

مطالعه مطالب بیشتر در کانال صنعت تهویه و تاسیسات
<https://telegram.me/hvacmag>

راهنمای آب گرمکن

تهیه شده توسط دفتر کارایی انرژی منابع طبیعی کانادا

مترجم: رقیه عباس نژاد

قسمت اول





تعاریف

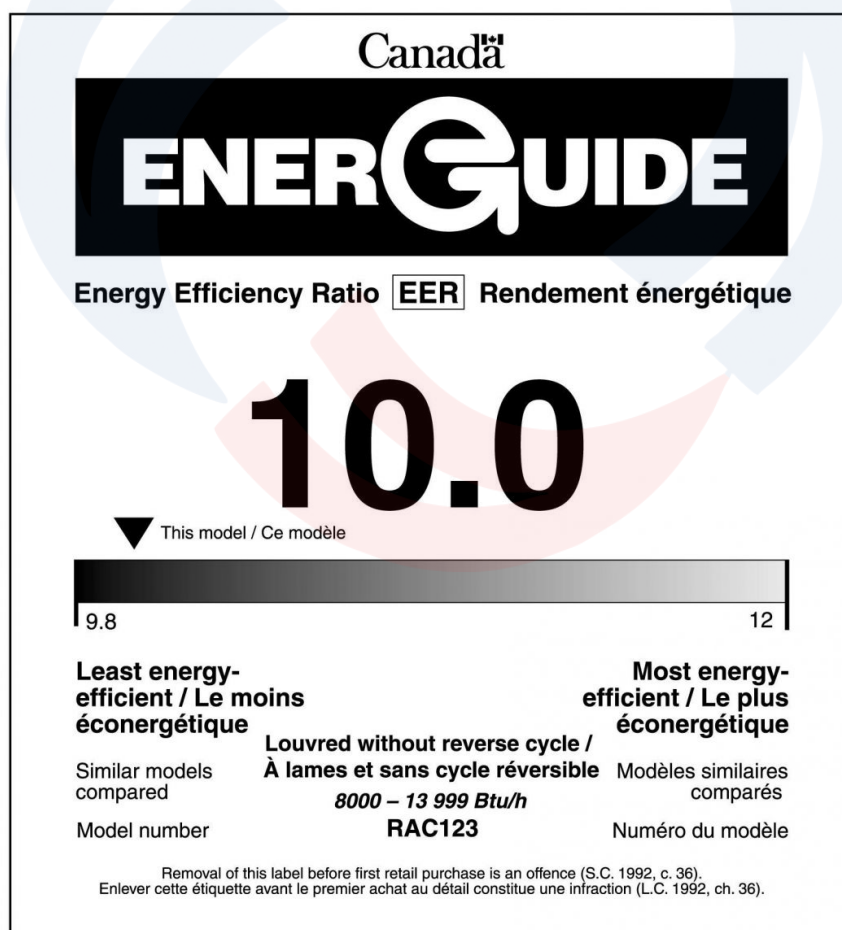
• برچسب مصرف انرژی موسوم به EnerGuide

دفتر کارایی انرژی منابع طبیعی کانادا مجموعه گرمایش و سرمایش را منتشر کرد. EnerGuide نشان رسمی دولت کانادا در رابطه با برچسب و درجه بندی مصرف انرژی یا کارایی انرژی لوازم خانگی، تجهیزات مربوط به تهویه و گرمایش، دستگاه تهویه مطبوع، منازل و خودروها است. EnerGuide همچنین به تولیدکنندگان و فروشندگان کمک می کند تا تجهیزات کم مصرف خود را ارتقا دهند و اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب تجهیزات کم مصرف محل مسکونی در اختیار مصرف کنندگان قرار دهند.

• انرژی استار®

دفتر کارایی انرژی منابع طبیعی کانادا نشان انرژی استار بین المللی را در کانادا توسعه می دهد. خرده فروشان و تولیدکنندگان اصلی محصولات کم مصرف، خرده فروشان انرژی و تاسیسات و گروه های هم سود از استرالیا گرفته تا اروپا، منافع نشان انرژی استار برای مصرف کنندگان به رسمیت شناخته اند و به توسعه این نشان پیوسته اند.

انرژی استار نشان بین المللی کارایی انرژی بهینه است. محصولاتی که دارای نشان انرژی استار هستند، مطابق با رویه های توصیه شده مورد آزمایش قرار گرفته اند و بدون اینکه در مورد کارایی کوتاهی صورت بگیرد، مطابق با سطوح کارایی انرژی بالا هستند یا فراتر از این سطوح هستند.



۱- مقدمه

ضرب المثل «از دل برود هر آنکه از دیده برفت» به بهترین نحو وضعیت سامانه آبگرمکن شما را شرح می‌دهد، زیرا تا زمانی که آب گرم است، هرگز به سراغ آن نمی‌روید. این راهنما از دو جهت به شما کمک می‌کند: در انتخاب نوع مناسب آبگرمکن و در بهبود عملکرد و کارایی سامانه آبگرمکن فعلی شما.

با کمک این راهنما می‌توانید با اتخاذ تصمیم‌های آگاهانه در جهت صرفه‌جویی در هزینه‌های خود، هزینه‌های گرمایش آب گرم خود را مدیریت کنید و در عین حال محیط اطراف را خود بهبود بخشید. این موقعیت‌های نمونه را در نظر بگیرید.

در یک آخر هفته آبگرمکن شما خراب می‌شود. باید فوراً آن را تعویض کنید. آبگرمکن‌های استاندارد چندان گران‌قیمت نیستند و پیمانکاران یا لوله‌کش‌ها معمولاً این گونه آبگرمکن‌ها را توصیه می‌کنند. اما اگر به فکر آینده باشید و در مورد کارایی انرژی و عملکرد تعویض آبگرمکن پرس‌وجو کنید، در هزینه‌های آتی خود صرفه‌جویی کنید. ادامه این راهنما را بخوانید تا اطلاعات مورد نیاز خود را به دست آورید. اگرچه آبگرمکن‌های ارزان‌قیمت‌تر ممکن است بهترین انتخاب به نظر برسند، اما باید قیمت دیگر و مهمتری به نام «برچسب قیمت دوم» را نیز مدنظر قرار دهید.

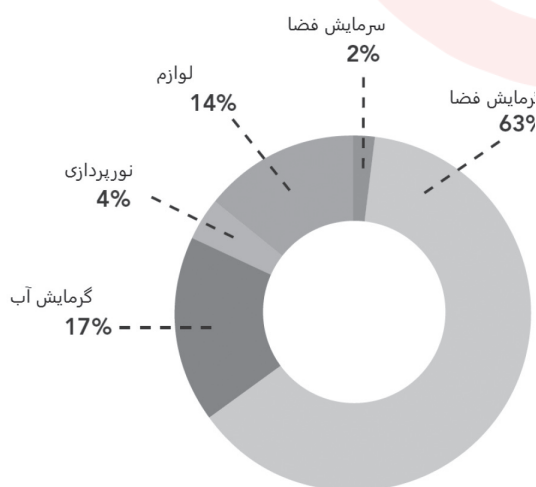
• برچسب قیمت دوم و کارایی

هر وسیله‌ای که از انرژی استفاده می‌کند دارای دو برچسب قیمت است. با اولین برچسب آشنایی داریم: قیمت خرید. برچسب قیمت دوم در تصمیم خرید کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، اما این برچسب به همان اندازه مهم است و هزینه عملیاتی لوازم است. قیمت خرید مانند پیش‌پرداخت است. قیمت دوم - هزینه انرژی - را می‌توانید مجموعه‌ای از پرداخت‌های ماهیانه در نظر بگیرید که باید تا زمانی که وسیله سالم است و کار می‌کند، پرداخت کنید.

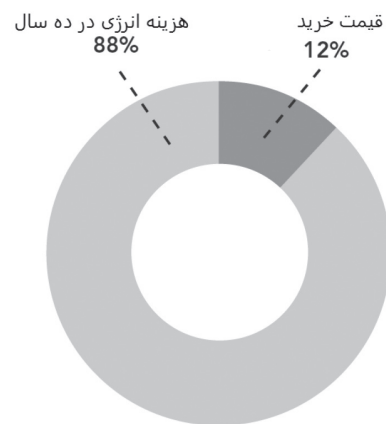
به طور مثال، یک آبگرمکن برقی را در نظر بگیرید که برای خرید و نصب آن تقریباً هزینه ۷۰۰ دلاری را پرداخت کنید. اگر هزینه هر کیلو وات در ساعت ۱۰ (kWh) سنت باشد و خانواده شما در دوره ۱۰ ساله در هر روز ۲۲۵ لیتر (L) (۵۹ گالن) (gal) آب گرم مصرف کند، هزینه انرژی شما در آن دوره تقریباً هفت برابر قیمت وسیله می‌شود. شکل ۱ را نگاه کنید.

• مخزن آبگرمکن برقی

هزینه‌های کل انرژی ۷ برابر قیمت اولیه خرید است.



شکل ۲: مصرف انرژی لوازم خانگی کانادا از طریق استفاده



شکل ۱: هزینه کلی داشتن آب گرمکن



• چرا از آبگرمکن‌ها استفاده کنیم؟

- * مصرف آب گرم پس از گرمایش منزل، بیشترین هزینه انرژی و وسایل خانگی را شامل می‌شود.
- * گرمایش آب ۱۵ تا ۲۵ درصد قبض انرژی خانگی را شامل می‌شود و ممکن است در صورتی که شما کارایی انرژی منزل خود، فضای گرمایشی و سیستم‌های سرمایش را ارتقا دهید، اما سامانه آبگرمکن را ارتقا ندهید، درصد بیشتری را شامل شود.

می‌توانید از طریق روش‌های زیر میزان قبض انرژی خود را کاهش دهید:

- * نصب آبگرمکنی کارآمدتر
- * بهبود عملکرد آبگرمکن فعلی
- * کاهش میزان مصرف آب گرم شما و خانواده‌تان
- * نصب دستگاه بازیابی حرارت آب فاضلاب (DWHR) برای کاهش ظرفیت گرمایش آب

• بازیابی حرارت آب فاضلاب

پمپ DWHR یک فناوری ساده برای صرفه‌جویی در انرژی مصرفی آبگرمکن است. این پمپ از آب گرمی که به فاضلاب می‌ریزد، استفاده می‌کند تا آبی که به مخزن آب گرم می‌رود، از قبل گرم کند. پیش گرمادهی آب، میزان انرژی مصرفی مورد نیاز را برای رسیدن آب به دمای از پیش تعیین شده کاهش می‌دهد. در پژوهش انجام گرفته از سوی مرکز فن‌آوری لوازم خانگی کانادا قید شد که اگر مقدار آبی که به فاضلاب ریخته می‌شود، زیاد باشد و بیشتر حاصل فعالیت‌هایی مانند شستشوی ظروف در سینک، استفاده از ماشین لباسشویی و ظرف‌شویی و دوش گرفتن باشد، پمپ‌های DWHR بیشترین کارایی را خواهند داشت. حالا اندکی فکر کنید و گزینه‌ها مورد نظر بررسی کنید که منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و پول شما شوند و زمانی که باید فوراً وسیله جدیدی خریداری کنید در اتخاذ تصمیم درست به شما کمک کند. اما بهتر است قبل از اینکه آبگرمکن شما به کاملاً از کار بیفتد، تعویض کنید، تا به جای اینکه مجبور شوید در اضطرار تصمیمی برای خرید یک آبگرمکن جدید اتخاذ کنید، با آگاهی بیشتری دست به انتخاب بزنید.

• این راهنما چه کمکی به شما می‌کند؟

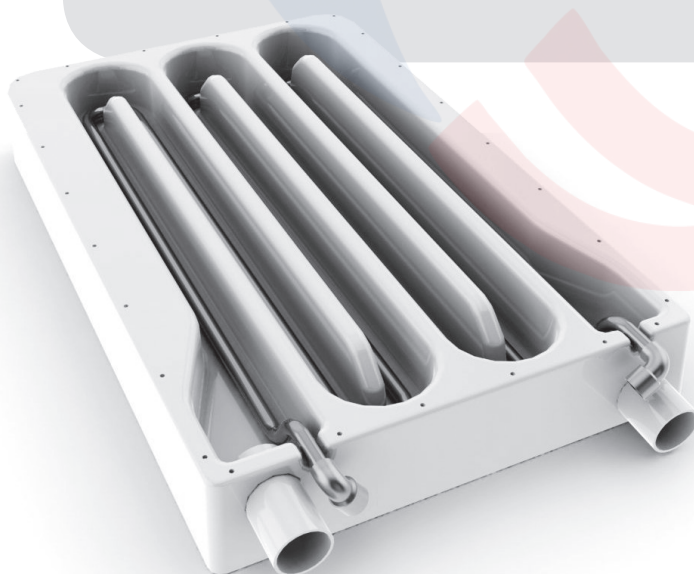
زمانی از این راهنما استفاده کنید که:

- * قصد خرید یا اجاره یک آبگرمکن را دارید.

این راهنما به شما کمک می‌کند تا گزینه‌های صرفه‌جویی در مصرف پول و انرژی را مدنظر قرار بدهید. با انتخابی که انجام می‌دهید می‌توانید در هزینه‌های خود صرفه‌جویی کنید و زیان‌های وارده به محیط زیست را کاهش دهید. این تصمیم‌گیری با شماسست - این انتخاب را به شرکت‌های اجاره‌ای یا لوله‌کش‌ها واگذار نکنید. آگاه باشید و از مزایا بهره‌مند شوید - شما برای انرژی که آب را گرم می‌کند، پول پرداخت می‌کنید.

- * شما می‌خواهید هزینه‌های گرم کردن آب را کاهش دهید

این راهنما اقدامات بدون هزینه و کم هزینه (و برخی از اقدامات با هزینه کمی بیشتر) و چند پیشنهاد



برای تعمیر و نگهداری را در اختیار شما قرار می‌دهد که در کاهش هزینه‌های گرم کردن آب به شما کمک می‌کنند.

• محتویات این راهنما چیست؟

- * انواع سامانه‌های آب گرمکن موجود در بازار کانادا را شرح می‌دهد.
- * انتخاب آبگرمکن از لحاظ منبع انرژی را بررسی می‌کند.
- * چگونگی خرید، اجاره یا کرایه مخزن ذخیره آبگرمکن را شرح می‌دهد.
- * روش‌هایی را برای کاهش هزینه‌های گرم کردن آب در اختیار شما قرار می‌دهد و چند پیشنهاد برای تعمیر و نگهداری قابل انجام توسط خود شما ارائه می‌دهد.
- * نکته‌های کلیدی برای خرید یا اجاره کردن یک آبگرمکن جدید را به صورت خلاصه بیان می‌کند.
- * فهرستی از منابع تکمیلی در اختیار شما قرار می‌دهد.

۲- انتخاب آبگرمکن

این فصل دیدگاهی اجمالی از آبگرمکن‌های خانگی ارائه می‌دهد. فصل ۲ بسط و تعمیر این فصل است و آبگرمکن‌ها را از لحاظ نوع سوخت مقایسه می‌کند.



• آبگرمکن‌ها چگونه کار می‌کنند؟

آبگرمکن‌ها با استفاده از انرژی دمای آب سرد سامانه آب شهری یا آب سرد چاه را افزایش می‌دهند. در بیشتر موارد، آبگرم در مخزنی ذخیره می‌شود، اما در آبگرمکن بدون مخزن یا با قابلیت تولید آب گرم فوری در صورت نیاز، آب تنها در زمانی که به آن نیاز دارید، گرم می‌شود.


آب گرمکن‌ها دارای انواع مختلفی هستند. جدول ۱ انواع آبگرمکن‌ها و منابع انرژی موجود برای هر نوع را فهرست می‌کند.

جدول ۱: منابع انرژی احتمالی برای هر نوع آبگرمکن

نوع آبگرمکن	برقی	گازی*	نفتی
مخزن ذخیره	بله	بله	بله
بدون مخزن	بله	بله	-
پمپ حرارتی	بله	-	-
سامانه آبگرمکن خانگی خورشیدی	بله	بله	بله

* گاز ممکن است یا گاز طبیعی یا پروپان باشد.



	AN ENERGY STAR[®] QUALIFIED HOME
Address: ENERGY STAR qualified home's address	
Built by: Builder company name	
Verified by: Inspector's first and last name	
Date: Date evaluation completed	
Optional information: ex. contact number of Service Organization	
ENERGY STAR qualified homes are independently verified to meet strict energy efficiency guidelines set by Natural Resources Canada. Each home that earns the ENERGY STAR can keep 2.4 tonnes of greenhouse gases out of our air each year. www.energystar.gc.ca	

• انرژی استار ®

انرژی استار نشان بین‌المللی کارایی انرژی بهینه است. محصولاتی که دارای نشان انرژی استار هستند، مطابق با رویه‌های توصیه شده مورد آزمایش قرار گرفته‌اند و بدون اینکه در مورد کارایی کوتاهی صورت بگیرد، مطابق با سطوح کارایی انرژی بالا هستند یا فراتر از این سطوح هستند.

برچسب انرژی استار کارآمدترین مدل‌های آبگرمکن را شناسایی می‌کند. برنامه انرژی استار کارآمدترین آبگرمکن را در هر نوع محصول انتخاب شده مشخص می‌کند. بنابراین، این احتمال وجود دارد که یک آبگرمکن با نشان انرژی استار از یک گروه خاص (مانند آبگرمکن گازسوز مخزن دار) از یک آبگرمکن فاقد نشان انرژی استار از گروهی دیگر (مانند آبگرمکن گازسوز فاقد مخزن) کارایی پایین‌تری داشته باشد. در زمان انتشار این راهنما، میزان انرژی استار برای آبگرمکن‌های گازسوز مخزن دار ۰/۶۷ فاکتور انرژی و برای آبگرمکن‌های گازسوز فاقد مخزن ۰/۸۲ فاکتور انرژی بود. مشخصات انرژی استار به صورت دوره‌ای به‌روزرسانی می‌شود. برای آگاهی از مشخصات فعلی انرژی استار به سایت energystar.gc.ca مراجعه کنید.

آبگرمکن‌ها در کانادا از جمله محصولاتی قانونمند هستند که از انرژی استفاده می‌کنند. برای آگاهی از سطوح عملکرد کارایی حداقلی فعلی به قوانین کارایی انرژی کانادا در سایت regulation.nrcan.gc.ca مراجعه کنید.

• آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره

آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره رایج‌ترین نوع آبگرمکن نصب شده در منازل کشور کانادا هستند. همان‌طوری که از نام این آبگرمکن مشخص است، این سامانه‌ها آب گرم شده را در مخزن ذخیره می‌کنند، در نتیجه حجمی از آب گرم ذخیره شده و آماده برای استفاده است. زمانی که شیر آب باز می‌شود، آب گرم از مخزن ذخیره جاری می‌شود. آب گرم نشده به مخزن ریخته می‌شود تا جایگزین آن آب گرمی شود، از شیر آب جاری شد. یک ترموستات مشعل یا المنت الکتریکی روشن می‌کند تا دمای آب در مخزن حفظ شود.

برای جلوگیری از زنگ‌خوردگی داخل مخزن معمولاً آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره مجهز به آند گالوانیک است. این آند میله‌ای فلزی از آلیاژهای منیزیم یا آلومینیوم است که از بالا در داخل مخزن قرار می‌گیرد. میزان انحلال آند به املاح معدنی موجود و سختی آب و همچنین به کیفیت پوشش اپوکسی یا لعاب داخل مخزن بستگی دارد.

آبگرمکن‌های جدید باید شیرهای تخلیه فشار و حرارت داشته باشند. این دستگاه اطمینان موجب می‌شود تا آب بسیار داغ یا تحت فشار بالا به دلیل کنترل دمای معیوب از مخزن خارج شود.

آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره ممکن است با کاهش اتلاف انتظار کم‌مصرف‌تر شوند. از طریق افزایش میزان حرارت انتقالی یافته از گازهای احتراقی به آب و از طریق کاهش میزان حرارت خروجی از دریچه یا دودکش می‌توان کارایی آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره گاز سوز یا نفتی در مرحله طراحی بهبود بخشید. تولیدکننده‌ها با تلفیق ویژگی‌های ساخت و طراحی می‌توانند کارایی انرژی آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره را بهبود بخشید. مخزن‌های کارآمدتر دارای

* عایق‌بندی بیشتری مخزن

* مبدل‌های حرارت کارآمدتر (برای مخزن‌های گازی و نفتی)

هستند تا حرارت بیشتری از منبع انرژی به آب منتقل شود

* تله‌های حرارتی کارخانه‌ای که از جابجایی ناخواسته حرارت به خارج از مخزن و در داخل لوله‌ها می‌کاهند، اما با این حال جریان آب هنوز وجود دارد. تله‌های حرارتی اتلاف انتظار را در لوله‌ها و مخزن کاهش می‌دهند.

معمولاً لوله‌کشی آب سرد از بالا و از داخل لوله‌ای به سمت پایین به نام میل آب^۱ انجام می‌گیرد، اما در صورتی که لوله ورودی آب سرد از پایین وارد مخزن برقی شود، کارایی بهبود می‌یابد و در انرژی صرفه‌جویی می‌شود. همچنین ممکن است در آبگرمکن‌های گازسوز یا نفتی، لوله آب سرد از پایین وارد شود.

این نوع آبگرمکن دارای یک المنت الکتریکی یا یک مشعل گازی است که آب جاری را گرم می‌کند، این نوع آبگرمکن دارای مخزن ذخیره نیستند. این آبگرمکن همچنین آبگرمکن بدون مخزن، موضعی یا با قابلیت تولید آب گرم فوری در صورت نیاز نام دارد، زیرا آب تنها زمانی که نیاز است گرم می‌شود، امکان اتلاف‌های انتظار مستمر از میان می‌رود. آبگرمکن‌های بدون مخزن معمولاً از آبگرمکن‌های دارای مخزن ذخیره کم‌مصرف‌تر هستند.



شکل ۳: آبگرمکن دارای مخزن ذخیره



شکل ۴: آبگرمکن‌های بدون مخزن (با قابلیت تولید آب گرم فوری در صورت نیاز)

۱- Dip tube



آبگرمکن‌های گازسوز با قابلیت تولید آب گرم در صورت نیاز دارای سامانه احتراق شعله دائمی یا احتراق الکتریکی هستند. آبگرمکن‌هایی که دارای شعله دائمی هستند، حتی زمانی که آب گرم مورد نیاز نیست انرژی مصرف می‌کنند.

آبگرمکن‌های گازسوز با قابلیت تولید آب گرم در صورت نیاز معمولاً بر روی دیوار بیرونی قرار می‌گیرند تا گازهای دودکش از طریق هواکشی تعبیه شده در دیوار به خارج هدایت شود.

• سامانه‌های گرمایش ترکیبی آب-اتاق

سامانه‌های گرمایش ترکیبی آب-اتاق ممکن است برای خانه‌هایی که شرایط گرمایشی پایینی دارند، مناسب باشد، زیرا این خانه‌ها از عایق‌بندی بهتری برخوردار هستند، هوای کمتری به هدر می‌رود و از فضا به نحو کارآمدی استفاده شده است. آبگرمکن به عنوان منبع انرژی برای هم گرمایش اتاقی و هم گرمایش آب استفاده می‌شود.

در این مدل آبگرمکن، معمولاً یک فن کویل در کانال نصب می‌شود، پمپی کوچک آب از آبگرمکن از درون فن کویل به گردش می‌آورد. آب گرم همچنین می‌تواند برای گرمایش از کف یا تابشی از لوله‌کشی توکار عبور کند.

در زمان اندازه‌گیری و انتخاب آبگرمکن باید دقت کنید تا از این مساله اطمینان حاصل کنید که آبگرمکن شما می‌تواند نیازهای عملکردهای ترکیبی را برآورد کند. به علاوه، باید به صورت ویژه مشخص شده باشد که آبگرمکن مناسب کاربردهای ترکیبی گرمایش آب و گرمایش اتاق است. در صورتی که شما می‌خواهید از سامانه ترکیبی استفاده کنید، اطمینان حاصل کنید که درجه‌بندی عملکرد برای بسته ترکیبی سامانه وجود داشته باشد و این درجه‌بندی فقط برای آبگرمکن نباشد. کارایی گرمایش اتاقی را عملکرد آبگرمکن محدود می‌کند. شرایط عملیاتی آبگرمکن‌ها زمانی که علاوه بر گرمایش آب برای گرمایش اتاق مورد استفاده قرار می‌گیرند، متفاوت است. بنابراین، درجه‌بندی عملکرد آبگرمکن شاخصی برای عملکرد گرمکن اتاق نیست.

انجمن استاندارد کانادا در سال ۲۰۱۱ برای سامانه‌های ترکیبی استاندارد درجه‌بندی و شیوه آزمایشی جدیدی را منتشر کرد.

به طور مثال، محدوده ضریب انرژی آبگرمکن‌های بدون مخزن گازسوز از ۰/۶۷ تا ۰/۹۸ است و محدوده میانگین ۰/۸۵ است، در حالی که محدوده ضریب انرژی آبگرمکن‌های گازسوز دارای مخزن ذخیره از ۰/۵۳ تا ۰/۷ است و محدوده میانگین ۰/۶۲ است (بر اساس فهرست آنلاین NRCAN در سپتامبر ۲۰۱۱ در مورد دسته‌بندی عملکرد انرژی آبگرمکن‌های گازسوز^۲).

بیشتر آبگرمکن‌های بدون مخزن نمی‌توانند آب گرم مورد نیاز تمام خانه را تامین کنند، در نتیجه به همین دلیل به ندرت در کانادا نصب می‌شوند. اما آبگرمکن برقی بدون مخزن با ظرفیت پایین گاهی اوقات نزدیک حمام یا سینک ظرفشویی نصب می‌شود، در صورتی که این دستشویی یا سینک ظرفشویی از آبگرمکن اصلی فاصله داشته باشند. این نصب به نصب موضعی معروف است.

آبگرمکن‌های برقی موضعی همچنین

ممکن است خانه روستایی نصب شود که میزان آب گرم مورد نیاز کم است و ممکن است تعداد ماندافزارهای^۳ خانه‌های روستایی کمتر از خانه‌های شهری باشد.

بیشتر آبگرمکن‌های با قابلیت تولید آب گرم فوری در صورت نیاز دارای ظرفیت ارائه کافی برای تامین آب گرم بیشتر منازل هستند. درجه‌بندی آب گرم

این آبگرمکن‌ها براساس دمای استاندارد آب

ورودی و خروجی است. در زمستان، آب سرد ورودی

ممکن تا ۵ درجه سانتی‌گراد باشد، در انتخاب آبگرمکن‌های با قابلیت آب گرم فوری در صورت نیاز به دمای آب سرد توجه کنید.

به طور مثال، در تابستان که دمای آب ورودی ۱۸ درجه سانتی‌گراد است، یک آبگرمکن می‌تواند ۱۵ لیتر آب گرم در دقیقه (4U.S.gal./min) (L/min) با دمای ۵۸ درجه سانتی‌گراد به صورت دائمی تولید کند، اما اگر دمای آب ورودی ۵ درجه سانتی‌گراد باشد، تنها می‌تواند ۱۱ لیتر آب گرم در دقیقه (3U.S.gal./min) تولید کند.

۲- www.oec.nrcan.gc.ca/equipment/heating/806

۳-Fixture: هر وسیله‌ای که زمانی جزء اموال شخصی به شمار می‌رفته، اما به سبب نصب در ملک به جزء لاینفک آن تبدیل شده است. به طور مثال، وسیله‌ای برقی که به دیوار یا سقف نصب می‌شود و مار آن نگه داشتن لامپ است.



• سامانه‌های ترکیبی

سامانه ترکیبی نیازمند اندازه‌گیری مناسب و طراحی حرفه‌ای هستند. موسسه گرمایش، سردسازی و تهویه مطبوع کانادا (HRAI) براساس راهنمای کانادای متحد برای سامانه‌های گرمایش تلفیقی (ترکیبی) برای صنایع دوره‌های آموزشی را ترتیب داد. اطمینان حاصل کنید که پیمانکار (طراح) برای طراحی سامانه‌های گرمایش ترکیبی از موسسه گرمایش، سردسازی و تهویه مطبوع کانادا گواهی دریافت کرده باشد.

• سامانه‌های ترکیبی آب - اتاق با دیگ هیدرولیکی

برخی از سامانه‌های گرمایش آب - اتاق به جای آبگرمکن از دیگ هیدرولیک استفاده می‌کنند. با استفاده از دیگ هیدرولیک گرما از میان مبدل حرارت به آب منتقل می‌شود. این نوع سامانه اغلب سیستم حرارت تفکیکی نامیده می‌شود. بر اساس برخی صلاحیت‌دهندها برای این‌گونه کاربردها مبدل حرارتی دوجداره استفاده شود تا اطمینان حاصل شود که حلقه‌های گرمایشی دیگ آب آشامیدنی را آلوده نمی‌کند

• سامانه‌های مکانیکی تلفیقی

سامانه‌های مکانیکی تلفیقی (IMS) یک خانواده جدید از سامانه‌های ترکیبی پیشرفته هستند که همچنین دارای دستگاه‌های تهویه بازیابی حرارت (HRV) هستند. درجه‌بندی عملکرد سامانه‌های مکانیکی تلفیقی براساس استاندارد CSA P.10 صورت می‌گیرد. پیش از خرید سامانه‌های مکانیکی تلفیقی به این درجه‌بندی دقت کنید.

• آبگرمکن پمپ حرارتی



آبگرمکن‌های پمپ حرارتی (HPWSs) از برق برای انتقال گرما از هوا استفاده می‌کنند، به جای اینکه به طور مستقیم برق به حرارت تبدیل شود. حرارت از هوا موجود در زیر زمین یا انباری (یا گاهی اوقات از خارج) تامین می‌شود و به مخزن آب منتقل می‌شود.

آبگرمکن‌های پمپ حرارتی حرارت و رطوبت را از جدا می‌کنند. زمانی که حرارت در تابستان از داخل خانه حذف شود، به تهویه هوای کمتری نیاز دارید. آبگرمکن‌های حرارتی در زمستان که گرمایش اتاقی مورد نیاز است، کمتر سودمند است.

حتی با اینکه هزینه‌های اولیه آبگرمکن‌های پمپ حرارتی بیشتر است، آنها در مقایسه با آبگرمکن‌های برقی دارای مخزن ذخیره معمولاً در آب و هوای معتدل تر بیشتر مقرون به صرفه هستند.

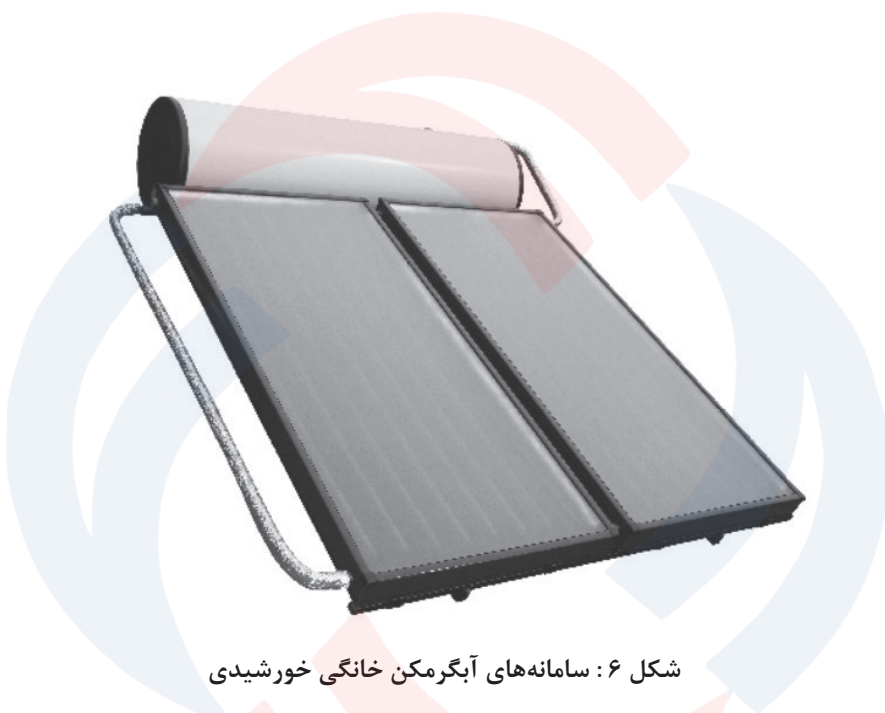
اما بیشتر پمپ‌های حرارتی با استفاده از منابع زمین (که انرژی زمینی نیز نام دارند) می‌توانند هم گرمایش آبی کامل یا جزئی و هم سرمایش و گرمایش اتاقی را تامین کنند. این سامانه‌ها از حرارت نسبتاً ثابت منابع آبی زمینی به عنوان منبع حرارت بهره می‌گیرند. این سامانه در تابستان معکوس عمل می‌کند و از طریق انتقال حرارت از خانه به منابع آبی زمینی موجب تهویه هوای خانه می‌شود. حرارت در صورت نیاز به آبگرمکن منتقل می‌شود.

شکل ۵: آبگرمکن پمپ حرارتی



• سامانه‌های آبگرمکن خانگی خورشیدی

می‌توانید از انرژی خورشید برای گرم کردن آب استفاده کنید. در کانادا، بسته به شرایط آب و هوایی و مصرف آب گرم، سامانه‌های آبگرمکن خانگی خورشیدی معمولاً برای تامین تقریباً ۶۰ درصد از آب گرم هر خانه‌های معمولی انتخاب و اندازه‌گیری می‌شوند. سامانه‌های آبگرمکن خورشیدی دارای گیرنده‌ها، پمپ گردش، مخزن یا مخازن ذخیره و کنترل‌کننده هستند. این سامانه‌ها برای کمک معمولاً با استفاده از آبگرمکن معمولی آب را از پیش گرم می‌کنند. واحدهای پیش گرمایش خورشیدی معمولاً دارای دو مخزن هستند. یک مخزن حرارت خورشیدی را ذخیره می‌کند و مخزن دیگر به آبگرمکن ذخیره معمولی متصل است که می‌تواند با استفاده از هر منبعی (برق، گاز یا نفت) گرم کرد. آبگرمکن بدون مخزن (با قابلیت تولید آب گرم فوری در صورت نیاز) را همچنین می‌توان به جای مخزن دوم استفاده کرد.



شکل ۶: سامانه‌های آبگرمکن خانگی خورشیدی

۳- مقایسه آبگرمکن‌ها از لحاظ نوع سوخت

در این فصل مزایا و معایب انواع رایج آبگرمکن‌ها و سوخت‌های انتخابی بررسی می‌شود.

در زمان انتخاب یک آبگرمکن جدید به موارد زیر توجه کنید:

- * نیازهای آب گرم (اینکه آیا این نیاز را می‌توان کاهش داد)
- * ظرفیت ارائه آب گرم
- * حجم ذخیره
- * شرایط تهویه
- * هزینه‌های نصب و خرید
- * هزینه‌های انرژی قابل پیش‌بینی حاضر و آینده مورد نیاز برای عملکرد آبگرمکن

جدول ۲: معایب و مزایای منابع انرژی مختلف

منبع انرژی	مزایا	معایب
برقی	<ul style="list-style-type: none"> • نصب آسان - هواکش برای احتراق هوا یا خروج بخار مورد نیاز نیست. • در نقاط مختلف منزل می توان آن را قرار داد • در اندازه های مختلف موجود است. 	<ul style="list-style-type: none"> • بازایی آب گرم مدت زمان بیشتری می برد (اما ممکن است این مساله در مخزن های بزرگتر رفع شود). • در زمان قطع برق قادر به ارائه آب گرم نیست.
گاز طبیعی	<ul style="list-style-type: none"> • ظرفیت ورودی بیشتر (در مقایسه با مخزن های آبگرمکن های برقی) است و در نتیجه بازایی آب گرم سریع تر صورت می پذیرد. • خروج گازها می تواند از طریق دودکش یا دیوارهای کناری صورت گیرد. • در اندازه ها، مدل ها و کارایی های متفاوت موجود است. • مدل های سامانه خروج دود مستقیم از طریق دودکش یا لوله خروج دود یا بخار آب بندی شده اند و برای احتراق به هوای خانه نیاز ندارند. • مدل های سامانه خروج دود از طریق هواکش های برقی از شعله های ثابت استفاده نمی کنند و احتمال نشت گاز حاصل از احتراق به هوای خانه وجود ندارد. • آبگرمکن های گازسوز مرسوم در زمان قطع برق می تواند آب گرم تولید کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> • لوله کشی گاز طبیعی باید انجام گرفته باشد. • مکان نصب باید دارای هواکشی در داخل دیوار باشد. • باید شرایط احتراق هوا در خانه هایی دارای عایق بندی مناسب هستند و امکان اتلاف هوا وجود ندارد، در نظر گرفته بشود. • به برق برای کار کردن نیاز دارد، بنابراین در زمان قطع برق قادر به ارائه آب گرم نیست. • برخی از هواکشی های برقی پرسروصدا هستند و احتمال خرابی آنها وجود دارد.
پروپان	<ul style="list-style-type: none"> • اساسا دارای ویژگی مشابه سامانه های گازسوز است. • بازایی سریع • امکان خروج گازها از دودکش یا از طریق دیوار کناری وجود دارد. • در اندازه ها، مدل ها و کارایی های متفاوت موجود است. • مدل های سامانه خروج دود مستقیم از طریق دودکش یا لوله خروج دود یا بخار عایق بندی شده اند و برای احتراق به هوای خانه نیاز ندارند. 	<ul style="list-style-type: none"> • مخزن ذخیره پروپان محلی نیاز دارد. • تحویل سوخت باید برنامه ریزی شده باشد. • قیمت پروپان از گاز طبیعی بیشتر است. • مکان نصب باید دارای هواکشی در داخل دیوار باشد. • باید شرایط احتراق هوا در خانه هایی دارای عایق بندی مناسب هستند و امکان اتلاف هوا وجود ندارد، در نظر گرفته بشود.



ادامه جدول ۲: معایب و مزایای منابع انرژی مختلف

معایب	مزایا	منبع انرژی
<ul style="list-style-type: none"> • به برق برای کار کردن نیاز دارد، بنابراین در زمان قطع برق قادر به ارائه آب گرم نیست. • برخی از هواکشی‌های برقی پرسروصدا هستند و احتمال خرابی آنها وجود دارد. 	<ul style="list-style-type: none"> • مدل‌های سامانه خروج دود از طریق هواکشی‌های برقی از شعله‌های ثابت استفاده نمی‌کنند و احتمال نشت گاز حاصل از احتراق به هوای خانه وجود ندارد. • آبگرمکن‌های گازسوز مرسوم در زمان قطع برق می‌تواند آب گرم تولید کنند. 	
<ul style="list-style-type: none"> • به یک مخزن ذخیره نفت نیاز دارید. • تحویل سوخت باید برنامه‌ریزی شود. • مدل‌های انتخابی محدود هستند. • برای کار کردن به برق نیاز دارد، بنابراین در صورت قطع برق آب گرم تولید نمی‌کند. 	<ul style="list-style-type: none"> • دارای سریع‌ترین بازایی آب گرم است، زیرا میزان ورودی بیشتری از واحدهای برقی یا گازی است. • هواکش برخی آبگرمکن‌ها را می‌توان در داخل دیوار قرار داد. • برخی از آبگرمکن‌ها عایق‌بندی شده‌اند و برای احتراق به هوای خانه نیاز ندارند. 	نفت



شکل ۷: آبگرمکن برقی

• آبگرمکن‌های برقی

مخزن ذخیره یک آبگرمکن برقی:

- * استوانه‌ای
- * فولادی
- * دارای پوشش شیشه سرامیک است
- (که از زنگ‌خوردگی مخزن فولادی جلوگیری می‌کند).
- * از خارج توسط کف عایق‌بندی شده است.
- * در پوشش فلزی خارجی و باریک است (پوشش خارجی).

مخزن دارای:

- * کنترل‌های ترموستات
- * المنت‌های برقی پایین و بالای داخلی
- * ورودی آب سرد
- * خروجی آب گرم

در صورتی که بیشتر آب گرم تولید شده مصرف شده باشد، المنت بالایی آب را در قسمت‌های بالایی مخزن حرارت می‌دهد تا مقداری آب گرم سریع تولید شود. پس از آنکه حرارت آب قسمت بالا به دمای معین ترموستات رسید، ترموستات المنت بالایی را خاموش می‌کند و المنت پایینی را روشن می‌کند. المنت پایینی آب قسمت پایین را گرم می‌کند.

آبگرمکن‌های برقی برای احتراق به هوا یا خروج گازهای حاصل از احتراق نیاز ندارند. در بیشتر مکان‌ها می‌توان آنها را به آسانی نصب کرد. المنت‌های گرمایش برقی تقریباً تمام برق را به حرارت تبدیل می‌کنند، زیرا المنت‌ها در آب غوطه‌ور هستند، تمام حرارت به آب منتقل می‌شود. در کانادا، عملکرد انرژی آبگرمکن‌های برقی از طریق اتلاف انتظار اندازه‌گیری می‌شود.

• آبگرمکن‌های پروپان و گازسوز

آبگرمکن گازسوز استاندارد، آبگرمکن مرسوم یا هواکش طبیعی نام دارد، مخزن آن:

* استوانه‌ای

* فولادی

* دارای پوشش شیشه سرامیک است

(که از زنگ‌خوردگی مخزن فولادی جلوگیری می‌کند).

* از خارج توسط کف عایق‌بندی شده است.

* در پوشش فلزی خارجی و باریک است (پوشش خارجی).



شکل ۸: آبگرمکن گازسوز مرسوم

مخزن آن دارای:

* ورودی آب سرد

* اتصال خروجی آب گرم

* کلاهک

* لوله و هواکش گازی

* مشعل گازی در اتاقک احتراق

(از خارج به پایین مخزن ذخیره متصل است).

مشعل گازی از شعله دائمی برای گرمایش المنت حرارتی کوچک (گرماخواه) استفاده می‌کند که میزان کنی برقی تولید می‌کند تا نیروی مورد نیاز کنترل و مدارهای ایمنی تامین شود و در زمان نیاز مشعل اصلی روشن شود.

از هوای مطبوع داخل خانه که برای احتراق استفاده می‌شود، از طریق ورودی در پایین اتاقک احتراق وارد می‌شود. گازهای تولید شده به صورت عمودی از وسط مخزن از طریق دودکش خارج می‌شوند. از طریق کلاهکی در بالای آبگرمکن، هوای مطبوع بیشتری اضافه می‌شود و گازهای حاصل از احتراق رقیق می‌شوند.

ترموستات ترکیبی و واحد کنترل گاز مشعل را کنترل می‌کنند. مشعل گازی زمانی فعال می‌شود که دمای آب در مخزن ذخیره به کمتر دمای معین ترموستات کاهش یابد. کاهش دما پس از آنکه آب گرم کافی از مخزن خارج شد و آب سرد ورودی جایگزین آن شد، روی می‌دهد. سپس گازهای گرم احتراق به بخار آب گرم تبدیل می‌شوند و حرارت از طریق فولاد به آب منتقل می‌شود. این گازها از بالای آبگرمکن خارج می‌شوند. گازهای از طریق دودکش خارج می‌شوند، زیرا این گازها نسبت به هوای اطراف (اثر دودکشی) دانسیته پایینی برخوردار هستند (به این دلیل که آنها گرم‌تر هستند). این نوع آبگرمکن به برق نیاز ندارد.

آبگرمکن‌های گازسوز مرسوم مطابق با استاندارد CSA P.3 آزمایش و درجه‌بندی شده‌اند و در نتیجه ضریب انرژی آنها مشخص می‌شود. این آبگرمکن‌ها در هنگام استفاده تاحدودی ناکارآمد هستند، زیرا از مشعل هواکش طبیعی، شعله طبیعی استفاده می‌کنند و به صورت مستمر انرژی از دودکش به هدر می‌رود. اگر فشار خانه پایین باشد، ممکن است نشتی گاز حاصل از احتراق روی دهد.



• آبگرمکن‌های گازسوز دارای سامانه خروج دود از طریق هواکش‌های برقی



شکل ۹: آبگرمکن گازسوز دارای سامانه خروج دود از طریق هواکش‌های برقی

آبگرمکن گازسوز دارای سامانه خروج دود از طریق هواکش‌های برقی از لحاظ ساختاری به آبگرمکن‌های گازسوز مرسوم شباهت دارند. تفاوت اصلی این نوع آبگرمکن آن است که یک هواکش از طریق دریچه در دیوار کناری خانه گازها را خارج می‌کند. از آنجایی که دودکشی وجود ندارد، این نوع آبگرمکن با کوره‌های کارآمد دارای هواکش تعبیه شده در دیوار کناری سازگار است. تمام آبگرمکن‌های دارای سامانه خروج دود از طریق هواکش‌های برقی به جای شعله دائمی دارای جرقه‌زنی برقی هستند، که این مساله باعث افزایش کارایی می‌شود. اما افزایش کارایی در برابر آبگرمکن‌های معمولی چندان زیاد نیست.

مزیت سامانه هواکش برقی این مساله است که احتمال بازفروختگی یا برگشت شعله و نشت گازهای حاصل از احتراق را از میان برمی‌دارد. آبگرمکن‌های گازی دارای هواکش برقی زمانی گزینه مناسبی به شمار می‌روند که دودکشی وجود ندارد یا هزینه عایق‌بندی دودکش بالاست (به توجهات مربوط به هواکش مراجعه کنید). این آبگرمکن‌ها به برق نیاز دارند، بنابراین در زمان قطع برق قادر به تولید آب گرم نیستند. آبگرمکن‌های گازسوز دارای هواکش برقی نیز مطابق با استاندارد CSA P.3 آزمایش و درجه‌بندی می‌شوند.

آبگرمکن گاز سوز دارای دودکش مستقیم

آبگرمکن‌های دارای دودکش مستقیم که «احتراق در فضای بسته» نیز نام دارند، هوای مورد برای احتراق را از خارج از ساختمان به دست می‌آورند و مستقیم به اتاقک احتراق می‌فرستند و این مساله به آن معناست که از هوای خانه برای احتراق استفاده نمی‌شود. گازهای خروجی از طریق دیواری به خارج هدایت می‌شوند.

شیوه‌های آزمایش کارایی فعلی در زمان نگارش این نشریه میزان صرفه‌جویی انرژی حاصل از استفاده از هوای خارجی به جای هوای داخل خانه برای احتراق یا خروج گازها را محاسبه نکردند. آبگرمکن‌های گازسوز دارای دودکش مستقیم هم با هواکش برقی و هم بدون آن در دسترس هستند. هر دو نوع در مقایسه با آبگرمکن‌های مرسوم در برابر نشت گازهای حاصل از احتراق مقاوم هستند.

آبگرمکن‌های گازسوز چگالشی با کارایی بالا

برای دستیابی به کارایی بالا، آبگرمکن‌های گازسوز می‌توانند از مبدل حرارتی چگالش استفاده کنند، که از لحاظ مفهومی به کوره گازسوز با کارایی بالا شباهت دارد. وجود سطح بیشتر برای تبادل حرارت برای همچگال کردن آب از گازهای بخار مورد نیاز است. این فرایند حرارت بیشتری را جذب می‌کند و مبدل حرارتی کارایی این آبگرمکن را تا به میزان بالایی افزایش می‌دهد.

آبگرمکن‌های گازسوز چگالشی به صورت دارای مخزن ذخیره و فاقد مخزن ذخیره موجود هستند. اگرچه این آبگرمکن‌ها بیشتر در بازارهای بخش تجاری رواج دارند، اما این آبگرمکن ممکن است در صورتی که میزان آب گرم بسیاری مورد نیاز باشد، انتخاب مناسبی برای مصرف خانگی باشد. این آبگرمکن‌ها نیز ممکن است به عنوان بخشی از سامانه‌های ترکیبی گرمایش آب-اتاقی استفاده شوند.

نکته: استاندارد CSA P.3 تنها در مورد مخزن‌های آبگرمکن گازسوز کاربرد دارد که دارای ورودی بیشینه ۲۲ کیلوواتی و ۷۵۰۰۰ یکای بریتانیایی حرارت (Btu) در ساعت است. مخزن‌ها که دارای ورودی بیشتری هستند (اغلب آبگرمکن تجاری نیز نام دارند)، گاهی اوقات در منازل مسکونی نصب می‌شوند. این مخزن‌های با ورودی بالاتر مطابق استاندارد CSA P.3 آزمایش و درجه‌بندی نشده است. این استاندارد کارایی از کارایی حرارت و اتلاف انتظار به عنوان سنجش درجه‌بندی کارایی به جای ضریب انرژی استفاده می‌کند.

کارایی افزایش می‌یابد. به این دلیل که در زمان خاموش بودن مشعل، هوا از طریق آبگرمکن همچنان جابجا می‌شود، مقداری از حرارت هدر می‌رود و کارایی کلی کاهش می‌یابد.

مشعل استاتیکی بالا در زمان خاموش بودن جریان هوا در داخل آبگرمکن کاهش می‌دهد. این مشعل همچنین می‌تواند در آبگرمکن احتراق فضای بسته و مهر و موم شده مورد استفاده قرار گیرد، این مساله به آن معناست که یک لوله خروج و ورود هوا اختصاصی وجود دارد و هوای اتاق برای احتراق یا رقیق شدن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

• توجهات مربوط به تهویه و هواکش

آبگرمکن‌های گازسوز و نفتی برای خروج ایمن گازهای حاصل از احتراق به تهویه مناسب احتیاج دارند. دو نوع تهویه اصلی برای آبگرمکن‌های گازسوز، پروپان یا نفتی وجود دارد که واجد بیشتر شرایط طرح‌های خانه‌های امروزی است: تهویه سنتی با استفاده از دودکش و تهویه از طریق دیوار کناری.

شیوه تهویه سنتی مانند دودکش آجری یا هواکش فلزی عمودی مانند تنوره دو جداره تجهیزات گازسوز (B-vent) هنوز به صورت گسترده برای انتقال گازهای حاصل از احتراق از آبگرمکن به فضای خارج با استفاده از نیروی طبیعی شناور بودن گازهای گرم مورد استفاده قرار دارد. آبگرمکن باید بسیار نزدیک به دودکش قرار داشته باشد. در زمان افزودن، حذف یا تعویض هنر گونه تجهیزات گازسوز، پروپان یا نفتی، ارزیابی توسط کارشناسان خدماتی الزامی است. برای جلوگیری از نشت گازهای حاصل از احتراق به داخل خانه و جلوگیری از تشکیل چگالش در سامانه تهویه، اندازه‌گیری مجدد و یا عایق‌بندی دودکش یا هواکش ممکن است ضروری باشد. آبگرمکن‌های مرسوم از هوای گرم شده خانه برای احتراق یا رقیق شدن استفاده می‌کند. این هوا از طریق نشستی کنترل نشده در پوشش ساختمان وارد می‌شود. خانه‌های انرژی کارآمد و مهر و موم شده ممکن است نشستی طبیعی کافی در جهت تامین هوای کافی برای احتراق یا مکش کافی برای تمام گازهای حاصل از احتراق وجود نداشته باشد و در نتیجه منجر به نشت بخشی از گازهای حاصل از احتراق به داخل خانه می‌شود.

سایر دستگاه‌های تهویه هوا مانند فن‌های آشپزخانه، فن‌های حمام، ماشین خشک‌کن لباس، تهویه‌های مرکزی و شومینه‌ها نیز

این آبگرمکن‌ها همچنین دارای گواهی استاندارد ایمنی متفاوتی است که دارای آزمایش مقاومت اشتعال گازهای قابل اشتعال استاندارد CSA P.3 نیست.

ویژگی‌های آبگرمکن‌های گازسوز دارای مخزن ذخیره کارآمد
به طور کلی، آبگرمکن‌های گازسوز دارای مخزن ذخیره کارآمد بخشی یا تمام ویژگی‌های زیر را دارا هستند:

- * اشتعال برقی، دیگر نیازی به استفاده از شعله یکسره نیست.
- * مبدل حرارتی بهبود یافته یا توسعه یافته که انتقال حرارت به آب را افزایش می‌دهد.
- * احتراق دارای هواکش برقی و در فضای بسته و مهر و موم شده
- * عایق‌بندی بیشتر مخزن
- * تله‌های حرارتی کارخانه‌ای
- * ورودی پایین برای آب سرد

• آبگرمکن‌های نفتی

آبگرمکن‌های نفتی دارای مشعل نفتی در بخش پایین اتاق احتراق است. کارایی تجهیزات نفتی تا حد زیادی به مساله بستگی دارد که هوا و نفت در مشعل چقدر خوب ترکیب شوند. دو نوع مشعل که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از سر نگهداری شعله و استاتیکی بالا. نوع استاتیکی بالا در مقایسه با طرح سر نگهداری استاندارد دارای هوای زاید کمتر و دمای شعله بیشتر و کارایی فزاینده‌ای است.

لوله آب گرم مسیری فراهم می‌آورد تا گازهای احتراق از مخزن به سمت بالا حرکت کنند و حرارت به آب منتقل شود. بخارهای آب گرم از بالای مخزن به سمت دودکش یا هواکش دیواری حرکت می‌کنند و آنجا خارج می‌شوند. واحدهای دارای تهویه از طریق دودکش معمولاً از یک عایق ارتفاع‌سنج استفاده می‌کنند تا هوای رقیق شده داخل خانه برای کنترل مکش دودکش افزوده شود (مشابه عملکرد کلاهک برای تجهیزات گاز سوز)، اما برخی از واحدهای نفتی بدون عایق ارتفاع‌سنج نیز دارای مجوز استفاده هستند.

در طراحی‌هایی که دارای لوله‌های گازی متعدد هستند، انتقال حرارت از گازهای حاصل از احتراق به آب بیشتر است و در نتیجه



به هوا نیاز دارند و ممکن است از هوای گازهای لوله آب گرم استفاده کنند. نشستی جریان گازهای حاصل از احتراق به داخل هوای اتاق است. نشستی ممکن در زمان روشن شدن مشعل آبگرمکن برای بار نخست و پیش از به جریان افتادن گازهای حاصل از احتراق به داخل لوله‌های آب گرم روی دهد. نشستی گازهای حاصل از احتراق می‌تواند یک مشکل جدی باشد.

اگر به خانه جدیدی نقل مکان کرده‌اید یا از طریق درزگیری، مهر و موم کردن و نصب پنجره‌های جدید نشستی هوا را به طرز چشمگیری کاهش داده‌اید، باید نصب یک آبگرمکن‌های گازسوز دارای سامانه خروج دود از طریق هواکش‌های برقی یا یک آبگرمکن احتراق در فضای بسته و مهر و موم شده مدنظر قرار بدهید، بنابراین احتمال نشستی و برگشت شعله وجود ندارد. حداقل، باید یک حسگر مونواکسید کربن در محدوده تمام لوازم احتراق نصب شود. باید قانونی در بسیاری حوزه‌های قضایی کانادا در این زمینه ایجاد شود.

دستگاه تهویه تعبیه شده در دیوار کناری تهویه به صورت افقی و از طریق دیواری به خارج هدایت می‌شود و ممکن است با استفاده از تهویه مستقیم یا تهویه برقی (با فن) صورت پذیرد. آبگرمکن‌های با تهویه مستقیم برای تهویه تکیه بر مکش طبیعی دارد، درحالی‌که آبگرمکن‌های برقی گازهای حاصل از احتراق را با استفاده از فنی موتوری به بیرون هدایت می‌کنند. بسیاری از آبگرمکن‌ها از بیشتر از هوای داخل خانه برای ترکیب با گازهای احتراق استفاده می‌کنند تا دما را در لوله‌های پلاستیکی بخار کاهش دهند. این هوای رقیق شده به شرایط حرارتی برای ساختمان افزوده می‌شود.

قانون ایمنی احتراق و ساختمان نحوه قرارگیری تهویه‌های تعبیه شده در دیوارهای کناری را محدود می‌کند. آبگرمکن‌های احتراق در فضای بسته و مهر و موم شده و آبگرمکن‌های با تهویه برقی و دود لوله از طریق لوله‌های تعبیه شده در دیوار کناری مستقیماً از هوای بیشتری از ساختمان استفاده می‌کنند. این مساله نیاز برای هوای رقیق شده از میان برمی‌دارد.

ادامه دارد ...