

تصميم وبناء جهاز لبسترة الحليب بالطاقة الشمسية ودراسة كفاءته

أسعد رحمان سعيد الحلفي * إبراهيم أحمد محمود حسن هادي مهدي الربيعي
كلية الزراعة / جامعة البصرة

الخلاصة

تم تصميم وتصنيع جهاز لبسترة الحليب بالطاقة الشمسية ودراسة كفاءته يقوم هذا الجهاز ببسترة الحليب وتبريده . يتكون من مجمعين شمسيين الاول لوحدة البسترة والثاني لوحدة التبريد. اظهرت النتائج ان كل من طاقة الاشعاع الشمسي والطاقة المنتزعة وكفاءة المجمع الشمسي ونسبة الطاقة المسترجعة والانتاجية قد ازدادت مع زيادة ساعات النهار وتراوحت اقصى قيم لها بين الساعة الثانية عشر والواحدة ظهرا ثم انخفضت بعد ذلك. وبينت النتائج ان معدل طاقة الاشعاع الشمسي في فصلي الصيف والشتاء كانت ٧٤١ ، ٦٧٣ واط/م^٢ على التوالي ومعدل كفاءة المجمع الشمسي ٤٠,٧ % ، ٤٦,٨ % على التوالي ، ومعدل الطاقة المسترجعة ٦٦,٨١ ، ٥٨,٥٣ % على التوالي ، ومعدل الانتاجية ٢٠,٢٠ ، ١٣,٧٦ لتر/سا على التوالي. واطهرت نتائج الفحوص الكيميائية والميكروبية كفاءة عملية البسترة بجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية. الكلمات المفتاحية : بسترة الحليب ، الطاقة الشمسية ، البسترة الشمسية

Designing and Construction Solar Milk Pasteurization and studying Its Efficiency

Asaad R.Saeed AL-Hilphy, Ibrahim A. Mahmud , Hassan H. M.AL Rubai'y
Food Science -- collage of Agriculture – University of Basra -- Basra -- Iraq
Abstract

A device for pasteurizing and cooling milk by solar energy was designed, manufactured, and its efficiency was studied and tested. Consists of solar collectors for the first pasteurization unit and the second cooling unit. The results showed that all the energy of solar radiation and pickup energy and the efficiency of solar collector and the percentage of recovered energy and productivity was increased with the increasing daylight hours and the maximum values have ranged between twelve o'clock and one in the afternoon and then declined thereafter. The results showed that the average energy of solar radiation in summer and winter were 741 673 W/m², respectively, and the rate of efficiency of the solar collector was 40.7%, 46.8%, respectively, and the rate of energy recovered 66.81, 58.53%, respectively, and the rate of productivity 20.20, 13.76 liters/h respectively. The test results the chemical and microbiological showed the process pasteurization efficiency by solar milk pasteurization device.

Key words: milk asteurization, solar energy, solar pasteurization .

الحليب مادة غذائية متكاملة تقريباً وأن طبيعة تكوينه من النسبة العالية من الماء ووجود سكر اللاكتوز القابل للتخمر كذلك البروتينات والدهون والأملاح والفيتامينات إضافة إلى الحموضة الواطئة التي تكون بحدود ٠,١٤ % و pH ٦,٦ جعلت منه وسطاً ملائماً لنمو ونشاط العديد من الأحياء المجهرية التي تتكاثر بسرعة اعتماداً على نوعية الحليب ودرجة الحرارة مسببة تغيرات في صفاته الكيميائية والفيزيائية (الشببي وأخرون ، ١٩٨٠) ، مما اقتضى معاملته بطريقة معينة تحفظه بحالته السليمة وقد اعتمدت المعاملات الحرارية لهذا الغرض إذ وجد أن السيطرة على مثل هذه المعاملات يؤدي إلى الحفاظ النسبي على خواص الحليب الفيزيوكيميائية كذلك فإن الحليب الذي لا يتحمل المعاملات الحرارية المتبعة في معامل الألبان يكون ذا نوعية رديئة . أن من أهم المعاملات الحرارية المتبعة في معامل الألبان هي البسترة والتعقيم . قامت مصلحة الغذاء والصحة الأميركية United States Food and Drug Administration بإدخال مقاييس معينة في بسترة الحليب ومنتجاته وهذه المقاييس تمثلت بمقدار درجات الحرارة التي يعامل بها الحليب أو منتجاته والمدة الزمنية اللازمة لذلك وهي ٦٢,٨ °م لمدة ٣٠ دقيقة ، و ٧١,٦ °م لمدة ١٥ ثانية ، و ٨٨,٤ °م لمدة ٠,١ ثانية ، و ٩٥,٦ °م لمدة ٠,٥ ثانية و ١٠٠ °م لمدة ٠,٠١ ثانية (Fellows, 2000) و (Maroulis & Saravacos, 2003) .

تعد بسترة الحليب بالطاقة الشمسية رخيصة و كفوءة وذلك باستخدام الطاقة الشمسية في المناطق الغزيرة بالإشعاع الشمسي . (Black , 1999) . أن تقنية بسترة الحليب بالطاقة الشمسية تعتمد بالأساس على توفر الطاقة الشمسية التي يتم تحويلها إلى طاقة حرارية عن طريق مجمع شمسي solar collector ينقلها إلى الحليب لغرض تسخينه إلى الدرجة الحرارية المطلوبة ، وقد صنعت عدة أجهزة وبحجوم وأنواع مختلفة غالبيتها تعمل بطريقة البسترة البطيئة عن طريق استخدام البخار المنتج شمسياً بواسطة المركبات الشمسية (Franco (2007) أو باستخدام الأنابيب الزجاجية المفرغة وهذه الطريقة مكلفة ومعرضة للكسر وذات إنتاجية منخفضة جدا (Razzak et al., 1985) ، و صمم (Safapour & Metcalf (1998) جهاز لبسترة الحليب يعمل بالطاقة الشمسية وبشكل دفعات ويتكون من إطباق سوداء اللون من الخارج تحتوي على الحليب المراد بسترته ووضعت هذه الأطباق داخل صندوق على شكل مستطيل ذي غطاء زجاجي . وغالبا ما تستخدم أجهزة البسترة الشمسية في المناطق الريفية والتي تكون بعيدة عن المعامل لضمان عدم تلف الحليب قبل وصوله إلى المعامل (Zahira et al. , 2009) .

يتميز الإشعاع الشمسي الصادر من الشمس بأنه متغير الطاقة خلال ساعات النهار ويصل إلى أعلى قيمة له عند منتصف النهار وان أداء إي منظومة تعمل بالطاقة الشمسية يعتمد على طاقة الإشعاع الشمسي (Lunde.1980) . وجد ماضي (١٩٨٥) في مدينة البصرة أن طاقة الأشعة الشمسية المقاسة والمحسوبة الساقطة على سطح مائل بزاوية 20° لأحد أيام شهر أيلول في عام ١٩٨٤ ازدادت مع تقادم ساعات النهار وصولاً إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت إلى نهاية اليوم . عند الساعات ٩ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٤ ، ١٦ ، ١٦ ، كانت قيم طاقة الأشعة الشمسية المقاسة ٨١٠ ، ٩٦٥ ، ١٠٧٠ ، ٩٤٥ ، ٥٠٠ ، واط\م^٢ والمحسوبة ٧٧٠ ، ٩١٠ ، ٩٩٠ ، ٨٥٠ ، ٤٥٠ ، واط\م^٢ على التوالي .

بين مرزوق (١٩٨٥) أن قيمة طاقة الإشعاع الشمسي المحسوبة تزيد عن المقاسة في الصباح وتقل في المساء وقد عزا السبب في ذلك إلى انه يعود لكون علاقات حساب طاقة الإشعاع الشمسي مشتقة لمدن الولايات المتحدة الأمريكية لا يمكن تطبيقها بصورة مضبوطة لظروف مدينة البصرة . أن تغير طاقة الإشعاع الشمسي له تأثير مباشر على أداء منظومة الطاقة الشمسية لبسترة الحليب وارتفاع درجات الحرارة يزداد مع زيادة طاقة الإشعاع الشمسي (Pandey & Gupta , 2004) .

وجد الحلفي (٢٠٠٦) و مجيد و الحلفي (٢٠٠٧) و الحلفي (٢٠٠٧) و الحلفي وآخرون (٢٠٠٨) في البصرة إن طاقة الإشعاع الشمسي قد ازدادت مع تقادم ساعات النهار ومن ثم انخفضت بعد ذلك حتى وصلت إلى أقل قيمة لها عند الساعة الرابعة عصراً لجميع الأيام المختلفة من أشهر السنة وفسروا هذا التغير على انه يعود لدوران الأرض حول محورها و نتيجة لذلك تتغير الزاوية الشمسية solar angle مع ساعات النهار التي تشمل الزاوية السمتية zenith angle وزاوية الارتفاع altitude angle و زاوية السمت الرأسية

azimuth angle وتصل قيمة الأخيرة إلى الصفر عند منتصف النهار وإلى قيمتها العظمى عند الشروق والغروب وكذلك تغير زاوية الساعة hour angle مع ساعات النهار .

تقع مدينة البصرة ضمن خط الطول ٤٧,٧٨ درجة وخط عرض ٣٦ درجة وأن مقدار طاقة الإشعاع الشمسي الساقطة في محافظة البصرة والمقاسة هي ٧٣٤,٦٨ واط \ م^٢ . (الحلفي ، ٢٠٠٧) .

تهدف الدراسة إلى تصميم وتصنيع جهاز يقوم ببسترة الحليب بالطاقة الشمسية وسهل التصنيع وبأقل كلفة ودراسة الصفات الكيميائية و البكتريولوجية للحليب قبل عملية البسترة الشمسية وبعدها ودراسة الأداء الحراري للجهاز وحساب الوقت اللازم لمكوث الحليب في الجهاز ودراسة الجدوى الاقتصادية لجهاز البسترة الشمسي .

٢ - الجزء النظري :

٢ . ١ حساب طاقة الإشعاع الشمسي : إن الطريقة النظرية لحساب طاقة الإشعاع الشمسي تعتمد على الطريقة المقترحة من Lunde (1980) وهي كالآتي :

أن المعادلة العامة لحساب طاقة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح مائل هي:

$$I_T = I_{DN} \left[\cos \theta_1 + C \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho (C + \sin \alpha) \frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \dots \dots \dots (١ - ٢)$$

I_{DN} : الإشعاع العمودي المباشر على سطح الأرض (واط \ م^٢) ، θ_1 : زاوية السقوط ، C : نسبة الإشعاع المنتشر إلى الإشعاع العمودي المباشر الساقط على سطح أفقي ، β : زاوية ميل المجمع الشمسي (درجة) . ρ : انعكاسية السطح surface reflectivity ، α : زاوية ارتفاع الشمس .

٢ . ٢ حساب مساحة سطح المجمع الشمسي :

يتم حساب مساحة المجمع الشمسي لجهاز بسترة الحليب عند درجة حرارة ٧٢ °م . من معادلة موازنة الطاقة الآتية إذ يمكن استخراج مساحة المجمع الشمسي A_c (Duffie & Beckman, 1980).

$$wC_m(T_f - T_{fi}) = A_c F_R [q_{ab.} - U_L(T_{fi} - T_a)] \dots \dots \dots (٢ - ٢)$$

$$A_c = \frac{wC_m(T_f - T_{fi})}{F_R [I_T(\alpha)_e - U_L(T_{fi} - T_a)]} \dots \dots \dots (3 - 2)$$

يحسب معامل الانتزاع الحراري F_R وفقاً للمعادلة الآتية . (Vaxman & Sokolov, 1985)

$$F_R = \frac{wC_m}{U_L} \left[1 - \exp \left(\frac{-\bar{f} U_L}{wC_m} \right) \right] \dots \dots \dots (٤ - 2)$$

F_R : معامل الانتزاع الحراري ، \bar{f} : درجة حرارة الحليب في أي نقطة في المجمع الشمسي (°م) ، U_L : معامل الفقدان الحراري ، W : الجريان الكتلي للحليب (كغم \ ثا) ، C_m : الحرارة النوعية للحليب (كج \ كغم . °م) ، T_f : درجة حرارة الحليب عند فتحة خروجه من المجمع الشمسي . (°م) ، T_{fi} : درجة حرارة الحليب عند بداية دخوله من المجمع الشمسي (°م) ، A_c : مساحة المجمع الشمسي (م^٢) ، T_a : درجة حرارة الجو (°م) ، I_T : الإشعاع الكلي الساقط على سطح مائل (واط \ م^٢) ، $(\alpha)_e$: عامل الامتصاصية - الانفاذية المؤثر وتؤخذ قيمة ٠,٨٥ للمجمعات .

أن قيمة U_L تصل إلى ٨ (واط \ م^٢ . كلفن) . وقيمة الانتزاع الحراري F_R تصل إلى ٠,٨ ودرجة حرارة الحليب المطلوبة هي ٧٢ م وبمعدل جريان مقداره ٠,٠٠٦ كغم \ ثا الذي يعادل ٢٠ لتر \ ساعة .

٢ . ٣ حساب كفاءة المجمع الشمسي :

يمكن حساب كفاءة المجمع الشمسي من خلال قسمة الطاقة المنتزعة على طاقة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح المجمع الشمسي على وفق المعادلة الآتية : (Duffie & Beckman, 1980) .

$$\eta_c = \left[(\tau \propto)_e F_0 - \frac{F_0 U_L (T_0 - T_a)}{I_T} \right] \dots\dots\dots (5 - 2)$$

T_0 : درجة حرارة الحليب المطلوب الوصول إليها ، F_0 : معامل الانتزاع الحراري .
يحسب معامل الانتزاع الحراري F_0 من المعادلة الآتية :

$$\dots\dots\dots (6 - 2) F_0 = \frac{1}{\frac{1}{\eta_f} + \frac{U_L A_C}{U_f A_f} + \frac{U_L A_C}{2w c_m}}$$

A_c : مساحة المجمع الشمسي (م^٢) ، (واط \ م^٢ . كلفن) . U_f : معدل انتقال الحرارة بالحمل
 c_m : الحرارة النوعية للحليب (كج \ كغم . م^٠) .

η_f : كفاءة الزعانف وتمثل كفاءة صفيحة الامتصاص بين الأنابيب (%) وتحسب كالآتي :

$$\eta_f = \frac{\tan hB}{B} \dots\dots\dots (7 - 2)$$

$$B = \frac{L_f}{2} \sqrt{\frac{U_L}{K_f L_p}} \dots\dots\dots (8 - 2)$$

L_f : طول الزعانف ويمثل المسافة بين الأنابيب (م) . K_f
: معامل التوصيل الحراري للزعانف (واط \ م . كلفن) .
 L_p : سمك الزعانف (م) .

ولحساب قيمة U_f لابد من حساب عدد رينولد Renolds number وهو كالآتي :

$$N_{Re} = \frac{4w}{\mu_m \times P} \dots\dots\dots (9 - 2)$$

μ_m : لزوجة الحليب (غم \ م . ثا) . P: المحيط المبلل (م) .

يحسب معامل انتقال الحرارة بالحمل من المعادلات الآتية :

$$U_f = \frac{j c_m}{A_x (N_{pr})^{2/3}} \dots\dots\dots (10 - 2)$$

j: معامل Colburn ويستخرج بالاعتماد على قيمة N_{Re} و L/D ويحسب الأخير ويستخرج من منحنيات (Lunde, 1980) كما يلي :

$$\frac{L}{D} = 0.05 N_{Re} N_{pr} \dots\dots\dots (11 - 2)$$

L: طول الأنبوب (م) . D: قطر الأنبوب (م) . A_x : مساحة مقطع الأنبوب (م^٢) ، N_{pr} : رقم Prandtle ويحسب من المعادلة الآتية :

$$\dots\dots\dots (12 - 2) N_{pr} = \frac{c_m \mu_m}{K_m}$$

K_m : معامل التوصيل الحراري للحليب (واط \ م . كلفن) .

٢ . ٤ حساب مساحة و طول المبادل الحراري الأولي :

من الممكن حساب مساحة و طول المبادل الحراري من المعادلتين الآتيتين : (Holman, 1976) .

$$\dots\dots\dots (13 - 2) A = \frac{q}{U \Delta T_L}$$

$$L = \frac{A}{\pi D} \dots\dots\dots (14 - 2)$$

L: طول الأنبوب (م) . D: قطر الأنبوب (م) . A: مساحة التبادل الحراري (م^٢) .

U: معامل انتقال الحرارة الكلي على أساس المساحة الداخلية للأنبوب الداخلي (واط \ م^٢ . م^٠) .

يحسب معامل انتقال الحرارة في المبادل الحراري من المعادلة الآتية: (Aravind et. al., 2003)

$$U = \frac{q_u}{\Delta T_f} \dots\dots\dots(15 - 2)$$

ΔT_f : تحسب هذه القيمة من المعادلة الآتية :

$$\dots\dots\dots(16 - 2) \Delta T_f = T_{fm} - T_{fc1}$$

$$T_{fm} = \frac{T_{fh1} + T_{fh2}}{2} \dots\dots\dots(17 - 2)$$

T_{fh1} : درجة حرارة الحليب المبستر الخارج من المجمع الشمسي والداخل إلى المبادل الحراري الأولي (م°).

T_{fh2} : درجة حرارة الحليب المبستر المبرد بواسطة المبادل الحراري والخارج منه (م°).

T_{fc1} : درجة حرارة الحليب القادم من الخزان الداخل إلى المبادل الحراري (م°).

T_{fc2} : درجة حرارة الحليب الخارج من المبادل الحراري والذاهب إلى المجمع الشمسي (م°).

ΔT_L : المعدل اللوغاريتمي للفرق بدرجات الحرارة بين الحليب الساخن والبارد .

$$\dots\dots\dots(18 - 2) \Delta T_L = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)}$$

ΔT_1 : تمثل الفرق بدرجات الحرارة بين الحليب الساخن والحليب الخارج من المبادل الحراري .

ΔT_2 : تمثل الفرق بدرجات الحرارة بين الحليب البارد للداخل للمبادل والحليب الخارج من المبادل بعد

فقدته للحرارة

q : الطاقة المنتزعة (واط \ م^٢).

تحسب الطاقة المنتزعة (q_u) pickup energy من المعادلة الآتية (Duffie & Beckman, 1980

Beckman, 1980

$$q_u = F_o [(\tau \alpha)_e I_T - U_L (T_o - T_a)] \dots\dots\dots(19 - 2)$$

٥. ٢ حساب طول أنبوب المسك :

يحسب طول أنبوب المسك من المعادلة الآتية : (Teknateat , 1995) .

$$L_H = \frac{4V}{\pi D^2} \dots\dots\dots(85 - 3)$$

$$V = \frac{QHT}{3600 \eta} \dots\dots\dots(86 - 3)$$

Q : معدل جريان الحليب (م^٣ \ ساعة) . HT : زمن المسك (ثانية) . L_H : طول أنبوب المسك (م) .

D : قطر الأنبوب الداخلي (م) . V : حجم الحليب خلال Q و HT (م^٣) . η : عامل الكفاءة و تؤخذ

قيمته ٠,٨٥ .

٦. ٢ حساب مساحة المجمع الشمسي في وحدة التبريد :

يمكن حساب مساحة المجمع الشمسي المطلوب للتبريد من المعادلة الآتية : (Henning , 2004) .

$$\dots\dots\dots(87 - 3) A_{cc} = \frac{1}{I_T \eta_{cc} \times cop}$$

A_{cc} : مساحة المجمع الشمسي الخاص بوحدة التبريد (م^٢) . η_{cc} : كفاءة مساحة المجمع الشمسي

الخاص بوحدة التبريد (%) . cop : معامل الأداء .

وافترض (2004) Henning و (2006) Isaksson إن كفاءة المجمع الشمسي المستخدم للتبريد هي

٥٠% ومعامل الأداء يصل إلى ٠,٧ .

٣ - مواد وظرائق العمل :

١,٣ جهاز بستره الحليب بالطاقة الشمسية :

بين الشكلين (١ و ٢) تصميم وتصنيع جهاز لبستره الحليب وتبريده يعمل بالطاقة الشمسية في مدينة البصرة كما في . ويتكون هذا الجهاز من الأجزاء الآتية .

١,١,٣ وحدة البستره :

هي الوحدة التي تجرى فيها عملية تسخين الحليب وإيصاله إلى درجة الحرارة المطلوبة والبالغة ٧٢ ° م ولمدة ١٥ ثانية وتتكون هذه الوحدة من الأجزاء الآتية .

١,١,٣ الهيكل الحديدي :

صنع الهيكل الحديدي من حديد الزاوية أبعاده $٠,٠٠٥ \times ٠,٠٠٥$ م بطول قاعدة رأسية ١,٨١ م وبعرض ٠,٩١ م ، واسند إلى قاعدة ثانية بطول ١,٥١ م وعرض ٠,٩٠ م وبارتفاع ٠,٩٠ م مما جعل الهيكل يأخذ الشكل المثلث والقائم الزاوية وبزاوية ميل ٣٠ ° .

٢,١,٣ المجمع الشمسي :

صنع مجمع شمسي خاص بوحدة البستره الموضح في شكل (٢) يقوم بتجهيز الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين الحليب ورفع درجة حرارته إلى الدرجة الحرارية المطلوبة . تم حساب مساحة المجمع الشمسي من المعادلة (٢) والتي كانت ١٨١×٩١ سم . يتكون المجمع الشمسي من الأجزاء الآتية :

أ- **الهيكل الخشبي** : استخدم الخشب الأبيض أو ما يسمى بخشب إجم في تصنيع الهيكل الخشبي .

ب - **العازل** : استخدام العازل من نوع الرغوة Foam ويكون على شكل قطع طول الوحدة ٠,٩٠ م وعرضها ٠,٤٥ م تتلبس فيما بينها .

ج - **صفحة الامتصاص** : من النوع المضلع تحتوي على قنوات يجري فيها الحليب قطر القناة ٠,٠١ م ومصنوعة من مادة الحديد المقاوم للصدأ وقد طليت باللون الأسود .

د - **الغطاء الزجاجي** : استخدم الزجاج العادي (الشفاف الأبيض) بسبك ٠,٠٠٤ م غطاءً زجاجياً للمجمع الشمسي .

هـ - **أنبوب المسك** : عبارة عن أنبوب حلزوني الشكل صنع من الحديد المقاوم للصدأ طوله ١,٢٥ م وبقطر ٠,٠١ م

٢,١,٣ وحدة التبريد بالطاقة الشمسية :

وهي الوحدة التي تجرى فيها عملية تبريد الحليب المبستر القادم من المبادل الحراري الأولي وتصل درجة حرارته إلى ١٥ ° م . وتتكون هذه الوحدة من أجزاء الآتية .

١,٢,٣ الهيكل الحديدي

صنع هيكل حديدي مستطيل الشكل خاص بوحدة التبريد من حديد الزاوية $٠,٠٥ \times ٠,٠٥$ م بطول ١,٤٠ م عرض ٠,٣٥ م يسند إلى قاعدة مثلثة بارتفاع ٠,٤٠ م وعرض ٠,٣٤ م .

٢,١,٢,٣ المجمع الشمسي :

صنع مجمع شمسي خاص بوحدة التبريد الموضح في شكل (٢) يقوم بتبريد الحليب وخفض درجة حرارته إلى الدرجة الحرارية المطلوبة . تم حساب مساحة المجمع الشمسي لوحدة التبريد من المعادلة (١٩) . يتكون المجمع الشمسي من الأجزاء الآتية :

أ- **الهيكل الخشبي** : استخدم الخشب الأبيض أو ما يسمى بخشب إجم في تصنيع الهيكل الخشبي .

ب - **العازل** : أخذت قياسات متطابقة لقياسات الهيكل الخشبي الداخلية والتي كانت بطول ١,٣٩٥ م وبعرض ٠,٢٩٥ م وسمك العزل المستخدم ٠,٠٥ م وحسب ما اقترحه (Whillire. 1976) .

ج - **صفحة الامتصاص** : عبارة عن صفحة مستوية بطول ١,٣٩٥ م وبعرض ٠,٢٩٥ م وسمك ٠,٠١٥ م طليت بلون اسود لزيادة الامتصاص .

د - **أنابيب ألومنيوم** : عبارة عن أنبوبين من الألومنيوم بطول ١,٢٥ م وبقطر ٠,٠٧٥ م للأنبوب الواحد مرتبطان من النهايتين بأنبوب خارجي يحتوي كل أنبوب منهما على فتحة علوية بقطر ٠,٠٢٥ م لغرض التعبئة (تعبى بمادة السليكا جل) .

هـ - **الغطاء الزجاجي** : استخدم الزجاج العادي (الشفاف الأبيض) بسبك ٠,٠٠٤ م .

و - المبادل الهوائي: عبارة عن مبادل أنبوبي هوائي خاص بوحدة التبريد مستطيل الشكل يحتوي بداخله على زعانف لغرض زيادة المساحة السطحية لها .

٣,١,٣ منظومة التحكم الذاتية : أن الوظيفة الأساسية لهذه المنظومة هي السماح للحليب القادم من صفيحة البسترة في المجمع الشمسي الذي درجة حرارته ٧٢ °م والمار بأنبوب المسك بالمرور إلى المبادل الحراري الأولي ومنه إلى وحدة التبريد ولا تسمح دون ذلك .

٣ . ٢ الصفات المقيسة والمحسوبة :
أ - قياس درجة الحرارة :

استخدم جهاز قياس درجة الحرارة الإلكتروني موديل XMTD - 2301 الذي ثبت في الجهة اليمنى العليا للجهاز مزود بمزدوج حراري مربوط مباشرة على صفيحة البسترة . وزعت مجموعة من المزدوجات الحرارية من نوع نحاس - كونستان على الألواح الزجاجية وعلى جميع الأنابيب . استخدمت المحارير الزئبقية لقياس درجة حرارة المحيط الخارجي .

ب - قياس شدة الإشعاع الشمسي : ثبت جهاز البايرونوميتر من نوع CM12 في الجهة اليسرى العليا للجهاز وبزاوية ميل ٣٠ درجة لغرض قياس شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح المجمع الشمسي وكانت قراءاته تؤخذ باستخدام الفولتميتر الرقمي عند كل ساعة .

ج - الإنتاجية : حسب إنتاجية جهاز البسترة من خلال حجم الحليب الخارج من الجهاز خلال ساعة .
هـ - حساب نسبة الطاقة المسترجعة :

تم حساب نسبة الطاقة المسترجعة عن طريق المعادلة الآتية التي أشار إليها (Fellows . 2000) .

$$HR = \frac{(T_{fc2} - T_{fc1})}{(T_{m1} - T_{fc1})} \times 100 \dots\dots\dots (١ - ٣)$$

HR : نسبة الطاقة المسترجعة (%) ، Q_R : الطاقة المجهزة بوساطة إعادة التسخين (واط) .

Q : الطاقة المطلوبة للتسخين بدون التسخين الأولي (واط)

هـ - حساب الطاقة المنتزعة العملية :

حسبت الطاقة المنتزعة العملية من المعادلة الآتية :

$$q_u = WC_m (T_{m1} - T_{fc2}) \dots\dots\dots (٢ - ٣)$$

q_u = الطاقة المنتزعة من قبل الحليب (واط \ م^٢) ، W = الجريان الكتلي للحليب (كغم \ م^٢ . ثا) .

C_m = الحرارة النوعية للحليب (كيلو سرعة) .

و - حساب كفاءة المجمع الشمسي العملية :

حسبت كفاءة المجمع الشمسي العملية من المعادلة الآتية :

$$\eta_a = \frac{q_u}{I_T} * 100 \dots\dots\dots (٣ - ٣)$$

ز - حساب زمن مكوث الحليب :

وهو الزمن اللازم لبقاء الحليب في الجهاز (في جميع أجزاء الجهاز) وقد حسب هذا الزمن على وفق

المعادلة الآتية :

$$t = \frac{\rho \cdot A \cdot Ld}{W} \dots\dots\dots (٤ - ٣)$$

t : زمن المكوث (ثا) ، A : المساحة (م^٢) ، ρ : كثافة الحليب (كغم \ م^٣) ، Ld : طول الأنبوب (م)

W : الجريان الكتلي للحليب (كغم \ م^٢ . ثا) .

٣,٣ الجانب المختبري : استخدم حليب الجاموس الطبيعي والطازج و المأخوذ من الحقول المحلية لمدينة البصرة .

١,٣,٣ فحوصات الحليب :

١,١,٣,٣ الفحوصات الحسية : أجريت فحوصات حسية على الحليب الخام المستلم وعلى الحليب المبستر وشملت هذه الفحوصات نظافة الحليب وخلوه من الشوائب وعلى لون الحليب وكونه طبيعياً أم لا كذلك التحقق من خلو الحليب من الطعوم والروائح الغريبة الناتجة عن تغذية الحيوان أو تأثير المعاملات الحرارية وقد ساعد في هذا الفحص مجموعة من المحكمين .

٢,١,٣,٣ فحوصات الحليب الخام : أ - فحص التخثر عند الغليان ب - فحص التعكير :

اجري هذان الفحصان على وفق الطريقة المتبعة من النجم (١٩٦٧) على عينة الحليب الخام فقط

٣,١,٣,٣ الفحوصات الكيميائية : شملت الفحوصات الكيميائية ما يلي .

أ - تقدير الرطوبة : قدرت النسبة المئوية للرطوبة حسب الطريقة المذكورة في (A.O.A.C. (1980) .

ب - تقدير البروتين ج - تقدير الدهن د - تقدير سكر اللاكتوز ه - تقدير الرماد قدرت هذه الصفات وفقاً الطريقة المتبعة من (Egan et al. (1988) .

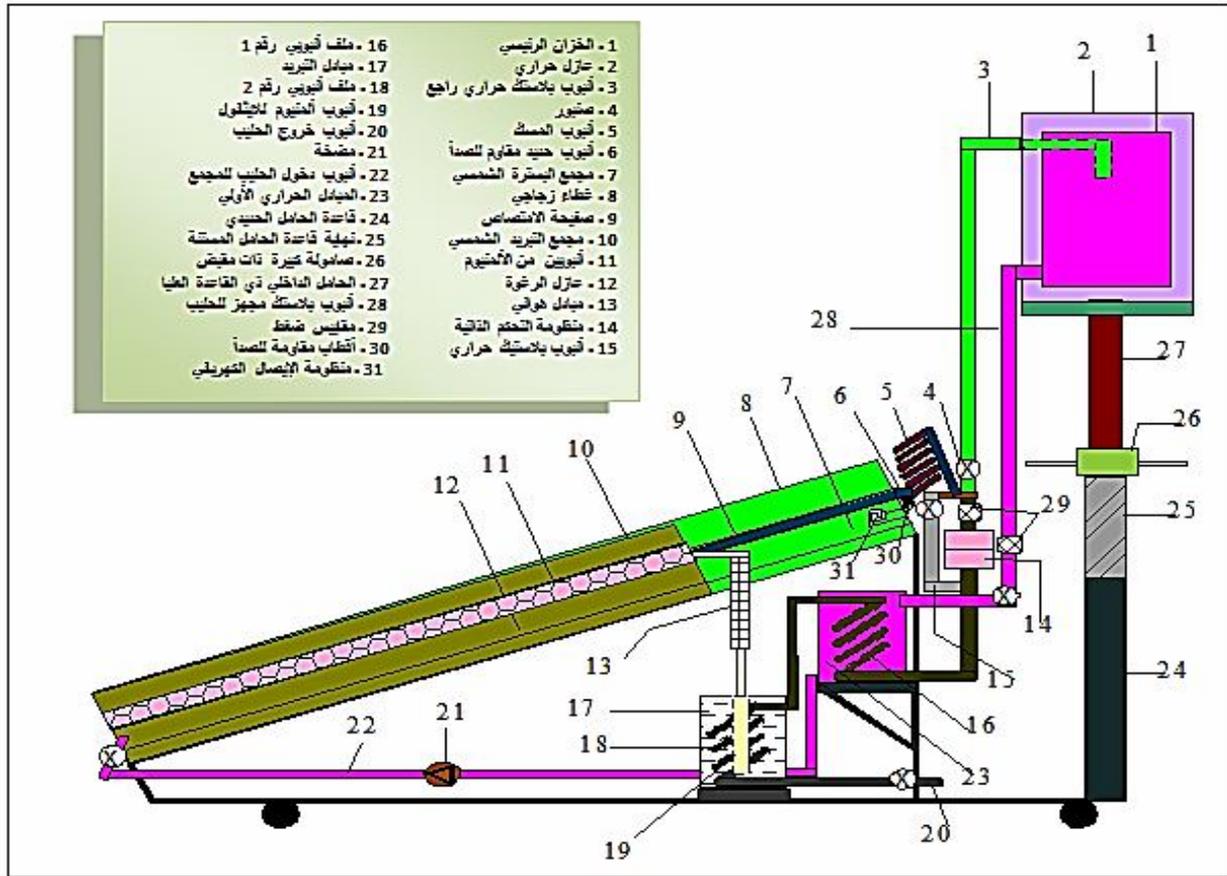
ج - تقدير بعض صفات الحليب : حسبت الحموضة و الدالة الحامضية للحليب الخام والحليب المبستر بالطاقة الشمسية وبعد المدة الخزن البالغة ثمانية عشرة يوم . على وفق الطرق التسحيحية التي أوصى بها Egan et al. (1988) .

د - الكشف عن وجود أنزيم الفوسفاتيز : تم الكشف عن وجود أنزيم الفوسفاتيز لعينات الحليب الخام و المبستر بالطريقتين على وفق الطريقة الإنزيمية والتي تضمن استخدام العدة التجارية (Kit) والمجهزة من قبل شركة Egyptian Company for Biotechnology .

٤,١,٣,٣ الفحوصات الميكروبية : أجريت فحوصات مايكروبيولوجية على الحليب الخام والمبستر وبعد مدة الخزن لمدة ثمانية عشرة يوم وقد استعملت طريقة الصب بالأطباق لحساب عدد الأحياء المجهرية في عينات الحليب المأخوذة . (الشريفي وحسين ، ١٩٩٢) . وقد شملت تقدير العد الكلي للبكتريا و تقدير الخمائر والاعفان و فحص المثلين الأزرق

٤,٣ تصميم وتحليل التجارب الهندسية : تم استخدام التصميم العشوائي الكامل في تجربة عامله ذات عاملين (٨×٢) وهي فصلي الصيف والشتاء للنتائج النظرية والعملية كلاً على حده ولجميع الصفات الهندسية حلت النتائج إحصائياً للمعاملات باستخدام برنامج SPSS وتمت المقارنة بين متوسطات المعاملات بوساطة اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمالي (0.05) . (Spss, 2009) .

٥,٤ الجانب الاقتصادي : تم دراسة الجوانب الاقتصادية لجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية وشملت الدراسة تحليل التكاليف الكلية والربح السنوي وفقاً للطريقة المتبعة من قبل (الطحان وآخرون ، ١٩٩١) .



شكل (1) : رسم تخطيطي لجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية .



الشكل (2) : صورتان فوتوغرافيتان لجهاز بسترة الحليب الشمسي a - من الأمام b - من الخلف

٤ - النتائج والمناقشة

٤ ، ١ طاقة الإشعاع الشمسي :

يوضح الجدول (١) أن طاقة الإشعاع الشمسي النظرية والعملية خلال ساعات النهار لفصلي الصيف والشتاء في البصرة ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع تقادم ساعات النهار ووصلت إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت حتى وصلت إلى أقل قيمة لها عند الساعة الرابعة عصراً . وهذا يعود إلى دوران الأرض حول محورها ونتيجة لذلك تتغير الزوايا الشمسية solar angles مع ساعات النهار ، التي تشمل الزاوية السميتية zenith angle وزاوية الارتفاع altitude angle وزاوية السميت azimuth angle وتصل قيمة الأخيرة إلى الصفر عند منتصف النهار والى قيمتها العظمى عند الشروق والغروب وكذلك تغير زاوية الساعة hour angle مع ساعات النهار . وهذا يتفق مع ما توصل إليه العديد من الباحثين Muller et al. (1989) و Krauter & Ochs (2002) و Singh et al. (٢٠٠٤) و الحلفي (٢٠٠٧) و الحلفي وآخرون (٢٠٠٨) و (٢٠٠٩) الذين أكدوا على أن طاقة الإشعاع الشمسي تزداد مع تقادم ساعات النهار وتصل إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم تنخفض بعد ذلك . أظهرت النتائج أن المعدل العام لطاقة الإشعاع الشمسي النظرية والعملية صيفاً بلغ ٧٤١ ، ٧٩٢ واط^٢ م^٢ على التوالي . في حين بلغ المعدل العام لطاقة الإشعاع الشمسي النظرية والعملية والنظرية في فصل الشتاء ٦٧٣ ، ٨٢٨ واط^٢ م^٢ على التوالي .

٤ ، ٢ الطاقة المنتزعة :

يوضح الجدول (١) أن الطاقة المنتزعة النظرية والعملية خلال ساعات النهار لفصلي الصيف والشتاء ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع تقادم ساعات النهار ثم انخفضت حتى وصلت إلى أقل قيمة لها عند الساعة الرابعة عصراً . يعود سبب تغير الطاقة المنتزعة مع تقادم ساعات النهار إلى تغير طاقة الإشعاع الشمسي مع تقادم ساعات النهار والذي بدوره يؤثر على الطاقة الممتصة من قبل صفيحة الامتصاص إذ كلما زادت الطاقة الممتصة تزداد الطاقة المنتزعة بواسطة الحليب نتيجة لزيادة الفرق بين درجة حرارة الحليب والجو وكذلك زيادة الجريان الكتلي للحليب بصورة نسبية . اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Duffie & Beckman (1980) و Sabbah (1986) و Saleh and Sharkar (2002) الذين بينوا أن الطاقة المنتزعة ازدادت مع تقادم ساعات النهار ووصلت إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت بعد ذلك . كما نلاحظ من النتائج أن الاختلافات بين الطاقة المنتزعة النظرية والعملية كانت أعلى عند الصباح والمساء وهذا يُعزى إلى وجود الصمام الحراري الذي لا يسمح للحليب بالخروج من صفيحة الامتصاص إلا إذا وصلت درجة حرارته إلى ٧٢ °م بينما في حالة الحسابات النظرية فأنها تقتصر أن درجة حرارة الحليب تتغير مع تغير طاقة الإشعاع الشمسي وأن الجريان مستمر لذلك يكون الفرق بين درجة حرارة الحليب والجو قليل مما يؤدي إلى خفض مقدار الطاقة المنتزعة النظرية . بلغ المعدل العام للطاقة المنتزعة النظرية والعملية خلال فصل الصيف ٣٠٢ ، 321 واط ١ م^٢ على التوالي . وبلغ المعدل العام للطاقة المنتزعة النظرية والعملية خلال فصل الشتاء ٣٤٩ ، ٣١٥ ، واط ١ م^٢ على التوالي . ومن هذا يلاحظ أن المعدل العام للطاقة المنتزعة النظرية في فصل الشتاء أعلى من فصل الصيف ، و المعدل العام للطاقة المنتزعة العملية في فصل الصيف أعلى من فصل الشتاء .

3.4 كفاءة المجمع الشمسي :

يوضح الجدول (١) أن الكفاءة النظرية والعملية ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع تقادم ساعات النهار ووصلت إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت بعد ذلك . أن زيادة الفقدان الحراري يؤدي إلى نقصان في الكفاءة بينما زيادة حاصل الانفاذية الامتصاصية يؤدي إلى زيادة الكفاءة ، لذلك اجتمع تأثير هذان العاملين ليعطي كفاءة متقاربة تقريبا عند المدة من الساعة الحادية عشرة صباحاً إلى الواحدة بعد الظهر . وهذا يتفق مع ما توصل إليه Duffie & Beckman (1980) و Lunde (1980) و FAFCO (2009) الذين بينوا أن كفاءة المجمع الشمسي تنخفض مع زيادة نسبة الفرق بدرجات الحرارة بين المائع الداخل والخارج من المجمع الشمسي إلى طاقة الإشعاع الشمسي المتوفرة . بلغ المعدل العام للكفاءة النظرية والعملية ٣٠,١ ، ٤٥,١٦ % على التوالي خلال فصل الصيف ، وبلغ المعدل العام للكفاءة النظرية والعملية ٣٩,٩١ ، ٤٩,٩٨ % على التوالي . ومن هذا يتضح أن المعدلات المسجلة في فصل الشتاء أعلى من تلك المسجلة في فصل الصيف .

4.4 العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز :

يلاحظ من الشكل (٣) إن المعدل العام لزمن مكوث الحليب في جميع أجزاء الجهاز ومقدار التغير بدرجة الحرارة من جزء لآخر خلال ساعات النهار لفصلي الصيف والشتاء كان كالاتي المعدل العام لدرجة حرارة الحليب الخام في الخزن الرئيس بلغ ٢١ °م والزمن صفر دقيقة لأنه محتفظ بدرجة حرارة الحفظ بينما المعدل العام لدرجة حرارة الحليب الخام في المبادل الحراري الأولي وزمن مكوثه في الجهاز قد بلغ ٤٧,٣٩ °م ، ١,٧ دقيقة على التوالي ، وبلغ المعدل العام لدرجة حرارة الحليب الخام في صفيحة البسترة وزمن مكوثه في الجهاز قد بلغ ٧٢ °م ، 9.8 دقيقة على التوالي . وان المعدل العام لدرجة حرارة الحليب المبستر في أنبوب المسك وزمن مكوثه في الجهاز قد بلغ ٧٢ °م ، 0.25 دقيقة على التوالي . المعدل العام لدرجة حرارة الحليب المبستر في المبادل الحراري الأولي وزمن مكوثه في الجهاز قد بلغ ٤٤,٧١ °م ، ١,٨ دقيقة على التوالي ، وبلغ المعدل العام لدرجة حرارة الحليب المبستر في مبادل التبريد وزمن مكوثه في الجهاز ١٤ °م ، ١,٦٩ ، دقيقة على التوالي . أما المعدل العام لزمن مكوث الحليب من دخوله كحليب خام ومروره بأجزاء جهاز البسترة الشمسي وخروجه حليب مبستر مبرد خلال فصل الصيف هو ١٥,٢٤ دقيقة وفي فصل الشتاء كان ٣٠,٤ دقيقة

٤, ٥ نسبة الطاقة المسترجعة :

يوضح الجدول (٢) المعدل العام لنسبة الطاقة المسترجعة لفصل الصيف هو ٦٦,٨١ % وبلغ المعدل العام لنسبة الطاقة المسترجعة لفصل الشتاء هو ٥٨,٥٣ % . أن أقل قيمة لنسبة الطاقة المسترجعة كانت عند الساعة التاسعة صباحاً ولجميع الأيام المدروسة في فصلي الصيف والشتاء ويعود السبب في ذلك إلى أن درجة حرارة الحليب في المبادل الحراري الأولي عند هذه الساعة هي نفسها درجة حرارة الحليب الخام القادم من الخزان الرئيسي والتي تتراوح بين (٢٠ - ٢٥) °م وترتفع هذه الدرجة مع تقادم ساعات النهار نتيجة للتبادل الحراري الحاصل بين الحليب المبستر القادم من صفيحة البسترة (الامتصاص) والحليب البارد الموجود في المبادل الأولي .

٤, ٦ إنتاجية جهاز بسترة الحليب الشمسي :

نلاحظ من الجدول (٢) أن إنتاجية الجهاز من الحليب المبستر ازدادت معنوياً ($p \leq 0.05$) مع تقادم ساعات النهار إذ وصلت إلى أقصى كمية لها عند منتصف النهار في فصلي الصيف والشتاء وأقل قيمة لها سجلت عند الساعة الرابعة عصراً . المعدل العام لإنتاجية الحليب المبستر بالطاقة الشمسية في فصل الصيف بلغ ٢٠,٢٠ لتر لكل ساعة أما المعدل العام لإنتاجية الحليب المبستر لليوم الواحد فقد بلغ ١٦٠,٨ لتر . و المعدل العام لإنتاجية الحليب المبستر خلال فصل الشتاء هو ١٣,٧٦ لتر لكل ساعة و ١٢٤,٨ لتر لكل يوم .

٤, ٧ التركيب الكيميائي للحليب :**1.7.4 رطوبة الحليب :**

يوضح الجدول (٣) النسبة المئوية للرطوبة قبل البسترة وبعدها . ونتيجة للفرق بين درجتي حرارة الحليب الخام وجهاز البسترة فإن ذلك يؤدي إلى تبخر جزء من ماء الحليب نتيجة لتعرض الحليب إلى درجات حرارة البسترة عند مروره في صفيحة الامتصاص (البسترة) (الشببيي و آخرون ، ١٩٨٠) .

٤, ٧, ٢ دهن الحليب أن النسبة المئوية للدهن في الحليب المبستر انخفضت من ٧,٢ % في الحليب الخام إلى ٦,٦ % في الحليب المبستر وقد يُعزى السبب في هذا الانخفاض إلى التغير الحاصل في حجم الحبيبات الدهنية نتيجة لتعرض الحليب إلى درجة حرارة البسترة . ومن الأسباب الأخرى التي أدت إلى انخفاض نسبة الدهن في الحليب المبستر هو تجمع بعض الحبيبات الدهنية وتكتلها داخل الملف الأنبوبي في المبادل الخاص بوحدة التبريد عند مرور الحليب فيه وتبريده إلى أقل من ١٥ °م ومن ثم بقاء جزء من هذه الحبيبات داخل هذه الأنابيب وهذا يتفق مع ما وجدته (Dadgleish & Banks (1991) الذي أشار إلى أن تسخين الحليب يتسبب في تغيير حجم حبيبات الدهن عن حجمها الأصلي في الحليب الخام . لاحظ الجدول (٣) .

٣, ٧, ٣ بروتين الحليب :

بينت النتائج أن النسبة المئوية للبروتين في الحليب المبستر قد انخفضت من ٤,٣٩ % في الحليب الخام إلى ٤,٣٢ % في الحليب المبستر كما هو موضح في الجدول (٣) ويعود السبب في هذا الانخفاض إلى تغير في صفات بعض بروتينات الشرش عند تعرضها إلى ٧٢ °م وتترسب بنسبة تتراوح بين ٥ - ١٠ % وتغليفها للحبيبات الكازينية وهذا ما أشار إليه الشببيي وآخرون (١٩٨٠) .

٣, ٧, ٤ سكر الحليب :

يلاحظ من الجدول (٣) أن النسبة المئوية لسكر اللاكتوز قبل عملية البسترة وبعدها لم تتغير أي أن سكر اللاكتوز لم يتأثر كمياً ولا نوعياً بدرجة حرارة البسترة (الشببيي وآخرون ، ١٩٨٠) .

٣, ٧, ٥ الرماد في الحليب :

الجدول (٣) يبين أن نسبة الرماد في الحليب الخام ٠,٧٣ % وقد انخفضت إلى ٠,٦٩ % في الحليب المبستر . ويعود السبب في ذلك إلى أن درجة حرارة البسترة تؤدي إلى حرق السترات و تبخر CO₂ والكربونات نتيجة للتطاير الحاصل أثناء الحرق وهذا ما أشار إليه محمد علي وآخرون (١٩٨٤) .

٣, ٨ صفات الحليب :

يوضح الجدول (٣) النسبة المئوية للحموضة قبل البسترة وبعدها ، إذ قدرت الحموضة بالطريقة التسحيحية للحليب الخام فوجد أنها تساوي ١٤,٦٦ % وهي ضمن المدى المسموح فيه وبعد عملية البسترة انخفضت

الحموضة إلى ١٣,٨٩ ويعود السبب في انخفاض الحموضة إلى طرد الغازات الذائبة وفقدانها في الحليب وخاصة CO₂ الذي يُعد من العوامل المسببة للحموضة كذلك تحول نسبة من فوسفات الكالسيوم من الحالة الذائبة إلى الحالة الغروية وهذه تتفق مع ما أشار إليه محمد علي وآخرون (١٩٨٤) أما قيم الـ pH للحليب الخام والمبستر فوجد أن الـ pH للحليب الخام هو ٦,٦ وكانت النتيجة مساوية لما وجدته (Tamime, 2009). أما بعد إجراء عملية البسترة فإن الـ pH ارتفع على حساب انخفاض في الحموضة وأصبحت قيمته ٦,٨ وهذا ما ذكره (الشبيبي وآخرون، ١٩٨٠، وعلي، ٢٠٠٠). وبينت النتائج أيضاً أنه لا وجود لإنزيم الفوسفاتيز عند فحص عينة الحليب المبستر بالطاقة الشمسية وقد أعطى نتيجة سالبة وهذا يتفق مع Fenoll et al., 2002 الذي أشار إلى أن إنزيم الفوسفاتيز يتحطم بدرجة حرارة البسترة وهو موجود فقط في الحليب غير المبستر .

٩,٥ الفحوصات الميكروبية :

أظهرت النتائج أن العد الكلي للبكتريا و عد بكتريا القولون و عد الخمائر والاعفان في الحليب الخام ١٩٢ × ١٠^٣، ٦١ × ١٠^٣، ٢٦ × ١٠^٣ وحدة تكوين مستعمرة \ مل على التوالي وقد أنخفض هذا العدد من المستعمرات بعد عملية البسترة الشمسية إلى ٣٥ × ١٠^٣ للعد الكلي للبكتريا وصفر بالنسبة إلى عد بكتريا القولون و عد الخمائر والاعفان وهذه النتائج أقل مما توصل إليه (Razzak et al, 1985) الذي وجد أن العد الكلي للبكتريا لكل مل قد انخفض من ٥,٠١ × ١٠^٤ إلى ٣,١ × ١٠^٤ وحدة تكوين مستعمرة كذلك أن هذه النتائج هي أقل من الحد الأدنى للمواصفة القياسية الأسترالية (Standard Australia (2001) التي أشارت إلى أن العد الكلي للبكتريا في الحليب المبستر يتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ × ١٠^٣ وحدة تكوين مستعمرة \ مل وأن العد الكلي لبكتريا القولون في الحليب المبستر ١٠ وحدة تكوين مستعمرة \ مل .

10.5 الفترة الخزنية للحليب المبستر :

أخذت عينات معقمه وبظروف صحية من الحليب المبستر حفظت العينة في درجة حرارة الغرفة لمدة ثلاثة أيام إذ لوحظ وجود تغيرات في عينة الحليب المبستر وحدث تلوث . أما العينة الثانية فحفظت في الثلاجة على درجة حرارة ٤⁰ م لمدة ثمانية عشرة يوم وقد أجريت بعض الفحوصات دورياً كل ٧٢ ساعة وشملت هذه الفحوصات الحموضة والدالة الحامضية وقد أظهرت النتائج عدم تغيرهما طيلة مدة الخزن ومن الناحية الميكروبية شملت العد الكلي للبكتريا و عد بكتريا القولون و عد الخمائر والاعفان وفحص المثليين الأزرق وقد بينت النتائج على عدم ظهور مستعمرات في كل من العد الكلي للبكتريا و عد بكتريا القولون والخمائر والاعفان طيلة مدة الخزن وهذا يتفق مع (Juffs & Deeth, 2007) اللذان أكدوا أن الحليب المبستر يمكن أن يبقى من ١٠ - ١٥ يوماً دون تلف إذا حفظ بدرجة حرارة الثلاجة كما أن هذه النتائج هي أعلى من المواصفة القياسية الأسترالية لعام ٢٠٠١ .

٥ - الجانب الاقتصادي : تم دراسة الجوانب الاقتصادية لجهاز بسترة الحليب بالطاقة الشمسية. وشملت الدراسة تحليل تكاليف تشغيل الجهاز التي بدورها تهدف إلى رفع كفاءة أداء الجهاز وتحسينه والحصول على أعلى إنتاجية ممكنة وبأقل كلفة الشكل (٤) يوضح التكاليف الثابتة والمتغيرة والكلية والربح خلال فصلي الصيف والشتاء .

٦ - الاستنتاجات

- ١ - أن الطاقة الشمسية المتوفرة في مدينة البصرة كافية لتشغيل جهاز البسترة الشمسي .
- ٢ - قابلية الجهاز على انتزاع الطاقة ونقلها للحليب كانت جيدة .
- ٣ - الجهاز أعطى كفاءة عالية في عملية بسترة الحليب .
- ٤ - إن أقل زمن مستغرق لرفع درجة حرارة الحليب الخام إلى ٧٢⁰ م في صفيحة البسترة هو ١٠,١٠ دقيقة ، في حين أن أقصى وقت لبلوغ الدرجة الحرارية نفسها بلغ ٢٩ دقيقة خلال الفصلين .
- ٥ - نسبة الطاقة المسترجعة في الجهاز كانت عالية خلال الفصلين .
- ٦ - إنتاجية الجهاز كانت ضمن الحدود التصميمية المطلوبة .
- ٧ - الجهاز ذي جدوى اقتصادية .
- ٨ - النتائج الميكروبية حققت نجاح أكبر قياساً بالطرق التقليدية المتبعة في بسترة الحليب .

جدول (١) : معدل طاقة الإشعاع الشمسي و الطاقة المنتزعة وكفاءة المجمع الشمسي النظرية والعملية خلال ساعات النهار في فصلي الصيف والشتاء .

الفصل	الساعات	طاقة الإشعاع الشمسي واط م°		الطاقة المنتزعة واط م°		كفاءة المجمع الشمسي %	
		النظرية	العملية	النظرية	العملية	النظرية	العملية
الصيف	٩	٦٩٦	٦٩٢	٣٣٤	٢٥١	٤٧.٩	٣٦.٢
	١٠	٨٨٢	٧٦٠	٣٥٠	٣١٨	٣٩.٦	٤١.٨
	١١	٩٩٦	٧٩٧	٣٩٤	٣٧٦	٣٩.٥	٤٧.١
	١٢	١٠٢٥	٨٠٧	٣٨٤	٣٩٧	٣٧.٤	٤٩.١
	١٣	٩٧٠	٧٩٥	٣٤٨	٣٧٩	٣٥.٨	٤٧.٦
	١٤	٨٣٥	٧٤٥	٣٠٦	٣١٤	٣٦.٦	٤٢.١
	١٥	٦٢٦	٦٨٥	٢٤٤	٣٠٨	٣٨.٩	٤٤.٩
	١٦	٣٠٦	٦٤٥	٢١٢	١٧٣	٦٩.٢	٢٦.٨
	المعدل		٧٩٢	٧٤١	٣٢١	٣٠٢	٤٠.٥
الشتاء	٩	٧٦٩	٥٦٠	٣٤٥	٢٣٨	٤٤.٨	٤٢.٥
	١٠	٩٢٦	٦٣٥	٤٢٦	٣٠٧	٤٦.٠	٤٨.٣
	١١	١٠٥٤	٦٩٥	٥٧٥	٣٤٣	٥٤.٥	٤٩.٣
	١٢	١٠٥٧	٧٦٠	٤٦٢	٣٨٦	٤٣.٧	٥٠.٧
	١٣	٩٧٧	٧٥٥	٤١١	٤٣٢	٤٢.٠	٥٧.٢
	١٤	٨٦٢	٧٠٧	٣٣٧	٢٩٥	٣٩.٠	٤١.٧
	١٥	٦٢٦	٦٦٢	٢٣٨	٢٨٧	٣٨.٠	٤٣.٣
	١٦	٣٦٦	٦١٠	٢٠٠	٢٣٢	٥٤.٦	٣٨.٠
	المعدل		٨٢٨	٦٧٣	٣٤٩	٣١٥	٤٢.١

جدول (٢) : معدل نسبة الطاقة المسترجعة و الإنتاجية خلال ساعات النهار في فصلي الصيف والشتاء .

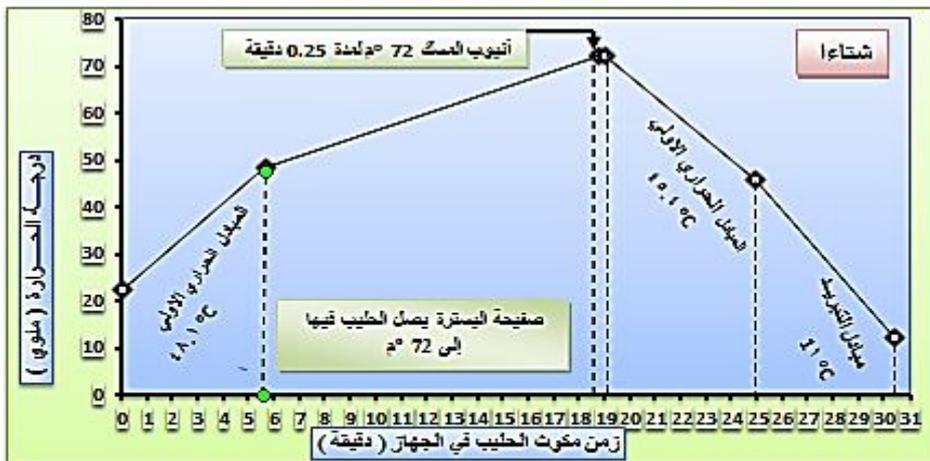
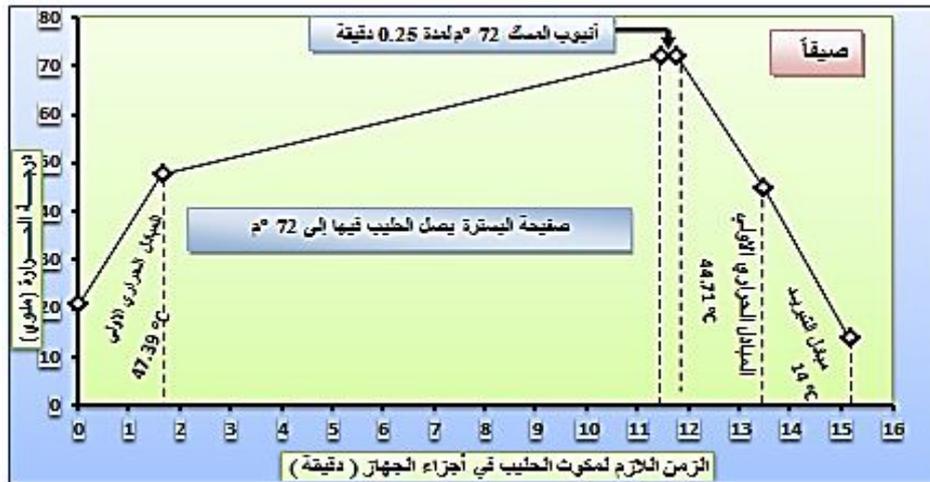
الفصل	الساعات	نسبة الطاقة المسترجعة %	الإنتاجية لتر \ ساعة
الصيف	٩	7.08	9.00
	١٠	69.20	20.75
	١١	85.13	23.00
	١٢	78.66	14.62
	١٣	80.67	23.25
	١٤	79.81	20.37
	١٥	73.13	16.75
	١٦	63.84	13.87
المعدل		66.81	20.20
الشتاء	٩	8.02	9.5.0
	١٠	61.94	12.50
	١١	69.21	14.50
	١٢	75.87	17.50
	١٣	72.54	18.37
	١٤	65.80	15.37
	١٥	59.44	12.37
	١٦	55.44	10.00
المعدل		58.53	13.76

جدول (٣) يوضح النسب المئوية لمكونات وصفات الحليب

نسبة الرطوبة	نسبة الدهن	نسبة البروتين	نسبة اللاكتوز	نسبة الرماد	نسبة الحموضة	نسبة الدالية الحامضية	فحص التعكير	فحص الغليان	
83.53	7.2	4.39	4.45	0.73	14.66	6.6	سالبة	سالبة	الحليب الخام
78.60	6.6	4.34	4.45	0.69	13.89	6.8	—	—	الحليب المبستر

جدول (٤) يوضح نتائج فحوص الحليب قبل البسترة وبعدها .

الحليب الخام	فحص المثليين الأزرق	فحص أنزيم الفوسفاتيز
الحليب المبستر	سالبة	موجبة
الفترة الخزن لـ الحليب المبستر	موجبة	سالبة
	موجبة	سالبة



شكل (3) : العلاقة بين زمن مكوث الحليب ودرجة الحرارة في الجهاز خلال ساعات النهار لأيام مختلفة من فصل الصيف والشتاء .



الشكل (4) : التكاليف الثابتة والمتغيرة والكلية والرياح خلال فصلي الصيف والشتاء

٧ - المصادر

- الحلبي ، أسعد رحمن سعيد (٢٠٠٦) . تطوير مجفف شمسي ودراسة كفاءته في تجفيف بعض الفواكه والخضر . أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة - جامعة البصرة . البصرة - العراق
- الحلبي ، أسعد رحمن سعيد (٢٠٠٧) . تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي شبه مختلط لتجفيف التمر . مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر ، المجلد ٦ العدد ١ و ٢ .
- الحلبي ، أسعد رحمن سعيد و مجيد ، غياث حميد و يعقوب قاسم يوسف (٢٠٠٨) . تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي للأغذية . مجلة البصرة للعلوم الزراعية العدد (خاص) المجلد ٢١ .
- الشبيبي ، محسن محمد علي و شكري ، نزار أحمد و طعمه ، صادق جواد و علي ، هيلان حمادي (١٩٨٠) . مبادئ الألبان العامة . مؤسسة دار الحكمة للطباعة والنشر جامعة الموصل ، الموصل - العراق .
- الشريفي ، حسن رحيم ومحمد ، سالم حسين (١٩٩٢) . مايكروبيولوجي الألبان (العملي) دار الحكمة للطباعة ، جامعة البصرة ، البصرة - العراق .
- الطحان ، ياسين هاشم وحميذة ، مدحت عبد الله و عبد الوهاب ، محمد قدري (١٩٩١) . اقتصاديات مكائن زراعية . دار الحكمة للطباعة والنشر جامعة الموصل ، الموصل - العراق .
- علي ، محمود يونس (٢٠٠٠) . الحليب السائل مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل ، الموصل - العراق ، حسين طه (١٩٦٧) . علم الألبان . مطبعة الحكومة ، بغداد - العراق ٣٦٦ صفحة
- ماضي ، شاكر مهلهل (١٩٨٥) . دراسة منظومة تكيف هواء إمتزازية تبخيرية مفتوحة باستخدام الطاقة الشمسية . رسالة ماجستير ، كلية الهندسة _ جامعة البصرة . البصرة - العراق .
- مجيد ، غياث حميد و الحلبي ، أسعد رحمن سعيد (٢٠٠٧) . تصميم مجفف شمسي مزود بمنظومتي الراجع والتسخين واختباره في تجفيف الأسماك واللحوم . مجلة أبحاث البصرة ، العدد ٣٣ الجزء ٣ .
- محمد علي ، عامر و الشبيبي ، محسن محمد علي و طعمه ، صادق جواد والعمر ، محمود عبد (١٩٨٤) . كيمياء الألبان مديرية مطبعة جامعة الموصل ، الموصل - العراق .
- مرزوق ، خليل خضير (١٩٨٥) . تجميع و خزن الطاقة الشمسية باستخدام الطبقة الحصوية . رسالة ماجستير ، كلية الهندسة _ جامعة البصرة . البصرة - العراق .

A.O.A.C. (19٨0). Official Methode of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 13th ed . Washington .

Aravind K. L. ; patil ; V. S. ; G. , Devegowda ; B. ,Umakantha and S. P., Ganpul (2003).Efficacy of esterifies glucomannan to counteract my catoxicosis in naturally.Contaminated food on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers . Poult Sci. 82 : 571– 576 .

Black (1999). Enhancement of Solar Water Pasteurization with Reflectors. Applied and Environmental Microbiology. American Society for Microbiology. 65(2): 859-861.

Dadgleish,D.G.and Banks,J.M.(1991).Therformntion f complexes between serum proteins and fat globules during heating of whole Milk wissenschaft.46:75– 78 .

Duffie , J.A. & Beckman , W.A. (1980).Solar Engineering of thermal , Processes , Willey – Interscience , New York .

- Egan , H. ; Kirk , R. S. & Sawyer , R. (1988) . Peasor chemical analysis of food . 8th Ed . Reprinted Longman scientific and technical , UK .
- FAFCO(2009) . Solar heat exchanger . P. / N. 06359 G.
- Fellows ,P.J.(2000). Food processing Technology principles and practice second edition .CRC press . Boca Raton Boston New York Washington , D.C.
- Fenoll, J., G. Jourquin & J.M. Kauffmann (2002) . Fluorimetric determination of alkaline phosphatase in solid and fluid dairy products. Elsevier Talanta, 56: 1021
- Franco, J.(2007). Pasteurization of goat Milk using a low solar concentration solar energy Journal Science direct .
- Henning ,H.M.(2004).Solar assisted air conditioning in building a Handbook for planners ,Wien , Springer – Verlag .
- Isaksson,C.(2006) .Solar cooling published produced by : Ostreeeichkhe Energy – agentur – Austrian Energy Agenly . http : // www . energyagency at .
- Juffs, H. & Deeth, H.C.(2007).Scientific Evaluation of Pasteurisation for Pathogen Reduction in Milk and Milk Products. Food Standards Australia and New Zealand, Canberra.
- Krauter , S. & Ochs , F. (2002) . An All – in – one solar home system . R10 02 – world climate & energy events , January 6 – 11.
- Lunde , P. J. (1980) .Solar thermal engineering . Willey , New York .
- Maroulis,Z.B. and Saravacos ,G. D.(2003) .Food process Design.Marcel Dekker , Inc. U.S.A.
- Muller , J.Reisinger , G. , Kisgec , J. ,Kotta , E., Tesic , M.& Muhibauer , W. (1989).Development of a green house – type solar dryer for medicinal plants and herbs . Solar & Wind technology , 6 : 523 – 530 .
- Pandey, M.M. and C.P.Gupta(2004).Pasteurization of milk by solar energy. Pergamon Press. New York.
- Razzak, F. H.;Ayoob , N. Y. and Nakeya (1985). Utilization of solar energy in liquid milk processing. Magallat buhut al-taqat al-Samsiyya, 3(2): 35.
- Sabbah , M.A. (1986) .Design and performance of a solar drying system in Riyadh area .J. coll. Agric.King Saud Unv. 8 : 49 - 76 .
- Safapour,N.and R.H.Metcalf (1998).Enhancement of Solar Water Pasteurization with Reflectors. Applied and Environmental Microbiology,65(2): 859.
- Saleh , T. & Sharkar, M.A.R. (2002) . Performance study of a PV operation forced convection solar energy dryer.Accepted for presentation at the technical session of the 8th International and symposium for Renewable Energy Education (ISREE – 8) to be held at orlando . Univ. of Florida , U.S.A. from August 4-8 .
- Singh , S. , Singh,P.P. & Dhaliwal , S.S. (2004) . Multi-shelf portable solar dryer . Renewable energy 29 : 753-765 .
- SPSS , (2009) . Spss statistical package for window ver.17.O.Chicago: Spss, Inc.
- Standards Australia (2001) . Food Microbiology method AS / NZS 1766 .
- Tamime , A. Y.(2009).Milk Processing and Quality Management Black well Publishing . Ltd : 978 - 1 - 405 - 145 - 30 - UK .

Teknateat , A. B.,(1995). Dairy Processing Handbook Tetrapak Processing systems AB . Lund Sweden , 263 – 278 .

Vaxman,M. and S0kolov, M.(1985).Analysis of a free flow solar collector , solar energy : 35 (3) .

Zahira , R.H.;Akif, N. Amin; M. A. zam –UL- Hap (2009).Fabrication and performance study of a solar Milk pasteurizer . Pak. J. Agri. Sci , 46(2) .

Whillier , A. (1976). Prediction of performance of solar collectors. In application of solar energy for heating and cooling of buildings . Ed. Jordan , R.C. & Liu , ASHRAE , GRP 170 .