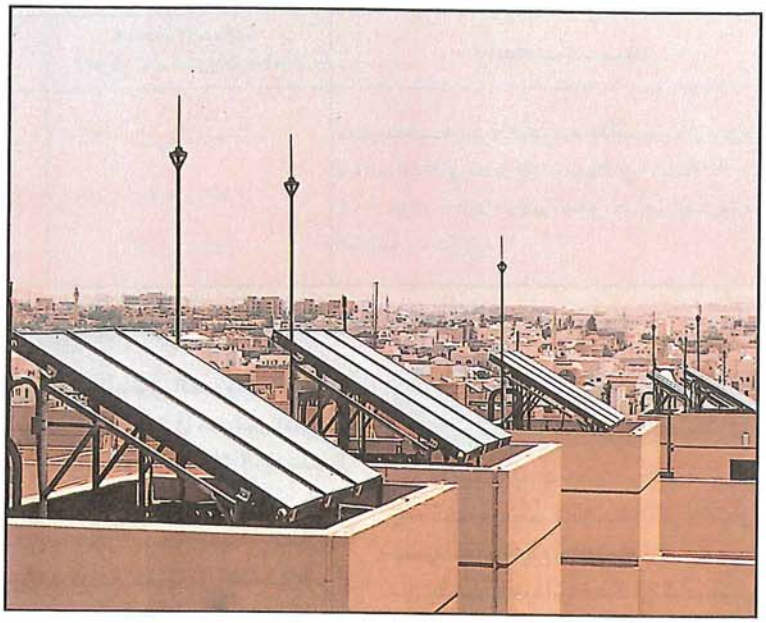
السخانات الشمسية

م. حمد الفارس



إعتاد الإنسان في الماضي على الاستغلال المباشر لحرارة الشمس بصورة بدائية تنحصر في التدفئة ، وتسخين المياه ، والتجفيف المباشر للأشياء (المحاصيل ، والملابس .... إلخ) . وبعد اكتشاف النار أصبحت طاقة الكتل الحيوية أكثر أهمية من الطاقة الشمسية في الأمور الحياتية مثل الطبخ والتدفئة والتجفيف وغيرها . ومع اكتشاف الفحم والبترول والغاز الطبيعي تنوعت مصادر الطاقة وتنوعت استخداماتها خاصة بعد النهضة الصناعية التي تسارعت خطواتها بقدر محسوس نتج عنها استخدام كمية ضخمة من الطاقة خاصة الوقود الأحفوري . اتجهت الأنظار بعد ذلك إلى الطاقة النووية رغم التحفظات التي يبديها البعض على آثارها ، وحتى لاتتوقف عجلة عصر التقنيات ارتفعت الأصوات بضرورة الرجوع إلى ما بدأ به الإنسان في استغلاله للطاقة الشمسية كإحدى الوسائل للحد من استنزاف الطاقة التقليدية ، وقد استدعى ذلك الاستفادة من الرصيد العلمي والتقني الهائل واستغلاله في تقنية الطاقة الشمسية التي تشمل استغلال وسائط مهمتها تجميع الطاقة الشمسية الساقطة خلال النهار وتحويلها إلى صورة قابلة للتخزين ليتم استغلالها في الفترات التي لاتتوفر فيها الأشعة الشمسية.

ومن هذه الوسائط مايسمى بالخلايا الكهروضوئية التي تقوم بتحويل الأشعة الشمسية إلى تيار كهربائي قابل للتخزين ، ومنها أيضاً المجمعات الشمسية الحرارية التي تقوم بتحويل الطاقة الشمسية من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة إلى طاقة حرارية يمكن تخزينها على هيئة سوائل ساخنة أو مواد صلبة ذات حرارة مرتفعة وهو مايسمى بالمجمعات الشمسية الحرارية.

تنقسم المجمعات الشمسية الحرارية إلى فئتين ، تبعاً لدرجة حرارة التشغيل ، هما المجمعات البرجية والطبقية والقطعية التي تعمل عند درجات حرارة أكثر من ١٥٠°م ، و المجمعات المسطحة (السخانات الشمسية) التي تعمل عند درجات تقل عن ١٥٠°م .

سيتناول هذا المقال السخانات الشمسية من حيث أنواعها وتركيبها وطريقة عملها . ومما يجدر ذكره أن السخانات الشمسية هي أجهزة ذات مواصفات فيزيائية خاصة ، مهمتها استقبال الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة حرارية قابلة للنقل والتخزين في صورة سوائل أو غازات ساخنة ، وذلك لاستغلالها في تدفئة المنازل وتسخين المياه المنزلية والصناعية وكذلك في تجفيف المحاصيل الزراعية والمنتجات الصناعية عند درجة حرارة أقل من ١٥٠° . وتنقسم السخانات الشمسية إلى قسمين رئيسين هما السخانات الشمسية المسطحة ، وسخانات الأنابيب المفرغة .

السخانات الشمسية المسطحة

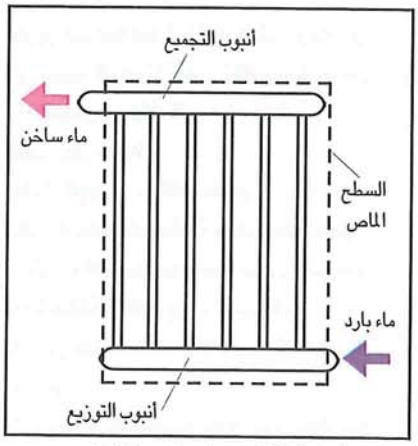
تصمم السخانات الشمسية المسطحة من حيث شكل السريان ، وشكل السطح الماص ، ومعامل تركيز الأشعة الشمسية وذلك كما يلي :

● شكل السريان

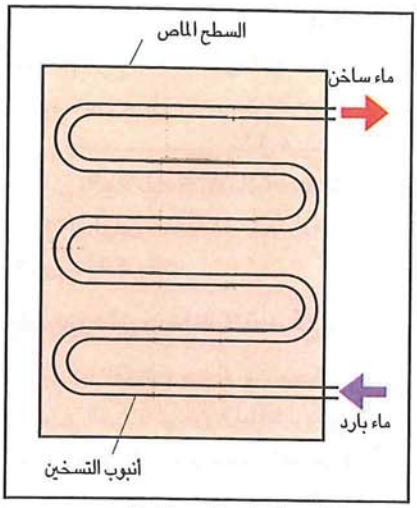
تقسم السخانات الشمسية المسطحة من حيث شكل السريان إلى ثلاثة أقسام هي :

* **أنابيب متوازية :** وفي هذا النوع من السريان ، شكل (١) ، يتم دخول المائع إلى أنبوب توزيع في أسفل السخان ومنه يتوزع على أنابيب التسخين المتوازية التي تصعد إلى أعلى السخان حيث يتم جمعها في أنبوب التجميع ومن ثم تدفع إلى خارج السخان .

* **أنبوب واحد :** وفي هذا النوع من السريان ، شكل (٢) ، يدخل المائع إلى أنبوب التسخين الموجود بأحد جانبي السخان وفي الجهة السفلية منه ويتجه إلى الجانب الآخر ثم يرجع إلى الجانب الأول وهكذا حتى يصل



شكل(١) أنابيب تسخين بالتوازي .



شكل(٢)سخان ذو أنبوب تسخين وحيد .

إلى أعلى السخان ليتم دفع المائع إلى الخارج وقد ارتفعت درجة حرارته .

* **بدون أنابيب** : ويتميز هذا النوع من السريان ، شكل (٣) ، ببساطته حيث أن السخان والخزان مدمجان في وحدة واحدة تعمل الجهة المقابلة للشمس فيه كوحدة تسخين (حيث يوجد الغطاء الزجاجي) . غير أن ما يؤخذ على هذا النظام محدودية الكفاءة وكثرة الفواقد الحرارية أثناء الليل ، كما يؤخذ عليه أيضاً صعوبة تحريكه ونقله نظراً لكبر حجمه وثقل وزنه .

● شكل السطح الماص

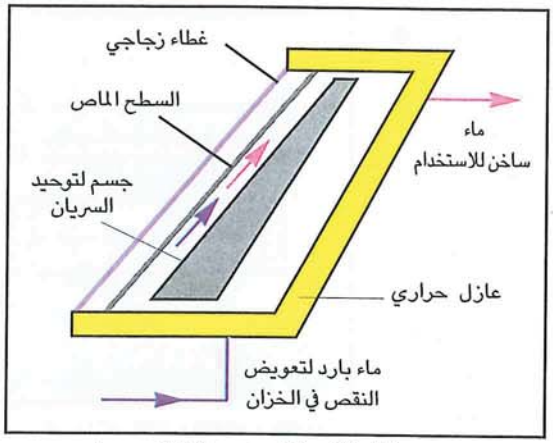
تقسم السخانات الشمسية المسطحة بالنسبة إلى شكل السطح الماص إلى عدة أقسام ، ويوضح الجدول (١) أمثلة لبعض أشكال السطح الماص ومواصفاتها .

● معامل تركيز الإشعاع

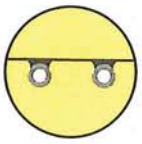
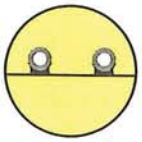
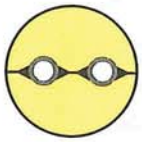
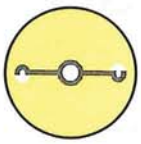
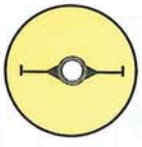
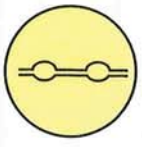
يمكن تقسيم السخانات حسب معامل تركيز الأشعة الشمسية إلى مايلي :

* **سخانات بمُركّزات سطحية** : وهي سخانات مسطحة تسقط فيها الأشعة الشمسية على السطح الماص من خلال مركزات مسطحة ، شكل (٤ـأ) ، وتتميز التقنية المطبقة في هذا النوع من السخانات بأنها بسيطة ويمكن تطبيقها على السخانات التقليدية .

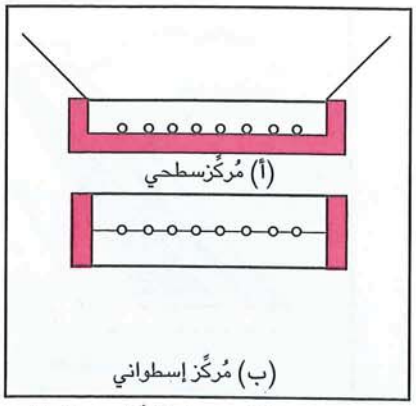
* **سخانات بمركزات أسطوانية** : وهي سخانات مسطحة تسقط الأشعة الشمسية على السطح الماص من خلال مركزات أسطوانية تعمل على توجيه الأشعة الشمسية إلى جانبي السخان لتسقط من الجهة السفلى له ، شكل (٤ ـ ب) ، وتتميز هذه



شكل(٣)سخان مدمج بالخزان .

موضع أنابيب / أنبوب التسخين	الشكل	مواصفات السطح الماص وأنابيب / أنبوب التسخين
ـ أسفل السطح الماص		ـ السطح الماص من الألمنيوم ، والأنابيب من النحاس .
ـ فوق السطح الماص		ـ السطح الماص من الألمنيوم ، والأنابيب من النحاس .
ـ بجانب شرائح السطح الماص		ـ يقسم السطح الماص إلى شرائح توصل بأنابيب التسخين .
ـ مدمجة مع السطح الماص بشكل شرائح		ـ السطح الماص شرائح مرصوصة من الألمنيوم المبثوق .
ـ مدمجة مع السطح الماص بشكل شرائح		ـ السطح الماص شرائح من النحاس مدمجة مع الأنابيب .
ـ مدمجة بشكل لوحتين متقابلتين .		ـ السطح الماص والأنابيب من النحاس أو الفولاذ ويكوّنان وحدة واحدة .

● جدول (١) بعض أشكال السطح الماص ومواصفاتها في السخانات الشمسية.



شكل(٤)سخانات تعمل بمُركِّزات سطحية

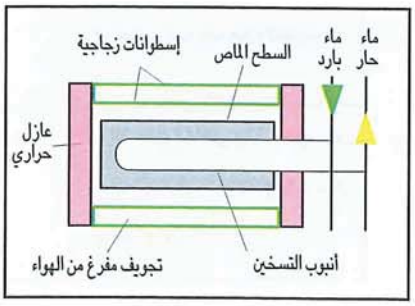
السخانات بأنها مغطاة بالزجاج من أعلى وأسفل ولكنها لاتحتوي على أي عازل حراري .

سخانات الأنابيب المفرغة

هي سخانات يتم فيها وضع أنابيب التسخين وشرائح السطح الماص الملتصقة بها داخل أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء لتقليل الفواقد الحرارية الناتجة عن الحمل (Convection) ، وتنقسم تلك السخانات حسب نوع الأنابيب المفرغة إلى التالي :-

● سخانات بأنابيب مفرغة بسيطة

تتكون هذه السخانات ، شكل (٥) ، من شريحة السطح الماص داخل أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء يثبت به عازل حراري . يمر مائع التسخين من خلال أنبوب متصل بشريحة السطح الماص فترفع درجة حرارته ويخرج إلى خزان التجميع . ولزيادة كفاءة حرارة التسخين تتصل شريحة السطح الماص بجهاز لمتابعة الشمس أثناء النهار .



شكل(٥)سخان أنبوب مفرغ بسيط

● سخانات الأنبوب الحراري

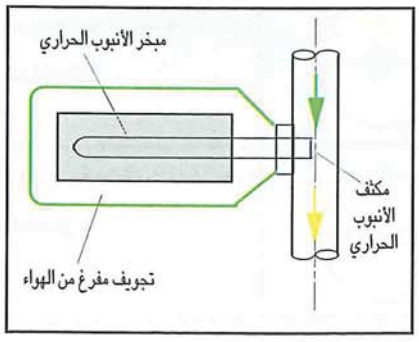
هذا النوع من السخانات ، شكل (٦) ، عبارة عن تجويف زجاجي مفرغ من الهواء بداخله شريحة السطح الماص التي تتصل بمكثف أنبوب حراري يعمل على تجميع الطاقة الحرارية من السطح الماص و يكون ملامساً لأنبوب سريان مائع التسخين . وفي أثناء سريان مائع التسخين من مصدره إلى داخل الأنبوب الحراري فإن درجة حرارته سترتفع بملامسة المكثف ويخرج بعدها إلى خزان التجميع .

تركيب السخانات الشمسية

تتركب السخانات الشمسية بصفة عامة من : سطح امتصاص الأشعة الشمسية وقنوات سريان وسيط التسخين وعوازل حرارية لمنع تسرب الحرارة المكتسبة في وسيط التسخين إلى الوسط المحيط .

● سطح الامتصاص

يصنع سطح الامتصاص في الغالب من معدن مطلي بألوان داكنة وذلك لزيادة معدل الامتصاص حيث تتميز الألوان الداكنة بمعدل عالٍ لامتصاص الأشعة الشمسية يصل إلى ٩٨٪ ، ولكن يعاب على الألوان الداكنة قابليتها الشديدة لفقد الحرارة بطريقة الإشعاع حيث يصل ذلك المعدل إلى ٩٠٪ . بعبارة أخرى فإن السطح الماص الداكن قادر على امتصاص ما نسبته ٩٨٪ من الطاقة الساقطة عليه ولكنه سيعيد إشعاع ما نسبته ٩٠٪ من الطاقة المكتسبة لتصبح الاستفادة من جزء صغير فقط من الطاقة الشمسية الساقطة على السخان



شكل(٦)سخان أنبوب حراري

وستضيع النسبة الكبرى سدى . من أجل ذلك تستخدم أنواع خاصة من الطلاء ذات معدل امتصاص عالي ومعدل إشعاع منخفض . وتسمى مثل هذه الطلاءات بالطلاءات الانتقائية (Selective Coatings) ، ومن أمثلة هذه الطلاءات أكاسيد الكروم والكوبالت .

● قنوات سريان وسيط التسخين

تصنع هذه القنوات عادة من معادن مثل النحاس و الفولاذ أو من المطاط ، وهي تختلف من تطبيق إلى آخر باختلاف نوع الوسيط وكذلك باختلاف مادة سطح الامتصاص ، فهناك قنوات مستطيلة ذات مساحات كبيرة (١٠×١٥ سنتيمترات) لتسخين الهواء ، وهناك قنوات دائرية ذات أقطار صغيرة (أنابيب أقطار بحدود ١ سنتيمتر) لتسخين السوائل .

● العازل الحراري

عندما ترتفع درجة الحرارة داخل السخانات بالمقارنة بالجو المحيط بها يصبح هناك إمكانية لفقد هذه الحرارة بالتوصيل وذلك عن طريق جوانب السخان والجهة السفلية منه ، وبالحمل ، والإشعاع عن طريق الغلاف الزجاجي ، وعليه يمكن الاستعانة بمواد وأساليب خاصة للحد من هذه الفواقد حسب نوعية الفقد وذلك على النحو التالي :-

* **الفقد بالتوصيل :** ويمكن الحد منه بإحاطة جوانب وأسفل السطح الماص وأنابيب التسخين بمواد خاصة ذات توصيلية حرارية متدنية مثل الصوف الزجاجي والألياف الزجاجية والبولي ستيرين .

* **الفقد بالحمل :** ويمكن الحد منه بسحب الهواء الموجود بين الأغطية الزجاجية أو بوضع أنابيب التسخين مع السطح الماص داخل أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء .

* **الفقد بالإشعاع :** ويمكن الحد منه باستخدام أغلفة زجاجية منفذة للأشعة القصيرة من الشمس وفي نفس الوقت معتمة بحيث تمنع انعكاس الأشعة

ذات الموجات الطويلة الصادرة من السطح الماص .

آلية عمل السخانات

تتم آلية عمل السخانات بأن يمتص السطح الماص أشعة الشمس الساقطة فترتفع درجة حرارته ، يتبع ذلك ارتفاع في درجة حرارة المائع المار في أنابيب التسخين ، و لتبسيط طريقة عمل السخانات الشمسية سيتم التطرق إلى ثلاثة أمور أساس هي : آلية التسخين ، والسريان داخل السخان ، وآلية الدفع .

● آلية التسخين

عندما تسقط الأشعة المباشرة أو غير المباشرة على السطح الماص فإن درجة حرارته ترتفع مقارنة بدرجة حرارة المائع المار في الأنابيب فيحدث فرق في درجة الحرارة ينتج عنه انتقال الحرارة من المناطق ذات الحرارة العالية (فيما بين الأنابيب) إلى مناطق سريان المائع ذات الحرارة المنخفضة وبالتالي ترتفع درجة حرارة المائع باكتسابه للحرارة ويستمر هذا الارتفاع مادام المائع متصلاً بالسطح الماص (أي داخل السخان) ويتراوح الارتفاع في درجة حرارة المائع بين أجزاء من الدرجة إلى عشرات الدرجات المئوية تبعاً لمقدار الإشعاع الشمسي ومعدل السريان داخل أنابيب التسخين .

● السريان داخل السخان

يدخل المائع البارد نسبياً إلى أنبوب التوزيع في أسفل السخان (السخانات ذات السريان المتوازي) ومن هذا الأنبوب يتوزع المائع على أنابيب متوازية صاعدة وذات أقطار صغيرة ومن ثم يجمع في أنبوب التجميع الرئيس في أعلى السخان حيث يتم دفع المائع الحار نسبياً إلى خارج السخان كما تم توضيحه في الشكل (٢) .

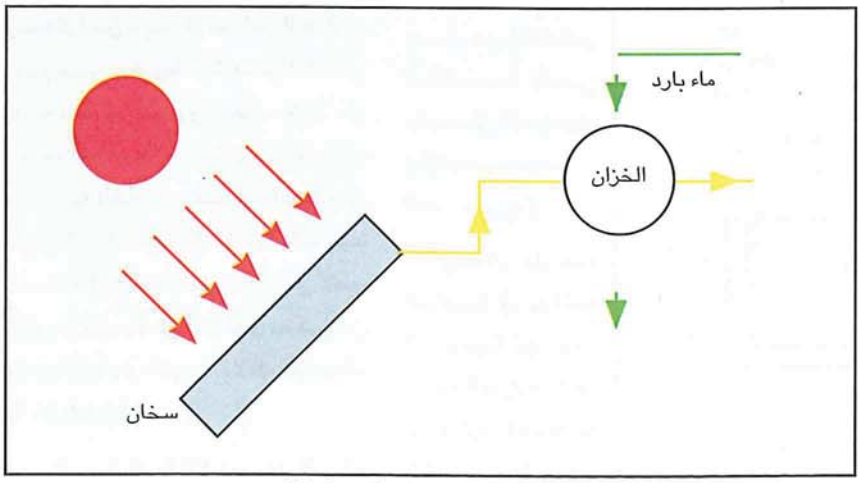
أما في حالة السريان المتصل فيدخل المائع إلى أنبوب التسخين الذي يغطي أغلب مساحة السطح الماص ـ بسبب أنه مصنّع بشكل متعرج ـ فيتحرك الماء يميناً وشمالاً في اتجاه تصاعدي حتى يخرج من أعلى السخان بدون أن يكون هناك أي تفريغ للمائع أو تغيير في الأقطار كما هو موضح في الشكل (٣) .

● آلية الدفع

وهي الوسيلة التي يتم بوساطتها نقل المائع الساخن من السخان إلى الخزان ونقل المائع البارد من الخزان إلى السخان وتحريك المائع داخل السخان . وتنقسم آلية الدفع إلى قسمين هما : النظام الطبيعي والنظام القسري .

* **النظام الطبيعي :** يمتاز نظام السريان الطبيعي ، شكل (٧) ، ببساطته ورخص تكاليفه، فهو يعتمد على المبدأ الفيزيائي الحراري القائل بأن أي ارتفاع في درجة حرارة المائع يتبعه انخفاض في كثافته ، ولتطبيق هذا المبدأ في أنظمة التسخين يجب أن يكون أدنى مستوى في الخزان يوازي أو يعلو على أعلى مستوى في السخان ، فعند دخول المائع إلى السخان بدرجة حرارة معينة فإنه يمتص الحرارة من السطح الماص لترتفع درجة حرارته كما ذكر آنفاً ، ويتبع ذلك انخفاض في الكثافة، أي أن وزن المائع بالنسبة لوحدة الحجم سيقل وبالتالي فإن وحدة حجمية من المائع داخل السخان ستكون أخف من نفس الوحدة الحجمية عند نفس المستوى خارج السخان (داخل الأنبوب الذي يصل مدخل السخان بالخزان) ، وينتج عن هذا الفرق استمرار صعود المائع داخل السخان باكتسابه للحرارة ودخول المائع البارد القادم من الخزان . وبالطبع سيكون هناك وسيلة لمنع انعكاس اتجاه الدورة في الليل أو عند انعدام الإشعاع الشمسي لأن انعكاس الاتجاه يعني زيادة في معدل الفقد الحراري من نظام التسخين ، شكل (٧) .

* **نظام السريان القسري :** نظراً لصعوبة تركيب الخزانات فوق مستوى السخانات لكونها خزانات مركزية (أي أن كل وحدة سكنية أو صناعية بها خزان واحد لتجميع الموائع ذات درجة الحرارة العالية لتقليل الفواقد الحرارية) وذلك لاعتبارات الوزن (وللاعتبارات الجمالية أيضاً) فإن المبدأ الذي يقوم عليه السريان الطبيعي سيختل وبالتالي يستعان بمضخة تقوم بتدوير المائع بين الخزان والسخان خلال فترات توفر الإشعاع الشمسي . وحتى لاتستمر الدورة في الليل عند انخفاض أو انعدام الإشعاع الشمسي يضاف مجس يقوم باستشعار حرارة الخزان و آخر باستشعار حرارة المائع الخارج من السخان ووحدة تحكم تفاضلية مهمتها إيقاف المضخة عندما تكون حرارة السخان أعلى من درجة حرارة الخزان بمقدار يتجاوز الفقد في أنابيب التوصيل بين الخزان والسخان .



شكل(٧) نظام تسخين يعمل بالسريان الطبيعي