



کلکتورها و آبگرمکن های خورشیدی

دکتر فرزاد جعفر کاظمی

بهار ۱۳۹۵

www.jafarkazemi.com

<http://mohandes-iran.com>



صفحه اصلی ▶ انرژی خورشیدی ▶ مطالب آموزشی

نمایش تعداد 100 ▼

جستجو در مطالب سایت

واژه مورد نظر...

شماره	پیوند
1	📄 کتاب مرجع شماره یک
2	📄 کتاب مرجع شماره دو
3	📄 قالب مقاله برای درس کاربردهای انرژی خورشیدی
4	📄 فایل مطالب ارائه شده در کلاس - بخش دوم (محاسبات هندسی و اصول تابش خورشیدی)
5	📄 فایل مطالب ارائه شده در کلاس (فوتو ولتائیک)
6	📄 فایل مطالب ارائه شده در کلاس (کلکتورهای خورشیدی و آبگرمکن های خورشیدی)
7	📄 فایل مطالب ارائه شده در کلاس (سایر کاربردهای حرارتی)
8	📄 فایل مطالب ارائه شده در کلاس (سایر کاربردهای الکتریکی)
9	📄 Solar Energy Application - Part1
10	📄 Solar Energy Application - Part2

- صفحه اصلی
- رزومه تحصیلی و شغلی
- انرژی خورشیدی**
- تبرید و تهویه مطبوع
- ابزار دقیق و اتوماسیون
- بهینه سازی مصرف انرژی
- روش تحقیق
- مباحث منتخب در انرژی
- آموزش مجازی
- سخنرانی ها
- نرم افزارها
- نقشه سایت

کاربرد آبگرمکن های خورشیدی در روستاهای ایران



استفاده از آبگرمکن خورشیدی در شهرهای ایران



کاربرد آبگرمکن های خورشیدی در شهرهای ایران



Kerman, Iran

Source: <http://solarpolar.ir>

انواع کلکتورها و آبگرمکن های خورشیدی موجود در بازار ایران

□ محصولاتی که کاملا در داخل تولید می شوند.

□ محصولاتی که به طور کامل وارد می شوند.

□ محصولاتی که ترکیبی از اجزای وارداتی و اجزای تولید در داخل هستند.

برخی از سازندگان نیز ممکن است

ترکیبی از محصولات مختلف ذکر شده در بالا را ارائه دهند.

برخی از تامین کنندگان سیستم های خورشیدی در ایران



آشنایی با کلکتورها و آبگرمکن های خورشیدی

انواع آبگرمکن های خورشیدی

صفحه تخت لوله خلاء	دسته بندی بر حسب نوع کلکتور
بدون پمپ یا ترموسیفون پمپ دار یا جریان اجباری	دسته بندی بر حسب نوع ایجاد جریان
مستقیم غیر مستقیم	دسته بندی بر حسب نوع تماس بین دو سیال
بدون هیتر کمکی با هیتر کمکی الکتریکی با کویل حرارتی کمکی	دسته بندی بر حسب نوع سیستم کمکی

انواع کلکتورهای خورشیدی

کلکتور لوله خلاء



کلکتور صفحه تخت



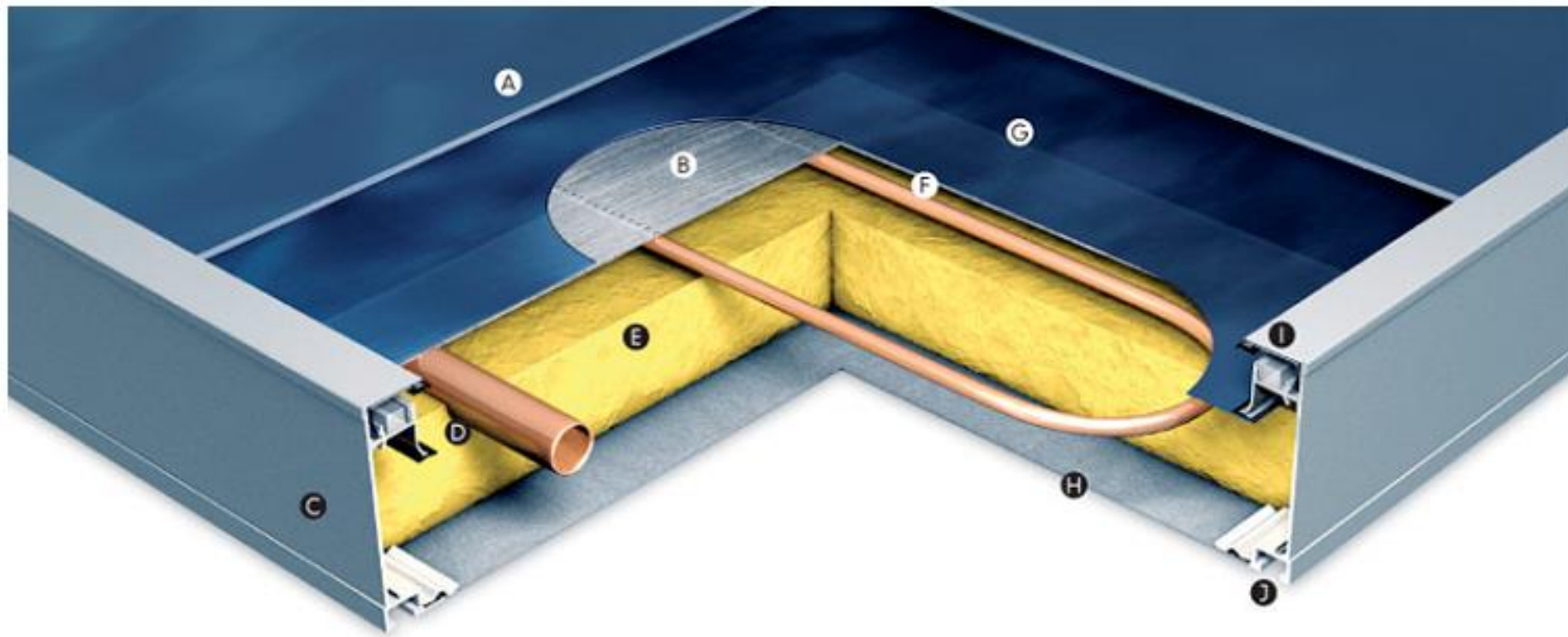
دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب نوع کلکتور

آبگرمکن خورشیدی با کلکتور لوله خلاء



آبگرمکن خورشیدی با کلکتور صفحه تخت

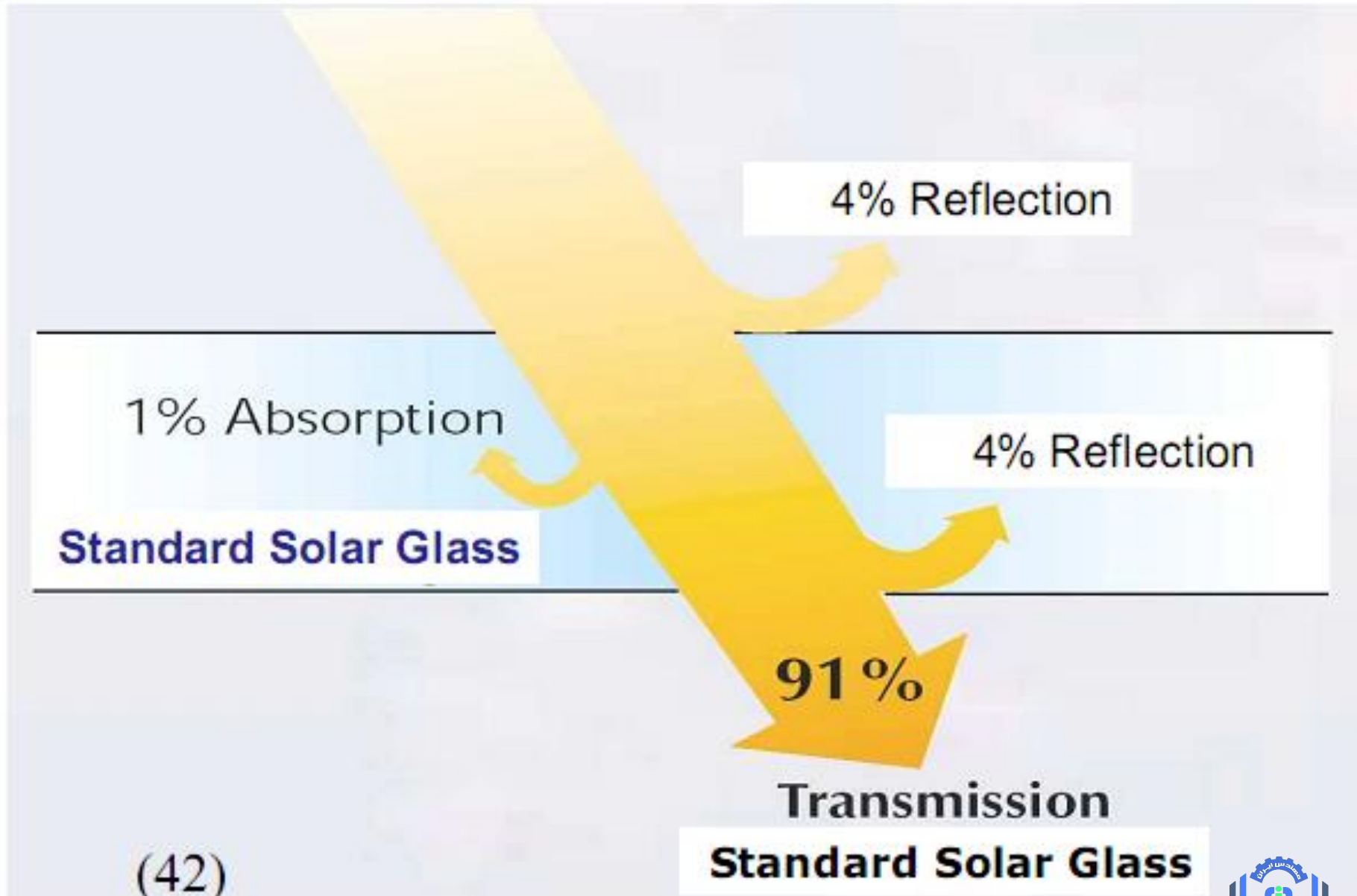
کلکتور خورشیدی صفحه تخت (Flat Plate Collector)



- (A) Collector cover (glass)
- (B) Absorber plate (aluminium)
- (C) Powder coated frame (aluminium)
- (D) Manifold pipe (copper)
- (E) Collector insulation (mineral wool)

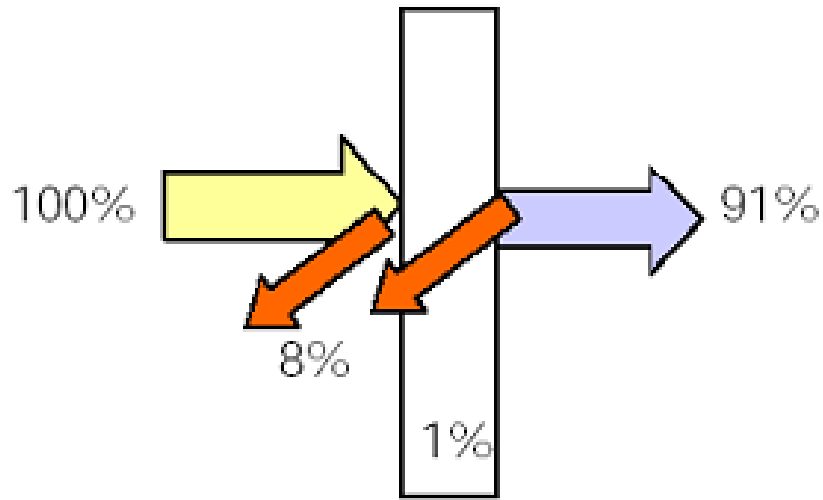
- (F) Meander pipe (copper)
- (G) High selective absorber coating
- (H) Back plate (aluminium)
- (I) Secure cover fixation
- (J) Continuous mounting channel

پوشش شیشه ای کلکتور

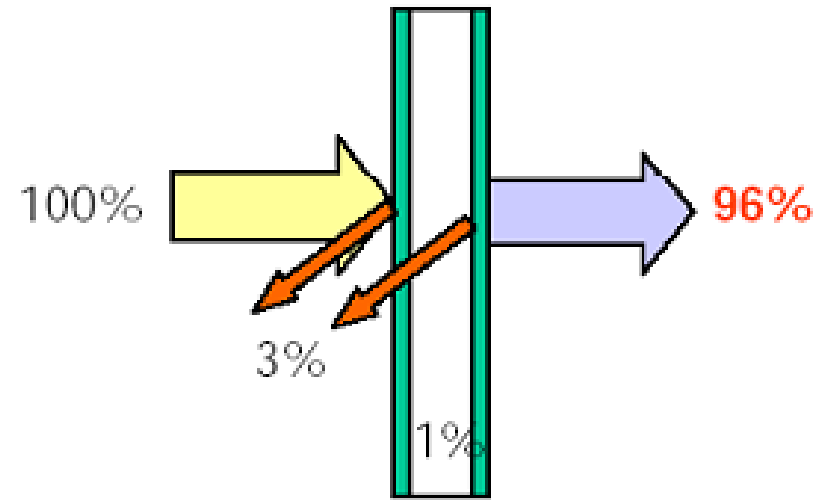


(42)

پوشش شیشه ای کلکتور

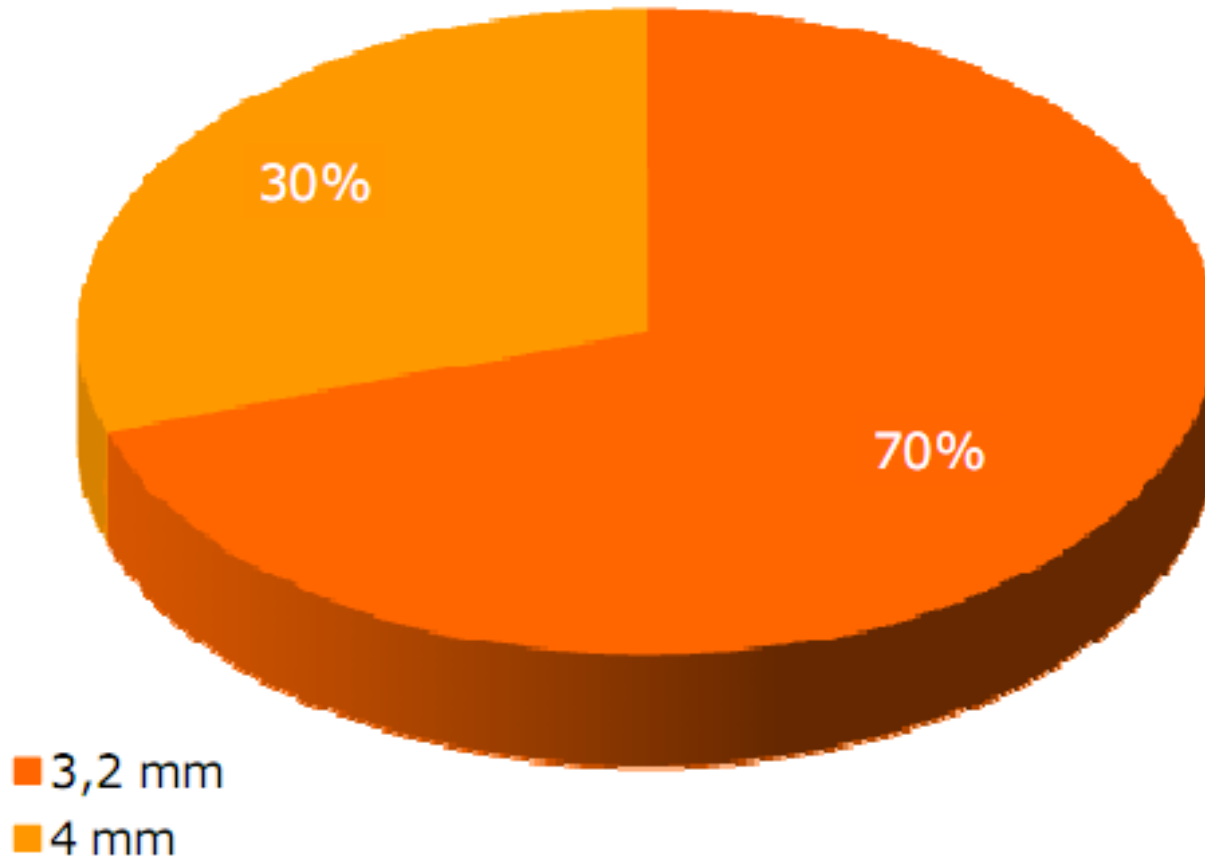


Solar glass

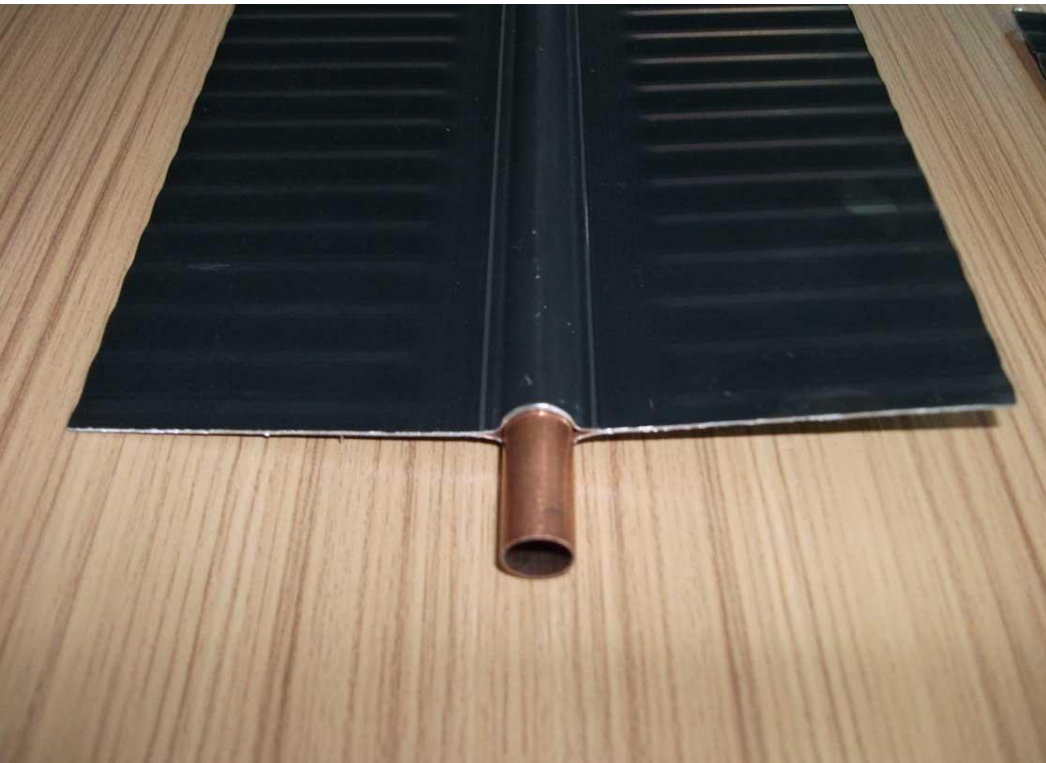


Solar glass with antireflective coating

Glass Thickness



صفحه جاذب کلکتور خورشیدی صفحه تخت (absorber)



Strip Absorber

جنس صفحات: مس یا آلومینیم

پوشش صفحات: رنگ تیره یا selective coating

Full Plate Absorber



صفحه جاذب کلکتور خورشیدی صفحه تخت (absorber)



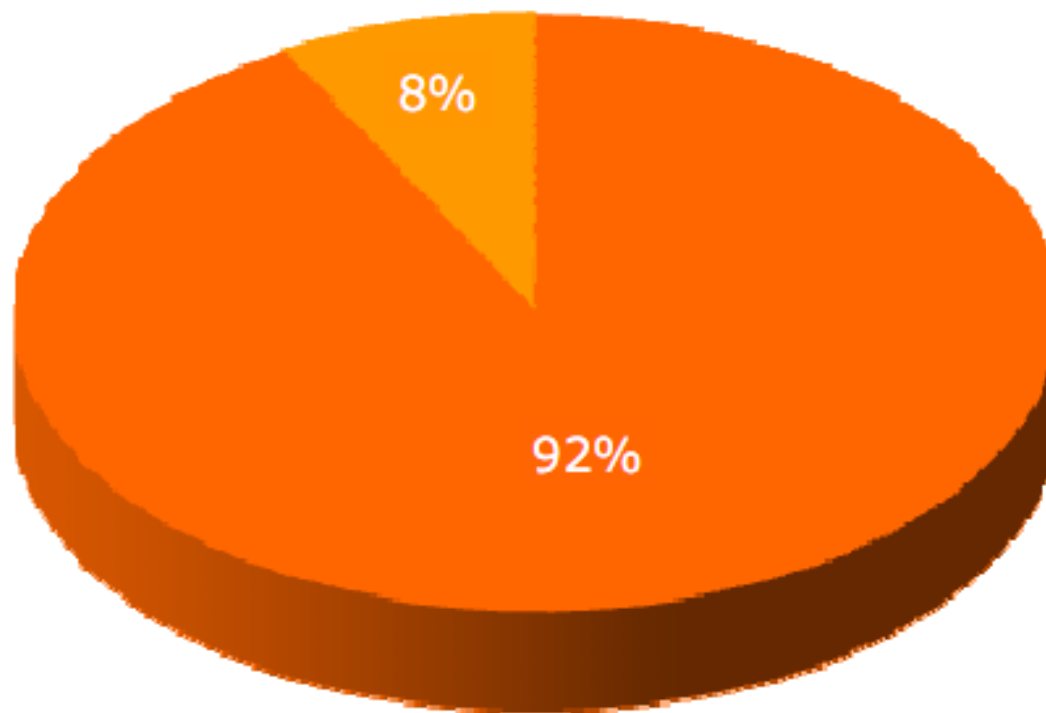
Full Size or Strip Absorber

financed by

Austrian

Development Cooperation

Full Size or Strip Absorber



■ Full Size

■ Absorber Strip



صفحه جاذب کلکتور خورشیدی صفحه تخت (absorber)



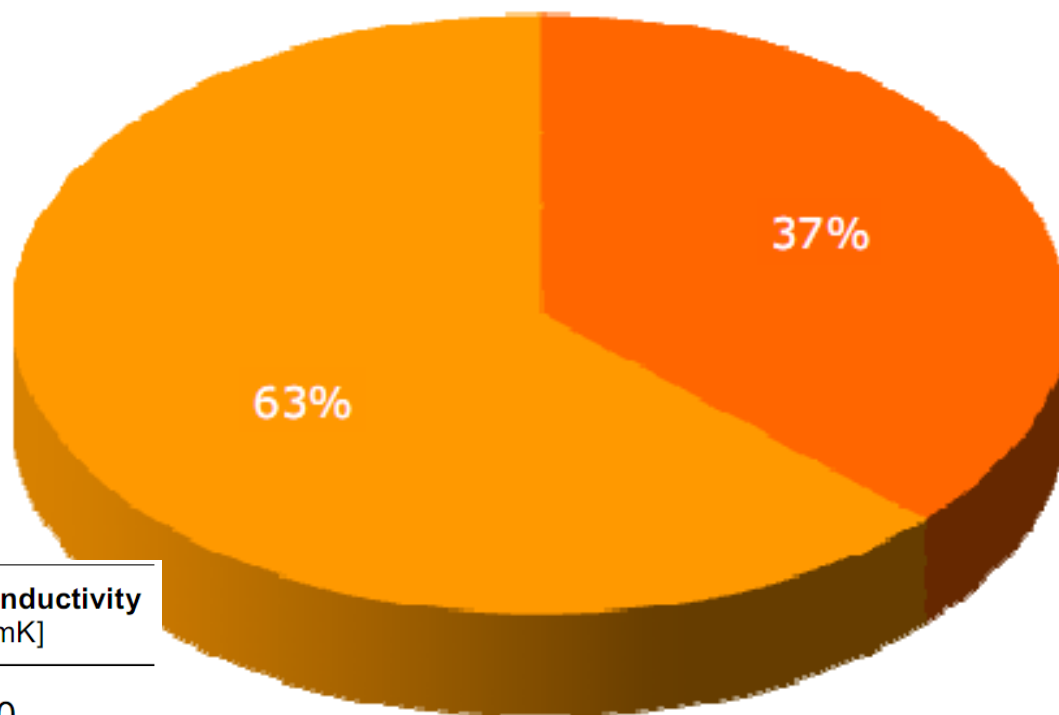
Absorber Material

financed by

Austrian

Development Cooperation

Aluminum or Copper?



■ Aluminum

■ Copper

absorber material	thermal conductivity [W/mK]
steel	50
aluminium	210
copper	380



صفحه جاذب کلکتور خورشیدی صفحه تخت (absorber)

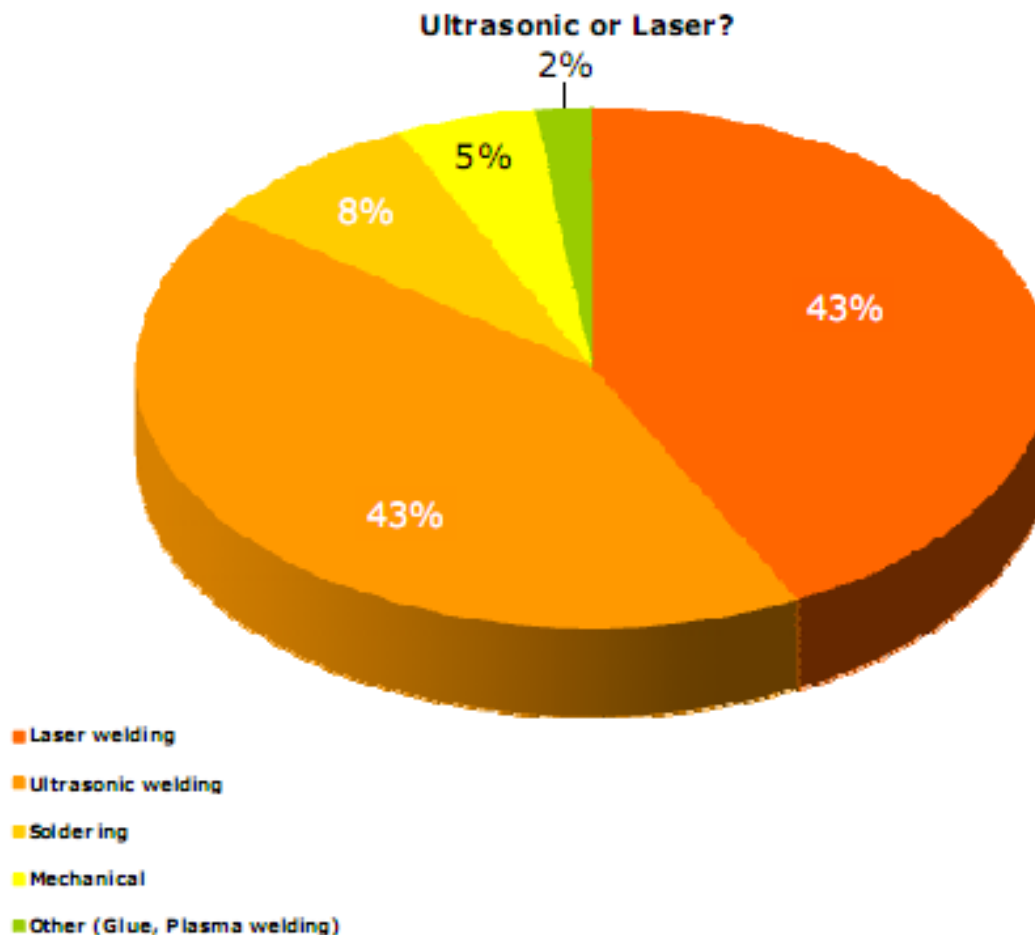


Ultrasonic or Laser Welding?

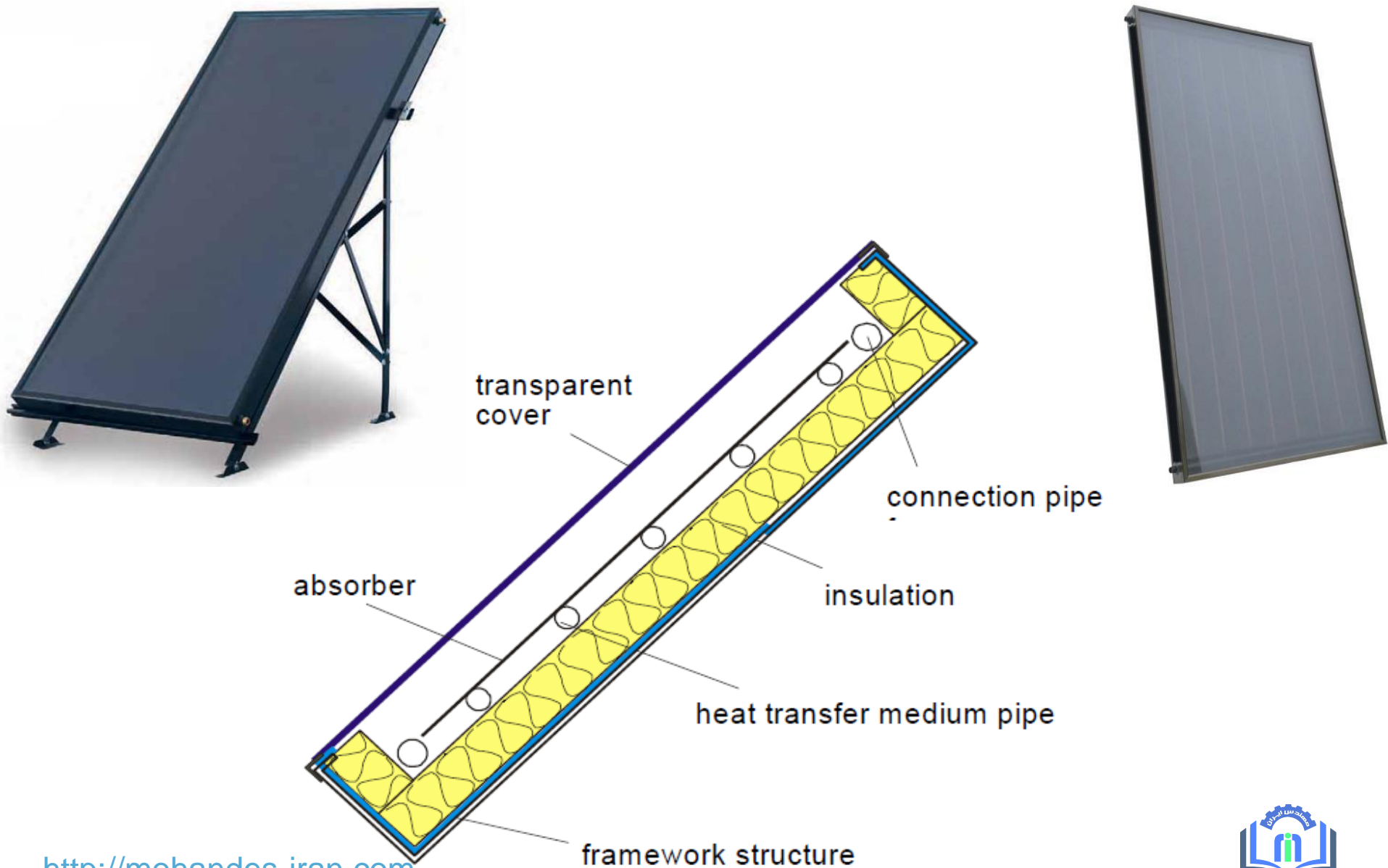
financed by

Austrian

Development Cooperation



عایق کلکتور خورشیدی صفحه تخت





Insulation & Panel Casing

INSULATION

- The absorber plate must be insulated to limit heat loss to the surrounding atmosphere.
- Insulation must be capable of withstanding temperatures in excess of 150°C
- Most collector manufacturers use insulation materials which are CFC free. Mineral wool is also used.

COLLECTOR CASING

- made from materials with proven outdoor weathering ability such as GRP, aluminium or stainless steel. Sealed to prevent ingress of rain
- ventilation holes at top and bottom of panel help to remove condensation. Also prevents build up of air pressure.

عایق کلکتور خورشیدی صفحه تخت

insulating material	max. allowable temperature [°]	density [kg/m ³]	conductivity [W/mK] at 20°C
Mineral wool	> 200	60 - 200	0.040
Glass wool	> 200	30 - 100	0.040
Glass wool	> 200	130 - 150	0.048
Polyurethane foam	< 130	30 - 80	0.030
Polystyrol foam	< 80	30 - 50	0.034

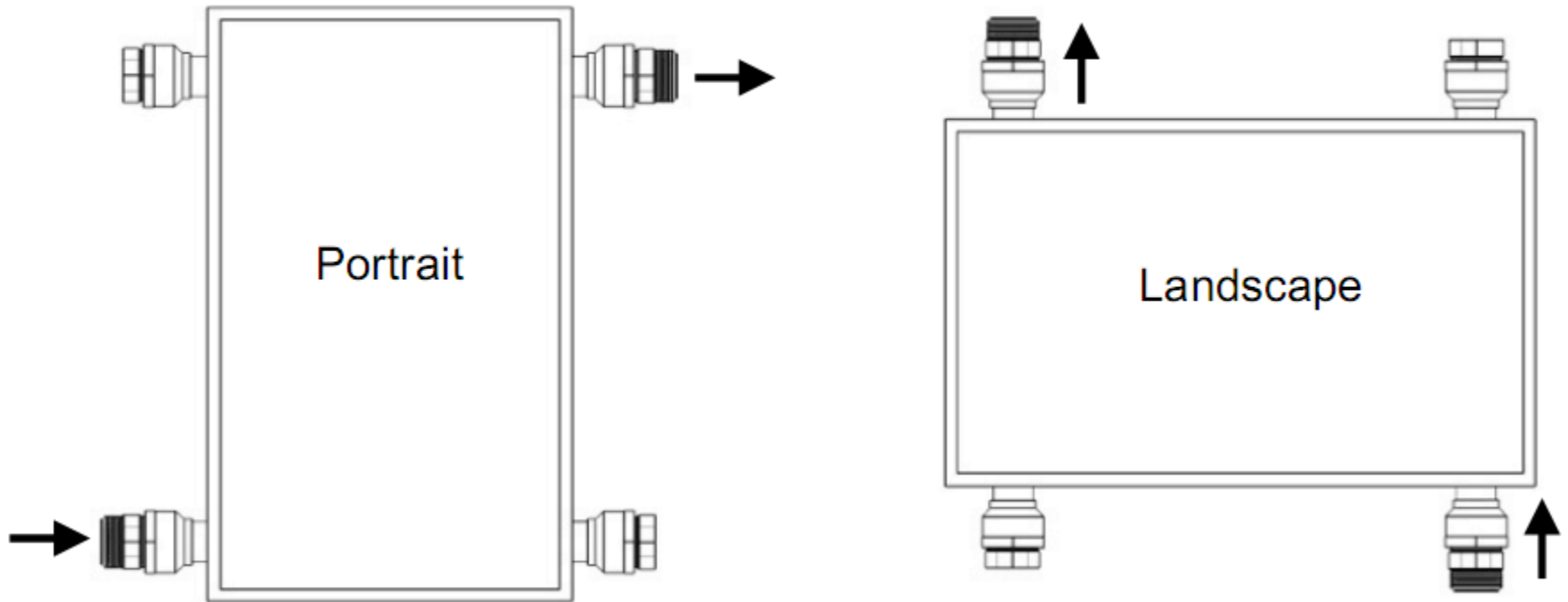


Firebird CPK-7210 Flat Plate



- Frame constructed from Aluminium, AlMg3
- High selective TiNOX absorber coating
- Copper piping ultrasonically welded to absorber
- 4mm toughened glass
- 40mm mineral wool insulation; $U = 0.045 \text{ W/mK}$
- System data;
 - Absorption = 95%
 - Emission = 5%
 - Gross area = 2.170 m^2
 - Aperture area = 1.798 m^2
 - Stagnation temperature = $180^\circ\text{C} + \text{ambient temp}$

جهات نصب کلکتور خورشیدی صفحه تخت



اتصال چند کلکتورهای خورشیدی صفحه تخت به یکدیگر



Photo: Courtesy Rinnai

آبگرمکن خورشیدی با دو کلکتور صفحه تخت



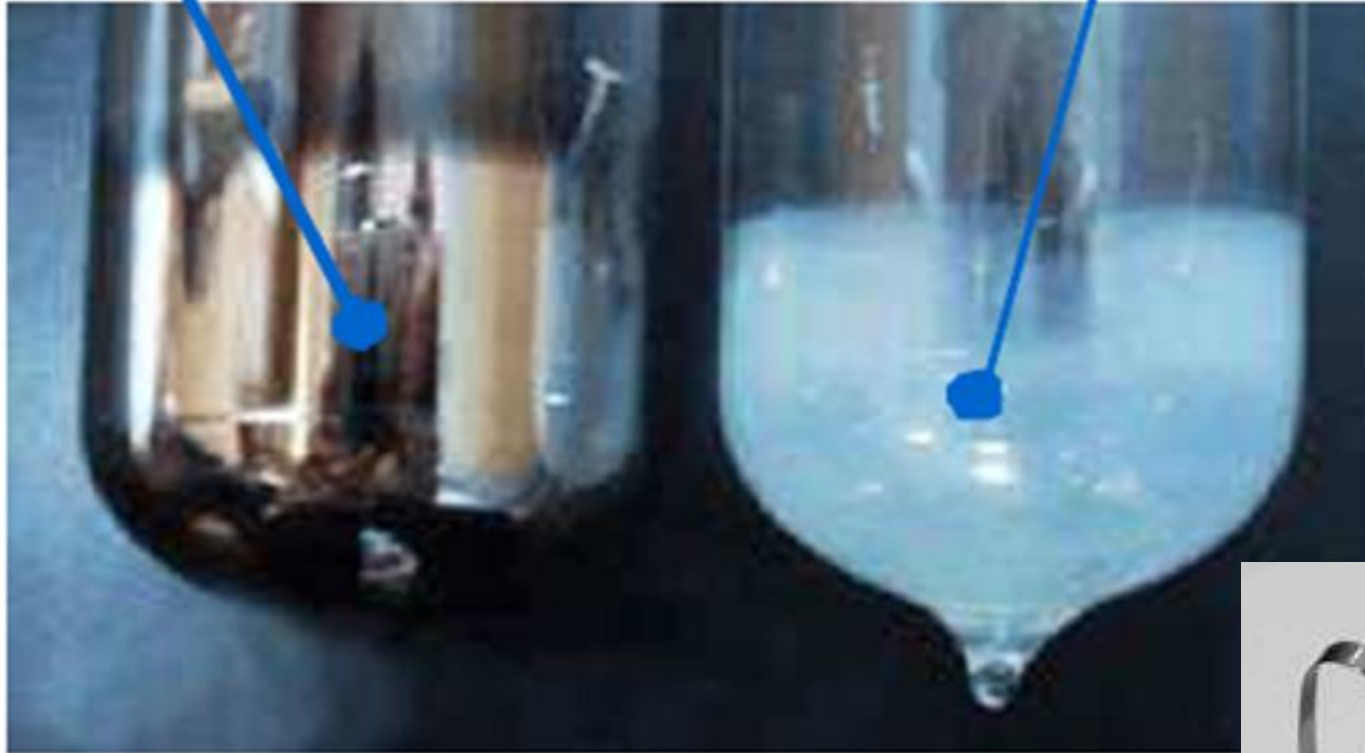
کلکتور خورشیدی لوله خلاء



نحوه اطمینان از برقراری خلا در کلکتور خورشیدی لوله خلاء

Vacuum present

Vacuum faulty





Vacuum Tube Collector



- Firebird CSVKC collectors are of the SYDNEY type
 - 10 x co-axial glass tubes
 - Glass thickness of 1.5mm
- System data;
 - Absorption = 96%
 - Emission = 6%
 - Gross area = 1.84 m²
 - Aperature area = 1.59 m²
 - Stagnation temperature = 286°C @ 30°C ambient

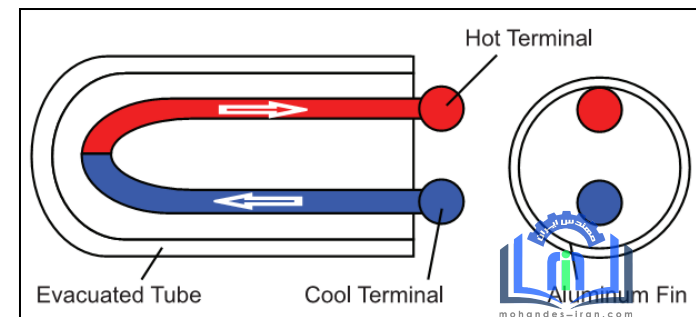
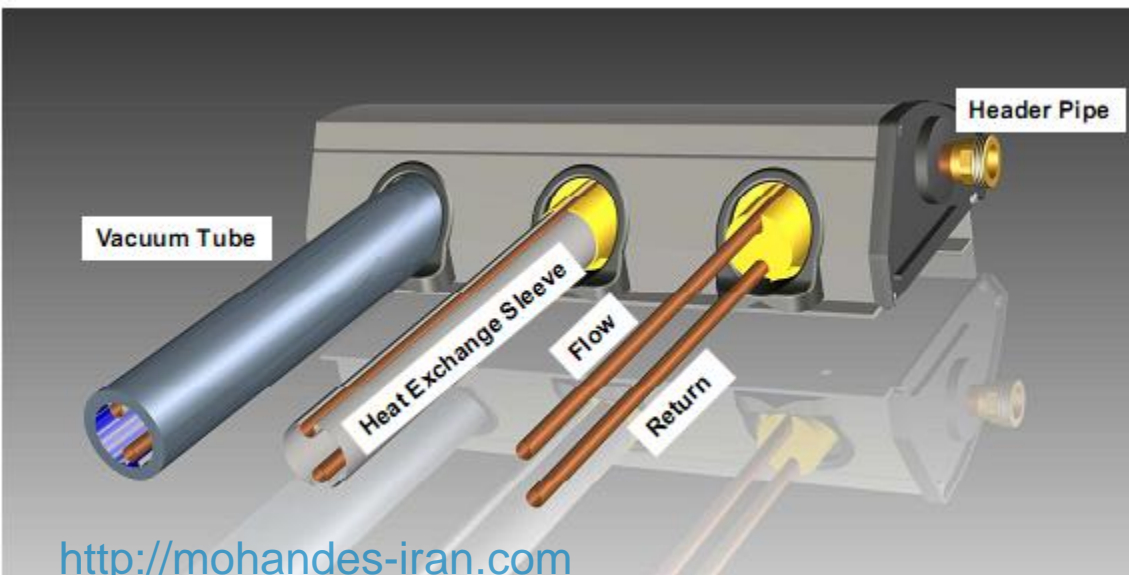
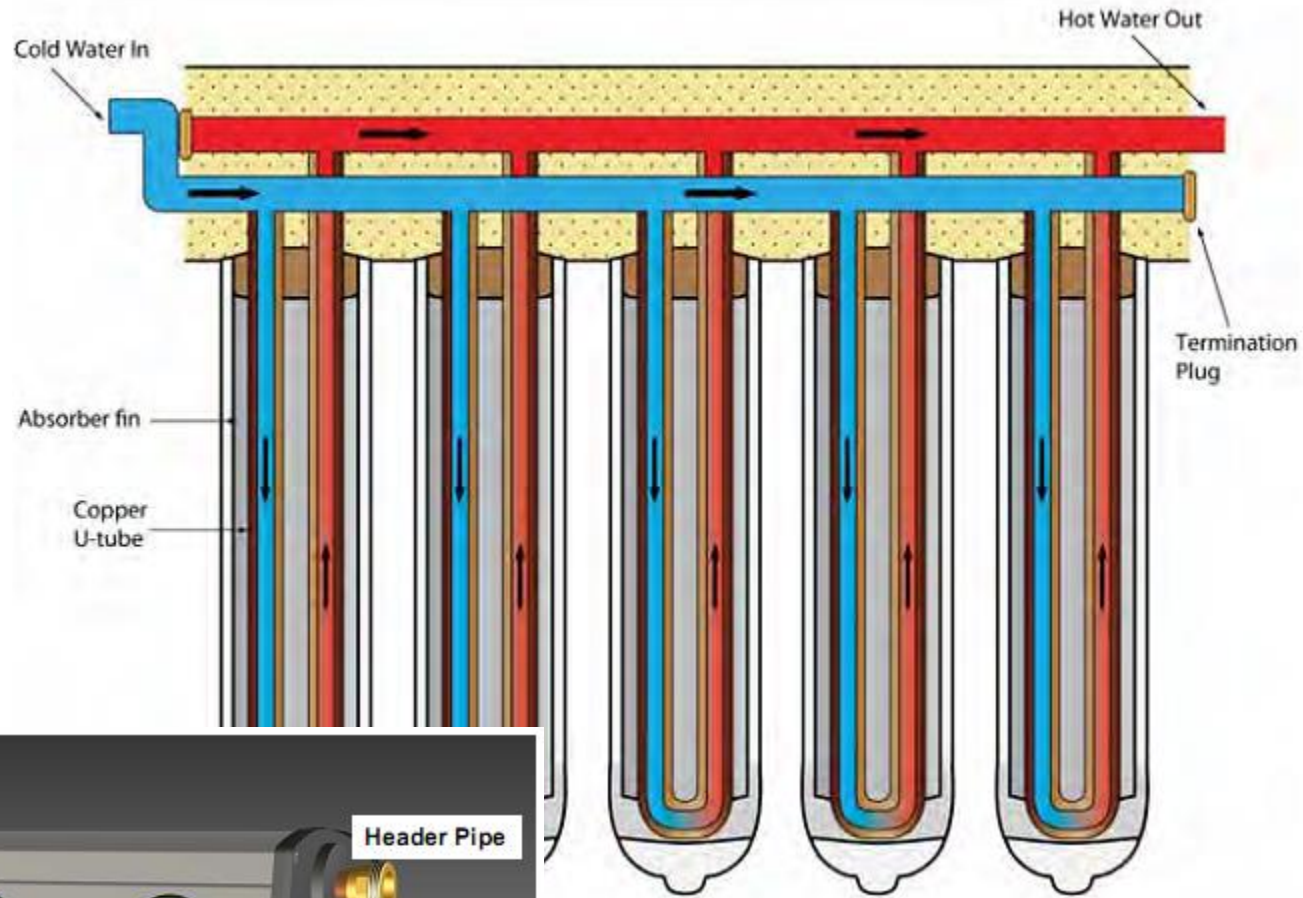
کلکتور خورشیدی لوله خلاء - نمایش محل اتصال لوله ها به مخزن



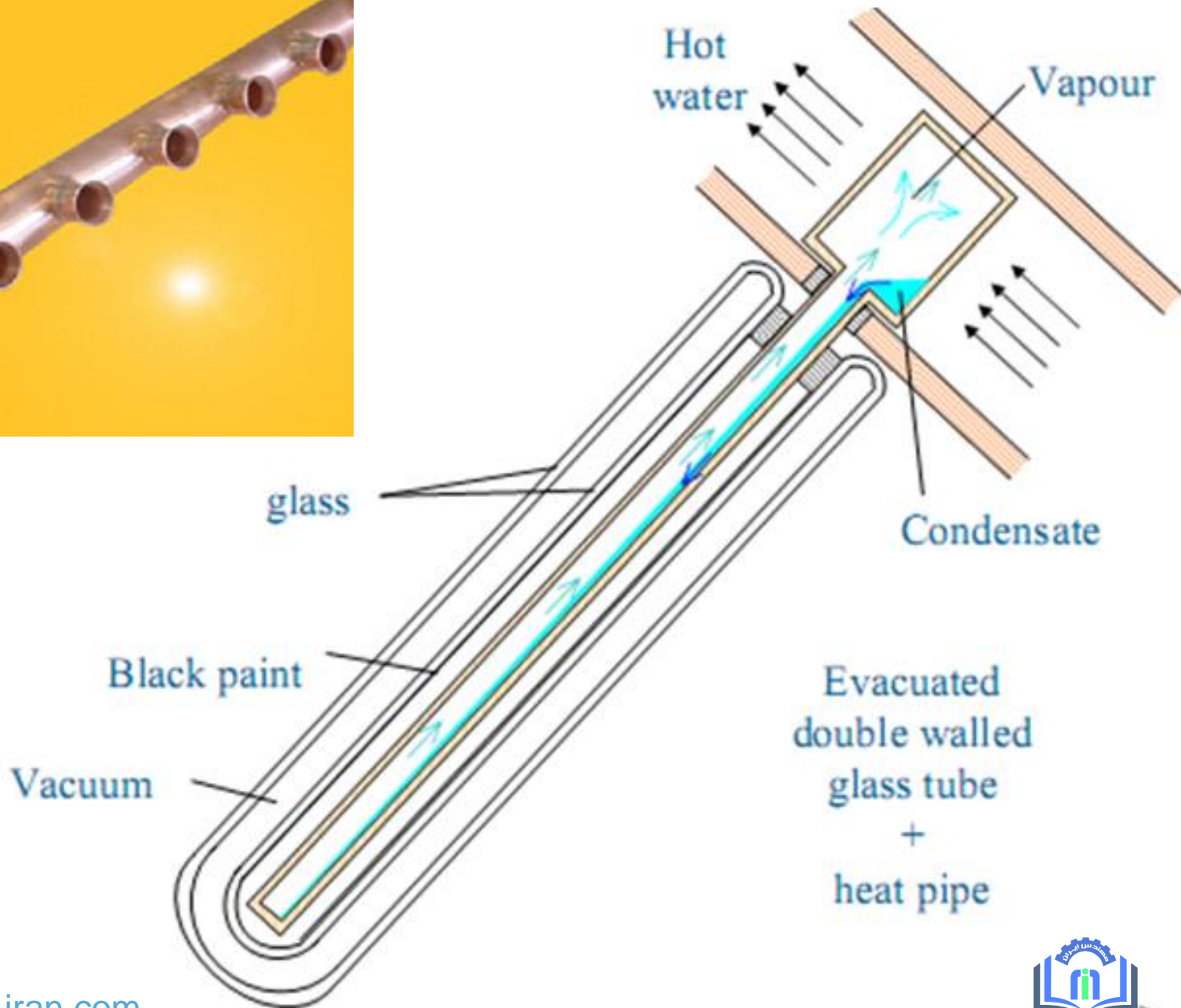
کلیکتور خوردشیدی لوله خلاء از نوع U-Pipe



U-Pipe کلکتور خورشیدی لوله خلاء از نوع



کلکتور خورشیدی لوله خلاء از نوع لوله حرارتی (heat pipe)



کلکتور خورشیدی لوله خلاء از نوع لوله حرارتی (heat pipe)



کلکتور خورشیدی لوله خلاء از نوع لوله حرارتی (heat pipe)



Manifold

Heat Pipe

Evacuated Tube

Bracket

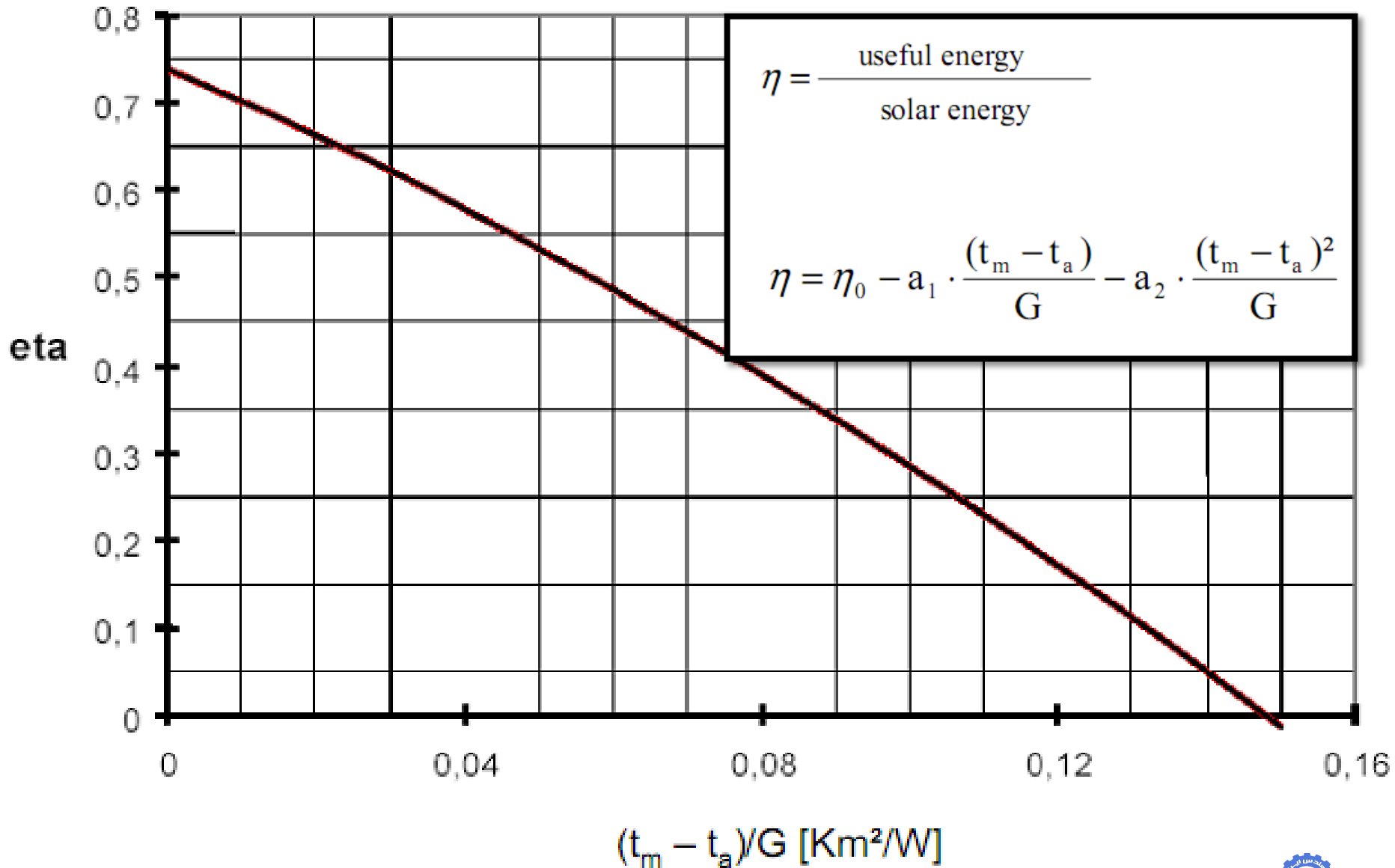
کلکتور خورشیدی لوله خلاء بالدار



آبگرمکن خورشیدی با دو کلکتور لوله خلاء بالدار



راندمان کلکتورهای خورشیدی



مقایسه راندمان چند نوع کلکتور

	Optical efficiency %	Heat loss correction value k_1 W/(m ² ·K)	Heat loss correction value k_2 W/(m ² ·K ²)
Flat-plate collector	80	4	0.1
Flat-plate collector with antireflection glass	84	4	0.1
Vacuum tube collector	80	1.5	0.005

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{k_2 \cdot \Delta T^2}{E_g}$$

η Collector efficiency

η_0 Optical efficiency

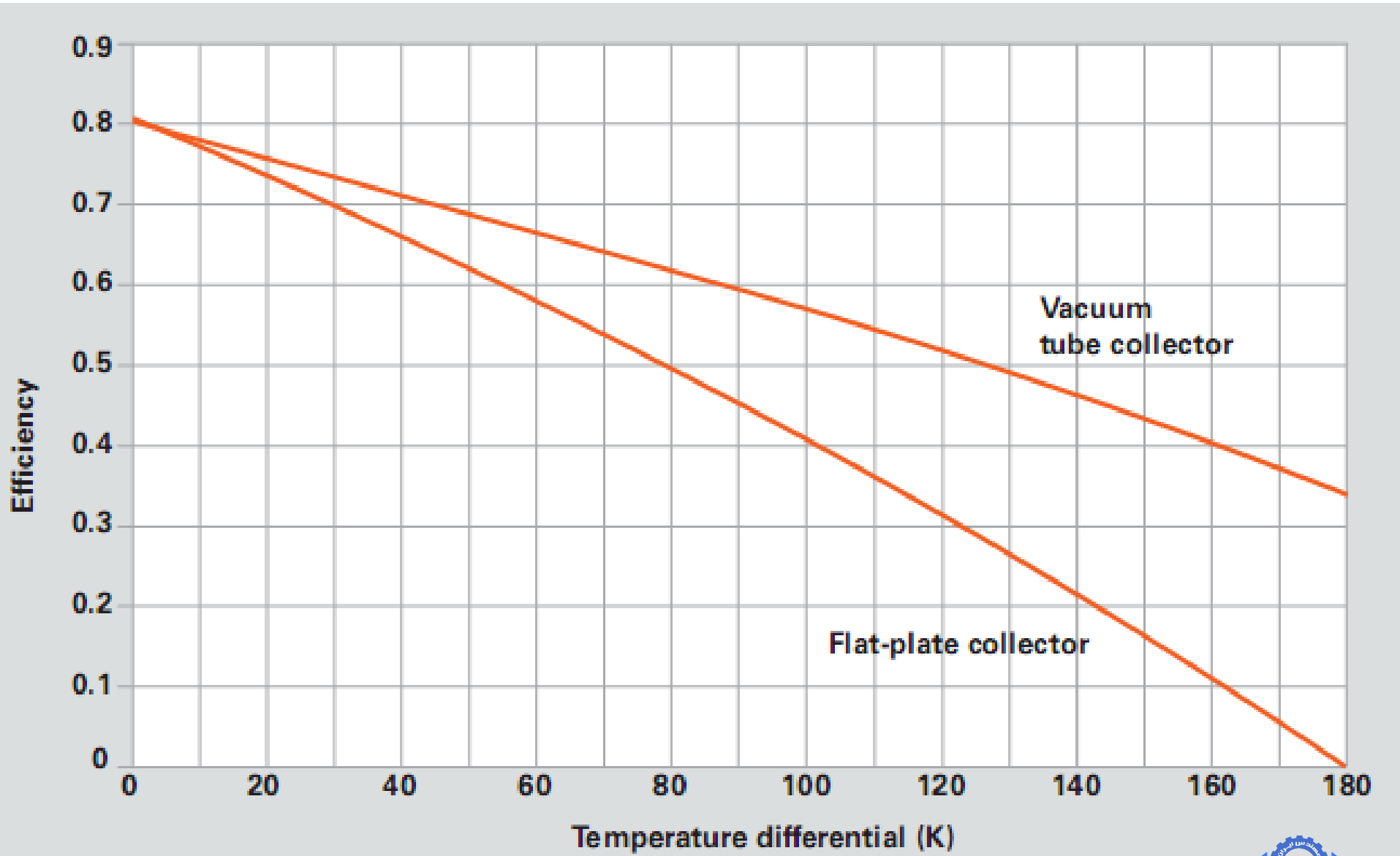
k_1 Heat loss correction values in W/(m² · K)

k_2 Heat loss correction values in W/(m² · K²)

ΔT Temperature differential in K

E_g Irradiance in W/m²

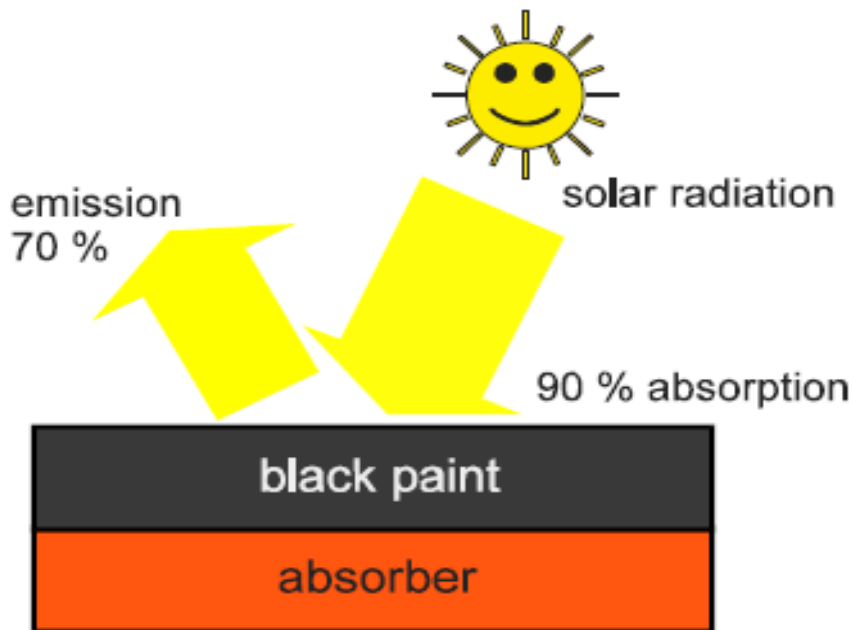
تفاوت راندمان کلکتورهای لوله خلاء و صفحه تخت



نقش پوشش جاذب در کلکتورهای صفحه تخت (selective Coating)

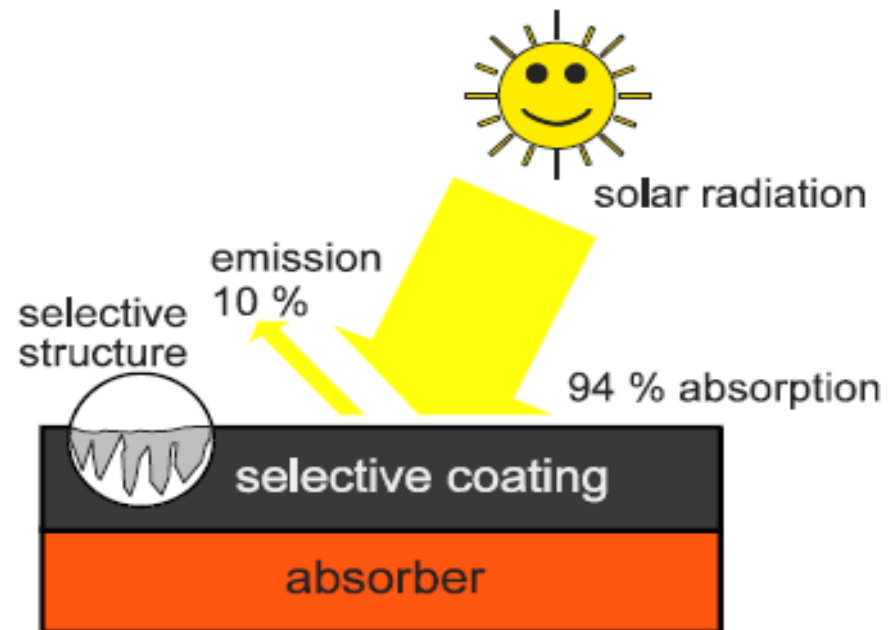
Collector technology

black coloured absorber



large thermal radiation

black coloured absorber



small thermal radiation

ABSORBER COATING

Selective coating:

$$0 \leq \varepsilon < 0.2, \alpha > 0.9$$

Partially selective coating:

$$0.2 \leq \varepsilon < 0.5, \alpha > 0.9$$

Non selective coating:

$$0.5 \leq \varepsilon < 1.0, \alpha > 0.9$$



Plain copper



black paint

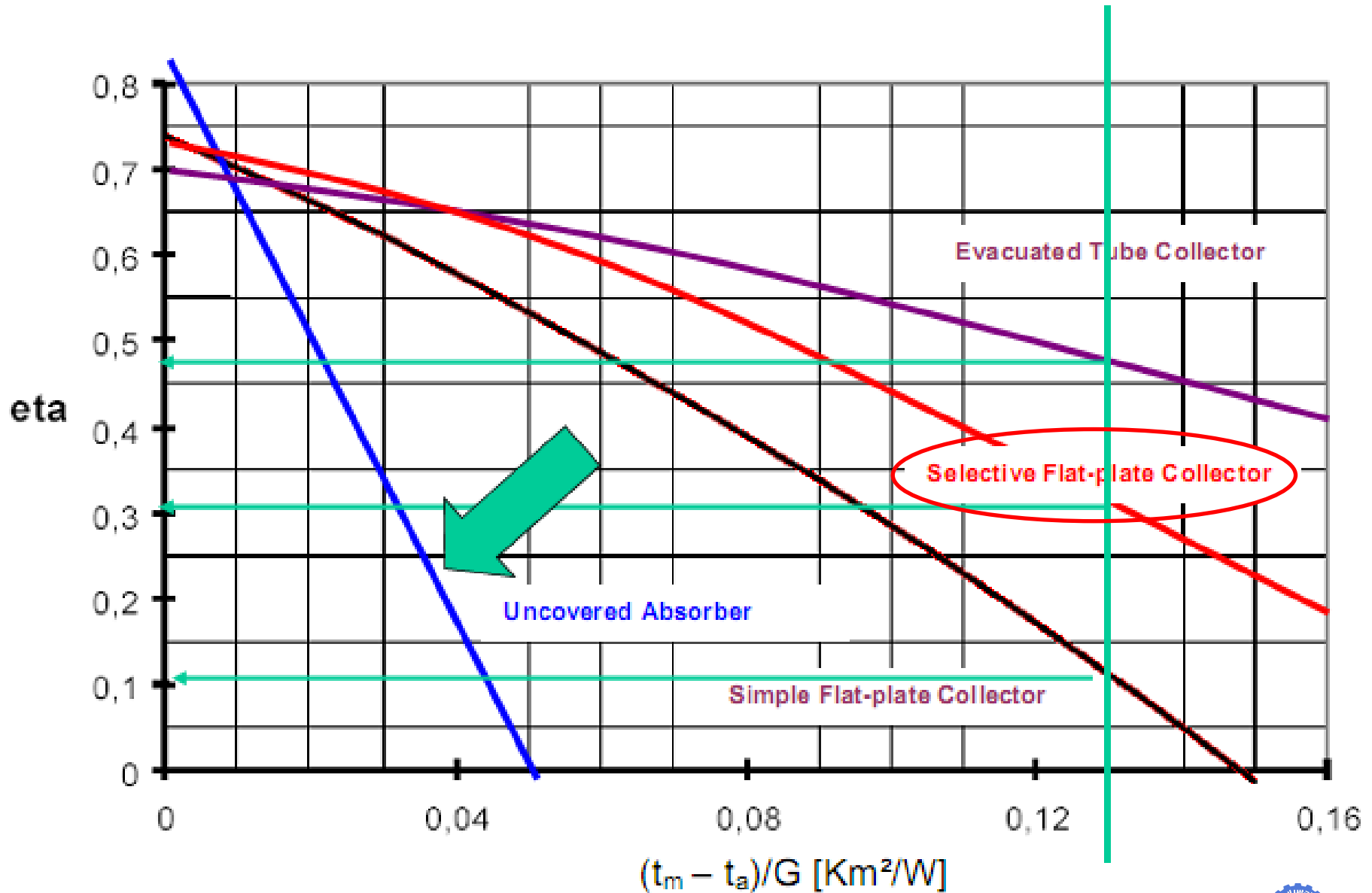


galvanic coating



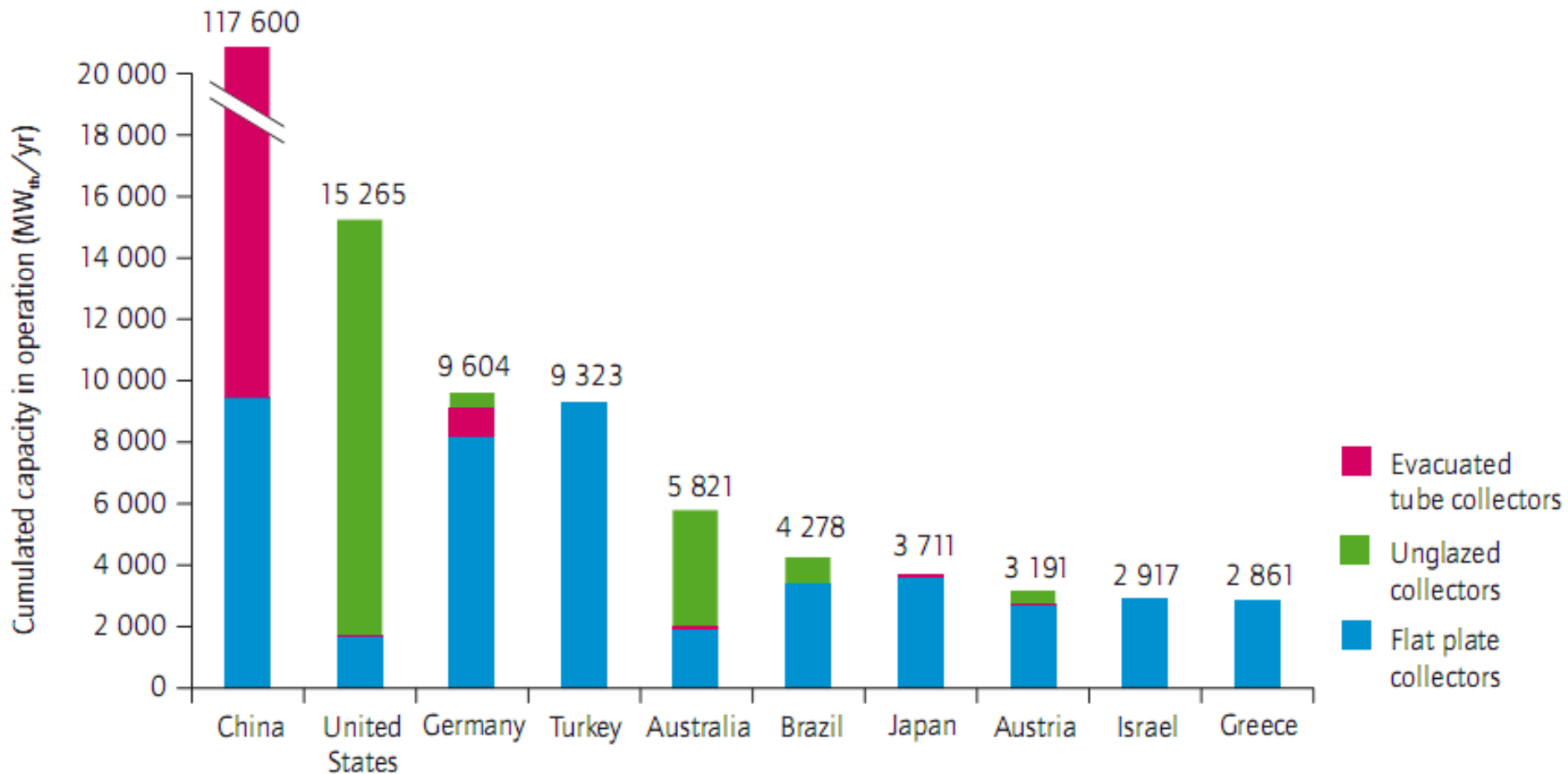
physical vapour deposition or sputtering

مقایسه راندمان کلکتورهای مختلف



انواع کلکتورهای خورشیدی حرارتی نصب شده در جهان

Total installed capacity of water collectors in operation in 10 leading countries by the end of 2010



Source: Weiss and Mauthner, 2012.

<http://mohandes-iran.com>

کلکتورهای CPC

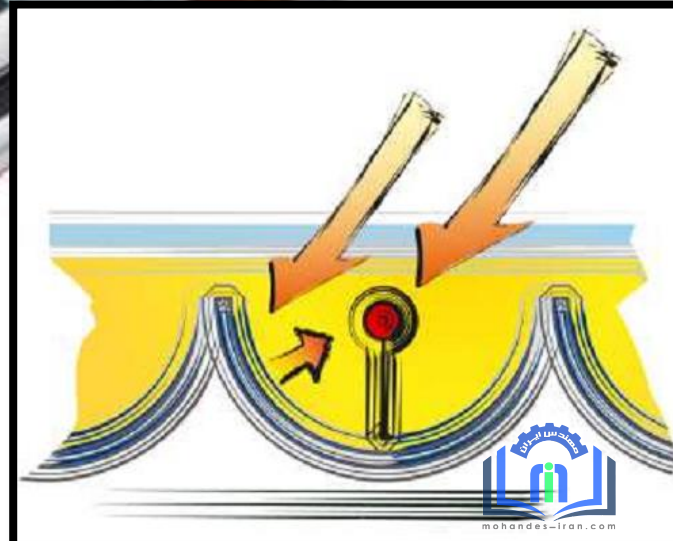
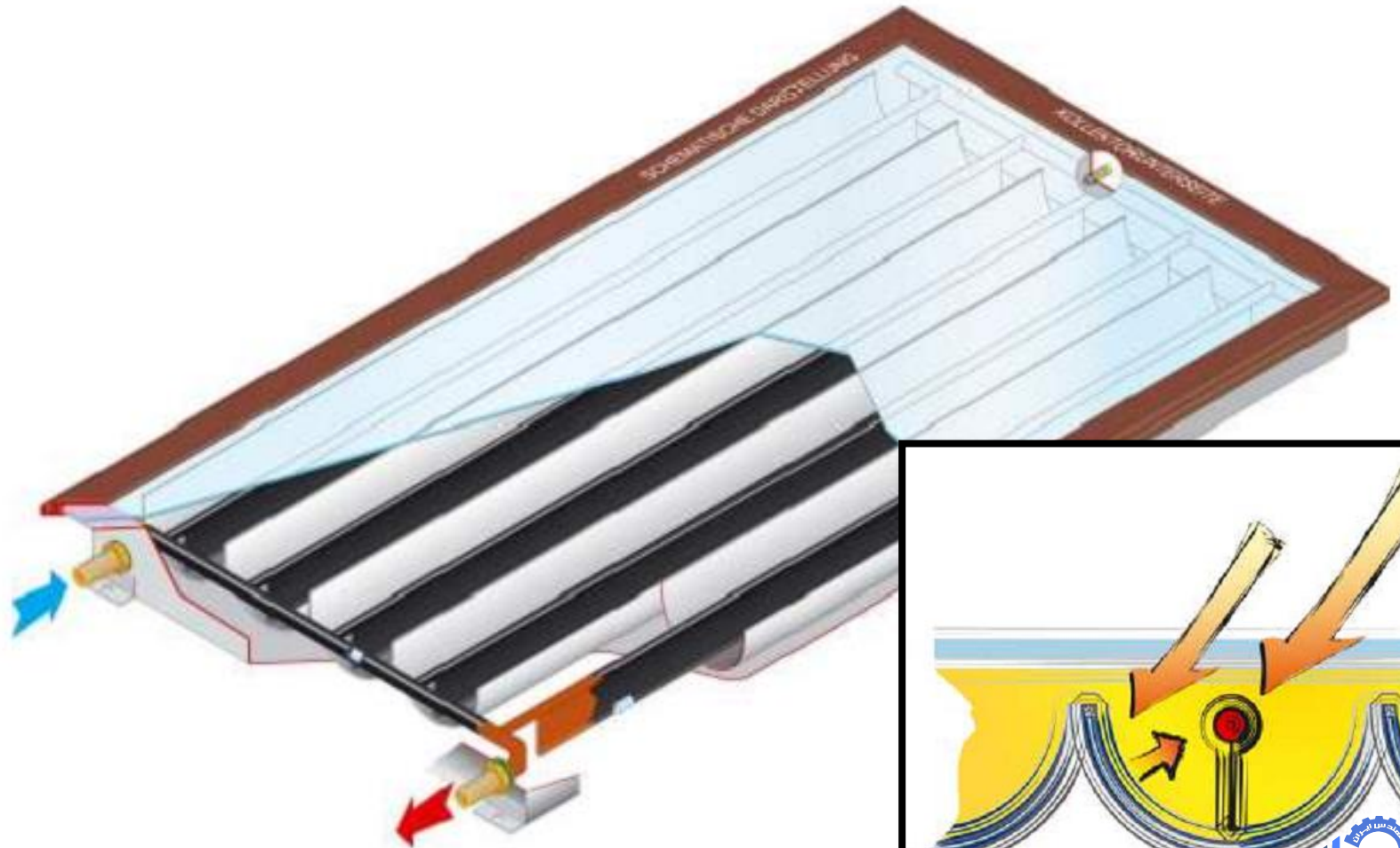
CPC - COLLECTOR

AEE INTEC





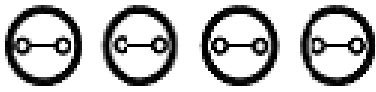

financed by

Austrian

Development Cooperation



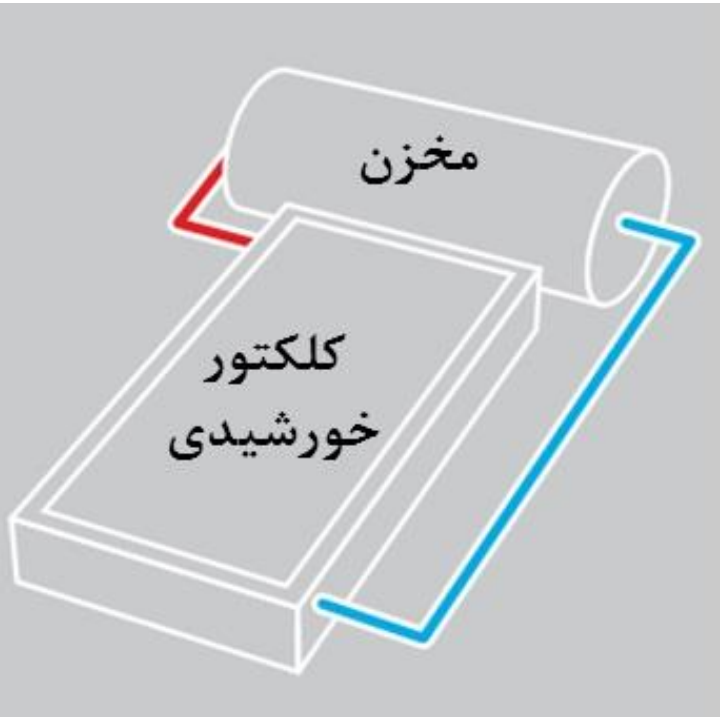
TYPES OF COLLECTORS

	principle	η_0 []	U [W/m ² K]	collector working temp.	appropriate application areas
simple absorber		0.90	20	15 – 30 °C	swimming pool
simple flat-plate collector with glass cover (FP)		0.80	4	30 – 80 °C	hot water
FP with selective surface (SS)		0.80	3	40 – 90 °C	hot water space heating
FP with double anti-reflective coated glazing and gas filling		0.80	2.5	50 – 100 °C	hot water space heating cooling
evacuated tube collector with SS (ETC)		0.65	2	90 – 130 °C	space heating cooling process heat
ETC with compound parabolic concentrator (CPC)		0.60	1	110 – 200 °C	space heating cooling process heat

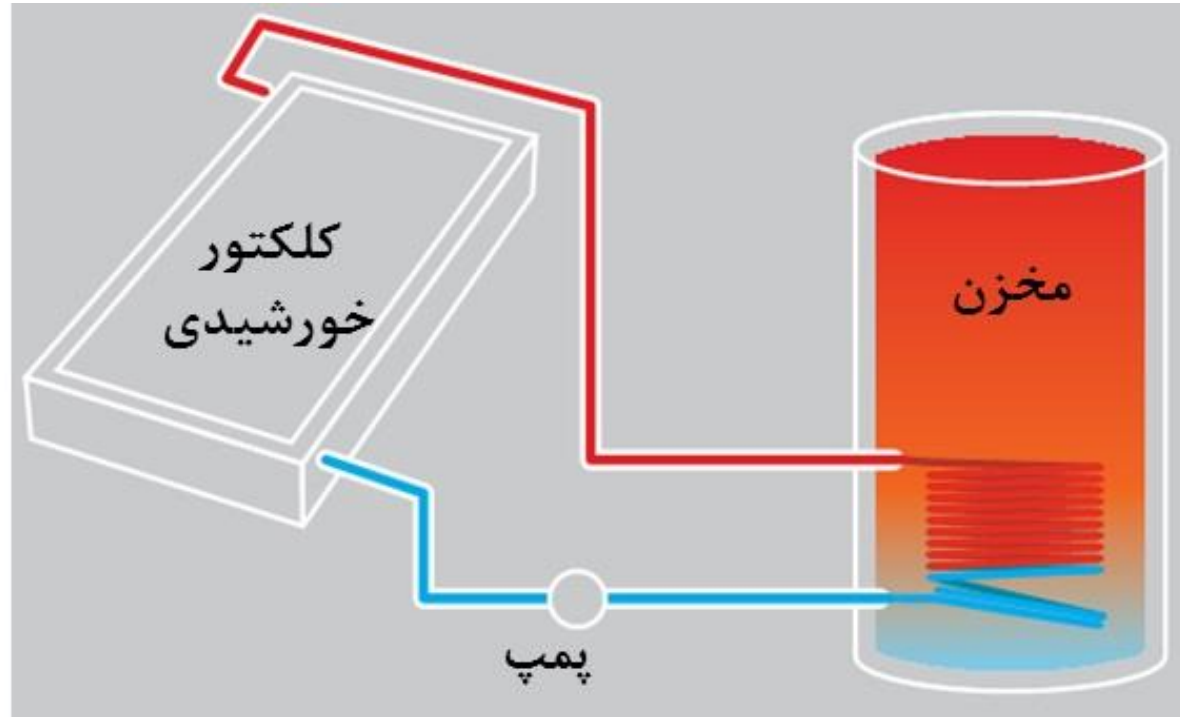
انواع آبگرمکن های خورشیدی

صفحه تخت لوله خلاء	دسته بندی بر حسب نوع کلکتور
بدون پمپ یا ترموسیفون پمپ دار یا جریان اجباری	دسته بندی بر حسب نوع ایجاد جریان
مستقیم غیر مستقیم	دسته بندی بر حسب نوع تماس بین دو سیال
بدون هیتر کمکی با هیتر کمکی الکتریکی با کویل حرارتی کمکی	دسته بندی بر حسب نوع سیستم کمکی

انواع آبگرمکن های خورشیدی - دسته بندی بر حسب نوع ایجاد جریان



آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون

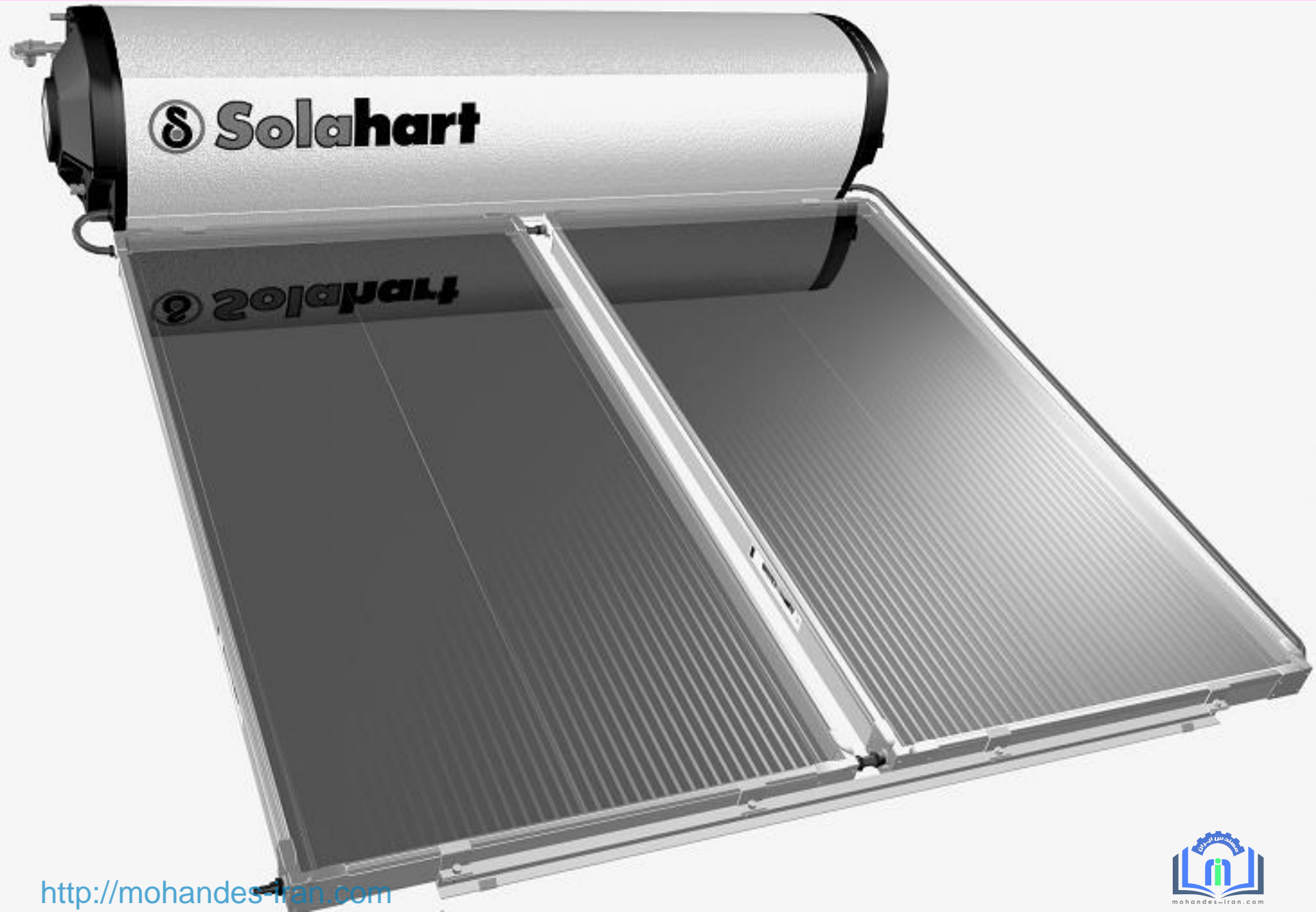


آبگرمکن خورشیدی جریان اجباری

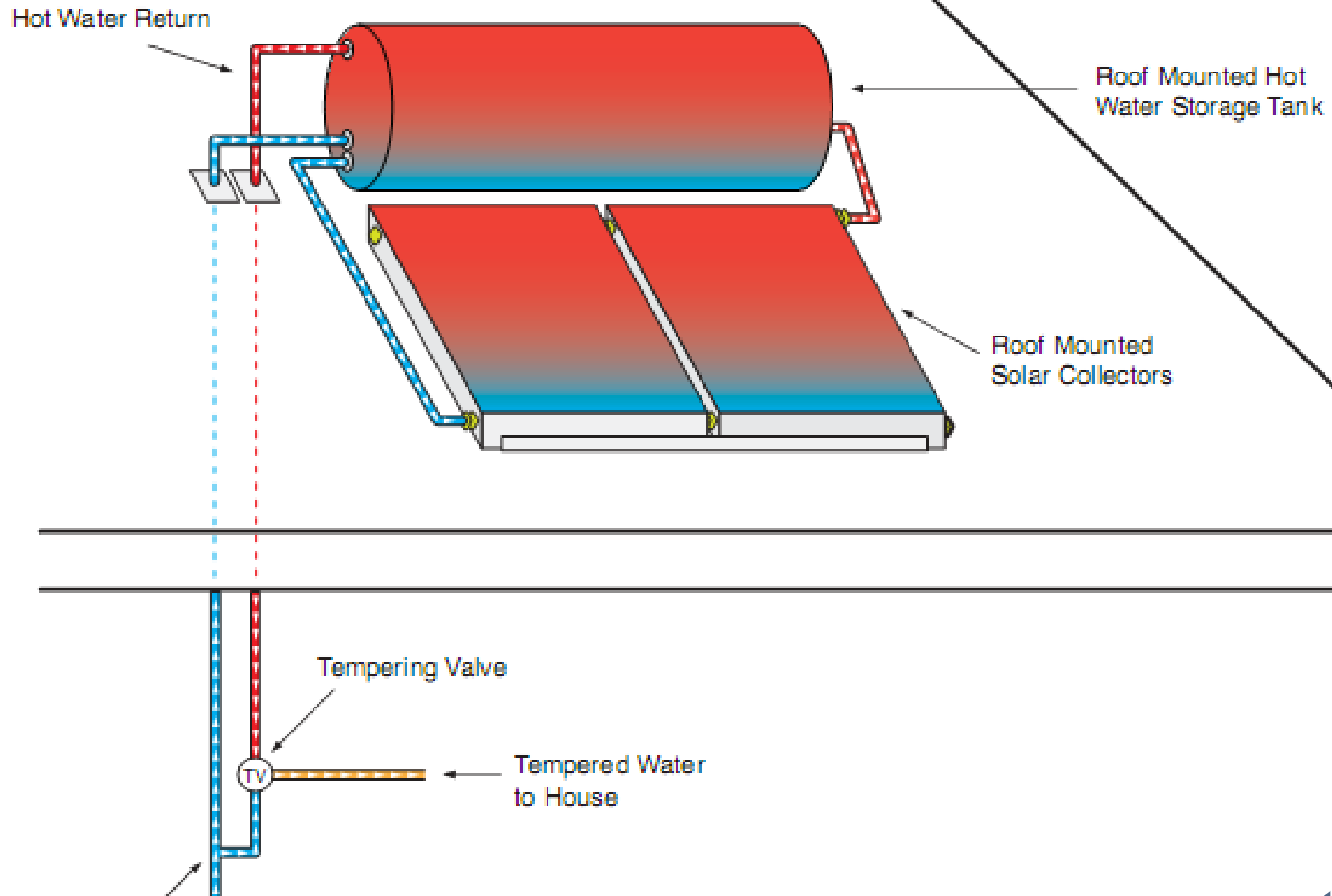
آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور صفحه تخت



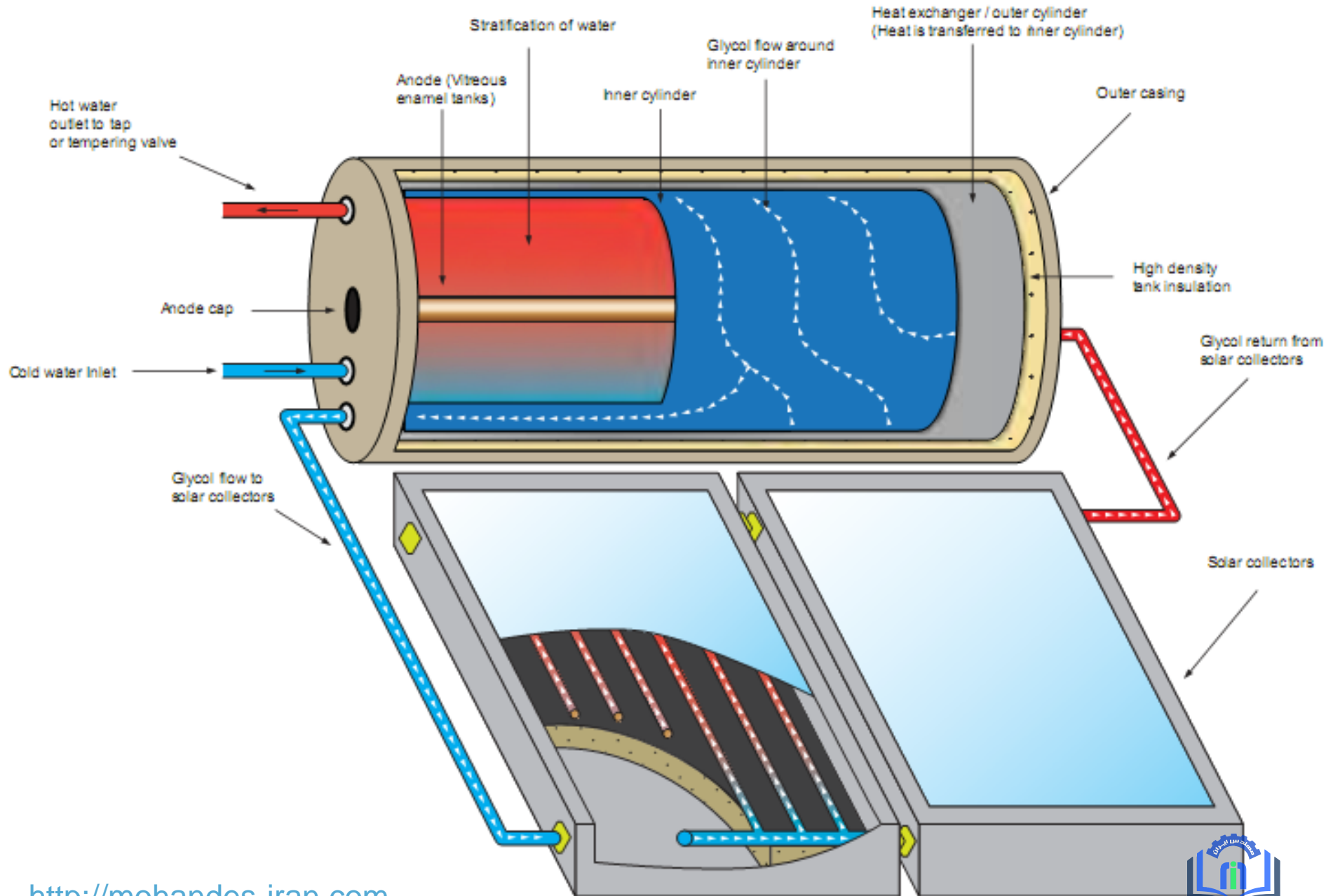
آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور صفحه تخت



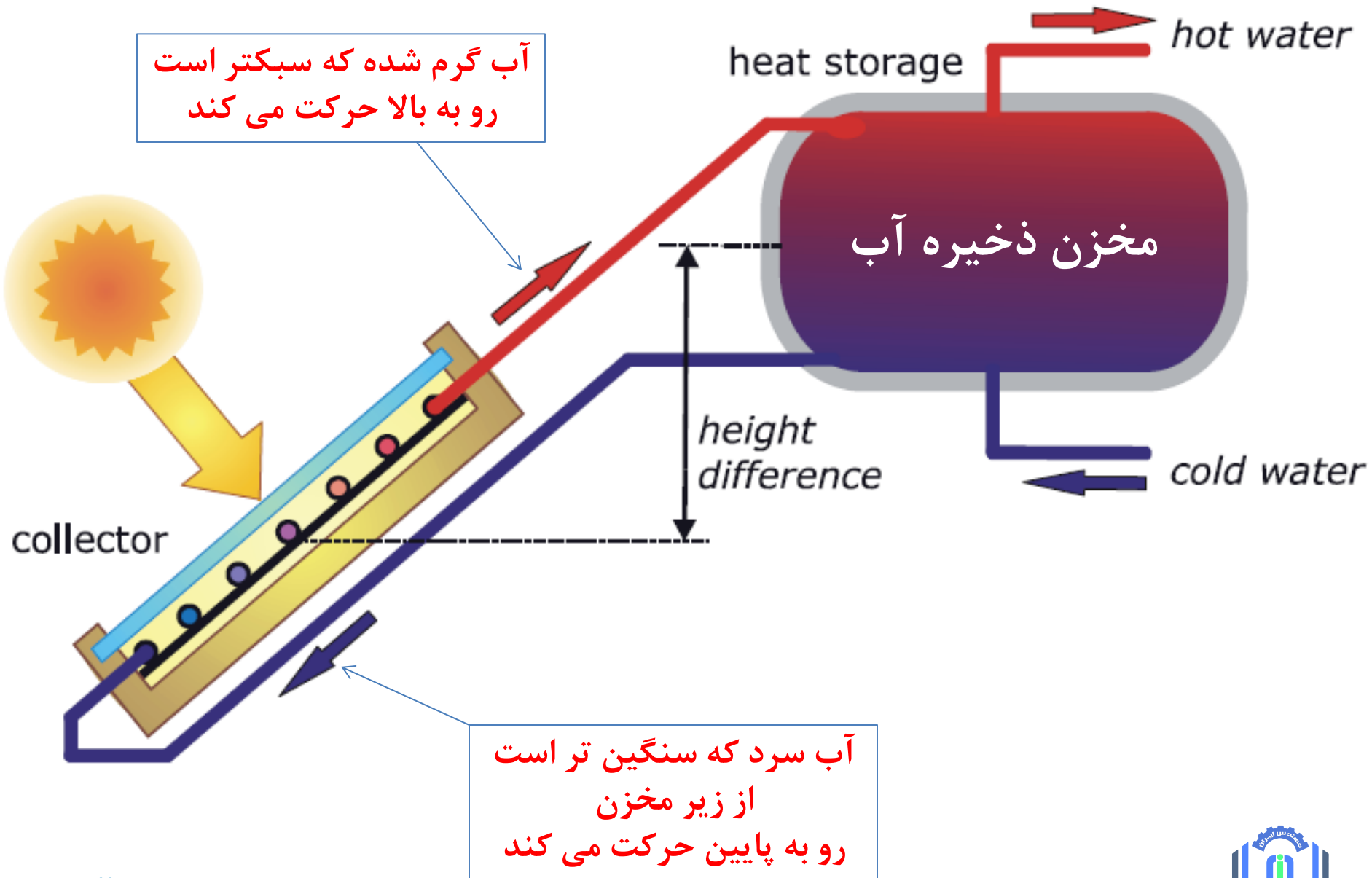
آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون)



آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور صفحه تخت



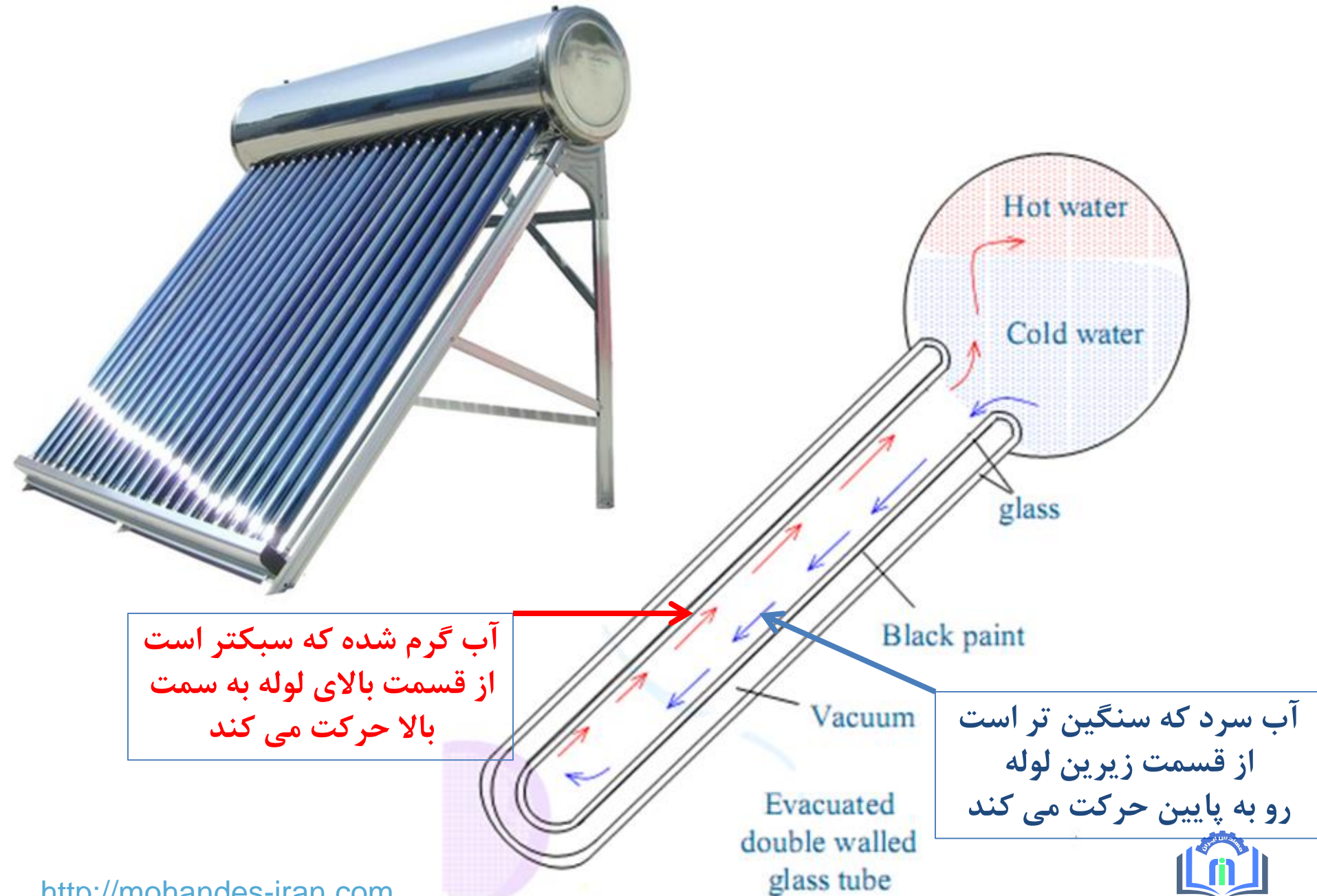
آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور صفحه تخت



آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور لوله خلاء



آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور لوله خلاء



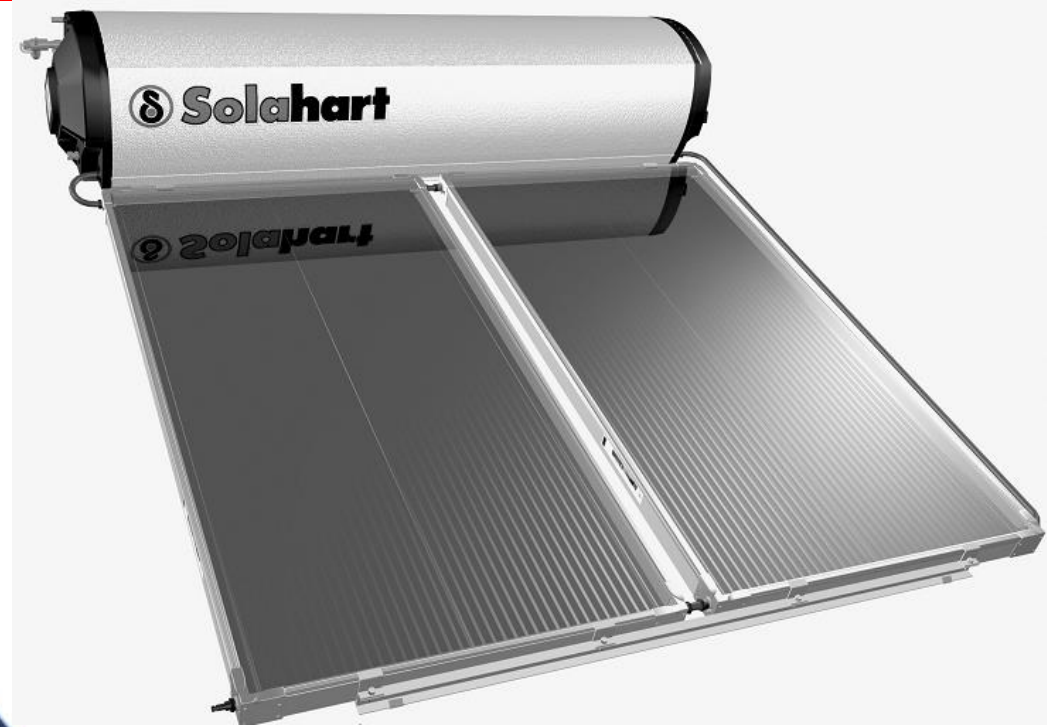
آب گرم شده که سبکتر است
از قسمت بالای لوله به سمت
بالا حرکت می کند

آب سرد که سنگین تر است
از قسمت زیرین لوله
رو به پایین حرکت می کند

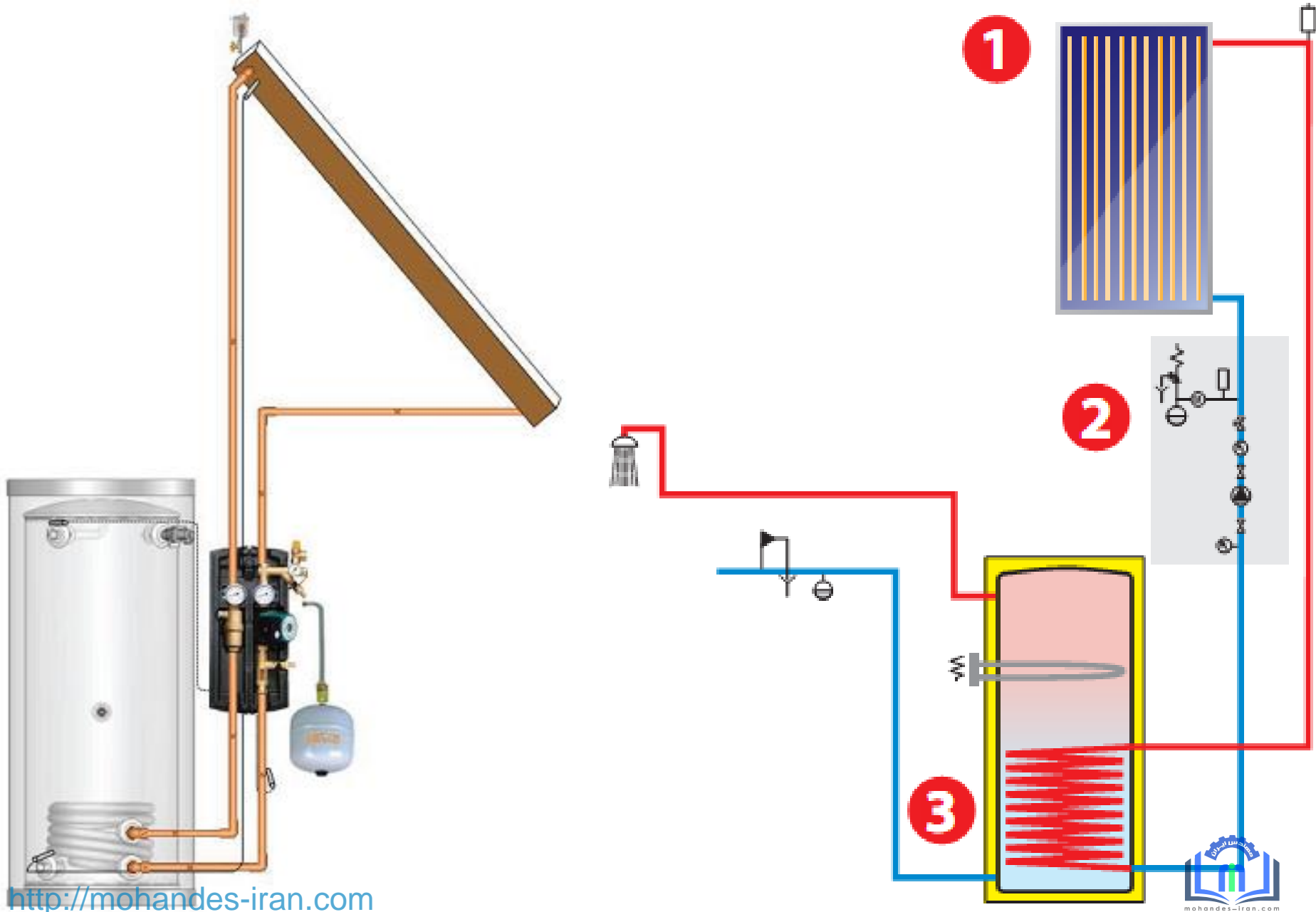
آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون)

با کلکتور لوله خلاء














با کلکتور صفحه تخت

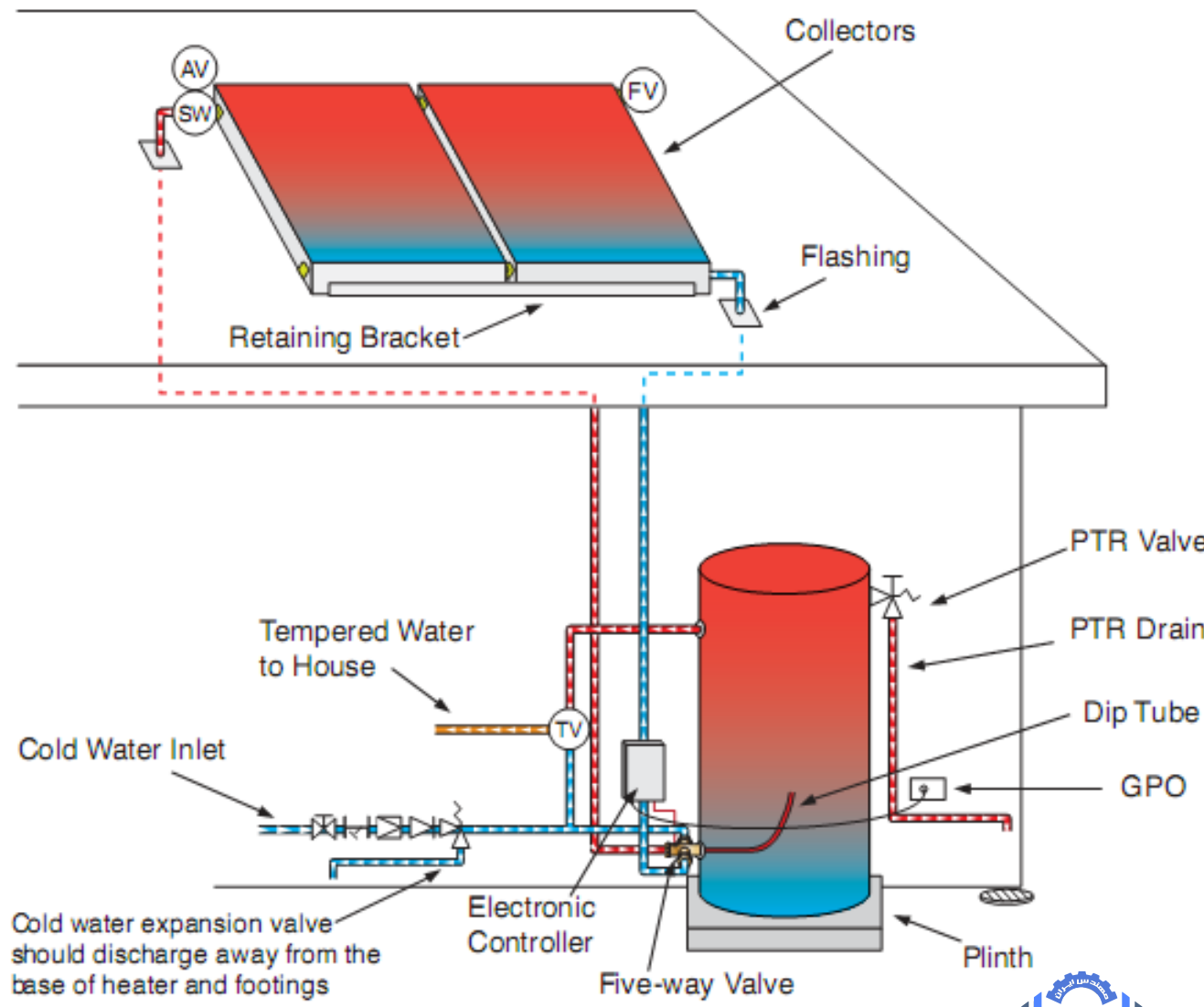


سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی)

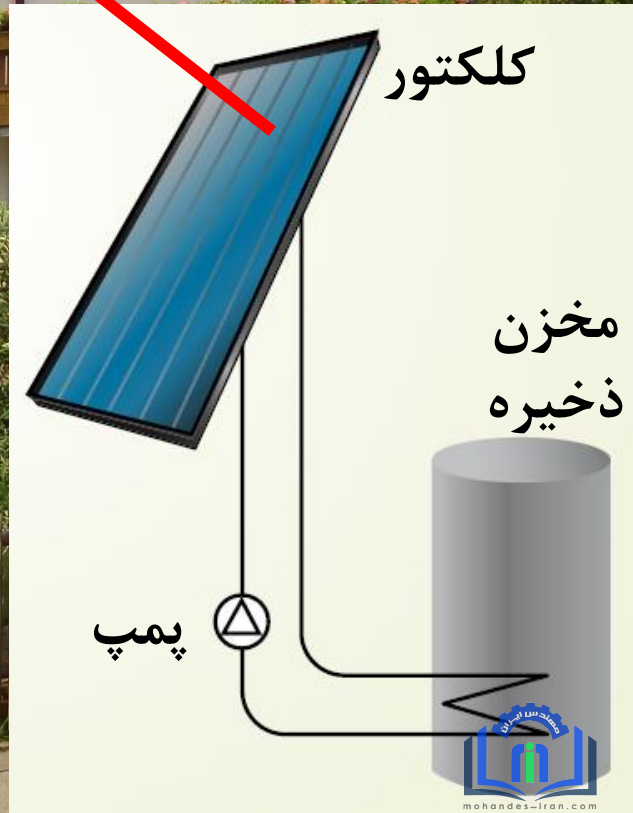


سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی)

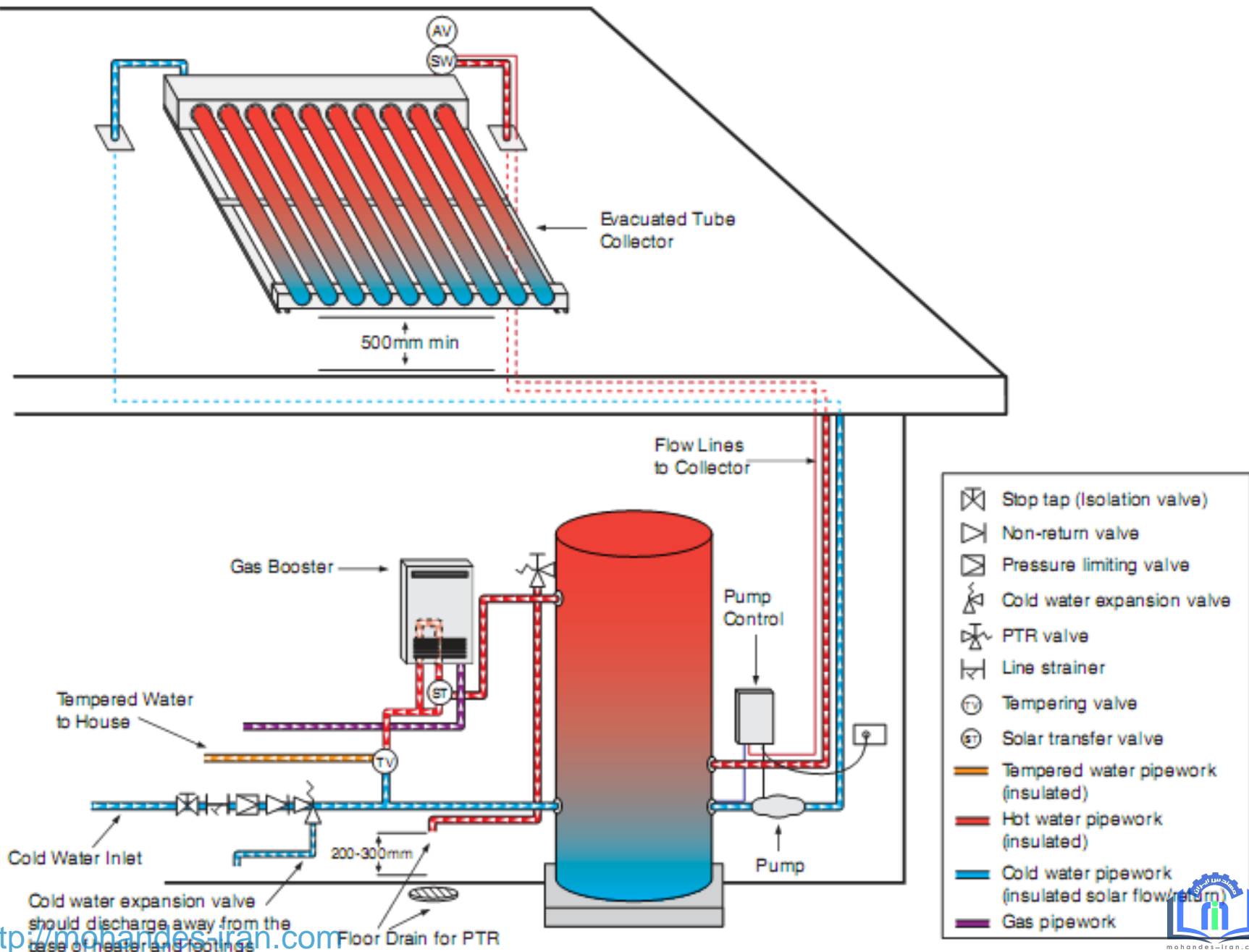
-  Stop tap (Isolation valve)
-  Non-return valve
-  Pressure limiting valve
-  Cold water expansion valve
-  PTR valve
-  Line strainer
-  Tempering valve
-  Sensor well
-  Air relief valve
-  Frost protection valve (if required)
-  Tempered water pipework (insulated)
-  Hot water pipework (insulated)
-  Cold water pipework (insulated solar flow/return)



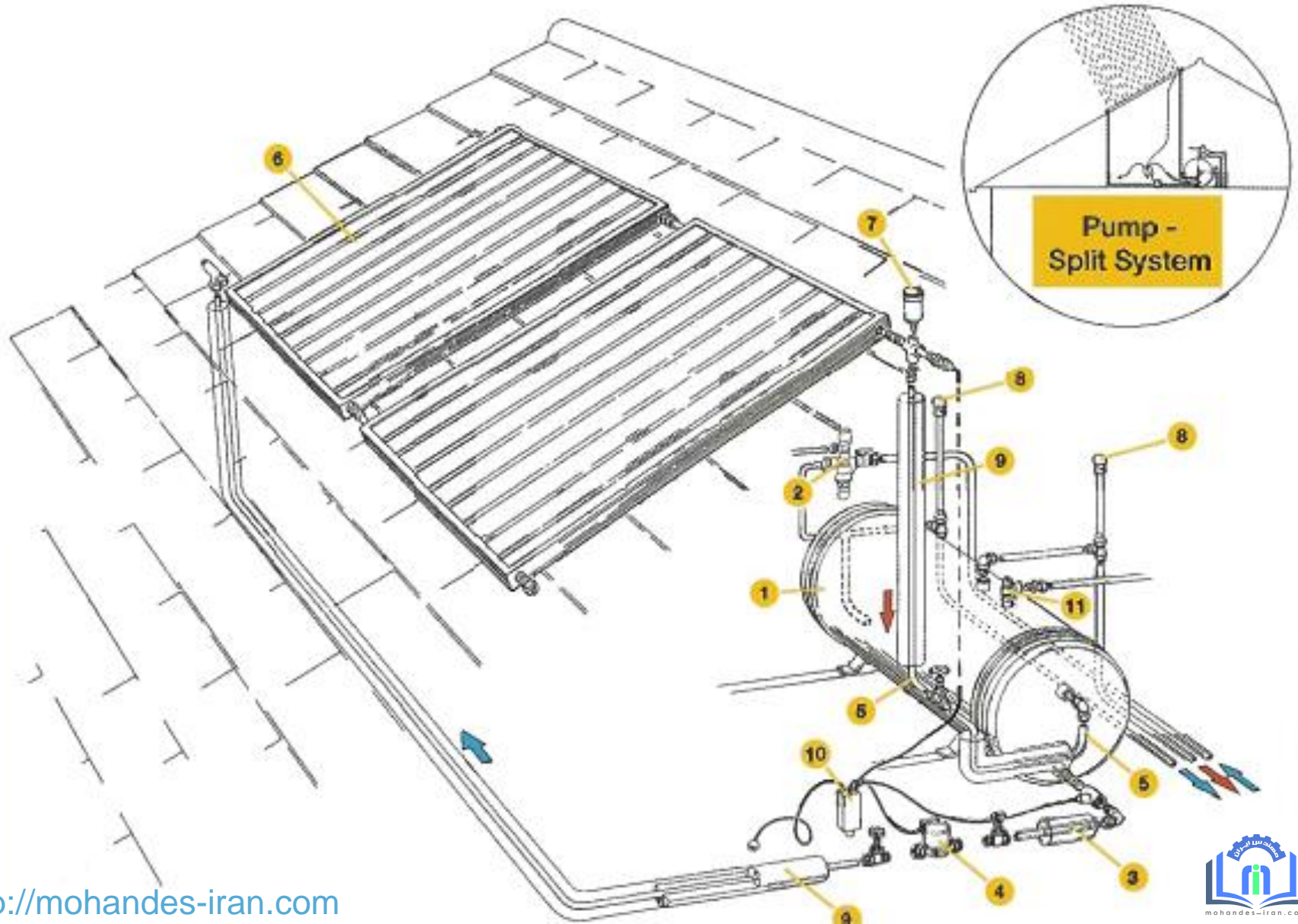
سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی)



سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی)



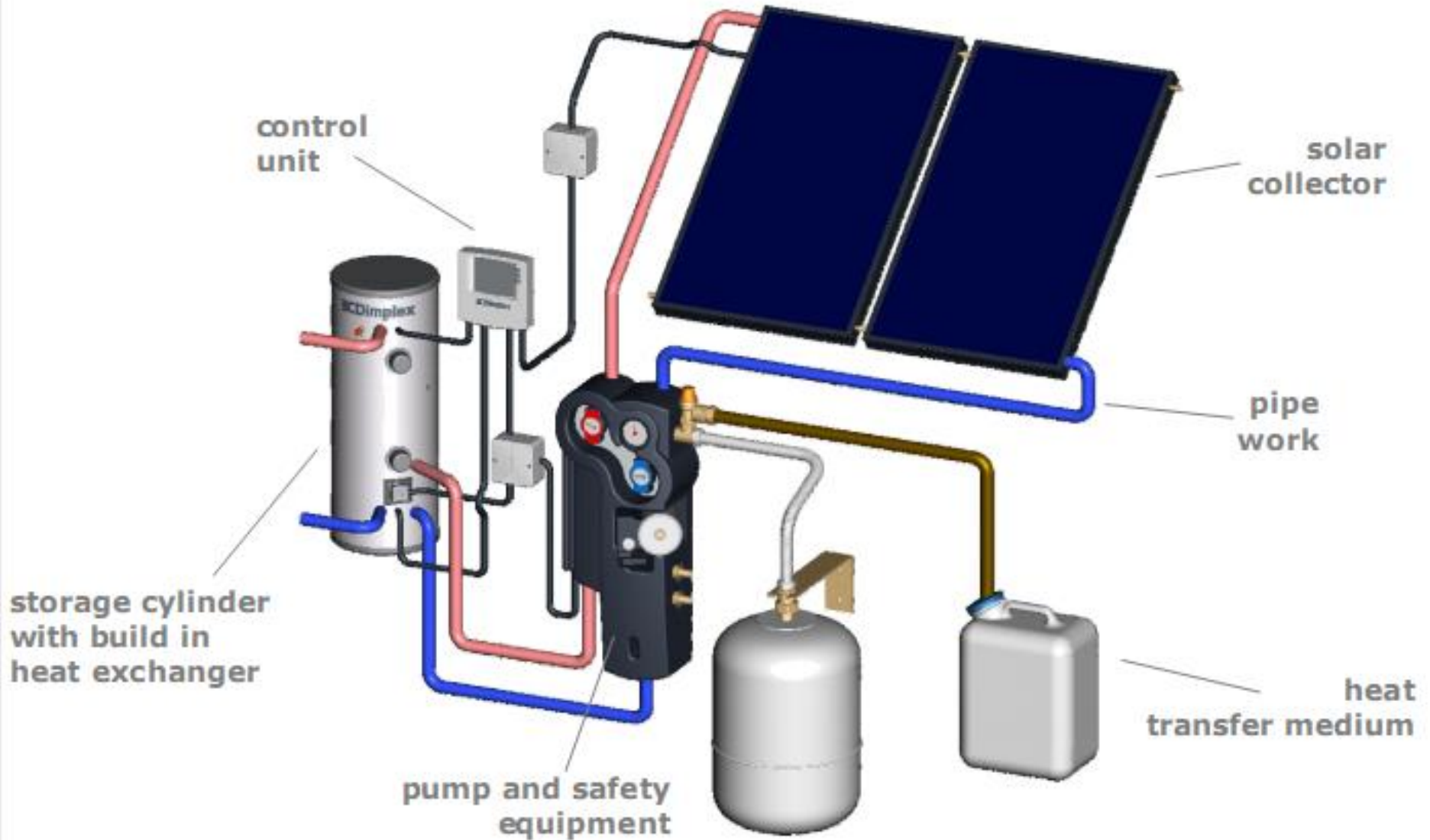
سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی) نصب مخزن ذخیره در زیر شیروانی



سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی)



سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری (پمپی)



Pump Station



Pressure relief valve

Connection for expansion vessel

Pressure gauge

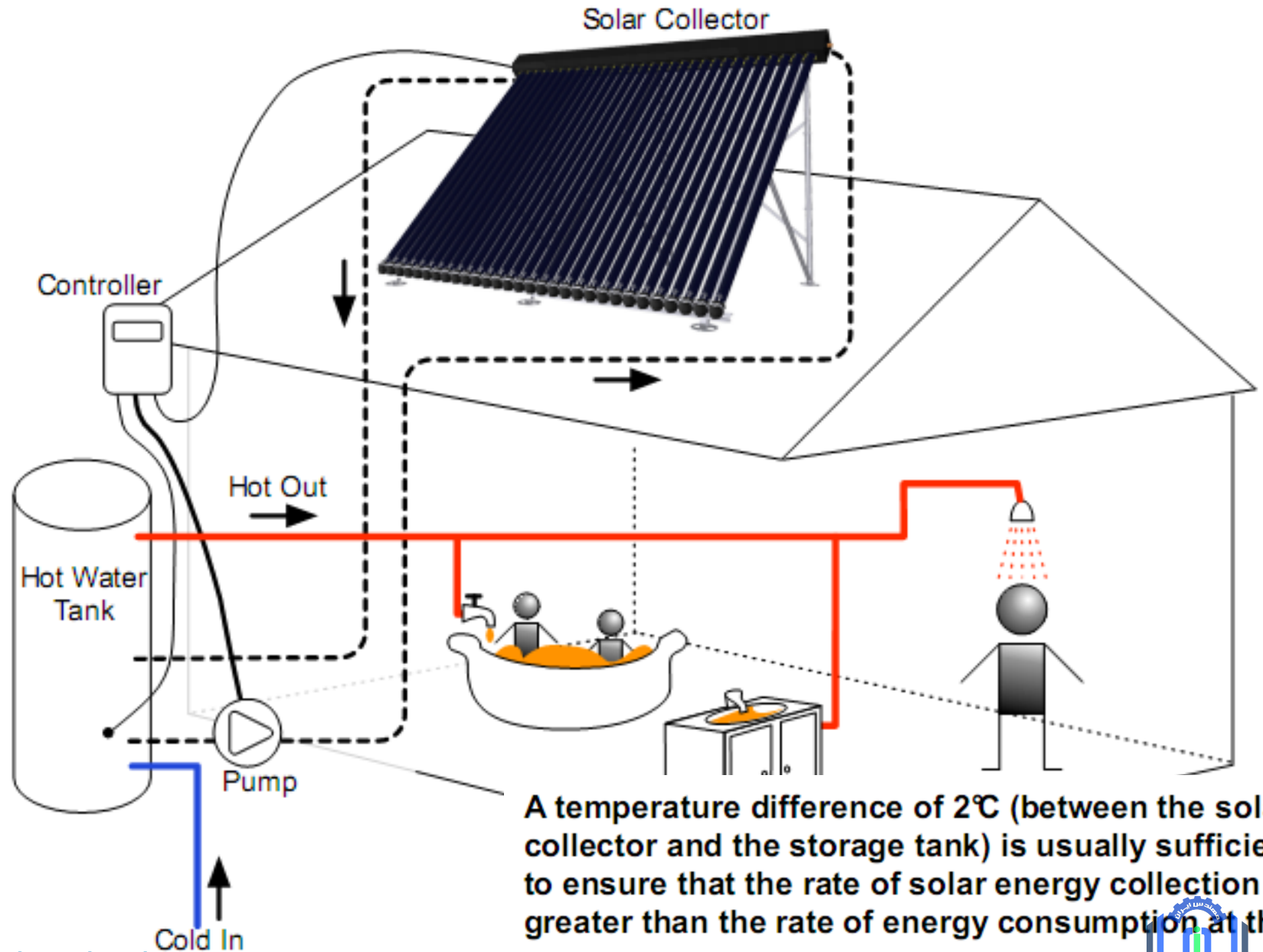
Non-return valve

Air eliminator

Glycol filling points

Flow meter

نحوه کنترل پمپ در سیستم تولید آبگرم خورشیدی از نوع اجباری





The Solar Controller



- The solar controller manages the efficient transfer of solar heat energy from the collectors to the storage tank
- In addition the solar controller can regulate when the back-up heating system is required.
- Solar controllers allows the installer to set various system parameters and also display key system data such as;
 - Collector and return line temperature
 - Tank temperatures in upper and lower sections
 - Activity of circulating pump & back-up heating system
 - Captured solar energy



نمونه ای از سیستم اجباری در بیمارستانی در هشتگرد

در سیستم های اجباری کلکتورها در بالای بام و مخزن ذخیره در موتورخانه یا در جای مناسبی پایین تر از کلکتور قرار می گیرد.

- تلفات حرارتی کمتر از مخزن ذخیره
- بار مرده کمتر در پشت بام
- بهبود نمای ظاهری
- امکان استفاده در سیستم های بزرگ و مصرف آب بالا
- امکان ترکیب سیستم با منابع دیگر گرمایشی مثل موتورخانه



2012/07/18 09:56

نمونه ای از کاربرد آبگرمکن خورشیدی با سیستم اجباری در ساختمان مسکونی



نمونه ای از کاربرد آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون در ساختمان های مسکونی

Zahedan, Iran



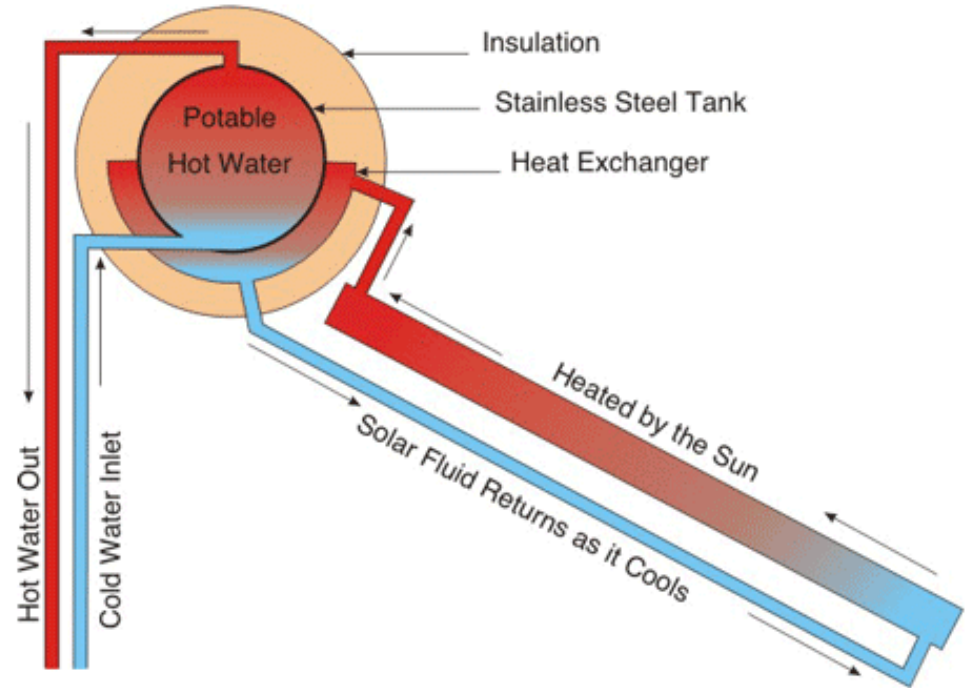
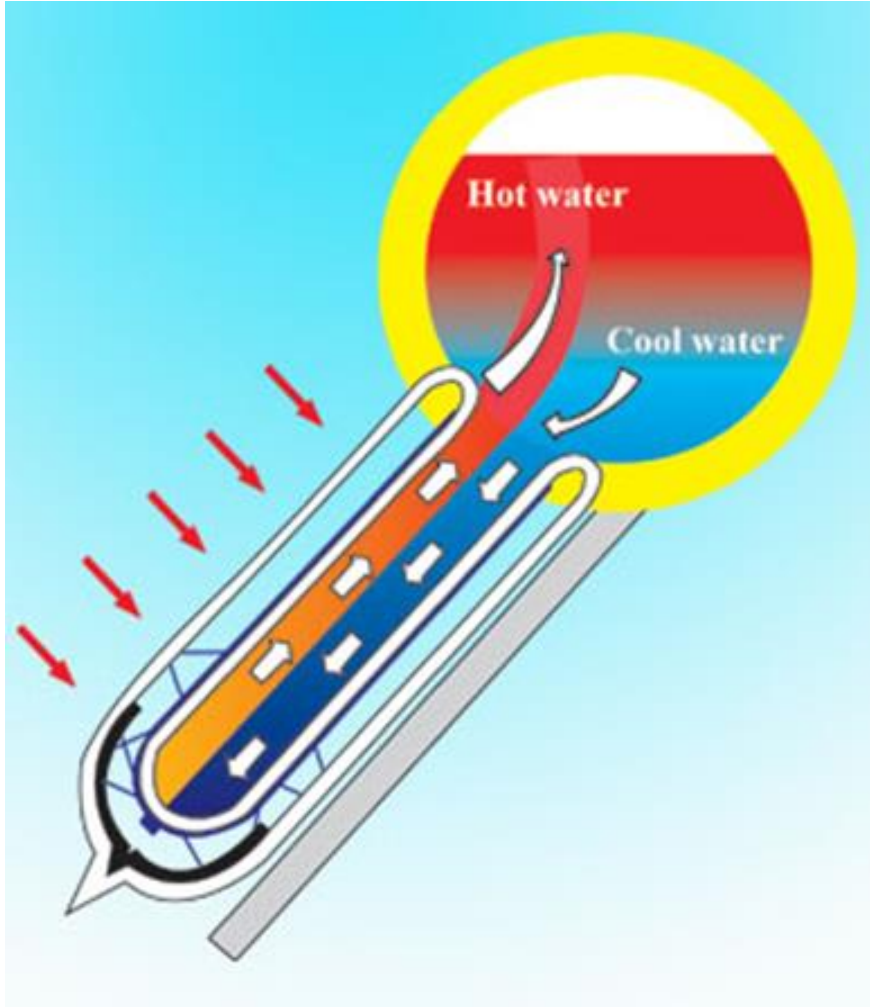
Source: <http://www.solarkarim.com>



انواع آبگرمکن های خورشیدی

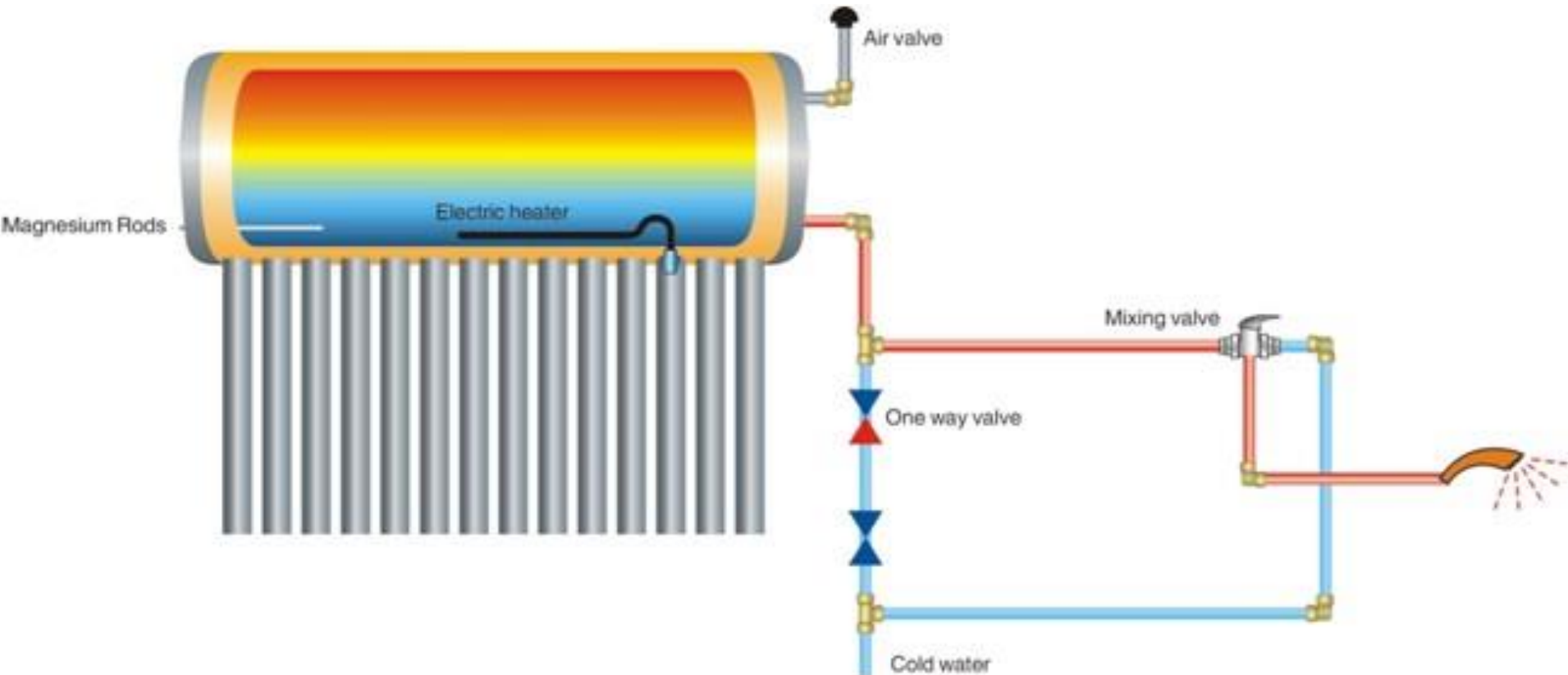
صفحه تخت لوله خلاء	دسته بندی بر حسب نوع کلکتور
بدون پمپ یا ترموسیفون پمپ دار یا جریان اجباری	دسته بندی بر حسب نوع ایجاد جریان
مستقیم غیر مستقیم	دسته بندی بر حسب نوع تماس بین دو سیال
بدون هیتر کمکی با هیتر کمکی الکتریکی با کویل حرارتی کمکی	دسته بندی بر حسب نوع سیستم کمکی

آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) در دو نوع باز و بسته



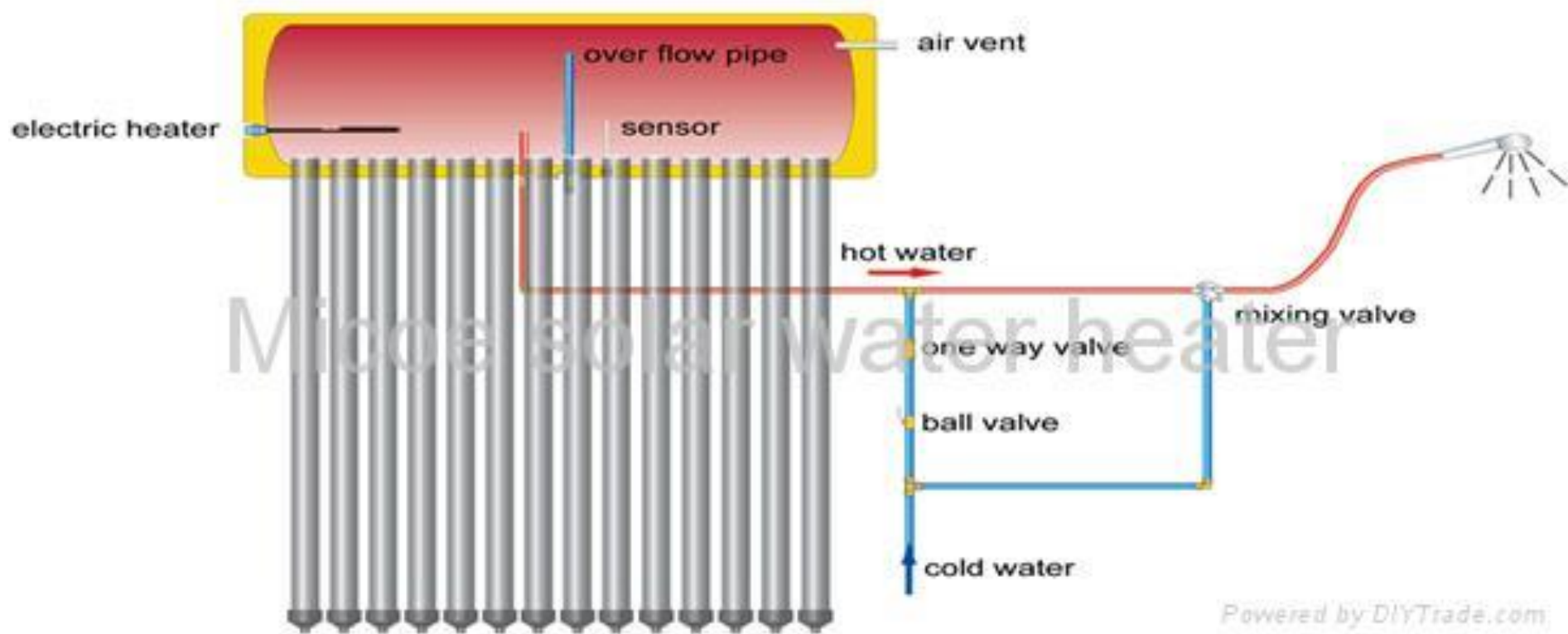
دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب تماس مستقیم یا غیر مستقیم

آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون با کلکتور لوله خلاء از نوع مستقیم



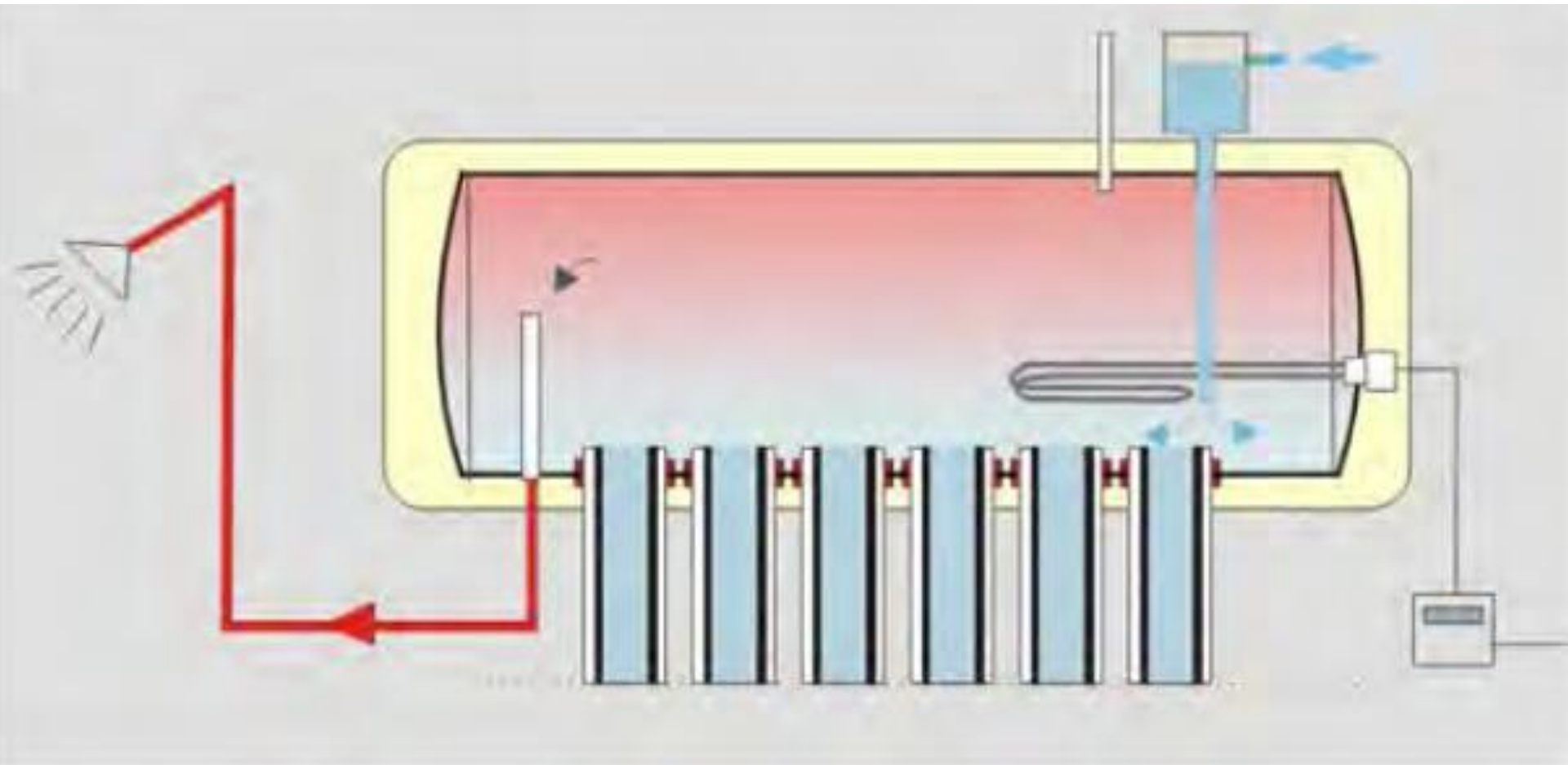
دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب تماس مستقیم یا غیر مستقیم

آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون با کلکتور لوله خلاء از نوع مستقیم



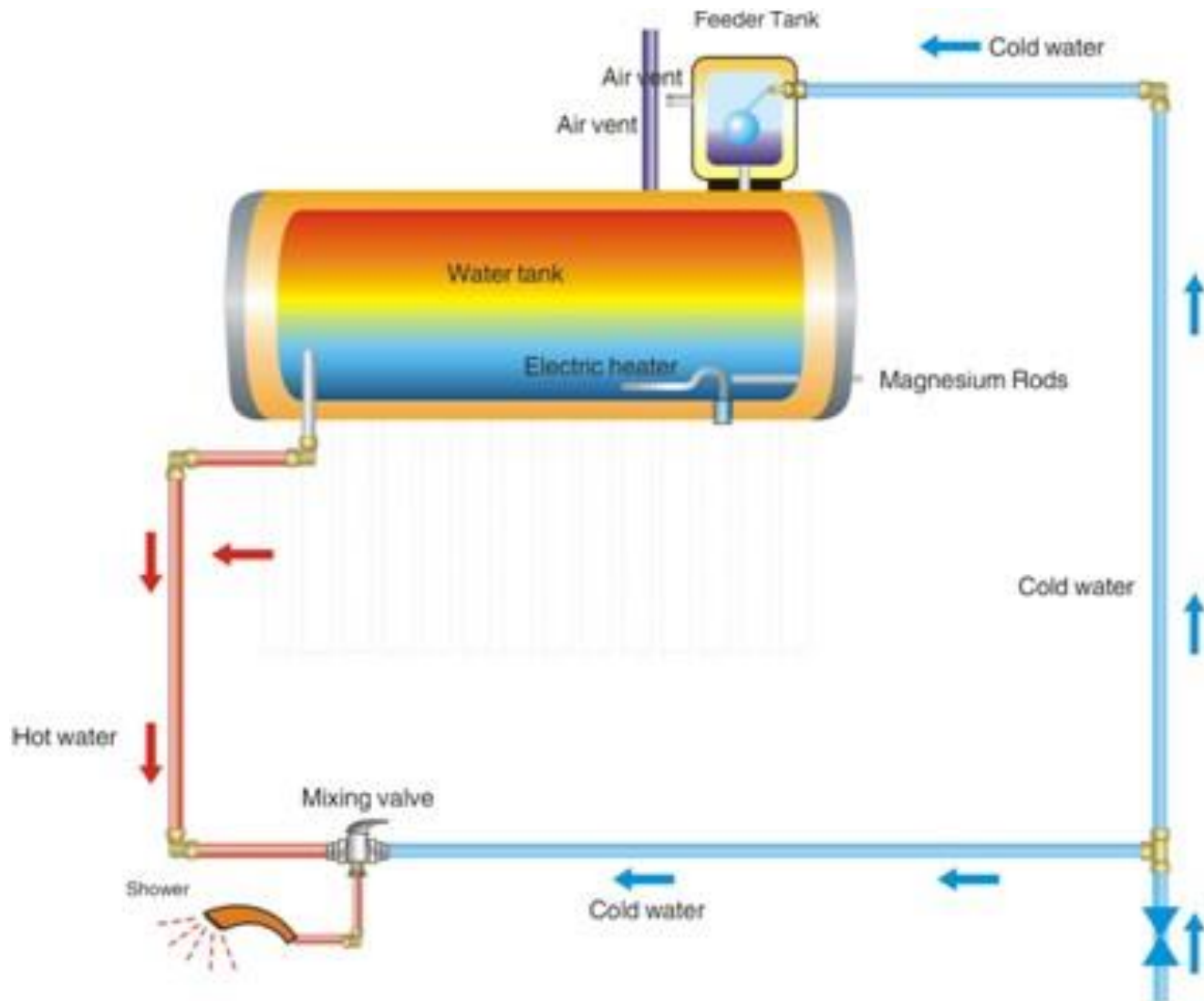
دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب تماس مستقیم یا غیر مستقیم

آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون با کلکتور لوله خلاء از نوع مستقیم



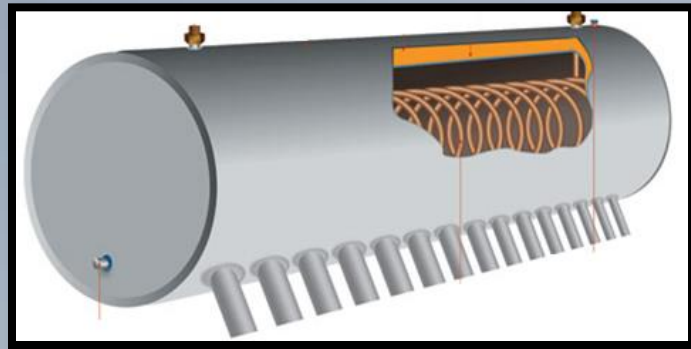
دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب تماس مستقیم یا غیر مستقیم

آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون با کلکتور لوله خلاء از نوع مستقیم



دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب تماس مستقیم یا غیر مستقیم

آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون با کلکتور لوله خلاء از نوع غیر مستقیم

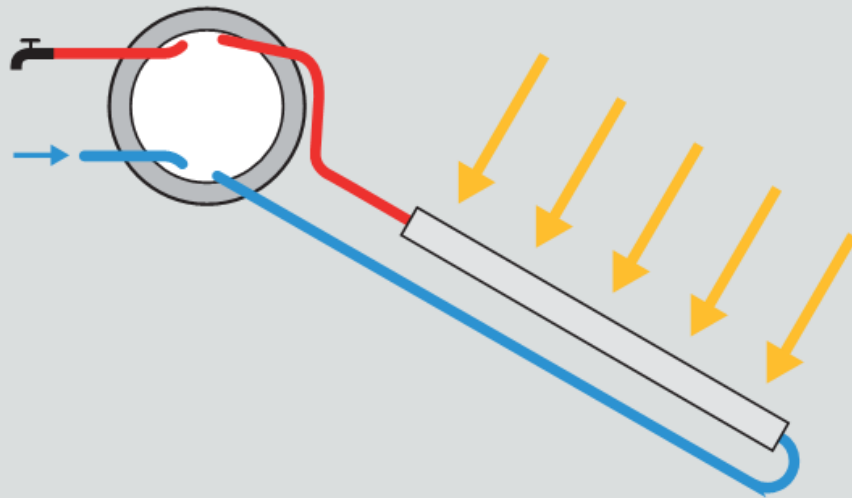


خروج آب گرم مصرفی

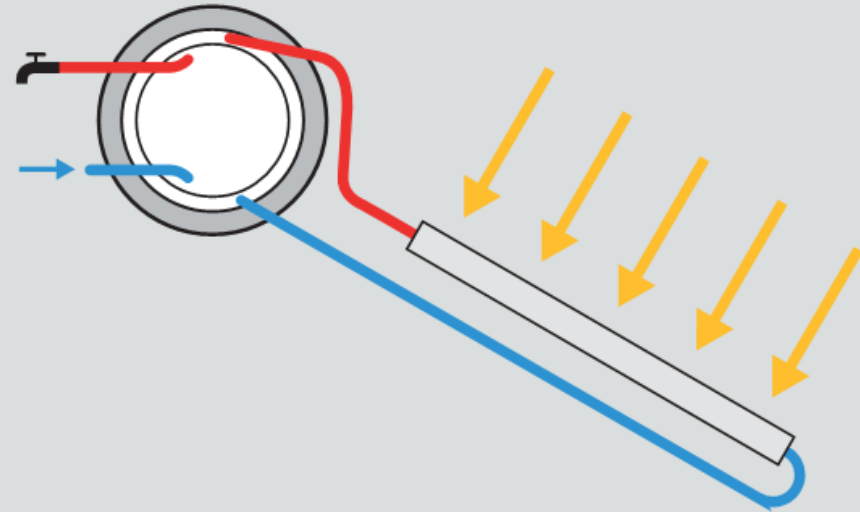
ورود آب شهر

آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) در دو نوع باز و بسته

Single circuit system

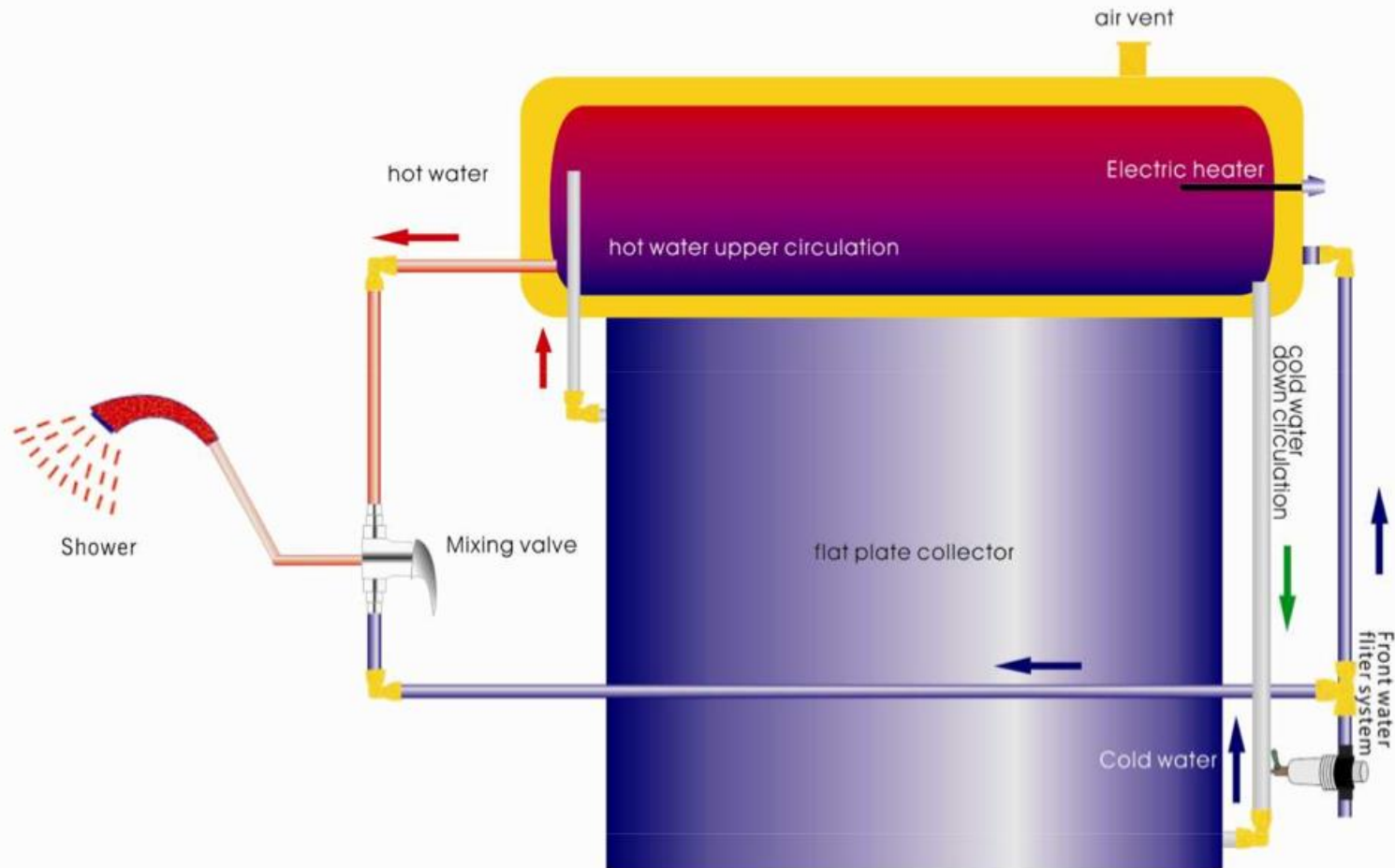


Two-circuit system

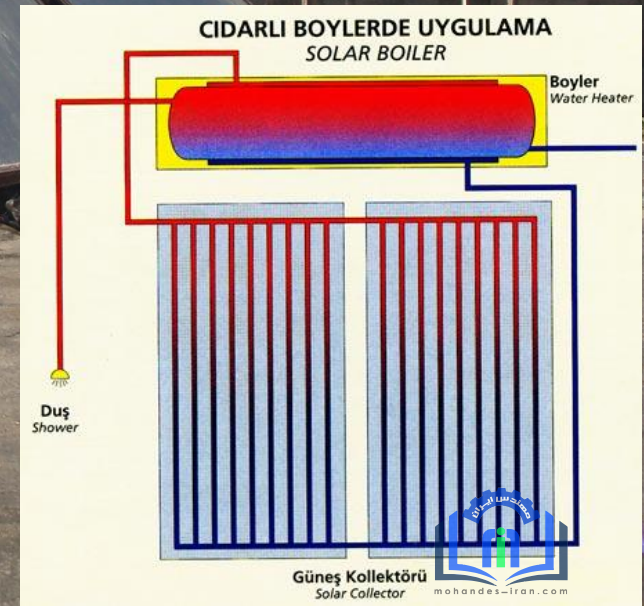


دسته بندی آبگرمکن های خورشیدی بر حسب تماس مستقیم یا غیر مستقیم

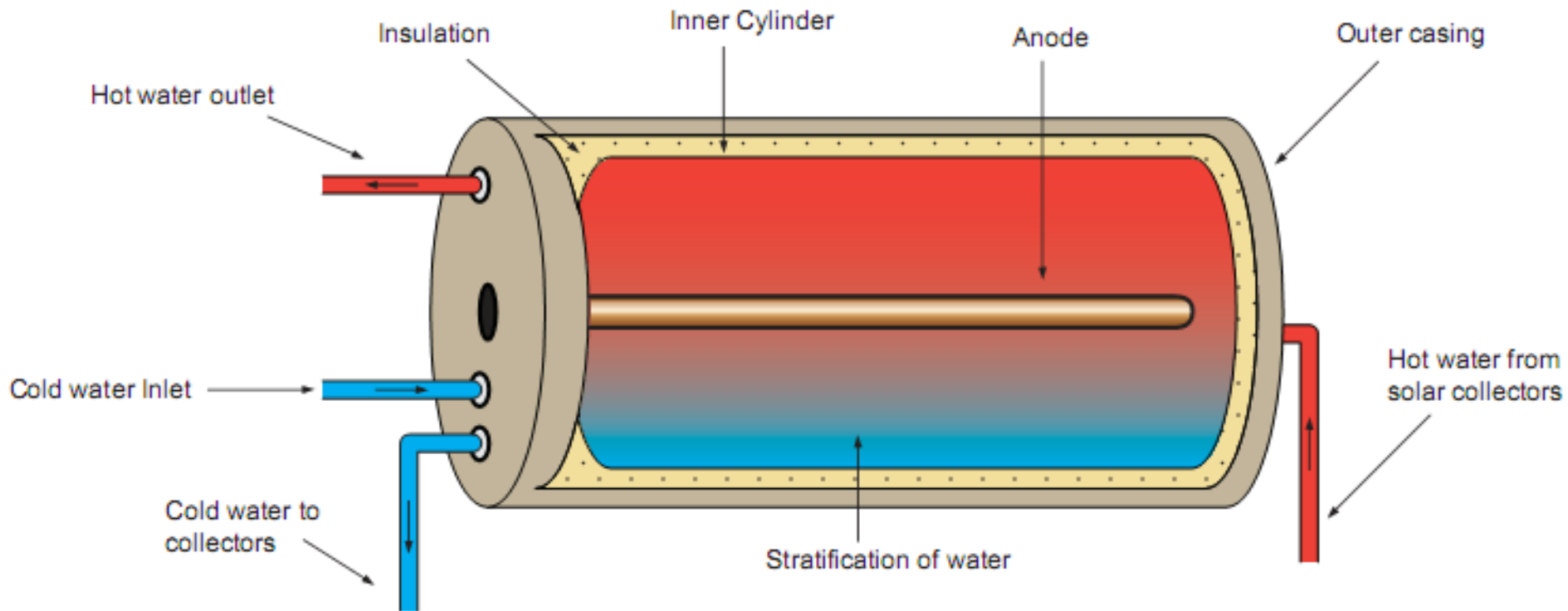
آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون با کلکتور صفحه تخت از نوع مستقیم



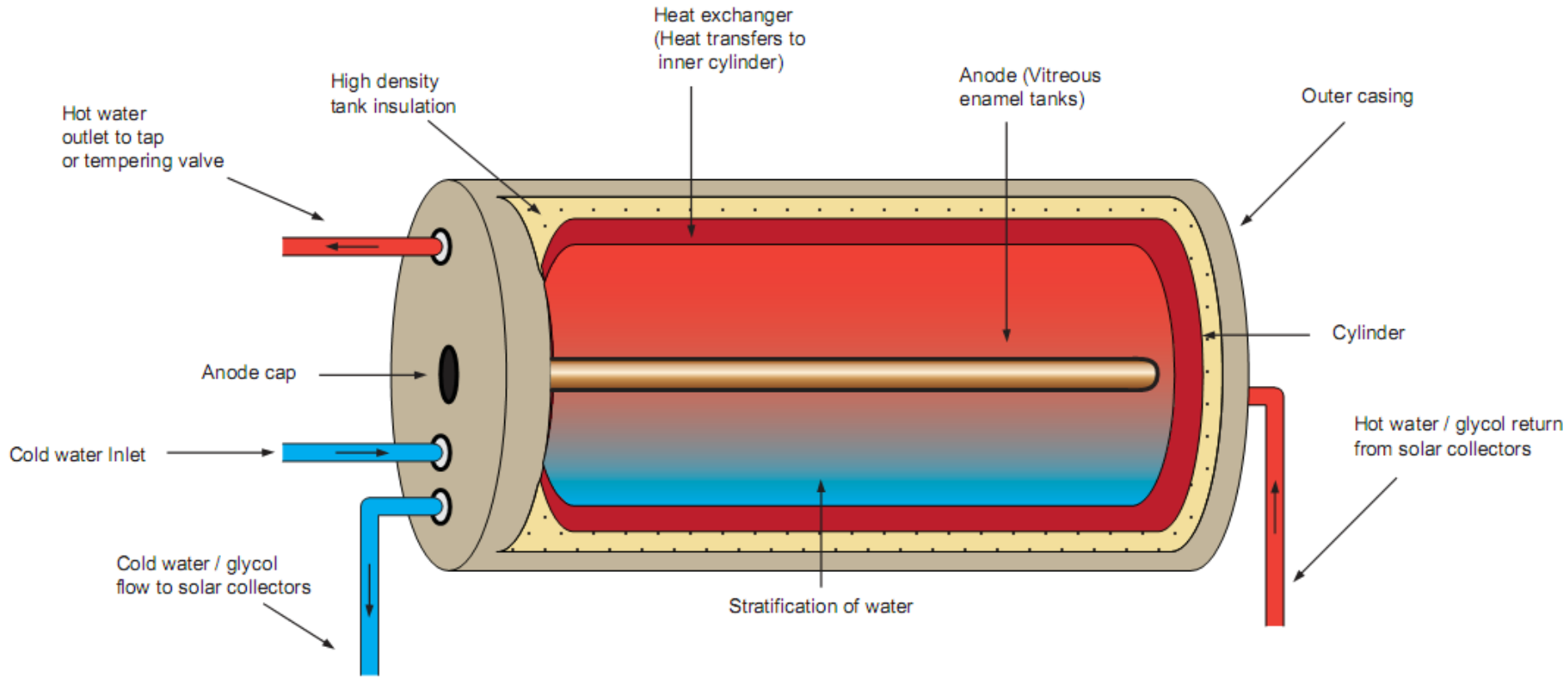
آبگرمکن خورشیدی با گردش طبیعی (ترموسیفون) با کلکتور صفحه تخت



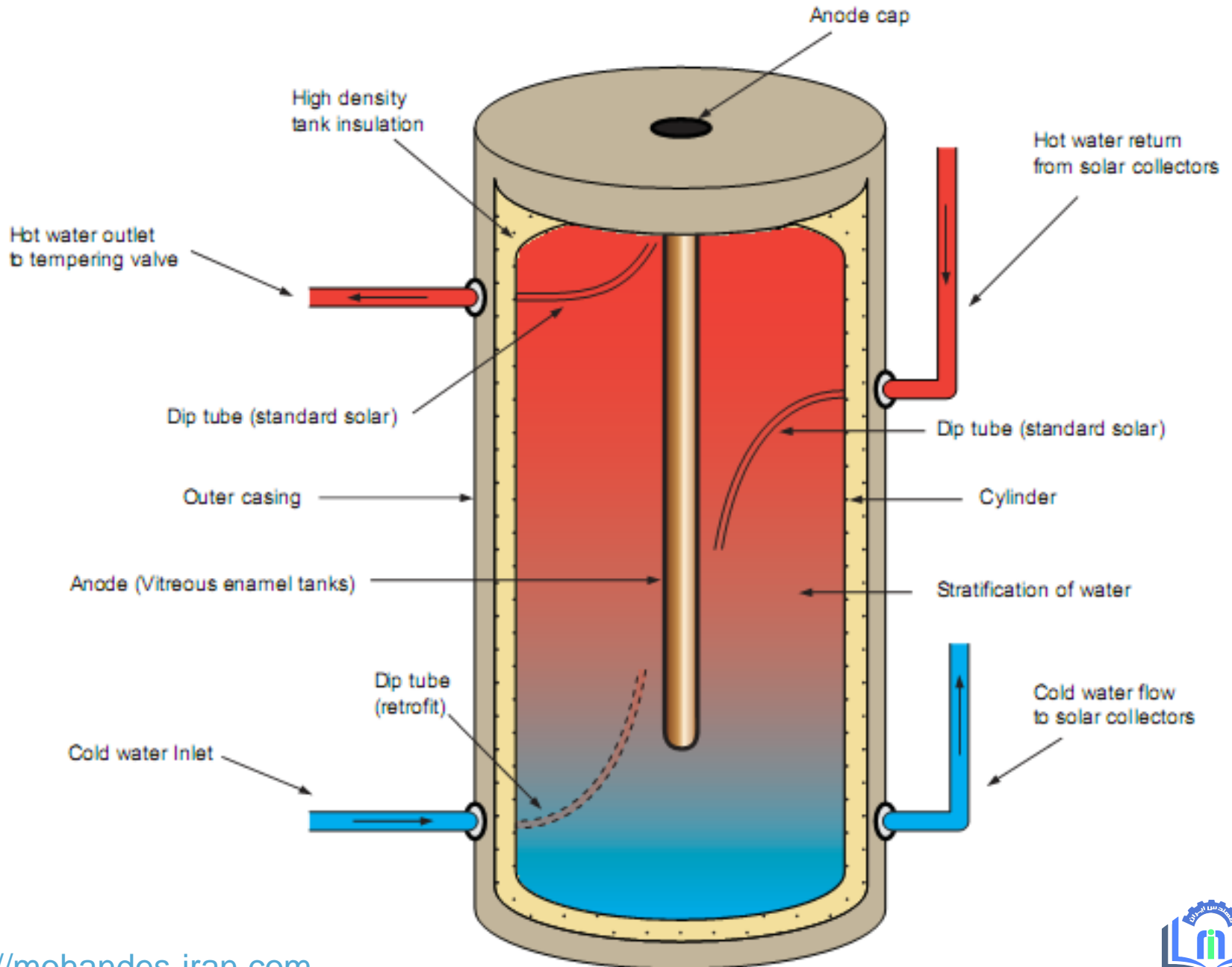
مخزن سیستم مستقیم ترموسیفون



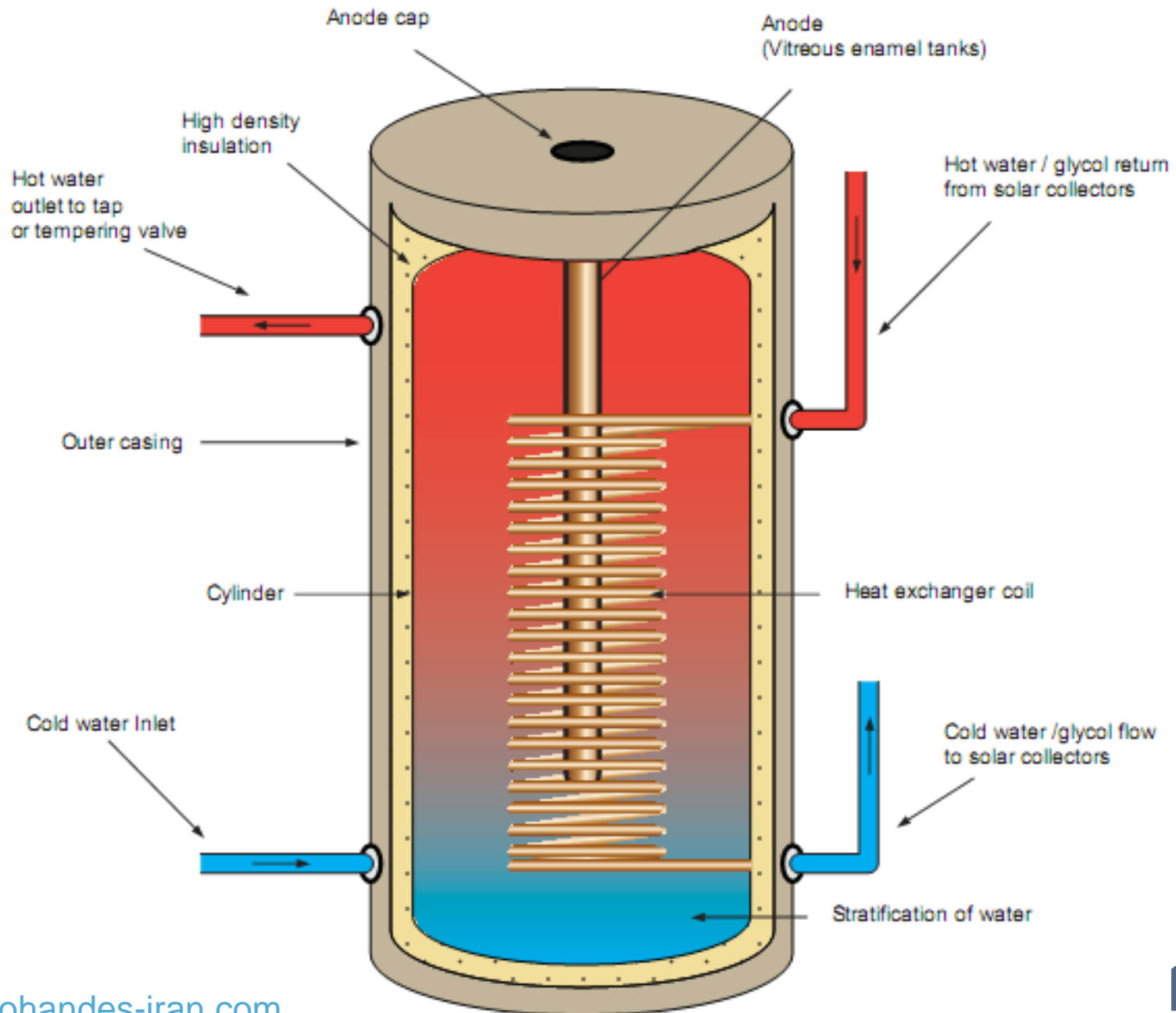
مخزن سیستم غیر مستقیم ترموسیفون



مخزن سیستم مستقیم اجباری



مخزن سیستم غیر مستقیم ترموسیفون



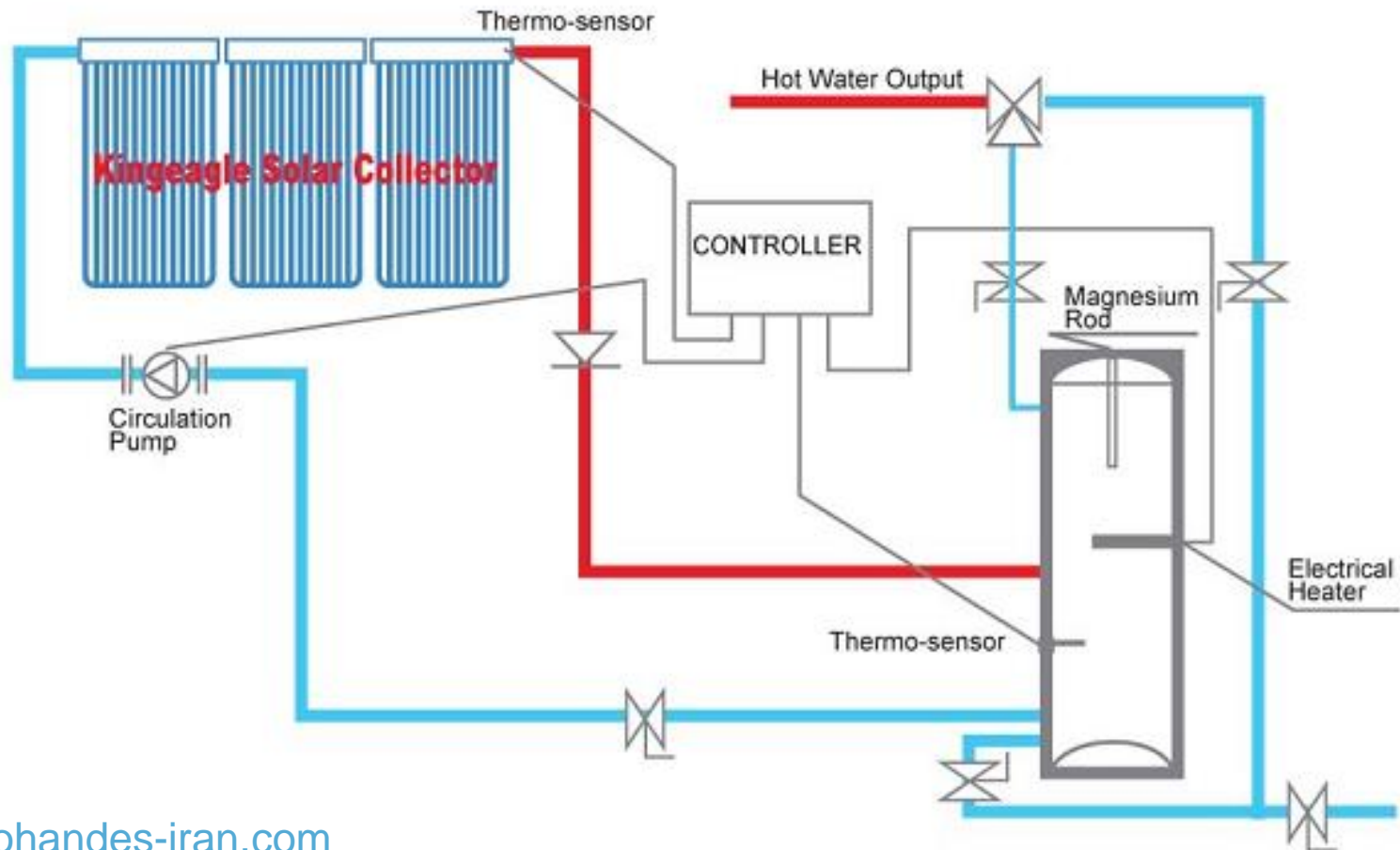
آبگرمکن خورشیدی جریان اجباری مدار باز

www.kingeaglesolar.com

KINGEAGLE SOLAR



A. OPEN LOOP



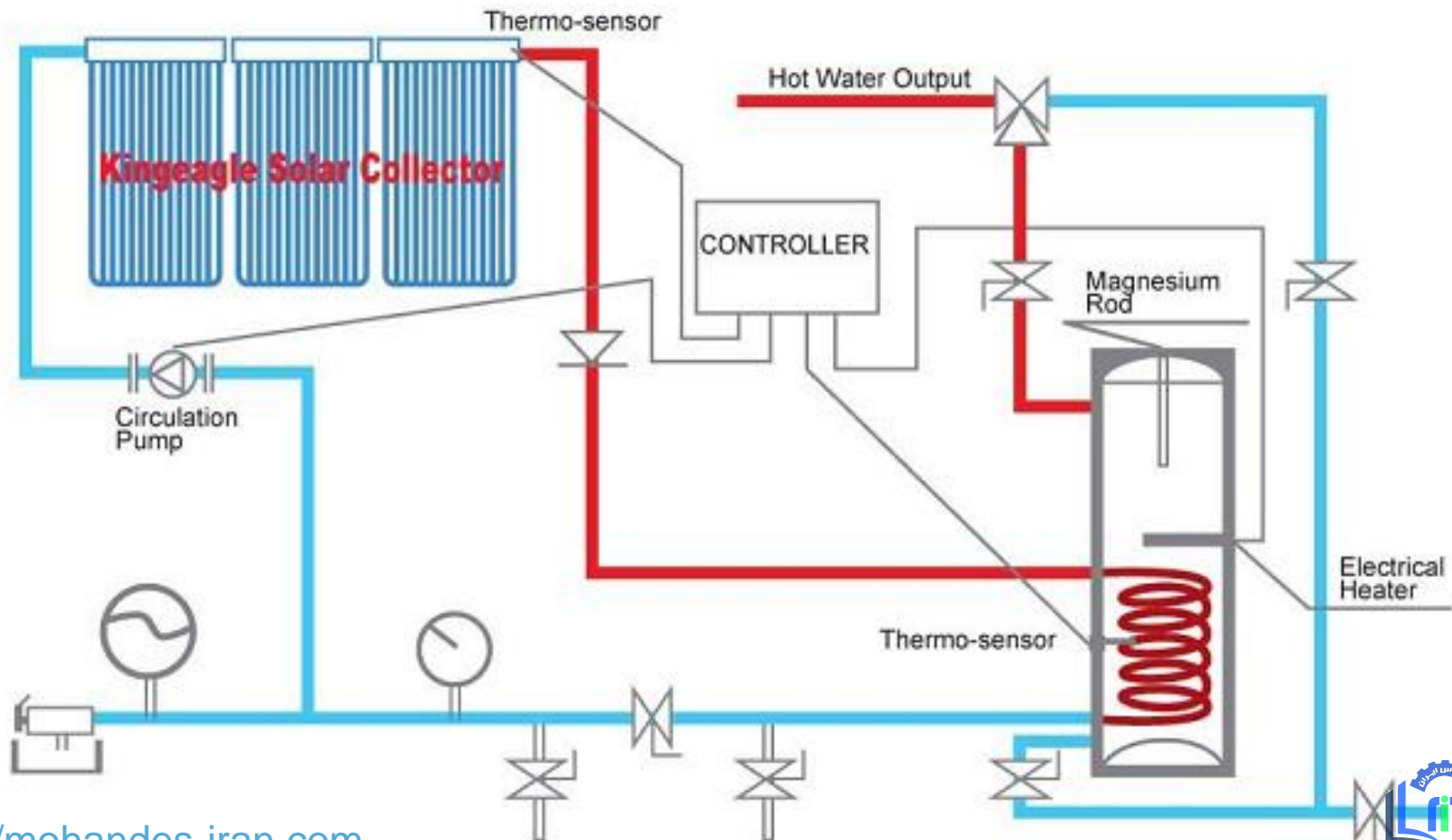
آبگرمکن خورشیدی جریان اجباری مدار بسته



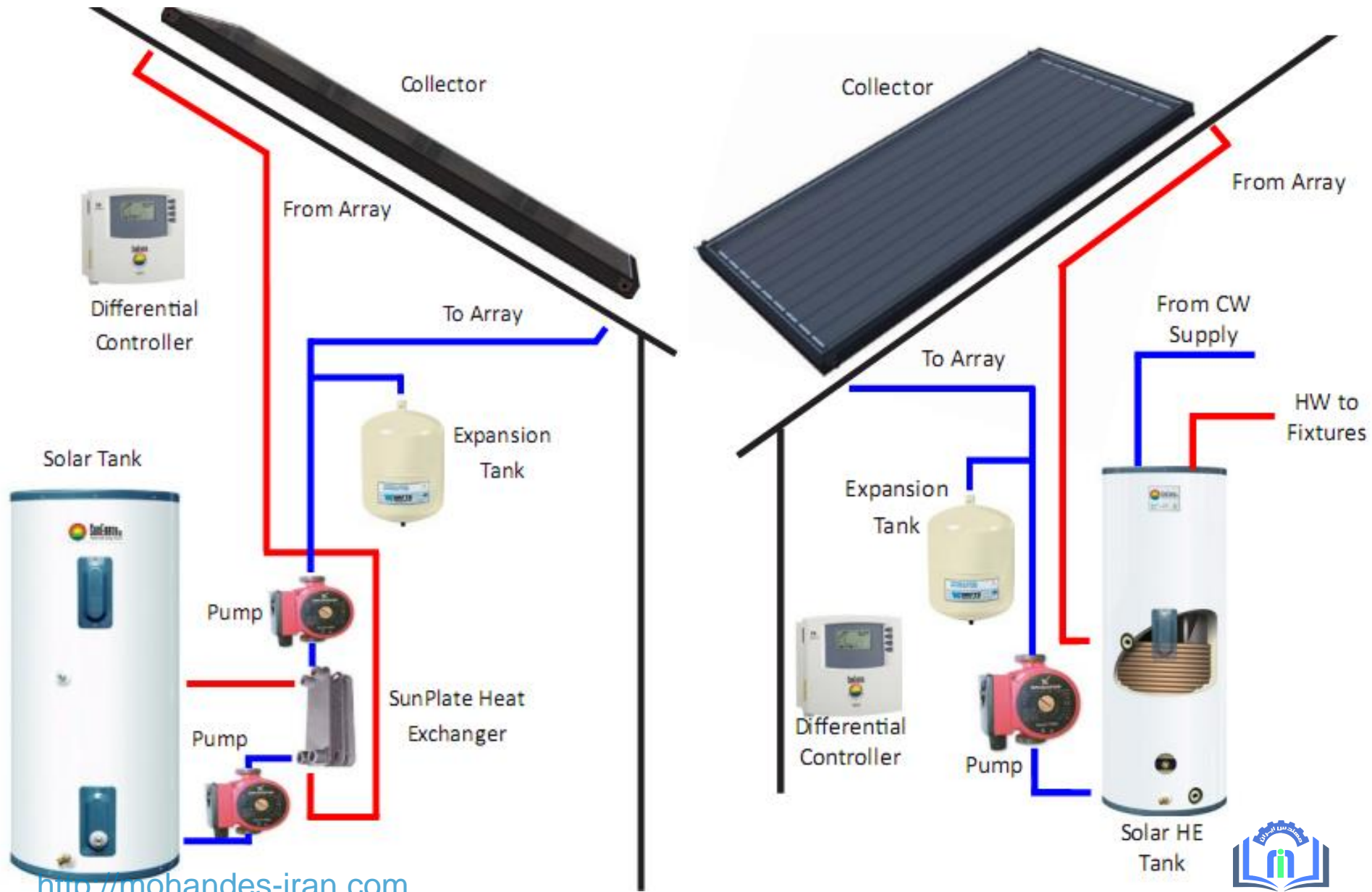
KINGEAGLE SOLAR

www.kingeaglesolar.com

B. CLOSED LOOP



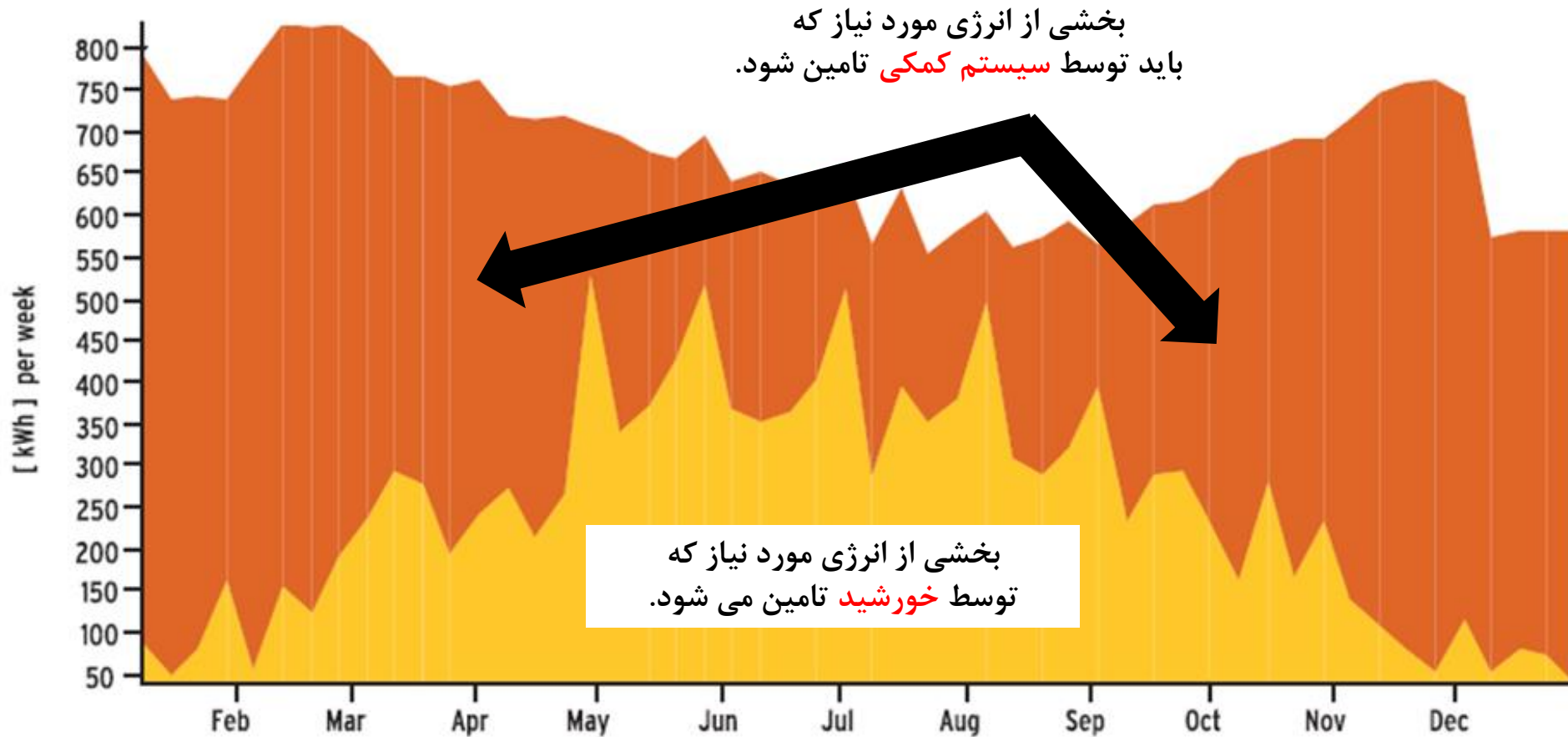
سیستم های بسته با دو نوع مبدل متفاوت



انواع آبگرمکن های خورشیدی

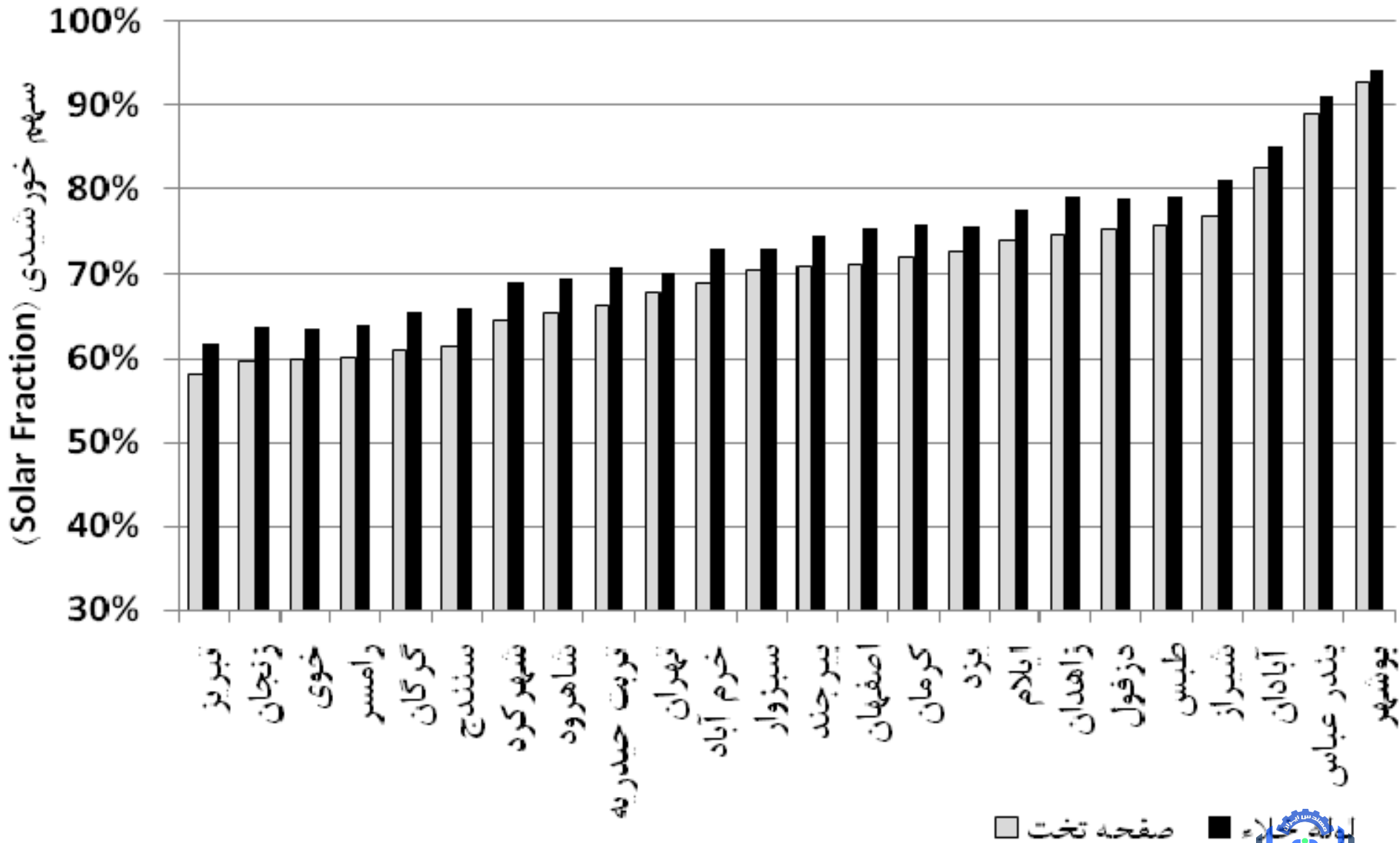
صفحه تخت لوله خلاء	دسته بندی بر حسب نوع کلکتور
بدون پمپ یا ترموسیفون پمپ دار یا جریان اجباری	دسته بندی بر حسب نوع ایجاد جریان
مستقیم غیر مستقیم	دسته بندی بر حسب نوع تماس بین دو سیال
بدون هیتر کمکی با هیتر کمکی الکتریکی با کویل حرارتی کمکی	دسته بندی بر حسب نوع سیستم کمکی

لزوم وجود سیستم کمکی و مفهوم solar fraction



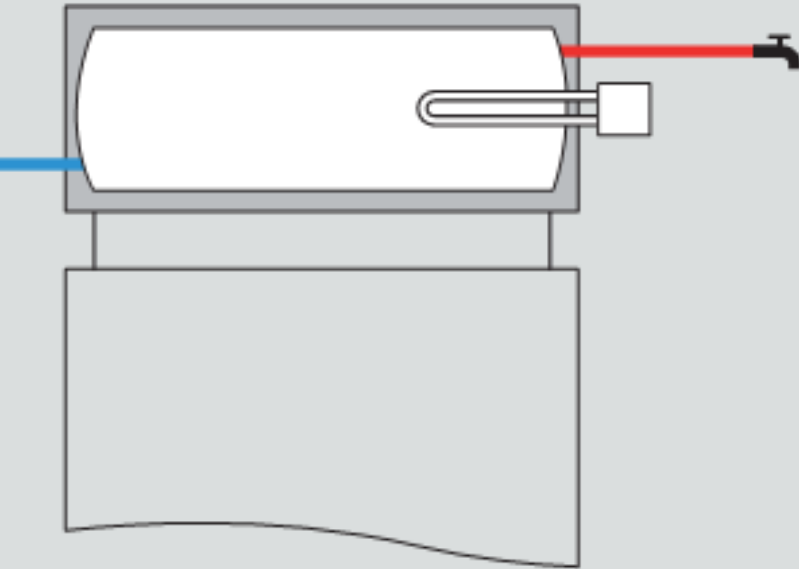
Solar Fraction: 0.37

سهم خورشیدی در شهرهای مختلف ایران برای گرمایش آب مصرفی

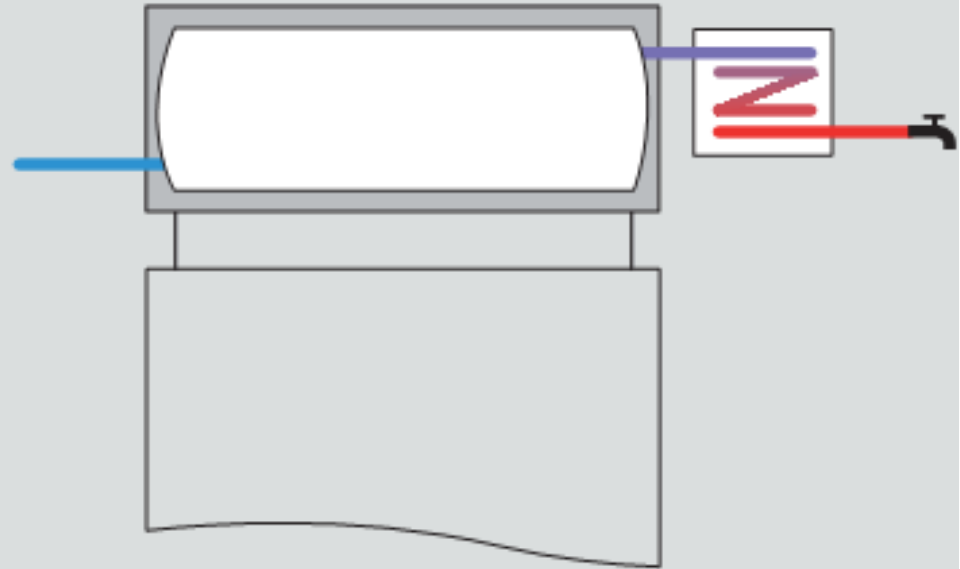


انواع سیستم های گرمایی

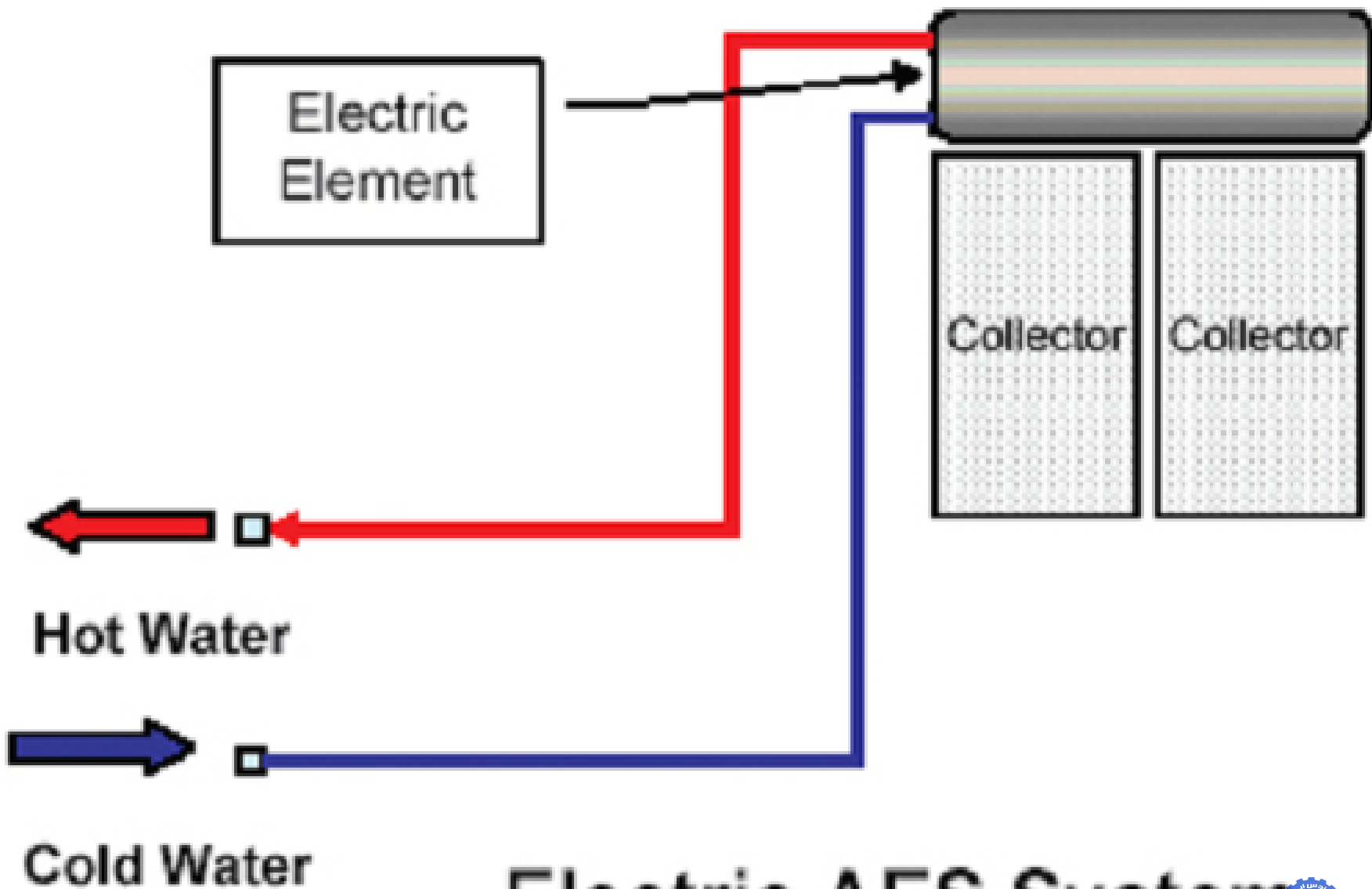
Electric immersion heater



Instantaneous water heater



سیستم پشتیبان از نوع الکتریکی در سیستم ترموسیفون

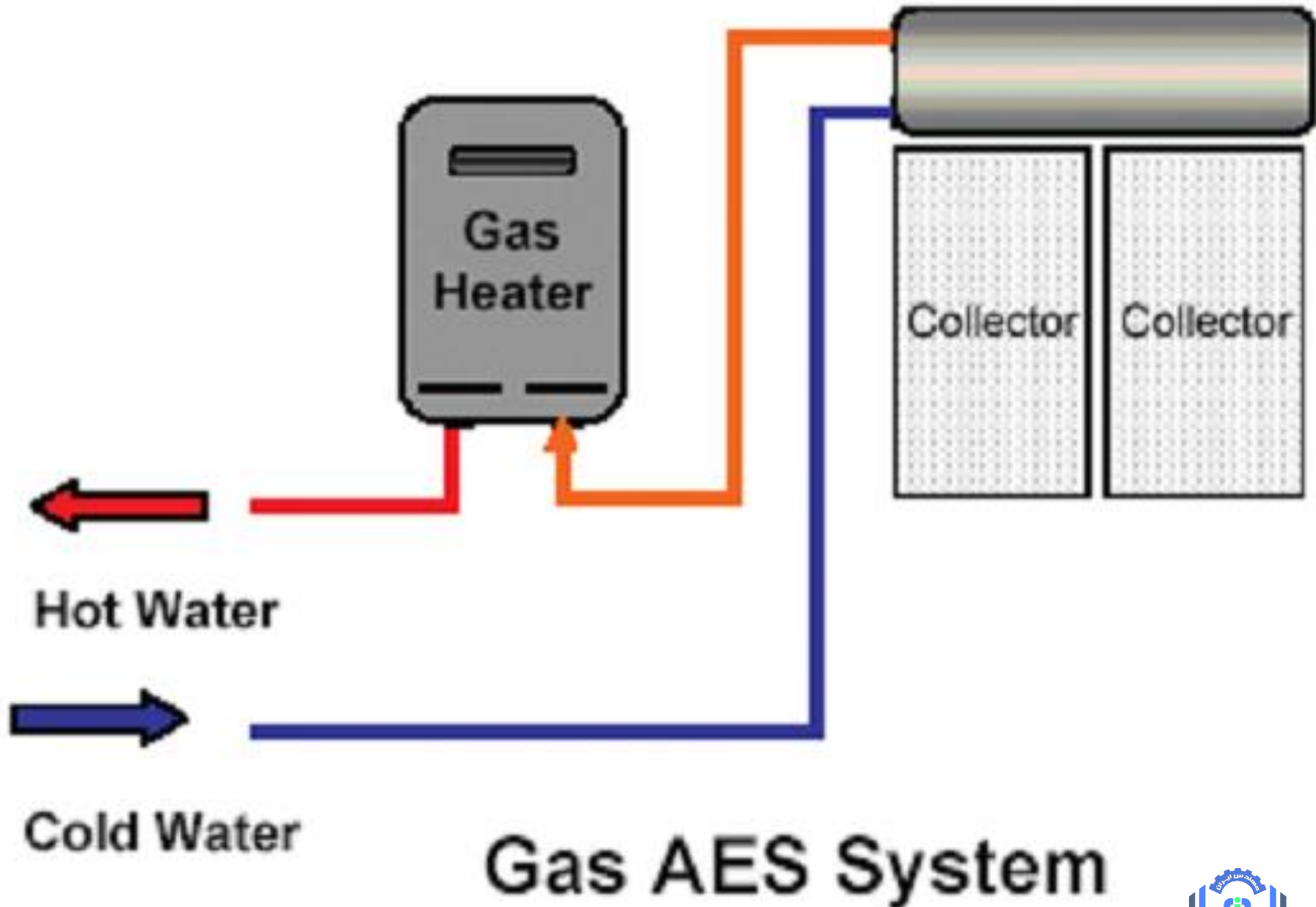


Electric AES System

هیتر الکتریکی در مخزن یک آبگرمکن ترموسیفون

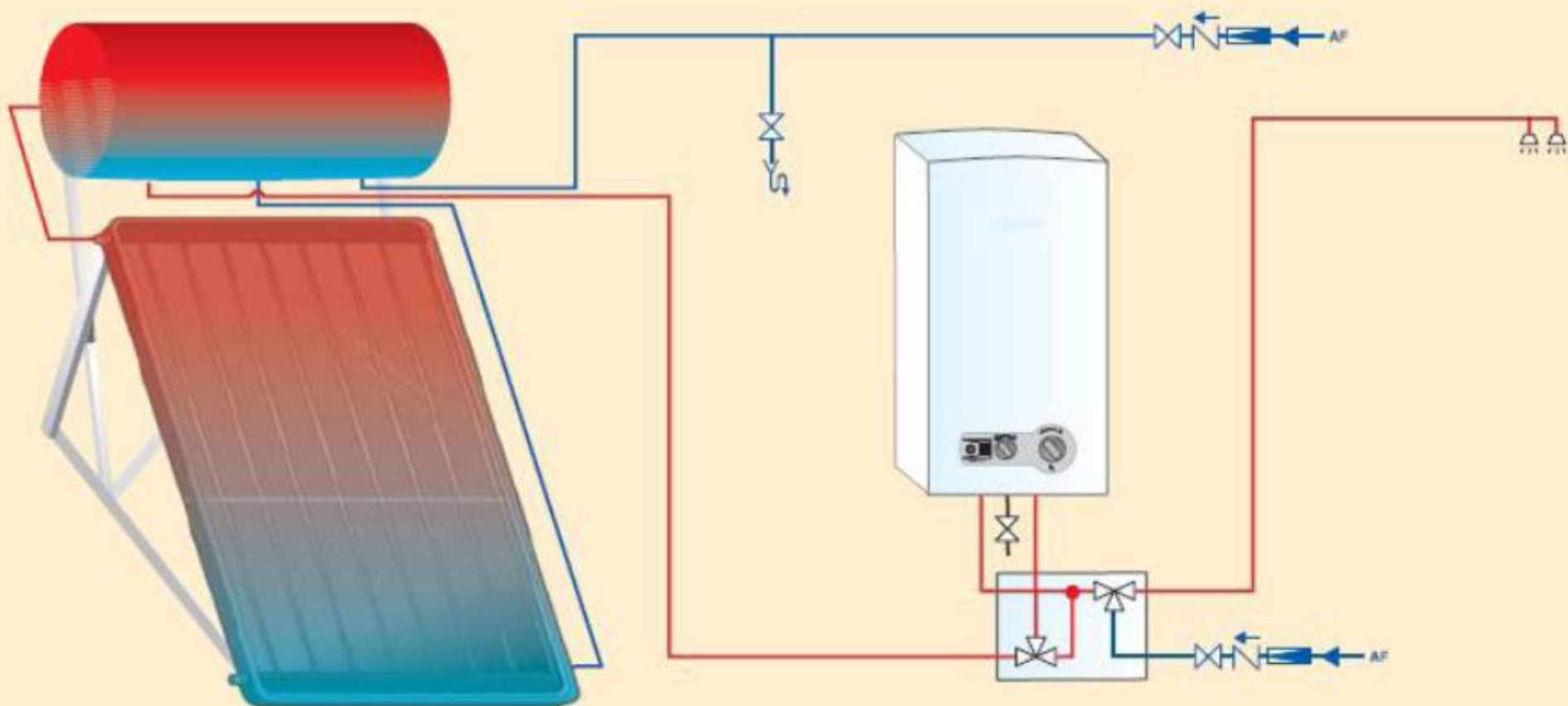


سیستم پشتیبان از نوع آبگرمکن فوری در سیستم ترموسیفون



Gas AES System

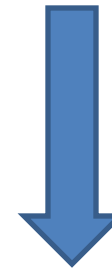
نکته کاربردی در سیستم کمکی ترکیب آبگرمکن خورشیدی با آبگرمکن گازی



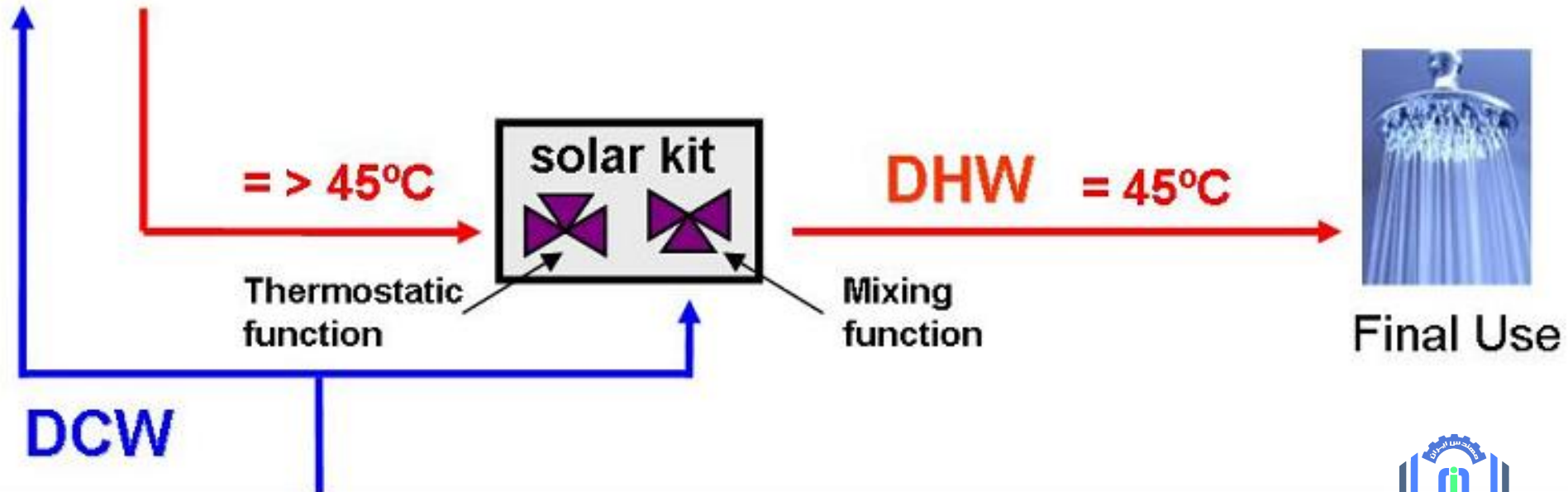
روش کاربرد سیستم کمکی در ترکیب آبگرمکن خورشیدی با آبگرمکن گازی



دمای آب خروجی از آبگرمکن خورشیدی مناسب است.



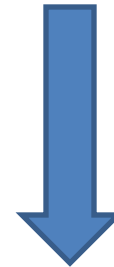
آب گرم مستقیم به مصرف کننده انتقال می یابد.



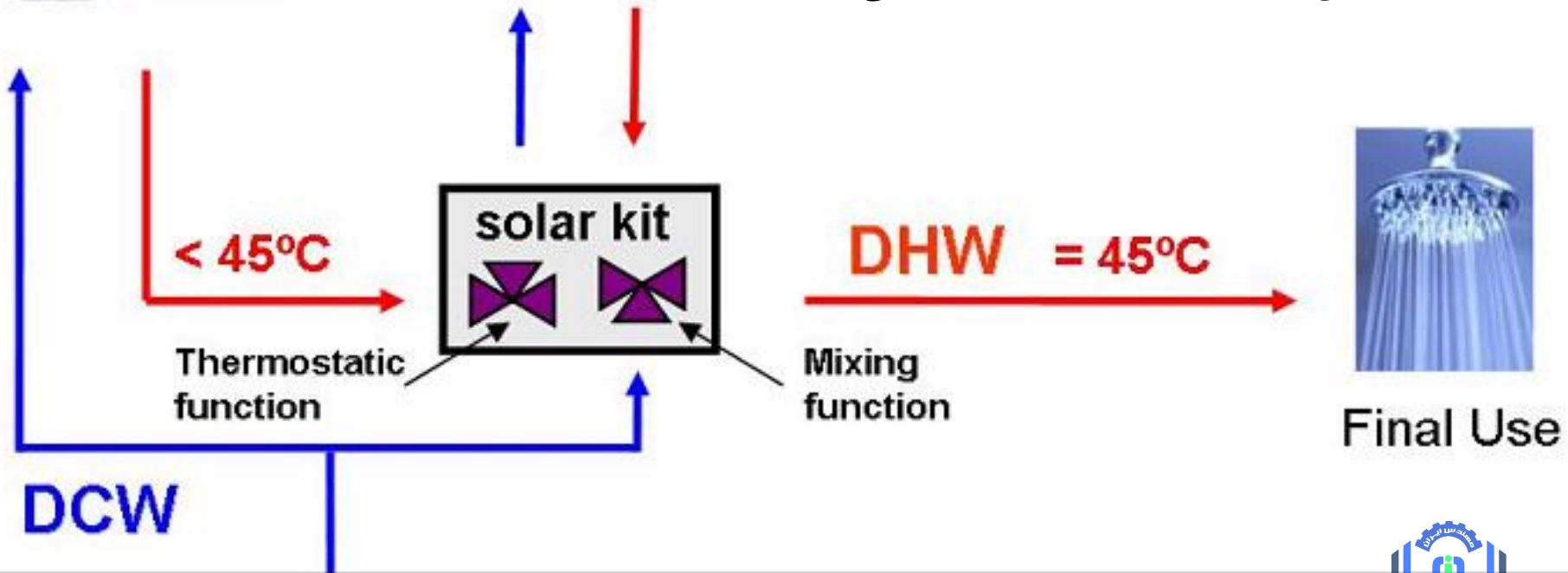
روش کاربرد سیستم کمکی در ترکیب آبگرمکن خورشیدی با آبگرمکن گازی



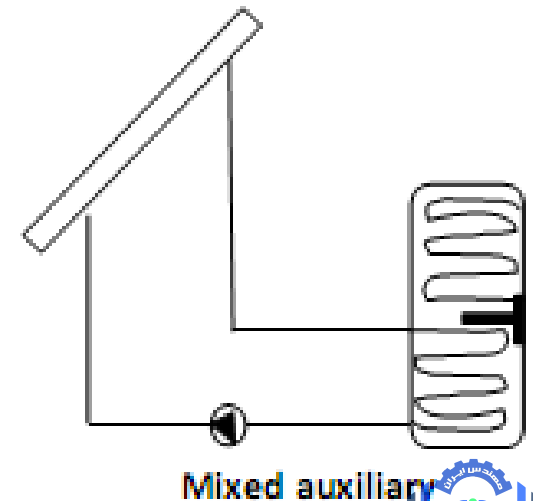
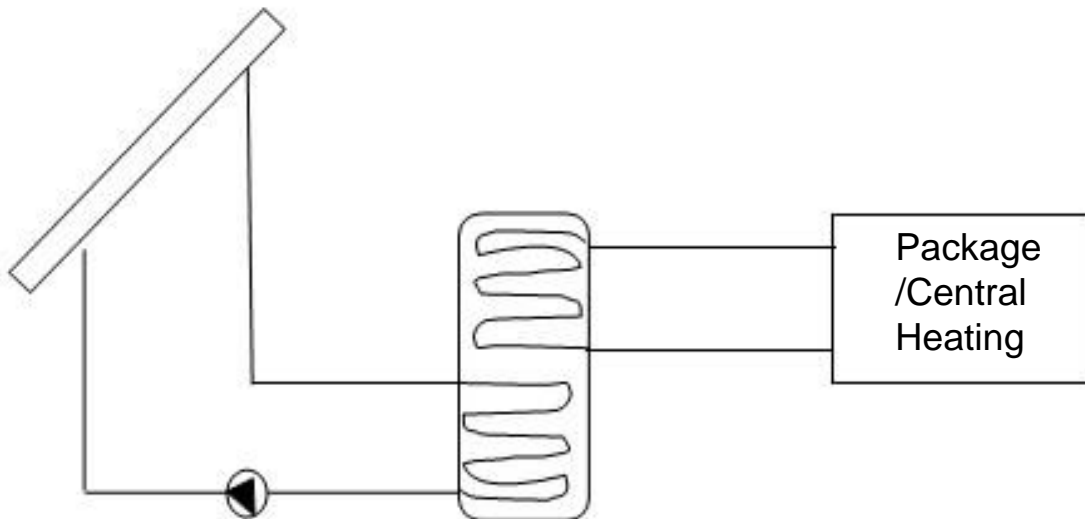
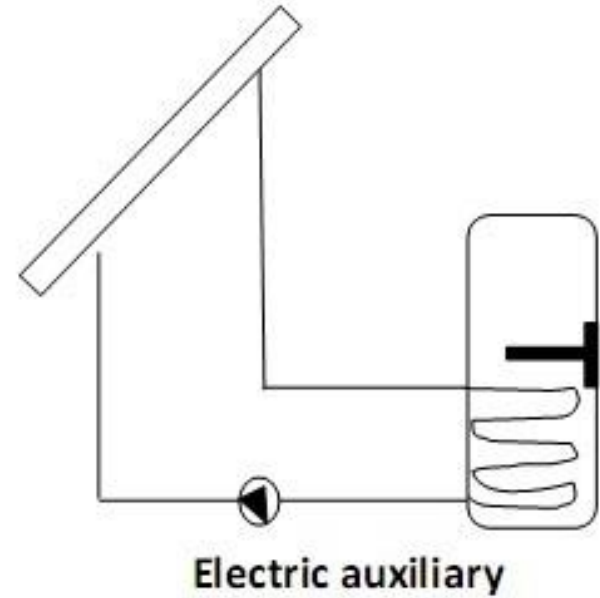
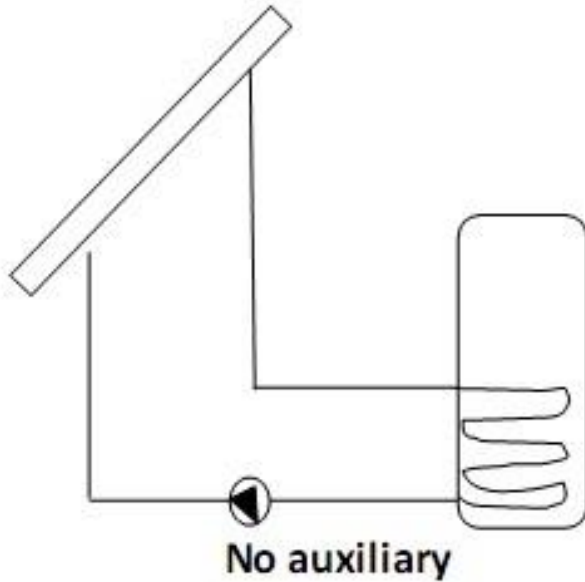
دمای آب خروجی از آبگرمکن خورشیدی کافی نیست.



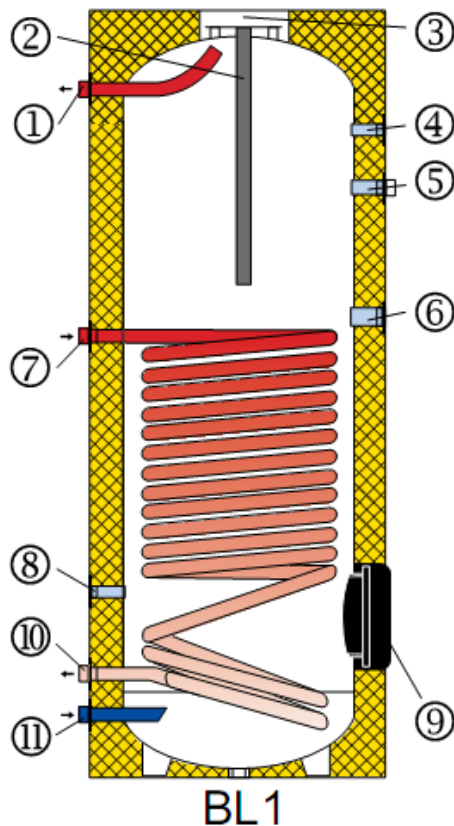
آب گرم خروجی از آبگرمکن خورشیدی پس از افزایش دما در آبگرمکن گازی به مصرف کننده انتقال می یابد.



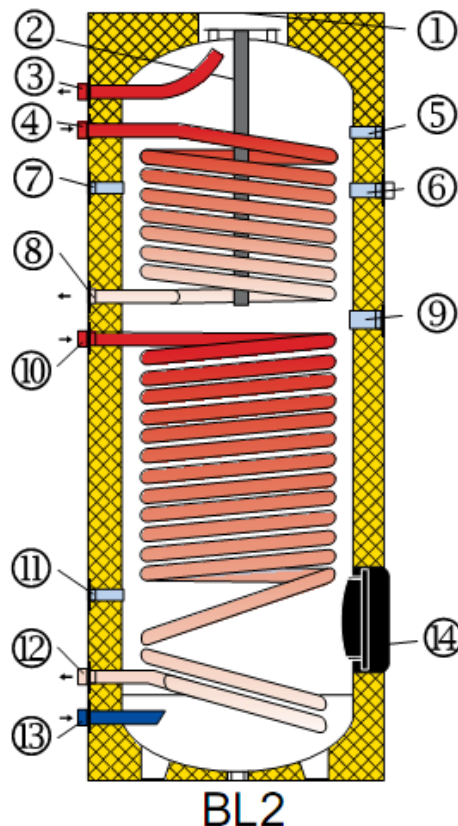
انواع آبگرمکن های خورشیدی - دسته بندی بر حسب نوع سیستم کمکی



مقایسه مخزن یک سیستم بدون کویل کمکی و با کویل کمکی

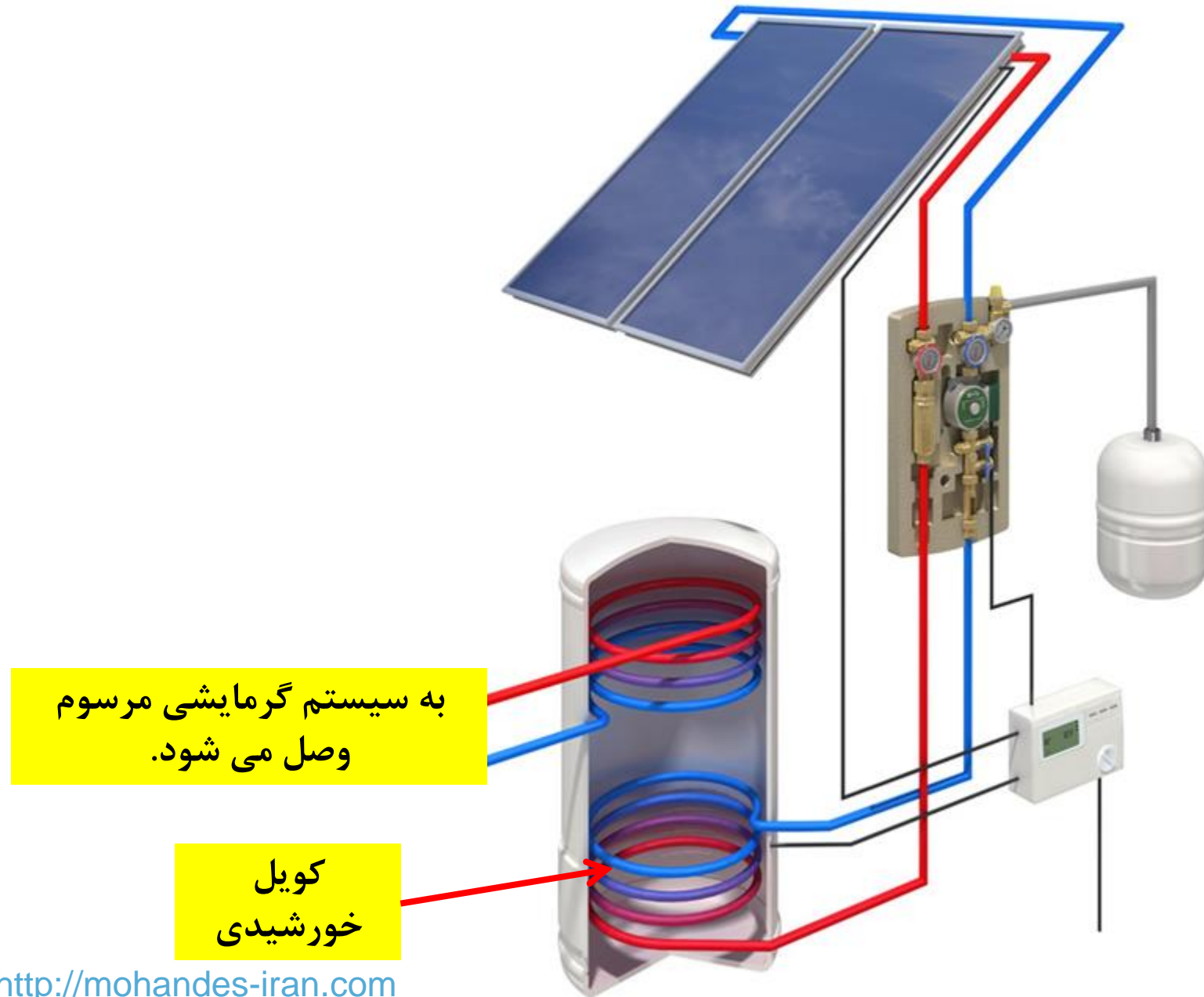


1. Hot water outlet
2. Magnesium rod
3. Top flange $\Phi 115$
4. Sensor inlet
5. Recirculation connexion
6. Electric back-up inlet
7. Collector inlet
8. Sensor inlet
9. Side flange $\Phi 115$
10. Collector outlet
11. Cold water inlet



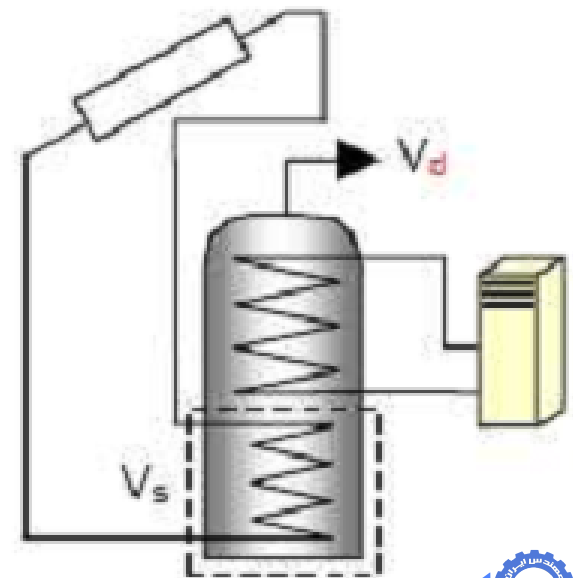
1. Top flange $\Phi 115$
2. Magnesium rod
3. Hot water outlet
4. Back-up heat exchanger inlet
5. Sensor inlet
6. Recirculation connexion
7. Sensor inlet
8. Back-up heat exchanger outlet
9. Electric back-up inlet
10. Collector inlet
11. Sensor inlet
12. Collector outlet
13. Cold water inlet
14. Side flange $\Phi 115$

روش کاربرد سیستم کمکی در سیستم های جریان اجباری



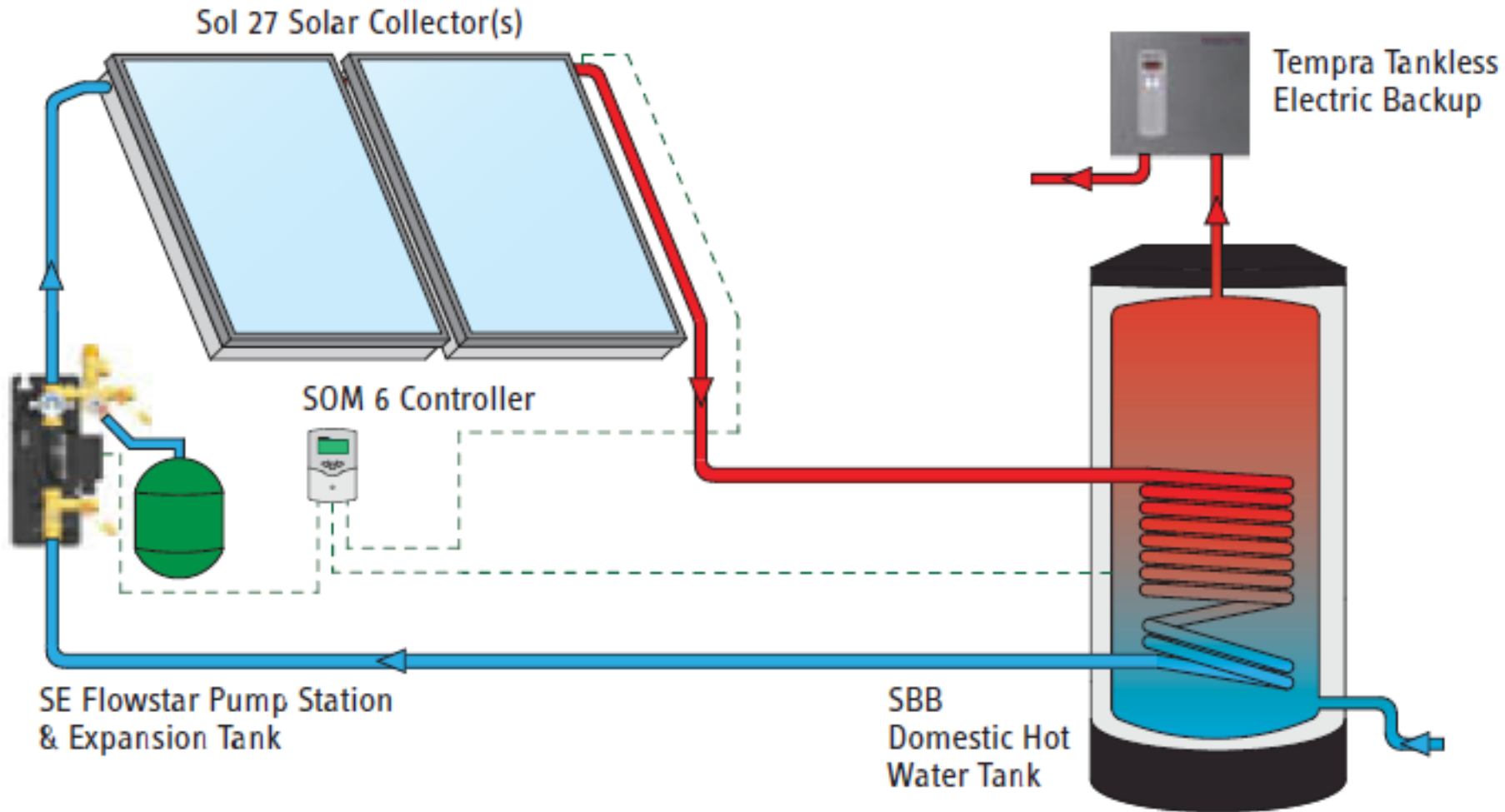
Hot Water Storage Tanks

- The recommended water storage solution for solar thermal systems is an un-vented (mains pressure) twin coil tank.
 - The solar system is connected to the lower coil and the back-up heating systems is connected to the upper coil.
 - During periods of high solar radiation the solar system heats the tank from the bottom up
 - When low solar radiation is available the back-up heating system heats the water at the top of the tank
- Generally speaking for retro-fit installations the existing hot water storage tank will have to be replaced



سیستم پشتیبان از نوع آبگرمکن فوری در سیستم اجباری

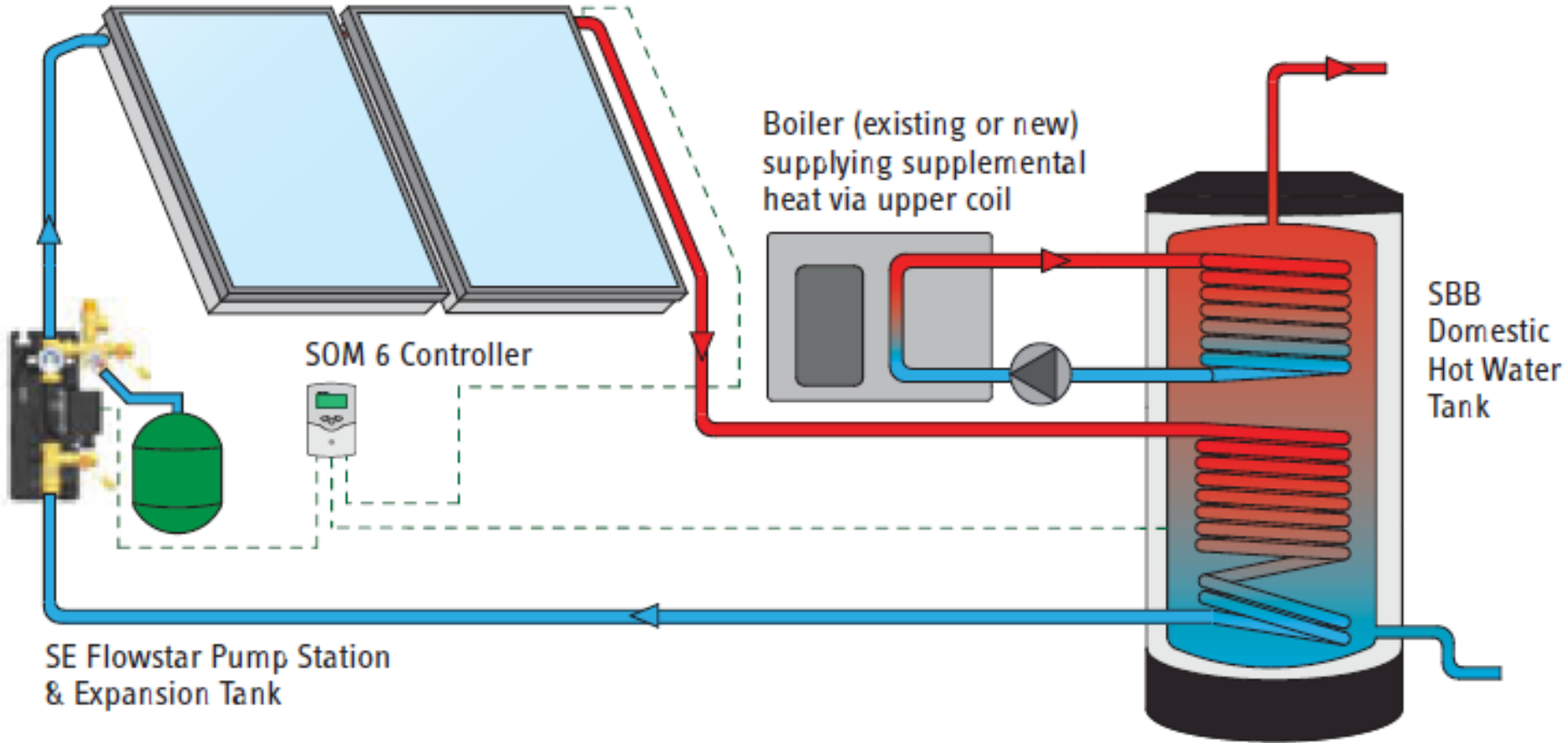
Solar Thermal System with Tankless Electric Backup



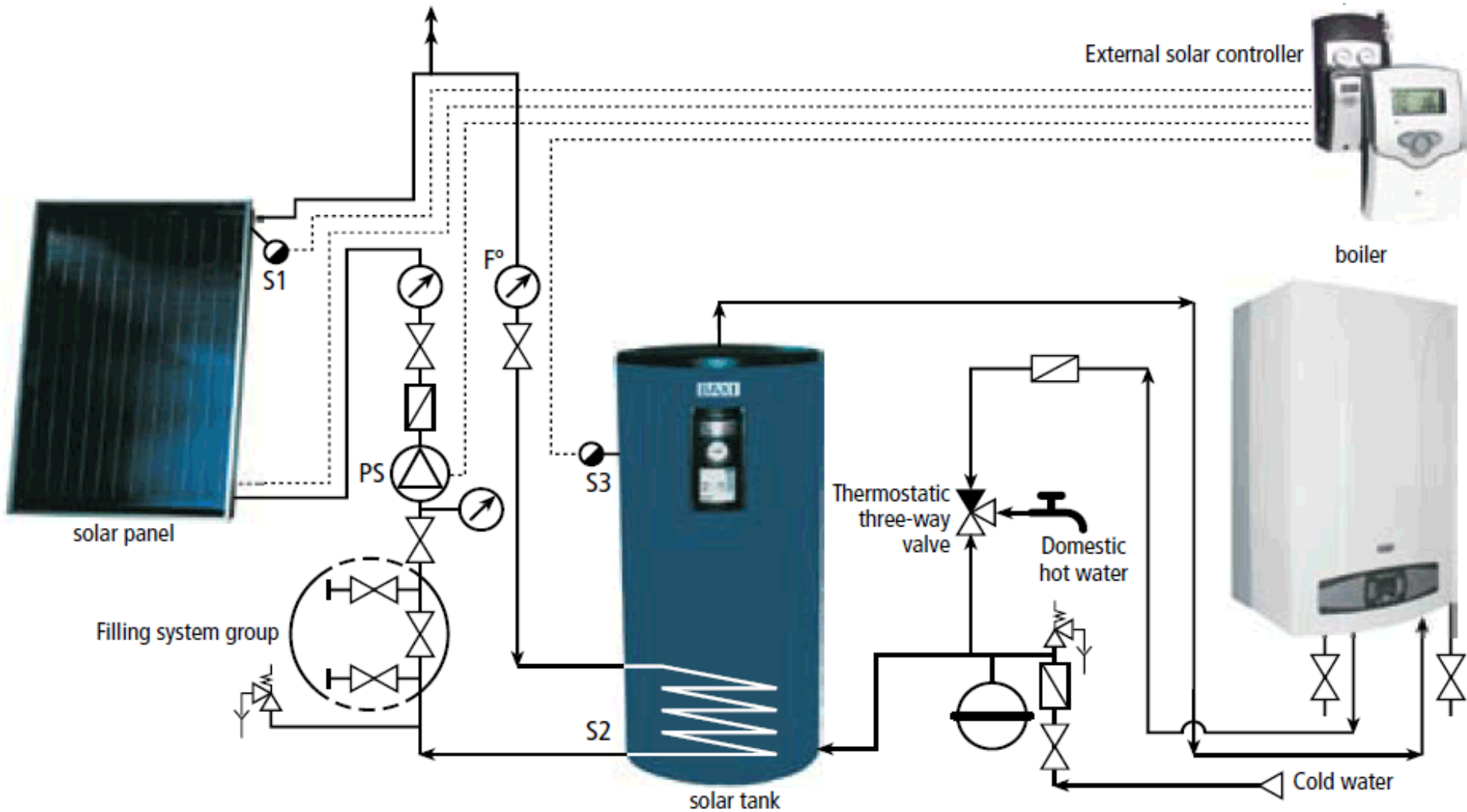
سیستم پشتیبان از نوع بویلر کمکی

Solar Thermal Preheat System with Boiler Backup via Upper Coil

Sol 27 Solar Collector(s)

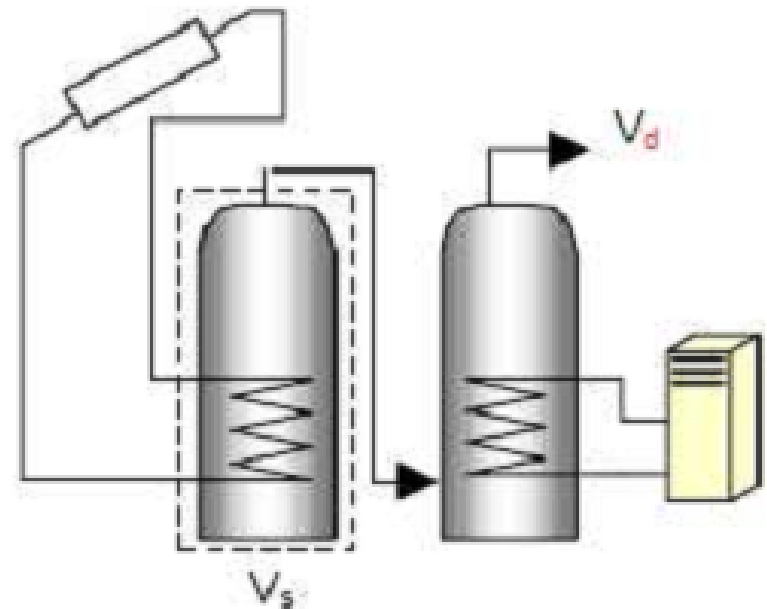


روش کاربرد سیستم کمکی در سیستم های جریان اجباری



Hot Water Storage Tanks

- If a householder doesn't want to replace the existing tank they could add a pre-heat tank before the existing storage tank
- Water from the pre-heat tank enters the existing storage tank where cold mains water normally enters

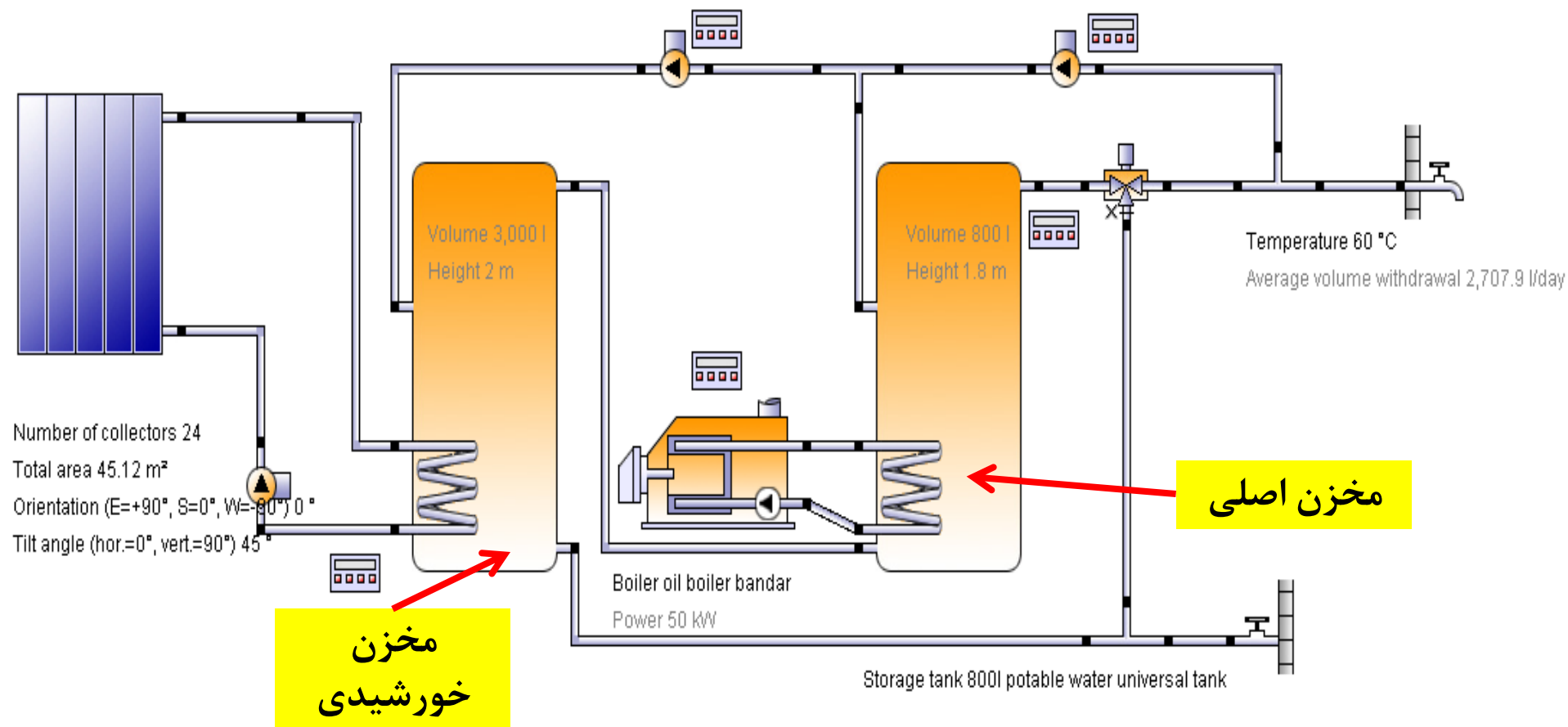


IMPORTANT:

Firebird do not supply solar pre-heat tanks.

Preventative actions need to be taken to avoid the risk of legionella's disease in the solar pre-heater tank

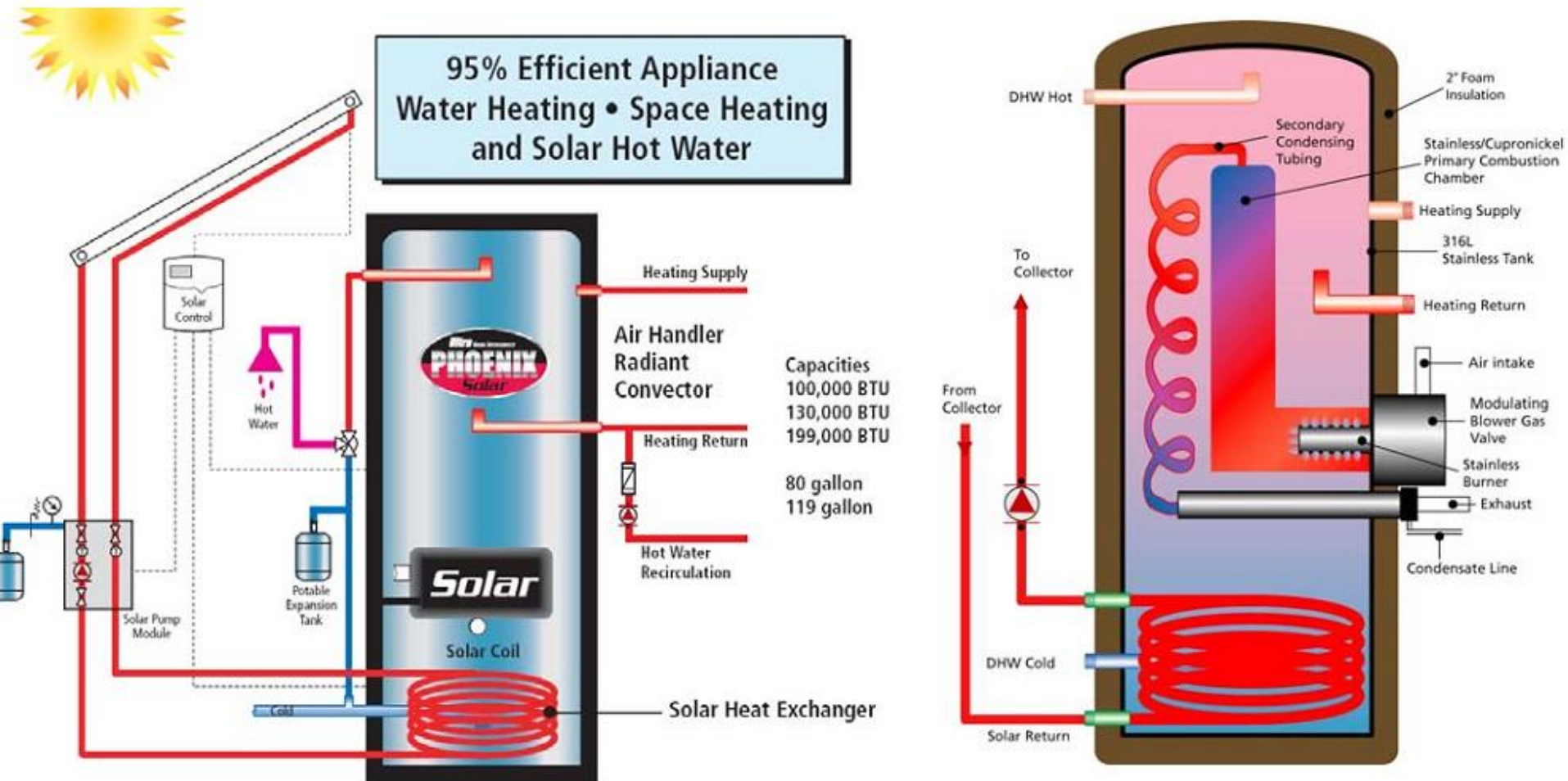
روش کاربرد سیستم کمکی در ترکیب آبگرمکن با موتورخانه مرکزی



سیستم پشتیبان از نوع گازی متصل به مخزن (راست)



سیستم پشتیبان از نوع گازی متصل به مخزن



سایر انواع کلکتورها

و آبگرمکن های خورشیدی

Solar Air Collectors

کلکتور خورشیدی برای گرم کردن هوا



Figure 1. Schematic view of single duct solar collector.

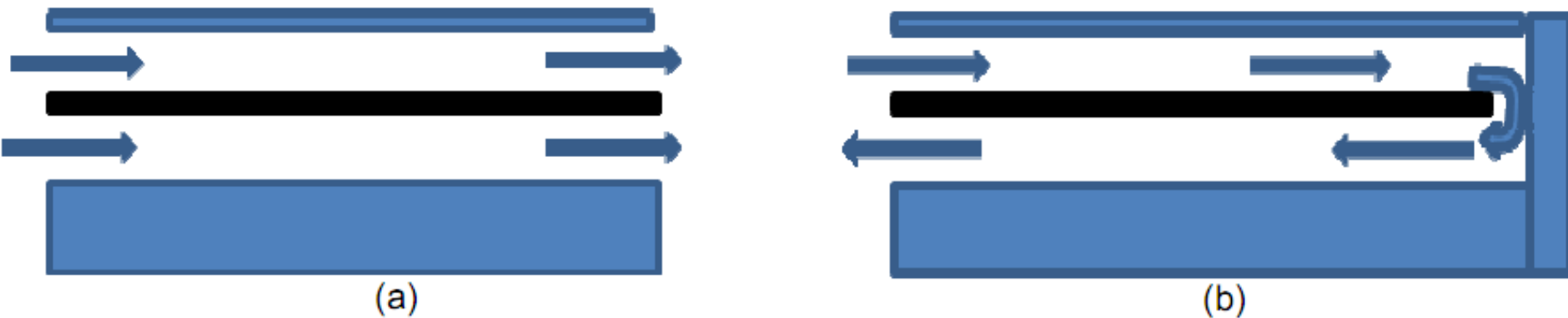


Figure 2. Schematic view of (a) double duct parallel flow (b) double duct counter flow.

کلکتور خورشیدی برای گرم کردن هوا



Unglazed Collectors

Unglazed Collectors



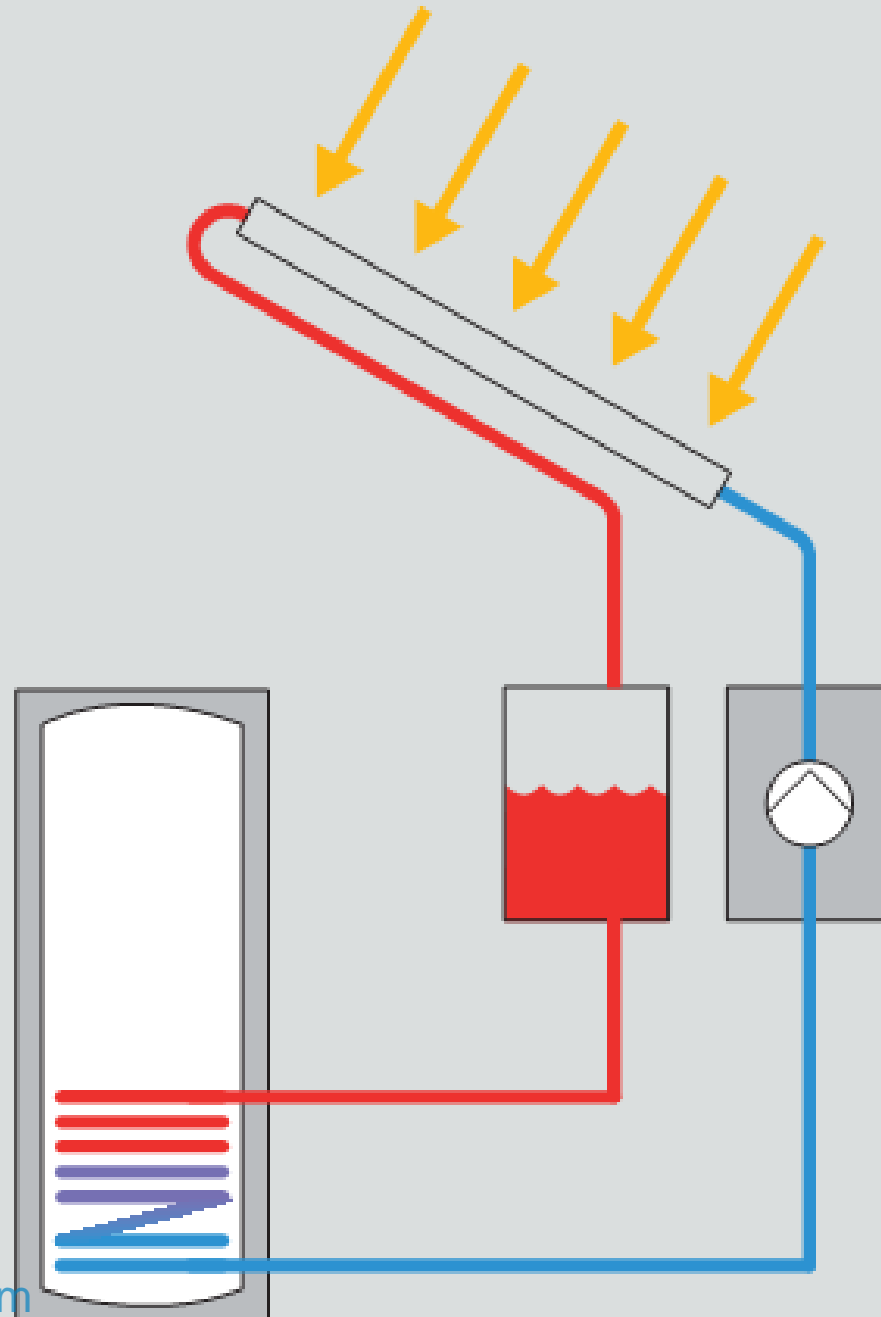
ICS (Integrated Collector Storage)

ICS (Integrated Collector Storage)



Drain-back Systems

Drain-back Systems



PVT Collectors

Solar Collector



Photovoltaic/
Thermal Collector

Photovoltaic Panel

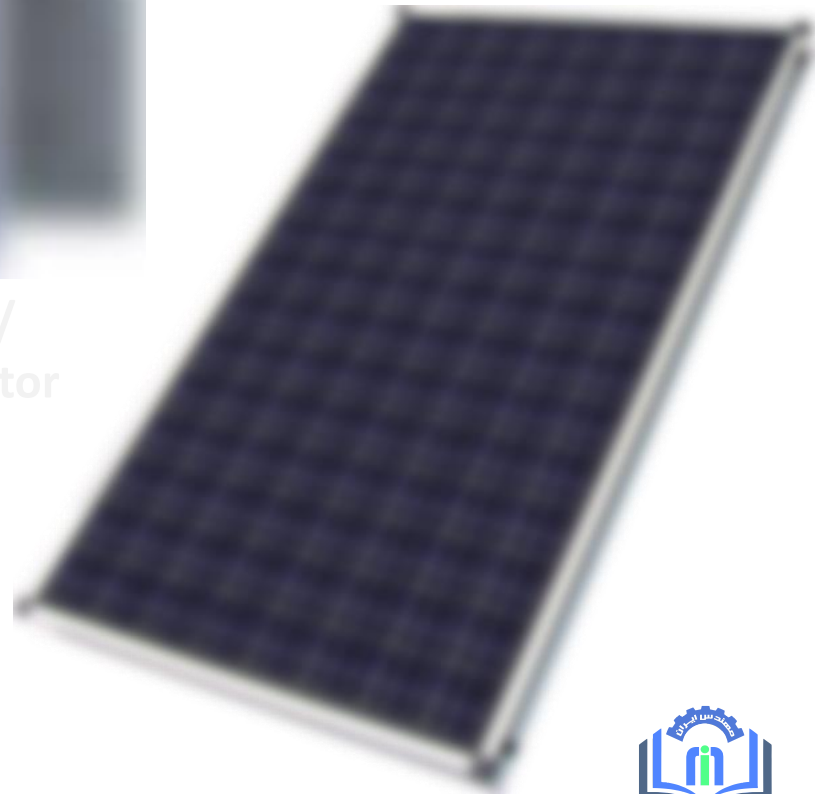


Solar Collector



Photovoltaic/
Thermal Collector

Photovoltaic Panel

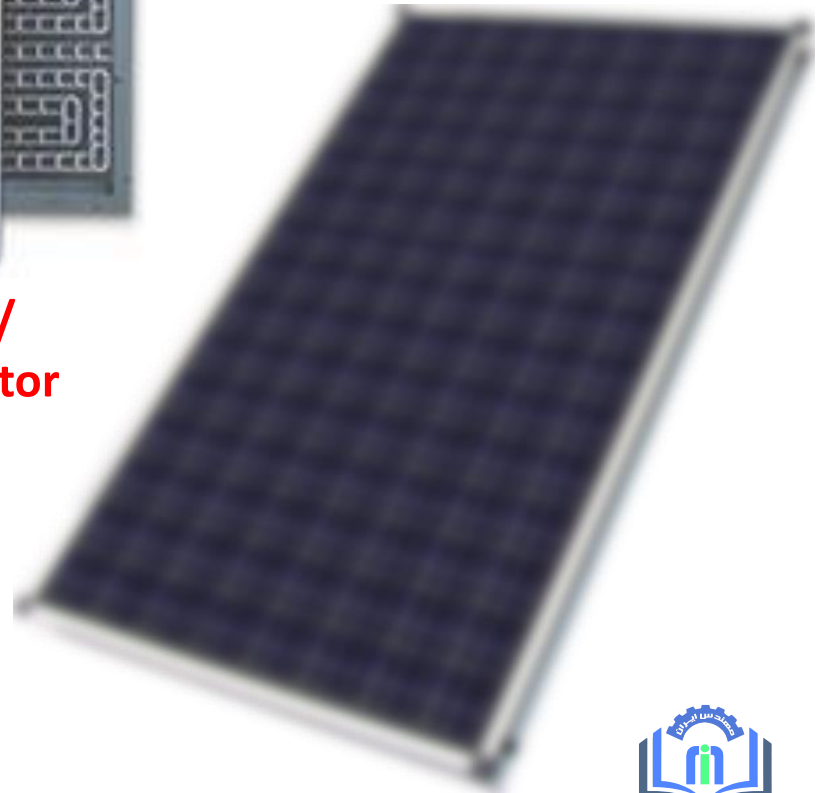


Solar Collector



**Photovoltaic/
Thermal Collector**

Photovoltaic Panel





دمای سطح یک پانل فتو ولتائیک

نمونه ای از کاتالوگ یک پانل خورشیدی

Electrical Date

Model		DJ-160D	DJ-165D	DJ-170D	DJ-175D
Peak Power(+/-3%)	Pmax	160 W	165 W	170 W	175 W
Rated Voltage	Vmp	34.5 V	35.4 V	35.0 V	35.8 V
Rated Current	Imp	4.64 A	4.66 A	4.78 A	4.89 A
Open Cicuit Voltage	Voc	41.8 V	43.6 V	44.2 V	44.2 V
Short Circuit Current	Isc	5.07 A	5.08 A	5.15 A	5.25 A
Maximum System Voltage	IEC,UL	1000V,600V	1000V,600V	1000V,600V	1000V,600V
Temperature Coefficient					
	NOCT	48°C±2°C			
	Power	- 0.4667 %/K			
	Voc	-0.345 %/K			
	Isc	0.1055 %/K			

STC:Irrandiance 1000W/m², Module temperature 25°C, AM=1.5

نمونه ای از کاتالوگ یک پانل خورشیدی (ادامه)

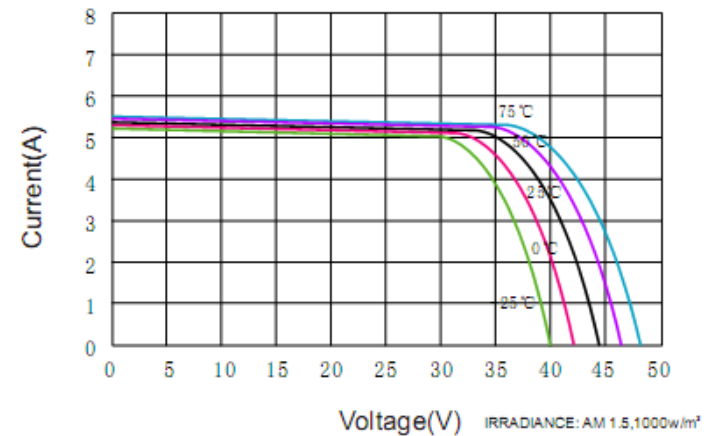
Mechanical Data

Solar Cells	Monocrystalline silicon solar cells 125mm*125mm
NO.of cells	72 (12*6)
Dimension	1581mm*809mm*40mm (62.2'*31.9'*1.6')
Weight	15.5 Kg, 34.4 lbs
Packing	644 Pcs/40ft Container

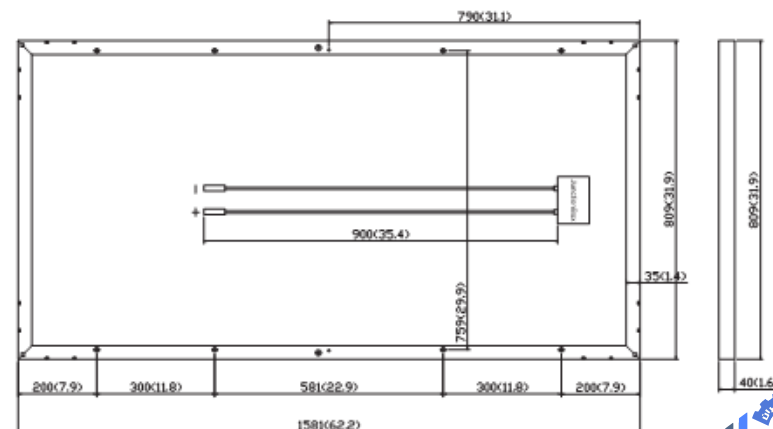
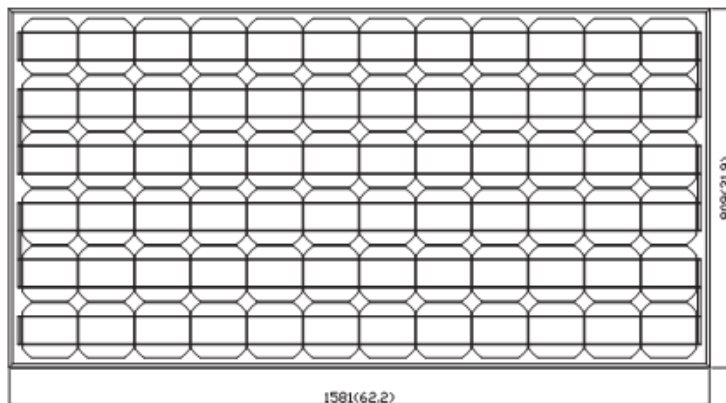
Operating Conditions

Operating Temperature	- 40°C to + 85°C
Impact Resistance	Diameter of 28mm with impact speed of 86km/h

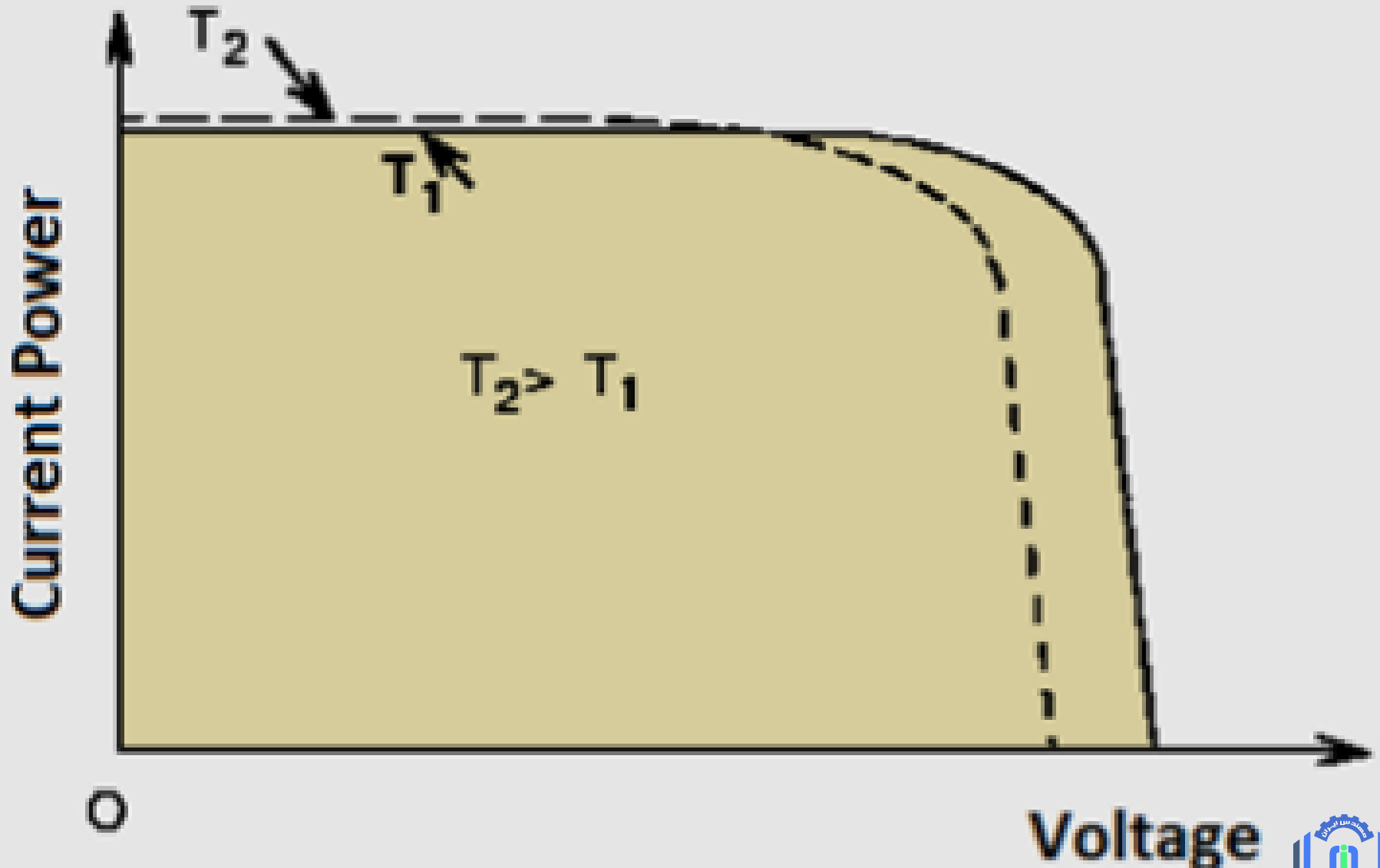
IV Curve



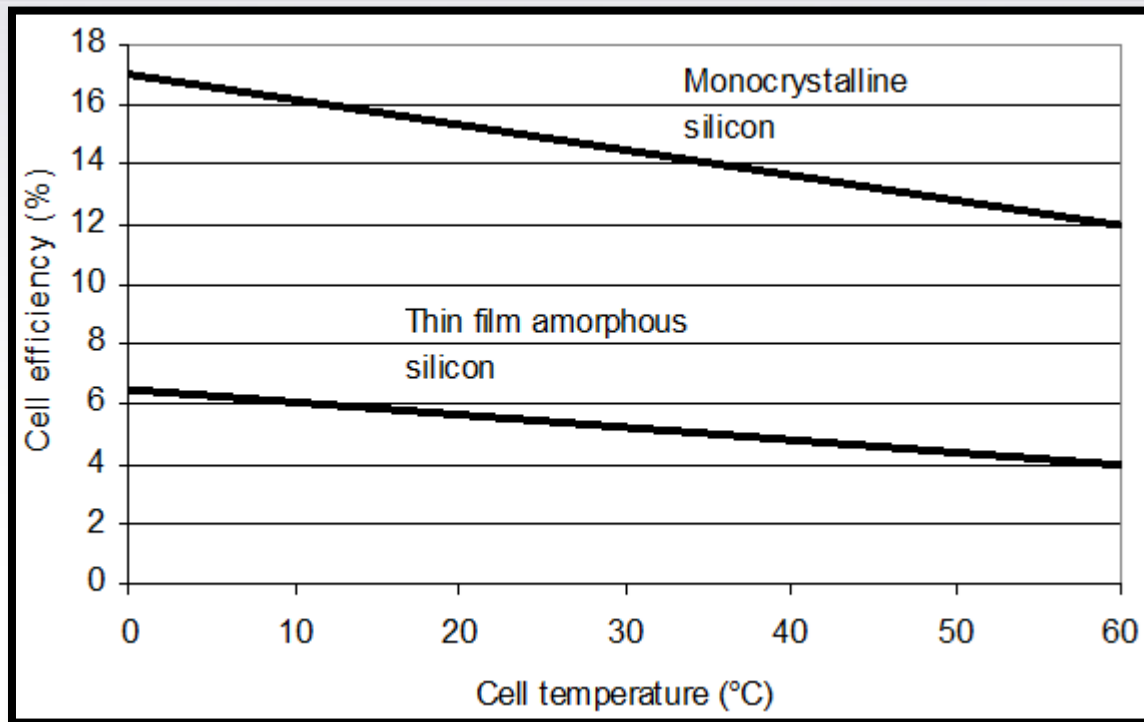
Dimensions mm(inch)



اثر دما بر منحنی عملکرد سلول خورشیدی



اثر دما بر عملکرد انواع سلول های خورشیدی



PV cell type

Temperature coefficient^a, β_{ref} ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Mono c-Si

0.003–0.005

Poly c-Si

0.004

a-Si

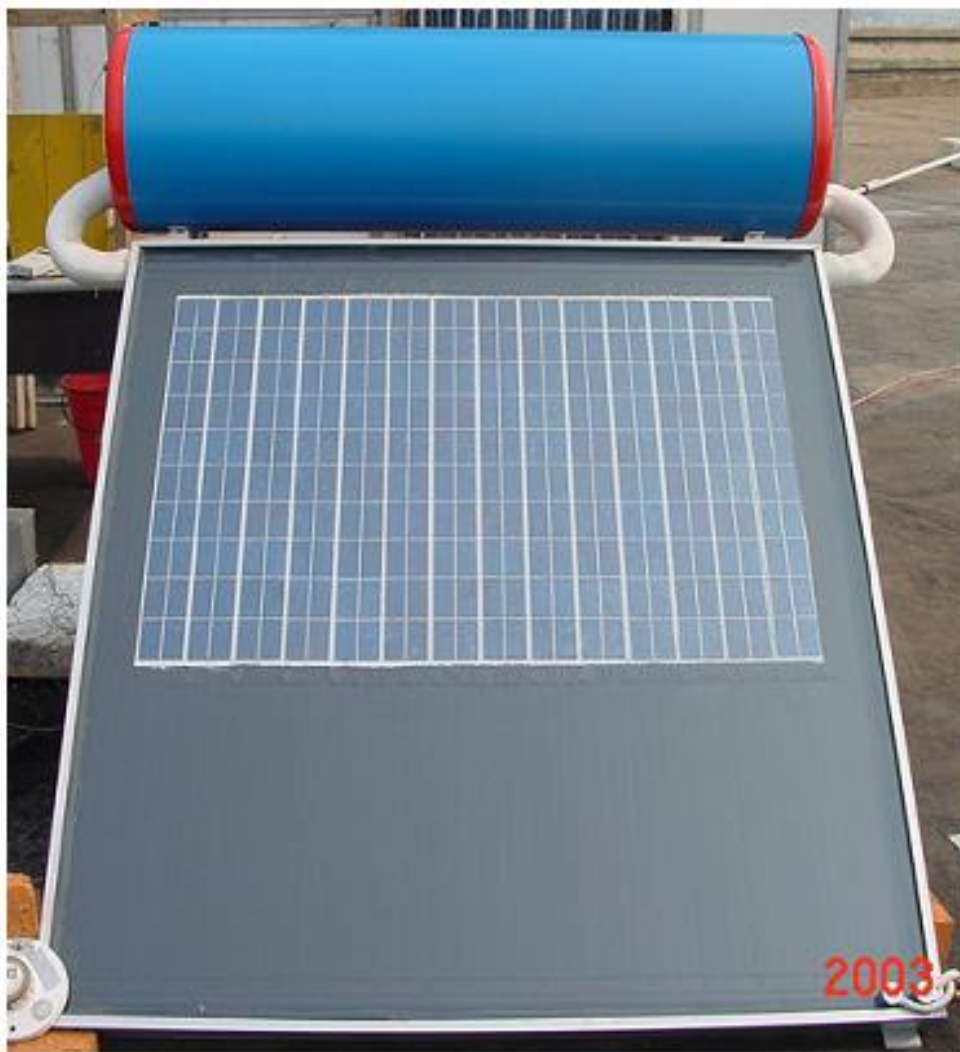
0.0011–0.0026

PV/Thermal

0.00375–0.0063

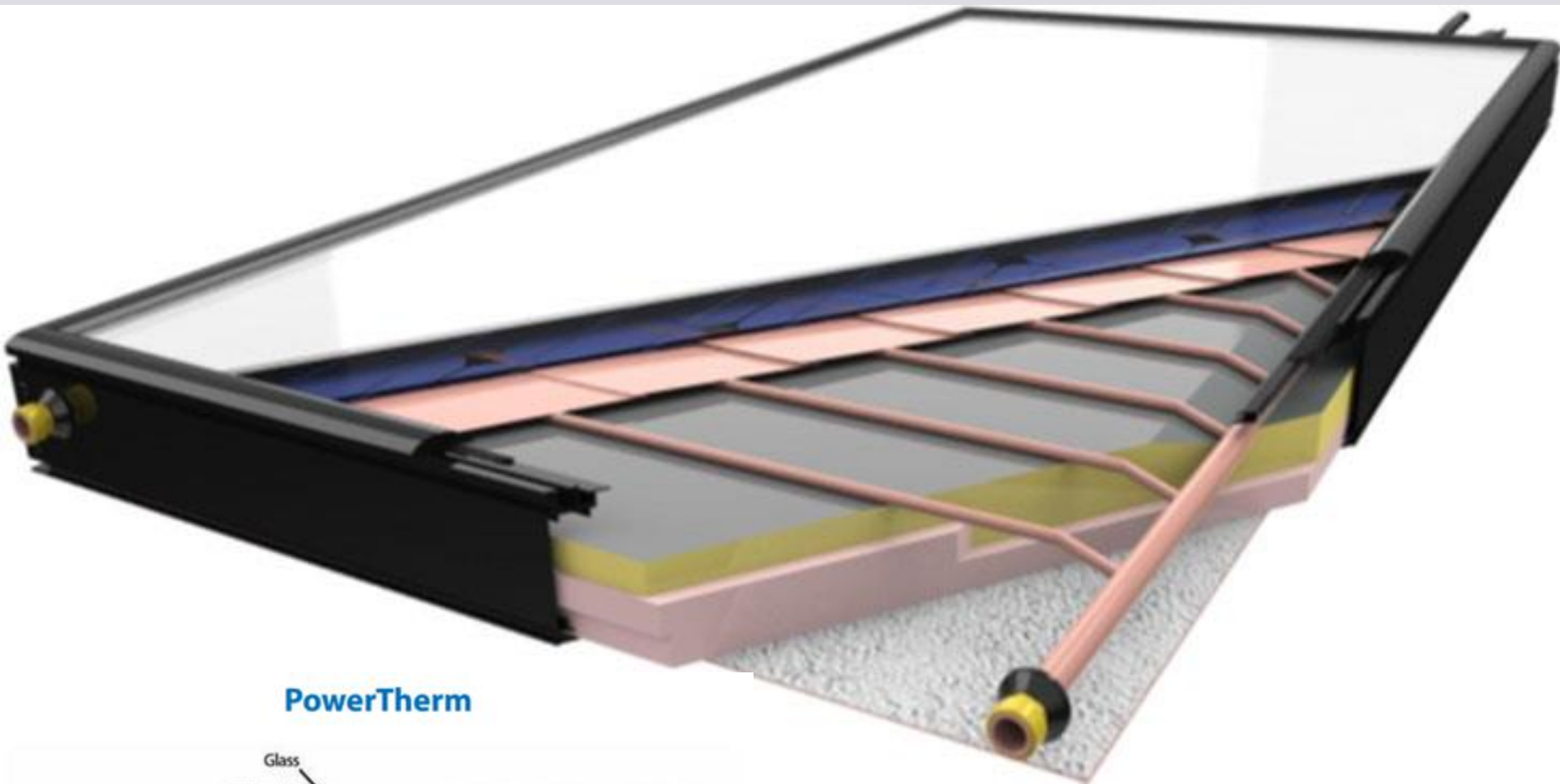
^aThe reference temperature for each case is 25 °C.

نمونه ای از PVT ترموسیفون

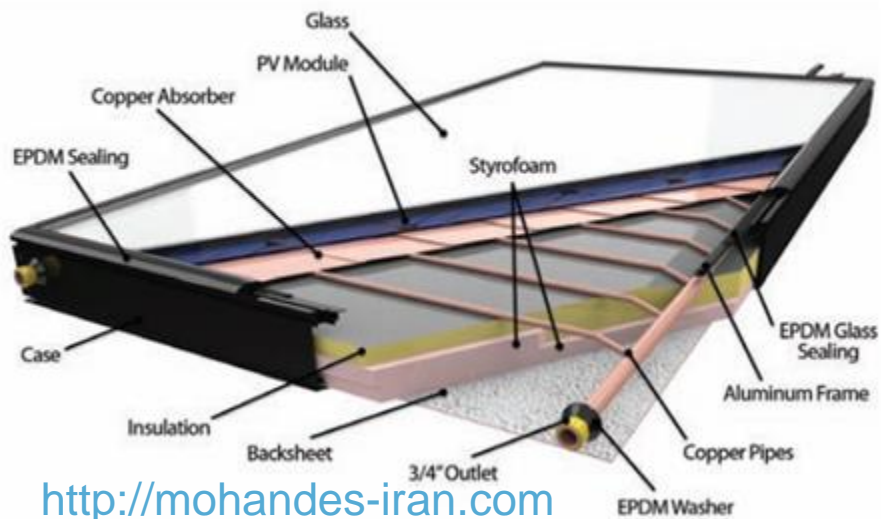


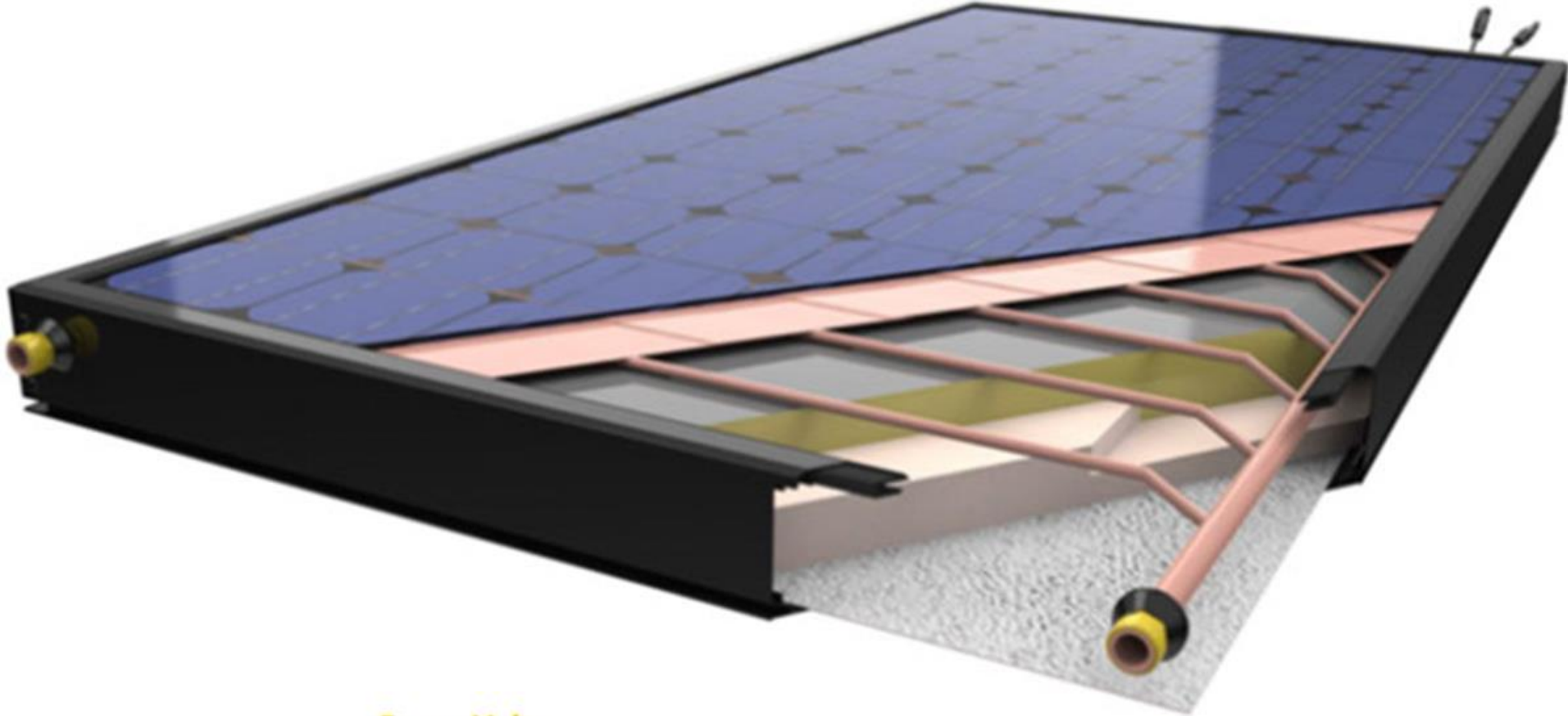
نمونه ای از PVT با جریان اجباری



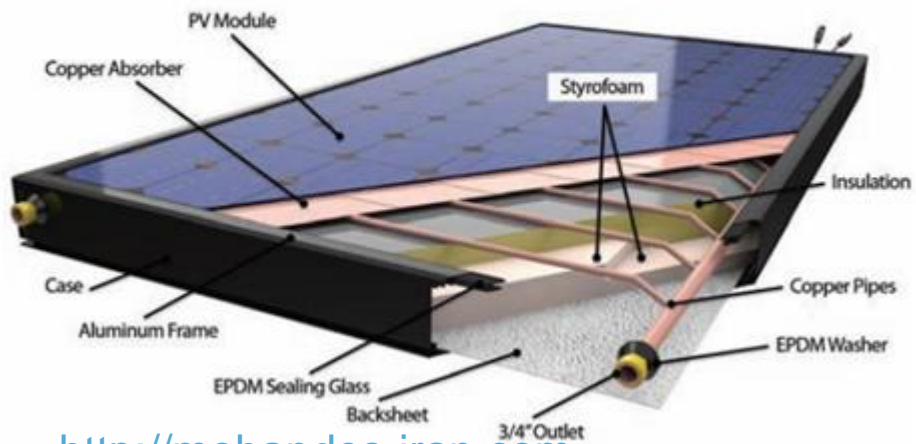


PowerTherm





PowerVolt



نمونه ای از PVT با سیال هوا



نمونه ای از کاربرد آبگرمکن خورشیدی با امکان نصب در بالکن در چین



سایر اجزا در سیستم خورشیدی

Secondary Components

A number of other components are require to complete a solar hot water heating system...

a) Circulation pump station incorporating...

- Non-return valve
- Flow regulator
- Pressure relief valve
- Connection for an expansion vessel
- Filling points for solar heat exchange fluid

b) Expansion Vessel

c) Air vent

d) Mixing valve

e) Glycol heat exchange fluid

سایر اجزا در سیستم خورشیدی



Circulation Pump



Expansion Tank



Controller System



Mirco controller



Electric Heater



Booster Pump



Steam Vent Valve



Air Vent Valve



Pressure Relief Valve



T.P Relief Valve

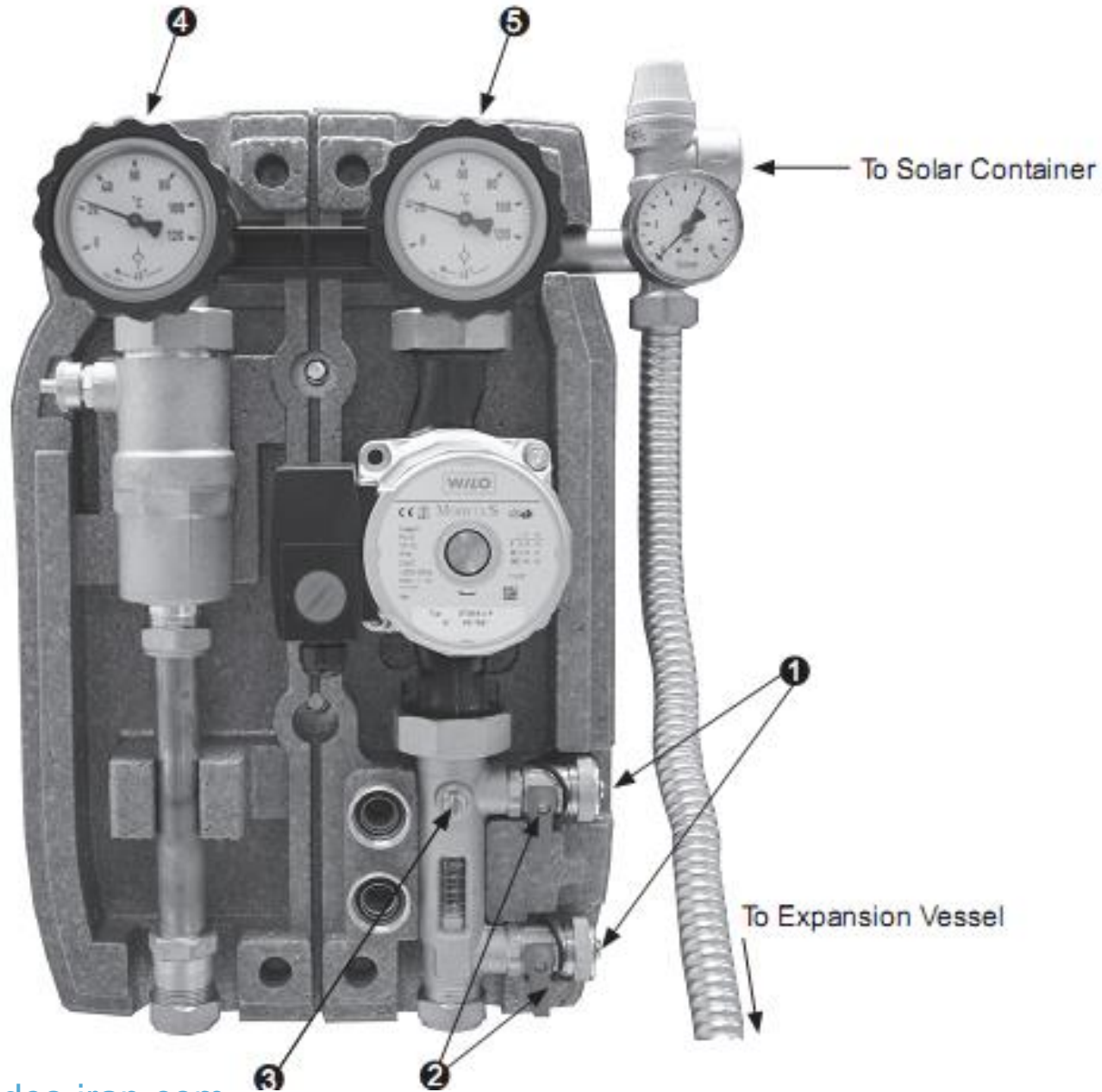


Aluminum Plastic Tube



Magnesium Bar

سایر اجزا در سیستم خورشیدی



سایر اجزا در سیستم خورشیدی



Pressure relief valve

Connection for expansion vessel

Pressure gauge

Non-return valve

Air eliminator

Glycol filling points

Flow meter

Flow Meter

- Flow rate is adjusted by turning the screw
- Typically flow rate is set to 0,2 - 0,5 l/min per m² of collector
- The maximum recommended flow velocity in a solar primary circuit is 1.5 m/sec



Pressure Relief Valve





Non-return.

A non-return valve is fitted in the circuit to ensure that no reverse flow occurs in the system when the water in the storage cylinder is hotter than that in the panels (e.g. at night)

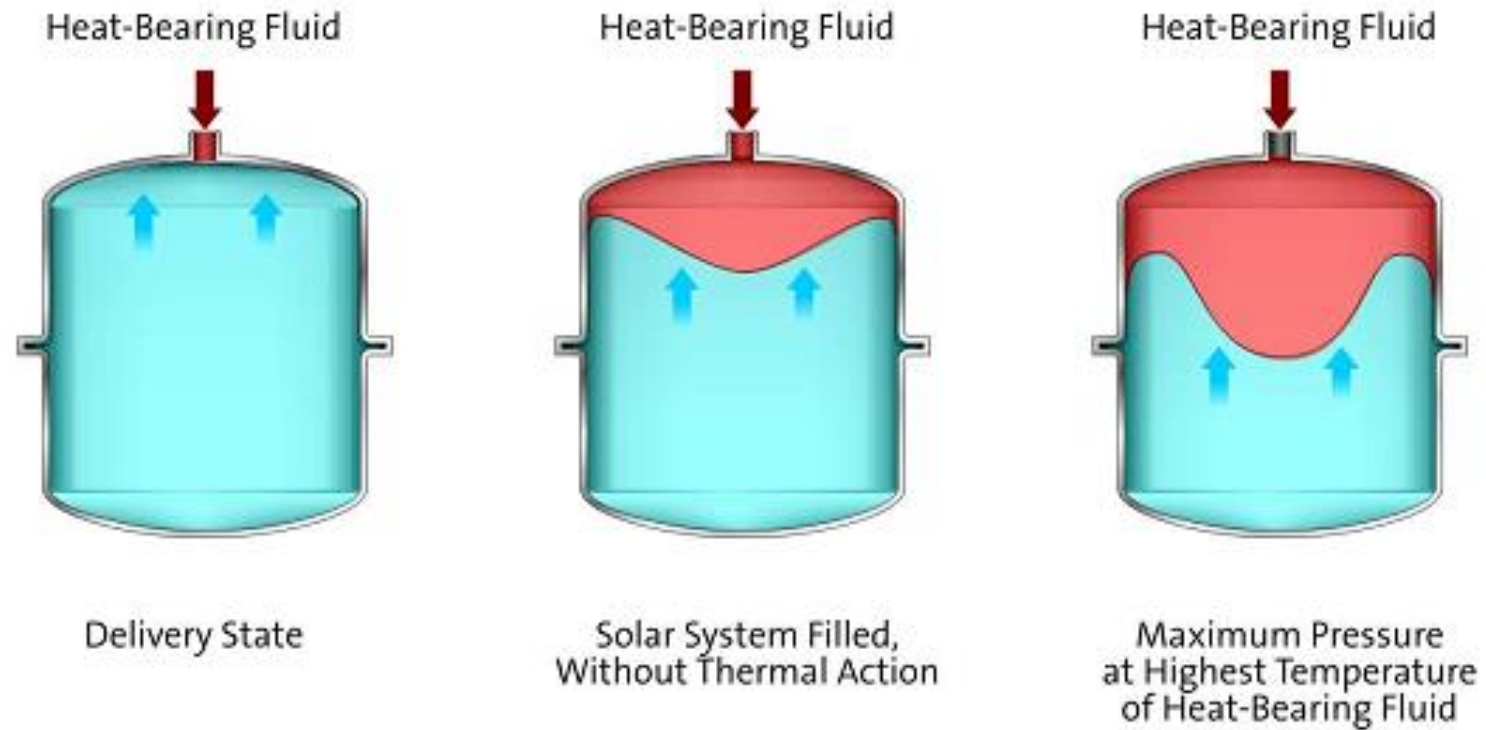


Expansion vessel.

- Heat transfer fluid will expand or contract as its temperature rises or falls. In a pressurised system this results in changes in the system pressure.
- An expansion vessel contains a flexible diaphragm which expands or contracts to accommodate expansion within the system.
- One section connects directly to the water system; the other separated by a diaphragm is charged with air or nitrogen usually at a pre-charged pressure of 0.5 to 1.5 bar



Operation of Expansion Vessel



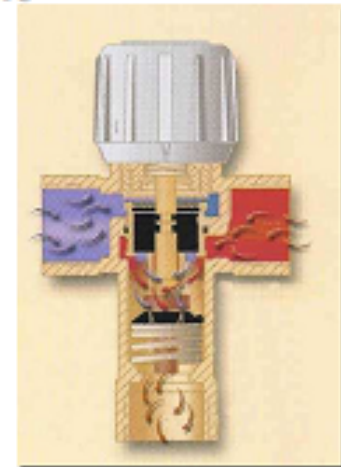


Air Vent

- An automatic air vent is fitted at the highest point in the system. In most systems this is on the roof at the point where the flow pipe leaves the panels.
- In systems with more than one bank of collectors an air vent should be fitted to each bank.
- An isolating valve should be fitted before the air vent isolated once the system has been commissioned

- **Mixing Valve**

- An anti-scald (mixing) valve must be fitted close to the hot water outlet of the solar tank so that delivery to the taps does not exceed 65°C





e) Heat transfer fluid



- The heat transfer fluid used in a solar circuit is normally a mixture of water and a **polypropylene glycol** anti-freeze
- The glycol anti-freeze also contains an additive to protect against corrosion
- In addition polypropylene glycol evaporates at higher temperatures than water so that it enables higher system temperatures

Firebird recommend;

- Tyfoclor L for flat plate collectors (a 40% glycol to 60% water mix gives frost protection to about -25°C)
- Tyfoclor LS pre-mix for vacuum tube collectors

استانداردهای آزمون

کلکتورها و آبگرمکن های خورشیدی

International Standards (ISO)

e.g. ISO 9806, ISO 9459



European Standards (CEN)

e.g. EN 12975, EN 12976, EN 12977

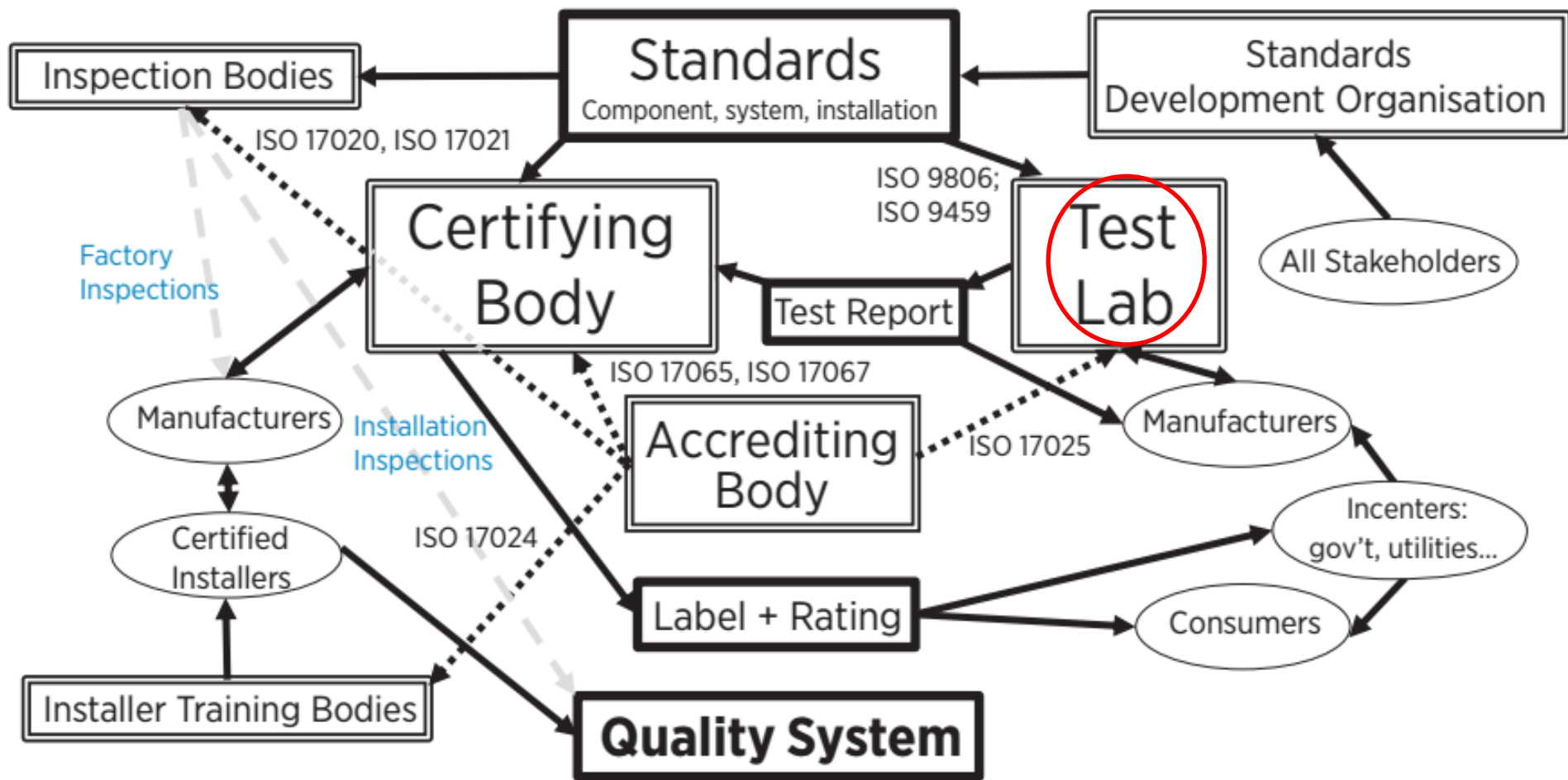


National Standards (ISIRI)

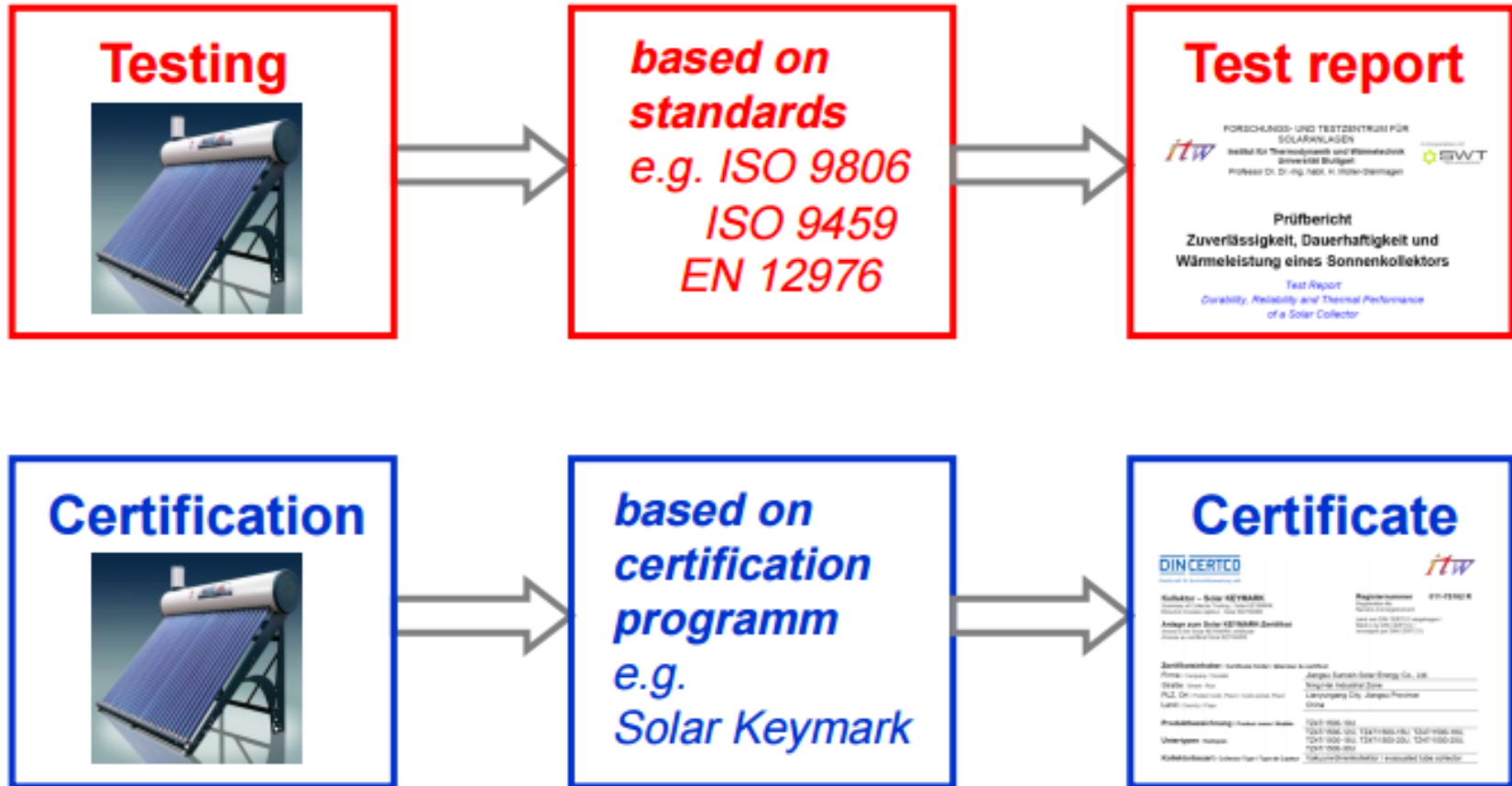
e.g. ISIRI-7129 (Collectors), ISIRI-7385 (SWH)

ساختار کلی نظام تایید کیفیت برای سیستم های خورشیدی

Schematic of comprehensive quality infrastructure for solar water heating



Testing and Certification



**Regulations
and Polices**

???

در کشور فعال هستند

SWHs

Suppliers

???

**Certification
programs**

standards

ISO 9806

ISO 9459

Testing Facilities

در حال احداث

SHAMSI (**Africa and Middle East**)

Golden Sun (**China**)

China General Certification Center



SRCC (**US**)

Solar Rating and Certification Corporation

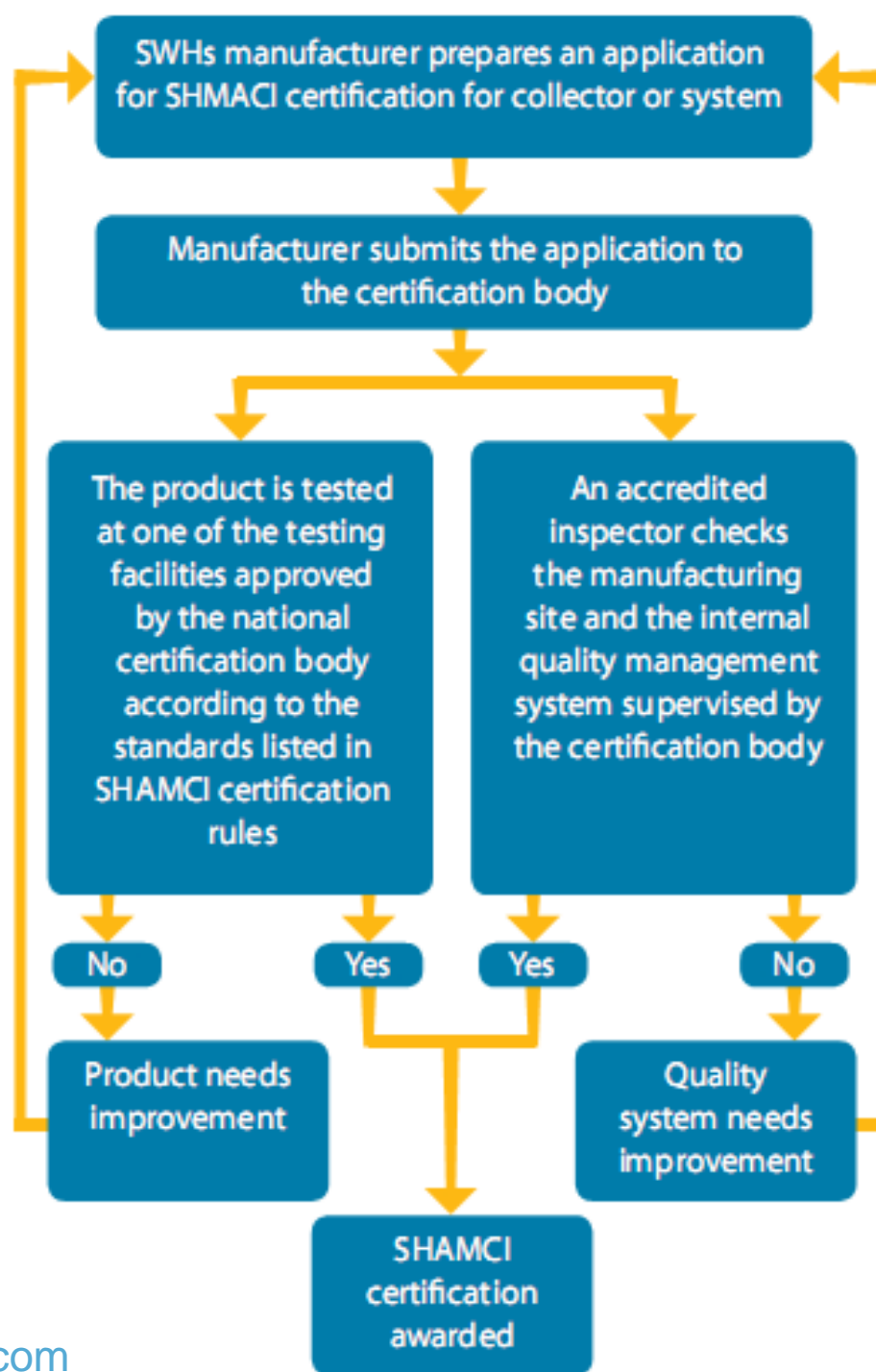


Solar Keymark (**Europe**)

Approved national certification bodies



Others: *E.g. Australian REC*



Overview of ISO standards for solar thermal products

ISO standard	Standard title	Status/ Comments
Solar thermal collectors		
ISO 9806:2013	Solar energy - Solar thermal collectors - Test methods	Considers performance and durability

استانداردهای آزمون کلکتورهای خورشیدی در جهان به تفکیک کشور

Standards related to Solar Thermal Collectors:

Country(ies)	Standard	Description
Australia/New Zealand	AS/NZS 2712:2007	Solar and heat pump water heaters - Design and construction
Brazil	ABNT/NBR10184/1988 EN 12975 ANSI/ASHRAE 93-2003 ANSI / ASHRAE 96-1980 RA1989 ASTM E 823-81 FSEC-GP-5-80 Jan 1985	Flat Plate solar Collectors for Liquids
Canada	CSA F378-87 (R2004)	Solar Collectors
Canada	CSA F378-87 (R2004)	Solar Collectors
China	GB/T 17049-2005	All glass evacuated solar collector tube
China	GB/T 17581-1998	Evacuated tube solar collector
China	GB/T 6424-1997	Specification for flat plate solar collectors
European Union	EN 12975-1:2006	Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 1: General Requirements
European Union	EN 12975-2:2006	Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 2: Test methods
European Union	prEN12975-3-1	Qualification of solar absorber surface durability

استانداردهای آزمون کلکتورهای خورشیدی در جهان به تفکیک کشور

Standards related to Solar Thermal Collectors:

Country(ies)	Standard	Description
India ⁴	IS 12933:2003	(IS 1516) Solar Flat plate Collector Part 1-5
International	ISO 9806-1	Test methods for solar collectors - Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop
International	ISO 9806-2	Test methods for solar collectors - Part 2: Qualification test procedures
International	ISO 9806-3	Test methods for solar collectors - Part 3: Thermal performance of unglazed liquid heating collectors (sensible heat transfer only) including pressure drop
Mexico	NMX-001:	Solar energy – thermal performance and functionality of solar collectors for water heating – test methods and labelling
South Africa	SANS 1307:2009	Domestic solar water heaters
South Africa	SANS 6211-1	Domestic solar water heaters Part 1: Thermal performance using an outdoor test method
South Africa	SANS 6211-2	Domestic solar water heaters Part 2: Thermal performance using an indoor test method
United States of America	ASHRAE 93-2010	Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors (ANSI approved)



Collector standards

Reference	Title
ISO 9806:2013	Solar energy- Solar thermal collectors-Test methods
ISO 22975-3:2014	Solar Energy - Collector components and materials - Part 3: Absorber surface durability
ISO/DIS 22975-1	Solar Energy - Collector components and materials - Part 1: Evacuated tubes – Durability and performance
ISO/DIS 22975-2	Solar Energy - Collector components and materials - Part 2: Heat-pipes for solar thermal applications – Durability and performance
Future work	
22975-4	Part 4: Glazing material durability and performance
22975-5	Part 5: Insulation material durability and performance

استانداردهای آزمون کلکتورهای خورشیدی در جهان به تفکیک استاندارد

Test Standard		Scope
ASHRAE 96	Test methods:	<ul style="list-style-type: none"> Steady state Outdoor and indoor
	Collectors:	<ul style="list-style-type: none"> Flat plate Unglazed
	Heat transfer fluids:	<ul style="list-style-type: none"> Liquid
ISO 9806-3	Test methods:	<ul style="list-style-type: none"> Steady state Outdoor and indoor
	Collectors:	<ul style="list-style-type: none"> Unglazed
	Heat transfer fluids:	<ul style="list-style-type: none"> Liquid
	Exceptions:	<ul style="list-style-type: none"> Collectors with integrated thermal storage unit Collectors with phase change of heat transfer fluid
EN 12975-2: Chapter 6.1 (steady state)	Test methods:	<ul style="list-style-type: none"> Steady state Outdoor and indoor
	Collectors:	<ul style="list-style-type: none"> Unglazed
	Heat transfer fluids:	<ul style="list-style-type: none"> Liquid
	Exceptions:	<ul style="list-style-type: none"> Collectors with integrated thermal storage unit Tracking concentrating
EN 12975-2: Chapter 6.3 (dynamic)	Test methods:	<ul style="list-style-type: none"> Dynamic Outdoor
	Collectors:	<ul style="list-style-type: none"> Glazed and unglazed Nonconcentrating and concentrating³
	Heat transfer fluids:	<ul style="list-style-type: none"> Liquid
	Exceptions:	<ul style="list-style-type: none"> Collectors with integrated thermal storage unit

برای کلکتورهای خورشیدی

ISO 9806-1 ↔ ISIRI-7129-1

برای آبگرمکن های خورشیدی

ISO 9459-2 ↔ ISIRI-7385-2
ISO 9459-5 ↔ ISIRI-7385-5



ISO 9806 Test methods for solar collectors

- Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressured drop ISIRI
- Part 2: Qualification test procedures ISIRI
- Part 3: Thermal performance of unglazed liquid heating collectors including pressured drop ISIRI

استانداردهای سری ۷۱۲۹ ایران بر مبنای این استانداردها تدوین شده اند. Parts 1,2,3 در ۲۰۱۳ میلادی توسط ایزو ویرایش و به یک استاندارد واحد تبدیل شده اند.

این تغییر در حال اعمال در استاندارد ملی است.

collectors

ISO 9806

- Internal pressure
- Leakage test (air collectors only)
- High-temperature resistance
- Exposure
- External thermal shock
- Internal thermal shock
- Rain penetration (only glazed collectors)
- Freeze resistance (only collectors claimed to be freeze resistant)
- Mechanical load
- Impact resistance
- Thermal performance
- Pressure drop measurement

آزمون های عملکرد حرارتی

Thermal performance test

Time constant

Pressure drop test

Incidence angle modifier

Internal pressure test

High temperature resistance test

Stagnation temperature

Exposure test

External thermal shock test

Internal thermal shock test

Rain penetration test

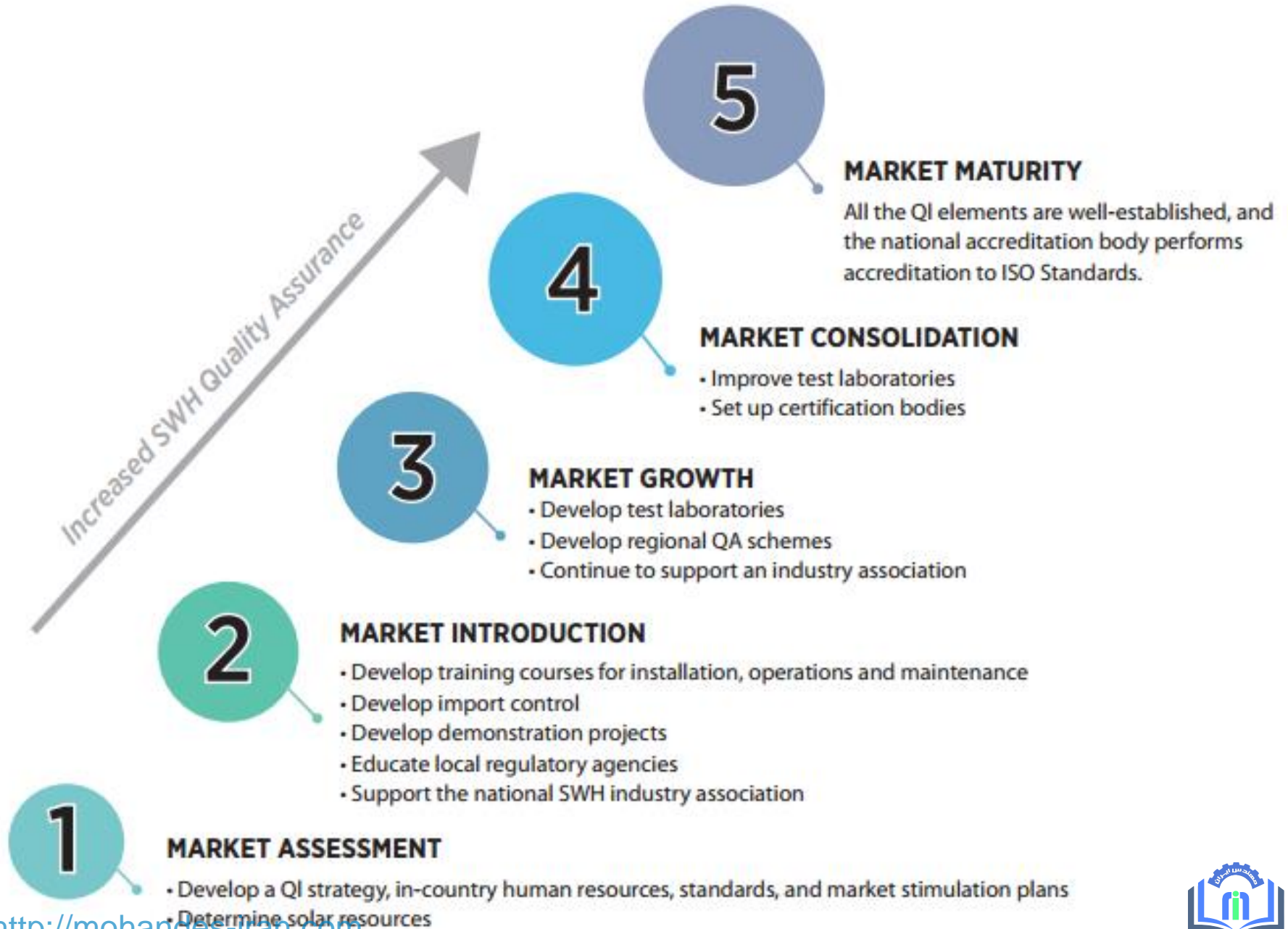
Freeze resistance test

Mechanical load test

Impact resistance test

آزمون های کیفی

Possible quality infrastructure stages as a function of the market stage

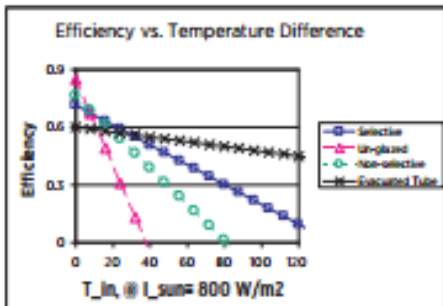
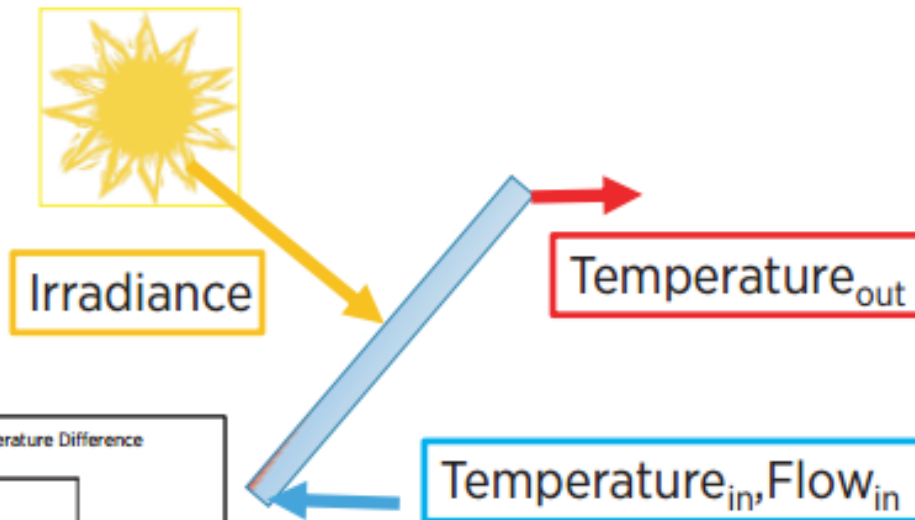


آزمون حرارتی کلکتورهای خورشیدی

Schematic testing of collectors, including performance characterisation under normal operating conditions and durability under extreme conditions

Solar Water Heater Testing: Collectors (ISO 9806)

Performance



$$\Rightarrow Q_{\text{coll}} = f(T_{\text{in}}, T_{\text{out}}, I_{\text{sun}}, \text{Flow}_{\text{in}} \dots)$$

Durability

- Stagnation exposure
- High pressure
- Thermal shock
- High wind uplift
- Hail
-

\Rightarrow Pass or fail

استاندارد آزمون کلکتور خورشیدی



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۷۱۲۹-۱

چاپ اول

تیر ۱۳۸۳

ISIRI

7129-1

1st.edition

JUL. 2004

روش های آزمون کلکتورهای خورشیدی - قسمت اول :
عملکرد حرارتی کلکتورهای شیشه ای گرم کننده مایع
شامل افت فشار

Test methods for solar collectors – Part 1:
Thermal performance of glazed liquid heating
collectors including pressure drop

معادل
ISO9806-1

استانداردهای بین المللی آزمون آبگرمکن های خورشیدی

Reference	Title
ISO 9459-1:1993	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 1: Performance rating procedure using indoor test methods
ISO 9459-2:1995	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems
ISO 9459-4:2013	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 4: System performance characterization by means of component tests and computer simulation
ISO 9459-5:2007	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 5: System performance characterization by means of whole-system tests and computer simulation

برای کلکتورهای خورشیدی

ISO 9806-1 ↔ ISIRI-7129-1

برای آبگرمکن های خورشیدی

ISO 9459-2 ↔ ISIRI-7385-2
ISO 9459-5 ↔ ISIRI-7385-5

استانداردهای ایزو برای آزمون آبگرمکن خورشیدی (موارد اصلی با رنگ قرمز نشان داده شده اند)

ISO 9459 Solar heating - domestic water heating systems



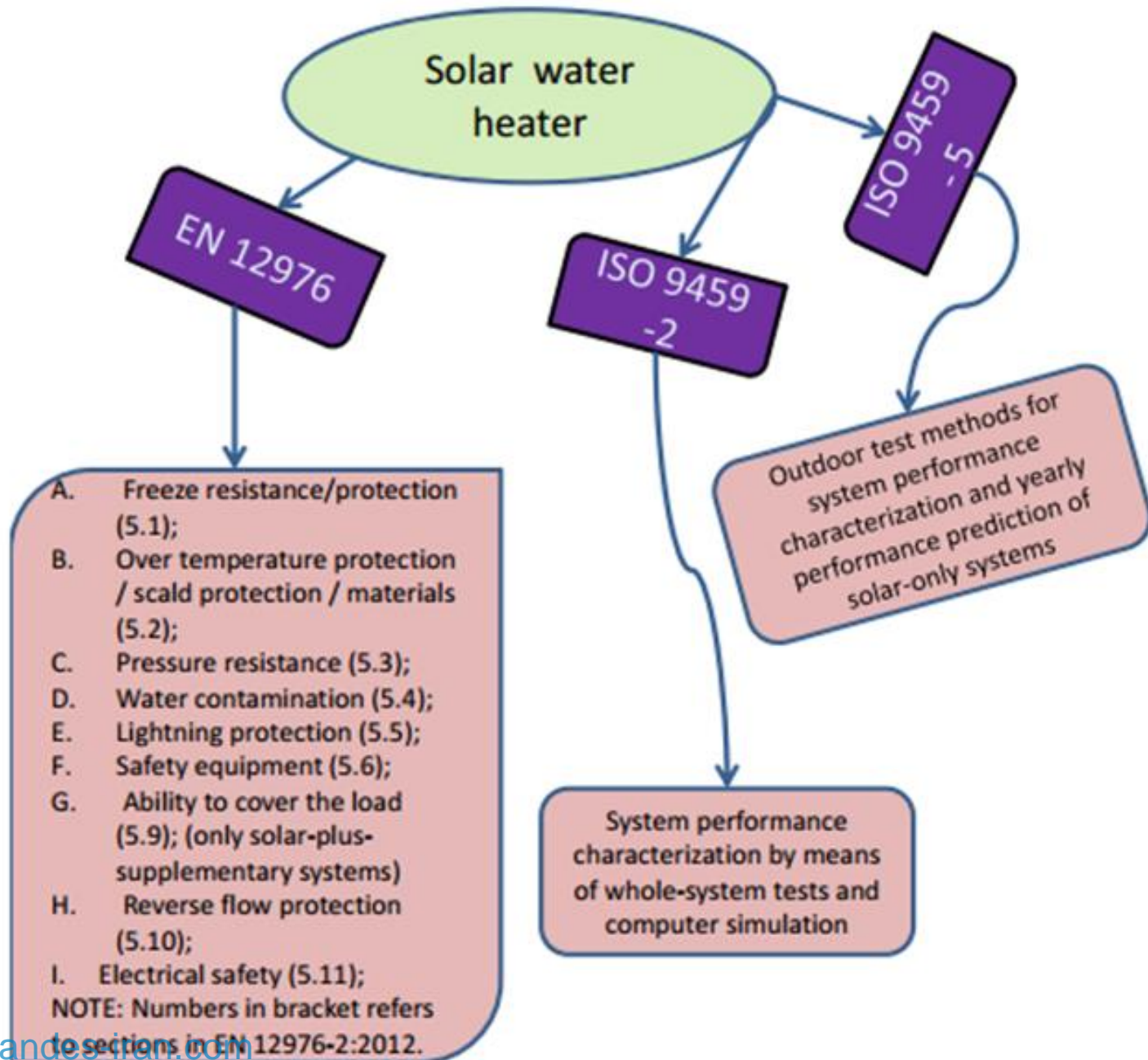
- Part 1: Performance rating procedure using indoor test methods ISIRI
- Part 2: Performance test of solar only systems ISIRI
- ~~- Part 3: Performance test of solar plus supplementary systems ISIRI~~
- Part 4: System performance characterisation by means of component tests and computer simulation ???
- Part 5: System performance characterisation by means of whole-system tests and computer simulation ISIRI

استانداردهای سری ۷۳۸۵ ایران بر مبنای این استاندارد تدوین شده اند.
Part 3 در ۲۰۱۱ میلادی توسط ایزو حذف شده است.
برخی دیگر از بخش ها توسط ایزو در حال ویرایش هستند.

Part 4 استاندارد ملی نشده است <http://mohandes-iran.com>



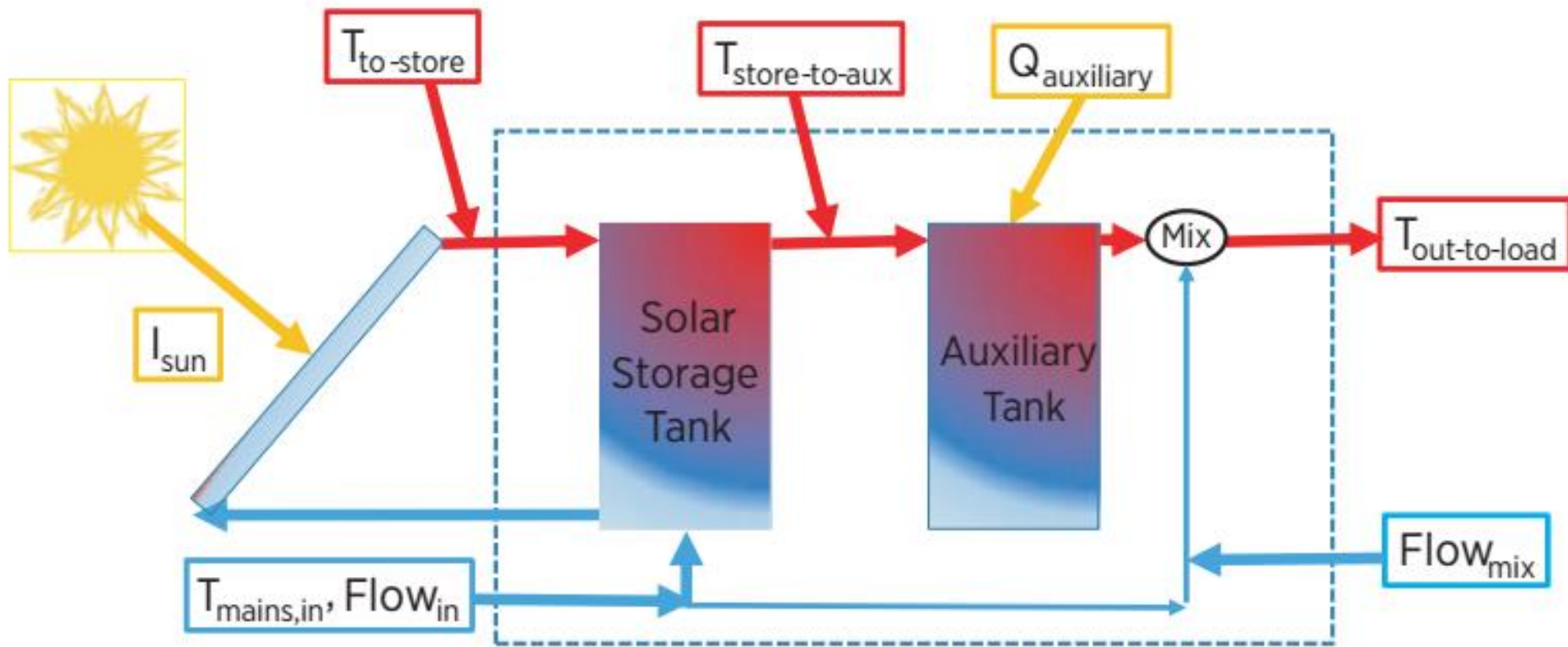
دامنه آزمون های آبگرمکن خورشیدی



آزمون حرارتی آبگرمکن های خورشیدی

Solar water heating system

Solar Water Heater Testing: Systems (ISO 9459)



$\Rightarrow Q_{saved} = \mathfrak{F}(I_{sun}, T_{amb}, M_{draw}, T_{mains}, \dots)$, \mathfrak{F} = numerical model or correlation

استاندارد آزمون آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون یا اجباری بدون هیتر کمکی

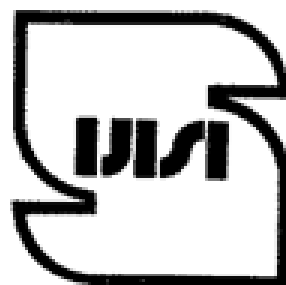


جمهوری اسلامی ایران

فهرست استانداردها و مشخصات صنعتی ایران

شماره استاندارد ایران

۷۳۸۵-۲



معادل
ISO9459-2

گرمایش خورشیدی - سیستم‌های آبگرمکن خانگی ، قسمت دوم : روشهای آزمون در فضای باز برای تعیین عملکرد سیستم و پیش بینی عملکرد سالانه سیستم‌های صرفاً

خورشیدی

استاندارد آزمون آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون یا اجباری با هیتر کمکی

ISIRI
7385-5
1st. edition



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۷۳۸۵-۵

چاپ اول

گرمایش خورشیدی - سامانه‌های آبگرمکن
خانگی - قسمت پنجم: توصیف مشخصات
عملکرد سامانه با استفاده از آزمون‌های کل
سامانه و شبیه سازی کامپیوتری

Solar heating —
Domestic water heating systems —
Part 5: System performance
characterization by means of whole-system
tests and computer simulation

معادل
ISO9459-5

مرسوم ترین استانداردها برای آزمون کلکتورها و آبگرمکن های خورشیدی

Reference	Title
ISO 9806:2013	Solar energy- Solar thermal collectors-Test methods
ISO 9459-2:1995	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems
ISO 9459-4:2013	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 4: System performance characterization by means of component tests and computer simulation
ISO 9459-5:2007	Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 5: System performance characterization by means of whole-system tests and computer simulation

روش های آزمون

بستر آزمون بر مبنای تست **indoor** با سیمولاتور خورشیدی
برای آزمون کلکتور خورشیدی و آبگرمکن خورشیدی

بستر آزمون بر مبنای تست **outdoor**
برای آزمون کلکتور خورشیدی و آبگرمکن خورشیدی





اولین آزمایشگاه آزمون کلکتورها و آبگرمکن های خورشیدی در ایران