

شیشه‌های جذب کننده و بازتاب دهنده

شیشه‌های شفاف می‌توانند جایگزین شیشه‌های جذب کننده یا بازتاب دهنده شوند. شیشه جذب کننده قسمتی از تشعشع پراکنده را از راه جابجائی و تابش مجدد به محیط داخل یا خارج، جذب می‌کند اما به اندازه شیشه بازتاب‌دهنده که تشعشع تابیده شده را به محیط خارج (قبل از نفوذ به داخل) بر می‌گرداند، موثر نیست.

رنگ پوشش روی شیشه بازتاب دهنده، در میزان پرتو بازتابیده نقش مهمی دارد. پوششهای مختلف بازتاب طیف کلی خورشید بعنوان معارض بازتاب طیف مرئی هستند.

ساختمان‌های مشرف و مجاور

عوامل طبیعی یا ساخته دست بشر که در محیط بیرون جای مناسبی داشته باشند، می‌توانند برای عبور اشعه خورشید حایل مناسبی باشند بویژه، درختان برگ‌ریز به دلیل همبستگی با چرخه فصول زمین، برای این هدف مناسب هستند.

تشعشع خورشیدی از وسایل غیرشفاف

لوازم مات و غیرشفاف، شکل سنتی سیستم‌های پیشگیری و عایق‌سازی هستند. کاربرد آنها می‌تواند منظره‌ای را محو کند و یا هنگام روز از نور خورشید بکاهد. وقتی که نور خورشید روی سطح مات متمرکز می‌شود بخشی از انرژی، منعکس؛ بخش کمی از آن منتقل؛ و باقی جذب می‌شود. این انرژی جذب شده در داخل جسم باقی می‌ماند تا آنکه از سطح داخلی یا خارجی آن مجدداً منتشر شود.

سطح خارجی ساختمان

بازتاب (مربوط به جذب یا دفع انرژی خورشیدی) با سطح مرتبط است. سطوحی که تشعشع را بیشتر منعکس یا منحرف می‌کنند تا اینکه آنها را جذب و در خود نگه دارند، عبور انرژی از پوشش خارجی ساختمان به داخل را کاهش می‌دهند. قسمتی از تشعشع خورشید در محدوده طیف مرئی (نور) واقع است و پرداخت سفید بیش از پرداخت سیاه تشعشع را منعکس می‌کند اما قسمتی از تشعشع دارای اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش است یعنی در طیف نامرئی قرار دارد. انعکاس این انرژی بیشتر وابسته به ترکیب مولکولی و چگالی سطح جسم موردنظر است تا به رنگ آن. سطوح فلزی براق بخش اعظمی از تشعشع را بازتاب می‌کنند.

سطوح رنگ‌آمیزی شده، ضمن بازتاب بخش اعظم انرژی نورانی، سهم بسیاری از اشعه مادون قرمز را جذب می‌کنند. این سطوح، وقتی در معرض هوای بیرون قرار گیرند مقدار زیادی از انرژی جذب شده را بازتاب می‌دهند در صورتی که سطوح فلزی، این مقدار حرارت را ذخیره می‌کنند.

کاربرد رنگهای سفید و روشن به جای سطوح فلزی و براق در مناطق گرمسیری مسئله مهمی است. سطوح سفید وقتی در محیط تاریک قرار داشته باشند، دیگر خاصیت انعکاس و دفع تشعشع را نخواهند داشت. در این هنگام است که سطح فلزی براق، در برابر جریان حرارتی مادون قرمز مانع موثرتری است.

تبادل هدایتی با هوای خارج

جذب و دفع انرژی حرارتی، همچنین می‌تواند به روش انتقال هدایتی (از طریق خود اجسام) میان هوای داخل و خارج انجام پذیرد. شدت این جریان را اختلاف درجه حرارت دو سمت هوای داخل و خارج تعیین می‌کند که البته با تغییر ساعت روز و فصل سال تغییر می‌کند. جریان حرارت، همیشه از سمت هوای گرم‌تر به هوای سردتر است. بنابراین، در روز گرم به علت افزایش گرمای هوای بیرون، جریان از خارج به سمت داخل و در شب یا روز سرد، از داخل به خارج است. در حالت اخیر، محیط داخلی، گرمای خود را به بیرون هدایت می‌کند.

در اصل، روند انتقال حرارت، با روند جذب و انتقال رطوبت به وسیله جسم متخلخل، همانند است. گرما به وسیله هدایت از طریق لایه‌های متعدد محیط منتقل می‌شود تا این که اثر آن در جهت مخالف احساس شود. بعضی از این مواد و لایه‌ها مقاومت کمی از خود نشان داده و حرارت را به سرعت جذب و انتقال می‌دهند حال آنکه بعضی دیگر خواص بازتاب، ذخیره و مقاومت نشان می‌دهند.

ترکیب سطوح

درجه حرارت سطح خارجی یک جسم گرایش دارد که از درجه حرارت هوای اطراف آن بیشتر باشد؛ در نتیجه، حرکت هوا روی این سطوح، پراکندن گرما از پوشش محوطه را افزایش می‌دهد. از آنجا که این مسئله در هوای سرد تأثیری منفی محسوب می‌شود باید در مناطقی که غلبه با هوای سرد است سطوح بدون پوشش (عایق) را به حداقل کاهش داد.

زمانی که سرد کردن یک سطح موردنظر باشد حرارت پراکنی را می‌توان توسط استفاده از اشکال و روشهایی که سطح موردنظر را افزایش می‌دهند بهتر انجام داد. روشهایی مثل ساختن سقف کروی؛ استفاده از سطوح ناهموار مثل مصالح، آجر و ...؛ استفاده از پرداخت غیرصیقلی مثل بتن، یا اندود گچ و سیمان. انتقال هدایتی حرارت از سطح با سرعت باد نیز افزایش پیدا می‌کند. بادی که به موازات یک سطح بوزد بیشترین انتقال حرارت را به وجود خواهد آورد، هر چند که تأثیر جهت باد تا حدودی فرعی محسوب می‌شود.

تأثیر باد

هوای متحرک یا باد، فشار ایستا را در سمت خارجی محوطه ساختمان افزایش می‌دهد و این در حالی است که فشار ایستای طرف مقابل آن کاهش می‌یابد. در نتیجه، هوا سعی دارد که از خارج به داخل، از طریق دیوارها (از محل برخورد هوا با ساختمان) و نیز از داخل به خارج، از طریق دیوارهای مقابل جریان پیدا کند. جریان حرارتی از طریق دیوار با توجه به جهت باد تا حدودی تغییر خواهد کرد. حداکثر حرارت هدایتی موقعی اتفاق خواهد افتاد که دیوارها به موازات جریان باد قرار گرفته باشند (شکل زیر).

تأثیر باد در ارتفاعات بالاتر سطح زمین، افزایش می‌یابد. برای مثال، سرعت باد در طبقات بالایی یک ساختمان چهل طبقه تقریباً یک و نیم برابر سرعت آن در سطح زمین است. از آنجا که فشار ایستای هوا تقریباً با مجذور سرعت باد متناسب است، چنین افزایشی تأثیر قابل توجهی در سرعت و مقدار نفوذ هوای خارج به داخل خواهد داشت.

اثرات باد

تأثیر دودکشی

به خاطر طبیعت صعودی هوای گرم، تغییرات عمودی مهمی در فشار ایستای داخلی ایجاد می‌شود و این در ساختمانهای بلند، موجب تأثیر - به اصطلاح - دودکشی خواهد شد به این ترتیب که در طبقات پایین‌تر، تراوش حرارت از خارج به داخل؛ و در طبقات بالاتر، تراوش حرارت از داخل به خارج است. نزدیک به ارتفاع میانی ساختمان، منطقه‌ای است خنثی که در آنجا اختلاف فشار برای جریان هوا ناچیز است.

این تأثیر را می‌توان توسط عایق‌بندی تمام درزهای موجود میان طبقات از قبیل پلکانها، چاهک آسانسور و داکتهای الکتریکی و مکانیکی کم کرد. در اکثر موارد لوازم ایمنی آتش‌سوزی این درزهای عمودی را به وجود می‌آورند. فضاهای باز و بزرگ عمودی، امکان ایجاد اثر دودکشی را افزایش می‌دهند. از دیدگاه یک سیستم حرارتی این نوع فضاها مطلوب است زیرا سکونت انسانها روی کف زمین بوده و هوای گرم بالای فضا، مانع آسایش آنها نمی‌شود. جریان جابجائی می‌تواند برای اینگونه فضاها به منظور سیستم برگشت هوای خروجی به کار رود.

ایجاد فشار

از آنجا که تراوش هوای بیرون، علاوه بر جذب و دفع حرارت، خاک و غبار و دیگر آلودگیها را نیز به همراه دارد، اغلب کوشش می‌شود که این آثار به وسیله کاهش ظرفیت خروجی تهویه نسبت به ظرفیت ورودی آن، به حداقل رسانده شود. در نتیجه آن مقدار فشار ایستای هوای داخل افزایش می‌یابد. فشار ایستا، از راه درزهای موجود و خلل و فرج مواد، سعی در ایجاد تراوش از داخل به خارج خواهد داشت به همین علت باید برای ایجاد توازن و خنثی کردن اثر نفوذ هوای خارج به داخل فضا، فشار کافی وجود داشته باشد.

جذب حرارت داخلی

مدت زمان زیادی نمی‌گذرد که سازندگان ساختمان دریافته‌اند که حرارت ایجاد شده توسط بدن ساکنان در محیط ساختمان، تنها منبع انرژی حرارتی داخلی غیر از دستگاههای ساخت بشر است. قبلاً در طراحی سیستم‌های حرارتی، مسئله اصلی، کنترل فزونی یا کاستی درجه حرارت در ارتباط با وضعیت اقلیمی بود اما امروزه این وضعیت تغییر یافته و اکثر ساختمانها دارای سیستم تهویه مرکزی شده‌اند. این موضوع برای ساختمانهای اداری، صنعتی، آموزشی و درمانی - جایی که سیستم‌های روشنایی و کامپیوتر، مقادیر زیادی گرمای ایجاد شده الکتریکی را توزیع می‌کنند - صدق می‌کند، زیرا در آنجا مقدار زیادی از انرژی الکتریکی تبدیل به حرارت می‌شود.

علاوه بر این، استانداردهای جدید عایق‌سازی پوشش ساختمان، به حرارت فوق در محدوده داخلی ساختمانها افزوده است. ساختمانهای بسیاری، به هنگام پایین بودن درجه حرارت محیط خارج در ساعات اشغال ساختمان توسط ساکنان، دارای قابلیت نگهداری درجه حرارت مناسب هستند. طراحی حرارتی اینگونه ساختمانها به گونه‌ای است که حتی در هوای سرد با ایجاد برودت مناسب، حرارت اضافی داخلی را از بین برده و موازنه حرارتی را برقرار می‌کند.

حرارت حاصل از سکونت و تهویه

حضور افراد در داخل ساختمان‌ها موجب تولید مقدار زیادی حرارت می‌شود زیرا مقداری از حرارت داخلی تولید شده مربوط به وجود خود انسانها و روند سوخت و ساز بدن آنها است. این حرارت، در مقایسه با انتقال حرارت هدایتی و تشعشعی، ناچیز به نظر می‌رسد ولی زمانی که تعداد افراد افزایش یابد به یک مسئله مهم مبدل خواهد شد. دسته دوم از مبحث تولید گرمای ساکنان عبارت است از گردش و تخلیه هوا. به منظور اهداف بهداشتی هر شخص نیاز به مقداری هوای تازه دارد. از آنجا که هوای خارج، جای هوای داخل را می‌گیرد، ممکن است اثرات جانبی نامطلوبی از لحاظ درجه حرارت و رطوبت در محیط داخلی ایجاد شود.

حرارت حاصل از لامپهای الکتریکی

با استفاده از لامپهای الکتریکی، مقادیر زیادی حرارت داخلی تولید می‌شود. حرارت تولید شده توسط لامپهای الکتریکی می‌تواند تاثیر بسیار مهمی روی حرارت محیط بگذارد. منابع غیرمستقیم و سیستم روشنایی مناسب روز، می‌توانند از بار انرژی الکتریکی و بار خنک‌کننده مربوطه که توسط بارهای الکتریکی ایجاد شده‌اند، بکاهند. در ارزیابی اولیه تاثیر حرارتی سیستم روشنایی الکتریکی، طراح باید لامپ الکتریکی را نه تنها منبع روشنایی بلکه منبع گرما نیز در نظر بگیرد. جدول زیر، شدت متوسط گرمای حاصل از سیستم‌های روشنایی را نشان می‌دهد.

جدول شدت متوسط گرمای حاصل از سیستمهای روشنایی

مکان	وات / فوت مربع
تالار کنفرانس	۱/۶
کلاس / محل سخنرانی	۲/۰
بوفه غذای سریع، کافه تریا	۱/۳
رستوران	۲/۵
کتابخانه، محل مطالعه	۱/۹
لابی عمومی	۱/۰
تایپ، مطالعه	۱/۸
ترسیم، نقشه کشی	۲/۶
کلیسا، مسجد	۲/۵
خوابگاه	۱/۱
اتاق بیمار	۱/۴
اتاق عمل	۷/۰

۱/۴	اتاق مهمان هتل
۱/۹	موزه، نمایشگاه
۱/۵	تاتر، هنرهای نمایشی
۳/۱	فضاهای تجاری
۱/۴	دادگاهها

در دسترس بودن این انرژی داخلی، می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در طراحی سیستم‌های حرارتی ایفا کند. اگر این انرژی، به صورت تصادفی منتشر شده و باقی بماند و تحت کنترل قرار نگیرد، اثر حرارتی نامطلوبی باقی می‌گذارد اما اگر تحت کنترل درآید، می‌تواند مورد استفاده واقع شود یا تا جایی که لازم است، به بیرون فرستاده شود.

لامپ معمولاً در محفظه‌ای از قبیل حباب یا در حجم خالی سقف قرار داده شده و وضعیت توزیع گرما را تغییر می‌دهد. هرگاه لامپ برای اولین مرتبه روشن شود، گرمای حاصل از ترانس (در صورتی که از ترانس استفاده شده باشد)، گرمای خود لامپ، و گرمای جذب شده هوای مجاور لامپ، در داخل محفظه محبوس می‌شود. این هوا ممکن است برای همیشه در آن محل نمانده و تنها برای مدت کوتاهی در محفظه‌ای مجزا از محیط باقی بماند. علاوه بر آن، مقداری از نور ساطع شده توسط خود چراغها بعنوان گرما جذب می‌شود.

نور نامرئی مادون قرمز و ماوراء بنفش نیز مسیری مشابه را طی می‌کند که بستگی به ماده و پرداخت خود چراغ دارد. مقداری از این انرژی بار دیگر و با سرعت به داخل اتاق منتشر می‌شود در صورتی که باقیمانده آن جذب می‌گردد. با استفاده از حباب یا محفظه همچون محلی برای گردآوری حرارت، مقدار قابل توجهی از گرمای لامپ و ملحقات آن را می‌توان مورد استفاده قرار داد. سیستم هوای برگشت به آسانی می‌تواند حرارت داخل کانال (داکت) را کنترل کند و حدود ۸۰ درصد از این گرما را می‌توان پیش از ورود به فضای مسکونی در اختیار گرفت. مزیت دیگر این روش آن است که سیستم روشنایی نیز خنک شده و موجب کاهش حرارت می‌شود ضمن اینکه لامپ در دمایی کار می‌کند که کارایی بیشتری دارد.

هزینه‌های انرژی سالانه

محاسبات دفع و جذب حرارتی یک محیط برای تعیین بارهای حرارتی در موقعیت‌های حساس و بحرانی طراحی می‌شوند. بارهای محاسبه شده، حداقل توان دستگاههای برودتی و حرارتی هستند که قادراند بارهای حرارتی را در شرایط حساس متعادل کنند. این محاسبات، هزینه‌های انرژی به کار گرفته شده را به ما نمی‌گویند. هزینه‌های انرژی مصرفی بستگی به شرایط متوسط آب و هوایی دارد که برای مواقع استفاده از تجهیزات در شرایط سخت آب

و هوایی طراحی شده باشد. برای مشخص کردن هزینه‌های سوخت مصرفی سالانه می‌توان از روشهای زیر استفاده کرد:

(۱) استفاده از روشهای کامپیوتر که شرایط معمول سالانه آب و هوا را برای منطقه آب و هوایی خاص تقلید می‌کنند.

(۲) استفاده از روشهای دستی که اندازه دستگاه را به برآوردی از آنچه هزینه‌های سوخت برای آن دستگاه، در آن محیط خاص خواهد بود تبدیل می‌کنند.

روش دستی که به منظور محاسبه هزینه سوخت مصرفی سالانه به کار می‌رود، براساس درجه حرارت روزانه است. درجه حرارت روزانه، عبارت است از اختلاف بین دمای داخلی و دمای بیرونی که در آن هیچ حرارتی برای گرم کردن دمای داخل ساختمان لازم نیست. عموماً این درجه حرارت در فصل زمستان، ۱۸ درجه سانتی‌گراد فرض می‌شود مگر اینکه مقادیر مشابهی گرمای داخلی یا خورشیدی وجود داشته باشد. برای مثال، اگر درجه حرارت متوسط در طول ۲۴ ساعت برابر ۴/۵ درجه سانتی‌گراد باشد نتیجه $13/5^{\circ}\text{C} = 18^{\circ} - 4/5^{\circ}$ درجه حرارت روزانه برای یک دوره ۲۴ ساعتی خواهد بود. اداره هواشناسی، درجه حرارت روزانه را در طول یک دوره گرمایش سالانه محاسبه می‌کند. هر شهر دارای مقدار متوسط درجه حرارت روزانه در سال است که مشخص کننده احتیاجات گرمایشی آن منطقه است.

انرژی گرمایی خالص موردنیاز سالانه توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Btu/year} = (\text{Btu/hr-}^{\circ}\text{F}) \times (\text{سال} / \text{درجه حرارت روزانه}) \times (\text{روز} / 24 \text{ ساعت})$$

هزینه‌های سالانه برای انرژی گرمایی توسط فرمول زیر معین می‌شوند:

$$\text{S} / \text{سال} = \frac{(\text{واحد سوخت} / \text{سال}) \times (\text{Btu} / \text{واحد سوخت})}{(\text{بازده سیستم}) \times (\text{واحد سوخت} / \text{Btu})}$$

جدول بعد مقادیر نمونه برای سوختهای مختلف را نشان می‌دهد. هزینه‌های اقتصادی می‌تواند براساس هزینه‌های سوخت منطقه رایج تعیین شود.

جدول مقایسه سیستم‌های تولید گرما از نظر سوخت

سوخت	بازده سیستم	نمونه‌هایی از میزان Btu برحسب واحد اندازه‌گیری سوخت
گاز	۵۰٪ تا ۹۰٪	۱۰۰۰ Btu/۱۰۰۰ C.F
نفت	۵۰٪ تا ۸۰٪	۱۴۰۰۰۰ Btu/gallon
الکتریسته	۱۰۰٪	۳۴۱۳ Btu/KW
چوب	۵۰٪ تا ۱۰٪	۲۰-۳۰,۰۰۰,۰۰۰ Btu/cord

سیستم‌های متعادل کننده

بسیار مشکل - اگر نگوییم غیرممکن - و در بیشتر موارد، غیر اقتصادی است که شرایط حرارتی مناسب را تنها از طریق طراحی جداره‌های ساختمان به دست آوریم. برای مثال، ساختمانهای واقع در مناطق معتدل، دستخوش تغییرات جوی متنوعی هستند که می‌تواند از هوای بسیار سرد تا هوای بسیار گرم رطوبی را شامل شود. بهترین کار در مقابل آب و هوای سرد، ساختمان‌سازی با عایق فشرده؛ و در مقابل آب و هوای گرم و مرطوب، ساختمان با ورودیهای متعدد برای عبور نسیم خنک است. با توجه به تغییرات متنوع آب و هوا در یک سال، دشوار است ساختمان را طوری بسازیم که جوابگوی این تغییرات باشد. بهترین راه حل آن است که شرایط میانه را در نظر بگیریم و جبران هوای خیلی گرم یا خیلی سرد را به عهده یک سیستم مکانیکی (حرارتی) بگذاریم تا توازن مطلوب را به وجود آورد.

دستگاههای تولید گرما

برای ایجاد گرما در داخل یک فضا، انواع سیستم‌ها به وجود آمده که معمولترین آنها شیوه سنتی استفاده از شومینه است اما تکنولوژی مدرن نیز روشهای خود را دارد که غیر احتراقی است.

سیستم‌های غیراحتراقی

یکی از انواع سیستم‌های غیراحتراقی که بعداً شرح داده خواهد شد، سیستم‌های تبرید است و آن ترکیبی است از سیستم گرمایش و سرمایش که به هنگام از دست رفتن حرارت محیط قابلیت گرما را دارا می‌باشد و تشکیل شده است از یک پمپ حرارتی که گرمای کندانسور را برای گرم کردن، و سرمای اواپراتور را برای تبرید فراهم می‌آورد. نوع دوم استفاده از سیستم گرمایش «مقاومت الکتریکی» است. به این ترتیب که جریان الکتریکی از میان یک

مقاومت الکتریکی عبور می‌کند و در اثر مقاومت الکترونها حرارتی حاصل می‌شود که می‌توان از آن به طرز مستقیم برای گرم کردن یک فضا استفاده کرد.

نوع سوم دستگاه‌های غیراثراتی، استفاده از انرژی خورشیدی است. انرژی خورشیدی می‌تواند به صورت ذخیره، در سیستم گرمایش یک مجموعه، مورد استفاده قرار گیرد. شیشه‌های رو به جنوب در نیمکره شمالی (یا شیشه‌های رو به شمال در نیمکره جنوبی) برای پرتو خورشید مجرای شفاف فراهم می‌کنند تا به داخل ساختمان نفوذ کند. مسیر اشعه خورشید ادامه پیدا می‌کند تا اینکه به یک جسم تیره یا کدر برخورد کرده و در آنجا جذب شود. این جسم تیره رنگ می‌تواند مجموعه یکپارچه‌ای از سازه‌های ساختمانی باشد (مثل دیوار یا کف).

یک مکان کمکی مانند گلخانه یا نورگیر سقفی می‌تواند برای جمع‌آوری دمای خورشید مورد استفاده قرار گیرد. در این مکان، گرمای ذخیره شده را می‌توان به محیط دلخواه انتقال داد.

گرمای جذب شده می‌تواند به شیوه هدایت یا جابجایی و یا تشعشع به محیط موردنظر انتقال داده شود. پرتو ساطع شده، اشعه‌ای است با طول موج بلند که در مقابل طول موجهای کوتاهتر تشعشع خورشیدی قرار می‌گیرد. این تغییر در طول موج به حرارت محبوس شده در محدوده داخل ساختمان کمک می‌کند و شیشه، همانطور که اجازه انتقال امواج کوتاه را به داخل ساختمان می‌دهد، از خروج تشعشع داخلی با طول موج بلند جلوگیری می‌کند. بنابراین با کنترل انتقال تشعشع و حرارت هدایت شده شیشه، به افزایش گرمای حاصل از نور خورشید در محیط داخلی کمک می‌شود. شکل زیر مفهوم سیستم گرمایش خورشیدی را نشان می‌دهد:

برخی از سیستم‌های حرارتی خورشیدی غیرفعال

در تقابل با سیستم گرمایش خورشیدی غیرفعال که از هیچ انرژی کمکی استفاده نمی‌کند، گرمایش فعال از انرژی الکتریکی برای راه‌اندازی فن یا پمپ، به منظور انتقال گرمای جمع‌آوری شده خورشیدی استفاده می‌کند. سطوح تیره رنگ با لایه شیشه‌ای مجزا یا با جمع‌کننده (کلکتور)های خورشیدی روی سطح ساختمان و به طرف جنوب (در نیمکره شمالی) و با تمایل به سطح افقی زمین به اندازه زاویه مدار زمینی که ساختمان در آن واقع شده است تعبیه می‌شود. این سطوح، تشعشع خورشیدی را جذب می‌کنند. آب یا هوا از روی سطوح جاذب عبور می‌کند تا حرارت به وجود آمده را به نقطه دورتری انتقال دهد. حجم جاذب حرارت عبارت است از آب، سنگ، و از این قبیل. سپس حرارت ذخیره شده به وسیله یک سیستم توزیع فعال که حرارت را به محیط مطلوب انتقال می‌دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اکثر مواقع این سیستم توسط یک مدار رایج‌تر گرمایی تقویت می‌شود که وظیفه آن رسانیدن حرارت لازم به محیط در هنگامی است که خورشید در آسمان نباشد.

سیستم حرارتی خورشیدی فعال: گرمای ایجاد شده توسط کوره، انرژی خورشیدی را افزایش می‌دهد

سیستم‌های احتراقی

دستگاه‌های احتراقی گرمازا مبتنی بر سیستم سنتی آتشدان یا شومینه است که از سوخت طبیعی مثل چوب و زغال استفاده کند. دستگاه‌های حرارتی سوخت فسیلی به علل زیر توسعه یافته‌اند:

- (۱) عدم کارایی شومینه‌های روباز
- (۲) احتیاج شومینه‌ها به اینکه با دودکشهای مناسبی تجهیز شوند.
- (۳) لزوم نیروی انسانی برای قراردادن لوازم سوختی در شومینه‌های باز

این سیستم حرارت مرکزی پیشرفته از طریق آزاد کردن طراح از اجبار قراردادن منابع متعدد گرما در فضاهای مسکونی و از بین بردن اضطراب حفظ فاصله پوشش ساختمان از منابع گرما، کمک شایانی به معماری مدرن کرده است. متأسفانه این سیستم، فرصت بی‌اعتنایی به امکانات منطقه‌ای، یعنی مصرف سوخت‌های طبیعی موجود بدون توجه به محدودیت آن در طبیعت را نیز فراهم کرده است زیرا در این سیستم، برای گرم کردن آب یا هوایی که به داخل ساختمان ارسال خواهد شد از گاز طبیعی، نفت یا ذغال استفاده می‌شود.

انتخاب سوخت و سیستم گرمایش

به طور کلی سیستم حمل و نقل سوخت باید در محل موجود باشد. لوله‌کشی، برای حمل گاز و وسایل حمل موتوردار، برای نفت و زغال سنگ ضروری است در حالی که الکتریسته نیاز به شبکه توزیع قدرت و ژنراتور دارد.

در یک ساختمان، برای تجهیزات سیستم، ذخیره سوخت، دودکش و دستگاه‌ها و لوازم توزیع، احتیاج به فضای لازم داریم بنابراین اساساً در هر منطقه باید از هزینه‌های نصب سیستم و انرژی، برآوردی اقتصادی انجام گیرد.

در جدول مقایسه سیستم‌ها، جدول قیمت‌های سوخت برای وسایل احتراقی کمتر از وسایل غیراحتراقی یا الکتریکی است. ضمن اینکه هزینه نیازهای این وسایل (لوازم اولیه، نگهداری و تعمیر) به طور نسبی گران است.

در سیستم‌های احتراقی، هزینه‌های تولید و تعمیر و نگهداری آنها مانند هزینه‌های محیطی و سوخت، بالا است.

سیستم‌های تولید الکتریسته در محل مصرف قرار ندارند، در نتیجه بیشتر سیستم‌های الکتریکی گرمازا در مقایسه با سیستم‌های احتراقی، احتیاج کمتری به لوازم و تجهیزات دارند زیرا دودکش و محل ذخیره سوخت برای آنها حذف می‌شود و فضای دیگری برای دستگاه‌های موتورخانه موردنیاز نیست.

علاوه بر آن هزینه‌های اولیه برای خرید تجهیزات پایین‌تر است ولی هزینه‌های مصرف انرژی آن بالاتر خواهد بود.

اصولاً هر پروژه و طرحی باید همچون موضوعی جداگانه بررسی شود و حل مسئله محیطی آن باید به همراه عوامل اقتصادی، به دقت مورد مطالعه قرار گیرد.

جدول مقایسه سیستم‌های حرارتی ساختمانها

سوخت	تأثیرات محیطی		آسایش		سیستم
	خروجی	منبع	کیفیت	کنترل	
وسيله نقلیه					
کابل برق	محصول فرعی	ژنراتور	درجه حرارت پایین	ترموستات	پمپ حرارتی
کابل برق	محصول فرعی	ژنراتور	خیلی خوب	ترموستات	مقاومت الکتریکی
مستقیم	ندارد	خورشید	ضعیف (نیاز به منبع خارجی دارد)	ترموستات	انرژی فعال خورشیدی
مستقیم	ندارد	خورشید	متأثر از اقلیم و طراحی	جرم ساختمان	انرژی غیرفعال خورشیدی
وسيله نقلیه	C02 به مقدار زیاد	قطع درخت	ضعیف	دمپر	اختراقی
وسيله نقلیه	C02 به مقدار زیاد	زمین	خوب	ترموستات	چوب
خط لوله	C02 به مقدار کم	محدود	خیلی خوب	ترموستات	ذغال سنگ
وسيله نقلیه	C02 به مقدار کم	محدود	خیلی خوب	ترموستات	گاز طبیعی
					نفت

ادامه جدول مقایسه سیستم‌های حرارتی ساختمانها

سیستم	سوخت		وسيله دستگاه			توزیع	
	ذخیره	هزینه	وسيله تولید	دودکشی	هزینه	وسيله انتقال	خروجی
بدون احتراق							پمپ / فن
پمپ حرارتی	ندارد	بالا	پکیج + منبع حرارت	ندارد	بالا	هوا	دستگاه تعدیل گرما
مقاومت الکتریکی	ندارد	پایین	دور از محل	ندارد	پایین	الکتریسته	از طریق تشعشع
انرژی خورشیدی فعال	آب	پایین (فن) یا پمپ	کلکتور	ندارد	بالا	هوا	دستگاه تعدیل گرما
انرژی خورشیدی غیرفعال	جرم ساختمان	آزاد	پنجره رو به جنوب	ندارد	بالا	تشعشع + جابجائی طبیعی	ندارد
با احتراق							
چوب	لازم است	پایین	اتاق احتراق	دارد	متوسط	تشعشع + هوا	تشعشع + دستگاه تعدیل هوا
زغال سنگ	لازم است	پایین	اتاق احتراق	دارد	متوسط	هوا یا آب	دستگاه تعدیل گرما
نفت	مخزن	پایین	اتاق احتراق	دارد	متوسط	هوا یا آب	دستگاه تعدیل گرما یا کواکتور

سرمایش

سرمایش به روش طبیعی

وقتی که دور کردن حرارت برای تامین آسایش لازم باشد، راندن طبیعی حرارت از طریق آسمان، جو و محوطه زمین راههایی است که پیش روی ماست. روشهای تبرید غیرفعال شامل تهویه اجباری و طبیعی است. هر دو روش براساس حرکت هوا و جایگزینی هوای سرد به جای هوای گرمتر انجام می‌گیرد. همچنین در مکانهای خشک می‌توان تبرید تبخیری را به کار گرفت زیرا در آن، درجه حرارت هوای گرم به وسیله تبخیر آب به داخل هوای آزاد کاهش می‌یابد. این عمل سبب افزایش رطوبت نسبی هوا می‌شود و برای همین، در مناطق گرم و مرطوب مؤثر نیست. در روشهای تهویه، برای کاهش حرارت داخل لازم است که هوای سردتر بیرون دسترس‌پذیر باشد. تهویه اجباری متکی بر سرعت بالا برای کسب نیروی محرک لازم به منظور به حرکت درآوردن هوای سردتر برای نفوذ به داخل می‌باشد. برای جریان یافتن این هوا باید ورودی و خروجی‌هایی نیز وجود داشته باشد. به طور کلی در طراحی باید پنجره‌ها و ورودیها را در جهت بادهای تابستانی، و خروجیها را در جهت مخالف یعنی انتهای فضای بسته قرار دارد. روش سردسازی وزنی (جرمی) متکی بر این اصل است که جرم برای افزایش دمای خود احتیاج به حرارت دارد. هر چه جرم بیشتری موجود باشد، مقدار بیشتری گرما جذب گردیده و می‌تواند ذخیره شود. وقتی این روش همراه با تکنیک‌های تهویه به کار می‌رود می‌تواند راه حل مناسبی برای جمع‌آوری و دور کردن حرارت داخلی باشد. نمونه عملی این سیستم، برای جمع‌آوری و نگهداری گرما در ساعات سکونت افراد طراحی شده است که موجب ورود هوای خنکتر خارج به داخل در تماس با سطوح ذخیره کننده جرم در ساعات عاری از سکونت شبانه است. همچنین با در معرض قرار دادن جرم موجود در هوای آزاد شبانه می‌توان از دفع گرمای تشعشی استفاده کرد.

سرمایش مکانیکی

وقتی که روشهای طبیعی قابل اجرا یا مطلوب نباشند، حرارت اضافی و یا رطوبت جمع شده در محیط داخل را می‌توان توسط عمل سرمایش از بین برد. سیستم‌های سرمایش اولیه، عمل سردسازی را توسط جریان ذوب، مانند تبدیل حالت یخ به آب (جامد به مایع) انجام می‌دادند. گرمای فضای داغ، با شدت 144 Btu/Pound (گرمای فوزیون برای آب) در تبدیل یخ به آب جذب می‌گردید. حرارت جذب شده توسط ذوب یک تن یخ در ۲۴ ساعت برابر با $128000 \text{ Btu} = 144 \text{ Btu} \times 2000 \text{ Pound}$ در روز می‌شود. از این رو، ظرفیت خنک‌کنندگی یک تن یخ برابر است با 120000 Btu در ساعت. این واحد برای وصف خنک‌کنندگی سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

($1\text{Ton} = 120000\text{Btu/hr}$). سیستم‌های سرمایش کنونی از روشی استفاده می‌کنند که در آن گرمای تبخیر عمل برودت را انجام می‌دهد. در اینجا نیز تغییری در حالت ماده صورت می‌گیرد که باعث می‌شود مایع خنک‌کننده، حرارت را از هوای داخل جذب کند.

دستگاه‌های تراکمی برای سرمایش

عمل سرمایش توسط کمپرسورهای مکانیکی در شکل زیر نشان داده شده است. این مدار شامل یک خنک‌کننده (اغلب، کلروفلوئورکربن) است و در چرخه موردنظر تحت فشارهای متفاوت به حرکت در می‌آید تا بتواند قابلیت گرفتن گرما و پس دادن آن را به محیط زیر کنترل آورد اما پی‌آمد نشت کلروفلوئورکربن (CFC) و یا خارج کردن آن از مدار، زمانی که از دستگاه استفاده نمی‌شود، به صورت یک مسئله حاد درآمده است. این ماده به خاطر ثباتی که دارد، سرانجام، به داخل استراتوسفر هدایت شده و در آنجا تجزیه، و موجب آزاد شدن کربن می‌شود.

چرخه تبرید تراکمی

اکنون برای یافتن خنک‌کننده‌های دیگری که موجب لطمات محیطی نشود، پژوهش‌ها و تحقیقات بسیاری صورت می‌گیرد. البته زمان و هزینه بسیار لازم خواهد بود تا این خنک‌کننده‌ها بانی روند سرمایش جدید بشوند. در خنک‌کنندگی تراکمی، اعمالی که انجام می‌شوند عبارتند از:

- (۱) مایع پرفشار از طریق یک شیرفشارشکن از تقطیر کننده به سمت تبخیر کننده جریان می‌یابد.
- (۲) سرمایش با توجه به تبخیر مایع خنک‌کننده در محفظه کم فشار تبخیر کننده صورت می‌گیرد. حرارت تبخیر این مرحله، از هوای داخلی محیط مسکونی جذب می‌شود.
- (۳) بخار خنک‌کننده کم فشار ناشی از تبخیر کننده به سمت کمپرسور مکیده می‌شود و در آنجا تحت فشار مکانیکی کمپرسور، فشار آن بالا رفته و به حالت اشباع می‌رسد.
- (۴) تحت فشار تقطیر کننده، بخار خنک‌کننده به داخل تقطیر کننده باز می‌گردد و عمل میعان، به محض اینکه خنک کننده اشباع شده، حرارت خود را از دست داد، اتفاق می‌افتد. حرارت ذخیره به هوای بیرون یا آب خنک‌کننده دفع می‌شود. آنگاه آب خنک‌کننده به داخل چاه یا برج خنک‌کننده یا تقطیر کننده هوایی می‌رود.

(۵) مایع پرفشار حاصل شده به سمت اواپراتور جریان پیدا کرده و چرخه را تکرار می‌کند. وقتی عمل فوق به طرز معکوس طراحی شود، سیستم تبدیل به یک پمپ حرارتی می‌شود. در این حالت جای تبخیرکننده و تقطیر کننده به شیوه عملی با یکدیگر تعویض می‌شود در این موقعیت، تبخیرکننده گرما را از محیط بیرون جذب می‌کند. این حرارت می‌تواند از محیط خارج، از آب، از انرژی خورشیدی یا از حرارت داخلی باشد. تقطیر کننده، این گرما را به محیط داخل ارسال می‌کند. سیستمی که مجموعه‌ای از پمپ‌های حرارتی را در یک مدار بسته آب پشت سر هم ترکیب کند، می‌تواند برای گرفتن بار تبرید از نواحی محتاج دفع حرارت به نواحی نیازمند گرما روشی ارائه دهد. در هوای سرد، ممکن است محفظه خارجی که گرما را از محیط خارج جذب می‌کند منجمد شود. این عمل نه تنها از بازده سیستم می‌کاهد بلکه ممکن است نیازمند یخ‌زدایی متناوب محفظه نیز باشد.

دستگاه‌های هوارسان

گرما و سرمایی که برای راحتی و آسایش افراد ساکن در فضا ایجاد می‌شود، در نهایت، باید به طریقی به هوای محیط منتقل شود. طراحی سیستم‌های تشعشعی که برای ایجاد آسایش با سطح بدن افراد تبادل دارد، استثنایی است بر این اصل. به منظور تامین هوای تازه برای سلامت و آسایش افراد داخل محیط، این سیستم نیاز به یک هوارسان اضافی دارد. انتقال گرما یا سرما در داخل محیط، می‌تواند توسط آب صورت گیرد که در این صورت، تبادل حرارتی بین آب و هوای محیط رخ خواهد داد. مزیت استفاده از این سیستم، به حداقل رساندن مسیرهای تأسیساتی

لازم، و در نتیجه، صرفه‌جویی در فضای داخل ساختمان است. با وجود این، چون در تابستان شدت بخار آب موجود در هوا بالا است، برای تامین آسایش افراد، به مقدار کمی هوای تازه نیاز هست. مایع کردن بخار موجود در هوا توسط شیوه‌های سرمایش در فضاهای پرازدحام قدری مشکل است. به همین دلیل، برای تولید برودت در ساختمانهای بزرگ، از سیستم‌های هوارسان استفاده می‌شود تا هوای خنک به داخل فرستاده شود ولی در ساختمانهای کوچک نفوذ هوای خارج به داخل کافی است.

در ساختمانهای بزرگتری که دارای سیستم مرکزی هواساز هستند، باید میان قسمت تبخیر و تأمین هوای تازه ارتباط وجود داشته باشد. سیستم هواساز، بطور معمول، شامل یک فن، فیلترها، و کانالهایی برای هوای برگشتی و هوای ذخیره، و مکش هوای تازه است. ارتباط با منابع سرمازا یا گرمازا توسط کویل‌های تبادل حرارت صورت می‌گیرد که در آن، برای انتقال حرارت از آب استفاده می‌شود. در روند سرمایش، خنک‌کننده از اطراف تبخیرکننده به سمت سیستم هواساز، پمپ می‌شود. فن هواساز، هوای گرم برگشتی از داخل اتاق و هوای خارج، یا مخلوطی از این دو را در اطراف کویل به جریان می‌اندازد. این کار باعث می‌شود که حرارت موجود در هوای گرم جذب کویل شود، در نتیجه، از رطوبت موجود در هوا نیز کاسته شده و آماده ارسال به داخل فضای موردنظر گردد. حرارت جذب شده مجدداً به وسیله چرخه سرمایش به تقطیر کننده بازگشته، و طی مراحل از نو آغاز می‌شود.

کنترل رطوبت

ساده‌ترین روش برای جداکردن رطوبت از هوا، کم کردن درجه حرارت آن است. برای این کار، هوای موردنظر را به حالت اشباع می‌رسانند تا رطوبت موجود در آن تبدیل به آب شود. کاهش در میزان رطوبت و درجه حرارت هر دو توسط کویل تبخیر کننده صورت می‌گیرد. هوایی که باید تهویه گردد از روی کویل مارپیچ عبور داده شده و درجه حرارت به نقطه اشباع رسانده می‌شود. در نتیجه، رطوبت اضافی آن خارج شده و درجه حرارت هوا نیز کاهش می‌یابد سپس هوای موردنظر مجدداً مخلوط یا حرارت داده می‌شود تا شرایط مطلوب را در محیط داخلی فراهم سازد.

صافی

در برنامه‌های مربوط به ساختمانها یا تهویه‌های ویژه، ممکن است احتیاج به تصفیه هوای محیط داشته باشیم. بنابراین صافی‌ها عموماً در سیستم تهویه مطبوع مرکزی قرار داده می‌شوند. فیلترهای فوق، هوای بیرون و نیز هوای چرخنده داخل ساختمان را مورد تصفیه قرار می‌دهند. وسایل مختلف برای این کار عبارتند از:

- (۱) فیلترهای خشک مثل پارچه، نمد و پوشش‌های سلولزی و سیمی. برای تعمیر، آنها را تمیز یا تعویض می‌کنند.
- (۲) شستشو کننده‌های اسپری که نه تنها هوا را تمیز می‌کنند بلکه رطوبت آن را نیز افزایش می‌دهند.
- (۳) فیلترهای الکتریکی که براساس جذب بارهای الکتریکی ساکن کار می‌کنند. گرد و غبار و سایر ناخالصی‌های هوا را می‌شود به کمک سطحی که به صورت الکتریکی پر (شارژ) شده است، جذب کرد.

مناطق مصرف

آب یا هوای تهویه شده باید به وسیله تجهیزات مرکزی حرارتی و برودتی و هواساز به داخل ساختمان فرستاده و توزیع شود. هدف از سیستم یاد شده، پخش و توزیع هوا برای گرما و سرمای لازم به منظور مناسب نگه‌داشتن دمای محیط داخلی ساختمان است. این مسئله، به مفهوم مناطق مصرف در ساختمان منجر می‌شود. به علت تنوع بار حرارتی خورشید و بار حرارتی داخل، عمل گرمایشی یا سرمایشی مناطق مختلف یک ساختمان در زمانهای مختلف، متفاوت می‌شود. مناطق مصرف عبارتند از تقسیم ساختمان به مناطق حرارتی با کنترل مجزا در پاسخ به بارهای حرارتی متفاوت.

انواع بارهای مورد بررسی عبارتند از:

- ❖ بارهای خورشیدی که همراه با گذشت روز، فصل، و مقدار شیشه به کار رفته در هر طبقه تغییر می‌کند.
- ❖ بارهای داخلی که با عملکرد فضای هر محیط و زمان (روز و هفته) تغییر می‌کند.
- ❖ هدایت بارهای حرارتی از پوشش خارجی ساختمان که همراه با مقدار سطح تماس با محیط بیرون (دیوارها و سقف) و مقاومت عایق حرارتی جداره ساختمان تغییر می‌کند.
- ❖ عوامل جهت‌گیری و کارکردی که بر روی نفوذ هوای بیرون به داخل (ناشی از باد و مناطق ورود و خروج ساختمان) تاثیر می‌گذارند.

سیستم‌های توزیع

سیستم توزیع باید چرخه انتقال حرارتی را فراهم کند که در آن هوای داخل ساختمان به طور ادواری و روشمند از روی سطوح بحرانی اتاق - جایی که انتقال حرارت واقع می‌شود - عبور کند. سپس این سیستم باید هوای اشغال شده داخلی را با به جریان انداختن و بردن آن به منطقه‌ای دورتر زیر روندی مجدد قرار دهد و با وارد کردن دوباره آن به محیط داخلی موجب تکرار این چرخه شود.

توزیع گرما و سرما می‌تواند توسط هوا، آب و یا ترکیبی از این دو صورت گیرد. بعضی از سیستم‌های توزیع هوا باید طوری در دسترس باشند که نیازهای هوای تازه را پاسخگو شوند. برای اینکه سیستم تمام هوا نیازمند فضایی وسیع برای داکت (فضای اشغال شده) داخل ساختمان و نصب فن‌های بزرگ، که انرژی الکتریکی زیادی را مصرف می‌کند، می‌باشد، در اکثر ساختمانهای بزرگ، ترکیبی از سیستم هوا و آب به کار برده می‌شود.

سیستم‌های با حجم هوای متغیر (VAV)

سیستم‌های با حجم هوای متغیر، امروزه یکی از رایجترین سیستم‌ها است زیرا اقتصادی بودن آن از نظر هزینه‌های کارکرد، تعمیرات و نصب به اثبات رسیده است. در این سیستم حجم هوا با درجه حرارت ثابت به کار می‌رود.

سیستم هواساز با حجم متغیر

قابلیت انعطاف این سیستم محدود است زیرا هوا فقط می‌تواند سرد یا گرم باشد. در نتیجه، اگر در منطقه‌ای به سرمایش و در ناحیه‌ای دیگر، به گرمایش احتیاج باشد آنگاه سیستم کمکی دیگری موردنیاز خواهد بود. درجه حرارت مطلوب با تغییر در میزان هوای تعویض شده انجام می‌گیرد و تغییرات فوق باید در محدوده مجاز صورت گیرد. مقدار تعویض هوا باید به اندازه لزوم، برای جلوگیری از ساکن شدن هوا و ایجاد آلودگی در آن وجود داشته باشد، ولی نه به اندازه‌ای که سبب کوران و ایجاد نقاط سرد شود. به طور کلی حدود ۲۰ بار تعویض هوا در ساعت برای سیستم‌هایی که سرعت زیاد دارند، تعویض هوا محسوب می‌شود. به دلیل اینکه سیستم مزبور نمی‌تواند به طور همزمان عمل سرمایش و گرمایش را انجام دهد، سیستم‌های کمکی دیگری مانند گرمکن مجدد و صفحات تشعشی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این روش، سیستم VAV توانایی فراهم کردن حداقل هوای سرد تازه را دارد، در عین این که سیستم کمکی دیگری، گرمای لازم را برای مناطق مختلف تأمین می‌کند. در مناطقی مثل محوطه‌های داخلی که فقط برودت لازم است، سیستم VAV می‌تواند نیازهای حرارتی را در پاسخ به عملکرد حرارتی داخلی تأمین کند. تغییرات گرمایی و سرمایی که در نتیجه تغییرات آب و هوایی که خصوصاً در فصل پاییز و بهار رخ می‌دهد باعث می‌شود که سیستم‌های VAV نتوانند به طور مناسب جوابگوی این نوسانات حرارتی باشند.

سیستم‌های با حجم هوای ثابت

سیستمی که به تغییرات آب و هوای خارج، توسط فراهم کردن همزمان هوای سرد و گرم و سپس مخلوط کردن آن دو در مناطق مصرف پاسخ می‌دهد، قادر است عملکرد مناسب را برای تامین آسایش ساکنان ساختمان فراهم کند. احتیاجات دوره‌ای مناطق مصرف از راه تغییر در مخلوط یاد شده، برطرف می‌شود. عمل فوق توسط محفظه‌های مخلوط کننده که به طور خودکار توسط ترموستات کنترل می‌شوند، صورت می‌گیرد. با تغییر در درجه حرارت دلخواه برای فضا، دستگاه کنترل ترموستات، هوای موردنظر را تأمین می‌کند. ضمن اینکه این مفهوم در ایجاد پاسخ سریع به شرایط مطلوب متغیر که همزمان در داخل ساختمان اتفاق می‌افتد موثر است، یک ضعف ذاتی نیز در داخل این سیستم وجود دارد. روند گرم کردن مجدد هوای سرد شده یا روند عکس آن که سرد کردن هوای گرم شده است باعث تلف شدن منابع انرژی می‌شود. در نتیجه، سیستم مورد بحث سیستمی است که در سالهای گذشته متداول بوده است و امروزه به ندرت در ساختمانهای جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیستم آبی به همراه فن کویل‌ها

در سیستم آبی چهار لوله‌ای مطابق شکل بعد، از جریان موازی آب گرم و سرد بعنوان عامل توزیع استفاده می‌شود.

سیستم چهار لوله‌ای با فن کویل‌های ویژه

چون در مورد انتقال گرما، آب بهتر از هوا عمل می‌کند؛ برتری عمده آن نسبت به سیستم هوا از لحاظ صرفه‌جویی در فضای مورد استفاده مسلم است. در این روش، کانال‌های بزرگ تغذیه و بازگشت توسط لوله‌کشی‌های کوچکتر جایگزین شده است. این سیستم آبی می‌تواند در برابر شرایط مطلوب متغیر که معمولاً بطور همزمان در محوطه‌های مختلف ساختمان رخ می‌دهد، واکنش سریعی نشان دهد. سیستم فن کویل شامل واحد فن ترمینال است که در داخل یا مجاورت منطقه تبادل حرارت قرار می‌گیرد و وظیفه آن رساندن هوا و تصفیه آن در هر واحد مجزا است. هوای تازه می‌تواند از طریق هر واحد مجزا یا از یک نقطه مرکزی به درون آورده شود.

سیستم‌های تشعشعی

کنترل حرارتی ناحیه موردنظر می‌تواند توسط فرستادن جریان آب سرد به پانل‌های سقفی تشعشعی و فرستادن آب داغ به مبدل‌های حرارتی انجام پذیرد. این سیستم‌های انتقال آب، شرایط را برای رسیدن به یک تعادل حرارتی توسط برقرار کردن پیوسته‌ای از هوای منتشر شده در ناحیه مرکزی، فراهم می‌آورند. سیستم‌های تشعشعی دارای مزایایی است مثل فراهم آوردن شرایط مناسب حرارتی از طریق تشعشع که موثرترین روش برای انتقال حرارت است و این قابلیت را دارا است تا در هر مکانی که بیشترین بار حرارتی در آنجا اتفاق می‌افتد قرار داده شود. اما اگر در فضای مورد استفاده به تعمیر نیاز باشد، ممکن است موجب مزاحمت شود (از لحاظ وقفه در استفاده از آن فضا).

توزیع حرارت در داخل فضای اشغال شده

می‌دانیم که هدف نهایی گرمایش و تهویه و تبرید، فراهم آوردن شرایط مناسب حرارتی برای ساکنان فضاهای مسکونی مختلف است؛ و می‌دانیم که عملیات تبادل حرارتی باید در داخل فضای موجود انجام گیرد. روشهای رسانیدن انرژی حرارتی به فضای یک محوطه مربوط به مسائل طراحی است. سیستم موردنظر، باید قادر به افزودن یا کاستن حرارت از سطوح بحرانی و محل قرارگیری افراد در فضای خاص باشد. این مسئله معمولاً توسط انجام عملیاتی بر روی هوای کل داخل اتاق صورت می‌گیرد که عاملی اساسی برای تنظیم درجه حرارت محیط است.

همانطور که پیشتر در بحث راجع به فراهم آوردن محیط مناسب حرارتی برای افراد، مورد اشاره قرار گرفت؛ بدن انسان برای رسیدن به شرایط مطلوب حرارتی از سه شیوه استفاده می‌کند: هدایت (جابجائی)، تشعشع و تبخیر.

واکنش سیستم از راه کنترل عوامل زیر صورت می‌گیرد:

(۱) درجه حرارت هوای محیط (۲) رطوبت نسبی هوا (۳) درجه حرارت سطوح که به وسیله درجه حرارت متوسط تشعشع بیان گردید (۴) جابجائی هوا آنطور که توسط افراد و اشیاء تجربه می‌شود. تکنولوژی امروز برای رسیدن به این کنترل حرارتی، سیستمی را برای توزیع هوا به وجود آورده است که قابلیت یک سیستم تشعشعی را نیز دارا باشد.

جابجائی طبیعی هوا

هوای ساکن و فشرده در یک محل می‌تواند موجب افزایش درجه حرارت و رطوبت هوای داخل یک محوطه گردد. تمرکز جذب یا دفع حرارت می‌تواند باعث به هم خوردن شرایط مناسب حرارتی در مناطق خاصی از فضای یک محوطه شود که با شرایط متناسب و متعادل توضیح داده شده برای منطقه مناسب حرارتی مغایر باشد. به این دلایل لازم است که مسیرهای هوایی در فضا به دقت مورد مطالعه قرار گیرند تا از گذر و جابجائی یکسان هوا در تمام نقاط یک فضا اطمینان حاصل شود.

بطور کلی، هوای سرد به علت نیروی جاذبه طبیعی زمین، تمایل به سمت پایین؛ و هوای گرم به علت اختلاف جرم حجمی، تمایل به سمت بالا دارد. همانطور که شکل بعد مشخص می‌کند، جریانهای محلی گرمایی و سرمایی با قراردادن منابع حرارتی و با پخش هوای تهویه شده در داخل فضای محیط، حاصل می‌شود.

جابه‌جایی هوا در اثر نیروی جاذبه

جابجائی اجباری هوا

قابلیت ارسال و هدایت سیستم‌های اجباری هوا، می‌تواند برای اصلاح و گسترش الگوهای جریان هوا، که توسط جابجائی در اثر نیروی جاذبه طبیعی تحت تأثیر قرار می‌گیرد، مورد استفاده واقع شود. از این نظر، ارسال هوا دارای دو شاخص نیروی محرکه و حرارت اولیه است که قابلیت و بازده دستگاه را مشخص می‌سازد.

سرعت هوا در داکت‌ها می‌تواند به هر مقدار باشد. محدودیت سرعت، به دلیل صدای ایجاد شده در نتیجه اصطکاک هوا و انرژی مصرفی با افزایش سرعت ایجاد می‌شود. در فصل گرما، حرارت هوای ورودی به محیط می‌تواند تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد بالا رود. در فصل سرما تا ۲۰ درجه زیر درجه حرارت اتاق یا هوای برگشتی قابل قبول است. محدودیت در فصولی که باید عمل تبرید انجام شود به علت عدم آسایش ساکنان ناشی از تغییرپذیری شدید درجه حرارت و رطوبت که می‌تواند موجب تراکم درجه حرارت و رطوبت در کانالها بشود اتفاق می‌افتد. هر چه سرعت هوا و اختلاف درجه حرارت بیشتر باشد، اندازه کانال کوچکتر خواهد بود. اگر از اصطکاک صرف‌نظر کنیم، اندازه کانال می‌تواند به سادگی طبق فرمول زیر محاسبه شود:

$$Ad = \frac{\text{حجم}}{\text{سرعت}}$$

Ad = سطح مقطع کانال به فوت مربع

حجم = حجم هوای موردنیاز برای ایجاد طراحی دفع یا جذب گرما به cfm

سرعت = سرعت هوای جابه‌جا شده توسط فن (فوت بر دقیقه).

افزایش مقدار اصطکاک با مجذور سرعت متناسب است. این مسئله یک بار انرژی افزوده بر پروانه را برای تأمین سرعت هوا، و در نتیجه، افزایش درجه حرارت ناشی از انرژی حرارتی کارکرد پروانه بر روی بار تبرید کانال مورد بحث را ایجاد می‌کند. در مورد جریانهای هوا، باید در درون منطقه اشغال شده ارتفاع زیر ۲ متر، از سرعت بالا اجتناب شود. این محدودیت، منجر به استفاده از خروجیهای تعبیه شده در سقف و یا دیوارها خواهند شد. هدف از پخش هوا، ترکیب کامل درجه حرارت، رطوبت و حرکت هوا در داخل محوطه است.

سیستم‌های توزیع هوا درون فضاهای مسکونی

عدم آسایش می‌تواند، با افزایش تغییرات درجه حرارت و یک حرکت اضافی هوا، عدم توانایی در پخش و تحویل هوا با توجه به احتیاجات مناطق مختلف از نظر بار حرارتی، و نوسانات سریع در درجه حرارت اتاق ایجاد شود. حرکت اضافی هوا عبارت است از: احساس سرما یا گرمای موضعی در هر قسمت از بدن که در نتیجه جابجائی هوا و درجه حرارت هوا، با ثابت درنظر گرفتن رطوبت و تشعشع حرارتی ایجاد می‌شود. برای سرعت‌های بالاتر از ۳۰ فوت در دقیقه، به ازاء هر ۱۵ فوت در دقیقه افزایش سرعت، یک درجه فارنهایت افت در دمای محیط ایجاد می‌گردد.

سیستم‌های خروجی هوا عبارتند از: (۱) شبکه‌ها و انواع مشابه آن (۲) دریچه‌های واگرا و پخش کننده (۳) پخش کننده‌های سقفی (۴) پانل سقفی مشبک.

دریچه‌های پخش کننده، خروجیهایی هستند که مقدار و جهت هوای منتشر شده را زیر کنترل دارند. بطور نمونه، یک دریچه پخش کننده که در سقف نصب شده باشد، هوا را در جهت افقی، یا تقریباً موازی با سطح سقف به جریان می‌اندازد. یک ثبات دهنده چنین کنترلی بر جهت هوا ندارد ولی به سادگی، مثل یک دمپر بر روی حجم هوا کنترل دارد. جریان هوای کم سرعت می‌تواند از راه تعداد زیاد خروجیها که در سقف یا کف واقع شده‌اند، به طور مستقیم به درون اتاق جریان یابد. لوازم کنترل و هوارسانی مجزا، در دستگاههای جداگانه برای کنترل و راحتی شخصی قرار داده شده است. هوای سریع‌السير باید از درون پخش کننده‌ها جریان یابد تا یک جریان افقی (یا نزدیک به افقی) را در امتداد سقف به وجود آورد. به این ترتیب، هوا، پیش از آنکه به سمت پایین که محل تجمع افراد است برسد و سرعت و گرادیان حرارتی آن کاهش یابد، امکان توزیع یافته و با هوای طبقات بالاتر مخلوط می‌شود. یک دمنده هوایی نمونه که به طور افقی به داخل یک محوطه باز و بدون اختلاف درجه حرارت (بین هوای دمیده شده و درجه حرارت اتاق) دمیده می‌شود به انبساطی حدود ۱۵ درجه در دو طرف محور خود تمایل دارد. وقتی که دمای هوای دمیده شده کمتر از دمای اتاق باشد (تاثیر برودت)، اختلاف چگالی، در اثر جاذبه، هوای منتشر شده را به سمت پایین منحرف می‌کند. از طرف دیگر وارد شدن هوای گرمتر باعث منحرف کردن جریان مزبور به سمت بالا خواهد شد. در هر دو مورد، فاصله افقی جریان دمش با سرعت تخلیه هوا متناسب خواهد بود. سرعت، همچنین، ممکن است روی گسترش زاویه مخروط هوا که در بالا توضیح داده شد، اثر بگذارد.

کنترل میعان (تقطیر)

قرارگیری سیستم تهویه در مکانهای مخفی یک ساختمان مثل دیوار، سقف و حفره‌های کف برای دور کردن بخار آبی است که ممکن است از داخل محوطه به این مکانها برسد. محل قرارگیری موانع بخار که از نفوذ این رطوبت پیشگیری کند تاکنون مورد بحث قرار گرفته است.

بدون تهویه مناسب و کافی، بخار آبی که در محلهای سردتر و مخفی به مایع تبدیل می‌شود، می‌تواند آثار مخربی ایجاد کند و بعضی مواقع، این آثار به صورت یخ‌زدگی بروز می‌کند. جریان رو به بالای هوای گرم در صفحه داخل یک پنجره، شیشه را گرم کرده و از تقطیر در هوای سرد می‌کاهد. برای اینکه این جریان هوا هر چه مفیدتر واقع شود، باید ثابت و پیوسته بوده و منقطع نباشد. در غیر این صورت، ترموستات‌های کنترل هوا نمی‌توانند از ایجاد تقطیر جلوگیری کنند از این رو به سیستم‌های تغذیه خروجی ثابت نیاز است.

محدودیت‌های تعویض هوا

وقتی که میزان سطوح شیشه‌ای افزایش می‌یابد یا قابلیت مقاومت جداره یک ساختمان در برابر تبادل حرارتی در طراحی کاهش می‌یابد و یا زمانی که حرارت داخلی برنامه‌ریزی شده افزایش پیدا می‌کند، بار برودتی مورد نیاز داخل ساختمان نیز فزونی می‌یابد ولی به هر حال، در قابلیت سیستم‌های معمول هوارسانی نسبت به واکنش در برابر این بارهای افزوده، محدودیت‌هایی به وجود می‌آید که در دامنه ۶۰ تا ۷۰ (Btu/sq.ft) کف ساختمان واقع است.

بار افزوده شده به ساختمان را می‌توان با افزایش میزان هوای تعویضی خنثی کرد. هوارسانی سریع می‌تواند تعویض هوای فضا را تا ۲۰ بار در ساعت افزایش دهد. وقتی که مقدار هوای تعویضی از حد خود تجاوز کند، امکان دارد در محوطه داخلی، نقاط سرد موضعی به وجود آید. از طرف دیگر، بار افزایش یافته برودتی می‌تواند توسط هوای سردتر خنثی شود، و در نتیجه، متغیر درجه حرارت طراحی افزایش یابد. به هر حال، زمانی که هوای ورودی به زیر درجه حرارت شبنم برسد، بخار آب موجود در هوا در سطوح داخل دیفیوزر به مایع تبدیل می‌شود.

این شرایط موجب می‌شود که بین هوای سرد ورودی و هوای برگشتی از اتاق، حداکثر ۲۰ درجه اختلاف ایجاد شود. روش تکمیلی استفاده از پانل‌های خنک‌کننده، امکانی است برای افزایش ظرفیت حرارتی سیستم ولی این مسئله توصیه‌پذیر و از نظر اقتصادی ضروری است که برای عایق‌سازی و کاهش اتلاف حرارتی از روش‌هایی که بازده بیشتری دارند استفاده شود تا اتلاف حرارتی زیر کنترل درآمده و از افزایش بیش از حد بار حرارتی در داخل محوطه جلوگیری شود.

نتیجه گیری

مقادیر قابل توجهی از گرمای تولید شده در ساختمان‌ها را می‌توان به صورت ناحیه‌ای، مجزا کرد. گرما می‌تواند در داخل سیستم روشنایی محبوس شود و انرژی گرمایی خورشید را می‌توان با استفاده از پوشش‌های بازتاب دهنده، و سیستم‌های گردآورنده انرژی خورشیدی زیر کنترل درآورد. همچنین، گرمای زیاد لوازمی مثل سیستم‌های ارتباطی و کامپیوترها را می‌توان به وسیله سیستم‌های هوارسان منطقه‌ای کنترل کرد. این اصول، مقادیر عمده گرما را کاهش می‌دهد که در غیر این صورت باید به وسیله سیستم‌های هوارسانی جبران شوند. این گرما، جدا از افراد ساکن در محوطه، محبوس می‌شود. حرارت محبوس شده می‌تواند به روش‌های مختلف به کار گرفته شود. می‌توان آن را با توجه به زمان و موقعیت، دفع، ذخیره، یا توزیع کرد. مقدار دقیق هزینه عایق‌سازی اولیه، بستگی خواهد داشت به تمرکز انرژی مربوطه، و همچنین به عملی بودن امکان فراهم آوردن بهترین محل برای سکونت انسانها بدون اینکه از کیفیت حرارتی کاسته شود. این اصل از این جهت مهم است که اجازه استفاده از هر دو دسته وسایل طبیعی و الکتریکی را در طرح موردنظر می‌دهد بدون اینکه در ظرفیت سیستم‌های مورد استفاده حرارتی افزایشی صورت بگیرد. به این وسیله حد موثر از مقدار ۶۰ تا ۷۵ (Btu/sq ft) یاد شده فراتر خواهد رفت. این عمل بدان معنا است که سیستم، کاهش قابل توجهی نیز در مصرف انرژی به همراه داشته است.

به طور کلی هوای برگشتی از این سیستم‌ها را می‌توان در موارد زیر استفاده کرد:

- ❖ هوای برگشتی می‌تواند به طور جزئی یا کلی به داخل هوای متعادل خارج فرستاده شود تا زمانی که شرایط آب و هوای بیرون بتواند مقداری کافی از هوای مناسب را جایگزین هوای خروجی کند.
- ❖ هوای برگشتی می‌تواند در ساختمان نگهداری شود تا با انجام عملیات لازم مثل مخلوط کردن نسبت‌های مناسبی از هوای سردتر بیرون یا هوای سرد شده، به درجه حرارت مطلوب و موردنیاز برسد.
- ❖ مقدار کل هوای برگشتی می‌تواند بار دیگر به کمک سیستم تبرید به چرخش درآمده و از نو پخش شود.

در شرایط وجود بار حرارتی، گزینه‌های موجود عبارتند از:

- ❖ هوای برگشتی گرم می‌تواند بار دیگر به داخل فضاهایی که نیاز به گرم شدن دارند، فرستاده شود.
- ❖ هوای برگشتی می‌تواند بار دیگر در اثر مخلوط شدن با هوای نسبتاً سردتر بیرون، تنظیم و کنترل شود.
- ❖ هوای برگشتی گرم می‌تواند از طریق عبور از داخل یک مبدل حرارتی، گرما را جذب کرده و مورد استفاده سیستم تهویه قرار گیرد.

❖ هوای برگشتی می‌تواند گرمای دریافت شده را به یک سیستم ذخیره منتقل کند تا در زمانهایی که گرمای بیشتری مورد نیاز است (مثل مواردی که محیط خالی از سکنه یا عاری از روشنایی است) مورد استفاده قرار گیرد.

شکل زیر اصل تعادل حرارتی داخل یک ساختمان را با دفع حرارتی از بدنه آن نشان می‌دهد.

چرخه گرمایش: برگشت هوا از طریق سیستم روشنایی، گرمای جذب شده از داخل، اتلاف حرارتی فضا را جبران می‌کند.

سیستم‌های تشعشعی

محیط حرارتی موجود در یک فضا می‌تواند از راه به کارگرفتن درجه حرارت متوسط تشعشعی طبق دو روش مهم زیر تنظیم شود: تشعشع پانل، و تشعشع متمرکز. همچنین واحدهای انجام دهنده جابجایی می‌توانند انتقال حرارت به هوای محیط را به یاری روند تشعشع در رابطه با پدیده کنوکسیون انجام دهند.

سیستم‌های پانل

می‌توان از سطوح سقف و کف بعنوان وسایل تشعشع کمکی یا اصلی استفاده کرد. دیوارها نیز می‌توانند برای این منظور مورد استفاده قرار گیرند ولی به دلیل محدود بودن مقادیر و فواصل آنها تا به ساکنان محوطه، و نیز ثابت نبودن فواصل، با عواملی چون در و پنجره و اجزاء خود ساختمان محدود می‌شوند. به همین دلیل از این روش در

دیوارها استفاده نمی‌شود. احتمالاً سیستم‌های پانل باید بیش از انواع دیگر توزیع انرژی حرارتی با تغییرات ویژه حرارت داخل و خارج محوطه تطبیق داشته باشند. لوله‌های کوئل بایستی نزدیک به یکدیگر و در کنار پنجره‌ها قرار گیرند. با بزرگتر شدن فضای موردنظر، سطوح انتقال حرارت نیز از فاصله بیشتری برخوردار خواهند شد. علاوه بر این باید عایق‌بندی مناسبی به کار رود تا از اتلاف‌های مربوط به زمین، هوای بیرون یا فضا‌های بدون سکونت کاسته شود. این روش به مقادیر بیشترین درجه حرارت برای سقف و کف که پیش‌تر شرح داده شد، محدود می‌شود. به عنوان یک قاعده کلی، ظرفیت یک پانل زمینی باید به حدود ۱۰ تا ۲۰ (Btu/sq ft) سطح مربوطه محدود شود. برای سقف، حد ظرفیت حرارتی، تقریباً ۷۰ (Btu/sq ft) است. وقتی که اتلاف حرارتی اتاق از این حدود فراتر رود باید از سایر وسایل اصلی یا کمکی توزیع انرژی استفاده شود. عیب این روش آنست که کنترل فقط به درجه حرارت محدود می‌شود و رطوبت و آلودگی‌های جوی از این جریان تأثیر نمی‌پذیرند.

تشعشع حرارتی متمرکز

در مناطق و شرایطی که تناوب تعویض هوا نیازی به تصفیه خود هوای محیط باقی نمی‌گذارند، موانع مادون قرمز که پرشدت هستند می‌توانند به طور موثری کنترل شده و برای گرمایش مناطق محدود، متمرکز شوند. نواحی نمونه این مناطق، شامل گاراژها، انبارهای عایق‌بندی نشده، ورودی ساختمانها و پناهگاه‌های نیمه حفاظت شده می‌باشد. جدول بعد مقادیر موردنیاز تشعشع نواحی محدود را برای درجه حرارتهای داخلی مختلف نشان می‌دهد. این سیستم‌ها شامل منابع انرژی متمرکز با شدت بالا مثل بخاریهای برقی (المنتی) و لامپهای کوارتز است که می‌توانند در نقطه کانونی بازتاب‌کننده‌های پارابولیک قرار گیرند. به این ترتیب، مخروط‌های جهتدار باریک یا پهن انرژی منتشر می‌شوند. برای تأثیر بیشتر، این سیستم‌ها باید طوری طراحی شوند که سطوح تماس با جریان منتشره به حداکثر برسد.

حرارت تشعشعی متمرکز

جدول محدوده تشعشع برای فضای داخل

درجه حرارت هوای داخلی (°F)	ارسال گرمای جبرانی برحسب وات بر فوت مربع (که برای جبران نقصان حرارت داخل، مورد نیاز است)
۶۰ درجه	۱۰ تا ۲۵
۵۰ درجه	۲۰ تا ۳۵
۴۰ درجه	۴۰ تا ۵۵

این تکنیک، در اصول، مشابه است با اثر گرمای خورشید در روزهای آرام زمستان با دمای نسبتاً پایین. منابع انرژی متمرکز یاد شده می‌توانند برای گرمایش مناطقی که سطح تبادل حرارتی زیادی ندارند، و مستقل از درجه حرارت‌های محیطی به کار روند. جسم یا شخصی که باید حرارت داده شود لازم است به طرزی موثر در برابر باد محافظت شود. این منابع همچنین می‌توانند در جایی که نیاز به گرمای سریع باشد، مورد استفاده قرار گیرند.

کنوکتورها

یک دستگاه تشعشعی می‌تواند طوری مورد استفاده قرار گیرد که به هوای محیط گرما دهد، نه به اشخاص داخل محیط. مثال ساده چنین دستگاهی، یک رادیاتور چدنی است. آب داغ یا بخار داغ از درون این دستگاهها عبور کرده و انتقال حرارت به وسیله تشعشع را به داخل فضای ساختمان ممکن می‌کند. هوای سرد اتاق داخل دستگاه شده، گرم شده، و از راه رادیاتور به طور عمودی بالا می‌آید و به این ترتیب هوای گرم به داخل اتاق وارد می‌شود. کنوکتور عبارت است از رادیاتوری در محفظه که برای محدود کردن انتقال حرارت در هوای دورانی به کار می‌رود. در این مورد، کارایی سیستم زمانی بیشتر است که قسمت اعظم انرژی آن به اشخاص واقع در فضای اتاق برسد. کنوکتورها می‌توانند (۱) شامل جعبه‌ای با وسیله کنترل دمپر باشند که بر روی زمین نصب می‌گردند، (۲) یک رادیاتور فن‌دار، متصل به لوله‌های چرخش دهنده سیال باشند که برای ازدیاد اثر جابجایی قرار گرفته‌اند و (۳) یک واحد تشعشع زمینی باشند. دو نوع آخر، نمونه‌ای از عناصر خطی هستند که سطوح دیوار را با هوای گرم می‌پوشانند. کنوکتورها به طور عمده احتیاجات زمانی و مکانی را برآورده، و با سیستم‌های ابتدایی هوارسانی به کار می‌روند.

کاهش تاثیرات تشعشعی

اغلب اثر تشعشعی مربوط به اشعه الکتریکی و نورانی در فضای موجود می‌باشد، بخصوص مواقعی که سیستم‌های مورد استفاده، نور سفید تولید کنند. در طول یک فصل سرمایش (تابستان) حذف این انرژی تشعشعی از طریق چرخش معمول هوا مشکل است زیرا انتقال حرارت مستقیماً بین دو شیء یا سطح صورت گرفته و شامل هوای اتاق نمی‌شود. بطور کلی روشهای زیر برای کاهش اثرات تشعشعی مفید هستند:

❖ ضریب سیستم: استفاده از سیستم‌های روشنایی با ضریب بالا به ازای وات مصرفی، به منظور کاهش اشعه مادون قرمز.

❖ درجه حرارت سطح: کاهش گرادیان حرارتی بین سطوح، اجسام و ساکنین محوطه می‌تواند در کاهش اثر تشعشعی مفید واقع شود. برودت حاصل از پانل‌ها و سیستم‌های گردش هوا می‌توانند منجر به سرد شدن سطوح فلزی شود.

❖ درجه حرارت هوا: کم کردن درجه حرارت هوای محیط برای جبران اثر حرارت تشعشعی مفید است.

❖ کنترل انرژی: منحرف کردن انرژی مادون قرمز از اجسام داخل اتاق با وسایلی مثل جذب کننده‌ها، بازتاب‌دهنده‌ها و انتقال دهنده‌ها موثر واقع می‌شود. فیلترهای دو رنگ که قابلیت عبوردهی تشعشع مرئی و بازتاب امواج مادون قرمز را دارند در پیشگیری از این پدیده مفیداند. به طور کلی انرژی بازتاب شده را باید به روشی کنترل کرد که سرانجام وارد محوطه‌های داخلی نشود.

گروه بین‌المللی ره‌شهر تا کنون ۵۶ نشریه با عناوین زیر منتشر کرده است:

- ۱- کاربرد جدید شیشه در نمای ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- ۲- پارکینگ مراکز تجاری (پائیز ۱۳۷۱)
- ۳- محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- ۴- جمع آوری و دفع زباله و مسائل ناشی از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- ۵- طرح اسکان و سریع (زمستان ۱۳۷۱)
- ۶- مجموعه مقالات راجع به ژئوسنتز (بهار ۱۳۷۲)
- ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- ۸- تحول سبز در معماری (بهار ۱۳۷۲)
- ۹- روندیابی و مدیریت سیلاب (بهار ۱۳۷۲)
- ۱۰- مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۹)
- ۱۱- نگاهی کوتاه بر طراحی فضای سبز - "تجربیات کشورهای مختلف" (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۲- بازیافت آب در صنایع شن و ماسه‌شونی (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۳- بناهای چوبی (کنده‌ای) در ایران و تجربیات کشورهای دیگر (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۴- نکاتی در مورد طراحی ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته پیش‌تنیده در مناطق زلزله‌خیز (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۵- اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۶- انرژی دریاهای (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۷- پارکینگ‌های مکانیکی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۸- انرژی باد (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۹- اصول طراحی ساختمان‌های اداری و بانک‌ها (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۰- انرژی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۱- طراحی مرکز خرید- جلد اول: مطالعات مقدماتی جهت طراحی مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۲- شهر سالم با آمورتون (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۳- شهر سالم - کاربرد سیستم‌های فتوولتائیک از میلی وات تا مگاوات (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۴- شهر سالم- اصول طراحی برای افراد دارای کهولت، ناتوانی، اختلال و معلولیت (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۵- نسل چهارم نیروگاه‌ها (پائیز ۱۳۷۳)

- ۲۶- بازیافت آب در صنایع نساجی (پائیز ۱۳۷۳)
- ۲۷- مراکز درمانی و بیمارستان‌های آینده (پائیز ۱۳۷۳)
- ۲۸- شهر سالم-انبوه‌سازی (انبوه‌سازان اسکان) (زمستان ۱۳۷۳)
- ۲۹- سیستم‌های مدیریت بار و مدیریت انرژی در شبکه‌های انرژی الکتریکی (زمستان ۱۳۷۳)
- ۳۰- بازیافت آب - "تصفیه پساب صنایع لبنی" (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۱- شهر سالم - صنعت چوب و کاغذ و نقش آن در فرهنگ، اقتصاد و سیاست (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۲- صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های مسکونی (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۳- شهر سالم- معماری و پرورش فکری کودکان و نوجوانان (تابستان ۱۳۷۴)
- ۳۴- شهر سالم- بازیافت زباله و مصالح ساختمانی و نقش آن در حفظ خاک و پاکسازی محیط (پائیز ۱۳۷۴)
- ۳۵- شهر ما کجاست (زمستان ۱۳۷۴)
- ۳۶- حفاظت سواحل دریا و رودخانه‌ها- معرفی روش‌های سنتی و پیشرفته (زمستان ۱۳۷۵)
- ۳۷- بهینه‌سازی آموزش عالی - نگاهی کوتاه بر کارکرد نظام آموزشی ایران و جهان (زمستان ۱۳۷۵)
- ۳۸- استفاده از ژئوگرید در راه‌ها و باند فرودگاه‌ها (بهار ۱۳۷۶)
- ۳۹- اقتصاد گردشگری (جلد اول) (زمستان ۱۳۷۶)
- ۴۰- نگرش‌هایی نوین به طراحی فضای باز اداری (تابستان ۱۳۷۷)
- ۴۱- اقتصاد گردشگری جلد دوم (فصول سوم و چهارم) (زمستان ۱۳۷۷)
- ۴۲- فهرست مطابقه‌ای عملیات اجرایی جهت تسهیل در امر نظارت (پائیز ۱۳۷۸)
- ۴۳- دانسته‌هایی در مورد مناطق آزاد و ویژه اقتصادی در جهان (پائیز ۱۳۷۸)
- ۴۴- هدایت منابع مالی و فنی غیر دولتی جهت اجرای طرح‌های عمرانی (زمستان ۱۳۷۸)
- ۴۵- پژوهش در تاریخچه، مفهوم و سیر تحول شهرسازی و شهر سالم در فرهنگ ایران و اسلام (زمستان ۱۳۷۸)
- ۴۶- پارک انرژی‌های نو (تابستان ۱۳۷۹)
- ۴۷- فضاهای باز اداری - مدیریت تجهیزات و طراحی داخلی (پائیز ۱۳۷۹)
- ۴۸- شهرک ترافیکی کودکان (زمستان ۱۳۷۹)
- ۴۹- فضای باز اداری - استانداردهای طراحی فضاهای اداری جدا کننده‌ها، قطعات و اتصالات (زمستان ۱۳۷۹)

- (بخش عمران آب) زمستان ۱۳۷۲
- ۱۳- حقایقی در مورد شرکت‌های بزرگ (بخش تحقیق و توسعه) زمستان ۱۳۷۲
- ضمنا کتاب‌های زیر توسط گروه بین‌المللی ره‌شهر منتشر گردیده است:**
- ۱- بازنگری استانداردهای صنعت آب کشور با همکاری وزارت نیرو و سازمان برنامه و بودجه (۲۵ جلد)
- ۲- صرفه جویی در انرژی (۲۰ جلد)
- ۳- ترجمه کتاب "سازه پارکینگ‌های طبقاتی" (۱۳۷۲)
- ۴- ترجمه کتاب "سازه‌های آبی" (۱۳۷۳)
- ۵- تدوین کتاب "خودآموز اتوکد ۱۲" (۱۳۷۳)
- ۶- ترجمه کتاب "برنامه‌ریزی و طراحی هتل" در سال ۷۶ توسط سازمان برنامه و بودجه چاپ و توزیع شد.

- کتاب‌های زیر نیز توسط گروه بین‌المللی ره‌شهر در دست چاپ است:**
- ۱- پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی در زیرساخت: یک راهنمای ضروری برای سیاست‌گذاران

- ۵۰- فضای سبز- مناطق صنعتی- پارک‌های صنعتی (تابستان ۱۳۸۰)
- ۵۱- تنظیم شرایط محیطی- بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی-جلد اول: محیط روشنایی (پاییز ۱۳۸۰)
- ۵۲- تنظیم شرایط محیطی- بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی-محیط‌های صوتی و حرارتی (پاییز ۱۳۸۰)
- ۵۳- منظر سازی - جلد اول: طراحی کاشت (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۴- منظر سازی - جلد دوم: آبیاری و نگهداری منظر (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۵- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط- جلد اول: تولید و کنترل حرارت (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۶- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط- جلد دوم: تولید و کنترل نور و صدا (زمستان ۱۳۸۰)

نشریه‌های تخصصی منتشر شده بخش‌های مختلف گروه بین‌المللی

ره‌شهر

- ۱- بازارچه صنایع دستی در کوهپایه‌های شمال تهران (بخش شهر سالم) تیر ماه ۱۳۷۴
- ۲- بهینه‌سازی خدمات پرواز (بخش شهر سالم) - (دی ماه ۱۳۷۳)
- ۳- بهینه‌سازی بار ترافیکی بزرگراه‌ها (بخش شهر سالم) (دی ماه ۱۳۷۳)
- ۴- پارک انرژی‌های نو (بخش شهر سالم) - (شهریور ماه ۱۳۷۳)
- ۵- استفاده از مولتی ویزن در مراکز پرتردد شهری (بخش شهر سالم) (اردیبهشت ماه ۱۳۷۳)
- ۶- سازماندهی کارکردهای بهینه‌ی نمایشگرهای دیجیتالی (بخش شهر سالم) اسفند ماه ۱۳۷۲
- ۷- شهرک ترافیکی کودکان (بخش شهر سالم) - (آذر ماه ۱۳۷۲)
- ۸- پارک پویش: اندیشه سالم / بدن سالم در شهرک فاطمیه منطقه ۲۰ شهرداری تهران (بخش شهر سالم) - (آذر ماه ۱۳۷۲)
- ۹- پژوهش در تاریخچه، مفهوم و سیر تحول "شهرسازی" و "شهر سالم" در فرهنگ ایران و اسلام (بخش شهر سالم) - آبان ماه ۱۳۷۲
- ۱۰- اصول طراحی مراکز دیسپاچینگ (بخش انرژی) زمستان ۱۳۷۲
- ۱۱- تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌های شمالی تهران (بخش عمران آب) بهار ۱۳۷۳
- ۱۲- انتخاب محل و نوع سد براساس شرایط ژئومورفولوژی و ژئولوژی