

# جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان



## تنزیل شبانه (Night Setback)

سال‌هاست که مهندسين تاسيسات موضوع لزوم کاهش دمای طرح زمستانی فضاهای ساختمان را در طول ساعات شب و اوقاتی که ساختمان را در طول ساعات شب و اوقاتی که ساختمان بدون سکنه است، مورد توجه قرار داده‌اند. البته ارزش اینکار برای منازل مسکونی ( بین ساعات ۱۰ شب تا ۶ صبح) محل تردید است، ول در مورد مدارس ابتدایی که تنزیل شبانه ساعات ۲ بعد از ظهر تا ۶ صبح را شامل می‌شود، هیچ شکی در اهمیت اقتصادی آن وجود ندارد.

ترموستات‌های ساعتی و سیستم‌های کنترل کامپیوتری برنامه‌ریزی شده، می‌توانند به راحتی این مقصود

# جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

را حاصل کنند، نوعی ترموستات اتاقی موجود است که می‌تواند برنامه تنزیل شبانه را در مواقع

مخصوص نظیر میتینگ‌های شبانه و غیره، ملغی سازد. سازمان انرژی ایالات متحده درصد صرفه‌جویی

هزینه کلی گرمایش ساختمان را برای وقتی که ۵ یا ۱۰ درجه تنزیل شبانه دما منظور شود، در جدول

۱ پیش‌بینی نموده است.

City	Approximate per- centage saved with 8-hour nighttime setback of-	
	5°F	10°F
Atlanta, GA	11	15
Boston, MA	7	11
Buffalo, NY	6	10
Chicago, IL	7	11
Cincinnati, OH	8	12
Cleveland, OH	8	12
Columbus, OH	7	11
Dallas, TX	11	15
Denver, CO	7	11
Des Moines, IA	7	11
Detroit, MI	7	11
Kansas City, MO	8	12
Los Angeles, CA	12	16
Louisville, KY	9	13
Madison, WI	5	9
Miami, FL	12	18
Milwaukee, WI	6	10
Minneapolis, MN	5	9
New York, NY	8	12
Omaha, NE	7	11
Philadelphia, PA	8	12
Pittsburgh, PA	7	11
Portland, OR	9	13
Salt Lake City, UT	7	11
San Francisco, CA	10	14
Seattle, WA	8	12
St. Louis, MO	8	12
Syracuse, NY	7	11
Washington, DC	9	13

From U.S. Department of Energy bulletin DOE/OPA-0022 (2-78).

# جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

بنابراین در تمامی پروژه‌های گرمایش ساختمان می‌باید امکان تنزیل شبانه را جداً مورد بررسی

قرار داد.

## کم کردن سرعت بادزنهای سیستم HVAC در زمستان:

در بیشتر موارد از بادزنهای سیستم HVAC ساختمان هم برای سرمایش ( در تابستان) و

هم گرمایش ( در زمستان) استفاده می‌شود. در حالیکه هوای مورد نیاز برای گرمایش اغلب

۵۰٪ کمتر از هوای لازم برای سرمایش ساختمان است، با ثابت بودن حجم هوای تحویلی

بادزنهای سیستم تهویه مطبوع، در تابستان و زمستان ( که در بیشتر ساختمان‌ها چنین است)،

مقدار زیادی انرژی در اثر گردش غیر ضروری هوای اضافی در زمستان به هدر می‌رود، از این رو

باید سرعت بادزنها را در زمستان‌ها کاهش داد. اینکار ممکن است با استفاده از یک موتور دو

سرعت (معمولاً ۹۰۰ rpm / ۱۸۰۰ rpm) مبدل‌های فرکانس و یا وسایل دیگر صورت گیرد.



## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

### تهویه هوای داغ اتاقک زیرشیروانی و فضاهایی نظیر آن:

دمای هوای داخل فضاهایی مثل اتاقک زیر شیروانی و بعضی از سقف‌های کاذب در تابستان گاهی به بیش از ۳۰ درجه فارنهایت می‌رسد. چنانچه این فضاها توسط هوای خارج تهویه شوند، گرمای منتقله از آنها به اتاق‌های زیر تا میزان ۲/۵ برابر کاهش خواهد یافت، البته بهتر است حتی‌الامکان بجای هوای خارج، از هوای به هدررفته در داخل ساختمان برای این منظور استفاده شود.

### بررسی و تنظیم فشار استاتیک هوای داخل ساختمان:

چنانچه فشار هوای داخل ساختمان کمتر از فشار جو باشد، یا باز شدن پنجره هوای خارج به داخل ساختمان هجوم می‌آورد. در چنین مواردی باید سعی شود که علت وجود فشار منفی تا حد امکان مرتفع شده و با مورد تعدیل قرار گیرد (عللی از قبیل وجود فن‌های تخلیه، اثر دودکشی و غیره)

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

در صورتی که فشار داخلی ساختمان بیش از حد زیاد باشد ( بیش از ۰/۰۵ تا ۰/۰۸ اینچ آب بالاتر فشار جو) باید علت را جستجو کرد. هوای خارج به داخل ساختمان توسط بادزنهای سیستم HVAC می باشد که این امر هزینه عملیاتی سیستم را چه در تابستان و چه در زمستان افزایش خواهد داد.

### صرفه جویی انرژی در تأسیسات بهداشتی :

امروزه سیستم های تأسیسات بهداشتی در ساختمان های جدید به اندازه سیستم های HVAC و روشنایی، انرژی مصرف نمی کنند و بدین لحاظ شانس کمتری را برای صرفه جویی انرژی در اختیار طراحان می گذارند، به طور کلی صرفه جویی در سیستم های بهداشتی بدو طریق

امکان پذیر است ۱- کاهش مصرف آب گرم ۲- کاهش مصرف آب سرد

**\*امکانات کاهش مصرف انرژی در سیستم آبگرم مصرفی:**

۱- کاهش دمای آب گرم مصرفی گردش کننده - در ساختمان هایی که جهت جلوگیری

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

از راکد ماندن و سرد شدن آبگرم، از سیستم لوله‌کشی برگشت آبگرم مصرفی استفاده می‌شود، می‌توان جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی، دمای آبگرم مصرفی را از میزان استاندارد  $F 140$  به  $F 110$  کاهش داد، این امر موجب تقلیل تلفات حرارتی از لوله‌های حامل آبگرم مصرفی خواهد شد، دمای  $F 110$  برای بسیاری از مصارف آبگرم از قبیل دستشویی و حمام مناسب است.



۲- حذف سیستم آبگرم مصرفی - در بسیاری از ساختمان‌ها همچون مدارس و ادارات و نظایر آنها فقط آب سرد موردنیاز است. در این ساختمان‌های فقدان آبگرم برای افراد فقط کمی سختی دارد،

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

در ساختمان‌هایی از این نوع، می‌توان سیستم آبگرم مصرفی را ( در صورت وجود) از کار انداخت و با پروژه‌های در دست طراحی، این سیستم را حذف نمود

۳- استفاده از آبگرمکن های کوچک در محل مصرف - چنانچه سیستم مرکزی تهیه آبگرم مصرفی ساختمان مستلزم لوله‌کشی طولانی و وسیع رفت و برگشت برای گردش آبگرم مصرفی باشد، ممکن است استفاده از آبگرمکن های کوچک و خوب عایق‌کاری شده در محل مصرف، بیشتر مقرون به صرفه باشد، همچنین برای مصارفی مثل ظرف‌شویی، لباسشویی و نظایر آن‌ها، می‌توان با استفاده از آبگرمکن های کوچک منحنی دمای آبگرم سیستم گردش را از  $110^{\circ}F$  به  $140^{\circ}F$  افزایش داد.

۴- عایق‌کاری مناسب - سال‌هاست که نوع و میزان عایق مورد استفاده در آبگرم‌کن‌ها و سیستم لوله‌کشی آبگرم مصرفی به اندازه کافی مورد توجه قرار نمی‌گیرد، به‌عنوان مثال در مورد نگهداری عایق لوله‌ها بسیار ضعیف عمل می‌شود، چرا باید برای یک مخزن حاوی آب با دمای بالا به‌عنوان آبگرمکن یا منبع ذخیره آبگرم، فقط ۲ یا ۳ اینچ عایق بکار رود؟ مطمئناً

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

عایقی به ضخامت ۵ یا ۶ اینچ با قابلیت هدایت حرارت ۲۵ ،  $K=+$  یا بیشتر مطلوب تر خواهد بود.

۵- استفاده از منبع ذخیره آبگرم کوچک - در طراحی سیستم‌های تهیه آبگرم مصرفی گردش کننده، گاهی طراحان باید در شرایط مساوی بین یک آبگرمکن کوچک با منبع ذخیره بزرگ و یک آبگرمکن بزرگ با ظرفیت حرارتی زیاد و منبع ذخیره کوچک دست به‌گزینش منطقی بزنند.



آنچه در اینجا قویاً توصیه می‌شود مورد دوم است یعنی استفاده از یک آبگرمکن بزرگ با منبع ذخیره کوچک، برای توجیه این امر دلایل زیادی را می‌توان برشمرد، از جمله کمتر بودن هزینه اولیه و فضای موردنیاز برای نصب، بعلاوه تلفات حرارتی از منبع و لوله‌های رابط بین آبگرمکن و منبع ذخیره کمتر بوده و در مصرف انرژی صرفه‌جویی خواهد شد.



## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

در صورت گزینش منبع ذخیره کوچک‌تر، باید حتی‌المقدور از آبگرمکنی که با منبع ذخیره‌اش در یک واحد و به‌صورت یکپارچه بوده و به‌خوبی در کارخانه عایق‌کاری شده باشد استفاده شود. استفاده از منبع ذخیره آبگرمی که جدا از آبگرمکنش نصب شود، علاوه بر افزایش هزینه اولیه موجب اتلاف انرژی نیز خواهد شد.

۶- استفاده از محدودکننده جریان آبگرم: در وسایل بهداشتی از قبیل دوش حمام همواره می‌توان از وسایل محدودکننده جریان استفاده نمود، بسیاری از سر دوش‌های فانتزی گران‌قیمت با همین فشار معمولی آب شهر ۴ تا ۷ gpm آب را به بیرون پرتاب می‌کنند که این اسراف است، در حالیکه سردوش‌های خوبی در دسترس می‌باشند، که میزان آب پرتابی آن‌ها ۱/۵ تا ۲ gmp می‌باشد، که کاملاً کافی است و با استفاده از آن‌ها می‌توان در مصرف آبگرم و آبسرد به میزان زیادی صرفه‌جویی نمود

با نصب یک محدودکننده ساده جریان درست قبل از دوش، می‌توان تضمین نمود که شدت جریان آب دوش از ۱/۵ تا ۲ gpm تجاوز ننماید، قطع‌نظر از اینکه فشار آب چقدر افزایش یابد یا اینکه دوش به شیر کنترل مجهز باشد یا نه .

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان



### کاهش مصرف آب سرد:

از نقطه نظر صرفه جویی در مصرف انرژی شاید کاهش مصرف آب سرد به اندازه آب گرم واجد اهمیت نباشد، ولی با توجه به انرژی زیادی که در مراحل مختلف تصفیه و انتقال آب مصرف می شود، باید در مصرف آب سرد نیز صرفه جویی نمود، در این راه مهم ترین کارهایی که از دست مصرف کنندگان برمی آید عبارت اند از:

۱- کاهش مصرف آب

۲- استفاده مجدد از آب تا حد امکان

\* پیشنهادات زیر می توانند باعث کاهش مصرف آب گردند.

۱- استفاده از شستشو دهنده های فشاری (Flush tank- Flush value) کم مصرف که

بجای ریزش ۵ گالن آب در هر بار کشیدن سیفون ۳ گالن آب را ریزش می کنند

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

۲- استفاده از محدودکننده‌های جریان آب دوش که قبلاً ذکر شد

۳- استفاده از شیرهای دستشویی کم‌مصرف در ساختمان‌هایی غیر از منازل مسکونی

عدم استفاده از شستشو دهنده‌های فشاری خودکار (Automatic Flushing) در سیستم

بهداشتی (به‌ویژه آبریزگاه‌ها (uninals) در ساعات خالی بودن ساختمان

استفاده مجدد از فاضلاب سبک ساختمان یکی دیگر از راه‌های صرفه‌جویی است، این امر

زمانی ممکن است که فاضلاب سنگین (مستراح‌ها) و فاضلاب سبک (دستشویی و حمام) با

لوله‌های جداگانه تخلیه شوند، فاضلاب سنگین و فاضلاب آشپزخانه ( که حاوی مواد چرب

است) مستقیماً به شبکه فاضلاب ریخته می‌شود ولی فاضلاب سبک و آب باران مستقیماً به

یک مخزن ذخیره بزرگ می‌ریزد، این آب اصطلاحاً به آب خاکستری (grey water) موسوم

است، درحالی‌که فاضلاب سنگین معمولاً آب‌سیاه (black water) خوانده می‌شود، آب

خاکستری از مخزن ذخیره به فیلتر و دستگاه کلرزن و سپس از طریق لوله به مستراح‌ها و

آبریزگاه‌های ساختمان پمپاژ می‌گردد، چنانچه سطح آب مخزن بیش از حد پایین بیاید، آب

تازه (از لوله‌کشی آب آشامیدنی) به‌طور خودکار به آن اضافه می‌شود، اگر آب خاکستری جمع

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

شده در مخزن ذخیره بیش از ظرفیت مخزن باشد، مازاد آن به شبکه فاضلاب سرریز خواهد کرد.



### روش‌های بازیابی حرارت تلف‌شده:

برای بازیافت حرارت تلف‌شده در سیستم‌ها فرآیندهای مکانیکی و الکتریکی ساختمان، تعداد روش‌های جدید زیاد نیست، در سال‌های گذشته تکنیک‌های بازیابی حرارت تلف‌شده شناخته‌شده بودند ولی انگیزه کافی برای استفاده از آن‌ها وجود نداشت، اکنون این انگیزه وجود دارد و نتایج آن را باید در آینده شاهد بود، دولت فدرال ایالات متحده برای کسانی که وسایل بازیافت حرارت تلف‌شده را خریداری کرده و عملاً مورد استفاده قرار دهند تخفیف مالیاتی قائل می‌شود، بعلاوه، محدودیت ذخایر انرژی و گرانی روزافزون آن خود انگیزه‌ای قوی برای جدی شمردن موضوع است.

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

\* اینک به ذکر چند وسیله بازیابی حرارت تلف شده می پردازیم:

۱- لوله های حرارتی (Heat PIPES) :

این مبدل حرارتی مرکب است از لوله یا لوله های فلزی که طرفین آن ها کاملاً بسته و آب بندی شده است، جدار داخلی لوله ها دارای آستر از یک نوع ماده نفوذپذیری می باشد که حاوی مقدار معینی از یک مایع فرار است، مجموعه این لوله ها، همان گونه که در شکل ۱ ملاحظه می شود، ممکن است برای انتقال گرمای محسوس (Sensible Heat) از یک جریان گاز نسبتاً داغ (مثل هوا) به یک جریان دیگر از گازی با دمای کمتر، مورد استفاده قرار گیرد، این لوله ها همچنین می توانند برای تبادل حرارت بین سیالات مختلف بکار روند، یعنی مایع به گاز، گاز به مایع و مایع به مایع

آستر داخل لوله های حرارتی را می توان از مواد مختلفی انتخاب نمود، از سرامیک های نفوذپذیر گرفته تا فویل های نوع لیف های و توری سیمی ، حتی ممکن است در بعضی موارد آستر به کلی حذف شود.

ظرفیت تبادل گرمایی لوله های حرارتی تا حدود زیادی بستگی به خاصیت نفوذپذیری و جذب

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

رطوبت فتيله در اثر خاصیت موئینگی و نفوذپذیری آن دارد. سرعت جریان مایع در داخل لوله حرارتی بستگی زیادی به چگونگی استقرار آن دارد، قرار گرفتن لوله در وضعیت عمودی بطوریکه نیمه تبخیر (Evapor action) آن در پایین قرار گیرد، به لحاظ اینکه وزن مایع نیز به جریان یافتن آن در طول فتيله کمک می کند، حداکثر ظرفیت حرارتی را نتیجه می دهد. در عمل، سیال واسطه با دمای بالا که حامل حرارت تلف شده در فرآیندی دیگر است، در تماس با نیمه تبخیر لوله از روی آن عبور می کند، مایع در این نیمه از لوله در اثر حرارت تبخیر شده و بخار حاصله با گذر از مرکز لوله به نیمه تقطیر (Condensing) می رسد. در این قسمت به دلیل دمای نسبتاً پایین لوله و سیال محیط بر آن، بخار بر روی جدار داخلی لوله و فتيله آن تقطیر شده مایع حاصله به سوی نیمه تبخیر لوله جریان می یابد. سیال درون لوله حرارتی می تواند هر سیال غیرخورنده با رابطه فشار - دبی معقول باشد. بسیاری از سیالات از جمله آب با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته اند ولی هیدروکربن های هالوژنه (فلوئورکربن ها) بیشترین مصرف را داشته اند. با پره دار کردن سطح خارجی لوله ها می توان ظرفیت تبادل حرارتی آن ها را افزایش داد،

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

در شکل ۱، لوله‌ها دارای سطوح ساده بوده و تقریباً در وضعیت افقی قرار دارند، ظرفیت حرارتی بزرگ‌تر هنگامی حاصل خواهد شد که مجموعه نشان داده شده هر چه بیشتر به حالت عمودی متمایل شود، در بعضی از تأسیسات طوری پیش‌بینی می‌شود که این دسته لوله‌ها بتواند داخل محفظه چرخش کنند تا حصول حداکثر ظرفیت حرارتی ممکن شود.

لوله حرارتی فقط قادر است حرارت محسوس را از یک گاز به گاز دیگر منتقل نماید، در بعضی از ساختمان‌ها مسئله مهم اینست که رطوبت نسبی در سطح بالایی نگه‌داشته شود و این امر وقتی متحقق می‌شود که هم حرارت محسوس و هم حرارت نهان از هوای خروجی از ساختمان به هوای تازه ورودی برای تهویه، انتقال یابد، لذا در چنین مواردی این لوله‌ها مبدل حرارتی مطلوبی نیستند، و باید از سایر مبدل‌های حرارتی که قادر به انتقال هر دو نوع حرارت



# جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان

محسوس و نهان باشند استفاده نمود.

شکل ۲ نشان‌دهنده یک مبدل از نوع لوله‌های حرارتی است که در کارخانه ساخته شده و برای بازیابی حرارت تلف شده بکار می‌رود، در این شکل چگونگی نصب این مبدل حرارتی در جریان هوای رفت (به) و هوای خروجی (از) یک نوع هود آشپزخانه مشاهده می‌شود، هوای خروجی از هود آشپزخانه رستوران‌ها اغلب به فضای خارجی ساختمان تخلیه می‌شود که البته این بد است، اما بدتر از آن این است که هوای خارج برای جایگزینی هوای تخلیه شده معمولاً از طریق درب جلویی رستوران و با عبور از سالن غذاخوری، وارد آشپزخانه می‌شود، در این

فرآیند علاوه بر ایجاد شرایط ناخوشایند برای افراد داخل سالن، مقدار زیادی انرژی نیز به هدر می‌رود.

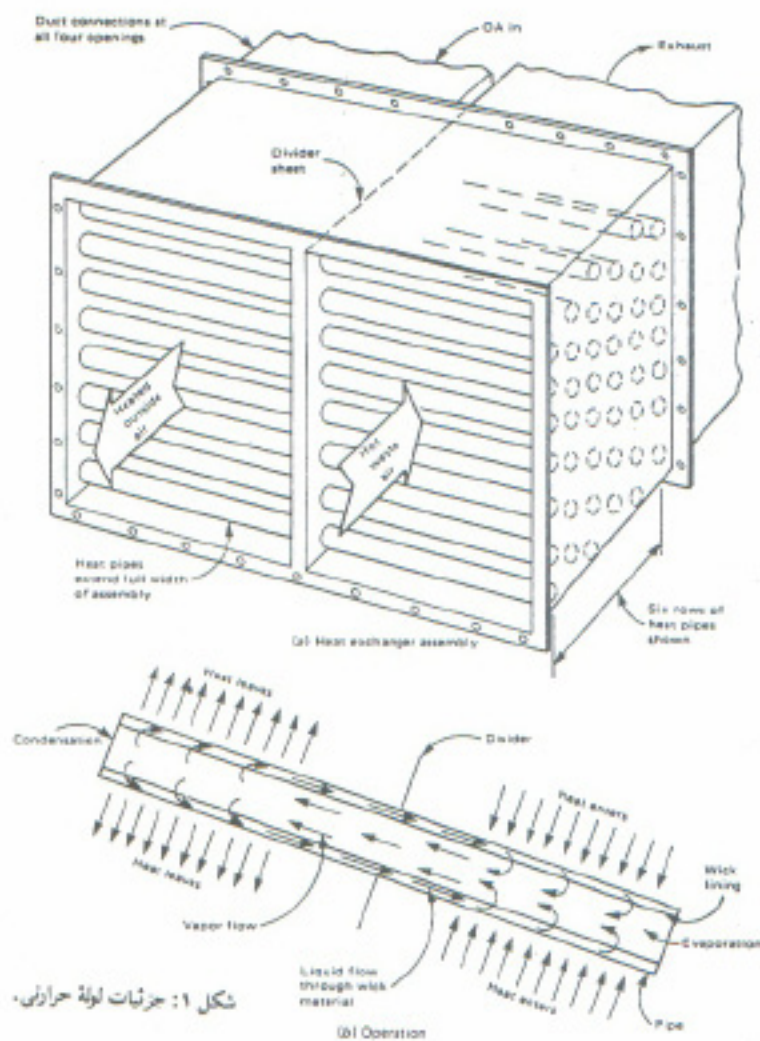
لوله‌های حرارتی نیازی به تعمیر و نگهداری نداشته و تا ۷۵ درصد گرمای تلف شده را می‌توانند بازیابی کنند.

منبع: نشریه حرارت و برودت - سال اول - شماره ۲ - شهریور ۱۳۷۱

ترجمه و اقتباس: مهندس سید مجتبی طباطبایی



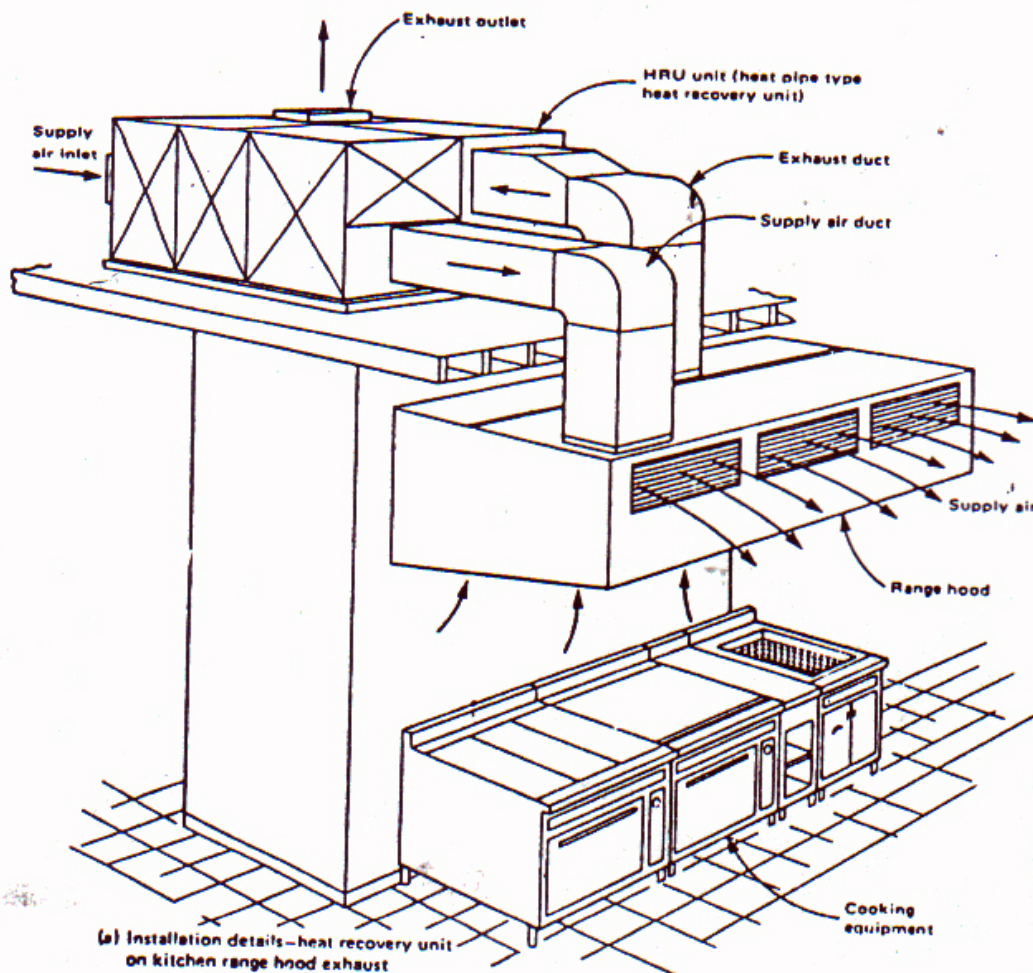
# جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان



شکل ۱: جزئیات لوله حرارتی.

شکل ۱: جزئیات لوله حرارتی

## جلوگیری از اسراف انرژی در ساختمان



شکل ۲: استفاده از لوله های حرارتی برای بازیابی حرارت خروجی از هود آشپزخانه



حرفه‌ای باش!  
Be Professional...