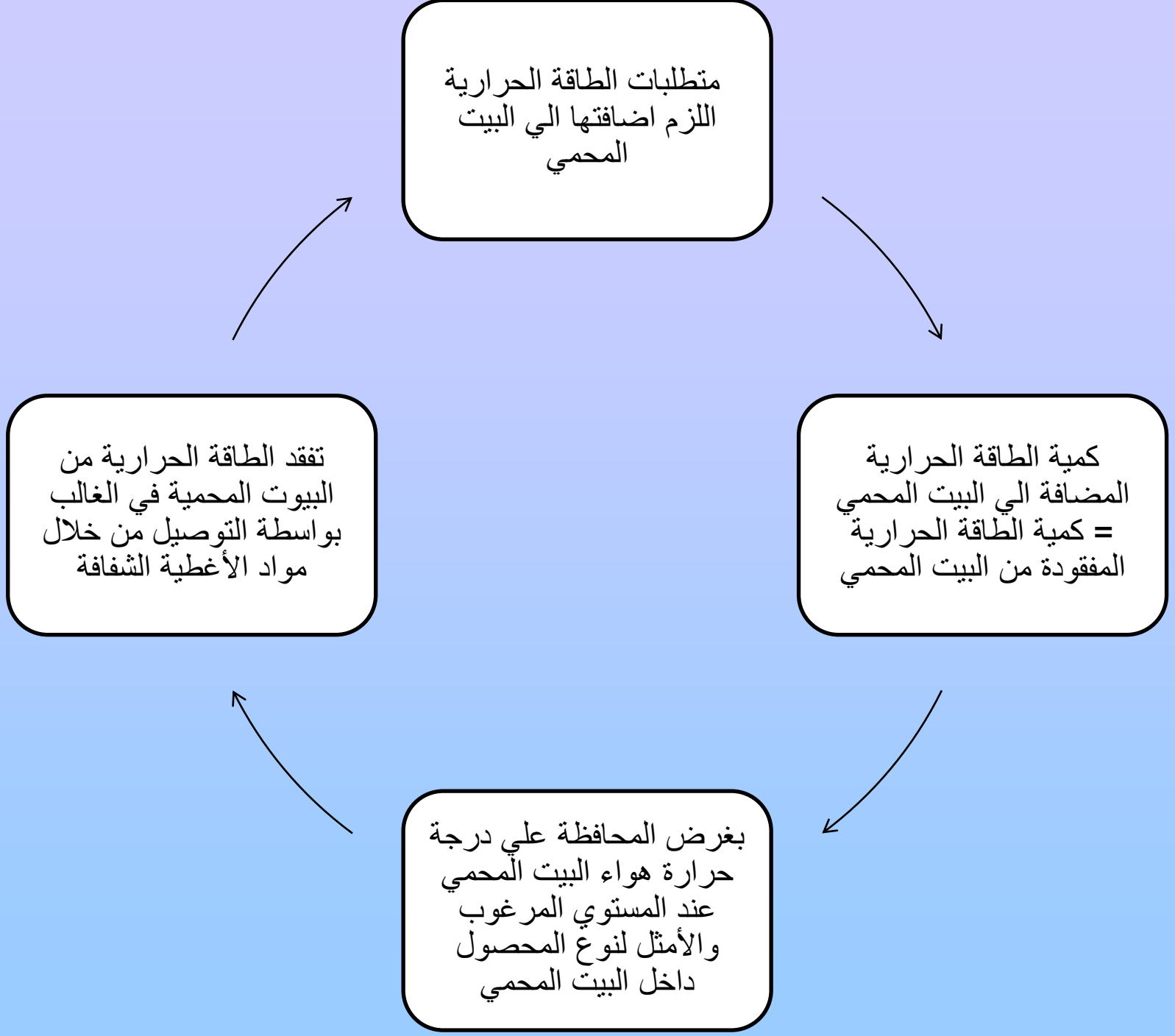
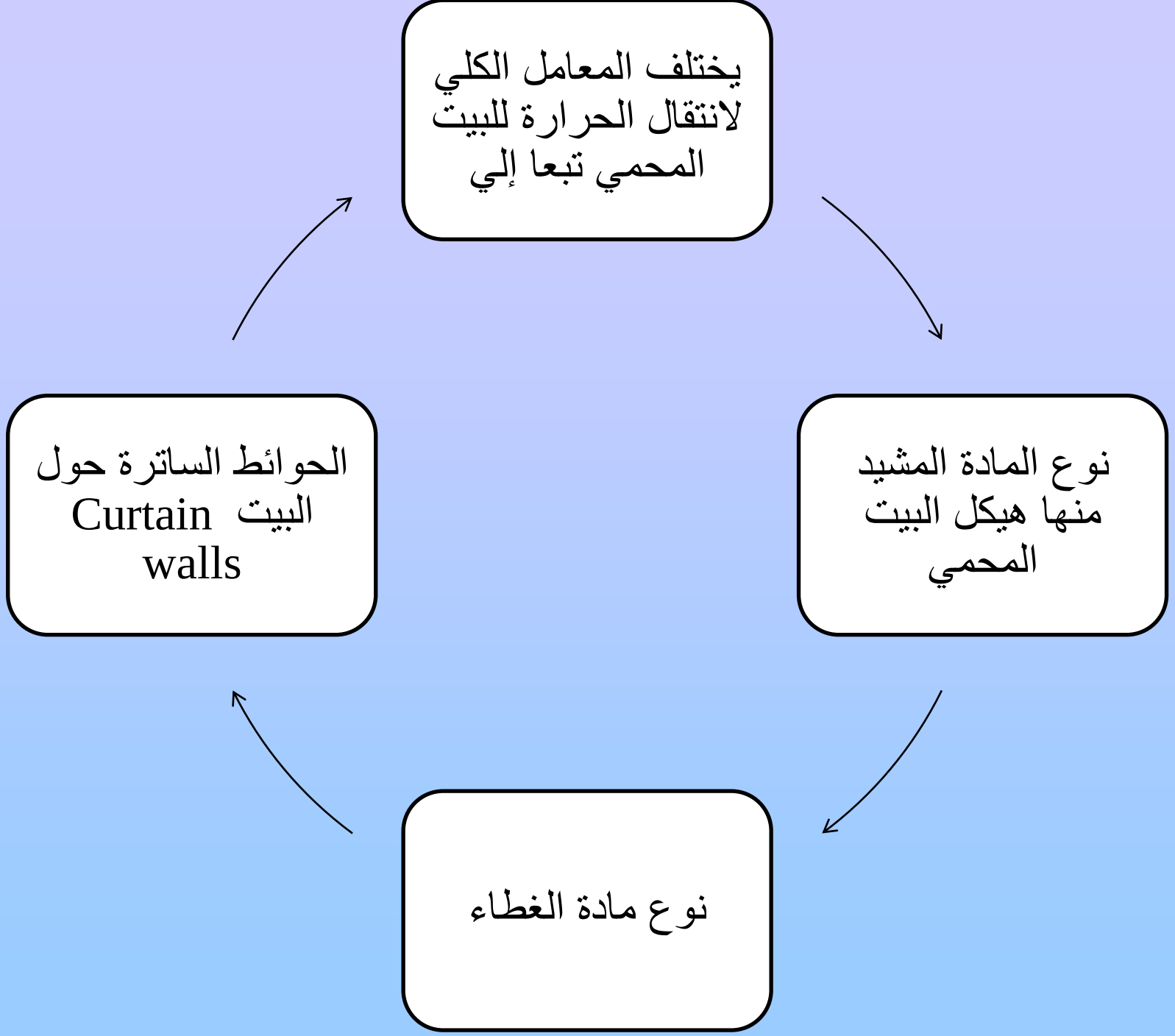
تسخين البيوت المحمية
Greenhouses Heating

مصادر الطاقة الحرارية
Heat Energy Sources


متطلبات الطاقة الحرارية اللزم اضافتها الي البيت المحمي
كمية الطاقة الحرارية المضافة الي البيت المحمي = كمية الطاقة الحرارية المفقودة من البيت المحمي
بغرض المحافظة علي درجة حرارة هواء البيت المحمي عند المستوي المرغوب والأمثل لنوع المحصول داخل البيت المحمي
تفقد الطاقة الحرارية من البيوت المحمية في الغالب بواسطة التوصيل من خلال مواد الأغطية الشفافة


يختلف المعامل الكلي لانتقال الحرارة للبيت المحمي تبعا إلي
نوع المادة المشيد منها هيكل البيت المحمي
نوع مادة الغطاء
الحوائط الساترة حول البيت Curtain walls

فمثلا هيكل البيت المحمي المشيد من قضبان من الألومنيوم أو مواسير المياه المجلفنه ينقل الحرارة بالتوصيل أسرع من الخشب

وبالتالي فإن معدل الفقد الحراري في النوع الأول (الهيكل المعدني) يكون أسرع من النوع الثاني (الهيكل الخشبي)

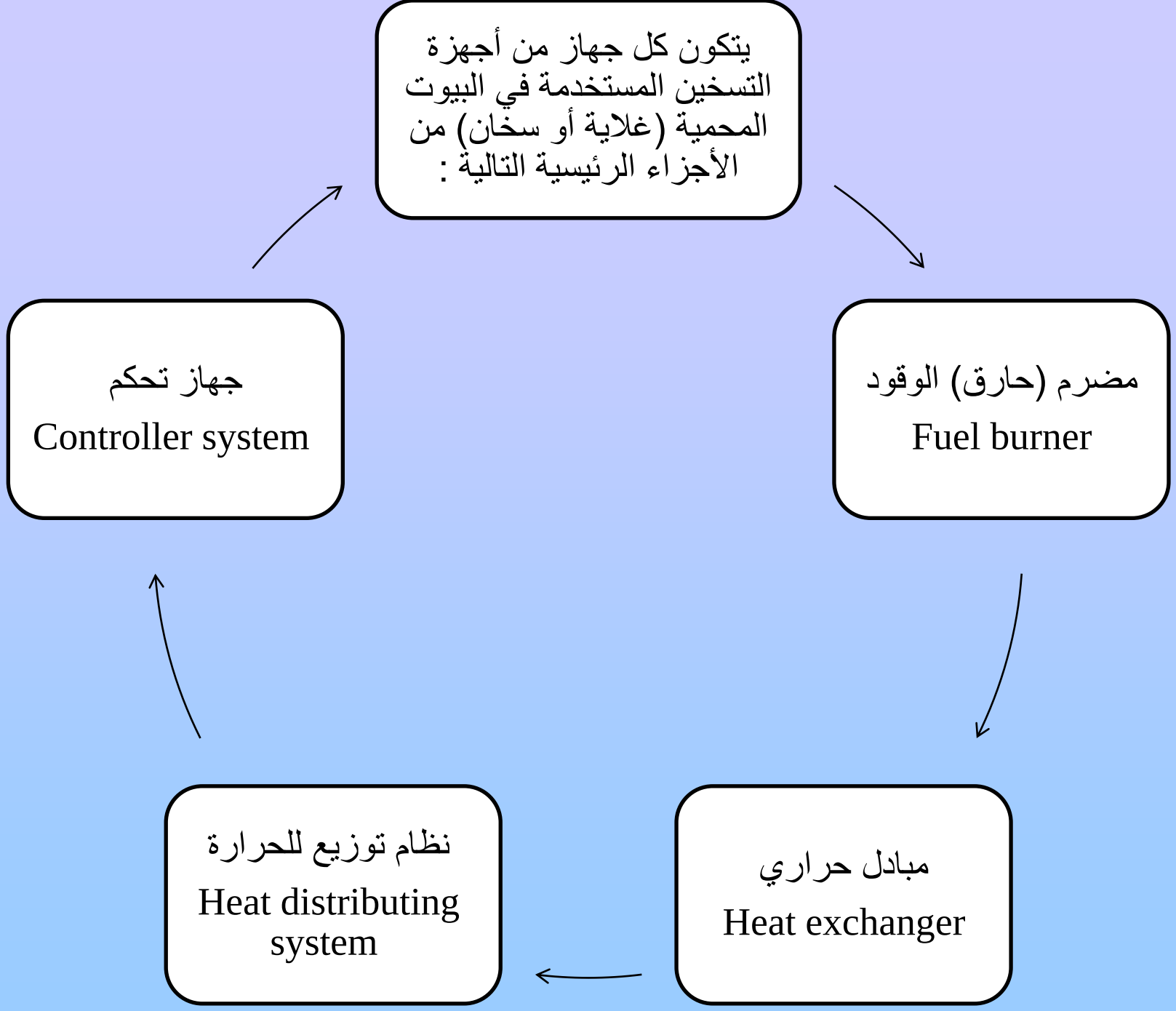
وذلك تبعا للمعدل الذي يقوم كل جزء من أجزاء البيت بتوصيل الحرارة من الهواء الساخن داخل البيت إلي الهواء البارد خارج البيت المحمي

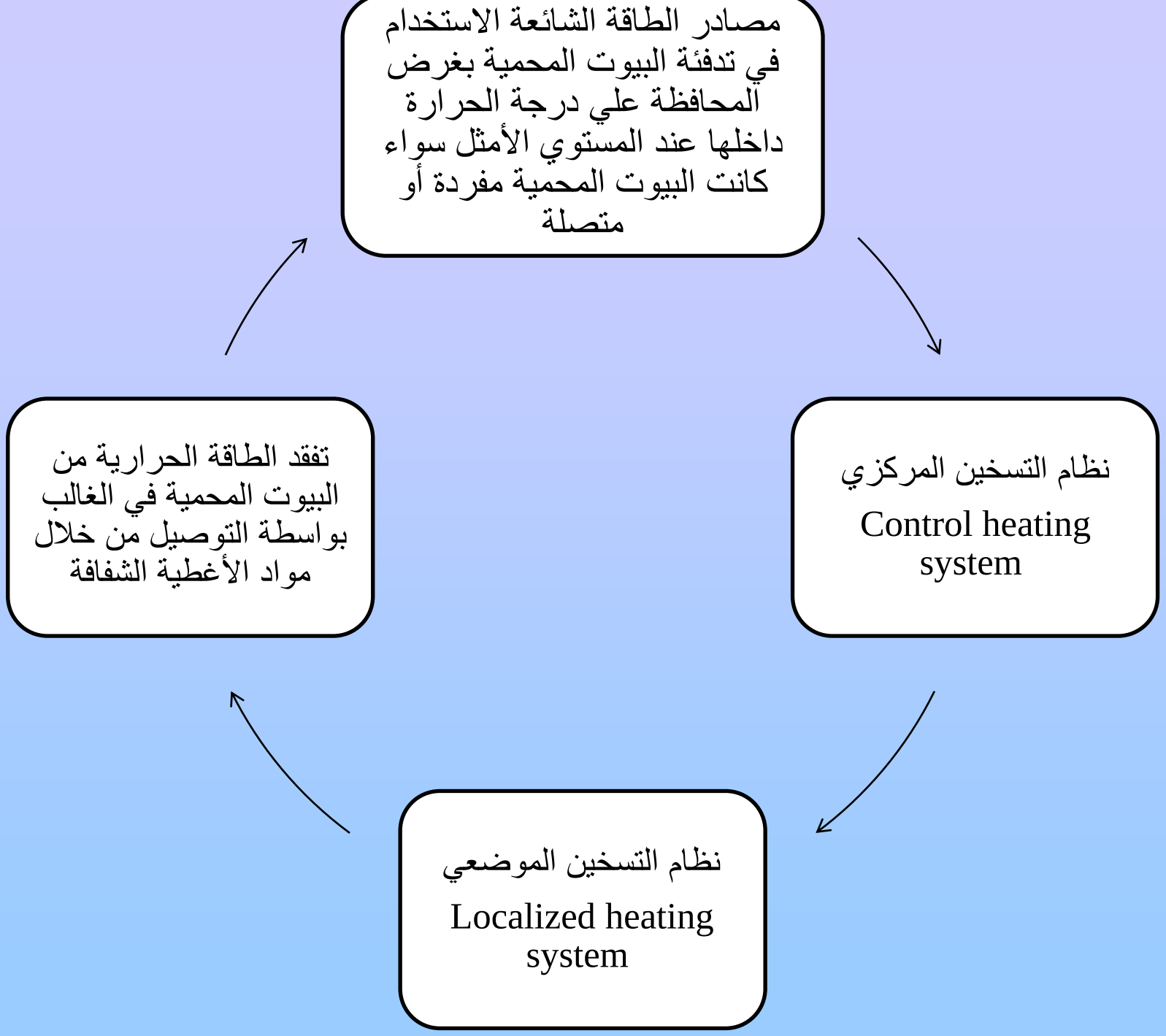
يجب أن يزود البيت المحمي في موسم الشتاء البارد بمصدر مستمر لإمداده بالطاقة الحرارية اللازمة للمحافظة علي درجة حرارة الهواء داخله عند المستوي المرغوب

وبمعدل يساوي تماما معدل الفقد الحراري الكلي منه بواسطة التوصيل والإشعاع والتسرب الحراري

وتعتبر الغلايات أو السخانات أكثر أنواع مصادر الطاقة الحرارية للبيوت المحمية

ويتوقف إختيار أي جهاز (مصدر الطاقة الحرارية) علي نوع البيت المحمي وحجم التشغيل وشكل الهيكل الانشائي وتكاليف الوقود اللازم لتشغيل مصدر الطاقة ومدي توفر هذا النوع من الوقود فى المنطقة


يتكون كل جهاز من أجهزة التسخين المستخدمة في البيوت المحمية (غلاية أو سخان) من الأجزاء الرئيسية التالية :
مضرم (حارق) الوقود
Fuel burner
مبادل حراري
Heat exchanger
نظام توزيع للحرارة
Heat distributing system
جهاز تحكم
Controller system


مصادر الطاقة الشائعة الاستخدام في تدفئة البيوت المحمية بغرض المحافظة علي درجة الحرارة داخلها عند المستوي الأمثل سواء كانت البيوت المحمية مفردة أو متصلة
نظام التسخين المركزي
Control heating system
نظام التسخين الموضعي
Localized heating system
تفقد الطاقة الحرارية من البيوت المحمية في الغالب بواسطة التوصيل من خلال مواد الأغطية الشفافة

نظام التسخين المركزي

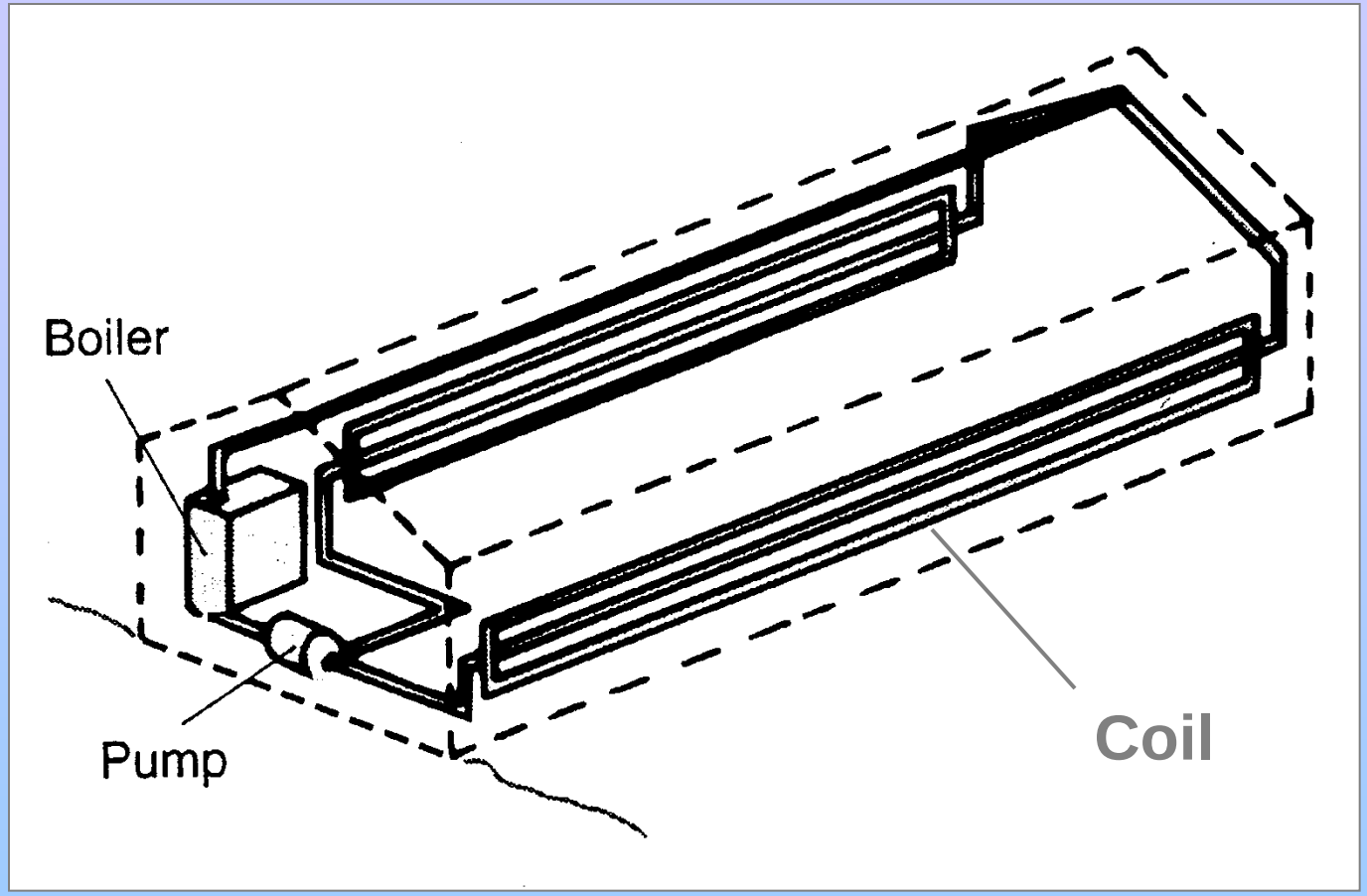
يستخدم هذا النوع من نظم التسخين علي نطاق واسع في البيوت المحمية المتعددة وفي المشاريع ذات الاستثمارات الكبيرة

يتم توزيع الحرارة داخل البيوت المحمية في أماكنها المختلفة من خلال نظام توزيع الحرارة وهو عبارة عن ملف من المواسير يكون مزع بانتظام داخل البيت المحمي

حيث يستخدم في هذا النظام أكثر من غلاية توضع في مبني مستقل بعيدا عن البيوت المحمية لدواعي الأمن الصناعي

ويتم دفع بخار الماء الرطب أو الماء الساخن كوسيط لنقل الحرارة المتولدة من الغلايات داخل مواسير معزولة جيدا

Central Heating



نظام التسخين الموضعي

يستخدم الآن العديد من السخانات المختلفة التصميم وجميعها تتبع نظام التسخين الموضعي ، وتقسم هذه السخانات إلي ثلاث فئات اساسية هي :

سخانات الوحدة أو سخانات الهواء القسري

Unit or forced – air heaters

سخانات الإشعاع منخفض الطاقة

Low-energy radiant heaters

سخانات الحمل

Convection heaters

سخانات الوحدة أو
سخانات الهواء القسري
(المدفوع)

تتكون هذه السخانات من ثلاثة أجزاء وظيفية هامة هي:

صندوق الإحتراق (بيت النار) – المبادل الحراري – مروحة السحب

يتضح من ذلك أن الأنابيب المعدنية الرقيقة الجدران تعمل كمبدلات حرارية حيث تقوم بإمتصاص الطاقة الحرارية المصاحبة لعادم الإحتراق الذي يمر بداخل هذه الأنابيب ثم تقوم الأنابيب بنقل هذه الطاقة إلي الهواء البارد الذي يمر علي الغلاف الخارجي لهذه الأنابيب

يتم حرق الوقود في صندوق الاحتراق لتوفير الطاقة الحرارية اللازمة حيث يحتوي عادم عملية الاحتراق علي هذه الطاقة والذي بدوره يتصاعد من خلال مجموعة من الأنابيب المعدنية الرقيقة الجدران وهي الجزء الثاني من السخان حيث يستمر العادم في التصاعد حتي يصل إلي مدخنة العادم

ويقوم العادم الساخن بنقل طاقته الحرارية إلي الغلاف الداخلي للأنابيب المعدنية الباردة حيث تزال معظم الطاقة الحرارية منه بمرور الوقت حتي يصل العادم إلي المدخنة والتي من خلالها يغادر العادم البيت المحمي

سخانات الوحدة أو سخانات الهواء القسري (المدفوع)

يزود كل سخان بمروحة سحب تركب خلف وحدة التسخين، حيث تقوم هذه المروحة بسحب الهواء من داخل البيت المحمي وتدفعه علي الغلاف الخارجي للأنابيب المعدنيه ليكتسب الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الهواء ثم يخرج الهواء الساخن من مقدمة السخان إلي بيئة البيت المحمي

في المنطقة الموضوع بها المنظم يقوم بوقف إمداد الوقود للسخان كما يقوم بإيقاف المروحة عن التشغيل والعكس صحيح

يمكن استخدام أنواع مختلفة من الوقود مع هذا النوع من السخانات مثل الكيروسين والبوتاجاز والغاز الطبيعي والغاز الحيوي

وعموما فإن هذه السخانات تزود بمنظم لدرجة الحرارة thermostat الذي يوضع في مكان مناسب داخل البيت المحمي ويتصل هذا المنظم بكل من مصدر الوقود ومروحة السحب، حيث يتم ضبط منظم درجات الحرارة علي الدرجة المرغوبة وعند وصول درجة حرارة الهواء الي الدرجة المرغوبة

سخانات الوحدة أو سخانات الهواء القسري (المدفوع)

يزود كل سخان بمروحة سحب تركب خلف وحدة التسخين، حيث تقوم هذه المروحة بسحب الهواء من داخل البيت المحمي وتدفعه علي الغلاف الخارجي للأنابيب المعدنيه ليكتسب الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الهواء ثم يخرج الهواء الساخن من مقدمة السخان إلي بيئة البيت المحمي

في المنطقة الموضوع بها المنظم يقوم بوقف إمداد الوقود للسخان كما يقوم بإيقاف المروحة عن التشغيل والعكس صحيح

يمكن استخدام أنواع مختلفة من الوقود مع هذا النوع من السخانات مثل الكيروسين والبوتاجاز والغاز الطبيعي والغاز الحيوي

وعموما فإن هذه السخانات تزود بمنظم لدرجة الحرارة thermostat الذي يوضع في مكان مناسب داخل البيت المحمي ويتصل هذا المنظم بكل من مصدر الوقود ومروحة السحب، حيث يتم ضبط منظم درجات الحرارة علي الدرجة المرغوبة وعند وصول درجة حرارة الهواء الي الدرجة المرغوبة

سخانات الوحدة أو سخانات الهواء القسري (المدفوع)

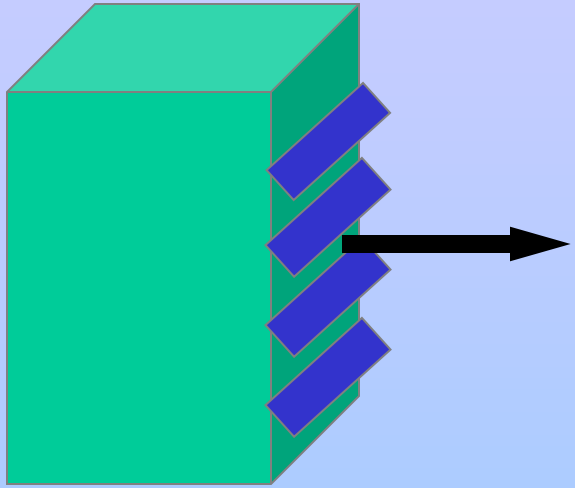
يوجد نوعين من هذه السخانات أحدهما النوع الرأسي vertical type والآخر النوع الأفقي Horizontal type وهذا التقسيم يتم تبعا لإتجاه حركة الهواء الساخن الخارج من السخان ، النوع الرأسي يتم تعليقه في الحرف الجمالوني العلوي للبيت حيث يتم توزيع هذه السخانات بإنتظام علي طول محور البيت،

كما سبق أن ذكرنا فإن هذا النوع من السخانات يحتوي علي مدخنة للعادم والتي تكون متصلة بالسخان وتستمر حتي تخرج من سقف البيت المحمي ويجب أن تمتد إلي مسافة مناسبة فوق سقف البيت حتي يمنع تراكم الدخان علي سقف البيت

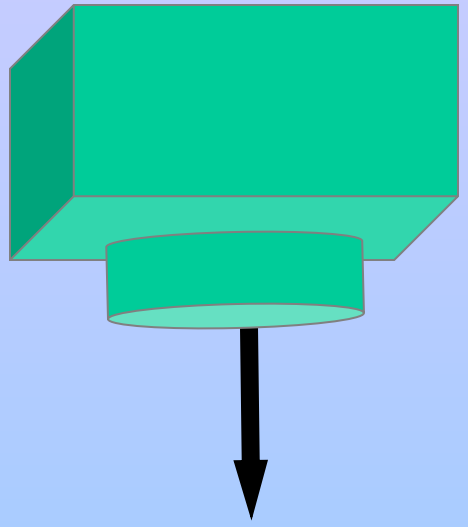
يقوم السخان بسحب الهواء من المنطقة العليا من البيت المحمي وبعد تسخينه يقوم بدفع الهواء الساخن إلي أسفل في اتجاه أرض البيت المحمي، ويعيب هذا النوع من السخانات عدم انتظام درجات حرارة الهواء Non uniform temperatures داخل البيت المحمي كما يحدث أحيانا جفاف التربة Drying of the soil

داخل البيت المحمي مما ينتج عنه عدم انتظام النمو Non uniform growth، ويعتبر النوع الثاني الأفقي هو الأكثر شيوعا واستخداما في البيوت المحمية حيث يقوم بسحب الهواء من خلفه ودفعه بعد تسخينه أفقيا داخل البيت ، ويمتاز هذا النوع عن سابقه بأن مشكلتي عدم انتظام الحرارة وجفاف التربة تقل بصورة كبيرة

Horizontal vs. Vertical Unit Heaters



Horizontal Unit Heater



Vertical Unit Heater

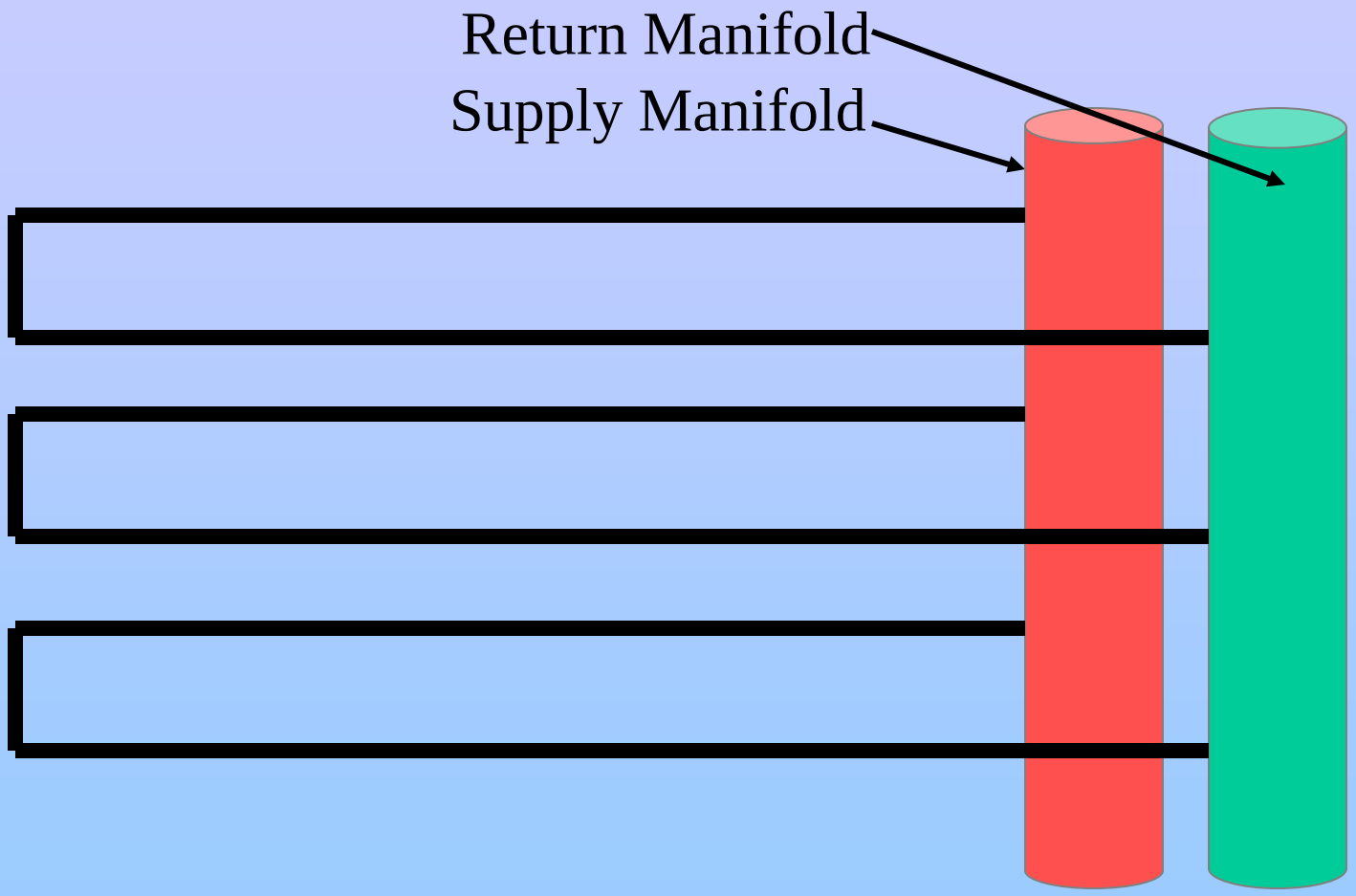
سخانات الحمل الحراري

يستخدم هذا النوع من السخانات علي نطاق واسع في البيوت المحمية التجارية الصغيرة الحجم small commercial greenhouse

ولكن يعيب هذا النوع من السخانات عدم إداراتها ذاتيا (ميكانيكيا) بصورة مرضية ويستخدم هذا النوع من السخانات أنواع مختلفة من الوقود مثل الخشب والفحم والزيت والغاز وجميعها يتم حرقها داخل صندوق الإحتراق ونواتج عملية الإحتراق تمر خلال ماسورة العادم التي يتم وضعها علي أرض البيت المحمي بين خطوط الزراعة أو أسفل طولات الزراعة

يجب مراعاة إحكام جميع وصلات مثل هذا النوع من السخانات بإستخدام شريط مقاوم للإحتراق للمساعدة في منع تسرب الأدخنة داخل البيت المحمي . ويجب عدم اتصال العادم بالمحصول النامي داخل البيوت المحمية عند إستخدام اي نظام من نظم التسخين

ويجب أن تكون ماسورة العادم طويلة بصورة كافية لتبريد العادم الساخن قبل ان يغادر نهاية ماسورة العادم ، ويتم وضع السخان من هذا النوع عند أحد نهايتي البيت المحمي وتمتد ماسورة العادم حتي النهاية الأخري المقابلة للسخان حيث تعمل ماسورة العادم كمبادل حراري يقوم بنقل الطاقة الحرارية من الغلاف الخارجي للماسورة إلي هواء البيت المحمي المحيط بها بواسطة الحمل الحراري ويدخل العادم الساخن الناتج من عملية إحتراق الوقود مباشرة إلي ماسورة تسخين متشعبة ذات قطر كبير والتي بدورها تقوم بتقسيم العادم الساخن علي العديد من مواسير التسخين الصغيرة الممتدة من بداية البيت المحمي وحتي نهايته


Return Manifold
Supply Manifold

السخانات المشعة للحرارة

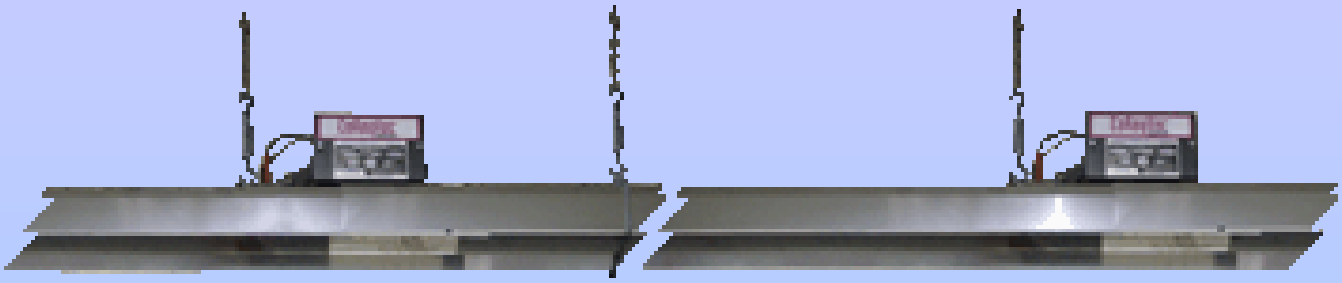
أصبحت سخانات تسخين البيوت المحمية والتي تعمل بالأشعة تحت الحمراء Infrared radiant heaters هي الأكثر شيوعا واستخداما في العقدين الماضيين حيث توفر هذه السخانات مابين ٣٠ الي ٥٠ % من تكاليف الوقود المستخدم

وتبعث هذه السخانات الأشعة تحت الحمراء في شكل موجات كهرومغناطيسية وفي مسارات مستقيمة عند سرعة تعادل سرعة الضوء فيعترض مسار هذه الموجات العديد من العوارض داخل البيت المحمي مثل النباتات وممرات الخدمة وطولات الزراعة والأرض حيث تمتص جميعها الطاقة المصاحبة للموجات الكهرومغناطيسية والتي تتحول مباشرة الي حرارة تكتسبها هذه العوارض فترتفع درجة حرارة الهواء وبالتالي يحدث انتقال حرارة بالحمل الطبيعي بين تلك العوارض وهواء البيت المحمي المحيط بها .

وتوضع هذه السخانات في الجزء العلوي من البيت المحمي علي مسافة متوسطة بين السخانات تتراوح بين ٦ الي ٩ م علي طول المحور الطولي للبيت المحمي (من أول البيت وحتي آخره) وتزود هذه السخانات بعاكس معدني عريض للأشعة ويوضع أعلي السخان بمسافة مقدارها ٤٠ سم

وذلك بغرض توجيه وانعكاس كل الأشعة إلي أسفل في إتجاه النباتات . وتوضع هذه السخانات فوق سطح النباتات وعلي مسافة رأسية لاتقل عن 1.5 م حيث تقوم بتسخين قطاع يبلغ عرضه حوالي ضعف المسافة الرأسية أي تسخين قطاع عرضه ٣ م

Infrared (Radiant) Heaters



CoRayVac Infrared Heater

التسخين الشمسي
Solar Heating

يعتبر التسخين الشمسي اليوم من الموضوعات الجديرة بالإهتمام والبحث ويجب أن يؤخذ في الإعتبار كمصدر بديل لجزء أو كل نظم التسخين الأخري التي تعتمد علي الوقود الأحفوري ومازال العديد من نظم التسخين الشمسي تخضع لعمليات التطوير والتحديث والتطبيق ولكن القليل منها هو المتاح الآن بالأسواق بغرض استخدامها مع البيوت المحمية وغيرها من التطبيقات الزراعية والصناعية المختلفة.

ويتناول هذا الجزء بالدراسة الأساسيات العلمية والعملية لنظم التسخين الشمسي والأجزاء المكونة لهذا النظام وطرق تركيبها وتشغيلها وتحديد الأداء الحراري لها.

ويشتمل نظام التسخين الشمسي Solar heating system بصفة عامة علي المكونات الأساسية التالية :

١) مجمع شمسي
٢) نظام تخزين الطاقة
٣) مبادل حراري
٤) سخان إضافي
٥) وحدة تحكم

التسخين الشمسي
Solar Heating

مجمع شمسي Solar collector وهو أهم مكون لنظام التسخين الشمسي حيث يعتبر مبادل حراري خاص يقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلي طاقة حرارية.

وحدة تحكم Control unit تستخدم في التحكم في نظام سريان المائع داخل السخان الشمسي، كما تستخدم في التحكم في سريان الماء الساخن داخل المبادل الحراري.

نظام تخزين الطاقة Heat energy storage system حيث يتم تخزين الطاقة الحرارية المزاحة في هذا المكون وقت الاستخدام

مبادل حراري Heat exchanger وهو المكون الذي يقوم بنقل الحرارة وتوزيعها داخل البيت المحمي

سخان إضافي auxiliary heater يستخدم هذا المكون عندما تكون كمية الطاقة الشمسية المتاحة غير كافية

المجمع الشمسي
Solar Collector

يعتبر المجمع الشمسي من النوع المسطح flat plate solar collector هو الأكثر شيوعا واستخداما في العديد من التطبيقات الزراعية ومنها تسخين البيوت المحمية

٢) قابل للحركة

٣) سهل التصميم والتركيب والتشغيل

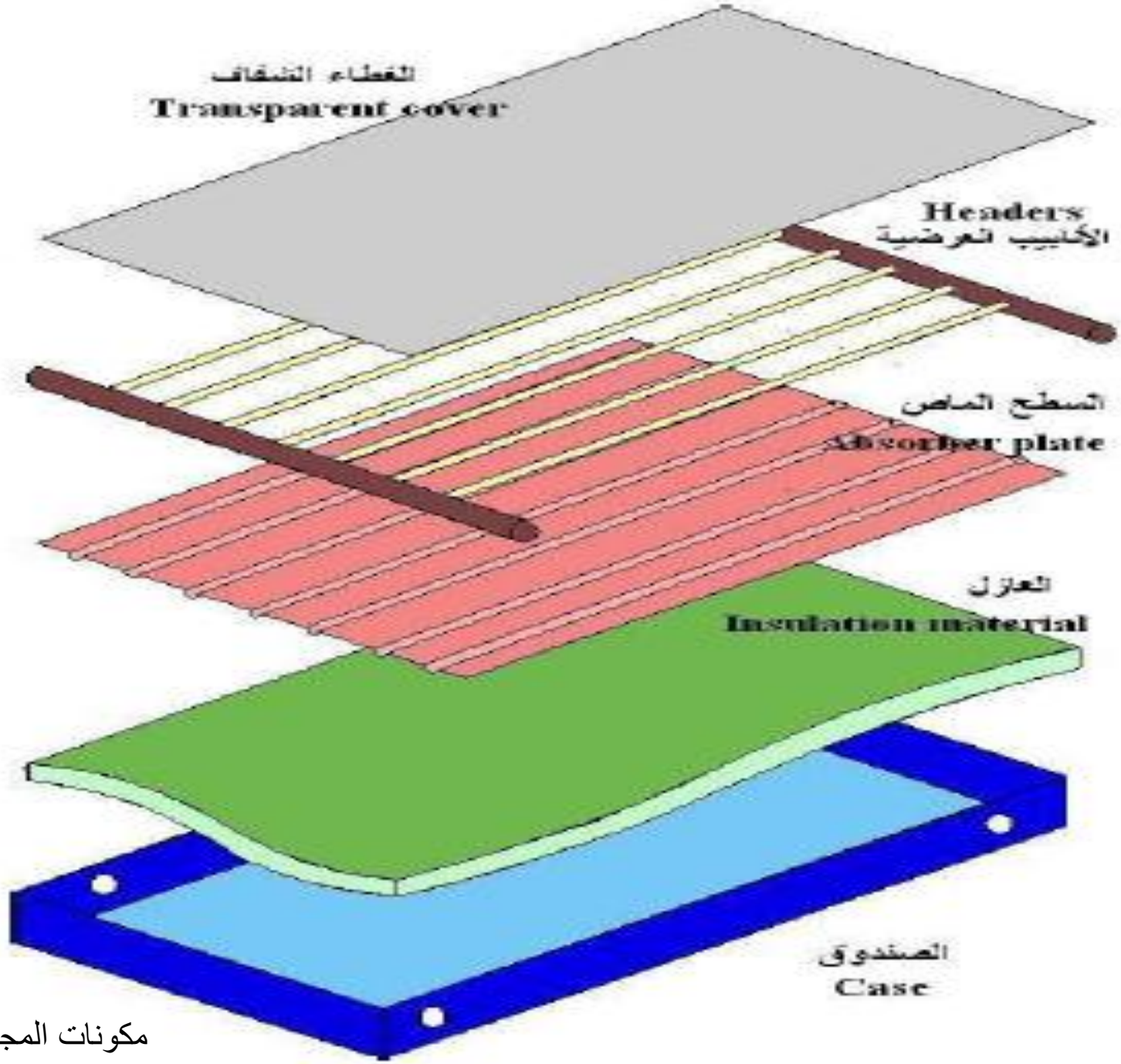
٤) يعتبر اقتصادي في عمليات التسخين

٥) يستخدم في العديد من التطبيقات الزراعية مثل تدفئة البيوت المحمية ومساكن الدواجن واسطبلات الماشية كما يستخدم في تجفيف المحاصيل الزراعية المختلفة

حيث يقوم هذا المجمع بتحويل طاقة الإشعاع الشمسي إلي طاقة حرارية تنتقل هذه الطاقة الحرارية إلي المائع (سائل – ماء – هواء) المار داخل المجمع الشمسي فيكتسب هذا المائع الطاقة الحرارية

يمتاز هذا النوع من المجمعات الشمسية السطحية بالتالي:

١) يقوم باستقبال وتجميع العناصر الثلاثة للأشعة الشمسية وهي الأشعة المباشرة والمنتشرة والمنعكسة من سطح الأرض



مكونات المجمع الشمسي

1-1-1 الصندوق الخارجي Collector case:

يمكن تصنيع الصندوق الخارجي من صفائح الفولاذ المجلفن أو الألمنيوم المعالج أو أي مواد أخرى تتحمل تأثيرات العوامل الجوية مثل الأشعة فوق البنفسجية، والمطر والرطوبة والرياح.

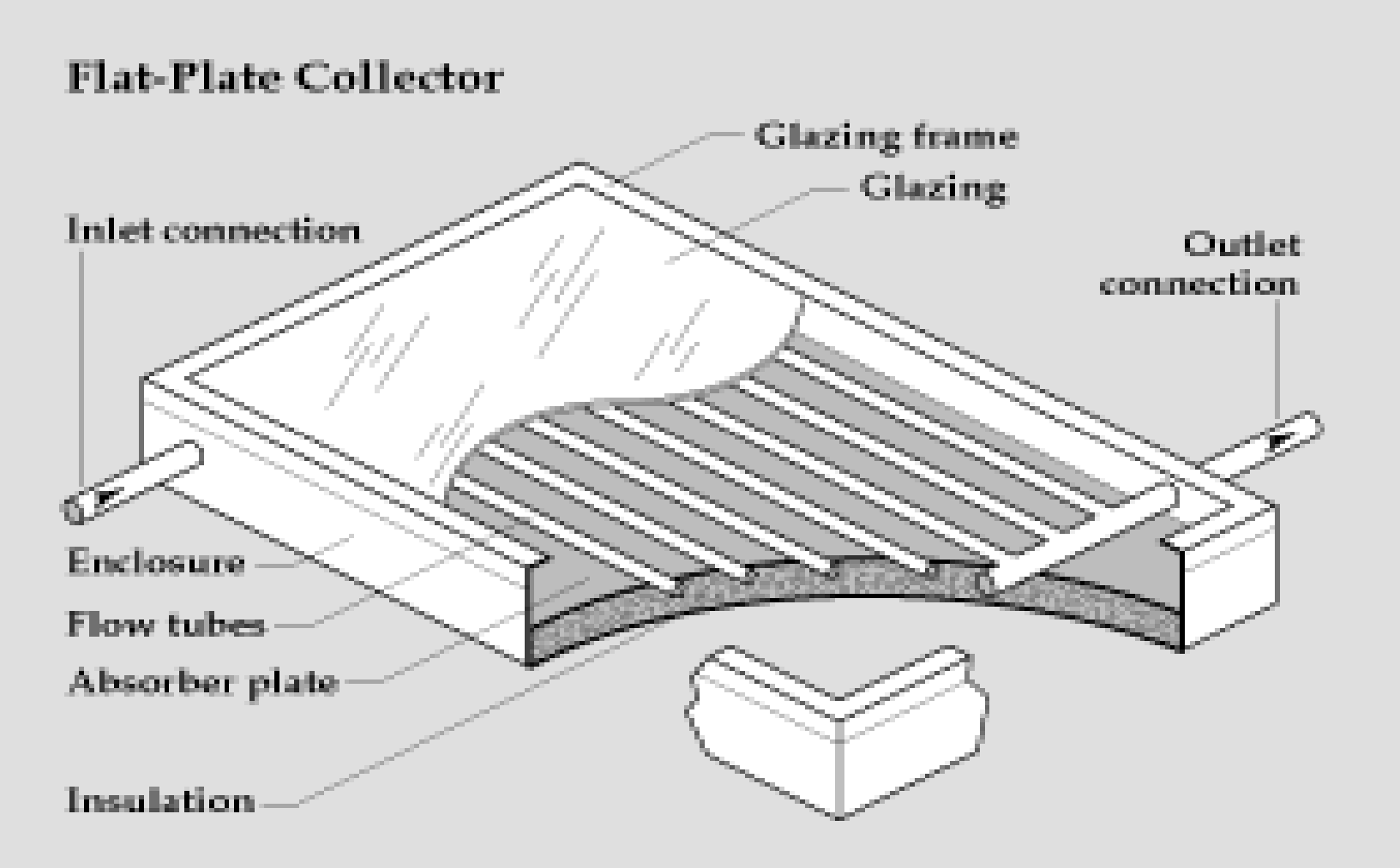
1-1-2 الأغطية الشفافة Transparent cover :

تكون الأغطية الشفافة عادة من زجاج ذو نفاذية عالية وإذا استعملت مواد أخرى مثل البلاستيك أو البلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية فيجب أن تتحمل هذه الأغطية العوامل الجوية وان تكون ذات نفاذية عالية.

1-1-3 السطح الماص Absorber plate :

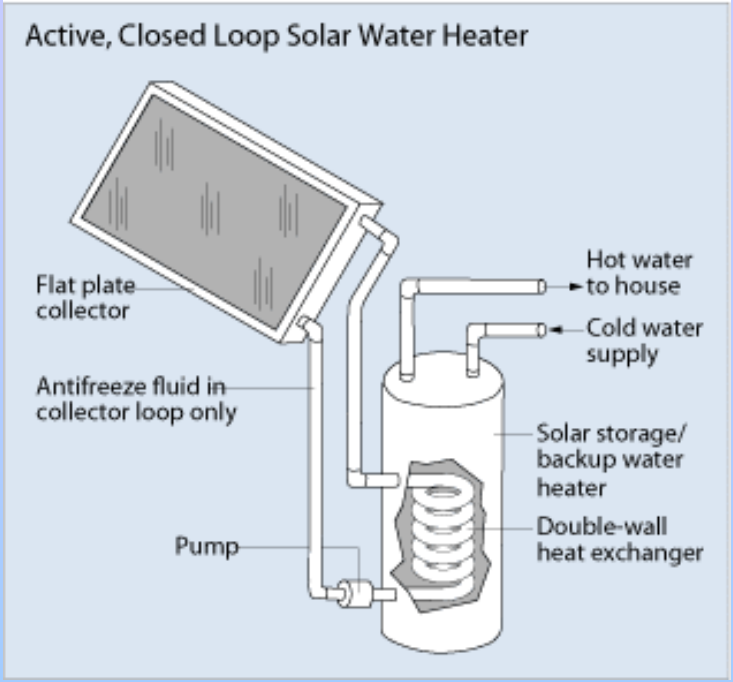
يصنع السطح الماص من المواد المعدنية مثل الصاج الأسود أو النحاس أو الألمنيوم وهناك بعض السطوح المصنعة من المواد البلاستيكية وإذا استعملت هذه المواد البلاستيكية فيجب أن تتحمل تأثير الأشعة فوق البنفسجية.

Liquid flat-plate collectors



SWHS at the World Medical Center

Active Solar Heating



Flat Plate Collector

Evacuated Tube Collector

الطاقة الحرارية المتولدة داخل المجمع الشمسي والمزاحة بواسطة الماء يتم تخزينها داخل خزان للماء معزول حراريا للمحافظة علي الطاقة الحرارية المخزنة بداخله وحتي وقت الحاجة إليها (أثناء الليل)

واوضحت التجارب والأبحاث العلمية العديدة أن كل 100 liters من الماء الساخن عندما تنخفض درجة حرارتها بمقدار 17 °C فإنها تعطي طاقة حرارية مقدارها 1.944 kWh

ثانيا : نظام تخزين الطاقة

Heat energy storage system

وقد يوضع الخزان خارج البيت المحمي أو يوضع داخله وقد أوضحت التجارب والأبحاث العلمية الحديثة ان وضع الخزان داخل البيت المحمي يؤدي إلي زيادة كفاءة نظام التخزين عن الخزان الموضوع خارج البيت بنسبة تتراوح بين ٢٥ إلي ٣٥ %

يعتبر الماء هو افضل أنواع الموائع الذي يعتمد عليه في إمتصاص الطاقة الحرارية وتخزينها وإستغلالها في تسخين البيوت المحمية نظرا لرخص ثمن الماء وارتفاع حرارته النوعية

Determine the solar collector surface area required to heat water for a greenhouse having a width of 9 m by a length of 32 m. If the daily average solar radiation flux incident is 3.75 kW/m^2.day, the hot water temperature required to keep

the air within the greenhouse at a desired level is 90°C, one square meter inside the greenhouse required 2.05 liters of hot water, and the water temperature at the beginning of each day is 25°C. If the pipe diameter of heat distributing system is 2-inch

and total length of pipes is 252 m, determine also the size of storage tank

Solution

Temperature potential difference (ΔT)

$\Delta T = T_{hot} - T_{cold} = 90\text{-}25 = 65°C$

Floor surface area (A)

$A = 9\ (32) = 288\ m^2$

Heat energy required (Q_{heat}) =

$Q_{heat} = 2.05 \times A \times \Delta T \times C_P$

$$= \frac{2.05\ (288)(65)(4.2)}{3600}$$

$= 44.772$ kWh

Solar collector surface area (A_C) =

$$A_C = \frac{Q_{heat}}{Q_{solar}}$$

$$A_C = \frac{44.772}{3.75} = 11.94 \ \text{m}^2 \text{ / day} = 12 \ \text{m}^2 \text{ / day}$$

يتم توصيل 6 مجمعات شمسية علي التوالي مساحة كل مجمع منهم $2\ m^2$

Water volume in the pipes = $(\pi d^2)\frac{1}{4}$

= $[\pi\ (5.08)^2\ /\ 4\ ]\ (252)\ (100) = 510762.333\ cm^3$

= 510.762 liters

V_s = water volume in the pipes x 4

= 510.762 (4) = 2043 liters

V_s = 2043 liters

A 2000 liters storage hot water tank at temperature of 95°C situated inside a greenhouse measuring 9 m wide by 32 m long in order to heat the indoor air. If the water temperature in the storage tank in the early morning is reached to 25°C, compute the heat energy addition to the greenhouse

Solution

Heat energy addition from hot water in the storage tank (Q_H)

Q_H = rate of water capacity x rate of water temperature x 1.944

ΔT= 95-25=70°C

Q_H = (2000/100) x (70/17) x 1.944 = 160.094 kWh

مشاهدة

https://www.youtube.com/watch?v=m3gdrIxNP-M

https://www.youtube.com/watch?v=MbmejUIEMEw