

عُيُوب الترقيد:

- أ - إرتفاع الفاقد من الدهن في الحليب الفرز الناتج (الحليب الرقد) حيث يصل الفقد الى 10% في طريقة الأواني العميقة، 50 % في طريقة الأواني الضحلة.
- ب - طول المدة الزمنية للإنتهاء من العملية حيث تصل الى 24 ساعة.
- ت - عدم التحكم في نسبة الدهن بالقشطة والحليب الرقد.
- ث - غير إقتصادية في حالة الكميات الكبيرة من الحليب.
- ج - إرتفاع ت حموضة القشطة والحليب الرقد خاصة في حالة الترقيد على درجات حرارة عالية مما يؤدي الى صعوبة إستخدام الحليب الرقد في صناعات أخرى.

### فرز الحليب وصناعة القشطة

إن المقصود بفرز الحليب هو تعريض الحليب لقوة الجاذبية أو الطرد المركزي لغرض الحصول على جزئين أحدهما غني بالمادة الدهنية (القشطة أو الكريم) والآخر غني بالمادة البروتينية والسكرية وهو الحليب الفرز (Skim milk). يتواجد الدهن في الحليب على شكل حبيبات دهنية معدل قطرها حوالي 3 مايكرون، ونظراً لانخفاض الوزن النوعي لهذه المواد الدهنية (0,93) مقارنة بالوزن النوعي للحليب (1,032) فإن ترك الحليب لفترة زمنية معينة في اناء ما يؤدي الى تصاعد هذه الحبيبات وتجمعها مع بعضها البعض حيث ان قوة الجاذبية الأرضية تسبب بقاء مواد الحليب المختلفة عدا الدهنية منها في الجزء السفلي من الاناء وتجمع حبيبات الدهن في الجزء العلوي وبذلك ينفصل الحليب الى جزئين.

ان نسبة الدهن في الكريم الناتج يتراوح بين 15 - 70%، وتحدد القوانين الدولية نسبة الدهن في الكريم حسب نوع الكريم والغرض من استعماله. فمثلاً الكريم المستعمل مع القهوة Coffee cream ويسمى بعض الأحيان بـ Table cream يحتوي على 18 - 30% اما الكريم المستعمل لأغراض الخفق وفي تغطية سطح الكيك Whipping cream فيستوجب أحتوائه على 30 - 36% والكريم المستعمل لصناعة الزبد يحتوي على 40 - 45% دهن وهكذا.

وللحصول على كريم ذو مواصفات ثابتة ومحددة فقد تم تصميم اجهزة الفرازات الميكانيكية واجريت تحسينات عليها مع مرور الزمن تعتمد في اساسها على تسليط قوة الطرد المركزي على مكونات الحليب مسببة قذف الاجزاء الاثقل وزناً الى الجزء البعيد من مركز الفراز وتجميع المواد الدهنية الاخف وزناً في مركز الفراز.

## طرق فرز الحليب:-

## 1- الفرز بالجاذبية الأرضية Gravity creaming of milk:

لقد كانت الطريقة المستخدمة للحصول على الكريم قبل اختراع الفرازات الميكانيكية وتحسينها وانتشارها باستخدام الجاذبية الأرضية حيث استعملت بعض الأواني الضحلة أو العميقة حسب ظروف الصناعة.

ان صعود الحبيبات الدهنية الى الجزء العلوي من الحليب عبارة عن عملية فيزيائية سببها الاختلاف في الوزن النوعي بين المادة الدهنية والجزء غير الدهني (المصل) اضافة الى ظاهرة تجمع الحبيبات الدهنية fat clumping مع بعضها البعض. ان قانون ستوكس Stokes يوضح سرعة نزول حبيبة ما في محلول ما كالاتي

$$V = \frac{2r^2 (df - ds) g}{9N}$$

سرعة حركة الحبيبات سم/ ثانية = V

نصف قطر الحبيبة سم = r

لزوجة الوسط سنتبوز = N

كثافة الوسط غرام/ سم<sup>3</sup> = ds

كثافة الحبيبة غرام/ سم<sup>3</sup> = df

قوة الجاذبية (980 داین) = g

وبما ان كثافة الحبيبات الدهنية في الحليب اقل من كثافة الوسط، لذا فإن حركتها ستكون الى الأعلى، فقد حورت المعادلة اعلاه كي تطبق على الحليب كالاتي: -

$$V = \frac{2 r^2 (ds - df) g}{9 N}$$

حيث ان  $ds =$  كثافة الجزء غير الدهني (المصل)

$df =$  كثافة الدهن.

وقد طبق العالم فان دام Van Dam وسركس Sirks هذه المعادلة لحساب سرعة صعود الحبيبة الدهنية ذات قطر 3.3 مايكرون (0.00033 سم) ووجدتها تساوي 1,80 ملمتر في الساعة الواحدة. ووجد ان هذه المسافة قليلة جداً لتفسير تكوين طبقة الكريم خلال 240 ساعة من الناحية العملية واستنتج ان هناك عاملاً آخر اضافة للجاذبية الأرضية هو عملية تجميع الحبيبات الدهنية على شكل مجاميع عنقودية Clusters تحتوي على مئات الحبيبات الدهنية وملتصقة ببعضها البعض ويبلغ قطرها احياناً 200 مايكرون وكلما تصاعدت هذه العناقيد كلما جرفت معها حبيبات دهنية أخرى فيكبر حجمها الى ان تصل الى الطبقة السطحية بفعل قانون ستوكس.

## 2- الفرز باستعمال الفرازات الميكانيكية Centrifugal cream separator

ان الفرز باستعمال قوة الطرد المركزي Centrifugal force في الفرازات الميكانيكية يعتمد اساساً على مضاعفة قوة الجاذبية الأرضية في قانون ستوكس المذكور سابقاً (g) بألاف المرات باستعمال قوة الطرد المركزي الناتجة عن دوران النموذج اضافة الى قوة الجاذبية الأرضية. ويمكن التعبير عن القوة الناتجة من الطرد المركزي بالمعادلة التالية: -

$$a = \frac{(2 \pi n)^2 R}{(60)^2}$$

واذا عوضنا عن (g) في معادلة ستوكس بقوة الطرد المركزي (a) وبنفس الوحدات، فتصبح المعادلة المستعملة لحساب سرعة عملية الفرز بالفرازات الميكانيكية كالآتي :

$$V = \frac{2 r^2 (ds - df) 4 \pi n^2 R}{9 N 3.600}$$

حيث ان: -

$\pi =$  النسبة الثابتة

$n =$  سرعة الفراز (عدد الدورات في الدقيقة الواحدة).

$r =$  المسافة بين الحبيبة الدهنية ومركز الفراز.

واختصاراً لكثرة الأرقام الموجودة في المعادلة يمكن كتابتها كالتالي : -

$$V = \frac{0.00244 (ds - df) r^2 n^2 R}{N}$$

وعلى هذا الأساس فإن سرعة فصل الحبيبات الدهنية بهذه الطريقة تزداد بالعوامل التالية: -

- (1) زيادة الفرق بين كثافة الجزء الدهني عن الجزء غير الدهني.
- (2) زيادة سرعة الفراز (عدد الدورات في الدقيقة الواحدة).
- (3) كبر حجم الحبيبة الدهنية.
- (4) كبر قطر الفراز (زيادة المسافة بين الحبيبة الدهنية ومركز الفراز).
- (5) انخفاض لزوجة الحليب.

إن أول من حاول استغلال قوة الطرد المركزي في فصل القشطة من الحليب هو براندتل Prandtl عام 1864 الذي صمم آلة بسيطة متكونة من محور رأسي دوار ربط فوقها قضيباً أفقياً يحتوي كل طرف منه وعاء صغير يوضع فيه الحليب المراد فصل الدهن منه، وبدوران المحور يعرض الحليب إلى قوة الطرد المركزي فتتجمع القشطة في الطبقة العلوية من الوعاء ويبقى الحليب في الجزء السفلي.

ومنذ ذلك الوقت بدأ العلماء في تطوير الآلة المذكورة حيث قام العالم موسر Moser بربط اسطوانات عديدة بمحور الآلة اعلاه وذلك عام 1872 لغرض زيادة كمية القشطة المتحصل عليها. في عام 1874 استعمل ليفلدت Lefeldt اسطوانات كبيرة تدور بسرعة 800 دورة في الدقيقة تسع لحوالي 100 لتر حليب استعملت في معامل الألبان. ثم بدأ العلماء بإجراء التحسينات التي أدت إلى عملية فصل القشطة عن الحليب بصورة مستمرة حال اكمال تكوين القشطة، حيث ظهر في عام 1878 فراز قام بصنعه وينسترب نيلسن في الدنمارك وآخر صممه Lefeldt في السويد يقومان بعملية الفرز المستمرة، وكانت هذه الفرازات عبارة عن مخروط مفرغ. وبعد ذلك بدأت التصميمات نحو زيادة كفاءة هذه الفرازات بإضافة أطباق إلى

المخروط وتصغير حجم المخروط دون التعارض مع قدرة الفراز وذلك في عام 1881 ثم استمرت عمليات ادخال بعض التحويرات البسيطة لتحسين ورفع كفاءة الفرازات بصورة عامة.

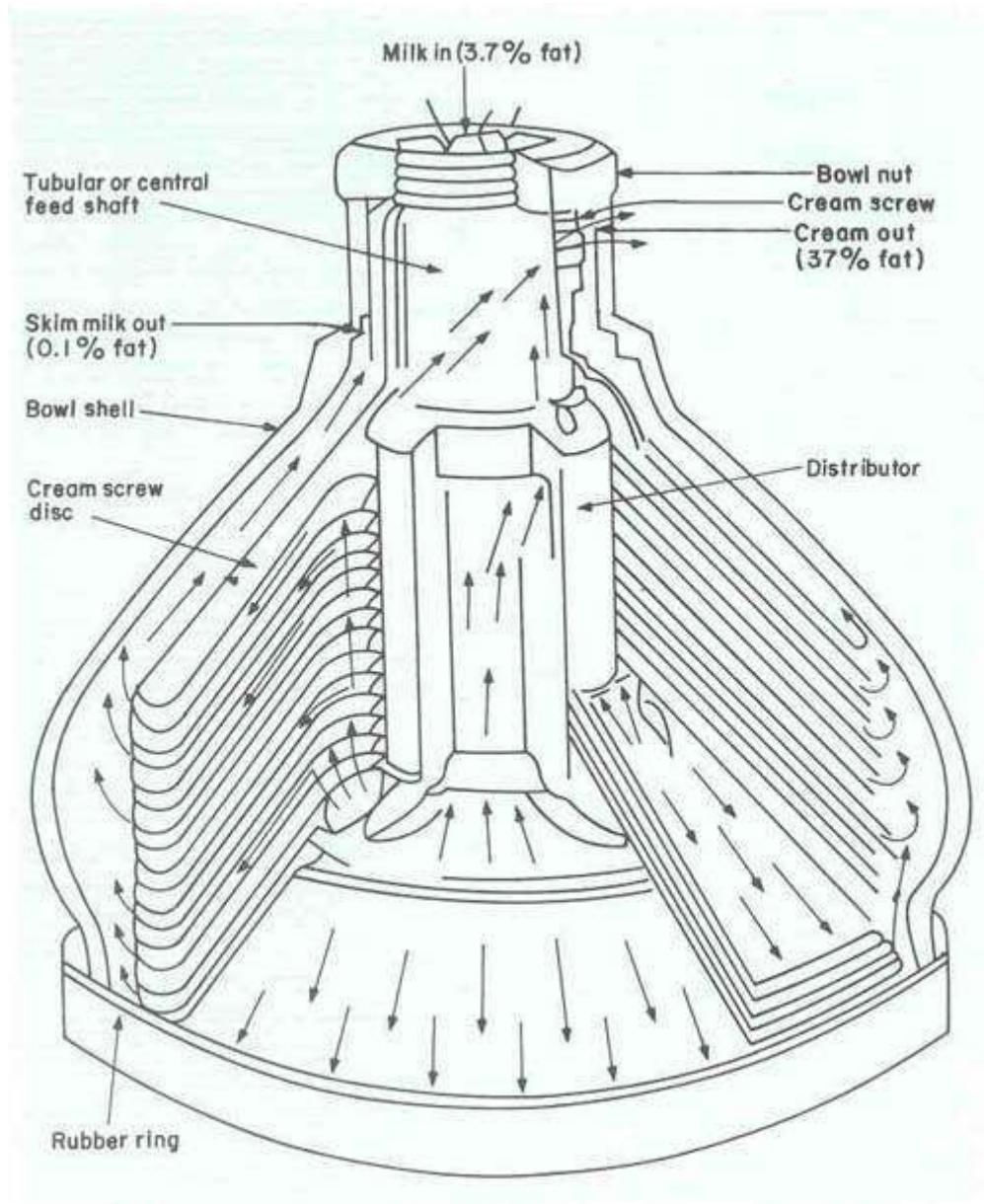
ان اساس عمل الفراز هو تاثير الحليب عند دخول المخروط الدائري اثناء دورانه بقوتين هما : -

1- قوة الجاذبية.

2- قوة الطرد المركزي الناتجة عن الدوران.

وبسبب زيادة قوة الطرد المركزي عن القوة الأخرى بألف مرة او اكثر فأن تأثير قوة الجاذبية يصبح ضعيفاً بحيث يمكن اهماله. فان الحليب عند دخوله المخروط الدائر، يتعرض فجأة الى قوة طرد مركزي كبيرة، وبسبب الاختلاف في الوزن النوعي للدهن والمكونات الأخرى للحليب فان المصل يدفع الى الجزء الخارجي من المخروط (الجزء البعيد من المركز) وتتجمع القشطة في المركز حيث توجد فتحة تؤدي الى خروج القشطة من الفراز.

## الفراز Separator



تركيب الفراز : -

يتركب الفراز من ثلاثة اجزاء رئيسية : -

أ) القاعدة: تكون القاعدة عادة معدنية وتثبت اما في الارض او على رف، ومن الضروري الاهتمام بتثبيتها لمنع اهتزاز الفراز اثناء الدوران.

ب) حوض الحليب: وهو مكان وضع الحليب لغرض دخول الجزء الدوار من الفراز.

ج) الجسم: ان المخروط الدوار هو الذي يكون جسم الفراز. والذي يدار بسرعة كبيرة قد تصل الى عشرات الآلاف من قوة الجاذبية الأرضية، وهو اما ان يدار يدوياً أو كهربائياً وبصورة عامة يتكون المخروط من الاجزاء الرئيسية التالية: -

#### 1) قاعدة المخروط Discs holder

عبارة عن قرص معدني ذو حز، يوجد في وسط اسطوانة مجوفة بها ثلاثة شقوق طولية يخرج منها الحليب المار داخل الاسطوانة عند مروره بالاسطوانة، وهناك جزء مشطوف في محيط القاعدة الخارجي.

#### 2) الموزع Milk distributer

وهو الجزء الذي يعمل على ائصال الحليب الى اسفل المخروط ليرتفع الى الاعلى وانشاء ارتفاعه يمر بين اطباق المخروط المعدنية، واحياناً يوجد بروز يساعد على تركيب الاطباق في الوضع الصحيح. ويركب الموزع على اسطوانة قاعدة المخروط. وتوجد ثلاثة مجاري صماء في الموزع تقابل الثلاثة شقوق الطولية الموجودة في قاعدة المخروط.

#### 3) الاطباق Skimming discs

ويتراوح عدد الاطباق بين 15-30 طبقاً وذلك حسب نوع الفراز واختلاف حجمة وكفاءته. ان الغرض من الاطباق هو جعل الحليب في طبقة رقيقة جداً داخل الفراز مما يؤدي الى زيادة اثر قوة الطرد المركزي على الحليب ليدفع الحليب الفرز الى اطراف المخروط البعيدة من المركز. اما القشطة فتبقى في وسط المخروط وقريبة من المحور. ان الحليب يرتفع الى طبقات ما بين الاطباق عن طريق الفتحات الموجودة فيها والمقابلة لفتحات المجاري باسفل الموزع، حيث ان لكل طبقة ثلاثة ثقوب تقابل المجاري الموجودة في الموزع. وهناك ثلاثة تجاويف صغيرة باعلى كل طبق كي يركب باحكام بروتات المجاري الموجودة في الموزع.

#### 4) حلقة مطاطية: -

توضع بالقاعدة لغرض احكام غلق المخروط.

## (5) طبق القشطة Cream disc

وهذا الجزء يعمل على فصل الحليب الفرز المتجمع فوق سطحه الخارجي عن القشطة المتكونة تحت سطحه الداخلي وقرب مركز المخروط وله فتحة جانبية في الأعلى لخروج القشطة.

## (6) الغطاء الخارجي Bowl Shell

وهو الجزء الذي يغطي كل الأجزاء السابقة وهو يحكم غلق المخروط من اسفلة بواسطة حلقة من المطاط. وباسفل هذا الغطاء نتوء يلبس بالجزء المشطوف والموجود في محيط قاعدة المخروط. ويوجد بأعلى الغطاء الخارجي فتحتان، أحدهما علوية وهي تقابل خروج القشطة من الطبق المجمع للقشطة والأخرى أسفلها، ويخرج الحليب الفرز من أسفلها، ويوجد غالباً بفتحة خروج القشطة صامولة القشطة التي إذا أديرت للخارج فإنها تبعد عن المركز وبذلك تقل نسبة الدهن بالقشطة وإذا أديرت للداخل فإنها تقترب عن المركز حيث تزداد نسبة الدهن بالقشطة الناتجة.

## (7) صامولة القفل Bowl nut : -

وهي الصامولة التي تثبت بأعلى المخروط لغرض احكام غلق المخروط.

## (8) توابع المخروط : -

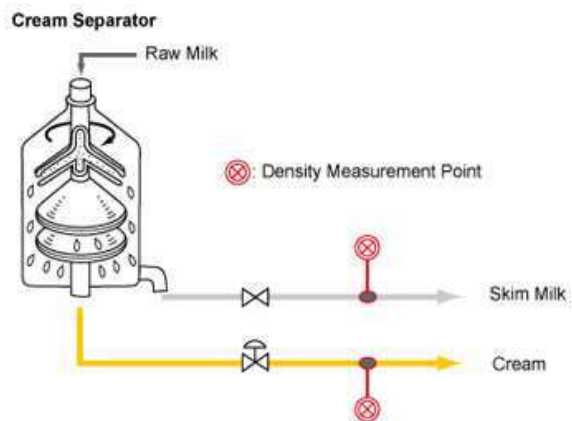
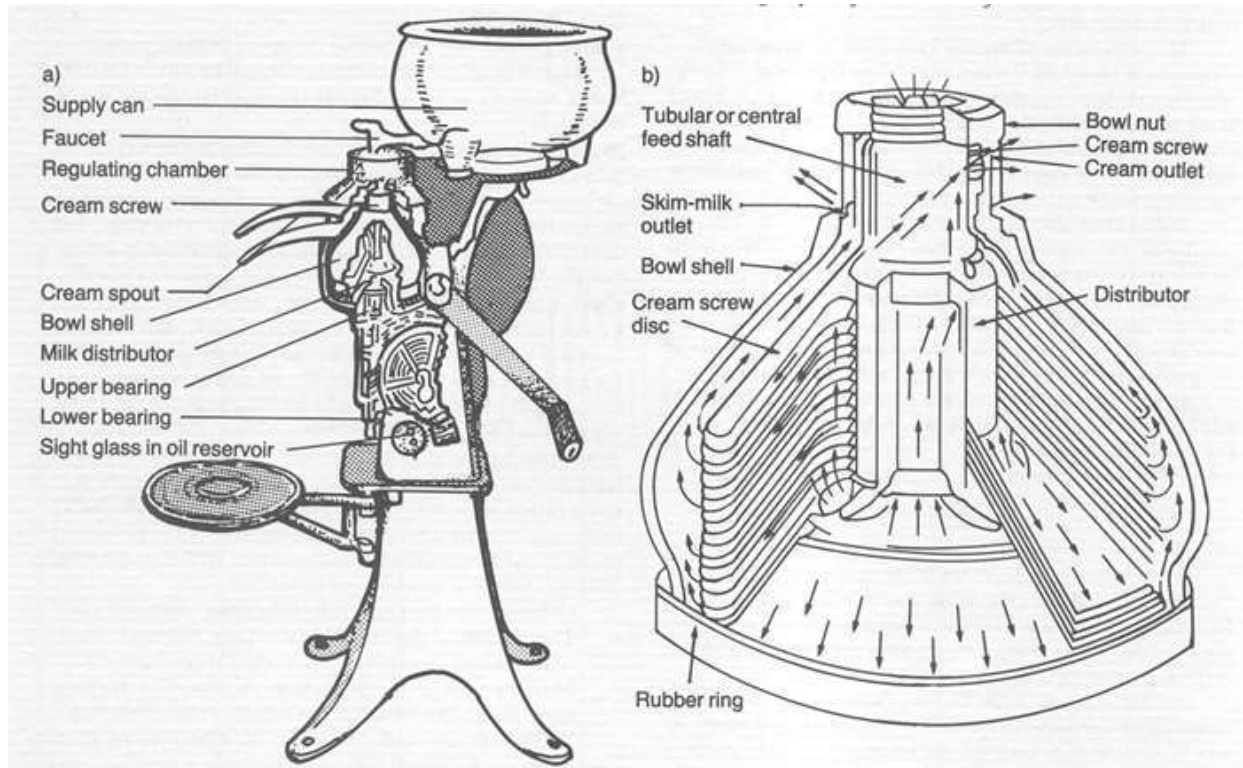
للمخروط بعض التوابع التي تساعد في الاستمرار بعملية الفرز مثل : -

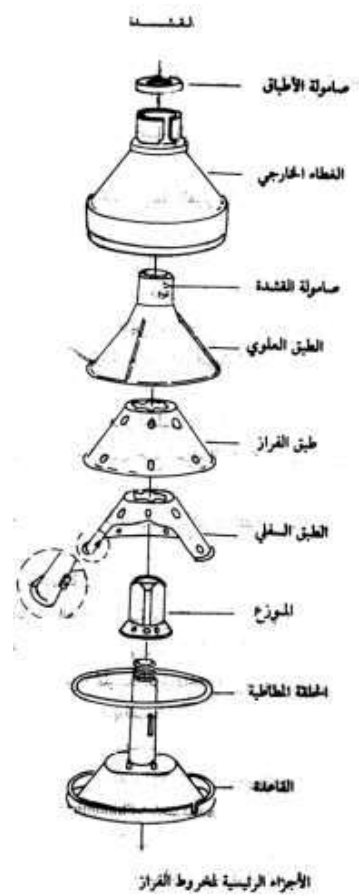
أ- ميزاب الحليب الفرز.

ب- ميزاب القشطة ويقع فوق ميزاب الحليب الفرز.

ج- غطاء تنظيم دخول الحليب الى المخروط، ويركب فوق ميزاب القشطة وبداخله توضع طوافة معدنية لتنظيم مقدار الحليب النازل في المخروط.







## تشغيل الفراز واجراء عملية الفرز :

1- توضع كمية من الماء الساخن في حوض التجهيز بعد ان يدار الفراز ثم يفتح صنبور الحوض كي يدخل الماء في الفراز وذلك لغرض تسخين اطباق الفراز ومنع التصاق الحبيبات الدهنية بها. واطافة الى ذلك فأن هذه العملية تساعد على تنظيف الفراز ومكوناته والتأكد من صحة تركيب اجزاءه.

2- يوضع اناء تحت كل من ميزابي القشطة والحليب الفرز .

3- يوضع الحليب المراد فرزه في حوض التجهيز ويجب ان تكون درجة حرارته 32-38م.

4- يشغل الفراز، ويبدأ بتكوين طبقة من الحليب الفرز على جدار المخروط بينما تتجمع حبيبات الدهن مع بعضها البعض عند الطرف الداخلي للجدار القائم من السائل مكونة القشطة. ان هذا التجمع للقشطة بجانب المخروط هو اول وأهم خطوة في الفصل المركزي للدهن وباستمرار العملية يتم الحصول على الطبقتين، طبقة الحليب الفرز وطبقة القشطة دون ان يختلطا ثانية.

5- بعد اتمام عملية الفرز تؤخذ كمية قليلة من الحليب الفرز وتعاد للفراز لغرض ازالة طبقة الكريم المتبقية والملتصقة بجدار الاقماع.

6- يوقف الفراز عن الدوران وتفكك اجزاءه ويغسل.

غسل وتعقيم الفراز : -

يجب اتباع الخطوات التالية في غسل وتعقيم الفرازات بصورة عامة: -

1- التخلص من المواد المترسبة على السطح الداخلي لوعاء الفراز .

2- غسل الاجزاء بالماء البارد أولاً ثم الماء الدافئ.

3- غسل الاجزاء بالماء الساخن الحاي على مادة منظفة مع استعمال الفرشة بحيث يؤدي ذلك الى التخلص من جميع بقايا الحليب والقشطة على اجزاء المخروط.

4- الغسل بالماء المغلي لمدة عشرة دقائق.

5- تجفف الاجزاء وتخزن .