بنام خدا

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

تاسیسات مکانیکی

علی فارسی
رییس مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی ایران

سازمان نظام مهندسی
استان آذربایجان شرقی

معرفی مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

ساختمان مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

تاریخچه احداث و بهره برداری مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

- مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی یک موسسه آموزشی و پژوهشی در حیطه مدیریت انرژی می باشد.
- این مرکز در قالب همکاری دولت های جمهوری اسلامی ایران و ژاپن در زمینه مدیریت انرژی در کشور تأسیس شده است.
- تفاهم نامه همکاری بین دو دولت، در سال ۸۰ مبادله شد و طی چهار سال اقامت کارشناسان ژاپنی آژانس همکاری های بین المللی ژاپن (JICA) در محل احداث مرکز، تجهیزات آزمایشگاهی مرکز از ژاپن منتقل و در محل مرکز نصب و راه اندازی شد.
- در سال ۸۳ ، مرکز مذکور آماده بهره برداری شد و فعالیت رسمی خود را آغاز کرد.
- در طی ۱۷ سال فعالیت مرکز تا کنون بیش از ۱۲۰۰۰ نفر از کارشناسان فنی صنایع مختلف در کل کشور، در دوره های آموزشی، سمینارها و کارگاههای آموزشی برگزار شده توسط مرکز مذکور، شرکت نموده اند.

جایگاه قانونی مرکز: ماده۶۹ قانون اصلاح الگوی مصرف

مصوب مجلس شورای اسلامی

- وزارت نیرو موظف است با همکاری وزارت صنایع و معادن نسبت به تدوین و برگزاری دوره‌های آگاهسازی و آموزش کاربردی مدیریت انرژی عمومی و تخصصی برق و حرارت برای مدیران انرژی واحدهای صنعتی و همچنین فارغ‌التحصیلان موضوع مواد٦٤ و ٦٦ این قانون، در مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی در صنعت اقدام و به آموزش‌گیرندگان گواهینامه اعطاء نماید.
- تبصره ـ کلیه واحدهای صنعتی موضوع ماده٢٤ (مصرف‌کنندگان انرژی با مصرف سالانه سوخت بیش از پنج‌میلیون متر مکعب گاز و یا سوخت مایع معادل آن و دیماند قدرت الکتریکی بیش از یک مگاوات) این قانون موظفند مدیران انرژی خود را با اولویت فارغ‌التحصیلان موضوع مواد٦٤ و ٦٦ این قانون از دارندگان گواهینامه موضوع این ماده منصوب نمایند.

فعالیتهای آموزشی

فعالیتهای آموزشی مرکز تحت قالب دوره های آموزشی، سمینارهای آموزشی و کارگاههای آموزشی انجام پذیرفته است.

•دوره های آموزشی که برای کارشناسان و مدیران انرژی صنایع مختلف از جمله صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، صنایع آهن و فولاد، صنایع خودرو صنایع سیمان و ... و نیز سازمانهای مختلف از جمله شرکتهای وابسته به وزارت نیرو، صدا و سیما، دخانیات، مخابرات و ... اجرا شده است.

•سمینارهای آموزشی (که اغلب در محل شرکتها در استانهای مختلف) برگزار شده است.

•کارگاههای آموزشی که در محل مرکز و نیز شرکتهای مختلف اجرا شده است.

جدول -تعداد شرکت کنندگان در دوره ها، سمینارها و کارگاههای آموزشی مرکز

ردیف	عنوان فعالیت آموزشی	تعداد شرکت کننده
۱-	دوره های آموزشی	۱۰۰۰۰ نفر
۲-	سمینارهای آموزشی	۵۰۰۰ نفر
۳-	کارگاههای آموزشی	۳۰۰۰ نفر

امکانات مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

- امکانات سخت افزاری
  - مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی، که در مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی آذربایجان مستقر شده است،
  - دارای ساختمان آموزشی و آزمایشگاهی می باشد.
  - ساختمان آزمایشگاهی **شامل ۹ آزمایشگاه تخصصی مدیریت انرژی** می باشد.
  - همچنین مرکز دارای **تجهیزات اندازه گیری قابل حمل** برای انجام پروژه های ممیزی انرژی می باشد.

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی مهندس علی فارسی سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

دوره های اصلی مرکز

سرفصل دوره های ماده ٦٩ قانون اصلاح الگوی مصرف:

سرفصل دوره مدیریت انرژی جامع (عمومی)
سرفصل دوره مدیریت انرژی تخصصی برق
سرفصل دوره مدیریت انرژی تخصصی حرارت

سرفصل سایر دوره ها:

سرفصل دوره ممیزی صنایع
سرفصل دوره ممیزی انرژی الکتریکی
سرفصل دوره ممیزی انرژی حرارتی
سرفصل دوره آشنایی با مدیریت و ممیزی انرژی در ساختمان

امکانات مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

آزمایشگاههای موجود در مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

ردیف	نام آزمایشگاه
۱-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در الکترو پمپها
۲-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در الکترو فنها
۳-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در کمپرسور و هوای فشرده
٤-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در سیستم روشنایی اداری
٥-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در سیستم روشنایی کارگاهی و محوطه
٦-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در کوره های حرارتی
۷-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در بویلرها
۸-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در مشعلهای باز (سوخت گاز و مایع)
۹-	آزمایشگاه مدیریت انرژی در تله های بخار

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

تجهیزات آزمایشگاه صنعتی

آزمایشگاه روشنایی

امکانات مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی

تجهیزات ممیزی انرژی (قابل حمل)

ردیف	نام دستگاه	تعداد
۱-	پاور آنالایزر	۳
۲-	پاور متر	۲
۳-	لوکس متر	۳
٤-	جریان سنج پرتابل	۲
٥-	ست کامل لوازم اندازه گیری الکتریکی	۲
٦-	آنالایزر گازحاصل از احتراق	۳
۷-	دبی سنج اولترا سونیک پرتابل	۱
۸-	تست تله های بخار	۳
۹-	باد سنج	۲
۱۰-	دما سنج تشعشعی	۲
۱۱-	دماسنج تماسی	۲
۱۲-	رطوبت سنج	۲
۱۳-	مالتی متر	۲۰
۱٤-	واتمتر	۸

به زودی:

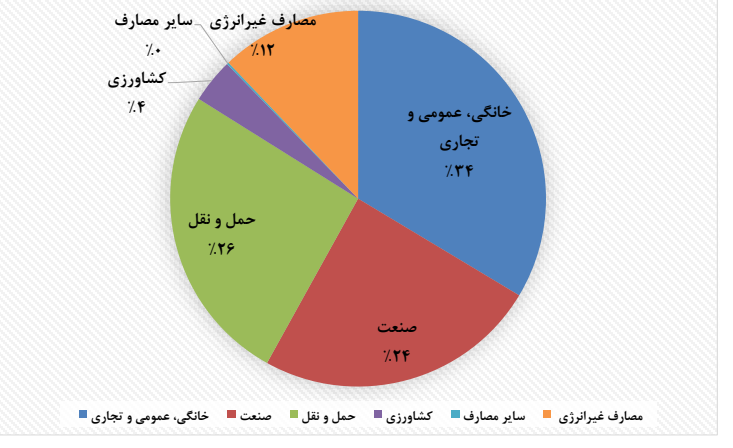
آزمایشگاههای بهینه سازی انرژی ساختمان

تماس با مرکز

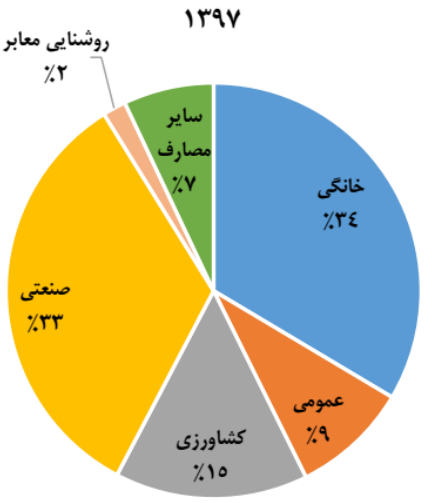
- 041-32886746
- WWW.AHERC.ir

چرا مدیریت انرژی در ساختمان؟

سهم بخشهای مختلف از مصرف انرژی کشور

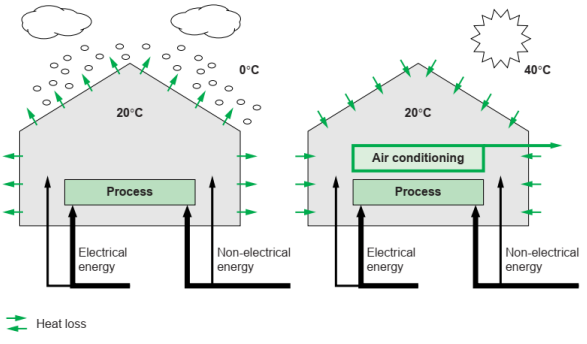


سهم انواع مصارف از انرژی الکتریکی



بار سرمایشی و گرمایش ساختمان

۱۸



سهم بار گرمایشی و سرمایشی در بخش های خانگی و تجاری

۱۹

	Residential		Commercial	
Building component	Heating	Cooling	Heating	Cooling
Roofs	1.00	0.49	0.88	0.05
Walls	1.54	0.34	1.48	-0.03
Foundation	1.17	-0.22	0.79	-0.21
Infiltration	2.26	0.59	1.29	-0.15
Windows (conduction)	2.06	0.03	1.60	-0.30
Windows (solar heat gain)	-0.66	1.14	-0.97	1.38

حداقل بازدهی تجهیزات

- الف تجهیزات تأمین نیازهای سرمایی و گرمایی، تهویه و آب گرم مصرفی باید دارای برچسب انرژی با حداقل رده انرژی طبق جداول ۱۹-٤-٥ و ۱۹-٤-٦ باشند.
- ب) راندمان تجهیزاتی که برای آنها برچسب انرژی در نظر گرفته نشده است، باید توسط نهادهای دارای صلاحیت قانونی صحه گذاری شود و از مقادیر درج شده در جدول ۱۹-٤-۷ بیشتر باشد

جدول ۱۹-۴- ۵ حداقل رده برچسب انرژی یا راندمان برای تجهیزات گازسوز *

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن گازسوز مخزن‌دار	۱۲۱۹-۲	E	D	D
آب‌گرم‌کن گازسوز فوری	۱۸۲۸-۲	D	C	B
رادیاتور گرمایی	۱۴۷۳۵	C	B	A
پکیج	۱۴۶۲۹	C	B	A
پکیج چگالشی	۱۴۶۲۹	A	A+	A++
بخاری گازسوز دودکش‌دار	۱۲۲۰-۲	E	D	C
بخاری گازسوز بدون دودکش	۷۲۶۸-۲	٪ ۸۰	٪ ۸۵	٪۹۰
بخاری‌های گازسوز مستقل نوع C		C	B	A
دیگ بخار	A1-۱۳۷۸۲	۷۸٪	۸۱٪	۸۲٪
دیگ و مشعل	۱۴۷۶۳	F	E	D

* توضیح: کلیه رده‌های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۹-۴-۶ حداقل رده برچسب انرژی برای تجهیزات برقی *

محصول	شماره استاندارد ملی	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
آب‌گرم‌کن برقی مخزن‌دار	۱۵۶۳-۲	D	C	B
الکتروموتور (تک‌فاز و سه‌فاز)	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ ۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	C	B	A
فن (دمنده و مکنده)	۱۰۶۳۴	C	B	A
بخاری برقی	۷۳۴۲-۲	A	A	A
کولر آبی	۴۹۱۰-۲	F	D	A
کولر گازی (پنجره‌ای) یا پمپ گرمایی دوتکه (بدون کانال)	۶۰۱۶-۲ و ۱۰۶۳۸	B	A	A
هواساز (هوارسان)	۱۱۵۷۴	B	A	A
پکیج تهویه مطبوع	۱۰۳۰۶	B	A	A
گرم‌کن برقی (محیط)	۷۳۴۲-۲	A	A	A
گرم‌کن صنعتی (محیط)		A	A	A
فن کویل (زمینی، سقفی، کانالی)	۱۰۶۳۶	B	A	A
برج خنک‌کن	۱۰۶۳۵	C	B	A
چیلر تراکمی آبی	۳۶۷۸-۲			
چیلر تراکمی هوایی	۳۶۷۸			
پمپ (گریز از مرکز، مختلط، محوری)	۷۸۱۷-۲	B	A	A
لامپ الکتریکی	۷۳۴۱	A	A+	A++
بالاست لامپ الکتریکی	۱۰۷۵۹	A2	A1	A1

* توضیح: کلیه رده‌های انرژی برچسب جدول فوق مطابق با استانداردهای مربوطه در پیوست ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۹-۴-۷ حداقل بازدهی برای تجهیزات در سیستم گرمایی و سرمایی

دستگاه	شاخص بازدهی	بازدهی تجهیزات		
		ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	ساختمان کم‌انرژی (EC+)	ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)
چیلر آب خنک*	IPLV (۱)	۳٫۵	۴٫۳	۵٫۵
	COP (۲)	۲٫۸	۳٫۵	۴٫۷
چیلر هوا خنک*	IPLV (۱)	۳٫۰	۳٫۵	غیر مجاز
	COP (۲)	۲٫۷	۳٫۰	غیر مجاز
چیلر جذبی	COP (۲)	۰٫۹	۱٫۳	۱٫۷
بویلر چگالشی	(۳)	٪ ۹۰	٪ ۹۵	٪ ۹۸
بویلر غیرچگالشی	(۳)	٪ ۸۰	٪ ۸۵	غیر مجاز

* در مورد چیلر، هر دو معیار IPLV و COP باید به‌صورت هم‌زمان از مقادیر جدول بیشتر باشد.

IPLV : Integrated Part Load Value — ۱- عملکرد در بار جزئی

COP : Coefficient of Performance — ۲- ضریب عملکرد

شرایط استاندارد تعیین COP هیت پمپ در حالت سرمایش و گرمایش

- **The nominal cooling performances refer to following conditions:**
  - **Ambient air temperature: 35°C**
  - **Evaporator outlet temperature: 7°C**
  - **Evaporator ΔT: 5°C**
- **The nominal heating performances refer to following conditions:**
  - **Ambient air temperature: 7°C DB (6°C WB)**
  - **Condenser outlet temperature: 45°C**
  - **Condenser ΔT: 5°C**

نحوه محاسبه و کلاس بندی EER

Eurovent established efficiency classification for air conditioners in full load operating conditions. The index is:

EER = Cooling Capacity / Power input

(*Energy Efficiency Ratio*).

Eg: 300kW cooling capacity / 100kW abs power = EER @ 3.

EER Class	Air Cooled	Water cooled	Remote condenser
A	EER≥3.1	EER≥5.05	>=3,55
B	2,9≤ EER< 3,1	4,65≤ EER<5,05	3,4≤ EER<3,55
C	2,7≤ EER< 2,9	4,25≤ EER<4,65	3,25≤ EER<3,4
D	2,5≤ EER< 2,7	3,85≤ EER<4,25	3,1≤ EER<3,25
E	2,3≤ EER< 2,5	3,45≤ EER<3,85	2,95≤ EER<3,1
F	2,1≤ EER< 2,3	3,05≤ EER<3,45	2,8≤ EER<2,95
G	<2,1	<3,05	<2,8

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE

Chillers Energy Classification in cooling mode

IPLV (Integrated Part Load Values)

- بر اساس استاندارد **AHRI 550/590** محاسبه می شود.

$$IPLV = \frac{1}{\left(\frac{1\%}{A} + \frac{42\%}{B} + \frac{45\%}{C} + \frac{12\%}{D}\right)}$$

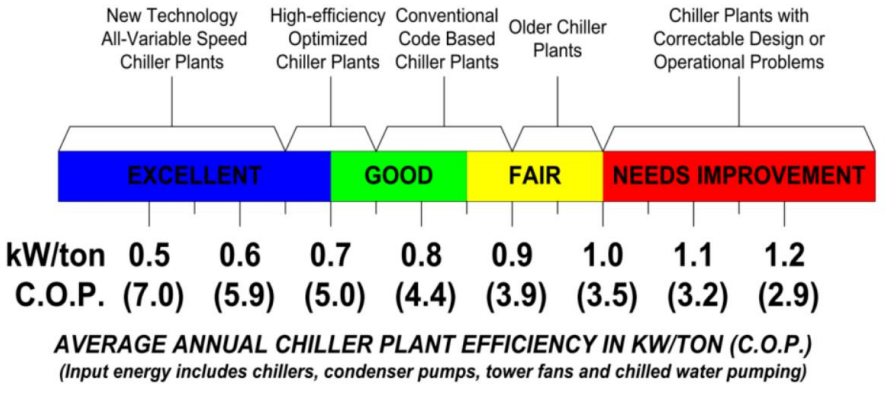
MEPAcademy

"A" = COP or EER at 100% Capacity

"B" = COP or EER at 75% Capacity

"C" = COP or EER at 50% Capacity

"D" = COP or EER at 25% Capacity



AVERAGE ANNUAL CHILLER PLANT EFFICIENCY IN KW/TON (C.O.P.)
(Input energy includes chillers, condenser pumps, tower fans and chilled water pumping)

نحوه محاسبه و کلاس بندی SEER اروپایی

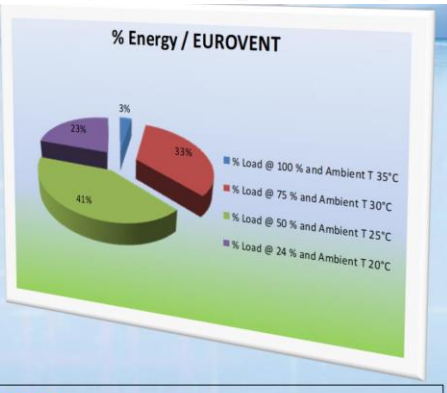
(*European Seasonal Energy Efficiency Ratio*),

- از آنجایی که راندمان بار قطعه تاثیر بسیار زیادی بر مصرف انرژی دارد.
- یک شاخص بهره وری انرژی یکپارچه به نام: ESEER (نسبت بهره وری انرژی فصلی اروپا)، برای شرایط اروپا ایجاد شد.

نحوه محاسبه و کلاس بندی SEER

$$ESEER = \frac{3xEER_{100\%} + 33xEER_{75\%} + 41xEER_{50\%} + 23xEER_{25\%}}{100}$$

Indice	ESEER	
% Part Load	Ambient Temperature	% Produced energy (weight)
100	35°C	3%
75	30°C	33%
50	25°C	41%
25	20°C	23%



$$ESEER = 0{,}03*EER_{100\%} + 0{,}33*EER_{75\%} + 0{,}41*EER_{50\%} + 0{,}23*EER_{25\%}$$

- weighting coefficients for EER at 100% load ratio
- weighting coefficients for EER at 75% load ratio
- weighting coefficients for EER at 50% load ratio
- weighting coefficients for EER at 25% load ratio

- بدیهی است که نقاط کاری استاندارد هم برای واحدهای خنک کننده با هوا و هم برای واحدهای خنک کننده با آب وجود دارد.
- هر نقطه شرایط بار بخشی با دمای آن مطابقت دارد:
- بار کمتر به معنای دمای کمتر هوا است

Load Ratio (%)	Air temperature at condenser inlet (°C)
100	35
75	30
50	25
25	20

⇒ Air cooled unit

Load Ratio (%)	water temperature at condenser inlet (°C)
100	30
75	26
50	22
25	18

⇒ Water cooled unit

۱۹-۴-۳-۵ تأمین هوای تازه

الف) حداکثر میزان هوای تازه تهویهٔ مکانیکی نباید از ۱۲۰ درصد حداقل میزان تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان بیشتر باشد.

ب) درصورتی‌که از سیستم‌های بازیافت انرژی از هوای خروجی استفاده شود، امکان افزایش میزان تهویه وجود دارد، ولی در هر صورت، میزان انرژی مصرفی برای تهویه و تأمین هوای تازه نباید از انرژی مصرفی در حالت بدون سیستم بازیافت تعیین شده در بند الف بیشتر باشد.

پ) در اوقات گذر فصلی، که سیستم‌های گرمایی و سرمایی خاموش هستند، محدودیتی برای میزان هوای تازه وجود ندارد.

۱۹-۴-۳-۷ سامانه‌های پایش عملکرد

الف) در ساختمان‌های عمومی گروه ۱ و ۲ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که سیستم گرمایی و سرمایی مرکزی دارند، لازم است برای هر یک از واحدها یا بخش‌های مستقل ساختمان، سامانه‌های اندازه‌گیری مصرف انرژی نصب گردد، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده، برای کاهش مصرف انرژی در هر واحد یا هر بخش مستقل ساختمان، جداگانه محاسبه و عاید همان واحد یا بخش ساختمان گردد.

ب) در واحدها یا بخش‌های مستقل ساختمان، که آب گرم مصرفی آن‌ها با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، لازم است که تدابیر لازم جهت تفکیک مصارف آب‌گرم مصرفی به‌کار برده شود، تا اثر تدابیر به‌کار برده‌شده برای کاهش مصرف و صرفه‌جویی هر واحد یا بخش مستقل ساختمان به‌صورت جداگانه محاسبه و عاید همان واحد یا بخش گردد.

۱۹-۴-۳-۸ استخر آب‌گرم

در استخرهای واقع در هوای آزاد، در صورت استفاده از آب‌گرم، استفاده از پوشش مناسب، که تبادل حرارت آب را محدود و از تبخیر آن جلوگیری کند، الزامی است. این پوشش باید مقاومت حرارتی بیش از ۰/۵ $[m^2.K/W]$ و گسیلندگی سطح در تماس با هوای کمتر از ۰/۲ داشته باشد.

علاوه بر این، لازم است در این نوع استخرها تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا آب استخر از ۲۸ درجه سلسیوس بیشتر نشود.

یادآوری: جکوزی‌ها و استخرهای درمانی از این امر مستثنی هستند.

۱۹-۴-۳-۹ انتخاب و نصب تجهیزات مناسب

الف) لازم است با در نظر گرفتن شیرهای بالانس و دیگر امکانات مورد نیاز، امکان متعادل کردن هیدرولیکی ادواری مدارهای توزیع سیستم‌های گرمایی و سرمایی فراهم گردد.

ب) نصب یک سیستم سایه‌اندازی مناسب برای کولر آبی و کندانسور هواخنک الزامیست.

پ) برای اختلاط آب گرم و سرد در آشپزخانه، سرویس بهداشتی و حمام، باید از شیرهای مخلوط اهرمی استفاده شود.

روش تجویزی

روشهای موازنه ای و نیاز انرژی نیز دقیقا مشابه روش تجویزی است.

الزامات روش تجویزی (و روشهای موازنه ای و نیاز انرژی)

- ۱۹-۵-۳-۱ عایق کاری حرارتی
  - عایق کاری حرارتی لوله و مخزن
  - عایق کاری حرارتی کانال
- ۱۹-۵-۳-۲ بازیافت انرژی
  - بازیافت انرژی در سیستمهای هوارسان
  - بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم خنک
- ۱۹-۵-۳-۳ اکونومایزر
- ۱۹-۵-۳-۴ تجهیزات دفع حرارت
- ۱۹-۵-۳-۵ سیستم های ذخیره انرژی
- ۱۹-۵-۳-۶ سامانه پایش عملکرد انرژی
- ۱۹-۵-۳-۷ انتخاب و نصب مناسب تجهیزات

عایق کاری حرارتی

۱۹-۵-۳-۱ عایق‌کاری حرارتی

تمامی لوله‌های آب گرم در سیستم آب‌گرم مصرفی، علاوه بر رعایت ضوابط بند ۱۹-۴-۳-۲ باید طبق ضوابط زیربند ۱۹-۵-۳-۱-۱ و تمامی کانال‌های انتقال هوا در سیستم‌های گرمایی و سرمایی طبق ضوابط زیربند ۱۹-۵-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی شوند.

عایق کاری حرارتی لوله و مخزن

۱۹-۵-۳-۱-۱ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

در سیستم‌های آب گرم مصرفی، تمام لوله‌های رفت‌وبرگشت باید مطابق جدول ۱۹-۵- ۲۰ بر اساس هر یک از رده‌های انرژی ساختمان عایق‌کاری حرارتی شوند.

جدول ۱۹-۵- ۲۰ حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله آب گرم مصرفی [m^2.K/W]

رده انرژی	قطر نامی لوله	
	کمتر از ۳۲ میلی‌متر	۳۲ میلی‌متر و بیشتر
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان	مطابق با مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۰٫۸۰	۱٫۳۰

عایق کاری لوله آب گرم (بر اساس مبحث ۱۴)

جدول ۱۶-۳-۸-۴ "ب"- حداقل ضخامت عایق لوله‌های آب گرم مصرفی (میلی‌متر)

دمای طراحی آب گرم مصرفی (°C)	دمای محیط (°C)	قابلیت هدایت گرمایی عایق (W/m.K)	قطر نامی لوله (میلی‌متر)			
			انشعاب تا ۵۰*	تا ۲۵	۳۲ تا ۵۰	۶۵ و بیشتر
			ضخامت عایق (میلی‌متر)			
تا ۶۰	۲۴	۰/۰۳۴	۱۵	۱۵	۲۵	۴۰

* ضخامت عایق لولهٔ انشعاب تا قطر ۵۰ میلی‌متر برای حالتی مقرر شده است که طول انشعاب از ۳/۶ متر بیشتر نباشد.

عایق کاری لوله (غیر آب گرم)

برای تعیین مقاومت حرارتی حداقل تمامی لوله‌ها (به استثنای لوله‌های سیستم‌های آب گرم مصرفی) و مخازن سیستم‌های گرمایی و سرمایی واقع در فضای داخلی، خارجی و یا کنترل‌نشده، لازم است به مقاومت حرارتی حداقل تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان ($R_{۱۴}$)، بسته به رده انرژی ساختمان، ضریب افزایشی برابر با مقدار تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۲۱ اعمال

جدول ۱۹-۵- ۲۱ ضریب افزایش مقاومت حداقل تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان ($R_{۱۴}$)

رده انرژی	لوله یا مخزن یا کانال واقع در	
	فضای خارجی یا کنترل‌نشده	فضای داخلی*
ساختمان منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۱/۰۰	۱/۰۰
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۱/۶۰	۱/۴۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۲/۵۰	۲/۰۰

* لازم است دو متر قبل و بعد از قسمتی از لوله یا کانال، که در معرض فضای خارجی یا کنترل نشده قرار دارد، مشابه بخش در معرض فضای خارجی یا کنترل‌نشده عایق‌کاری حرارتی شود.

عایق کاری لوله (غیر آب گرم)

الف) در موارد زیر لازم نیست لوله‌ها عایق گرمایی شوند:

(۱) در لوله‌کشی داخلی دستگاه‌ها که لوله‌ها در کارخانهٔ سازنده عایق شده است.

(۲) در هر سیستم لوله‌کشی که دمای سیّال داخل لوله‌ها بین ۱۲/۸ تا ۴۰ درجهٔ سلسیوس (۵۵ تا ۱۰۴ درجهٔ فارنهایت) است، مگر در شرایطی که امکان چگالش بخار آب بر روی سطح خارجی لوله وجود داشته باشد.

عایق کاری لوله غیر آب گرم (بر اساس مبحث ۱۴)

جدول (۱۴-۱۰-۶-۲) "الف": کمینهٔ ضخامت عایق لوله به میلی‌متر*

سیستم		دامنهٔ دمای کار	حداکثر فشارکار	قطر اسمی لوله (mm)					
		°C	Bar	انشعاب a تا ۵۰	۲۵ وکمتر	۳۲ تا ۵۰	۶۵ تا ۱۰۰	۱۲۵ تا ۱۵۰	۲۰۰ و بیشتر
تأسیسات گرمایی با آب‌گرم‌کننده	دمای پایین	تا ۱۲۰	۱۱	۲۵	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۷۵
	دمای متوسط	۱۲۱ تا ۱۷۵	۱۰/۳	۲۵	۳۸	۳۸	۵۰	۶۵	۷۵
	دمای بالا	۱۷۶ تا ۲۳۰	۲۱	۲۵	۳۸	۳۸	۵۰	۶۵	۷۵
تأسیسات گرمایی با بخار	کم‌فشار	تا ۱۲۰	۱	۲۵	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۷۵
	پرفشار	بیش از ۱۲۰	۸/۵	۲۵	۳۸	۳۸	۵۰	۶۵	۷۵
تأسیسات سرمایی با آب سردکننده B		۴/۴ تا ۱۲/۸	۸/۵	۱۳	۱۳	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵

* مقادیر جدول برای قابلیت هدایت گرمایی عایق برابر ۰/۰۳۴ W/m.K (۰/۲۳ Btu.in/h.ft².°F) و دمای محیط ۲۴ درجهٔ سلسیوس (۷۵ درجهٔ فارنهایت) تنظیم شده است.

a ضخامت عایق لوله انشعاب تا قطر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) برای حالتی مقرر شده است که طول انشعاب از ۳/۶ متر (۱۲ فوت) بیشتر نباشد.

B در عایق‌کاری لوله‌های تأسیسات سرمایی، شرایط چگالش بخار آب موجود در هوا باید مطابق بند (۱۴-۱۰-۶-۲) "ب" ملحوظ گردد.

عایق کاری لوله غیر آب گرم (بر اساس مبحث ۱۴)

الف) جدول (۱۴-۱۰-۶-۲)"الف" کمینهٔ ضخامت عایق لوله، در سیستم‌های مختلف لوله‌کشی را نشان می‌دهد.

۱) چنانچه الزامات عایق حرارتی لوله در این مبحث با مبحث نوزدهم متفاوت باشد الزامات سختگیرانه تر باید رعایت شود.

ب) اندازهٔ ضخامت‌های داده شده در جدول (۱۴-۱۰-۶-۲)"الف" بدون در نظرگرفتن امکان چگالش بخار آب بر روی سطوح لوله و سطوح عایق لوله، تعیین شده است. در صورت احتمال چگالش بخار آب در سطوح خارجی لوله و سطوح عایق لوله، ضخامت عایق در هر مورد باید محاسبه شود و مورد تأیید قرارگیرد.

پ) اگر قابلیت هدایت گرمایی عایق با W/m.K ۰/۰۳۴ و دمای محیط با ۲۴ درجهٔ سلسیوس (۷۵ درجهٔ فارنهایت)، که جدول برای آن‌ها تنظیم شده است، متفاوت باشد، باید با روش‌های مهندسی مورد تأیید، مقادیر ضخامت خوانده شده از جدول (۱۴-۱۰-۶-۲)"الف"تصحیح شود.

ت) اگر لوله در معرض یخ زدن قرار داشته باشد، برای جلوگیری از یخزدن سیّال داخل لوله، باید ضخامت عایق با روش‌های مهندسی مورد تأیید تصحیح شود و یا از روش مورد تأیید دیگری، جز عایق‌کاری، استفاده شود.

عایق کاری لوله

۱۹-۵-۳-۱-۲ عایق‌کاری حرارتی کانال‌ها

برای تعیین مقاومت حرارتی حداقل تمامی کانال‌های فضای داخلی، خارجی و کنترل‌نشده لازم است به مقاومت حرارتی حداقل تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان ($R_{۱۴}$)، بسته به رده انرژی ساختمان، ضریب افزایشی برابر با مقدار تعیین‌شده در جدول ۱۹-۵- ۲۱ اعمال شود.

عایق کاری کانال هوای خارج ساختمان (بر اساس مبحث ۱۴)

جدول (۱۴-۶-۷-۳) "الف": کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در خارج از ساختمان در تأسیسات گرمایی و سرمایی

تأسیسات سرمایی			تأسیسات گرمایی		
کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R		روز – درجهٔ + سرمایی سالانه (ADDC)	کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R		روز – درجهٔ + گرمایی سالانه (ADDH)
$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$		$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$	
۰/۵۸۱	۳/۳	زیر ۵۰۰	۰/۵۸۱	۳/۳	زیر ۱۵۰۰
۰/۸۸۱	۵/۰	۵۰۱ تا ۱۱۵۰	۰/۸۸۱	۵/۰	۱۵۰۱ تا ۴۵۰۰
۱/۱۴۵	۶/۵	۱۱۵۱ تا ۲۰۰۰	۱/۱۴۵	۶/۵	۴۵۰۱ تا ۷۵۰۰
۱/۴۰۹	۸/۰	بالاتر از ۲۰۰۱	۱/۴۰۹	۸/۰	بالاتر از ۷۵۰۱

+ روز درجهٔ سرمایی و گرمایی سالانه با دمای مبنای ۱۸/۳ درجه سلسیوس (۶۵ درجه فارنهایت)

عایق کاری کانال هوای داخل ساختمان (بر اساس مبحث ۱۴)

جدول (۱۴-۶-۷-۴) "الف": کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در فضای داخل ساختمان در تأسیسات گرمایی و سرمایی

کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R				اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای خارج آن	
تأسیسات سرمایی		تأسیسات گرمایی			
$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$	درجهٔ سلسیوس	درجهٔ فارنهایت
عایق لازم نیست				کمتر یا برابر ۸/۳	کمتر یا برابر ۱۵
۰/۵۸۱	۳/۳	۰/۵۸۱	۳/۳	بیشتر از ۸/۳ و کمتر یا برابر ۲۲/۲	بیشتر از ۱۵ و کمتر یا برابر ۴۰
۰/۸۸۱	۵/۰	۰/۸۸۱	۵/۰	بیشتر از ۲۲/۲	بیشتر از ۴۰

ب) در فضای بستهٔ زیر شیروانی، شفت‌های بستهٔ ساختمان، داخل سقف‌های کاذب طبقات و دیگر فضاهایی که هوای آن‌ها با سیستم‌های گرمایی و سرمایی کنترل نمی‌شود، کانال هوا باید با رعایت ارقام جدول (۱۴-۶-۷-۳)"الف" عایق‌کاری شود.

عایق کاری کانال هوای داخل ساختمان (بر اساس مبحث ۱۴)

پ) کانال‌های هوای رفت و برگشت در فضاهای داخل ساختمان در موارد زیر نیاز به عایق ندارد، مگر برای جلوگیری از چگالش بخار آب موجود در هوا بر روی سطوح خارجی کانال:

(۱) اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای فضایی که کانال در آن قرارگرفته، کمتر از ۸ درجهٔ سلسیوس (۱۵ درجهٔ فارنهایت) باشد؛

(۲) انتقال گرما از جدار کانالِ بدون عایق (از داخل به خارج یا از خارج به داخل)، مقدار کل انرژی مورد نیاز ساختمان را افزایش ندهد؛

(۳) کانال تخلیهٔ هوا؛

(۴) کانال توزیع‌کنندهٔ هوای سیستم خنک‌کنندهٔ تبخیری، ازجمله کولر آبی.

ت) اگر برای کاهش شدت صدا یا مقاصد دیگر، سطح داخلی کانال هوا یا پلنوم، نیاز به عایق داشته باشد، جنس آن و مواد لازم برای نصب آن، باید در برابر رشد جلبک، رطوبت و فرسایش ناشی از جریان هوا مقاوم باشد.

(۱) عایق باید با وسایل مکانیکی به سطوح داخلی کانال اتصال یابد، تا سطوح عایق و لبهٔ قطعات آن در برابر جریان هوای داخل کانال مقاوم باشد.

بازیافت انرژی

- بازیافت انرژی در سیستمهای هوارسان
- بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم خنک

بازیافت انرژی در سیستمهای هوارسان

در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC++)، در صورت استفاده از سیستم هوارسان، لازم است موارد زیر، برای بازیافت انرژی، مورد رعایت قرار گیرد:

الف) استفاده از سامانه‌های بازیافت انرژی در سیستم‌های سرمایی مناطق گرم (با نیاز سرمایی غالب طبق پیوست ۳) و سیستم‌های گرمایی مناطق سرد (با نیاز گرمایی غالب طبق پیوست ۳)، در صورتی که دبی کل دستگاه از مقادیر جدول ۱۹-۵- ۲۲ و جدول ۱۹-۵- ۲۳ بیشتر باشد الزامی است.

بازیافت انرژی در سیستمهای هوارسان

جدول ۱۹-۵- ۲۲ حداکثر دبی تهویه* قابل قبول ، بر حسب l/s (و ft^3/min)، در حالت عدم استفاده از بازیافت انرژی (در صورت کارکرد بیش از ۸۰۰۰ ساعت در سال)

رده انرژی	نیاز غالب	درصد هوای تازه بیشتر یا مساوی ۸۰ ٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰ ٪
EC+	سرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
	گرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۳۰۰۰ (۶۳۵۷)
EC++	سرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)
	گرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز (هوارسان)

بازیافت انرژی در سیستمهای هوارسان

جدول ۱۹-۵- ۲۳ حداکثر دبی تهویه* قابل قبول ، بر حسب l/s (و ft^3/min)، در حالت عدم استفاده از بازیافت انرژی (در صورت کارکرد کمتر از ۸۰۰۰ ساعت در سال)

رده انرژی	نیاز غالب	درصد هوای تازه بیشتر یا مساوی ۸۰ ٪	درصد هوای تازه کمتر از ۸۰ ٪
EC+	سرمایی	۲۰۰۰ (۴۲۳۸)	۵۰۰۰ (۱۰۵۹۴)
	گرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۵۰۰۰ (۱۰۵۹۴)
EC++	سرمایی	۱۰۰۰ (۲۱۱۹)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)
	گرمایی	۵۰۰ (۱۰۵۹)	۴۰۰۰ (۸۴۷۶)

* حداکثر دبی کل خروجی از فن دستگاه هواساز (هوارسان)

بازیافت انرژی در سیستمهای هوارسان

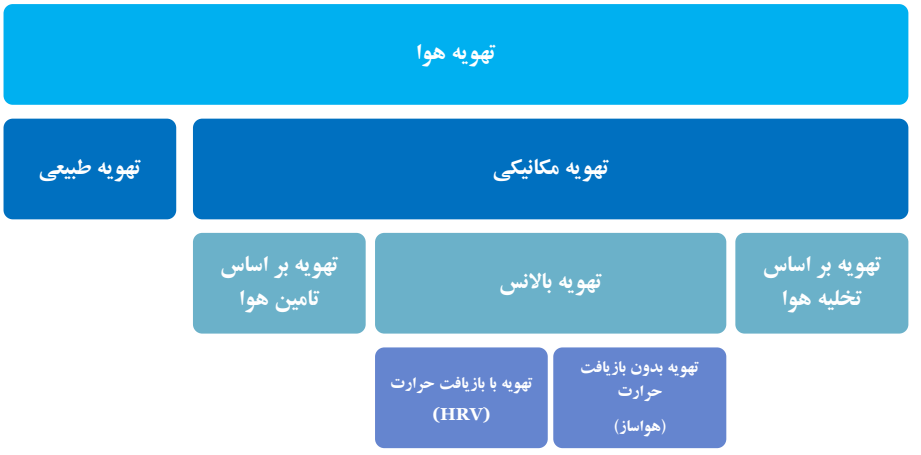
ب) سیستم‌های بازیافت انرژی مجاز باید بتوانند آنتالپی هوای تازه را به مقدار نسبی (درصد) تعیین‌شده در جدول۱۹-۵- ۲۴ افزایش یا کاهش دهند.

جدول۱۹-۵- ۲۴ کاهش نسبی اختلاف آنتالپی برای سیستم‌های بازیافت انرژی مجاز

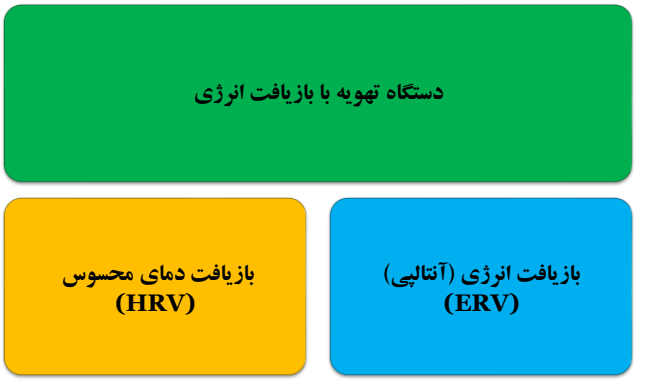
رده انرژی	کاهش نسبی اختلاف آنتالپی هوای ورودی و هوای تخلیه (درصد)
ساختمان کم‌انرژی (EC+)	۶۰
ساختمان بسیار کم‌انرژی (EC++)	۷۰

پ) در سیستم‌های با ساعت کارکرد کم، که کمتر از ۵۰۰ ساعت در سال تأمین هوای تازه دارند، نیازی به سامانه بازیافت انرژی نیست.

انواع تهویه هوا



انواع تهویه دستگاه تهویه با بازیافت حرارت و انرژی

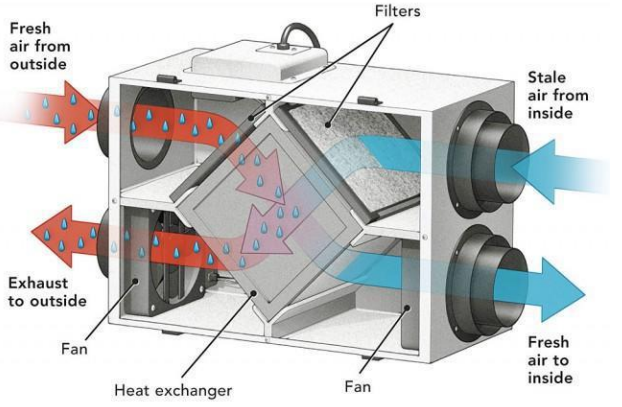


انواع دستگاههای بازیافت حرارت / انرژی تهویه

- دستگاههای بازیافت حرارت (محسوس) تهویه HRV
  - در این دستگاههای تنها تبادل حرارت انجام میگیرد.
  - جنس مبدلهای این دستگاهها آلومینیومی یا پلیمری هستند.
- دستگاههای بازیافت انرژی تهویه ERV
  - در این دستگاهها علاوه بر تبادل حرارت، بای پس رطوبت نیز اتفاق می افتد.
  - جنس مبدلهای این دستگاهها کاغذی یا پلیمرهای خاص ممبران هستند.

کارکرد مبدل ممبرین (نحوه کارکرد ERV)

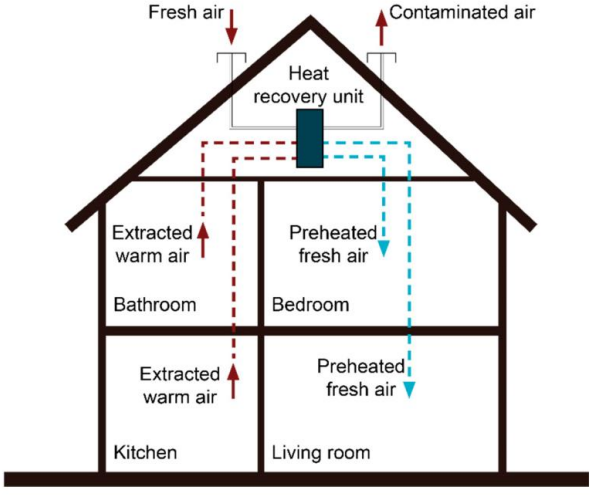
- دستگاههای ERV در آب و هوای مرطوب (شرجی) کاربرد دارند.
- در دستگاههای ERV رطوبت به وسیله مبدل حرارتی (که دارای خاصیت ممبران است) بای پاس می شود. در واقع رطوبت هوای بیرون وارد ساختمان نمی شود.



انواع تهویه دستگاه تهویه با بازیافت انرژی

دستگاه تهویه با بازیافت انرژی

- با چرخش سیال
- با مبدل هیت پایپ
- با مبدل صفحه ای
  - مبدل جریان متقابل
  - مبدل جریان متقاطع
- با مبدل چرخان



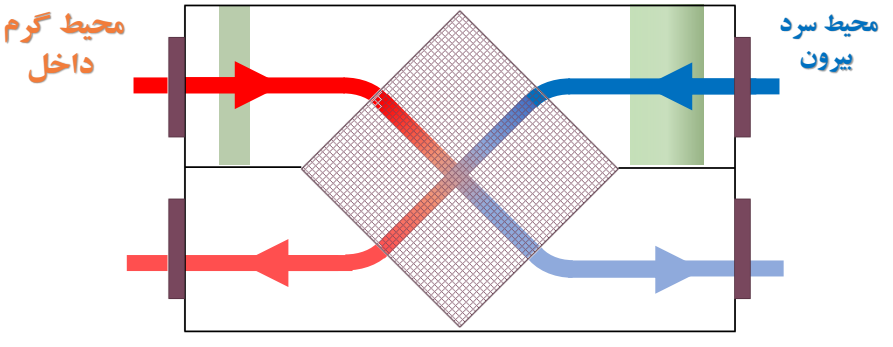
دستگاه تهویه هوا با قابلیت بازیافت انرژی و تصفیه هوا

دستگاه **HRV** دستگاهی با قابلیتهای

- تهویه هوا بصورت بالانس (ورود و خروج هوا بصورت همزمان)
- تصفیه هوای ورودی (و در صورت نیاز هوای خروجی)
- کاهش مصرف انرژی
- حذف شوک دمایی

نحوه کارکرد دستگاه (فصل سرد سال)

هوای سرد ورودی به ساختمان با جذب حرارت هوای گرم خروجی از ساختمان (بدون تماس مستقیم هوا) گرم می شود.

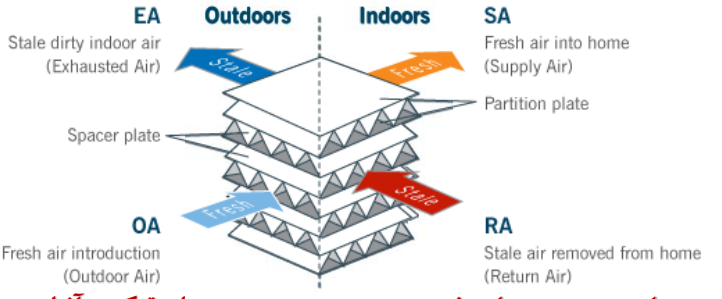


امکان تصفیه هوای ورودی و خروجی با انواع فیلترها وجود دارد.

مبدل حرارتی صفحه ای

هوای ورودی و خروجی از میان صفحاتی که بر روی هم قرار دارند، عبور می کنند.

انتقال حرارت از طریق این صفحات انجام می شود.

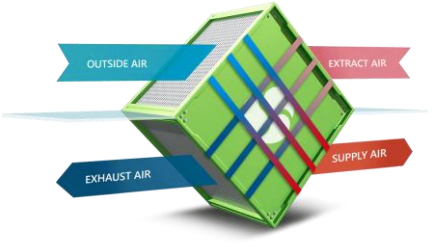


مسیر هوای ورودی و هوای خروجی [illegible] ان ترکیب آنها وجود ندارد.

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

انواع مبدلهای صفحه ای

- مبدلهای صفحه ای جریان متقاطع (Cross flow) بسته به جنس و ساختار مبدل بازدهی بین ۳۰٪ تا ۷۰٪ دارند.



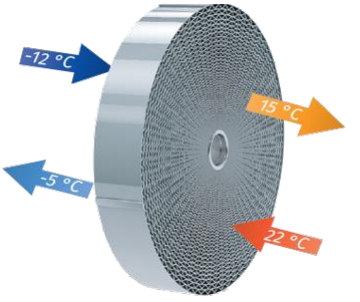
انواع مبدلهای صفحه ای

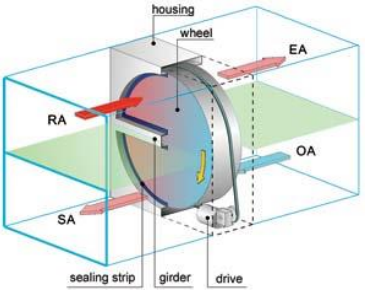
- مبدلهای صفحه ای جریان متقابل (Counter flow) بسته به جنس و ساختار مبدل بازدهی بین ۷۰٪ تا ۹۵٪ دارند.

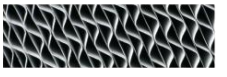
مبدل چرخ حرارتی

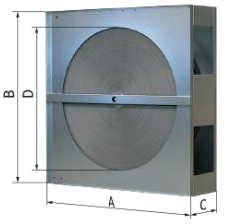
- اصل مبدل حرارتی چرخ دوار بر انباشت دوره ای گرما در توده ذخیره سازی دوار استوار است.
- یک چرخ متخلخل دوار گرما را از یک جریان هوا به جریان دیگر منتقل می کند.
- سرعت چرخش چرخ بسیار کم و در حدود ۳ تا ۱۵ دور در دقیقه است.
- مبدلهای حرارتی چرخ دوار بسته به مشخصات مبدل و سرعت چرخش و دبی هوا بازدهی بین ۶۰٪ تا ۹۰٪ دارند.
- محدودیت استفاده از این نوع مبدل، ریسک بالای بازگشت آلودگی به داخل و همچنین تلفات فشار بالا است. بطوریکه نشتی مبدلها گاها به بیش از ۱۵٪ نیز می رسد.
- برای غلبه بر تلفات فشار، از فن های اضافی استفاده می شود که سرعت جریان هوا را حفظ می کند.

ساختار و عملکرد مبدل چرخ حرارتی









مبدل لوله حرارتی (هیت پایپ)

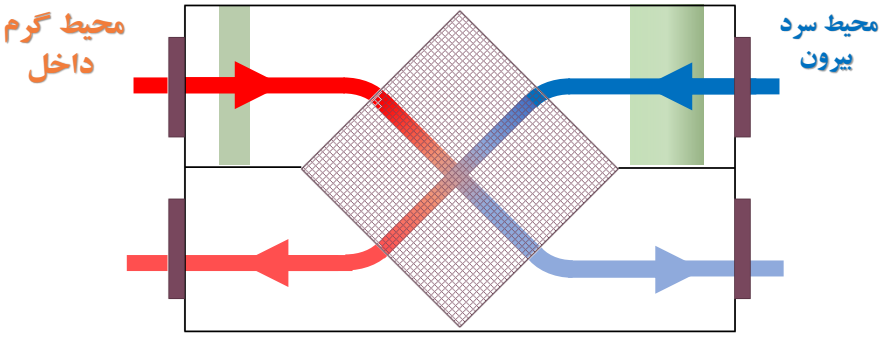
- لوله های حرارتی از یک فرآیند چند فازی برای انتقال گرما از یک جریان هوا به جریان دیگر استفاده می کنند
- یک لوله هرمتیک پر از مایعی که در حال تغییر فاز مداوم است. در اواپراتور و کندانسور، گرما را منتقل می کند
- عدم وجود ریسک آلودگی متقابل و قسمت متحرک از مزایای این نوع مبدلهاست.
- لوله های حرارتی قابل اعتماد و کم هزینه هستند
- لوله های حرارتی زمانی به کارایی مطلوب دست می یابند که دمای هوای تازه نزدیک به دمای کاری سیال پرکننده لوله حرارتی است.

بازیافت با چرخش سیال (Run around)

- ساختار این سیستم بر اساس دو مبدل است که در دو جریان هوای مجزا قرار می گیرند و توسط یک حلقه بسته حاوی سیالی که دائماً بین مبدل‌ها پمپ می‌شود، به هم متصل می‌شوند.
- گرما از طرف گرم (هوای خروجی) به سمت سرد (هوای تامین) از طریق سیال انتقال حرارت منتقل می شود.
- عدم وجود ریسک آلودگی متقابل و قسمت متحرک از مزایای این نوع مبدلهاست.
- این سیستم ها برای به حرکت درآوردن پمپ ها به انرژی نیاز دارند، اما انرژی کمتری نسبت به فن های هوای در گردش دارند.

نحوه کارکرد دستگاه (فصل سرد سال)

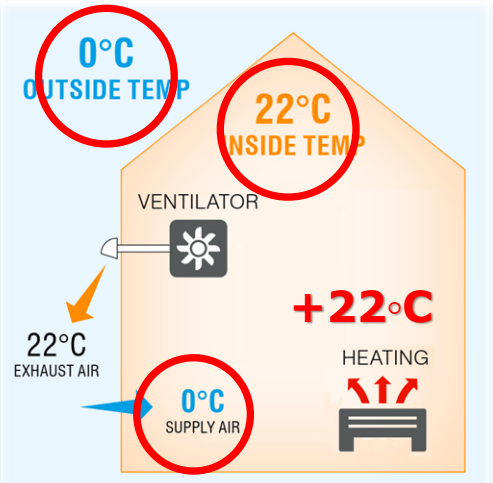
هوای سرد ورودی به ساختمان با جذب حرارت هوای گرم خروجی از ساختمان (بدون تماس مستقیم هوا) گرم می شود.



امکان تصفیه هوای ورودی و خروجی با انواع فیلترها وجود دارد.

عملکرد دستگاه HRV در فصل سرد سال

- اگر دمای بیرون صفر درجه و دمای داخل ۲۲ درجه سلسیوس باشد.
- دمای هوای ورودی با تهویه عادی همان صفر درجه بیرون است.
- این هوا باید ۲۲ درجه گرم شود تا دمای آن به حد مطلوب برسد.

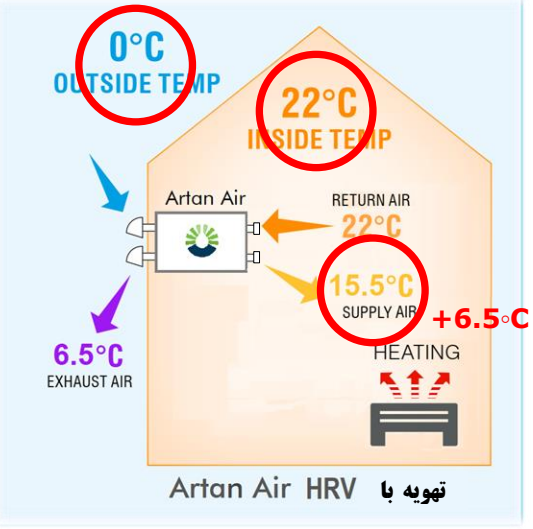


تهویه متداول (با فن تخلیه)

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

عملکرد دستگاه HRV در فصل سرد سال

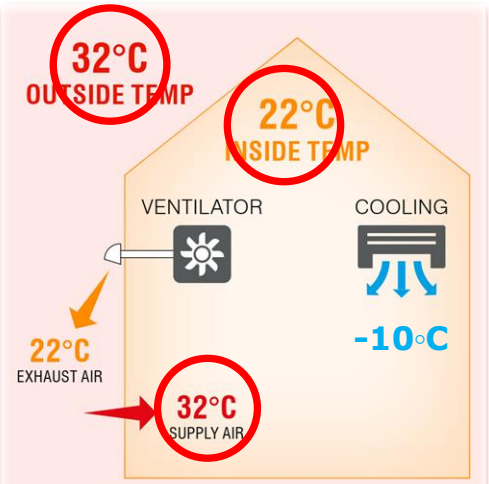
- اگر دمای بیرون صفر درجه و دمای داخل ۲۲ درجه سلسیوس باشد.
- دمای هوای ورودی با تهویه هیت ریکاوری(HRV) به واسطه جذب حرارت هوای خروجی به 15.5 درجه خواهد رسید.
- این هوا باید 6.5 درجه گرم شود تا دمای آن به حد مطلوب برسد.
- این به معنی بازیافت ٪۷۰ حرارت هوای خروجی است.



تهویه با Artan Air HRV

عملکرد دستگاه HRV در فصل گرم سال

- اگر دمای بیرون ۳۲ درجه و دمای داخل ۲۲ درجه سلسیوس باشد.
- دمای هوای ورودی با تهویه عادی همان ۳۲ درجه بیرون است.
- این هوا باید ۱۰ درجه سرد شود تا دمای آن به حد مطلوب برسد.

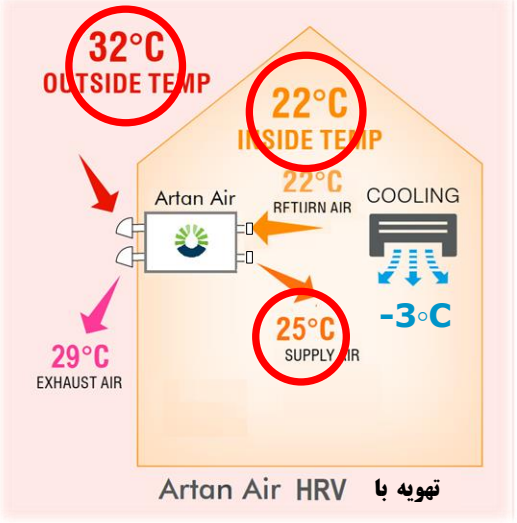


تهویه متداول (با فن تخلیه)

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

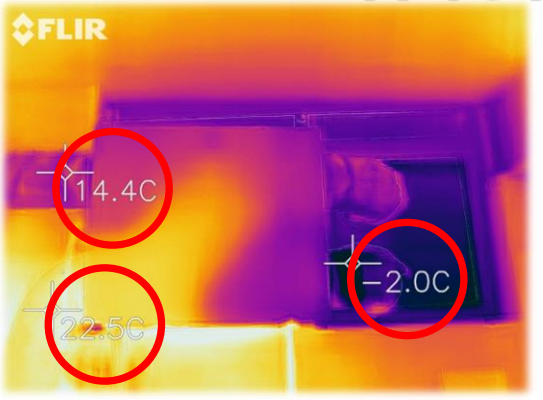
عملکرد دستگاه HRV در فصل گرم سال

- اگر دمای بیرون ۳۲ درجه و دمای داخل ۲۲ درجه سلسیوس باشد.
- دمای هوای ورودی با تهویه هیت ریکاوری(HRV) به واسطه انتقال حرارت به هوای خروجی به ۲۵ درجه خواهد رسید.
- این هوا باید ۳ درجه خنک شود تا دمای آن به حد مطلوب برسد.
- این به معنی بازیافت ٪۷۰ سرمای هوای خروجی است.



تهویه با Artan Air HRV

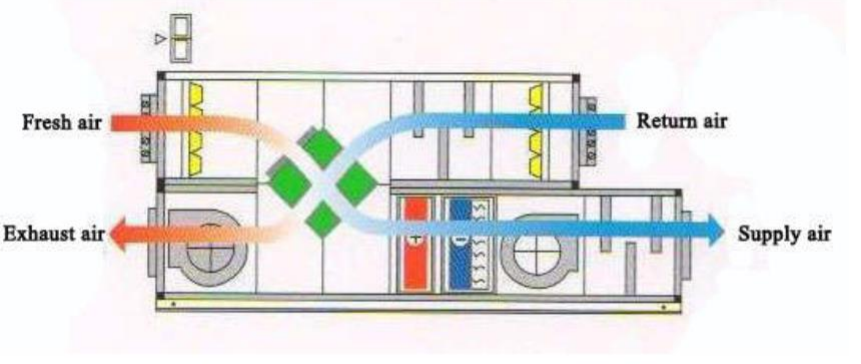
تصویر ترموگرافی از کارکرد دستگاه HRV (آزمایش میدانی–هوای سرد)



- اختلاف دمای بیرون و داخل: ۲٤,٥ درجه
- اختلاف دمای ورودی و داخل: ۱٦,٤ درجه

بازده بازیافت حرارت:٦٧٪

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی



شکل ۱۲۰- نحوه عملکرد مبدل بازیافت حرارت در هواسازها

کاهش ظرفیت تجهیزات گرمایشی و سرمایشی با استفاده از بازیافت حرارت تهویه

- به ازای هر ۲۵۰۰ cfm در ساعت دستگاه هیت ریکاوری با بازده ۶۷٪ :
- ظرفیت چیلر مورد نیاز حدود یک تن تبریز کاهش می یابد.
- صرفه جویی انرژی ۳۳۰۰ وات در سیستم سرمایشی ایجاد می شود. (با فرض روزانه ۱۰ ساعت کارکرد روزانه هر ماه فصل گرم سال حدود ۹۹۰ کیلووات ساعت صرفه جویی)
- ظرفیت پکیج گرمایشی حدود ۲۹ کیلووات کاهش می یابد.
- صرفه جویی انرژی حدود ۲۸ کیلووات معادل ۳ مترمکعب گاز طبیعی در سیستم گرمایش ایجاد می کند. (با فرض روزانه ۱۵ ساعت کارکرد روزانه، هر ماه فصل سرد سال حدود ۱۳۵۰ مترمکعب گاز صرفه جویی می شود.)

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

کاهش ظرفیت تجهیزات گرمایشی و سرمایشی با استفاده از بازیافت حرارت تهویه

			سرمایش
گرمای ویژه هوا	C	kJ/(kg.K)	1.005
حجم هوا	Va	m3/h	4250
چگالی هوا	dens.	kg/m3	1.225
جرم هوا	Ga	kg/s	1.45
دمای ورودی	t1	C	40
دمای خروجی	t2	C	30
میزان بازیافت انرژی	Q sens	kW	14.53
		BTU	50,143
		T.R.	4.18
توان فنهای HRV	W in	kW	1.1
ضریب عملکرد	COP	-	13.21

ضریب عملکرد چیلر		-	3.3
معادل مصرف چیلر		kW	4.40
صرفه جویی خالص		kW	3.30

کاهش ظرفیت سرمایشی		T.R.	4.18

قیمت هر تن تبرید چیلر		هزار تومان	40,000
ظرفیت نامی چیلر مورد نیاز		T.R.	5
قیمت چیلر			200,000
قیمت هر تن تبرید فن کویل			8,000
افزایش قیمت فن کویل			40,000
جمع افزایش هزینه تجهیزات سرمایشی			240,000

کاهش ظرفیت تجهیزات گرمایشی و سرمایشی با استفاده از بازیافت حرارت تهویه

		گرمایش
گرمای ویژه هوا	kJ/(kg.K)	1.005
حجم هوا	m3/h	4250
چگالی هوا	kg/m3	1.225
جرم هوا	kg/s	1.45
دمای ورودی	C	-5
دمای خروجی	C	15
میزان بازیافت انرژی	kW	29.07
	BTU	
	m3 of gas	3.06
معادل توان فنهای HRV	kW	3.3

بازده پکیج	%	80%
معادل مصرف پکیج	kW	36.34
صرفه جویی خالص	kW	33.04

کاهش ظرفیت گرمایشی	kW	36.34

قیمت چیلر	هزار تومان	22,000

جمع افزایش هزینه تجهیزات گرمایشی و سرمایشی	262,000

بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم خنک

در ساختمان‌های با رده کم‌انرژی (EC+) و بسیار کم‌انرژی (EC++)، در کندانسورهای سیستم‌های آب‌خنک، لازم است موارد زیر، برای بازیافت انرژی، مورد رعایت قرار گیرد:

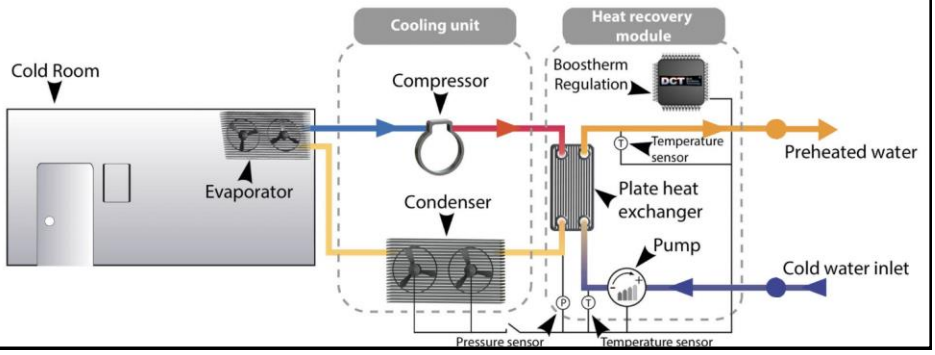
الف) استفاده از سامانه بازیافت انرژی برای گرم‌کردن و یا پیش‌گرم‌کردن آب‌گرم مصرفی، در صورتی که میزان گرمای دفع شده از کندانسور بیشتر از ۱۸۰۰ کیلووات و بار آب‌گرم مصرفی بیشتر از ۳۰۰ کیلووات باشد و آن سیستم به‌صورت ۲۴ساعته کار کند، الزامی است.

ب) سامانه بازیافت انرژی در کندانسورها در صورتی قابل قبول است که بتواند دمای آب در زمان اوج مصرف آب را، با پیش‌گرم کردن، حداقل به ۳۰ درجه سلسیوس برساند و یا تا ۶۰ درصد انرژی تخلیه‌شده از کندانسور در شرایط طراحی را بازیافت نماید.

پ) در صورت عدم رعایت بند (الف)، لازم است کاهش مصرف انرژی سیستم سرمایی و یا گرمایی، به‌میزان معادل اقدامات تعیین‌شده در بند (ب)، با استفاده از فناوری‌های دیگر، نظیر سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر، یا سیستم‌های تولید هم‌زمان مورد تأیید نهاد دارای صلاحیت قانونی، انجام شود.

بازیافت انرژی در کندانسورهای سیستم خنک

- از گرمای اتلافی در قسمت کندانسور می توان برای گرمایش آب بهره برد و از این آب گرم شده برای مقاصد دیگر استفاده کرد.
- این سیستم برای بهبود بهره وری انرژی با استفاده مجدد از گرمای اتلافی در کندانسور طراحی شده است و در نتیجه مصرف انرژی (و آب) و هزینه های مربوط به آن را کاهش می دهد.



اکونومایزر

در سیستم‌های سرمایی فن‌دار و سیستم‌های سرمایی آبی بدون فن (با ظرفیت بیشتر از ۳۵۰ کیلووات یا ۱۰۰ تن تبرید)،استفاده از اکونومایزر آبی یا هوایی توصیه می‌شود.

اکونومایزر چیلر باعث افزایش ساب کولینگ چرخه تبرید می گردد. افزایش ساب کولینگ به این معناست که مبرد داغ بعد از عبور از کندانسور، به مایع سرد تبدیل می شود. هر چقدر ساب کولینگ بیشتر باشد، توان سیستم تبرید نیز بیشتر خواهد بود.

اکونومایزر را می‌توان به دو روش به سیکل تبرید اضافه نمود. اگر اکونومایزر به صورت مستقیم بر روی کمپرسور نصب گردد، موجب تغییر در ساختمان آن می‌شود و به این نوع اکونومایزر، اکونومایزر داخلی می گویند. نوع دوم اکونومایزر چیلر، اکونومایزر خارجی است که در صنعت به فریکولینگ نیز مشهوراست. اکونومایزر خارجی معمولاً در چیلرهای هوا خنک استفاده می‌شود و به صورت جزئی خارجی در سیکل تبرید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تجهیزات دفع حرارت (برج خنک کن)

در سیستم تهویه مطبوع، برج خنک‌کن باید بر مبنـای اسـتاندارد ملـی ایـران بـه شـماره ۱۰۶۳۵ طراحی شده‌باشد. علاوه بر این، لازم است انتخاب آن بر اساس محاسبات تأیید شده صورت گیرد.

شاخص بازده انرژی

$$I = \frac{W_{ref}}{W_{fan}} \times r$$

شاخص بازده انرژی	I
ظرفیت برودتی استاندارد طراحی دستگاه نمونه (kW)	W_{ref}
توان ورودی موتور فن دستگاه نمونه (kW)	W_{fan}
فاکتور فرار قطرات (٪)	r

تجهیزات دفع حرارت (برج خنک کن)

برچسب انرژی کولینگ تاور بر اساس شاخص بازده انرژی

جدول۵ رده‌بندی انرژی برج‌های خنک کن جریان متقاطع

شاخص مصرف انرژی	رده برچسب
I ≥ ۳۸۰	A
۳۸۰ > I ≥ ۳۲۵	B
۳۲۵ > I ≥ ۲۶۷	C
۲۶۷ > I ≥ ۲۰۹	D
۲۰۹ > I ≥ ۱۶۱	E
۱۶۱ > I ≥ ۱۲۳	F
۱۲۳ > I ≥ ۸۵	G

جدول۴ رده‌بندی انرژی برج‌های خنک کن جریان متقابل

شاخص مصرف انرژی	رده برچسب
I ≥ ۴۵۰	A
۴۵۰ > I ≥ ۳۷۵	B
۳۷۵ > I ≥ ۲۷۱	C
۲۷۱ > I ≥ ۱۶۷	D
۱۶۷ > I ≥ ۱۰۱	E
۱۰۱ > I ≥ ۷۳	F
۷۳ > I ≥ ۴۵	G

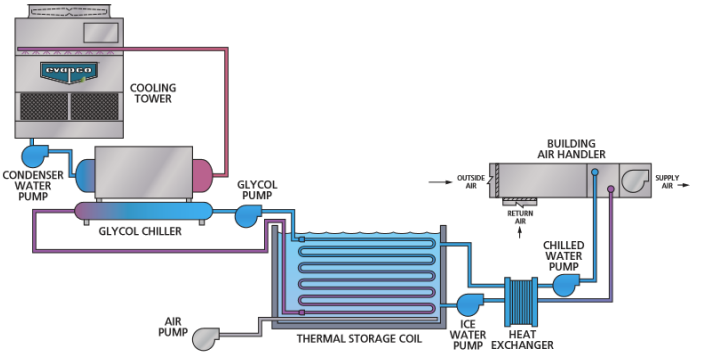
سیستم های ذخیره انرژی

- در کلیه ساختمانها استفاده از سیستم ذخیرهساز حرارتی توصیه میشود

سیستم ذخیره سازی آب سرد (یخ)

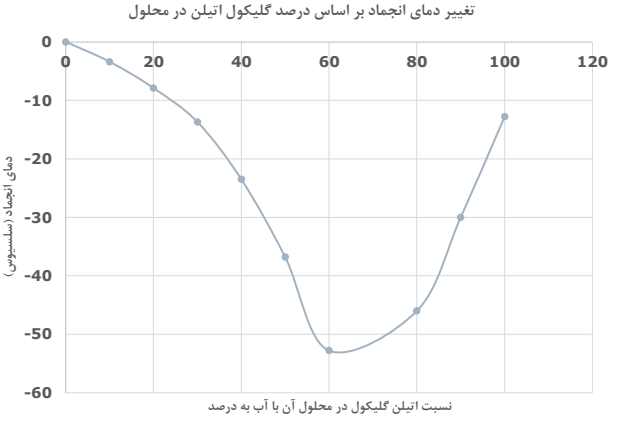
- با توجه به اینکه نیاز به سرمایش در ساعات اوج مصرف روزانه به حداکثر خود می رسد، ایده ذخیره سازی سرما در مخازن مخصوص مطرح گردید.
- در این سیستم، سیستم سرمایش (چیلر) در ساعات کم باری (شبانه) که نیاز به سرمایش در حداقل قرار دارد، آب سرد یا مخلوط آب و یخ تولید می نماید که در طول روز آن برای سرمایش استفاده می شود.
- البته در برخی موارد از اتیلن گلیکول و محلول آن در آب به جای سیال ذخیره ساز استفاده می شود.

ساختار یک سیستم ذخیره ساز سرما



Thermal Storage System Schematic

دمای انجماد محلول آب و اتیلن گلیکول



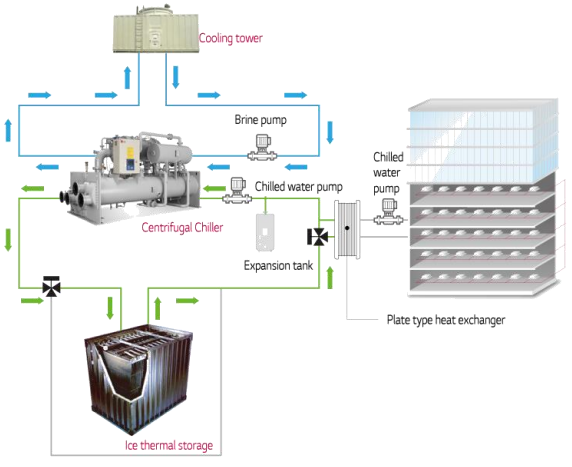
گرمای ویژه (kcal/kg) محلول آب و اتیلن گلیکول

		درصد اتیلن گلیکول										
	(% by weight)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
دما	-50							0.72603	0.67064	0.61208		
	-40							0.73436	0.67992	0.62227		
	-30						0.79288	0.74269	0.68921	0.63246		
	-20					0.84605	0.80021	0.75102	0.6985	0.64265	0.58347	
	-10				0.89373	0.85232	0.80753	0.75935	0.70778	0.65285	0.59452	0.53282
	0	1.0038	0.97236	0.93576	0.89889	0.85858	0.81485	0.76768	0.71707	0.66304	0.60557	0.54467
	10	1.0018	0.97422	0.93976	0.90405	0.86484	0.82217	0.77601	0.72636	0.67323	0.61662	0.55652
	20	1.0004	0.97619	0.94375	0.9092	0.87111	0.82949	0.78434	0.73564	0.68343	0.62767	0.56838
	30	0.99943	0.97827	0.94775	0.91436	0.87737	0.83682	0.79267	0.74493	0.69362	0.63872	0.58023
	40	0.99902	0.98047	0.95175	0.91951	0.88364	0.84414	0.801	0.75422	0.70381	0.64977	0.59209
	50	0.99913	0.98279	0.95574	0.92467	0.8899	0.85146	0.80933	0.7635	0.71401	0.66082	0.60394
	60	0.99978	0.98521	0.95974	0.92982	0.89616	0.85878	0.81766	0.77279	0.7242	0.67186	0.61579
	70	1.0009	0.98776	0.96373	0.93498	0.90243	0.8661	0.82599	0.78207	0.73439	0.68291	0.62765
	80	1.0026	0.99041	0.96773	0.94013	0.90869	0.87343	0.83431	0.79136	0.74458	0.69396	0.6395
	90	1.0049	0.99318	0.97173	0.94529	0.91496	0.88075	0.84264	0.80065	0.75478	0.70501	0.65136
	100	1.0076	0.99607	0.97572	0.95044	0.92122	0.88807	0.85097	0.80993	0.76497	0.71606	0.66321

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

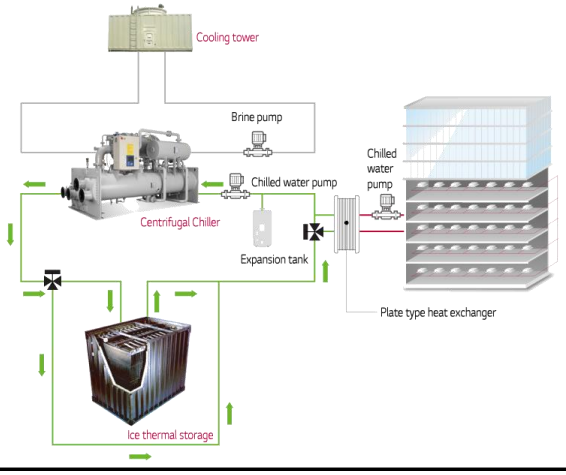
1. Ice Making : The chiller runs at night to conserve energy

- Electrical energy is costly during peak consumption periods and cheaper during off-peak hours. With TES, ice is made at night during off-peak hours when energy prices are lowest.



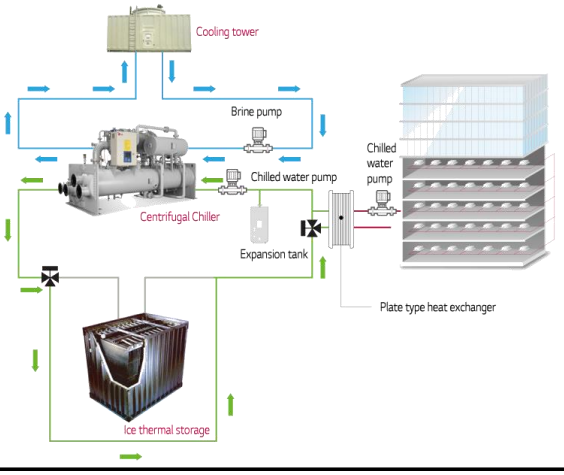
2. Ice cooling : The TES system runs independently

- When there chiller has stored enough ice, the TES system runs alone to cool the air and conserve energy.



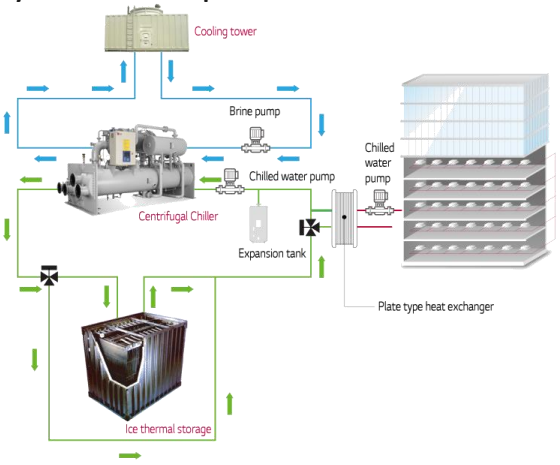
3. Chiller & Ice Cooling : The chiller runs simultaneously with TES

- Chillers and TES can be run together when workload is particularly high on the TES system. This increase efficiency and reduces wear on the TES system overall.



4. Chiller cooling : The chiller runs independently

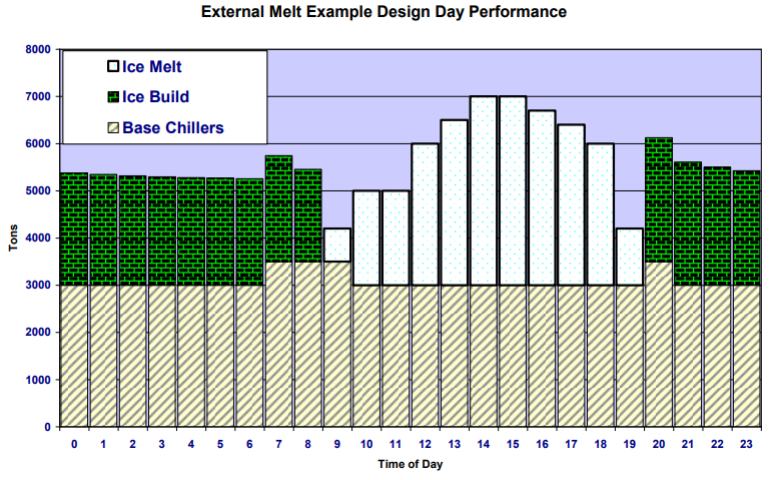
- When the ice in the TES system has been melted, the system requires more ice. The chiller freezes and stores more ice and simultaneously cools while in operation



سازمان نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی مهندس علی فارسی مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI

نمونه ای از مخزن زمینی ذخیره

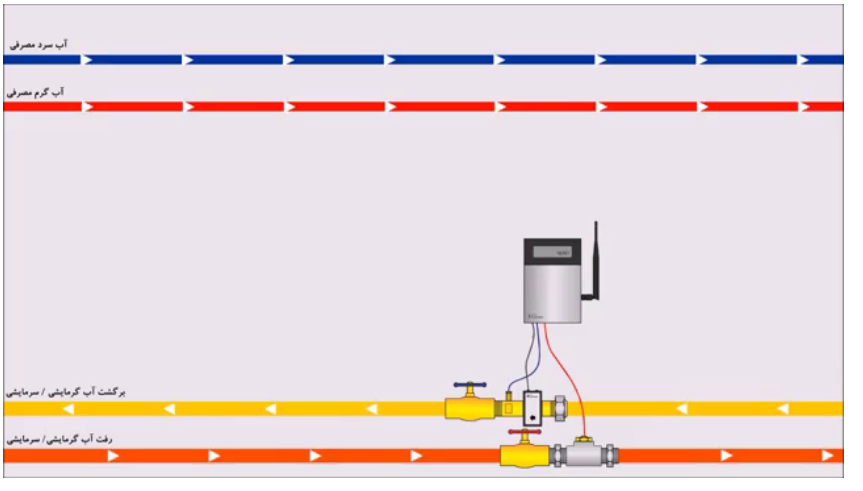
کارکرد سیستم ذخیره ساز سرما در کنترل پیک



سامانه پایش عملکرد انرژی

- الف) در ساختمانهای با رده کم انرژی (EC+) و بسیار کم انرژی (EC++)لازم است برای تمامی سیستمهای مرکزی و مستقل گرمایی و سرمایی تمهیدات لازم جهت پایش عملکرد و تعیین میزان آلایندگی و مصرف انرژی صورت گیرد.

نمونه تجهیزات سامانه پایش انرژی و آب



انتخاب و نصب مناسب تجهیزات

الف) برای ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، ارائه گزارش جامع طراحی تأسیسات مکانیکی، و محاسبات بار برودتی و حرارتی، با استفاده از نرم‌افزارهای معتبر الزامی است. مشخصات فنی تمامی تجهیزات انتخاب‌شده نیز باید در هماهنگی با محاسبات و طراحی باشد.

ب) در ساختمان‌های کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی، رده برچسب آب مربوط به مقادیر دبی حداکثر شیرآلات بهداشتی تأمین آب‌گرم مصرفی و سردوشی‌ها، طبق استانداردهای تعیین‌شده در پیوست ۱۳، باید به ترتیب B و A باشد.

مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی NRI
مهندس علی فارسی
سازمان نظام مهندسی استان۶۸آذربایجان شرقی

استاندارد ملی شماره ۱-۲-۲۰۹۴۲ - سردوش تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب

استاندارد ملی شماره ۶-۲-۲۰۹۴۲ - شیرآلات بهداشتی - تعیین معیار مصرف و دستورالعمل برچسب آب

جدول ۱- بازه مصرف آب(l/min) برای تعیین گروه مصرف آب شیرآلات بهداشتی– سردوش تحت آزمون

گروه مصرف آب	A	B	C	D	E	F	G
بازه مجاز مصرف آب (l/min)	$Q<6$	$6\le Q<7.5$	$7.5\le Q<9$	$9\le Q<10.5$	$10.5\le Q<12$	$12\le Q<13.5$	$13.5\le Q\le15$

شکل ۴- برچسب مصرف آب سردوش‌های تولید داخل