INSO

19006-2

1st.Edition

2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۹۰۰۶-۲

چاپ اول

۱۳۹۳

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۲: روش‌های آزمون برای آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سامانه‌های ترکیبی

Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 2: Test methods for solar water heaters and combisystems

ICS: 27.160;97.100.99

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔتأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۲: روش‌های آزمون برای آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سامانه‌های ترکیبی "

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
احمدی بروغنی، سید یوسف (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
دبیر :	
بذری، مصطفی (لیسانس مهندسی صنایع)	کارشناس اداره کل استاندارد استان خراسان جنوبی
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی بروغنی، زهرا (فوق لیسانس مهندسی رایانه)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
اعتبار، الهه (لیسانس مهندسی برق)	کارشناس
خادم، جواد (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
خدایی‌فرد، شراره (فوق لیسانس فیزیک)	رئیس اداره امور آزمایشگاه‌ها اداره‌کل استاندارد استان زنجان
شاهنواز، محمد رضا (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	کارشناس سازمان انرژی‌های نو ایران(سانا)
صفوی‌نژاد، علی (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

کیانی، حمیده (لیسانس فیزیک)	سرپرست تولید کارخانه آریا سولار بیرجند
میربزرگی، سید علی (دکترای مکانیک)	عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
نجفی، حمید رضا (دکترای مهندسی برق)	رئیس کمیته علمی- اجرایی نیروگاه فتوولتاییک دانشگاه بیرجند

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
	پیش گفتار	ه
	مقدمه	و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۲
۳	اصطلاحات و تعاریف	۳
۴	نمادها و اختصارات	۳
۵	دسته بندی سامانه	۵
۶	روش‌های آزمون	۵
۶-۱	معرفی	۵
۶-۲	کلیات	۵
۶-۳	مواد	۷
۶-۴	اجزا و لوله‌کشی	۷
۶-۵	تجهیزات و شاخص‌های ایمنی	۹
۶-۶	نصب	۱۰
۶-۷	عملیات اولیه، بازرسی و راه‌اندازی	۱۱
۶-۸	اسناد	۱۱
۶-۹	عملکرد سامانه(فقط برای سامانه‌های کوچک)	۱۱
۶-۱۰	اتلاف آب (فقط برای سامانه‌های کوچک)	۱۱
۷	آزمون اختیاری عملکرد برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی خانگی	۱۲
۷-۱	کلیات	۱۲
۷-۲	آزمون عملکرد خورشیدی	۱۳
۷-۳	آزمون مخزن(های) آب	۱۳
۷-۴	آزمون تجهیزات کنترل	۱۳
۷-۵	تعیین مناسب بودن آب گرم	۱۳
۷-۶	مدل شبیه‌سازی سامانه	۱۳

ادامه فهرست مندرجات

عنوان	صحفه
۷-۷ پیش بینی عملکرد بلندمدت	۱۴
۸-۷ ارائه شاخص‌های عملکرد	۲۲
۸ گزارش آزمون عملکرد	۲۳
پیوست الف(الزامی) موقعیت‌های مرجع برای پیش‌بینی عملکرد	۲۵
پیوست ب (الزامی) اطلاعات تکمیلی راجع به محاسبه نسبت ذخیره انرژی	۳۷
پیوست پ (الزامی) آزمون کوتاه‌مدت سامانه	۳۹
پیوست ت (اطلاعاتی) پایش بلندمدت	۵۳
پیوست ث (اطلاعاتی) تعیین اتلاف آب	۵۶
کتابنامه	۵۷

پیش گفتار

استاندارد " سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۲: روش‌های آزمون برای آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سامانه‌های ترکیبی" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در بیست و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۳/۱۲/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

DIN EN 12977-2: 2012, Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 2: Test methods for solar water heaters and combisystems

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۲: روش‌های آزمون برای آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سامانه‌های ترکیبی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی کوچک و بزرگ ساخت سفارشی با سیال انتقال حرارت توسط مایع برای ساختمان‌های مسکونی و کاربردهای مشابه و ارائه روش‌های آزمون برای تایید الزامات مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶ است.

این استاندارد همچنین شامل یک روش برای توصیف خصوصیات عملکرد حرارتی و پیش بینی عملکرد سامانه در سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی با استفاده از آزمون قطعات و شبیه‌سازی سامانه می‌باشد.

به علاوه، این استاندارد شامل روش‌هایی برای توصیف خصوصیات عملکرد حرارتی و پیش بینی عملکرد سامانه در سامانه‌های بزرگ ساخت سفارشی نیز می‌باشد.

این استاندارد در مورد انواع سامانه‌های گرمایش خورشیدی کوچک ساخت سفارشی زیر کاربرد دارد:

- سامانه‌هایی که فقط برای تهیه آب گرم مصرفی می‌باشند،
- سامانه‌هایی که فقط برای گرمایش فضای محیط می‌باشند،
- سامانه‌هایی که برای آماده سازی آب گرم مصرفی و گرمایش محیط می باشند،
- دیگر کاربردها (به عنوان مثال شامل خنک کننده‌ها).

این استاندارد در مورد سامانه‌های گرمایش خورشیدی بزرگ ساخت سفارشی و در درجه اول برای سامانه پیش‌گرم خورشیدی که با یک یا چند مخزن ذخیره‌سازی، مبدل‌های حرارتی، لوله‌کشی و کنترل‌های خودکار و با آرایه(های) کلکتور دارای گردش اجباری سیال در حلقه کلکتور کاربرد دارد.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد ندارد:

- سامانه‌های با یک حامل ذخیره دیگر غیر از آب (به عنوان مثال مواد تغییر فاز دهنده)؛
- سامانه‌های با انتقال حرارت طبیعی؛
- سامانه‌های یکپارچه کلکتور ذخیره‌ساز (ICS[1])؛

1- Integral Collector Storage

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۳۶: سال ۱۳۸۷، انرژی خورشیدی- واژگان

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳، سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۱: الزامات عمومی برای آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سامانه‌های ترکیبی

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳، سامانه‌های حرارتی خورشیدی و اجزای آن- سامانه‌های ساخت سفارشی - قسمت ۵: روش‌های آزمون عملکرد برای تجهیزات کنترل

2-4 EN 307, Heat exchangers - Guidelines to prepare installation, operating and maintenance instructions required to maintain the performance of each type of heat exchangers

2-5 EN 806-1, Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption - Part 1: General

2-6 EN 809, Pumps and pump units for liquids - Common safety requirements

2-7 EN 1151-1, Pumps - Rotodynamic pumps - Circulation pumps having a rated power input not exceeding 200 W for heating installations and domestic hot water installations - Part 1: Non automatic circulation pumps, requirements, testing, marking

2-8 EN 1991-1-3, Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads

2-9 EN 1991-1-4, Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

2-10 EN 12975-1:2006, Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 1: General requirements

2-11 EN 12975-2:2006, Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 2: Test methods

2-12 EN 12976-1:2006, Thermal solar systems and components - Factory made systems - Part 1: General requirements

2-13 EN 12976-2:2006, Thermal solar systems and components - Factory made systems - Part 2: Test methods

2-14 EN 12977-3:2012, Thermal solar systems and components- Custom built systems - Part 3: Performance test methods for solar water heater stores

2-15 EN 12977-4:2012, Thermal solar systems and components- Custom built systems - Part 4: Performance test methods for solar combistores

2-16 EN 60335-1, Household and similar electrical appliances- Safety - Part 1: General requirements (IEC 60335-1)

2-17 ISO 9459-5:2007, Solar heating - Domestic water heating systems - Part 5: System performance characterization by means of whole-system tests and computer simulation

2-18 ISO/TR 10217,Solar energy - Water heating systems - Guide to material selection with regard to internal corrosion

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۵۳۶، سال ۱۳۸۷، شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳، شماره ۵-۱۹۰۰۶:سال ۱۳۹۳و استانداردهای EN 12975-1:2006، EN 12976-1:2006، EN 12977-3:2012، و ISO 9459-5:2007 به کار می‌رود.

۴ نمادها و اختصارات

جدول ۱- نمادها، اختصارات و واحد

نماد	تعریف	یکا
a_1	ضریب اتلاف گرما $(\upsilon_m-\upsilon_a)=0$	W/(m² × K)
A_c	سطح مرجع کلکتور	m²
Cc	ظرفیت حرارتی موثر کلکتور و یا آرایه کلکتور	J/K
Day	تعداد روزهای سال	
Ds	تغییر مدت برای انجام محاسبات مربوط دمای آب لوله کشی در محل مرجع	
f_{sav}	صرفه جویی در انرژی بخشی	%
fsol	بخش خورشیدی	%
Gd	تابش پراکنده خورشیدی روی صفحه شیب‌دار	W/m²
Gg	تابش خورشیدی کل (روی سطح افقی)	W/m²
Gh	تابش نیم کره‌ای خورشیدی روی صفحه شیب‌دار	W/m²
Hc	تابش نیم کره‌ای روی صفحه کلکتور	MJ/m²
Kαt	تصحیح‌گر زاویه برخورد	MJ
Qaux	نیاز ناخالص انرژی کمکی سامانه گرمایش خورشیدی	MJ
Qaux,net	نیاز خالص انرژی کمکی سامانه گرمایش خورشیدی آزاد شده توسط گرم کن کمکی به منبع ذخیره و یا به طور مستقیم به سامانه توزیع حرارت	MJ

جدول۱- ادامه

نماد	تعریف	یکا
Q_{conv}	نیاز به انرژی ناخالص سامانه گرمایش متداول	MJ
$Q_{conv,net}$	خالص انرژی درخواستی سامانه گرمایی متداول	MJ
Q_d	گرمای درخواستی	MJ
Q_L	انرژی تحویل داده‌شده در مجرای خروجی سامانه گرمایش خورشیدی	MJ
Q_l	تلفات گرمای ذخیره شده سامانه گرمایش خورشیدی	MJ
$Q_{l,a}$	تلفات گرمای مخزن گرم شده با انرژی کمکی(در مورد سامانه‌های دوبل تکمیلی ذخیره خورشیدی)	MJ
$Q_{l,s}$	تلفات گرمای مخزن گرم شده با انرژی انرژی خورشیدی(در مورد سامانه‌های دوبل حمایتی ذخیره خورشیدی)	MJ
$Q_{l,conv}$	تلفات گرمای مخزن سامانه گرمایش متداول	MJ
Q_{ohp}	گرمای تحویل‌شده از مخزن به محافظ فعال گرم شدن بیش‌ازحد	MJ
Q_{par}	انرژی نوفه (الکتریسیته) برای پمپ(های) حلقه کلکتور و واحد کنترل	MJ
Q_{sav}	ذخیره انرژی برای سامانه گرمایش خورشیدی	MJ
Q_{sol}	انرژی ارائه شده توسط حلقه کلکتور به مخزن	MJ
T^*	تفاوت دمایی کاهش یافته $T^*=(v_m-v_a)/G_h$	$m^2 \times K/W$
$(UA)_{hx}$	نرخ ظرفیت انتقال گرمای یک مبدل گرمایی	W/K
$(UA)_S$	نرخ ظرفیت اتلاف گرمای مخزن سامانه گرمایش خورشیدی	W/K
$(UA)_{S,conv}$	نرخ ظرفیت اتلاف گرمای مخزن سامانه گرمایش متداول	W/K
UL	ضریب کل گرمای تلف‌شده‌ی یک کلکتور یا آرایه کلکتور	$W/(m^2 \times K)$
Vc	نرخ حجم جریان در حلقه کلکتور	l/h
Vd	حجم بارگذاری درخواستی (روزانه)	l/d
Vrc	نرخ حجم جریان در حلقه‌ی گردش	l/h
Vs	نرخ حجم جریان خروجی از مخزن	l/h
$V_{S,conv}$	حجم مخزن یک سامانه گرمایش متداول	l
v	سرعت جریان هوای محیط	m/s
Δv	میانگین تفاوت دمای القا شده توسط یک مبدل حرارتی	K
Δv	متوسط دامنه تغییرات فصلی دمای آب لوله کشی	K
Δn	افت عملکرد سامانه توسط یک مبدل حرارتی	٪
V_a	کلکتور محدود یا احاطه‌شده توسط دمای هوای محیط	°C

جدول ۱- ادامه

نماد	تعریف	واحد
v_{average}	میانگین سالانه دمای آب لوله کشی مکان مرجع	°C
$v_{ci/co}$	دمای سیال ورودی-خروجی کلکتور یا آرایه کلکتور	°C
v_{cw}	دمای آب لوله‌کشی	°C
v_d	دمای آب گرم درخواستی	°C
v_m	دمای سیال کلکتور اصلی	°C
v_{rce}	دمای سیال در گردش حلقه خروجی	°C
v_{rci}	دمای سیال در گردش حلقه ورودی	°C
v_s	ذخیره‌سازی دمای خروجی	°C
$v_{s,\text{amb}}$	مخزن احاطه شده توسط دمای هوا	°C
$v_{\text{start/stop}}$	دما برای کلکتوری که شروع به کار می‌کند یا توقف می‌کند	°C
v_{tank}	دمای مخزن ذخیره‌سازی	°C
ηo	افت اولیه عملکرد کلکتور	°C
η_{aux}	عملکرد تولید کلی گرم‌کننده کمکی یک سامانه گرمایش خورشیدی	
η_{conv}	عملکرد تولید کلی گرم‌کننده کمکی یک سامانه گرمایش متداول	
Req	دمای مورد نیاز برای مقاومت حسگر دمای بالا	°C
$sens$	حسگر دما	°C

۵ دسته‌بندی سامانه

به بند ۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مراجعه شود.

۶ روش‌های آزمون

۶-۱ مقدمه

در روش‌های آزمون زیر به الزاماتی که در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ ارائه شده است، مراجعه شود.

۶-۲ کلیات

۶-۲-۱ مناسب برای آب آشامیدنی

به استاندارد EN 806-1 مراجعه شود.

۶-۲-۲ آلودگی آب

طراحی تمام مدارها را برای جلوگیری از آلودگی آب جریان برگشتی از همه مدارها به سامانه‌های اصلی آشامیدنی را بررسی کنید.

۶-۲-۳ مقاومت در برابر یخ زدگی

به بند ۵-۱ استاندارد EN 12976-2:2006، مراجعه شود.

۶-۲-۴ حفاظت در دمای بالا

۶-۲-۴-۱ حفاظت در برابر سوختگی

اگر دمای آب گرم خانگی در سامانه بتواند از ۶۰°C بیشتر شود، نقشه طراحی یا اسناد سامانه را بررسی کنید که سامانه با یک دستگاه خودکار مخلوط آب سرد یا دستگاه دیگری که دمای آب گرم را محدود به ۶۰°C نماید، ارائه شده باشد.

۶-۲-۴-۲ حفاظت دمای بالای مواد

با بررسی کردن طرح هیدرولیک و/یا با محاسبه و با در نظر گرفتن نامطلوب‌ترین شرایط، برای مواد به‌کار رفته در همه‌ی بخش‌های سامانه اطمینان حاصل شود دماهای بیشینه‌ای که ممکن است رخ دهد از دماهای مجاز برای مواد مربوط بالاتر نرود، شرایط فشار و/یا تنش‌های مکانیکی در صورت مربوط بودن نیز با در نظر گرفته شود .

یادآوری- هر دو حالت گذرا (اوج های دمای بالا در کوتاه‌مدت) و ایستایی بلندمدت ممکن است شرایط نامطلوبی برای مواد مربوطه ایجاد نماید.

۶-۲-۵ جلوگیری از گردش معکوس

طرح هیدرولیک موجود در مستندسازی (بند ۶-۸) را بررسی کنید تا مطمئن شوید که هیچ گردش معکوس غیرعمدی در هیچ حلقه هیدرولیک سامانه رخ ندهد.

۶-۲-۶ مقاومت در برابر فشار

در حالتی که مستند نشده باشد که مخزن(ها) و مبدل(های) حرارتی دست کم ۱٫۵ برابر حداکثر فشار کاری اظهار شده از سوی تولیدکننده را تحمل کنند، روش اجرایی تعیین‌شده در بند ۵-۳ استاندارد EN 12976-2:2006, ، بهتر است برای مخزن(ها) و مبدل(های) حرارتی به‌کاربرده شود.

یادآوری- بند ۵-۳ استاندارد EN 12976-2:2006 روش آزمون مقاومت در برابر فشار را برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی کامل تعیین می‌کند. برای رسیدن به این زیر بند، بهتر است اساسا این روش روی مخزن(ها) و مبدل(های) حرارتی انجام شود.

اسناد توصیفی نصب سامانه را برای روش آزمون مقاومت در برابر فشار در حلقه کلکتور سامانه بررسی کنید.

۶-۲-۷ امنیت الکتریکی

به استاندارد EN 60335-1 مراجعه شود.

۶-۳ مواد

راهنمای نصب را بررسی کنید که اطلاعاتی درباره دوام موادی که به‌طور مستقیم در معرض اشعه فرابنفش (UV[1]) یا سایر شرایط آب و هوایی هستند، وجود دارد.

بررسی کنید که مواد به‌کار رفته در حلقه کلکتور با استاندارد ISO/TR 10217 برای خوردگی داخلی مطابق می‌باشند.

۶-۴ اجزا و لوله‌کشی

۶-۴-۱ کلکتور و آرایه کلکتور

کلکتور باید بر اساس استاندارد EN 12975-2 آزمون شود. طراحی آرایه کلکتور باید مطابق با توزیع جریان بررسی شود.

۶-۴-۲ قاب نگهدارنده

محاسبه‌های اثبات مقاومت قاب نگدارنده در برابر بارهای برف و باد را مطابق با استانداردهای EN 1991-1-3 و EN 1991-1-4 ، در صورت کاربردپذیر بودن، بررسی کنید.

۶-۴-۳ حلقه‌های کلکتور و دیگر حلقه‌ها

با توجه به حلقه کلکتور بررسی کنید که آیا الزامات جدول شماره ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ برآورده شده است.

۶-۴-۴ پمپ گردشی

به استانداردهای EN 809, EN 1151-1 و استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مراجعه شود.

۶-۴-۵ مخازن انبساط

۶-۴-۵-۱ کلیات

برای سامانه‌های بدون مخازن انبساط جداگانه (به عنوان‌مثال سامانه‌های تخلیه بازگشتی) محاسبات و طرح هیدرولیک را بررسی کنید که مجموعه وسایل انبساطی می‌توانند وظیفه خود به طور کامل را انجام دهند.

۶-۴-۵-۲ مخازن انبساط باز

حجم و طراحی مخازن انبساط باز را با محاسبه و بررسی طرح هیدرولیک بررسی کنید.

1 - Ultera Violet

علاوه بر این مجرای اتصال به اتمسفر، راه مسدود شده و راه‌های انبساطی را در طراحی هیدرولیک بررسی کنید.

۶-۴-۵-۳ مخازن انبساط بسته

تنها برای سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی: الزامات بند ۶-۴-۵-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ با محاسبه و بررسی چشمی طراحی هیدرولیک و دستورالعمل اجرایی بررسی کنید که تکمیل‌شده باشد.

۶-۴-۶ مبدل‌های حرارتی

بجز آزمون‌های قابل قبول استاندارد EN 307، طراحی مبدل(های) حرارتی را با توجه به پوسته شدن یا در دسترس بودن وسایل پاک‌کننده بررسی کنید.

علاوه براین، افت عملکرد سامانه $\Delta\eta$ ناشی از یک مبدل حرارتی در یک حلقه کلکتور یک سامانه کوچک ساخت سفارشی بر اساس فرمول (۱) تعیین می‌شود:

$$\Delta\eta = \frac{\eta_0 \; A_c \; a_1}{(UA)_{hx}} \times 100\ \% \qquad (۱)$$

برای سامانه‌های کوچک، $(UA)_{hx}$ مقداری هست که توسط آزمون عملکرد مخزن توسط استانداردهای EN 12977-3 یا EN12977-4 تعیین‌شده است. ($(UA)_{hx}$ برای دمای مخزن ۲۰ درجه سلسیوس انتخاب می‌شود، میانگین اختلاف دمایی در ۱۰ کلوین و یک نرخ جریان مشابه برای تعیین پارامترهای کلکتور استفاده می‌شود). برای سامانه‌های بزرگ، $(UA)_{hx}$ از برگه اطلاعات عملکرد مبدل گرمایی که توسط تولیدکننده ارائه شده، گرفته می‌شود.

یادآوری ۱- در مورد اخیر، از آنجا که اطلاعات عملکرد مبدل حرارتی خارجی (که به طور معمول در سامانه‌های متداول بزرگ استفاده می‌شوند) عموماً قابل اعتماد هستند، نیازی به اندازه‌گیری اضافی نیست.

برای مبدل‌های حرارتی سایر حلقه‌ها (به عنوان مثال یک مبدل حرارتی جانبی)، به طور متوسط اختلاف دمای در کناره اصلی که در برگیرنده مبدل گرما است باید با محاسبات برآورد شود. افت در عملکرد سامانه می‌تواند پس از آن بر اساس فرمول ۲ تعیین شود:

$$\Delta\eta = (a_1 \Delta\vartheta / G_{ref}) \times 100\ \% \qquad (۲)$$

وقتی که تابش خورشیدی مرجع G_{ref} روی $۱۰۰۰\ W/m^2$ تنظیم باشد.

یادآوری ۲- روش‌های دقیق‌تر محاسبه در مرجع[۱] کتابنامه ارائه شده است. در موارد خاص، طبقه‌بندی گرمایی در مخزن باید در نظر گرفته شود، تا رقم دقیق برای افت عملکرد به دست آید.

۶-۴-۷ مخزن

فقط برای سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی:

- عملکرد مخزن‌های آن‌ها در مورد آب‌گرم‌کن خورشیدی بهتر است بر اساس استاندارد EN 12977-3 ، یا در مورد سامانه خورشیدی ترکیبی، بر اساس استاندارد EN 12977-4 آزمون شود؛
- نرخ ظرفیت اتلاف گرما در مخزن‌های آب گرم آن‌ها، حاصل از آزمون‌های عملکرد بر اساس استانداردهای EN 12977-3 و EN 12977-4 بهتر است به ترتیب با الزامات داده شده در بند ۶-۴-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مقایسه شوند.

۶-۴-۸ لوله‌کشی

طرح و مستندات سامانه در رابطه با طراحی و مواد لوله ها و اتصالات بررسی شود. برای لوله‌کشی در حلقه کلکتور، انطباق آن را با استاندارد ISO/TR 10217 بررسی کنید.

۶-۴-۹ عایق بندی حرارتی

نقشه‌های طراحی و اسناد سامانه را بررسی کنید.

۶-۴-۱۰ تجهیزات کنترل

به استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۰۶مراجعه شود.

۶-۵ تجهیزات و شاخص‌های ایمنی

۶-۵-۱ شیر اطمینان

نقشه‌های طراحی و اسناد سامانه برای تأیید اینکه هر کلکتور یا هر بخش از آرایه کلکتور که می‌تواند بسته شود حداقل دارای یک شیر اطمینان باشد را بررسی کنید.

مشخصات شیرهای ایمنی را بررسی کنید، که از موادی که الزامات مورد نیاز داده شده در بند ۶-۵-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ برآورده می سازد، ساخته شده باشند.

بررسی کنید که اندازه شیرهای ایمنی، در مقایسه با الزامات داده‌شده در بند ۶-۵-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ درست است.

همچنین، برای سامانه‌های بزرگ: برای آزمون رفتار سامانه بعد از آزاد شدن یکی از شیرهای ایمنی یا بیشتر مطابق با الزامات داده شده در بند ۶-۵-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ ، طرح‌های الکتریکی و هیدرولیکی یا هر قسمت دیگر اسناد را بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ بند ۶-۸-۳بررسی کنید.

۶-۵-۲ لوله‌های ایمنی و خطوط انبساطی

طرح هیدرولیک و اسناد سامانه را بررسی کنید تا مشخص شود لوله‌های ایمنی و انبساطی مسدود نیستند.

قطر داخلی لوله‌های ایمنی و انبساطی را با توجه به الزامات بند ۶-۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ بررسی کنید.

طرح هیدرولیک و راهنمای سامانه را بررسی کنید تا مشخص شود لوله‌های ایمنی و انبساطی متصل و موازی باشند بطوری‌که از هرگونه انباشتگی آلودگی، یا انسداد و مانند آن‌ها اجتناب شود.

۶-۵-۳ خط اطمینان[1]

طرح هیدرولیک و اسناد سامانه را بررسی کنید که خط اطمینان تمام الزامات بند ۶-۵-۳ استاندارد استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ را دارا باشد.

۶-۵-۴ شیر مخزن جداسازی

فقط برای سامانه‌های بزرگ: وجود شیرهای قطع‌کننده را با بررسی اسناد سامانه و بر اساس بند ۶-۵-۴ استاندارد استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ تایید کنید.

۶-۵-۵ شاخص ها

۶-۵-۵-۱ شاخص‌ها برای سیال حلقه کلکتور

طرح هیدرولیک و اسناد سامانه را با توجه به موقعیت و نصب شاخص‌های توصیه شده برای سیال حلقه کلکتور بررسی کنید.

۶-۵-۵-۲ فشارسنج

طراحی هیدرولیک و اسناد سامانه را با توجه به موقعیت و نصب فشارسنج یا در مورد بعضی از سامانه‌های تخلیه برگشتی بدون فشارسنج، ارائه دستگاه های دیگری برای بررسی تخلیه برگشتی و سطح مایع در حلقه کلکتور را بررسی کنید.

۶-۵-۵-۳ گرماسنج

اگر سامانه‌های بزرگ ساخت سفارشی به گرماسنج تجهیز شده باشند (به بند ۶-۵-۵-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مراجعه شود) باید در اسناد سامانه به آن اشاره شود.

1- Blow-off lines

۶-۶ نصب

۶-۶-۱ استحکام سقف

نقشه‌های طراحی و اسناد سامانه را بررسی کنید تا ببینید امکان دارد در اثر نصب کلکتور، استحکام سقف آسیب ببیند.

۶-۶-۲ آذرخش

برای سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی به پیوست‌های E و F استاندارد EN 12976-2:2006 مراجعه شود.

برای سامانه‌های بزرگ ساخت سفارشی، انطباق الزامات داده شده در بند ۶-۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ را با بررسی اسناد مندرج در بند ۶-۸-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ تایید گردد.

۶-۶-۳ بارهای ناشی از برف و باد

در صورت کاربرد، به استانداردهای EN 1991-1-3 و EN 1991-1-4 مراجعه کنید. علاوه بر این، بررسی کنید که اسناد برای نصب کننده با بند ۶-۶-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مطابقت دارد.

۶-۷ عملیات اولیه، بازرسی و راه اندازی

این بند فقط برای سامانه‌های بزرگ کاربرد دارد.

قبل از عملیات اولیه:

- جانمایی سامانه و اجزا را همانطور که در اسناد توصیف شده، بررسی نمایید،
- سابقه تنظیمات برای اتصالات مربوطه را بررسی نمایید. برای هر یک از اتصالات باید یک سابقه تنظیم وجود داشته باشد.
- در صورت وجود ناظر سامانه، مطمئن شوید که او به‌طور کافی آموزش دیده است.

روش اجرایی برای آزمون کوتاه‌مدت سامانه بر اساس بند ۶-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ (فقط در صورت نیاز یا لزوم) در پیوست پ داده‌شده است.

روش اجرایی برای پایش بلندمدت سامانه بر اساس بند ۶-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ (فقط در صورت نیاز یا لزوم) در پیوست ت داده‌شده است.

۶-۸ مستندسازی

تمام مستندات را به منظور برقراری الزامات مورد نیاز ارائه شده در بندهای ۶-۸ و ۶-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ بررسی کنید.

۹-۶ عملکرد سامانه (فقط برای سامانه‌های کوچک)

روش‌های آزمون عملکرد اختیاری برای سامانه‌های کوچک در بند ۷ توضیح داده‌شده است. نتایج آزمون باید در گزارش آزمون شرح داده شده در بند ۸ ارائه گردد.

۱۰-۶ اتلاف آب (فقط برای سامانه‌های کوچک)

به پیوست ث مراجعه شود.

۷ آزمون اختیاری عملکرد برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی کوچک ساخت سفارشی

۱-۷ کلیات

روش آزمون بر اساس آزمون قطعات کلکتور خورشیدی، مخزن(ها)، کنترل کننده و قطعات دیگر، در صورت لزوم، می‌باشد. آزمون‌های قطعات در بندهای ۷-۲ ، ۷-۳ و ۷-۴ توضیح داده شده است. کل سامانه با برنامه شبیه‌سازی معتبر توصیف شده در بند ۷-۶ شبیه‌سازی شده است. عملکرد بلندمدت کل سامانه پیش‌بینی شده برای شرایط مرجع که در بند ۷-۷ شرح داده‌شده است.

اگر انجام آزمون عملکرد لازم است، مشخصات ذکر شده در بندهای ۷-۵ و ۷-۶ باید رعایت گردند.

به طور کلی، برای آزمون نیازی نیست که سامانه کامل نصب شده باشد.

برای سامانه‌های تهیه آب گرم(کلاس A)، برای سامانه‌های گرمایش محیط (کلاس B) و برای سامانه‌های ترکیبی آب گرم مصرفی و گرمایش محیط (کلاس C) باید تمام آزمون‌ها شامل آزمون بلندمدت پیش‌بینی عملکرد در موقعیت‌های مرجع انجام شود.

برای دیگر سامانه‌ها(کلاسD) قطعات باید آزمون و نتایج در گزارش آزمون ثبت شوند. پیش‌بینی عملکرد بلندمدت یک گزینه کمکی است. اگر پیش‌بینی عملکرد انجام شده، باید نتایج در گزارش آزمون و همچنین شرایط مرزی انتخابی برای شبیه‌سازی ثبت گردند. یادآوری زیر باید به نتایج پیش‌بینی عملکرد سامانه‌های کلاس D اضافه شود:

- مقایسه بین نتایج پیش‌بینی عملکرد طولانی مدت فقط زمانی ممکن است که مدل‌های شبیه‌سازی معتبر و شرایط مرزی انتخابی یکسان باشند.

یادآوری ۱- روش اجرایی برای سامانه‌های کلاس D همچنان که در بالا توضیح داده شد راه حل‌های ملی را با توجه به تعریف موقعیت‌های مرجع می پذیرد.

قبل از آغار آزمون عملکرد، باید تمام آزمون‌های مشخص شده در بندهای ۶-۲ تا ۶-۸ تمام شوند. در صورتی که سامانه در یک یا چند آزمون رد شد، باید خرابی یا نقص توسط کارخانه قبل از آزمون عملکرد برطرف شود. در صورتی که این کار امکان‌پذیر نباشد:

- عیب باید در گزارش آزمون عملکرد نوشته شود،

- عملکرد سامانه باید توسط روش‌هایی که در این بندها می‌آید تعیین شود. با این حال، باید افت عملکرد سامانه ناشی از خرابی یا نقص برآورد شود و نتایج حاصل از آزمون عملکرد بر این اساس اصلاح شود.

یادآوری ۲: اگر سامانه در یکی از آزمون‌هایی توصیفی در بند ۶ رد شود، یک کاهش قابل توجه در عملکرد را می توان انتظار داشت،

- آرایه کلکتور: تعادل سیال (به بند ۶-۴-۱ مراجعه شود)؛
- حسگرهای گرمایی: تماس حرارتی حسگرها با بخشی که درجه حرارت آن اندازه‌گیری شده است (به بند ۶-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مراجعه شود)؛
- جلوگیری از گردش معکوس (به بند ۶-۲-۵ مراجعه شود)؛
- عایق گرمایی(به بند ۶-۴-۹ مراجعه شود).

۷-۲ آزمون کلکتور خورشیدی

برای آزمون کلکتور مطابق با استاندارد EN 12975-2، تمام داده‌های شبیه‌سازی پویا از رفتار حرارتی کلکتور همان طور که در پایین لیست شده باید تعیین شود:

- پارامترهای بازده کلکتور استاندارد؛
- ظرفیت گرمایی کلکتور؛
- تصحیح‌گر زاویه برخورد پرتو و تابش پراکنده (دومحوری، اگر وابسته باشد)؛
- وابستگی ضریب اتلاف گرمای کلکتور به سرعت باد، اگر وابسته باشد (به عنوان مثال کلکتورهای کدر)؛
- تاثیر نرخ جریان مایع، در صورت مربوط بودن؛
- تاثیر زاویه شیب کلکتور، در صورت مربوط بودن.

۷-۳ آزمون مخزن(های) آب

مخزن(ها) باید بترتیب براساس استانداردهای EN 12977-3 یا EN 12977-4 آزمون شوند. در نتیجه تمام داده‌ها برای شبیه‌سازی پویا از رفتار گرمایی مخزن(ها) همچنان که در استانداردهای EN 12977-3 یا EN 12977-4 توضیح داده‌شده، هر کدام که قابل اجرا باشد باید تعیین شوند.

۷-۴ آزمون تجهیزات کنترل

تجهیزات کنترل باید براساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۰۰۶-۵ آزمون شوند. در نتیجه تمام داده‌ها برای شبیه‌سازی پویای رفتار تجهیزات کنترل همان‌طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۰۰۶-۵توضیح داده‌شده باید تعیین شوند.

۷-۵ تعیین مناسب بودن آب گرم

به استاندارد EN 12977-3:2012 پیوست "F"، همچنین استاندارد EN 12977-4 پیوست "E" ، به هرکدام که مرتبط است مراجعه شود.

۶-۷ مدل شبیه‌سازی سامانه

مدل‌سازی سامانه باید شامل جزئیات برنامه شبیه‌سازی پویا باشد و برای سامانه‌های مختلف و پیکربندی های مطرح شده مخزن، شامل استراتژی کنترل آن‌ها مناسب باشد. برنامه شبیه‌سازی باید بر اساس همه‌ی پارامترهای تعیین‌شده در آزمون قطعات اجرا گردد.

یادآوری- سطح جزئیات مورد نیاز برای بیشتر انواع سامانه، مشابه برنامه شیبه‌سازی TRNSYS [1] یا معادل آن استفاده می باشد.

مدل‌های قطعات استفاده‌شده برای کلکتور و مخزن در برنامه شبیه‌سازی باید به ترتیب مشابه با کلکتور که مطابق استاندارد EN 12975-2 و مخزن که مطابق با استانداردهای EN 12977-3 یا EN 12977- 4 هرکدام که قابل اجرا باشد، توصیف شده است، باشند.

رفتار تجهیزات کنترل که مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۰۶ تعیین می‌شوند باید شامل برنامه شبیه‌سازی باشند.

برای دیگر اجزا، به‌عنوان‌مثال لوله‌کشی یا مبدل‌های گرمایی بیرونی، سطح جزئیات در مدل شبیه‌سازی شده باید مطابق با داده‌های استفاده شده برای اثبات عملکرد تجهیزات خاص باشد.

خصوصیات زیر باید در مدل اجرا شود:

- یک ترموستات ترکیب کننده که باعث کاهش دمای خروجی سیال داخل مخزن، ν_S، به درجه حرارت مطلوب آب داغ، ν_d، در حین خروج گردد. برای سامانه‌های پیش گرمایی خورشیدی و برای سامانه‌های خورشیدی این ترکیب کننده ترموستات باید به طور مستقیم در خروجی قسمت خورشیدی سامانه قرار بگیرد.
- اگر دمای دیگری توسط تولیدکننده مشخص نشده باشد، بهره‌برداری از حلقه کلکتور باید زمانی که دمای مخزن ذخیره‌سازی بیشتر از $95^{\circ}C$ باشد، متوقف شود.

اعتبار مدل شبیه‌سازی سامانه باید پیش‌تر تایید شده باشد.

۷-۷ پیش‌بینی عملکرد بلندمدت

۱-۷-۷ کلیات

پیش‌بینی عملکرد بلندمدت سامانه تنها برای سامانه‌های کلاس A، B و C منطبق با بند ۵-۱ که در استاندارد استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ توصیف شده،توصیه می‌شود. با این حال، برای سامانه های کلاس D، اصول کلی مشابه اعمال می‌شود.

1 - Transient System Simulation Program

۷-۷-۲ روش محاسبات

از مدل شبیه‌سازی انتخابی بر اساس بند ۷-۶ استفاده کنید. مقادیر پارامتر اجزا که برای شبیه‌سازی استفاده می‌شود از آزمون‌های اجزا بر اساس بند ۷-۲ تا ۷-۴ بدست می آیند. داده‌ها برای دیگر اجزای سامانه، به‌عنوان مثال لوله‌کشی یا مبدل‌های گرمایی خارجی، باید همان داده‌هایی باشند که برای اثبات عملکرد تجهیزات خاص استفاده شده است.

موقعیت‌های مرجع همان گونه که در پیوست الف تعیین‌شده باید هنگام محاسبه یا گزارش دهی عملکرد سامانه توسط شبیه‌سازی رایانه‌ای استفاده شوند.

در هر چهار نقطه مرجع داده شده در پیوست، الف ، فایل های داده در صورتی که دمای جریان، دمای برگشت و نرخ حجم جریان مانند مقادیر ساعتی تمام طول سال برای یک خانه نمونه تک خانواده باشد باید برای محاسبه ظرفیت گرمایش فضا استفاده شود .

برای موارد یا موقعیت‌های اضافی، افراد علاقه‌مند برای تصمیم گیری در مورد چگونگی به حساب آوردن ظرفیت گرمایش محیط آزاد می باشند.

یادآوری۱- برای چهار نقطه مرجع، ظرفیت گرمایش محیط برای استفاده از فایل‌های بارگذاری شده، لحاظ شده است. بنابراین اثر متقابل بین ساختمان ها و سامانه‌های گرمایش خورشیدی برای این مورد لحاظ نگردیده است. هرچند، برای موارد یا موقعیت‌های اضافی، نیز مدل‌های شبیه‌سازی پویای ساختمان که با سامانه‌های ترکیبی خورشیدی در تعامل هستند می توانند برای محاسبه ظرفیت گرمایش محیط مورد استفاده قرار گیرند.

یادآوری ۲- عملکرد سامانه گرمایش خورشیدی به تاسیسات اختصاصی و موقعیت‌های مرزی واقعی بستگی دارد. با توجه به اتلاف گرما در مخزن به دلیل نقص در عایق‌بندی حرارتی، طراحی بد اتصالات، می تواند نرخ حجم اتلاف گرمای مخزن را که به دلیل همرفت دمایی عادی در داخل لوله‌ها رخ می دهد، را افزایش دهد. به منظور اجتناب از این اثر اتصالات لوله‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که هیچ همرفت طبیعی در داخل لوله رخ ندهد. به عنوان مثال اگر لوله به طور مستقیم پس از خروج از مخزن رو به پایین رود و یا با استفاده از یک سیفون رد شود این هدف حاصل می‌شود.

۷-۷-۳ پیش‌بینی شاخص‌های عملکرد سالانه سامانه

موقعیت‌های مرجع یکسان پایه برای محاسبه عملکرد در پیوست الف این استاندارد یا در پیوست B استاندارد EN 12976-2:2006 مشخص‌شده است. برای این موقعیت‌ها شاخص‌های عملکرد زیر باید از نتایج آزمون عملکرد بدست آید:

برای سامانه‌های خورشیدی تکمیلی:

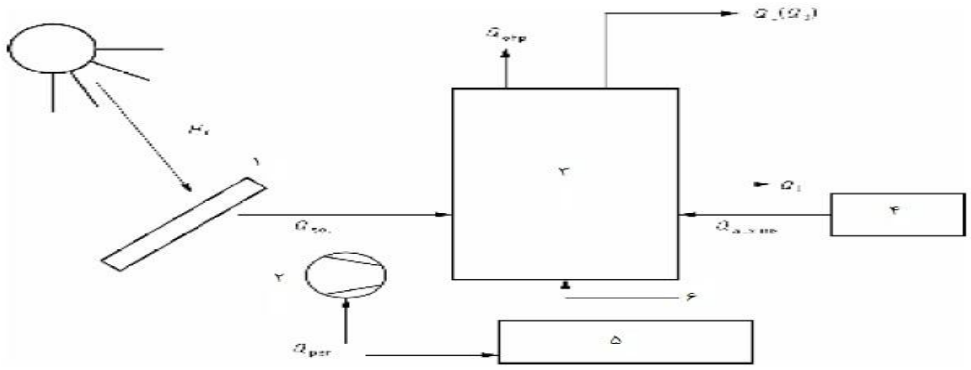
- خالص تقاضای انرژی درخواستی، $Q_{aux,net}$
- نسبت انرژی ذخیره‌شده، f_{sav} ,
- انرژی پارازیتی، Q_{par}

برای سامانه‌های پیش گرمایشی خورشیدی:

- گرمای تحویلی توسط سامانه گرمایش خورشیدی، Q_L
- نسبت انرژی خورشیدی، f_{sol}
- انرژی پارازیتی، Q_{par} در صورت موجود بودن.

۴-۷-۷ محاسبه دیماند انرژی خالص کمکی و نسبت ذخیره انرژی برای سامانه‌های خورشیدی تکمیلی

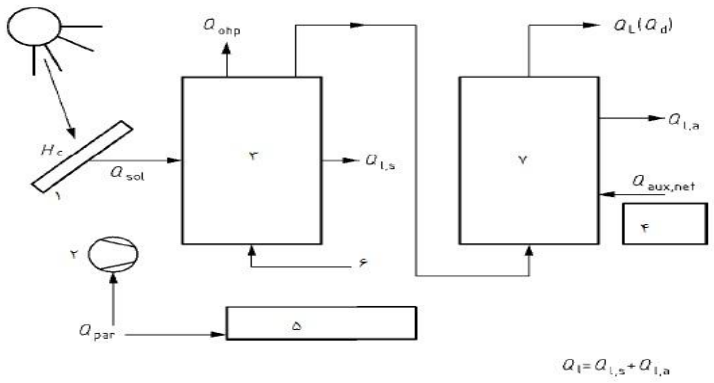
دیماند انرژی خالص کمکی سالیانه، $Q_{aux,net}$ ، به طور مستقیم توسط شبیه‌سازی رایانه ای (پیش‌بینی عملکرد بلندمدت) همان طور که در بند ۷-۷-۲ مشخص شده (برای سامانه‌های سفارشی ساخت) یا در بند ۵-۸-۳-۲ استاندارد EN 12976-2:2006 (برای سامانه‌های ساخت کارخانه ای) محاسبه کنید. شاخص کمکی برای تعیین ورودی‌های تعادل انرژی از تک مخزنی و دو مخزنی و سامانه‌های گرمایش خورشیدی تکمیلی در شکل ۱ داده شده است.



راهنما:

۱- کلکتور	۴- گرم‌کننده کمکی
۲- پمپ	۵- واحد کنترل
۳- مخزن	۶- آب اصلی

الف- تعادل انرژی برای سامانه‌های خورشیدی تک مخزنی تکمیلی



راهنما:

۱- کلکتور
۲- پمپ
۳- مخزن انرژی خورشیدی
۴- گرم‌کننده کمکی
۵- واحد کنترل
۶- آب اصلی
۷- مخزن کمکی

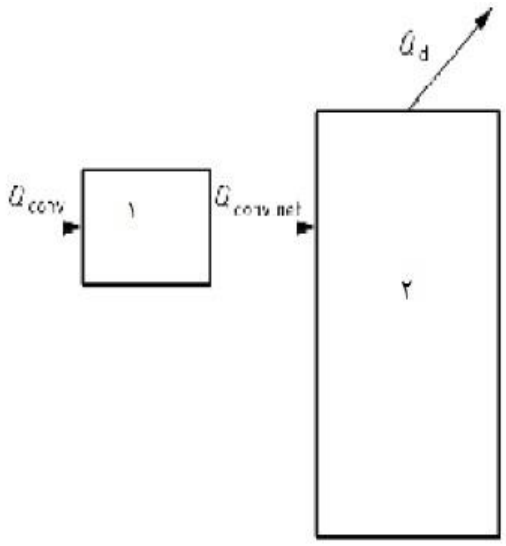
ب- تعادل انرژی برای سامانه‌های خورشیدی دو مخزنی تکمیلی

شکل ۱- تعادل انرژی برای سامانه‌های خورشیدی تک مخزنی و دو مخزنی تکمیلی

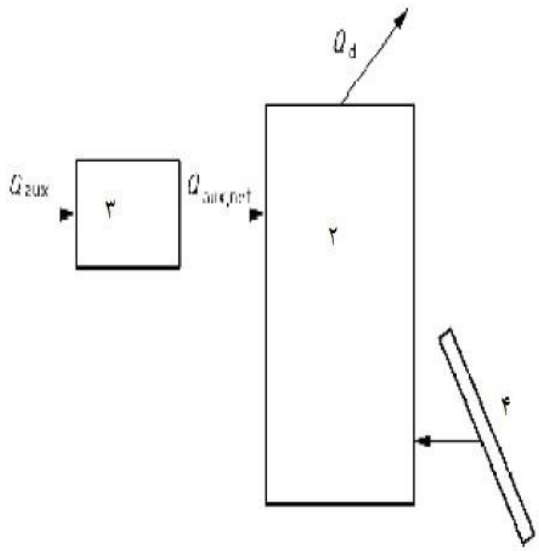
با فرمول (۳) نسبت ذخیره انرژی را بر اساس تعاریف استاندارد EN ISO 9488 محاسبه کنید.

$$f_{sav}= (Q_{conv}- Q_{aux}) /Q_{conv} \qquad (۳)$$

نسبت ذخیره انرژی بر مبنای سال محاسبه می‌شود. شکل (۲) این مقایسه سامانه را توضیح می دهد.



الف) سامانه گرمایشی معمولی (سامانه مرجع)



ب) سامانه گرمایش خورشیدی

راهنما:

۱- گرم‌کننده، η_{conv} ۳- گرم‌کننده کمکی، η_{aux}

۲- مخزن ۴- کلکتور

شکل ۲- مقایسه جمع کل درخواست انرژی کمکی در سامانه گرمایش خورشیدی، Q_{aux} ، با جمع کل انرژی درخواستی در سامانه‌های گرمایش معمولی، Q_{conv}

یادآوری۱- در هر دو سامانه یک نوع انرژی متداول استفاده، و مقدار حرارت یکسان و ارائه آسایش حرارتی همانند برای عرضه به کاربر در نظر گرفته می‌شود.

موقعیت‌های مرجع همان طور که در پیوست الف داده شده باید زمان محاسبه عملکرد سامانه گرمایش معمولی استفاده شوند.

برای سامانه گرمایش خورشیدی، جمع کل انرژی کمکی درخواستی را با فرمول شماره ۴ محاسبه کنید.

$$Q_{aux} = Q_{aux,net} / \eta_{aux} \qquad \text{فرمول (۴)}$$

که در آن:

$\eta_{aux} = ۰/۷۵$

یادآوری ۲- نسبت ذخیره انرژی فقط برای مقایسه سامانه‌های گرمایش خورشیدی با دیگر سامانه‌های گرمایش خورشیدی می‌باشد و نباید برای مقایسه سامانه‌های گرمایش مرسوم با سامانه‌های گرمایش خورشیدی مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری۳- به طور اختیاری، صرفه جویی انرژی نسبت را می توان برای شرایط ملی با در نظر گرفتن راندمان سامانه‌های گرمایشی متعارف مختلف و همچنین با اندازه‌گیری در یک سامانه نصب شده لحاظ نمود. روش کار در بند ب-۲ شرح داده شده است.

اگر یک سامانه خورشیدی تکمیلی نتواند گرمای مورد نیاز خود را دریافت کند به طوری که انرژی تحویل داده شده به استفاده کننده کمتر از ٪۹۰ انرژی سالیانه درخواستی باشد، باید در گزارش آزمون ثبت گردد.

یادآوری ۴- انرژی تحویل داده‌شده به استفاده کننده می‌تواند کمتر از گرمای درخواستی باشد برای مثال زمانی که انرژی گرم‌کننده کمکی کافی نیست یا زمانی که ترکیبی قوی در مخزن در حین تخلیه رخ می دهد.

۷-۷-۵ محاسبه نسبت انرژی خورشیدی برای سامانه‌های فقط خورشیدی و پیش گرمایی

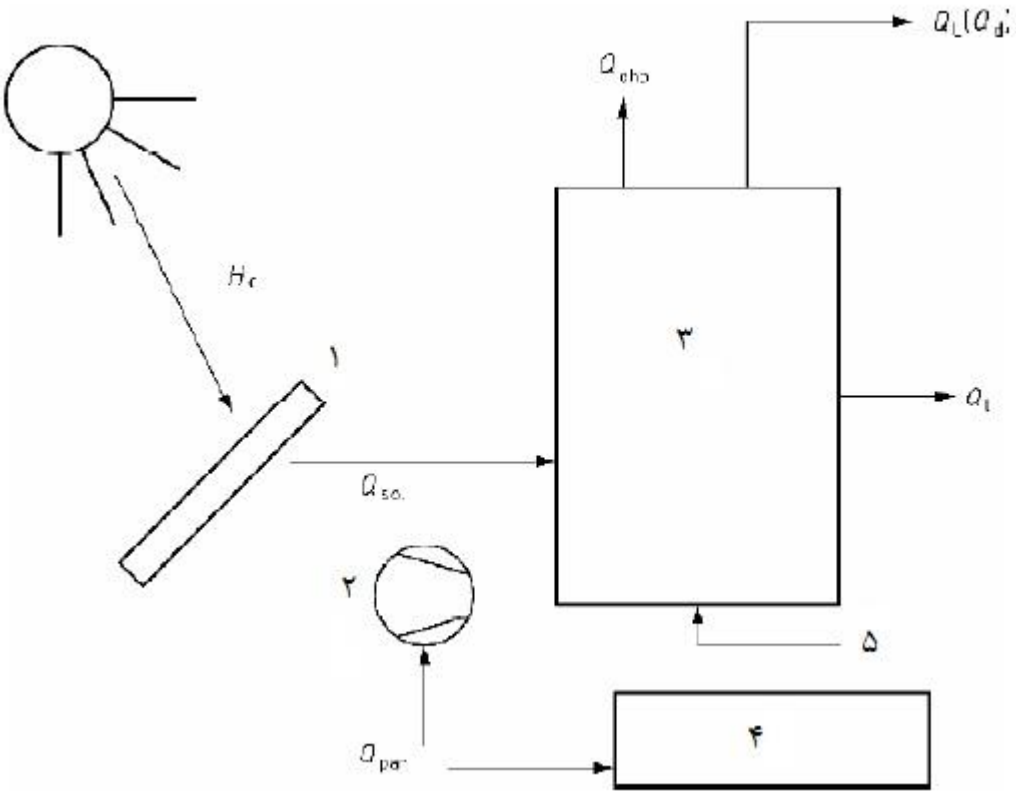
محاسبه بالانس انرژی سامانه سالیانه می‌باشد. این محاسبه شامل تعیین انرژی های زیر می‌شود (به شکل‌های ۳ و ۴ مراجعه شود) محاسبه با استفاده از داده‌های مرجع و موقعیت‌های داده‌شده در پیوست A یا پیوست B استاندارد EN 12976-2:2006:

- Q_d گرمای درخواستی؛
- Q_L انرژی تحویل داده‌شده توسط سامانه گرمایش خورشیدی(بارگذاری)؛
- Q_{par} انرژی پارازیتی(الکتریسیته) برای پمپ و کنترل‌ها؛

انرژی پارازیتی Q_{par} باید بر اساس بند ۷-۷-۶ محاسبه شود.

یادآوری۱- قسمت‌های مخزن یا قسمت‌های بار جانبی مبدل حرارتی، در صورت ارائه، موقعیت‌های مرجع برای محاسبه بارگذاری Q_L، هستند. دمای مرجع برای محاسبه بارگذاری دمای آب اصلی می‌باشد. اگر اتلاف گرما در مسیر گردش باشد، شامل بار نمی‌شود، همچنان که آزمون در حال انجام است این مسیر بسته می‌ماند.

یادآوری۲- مطابق با استاندارد EN ISO 9488 ، یک سامانه پیش گرمایی خورشیدی، یک سامانه گرمایش خورشیدی با پیش‌گرمایی آبی یا هوایی قبل از ورود آن به هر کدام از دیگر نمونه های گرم‌کننده آب یا هوا می باشد. این گرم‌کننده آب یا هوا به خودی خود یکی از بخش‌های سامانه پیش‌گرمایی خورشیدی نیست. از این جهت برای این مدل از سامانه، انرژی تحویل‌شده توسط سامانه گرمایش خورشیدی، Q_L ،در مجرای خروجی سامانه گرمایش خورشیدی محاسبه می‌شود و اتلاف گرمای مخزن، $\mathbf{Q}_L$ ، اتلاف گرمای مخزن خورشیدی است. (به شکل ۴ مراجعه شود)



راهنما:

۱- کلکتور

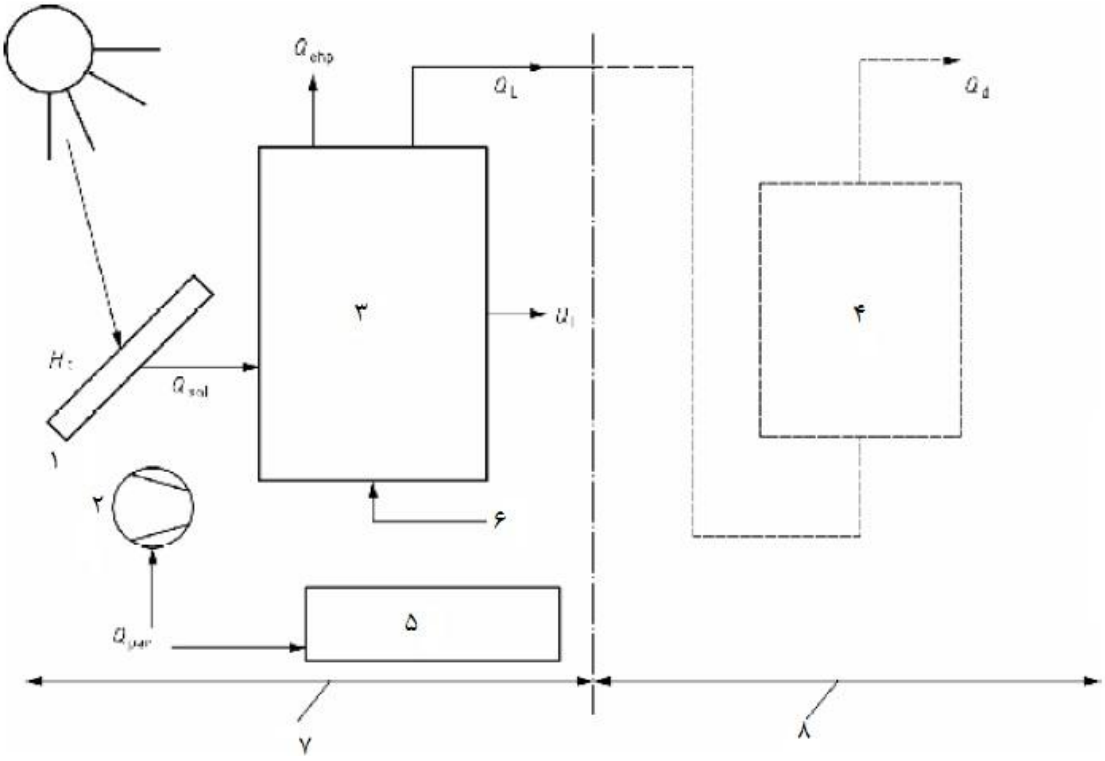
۲- پمپ

۳- مخزن

۴- واحد کنترل

۵- آب اصلی

شکل ۳ – تعادل انرژی برای سامانه‌های فقط خورشیدی



راهنما:

۱- کلکتور	۵- واحد کنترل
۲- پمپ	۶- آب اصلی
۳- مخزن خورشیدی	۷- سامانه پیش گرمایی خورشیدی
۴- گرم‌کننده کمکی	۸- دنباله‌ی متصل سامانه گرم‌کننده‌های کمکی

شکل ۴- بالانس انرژی برای سامانه‌های خورشیدی پیش گرمایی

نسبت انرژی خورشیدی، f_{sol}، با فرمول ۵ مطابق با تعاریف استاندارد EN ISO 9488 محاسبه می‌گردد:

$$f_{sol} = Q_L / Q_d \qquad (۵)$$

۶-۷-۷ محاسبه انرژی پارازیتی(برای همه‌ی انواع سامانه ها)

محاسبه سالانه انرژی پارازیتی، Q_{par}، به تجهیزات کنترل نیاز دارد که در ساعات حداکثر بار در شبیه‌سازی و انرژی جزئی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۰۶ محاسبه گردد.

۸-۷ ارائه شاخص‌های عملکرد

نتایج بندهای ۷-۷-۲ تا ۷-۷-۶ باید برای حجم(های) بار روزانه و بار(های) گرمایشی محیط، همان طور که در پیوست الف در جدول ۳ و جدول ۴ مشخص شده، ارائه شوند.

جدول ۳- ارائه شاخص‌های عملکرد سامانه برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی مکمل

شاخص‌های عملکرد برای سامانه‌های گرمایش خورشیدی تکمیلی **برمبنای سالانه برای حجم درخواستی .....l/d و مقدار گرمایش محیطی.....MJ/a**					
مکان **(عرض جغرافیایی)**	$Q_{d,\ hw}$ **MJ**	$Q_{d,\ sh}$ **MJ**	$Q_{aux,net}$ **MJ**	Q_{par} **MJ**	f_{sav} **%**
تهران (۳۵٫۷°)	-----	-----			
بیرجند (۳۲٫۵۳°)	-----	-----			
یزد (۳۲°)	-----	-----			
بندرعباس (۲۷٫۱۷°)	-----	-----			
-----[a]					
[a] --- برای انتخاب آزاد مکان یا ساختمان می باشد. جزئیات مشخصات باید داده شود.					

جدول ۴- ارائه شاخص‌های عملکرد سامانه برای سامانه‌های فقط خورشیدی و سامانه‌های پیش گرمایی

شاخص‌های عمکلرد برای سامانه‌های فقط خورشیدی و سامانه‌های پیش گرمایی **l/d و مقدار بار گرمایش محیطی..... MJ/aبرمبنای سالانه برای حجم درخواستی.....** **یا معادل یک بار در نظر گرفتن هر دو**				
مکان (عرض جغرافیایی)	Q_d **MJ**	Q_L **MJ**	f_{sol} **MJ**	Q_{par} **MJ**
تهران (۳۵٫۷°)	-----			
بیرجند (۳۲٫۵۳°)	-----			
یزد (۳۲°)	-----			
بندرعباس (۲۷٫۱۷°)	-----			
-----a				
[a] --- برای انتخاب آزاد مکان یا ساختمان می باشد. جزئیات مشخصات باید داده شود.				

۸ گزارش آزمون عملکرد

این بند، گزارش نتایج آزمون اختیاری انجام شده بر اساس بند ۷ را شرح می دهد.

این گزارش آزمون فقط شامل سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی می‌شود، زیرا روش‌های آزمون عملکرد سامانه ارائه شده در بند ۷ فقط برای سامانه‌های کوچک ساخت سفارشی کاربرد دارند (به بند ۶-۹ مراجعه شود).

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

الف) یک توصیف تفصیلی از اجزا و پیکربندی سامانه

ب) روش پیش‌بینی مورد استفاده. برنامه شبیه‌سازی باید مشخص‌شده و فایل ورودی پیوست شود.

پ) تمام موقعیت‌های مرجع مورد استفاده همان طور که در پیوست الف مشخص‌شده، شامل اطلاعاتی درباره مکان که برای پیش بینی عملکرد انجام شده و داده‌های آب و هوای مرجع استفاده‌شده می‌باشد.

ت) برای موقعیت‌های مرجع که در پیوست الف مشخص‌شده، شاخص‌های عملکرد همان طور که در بند ۷-۷-۳ مشخص شده بر مبنای سالانه هستند.

پیوست الف
(اطلاعاتی)
موقعیت‌های مرجع برای پیش‌بینی عملکرد

الف-۱ کلیات

موقعیت‌های داده شده در جدول الف-۱ باید هنگام محاسبه، گزارش دهی یا مقایسه عملکرد سامانه، در آزمون یا در شبیه‌سازی رایانه‌ای استفاده شوند.

یادآوری- شرایط مرجع زیر در واقع برای آزمون و شبیه‌سازی سامانه‌های ساخته شده کارخانه‌ای در استاندارد EN 12976-2 و سامانه‌های ساخت سفارشی در این استاندارد یکسان است. هر چند، بعضی از جنبه های مربوط به سامانه‌هایی که فقط در یکی از دو استاندارد مطرح شده است،(مانند سامانه‌های ترکیبی در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۹۰۰۶) در استاندارد دیگر حذف شده است.

جدول الف– ۱- موقعیت‌های مرجع برای ارائه عملکرد(۱ از ۲)

شرایط مرجع	مقدار	ملاحظات
سامانه		
جهت کلکتور	جنوب	
زاویه شیب کلکتور	۴۵°	دما برای آزمون °C (۵ ± ۴۵)، اگر برای سامانه ثابت نیست یا توسط کارخانه تعیین‌شده است.
مجموع طول مدار کلکتور	10 m + 10 m = 20 m	اگر لوله‌کشی همراه سامانه تحویل نشده یا توسط کارخانه تعیین نشده است
قطر لوله و ضخامت عایق مدار کلکتور	به بند الف ۲ مراجعه شود.	اگر لوله‌کشی همراه سامانه تحویل نشده یا توسط کارخانه تعیین نشده است
مکان لوله‌های مدار کلکتور	داخلی برای سامانه‌هایی که مخزن آن در داخل تعبیه شده است، خارجی برای سامانه‌هایی که مخزن آن در خارج تعبیه شده است.	تا حد ممکن در لوازم آزمون
مخزن احاطه شده دمای هوا	۱۵° C	برای سیسم هایی که مخزن آن در خارج تعبیه شده است دمای هوای محیط باید از داده‌های هواشناسی استخراج شده باشد.
برای سامانه‌های دارای گرمایش کمکی (هیدرولیک) غیر مستقیم: نیرو باید روی مبدل حرارتی کمکی اعمال شود.	W (۳۰ ±۱۰۰) در هر لیتر از حجم مخزن بالاتر از پایین‌ترین انتهای مبدل حرارتی	اگر گرم کن همراه با سامانه عرضه نشده باشد و هیچ محدودیتی درمستندات ارائه نشده باشد. گرم کن کمکی باید به عنوان یک منبع حرارت ایدهآل با ظرفیت گرمایی و قدرت حرارتی ثابت مدل شده باشد.

جدول الف ۲- ادامه

موقعیت مرجع	مقدار	ملاحظات
نرخ جریان مایع درون مبدل حرارتی کمکی	نرخ جریان مایع درون مبدل حرارتی باید همانند اختلاف دمایی بین ورودی و خروجی مبدل حرارتی کمکی که k (۲±۱۰) هست تحت شرایط واقعی آن انتخاب شود ، مگر اینکه توسط تولید کننده طور دیگری تعیین‌شده باشد.	
برای سامانه‌های دارای گرم‌کننده کمکی الکتریکی: توان المنت الکتریکی	به طور معمول همراه سامانه یک المنت الکتریکی ارائه یا توسط کارخانه مشخص می‌شود، که این المنت باید استفاده شود. در غیر این‌صورت W/l(۸±۲۵) حجم مخزن بالای المنت الکتریکی اعمال می‌شود.	
برای سامانه‌های خورشیدی تکمیلی: وضعیت گرم‌کننده کمکی	فعال دائمی	این قسمت برای پیش‌بینی عملکرد است.
دمای گرم‌کننده های کمکی یکپارچه	۵۲٫۵°C (کمینه دما با توجه به لحاظ پسماند)	یا بالاترین دما اگر توسط کارخانه توصیه شده باشد.
آب و هوا		
مکان های مرجع	استکهلم، ورتسبورگ، داووس و آتن	در فرم گزارش عملکرد مکان متفاوتی انتخاب به خودتان امکان پذیر است.
داده‌های آب و هوایی	برای استکهلم: سال مرجع آزمون cec برای داووس ، ورتسبورگ و آتن سال مرجع آزمون	
میزان بار آب گرم مصرفی		
الگوی بارگذاری روزانه	برای همه سامانه ها(سازگار با نسخه اروپایی) ۱۰۰درصد در ساعت ۶ بعد از ظهر خورشیدی، (CET[1]) زمان‌های بهره‌برداری ترکیبی اعشاری برای موقعیت‌های مرجع هستند:استکهلم(۱۷.۸۰) ورتسبورگ(۱۸.۳۴) داووس(۱۸.۳۵) و آتن(۱۸.۴۲)(به کتابشناسی ۱۷ مراجعه شود) برای انجام آزمون، الگوی بار باید در روش اجرایی آزمون مشخص شده باشد.	
دمای آب اصلی موجود	به بند الف ۳ مراجعه شود.	برای آزمون، دما باید در روش آزمون مشخص شده باشد.

1- CET = Central European Time

جدول الف ۲- ادامه

موقعیت مرجع	مقدار	ملاحظات
میزان بار آب گرم مصرفی		
دمای دلخواه(مقدار ترکیبی)	۴۵ °C	اگر مقدار بار در بخش انرژی روزانه یا سالانه حساب شده، این انرژی باید با استفاده از دمای آب اصلی موجود و دمای دلخواه محاسبه شود.
حجم بار روزانه	حجم بار با واحد لیتر در روز باید انتخاب شود از سری زیر: 50 l/d,80 l/d, 110 l/d, 140 l/d, 170 l/d, 200 l/d, 250 l/d, 300 l/d, 400 l/d, و 600 l/d. اگر حجم‌های بالاتری موردنیاز است سری می تواند با تکراری از ریشه دوم و گرد کردن به نزدیک‌ترین مضرب ۱۰ ادامه پیدا کند.	
	کارخانه باید یک طرح بار برای سامانه ارائه دهد. نزدیکترین مقدار داده‌شده در سری بالا باید در کنار بالاترین و پایین‌ترین مقادیر به خوبی استفاده شود. توصیه می‌شود که همه مقادیر بالاترین و پایین‌ترین از بین ۰٫۵ و ۱٫۵ بار سری بارگذاری استفاده شود. **یادآوری**- حجم بارگذاری ثابت شده باید برای تسهیل مقایسه عملکرد سامانه‌های مختلف انتخاب شود. برای آزمون، حجم بارگذاری باید در روش اجرایی آزمون تعیین شود.	
نرخ جریان تخلیه	۱۰l/min	اگر بیش‌ترین طرح نرخ جریان تخلیه از سامانه کمتر از ۱۰ لیتر بر دقیقه هست، حداکثر طرح نرخ جریان تخلیه سامانه باید استفاده شود.
حجم گرمایش محیط		
مقادیر ساعتی	برای استکهلم و داووس و ورتسبورگ و آتن: بر اساس جریان و بازگشت دما و نرخ جریان توده از حلقه گرمایش محیط (به بند الف-۴ مراجعه شود)	

الف-۲ قطر لوله و ضخامت عایق بندی

لوله و عایق برای مدار کلکتور همراه سامانه ارائه می‌شوند یا قطر لوله و ضخامت عایق برای استفاده در مدار کلکتور به‌طور واضح در راهنمای نصب سامانه مشخص گردد، باید سخت افزار ارائه شده یا مقادیر تعیین‌شده استفاده شوند.

زمانی که لوله و عایق همراه سامانه ارائه نشده یا به طور واضح تعیین نشود، قطر و ضخامت لوله و عایق و اتصالات گرمایشی داده‌شده در جدول الف-۲ برای سامانه‌های نیرو-گردشی باید استفاده شوند.

مواد برای لوله‌کشی مدار کلکتور باید مسی باشند مگر اینکه در دستور نصب چیز دیگری تعیین‌شده باشد.

جدول الف-۲- قطر خارجی لوله و ضخامت عایق برای سامانه‌های گردش اجباری

نرخ جریان در مدار کلکتور l/h	قطر خارجی لوله [a] mm	ضخامت لوله mm	ضخامت لایه عایق [b] mm
<۹۰	۱۲	۱	۲۰
۹۰ تا ۱۴۰	۱۲	۱	۲۰
۱۴۰ تا ۲۳۵	۱۵	۱	۲۰
۲۳۵ تا ۴۰۵	۱۸	۱	۲۰
۴۰۵ تا ۵۶۵	۲۲	۱	۲۰
۵۶۵ تا ۸۸۰	۲۸	۱	۳۰
۸۸۰ تا ۱ ۴۴۵	۳۵	۱٫۵	۳۰
۱ ۴۴۵ تا ۱ ۵۰۰	۴۲	۱٫۵	۳۹
>۱ ۵۰۰	به گونه ای که نرخ جریان تقریبا ۰٫۵ m/s باشد	۱٫۵	به اندازه قطر داخلی لوله
یادآوری- بر اساس ضریب هدایت گرمایشی داخلی (۰٫۰۴±۰٫۰۱) W/(m × K) برای دمای ۱۰°C			
[a] رواداری ۱mm [b] رواداری ۲ mm			

الف-۳ محاسبه دمای آب اصلی در مکان مرجع

دمای آب اصلی باید بر اساس فرمول (الف-۱) محاسبه شود:

$$\vartheta_{cw} = \vartheta_{average} + \Delta\vartheta_{amplit} \sin\left(2\pi(Day - D_s / 365)\right) \qquad \text{(الف-۱)}$$

میانگین سالانه دمای آب اصلی($v_{average}$)، میانگین دامنه تغییرات فصلی دمای آب اصلی ($\Delta\vartheta_{amplit}$)، و تغییر مدت (D_s) ارائه شده در جدول الف-۳ باید برای موقعیت‌های مرجع استفاده شود.

جدول الف-۳ داده برای محاسبه دمای آب اصلی در موقعیت‌های مرجع

موقعیت مرجع	$\vartheta_{average}$ °C	ϑ_{amplit} °C	D_s d
استکهلم	۸٫۵	۶٫۴	۱۳۷
ورتسبورگ	۱۰	۳	۱۳۷
داووس	۵٫۴	۰٫۸	۱۳۷
آتن	۱۷٫۸	۷٫۴	۱۳۷

الف-۴ بار گرمایش محیط

الف-۴-۱ کلیات

این بند شامل اطلاعاتی درباره حجم بار سالانه گرمایش محیط برای موقعیت‌های استکهلم، داووس، ورتسبورگ و آتن می‌باشد. ساختمان مربوط به بار گرمایش محیط شرح داده‌شده و ضریب گرمایش محیط بر مبنای مقادیر ساعتی جریان و دمای برگشتی و نیز نرخ حجم جریان حلقه گرمایش محیط تعیین‌شده است.

برای محاسبه بار حرارتی ، باید آب با مشخصات تعیین‌شده زیر استفاده شوند:

- چگالی: ۹۹۹٫۴۲ kg/m^3
- ظرفیت گرمایی ویژه: ۴٫۱۸ kJ/(kg×k)

الف -۴-۲ استکهلم

ساختمان مرجع استفاده‌شده برای تعیین بارگذاری گرمایش محیطی برای استکهلم نمونه ای از یک ساختمان مسکونی سوئدی با عایق حرارتی بر اساس استاندارد در حال حاضر (۲۰۰۵) است.

بارگذاری سالانه گرمایش محیطی در ساختمان مرجع استکهلم مجموعا ۱۴۹۶۰ kWh/a است. دمای اسمی داخل ساختمان ۲۰°C و دمای خارج ساختمان ۲۰° C- می‌باشد.

ساختمان با داده‌های زیر توصیف می‌شود:

- زیربنای نشیمن: ۱۴۰ m^2
- مساحت پنجره ها: ۳۸ m^2
- پنجره ها: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۷۵ W/(m² × K)
- دیوارهای بیرونی: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۳۴ W/(m² × K)
- مساحت دیوارهای بیرونی: ۱۲۵ m^2
- کف: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۲۷ W/(m² × K) مساحت: ۷۰ m^2
- کفپوش: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۲۴ W/(m² × K) مساحت: ۷۰ m^2
- نرخ تغییر هوا: ۰٫۵ /h

چکیده ای از این فایل بارگذاری گرمایش محیطی استکهلم در جدول الف-۴ داده‌شده است:

جدول الف-۴- فایل بارگذاری گرمایش محیطی برای استکهلم

ساعت در سال H	دمای جریان °C	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان kg/h
۱	۳۲٫۶۰	۲۶٫۱۹	۳۳۶٫۴
۲	۳۲٫۶۰	۲۶٫۹۵	۲۹۶٫۲
۳	۳۱٫۶۴	۲۶٫۷۳	۳۳۲٫۵
۴	۳۰٫۶۷	۲۶٫۵۵	۳۸۱/۷
۵	۲۹٫۶۳	۲۶٫۱۵	۴۲۲/۶
۶	۳۰٫۰۶	۲۶٫۴۷	۴۵۱٫۱
۷	۳۰٫۷۶	۲۷٫۰۰	۴۶۵٫۱
۸	۳۰٫۹۴	۲۷٫۲۰	۴۷۴٫۳
۹	۳۰٫۴۱	۲۶٫۹۵	۴۸۵٫۵
۱۰	۲۹٫۲۸	۲۶٫۲۶	۴۹۹٫۲
....	....	....	....
۸۷۶۰	۳۴٫۶۱	۳۰٫۱۰	۵۴۷٫۲

الف-۴-۳ داووس

ساختمان مرجع استفاده شده برای تعیین بارگذاری گرمایش محیطی برای داووس نشان‌دهنده یک نمونه ساختمان مسکونی با عایق حرارتی مطابق با دستورالعمل ساختمانی سویس است (SIA380/1:2001;"Grenzwert") .

بارگذاری سالانه گرمایش محیطی در ساختمان مرجع داووس در مجموع ۱۱۷۵۳ kWh/a (یا ۳۰۰ MJ/a به ازای هر مترمربع خالص مساحت طبقه گرم شده) است.

ساختمان با داده‌های زیر توصیف می‌شود:

- زیربنای نشیمن: ۱۴۰مترمربع
- مساحت پنجره‌ها: جنوب:۱۲مترمربع، شمال:۳مترمربع، شرق و غرب:۴ مترمربع.
- پنجره‌ها: ضریب انتقال حرارتی (K × m^2)/W ۱٫۴ استفاده از انرژی خورشیدی (مقدار G) : ٪۶۲
- دیوارهای بیرونی: ضریب انتقال حرارتی (K × m^2)/W ۰٫۲۸
- مساحت دیوارهای بیرونی: جنوب: $۵۵m^2$، شمال: $۶۴m^2$، شرق و غرب: $۴۴m^2$.
- کف: ضریب انتقال حرارتی (K × m^2)/W ۰٫۲۷ مساحت: ۷۹
- نرخ تغییر هوا : ۰٫۴/h

چکیده ای از این فایل بارگذاری گرمایش محیطی داووس در جدول الف-۵ داده‌شده است:

جدول الف-۵ فایل بارگذاری گرمایش محیطی برای داووس

ساعت در سال H	دمای جریان °C	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان kg/h
۱	۳۴/۸۰	۲۹٫۰۰	۴۲۴٫۰
۲	۳۴/۵۰	۲۹٫۰۰	۴۴۵٫۰
۳	۳۴٫۲۰	۲۹٫۰۰	۴۶۹٫۰
۴	۳۴٫۲۰	۲۹٫۱۰	۴۹۱٫۰
۵	۳۴٫۳۰	۲۹٫۲۰	۵۰۲٫۰
۶	۳۴٫۱۰	۲۹٫۲۰	۵۰۶٫۰
۷	۳۴٫۱۰	۲۹٫۲۰	۵۱۸٫۰
۸	۳۴٫۱۰	۲۹٫۴۰	۵۴۲٫۰

جدول الف-۵ ادامه

ساعت در سال H	دمای جریان °C	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان kg/h
۹	۳۴٫۲۰	۲۹٫۴۰	۵۲۳٫۰
۱۰	۳۴٫۳۰	۲۹٫۴۰	۴۲۲٫۰
....	....	....	....
۸ ۷۶۰	۳۵٫۲۰	۳۰٫۱۰	۴۱۷٫۰

الف-۴-۴ ورتسبورگ

ساختمان مرجع استفاده شده برای تعیین بارگذاری گرمایش محیطی برای ورتسبورگ نشان‌دهنده یک نمونه ساختمان مسکونی آلمانی با عایق حرارتی بر اساس تکنولوژی ساختمانی آلمان در سال ۲۰۰۵ است.

بارگذاری سالانه گرمایش محیطی در ساختمان مرجع ورتسبورگ در مجموع ۹۰۹۰ kWh/a است.

ساختمان با داده‌های زیر توصیف می‌شود:

- زیربنای نشیمن: ۱۲۸ m^2
- مساحت پنجره ها: جنوب:۱۰m^2، شمال:۳ m^2، شرق و غرب: ۳٫۵ m^2
- پنجره‌ها: ضریب انتقال حرارتی ۱٫۴W/(m² × K)، مقدار G ٪ ۶۳
- دیوارهای بیرونی: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۱۹ W/(m² × K)
- مساحت دیوارهای بیرونی: جنوب: ۳۶/۱m^2، شمال: ۴۳٫۱m^2 ، شرق و غرب: ۳۱٫۳m^2
- کف: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۴۱ W/(m² × K)، مساحت: ۶۴ m^2
- کفپوش: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۲۱W/(m² × K)، مساحت: ۶۴m^2
- نرخ تغییر هوا: ۰٫۶/h

چکیده‌ای از این فایل بارگذاری گرمایش محیطی ورتسبورگ در جدول الف-۶ داده‌شده است.

جدول الف-۶ فایل بارگذاری گرمایش محیطی برای ورتسبورگ

ساعت در سال H	دمای جریان °C	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان kg/h
۱	۳۸٫۴۲	۰۰۰	۰۰۰
۲	۳۸٫۱۴	۰۰۰	۰۰۰
۳	۳۸٫۱۴	۰۰۰	۰۰۰
۴	۳۸٫۰۵	۰۰۰	۰۰۰
۵	۳۸٫۰۱	۲۰٫۰۲	۲۴۱٫۶۳
۶	۳۸٫۰۹	۲۵٫۵۵	۳۱۷٫۴۴
۷	۳۸٫۲۳	۲۷٫۶۹	۳۲۸٫۳۸
۸	۳۸٫۳۲	۲۸٫۳۷	۳۲۸٫۳۸
۹	۳۸٫۴۲	۲۸٫۶۰	۳۲۸٫۳۸
۱۰	۳۸٫۴۳	۲۸٫۷۴	۳۰۶٫۳۹
۱۱	۳۸٫۲۳	۲۸٫۴۶	۲۸۳٫۶۰
۱۲	۳۷٫۹۵	۲۸٫۲۰	۲۷۲٫۹۶
۱۳	۳۷٫۷۷	۳۷٫۷۷	۲۶۴٫۰۴
۱۴	۳۷٫۸۱	۲۷٫۸۸	۲۵۷٫۶۹
۱۵	۳۸٫۰۵	۲۷٫۵۸	۲۳۲٫۷۲
۱۶	۳۸٫۳۸	۲۶٫۷۲	۱۹۳٫۶۲
۱۷	۳۸٫۶۵	۲۵٫۷۴	۱۶۳٫۰۳
۱۸	۳۸٫۷۵	۲۴٫۹۱	۱۴۳٫۲۳
۱۹	۳۸٫۶۱	۲۴٫۳۴	۱۳۴٫۸۳
۲۰	۳۸٫۲۳	۲۳٫۹۷	۱۳۴٫۸۸
۲۱	۳۷٫۷۷	۲۳٫۸۳	۱۴۰٫۴۲
۲۲	۳۷٫۳۹	۲۳٫۸۸	۱۴۷٫۶۷
۲۳	۳۷٫۲۹	۰۰۰	۰۰۰
۲۴	۳۷٫۵۳	۰۰۰	۰۰۰
۲۵	۳۷٫۸۶	۰۰۰	۰۰۰
۲۶	۳۸٫۰۴	۰۰۰	۰۰۰
۲۷	۳۸٫۰۹	۰۰۰	۰۰۰

جدول الف-۶ ادامه

ساعت در سال H	دمای جریان °C	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان kg/h
۲۸	۳۸٫۰۹	۰۰۰	۰۰۰
۲۹	۳۸٫۰۹	۲۲٫۲۴	۳۲۰٫۸۳
۳۰	۳۸٫۱۴	۳۷٫۲۶	۳۲۸٫۸۲
۳۱	۳۸٫۳۳	۲۷٫۹۸	۳۲۸٫۳۸
۳۲	۳۸٫۶۶	۲۸٫۵۷	۳۲۵٫۷۳
۳۳	۳۹٫۰۳	۲۸٫۷۱	۳۰۴٫۵۲
۳۴	۳۹٫۳۱	۲۸٫۶۷	۲۸۹٫۴۵
۳۵	۳۹٫۴۰	۲۸٫۵۹	۲۸۷٫۵۹
۳۶	۳۹٫۳۲	۲۸٫۵۰	۲۷۰٫۶۱
۳۷	۳۹٫۱۳	۲۸٫۳۹	۲۶۵٫۰۹
۳۸	۳۸٫۹۴	۲۸٫۲۴	۲۵۶٫۳۰
۳۹	۳۸٫۷۵	۲۷٫۵۵	۲۲۱٫۷۷
۴۰	۳۸٫۶۱	۲۶٫۶۱	۱۹۱٫۷۳
۴۱	۳۸٫۵۷	۲۵٫۸۳	۱۷۲٫۵۵
۴۲	۳۸٫۵۷	۲۵٫۲۷	۱۶۱٫۹۳
۴۳	۳۸٫۵۷	۲۴٫۹۶	۱۵۸٫۷۶
۴۴	۳۸٫۶۱	۲۴٫۷۶	۱۶۱٫۰۲
۴۵	۳۸٫۷۵	۲۴٫۷۸	۱۶۵٫۵۶
۴۶	۳۸٫۹۸	۲۴٫۹۰	۱۶۹٫۸۲
۴۷	۳۹٫۳۶	۰۰۰	۰۰۰
۴۸	۳۹٫۸۸	۰۰۰	۰۰۰
۴۹	۴۰٫۴۴	۰۰۰	۰۰۰
۵۰	۴۰٫۹۵	۰۰۰	۰۰۰
۵۱	۴۱٫۳۲	۰۰۰	۰۰۰
۵۲	۴۱٫۵۵	۰۰۰	۰۰۰
۵۳	۴۱٫۸۳	۲۲٫۴۱	۲۶۵٫۲۳
۵۴	۴۲٫۲۵	۲۷٫۶۹	۳۲۶٫۰۷
۵۵	۴۲٫۶۷	۲۹٫۵۶	۳۲۸٫۳۸

جدول الف-۶ ادامه

ساعت در سال **H**	دمای جریان **°C**	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان **kg/h**
۵۶	۴۲٫۹۹	۳۰٫۱۸	۳۲۸٫۳۸
...	....	....	....
....	....	....	....
....	....	....	....
۸۷۶۰٫۰	۳۷٫۵۸	۰٫۰۰	۰٫۰۰

الف-۴-۵ آتن

ساختمان مرجع استفاده‌شده برای تعیین بارگذاری گرمایش محیطی برای آتن نشان‌دهنده یک نمونه ساختمان مسکونی یونانی تک خانواده است همچنین مطابق با استاندارد یونان می‌باشد.(ساختمانی نوع L)
بارگذاری سالانه گرمایش محیطی در ساختمان مرجع آتن در مجموع ۸۱۲۵ kWh/a است.
ساختمان با داده‌های زیر توصیف می‌شود:

- زیربنای نشیمن: ۱۶۲٫۵ m^2
- مساحت پنجره ها: ۳۴٫۲ m^2
- پنجره ها: ضریب انتقال حرارتی ۲٫۸ W/(m^2 × K)
- دیوارهای بیرونی: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۶ W/(m^2 × K)
- مساحت دیوارهای بیرونی: ۱۶۱ m^2
- کف: ضریب انتقال حرارتی ۱٫۶ W/(m^2 × K)، مساحت: ۱۶۲٫۵m^2
- کفپوش: ضریب انتقال حرارتی ۰٫۴ W/(m^2 × K)، مساحت: ۱۶۲٫۵m^2
- نرخ تغییر هوا : ۱/h

چکیده ای از این فایل بارگذاری گرمایش محیطی آتن در جدول الف -۷ داده‌شده است:

جدول الف-۷ فایل بارگذاری گرمایش محیطی برای آتن – برای مثال بروز شده است

ساعت در سال H	دمای جریان °C	دمای برگشتی °C	نرخ حجم جریان kg/h
۱	۳۲٫۶۰	۲۶٫۱۹	۳۳۶٫۴
۲	۳۲٫۶۰	۲۶٫۹۵	۲۹۶٫۲
۳	۳۱٫۶۴	۲۶٫۷۳	۳۸٫۱۷
۴	۳۰٫۶۷	۲۶٫۵۵	۳۸۱٫۷
۵	۲۹٫۶۳	۲۶٫۱۵	۴۲۲٫۶
۶	۳۰٫۰۶	۲۶٫۴۷	۴۵۱٫۱
۷	۳۰٫۷۶	۲۷٫۰۰	۴۸۵٫۱
۸	۳۰٫۹۴	۲۷٫۲۰	۴۷۴٫۳
۹	۳۰٫۴۱	۲۶٫۹۵	۴۸۵٫۵
۱۰	۲۹٫۲۸	۲۶٫۲۶	۴۹۹٫۲
....	....	....	....
۸۷۶۰	۳۴٫۶۱	۳۰٫۱۰	۵۴۷٫۲

پیوست ب

(الزامی)

اطلاعات تکمیلی راجع به محاسبه نسبت ذخیره انرژی

ب-۱ تعریف یک سامانه آب گرم‌کن مرجع متداول

تعریف سامانه مرجع استفاده‌شده برای محاسبات نسبت انرژی در سامانه گرمایش خورشیدی (به بند ۷-۷-۴ مراجعه شود) بر اساس مشخصات زیر است:

- سامانه مرجع یک سامانه آب‌گرم‌کن متداول با مخزن است.
- حجم مخزن ۰٫۷۵ برابر حجم بارگذاری روزانه است:

$$v_{S,\,conv} = v_d \cdot 0{,}75 \qquad \text{(ب-۲)}$$

- اتلاف سالانه گرمای مخزن برابر فرمول زیر است:

$$Q_{I,\,conv} = (UA)_{S,\,conv}\,(\vartheta_S - \vartheta_{S,\,amb})\,8760h \qquad \text{(ب-۲)}$$

با نرخ ظرفیت اتلاف گرما بر اساس بند ۶-۴-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳

$$(UA)_{S,\,conv} = 0.16\sqrt{VS,conv} \qquad \text{(ب-۳)}$$

و ϑ_S و $\vartheta_{S,amb}$ بر اساس موقعیت‌های مرجع پیوست الف:

- تقاضای انرژی ناخالص Q_{conv} با در نظر گرفتن راندمان تولید کلی از تبدیل سامانه گرمایش متعارف به دست آمده:

$$Q_{conv} = (Q_d + Q_{I,conv}) / \eta_{conv} \qquad \text{(ب-۴)}$$

که در آن

$\eta_{conv} = ۰٫۷۵$

ب-۲ محاسبه نسبت ذخیره انرژی برای موقعیت‌های دیگر

صرفه جویی در مصرف سوخت یا الکتریسیته می تواند ناشی از در نظر گرفتن شرایط بومی و عملکرد تولید کلی η_{conv} و تلفات مخزن Q_{conv} در سامانه گرمایشی معمولی و همچنین بهره‌وری تولید کلی در گرم‌کن کمکی سامانه گرمایش خورشیدی μ_{aux} باشد. صرفه جویی در مصرف انرژی می تواند با روش زیرمحاسبه می‌شود:

$$Q_{sav}=Q_{conv}-Q_{aux} = (Q_d + Q_{l,conv})/ \eta_{conv}-Q_{aux,\,net} /\eta_{aux} \qquad (۵-ب)$$

مقادیر برای η_{conv}, $Q_{l,conv}$,η_{aux} می توانند به طور گسترده برای انواع سامانه‌های گرمایشی متداول و گرم‌کننده‌های کمکی که معمولا در کشور مورد استفاده هستند، به کار روند.

این سامانه‌ها می‌توانند با یا بدون مخزن، سامانه‌هایی با سوخت چوب،گاز، نفت یا گرم‌کننده های الکتریکی باشند. مقررات بومی را می توان هنگام استفاده از این ارقام در نظر گرفت.

همچنین می توان دو بازده کلی متفاوت برای گرم‌کننده‌ها در طول تابستان و زمستان در نظر گرفت.

برای سامانه‌هایی که گرم‌کننده کمکی قطعه اصلی سامانه گرمایش خورشیدی است، توصیه می‌شود که یک بازده اضافی از گرم‌کننده ساخته‌شده نیز تعیین شود و نسبت ذخیره انرژی از نظر اولویت انرژی برای شرایط بومی نیز محاسبه شود.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

آزمون کوتاه‌مدت سامانه

پ-۱ کلیات

یادآوری- دو روش آزمون معرفی شده در این پیوست توسط دو آزمایشگاه موسسه تکنولوژی دانمارک(DTI)[1] و دانشگاه کالمرز تکنولوژی گوتنبرگ تایید اعتبار شده‌اند. آزمایشگاه DTI مطمئن هست که رویه‌ها امید بخش و خیلی کارآمد هستند. هرچند نیاز مبرم به رسیدگی کامل و آزمون چرخشی در اروپا دارند.

هدف آزمون کوتاه‌مدت، تخمین عملکرد طولانی مدت سامانه می‌باشد.

بازرسی سامانه باید انجام شود و هر عیب و خطای یافت شده باید قبل از شروع آزمون کوتاه‌مدت رفع شود.

در این پیوست به دو خط مشی کلی برای آزمون کوتاه‌مدت اشاره شده است.

الف) بررسی عملکرد کوتاه‌مدت سامانه

ب) آزمون کوتاه‌مدت برای پیش‌بینی عملکرد بلندمدت

هر دو خط مشی برای سامانه ها و قابل اجرا می‌باشند همچنین گرم‌کننده های کمکی نیز می توانند شامل این روش اجرایی شوند فقط در صورتی که بتوانید سهم گرمایی منبع کمکی با دقت حداقل ٪ ۵ اندازه‌گیری شود.

روش آزمون اول ساده‌تر است. بررسی عملکرد سامانه با مقایسه افزایش اندازه‌گیری شده سامانه گرمایش خورشیدی با مقدار پیش‌بینی شده توسط شبیه‌سازی با استفاده از آب و هوا و شرایط عملیاتی واقعی همان‌گونه که در آزمون کوتاه‌مدت اندازه‌گیری شده، انجام می‌شود.

در روش آزمون دوم، عملکرد بیشتر قطعات مربوط به سامانه گرم‌کننده خورشیدی برای بازه مشخصی در زمانی که سامانه در حالت عملیاتی عادی خود باشد. اندازه‌گیری می‌شود. این اندازه‌گیری های جزئی شامل بازده انرژی در آرایه(های) کلکتور و تعادل انرژی در مخزن(ها) هم می‌شود. مقایسه مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده انرژی داده‌شده،یک تأیید اعتبار به کلکتور و طراحی پارامترهای ذخیره‌سازی و داده‌های اندازه‌گیری شده برای آرایه کلکتور هستند و همچنین برای شناسایی مستقیم پارامتر های آرایه کلکتوراستفاده می‌شوند. هنگامی که پارامترهای اجزاء تأیید شوند، پیش بینی بلندمدت توانایی سامانه را افزایش می دهد و نیز به عنوان آشکارسازی از منابع احتمالی خرابی سامانه می باشد.

1- Denmark Technological Institute

پ-۲ ابزار اندازه‌گیری، جمع‌آوری و پردازش داده‌ها

پ-۲-۱ کلیات

پ-۲-۱-۱ مقدمه

این بخش شامل دستورالعمل‌ها و توصیه‌هایی درباره ابزار اندازه‌گیری، جمع‌آوری و پردازش داده‌ها می‌باشد تا اگر هر کدام از اندازه‌گیری‌های توصیفی در این پیوست انجام شود، به کار گرفته شوند.

یادآوری- در صورت امکان، این معرفی و توصیه ها باید در زمان طراحی سامانه برای به حداقل رساندن هزینه‌های آزمون و به حداکثر رساندن نتیجه آزمون بررسی و استفاده شوند.

پ-۲-۱-۲ موقعیت حسگرها

حسگرهای تعبیه شده برای گرفتن داده‌هایی از جمله تابش، سرعت هوای محیط و درجه هوای محیط باید همانگونه که در بندهای پ-۲-۱-۳ تا پ-۲-۱-۸ توضیح داده شده، نصب شوند.

پ-۲-۱-۳ پیرانومتر[1] برای تابش نیم‌کره‌ای

پیرانومتر برای اندازه‌گیری تابش نیم‌کره‌ای باید در همان سطح هندسی که آرایه کلکتور هست، نصب شود. همچنین باید نزدیک به بالاترین بخش آرایه کلکتور نصب شود. اگر آرایه‌های بیشتری در جهت‌های مختلف وجود داشته باشد، آزمون‌گر تصمیم می‌گیرد که تابش برای هر آرایه اندازه‌گیری شود یا مبنای محاسبه بر پایه اندازه‌گیری‌های سطح افقی باشد.

پ-۲-۱-۴ پیرانومتر برای تابش‌های پراکنده

پیرانومتر برای اندازه‌گیری تابش‌های پراکنده خورشید باید در همان سطح هندسی که آرایه کلکتور هست، نصب شود. پیرانومتر باید نزدیک به بالاترین بخش آرایه کلکتور نصب شود.

برای آرایه‌های کلکتور واقع شده غیر جنوبی (زاویه غیر جنوبی با بیش از ۱۰ درجه است) تابش پراکنده باید در سطح افق به جای سطح شیب‌دار اندازه‌گیری شود با یک پیرانومتر اضافه که برای اندازه‌گیری تابش کل استفاده شود. نسبت تابش پراکنده در سطح شیب‌دار بر اساس نسبت اندازه‌گیری شده در سطح افقی محاسبه می‌شود.

پ-۲-۱-۵ درجه حرارت محیط

دمای محیط در مجاورت آرایه کلکتور باید اندازه‌گیری شود، اگر ممکن است، از حسگر دارای سایه و تهویه تقریبا یک متر بالای آرایه استفاده شود. بهتر است فاصله تا آرایه کلکتور کمتر از ۱٫۵ متر و بیشتر از ۱۰ متر نباشد.

---

1 - Pyranometer

حسگری که دمای محیط در مجاورت واحدهای ذخیره‌سازی را اندازه می‌گیرد باید به نحوی قرار داده شود که از تابش منابع گرمایی مانند مخازن، لامپ‌ها، گرم‌کننده‌های کمکی و... محافظت شود.

پ-۲-۱-۶ دمای سیال

حسگرها برای اندازه‌گیری دمای سیال باید در نزدیکترین مکان ممکن به ورودی و خروجی آرایه کلکتور و حلقه ورودی و خروجی مخزن نصب شوند. توصیه می‌شود دستگاه‌های مخلوط‌کن که سیالات را مخلوط می‌کنند، قبل از حسگر باشند. لوله‌کشی بین نقطه اندازه‌گیری و آرایه کلکتور یا مخزن به ترتیب، باید به خوبی با عایق جدا شوند.

یادآوری-اگر حسگرها به آرایه نزدیک باشند (یا به مخزن) و زوج حرارتی همراه آرایه (یا مخزن) وصل شوند حتی زمانی که هیچ چرخش سیالی نباشد، دقت اندازه‌گیری افزایش پیدا می‌کند.

پ-۲-۱-۷ حجم سنج سیال

حجم سنج سیال باید به طور مستقیم در سردترین قسمت حلقه (مثل خط آب سرد اصلی یا حلقه کلکتور یا آرایه کلکتور) نصب شود.

افت فشار اضافی که با نصب حجم سنج مایع و لوله‌های متصل به آن ایجاد می‌شود باید نسبت به افت فشار در باقی‌مانده حلقه هیدرولیک ناچیز باشد به طوری که نرخ جریان سیال با وجود یا عدم وجود حجم سنج یکسان باشد.

پ-۲-۱-۸ بادسنج

سرعت هوای اطراف باید بر روی یک سطح صاف (کمینه مساحت ۱m×۱m) ثابت شده در همان سطح پوشش قسمت جلویی آرایه کلکتور اندازه‌گیری شود. بادسنج باید تقریبا هم ارتفاع مرکز آرایه کلکتور قرار داده شود. ارتفاع بادنماها باید ۱۵ سانتی‌متر بالای سطحی باشند که بادسنج قرار داده‌شده است. بادسنج باید در نزدیک‌ترین مکان ممکن به آرایه کلکتور باشد، فاصله نباید از یک متر بیشتر باشد.

پ-۲-۲ دقت و تنظیم حسگرها

الزامات دقت حسگرها در استاندارد ISO 9459-5 شرح داده است که باید به طور دقیق تکمیل شود و روش اجرایی درجه‌بندی هم در آن استاندارد آمده است که باید انجام شود.

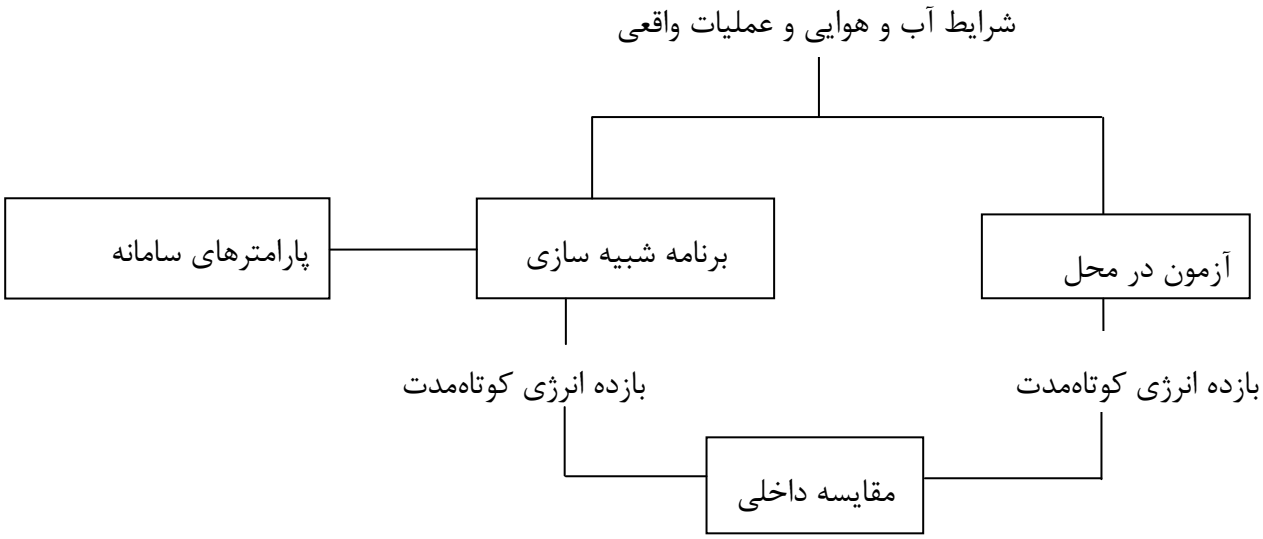
پ-۲-۳ جمع‌آوری و پردازش داده‌ها

داده‌های تعیین‌شده در جدول پ-۱ و جدول پ-۲ باید توسط داده‌بردار اندازه‌گیری و ضبط شوند. همه داده‌های اندازه‌گیری شده در یک سری آزمون نباید با فواصل زمانی بیش از مقدار مشخص‌شده درجدول پ-۱ یا جدول پ-۲ ثبت شوند.

پ-۳ بررسی عملکرد کوتاه‌مدت سامانه

پ-۳-۱ قاعده کلی

قاعده کلی این روش در شکل پ-۱ نشان داده‌شده است.



شکل پ-۱ - قاعده کلی بررسی عملکرد کوتاه‌مدت سامانه: بررسی و مقایسه داخلی افزایش انرژی مفید

قاعده کلی در این روش، مقایسه خروجی اندازه‌گیری شده سامانه گرمایش خورشیدی با مقدار پیش‌بینی شده توسط برنامه شبیه سازی است.

پارامترهای اجزای موردنیاز برای شبیه‌سازی عملکرد سامانه از اسناد سامانه یا داده‌های کارخانه بدست می‌آید. در صورت در دسترس نبودن می‌توان آن‌ها را برآورد کرد. باید با استفاده از داده‌های آب و هوا و شرایط عملیاتی سامانه گرمایش خورشیدی (مانند مشخصات خروجی، دمای آب اصلی و ...) که در بازه اندازه‌گیری رخ می‌دهد، شبیه‌سازی انجام شود.

یادآوری- مزیت اصلی این روش این هست که از اندازه‌گیری‌های پر هزینه اجتناب شده است. بنابراین، استفاده از این روش برای سامانه‌های کوچکتر که هزینه آزمون، عامل اصلی محسوب می‌شود، مناسب است.

داده‌های اندازه‌گیری موردنیاز در بند پ-۳-۲-۲ باید به طور مداوم تا زمانی که معیارهای پایان اندازه‌گیری که در بند پ-۳-۳ نشان داده‌شده، برآورده شوند. اندازه‌گیری‌ها باید در ستون"شرایط عملیاتی" سامانه قرار گیرند. "شرایط بهره برداری" در ادامه تعیین‌شده است:

- برای سامانه‌های آبگرم‌کن خورشیدی: باید حجم خروجی روزانه مصرفی بین ٪ ۵۰ تا ٪ ۱۵۰ حجم خروجی روزانه مربوطه مورد انتظار برای سامانه و/ یا توسط طراح سامانه گرمایش خورشیدی پیش‌بینی شده باشد.
- برای سامانه‌های گرمایش محیط: ظرفیت فضای انرژی خورشیدی باید بین ٪ ۵۰ تا ٪ ۱۵۰ فضای مربوط مورد انتظار برای سامانه تحت شرایط خاص آب و هوایی و سکونت در منزل باشد.

این روش قابل اجرا برای سامانه‌های پیش گرمایشی (مثل سامانه‌های بدون منبع انرژی کمکی داخل مخزن) و برای مخزن بدون حلقه چرخشی می‌باشد.

هرچند، ممکن است سامانه‌هایی با منبع گرمایش کمکی و حلقه گردش، اگر موارد زیر رعایت شوند، همانگونه رفتار کنند:

- عدم قطعیت اندازه‌گیری برای گرم‌کننده کمکی، اگر گرم‌کننده‌های الکتریکی تماسی استفاده شده است باید بهتر از ٪ ۲ باشد. برای دیگر انواع گرم‌کننده کمکی عدم قطعیت اندازه‌گیری باید بهتر از ٪ ۵ باشد.
- عدم قطعیت اندازه‌گیری برای افت توان حرارت در حلقه گردشی باید بهتر از ٪ ۳ باشد.
- حلقه گردشی وابسته به مخزن خورشیدی(یا بخشی از آن) نیست، ازاین رو حرارت از گرم‌کننده کمکی نمی‌تواند به مخزن خورشیدی(یا بخشی از آن) منتقل شود.

پ-۳-۲ اندازه‌گیری افزایش انرژی سامانه

پ-۳-۲-۱ آماده‌سازی[1]

برای شبیه‌سازی پویای عملکرد سامانه، حجم انرژی اولیه مخزن(به‌عنوان‌مثال دمای مخزن اصلی) یکی از ورودی‌های موردنیاز است. همانطور که باید از اندازه‌گیری داخل مخزن اجتناب کرد، حالت اولیه مخزن ممکن است با آماده‌سازی مخزن اجباری یافت شود یا ممکن است بر اساس اندازه‌گیری دمای سیال در ورودی کلکتور (لوله‌ای که از پایین‌ترین بخش اتصالات مخزن خارج می‌شود) و تخلیه ورودی/خروجی (برای سامانه‌های آبگرمکن) تخمین زده شود.

برای به حداقل رساندن تاثیر خطا در تعیین محتوای انرژی اولیه مخزن(ها)، آماده‌سازی باید درصورت امکان، قبل از اندازه‌گیری‌های متوالی انجام شود.

دوره آماده‌سازی شامل تخلیه حداقل سه مخزن حجمی می‌باشد. تخلیه باید در شب یا در طول روز زمانی حداقل تابش نیمکره باشد، انجام شود، به عنوان مثال کمتر از $۲۰۰ W/m^2$.

1- Conditioning

یادآوری: به خاطر هزینه بالای آب، از آماده‌سازی باید تا زمانی که سطح انرژی اولیه مخزن تقریبا برآورد شود اجتناب شود. به عنوان مثال اگر میزان مصرف بار روزانه بیش از حجم مخزن شد و بعد از چند روز (دو یا سه) از روند اندازه‌گیری، تابش روزانه به کمتر از $5MJ/(m^2 \times d)$ برسد.

آماده‌سازی فقط زمانی عملی است که حجم مخزن کمتر از $5m^3$ باشد. اگر آماده‌سازی انجام نشده، سطح انرژی اولیه مخزن باید با استفاده از دمای تخلیه مخزن و دمای مایع ورودی کلکتور به وسیله مدل خاصی از ذخیره‌سازی(با در نظر گرفتن اثر لایه بندی) تخمین زده شود.

پ-۳-۲-۲ اندازه‌گیری

داده‌های اندازه‌گیری که در جدول پ-۱ نشان داده شده‌اند باید مرتب به وسیله داده‌بردار ثبت شوند.

جدول پ-۱ متغیرهای اندازه‌گیری شده و بیشینه فواصل نمونه گیری متناظر

نماد	یکا	متغیر	بیشینه فاصله نمونه گیری s
v_{CW}	°C	دمای آب اصلی	۵
v_s	°C	دمای خروجی مخزن	۵
V_S	m^3/S	حجم خروجی سیال از مخزن	۵
G_g, G_h	W/M^2	تابش کره‌ای یا نیم کره‌ای	۵
G_d	W/M^2	پراکندگی تابش خورشیدی	۵
v_a	°C	دمای هوای اطراف کلکتور	۳۰
$v_{s,amb}$	°C	دمای هوای اطراف مخزن	۳۰
P_{aux}	W	انرژی کمکی	۵
P_{rc}	W	توان از دست دادن گرمای حلقه	۵
یادآوری: بهتر است ابزار یکپارچه برای مقادیر توان کمکی، کاهش گردش و خروجی استفاده شود.			

پ-۳-۳ معیارهای پایان دادن آزمون

برای پایان دادن به آزمون، معیارهای زیر باید برآورده شوند:

- تابش یکپارچه بعد از توالی اندازه‌گیری باید بیشتر از $۱۵۰\ MJ/m^2$ باشد.
- حداقل ۵۰ درصد تابش باید در فواصل زمانی با درخشندگی بیش از $۵۰۰\ W/m^2$ رخ دهد.

باتوجه به خطای احتمالی در برآورد میزان انرژی اولیه در مخزن، دو روز اول از اندازه‌گیری نباید در نظر گرفته شود.

پ-۳-۴ شبیه‌سازی افزایش انرژی مفید سامانه با استفاده از داده قطعات

عملکرد سامانه می‌تواند به‌وسیله یک برنامه شبیه‌سازی معتبر پیش‌بینی شود.

پارامترهای مخزن و کلکتور باید در اسناد سامانه در دسترس باشند.

اگر داده برای دیگر اجزای سامانه مثل لوله‌کشی، مبدل گرمایی خارجی و غیره در اسناد سامانه موجود نبودند، اطلاعات داده‌شده توسط کارخانه باید مورد استفاده قرار گیرند.اگر داده‌ها در دسترس نبودند باید تخمین زده شوند.

عملکرد سامانه، به عنوان مثال افزایش انرژی مفید می‌تواند، برای آب و هوا و شرایط بار دیده شده، در دوره مشاهده،پیش‌بینی شود.

پ-۳-۵ مقایسه اندازه‌گیری‌ها با داده‌های شبیه‌سازی شده

افزایش انرژی مفید ارائه شده توسط مخزن، در طی دوره آزمون، باید با داده‌های دیده شده بصورت روزانه مقایسه شود.

سامانه گرمایش خورشیدی تحت آزمون درنظر گرفته شده همانگونه که در برنامه شبیه‌سازی پیش‌بینی شده رفتار می‌کند، اگر تفاوت (بر اساس مقادیر روزانه) بین انرژی سامانه مشاهده شده و پیش‌بینی شده از ٪ ۱۰ بیشتر نباشد.

چون خطاهایی در تعیین سطح انرژی اولیه مخزن ممکن رخ دهد، سه روز اول اندازه‌گیری نباید در نظر گرفته شوند.

مقایسه بصورت روزانه باید فقط برای روزهایی انجام شود که خطا در تعیین سطح انرژی اولیه مخزن در ابتدای توالی اندازه‌گیری‌ها را بتوان نادیده گرفت و علاوه بر آن اگر پرتوافکنی روزانه از MJ/m^2 ۱۵ بیشتر شود.

در نهایت، تفاوت بین افزایش انرژی مفید پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده در پایان دوره مشاهده کامل (به استثنای سه روز ذکر شده در بالا) نباید از ٪ ۱۰ نسبت به افزایش انرژی مشاهده شده بیشتر شود.

پ-۳-۶ گزارش آزمون

توصیه می‌شود گزارش آزمون شامل موارد زیر باشد:

الف- شرح تفصیلی از قطعات و پیکربندی سامانه؛

ب- روش پیش‌بینی استفاده شده: برنامه شبیه‌سازی مورد استفاده باید مشخص و فایل ورودی نیز پیوست شود؛

پ- داده‌های آب و هوایی و بار گرمایش محیط و یا مشخصات آب گرم درخواستی: فایل(های) شامل داده‌هایی درباره مشاهده عملکرد سامانه باید پیوست شود؛

ت- انرژی خورشیدی خروجی پیش‌بینی شده از سامانه گرمایش خورشیدی: خروجی روزانه پیش‌بینی شده(توسط برنامه شبیه‌سازی) همان گونه که مشاهده شده باید توسط نمودار و جدول نمایش داده شود؛

ث- لیست تجهیزات اندازه‌گیری و حسگرها، به همراه دقت مربوط؛

ج- بیان دلایل ممکن برای اختلاف توان پیش‌بینی شده با توان مشاهده شده.

پ-۴ آزمون کوتاه‌مدت برای پیش‌بینی عملکرد بلندمدت سامانه

پ-۴-۱ کلیات

عملکرد سامانه‌های آبگرم‌کن خورشیدی بزرگ و گرمایش محیط به پارامترهای طراحی و آب و هوای مختلف و شرایط عملیاتی بستگی دارد. به عنوان مثال تابش، دمای محیط، سرعت باد، و سیال. برای بررسی عملکرد بلندمدت سامانه و شناسایی منابع خرابی سامانه، در درجه اول لازم است:

الف- انرژی ارائه شده توسط آرایه کلکتور را بررسی کنید،

ب- تعادل انرژی در طول مجرا(ها)ی ذخیره‌سازی را بررسی کنید، در صورت امکان،

پ- مهمترین پارامترهای سامانه را شناسایی کنید.

یادآوری- در حالت ایده‌آل، هم پارامترهای کلکتور و هم مخزن باید تحت شرایط در محل شناسایی شوند. متاسفانه، سطح تکنولوژی اجازه نتایج دقیق و مکرر در آزمون در-محل مجاری ذخیره‌سازی را نمی‌دهد. بنابراین در این استاندارد، آزمون کوتاه‌مدت سامانه به موارد الف و ب موارد بالا و شناسایی فقط پارامتر های آرایه کلکتور محدود شده است.

مدل شبیه‌سازی شده مخزن با بررسی تعادل انرژی مخزن تایید می‌شود، هنگامیکه پارامترهای آرایه کلکتور به طور مستقیم شناسایی شده باشند. با پارامترهای شناسایی شده کلکتور و مدل مخزن تأیید اعتبار شده، هر دو پیش‌بینی عملکرد بلندمدت سامانه و پیدا کردن منابع خراب سامانه امکان‌پذیر است.

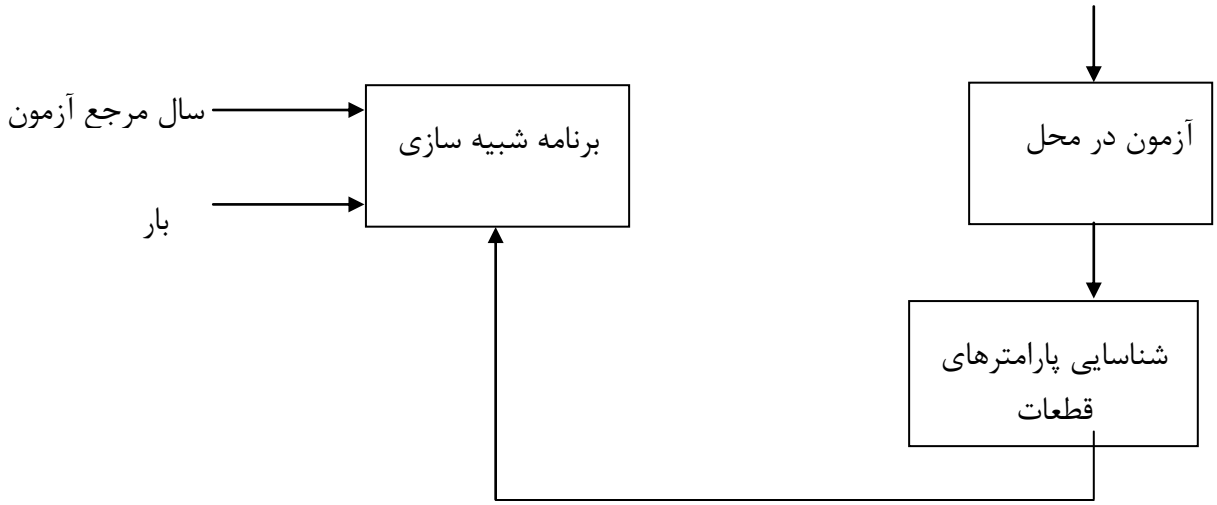
برای اطلاعات بیشتر به مرجع ۱۴ کتابنامه مراجعه شود.

پ-۴-۲ قاعده کلی

قاعده کلی روش در شکل پ-۲ نشان داده‌شده است.

داده‌های اندازه‌گیری باید تحت عملیات غیر ثابت جمع‌آوری شوند. طیف گسترده‌ای از نمونه شرایط عملیات برای سامانه در حال آزمون باید پوشش داده شود.

اندازه‌گیری داده‌ها همان گونه که در بند پ-۴-۳-۲ خواسته شده باید مرتب در بیش از یک بازه زمانی خاص قرار گیرد تا زمانی که معیار پایان اندازه‌گیری که در بند پ-۴-۴ معرفی شده بدست آید. اندازه‌گیری باید تحت "شرایط عملیاتی" سامانه، مطابق با بند پ-۳-۱ انجام شود.



شکل پ-۲- قاعده کلی آزمون‌های کوتاه‌مدت و پس از آن پیش بینی عملکرد طولانی مدت سامانه

پس از رسیدن به معیارها برای پایان آزمون، پارامترهای آرایه کلکتور باید تعیین شوند. پس از آن پارامترهای تعیین‌شده برای پیش‌بینی عملکرد بلندمدت سامانه استفاده می‌شوند. داده‌های ورودی محلی مقادیر ساعات روز داده‌های هواشناسی هستند که در دسترس هستند مانند سال مرجع آزمون (TRY[1]) و داده‌های بارگذاری شده مخصوص سامانه آزمون شده هستند.

پ-۴-۳ اندازه‌گیری‌ها

پ-۴-۳-۱ آماده‌سازی

به بند پ-۳-۲-۱ مراجعه شود.

پ-۴-۳-۲روش اجرایی

در طول دوره پایش، داده‌های اندازه‌گیری مشخص‌شده در جدول پ-۲ باید مرتب ثبت شوند.

1- Test Reference Year

جدول پ-۲ - متغیرهایی که باید در طول آزمون سامانه متناظر با حداکثر فاصله نمونه‌گیری اندازه‌گیری شوند

نماد	یکا	متغیر	بیشینه فاصله زمانی نمونه‌گیری
ν_{cw}	°C	دمای آب اصلی	۵
S	°C	دمای تخلیه مخزن	۵
rci	°C	دمای سیال در حلقه گردشی ورودی	۵
rce	°C	دمای سیال در حلقه گردشی خروجی	۵
ci	°C	دمای سیال ورودی کلکتور	۵
co	°C	دمای مایع خروجی کلکتور	۵
Vc	m^3/s	نرخ حجمی سیال در حلقه کلکتور	۵
Vrc	m^3/s	نرخ حجمی سیال در حلقه گردشی	۵
Vs	m^3/s	نرخ حجم جریان خروجی از مخزن	۵
Gh	W/m^2	تابش نیم‌کره‌ای روی صفحه شیب‌دار	۵
Gg	W/m^2	تابش کل خورشید بر صفحه افق (اختیاری)	۵
Gd	W/m^2	تابش پراکنده خورشیدی روی صفحه شیب‌دار	۵
a	°C	دمای هوای اطراف کلکتور	۳۰
S,amb	°C	دمای هوای اطراف مخزن	۳۰
v	m/s	سرعت جریان هوای محیط	۱۰
Paux	W	توان کمکی	۱
یادآوری- بهتر است ابزار یکپارچه برای توان کمکی و نرخ جریان استفاده شود.			

مقادیری که برای تعیین قدرت سامانه مورد نیاز هستند، مانند تفاوت دما، نرخ حجمی خروج مایع و انرژی کمکی، باید با دوره‌های کمتر از یک ثانیه گرفته شوند. داده‌های دیگر متغیرها باید در دوره‌های حداقل ۳۰ ثانیه‌ای برای پردازش‌های بعدی گرفته شوند.

مقدارهای نمونه باید مرتبا یکپارچه شده و میانگین آن‌ها گرفته شود.

مقادیر یکپارچه برای هر متغیر باید در یک دوره محاسبه ثبت و ذخیره شود.

حداکثر فاصله ثبت باید یک دقیقه باشد. فاصله ضبط داده‌ها ممکن است در طول سری‌های اندازه‌گیری متفاوت باشد.

مشاهده آرایه کلکتور و جمع‌آوری داده‌ها باید تا زمانی ادامه پیدا کند که معیارهای پایان آزمون توصیف شده در بند پ-۴-۴، برآورده شود.

پ-۴-۴ معیارهای پایان آزمون

به دلیل امکان بررسی تعادل انرژی مخزن و افزایش انرژی آرایه کلکتور، لازم است جمع‌آوری داده‌ها به طور مداوم در یک دوره زمانی خاص با شرایط آب و هوایی رضایت بخشی انجام گردد.

اولین معیار برای پایان آزمون برای الزامات آب و هوایی در حین آزمون به کار می‌رود. شرایط آب و هوایی غالب در حین آزمون در زیر معرفی شده‌اند:

الف- مجموع تابش در حین آزمون باید بیشتر از MJ/m^2 ۲۰۰ باشد.

ب- مجموع زمانی که تابش بیشتر از MJ/m^2 ۵۰۰ است باید از ٪۵۰ کل زمان آزمون بیشتر باشد.

دومین معیار برای شرایط عملیاتی کلکتور به کار می‌رود که برای شناسایی دقیق پارامترهای کلکتور لازم است. این شرایط عملکرد عمومی به طور کامل توسط چهار متغیر محرک معرفی می‌شوند:

پ- تفاوت میان دمای مایع کلکتور اصلی، ϑ_m و دمای اطراف کلکتور، ϑ_a ،

ت- دما کاهش یافته $T^* = (\vartheta_m - \vartheta_a)/C_h$

ث- سرعت هوای محیط

ج- زاویه تلاقی تابش مستقیم خورشید روی صفحه کلکتور

محدوده سرعت باد به آب و هوای منطقه‌ای که سامانه تحت آزمون در آنجا واقع شده است، بستگی دارد. محدوده بررسی شده در حین آزمون باید نمایانگر آن آب و هوا باشد.

الزامات محدوده تغییرات برای دیگر متغیرهای محرک در جدول پ-۳ فهرست شده‌اند.

جدول پ-۳- محدوده تغییرات متغیرهای محرک که باید در فضای آزاد بررسی شوند

متغیر محرک	محدوده خواسته شده متغیر
$\vartheta_m - \vartheta_a$ (while $G_h > 500\ W/m^2$)	۱۰ K تا ۴۵ K یا ۶۵ K [a]
دمای کاهش یافته T^* ($G_h > 500\ W/m^2$)	۰٫۰۲ $m^2 \times K/W$ تا ۰٫۱۲ $m^2 \times K/W$ یا ۰٫۲ $m^2 \times W/K$ [a]
زاویه تلاقی تابش مستقیم خورشید	۱۰° تا ۷۰°
[a] در صورت امکان، توصیه می‌شود محدوده خواسته شده متغیر تا این مقدار افزایش یابد.	

پ-۴-۵ شناسایی پارامترهای آرایه کلکتور

بهتر است از مدل تئوری کلکتور(مدل آزمون کلکتور پویا) همانگونه که در استاندارد EN 12975-2 تعریف شده است، استفاده شود.

شناسایی پارامترهای مدل تئوری باید توسط یک ابزار ریاضی مناسب برای شناسایی پارامترها همانگونه که در استاندارد EN 12975-2 تعریف شده است (مدل آزمون کلکتور پویا) انجام شود.

پارامترهای آرایه کلکتور که توسط برنامه شناسایی پارامتر تعیین شده‌اند بهتر است با یکدیگر فهرست شوند و انحراف استاندارد آن‌ها هم مشخص شود.

پ-۴-۶ معیارهای پذیرش نتایج آزمون

پ-۴-۶-۱ کلیات

هدف اصلی آزمون، فراهم ساختن پیش‌بینی عملکرد بلندمدت سامانه تحت شرایط آب و هوایی و بار واقعی می‌باشد.

پیش‌بینی‌های نادرست عملکرد بلندمدت سامانه بیشتر به دلایل زیر اتفاق می‌افتد:

الف- محاسبه نادرست تابش روی صفحه شیب‌دار

ب- آرایه کلکتور انرژی کافی که مد نظر طراح بوده را دریافت نمی‌کند

پ- عملکرد مخزن در محل با مدل طراحی شده همخوانی ندارد.

برای حذف این منابع احتمالی خطا، معیارهای اصلی برای قبولی نتایج آزمون که در بندهای پ-۴-۶-۲ تا پ-۴-۶-۴ داده شده است، توصیه می‌شود تکمیل شوند.

اگر یکی از این معیارها مشاهده نشد، توصیه می‌شود مدل شبیه‌سازی مربوطه بررسی شود. اگر مدل شبیه‌سازی شده درست بود و هیچ خطایی در عملکرد سامانه پیدا نشد، آزمون باید برای دو روز دیگر ادامه پیدا کند (تابش روزانه بیشتر از ۱۲ $MJ/(m^2 \times d)$ باشد). این روش اجرایی باید تا مشاهده معیار مورد نظر ادامه پیدا کند.

پ-۴-۶-۲ تابش روی صفحه شیب‌دار

توصیه می‌شود فقط روزهایی که تابش بیشتر از ۱۲ $MJ/(m^2 \times d)$ باشد، در نظر گرفته شوند.

پ-۴-۶-۳آرایه کلکتور

انرژی تحویل داده‌شده توسط کلکتور(بر مبنای روزانه) نباید بیشتر از ۱۰درصد با انرژی پیش‌بینی شده توسط پارامترهای طرح آرایه کلکتور در طی شرایط عملیاتی حین آزمون تفاوت داشته باشد.

علاوه بر این، توصیه می‌شود پارامترهای شناسایی شده کلکتور به طور دقیق تعیین شوند. پارامترهای شناسایی شده اگر انحراف استاندارد آن‌ها بیشتر از مقادیر زیر نباشد، قابل قبول هستند:

- ۱۵٪ برای کل ضریب اتلاف گرما از آرایه کلکتور U_L

- ٪۲۰ برای اصلاح زاویه برخورد $K_{\tau\alpha}$
- ٪۱۰ برای ظرفیت گرمایی آرایه کلکتور C_c
- ٪۳ برای افت اولیه عملکرد آرایه کلکتور η_o

اگر انحراف استاندارد هر کدام از پارامترهای شناخته و فهرست شده در جدول پ-۴ بیشتر از مقدار مجاز روش اجرایی شناسایی بودند، توصیه می‌شود با استفاده از داده‌های ارزیابی شده معقول برای این پارامترها که در فرمول شماره ۳۲ استاندارد EN 12975-2:2006 داده‌شده، تکرار شوند. از این‌رو توصیه می‌شود پارامترهای باقی‌مانده فقط توسط روش اجرایی شناسایی محاسبه شوند.

جدول پ-۴ انحراف از استاندارد مجاز برای برای پارامترهای کلکتور کمکی

پارامتر	نماد [a]	انحراف استاندارد مجاز
دمای وابسته به ضریب اتلاف گرما	C2	٪۱۵
سرعت باد وابسته به ضریب اتلاف گرما	C3	٪۱۵
دمای آب و هوا وابسته به ضریب اتلاف گرما	C4	٪۵
سرعت باد وابسته به ضریب افت اولیه عملکرد کلکتور	C6	٪۱۵
[a] - مطابق با فرمول ۳۲ بند ۶-۳-۴-۸-۲ استاندارد EN 12975-2:2006		

پ-۴-۶-۴ مخزن

توصیه می‌شود انرژی تخلیه شده از مخزن (بر مبنای روزانه) بیشتر از ٪۱۰ انرژی پیش‌بینی شده با استفاده از پارامترهای طراحی مخزن در شرایط عملیاتی خاص در حین دوره آزمون تفاوت نداشته باشد. در اینجا، انرژی تحویل داده شده توسط آرایه کلکتور به عنوان متغیر اندازه‌گیری شده ورودی استفاده می‌شود.

پ-۴-۶-۵ بررسی نهایی

بعد از اینکه معیارهای پ-۴-۶-۲ تا پ-۴-۶-۴ برآورده شدند، مدل سامانه گرمایش خورشیدی کامل در مقایسه اندازه‌گیری‌ها، با افزایش انرژی مفید پیش‌بینی شده و توصیه می‌شود با استفاده از داده‌های زیر تایید اعتبار شود:

- داده‌های اجزا
- داده‌های آب و هوا (تابش روی صفحه افقی باید استفاده شود)
- شرایط بار که در حین آزمون تأیید اعتبار رخ داده است.

انرژی پیش‌بینی شده توسط شبیه‌سازی نباید بیستر از ٪۱۰ با انرژی خروجی اندازه‌گیری شده بر مبنای روزانه تفاوت داشته باشد.

پ-۴-۷ گزارش آزمون

توصیه می‌شود گزارش آزمون شامل موارد زیر باشد:

الف- شرح تفصیلی سامانه تحت آزمون؛

ب- شرح تفصیلی از آزمون نصب و مشخصات ابزار سنجش(سازنده و دقت)؛

پ- ارائه گرافیکی از افزایش انرژی اندازه‌گیری شده آرایه کلکتور و نیز پیش‌بینی استفاده از پارامترهای طراحی شده کلکتور؛

ت- ارائه گرافیکی از انرژی اندازه‌گیری شده مجرا(ها)ی مخزن، تحویل داده‌شده به مصرف کننده و نیز پیش‌بینی استفاده از پارامترهای طراحی شده مخزن؛

ث- پارامترهای شناسایی شده از آرایه کلکتور با خطاهای استاندارد مرتبط و ماتریس همبستگی آن‌ها در صورت در دسترس بودن. همچنین مقایسه با پارامترهای طراحی آرایه کلکتور بهتر است اشاره شود؛

ج- فایل‌های داده‌ها و فایل(ها) حاصل از ارزیابی داده‌های آماری روی یک وسیله ذخیره داده (مثل دیسکت).

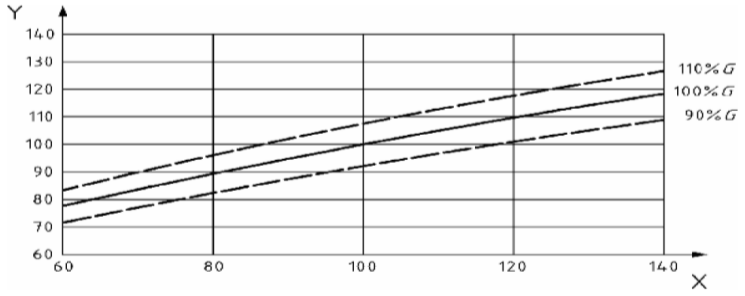
یادآوری- بند ۸ اطلاعات بیشتری درباره محتویات گزارش آزمون ارائه می‌دهد.

پ-۴-۸ پیش‌بینی بهره سالانه سامانه

بر اساس داده‌های اجزا (هم اندازه‌گیری در محل و هم داده‌های کارخانه) شبیه‌سازی جرئی باید توسط یک برنامه کامپیوتری مشابه بند ۴-۶ با استفاده از حجم بار و مشخصات واقعی و مرجع آزمون سال برای یک مکان خاص انجام شود.

علاوه براین، شبیه‌سازی با سطح بار مختلف از ٪ ۷۰ تا ٪ ۱۲۰ میزان واقعی وتابش سالانه ٪ ۹۰ تا ٪ ۱۱۰ میزانی که در مرجع آزمون سال آمده است، اجرا می‌شود.

یادآوری: شکل پ-۳ یک مثال از عملکرد پیش‌بینی شده وابسته به سطح بار و تابش ارائه می دهد.



راهنما:

محور X فاکتور مقیاس بار به درصد

محور Y خروجی به درصد

شکل پ-۳ مثالی از عملکرد پیش‌بینی شده وابسته به سطح بار و تابش برای سامانه آبگرمکن خانگی

پیوست ت

(اطلاعاتی)

پایش بلندمدت

ت-۱ کلیات

پایش بلندمدت را شرکت راه‌انداز سامانه گرمایش خورشیدی پس از راه‌اندازی ارائه می‌دهد (در زیر به عنوان "مشتری" ارجاع شده) که یک ابزار ساده پایش بر:

- برای تعیین سهم انرژی خورشیدی به بار حرارتی کل،
- برای به دست آوردن نشانه اختلال در عملکرد یا خرابی در سامانه گرمایش خورشیدی.

هدف نهایی بلندمدت حداکثر کردن بهره از سرمایه‌گذاری اولیه خورشیدی و همچنین کمینه‌سازی مصرف انرژی کمکی و اثرات زیست محیطی ناشی از آن می‌باشد.

پایش طولانی مدت به یک سامانه گرمایش خورشیدی که بسیار شبیه به یک کارخانه گرمایشی است. این پیوست، به جنبه‌های خاص انرژی خورشیدی تاکید می‌کند.

به منظور کاهش هزینه‌های پایش بلندمدت تا حدی که ممکن است، مقادیر کلیدی فیزیکی تحت پایش باید به‌طور مداوم یکپارچه شوند، و ارقام نشان داده‌شده توسط انتگرال‌گیرها باید در فاصله‌های زمانی منظم ثبت شوند (با فواصل زمانی پایش بیشتر به صورت تصادفی).

داده‌های که بهتر است پایش شوند شامل:

- تابش نیم‌کره‌ای خورشید روی صفحه آرایه(های) کلکتور؛
- مجموع بارهای آن قسمت از سامانه که انرژی خورشیدی را تهیه می‌کند؛
- سهم خورشید در سامانه گرمایش خورشیدی.

رابط کاربری که در آن گرما از قسمت خورشیدی به بخش معمولی از سامانه (به عنوان مثال سهم خورشیدی) منتقل و اندازه‌گیری می‌شود، باید به صورت جداگانه برای هر سامانه بسته به طرح‌های هیدرولیک و مفهوم کنترل، تعیین شود.

یادآوری۱: همیشه ممکن است که مقادیر فیزیکی بیشتری به برنامه اندازه‌گیری داد، اولویت بالاتری برای برخی از آن‌ها بر اساس اهداف نظارت اضافی در نظر گرفت. در این صورت، اضافه شده‌ها (در مقایسه با این پیوست) باید کاملا ثبت شوند.

پایش بلندمدت زمانی آغاز می‌شود، که عملکرد مورد انتظار سامانه توسط آزمون کوتاه‌مدت سامانه بر اساس پیوست پ تأیید شود.

روش اجرایی پایش برای سامانه‌های خیلی بزرگ با ذخیره کوتاه‌مدت شرح داده شده است (کلاس A یا B مطابق با بند ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳).

یادآوری۲- ویرایش‌های بعدی برای این استاندارد ممکن است مدل های دیگر سامانه را در نظر بگیرد، مانند ذخیره‌سازی فصلی، وقتی که تجربه بیشتری برای آن مدل‌ها در دسترس باشد.

پ-۲ نمودار ارزیابی

نمودار ارزیابی نموداری است که سهم خورشید در سامانه گرمایش خورشیدی به عنوان یک تابع از تابش خورشید در سطح کلکتور در سطوح مختلف بار را نشان می‌دهد.

آن باید به‌عنوان مرجعی برای ارزیابی بازده سامانه استفاده شود (به پ-۴ مراجعه شود). نمودار ارزیابی باید در زمان طراحی آماده شود و همراه اسناد فنی سامانه به مشتری تحویل داده شود.

این نمودار شبیه تعادل انرژی سامانه بدست می‌آید و باید بر اساس داده‌های آب و هوایی و پیش فرض بار یکسان باشد (به بند ۶-۸-۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۰۶: سال ۱۳۹۳ مراجعه شود).

نمودار ارزیابی باید گرایش‌های متفاوت از اختلاف سهم خورشید به‌عنوان تابعی از سطح بار و پارامترهای دیگر را نشان دهد که ممکن تاثیر زیادی روی بازده سامانه داشته باشند.

یادآوری- محدوده اختلاف سطح بار باید ٪ ۷۰ تا ٪ ۱۲۰ مقدار اسمی استفاده‌شده برای ابعاد باشد.

داده‌های هفتگی برای نمودار ارزیابی ترجیح داده می‌شوند، که آن‌ها با بیشتر فواصل زمانی متداول و مورد استفاده در پایش نیروگاه گرمایشی مطابقت دارند. هرچند، داده‌های روزانه و ماهانه هم ممکن است در نمودار رسم شوند.

اگر داده‌های بازده ماهانه در زمان طراحی بدست آمده باشند، امکان تبدیل به مقادیر میانگین هفتگی برای ماه مربوطه، فقط به منظور نمایش در داده‌های هفتگی در نمودار ارزیابی را دارند. به طور مشابه، مقادیر روزانه، ممکن است به داده‌های هفتگی در نمودار ارزیابی گروه‌بندی شوند.

در نهایت مقادیر آزمون کوتاه‌مدت مطابق با پیوست پ، مربوط به هر فاصله زمانی، ممکن است به مقادیر(میانگین) هفتگی تبدیل شوند و در نمودار ارزیابی نمایش داده شوند.

ت-۳ تجهیزات پایش

تجهیزات پایش شرح داده‌شده در اینجا در پایین‌ترین سطح ممکن از ابزار به منظور به کمینه‌سازی هزینه‌ها، نگه داشته شده است. از این رو، روش‌های ساده ارزیابی انتخاب شده‌اند (به بند ت-۳ مراجعه شود).

اغلب تجهیزات پیچیده با وضوح زمان بالاتر، مقادیر فیزیکی کمکی برای پایش و/یا جمع‌آوری و نمایش داده به صورت خودکار، همیشه ممکن است. نمودار ارزیابی باید در همان زمان طراحی کامل شود. دست‌کم تمام داده‌های در نظر گرفته شده در نمودار باید پایش شوند و بیشتر داده‌های پایش شده باید در نمودار قرار داده شوند.

ساده‌ترین تجهیزات پایش شامل:

- گرماسنج برای اندازه‌گیری بار گرمای سامانه. اگر انرژی خورشیدی فقط برای یک بخش از سامانه تهیه می‌شود ، به عنوان مثال برای تهیه آب گرم، بار از این بخش باید پایش شود،
- یک گرماسنج برای اندازه‌گیری انرژی تهیه شده خورشیدی مرتبط با بار گرمای پایش شده‌ی بالا،
- یک جمع‌کننده برای تابش خورشید روی صفحه کلکتور. اگر نوع متفاوتی از کلکتور همراه سامانه وجود داشت، تابش خورشید می‌تواند روی دیگر صفحات اندازه‌گیری شود و بر اساس خواسته مشتری در نمودار ارزیابی لحاظ شود.

ابزار استفاده شده در پایش بلندمدت، بخش جدایی‌ناپذیر سامانه است، بخشی که از ابتدایی‌ترین مراحل طراحی شامل سامانه می‌شود. اگر به طور مناسب پیش‌بینی شده باشد، همچنین ممکن است برای تنظیم در زمان بهره‌برداری اولیه استفاده شود.

ت-۴ تجزیه و تحلیل داده‌ها

توصیه می‌شود داده‌های پایش شده برای مقایسه چشمی مستقیم با مقادیر مورد انتظار در نمودار ارزیابی درج شوند. برای تفسیر آن‌ها، توصیه می‌شود سطوح بار متفاوت همچنین دیگر پارامترهای موجود در نمودار ارزیابی (به بند ت-۲ مراجعه شود) در نظر گرفته شود. این سامانه درصورتی که داده‌های پایش شده با مقادیر داده شده توسط نمودار ارزیابی در محدوده دقت مورد توافق مشتری، متناسب باشند درست کار می‌کند. اگر اختلاف بزرگتر مشاهده می‌شود، شواهدی برای نقص و یا افت سامانه گرمایش خورشیدی وجود دارد.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

تعیین اتلاف آب

یادآوری- در حال حاضر، چندین روش اجرایی برای تعیین میزان اتلاف آب درحال تدوین هستند. یک مرجع برای یک روش اجرایی مناسب معرفی خواهد شد.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

کتابنامه

[1] John A. Duffie and William A. Beckman: Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley Interscience ed., 1991

[2] R. Perez, R. Stewart, C. Arbogas, R. Seals and J. Scott: An anisotropic hourly diffuse radiation model for sloping surfaces: Description, performance validation, site dependency evaluation. Solar energy, 36, 6, 481-497, 1986

[3] R. Perez, R. Seals, P. Ineichen, R. Stewart and D. Menicucci: A new simplified version of the Perez Diffuse Irradiance Model for tilted surfaces. Solar energy, 39, 3, 221-231, 1987

[4] R. Perez, P. Ineichen, R. Seals, J. Michalsky, R. Stewart: Modelling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. Solar energy, 44, 5, 271-289, 1990

[5] R. Perez, P. Ineichen, E. Maxwell, R. Seals and A. Zelenka: Dynamic models for hourly global-to-direct irradiance conversion. Proc. of the ISES world congress; Vol. 2, Denver, USA, 1991

[6] U. Frei, J. Keller and R. Brunner: Inspection Procedure for Solar Domestic Hot Water Heating Systems. International Energy Agency, Solar Heating and Cooling Programme, Report No. T.3.E.2, edited by J.-M. Suter, April 1990 (available from the Swiss Federal Office of Energy, Bern)

[7] G. Brouwer and J.H. Liefting: Guaranteed Solar Results for Collective Solar Hot Water Installations in the Netherlands. EC ALTENER Project, Proceedings of the conference "EuroSun '96", 16-19.9.1996, Freiburg, Germany

[8] M. Bosanac and J.E. Nielsen: Guaranteed Yields of Solar Hot Water Systems under Reference Conditions. Danish Technological Institute, Final Report to ALTENER EU Project, Feb. 1996

[9] M. Bosanac and J.E. Nielsen: In-Situ Check of Collector Array Performance. Solar Energy, Vol. 59 (1997), pp. 135.142

[10] M. Bosanac, J.E. Nielsen and H.D. Stein: Sources of the Inaccuracies of the ISO CD9459/5. Final Report of IEA Task XIV, November 1996.

[11] DIN 43, Elektrische Temperaturaufnehmer, September 1987

[12] DIN IEC 751, Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Messwiderstände, December 1990

[13] BS 5918:1989, British Standard Code of practice for Solar Heating Systems for domestic hot water. Appendix G: "Methods of testing for differential temperature control systems"

[14] J. Dahm: Evaluation of a Solar Heating System for a Small Residential Building Area. Document D39:1997, Dpt. of Building Services Engineering, Chalmers University of Technology

[15] Weiss, W. (ed), Bales, Ch., Drück, H., et al.: Solar Heating Systems for Houses, A Design Handbook for Solar Combisystems, International Energy Agency (IEA), James & James (Science Publishes), 2003, London, ISBN: 1902916468

[16] EN 60335-2-21:2003, Household and similar electrical appliances . Safety Part 2-21: Particular requirements for storage water heaters (IEC 60335-2-21:2002, modified)

[17] S. Laipple: Influence of tapping time on system performance. 8th Solar Keymark Network Meeting, item 17, document no. SKN N0124R0, March 2010 (available from the Solar Keymark Network)