

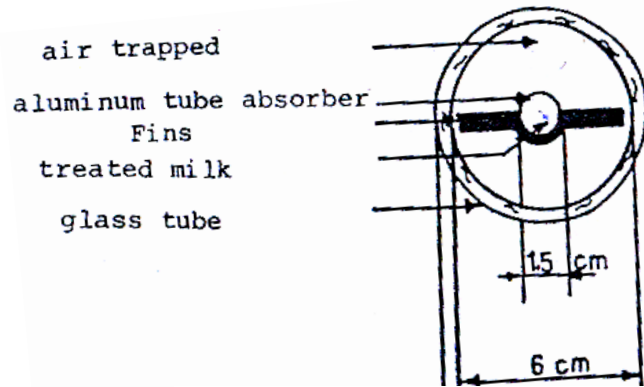
الفصل الخامس

بسترة وتعقيم الأغذية بالطاقة الشمسية

بسترة الحليب بالطاقة الشمسية

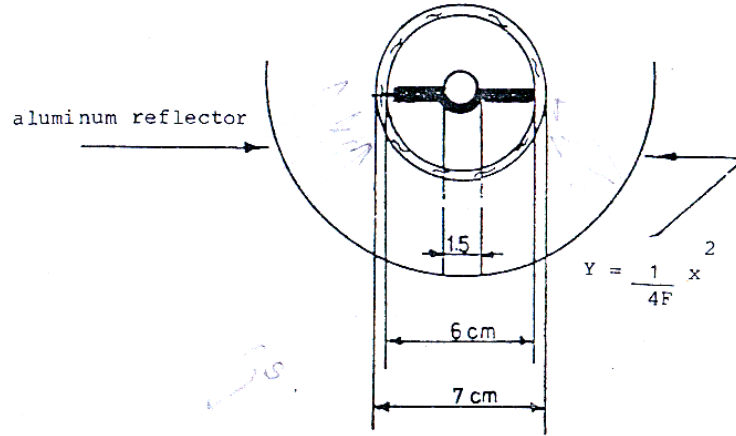
يتكون جهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية من وحدة تسخين ووحدة مسك ووحدة تبريد ، والمجمع الشمسي من النوع الانبوبي المركز قطر الانبوب الخارجي 1.5 سم مصنوع من الألمنيوم ومطلي بلون اسود ومزود بزعانف عددها اثنان ملحومة عليه طول الواحدة 3سم لغرض زيادة انتقال الحرارة الى الحليب الذي يجري بداخل الانبوب شكل (5-1). ان كل من الانبوب والزعانف كانت محاطة بانبوب زجاجي قطره 7سم لغرض تقليل فقدان الحراري.

الهواء المحجوز بين الزجاج والزعانف يعمل كعازل . ولغرض زيادة تركيز الاشعاع الشمسي على الانبوب والزعانف وضع عازل على شكل نصف دائرة مصنوعة من الألمنيوم حول الانبوب بحيث وضع الانبوب في موقع البؤرة شكل (5-2) . هنالك خزان للحليب موقعه اعلى من المجمع الشمسي الانبوبي والاخير مائل بزاوية 30 درجة . منظومة التبريد معزولة حراريا وتحتوي على الثلج.

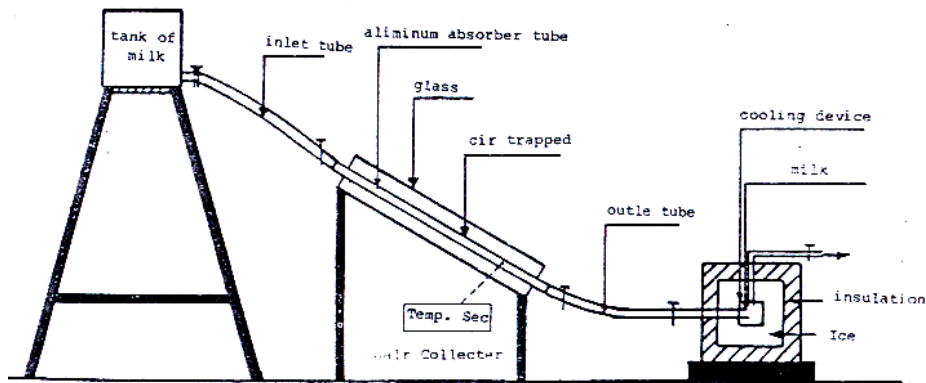


شكل (5-1) : مقطع للمجمع الشمسي الانبوبي المفرغ

لبسترة الحليب. (Razzak et al., 1985)



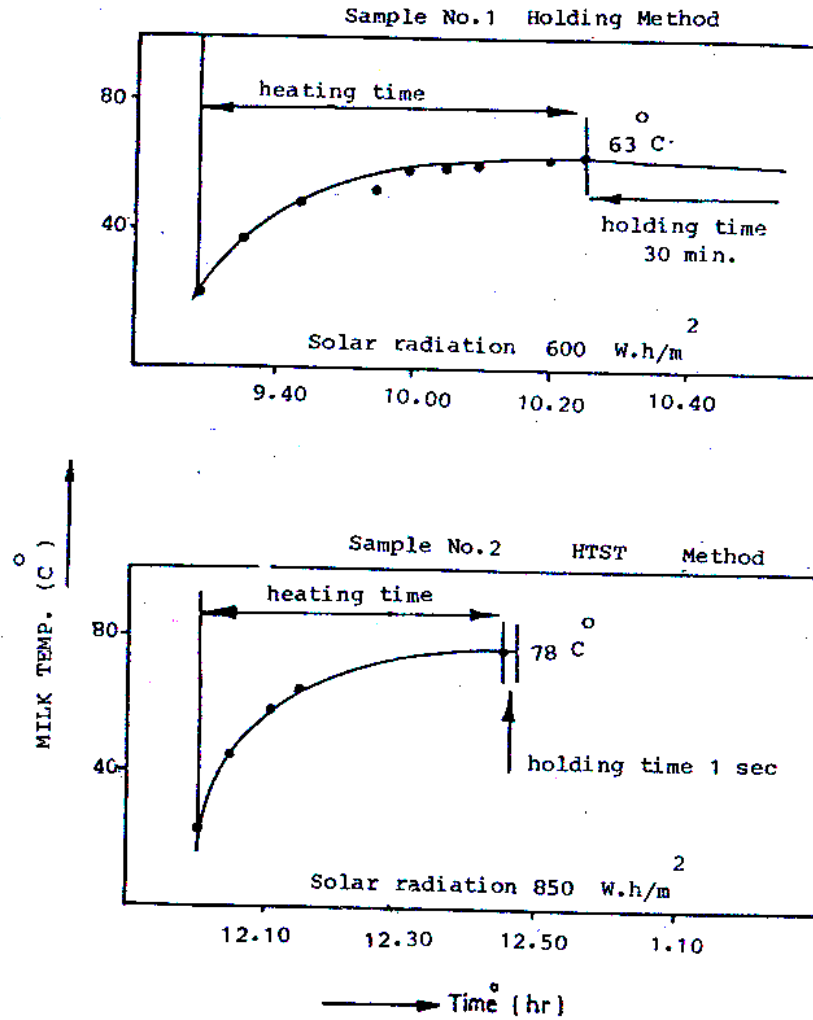
شكل (5-2) : مقطع للمجمع الشمسي الانبوبي المفرغ
لبسترة الحليب ذو مركز شمسي.



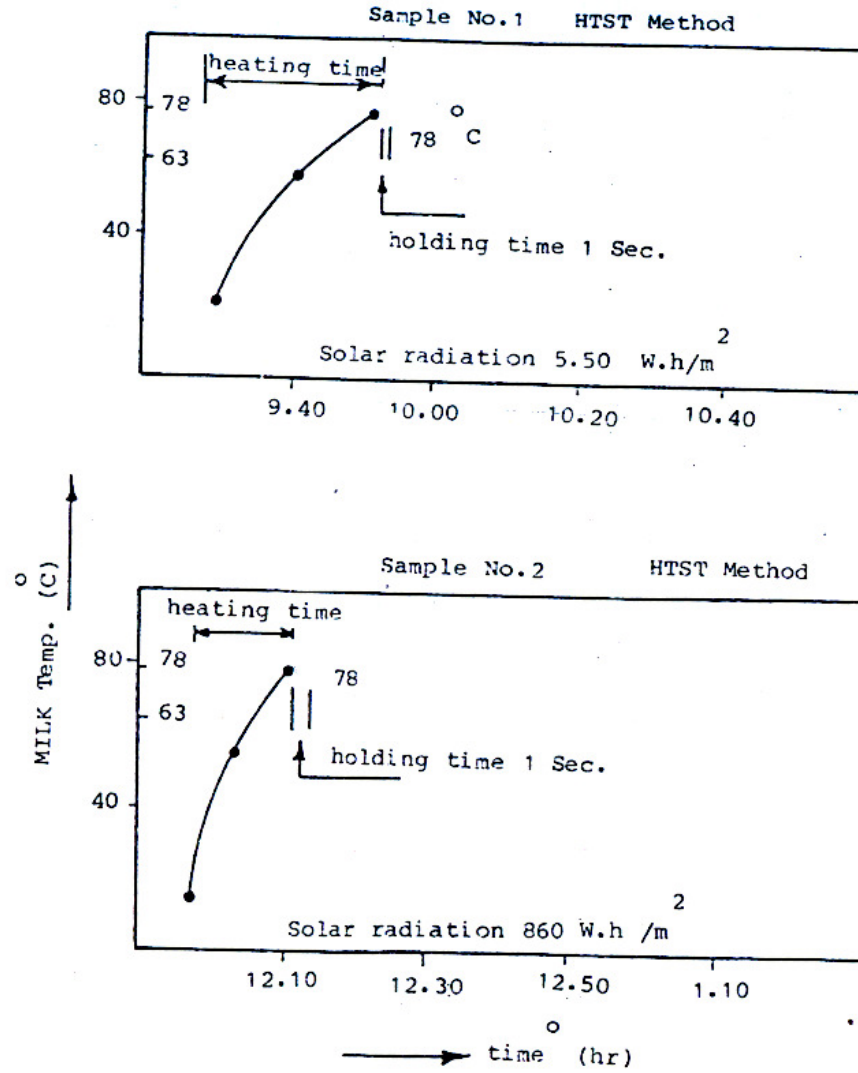
شكل (5-3) : جهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية.
(Razzak et al.,1985)

ووجد ان طاقة الاشعاع الشمسي عند الصباح كان مقدارها 500 - 600 واط.سا/م² وكانت عند الظهيرة 800 - 850 واط.سا/م² . تطلب الزمن اللازم لبسترة الحليب على درجة حرارة 63 م° من 50 - 55 دقيقة عند الصباح ، بينما عند الظهيرة وصل ت الى 78 م° خلال 40 - 45 دقيقة . وعندما استعمل المركز الشمسي للجهاز وجد ان درجة حرارة الحليب وصلت الى 78 م° خلال 20 - 25 دقيقة عند الصباح

اما عند الظهير فقد تطلبت زمن مقداره 10 - 11 دقيقة للوصول الى نفس الدرجة الحرارية. ويوضح جدول (5-1) الصفات البكتريولوجية والكيميائية للحليب المبستر بالطاقة الشمسية ويبين ان جهاز البستره كفوء بسبب ان انزيم الفوسفاتيز قد اعطى اشارة سالبة.



شكل (5-4) : منحنى بستره الحليب بالطاقة الشمسية
بدون مركز شمسي. (Razzak et al., 1985).



شكل (5-5) : منحنى بسترة الحليب بالطاقة الشمسية باستخدام مركز شمسي.

جدول (1-5): الصفات البكتريولوجية والكيميائية للحليب المبستر بالطاقة الشمسية. (Razzak et al., 1985)

الطريقة	العدد الكلي للبكتريا لكل مل عند 37° م بعد ساعة		العدد للكوليفورمس لكل مل عند 37° م		اختبار صبغة الميثيلين			انزيم الفوسفاتيز	
	حليب طازج	حليب مبستر	حليب طازج	حليب مبستر	التخفيف	الأنبوب الموجب بعد ساعة	الأنبوب الموجب بعد ساعتين	حليب طازج	حليب مبستر
بلون مركّزات	10 ⁶ *5.01	10 ⁴ *3.1	10 ⁴ *4.2	0	طبيعي 10 ⁻¹ 10 ⁻²	+	+	+ve	-ve
باستخدام مركّزات	10 ⁶ *3.08	10 ⁴ *4	10 ² *50.2	16	طبيعي 10 ⁻¹ 10 ⁻²	+	+	+ve	-ve

هنالك جهاز استخدم لبسترة حليب الماعز بالطاقة الشمسية وباستخدام مركز مخروطي ، يتكون من هيكل مصنوع من عدة اعمدة المنيومية مكونة مخروط عميق اكثر عمقا من المركّزات التقليدية وهو مستند على الارض ويدور يدويا لغرض تعقيب الاشعاع الشمسي وكما هو مبين في الاشكال من (5-6) الى (5-9) التي

توضح طريقة تصنيع المركز الشمسي . والشكل (10-5) يبين تصميم المرآة باستخدام طريقة *image-free concentration* اذ ان الاشعة الشمسية تنعكس من المرآة وتصل الى مركز الممتص وكل مرآة تعكس اليه مجموعة من الاشعة. القطر الكلي للمرآة العاكسة هو 169 سم وعمقها 56.6 سم .

اما الجزء الممتص المصنوع من الحديد المقاوم للصدأ المطلي باللون الاسود طوله 19 سم وقطره 11 سم ومحاط بغطاء شفاف اسطواني الشكل مصنوع من ال *pyrex* قطره 12.5 سم وطوله 20 سم وهو الجزء الخاص بانتاج البخار ويطلق عليه المبخر *boiler* شكل (10-5) طاقته الاستيعابية 2 لتر ماء.

انتاجية هذا الجهاز هي من 10 - 30 لتر باليوم من الحليب المبستر بالطريقة البطيئة .

ومن مكونات الجهاز الاخرى هي حاوية البسترة وهي عبارة عن اسطوانة مصنوعة من الحديد المغلون ومعزولة سعتها 8 لتر من الماء الذي يسخن بصورة مباشرة بالبخار وارتفاع الخزان عن سطح الارض 50 سم . يحتوي هذا الخزان على خزان اخر شكل (11-5) يوضع بداخله الحليب المطلوب بسترته عند درجة حرارة اقل بقليل من درجة حرارة الماء المسخن بفعل البخار. يتكون البخار في المبخر بعد حوالي 10 دقائق من تركيز الاشعة عليه بواسطة المرآة ويصل الحليب الى درجة حرارة 65 °م بعد مرور 75 دقيقة تقريبا كما في شكل (12-5) ، حيث المنحنى العلوي يمثل درجة حرارة الماء في حوض البسترة ، والمنحنى السفلي يمثل درجة حرارة الحليب المبستر .



شكل (5-6): جهاز بسترية حليب الماعز بالطاقة الشمسية باستخدام المبيستر الشمسي المركز. (Franco *et al.*, 2004)

a



شكل (5-7) : تصنيع الهيكل.

b



شكل (5-8) : ربط العاكسات على الهيكل. (Franco et al., 2004).

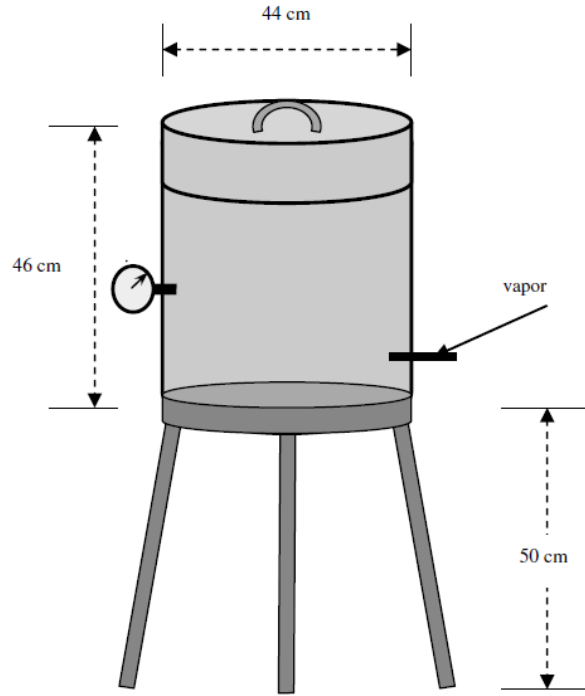
a



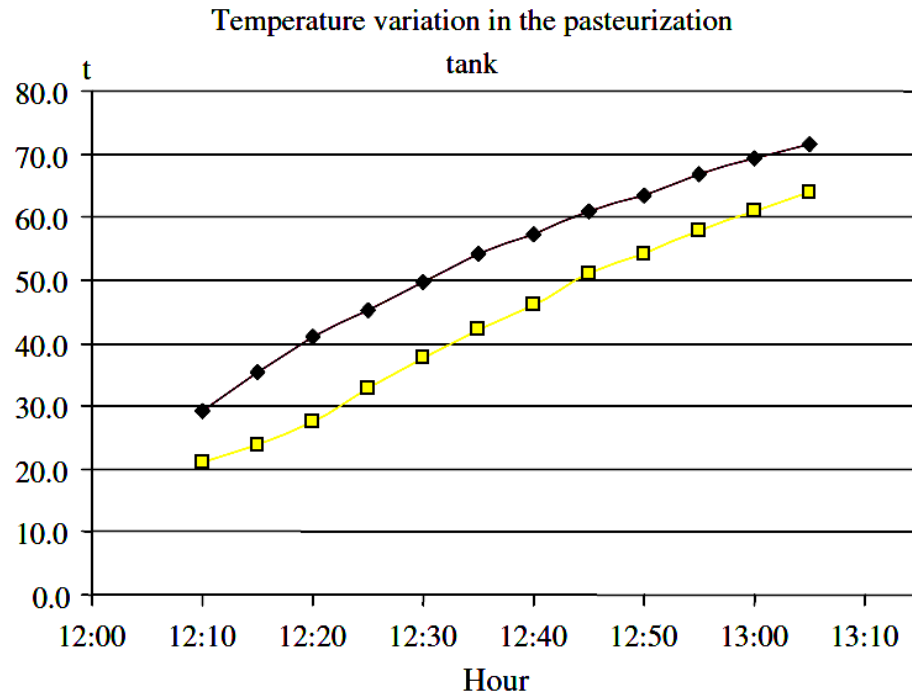
شكل (5-9) : المركز الشمسي بعد التصنيع.



شكل (5-10) : المركز الشمسي التقليدي. (Franco et al.,2004).



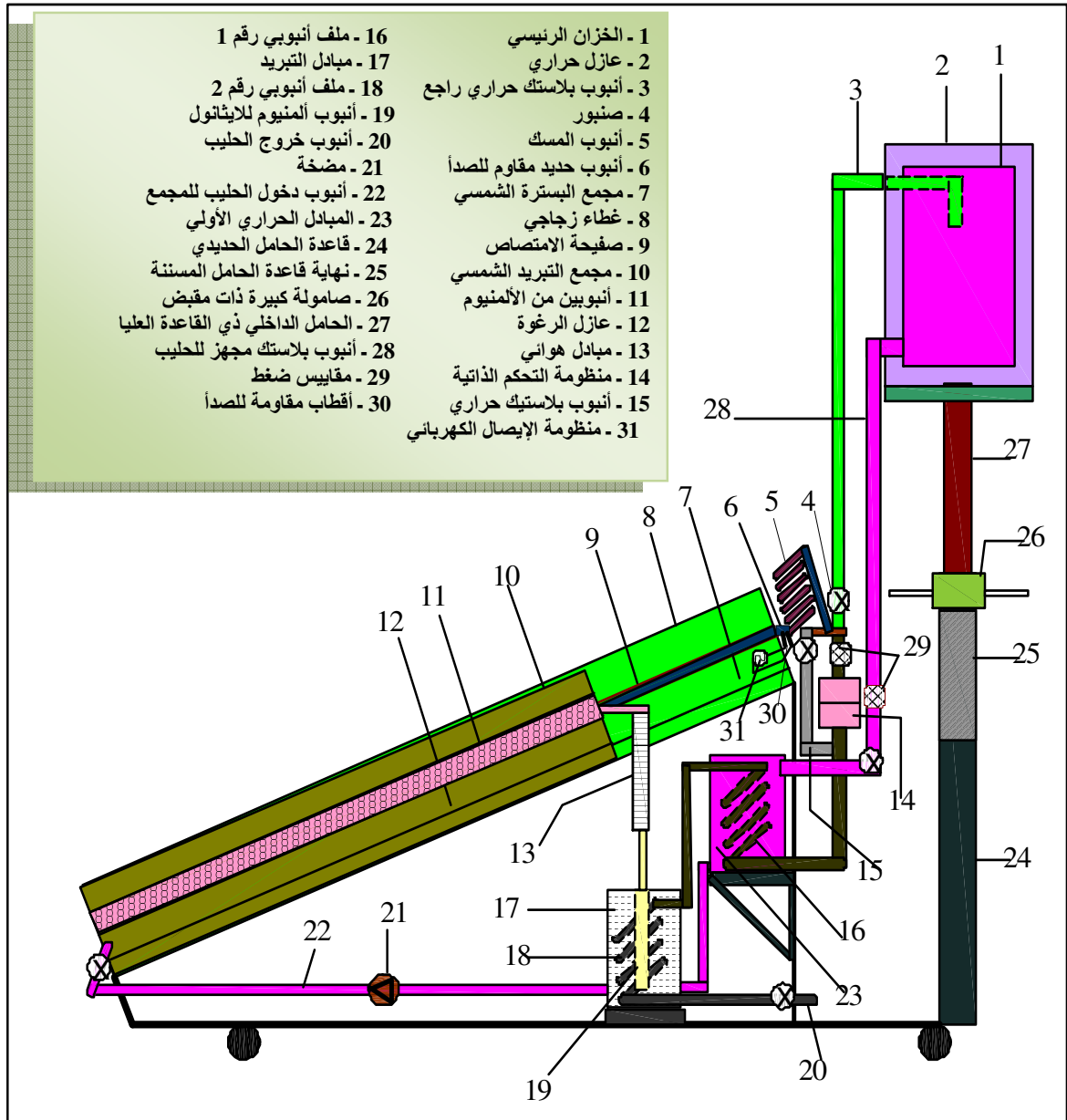
شكل (5-11) حوض بسترة الحليب. (Franco *et al.*, 2004)



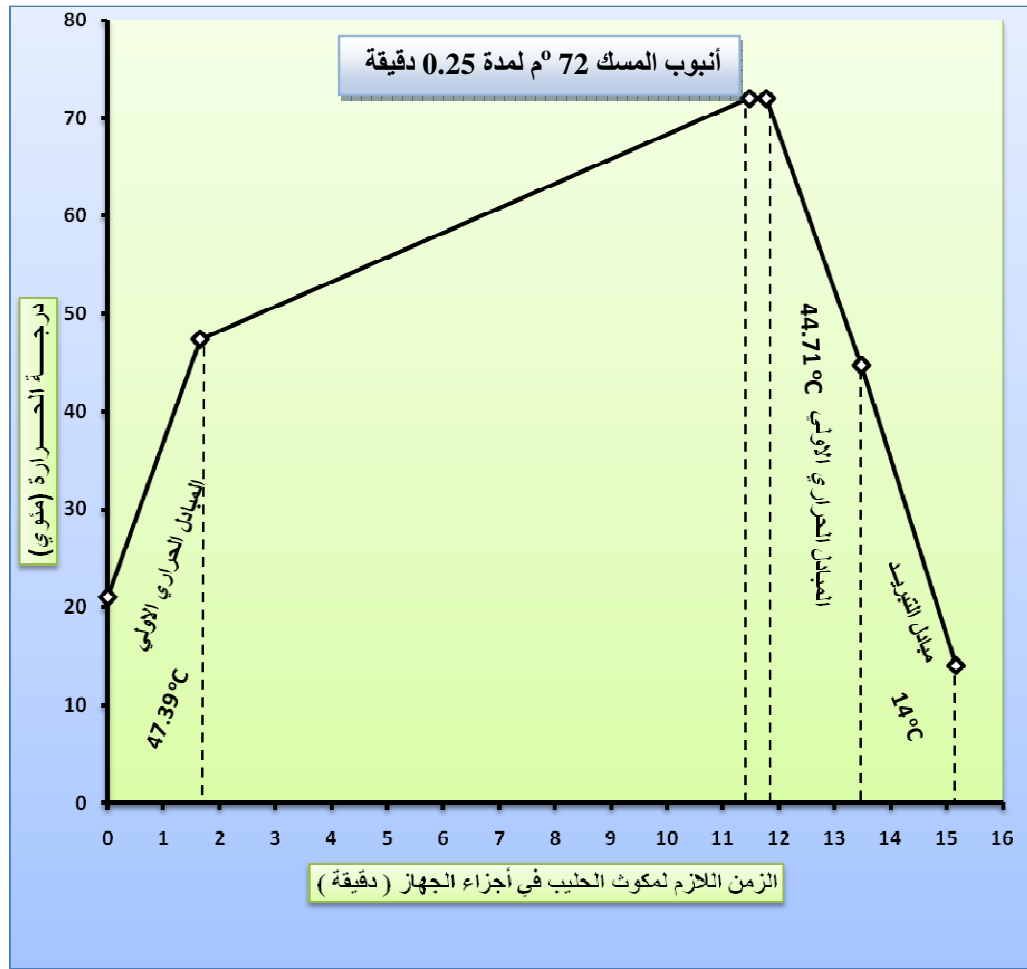
شكل (5-12): درجات الحرارة للماء والحليب خلال ساعات النهار.

هنالك جهاز اخر لبسترة الحليب بالطاقة الشمسية بالطريقة السريعة H.T.S.T. شكل (5-13) يتكون من مجمع شمسي انبوبي لتسخين الحليب وانبوب مسك يعمل على مسك الحليب في الصفيحة لمدة 15 ثانية وصمام تحكم حراري يسمح للحليب بالخروج منه اذا وصلت درجة حرارته الى 72 درجة مئوية ومبادل حراري للتسخين الاولي للحليب ومبادل حراري اخر للتبريد الشمسي مرتبط بمجمع شمسي ذي انبوبان يحتويان على حبيبات السيلكا جل ويتصلان بمبادل حراري اولي هوائي والاخير يتصل مع المبادل بوساطة انبوبة تنتهي باسطوانة موضوعة داخل المبادل تحتوي على الميثانول حيث يتبخر داخل الاسطوانة نتيجة امتصاص حرارة الحليب وتقوم السيلكا جل بامتصاصه. وعندما يتعرض مجمع التبريد الى اشعة الشمس فانه يبخر الميثانول من السليكا جل وتندفع الى المبادل الهوائي حيث يتكثف الى سائل وينتقل الى الاسطوانة في المبادل الخاص بالتبريد وتستمر العملية.

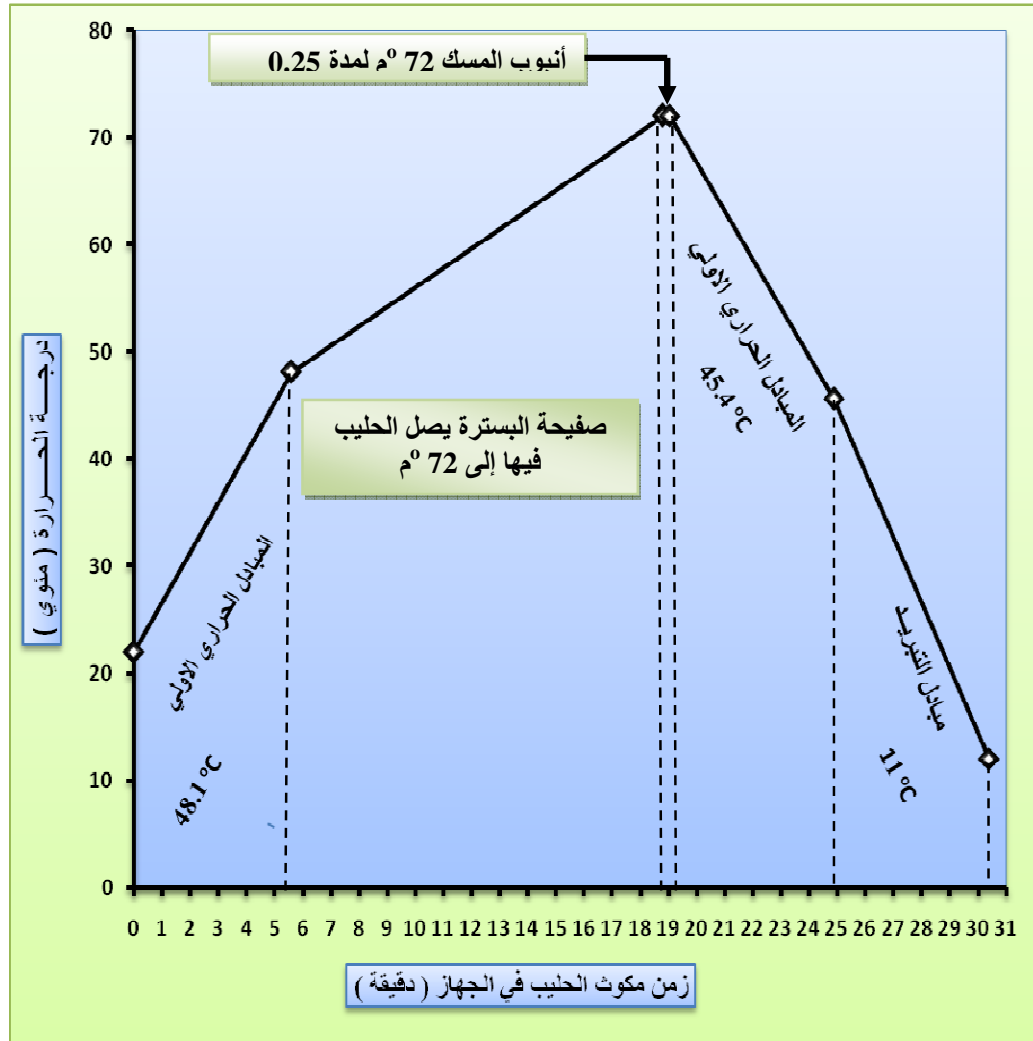
يوضح الشكلان (5-14) و (5-15) تغير درجة حرارة الحليب خلال جميع اجزاء الجهاز في فصلي الصيف والشتاء.



شكل (5 - 13) : رسم تخطيطي لجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية .
(الربيعي ، 2010)



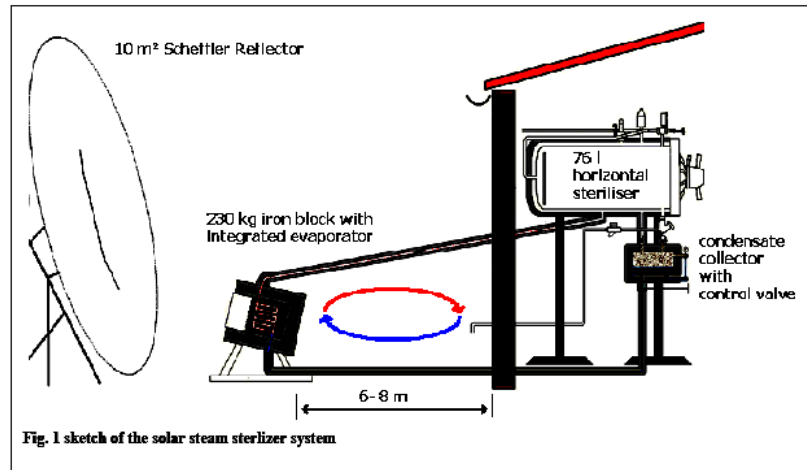
شكل (5 - 14) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الصيف (الربيعي ، 2010)



شكل (15 - 5) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الشتاء (الربيعي ، 2010)

التعقيم بالطاقة الشمسية Solar Sterilization

يوضح الشكل (5-16) مخطط لمعقم تجاري شمسي Solar Steam Sterilizer يتكون من مجمع شمسي يحتوي على كتلة من الحديد وزنها 230 كغم حيث عندما تسخن تصل حرارتها الى اكثر من 500 °م . هذه الكتلة تبقى ساخنة وبامكانها تكوين البخار في أي وقت وهي تعمل بطاقة 76 لتر للمعقمات القياسية . كما ان وجود الغيوم لا يؤثر في عمله لان الكتلة الحديدية تزيد الطاقة الحرارية وبالإمكان الاستفادة منها في أي وقت . فالوظيفة الاساسية لهذه الكتلة هي خزن وتجميع الطاقة الحرارية ونقلها الى الماء لغرض انتاج البخار منه. البخار يسير في انبوب معدني يوصل الى معقم محكم الغلق حيث توضع فيه المواد المراد تعقيمها . ويتصل هذا المعقم مع مكثف يقوم بتحويل البخار الى سائل واعادته الى المجمع الشمسي لغرض استمرار العملية.

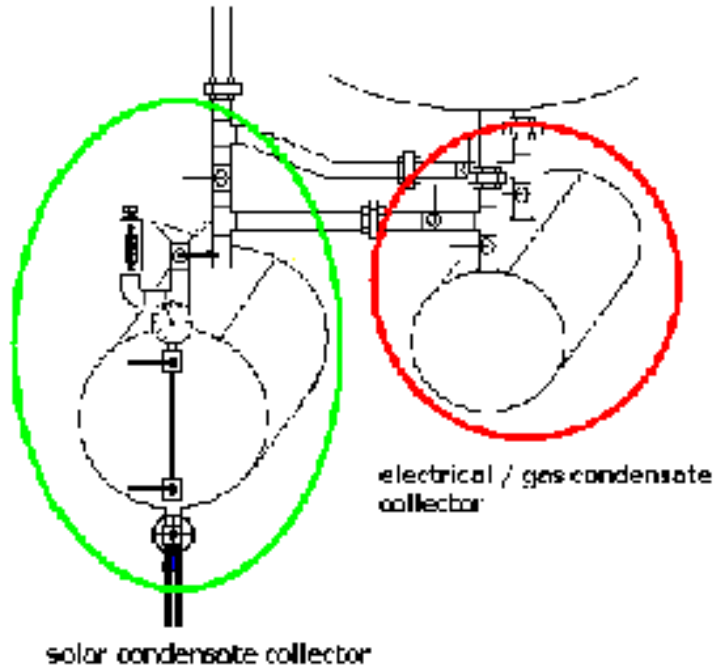


شكل (5-16) : معقم تجاري شمسي. (Tyroller, 2005)

في بعض التصاميم تزود المنظومة بسخان كهربائي او غازي يوضع بشكل مجاور للمعقم الافقي ويسمى بالمعقم الشمسي الهجين Solar Hybrid Sterilizer وكما هو موضح بالشكل (5-17).

السعة الحرارية النوعية للحديد تكون عالية وبهذا تجعل الحجم المستخدم لخزن الطاقة قليل وكذلك السطح وهنا الفقدان الحراري قليل ، ويمكن حفظه بصورة كبيرة عند

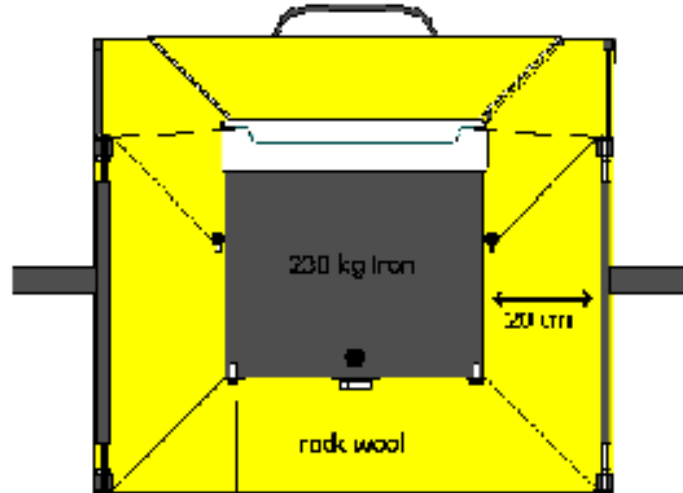
استخدام سمك 200 ملم من العازل من نوع *rock wool* ويحيط بهذه الكتلة المغلفة والمعلقة بواسطة اشربة من الحديد غير القابل للصدأ .
كذلك الزجاج المقاوم للحرارة يقلل من الطاقة المفقودة بالحمل عند النقطة البؤرية .
في الليل فان مساحة الممتص تغلق بغطاء معزول . والشكل (5-18) يوضح الكتلة الحديدية والزجاج في المجمع الشمسي. ويوضح الشكل (5-19) ابعاد الكتلة الحديدية.



شكل (5-17) : مخطط للمعقم التجاري الشمسي. (Tyroller,2005).



شكل (5-18) : الكتلة الحديدية في المعقم التجاري الشمسي.



شكل (5-19) : ابعاد الكتلة الحديدية في المعقم التجاري الشمسي. (Tyroller,2005).

بدلاً من استخدام الكلور والتعقيم باستخدام اشعة UV . يتم تسخين الماء الى درجة حرارة 65 °م لمدة 6 دقائق او درجة حرارة عالية بزمان قصير وهذا سوف يقتل الجراثيم والفايروسات والطفيليات .

استخدام الانبوب الزجاجي المفرغ الذي يعمل بالطاقة الشمسية *solar vaccum glass tube (svgt)* كما في شكل (20-5) اذ تقوم الطاقة الشمسية ببسترة الماء خلال ساعتين ، وهو جهاز يقوم بتسخين الماء بالطاقة الشمسية . تصنع الانبوبة من الزجاج القوي *pyrex* وهو كفوء بمقدار 70 % في تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية.

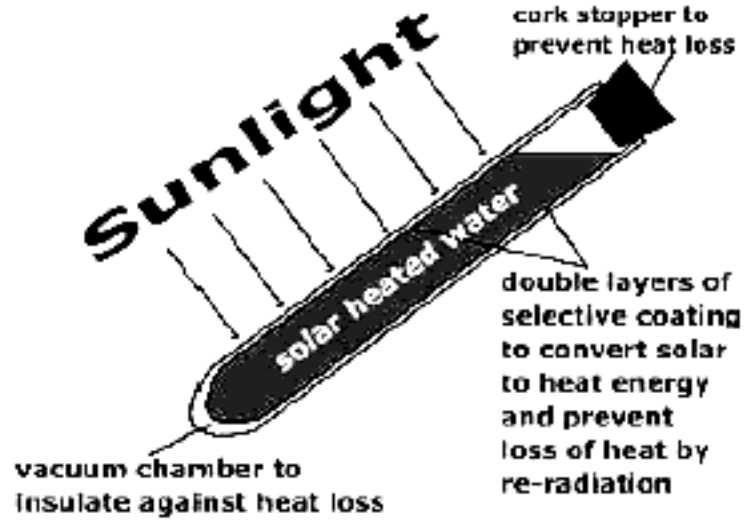
الطاقة الشمسية تخترق الانبوبة الزجاجية الخارجية وتمر خلال الفراغ الذي بينها وبين الانبوبة الزجاجية السوداء اللون والاخيرة تمتص الطاقة الشمسية وتنقلها الى الماء الموجود بداخلها وتعقمه وتقتل اغلب الاحياء المجهرية الموجودة فيه وكما هو موضح في شكل (21-5) . ان الفراغ يعمل كعازل جيد حيث يمنع تسرب الحرارة من الماء الى المحيط الخارجي وتوضع حلقة من الباريوم فيه تعمل على امتصاص النايتروجين والاكسجين وذلك لحفظ الطلاء لفترة طويلة.

وتوجد من هذا النوع حجوم كبيرة كما في شكل (22-5) حيث قطره الداخلي 43 ملم والخارجي 58 ملم وطوله 1.2 ملم ووزنه 1 كغم ويستوعب 1.6 لتر من الماء . ويوضع هذا المعقم بصورة مائلة اعتمادا على خطوط العرض للمنطقة . هذا النوع يتطلب من 1 - 2 ساعة لغرض رفع درجة حرارة الماء الى درجة الغليان ويمكن ان تصنع لها قواعد من الخشب او أي معدن اخر كما في الشكل (22-5).

هنالك معقم يعمل بالطاقة الشمسية هجين شكل (23-5) يتكون من قدر ضغط مزود بصمام امان ومقياس للضغط يوضع داخل عاكسات تعمل على عكس الاشعة الشمسية باتجاه القدر المطلي باللون الاسود ، فيسخن الماء الذي بداخله ويتبخر وتصل الحرارة فيه الى 121 °م وضغط مقداره 131 كيلو باسكال لمدة 35 دقيقة ويستخدم لتر واحد. وبذلك يقوم بتعقيم أي مادة توضع بداخله . وفي الحالات التي تكون اشعة الشمس فيها ضعيفة او معدومة فانه يستخدم غاز البروبان لتسخين القدر

اسعد رحمان الحلفي..... بسترة وتعقيم الأنخذية بالطاقة الشمسية.

وتوليد البخار . وفي هذه الحالة يزال الغطاء الزجاجي من الجهاز . يستخدم هذا الجهاز لتعقيم المعدات الطبية والغذائية وغيرها.



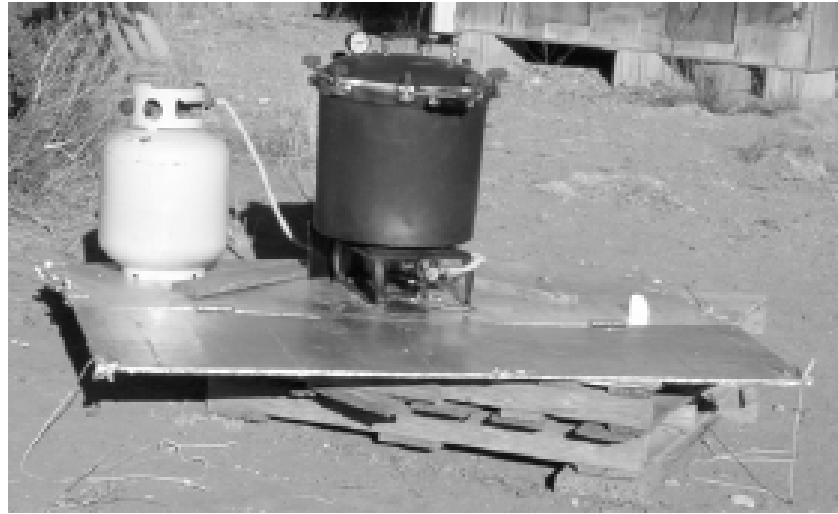
شكل (20-5) مكونات جهاز بسترة الماء بالانبوب الزجاجي المفرغ (Yak,2006)



شكل (5-21) بسترية الماء بالانبوب الزجاجي المفرغ بحجوم مختلفة. (Yak,2006).



شكل (5-22) مجموعة من اجهزة بسترية الماء بالانبوب الزجاجي المفرغ. (Yak,2006).



شكل (5-32) معقم شمسي هجين. (Kerr & Scott,2006)