مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (3) العدد (٦) 2019
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (6) 2019

دراسة تأثير طريقة التبريد الابتدائي ودرجة حرارة التخزين على بعض مواصفات لبن الأغنام المحضّر بالطريقة التقليديّة

أنطون يوسف*
أحمد سمور الإبراهيم**
بتول رمضان***

(تاريخ الإيداع ٢٩ / ٥ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ١٧ / ١٠ / ٢٠١٩)

الملخص

جرى في هذا العمل دراسة تأثير طريقة التبريد الأولي ودرجة حرارة التخزين على تغيرات الحموضة واللزوجة وانفصال المصل على لبن الأغنام المحضّر بالطريقة التقليدية.

استخدمت الطرق الآتية في التبريد الأولي:

- تبريد سريع باستخدام الهواء بدرجة حرارة (−5°C)، وسرعة تدوير 5m/sec.
- تبريد بطيء باستخدام هواء بدرجة حرارة (0 − +2°C) تبريد ساكن.
- تبريد بطيء جداً حيث بُردت العينات بظروف درجة حرارة المخبر (23 − +25°C).

خُزنت العينات بعد تبريدها أولياً في حجرتي تبريد ذات تبريد ساكن.

درجة حرارة الحجرة الأولى (0 − +2°C) ودرجة حرارة الحجرة الثانية (8 − +10°C) لمدة خمسة أشهر.

تبين من خلال متابعة تغيّر pH العينات واللزوجة ونسبة انفصال المصل أن العينات التي بردت بطريقة التبريد السريع كانت قد حافظت على أفضل قيم ل pH واللزوجة ونسبة انفصال المصل.

الكلمات المفتاحية: التبريد الأولي، لبن الأغنام، انفصال المصل، درجة حرارة التخزين.

*أستاذ في قسم الهندسة الغذائية من كلية الهندسة البتروكيماوية بجامعة البعث .
**أستاذ مساعد في قسم الهندسة الغذائية من كل الهندسة البتروكيماوية بجامعة البعث .
***طالبة ماجستير في قسم الهندسة الغذائية من كلية الهندسة البتروكيماوية بجامعة البعث .

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (3) العدد (٦) 2019

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (6) 2019

Study of the Effect of Primary Cooling method and storage temperature on some Characteristics of Sheep Milk Yogurt Prepared Using the Traditional Method

Antoun Youssef*
Ahmad Sammour Ibrahim**
Batoul Ramadan***

(Received 29 / 5 / 2019 . Accepted 17 / 10 / 2019)

Abstract

Food Engineering Department-AlBaath University-Homs-Syria

In this work, the effect of primary cooling and storage on acidity, viscosity and separation of whey of sheep milk yoghurt prepared using the traditional method was studied.

The following methods were used for primary cooling:

- Fast cooling using air at -5 °C and circulation speed of 5 m/sec.
- Slow cooling using air at (0-2) °C.
- Very slow cooling, where the samples were cooled at laboratory temperature (23-25) °C.

After primary cooling, the samples were stored in two cooling chambers for five months. The temperatures of the first and the second chambers were (0-2) °C and (8-10) °C respectively.

The results showed that viscosity, pH, and whey separation of samples that had been fast cooled maintained the best values.

Key Words: Primary Cooling, Sheep Milk Yogurt, Whey Separation, storage temperature.

*Professor,food Engineering Department ,college of Petrochemical Engineering at Al-Baath University

**Associate Professor ,food Engineering Department ,college of Petrochemical Engineering at Al-Baath University

***Master student,food Engineering Department ,college of Petrochemical Engineering at Al-Baath University

المقدمة والدراسة المرجعية

يحظى اللبن الرائب المحضّر من حليب الأغنام بأهمية خاصة في سوريا كما في غيرها من البلدان العربية، برغم غياب الطرق العلمية في تحضيره، ولقد أصبح في السنوات الأخيرة سلعة رائجة متوفرة على مدار العام تقريباً؛ نظراً لظهور إمكانيّة تخزينه بشكل مبرَّد لمدَّة طويلة قد تمتد إلى خمسة أو ستة أشهر.

يُحضَّر لبن الأغنام تقليدياً عن طريق تسخين الحليب إلى درجة حرارة قريبة من درجة حرارة الغليان، ثمّ يُبرَّد حتى درجة حرارة بحدود 40°C ثمّ يُضاف البادىء الذي هو عبارة عن كمية من اللبن الذي حُضِّر من دفعة سابقة، وتُترك الأوعية بعد أن تتمّ تغطيتها بغطاء دافئ لمدَّة بحدود 4-3 ساعات، حيث يتم الحصول على اللبن الرائب، مع ملاحظة أنّ كلّ ما ذكر من عمليات تعتمد على خبرة الشخص القائم بعملية تحضيره.

يتعرّض اللبن الرائب في أثناء التخزين لتغيّرات في خصائصه، مثل تغيّر القوام والحموضة وكمية المصل المنفصل، وتتعلّق هذه التغيّرات بكثير من العوامل مثل مواصفات الحليب المستخدم وطريقة المعاملة الحرارية ونوع البادىء المستخدم وكميته كما تتعلّق بظروف تخزينه، وفي الواقع تشير كثير من المراجع إلى ذلك (AL-Meda and Zammar, 2009)، (Attra, 2017)، كما يذكر (Youssef, 2017) أنّه لظروف التبريد الأولي أهمية خاصة في التأثير على خصائص المنتجات الغذائية ومنها منتجات الألبان في أثناء التخزين.

بحسب (Yildiz, 2010) أنه يتم إعاقة الأنشطة الاستقلابية لبكتيريا بادئ اللبن إلى حدّ كبير عند درجة حرارة أقل من 10°C، لذلك يمكن التحكم في تطوير حموضة ما بعد التخمير عن طريق التبريد السريع للحليب المخمّر بعد تحقيق مستوى الحموضة المرغوب (4.7 -4.6 pH). كما يشير (Yildiz, 2010) إلى أنّه من الناحية العملية، يتوفّر نظامان للتبريد: تبريد أحادي الطور والتبريد على مرحلتين. في التبريد أحادي الطور، يتمّ تخفيض درجة حرارة الحليب المخمَّر مباشرة من 43°C إلى أقل من 10°C. وفي التبريد على مرحلتين، يتم التبريد في المرحلة الأولى إلى (20-24°C) بشكل سريع ثمّ تتمّ متابعة التبريد ببطء حتى درجة الحرارة أقل من 10°C خلال مدَّة من 12 -10 ساعة ومن ثمّ يتمّ تقليل درجة حرارة الهواء إلى 2°C -1 حيث يتمّ التخزين. لمعدل التبريد أهمية كبيرة في الحصول على منتج بجودة عالية من ناحية القوام، التبريد السريع للغاية يمكن أن يسبب قواماً ضعيفاً، ويحفز فصل مصل اللبن في أثناء التخزين البارد. يعد إنشاء غرفة التبريد والمواد المستخدمة في التعبئة هي العناصر الأساسية لكفاءة التبريد. في منشآت (تجهيزات، معدات) اللبن الكبيرة، يتم تحقيق التبريد الوسيطي في نفق تبريد قبل التبريد النهائي إلى (4°C -2). وتُشير إلى ذلك كثير من المراجع (Anonymous, 2003)، (Bylund, 1995) (Tamime *et al.*, 2001). وفي هذا الخصوص اقترح (White, 1995) نموذجَ معيناً لتبريد اللبن على النحو الآتي:

- تبريد سريع (صدمة تبريد) 30°C -43
- تبريد متوسط 20°C-30
- تبريد بطيء 14°C-20
- التخزين عند 4°C -2.

يتعرّض اللبن المحضّر من حليب الأغنام إلى تغيّرات في خصائصه، ويتعلّق ذلك بكثير من العوامل منها: نوع الحليب المستخدم، ونوع البادئ، ودرجة حرارة التخزين؛ وتشير إلى ذلك كثير من الدراسات:

– حضّر (Šimun Zamberlin *et al.*, 2016) اللبن التقليدي والبروبيوتيك من حليب الأغنام باستخدام المعالجة الحرارية غير القياسية عند 60°C/5min.

جرى تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية والخصائص الحسية والقدرة الميكروبيولوجية التي نشأت من مزارع البادئ في اللبن التقليدي والبروبيوتيك خلال 21 يوماً من التخزين، عند 4°C ووجد أنّه باستخدام المعالجة الحرارية غير القياسية لحليب الأغنام عند درجة حرارة 60°C من الممكن إنتاج لبن الأغنام الكلاسيكي والبروبيوتيك التي ستكون ذات نوعية جيدة خلال مدَّة التخزين البالغة 21 يوماً.

– درس (Maria CKatsiari *et al.*, 2002) تأثير التخزين المجمّد طويل الأمد لحليب الأغنام على خصائصه الفيزيوكيميائية والخصائص الميكروبيولوجية وكذلك الخواص الحسية للبن المصنّع من حليب الأغنام المجمّد المخزّن لمدة 6 أشهر بعد ذوبان الجليد. ووجد أنّه لم تُلاحظ أي فروق في pH، الحموضة، اللاكتوز، اللون والمظهر، الملمس والنكهة والقبول العام، التماسك، اللزوجة الظاهرية بين اللبن الطازج (المراقب) واللبن المصنوع من الحليب المجمد المخزن لمدة تصل إلى 6 أشهر. لم تكن هناك فروق إحصائية بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبية للحليب الطازج والمخزن بالتجميد (عند 20°C– لمدة 6 أشهر). كان للبن المصنوع (المحضّر) من الحليب المجمد بعد ذوبان الجليد من خلال غمره في حمام مائي عند 40°C له خصائص فيزيائية وكيميائية وحسية مشابهة لصفات اللبن المحضر من الحليب الطازج، مما يشير إلى أن اللبن المصنوع من الحليب المخزن بالتجميد يمكن أن يكون ذا جودة عالية مثل المحضر من الحليب الطازج.

–قام (T. ZVANCHAROVA *et al.*, 2013) بإنتاج لبن الأغنام باستخدام ثلاثة بادئات مختارة ومراقبة الجودة خلال ثلاثة أشهر من التخزين في الدرجة 5°C.، ووجد أنه كان لعينات اللبن المنتجة حديثاً pH يتراوح بين 4.17–4.39 وانخفضت تدريجياً، لكن بعد 90 يوماً كان لا يزال في حدود 412–4.30 والتي كانت ضمن النطاق المقبول. لم تكشف الاختبارات الحسية عن أي تغيير سلبي في مذاق المنتج ورائحة عينات اللبن في اليوم 90. استنتج أنه باستخدام بادئات مختارة يمكن إنتاج لبن يحافظ على قيمته الغذائية والبيولوجية لمدة ثلاثة أشهر.

–أنجز (Nicla Marri *et al.*,2014) تحليل بعض الخصائص الميكروبية، والكيميائية والفيزيائية والحسية للبن حليب الأغنام، في أثناء التخزين وبعد مدة صلاحيتها المُعلنة التي كانت 30 يوماً. جرى فحص المنتجات في 2, 14, 30, 35, 40يوماً من تاريخ الإنتاج وإجراء التحاليل الميكروبية. في كل مدَّة اختبار جرى أيضاً تقييم العوامل الحسية وpH. ووجد أنّ المنتج الذي تم تحليله قد حافظ على كمية ثابتة من بكتيريا حمض اللبن حتى نهاية مدَّة الصلاحية المعلنة. بقيت الخصائص الحسية للمنتجات دون تغير حتى نهاية مدة الصلاحية. بالتالي وجود الخمائر والعفن لم يُنتج اختلافات حسية كبيرة. مع ذلك لوحظ طعم مر/ قشدي ورائحة حادة في اللبن بعد تاريخ انتهاء المنتج. أظهرت قيم pH المقاسة للبن المدروس الحد الأدنى من الاختلافات حتى نهاية مدة الصلاحية (من 4.56 إلى 4.61)، في حين حدث انخفاض حتى (4.35) بعد نهاية مدة الصلاحية.

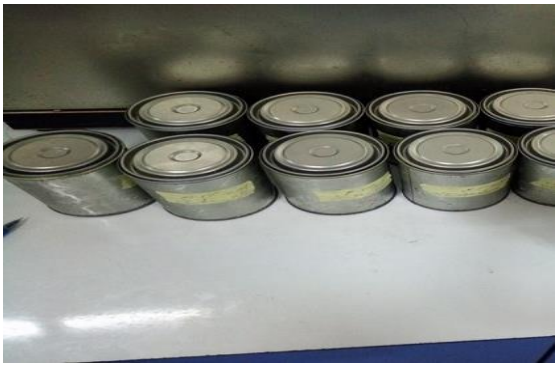
الهدف من البحث:

نظراً لعدم توفر معلومات علمية وافية حول تبريد وتخزين اللبن العربي (لبن الأغنام)، فقد كان الهدف من البحث هو:

❖دراسة تأثير طريقة التبريد الابتدائي ودرجة حرارة التخزين على بعض خصائص لبن الأغنام في أثناء التخزين المبرّد.

مواد البحث وطرائقه:

- المنتج المدروس: لبن غنم جرى تحضيره مخبرياً من حليب الأغنام الطازج، باستخدام بادئ عبارة عن لبن أغنام محضّر سابقاً بالطريقة التقليدية.
- العبوات المستخدمة: عبوات معدنية من الصفيح (التنك) من النوع الذي يستخدم في تعليب المواد الغذائية سعة العبوة 1/2 kg.



الشكل (1) نماذج من العبوات المعدنية المستخدمة

- التجهيزات المخبرية المستخدمة:

❖حاضنة مخبرية: استخدمت كغرفة تخمير (ترويب) للحليب. يمكن التحكم بدرجة حرارتها ضمن المجال المطلوب. استُخدم المجال الحراري (40– 42°C) من أجل عملية الترويب.

الشكل (2) حاضنة مخبرية استخدمت لترويب الحليب

❖غرفتا تخزين تجريبيتان: كل غرفة تجريبية مجهزة بنظام تبريد خاص بها يمكن التحكم بدرجة حرارة التخزين عن طريق نظام تحكم بعمل آلة التبريد وفقاً لدرجة الحرارة.

الشكل (3) غرفتا تخزين تجريبيتان

جرى تخزين اللبن في الحجرة الأولى على درجة حرارة (2°C+ ÷0)، والتخزين في الحجرة الثانية على درجة حرارة (10°C+ ÷8).

❖جهاز تبريد سريع: استُخدم جهاز تبريد سريع مخبري وذلك من أجل التبريد السريع للبن بعد إنتهاء التحضين (الترويب) من درجة حرارة 40°C حتى درجة حرارة (2°C+÷0)، أو من درجة الحرارة 42°C حتى درجة حرارة (10°C+÷8) بحسب العينات.

الشكل (4) جهاز التبريد السريع

أُجري التبريد الأولي (الابتدائي) وفق الطريقة الآتية:

❖التبريد السريع: أُجري التبريد السريع لبعض العينات باستخدام جهاز التبريد السريع، حيث نُقلت العينات من الحاضنة بعد اكتمال ترويبها إلى جهاز التبريد ،وقد ثبتت درجة حرارة الجهاز على (5C°−) وسرعة الهواء في الجهاز (5m/sec). جرت متابعة تغيّر درجة حرارة اللبن عن طريق مقياس حرارة عن بعد (ترموستات)، واعتُبرت عملية التبريد منتهية عند وصول درجة حرارة اللبن إلى(2C°−0)[14] .

❖التبريد العادي: بعد ترويب اللبن نُقلت العينات مباشرة إلى غرف التخزين ورُقِب تغيّر درجة الحرارة باستخدام محطة القياس نفسها (شكل 5)، واعتبرت عملية التبريد منتهية عند وصول درجة حرارة العينات إلى درجة حرارة التخزين المطلوبة (2C°−0 و 10C°−8)[14].

❖التبريد البطيء: بُرّدت هذه النماذج في جو المخبر حتى درجة حرارة التوازن الحراري (23− 25C°) ونُقلت بعدها إلى غرف التخزين الخاصة بكل منها، تمّت أيضاً في هذه الحالة متابعة تغيّر درجة حرارة اللبن مع الزمن[14] .

الشكل (5): محطة قياس درجة حرارة العينة في أثناء التبريد الأولي: A – صورة B– مخطط رمزي

الاختبارات الكيميائية والفيزيائية:

أجريت الاختبارات في مخابر الهندسة الغذائية والهندسة الكيميائية في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية.

- المادة الدسمة: اعتماداً على طريقة جربر (هي تعتمد على تحرير الدسم ضمن أنبوب جربر الخاص على شكل طبقة منفصلة بتأثير حمض الكبريت المركز الذي يقوم بتفكيك وهضم بروتينات الحليب، حيث يتحرر الدسم ويتحول إلى الحالة السائلة بفعل الحرارة الناتجة عن التفاعل، ومن ثم يتم فصل الدسم عن مكونات الحليب الأخرى باستخدام الطرد المركزي. مع إضافة الكحول الأميلي لمنع احتراق وتفحم الدسم وتوضيح عمود الدسم.).
- الحموضة المعايرة: بطريقة المعايرة بحسب (AOAC, 2002) (تعتمد هذه الطريقة على معايرة حجم (أو وزن) محدد من اللبن بمحلول NaoH (0.1N) بوجود مشعر فينول فتالئين).
- تقدير البروتينات: بطريقة سورنس.
- المادة الصلبة الكلية: بحسب طريقة (AOAC, 2002) (تستخدم طريقة التجفيف في تقدير مجتوى المواد الدسمة في عينات الألبان، حيث يُعبر عن محتوى المواد الصلبة الكلية في العينة المختبرة بالكمية المتبقية من العينة بعد تبخير الماء منها بوضعها في فرن تجفيف درجة حرارته (105°C) حتى ثبات الوزن).
- رقم الحموضة (pH): باستخدام مقياس pH meter نوع (pL–700).
- اللزوجة: جرى تقدير اللزوجة بوحدة cp باستخدام جهاز قياس اللزوجة الدوراني (HAAKE Viscotester 550. Thermo scientific).
- انفصال المصل: بحسب الطريقة الواردة في (Attra, 2017) أُجري خلال مدَّة زمنية محددة (ثلاث ساعات) ، باستخدام منخل صغير الفتحات (0.3mm)، أنبوب زجاجي، قمع، وكأس زجاجي.

الدراسة الإحصائية: تمّ تحليل النتائج إحصائياً باستخدام Minitap17، عن طريق ANOVA one way لتحليل التباين عند درجة معنوية P<=0.05

النتائج:

- **نتائج تحليل التركيب الكيميائي للحليب المستخدم:**

جرى تحديد المكونات الأساسية لحليب الأغنام المستخدم في الدراسة وكانت النتائج كما في الجدول (1):

جدول (1): التركيب الكيميائي للحليب المستخدم.

(قيم متوسطة لثلاثة مكررات)

المادة الصلبة الكلية، %	البروتين، %	الدسم، %	pH
17.52	4.95	7.68	6.64

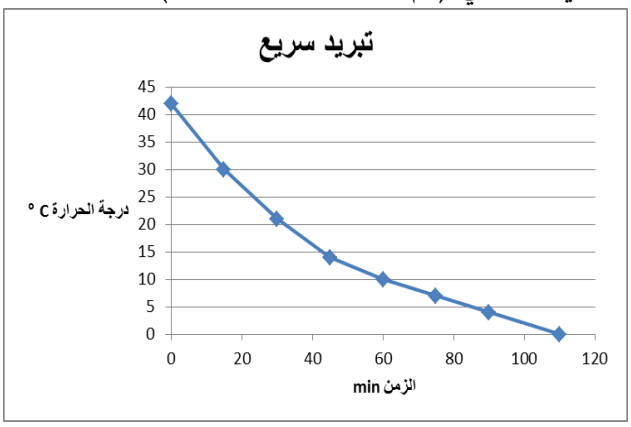
• **التركيب الكيميائي للبن المحضّر:** جرى تحضير اللبن بالطريقة التقليدية وذلك بتسخين الحليب حتى درجة حرارة (90–95°C)، وإبقائه على هذه الدرجة لمدة 10 دقائق ثمّ تبريده حتى درجة حرارة (40–42°C)، ثمّ أضيف البادئ بنسبة (2%) بعد ذلك وُزع الحليب في العبوات وتم تحضينه في الحاضنة على درجة حرارة (40–42°C)، تمّ أثناء ذلك قياس pH اللبن (لإحدى العبوات) وعند وصول درجة pH إلى (4.48) اعتبرت عملية التخمير (الترويب) منتهية. تمّ تحديد التركيب الكيميائي للبن المحضّر وكانت النتائج كما في الجدول (2). خلال عملية التسخين يتم فقد جزء من الماء الموجود في الحليب وهذا يؤدي إلى ارتفاع في قيم التركيب الكيميائي للبن مقارنةً بالحليب.

جدول (2) التركيب الكيميائي للبن المحضّر مخبرياً.

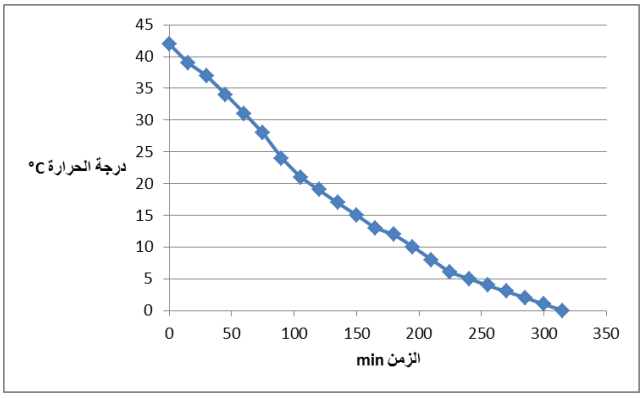
(قيم متوسطة لثلاثة مكررات)

المادة الصلبة، الكلية %	البروتين، %	الدسم، %	الحموضة، %	pH
18.75	4.47	7.8	0.83	4.48

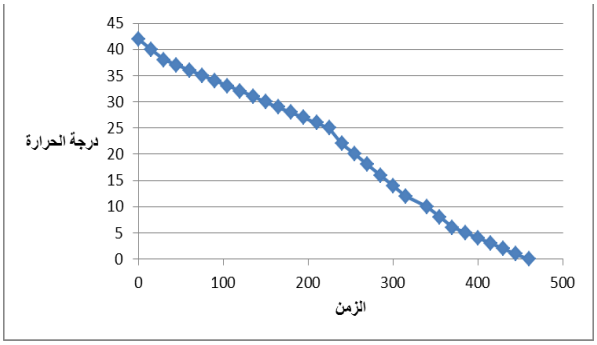
• **نتائج القياسات التكنولوجية للتبريد الأولي للبن:** تبين الأشكال (6)، (7)، (8) المنحنيات الحرارية لعملية تبريد اللبن وفق الطرق الثلاث الواردة سابقاً، وهذه المنحنيات تصف علاقة تغيّر درجة الحرارة مع الزمن أثناء عملية التبريد الابتدائي (قيم متوسطة لثلاث مكررات).



الشكل (6): المنحني الحراري لتبريد لبن الأغنام بالطريقة السريعة.



الشكل (7): المنحني الحراري لتغير درجة حرارة لبن الأغنام خلال التبريد البطيء.



الشكل (8): المنحني الحراري لعملية تبريد اللبن في الهواء العادي (بطيء جداً).

- **نتائج دراسة تغيّر خصائص اللبن في أثناء التبريد الأولي والتخزين:**

➢ نتائج تغيّر pH اللبن خلال التبريد الأولي والتخزين:

من خلال قياس قيمة pH اللبن المحضّر مخبريا خلال عملية التبريد الأولي أو الابتدائي، تمّ الحصول على النتائج الواردة في الجدول (3)، وهي القيم المتوسطة لثلاث قراءات من ثلاث عبوات مختلفة:

جدول (3) تغيّر قيمة pH اللبن خلال التبريد الأولي والتخزين على درجات حرارة مختلفة
(القيمة الابتدائية pH 4.48)

لبن غنم عربي	طريقة التبريد الأولي	درجة حرارة التخزين، °C	تغيّر قيمة pH اللبن					
			بعد التبريد الأولي	بعد شهر	بعد 2 شهر	بعد 3 شهر	بعد 4 شهر	بعد 5 شهر
	تبريد سريع t=−5°C	0 − 2	4.48	4.42	4.36	4.34	4.31	4.30
		8÷10	4.48	4.40	4.11	4.00	3.90	3.72
	تبريد بطيء t=0÷ +2°C	0 − 2	4.47	4.41	4.33	4.30	4.23	4.12
		8 − 10	4.47	4.38	4.04	4.51	3.26	3.51
	تبريد بطيء جداً t=23÷25°C	0 − 2	4.45	4.42	4.31	4.31	4.15	4.10
		8 − 10	4.45	4.42	4.08	4.28	3.83	3.40

➢ **نتائج تغيّر قيم اللزوجة خلال التبريد الأولي والتخزين:**

تمّ قياس اللزوجة قبل التبريد الأولي وعند وصول درجة حرارة اللبن إلى درجة حرارة التخزين المقصودة، كما تمّ قياسها خلال عملية التخزين، مرّة كل شهر وفي كل مرة حسبت القيمة المتوسطة لثلاث قراءات. يبين الجدول (4) نتائج ذلك:

الجدول (4): تغيّر قيم اللزوجة خلال التبريد الأولي والتخزين.
(القيمة الابتدائية (45.81cp)

	طريقة التبريد الأولي	درجة حرارة التخزين °C	تغيّر اللزوجة cp					
			بعد التبريد الأولي مباشرة	بمرور ١ شهر	بمرور ٢ شهر	بمرور ٣ شهر	بمرور ٤ شهر	بمرور ٥ شهر
	تبريد سريع t=−5°C	0 − 2	45.80	49.20	_	50.66	_	53.34
		8 − 10	45.80	49.08	_	56.14	_	60.42
	تبريد بطيء t=0÷ +2°C	0 − 2	45.95	46.18	_	51.17	_	55.38
		8 − 10	45.95	49.21	_	55.54	_	65.44
	تبريد بطيء جداً t=23÷25°C	0 − 2	46.84	48.30	_	53.00	_	57.14
		8 − 10	46.84	50.81	_	58.30	_	66.54

➢ **نتائج تغيّر قيم انفصال المصل خلال التخزين:**

تـمّ تحديـد كميـة المصـل المنفصـل مـن اللـبن بعـد انتهـاء الترويـب وبعـد عمليـة التبريـد الابتـدائي مباشـرة، وخـلال عمليـة التخـزين علـى درجتـي حـرارة مختلفتـين. أُخـذت القيمـة المتوسـطة لثلاث مكررات وكانت النتائج كما في الجدول (5)

جدول (5): تغيّر قيمة انفصال المصل بعد التبريد الأولي وخلال التخزين، (القيمة الأولية (21.11 mL))

	طريقة التبريد الأولي	درجة حرارة التخزين °C	تغيّر قيمة انفصال المصل					
			بعد التبريد الأولي مباشرة	بمرور ١ شهر	بمرور ٢ شهر	بمرور ٣ شهر	بمرور ٤ شهر	بمرور ٥ شهر
	تبريد سريع t=−5°C	0 − 2	21.15	21.50	22.61	24.43	26.52	28.00
		8 − 10	21.15	24.00	26.22	29.00	30.83	35.92
	تبريد بطيء t=0÷ +2°C	0 − 2	21.24	21.62	22.75	25.00	27.00	28.15
		8 − 10	21.24	25.00	26.41	30.13	33.21	36.71
	تبريد بطيء جداً t=23÷25°C	0 − 2	21.88	22.14	23.82	26.62	28.77	30.33
		8 − 10	21.88	26.11	27.75	31.18	34.17	38.88

✓ **مناقشة نتائج التركيب الكيميائي للحليب المستخدم وللبن الرائب المحضّر مخبرياً:**

دلّت نتائج التحليل الكيميائي لحليب الأغنام، أنّ الحليب المستخدم في الدراسة يتوافق في تركيبه الكيميائي مع ما يذكره (Khedim, B.M, 2014)، كما أنّ التحليل الكيميائي للبن المحضّر منه، يبين أيضاً أنّ تركيبه الكيميائي موافق للتركيب الكيميائي للبن الأغنام وفق ما يذكره (Bano. P *et al.*, 2011).

✓ **مناقشة نتائج القياسات التكنولوجية:**

تصف منحنيات التبريد الأولي علاقة تغيّر درجة حرارة المركز الحراري لعبوة اللبن مع الزمن، ويبدو من خلال تحليل المنحنيات الواردة على الأشكال (6) (7) (8)، أنّ هذه المنحنيات تتماثل مع منحنيات التبريد النموذجية للمواد الغذائية (AC Cleland, 1990).

لم يتجاوز الزمن اللازم لوصول درجة حرارة اللبن إلى درجة حرارة التخزين المطلوبة وهي (0−2°C) 110 دقائق عند استخدام طريقة التبريد السريع، في حين كان الزمن اللازم إلى هذه الدرجة في حال التبريد البطيء حوالي 330 دقيقة، أي بحدود ثلاثة أضعاف المدة التي استغرقها التبريد السريع. عند تبريد العبوات في درجة حرارة الهواء المحيط وهو جو المخبر (23−25°C) حتى وصول درجة حرارة اللبن إلى الدرجة (25°C)، استغرق زمناً بحدود 220 دقيقة. تظهر هذه النقطة كنقطة انعطاف على منحني التبريد الظاهر على الشكل (8)، ثمّ نُقلت العينات إلى غرف التخزين التجريبية، حيث استكملت عملية التبريد ببطء، وكان الزمن الكلي لتبريد هذه العينات بحدود 460 دقيقة، أيّ بما يعادل أكثر من أربعة أضعاف الزمن المسجل عند التبريد السريع.

إنّ اختلاف قيمة الزمن اللازم من أجل التبريد الأولي عائد إلى اختلاف ظروف التبريد وخاصة درجة الحرارة المستخدمة وسرعة الهواء في جهاز التبريد، حيث تزداد سرعة التبريد نتيجة لازدياد معامل الحمل الحراري بين الهواء البارد وسطوح العبوات وتشير إلى ذلك كثير من المراجع (AC Cleland, 1990).

✓ **مناقشة نتائج تغيّر خصائص اللبن خلال التبريد الأولي والتخزين:**

من خلال تحليل النتائج الخاصة بتغيّر قيمة pH، يُلاحظ عدم تأثير طريقة التبريد الأولي على قيمة pH خلال عملية التبريد الأولي نفسها، حيث لم تتغيّر قيمة pH اللبن عند إجراء التبريد السريع وبقي اللبن محافظاً على قيمة pH الابتدائية نفسها وهي 4.48 في حين كان التأثير ضعيفاً عند التبريد البطيء والتبريد البطيء جداً، وكان أقصى تغيّر لقيمة pH هو وصولها إلى 4.47، وعند التحليل الإحصائي لهذا التأثير تبين أنّ p- Value> α (0.05).

تشير النتائج التي جرى التوصل إليها إلى أنّ التخزين على درجتي حرارة مختلفتين، قد أثّر في قيمة pH باختلاف درجة الحرارة ومدة التخزين، وأشار التحليل الإحصائي إلى ذلك فظهر تأثير مدة التخزين على قيمة pH اللبن، حيث (0.05) p- Value<α. كما تبين أيضاً أنّ لدرجة حرارة التخزين تأثيراً مهماً على قيمة pH، حيث كان أقصى تغيّر في درجة الحموضة عند التخزين على درجة حرارة (8-10°C) لمدة خمسة أشهر. إحصائياً تبين أيضاً تأثر قيمة pH بدرجة حرارة التخزين (0.05) p- Value<α.

نتائج تغيّر قيمة pH بدرجة الحرارة وبمدة التخزين تتوافق مع نتائج (Marri, N *et al.*, 2014) و(Zvancharova,T *et al.*, 2013).

لم تؤثر عملية التبريد الأولي كثيراً في لزوجة اللبن، برغم اختلاف طريقة التبريد، حيث لم تتغيّر قيمة اللزوجة أكثر من 2% في حالة التبريد الأولي البطيء جداً، في حين كان لمدة التخزين ودرجة الحرارة المستخدمة في التخزين تأثير واضح وتبين ذلك إحصائياً، حيث بدا عند مقارنة قيم اللزوجة مع مدة التخزين أنّ (0.05)α>p-Value، وكذلك الأمر عند تحليل تأثير درجة الحرارة التخزين في قيم اللزوجة حيث تبين أنّ (0.05)α>p-Value، وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Zvancharova, T. *et al.*, 2013) في دراسة شبيهة حول تغيّر قوام لبن الأغنام عند التخزين.

لقد بدا واضحاً تأثير التبريد الأولي في انفصال المصل فكانت قيم (0.05)α>p-Value، وكان التأثير واضحاً عند مقارنة انفصال المصل للبن المخزّن على درجة حرارة (0-2°C) وعند درجة حرارة(8-10°C) لمدة خمسة أشهر، حيث كان مقدار انفصال المصل 38.88 للعينات المبردة أولياً بشكل بطيء جداً، في حين حافظت العينات المبرّدة أولياً بشكل سريع والمخزّنة على (0-2°C) على أقل قيمة للمصل المنفصل حيث كانت بحدود 28.00، ودلّ على ذلك التحليل الإحصائي أيضاً حيث كانت (0.05)α>p-Value ، وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Zvancharova, T. *et al.*, 2013) حول انفصال المصل في لبن الأغنام عند تخزينه لفترات مختلفة.

الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي توصلنا إليها يمكن استنتاج ما يأتي:

❖لا تظهر أهمية التبريد الأولي كعامل مؤثر على قيم pH ولزوجة اللبن بعد إجراء التبريد الأولي مباشرةً، ولكن تأثيرها يظهر بعد التخزين الطويل، حيث كانت قيم pH للعينات المخزنة على (0–2°C) مساوية 4.30 للتبريد السريع و4.12 للتبريد البطيء و4.10 للتبريد البطيء جداً.

❖للعينات المخزّنة على (8–10°C) كانت قيم pH مساوية 3.72 للعينات المبرّدة سريعاً، و3.51 للعينات المبرّدة ببطء و3.40 للعينات المبرّدة ببطء شديد، بعد مدَّة تخزين استمرت خمسة أشهر.

❖تماثل تأثير طريقة التبريد الأولي على قيم اللزوجة مع المنحى العام لتغيرات pH، حيث لم يظهر تأثير ظروف التبريد الأولي بشكل مباشر في قيم اللزوجة، ولكن تأثيره ظهر في أثناء التخزين الطويل، حيث كانت أفضل القيم للعينات المبردة سريعاً والمخزّنة على درجة حرارة (0–2°C).

❖أثرت طريقة التبريد الأولي على قيم المصل المنفصل، وظهر التأثير مباشرةً بعد عملية التبريد الأولي واستمر التأثير خلال التخزين الطويل. كانت أفضل قيم لانفصال المصل للعينات التي تم تبريدها بشكل سريع، حيث كان مقدار المصل المنفصل 28.00 في حين كانت القيمة الابتدائية بعد الترويب 21.11، وبعد التبريد الأولي 21.15. كانت أكبر قيمة للمصل المنفصل للعينات التي بردت بشكل بطيء جداً وخزنت على درجة حرارة (8–10°C) حيث بلغت كمية المصل المنفصل 38.88.

❖ظهر واضحاً تأثير درجة حرارة التخزين في كافة الخصائص المدروسة (pH، اللزوجة، انفصال المصل)، حيث حافظ اللبن المخزّن على (0–2°C) على خصائصه مع أقل تغيّرات غير مرغوبة.

❖أثّرت مدة التخزين على كافة الخصائص المدروسة وكان الانحدار واضحاً مع التقدم بزمن التخزين.

الخاتمة:

تعدّ النتائج التي تمّ الحصول عليها في هذا البحث، فيما يخص تأثير عملية التبريد الأولي وظروف التخزين في بعض مواصفات لبن الأغنام ذات أهمية خاصة، نظراً لندرة الدراسات المحلية خاصة التي تهتم بهذا الموضوع، وتمّ الوصول إلى نتائج واعدة في هذا الخصوص.

وهذه الدراسة هي جزء من سلسلة أبحاث تهتم بتأثير المعالجات الحرارية (تسخين –تبريد) الأولية وظروف التعبئة والتخزين على مواصفات اللبن العربي.

المراجع المستخدمة:

1.AC Cleland, 1990, *Food Refrigeration Processes – Analysis, Design, and Simulation*. New Yourk, Elsevien Applied Science.

2.Al-Meda, E; Zammar, Omar, 2009, *Dairy*. Publications of Baath University, Syria

3.Anonymous, 2003, *Dairy Processing*. 2nd revision, Tetra Pak Processing Systems AB, Lund, Sweden, 436.

4. ASHRAE, 2011, *ASHRAE Hand book Fundamentals*. Atlanta.

5.Attra, R, 2017, *Dairy Technology 2*. Publications of Baath University, Syria.

6.Bano. P; Abdullah, M; Baber, M, E; Khan, G, A, 2011, *Preparation of Functional Yoghurt from Sheep AND Goat Milk Blends.* Department of Dairy Technology, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore, Pakistan.

7.Bylund, G, 1995, *Dairy Processing Handbook*, *Tetra Pak Processing Systems* A/B, Lund, Sweden.

8.Katsiari, C. M; Voutsinas, P. L; Kondyli, E, 2002, *Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk*. Food chemistry volume 77, June 2002, pages 413-420.

9.Khedim, B.M, 2014. *Development of traditional processed dairy products which promote Cardiovascular health through the inclusion of canola seed and marjoram in ewe's diet*. Universided de Leon.

10.Marri, N; Carfora, V; Patriarca, D; Veshetti, M, C; Giacinti, G; Giangolini, G; Amatiste, S, 2014, *Sheep milk yogurt from a short food supply: study of the microbiological, chemico-physical and organoleptic parameters in relation to shelf-life*.

11.Tamime, A.Y; Robinson, R.K; Latrille, E, 2001, *Yoghurt and other fermented milks, in Mechanisation and Automation in Dairy Technology*, A.Y. Tamime and B.A. Law, Eds, Sheffield Academic Press, Sheffield, p. 152.

12.White, C.H, 1995, *Manufacture of high-quality yogurt, Cult. Dairy* Prod. J., 30, 18–26.

*13.*Yildiz, F, 2010, *Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products*. United States of America, 435.

14.Youssef, A, 2017, *Storage and cooling technology*. 2nd revision, Publications of Baath University, Syria.

15.Zamberlin, Š; SamarŽija, D, 2016, *The effect of non-standard heat treatment of sheep's milk on physic-chemical properties, sensory characteristics, and the bacterial viability of classical and probiotic yogurt.* FoodChemistry.

16.Zvancharova.T; Baltova.K; Urshev.Z, 2013, *starter cultures for production of yoghurt from sheep's milk with extended shelf-life*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (2) 2013, 94–96.