تاسیسات مکانیکی برای ساختمانهای بلند

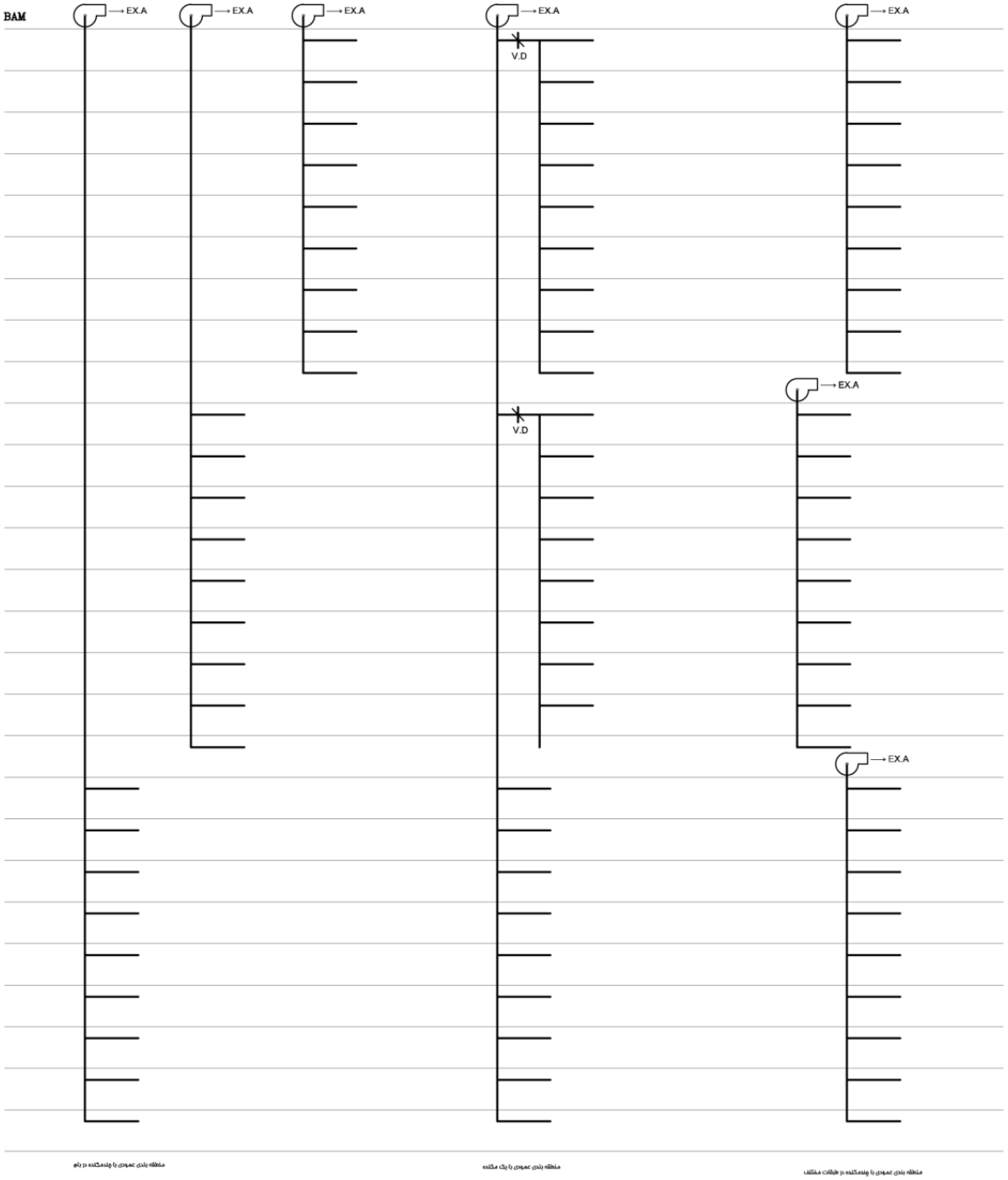
MECHANICAL INSTALLATION IN TALL BUILDINGS

محمدحسین کاشانی حصار

3- سیستم های تامین هوای تازه وتخلیه هوا

در سیستم‌های تامین هوای تازه وتخلیه هوا به دلیل کم بودن چگالی هوا، مشکل ازدیاد فشار هیدروستاتیکی در طبقات پایین وجود نخواهد داشت. عمده‌ترین مسئله در این سیستم‌ها درساختمانهای بلند، دستیابی به توزیع هوای مناسب بین طبقات است به گونه‌ای که انشعاب هر طبقه بتواند مقدار هوای طراحی شده را جابجاکند. درساختمان های بلند معمولا انشعاب گیری از رایزرها بصورت طوقه ای انجام می شودوبانصب دمپرهاي تنظيم جريان (VOLUME DAMPER) مقدارهواي ورودر/خروجي از هرطبقه تنظيم مي شود.

شکل بعد گزینه‌های مختلف طرح مفهومی سیستم‌های تخلیه هوا در ساختمانهای بلند را نشان می‌دهد.



طرح مفهومی سیستم های تخلیه هوا در ساختمان های بلند

مقدارهوای تازه ، تخلیه هوا

عوامل موثربرمقدارهوای تازه موردنیاز:

- سن
- جنسیت
- ژنتیک
- فعالیت

جدول (۱۴-۴-۴-۴): کمینهٔ مقدار هوای ورودی از بیرون وهوای تخلیه مورد نیاز فضاهای با کاربری مختلف

نوع کاربری فضاها		هوای بیرون برای هر نفر		هوای بیرون برای واحد سطح		هوای تخلیه برای واحد سطح+			هوای تخلیه برای اتاق+		ملاحظات
		لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه بر مترمربع	فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع	لیتر در ثانیه بر مترمربع	فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع		لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	
مسکونی	اتاق	۷/۱	۱۵								
	آشپزخانه								۴۷	۱۰۰	تخلیهٔ مکا نیکی
	توالت و حمام								۲۳/۵	۵۰	تخلیهٔ طبیعی یا مکانیکی
	پارکینگ					۴/۱		۰/۸			تخلیهٔ طبیعی یا مکانیکی
اداری	اتاق دفتر	۷/۱	۱۵								
	اتاق کنفرانس	۳/۵	۷/۵								
	پذیرش‌ها	۳/۵	۷/۵								
هتل، خوابگاه	اتاق خواب	۴/۷	۱۰								
	سرسرا	۴/۷	۱۰								
	سالن کنفرانس	۳/۵	۷/۵								
	حمام								۲۳/۵	۵۰	تخلیهٔ مکا نیکی برای هر کا بین دوش
	خوابگاه چند نفره	۴/۷	۱۰								
	اتاق نشمین	۲/۶	۵/۵								
اجتماعات	سالن اجتماعات	۳/۵	۷/۵								
	مسجد	۴/۷	۱۰								
	سینما	۳/۵	۷/۵								
	تأتر	۳/۵	۷/۵								
رستوران	سالن غذاخوری	۴/۷	۱۰								
	آشپزخانه					۳/۵		۰/۷			تخلیه مکا نیکی
	کافه تریا	۴/۷	۱۰								

نوع کاربری فضاها		هوای بیرون برای هر نفر		هوای بیرون برای واحد سطح#		هوای تخلیه برای واحد سطح+		هوای تخلیه برای اتاق+		ملاحظات
		لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه بر مترمربع	فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع	لیتر در ثانیه بر مترمربع	فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع	لیتر در ثانیه	فوت مکعب در دقیقه	
فروشگاه	طبقات	۷/۱	۱۵							
	زیرزمین	۷/۱	۱۵							
	انبار عمومی	۷/۱	۱۵			۰/۳	۰/۰۶			تخلیه مکا نیکی
رختشوی‌خانه و خشک‌کن	سالن‌های عمومی	۱۱/۸	۲۵							
	انبار مواد شوینده	۷/۱	۱۵			۲/۵	۰/۵			تخلیه مکا نیکی
	سالن خشک‌شویی	۱۴/۱	۳۰			۵	۱			تخلیه‌مکا نیکی
ورزشگاه	جای تماشاچیان	۳/۵	۷/۵							
	فضای ورزشی	۷/۱	۱۵							
	استخر بسته			۲/۵*	۰/۵*					
فضای آموزشی	کلاس درس	۷/۱	۱۵							
	آزمایشگاه	۹/۴	۲۰							
	کتابخانه	۷/۱	۱۵							
	کارگاه	۹/۴	۲۰							تخلیه مکا نیکی
	رخت‌کن					۲/۵	۰/۵			تخلیه مکا نیکی
فضای عمومی	راهروها			۰/۳	۰/۰۶					
	رخت‌کن					۲/۵	۰/۵			
	توالت عمومی							۳۳	۷۰	تخلیه مکا نیکی برای هرکابین توالت
فضاهای خاص	آرایشگاه	۴/۷	۱۰			۳	۰/۶			تخلیه مکا نیکی
	سالن زیبایی بانوان	۱۱/۸	۲۵			۳	۰/۶			تخلیه مکا نیکی
	فضای سیگار کشیدن	۲۸	۶۰							تخلیه مکا نیکی

(+) :در صورت وجود هوای دست دوم ،تمام یا بخشی از هوای تخلیه مورد نیاز فضا می تواند از ان تامین شود.

(*): این ارقام هوای مورد نیاز برای کنترل رطوبت را نشان نمی دهد. در صورت نیاز به هوای بیشتر ،مقدار مازاد باید از هوای دست دوم یا هوای بیرون تامین شود.

(#)هوای بیرون بر واحد سطح برای کاربری هایی که مشخص نشده در هوای سرانه نفرات وبراساس واحد تصرف سطح سرانه معمول منظور شده است.

7-5-14 بازیافت انرژی

2-5-5-14 در صورتیکه برای تخلیه هوای چندین آشپزخانه در یک ساختمان چند طبقه از سیستم تخلیه هوای مشترک استفاده شود، باید طراحی و نصب سیستم تخلیه هوا با رعایت نکات زیر صورت پذیرد:

1-کانال اصلی تخلیه هوا باید درون یک شفت ساختمانی با جدارهای مقاوم در برابر آتش اجرا شود.

2-در کانال تخلیه نباید دمپر، به جز دمپر جلوگیری از برگشت جریان در کانال خروجی از هواکش اصلی نصب شود.

3-کانال اصلی نصب شده در شافت باید از ورق فولادی با ضخامت دست کم 0/5 میلی متر (0/0236اینچ)ساخته شود.

4-کانال اصلی تخلیه هوا باید بدون دو خم طراحی و اجرا شود.

5-موتور هواکش باید خارج از مسیر جریان تخلیه هوا قرار گیرد.

6-هواکش تخلیه باید به صورت مداوم روشن باشد و به یک سیستم برق اضطراری پشتیبان متصل باشد.

7-وضعیت کارکرد هواکش تخلیه باید در اتاق نگهبانی یا اتاق مسؤل نگهداری ساختمان و یا در فضای عمومی توسط یک سیگنال دیداری یا شنیداری نمایش داده شود.

8-در دهانه خروجی هوا نباید توری نصب شود.

9-سیستم تخلیه هوای مشترک آشپزخانه ها باید مستقل از سایر سیستم های تخلیه هوای ساختمان باشد.

4- سیستم سرمایش و گرمایش

گرمایش

- پکیج (سیستم حرارتی مستقل هر واحد)
- مرکزی (دیگ حرارت مرکزی و موتورخانه)

سرمایش

- سیستم اسپلیت و DX (مستقل برای هر واحد)
- سیستم چیلر (به صورت مرکزی)

- درمورد گرمایش با توجه به هر نوع کاربری، استفاده از سیستم پکیج برای ساختمان های بلندمرتبه توصیه نمی گردد. بر اساس مقررات ملی ساختمان ایران در ساختمان های مسکونی دارای بیش از ده واحد بایستی یااز سیستم گرمایش مرکزی استفاده گردد ویا تامین هوای احتراق مستقیما از خارج انجام شودیعنی استفاده از پکیج های بامحفظه احتراق بسته (ROOM SEALED) می توان استفاده کرد. به علت خطر آتش سوزی ، تعداد زیاد دودکش در روی نمای ساختمان و گسترش دود بر روی نما استفاده از سیستم پکیج برای ساختمان های بلند مرتبه معمول نیست ومعمولا از سیستم حرارت مرکزی استفاده می شود.

- در مورد سیستم سرمایش برای مجموعه های مسکونی بلندمرتبه استفاده از سیستم های اسپلیت و DX که مستقل می باشند توصیه می شود. در صورت استفاده از این سیستم از انجام لوله کشی، پمپ ها و چیلر ها معاف خواهیم شد و همچنین مشکل افزایش فشار در طبقات پایینی منتفی شده و استقلال سیستم سرمایش واحدها نیز از امتیاز آن به شمار خواهد آمد.

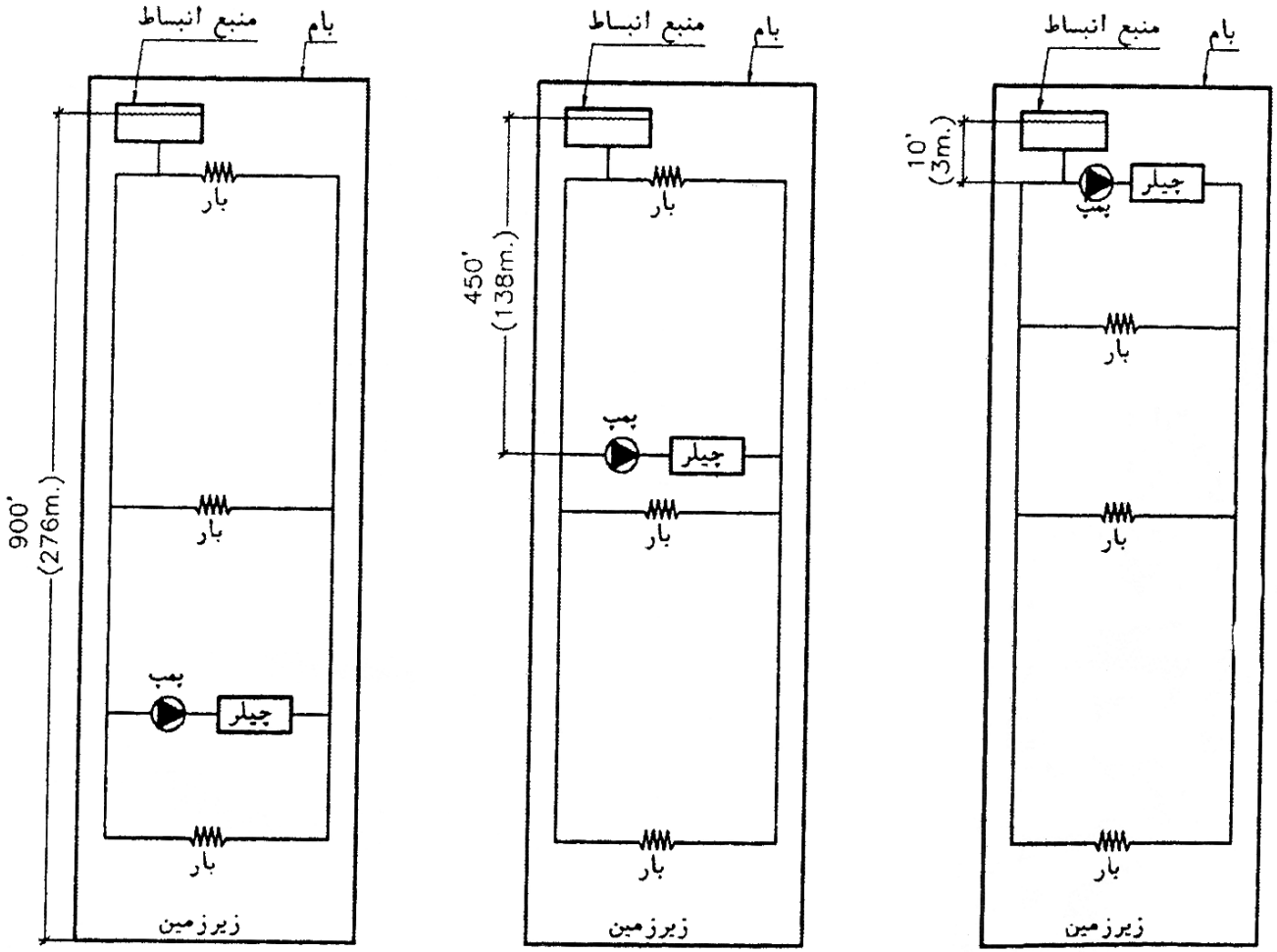
- در مورد سیستم سرمایش برای ساختمان های بلندمرتبه با کاربری هتل، اداری، تجاری و بیمارستان و ... استفاده از سیستم چیلر و ... که به صورت مرکزی می باشد توصیه می گردد و مشابه سیستم گرمایش وجود فشار زیاد در طبقات پایینی، بایستی از مبدل های صفحه ای و زون بندی ساختمان، مرتفع گردد.

سیستم لوله کشی سرمایش و گرمایش

در ساختمانهای بلند، به دلیل فشار هیدرواستاتیکی ناشی از ارتفاع، شرایط طراحی سیستم‌های لوله‌کشی آب سرد کننده و گرم‌کننده نسبت به ساختمانهای کوتاه متفاوت است. فشار هیدرواستاتیک نه تنها روی شبکه لوله‌کشی و شیرآلات و اتصالات آن، بلکه بر روی تجهیزات نیز موثر است. علاوه بر فشار هیدرواستاتیکی که ناشی از ارتفاع ساختمان است، فشارهای دینامیکی‌ای که توسط پمپ ایجاد می‌شود نیز وجود دارد. برای تعیین فشار کار هر جزء از سیستم لوله‌کشی باید فشار هیدرواستاتیکی را به فشار دینامیکی اضافه کرد. فشار دینامیکی پمپ شامل تمام مولفه‌های زیر است:

- افت اصطکاک ناشی از گذر آب از داخل لوله‌ها، شیرآلات و اتصالات متصل به آن
- فشار باقیمانده در سیال در ورود به دورترین تجهیزات انتقال حرارت که برای کار تجهیزات لازم است
- هرگونه فشار اضافی تولید شده توسط پمپ موقعی که با جریان کم کار می‌کند.

برای مثال، در روش A در شکل زیر، ارتفاع ستون آب روی چیلر 276 m است و پمپی که آب را از دستگاه عبور می‌دهد دارای حداکثر هد 43 می‌باشد. بنابراین فشار کل برابر با مجموع این دو مقدار یعنی 319 m است. محاسبات مربوط به گزینه‌های B و C در طبقات میانی و بالای ساختمان نیز در شکل نشان داده شده‌اند. فشار کار دستگاه برودتی در تراز وسط ساختمان 1760 kpa و در بالای ساختمان 448 kpa خواهد بود. بهرحال اگر چه جابجایی چیلر در طبقات می‌تواند فشار کار آن را کاهش دهد ولی مقدار فشار هیدرواستاتیکی در پایین‌ترین نقطهٔ مدار لوله‌کشی در هر سه گزینه یکسان و برابر با 276 m خواهد بود.



روش A	روش B	روش C
فشار استاتیک =900ft(276m.)	=450ft(138m.)	=10ft(3m.)
هد پمپ درحالت شیر بسته =140ft(43m.)	=140ft(43m.)	=140ft(43m.)
هدکل =1040ft(319m.) (ft)	=590ft(181m.)	=150ft(46m.)
هد کل (psi) = $\frac{1040}{2.31}$=450psi (3100Kpa)	= $\frac{590}{2.31}$=255psi (1758Kpa)	= $\frac{150}{2.31}$=65psi (448Kpa)

فشار کار چیلر برای یک ساختمان بلند ۷۰ طبقه به ارتفاع (276 m) 900 ft

منطقه‌بندی عمودی سیستم‌های سرمایش و گرمایش به دو روش اصلی انجام می‌شود: پیش‌بینی موتورخانه مستقل برای هر منطقه عمودی، پیش‌بینی یک موتورخانه مرکزی برای ساختمان و استفاده از موتورخانه‌های فرعی برای هر منطقه عمودی. روش اول به دلیل نیاز به فضای نسبتاً وسیع برای نصب تجهیزات مولد سرمایش و گرمایش (چیلر و دیگ) در طبقات میانی و تأثیر آن بر سازه و معماری و نیز به دلیل افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه چند موتورخانه مستقل نسبت به یک موتورخانه مرکزی همراه با چند موتورخانه فرعی، به ندرت در ساختمانها استفاده می‌شود.

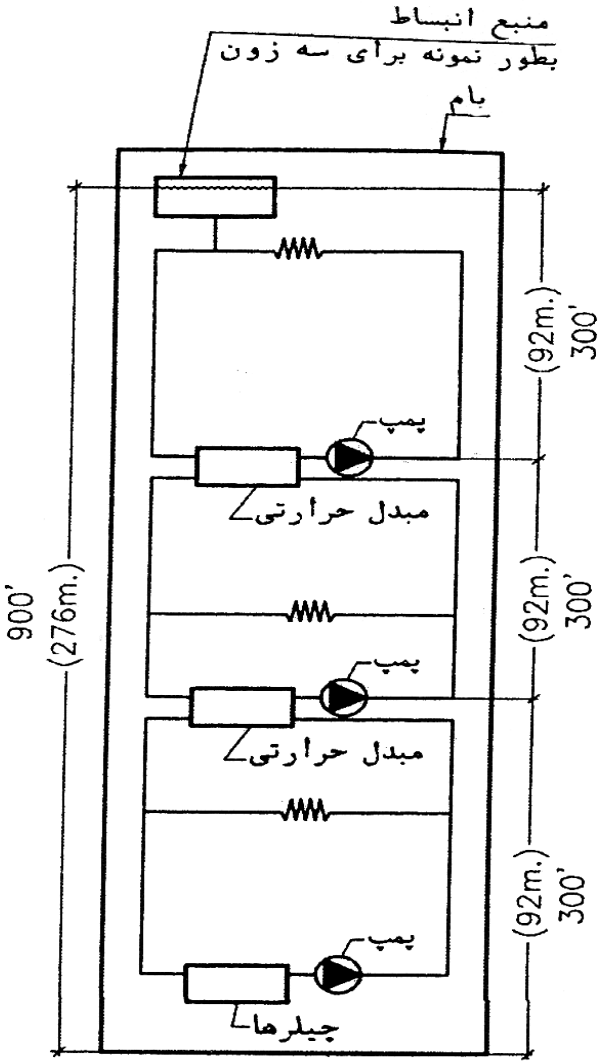
ساختمانهای بلند عموماً دارای یک موتورخانه مرکزی دارای تجهیزات مولد سرمایش و گرمایش (چیلر و دیگ) هستند و منطقه‌بندی آنها با استفاده از مبدل‌های حرارتی انجام می‌شود. مبدل‌های صفحه‌ای به دلیل بالاتر بودن راندمان و کوچکتر بودن ابعادشان نسبت به سایر انواع مبدل‌های حرارتی، مناسب‌ترین انتخاب خواهند بود.

با افزایش فشار کار سیستم در ساختمانهای بلند، هزینه تجهیزات و نیز هزینه لوله‌کشی‌ها، شیرها و اتصالات افزایش خواهد یافت و شاید تامین این لوازم نیز به سادگی میسّر نباشد. با استفاده از مبدل‌های صفحه‌ای (Plate Heat Exchanger) حداکثر فشار کار سیستم را در مورد تجهیزات و نیز لوله‌کشی‌ها می‌توان کاهش داد. با کاربرد این نوع مبدل‌ها، طبقات به گروههای با فشار استاتیکی مجزا تفکیک می‌شوند.

مثلاً برای ساختمان قبلی که ارتفاع آن 276 m است می‌توان با قرار دادن دستگاه چیلر در زیرزمین، ساختمان را مطابق شکل به سه منطقه مجزا تقسیم کرد. در نتیجه، فشار استاتیک هر منطقه برابر با یک سوم ارتفاع کل ساختمان خواهد بود که با احتساب فشار پمپ هر منطقه، مقدار فشار کل در هر منطقه حدود 989 kpa خواهد شد.

مشكل انتقال صداازموتورخانه هاي فرعي به فضاهاي مجاور

مهندس طراح سیستم لوله‌کشی باید مقدار جابجایی ناشی از انبساط و انقباض لوله‌ها را نیز در نظر بگیرد. علاوه بر این باید امکان دسترسی به قطعات انبساطی مسیر لوله‌کشی (Ex.J)، آویزها، و هادی‌های لوله برای بازرسی‌های دوره‌ای نیز در طرح لحاظ شود. در ساختمانهای بتنی یک مسئله دیگر نیز وجود دارد و آن کوتاه شدن قاب‌ها در اثر منقبض شدن بتن در گذر زمان است. اسکلت بتنی به دلیل پدیده‌های انقباض (Shrinkage) یا خزش (Creep) ممکن است در درازمدت کوتاه شود که مقدار آن برای هر طبقه 3mm است. در حالی که به نظر می‌رسد این جابجایی اندک است، باید در نظر داشت که مقدار جابجایی برای یک ساختمان 70 طبقه حدود 225 mm خواهد بود. در این شرایط طراح باید توجه کند که امکان انعطاف‌پذیری لوله‌ها را در بالا و پایین و بین نقاط تکیه‌گاهی فراهم سازد تا لوله‌ها بتوانند نسبت به سازه حرکت کنند.



فشار استاتیک(هر زون) =300ft(92m.)

باقیمانده‌هد پمپ (هر زون) =30ft(9m.)

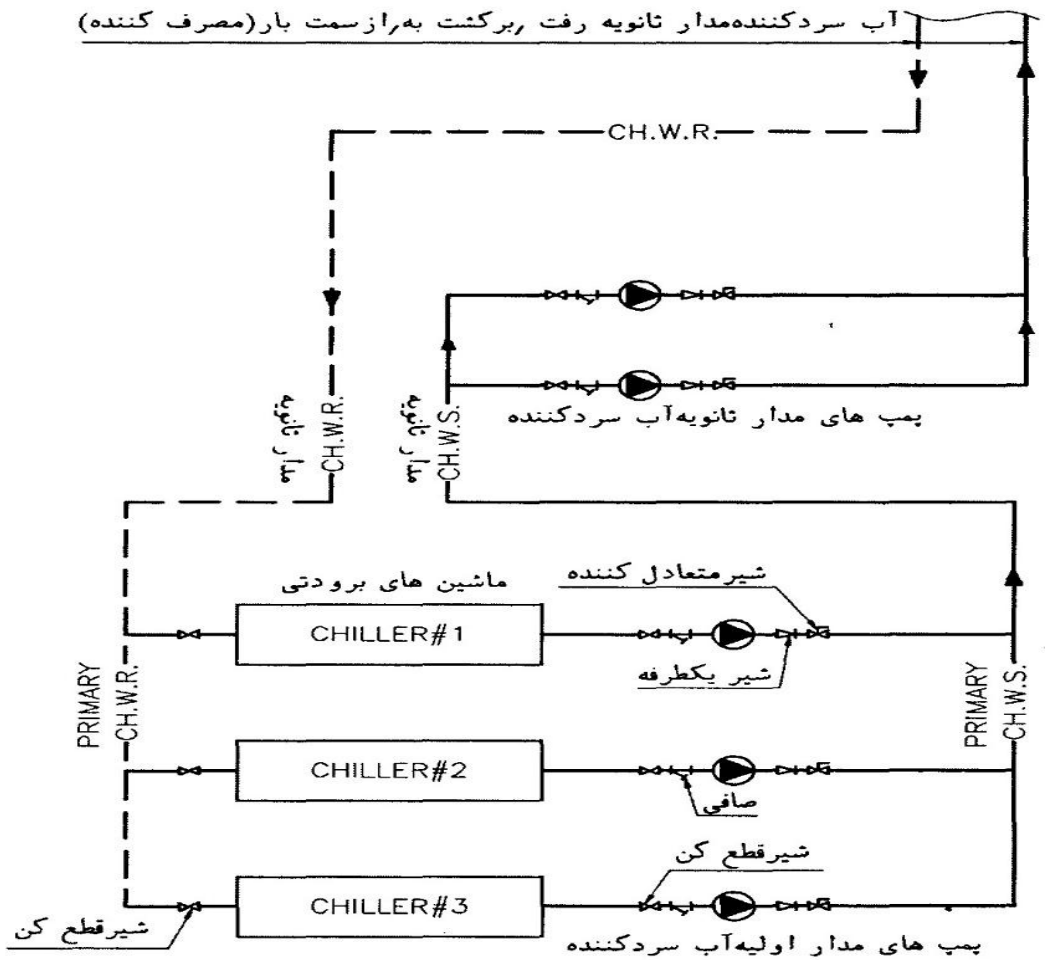
هدکل(هر زون) =330ft(101m.)

$$\text{هد کل} = \frac{330}{2.31} = 143\text{psig}$$

(986pa)

منطقه بندی آب سردکننده برای یک ساختمان بلند ۷۰ طبقه به ارتفاع 900 ft (276 m)

لوله مشترك
يا
مبدل صفحه اي



یادداشت

CH.W.S. : آب سردکننده رفت به طرف بار

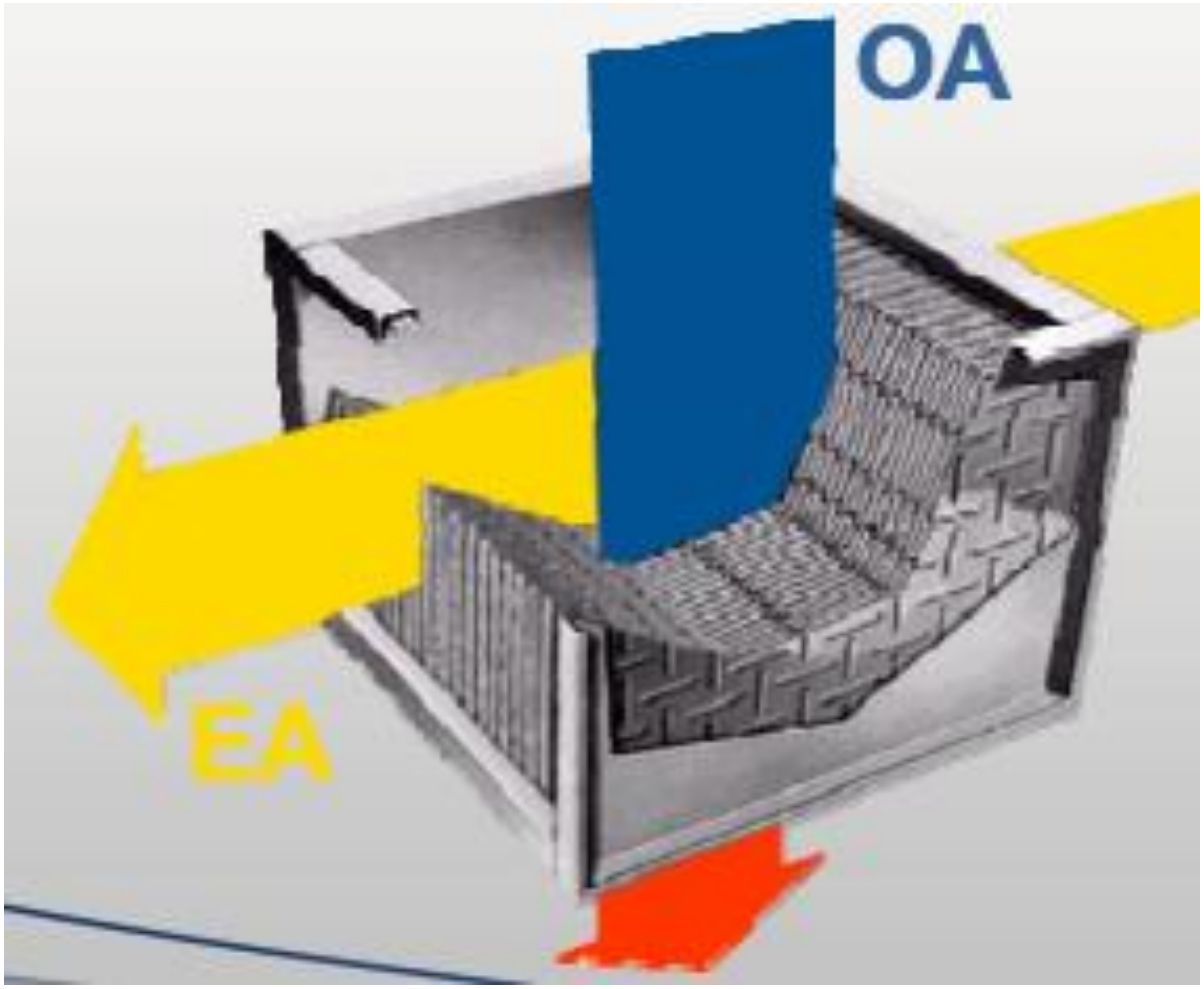
CH.W.R. : آب سرد کننده برگشت‌از بار

توزیع آب سردکننده توسط پمپ مدار ثانویه به مصرف کننده

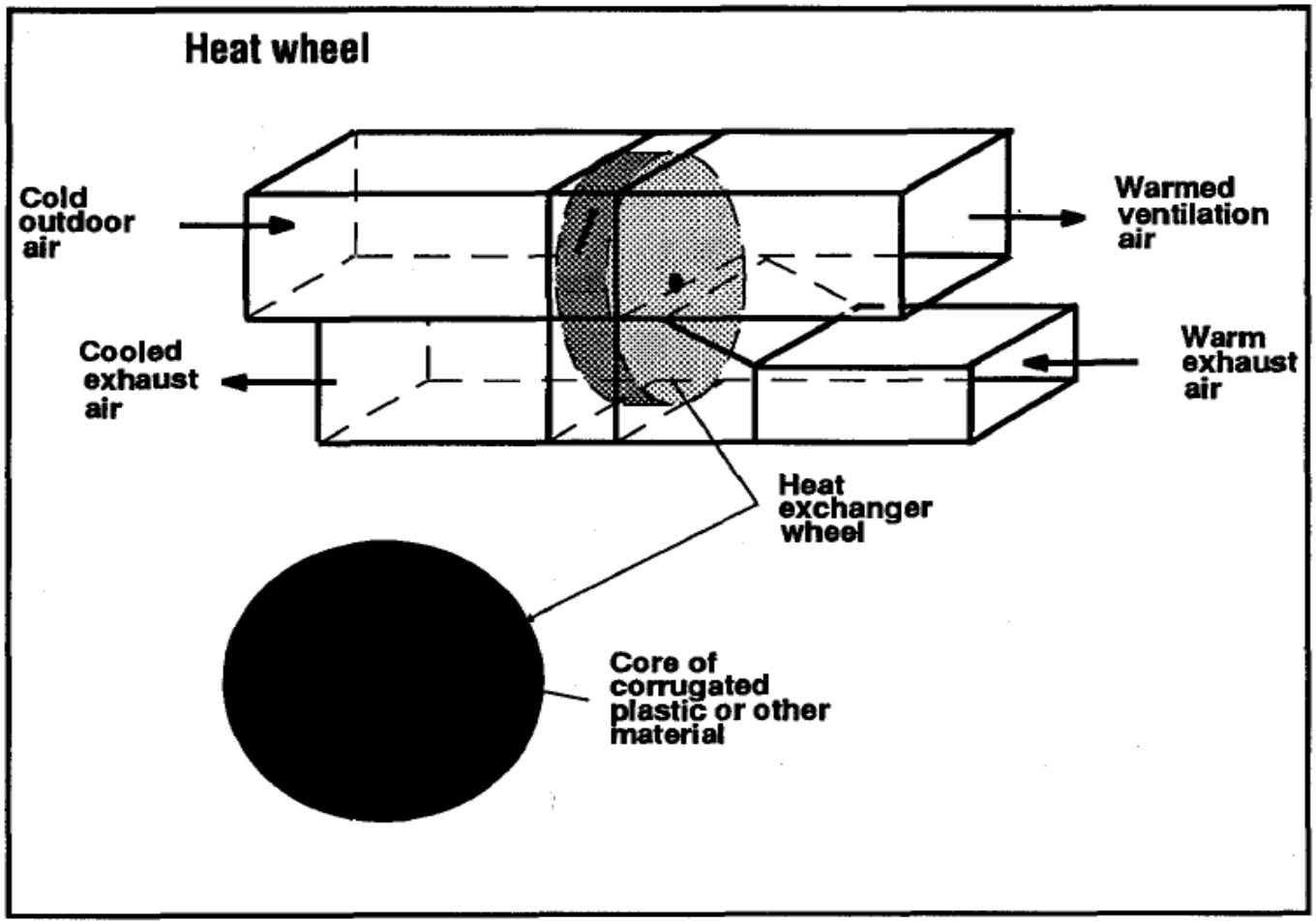
5- چند روش کاهش هزینه مصرف انرژی

❖ سیستم های بازیافت (مناسب برای سیستم های ALL AIR)

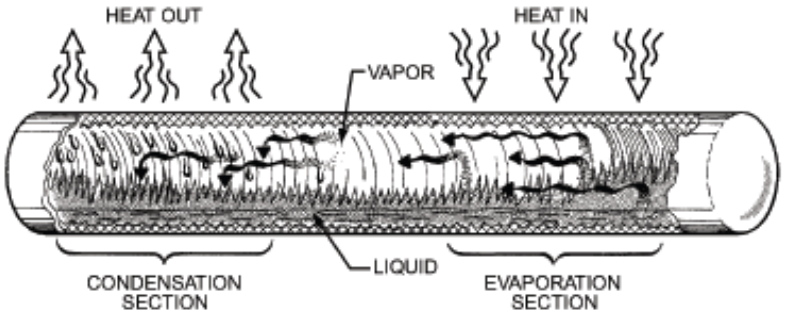
مبدل های صفحه ای(FIXED PLATE HEAT EXCHANGER)



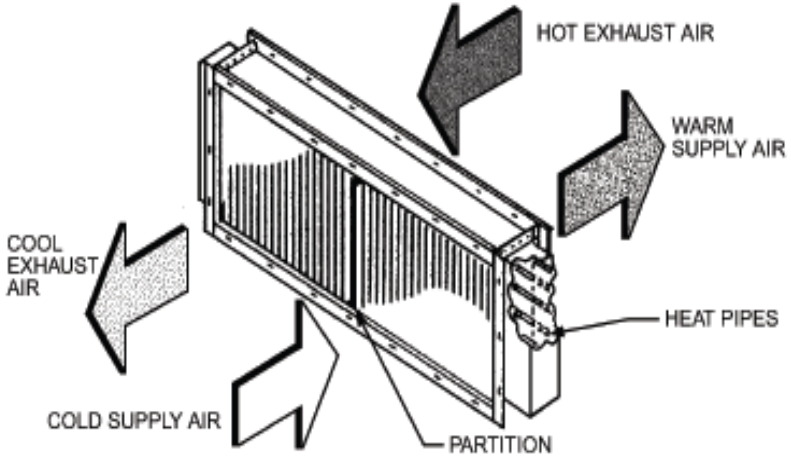
چرخ حراتی / انرژی (ENERGY/HEAT WHEEL)



لوله حرارتی(HEAT PIPE)

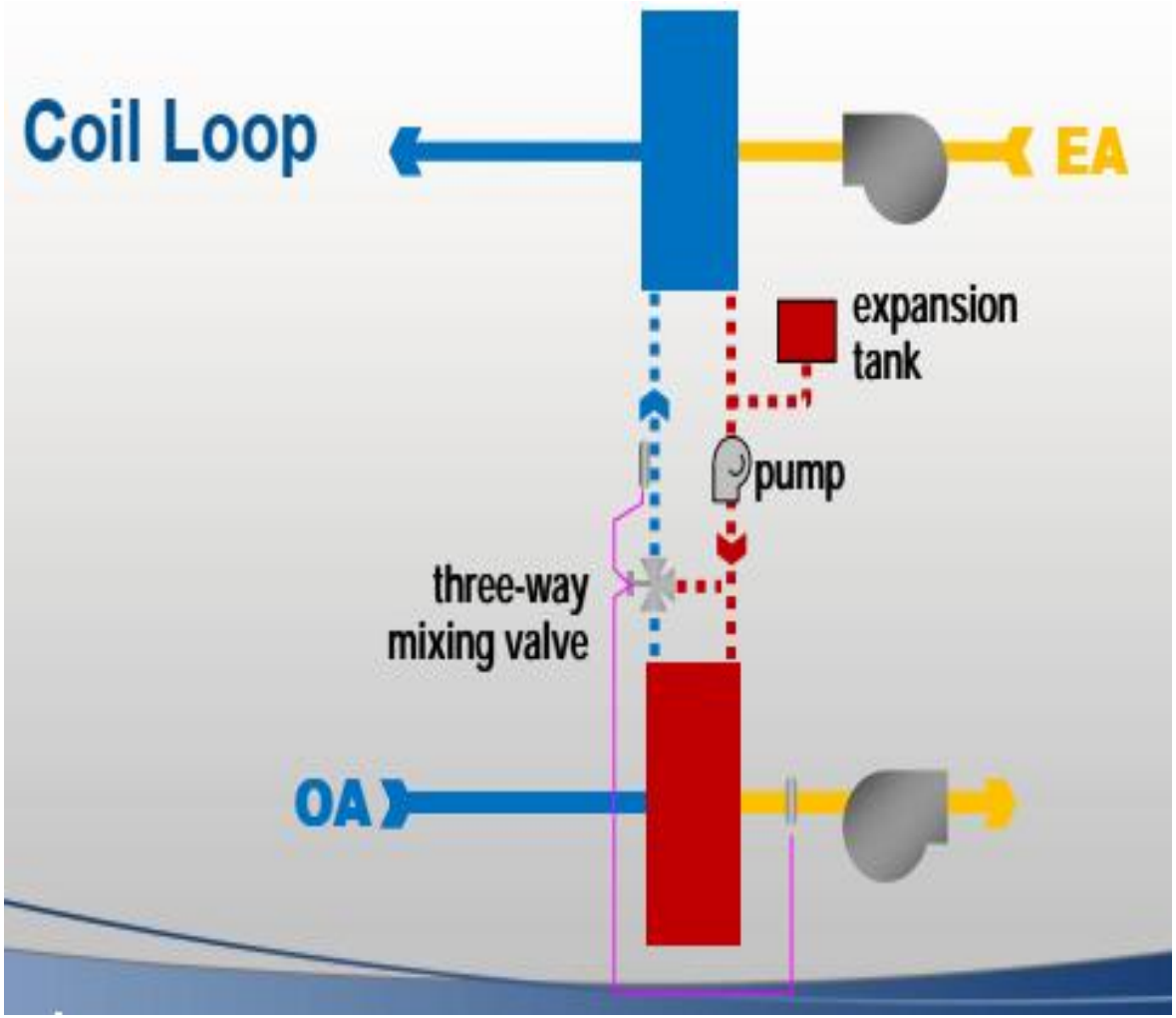


Heat Pipe Operation



Heat Pipe Assembly

کویل های بازیافت (RECOVERY COILS)



❖ سیستم های ذخیره سازی سرما ((ICE BANK / COOL STORAGE)

سرما و برودت را می توان به روشهای متفاوت ذخیره نمود. یعنی چیلرها را در زمان کم باری روشن و سرمایش را بصورت آب سرد و یا یخ در مخازن ذخیره نمود. با اتمام ساعات کم باری و شروع ساعت میان باری و اوج بار، چیلرها را خاموش و از سرمای مخازن استفاده کرد.هر چه بتوان مصرف برق را به زمان کم باری منتقل نمود، هزینه مصرف برق کاهش می یابد.

روش تولید یخ روی کویل در ایران به نام (Ice Bank) شناخته می شود. یخ روی کویل هایی که درون یک مخزن آب قرار دارند تشکیل می شود. در حالت شارژ، مبرد یا مخلوط آب و اتیلن گلیکون که دمای آن از 5- تا9°c- و توسط چیلر سرد شده است در درون کویل ها به گردش در می آید و باعث می شود آب مجاور سطح خارجی کویل ها منجمد شود. البته سیستم های کنترلی وجود دارند تا از یخ زدن کل آب درون مخزن جلوگیری کنند. بدین ترتیب در مخزن همواره آب و یخ وجود دارد. هنگام تخلیه آب باقیمانده درون مخزن توسط پمپ به سمت بار رفته و بعد از تامین بار و گرم شدن مجددا وارد مخزن گشته و باعث ذوب شدن بیشتریخ های تشکیل شده روی کویل می گردد.

- ❑ امروز بیش از 6000 پروژه بزرگ در آمریکا از سیستم ذخیره سرمایش استفاده می کنند.

در موارد زیر استفاده از سیستم های ذخیره سازی سرما مقرون به صرفه تر می باشد :

1- انتقال مصرف برق دستگاه های تولید برودت به زمان های کم باری

2- یکنواخت تر نمودن مصرف برق و کاهش ماکزیمم دیماند پروژه

3- کوچکتر شدن ظرفیت چیلر ها و برج های خنک کننده ، ظرفیت چیلر های مورد نیاز پروژه 40 تا 60 درصد کاهش می یابد

4- کوچکتر شدن تجهیزات الکتریکی

5 - کوچکتر شدن پمپ ها و لوله کشی آب سرد (اختلاف دمای آب سرد رفت و برگشت در سیستم ذخیره سازی حدود16°F تا 24 در مقایسه با اختلاف دمای10°F الی 12 در سیستم های معمولی)

6- کوچکتر شدن ظرفیت هواسازها و فن کویل ها و ابعاد کانالها

7- راندمان بالاتر چیلر ها در شب هنگام . چون هر چه دمای کندانس پایین تر باشد راندمان یک چیلر افزایش پیدا می کند.

8- راندمان بالاتر چیلر ها در حالت بار کامل (چیلر ها به نحوی طراحی می شوند که در حالت بار کامل دارای بیشترین راندمان می باشند در سیستم ذخیره سازی چیلر ها با حداکثر ظرفیت خود کار می کنند.)

9- کاهش مصرف برق و کاهش هزینه های مصرف برق . به علت کوچکتر شدن ظرفیت چیلر ها

❖ **سیستم های هیبریدی تولیدسرما وگرما(HYBRID SYSTEM)**

انتخاب نقطه کاربهینه تجهیزات(B.E.P)