

# البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

## تصميم وتصنيع جهاز لبسترة الحليب بالتسخين الأومي ودراسة كفاءته

غسان فيصل محسن

حيدر إبراهيم علي

اسعد رحمان سعيد الحلفي

قسم علوم الاغذية - كلية الزراعة - جامعة البصرة - البصرة - العراق

### الخلاصة

تم تصميم وتصنيع جهاز لبسترة الحليب بالتسخين الأومي ودراسة كفاءته . يقوم هذا الجهاز ببسترة الحليب ويتكون من خزان الحليب الخام المصنوع من الحديد المقاوم للصدأ سعته 25 L مزدوج الجدران و مضخة مصنوعة من البلاستيك قدرتها 70W و مبادل حراري انبوبي مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ وأنبوب التسخين المصنوع من النفلون المقاوم للحرارة طوله 36 cm وقطره 5 cm يتكون من أقطاب التسخين المصنوعة من الحديد المقاوم للصدأ التي تقوم بتسخين الحليب على فروق جهد مختلفة وهي 220 V و 110 و 80 وتكون مرتبة في الأنبوب بشكل متواز والبعد بين الأقطاب 5.5 cm وأنبوب مسك لحجز الحليب لمدة 15 sec. على درجة حرارة 72 °C وصمام كهربائي وصمام عدم الرجوع وصمامات يدوية . وأظهرت النتائج إن فرق الجهد المثالي لبسترة الحليب بالتسخين الأومي هي 80V بالمقارنة مع فروق الجهد الأخرى 220V و 110V التي لا تصلح لبسترة الحليب . وعدم ظهور الاسمرار في الحليب المبستر على 80V مقارنة بالبسترة عند 220V ، 110 الذي كان الاسمرار واضحا في الحليب وبالإضافة إلى ظهور الروائح غير المرغوب فيها .ازداد التوصيل الكهربائي والتيار مع زيادة درجة الحرارة في التسخين الأومي عند 110 V ، 80 وانخفض مع زيادة درجة الحرارة عند 220 V . انخفض زمن المكوث للحليب في الجهاز مع زيادة فرق الجهد المطبق بالتسخين الأومي وكان اقل من البسترة التقليدية السريعة . سرعة التسخين ازدادت مع زيادة فرق الجهد المطبق وكانت عند التسخين الأومي لجميع فروق الجهد المطبقة اعلى من البسترة التقليدية السريعة . بلغت الإنتاجية لجهاز التسخين الأومي عند 220 V ، 110 ، 80 حوالي 25.2 L / hr ، 23.3 ، 23.3 على التوالي وفي البسترة التقليدية كانت 5 L / hr . تميز التسخين الأومي على 80 V باعلى معامل اداء اذ كان 0.80 مقارنة مع 220 V ، 110 التي بلغ عندها معامل الاداء 0.49 ، 0.76 على التوالي أثبتت الاختبارات الكيميائية و الميكروبية و اختبار إنزيم الفوسفاتيز كفاءة عملية البسترة بالتسخين الأومي.

كلمات مفتاحية: السخين الاومي، بسترة الحليب، التسخين الجولي.

### 1- المقدمة:

احتلت الألبان موقع الصدارة بين المواد الغذائية نظرا لاحتوائها على جميع العناصر الغذائية اللازمة لبناء الجسم وبمعدلات تتواءم مع احتياجاته مما أعطاها صفة الاكتمال الغذائي ليعتمد عليه الإنسان منذ بدء حياته حتى فترة قد تصل إلى عام من عمره كغذاء أوحده . ولأن الحليب يتكون من مجموعة من العناصر او التراكيب الكيميائية المتنوعة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأملاح المعدنية والفيتامينات فضلا عن الماء وهي التي ميزت الحليب بتنوع قيمته الغذائية بل زادت قيمة حيوية عالية مقارنة ببعض الأغذية الأخرى [1].

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

ان من أهم المعاملات الحرارية المتبعة في معامل الألبان هي البسترة والتعقيم ، وللبسترة أسس عامة يمكن تلخيصها في النقطتين التاليتين : الأولى تمثل الناحية الصحية وهي القضاء على الأحياء المجهرية المرضية في الحليب pathogenic organisms والقضاء على % 99 . 95 من عدد البكتريا المتواجدة في الحليب وكذلك أن عملية البسترة تؤدي إلى القضاء التام على الخمائر والاعفان ويحصل ذلك من خلال تعريض الحليب لدرجات حرارية مختلفة لفترات زمنية محددة . أما النقطة الثانية فهي زيادة قابلية حفظ الحليب إذ أن خلوه من الأحياء المجهرية يزيد من فترة الخزن وسلامته من التلف الميكروبي [2] . أشار الدهان [2] إلى إن هنالك ثلاث طرائق لبسترة الحليب بالأجهزة الآلية وهي 1 . أجهزة البسترة البطيئة Batch pasteurization في هذا النوع من البسترة يعرض الحليب لدرجة حرارة  $62.8^{\circ}\text{C}$  لمدة لا تقل عن 30 min وهذا النوع من البسترة يكون على شكل دفعات. 2 . أجهزة البسترة السريعة (HTST) High Temperature Short Time يتعرض الحليب في هذا النوع من البسترة إلى درجة حرارة  $72^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 sec. 3. أجهزة البسترة بالتفريغ Vacuum pasteurization يعرض الحليب إلى معاملات حرارية مختلفة وتحت التفريغ والهدف منها بسترتها وإزالة الروائح الباقية في بعض منتجات الألبان والدرجة الحرارية التي يتعرض لها الحليب ما بين  $90.5^{\circ}\text{C}$  إلى  $96.1^{\circ}\text{C}$  تحت ضغط مخلخل .

هناك طرق أخرى لعملية البسترة منها الطريقة المستمرة Continuous – flow system إذ إن الحليب يمر ضمن أنابيب وبالوقت نفسه يعرض الحليب إلى معاملات حرارية مختلفة ولمدة نصف ساعة و إن طول هذه الأنابيب تؤمن المعاملة الحرارية اللازمة له. البسترة بطريقة الأشعة تحت الحمراء Infra-red treatment إذ يعرض الحليب المار بألواح أفقية مصنوعة من الحديد غير القابل للصدأ إلى الأشعة تحت الحمراء إلى إن تصل درجة الحرارة إلى  $85^{\circ}\text{C}$  ويبقى لمدة زمنية معينة [3] . والبسترة بالميكرويف microwave إذ يعرض الحليب إلى طاقة المايكرويف على شكل دفعات إلى أن يصل  $72^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 sec. [4] .

يعد التسخين الأومي OHMIC HEATING الذي يعرف أيضا بالتسخين الجولي Joule Heating وكذلك بالتسخين بالمقاومة Resistive heating من التقنيات الحديثة في هندسة تصنيع الاغذية ، وهو عملية حرارية متقدمة يتحول فيها الغذاء إلى مقاومه كهربائية إذ تمر الكهربائية خلال المادة الغذائية بفرق جهد وتيار معينين وتتوزع الحرارة داخل كتلة المادة بشكل متجانس على العكس من استعمال الأسطح الساخنة عند استعمال الطرق التقليدية [5,6,7] .

ان انخفاض متطلبات الطاقة الكهربائية لجهاز التسخين الأومي واحتياجه إلى مساحة قليلة مقارنة بالأجهزة التقليدية الأخرى شغل انتباه العالم بنحو متزايد لصناعة الاغذية بتقنيه التسخين الأومي [8] .

بالإضافة إلى ذلك فان للتسخين الأومي فوائد أفضل من طرق التسخين الأخرى تتضمن التنسيق والتنظيم في التسخين وكفاءة الطاقة التي يعطيها والاختصار في التصميم وعدم حدوث ظاهرة التباطؤ الحراري فيه [9] . استخدام التقنية الكهربائية في تحضير الطعام تعطي طاقه أنظف وأكثر كفاءة وملانمة للبيئة من بعض الطرق التقليدية التي هي قيد الاستعمال حاليا [5] . وقد ركزت البحوث ألدنيته على تصميم وتطوير الكفاءة الحرارية الأومية للغذاء ووحدة التعقيم لعريه استكشاف كوكب المريخ [10,11] . وهدفت الدراسة الحالية الى تصميم وتصنيع جهاز لبسترة الحليب بالتسخين الاومي ودراسة كفاءته مقارنة مع الطرق الاخرى.

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

2- المواد وطرق العمل:

### جهاز بسترة الحليب بالتسخين الاومي

تم تصميم وتصنيع جهاز يقوم ببسترة الحليب بالتسخين الاومي الشكليين (1 و 2) و يتكون من الأجزاء التالية:  
خزان الحليب الخام ووحدة الضخ : الخزان مصنوع من الحديد غير القابل للصدأ 316 بقطر 0.40 m وارتفاع 0.60 m ذي جدارين. ومزود بفتحة من الأسفل لضخ الحليب عن طريق مضخة مصنوعة من البلاستيك المقاوم للحرارة تصريفها 20 لتر/دقيقة وقدرتها 70 واط إلى جميع أجزاء الجهاز ومرتبطة فيه أنبوب بلاستيكي حراري بقطر 0.02 m مزود بصمام مصنوع من الحديد غير القابل للصدأ Stainless steel ذي قطر 1.25 cm. اذ يستعمل لمنع رجوع الحليب إلى خزان الحليب الخام في حالة امتلاء المنظومة بالحليب وتوقف المضخة ويوضع هذا الصمام بين المضخة والمبادل الحراري.

### وحدة التبادل الحراري

وتتألف من وحدتين هما : وحدة التسخين الأولي Preheating التي تتكون من مبادل حراري أنبوبي ذي جريان عكسي Counter flow heat exchanger مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ 316 وهو عبارة عن أنبوب طوله 120 cm قطر الأنبوب الأول 1.25 cm يوضع في أنبوب قطره 3.75 cm مزود بأربع فتحات واحدة لدخول الحليب البارد وأخرى لخروجه ساخنا بدرجه 45 °C تقريبا . الفتحة الثالثة لدخول الحليب الساخن الذي درجة حرارته 72 °C القادم من وحدة التسخين الى المبادل الحراري والفتحة الرابعة هي لخروج الحليب من المبادل الى الصمام حيث التعبئة . وتم عزل المبادل الحراري باستخدام عازل من نوع الرغوة Foam سمك العازل المستخدم هو 0.05 m . وتم تصميم المبادل الحراري بالاعتماد على المعادلات التالية :

يحسب معامل انتقال الحرارة الكلي (U) overall heat transfer coefficient من المعادلة التالية :  
[12] .

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_a} + \frac{X}{K} + \frac{1}{h_b} \quad (1)$$

$h_a$ : معامل انتقال الحرارة بالحمل للحليب الساخن (  $W/m^2 \cdot ^\circ C$  ) ،  $h_b$ : معامل انتقال الحرارة بالحمل للحليب البارد (  $W$

$W/m^2 \cdot ^\circ C$  ) ،  $X$ : سمك الأنبوب (  $m$  ) ،  $K$ : معامل التوصيل الحراري للأنبوب (  $W/m \cdot ^\circ C$  )

$$Re = \frac{DV\rho}{\mu} \quad (2)$$

$$Nu = \frac{h_a D}{K} \quad (3)$$

$$Pr = \frac{c_p \mu}{K} \quad (4)$$

$$Nu = 1.62 \left( Re Pr \frac{D}{L} \right)^{0.33} \quad (5)$$

$$h_u = 1.62 \frac{K}{D} \left( Re Pr \frac{D}{L} \right)^{0.33} \quad (6)$$

الخصائص الفيزيائية للحليب تؤخذ عند معدل درجة الحرارة له mean bulk temperature

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

$R_e$  : رقم رينولد ،  $N_U$  : رقم نسلت ،  $P_r$  : رقم برانتل ،  $\mu$  : لزوجة الحليب ( Pa.s ) ،  $D$  : قطر الأنبوب ( m )  
 $v$  : سرعة الجريان ( m/sec. ) ،  $\rho$  : الكثافة ( kg/m<sup>3</sup> ) ،  $C_p$  : الحرارة النوعية للحليب ( J/kg.°C ) ،  $L$  : طول الأنبوب ( m ) ، وبالطريقة نفسها نحسب  $h_b$  .

يحسب المعدل اللوغاريتمي للفرق بدرجات الحرارة  $\Delta T_m$  من المعادلة التالية :

$$\Delta T_m = \frac{(T_{hi} - T_{co}) - (T_{ho} - T_{ci})}{\ln\left(\frac{T_{hi} - T_{co}}{T_{ho} - T_{ci}}\right)} \quad (7)$$

$$q = mc_p (T_{co} - T_{ci}) \quad (8)$$

$$q = U A \Delta T_m \quad (9)$$

$$A = q / U \Delta T_m \quad (10)$$

$$A = \pi D L \quad (11)$$

$$L = \frac{A}{\pi D} \quad (12)$$

$q$  : الطاقة الحرارية ( W ) ،  $T_{hi}$  : درجة حرارة الحليب الساخن الداخلة في المبادل الحراري ( °C ) ،  $T_{ho}$  : درجة حرارة الحليب المبرد الخارج من المبادل الحراري ( °C ) ،  $T_{co}$  : درجة حرارة الحليب الذي تم تسخينه الخارج من المبادل الحراري والذاهب الى وحدة التسخين ( °C ) .  $T_{ci}$  : درجة حرارة الحليب البارد الداخل الى المبادل الحراري ( °C ) ،  $A$  : المساحة ( m<sup>2</sup> ) ، ومعدل الحرارة المسترجعة في المبادل الحراري كانت بحدود 65 % وحسبت من العلاقة التالية:

$$\varepsilon_R = \frac{T_{co} - T_{ci}}{T_{hi} - T_{ci}} \times 100 \quad (13)$$

### وحدة التسخين :

هي الوحدة التي تجرى فيها عملية تسخين الحليب وإيصاله إلى درجة الحرارة المطلوبة والبالغة 72 °C ولمدة 15sec. وتتكون من أنبوب مصنوع من التفلون الحراري طوله 36 cm و قطره 5 cm يحتوي على أقطاب أربعة مصنوعة من الحديد المقاوم للصدأ 316. المسافة بين قطب وآخر 5.5 cm و قطر كل قطب 2 mm وصل الأقطاب مع بعضها بعض على التوازي ومثل الحليب المقاومة الكهربائية بين الأقطاب . زودت هذه الوحدة بمتحسس للحرارة مزود بثرموستات ينقلها إلى مقياس فيه مؤشر لقياس درجة الحرارة . وكذلك مزود من الأعلى بمقياس الضغط لقياس ضغط الحليب مقدر بـ bar .

المعادلة التالية التي من خلالها يمكن تحديد درجة حرارة الحليب الخارج من وحدة التسخين الاومي [13]:

$$\frac{aT + b}{aT_o + b} = e^{\left| \frac{a\pi d_c L}{m c_p} \right|} \quad (14)$$

$$a = \frac{|\Delta V|^2 d_c \sigma_o m^n}{4} - U'' \quad (15)$$

$$b = \frac{d_c |\Delta V|^2 \sigma_o}{4} + U'' \quad (16)$$

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

$|\Delta V|$ : التدرج بفرق الجهد على طول أنبوب التسخين ( V/m ) ،  $\sigma_0$  : التوصيل الكهربائي للحليب عند درجة حرارة  $0^\circ\text{C}$  ،  
 $d_0$  : قطر أنبوب التسخين ( m ) ،  $L$  : طول أنبوب التسخين ( m ) ،  $m'$  : ثابت تتعلق بالتوصيل الكهربائي  $a, b, c$  :  
 مكونات المعادلة 14 وحسب المعادلة التالية :

$$\sigma_L = \sigma_0 (1 + m^n T) \quad (17)$$

$\sigma_L$  : التوصيل الكهربائي للحليب ( S/m ) عند درجة حرارة  $T$  ،  $m'$  : الجريان لكثافة الحليب ( kg/sec. ) .  
 $U''$  : معامل انتقال الحرارة الكلي (  $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ) ويعتمد على المساحة الداخلية لأنبوب التسخين .

$$q = h_o A(T_{ins.} - T_a) \quad (18)$$

$$h_o = \frac{q}{A(T_{ins.} - T_a)} \quad (19)$$

$q$  : الطاقة الحرارية المفقودة ( W ) ،  $h_o$  : معامل انتقال الحرارة بالحمل بين العازل والجو ،  $T_{ins.}$ : درجة حرارة العازل (  $^\circ\text{C}$  )  
 $T_a$  : درجة حرارة الجو (  $^\circ\text{C}$  ) ،  $A$  : مساحة العازل (  $\text{m}^2$  ) ، ولحساب معامل انتقال الحرارة بالحمل (  $h_i$  ) يتم حساب رقم نسلت وكالاتي :

$$N_{Nu} = \frac{h_i D}{K} \quad (20)$$

$N_{Nu}$  : رقم نسلت ،  $K$  : التوصيل الحراري (  $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  ) ،  $D$  : القطر ( m )

يحسب رقم رينولد من العلاقة التالية :

$$N_{Re} = \frac{4m}{\pi \mu D} \quad (21)$$

ويحسب رقم برانتل من العلاقة التالية :

$$N_{Pr} = \frac{\mu c_p}{K} \quad (22)$$

$\mu$  : اللزوجة ( Pa.s )

ولكون درجة حرارة الحليب عند الدخول والخروج مختلفة وفي هذه الحالة يحسب معدل درجة حرارة الحليب لتحديد الخصائص الفيزيائية والحرارية للحليب .

$$T_f = \frac{T_{in} - T_w}{2} \quad (23)$$

$$N_{Nu} = 3.66 + \frac{0.085 \left( N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L} \right)}{1 + 0.045 \left( N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L} \right)} \left( \frac{\mu_b}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (24)$$

$\mu_b$  : لزوجة الحليب ( Pa.s ) ،  $\mu_w$  : لزوجة الحليب عند معدل درجة الحرارة ( Pa.s )

$$q = h_i A(T_{in} - T_w) \quad (25)$$

$T_w$  : درجة حرارة الحليب الداخل للأنبوبة (  $^\circ\text{C}$  ) ،  $T_{in}$  : درجة حرارة الحليب في الأنبوبة (  $^\circ\text{C}$  )

$$U = \frac{1}{\frac{r_3}{r_1 h_i} + \frac{r_3 \ln(r_2/r_1)}{K_A} + \frac{r_3 \ln(r_3/r_2)}{K_B} + \frac{1}{h_o}} \quad (26)$$

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

$r_1$  : نصف القطر الداخلي للاسطوانة ( m ) ،  $r_2$  : نصف القطر الخارجي للاسطوانة ( m ) ،  $r_3$  : نصف القطر الكلي مع العازل ( m ) ،  $K_A$  : التوصيل الحراري للأنبوب ( W/m.°C ) ،  $K_B$  : التوصيل الحراري للعازل ( W/m.°C ) .  
وحدة المسك :

تتكون من أنبوب قطرة 1 cm وطوله 4 m ذي شكل حلزوني . يعمل هذا الأنبوب على مسك الحليب على درجة حرارة 72 °C لمدة 15 sec. للتأكد من قتل الجراثيم المرضية وتثبيط الإنزيمات ولاسيما إنزيم الفوسفاتيز القاعدي . وحسب طول أنبوب المسك من المعادلة التالية [14] .

$$L_H = \frac{4V}{\pi D^2} \quad (27)$$

$$V = \frac{QHT}{3600 \eta} \quad (28)$$

$Q$  : معدل جريان الحليب ( m<sup>3</sup> / h ) ،  $HT$  : زمن المسك ( sec. ) ،  $L_H$  : طول أنبوب المسك ( m ) ،  $D$  : قطر الأنبوب الداخلي ( m ) ،  $V$  : حجم الحليب خلال  $Q$  و  $HT$  ( m<sup>3</sup> ) ،  $\eta$  : عامل الكفاءة و تؤخذ قيمته 0.85 .

### صمام السيطرة : Control valve

يجب أن يكون لجهاز البسترة القدرة على التحكم في درجة حرارة البسترة إذ لا يجب أن تتم البسترة على درجة حرارة اقل أو أعلى من درجة حرارة البسترة المطلوب الوصول إليها . وحتى يمكننا معرفة ما إذا كان الحليب قد تمت بسترته على درجة الحرارة المطلوبة أم لا فلقد زود الجهاز بصمام كهربائي مثبت مباشرة بعد أنبويه المسك (الحجز)، إذ لا يسمح بمرور الحليب إلا عند وصول درجه حرارة الحليب إلى 72 °C .

### وحدة السيطرة : Control unit

تتألف هذه الوحدة من مقياس لفرق الجهد وأخر للتيار ومقياسين لقياس لدرجة حرارة الحليب موديل XMTD-2301 الداخل إلى وحدة التسخين التي تثبتت في الجهة اليسرى للجهاز ومزودة بمزدوج حراري thermocouple من نوع نحاس - كونستان ومقياس أخر موديل Sassin (K)CA SC-3 ومزود أيضا بمزدوج حراري لقياس درجة حرارة الحليب في وحدة التسخين والداخل الى المبادل الحراري . وتقوم هذه المقاييس أيضا بقياس درجة حرارة الحليب الخارج من وحدة التسخين فضلا عن قياس درجة حرارة الحليب الخارج من المبادل الحراري. وتحتوي وحدة السيطرة أيضا على منظم فولتية و موصل كهربائي Contactor .

### 2 . التوصيل الكهربائي :

تم قياس التوصيل الكهربائي في طريقة البسترة التقليدية باستعمال جهاز Inolab Cond720 ولدرجات حرارية مختلفة . تم حساب التوصيل الكهربائي في جهاز التسخين الاومي من المعادلة التالية [16,15]

$$\sigma = \frac{IL}{VA} \quad (29)$$

$I$  : التيار ( A ) ،  $L$  : المسافة بين الأقطاب ( m ) ،  $V$  : فرق الجهد ( V ) ،  $A$  : مساحة المقطع ( m<sup>2</sup> ) ،  $\sigma$  : التوصيل الكهربائي ( S/m ) اجري الحساب على فروق جهد مختلفة ودرجات حرارية مختلفة .

3 . حساب زمن مكوث الحليب : حسب زمن مكوث الحليب في الجهاز من المعادلة التالية [17]:

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

$$t = \frac{\rho AL_d}{m} \quad (30)$$

$t$  : زمن المكوث ( sec. ) ،  $A$  : المساحة للمقطع العرضي ( $m^2$ ) ،  $L_d$  : طول الأنبوب ( $m$ ) ،  $m$  : الجريان للكتلة للحليب ( $kg/m^2.sec.$ )

4 . الإنتاجية : حسب إنتاجية الجهاز من خلال مجموع الحليب الخارج من الجهاز لكل ساعة وقيس بوحدة ( لتر / ساعة )

5 . عامل الأداء : ( SPC ) System Performance Coefficient

حسب عامل الأداء ( SPC ) من المعادلة التالية [18]:

$$SPC = \frac{Q_t}{E_g} \quad (31)$$

ويحسب  $E_g$  كالآتي [7] :

$$E_g = Q_t + E_{loss} = \sum \Delta V I t \quad (32)$$

$$Q_t = m c_p (T_{in} - T_w) \quad (33)$$

$m$  : الكتلة ( $kg$ ) ،  $T_f$  : درجة الحرارة النهائية ( $^{\circ}C$ ) ،  $T_i$  : درجة الحرارة الابتدائية ( $^{\circ}C$ ) ،  $V$  : فرق الجهد ( $V$ ) ،  
 $I$  : التيار ( $A$ ) ،  $E_g$  : الطاقة المجهزة للمنظومة ( $J$ ) ،  $Q_t$  : الطاقة المطلوبة لتسخين الحليب الى الدرجة الحرارية المطلوبة . ( $J$ )

6 . معدل التسخين : حسب معدل التسخين من خلال قسمة درجة الحرارة ( $^{\circ}C$ ) على الزمن اللازم للوصول لتلك الدرجة الحرارية [19].

$$H_r = \frac{T}{t} \quad (34)$$

فحوصات الحليب :

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 في قسم علوم الأغذية .

فحوصات الحليب الخام :

أ - فحص التخثر عند الغليان : اجري هذا الفحص وفق الطريقة المتبعة من قبل الشيببي وآخرين [20] على عينة الحليب الخام فقط .

ب - فحص التعكير : اجري هذا الفحص حسب الطريقة الموصى بها من قبل الشيببي وآخرين [20] على عينة الحليب الخام فقط .

الفحوصات الكيميائية : شملت الفحوصات الكيميائية ما يلي :

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

أ - تقدير الرطوبة :

قدرت النسبة المئوية للرطوبة حسب الطريقة المذكورة في [21] باستعمال فرن التجفيف الكهربائي على درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$  والى حين ثبات الوزن لعينة الحليب الخام والحليب المبستر والمقارنة بين الوزنين .

ب - تقدير البروتين : تم تقدير البروتين بطريقة كدال شبة الرقيقة وفق الطريقة المتبعة من [22] على عينة الحليب الخام والمبستر .

ج - تقدير الدهن : قدرت النسبة المئوية للدهن باستعمال قنينة كيرير وفق الطريقة المتبعة من [22] على عينة الحليب الخام و المبستر .

د - تقدير سكر اللاكتوز : قدر سكر اللاكتوز عن طريق حساب الفرق بين المكونات كما ذكرها [23] لعينة الحليب الخام والمبستر .

هـ - تقدير الرماد : قدر الرماد بحرق عينة الحليب الخام والحليب المبستر في جهاز الترميد بدرجة حرارة  $525^{\circ}\text{C}$  على وفق الطريقة المتبعة من [22] .

تقدير بعض صفات الحليب :

أ . تقدير الحموضة : حسب حموضة الحليب الخام والحليب المبستر بعد فترة خزن قدرها ثمانية عشر يوماً . وفق الطرق التسحيحية التي أوصى بها [22] .

ب . تقدير الدالة الحامضية : قدرت الدالة الحامضية لعينة الحليب الخام والمبستر وبعد الخزن البالغة 15 يوماً باستعمال جهاز pH-meter وحسب الطريقة الموصى بها من [22] .

ج - الكشف عن وجود أنزيم الفوسفاتيز : تم الكشف عن وجود أنزيم الفوسفاتيز لعينات الحليب الخام و المبستر وفق الطريقة الإنزيمية والتي تطلبت استخدام العدة الجاهزة ( Kit ) والمجهزة من شركة Egyptian Company for Biotechnology .

الفحوصات الميكروبية : أجريت الفحوصات المايكروبيولوجية على الحليب الخام والمبستر وبعد المدة الخزن البالغة 15

يوماً وقد استعملت طريقة الصب بالأطباق لحساب عدد الأحياء المهجرية في عينات الحليب المأخوذة [24]

العينات ( النماذج ) : أخذت ( 11 مل ) من عينات الحليب الخام و المبستر المختلفة وأضيف إليها ( 99 مل ) من ماء البيبتون الذي يحتوي على 0.1 % بيتون تحت ظروف معقمة ومزجت العينة جيداً ومن ثم أجريت التخفيف العشرية البالغة ثلاثة تخفيف للحليب الخام وثلاثة تخفيف للحليب المبستر واستخدمت ماصات وأنايب اختبار معقمة لذلك .

تقدير العد الكلي للأحياء المجهرية : استعمل الوسط أزرعي الأكار المغذي Nutrient Agar المجهز من شركة

Himedia الهندية والمحضر بإذابة 28 غراماً منه في لتر واحد من الماء المقطر والمعقم بالمؤصدة على درجة حرارة

$121^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 min وسطاً زراعياً لحساب العدد الكلي للميكروبات ثم الحضان على درجة حرارة  $37^{\circ}\text{C}$  و 55 لمدة

48 h - 24 . بعدها تحسب الإعداد البكتيرية النامية



## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

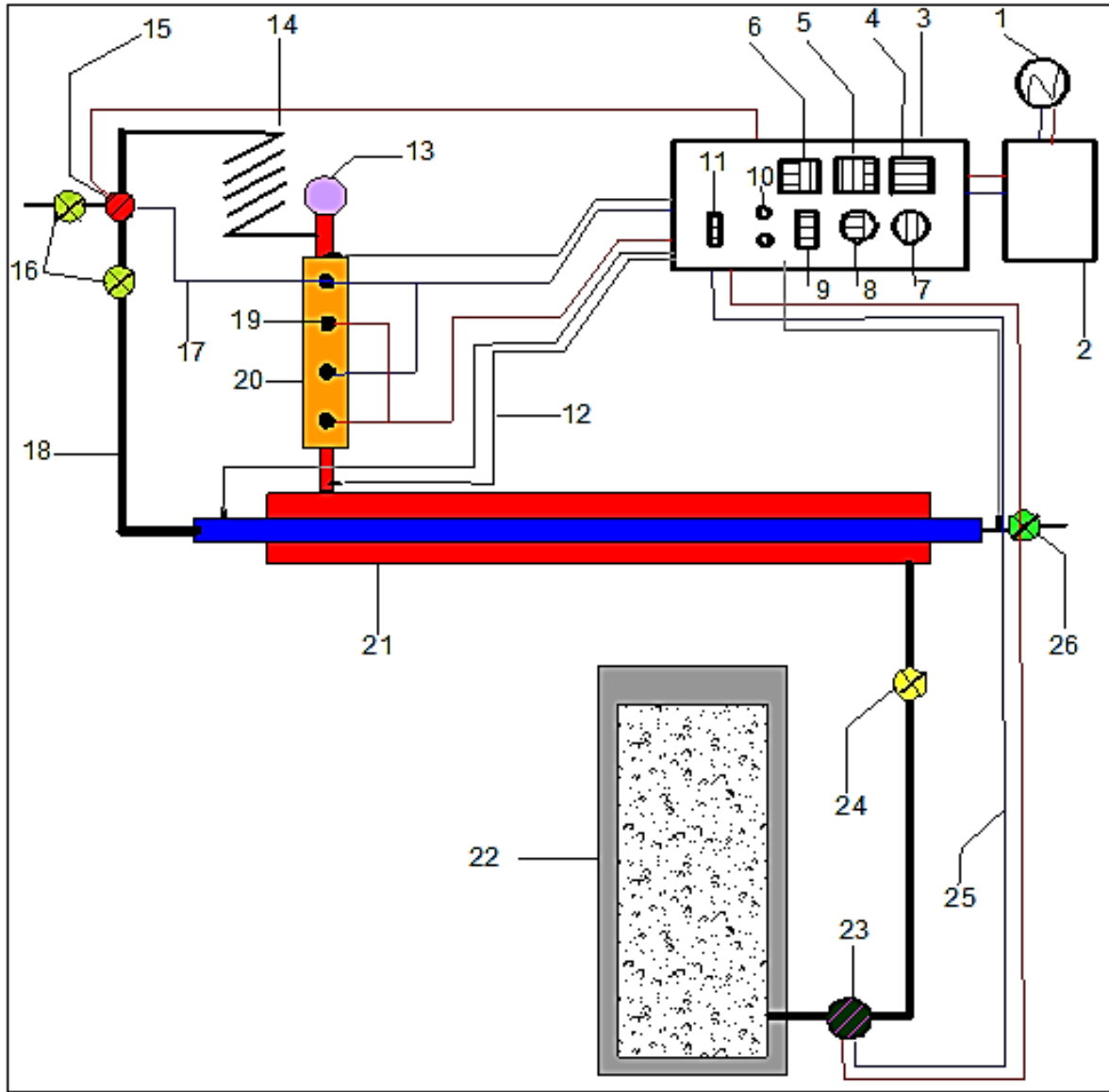
تقدير بكتريا القولون: جهاز الوسط Macon key Agar من شركة Himedia الهندية وحضر بإذابة 51.5 غرام منه في لتر واحد من الماء المقطر ثم عقم بالمؤصدة على درجة  $121^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 min ثم الحضان على درجة حرارة  $37^{\circ}\text{C}$  ولمدة 24 - 48 h بعدها تحسب الإعداد البكتيرية النامية .

تقدير بكتريا المكورات العنقودية الذهبية: جهاز الوسط Staphylococcus Medium No. 110 من شركة Himedia الهندية وحضر بإذابة 148 غم في لتر من الماء المقطر ثم عقم بالمؤصدة على درجة  $121^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 min ثم الحضان على درجة حرارة  $37^{\circ}\text{C}$  ولمدة 24 - 48 h بعدها تحسب الإعداد البكتيرية النامية

تقدير الأعفان: جهاز الوسط Malt Extract Agar من شركة Himedia الهندية وحضر بإذابة 51.5 غرام منه في لتر واحد من الماء المقطر ثم عقم بالمؤصدة على درجة  $121^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 min. ثم الحضان على درجة حرارة  $28^{\circ}\text{C}$  - 25 ولمدة 48 - 72 h. بعدها تحسب الإعداد النامية .

تقدير الخمائر: جهاز الوسط Yeast Extract Agar من شركة Himedia الهندية وحضر بإذابة 51.5 غرام منه في لتر واحد من الماء المقطر ثم عقم بالمؤصدة على درجة  $121^{\circ}\text{C}$  لمدة 15 min. ثم الحضان على درجة حرارة  $28^{\circ}\text{C}$  - 25 ولمدة 48 - 72 hr بعدها تحسب الإعداد النامية .

استعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة لتحليل بيانات التجربة وللصفات جميعها واختبار R.L.S.D على مستوى معنوية 0.01 بوساطة برنامج SPSS [25].



- |                    |                                 |                     |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1. مصدر كهربائي AC | 9. قاطع دورة كهربائي            | 17، 25. سلك كهربائي |
| 2. منظم فولتية     | 10. مصابيح                      | 18. أنبوب           |
| 3. لوحة سيطرة      | 11. مفتاح كهربائي لتشغيل المضخة | 19. أقطاب كهربائية  |
| 4. مقياس حرارة 1   | 12. مزدوجات حرارية              | 20. أنبوب تفلون     |
| 5. مقياس حرارة 2   | 13. مقياس ضغط                   | 21. مبادل حراري     |
| 6. مقياس حرارة 3   | 14. أنبوب المسك                 | 22. خزان الحليب     |
| 7. مقياس فولتية    | 15. صمام كهربائي                | 23. مضخة            |
| 8. مقياس تيار      | 16. صمامات يدوية                | 24. صمام عدم الرجوع |
|                    | 26. صمام خروج الحليب            |                     |

شكل ( 1 ) : رسم تخطيطي لجهاز بسترة الحليب بالتسخين الأومي.



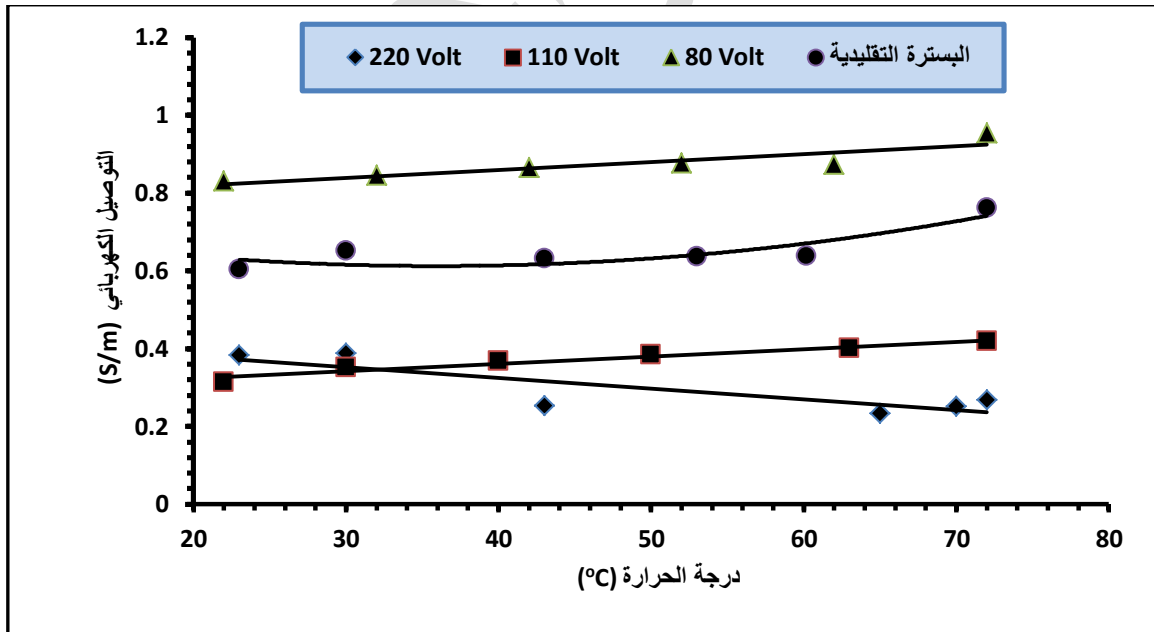
شكل ( 2 ) : صورة فوتوغرافية لجهاز بسترة الحليب بالتسخين الاومي .

3- النتائج والمناقشة:

التوصيل الكهربائي Electrical conductivity

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

يلاحظ من الشكل (3) ان التوصيل الكهربائي للحليب ازداد مع زيادة درجات الحرارة في البسترة التقليدية السريعة و التسخين الأومي عند 110 V ، 80 V أما في 220 V فقد انخفض التوصيل الكهربائي مع زيادة درجات الحرارة. وظهر من الشكل أن التوصيل الكهربائي عند 220 V وصل إلى 0.4 S/m في درجة حرارة 22 °C ثم بدأ بالانخفاض مع زيادة درجات الحرارة حتى وصل 0.25 S/m عند 72 °C. مما يعني ذلك إلى وجود طبقة الترسبات على الأقطاب الكهربائية بسبب الجهد العالي إذ ان هذه الترسبات تسهم بشكل كبير في انخفاض التوصيل الكهربائي وتعيق وصول التيار الكهربائي إلى الحليب وبالتالي انخفاض التيار المار في الحليب الذي يحتوي على بروتينات الشرس التي تتأثر كثيرا بدرجات الحرارة العالية مما تعاني من دنثرة على الأقطاب فتسبب تكون الترسبات ويؤدي بالتالي إلى انخفاض التوصيل الكهربائي مع زيادة درجات الحرارة وهذا يتفق مع [26] الذي بين ان التوصيل الكهربائي ينخفض مع ارتفاع شدة المجال الكهربائي بسبب وجود طبقة الترسبات المعروفة بـ Fouling الناتجة عن دنثرة بروتينات الشرس. أما التسخين الأومي في 110 V فقد لوحظ ان التوصيل الكهربائي كان اقل من 0.4 S/m عند درجة حرارة 22 °C ومع ذلك فان هناك زيادة في التوصيل الكهربائي ويرجع تفسير ذلك إلى قلة تكون الترسبات على الأقطاب . وفي حالة 80 V لوحظ إن التوصيل الكهربائي قد ازداد مع زيادة درجة الحرارة إذ بلغ 0.8 S/m في درجة حرارة 22 °C وبلغ 0.91 S/m عند درجة حرارة 72 °C وهذا يتفق مع [27] الذين بينوا بان التوصيل الكهربائي يزداد عند فرق الجهد الواطئ في التسخين الأومي ويعود تفسير ذلك إلى قلة أو انعدام طبقة الترسبات على الأقطاب مما يسهم بشكل كبير في مرور التيار إلى الحليب وبالتالي زيادة التوصيل الكهربائي. أما بالنسبة للبسترة التقليدية السريعة فنلاحظ إن التوصيل الكهربائي قد ازداد مع زيادة درجات الحرارة وبلغ التوصيل الكهربائي 0.6 S/m عند درجة حرارة 22 °C ثم بدأ بالارتفاع مع زيادة درجات الحرارة المختلفة حتى وصل إلى 0.75 S/m عند درجة حرارة البسترة 72 °C ويعود السبب إلى عدم وجود مواد تعيق مرور التيار الكهربائي في اثناء القياس بالجهاز.

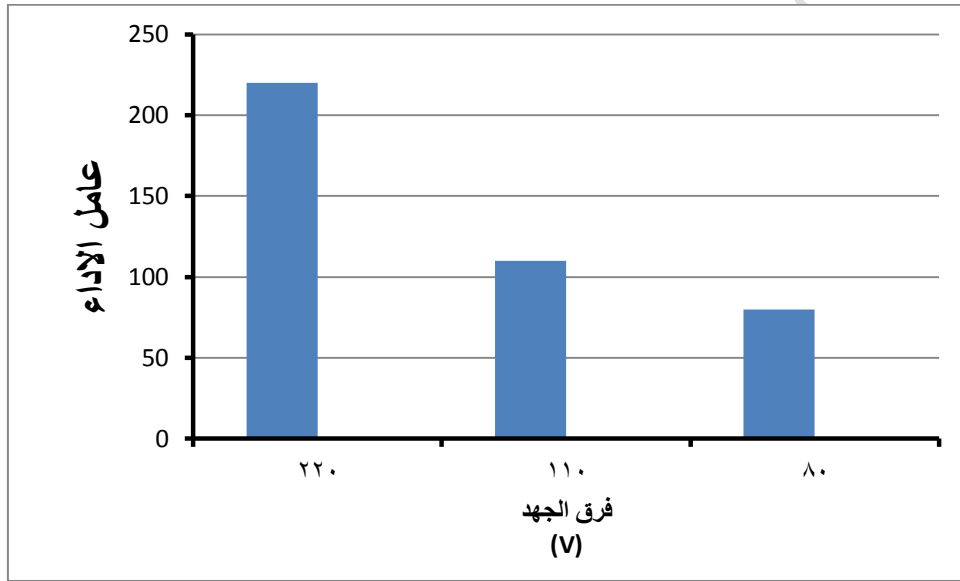


شكل (3) : العلاقة بين التوصيل الكهربائي ودرجة الحرارة لفرق الجهد 220 V ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية السريعة

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

### عامل الأداء Performance factor:

يبين الشكل (4) ان عامل الأداء انخفض معنوياً ( $P \leq 0.05$ ) مع زيادة فرق الجهد المطبق . ففي التسخين الأومي عند 80 V بلغ عامل الأداء 0.82 ثم انخفض إلى 0.7 عند 110 V ثم وصل إلى 0.59 عند 220 V. وهذا يعود إلى زيادة الفقد بالطاقة في التسخين الأومي عند 220 V وهذا يتفق مع [28,7] الذين بينوا أن زيادة فرق الجهد أدى إلى انخفاض عامل الأداء .



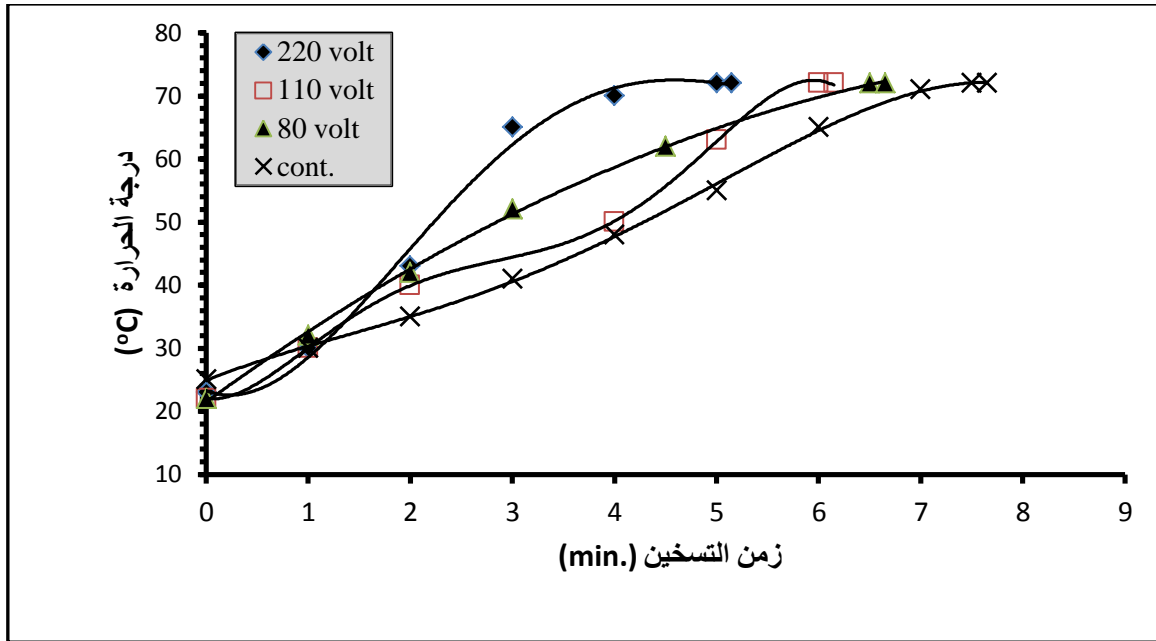
شكل ( 4 ) : عامل الأداء عند فروق الجهد 220 V ، 110 ، 80

### درجة حرارة الحليب Milk Temperature

يلاحظ من الشكل (5) انه عند استعمال التسخين الأومي بفروق جهد 220 V ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية السريعة . ازدادت درجة الحرارة معنوياً ( $P \leq 0.05$ ) مع زيادة زمن التسخين عند استعمال التسخين الأومي بفروق جهد 220 V ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية السريعة . فبعد مرور دقيقة من التسخين كانت درجة حرارة الحليب 30 ، 30 ، 30 ، 32 للتسخين الأومي بفروق جهد 220 ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية على التوالي وبعد مرور 5 min بلغت درجة حرارة الحليب 55 ، 72 ، 63 ، 65 على الترتيب . ولغرض الوصول إلى درجة حرارة البسترة 72 °C تطلب زمناً مقداره 7.65 ، 5.15 ، 6.15 ، 6.65 على التوالي وهذا يتفق مع [29,28,7] الذين بينوا ان درجة الحرارة تزداد مع زيادة فرق الجهد وانخفاض زمن التسخين اللازم . لكن قد يزداد زمن التسخين على الرغم من فرق الجهد العالي المطبق على الحليب وهذا ما حصل عند فرق الجهد 110V إذ كان أبداً من 80 V عند زمن بين 2-5 min ويرجع ذلك إلى طبقة الترسبات التي تتكون حول أقطاب التسخين إذ يحصل تباطؤ بسيط بارتفاع درجة الحرارة وزيادة زمن التسخين إذ تحدث دنترة لبروتينات الشرش على الأقطاب الكهربائية مما تكون عائقاً لمرور التيار الكهربائي بالمقدار الكافي وبالتالي

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

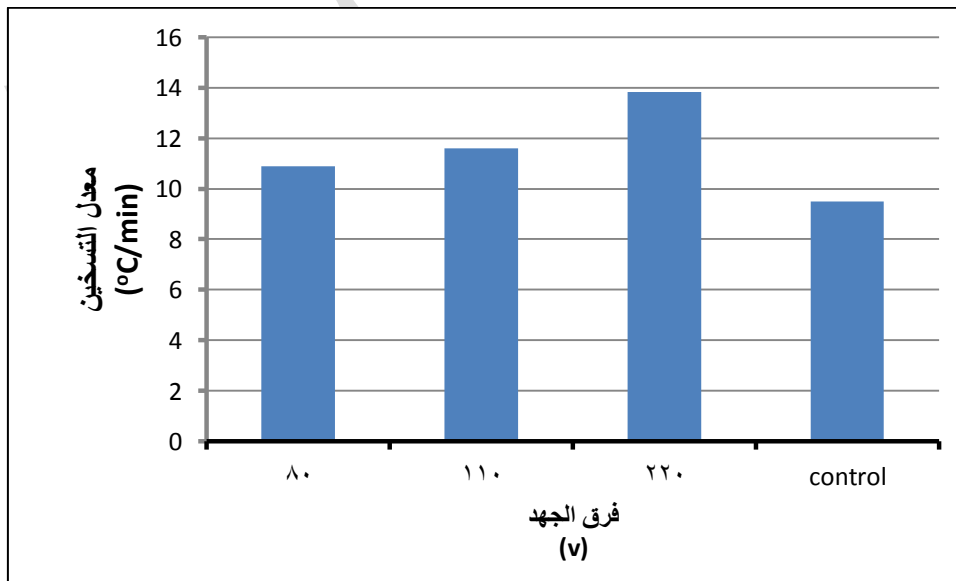
يحصل تباطؤ بارتفاع درجة الحرارة وزيادة زمن التسخين نسبيا . ومن المعادلة (14) في فصل مواد وطرق العمل وجد ان درجة الحرارة النظرية هي  $71.83^{\circ}\text{C}$  وهي مقاربة جدا الى درجة حرارة البسترة المطلوبة وهي  $72^{\circ}\text{C}$ .



شكل ( 5 ) : العلاقة بين درجة الحرارة و زمن التسخين الأومي لفروق الجهد 220 V ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية السريعة

### معدل التسخين Heating rate

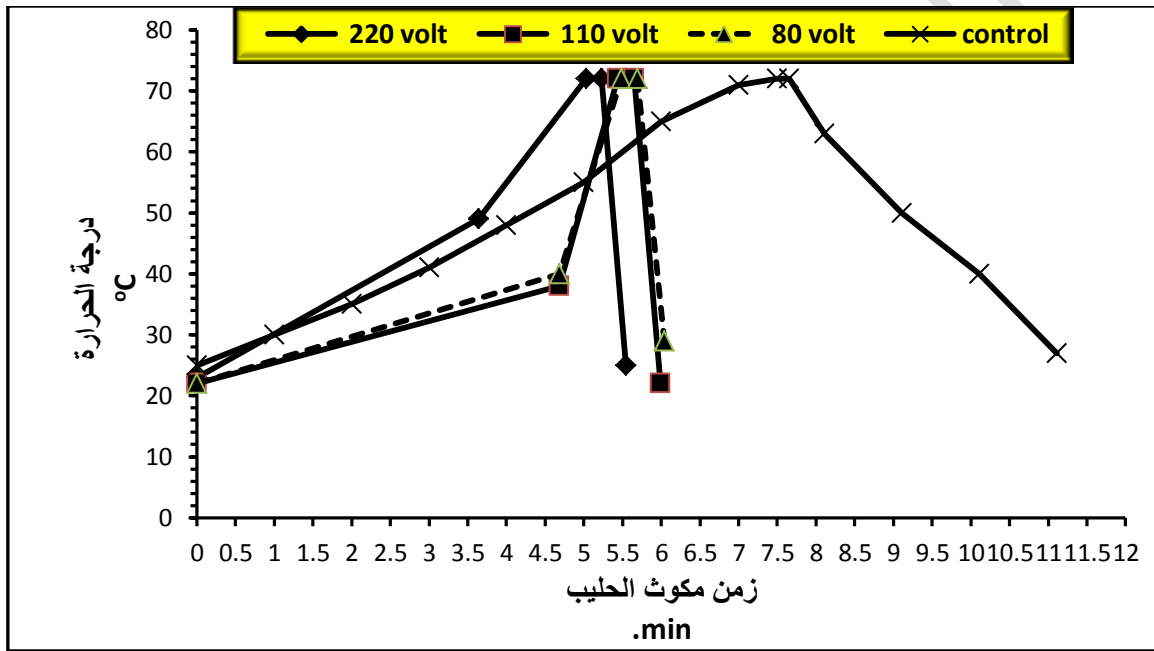
يوضح الشكل (4) إن معدل التسخين قد ازداد معنوياً ( $P \leq 0.05$ ) مع زيادة فرق الجهد فعندما كانت فروق الجهد 80 ، 110 ، 220 V كان معدل التسخين  $10.9$  ،  $11.61$  ،  $13.84^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . وكانت العلاقة بين فرق الجهد ومعدل التسخين طردية ويعامل ارتباط  $0.991$ .



شكل ( 6 ) : العلاقة بين معدل التسخين وفرق الجهد على 220 V ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية السريعة

زمن مكوث الحليب:Holding time:

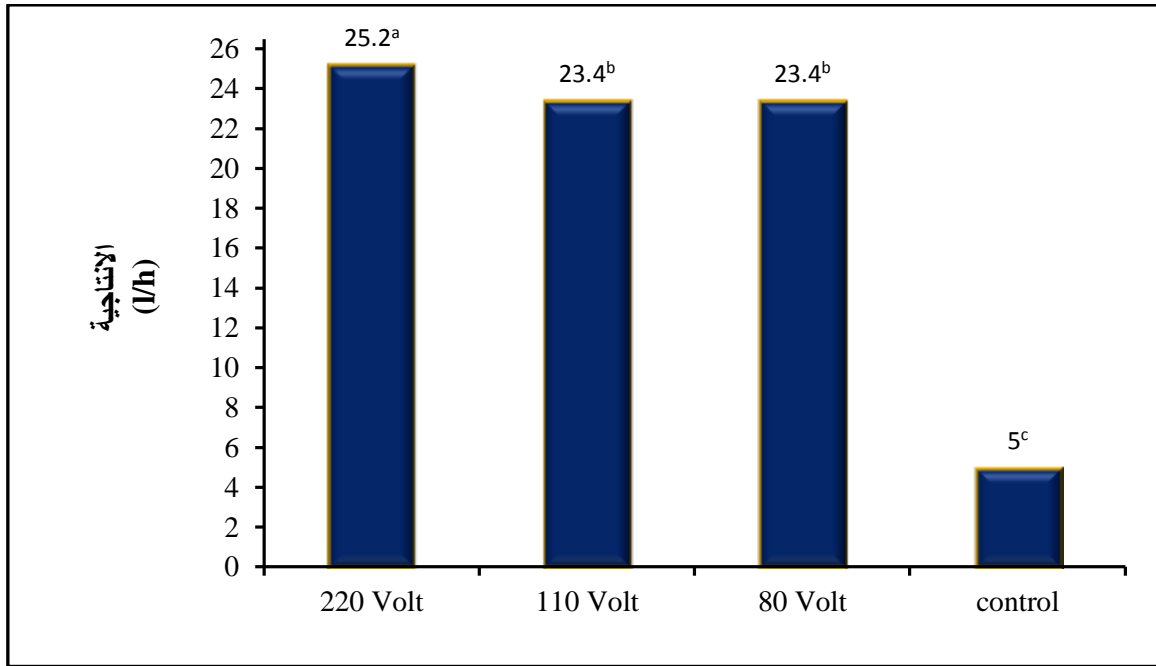
يوضح الشكل (7) أن الزمن اللازم لمكوث الحليب على 220 V في جميع أجزاء الجهاز كان 5.54 min. أما في التسخين الأومي عند 110 V كان الزمن اللازم لمكوث الحليب في جميع أجزاء الجهاز هو 6 min. وفي التسخين الأومي عند 80 V كان الوقت اللازم لرفع درجة حرارة الحليب في المبادل الحراري من 22 °C إلى 40 هو 4.68 min و للوصول إلى درجة حرارة البسترة 72 °C في وحدة التسخين الأومي تطلب زمنا مقداره 5.48 min. ثم انخفضت درجة الحرارة إلى 22 °C نتيجة التبادل بين الحليب المبستر والحليب البارد واستغرق الزمن حوالي 0.34 min. في البسترة التقليدية السريعة تطلبت عملية تسخين الحليب وتبريده زمنا مقداره 11.11 min للوصول إلى درجة حرارة 72 °C.



شكل (7) : العلاقة بين درجة الحرارة وزمن مكوث الحليب في جهاز التسخين الاومي لفروق الجهد 220 V ، 110 ، 80 والبسترة التقليدية السريعة

الإنتاجية Productivity

نلاحظ من الشكل (8) زيادة إنتاجية الحليب بزيادة فرق الجهد في التسخين الأومي وبلغت الإنتاجية 25.2 L/h في التسخين الأومي عند 220V وانخفضت إلى 23.3 L/h في كل من 110 V ، 80 ويرجع السبب إلى السرعة العالية في التسخين عند البسترة على 220 V وان زيادة الإنتاجية يعتمد على زمن مكوث الحليب في الجهاز وهذا يتناسب عكسيا معها إذ كلما يقل زمن المكوث تزداد الإنتاجية وبالعكس . أما في 110 V ، 80 فلم تظهر فروق معنوية بينهما ونستنتج من ذلك انه لا توجد فروقات كبيرة في معدل الإنتاج بالنسبة لجميع فروق الجهد المختلفة في التسخين الأومي وبالتالي يمكن الاعتماد على 80 V في التسخين باعتباره فرق الجهد المثالي في تسخين الحليب بالإضافة إلى إن استعمال التسخين الأومي على 80V ينتج حليب خاليا من روائح الحروق والترسبات وذا نوعية أفضل وكذلك استهلاك الطاقة الكهربائية يكون اقل . وأعطت البسترة التقليدية السريعة اقل إنتاجية مقارنة مع التسخين الأومي عند فروق الجهد المختلفة . بلغت 5 L/h وهذا الاختلاف يرجع إلى أن الإنتاج في الطريقة التقليدية السريعة يكون بصورة بطيئة على شكل دفعات.



شكل ( 8 ) : انتاجية جهاز التسخين الاومي عند فروق الجهد 220 V ، 110 ، 80 والبسترة التقليدية السريعة

#### التركيب الكيميائي للحليب المبستر :

الجدول (1) يبين التركيب الكيميائي للحليب قبل وبعد البسترة وعلى فروق جهد مختلفة 220 V ، 110 ، 80 والبسترة التقليدية السريعة إذ نلاحظ أن البروتينات تتأثر عند التسخين على 220 V لشدة التسخين وحدوث الدنترة ، أما في التسخين الأومي عند 110 V فان البروتين كان اقل تأثيراً من 220 V نتيجة قلة الدنترة بسبب قلة شدة التسخين الحراري . وفي 80 V كان البروتين اقل تأثيراً من 220 V ، 110 بسبب شدة التسخين المنخفضة بالمقارنة مع فروق الجهد السابقة . أما البسترة التقليدية السريعة فقد كانت نسبة البروتين مقارنة لفروق الجهد 80 V . أما بالنسبة لدهن الحليب فأنه لا يتأثر في جميع فروق الجهد 220 V ، 110 ، 80 والبسترة التقليدية السريعة وان انخفاض نسبة الدهن عند البسترة بالتسخين الأومي يرجع إلى بقاء أجزاء من الدهن في الجهاز بسبب الانحناءات والالتصاق بالانابيب . أن سكر اللاكتوز لم يتأثر بدرجة حرارة البسترة [20] إلا إن التبخير الحاصل في نسبة الرطوبة يؤدي بالنتيجة إلى تركيز سكر اللاكتوز في الحليب نتيجة التسخين على فرق جهد عال إذ كانت نسبة اللاكتوز في الحليب قبل البسترة 5.02% ثم ارتفعت إلى 7.1 ، 6.9 ، 6.2 و 6.0 بعد البسترة على 220 V ، 110 ، 80 و البسترة التقليدية على التوالي . وهذا مقارب لما توصل إليه [30] الذي بين أن لارتفاع درجات الحرارة تأثيراً على تركيز لاکتوز الحليب إذ يزداد مع الارتفاع السريع لدرجات الحرارة . إن النسبة المئوية للرماد تتأثر بدرجة حرارة البسترة أو التعقيم إذ يلاحظ من الجدول (1) أن نسبة الرماد في الحليب الخام 0.68% وقد ارتفعت إلى 0.73% في الحليب المبستر على 220 V وانخفضت إلى 0.69% في الحليب المبستر على 110 V وهي نفسها على 80 V بينما في البسترة التقليدية كانت نسبة الرماد 0.71% . وهذا يتفق مع محمد علي وآخرون [31] . يتبين من الجدول (1) النسبة المئوية للرطوبة قبل البسترة وبعدها إذ يلاحظ من الجدول أن النسبة المئوية للرطوبة في الحليب الخام كانت 87.0% وقد انخفضت إلى 85.0% في الحليب المبستر على 220 V وأصبحت 85.2% للحليب المبستر على 110 V و 85.9% للحليب المبستر على 80 V و 86.0% للبسترة التقليدية . ونتيجة للفروق بين



## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

درجتي حرارة الحليب الخام وجهاز البسترة فأن ذلك يؤدي إلى تبخر جزء من ماء الحليب نتيجة لتعرض الحليب إلى درجات حرارة البسترة عند مروره في أنبوب التسخين ( أنبوب البسترة ) [20] .

جدول ( 1 ) النسب المئوية لمكونات الحليب قبل وبعد البسترة على 80, 110, 220 V والبسترة التقليدية.

التركيب الكيميائي	قبل البسترة	البسترة على 220 V	البسترة على 110 V	البسترة على 80 V	البسترة التقليدية
البروتين	3.6 <sup>أ</sup>	3.5 <sup>أ</sup>	3.54 <sup>أ</sup>	3.58 <sup>أ</sup>	3.57 <sup>أ</sup>
الدهن	3.7 <sup>أ</sup>	3.6 <sup>ب</sup>	3.6 <sup>ب</sup>	3.6 <sup>ب</sup>	3.7 <sup>أ</sup>
اللاكتوز	5.02 <sup>أ</sup>	7.1 <sup>ب</sup>	6.9 <sup>ج</sup>	6.2 <sup>د</sup>	6.0 <sup>هـ</sup>
الرماد	0.68 <sup>أ</sup>	0.73 <sup>ب</sup>	0.69 <sup>ج</sup>	0.69 <sup>د</sup>	0.71 <sup>هـ</sup>
الرطوبة	87.0 <sup>أ</sup>	85.0 <sup>ب</sup>	85.2 <sup>ج</sup>	85.9 <sup>د</sup>	86.0 <sup>هـ</sup>

الاحرف المتشابهة تشير الى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.01.

الاحرف المختلفة تشير الى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.01.

الأعداد الميكروبية للحليب :

نلاحظ من الجدول (2) خلو الحليب المبستر على فروق الجهد المختلفة 220V ، 110 ، 80 ، والبسترة التقليدية السريعة من الاحياء المجهرية باستثناء العد الكلي للبكتريا في البسترة التقليدية السريعة فقد كان هناك عدد من المستعمرات المتبقية عدم وجود انزيم الفوسفاتيز بعد عملية البسترة للطرائق جميعها مما يدل على كفاءة التسخين الأومي في القضاء على جميع الميكروبات .

جدول ( 2 ) الأعداد الميكروبية (عدد/مل) وانزيم الفوسفاتيز للحليب قبل وبعد البسترة على 80, 110, 220 V والبسترة التقليدية.

اسم الوسط الزرعي	قبل البسترة	البسترة على 220 V	البسترة على 110V	البسترة على 80 V	البسترة التقليدية
العد الكلي للبكتريا	114×10 <sup>3</sup>	-	-	-	1×10 <sup>1</sup>
عد بكتريا القولون	99×10 <sup>3</sup>	-	-	-	-
عد بكتريا المكورات العنقودية	98×10 <sup>3</sup>	-	-	-	-
عد الأعفان	0.01×10 <sup>3</sup>	-	-	-	-
عد الخمائر	0.01×10 <sup>3</sup>	-	-	-	-
انزيم الفوسفاتيز	+	-	-	-	-

### المصادر References :

[1] النمر ، طارق مراد. الألبان النظرية والتطبيق مكتبة بستان المعرفة لطبع ونشر وتوزيع الكتب، جامعة الاسكندرية ، مصر. ( 2003 ) .

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

- [2] الدهان ، عامر حميد سعيد. هندسة معامل الأغذية والألبان مطبعة سيما \_ روتوماكا تورسي \_ فرنسا. (1981).
- [3] محمود ، إبراهيم أحمد . الحليب السائل (العملي) مطبعة دار الحكمة للطباعة ، جامعة البصرة ، البصرة - العراق . (1986).
- [4] الحلفي ، اسعد رحمان والتميمي ، عمار بدران والسريخ ، علاء عبد الحسين .مجلة أبحاث البصرة (العلميات) العدد (36) ، الجزء (3) . (2010).
- [5] Shirsat , N ., Lyng , J. G ., Brunton , N. P., McKenna , B . *Meat Science*,67,507-514(2004).
- [6] Leizeron , S. and Shimoni , E.. *J. Agric Food ohem* . 53 : 4012 - 2018 . (2005) .
- [7] Icier , F. & Ilicali , C . *European Food Research and Technology* , 220 : 406 – 414 . (2005) .
- [8] Sastry, S.K. (2007) .Ohmic heating . *Encyclopedia of Agricultural, Food, Biological Engineering*, 1(1), 707-711.
- [9] Sastry , S . K .; & Palaniappan , S . *Journal of Food Process Engineering* ,15 ,241-261 . (1992) .
- [10] Jun , S .; & Sastry , S . K . *Journal of Food Engineering*,28(4),417-436 . (2005).
- [11] Jun , S . ; & Sastry , S . K . *Journal of Food Engineering* , 80 , 1199 -1205. (2007) .
- [12] Fellows, P. *Food Processing Technology—Principles and Practice* , 2<sup>nd</sup> edition , DC , Wood head , Cambridge , England . (2000).
- [13] Berk , Z. *Food Engineering and technology . Food science and Technology international series, AP.* (2009) .
- [14] Teknotext , A. B. *Dairy Processing Handbook Tetrapak Processing systems AB* . Lund Sweden , 263 – 278 . (1995) .
- [15] Wang , W . C.; & Sastry , S . K. *Journal of Food Engineering* , 20.( 1993), 311-323.
- [16] Icier, F.; Yildiz, H.; Baysal, T. *Journal of Food Engineering*, 85, 410–417. (2008).
- [17] Maroulis , Z.B. and Saravacos , G. D . *Food process Design* . Marcel Dekker , Inc . U.S.A . (2003 )
- [18] Icier,F. and Ilicali,C.*Journal of food procees engineering*,27(3),159-180. .(2004).
- [19] Halleux , D.G.; Piette , M.L.; Butean ,D.M. *Canadian Biosystems Engineering* Vol.47. (2005).
- [20] الشبيبي ، محسن محمد علي و شكري ، نزار أحمد و طعمه ، صادق جواد و علي ، هيلان حمادي . مبادئ الألبان العامة .مؤسسة دار الحكمة للطباعة والنشر جامعة الموصل ، الموصل - العراق . (1980).
- [21] AOAC. (*Association of Official Analytical Chemists*) . Official methods of analysis. 13<sup>th</sup> ed., Washington, DC, USA. . (1980).
- [22] Egan , H. ; Kirk , R. S. & Sawyer , R. (1988) . *Peasor chemical analysis of food* . 8<sup>th</sup> Ed . *Reprinted Longman scientific and technical* , UK
- [23] Pearson , D. (1976) . *The chemical analysis of food* , 7<sup>th</sup> Ed . Churchill living stone , Edinburgh , London and New York .
- [24] ألشريف ، حسن رحيم ومحمد ، سالم حسين ( 1992 ) . مايكروبايولوجي الألبان (العملي) دار الحكمة للطباعة ، جامعة البصرة ، البصرة - العراق .
- [25] SPSS , (2009) . *Spss statistical package for window ver. 17* . Chicago : Spss, Inc
- [26] Novy . M.; Zitny . R . *Identification of fouling model in flow of milk at direct ohmic heating , CTU in Prague , Faculty of Mechanical Engineering , Process Engineering Department .Technicka 4, 16607 Prague 6* .(2004).
- [27] Castro, I ., J. A . Teixeira , et al . *J. Food Process Eng.* 26(1): 17-29. (2003).

## البحث مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) 2012

- [28] Hosain ,D .; Adel , H.; Farzad ,N.; Mohammad, H.K.; Hosain ,T.. *Published by Canadian Center of Science and Education* Vol. 5, No. 1; February (2011).
- [29] Kong,Y.Q. ; Dong, Li. ; Wang, L.J. ; Bhandari ,B. ; Chen,X.D. ; Mao, Z.H . *Journal of Food Engineering* ,Volume 4, Issue3. (2008).
- [30] Siddique , F.; Anjum , F . M .; Huma , N .; and Jamil , A. *J . Agri Biol.*, Vol. 12, No. 3,( 2010)
- [31] محمد علي ، عامر و الشبيبي ، محسن محمد علي و طعمه ، صادق جواد والعمر ، محمود عبد. كيمياء الألبان مديرية مطبعة جامعة الموصل ، الموصل - العراق . ( 1984 ) .

البحر  
العلمي  
والاخر  
البحر

## **Designing and Manufacturing Milk Pasteurization Apparatus by Ohmic Heating and studying Its Efficiency**

**Asaad R.S.Al-Hilphy Haider I.Ali Ghassan F. Mohsin**

**Food Science – Agric. Coolege – Basrah Univ. – Basrah - Iraq**

### **Abstract**

A device for pasteurizing milk by ohmic heating was designed, manufactured, and its efficiency was studied and tested. This device pasteurizes milk and consist of the following parts : raw milk tank made of stainless steel double jacket of 25L capacity, feed pump , heat exchanger of 120 cm length and 1.25 cm diameter , heating tube made of Teflon of 36 cm length and 5cm diameter .and stainless steel electrodes that heat milk at three different voltage 220 ,110,80 V . These electrodes are organized in the tube in parallel way and the distance between them is 5.5cm. The device also included a holding tube of 4cm length and 1cm diameter to hold milk for 15sec. at 72°C .It has an electric valve , delivery valve and manual valves. The results have shown the following: The perfect voltage for milk pasteurization by using ohmic heating is 80V which gave milk of good quality , while 110, 220V gave milk of bad quality. The electric conductivity and trend are increased with the increase of temperature in the ohmic heating at 220,110,80V and decreased with the increase of temperature at 220V. The period of keeping milk in the device decreased with the increase of voltage in the ohmic heating which was less than HTST. Heating speed increased as applied potential difference increased and it was higher when using heating for all potential differences than conventional heating and HTST. Productivity amounted to ohmic heating device when 220, 110, 80V and conventional pasteurization rapid 25.2, 23.3, 23.3, 5 L / h respectively . Characterize ohmic heating on the V 80 as the highest coefficient of performance was 0.80, compared with 220 110, which was then the performance coefficient of 0.49, 0.76 respectively . Tested chemical , microbial and phosphatase test indicate the efficiency of pasteurization by ohmic heating .

**Key words: ohmic heating, milk pasteurization, joule heating**