

ولكى تكون هذه الرسالة وافية بالغرض رجعت ، بعد ان آتممت زياراتى ومشاهداتى فى مصانع الأجهزة ومعامل التجفيف ، الى المراجع العلمية فاستخلصت منها مايتعلق بخواص اللبن المجفف وتركيبه وقيمتة الغذائية . وبالجملة أهم مايتعلق به من الوجيهات الكيميائية والبكتريولوجية ، وخصصت لهذه المواضع القسم الثانى من هذه الرسالة فى حين اقتصر فى القسم الأول منها على بحث طرق الصناعة ووصف الأجهزة من حيث التركيب والإدارة .

القسم الاول

طرق صناعة اللبن المجفف

ذكر الرحالة الشهير ماركو بولو^(١) فى إحدى كتاباته عن عوائد المغول أنهم كانوا يستعملون اللبن المجفف فى القرن الثالث عشر ، ولكن أول طريقة تجارية لصنعه استنبطها جريمود^(٢) أحد الباحثين الانجليز فى سنة ١٨٥٥ ، وهى تتلخص فى تركيز اللبن المضاف اليه كرويات قاعدية فى أوعية مفتوحة حتى يتحول الى شبه عجينة ، ثم تضاف اليها نسبة من سكر القصب ، ويمرر المخلوط بين اسطوانات فيتحول الى هيئة شرائط ، وهذه تجفف وتنعم . على أن صناعة اللبن المجفف لم تصادف اهتماما ولا نجاحا بهذه الطريقة رغم التحويرات التى أدخلت عليها . وفى أوائل القرن العشرين ابتكر أحد الباحثين طريقة أخرى للحصول على المشتملات الصلبة للبن فى حالة جافة بذر اللبن فى قاعة تحتوى على هواء ساخن ، وقد أدخلت على هذه الطريقة عدة تحسينات فيما بعد ، وأصبحت من الطرق الأساسية المتبعة فى وقتنا هذا لصناعة اللبن المجفف ، ثم أعقب ذلك ظهور عدة طرق فى الدانمارك وأمريكا وألمانيا والسويد ، ونالت هذه الصناعة قسطها من العناية بتقدم الزمن حتى أصبح نوع اللبن المجفف الناتج على درجة كبيرة من الجودة فى الوقت الحاضر .

ويمكن تجفيف اللبن إما بالتبريد أو بالحرارة ، وفى الحالة الأولى يبرد اللبن تدريجيا مع التقلب المستمر حتى تنخفض الحرارة الى أقل من درجة تجمد الماء ، فيتحول اللبن الى هيئة بلورات ثلجية دقيقة ، هى عبارة عن الماء المتجمد تحيط بها مواد اللبن الصلبة ، وهذه تفصل بحالة عجينة بواسطة الطرد المركزى فى آلة رحوية تدور بسرعة هائلة ، ثم يكمل تجفيفها بالتبخير على درجة حرارة معتدلة . وهذه الطريقة لا تزال فى دور البحث ، ولم تستعمل تجاريا فى تجفيف اللبن حتى الآن .

(١) Marco Polo. (٢) Grinwade.

أما تجفيف اللبن بالحرارة فيجرى بجملة طرق ، ثلاث منها مهمة ، وهى :

- (١) طريقة الاسطوانات^(١) .
- (٢) طريقة السيور^(٢) .
- (٣) طريقة الرشاش^(٣) .

ففى الطريقة الأولى ينشر اللبن بحالة طبقة رقيقة على سطح اسطوانات دائرة مسخنة بالبخار من الداخل ، فيتبخر ما به من ماء ، ثم يترع المحصول الجلف بواسطة سكاكين ، وتجري عملية التجفيف بهذه الطريقة إما فى وجود الهواء أى تحت ضغط الجو العادى ، أو تدور الاسطوانات داخل غطاء مفرغ من الهواء . وفى الطريقة الثانية ينشر اللبن على سطح سيور معدنية ، ويحفف بمروره فى حيز به هواء ساخن ، ثم يترع اللبن الجلف من على السيور . أما فى الطريقة الثالثة فيذر اللبن على هيئة رذاذ ، ويقابله تيار من الهواء الساخن فيتبخر ما به من الماء ، وتتجمع فى النهاية ذرات اللبن الصلبة على حالة مسحوق ناعم . وسنشرح فيما يلى تركيب الأجهزة الخاصة بهذه الطرق الثلاث ، وكيفية تشغيلها بالتفصيل .

١ — طريقة الاسطوانات

أولاً — تجفيف اللبن بطريقة الأسطوانات تحت ضغط الجو العادى

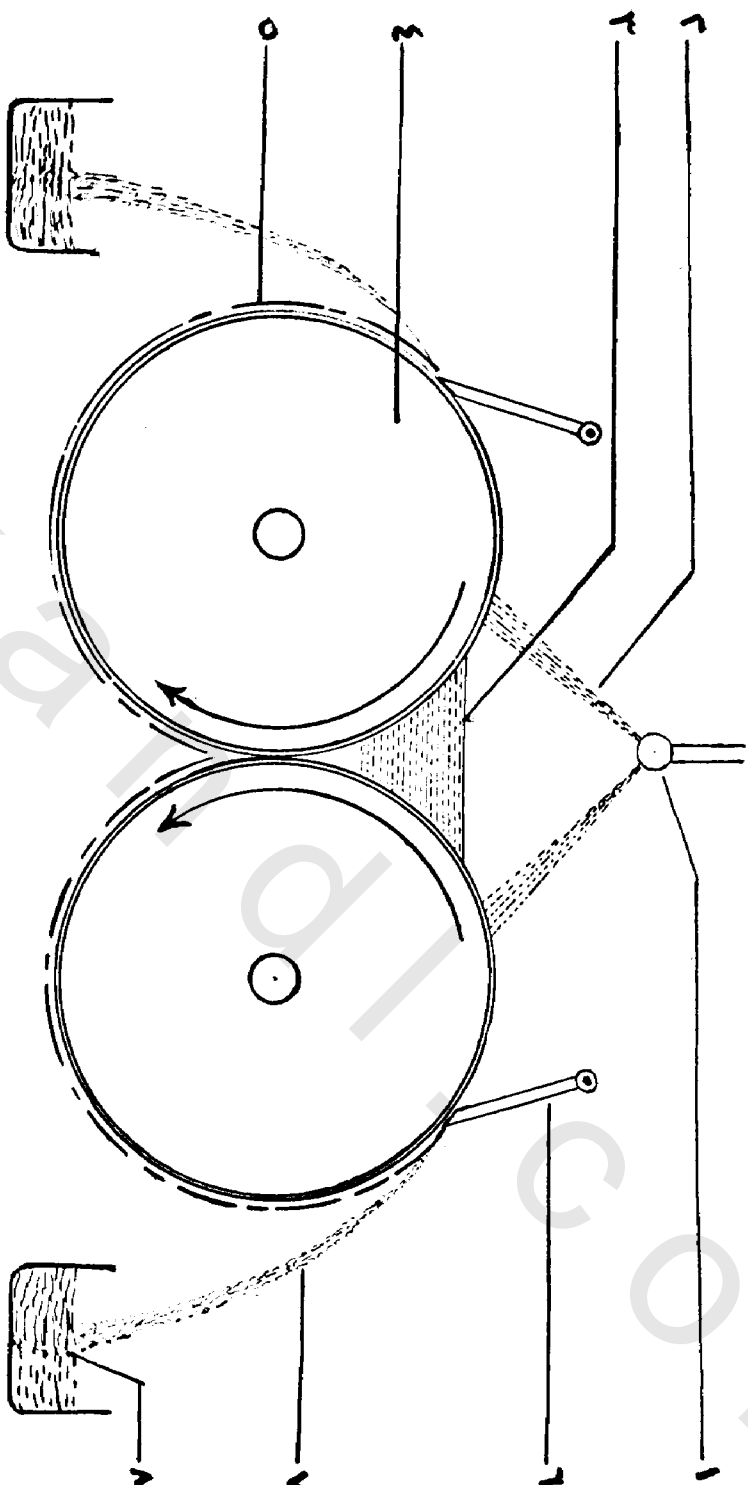
(١) وصف الجهاز وكيفية تشغيله :

تعتبر هذه الطريقة أبسط طرق تجفيف اللبن وأقلها نفقة . ويتركب فيها الجهاز من اسطوانتين من الزهر الجليد ، وقد تصنعان فى أحوال خاصة من فولاذ غير قابل لأن يصدأ ، وهما مجوفتان واقفيتا الوضع ، وكلتاها مسدودة من الطرفين بغطاء لمنع تسرب البخار .

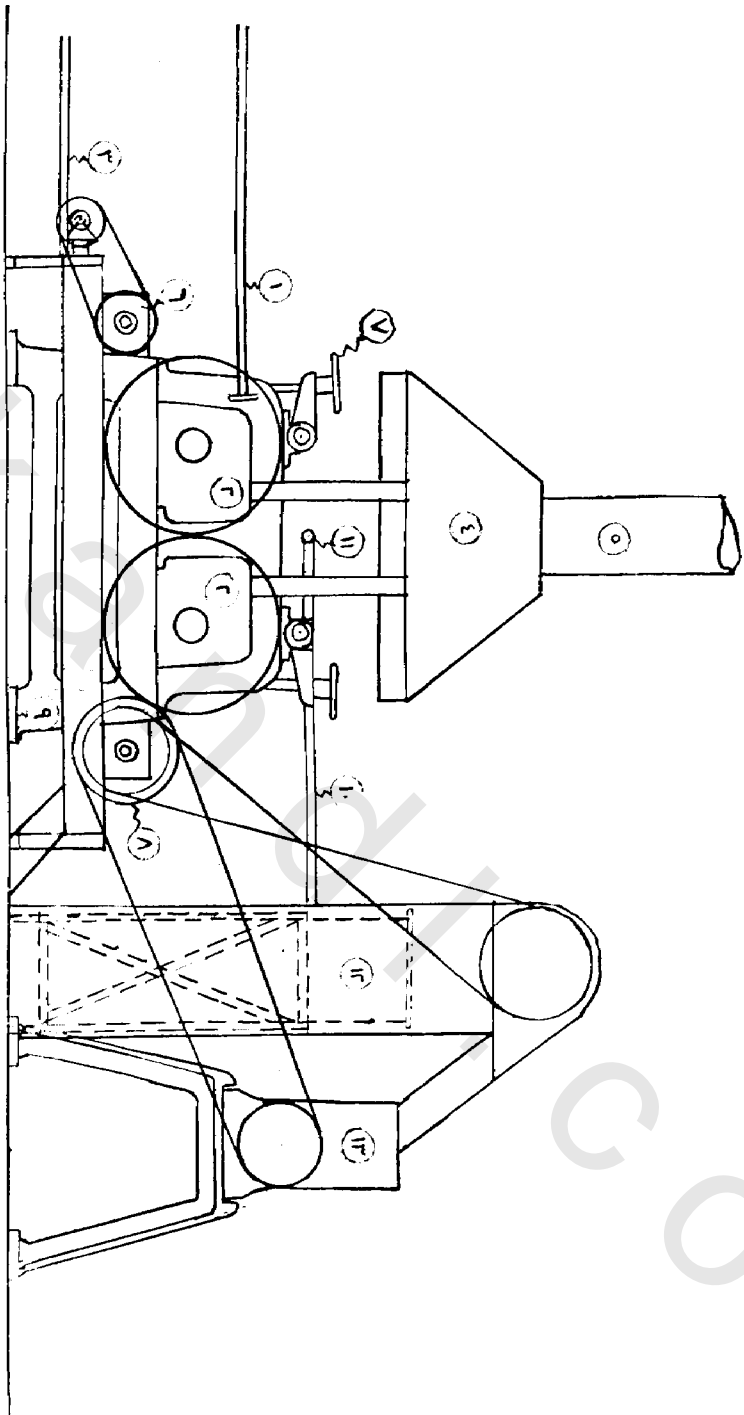
وتسخن هاتان الاسطوانتان من الداخل ببخار تحت ضغط ٤٠ — ٧٠ رطلا للبوصة المربعة (فى المتوسط ٥٠ رطلا) وحرارته تتراوح بين ٢٧٦ و ٣٠٣ فهرنهايت حسب الظروف ، ويمر من الأنبوبتين (ماسورتين) تنفذ كل واحدة منهما من وسط المحور المركبة عليه الأسطوانة ، وهاتان الأنبوبتان متفرعتان من انبوبة رئيسية تحمل البخار من القزان ، وينظم البخار الداخل إليها صمام أمن وتجهيف^(٤) كما يقاس الضغط بما نومتر^(٥) مركب عليها .

والبخار المتكاثف فى داخل الأنابيب والاسطوانتين يخرج من كل من الاسطوانتين بأنبوبة منحنية بحيث تكاد تصل الى قاع الاسطوانة لتمتص كل ما يتكون من الماء فى القاع ، وتنفذ كل من الأنبوبتين من المحور الى الخارج ، ثم تتصل بمحاجز للبخار^(٦) فيمر الماء الى خزان أو الى المجارى .

(١) Drum or Roller Drying Process. (٢) Band Drying Process. (٣) Spray Drying Process.
(٤) Reducing & Safety Valve. (٥) Pressure gauge. (٦) Steam trap.

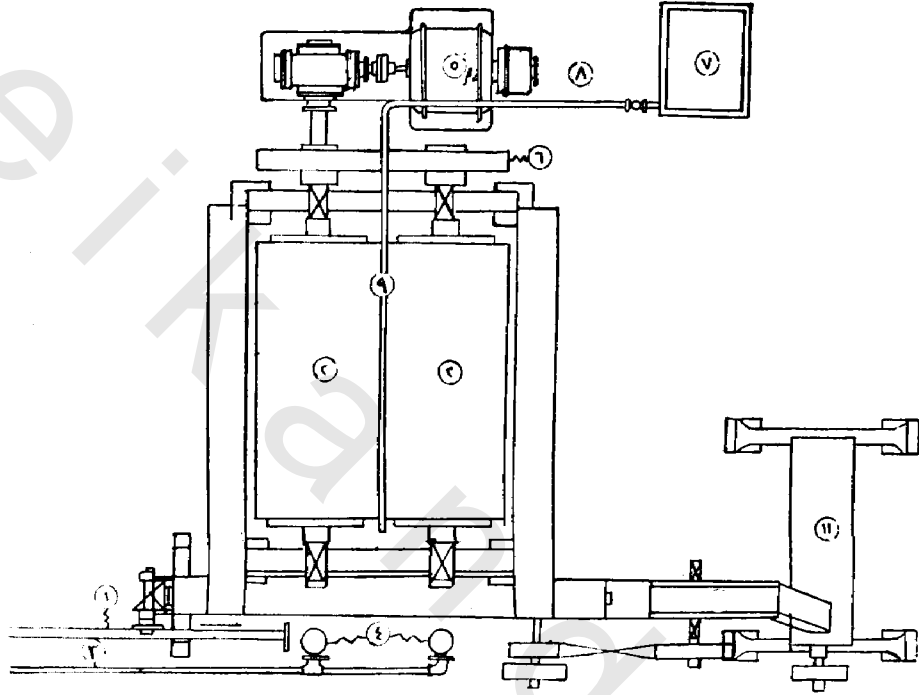


- شكل ١ — قطاع رأسي لجهاز تجفيف ذي اسطوانتين مبيتين به :
- (١) أنبوبة تنقيية اللبن (٢) رشاش اللبن (٣) اللبن السائل في التجمد قبل التجفيف مباشرة (٤) الاسطوانة (٥) غشاء اللبن الجاف على الاسطوانة (٦) السكن (٧) اللبن العفيف (٨) وعاء يجمع اللبن الجفيف .



شكل ٢ — قطع رأس جاري طهارة تخفيف ذي أسطوانتين بحجم ملحقة به :

- (١) أنبوبة تحمل البعير من القران (٢) الأسطوانتين (٣) أنبوبة الماء المكثف (٤) مجمع البعير (٥) أنبوبة السادم
- (٦) صندوق لإدارة الآلة (٧) عجلة لضبط سلكين (٨) صندوق لإدارة آلة السحق (٩) حامل الآلة (١٠) أنبوبة تحمل الدائن من الصهرير
- (١١) أنبوبة تقوية الدائن (١٢) دافع (١٣) آلة سحق .



شكل ٣ — مسقط أفقي لجهاز التجفيف المين بالشكل ٢ ويرى به :

(١) أنبوبة تحمل البخار من القزان (٢) الاسطوانتين (٣) أنبوبة الماء المكثف (٤) حواجز البخار (٥) المحرك (٦) تروس لإدارة الآلة (٧) صهرج اللبن (٨) أنبوبة تحمل اللبن من الصهرج (٩) أنبوبة التغذية (١٠) رافع (١١) آلة السحق .

ومركب على محور الاسطوانتين من الجانب المقابل لطنبوران لإدارة الجهاز ، إما بواسطة سير تديره آلة أو بواسطة تروس متصلة بمحرك كهربائي مباشرة ، وهذه الطريقة أفضل من الطريقة التي كانت تستعمل سابقا ، والتي لاتزال تستعمل في بعض الآلات القديمة ، وهي إدارة التروس ببريمة غير نهائية من المحرك الكهربائي .

والاسطوانتان موضوعتان بحيث تدوران معا وفي اتجاهين متعاكسين ، أى أن كلا منهما تدور الى الداخل و بينهما مسافة بسيطة جدا لا تتجاوز عادة ٠.٢ م. من البوصة ، إلا أن هذه المسافة تختلف باختلاف الأحوال ، ولإمكان تنظيم البعد بين مركزي الاسطوانتين توجد عجلة تدار باليد^(١) يمكن بواسطتها تحريك إحدى الاسطوانتين حركة أفقية .

عند ابتداء تشغيل الجهاز تدار الاسطوانتان بالسرعة المناسبة ، ثم تسخنان بمرور البخار فيهما الى الضغط المطلوب ، ويصب اللبن المراد تجفيفه من أنبوبة في الفجوة المحصورة بين سطحي الاسطوانتين ، ويحجز اللبن في هذه الفجوة بواسطة حاجزين^(٢) من الزهر مضغوطين على نهايتي الاسطوانتين بواسطة زمبلكات ومسامير بريمة من فولاذ لا يصدأ ، فيتبخر ما يحويه اللبن من ماء بالحرارة المنبعثة من البخار الموجود داخل الاسطوانتين ، ويتم جفاف اللبن بعد بقاءه على الاسطوانتين حوالى ثلثي دورة ، ثم تكشف المواد الصلبة المتبقية على الاسطوانة بواسطة سكين تعمل على سطحها ، وأخيرا يجمع اللبن الجاف الناتج الذي يكون على هيئة أوراق رقيقة في وعاء موضوع أمام كل اسطوانة ، ويسحق ويغربل (راجع شكل ١) ، والسكيتان المستعملتان في كشط اللبن الجاف مصنوعتان من نوع خاص من الفولاذ، ومثبتتان على حاملين يمكن تحريكهما بواسطة عجلات أيضا لتنظيم ضغطهما على وجه الاسطوانتين ، كما يمكن ضغط أجزاء الحدين بواسطة مسامير بريمة صغيرة .

ولو أن الشرح السابق يتضمن وصف الأجزاء الرئيسية للجهاز ، إلا أنه لزيادة العناية بعملية التجفيف وضمان حسن سيرها ، يلحق بالجهاز في أغلب الأحوال أجزاء إضافية عند ما يراد إنتاج نوع جيد من اللبن المجفف وعدم لمسه باليد في أثناء العملية ، فإذا ذاك ينقل اللبن بعد تجفيفه بواسطة بريمة ناقلة تتحرك داخل الوعاء الموضوع أمام كل اسطوانة ، ثم يرفع برافع^(٣) خاص إلى أعلى آلة السحق^(٤) ، ومنه يعبأ في صفائح أو أكياس حسب الحاجة ، كما يركب أحيانا مجمع للبخار^(٥) فوق الاسطوانتين يجمع فيه البخار المتصاعد من اللبن في أثناء عملية التجفيف ، ويمر الى الجو ، ويسحب غالبا بواسطة مروحة ، ولكن يكون الجهاز كاملا يحتاج الى صهر يجرى بوضع في مستوى مرتفع بحيث يمد منه اللبن بتأثير ثقله الى آلة التجفيف ، ويركب على حامل حديدي خاص . وتختلف سعة هذا الصهر يجرى باختلاف حجم الآلة ، ويرفع اليه اللبن إما بواسطة مضخة أو يصعد اليه العمال بواسطة سلم ويصب فيه اللبن من الصفائح (راجع الشكلين ٢ و ٣) .

(١) Hand-wheel. (٢) End-dams. (٣) Elevator. (٤) Sifter. (٥) Vapour hood.

وتصنع آلات التجفيف السابق وصفها بعدة أحجام تتوقف على مقدار اللبن المراد تجفيفه ،
وفما يلي بيانها :

الحجم ١	قطر الاسطوانة ١٢ بوصة وطولها ٢٤ بوصة . وتجفف ١٠ جالونات في الساعة
» ٢ »	» ٢٤ » ٣٦ » ٣٥ »
» ٣ »	» ٢٨ » ٦٠ » ٧٥ »
» ٤ »	» ٢٨ » ٨٠ » ١٠٠ »
» ٥ »	» ٤٨ » ٧٢ » ١٥٠ »
» ٦ »	» ٤٨ » ١٢٠ » ٢٥٠ »

وهذا التقدير محسوب على اعتبار أن البخار المستعمل ضغطه ٥٠ رطلا للبوصة المربعة ، وأن اللبن لم يركز قبل تجفيفه ، على أنه يمكن زيادة كميات اللبن التي تجففها هذه الآلات بزيادة سرعة دوران الاسطوانات ورفع ضغط البخار الى ٨٠ رطلا للبوصة المربعة ، ولا بد في هذه الأحوال أن تستعمل اسطوانات خاصة تلائم الضغط المذكور .

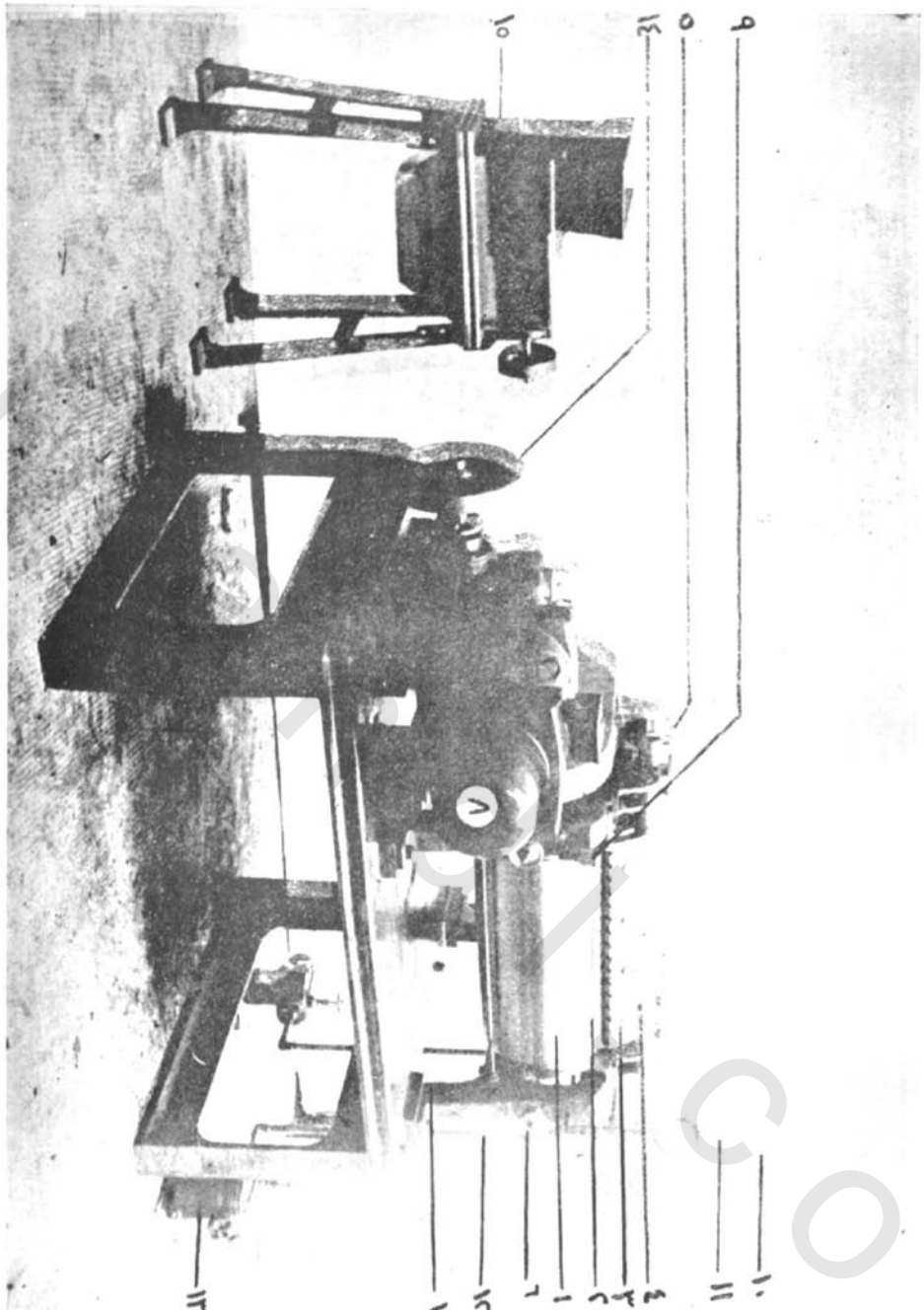
ومما يحسن ذكره أن استعمال الحجم الأصغر من هذه الآلات قاصر على التجارب والأبحاث العلمية ، ونادرا ما يستعمل لأغراض تجارية (راجع الأشكال ٤ و ٥ و ٦ و ٧) .

(٢) ملاحظات خاصة بإدارة الجهاز والعناية به :

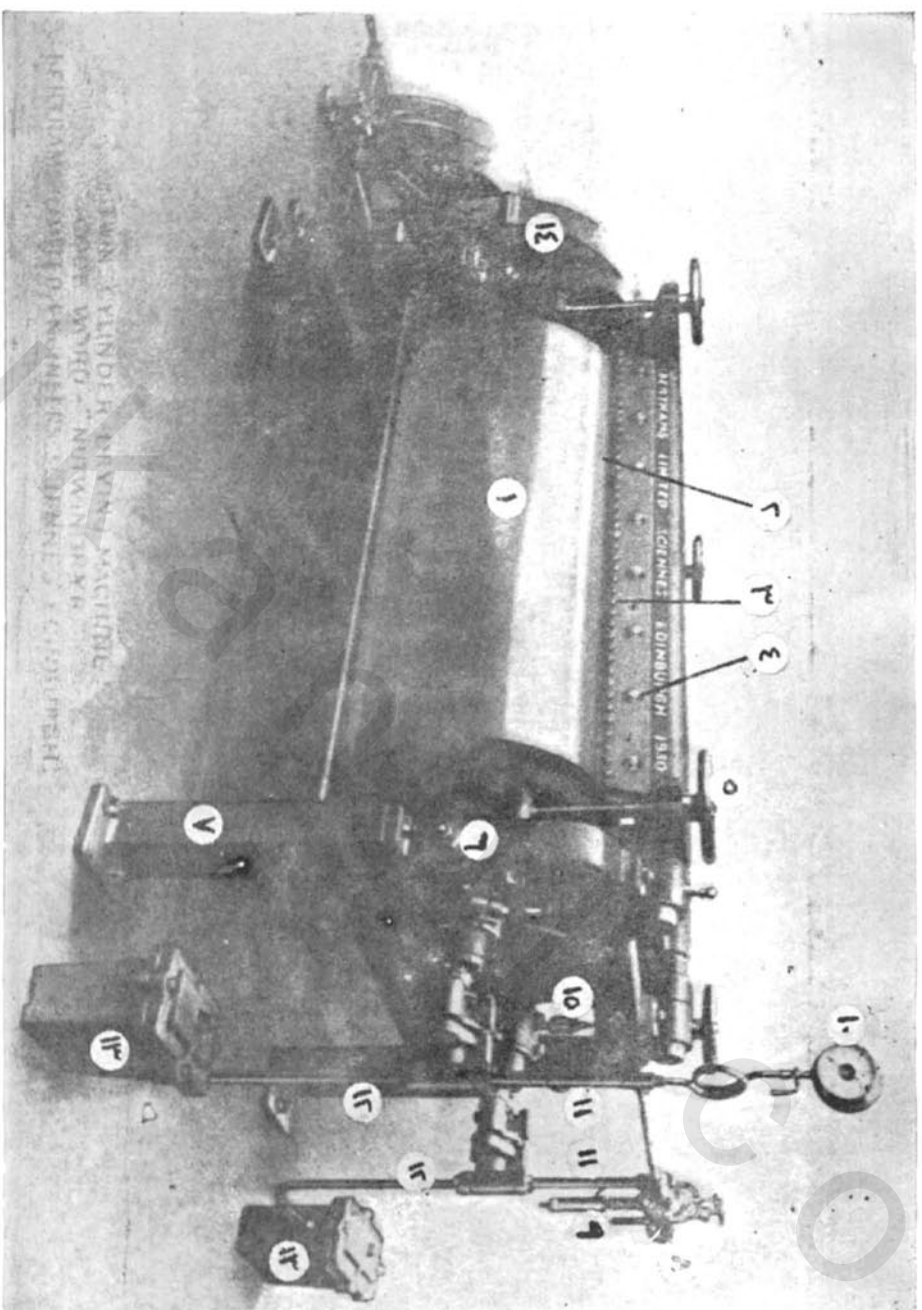
ولو أن الجهاز في جملته بسيط التركيب سهل الإدارة ، إلا أنه لنجاح عملية التجفيف ، وجودة المسحوق الناتج بهذه الطريقة ، تراعى في صنع الجهاز وتركيبه وإدارته وضبطه اشتراطات خاصة فلخص أهمها فيما يلي :

أولا - يعنى عناية تامة بصقل الاسطوانتين من الخارج وخرطهما من الداخل بحيث يكون سمك كل منهما منتظما ، وذلك لضمان توازنهما ، وتوزيع الحرارة على سطحيهما بالتساوى . كما يوجه الاهتمام الى اختيار المواد التي تصنع منها أجزاء الجهاز المختلفة حتى تضمن متانتها . إذ أن الجهاز ثقيل الوزن ، وحدوث أى اختلال في توازنه أو ضعف جزء من أجزائه ، يتسبب عنه ارتجاجه في أثناء الإدارة فينجم عن ذلك ارتباك العملية ورداءة الناتج .

ثانيا - لما كان الجهاز ثقيل الوزن كما قلنا ، لذا يشترط أن يكون الأساس الذي يحمله متينا ، ويفضل استعمال الأسمنت في هذه الحالة .

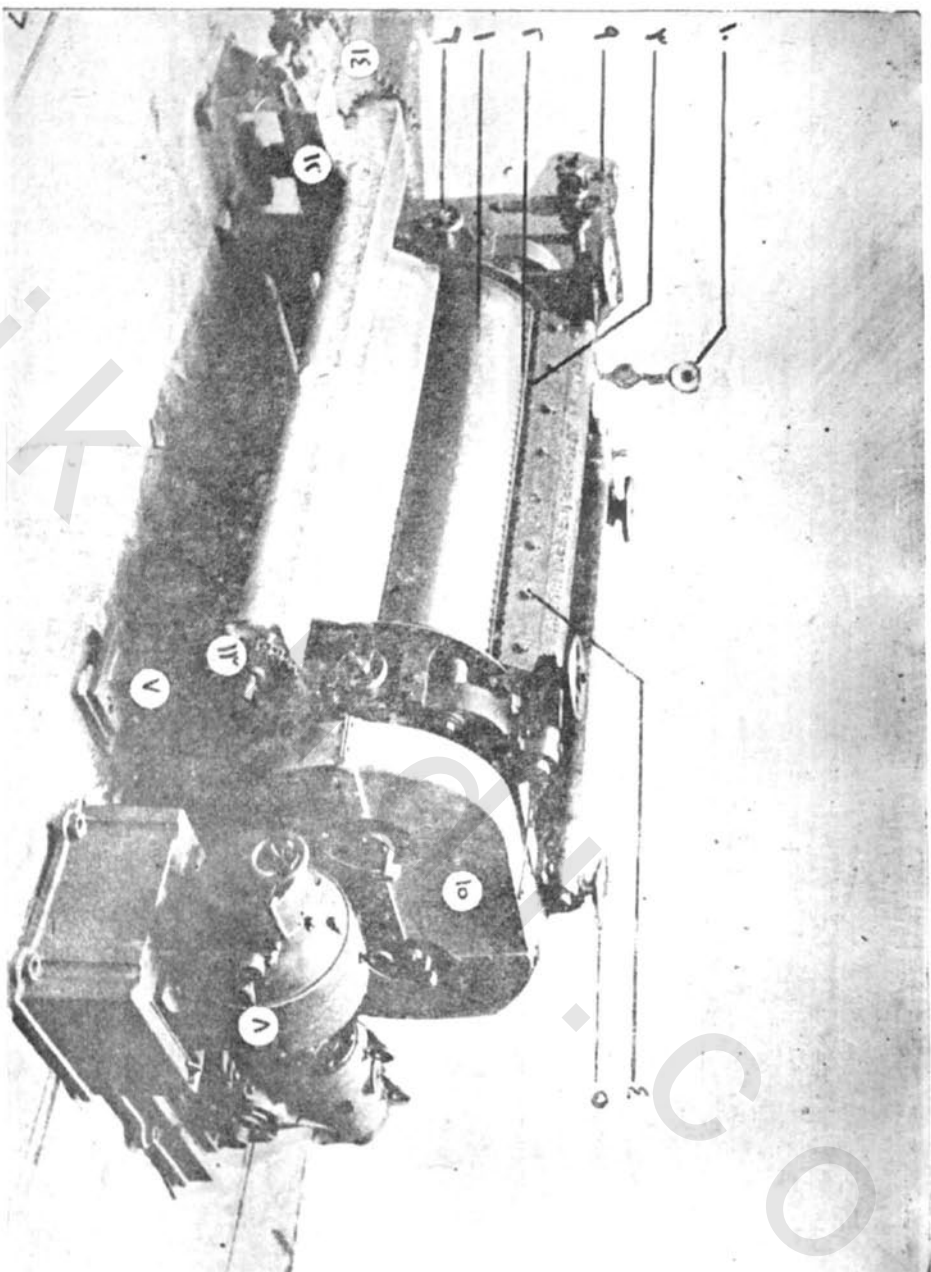


- شكل ٤ — آلة تخفيف ذات اسطوانتين من الحجم رقم ١ وشاهد بالشكل ما يأتي :
- (١) إحدى الاسطوانتين (٢) حدة السكين (٣) مسامير يربطه لضبط حد السكين
 - حامل السكين (٤) حامل السكين (٥) بجلة يدوية لضبط
 - (٦) إحدى العجلات اليدوية لتحويل السطوانة وتقلع البعد بين الاسطوانتين
 - (٧) حامل الآلة (٨) محرك لإدارة الآلة
 - (٩) الطريقة (١٠) مقياس الضغط (١١) حنفية (١٢) أنبوبة الماء المتكاثف في الاسطوانة
 - (١٣) حاجر البخار (١٤) بجلة
 - إدارة آلة سحق من المحرك بواسطة سير (١٥) آلة سحق



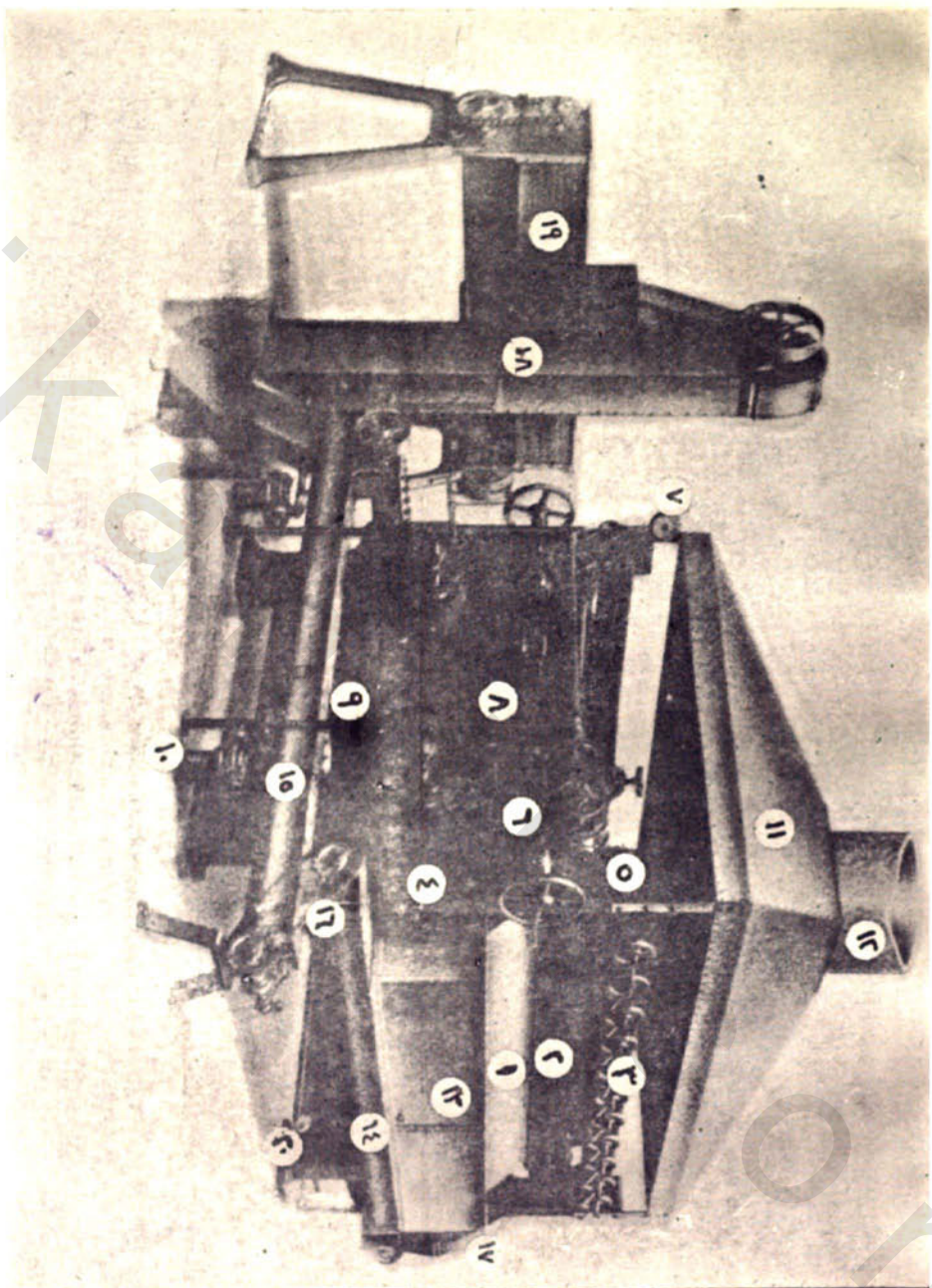
شكل د - آلة تخفيف ذات اسطوانتين من الحجم رف ٣ ويرى بالشكل ما يأتي :

- (١) إحدى الاسطوانتين (٢) حد السكين (٣) مسامير لينة لطيف حد السكين (٤) مسامير لينة لطيف أجزاء السكين (٥) تجلدة لطيف حامل السكين (٦) سمار لتحويلك الاسطوانة وتطعيم البدلين الاسطوانتين (٧) حامل الآلة (٨) مدخل البخار إلى الآلة (٩) صمام (١٠) مقياس الضغط (١١) أنبوب بخار الداخل (١٢) أنبوب بخار الخارج من الاسطوانتين (١٣) حاجز البخار



شكل ٦ — آلة تخفيف ذات اسطوانتين من الحجم رقم ٣ وشاهد بالشكل ما يأتي :

(١) إحدى الاسطوانتين (٢) حد السكين (٣) مسامير برية لضبط حد السكين (٤) مسامير برية لضبط أجزاء السكين (٥) غلظة يدوية لضبط حامل السكين (٦) إحدى العجلات اليدوية لتحريك الاسطوانة وتطبيق الضغط بعد بين الاسطوانتين (٧) حامل الآلة (٨) محرك لإدارة الآلة (٩) صمام أمن وتخفيف (١٠) مقياس الضغط (١١) وعاء يجمع اللبن الخفيف تدور فيه برية ناقلية (١٢) وعاء يجمع اللبن الخفيف من الاسطوانتين تدور فيه برية ناقلية (١٣) حيزير لإدارة البرية الناقلية (١٤) حيزير لإدارة البرية الناقلية العريضة (١٥) تروس لإدارة الآلة داخل غطاء .



شكل ٧ — آلة تخفيف ذات اسطوانتين من الحجم رقم ٦ كلمة مجمع ملحقاتها ويرى بالشكل ما يأتي :

- (١) إحدى الاسطوانتين (٢) أحد السكّين (٣) بخارات يدوية للضغط أجزاء السكّين (٤) مسارات بخار الاسطوانة (٥) مدخل البخار إلى الآلة (٦) صمام أمن وتخفيف (٧) مقبض الضغط (٨) أنبوبة البخار الداخل إلى الاسطوانة (٩) أنبوبة الماء المكثف (١٠) حادّ البخار (١١) مجمع البخار (١٢) أنبوبة العادم (١٣) دعاء جمع البين الخفيف من الاسطوانة (١٤) بركة تافلة طويلة (١٥) بركة تافلة عرضية (١٦) جذير لإدارة البركة التافلة العرضية (١٧) تروس الإدارة (١٨) رافع (١٩) آلة السحق (٢٠) حامل الآلة •

ثالثا — يجب أن يكون حد السكينين منتظمين ومشحوزين شحذا جيدا ، وأن يكون ضغطهما على وجهى الاسطوانتين معتدلا ومتساويا فى جميع الأجزاء ، حتى لا يهترا فى أثناء إدارة الجهاز ، ولا يكون استهلاكهما سريعا ، وحتى يزيلا جميع اللبن المجفف عن سطح الاسطوانات ، وإلا احترقت أجزاء منه .

رابعا — لإحكام ضبط السكينين يوضعان أولا على الحاملين اللذين يراعى أن يكونا أفقيين الوضع عندئذ ، كما يراعى أن يكون طول الجزء البارز من كلا السكينين $\frac{1}{4}$ بوصة ، ثم يوضع اللوحان الساندان بعناية بحيث لا يغيران موضع السكينين ، وبحيث يتركان نحو بوصة واحدة من السكين بارزة ، ثم يثبت السكينان واللوحان بالمسامير الخاصة ، وبعدئذ ينخفض كل حامل الى أن يلمس حد السكين سطح الاسطوانة ، ويضبط الحامل بحيث يمكن تحريك الاسطوانة باليد بسهولة ، ثم تربط المسامير المنظمة لضغط أجزاء حد السكين ، وتضبط هذه المسامير نهائيا فى مواضعها بعد أن تدار الآلة بحيث يكون ضغطها متساويا على جميع أجزاء الاسطوانة .

وتسبب سرعة استهلاك السكاكين إما عن صغر الجزء البارز تحت الألواح الساندة أو تحت الحوامل ، أو تسبب عن عدم ضبط المسامير المنظمة لضغط أجزاء حد السكين بالتساوى ، أو عن ربط هذه المسامير بقوة ، أو زيادة الضغط على السكين بواسطة العجلات اليدوية .

خامسا — يلزم أن تضبط المسافة المحصورة بين الاسطوانتين عند بداية تشغيل الجهاز لأول مرة ، أو عند تغيير نوع اللبن السائل المراد تجفيفه (من لبن كامل الدهن الى لبن فرز أو لبن مخيض مثلا) ، وأوفق مسافة لا تعرف بالضبط إلا بالتجربة والاختبار ، ويمكن لتقدير البعد المناسب بسهولة أن يتبع الآتى :

تدار الآلة ويصب مقدار قليل من اللبن على الاسطوانتين ، فإن لوحظ أن جانبا كبيرا منه تساقط من بينهما قربت الاسطوانتان قليلا ، أما إذا لم يمر اللبن من بين الاسطوانتين كلية أبعدتا عن بعضهما قليلا ، ويعتبر البعد بين الاسطوانتين مناسبا إذا لم يمر من بينهما غير بضع قطرات من اللبن عند ابتداء إدارة الآلة ، ثم يتنع مرورها بعد عدة دورات فلامل .

سادسا — تتراوح سرعة دوران الاسطوانتين فى المعتاد بين ١٢ و ١٦ دورة فى الدقيقة ، ويختلف ذلك باختلاف نوع اللبن المراد تجفيفه (إن كان كامل الدهن أو فرزا أو مركزا) ، وباختلاف ضغط البخار داخل الاسطوانتين ، على أن أنسب سرعة لا يمكن تقديرها بالضبط إلا بالتجربة ، وقد وجد فى كثير من الأحيان أن أوفق سرعة للاسطوانتين هى ١٢ دورة فى الدقيقة عند ما يكون ضغط البخار ٤٠ رطلا للبوصة المربعة ، ولكن فى أحيان أخرى تفضل زيادة السرعة إلى ٢٠ دورة فى الدقيقة ، ورفع ضغط البخار إلى ١٠٠ رطل للبوصة المربعة ، على أن زيادة السرعة الى هذا الحد يتسبب عنها غالبا ارتجاج الجهاز فى أثناء الدوران .

سابعا — من الضروري أن يكون ضغط البخار في القزان دائما عن الضغط المستعمل داخل الاسطوانات بنحو ٥٠٪ إلى ١٠٠٪ ، بمعنى أنه إذا أريد استعمال بخار بضغط ٤٠ رطلا للبوصة داخل الاسطوانات ، وجب أن يكون ضغطه في القزان ٦٠ رطلا على الأقل . كما يجب أن ينظم صمام الأمن والتخفيف بحيث يفتح من تلقاء نفسه على ضغط يزيد خمسة أطلال عن ضغط التشغيل . ويجب أن يختبر من وقت لآخر بواسطة المانومتر المركب على أنبوبة البخار الداخل .

ثامنا — ينبغي ملاحظة أن يكون موضع الجهاز قريبا بقدر الإمكان من حجرة قزان البخار ، وأن تأخذ الأنابيب الموصلة للبخار أقصر طريق ممكن ، وتحاط هذه الأنابيب بمادة عازلة ، وذلك لكي لا يحصل فقد كبير في الحرارة ، كما يلزم أن يوضع صمام عند نقطة اتصال كل أنبوبة فرعية بأنبوبة البخار الرئيسية الآتية من القزان . ويجب أن تكون هذه الصمامات مقفلة في حالة عدم استعمال الأنابيب الفرعية حتى لا يعود البخار المتكاثف فيها إلى الأنبوبة الرئيسية ، وحتى يبقى البخار في الأنبوبة الرئيسية جافا .

تاسعا — في حالة استعمال جملة آلات متصلة بعضها ببعض يركب حاجز للبخار بحجم مناسب على أنبوبة البخار الرئيسية قريبا من الآلة الأولى لضمان وصول البخار جافا إلى الآلات باستمرار ، ويجب أن يعنى بتفتيش حواجز البخار كلها على فترات متقاربة للتأكد من أنها تؤدي عملها تماما .

عاشرا — قبل البدء بتشغيل الآلة تفتح حواجز البخار ويمرر البخار في الاسطوانات ، أو تعمل فتحة جانبية^(١) بين حواجز البخار والاسطوانات ، وهذه تفتح قبل ابتداء التشغيل ، وعلى فترات ، والغرض من الطريقة الأخيرة اختبار حواجز البخار ، لأنه إذا فتح الصمام الموجود على الفتحة الجانبية ونج منه جزء كبير من البخار المتكاثف فيكون هذا دليلا على أن حواجز البخار لا تضمن استمرار جفاف الاسطوانات .

حادى عشر — تلزم العناية بضبط موضع أنابيب التصفية داخل الاسطوانات من وقت لآخر ، وهذه يجب أن تصل الى نحو نصف بوصة من قاع الاسطوانات ، ويمكن معرفة موضعها بالضبط في حالة وقوف الآلة بالنقر على الاسطوانات ، ومعرفة مستوى سطح الماء فيها من الصوت .

ثاني عشر — يجب أن يعنى بتنظيم سرعة مرور اللبن من أنبوبة التغذية الى الفجوة المحصورة بين الاسطوانتين ، بحيث يكون مقدار اللبن الذى يصب من الفجوة منتظما طول الوقت ، ويمكن ضمان ذلك باستعمال صهر ينج ذى صمام كروى سعته ١٠ جالونات يوضع بين الصهر ينج العمومى والأنبوبة الرشاشة التى يصب فيها اللبن على الاسطوانتين . وعلى أى حال لا يجب أن يزيد عمق اللبن في الفجوة عن ثلاث بوصات ، وإلا تسبب عن قوة غليانه وصول جزء منه الى اللبن الجاف .

ثالث عشر - عند نهاية العملية ، وقبل مرور اللبن من أنبوبة التغذية الى الفجوة ، يلزم التأكد من وصول درجة حرارة الاسطوانات الى حرارة التشغيل ، والأفضل أن تدار الاسطوانات قبل مرور البخار فيها كما سبق القول في وصف العملية ، لأن توزيع الحرارة في حالة دورانها يكون أكثر انتظاما عما إذا كانت ساكنة .

رابع عشر - عند بداية العملية وقبل إيقاف الآلة يزال جميع البخار المتكاثف من داخل الاسطوانات بتشغيل حواجز البخار ومرور البخار كما شرحنا سابقا . كما يعني بتنظيف سطوح الاسطوانات أولا بصب عدة جرادل من الماء في الفجوة ، ثم تنظيفها بمحقة مبللة قبل وقوفها ، وتستمر عملية التنظيف هذه حتى لا يتبقى عليها شيء بدليل عدم ظهور آثار لبن مجفف على السكاكين ، وأخيرا تدهن الاسطوانات بطبقة خفيفة من الفازلين وهذه يمكن إزالتها بسهولة قبل ابتداء العملية للمرة التالية . واتباع هذا النظام يضمن بقاء الاسطوانات لامعة دائما ، والحصول على لبن مجفف من صنف جيد بأوفر كمية .

خامس عشر - يلزم أن يراعى في وضع الآلات عدم تعرضها لتيارات الهواء ، وأن يكون الجو المحيط بها هادئا ، وإذا لم تكن الآلات مجهزة بجمع للبخار وبأرواح لسحب البخار المتصاعد في أثناء العملية فيجب أن تعمل منافذ للتهوية في حيطان أو سقف البناء الذي توجد به الآلة ، وتكون هذه المنافذ في مستوى مرتفع عن سطح الآلة بكثير .

سادس عشر - وأخيرا تنبى العناية بتزيت الآلة وذلك ببقاء المزايت (١) مملوءة باستمرار ، وضبطها بحيث يقطر منها الزيت في فترات مناسبة ومنتظمة .

(٣) مقدار اللبن المجفف الناتج من العملية :

تتوقف كمية اللبن المجفف الناتج من العملية على نوع اللبن المستعمل ، على أنه يمكن اعتبار الأرقام الآتية كتوسط :

ينتج من الجالون الواحد من اللبن الكامل الدهن نحو ١,٢٥ رطل مسحوق .

»	»	»	»
»	»	الفرز	» ٠,٩٠ »
»	»	المخيض	» ٠,٨٥ »
»	»	الشرش	» ٠,٧٠ »

ولا يحتاج اللبن الكامل الدهن أو الفرز الى معاملة خاصة قبل عملية التجفيف ، وفي أغلب الأحوال يصب كما هو على الاسطوانات ، إلا أنه أحيانا يفضل تسخينه مبدئيا إلى درجة ١٨٠ فهرنهايت .

(١) Oil Cups

(٢)

وعملية التركيز الأولى (١) للبن الكامل او للبن الفرز ليست شائعة الاستعمال لأن البن يغلي في الفجوة بين الاسطوانتين ويتركز إلى حد ما عند ذلك . وقد تقتصر فائدة التركيز المبداً على إزالة جزء كبير من الماء الموجود بالبن على درجة حرارة لا تؤثر في تركيبه .

أما اللبن المخيض فيمكن كذلك تجفيفه بدون معاملة سابقة ، إلا أن ذلك لا يتم إلا بصعوبة نظراً إلى أن المحصول الجاف يميل إلى الالتصاق بالسكاكين ، ولكن يمكن تذليل هذه الصعوبة بتسخينه قبل التجفيف ، أو يفضل تركيزه إلى نحو ٢٠٪ قبل صبه على الاسطوانات .

والشرش أصعب في تجفيفه من اللبن المخيض بالنسبة إلى انخفاض نسبة المواد الصلبة به وتكامل (٢) السكر مما يجعله قابلاً للالتصاق على الاسطوانات ، وصعب الإزالة من عليها ، ويمكن تجفيفه بنجاح بعد تركيزه بنسبة ٧ أو ٨ : ١ ، أو بعد إضافة دقيق الذرة أو السن بنسبة ٥ ٪ وبذا يمكن الحصول على مسحوق ملائم جداً لتغذية الدجاج .

وقد استنبط في السنين الأخيرة الكابتن جولدنج بمعهد أبحاث الألبان في ردينج طريقة للتسخين المبدئي (٣) لتركيز السائل وجعله أكثر ملاءمة للتجفيف ، وهذه الطريقة توافق تجفيف الشرش ، وتستعمل في بعض المعامل بنجاح ، وسنأتي على شرحها عند الكلام عن معهد ودينج .

(٤) مقادير البخار والقوة اللازمة لإدارة آلة تجفيف :

حصلت في أثناء زيارتي لمصانع برترام ولمعامل تجفيف اللبن التي تستخدم هذه الآلات على البيانات الخاصة بمقدار ما تستهلكه آلات التجفيف من البخار والقوة الكهربائية ، وبالرغم من أن إدارة هذه الآلات بسيطة فإن استهلاكها للبخار قليل والقوة اللازمة لإدارتها صغيرة ، وفيما يلي بيان استهلاك البخار والقوة اللازمة لإدارة الآلات بأحجامها الستة التي أوضحت من قبل :

الآلة حجم ١ تستهلك ١١٤ رطلاً من البخار في الساعة وتلزم لإدارتها ٣ أحصنة .

»	٢	»	٤٠٠	»	»	»	»	»	٥	»	»
»	٣	»	٨٥٠	»	»	»	»	»	٨	»	»
»	٤	»	١١٤٠	»	»	»	»	»	١٠	»	»
»	٥	»	١٧٠٠	»	»	»	»	»	١٨	حصاناً	»
»	٦	»	٢٨٥٠	»	»	»	»	»	٢٥	»	»

(١) Pre-concentration.

(٢) Caramelisation.

(٣) Preheating.

وهذا التقدير محسوب على اعتبار أن البخار المستعمل ضغطه ٥٠ رطلا للبوصة المربعة ، كما أن مقادير البخار المذكورة تشمل الفقد الذي يحصل بالتشعيع في اثناء العملية .

ومما تجب ملاحظته أنه في حالة استعمال بريمة ناقلة لرفع اللبن المجفف إلى أعلى جهاز السحق تلزم قوة إضافية لذلك تقدر بحصانين في حالة الأحجام ١ و ٢ و ٣ ، وبثلاثة أحصنة في حالة الحجم ٤ ، وبخمس في الحجمين ٥ و ٦ .

(٥) أثمان آلات التجفيف وملحقاتها :

يختلف ثمن آلة التجفيف باختلاف حجمها ، وسنورد فيما يلي بيانات بأثمان ثلاث آلات من الأحجام ١ و ٢ و ٣ على التوالي ، حسب المواصفات التي سبق ذكرها ، وكذلك بأثمان الأدوات الملحقة بها .

الآلة حجم ٣	الآلة حجم ٢	الآلة حجم ١	
جنيه	جنيه	جنيه	
٣٧٥	٣٢٠	١٨٠	ثمن الآلة
٢٣٥	٢١٠	—	» ملحقات الآلة
٧٥	٦٣	٥١	» محرك كهربائي لإدارتها
٢٥٠	١٢٠	٦٥	» قزان لتوليد البخار
—	—	٥٠	» جهاز السحق
٩٣٥	٧١٣	٣٤٦	مجموع الثمن

ومما يلاحظ أن الأثمان المذكورة تشمل أجور الخرم والشحن وقيمة التأمين ، بمعنى أنها تسليم الاسكندرية . أما الملحقات فهي التي ذكرت في الوصف الرئيسى ، وتشمل البريمة الناقلة والرافع وآلة السحق الخ . وهذه ولو أنه يمكن الاستغناء عنها كما قلنا غير أنه يفضل جدا استعمالها إذا أريد الحصول على لبن مجفف نظيف ومن نوع جيد .

ولو أن المتبع استعمال الملحقات مع الآلات الكبيرة الحجم نسبيا مثل ٣ و ٢ ، إلا أنها نادرا ما تستعمل مع الحجم ١ ، وكل ما يلزم لهذه الآلة صندوق من الخشب لاستلام اللبن المجفف ومنخل ، وفي الغالب ستعمل جهاز سحق صغير .

أما الصهريج الذى يستعمل لإمداد الآلة باللبن فتكون سعته فى حالة الآتين ٢ و ٣ ثلاثين جالونا ، ويصنع عادة من النحاس المطلى بطبقة من القصدير ، وتركب عليه حنفية منظمة ويبلغ ثمنه ٢٧ جنيا ، كما يقدر ثمن الأنابيب الممتدة بين الصهريج والآلة بنحو ٧ جنيهات .

ولا يحتاج جهاز التجفيف الى أجزاء أخرى غير التى ذكرت اذا استعمل فى مصنع زبدة ، حيث يراد الانتفاع باللبن الفرز فى التجفيف كما هو الحال فى أغلب الأحيان ، أما فى الحالات التى ينشأ فيها معمل خاص للتجفيف قائم بذاته ، فيلزم عندئذ ميزان اللبن وصهريج استلام ومصفاة ومضخة لرفع اللبن الى الصهريج الثانى الذى يغذى آلة التجفيف ، وهذه يقدر مجموع ثمنها بنحو ١٠٠ جنيه .

(٦) العمال اللازمون لإدارة الجهاز ومباشرة العملية :

لا تستلزم إدارة آلات التجفيف ذات الاسطوانات — حتى الكبير منها — عددا كبيرا من العمال بالنسبة لبساطتها ، ويتناسب عدد العمال اللازمين لإدارة الآلة ومباشرة العملية مع حجم الآلة ، ومع ما اذا كان المعمل قاصرا على تجفيف اللبن أو أن عملية التجفيف تجرى جنبا لجنب مع عمليات أخرى كصناعة الزبد أو اللبن وغيرهما ، وفى كل الحالات يلزم عامل واحد متمرن لمباشرة قران البخار ، كما يلزم عامل آخر لتشغيل آلة التجفيف وملحقاتها فى حالة الحجمين ٢ و ٣ ، يضاف اليه مساعد فى حالة الأحجام الثلاثة الأخرى ، وهذا باعتبار أن العملية تجرى بدون تعقيم أو تركيز اللبن قبل تجفيفه .

وفى حالة ما إذا كانت العملية تجرى بالاشتراك مع عمليات أخرى فإن نصيب آلة التجفيف من أجرة العامل الذى يباشر القران يكون جزئيا (يستخدم عامل آخر إضافى لرفع اللبن الى صهريج التغذية اذا لم تستعمل مضخة لرفعه) .

(٧) نفقات إنتاج اللبن المجفف فى مصر :

إذا قورنت كميات اللبن التى تجففها الآلات المختلفة فى الساعة من البيان المذكور سابقا بكميات البخار التى تستهلك فى كل حالة فى نفس الزمن لوحظ أن نسبة استهلاك البخار واحدة تقريبا فى جميع الحالات ، ولزيادة الإيضاح يستحسن أن تحسب نفقات الإنتاج على أساس استعمال الآلة حجم ٣ بضغط بخار ٥٠ رطلا للبوصة المربعة ، وهذه الآلة هى الأكثر استعمالا فى المعامل المتوسطة الحجم ، على أنه يلاحظ أن استعمال الآلات الأكبر حجما أو ضغط البخار الأكثر ارتفاعا تؤدي بلا شك الى تقليل نفقات الإنتاج .

تجفف الآلة حجم ٣ فى المتوسط ٨٠ جالونا من اللبن الكامل السائل فى الساعة ، وهذه الكمية تنتج فى المتوسط ١٠٠ رطل من المسحوق ، وتجفف فى حالة اللبن الفرز ٧٠ جالونا ، وهذه تنتج فى المتوسط ٦٢ رطلا من المسحوق (وذلك بالنسبة الى ارتفاع نسبة الماء وانخفاض نسبة المادة

الصلبة في اللبن الفرز) أما البخار الذي يستهلك في كلتا الحالتين لعملية التجفيف فيقدر بنحو ٨٥٠ رطلا في الساعة بضغط ٥٠ رطلا للبوصة المربعة ، بفرض توافر العناية بإدارة الآلة ومراعاة الاشتراطات التي تكفل انتظام سيرها .

فلو اشتغلت الآلة المذكورة سبع ساعات في اليوم فإنها تجفف :

$$٨٠ \times ٧ = ٥٦٠ \text{ جالونا من اللبن الكامل الدهن .}$$

وهذه الكمية يلزم لها من البخار $٧ \times ٨٥٠ = ٥٩٥٠$ رطلا .

ولما كان الرطل الواحد من الفحم ينتج في المتوسط سبعة أرطال من البخار ، وكان ثمن الطن من الفحم في الوقت الحاضر حوالى ١٨٠ قرشا ، فإن ثمن الفحم اللازم لعملية التجفيف في اليوم هو :

$$\frac{١٨٠ \times ٥٩٥٠}{٢٢٤٠ \times ٧} = ٦٨٣ \text{ مليا .}$$

وحيث إنه يلزم لإدارة الآلة محرك قوته ٨ أحصنة ، يضاف إليها حصانان لإدارة الملحقات أى أن المجموع ١٠ أحصنة ، فعند ما تدار الآلة لمدة سبع ساعات في اليوم تحتاج إلى :

$$٧٠ = ٧ \times ١٠ \text{ حصانا أى حوالى } ٥٢,٥ \text{ كيلووات ساعة .}$$

فإذا اعتبرنا أن ثمن الكيلووات من الكهرباء للمصانع الكبيرة نوحا هو حوالى ٩ مليات ، يكون ثمن القوة اللازمة للإدارة في اليوم :

$$٥٢,٥ \times ٩ = ٤٧٢,٥ \text{ مليا .}$$

ملاحظة — بالاستعلام من شركة كهرباء القاهرة (ليون وشركاه) عن الأسعار الخاصة بالكهرباء للمصانع الكبيرة نوعا علمنا أن المصانع التي تستهلك ما لا يقل عن ١٠٠٠٠ كيلووات ساعة في السنة يحتسب لها الكيلووات من الألف الأولى في الشهر بسعر عشرة مليات ، وما زاد عن ذلك يحسب الكيلووات بسعر خمسة مليات فقط ، ولما كان مصنع اللبن المجفف الذي نحن بصددده يستهلك حوالى ١٥٠٠ كيلووات في الشهر ، فيمكننا اعتبار ثمن الكيلووات بنحو تسعة مليات في المتوسط ، وهذا بالطبع على اعتبار أن الآلة تدار في أثناء ساعات النهار .

أما أجرة اليد العاملة فقد ذكرنا أن مثل هذه الآلة تحتاج إلى عاملين أحدهما للإدارة والآخر لمباشرة قزان البخار أجرتهما ستة جنيهات في الشهر ، وبذا يكون نصيب الآلة من اليد العاملة في اليوم هو ٢٠٠ مليم .

وإذا اعتبرنا أن ثمن الآلة وملحقاتها ١٠٠٠ جنيه ، ونصيب الآلة من ثمن الأرض والبناء اللازم لها ١٧٠ جنيتها ، ونفقات التركيب نحو ٣٠ جنيتها يكون المجموع ١٢٠٠ جنيه .

فإذا حسبنا لفوائد رأس المال واستهلاك الآلات والمباني وخلافها ١٥٪ سنويا أى ١٨٠ جنيتها يكون ما يصيب اليوم الواحد من هذا المبلغ على اعتبار أن أيام الإدارة حوالى ٣٠٠ يوم هو .

$$\frac{١٨٠٠٠}{٣٠٠} = ٦٠٠ \text{ مليم .}$$

مليم	جنيه
٦٨٣	فحم
٤٧٣	كهرباء
٢٠٠	أجور العمال
٦٠٠	استهلاك المباني والآلات ... الخ
٩٥٦	المجموع ...

يضاف الى هذا المبلغ ثمن اللبن السائل المستعمل يوميا بواقع أربعة ملات للرطل الواحد في المتوسط بحساب الجملة وهو :

$$٢٢٤٠٠ = ٤ \times ١٠ \times ٥٦٠$$

$$٢٤٣٥٦ = ٢٢٤٠٠ + ١٩٥٦$$

وهذا المبلغ لو وزع على جملة الناتج اليومي وهو ٧٠٠ رطل من المسحوق لكانت جملة نفقات

$$\text{إنتاج الرطل الواحد : } \frac{٢٤٣٥٦}{٧٠٠} = ٣٤,٨ \text{ مليم .}$$

وعلى هذا القياس لو حسبنا نفقات إنتاج مسحوق اللبن الفرز ، وقدرنا من الرطل الواحد من اللبن الفرز السائل بليم كانت جملة النفقات كالآتي :

مليم	جنيه
٩٥٦	فحم وكهرباء وعمال واستهلاك ... الخ
٩٠٠	لبن فرز سائل ٧٠ × ١٠ × ٧ × ١ = ...
٨٥٦	الجملة ...

أى أن نفقات إنتاج الرطل الواحد من المسحوق الفرز :

$$١٥,٥ = \frac{٦٨٥٦}{٧ \times ٦٣} \text{ مليم .}$$

ولكى تكون المقارنة بين أسعار المسحوق الذى يصنع بمصر والمسحوق المستورد من الخارج صحيحة ، يجب أن تضاف الى نفقات إنتاج النوع الأول التى سبق ذكرها نفقات التعبئة فى صفائح سعة رطل واحد على النحو الذى يرد به النوع الثانى من الخارج .

عملية التعبئة يلزم لها على وجه الإجمال ما يأتى :

٦٠	آلة تعبئة
٥٠	آلة لإقفال الصفائح
١٠	نفقات تركيب الآتين
١٢٠	المجموع ...

يضاف الى ذلك أرباح المبلغ والاستهلاك بواقع ١٥٪ أى ١٨ جنيهات سنويا أو نحو ٦٠ مليا في اليوم الواحد ، كما تضاف نفقات الإدارة وهى حوالى ١٢٠ مليا (باعتبار أن الآتين في مجموعهما قوة ٢,٥ حصان يشغلان لمدة ثلاث ساعات) ، وأجرة ثلاثة عمال (واحد منهم لكل من الآتين والثالث لإقفال الأكياس الورق ووضعها بالصناديق) ٢١٠ مليات في اليوم ، وثمان أكياس من الورق الأجلسيه ١٠٠ مليم ، وثمان علب من الصفيح سعة رطل ٤ جنيهات و ٢٠٠ مليم (بواقع العلبه ٦ مليات) أى أن جملة نفقات التعبئة اليومية تبلغ ٤ جنيهات و ٦٩٠ مليا فيخص رطل المسحوق الواحد من ذلك ٦,٧ مليات .

وهذه النفقات لو أضيفت إلى جملة نفقات الإنتاج التى أسلفنا ذكرها تصير نفقات إنتاج الرطل الواحد من المسحوق الكامل الدهن ٤١,٥ مليم .

أما نفقات تعبئة المسحوق الفرز فهى بسيطة ، ولا تستدعى غير أكياس أو براميل أو صفايح تسع الواحدة منها من ٥٠ إلى ٢٠٠ رطل ، وهذه لا تضيف الى نفقات إنتاج الرطل غير مليم أو مليمين ، على الأكثر ؛ لأن التعبئة تجرى من آلة السحق في الأكياس أو الصناديق مباشرة ولا تحتاج إلا لعامل واحد يباشر التعبئة والوزن ، وعلى ذلك تكون جملة نفقات الرطل الواحد من مسحوق اللبن الفرز ١٧,٥ مليم .

فإذا قارنا نفقات إنتاج رطل اللبن المجفف الكامل الدهن بسعر مثيله من الأصناف المصنوعة بطريقة الاسطوانات المستوردة من الخارج ، وهو حوالى ١٦ قرشا للمسحوق الكامل الدهن و ١٤ قرشا للمسحوق النصف الدهنى ، وقارنا نفقات إنتاج الرطل من المسحوق الفرز بسعر مثيله المستورد من الخارج وهو يتراوح بين ٣٠ و ٥٠ مليا ، وجدنا أنه من الممكن صناعة مسحوق اللبن بأصنافه المختلفة في مصر بربح لا بأس به ، وأنه يرجى لهذه الصناعة مستقبل باهر لوعنى بها العناية الكافية .

ذكرنا فيما سبق أن الآلة حجم ٣ هى الأكثر استعمالا في المعامل المتوسطة الحجم بالبحر ، وقدرنا نفقات إنتاج اللبن المجفف في مصر على أساس استعمال هذه الآلة ، ولكن ربما تعذر الحصول على كمية اللبن كلها اللازمة لإدارة هذه الآلة في منطقة واحدة ، اللهم إلا إذا ركبت الآلة في معمل تابع لجمعية تعاونية ، أو لإحدى شركات الألبان الكبيرة ، على أن يحفف به اللبن الكامل الدهن أو اللبن الفرز حيث تصنع الزبدة بكميات كبيرة ، وليس من المرغوب فيه بالطبع تركيب مثل هذه الآلة في مكان لا يتيسر فيه الحصول على كمية اللبن الكافية ، وتشغيل الآلة مدة قصيرة يوميا ، فإن ذلك يتسبب عنه ارتفاع نفقات الإنتاج ، في حين أنه يمكن الانتفاع بآلة من الحجم الأصغر تناسب كمية اللبن التى يمكن الحصول عليها ، ولهذا يستحسن أن نأتى هنا على سبيل المقارنة على مجمل نفقات إنتاج مسحوق اللبن باستعمال آلة من الحجم الأصغر نوعا (حجم ٢) حتى يعرف الفرق بين نفقات الإنتاج في كلتا الحالتين .

يجفف هذه الآلة في المتوسط ٣٧ جالونا من اللبن الكامل الدهن ، أو ٣٣ جالونا من اللبن القز في الساعة الواحدة ، وينتج عن ذلك ٤٦ رطلا من المسحوق في الحالة الاولى ، أو ٢٩,٥ رطل في الحالة الثانية . وتستهلك من البخار ٤٠٠ رطل في الساعة ، كما يلزم لإدارة الآلة وملحقاتها سبعة أحصنة ، ولباشرة العملية عاملان ، ويبلغ ثمنها ٧٨٠ جنيها ، ونفقات البناء والتركيب نحو ٢٠٠ جنيه ، وبذلك تكون جملة النفقات اليومية لو أديرت الآلة المذكورة سبع ساعات كالآتي :

مليم	جنيه	
١٨٠ × ٧ × ٤٠٠	٣٢١,٤	غرم
٢٢٤٠ × ٧		
١٠ × ٧ × ٠,٧٥ × ٧	٣٦٧,٥	كهرباء
	٢٠٠	عمال
	٤٩٠	استهلاك المباني والآلات (٠/٠١٥)
٤ × ٧ × ١٠ × ٣٧	٣٦٠	لبن كامل الدهن
	٧٣٨,٩	الجملة

أى أن نفقات إنتاج الرطل المسحوق الكامل الدهن $\frac{١١٧٣٨,٩}{٧ \times ٤٦} = ٣٦,٤$ مليم

وتكون نفقات إنتاج الرطل المسحوق القز كما يأتي :

مليم	جنيه	
١	٣٧٨,٩	غرم وكهرباء وعمال واستهلاك الخ
٢	٣١٠	لبن قز بسعر مليم للرطل $١ \times ٧ \times ١٠ \times ٣٣$
	٦٨٨,٩	الجملة

أى أن نفقات الرطل الواحد تكون $\frac{٦٣٨٨,٩}{٧ \times ٢٩,٥} = ١٧,٨$ مليم

بلاحظ من التقدير السابق أن نفقات الإنتاج تزيد قليلا في حالة استعمال الآلة حجم ٢ عما يتكلفه اللبن المسحوق الناتج بالآلة حجم ٣ ، مع مراعاة أن نفقات التعبئة تكون متساوية تقريبا في كلتا الحالتين ، وهذه يجب إضافتها الى نفقات إنتاج المسحوق بالآلة الصغيرة .

بقى علينا أن نذكر أن هناك عوامل أخرى إذا توافرت قللت من نفقات الإنتاج، تشير على سبيل المثال منها الى ما يأتي :

(١) إذا وجدت المباني المناسبة من الاصل لوضع الآلة أو إذا كان تركيبها في معمل به امكنة خالية صالحة لهذا العمل .

(٢) إذا وجد قزان بخار كبير يزيد عن احتياج المعمل ويمكن ان يمد الآلة بالبخار اللازم دون الاحتياج الى تركيب قزان خاص .

(٣) إذا أمكن الحصول على التيار الكهربائي اللازم للإدارة بثمن أقل من المدرج ببيان النفقات .

(٤) إذا وجدت آلة للإدارة يمكن توصيل آلة التجفيف بها ، فلا يستدعي الأمر شراء محرك خاص .

(٥) إذا استفدنا بجزء من الدهن الزائد عن الحاجة في حالة صنع اللبن المجفف الكامل الدهن من لبن الجاموس لاحتواء الأخير - كما هو معروف - على نسبة عالية من الدهن تبلغ في المتوسط من ٦٪ الى ٧٪ ، في حين أنه ليس من الضروري أو من المرغوب فيه أن تزيد نسبة الدهن في اللبن الذي يستعمل في صنع المسحوق الكامل الدهن عن ٣٪ .

(٦) إذا أمكن الحصول على اللبن الكامل الدهن الذي سيصنع منه المسحوق بثمن أقل من أربعة مليات، وقد يكون هذا متيسرا في الأماكن التي يكثر فيها اللبن مثل دمياط، وحصل التعاقد مع أحد الموردين ، واستعملت كميات كبيرة من اللبن يوميا .

(٧) إذا صنع المسحوق الفرز، وقدردنا للرطل من اللبن السائل الفرز نصف مليم بدلا من مليم كامل ، كنا فيه نقصد النفقات ، وذلك في الجهات التي يكثر فيها استعمال اللبن الفرز على صنع اللبن القريش (على اعتبار أن كل ستة أرطال من اللبن انصهر يصنع منها رطل من اللبن القريش ويباع بحوالى أربعة مليات أو خمسة ، ويتكلف في صنعه من منفحة وأدوات وغيرها حوالى نصف مليم) .

وصف معامل تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات

شرحنا فيما سبق تركيب آلات التجفيف ذات الاسطوانات وكيفية تشغيلها وسنأتى هنا على وصف بضعة معامل بالجائرا واسكتلندا تستخدم آلات تجفيف من هذا النوع وسيتضمن الوصف نظام العمل فيها على وجه الإجمال وعلاقة عملية التجفيف بمختلف العمليات التى تجرى بتلك المعامل وشرح الأجزاء الإضافية والتعديلات التى أدخلت على هذه الأجهزة فى بعض الحالات لتفى بالأغراض التى خصصت لها .

١ - معمل لتجفيف اللبن الفرز وصنع القشدة

معمل سوربى^(١) باسكتلنده

يتبع هذا المعمل شركة الألبان المتحدة^(٢) ويقع بقرية سوربى فى الجنوب الغربى من اسكتلندا حيث يكثر اللبن نظرا إلى توافر المراعى الخصبة والعناية الكبيرة التى يوجهها أهالى تلك المنطقة لتربية مواشى الحليب .

عندما أنشئ هذا المعمل من عدة سنوات لم تكن عملية التجفيف فيه من العمليات الرئيسية ، بل كانت مهمة المعمل الأولى جمع اللبن من منتجه بتلك المنطقة وتبريده وتعبئته فى صهاريج كبيرة مبطنة بالزجاج تنقل بالسكة الحديدية بواسطة خط حديدى خاص وتلحق بإحدى القطارات السريعة إلى معامل الألبان المتحدة بلندن^(٣) حيث يعقم اللبن ويباع بالقطاعى ، بسعر مناسب نوعا ، على أن يصنع من اللبن الزائد عن حاجة المعامل المتحدة جبن وزبد ، ويحفف اللبن الفرز المتخلف من العملية الأخيرة الذى لم تكن كميته حينذاك كبيرة . ولكن فى السنوات الأخيرة استغنت معامل الألبان المتحدة عن استيراد ألبانها من تلك الجهة ، اكتفاء بما يرد إليها من المناطق القريبة من لندن ، ومن ثم جهز معمل سوربى بآلة إضافية للتجفيف ، وعمد إلى تحويل الكميات الكبيرة من الألبان التى ترد إليه إلى منتجات يسهل تصديرها إلى مختلف الجهات البعيدة دون تعرضها للتلف السريع ، وبذا أصبح صنع مسحوق اللبن من العمليات الرئيسية ، وعُدل نظام العمل على الوجه الآتى :

(١) Sorbie (٢) United Creameries (٣) United Dairies

يجرى استلام اللبن من كل مورد في الصباح الباكر على حدة ، ويوزن بواسطة آلة أوتوماتيكية ثم يصفى ويمرر في مسخن ترفع فيه حرارته الى ١٠٠ فهرنهايت ، وتفرز القشدة ، وتعقم بالطريقة البطيئة ، ثم تبرد وتعبأ في صفايح ، وهذه يحكم سدها ، وتحفظ في مخزن بارد ، وترسل حسب الحاجة الى مختلف الجهات ، أما اللبن الفرز فيدفع بمضخة الى صهريج كبير مكشوف في حجرة متسعة ملاصقة لحجرة الفرز والتبريد ، ويدفع من هذا الصهريج بمضخة أخرى الى آلي التجفيف مارا بأنبوبتين ، ويصب من فتحات جانبية بهما في الفجوة المحصورة بين اسطوانتي كل آلة وتنظم سرعة تدفق اللبن من الأنبوبتين بواسطة حنفية .

تبتدى عملية التجفيف في الساعة السابعة صباحا ، وتستمر الى العاشرة مساء ، ويبلغ مجموع اللبن الذى يجفف في اليوم ١٥٠٠ جالون (أى أن كل آلة تشتغل بمعدل خمسين جالونا في الساعة) وينتج من ذلك ١٣٠٠ رطل من المسحوق ، أى ينتج نحو ٨٧٪ من الرطل من كل جالون من اللبن السائل ، وقد يكون الحاصل أقل من النسبة المتوقعة ، ولكن ذلك يرجع الى قدم عهد هاتين الآلتين فإن تاريخ صنعهما يرجع الى سنوات عديدة .

تستمد الآلتان البخار اللازم من القزان الرئيسى للمعمل ، وينظم ضغط البخار الى ٥٠ رطلا للبوصة المربعة بواسطة صمام أمن وتخفيف ، وبالنسبة لطول مدة التجفيف وكثرة البخار المنبعث من اللبن في أثناء العملية فقد عني بتركيب مجمع للبخار لكل آلة يتصل بأنبوبة مركب في نهايتها بالسقف مروحة تسحب البخار المتصاعد .

وتدار الآلتان كما تدار بقية الأجهزة بواسطة آلة رئيسية خاصة بالمعمل ، وتبلغ سرعة الاسطوانات ١٤ دورة في الدقيقة ، وبعد تمام تجفيف اللبن يجرى سحقه آليا ، ويخصص لعملية التجفيف عاملان ، أحدهما مباشرة سير الآلتين ، والآخر لعمليتي السحق وتعبئة المسحوق في أكياس ، ويبيع أغلب اللبن المجفف الذى ينتجه هذا المعمل للخازن (حيث يستعمل في صنع البسكويت) . ويستعمل اللبن الفرز الزائد عن حاجة العملية (عملية التجفيف) في صناعة الكازين .

٢ - معملان لتجفيف اللبن الفرز وصنع القشدة والزبدة

معملا تشستتر ومارشى

يقع معمل تشستتر^(١) في البلدة المعروفة بهذا الاسم في جنوب إنجلترا وهو حديث جدا ، ويقتصر عمله على صناعة الزبدة والقشدة واللبن الفرز المجفف ، وهو بسيط من حيث البناء ، إذ يتألف من حجرة متسعة بها مبادل حرارة^(٢) وآلة لفرز القشدة وممخض وعصارة^(٣) وآلة لقطع الزبدة وجهاز تعقيم على دفعات ، وصهريج لتجهيز الروبة (البادى) وصهريج استلام ، وصهريجين

(١) Chichester

(٢) Heat Exchanger (A.P.V.)

(٣) Worker

آخرين ، أحدهما لحزن اللبن ، والاخر للواء ، ثم آلة تجفيف اللبن وآلة السحق ، وحنفية بخار ، وصهريج غسيل الصفائح ، ويستمد المعمل الماء من بئر خاص به ، وتوجد حجرة أخرى صغيرة لوزن الزبدة وحفظها ، وحجرة ثالثة خاصة بقزان البخار (الشكل ٨ يبين ترتيب حجر المعمل ومواقع الأجهزة المذكورة به) .

ويتبع هذا المعمل قطع من الأبقار لتؤينه باللبن اللازم ، ولكنه يستورد كميات أخرى تكميلية من مزارعين آخرين لسد حاجاته ، ويبلغ مجموع اللبن الذي يستلمه يوميا من ١٤٠٠ الى ١٥٠٠ جالون في أشهر الشتاء ، ولكن هذه الكمية تقل كثيرا في مدة الصيف فتبلغ فقط ٤٠٠ جالون .

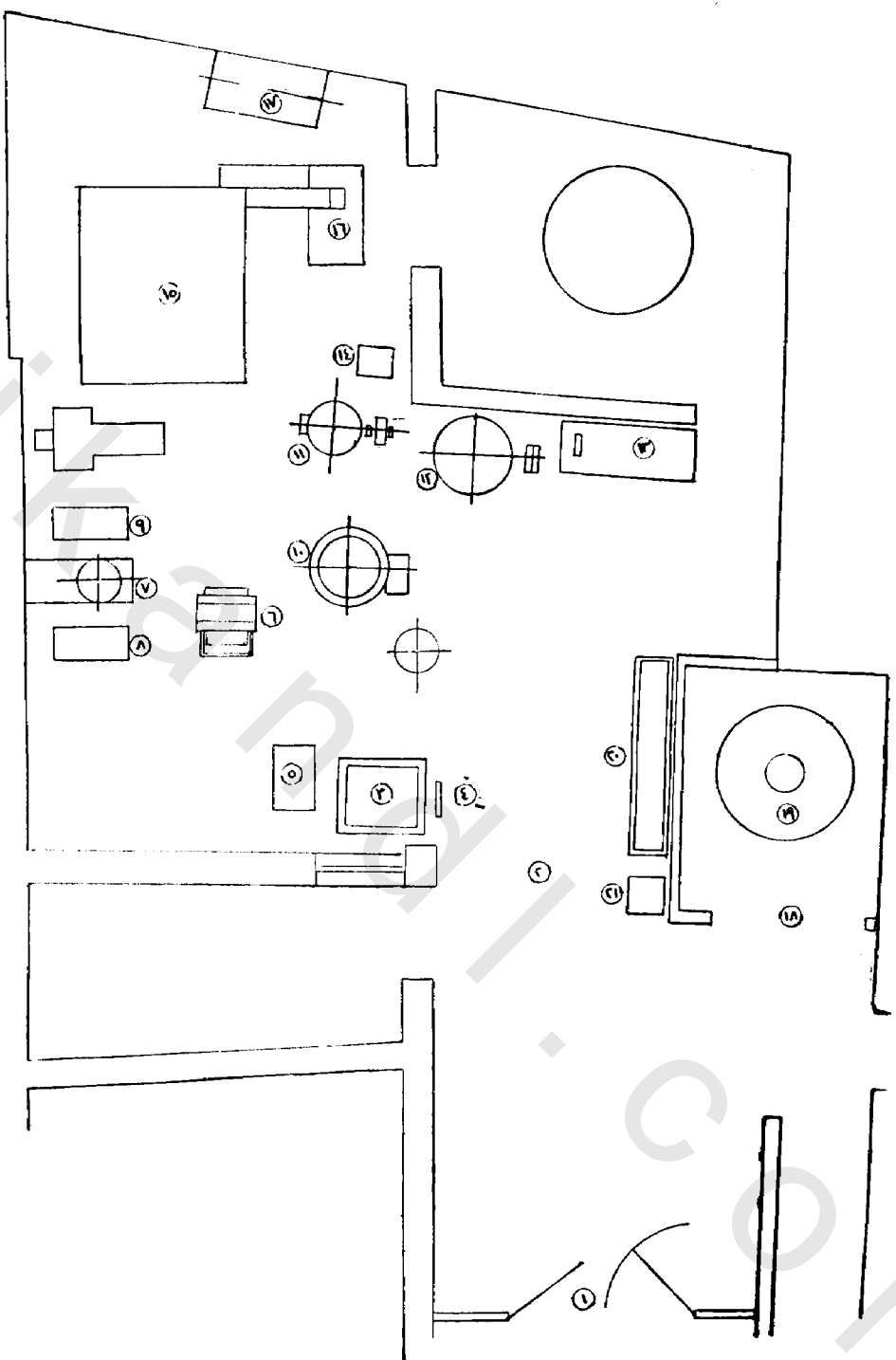
عند وصول اللبن يصب في صهريج استلام سعته ٦٠٠ جالون ، حيث يصفى مبدئيا ، ثم يدفع بمضخة في مبادل الحرارة ، فيسخن البخار الى درجة ١١٠ فهرنهايت في الجزء الأول من الجهاز المذكور ، ودنه يمر الى آلة الفرز، واللبن الفرز إما أن يعبا مباشرة في صفايح ويباع على هذه الصورة لمربي الدواجن ، أو يدفع بمضخة أخرى الى صهريج من الألومنيوم مرتفع سعته ٤٠٠ جالون فيعجن فيه ، ويمر تدريجا الى آلة التجفيف بتأثير ثقله ، وينظم تدفقه بواسطة حنفية .

اما القشدة المفروزة فتتمر من آلة الفرز الى مضخة تدفعها في الجزء الثاني من مبادل الحرارة حيث تسخن أولا الى درجة ١٧٥ فهرنهايت بالبخار ، ثم تمر في الجزء الثالث ، فتبرد الى درجة ٥٣ فهرنهايت بماء البئر (ولا يستعمل في التبريد محلول ملح التبريد لأن الماء المستخرج من البئر على درجة ٥٠ فهرنهايت) وهذا ترفعه وتدفعه في مبادل الحرارة مضخة خاصة ، وتدار كل من المضخات الأربع السالفة الذكر بواسطة محرك مستقل .

وجهاز مبادل الحرارة المذكور قد سبق لنا وصفه وشرح مزاياه ضمن رسالة خاصة بتعقيم اللبن ، ولكن زيادة في الفائدة نأتى هنا على شكل يبين نظام سير العمليات المختلفة من تسخين وتبريد التي يقوم بها الجهاز في هذه الحالة ، كما نأتى على رسم يبين الشكل الخارجى لجهاز من هذا النوع (راجع شكل ٩ و ١٠) .

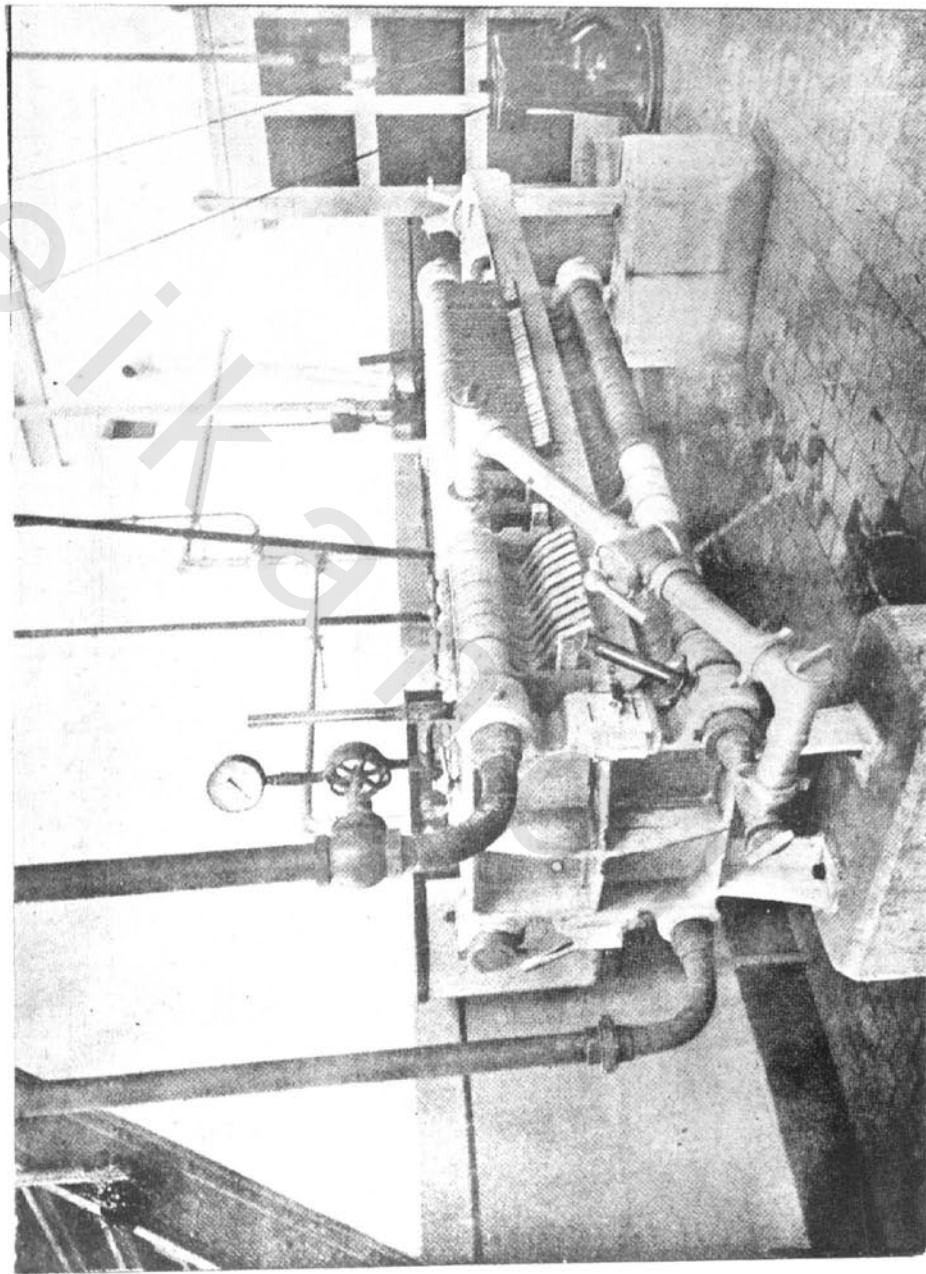
وعند خروج القشدة من مبادل الحرارة ، إما أن تعبا في صفايح معقمة ، أو تمر الى المعقم على دفعات ^(١) الذي يستعمل في هذه الحالة كصهريج لإنضاح القشدة ، وعند تمام نضجها تصنع منها الزبدة ، وتدار آلات صنع الزبدة جميعها في هذا المعمل بالكهرباء .

أما آلة التجفيف فهي من الحجم (٣) ، وتشتمل على جميع الملحقات ، وتجفف في المتوسط ٧٥ جالونا من اللبن الفرز في الساعة ، وهذه الكمية تعطى نحو ٦٨ رطلا من المسحوق ، وتدور هذه الآلة أيضا بالكهرباء بواسطة محرك خاص بسرعة ١٢ دورة في الدقيقة . وبالنظر الى عدم وجود

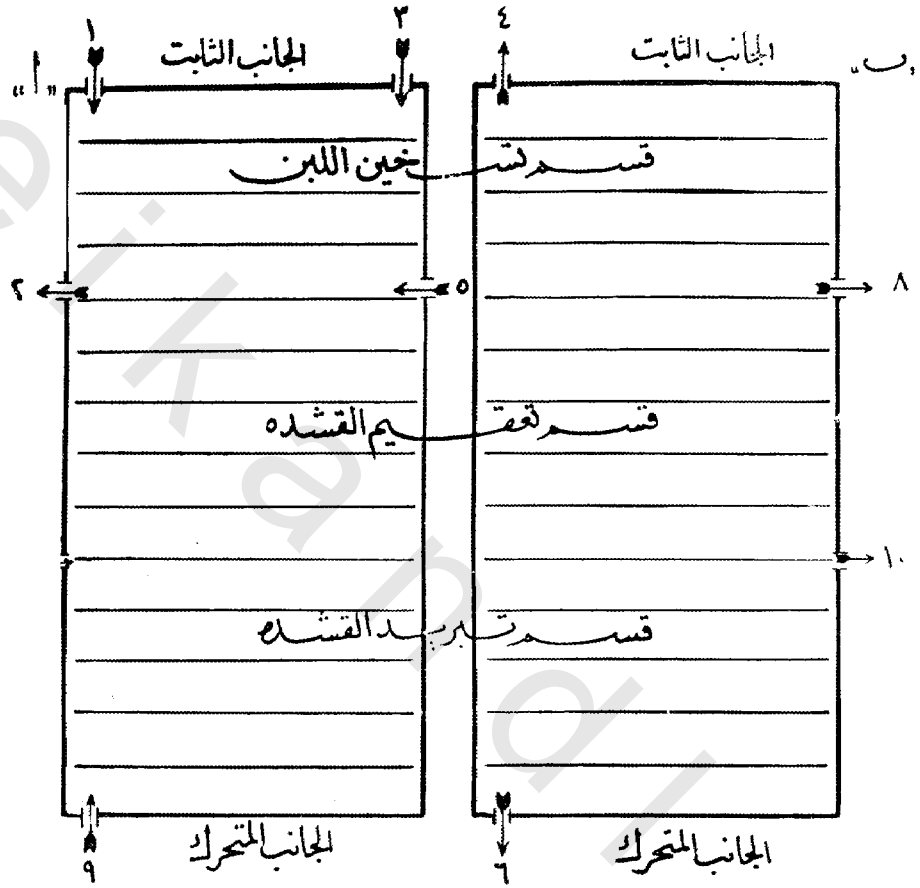


شكل ٨ — مسقط أفق عمودى للمعمل تشيتر بين مواقع الأجهزة ويرى بالشكل ما يأتى :

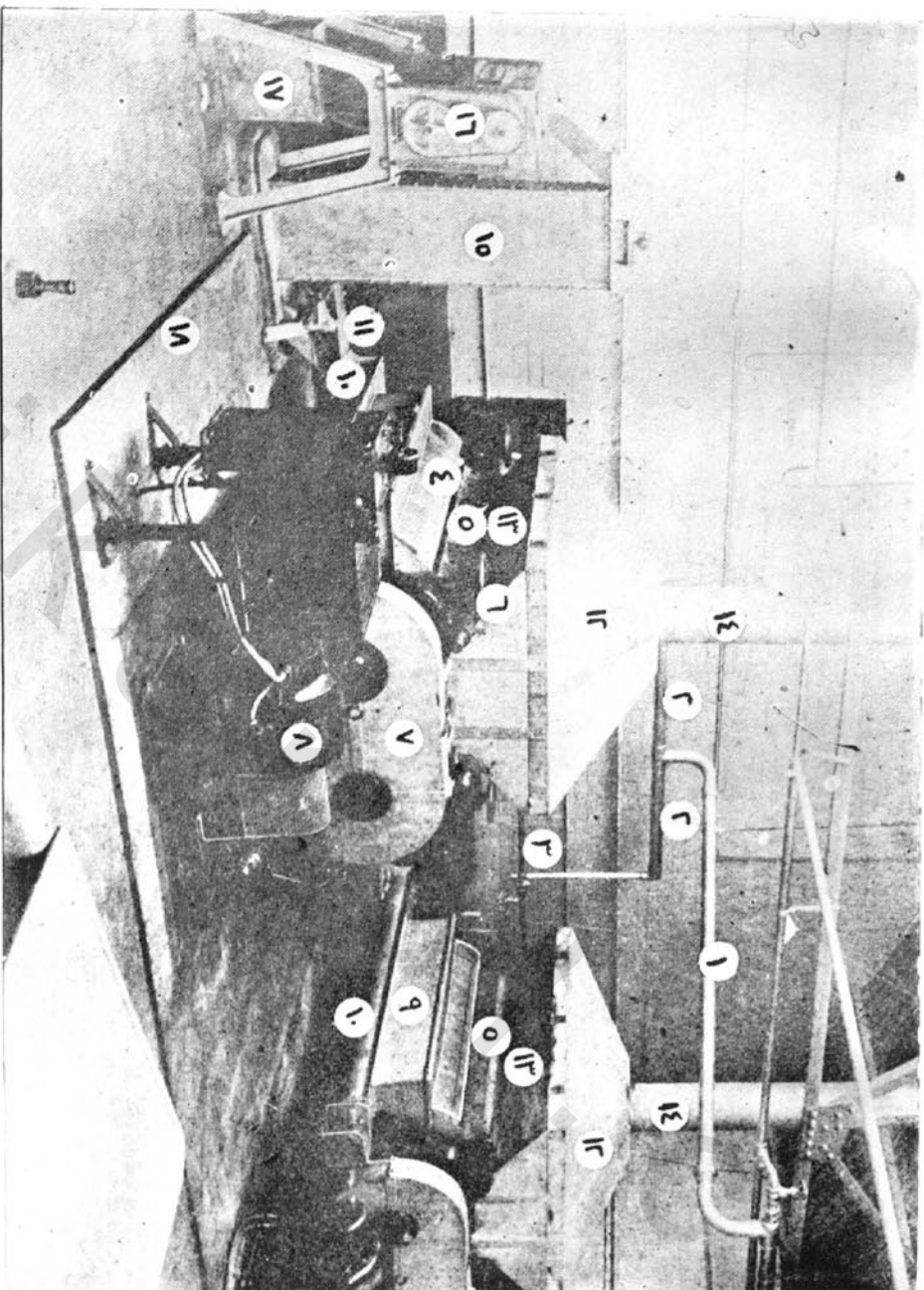
- (١) مدخل المعمل (٢) المدخل الداخلى للمعمل (٣) صيريج اسلام البائن (٤) فنيب لسند الصنائج فى أمتناء صيها بالصيريج (٥) مضخة البائن
- (٦) مبادل الحرارة (٧) آلة فرز (٨) مضخة القشدة (٩) مضخة البائن الفرز (١٠) صيريج إصطاح القشدة (١١) آلة خفض القشدة
- (١٢) جففة الزبدية (١٣) مضخة لتقطيع الزبدية (١٤) محرك (١٥) آلة التجفيف (١٦) آلة السحق (١٧) مضخة الماء (١٨) مدخل
- جيرة قزان البخار (١٩) قزان البخار (٢٠) معق لا باليب (٢١) معق لصنائج البائن .



شكل ٩ — جهاز مبادل الحرارة مشابه للسبعل في معمل تلمسستر وتجري بواسطة عمليات تسخين وتبريد اللبن والقشدة



شكل ١٠ - يبين سر عمليات التسخين والتبريد التي يقوم بها مبادل الحرارة في معمل تشستر ويرى بالشكل (أ) الفتحات الجانبية بالجزء العلوى من المبادل (ب) الفتحات الجانبية بالجزء السفلى من المبادل (١) دخول اللبن الخام (٢) خروج اللبن بعد التسخين (٣) دخول البخار المستعمل لتسخين اللبن (٤) خروج الماء المكثف من البخار المستعمل لتسخين اللبن (٥) دخول القشدة لغرض تعقيمها (٦) خروج القشدة بعد تعقيمها وتبريدها (٧) دخول البخار المستعمل لتعقيم القشدة (٨) خروج الماء المكثف من البخار المستعمل لتعقيم القشدة (٩) دخول الماء المستعمل لتبريد القشدة (١٠) خروج الماء المستعمل لتبريد القشدة



شكل ١١ — آلة التجهيف المركبة لتعمل باليد :

- (١) أنبوب به البخار الرئيسية (٢) أنبوب به تحمل البخار إلى كل من آلي التجهيف (٣) أنبوب به تغذية الآلة بالماء (٤) أسطوانة التجهيف مركبة عتية شبكة من السلك بخار الماء الجاف (٥) سكين (٦) بجهة ضغط السكين (٧) ترس لإدارة الآلة (٨) محرك (٩) وعاء ضغط الماء التجهيف (١٠) برية نافذة (١١) برية عرضية لنقل الماء التجهيف من الأسطوانتين (١٢) مجمع للبخار (١٣) الواح جانبية بخار الماء التجهيف (١٤) أنبوب به العادم مركب في مائدا مرحة (١٥) رافع (١٦) آلة السحق (١٧) وعاء به ماء للماء التجهيف (١٨) نافذة من الأسمنت مركب عليها آلة التجهيف .

مروحة لسحب البخار المنبعث في أثناء التجفيف ، وزيادة نسبة البخار المتكثف في مجمع البخار تبعاً لذلك ، قد روعي ثنى حافات المجمع السفلية الى الداخل بحيث يتساقط ماء التكثيف في الفجوة المحصورة بين الاسطوانتين على اللبن الموجود بها .

وقزان البخار الرئيسى يسخن بالفحم ، ويستغل بضغط ٧٥ رطلا للبوصة المربعة إلا أن هذا الضغط يخفف بواسطة صمام خاص قبل دخوله في الاسطوانتين الى ٥٠ رطلا فقط . وتصل بجاذى البخار أنبوبتان تمران على أرضية المعمل وتقلان الماء الى خارج المعمل .

ويخفف القزان ١٤٠٠ رطل من الماء في الساعة ، ويستعمل البخار في تسخين أسطوانتى آلة التجفيف ، وفي تسخين الماء المستعمل في غسل الأواني والأجهزة وفي تعقيمها وفي تسخين اللبن وفي تعقيم القشدة .

ويجرى نقل اللبن المجفف وسحقه آلياً ، ثم يعبأ في زكائب أو صفائح ، ويباع للمخابز ومصانع الحلوى والدندمة ومربى الدواجن وغير ذلك .

ويقوم بالعمل في هذا المعمل أربعة عمال ، أحدهم مخصص لآلة التجفيف ، والثاني لاستلام اللبن ومباشرة عمل مبادل الحرارة وآلة الفرز ، والثالث لصنع الزبدة ، والرابع لقزان البخار ، ويشترك الجميع في عمليات غسل المعمل وتنظيف الأجهزة وتعقيمها .

أما المعمل الثانى وهو معمل مارشى ^(١) فيقع بمدينة أدنبره باسكتلندا ، ولا يقتصر العمل فيه على صنع الزبدة وتجفيف اللبن الفرز المتخلف من هذه العملية ، بل تصنع به كذلك أنواع من اللبن الجفاف كما يتجر باللبن السائل .

وتختلف معاملة اللبن في هذا المعمل عنها في المعمل السابق وصفه ، إذ يسخن اللبن المعد لصنع الزبدة في مسخن مستمر ^(٢) إلى درجة ١١٠ فهرنهايت ، ويدفعه المسخن في آلة الفرز ، ومنها يعبأ اللبن الفرز في صفائح ، وهذه تنقل ويفرغ ما بها بواسطة العمال في صهر ينج مرتفع يمر منه اللبن بتأثير ثقله في أنبوبة تغذى آلتى التجفيف ، وينظم تدفق اللبن حثيفتان .

وآلتى التجفيف المذكورتان حديثتا الصنع ، وركبتا منذ أمد قريب ، وهما من الحجم (٣) ، وتجفف كل منهما في المتوسط ٧٠ جالونا من اللبن الفرز في الساعة ، وينقل المسحوق آلياً بواسطة بريمة ناقلة إلى قناة مشتركة توصله إلى آلة سحق واحدة ، وهاتان الآلتان من حيث التركيب ونظام الإدارة وسرعتها وضغط البخار لا يختلفان عن آلة التجفيف التى أتينا على وصفها بالمعمل السابق (والشكل ١١) يبين القسم الخاص بالتجفيف في هذا المعمل .

(١) Murchie's Dairy. (٢) Continuous flow heater.

٣ - معمل لتجفيف اللبن الكامل الدهن والفرز بعد تركيزهما

معمل بكنجهام

يتبع هذا المعمل معامل الألبان المتحدة بلندن ، وقد سبق وصف نظام العمل به إجمالاً في الرسالة الخاصة بتعقيم اللبن ، ولذا ستقتصر الكلام هنا على وصف عملية تجفيف اللبن .

تشتمل الحجره الخاصة بهذه العملية على عشر آلات كلها من الحجم (٣) على أنه في وقت زيارتي للمعمل كانت تسع منها موقوفة عن العمل لغرض تنظيفها ، وتجديد أجزائها ، وترميم الأرضية ، وكان العمل قاصراً على آلة واحدة فقط .

يختلف نظام العمل في هذا المعمل عنه في المعامل السابق ذكرها من جملة وجوه ، ففي حين أن المعامل الأخرى تقتصر على تجفيف اللبن الفرز إذ يجفف فيه كلا اللبن الفرز واللبن الكامل الدهن ، فضلاً عن أن اللبن بنوعيه المذكورين يجري تركيزه قبل التجفيف ، ويتلخص نظام العمل في هذا المعمل فيما يلي :

في حالة صنع المسحوق الفرز يسخن اللبن عقب استلامه في مبادل الحرارة الى درجة ١٠٥ فهرنهايت ، ويمر منه الى آلة فرز ، وتعقم القشدة على حدة ، ويدفع اللبن الفرز بواسطة مضخة الى دور طوى ، حيث يصير تركيزه في أحد المكثفات ، وعددها سبعة .

أما اللبن الكامل الدهن فيدفع مباشرة الى المكثفات ، واللبن المركز سواء أكان فرزا أو كامل الدهن ، أما أن يبرد ويعبأ في براميل بالدور الأرضي ، أو يمر الى آلات التجفيف العشر .

وتختلف سرعة إدارة آلات التجفيف وضغط البخار الذي تشتغل عليه عما هو متبع في جميع المعامل السابقة ، وذلك بالنسبة لانخفاض نسبة الماء في اللبن المركز ، وقصر المدة اللازمة لتجفيفه تبعاً لذلك ، ولأنه أكثر تأثراً بالحرارة من اللبن السائل ، ومن ذلك فإن الاسطوانات تدور بسرعة ١٤ دورة في الدقيقة ، بدلاً من ١٢ ، وضغط البخار فيها ٣٠ رطلاً للبوصة المربعة بدلاً من ٥٠ ، كما ذكرنا في الأحوال السابقة .

أما من حيث تركيب آلات التجفيف وملحقاتها فلا يختلف كثيراً عما ذكر ، فكل منها مجمع للبخار يتصل بمروحة ، وينقل اللبن المجفف بواسطة بريمة متحركة إلى صندوق في أحد جانبي الآلة ، ويفرغ هذا الصندوق بين حين وآخر ، وتنقل محتوياته إلى آلة سحق كبيرة ، ومنها يعبأ المسحوق في أكياس إذا كان فرزا ، أو صفاً يحكم سدها مباشرة ، إذا كان كامل الدهن ، ويحفظ في مكان منخفض الحرارة حتى لا يتلف .

وتجفف كل من هذه الآلات في المتوسط ١٠٠٠ رطل من المسحوق الكامل الدهن أو ٦٠٠ رطل من المسحوق الفرز في اليوم .

ويستعمل اللبن المجفف الناتج بنوعيه في المخازن وعلى الأخص في صنع أنواع البسكويت .

٤ — معمل لتجفيف اللبن والشرش

معهد أبحاث الألبان بردنج

تخصص آلة التجفيف بمعهد ردينج رئيسيا للأبحاث التي تجرى على جهاز خاص بتسخين اللبن الكامل الدهن ، اللبن الفرز والشرش ومخاليط من الشرش ومواد أخرى تسخيناً مبدئياً قبل التجفيف .

وآلة التجفيف المستعملة هنا هي من صنع برترام أيضا ، غير أنها من طراز قديم ، وكانت قد أهدتها الحكومة للمعهد المذكور منذ بضع سنوات لغرض التجارب ، وهي لا تختلف عن الآلات الحديثة في تركيبها العمومي ، إلا أنها من حيث انتظام حوائط الاسطوانتين ، وطرق إدارتهما ، وتعديل البعد بينهما وتصريف الماء المكثف داخلهما ، ونقل المسحوق الناتج ، لم تبلغ من الدقة والإحكام والبساطة الدرجة التي بلغتها الآلات الحديثة من نفس النوع .

أما الغرض الرئيسي من جهاز التسخين المذكور فهو الانتفاع بالبخار الذي يتصاعد في أثناء عملية التجفيف في تبخير جزء من ماء اللبن أو الشرش أو أى سائل آخر يراد تجفيفه قبل صبه على الاسطوانات بالطريقة المعتادة ، فينتج عن ذلك زيادة سرعة العملية ، وكبر الكمية التي تجفف نسبياً وقلة نفقات الإنتاج تبعاً لذلك .

والجهاز المذكور مفيد جدا في تجفيف الشرش على وجه الخصوص ، وذلك لأن هذا السائل يحتوي على نسبة منخفضة من المواد الصلبة ، ويصعب تجفيفه بطريقة الاسطوانات إلا إذا أجرى تركيزه جزئياً قبل التجفيف ، ولهذا ينتظر انتشار هذا الجهاز في معامل اللبن الكبيرة ، حيث تتخلف كميات من الشرش وافرة يذهب الجزء الأكبر منها هباء دون الاستفادة به رغم احتوائه على نصف مواد اللبن الغذائية المهمة بالنظر إلى صعوبة حفظه بطريقة بسيطة ملائمة لمدة طويلة .

وقد تحسن الإشارة هنا إلى أن ابتكار هذا الجهاز كان نتيجة إعانة مالية منحها جمعية إنجلترا الزراعية الملكية لمعهد ردينج لغرض إجراء أبحاث على تجفيف الشرش .

والجهاز مركب من لوحين أملسين من النحاس المطلى بطبقة من القصدير يطلق عليهما لوحا التبخير^(١) معلقان في وضع عمودي فوق الفجوة المحصورة بين اسطوانتي آلة التجفيف ، ويوجد بين هذين اللوحين بالقرب من طرفهما العلوى حوض التسخين المبدئى ، يرفع إليه السائل المراد تجفيفه بواسطة مضخة من صهريج خزن خاص ، ومركب في الحوض المذكور أنابيب يمر منها السائل على اللوحين بتأثير ثقله في طبقة منتظمة ، ويصب في قناة مثبتة أسفل كل لوح ، ومن ثم يصب على الاسطوانتين بهيئة غشاء رقيق ، ويسحب السائل الزائد عن الحاجة من كل من هاتين القناتين بواسطة حنفية متصلة بأنبوبة ويعود إلى صهريج الخزن .

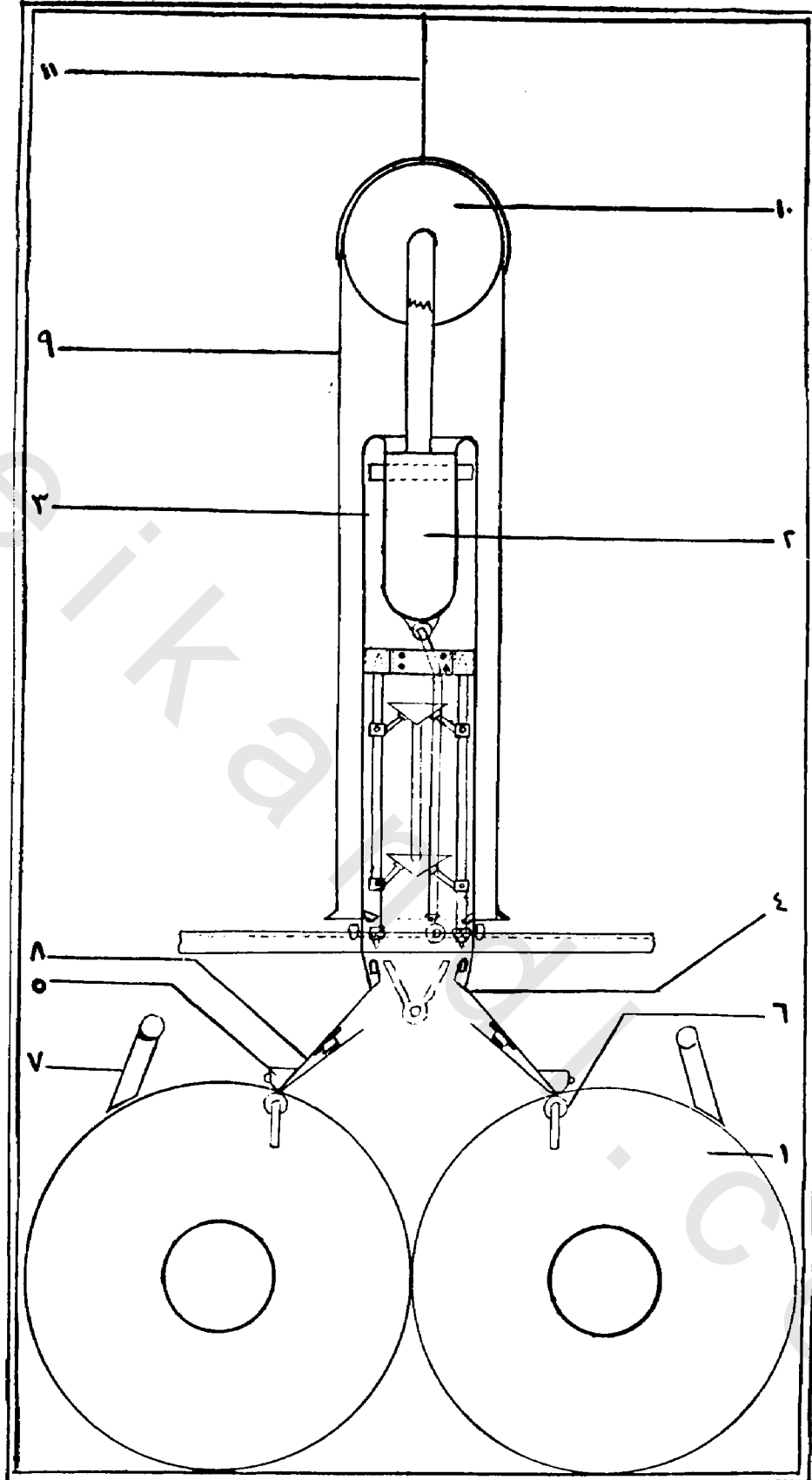
ويسخن السائل في أثناء وجوده بالحوض وحال مروره على سطح اللوحين بواسطة البخار المتصاعد من آلة التجفيف مارا في الحيز المحصور بين اللوحين . والبخار المتكثف في الحيز المذكور يصرف بواسطة قناة بالطرف السفلى من كل من اللوحين .

ويحيط بالجهاز غطاء يمكن تحريكه حركة عمودية أو جانبية ويسحب منه البخار المنبعث من السائل المار على سطح اللوحين بواسطة أنبوبة^(٢) مركب في طرفها العلوى مروحة (والشكل ١٢ يبين قطاعا رأسيا للجهاز ، وآلة التجفيف ويشاهد به ترتيب الأجزاء المختلفة) .

وقد أثبتت التجارب التى أجريت بمعهد ردينج أن هذا الجهاز يحفف نصف كمية السائل التى تجففها الاسطوانتان بمفردهما ، أو بمعنى آخر أن آلتى تجفيف مجهزة كل منهما بجهاز تسخين يحففان سائلا يعادل ما تجففه ثلاث آلات غير مجهزة بجهاز التسخين ، وهذا دون زيادة في البخار الذى تستهلكه الآلتان وذلك يعنى من غير شك الاقتصاد في نفقات الانتاج .

يستعمل الجهاز رئيسيا كما سبق القول في تجفيف الشرش على أن التجارب اثبتت نجاحه في تجفيف اللبن الكامل والفرز أيضا ، كما يمكن استعماله بنجاح في صناعة مسحوق مكون نصفه من الشرش والنصف الآخر من اللبن الفرز ، وفي هذه الحالة يمر الشرش بجهاز التسخين أولا ، ويصب على الاسطوانتين ، أما اللبن الفرز فيصب من أنبوبة منفصلة في الفجوة المحصورة بين الاسطوانتين مباشرة دون سابق تسخين ، ولا يخلط السائلان قبل التجفيف مخافة تجبنهما .

(١) Evaporating Sheets (٢) Exhaust duct



شكل ١٢ — قطاع رأسي لجهاز التسخين المبطن المستعمل في معهد رديج وآلة التجفيف وتري بالشكل الأجزاء الرئيسية الآتية :

(١) اسطوانة التجفيف (٢) حوض التسخين المبطن (٣) أحد لوحى التبخير (٤) الجزء الأسفل من لوح التبخير (٥) قناة يجمع فيها السائل من لوح التبخير ويصب على الاسطوانة (٦) أنبوبة يسحب بواسطتها السائل الزائد عن الحاجة وفي نهايتها حنفية (٧) سكين (٨) قناة يجمع فيها الماء المتكثف من البخار (٩) الغطاء الخارجى للجهاز (١٠) أنبوبة العادم مركب في نهايتها مروحة (١١) أسلاك معلق بواسطتها الجهاز فوق آلة التجفيف ويمكن تحريكه بها .

ويتضمن الجدول الآتي مختصر نتائج بعض التجارب التي أجريت أخيراً بمعهد رديج للوقوف على مدى فائدة استعمال جهاز التسخين مع آلة التجفيف ، ومن أهم ما يلاحظ فيها الاقتصاد في كمية البخار المستعمل وما ينتج عن ذلك من الاقتصاد في كمية الفحم .

شروش		لبن كامل		
بدون جهاز تسخين	مع استعمال جهاز التسخين	بدون جهاز تسخين	مع استعمال جهاز التسخين	
٢	٢	٢	٢	مدة تشغيل آلة التجفيف بالساعة
٦,٨٩	٦,٨٧	١٢,٦٧	١٢,٤٧	النسبة المئوية لجملة المواد الصلبة في العينة
٠,٢٨	٠,٢٥	٣,٦٣	٣,٤٥	النسبة المئوية للدهن في العينة
٣٩,٥	٣٦,٥	٣٨	٣٨	متوسط ضغط البخار في الاسطوانات بالرطل ...
٦١,٥	٨٠,٥	٦٣	٨٨,٥	السائل الذي تم تجفيفه (بالجالون في الساعة)
—	١٦٢	—	١٧٣	درجة حرارة السائل عند تدفقه على الاسطواناتين
—	١٣٦	—	١٣٣	درجة حرارة السائل في حوض التسخين بالجهاز
٤٣,٥	٥٥	٨٠,٥	١٠٩,٢٥	جملة المسحوق الناتج في الساعة بالارطال ...
١,٤١	١,٤٥	٠,٧٨	٠,٨١	عدد الجالونات لكل رطل من المسحوق ...
٧,٢	٦,٤	٤,٨٠	٤,٣١	النسبة المئوية للاء في المسحوق الناتج
٠,٨٤٧	١,٠٨	٠,٧١٨	٠,٩٧	الماء الذي يبخره الرطل الواحد من البخار مقدراً بالرطل

والمسحوق الناتج جيد ، ولا يختلف عن المسحوق الذي ينتج من استعمال آلة التجفيف بمفردها ، وقد وجد مسحوق الشروش اقبالاً على استعماله من أصحاب المخازن ، كما أنه يستعمل في التغذية .

٥ — معمل يستخدم آلة التجفيف التجريبية في الأبحاث

معامل جلاكسو بلندن

لمعامل جلاكسو بلندن شهرة عالمية في صناعة المركبات الغنية بالفيتامينات بجميع أنواعها التي تستعمل في الطب ، وهي فوق ذلك تعنى بصنع عدد كبير من الأغذية الخاصة بالأطفال والمرضى والحوامل ، وقد وجهت اهتمامي على الأخص عند زيارتي لهذه المعامل الى دراسة الأغذية اللبنية المحفوظة .

تصنع منتجات جلاكسو اللبنية في نيوزيلندة نظراً الى توافر اللبن وانخفاض ثمنه في تلك البلاد ، وتستعمل في إعدادها طريقة التجفيف بالاسطوانات ، وجميع آلات التجفيف التي تلزم لهذه المعامل يقوم بصنعها برترام حسب التركيب والمواصفات التي أتينا عليها وكلها من الحجم الكبير (حجم ٦)

بحرى كذلك فحص المسحوق فى نيوزيلندد وتبعثته فى صفائح صغيرة وصناديق كبيرة ، ثم يرسل ، معامل جلا كسو بلندن ، وهناك يعاد فحص عينات منه للوثوق من دقة التركيب الكيماوى ومن لاحتيتها بكتريولوجيا . على أنه توجد بمعامل لندن آلة تجفيف صغيرة من الحجم (١) لغرض إجراء جارب بغية استخراج أصناف جديدة من الأغذية اللبنية ، وهذه الآلة لا تختلف فى شيء عن صف الذى ذكرته فيما سبق .

وقد انتهت الأبحاث العلمية التى أجريت بمعامل جلا كسو الى مدة حقائق تختص بطرق تجفيف ن كانت لها قيمة عظيمة فى الأوساط العلمية . ومن أهم ما أثبتته هذه الأبحاث أن الفيتامين (ج) رغم ما هو معروف عن سرمة تأثره بالحرارة لا يتلف فى اللبن اذا عومل بطريقة الاسطوانانات حين أنه يتأثر كثيرا فى طريقة الرشاش ، وهذا يخالف الاعتقاد السائد أن درجة الحرارة المنخفضة بيا التى يعرض لها اللبن فى طريقة الرشاش أقل تأثيرا فى هذا الفيتامين ، وهذه النتيجة تعزز رأى يرمن الأطباء القائل بأن تغذية الأطفال بلبن طازج جفف بطريقة الاسطوانانات وحفظ فى أوعية مكمة القفل يحتوى على فيتامين (ج) بالقدر الذى يكفى لوقايتهم من مرض الاسقربوط . كما أن هذه الأبحاث قد دلت على أن تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانانات كفىل بأبادة ميكروب لرن إذا وجد به .

وفيا عدا ذلك فقد أمكن للعامل أن تخرج عدة أنواع من اللبن المجفف تلائم أغراضا مختلفة ، ما تضاف اليه فى أثناء عملية التجفيف مواد تزيد من قيمته الغذائية ، وقد كان صنعها تجاريا رضا بالأسواق بعد صنع عينات كثيرة منها بآلة التجفيف التجريبية واختبارها فى تجارب التغذية مسهنا أن نأتى حل بيان أهم هذه الأصناف وتركيب كل منها ونبذه مختصرة عنها .

(١) مسحوق يشبه فى تركيبه لبن الأم^(١)

ويتركب كالآتى :

مسحوق	مسحوق الى سائل (جزء ٨ أجزاء ماء)	
نسبة مئوية	نسبة مئوية	
٢٠	٢,٥	دهن
١٧	٢,١	بروتين
٥٦	٧	لاكتوز
٣,٩	٠,٥	رماد
١,١	٠,١	سترات
٢	٨٧,٨	ماء

و يدخل في تركيب هذا المسحوق غير ما ذكر من العناصر فيتامين (د) . ويضاف الى اللبن بنسبة ٢٠٠ وحدة دولية لكل بيوت (رطل و ربع) قبل تجفيفه بأن يخلط القدر اللازم أولا مع كمية صغيرة من اللبن ، ثم تخلط هذه الكمية مع كمية من اللبن أكبر ، ونهائيا تضاف هذه الكمية الأخيرة الى مجموع اللبن وتمزج به جيدا ، وإضافة هذا الفيتامين الى اللبن يساعد على نمو الأطفال الذين يتغذون به نموا طبيعيا وعلى تكوين عظام قوية وأسنان جيدة .

كما تضاف الى اللبن أيضا بعض أملاح الحديد القابلة للتمثيل بنسبة ٥ أجزاء في المليون ، وذلك لعدم توافر هذا العنصر في لبن البقر إذ تبلغ نسبته فيه حوالي ١,٧ جزء في المليون .

وفيما عدا ذلك تزداد نسبة اللاكتوز وتخفض نسبة الدهن في هذا اللبن ليضاهى القدر الموجود في لبن الأم ، على أن اللاكتوز لا يضاف كله الى اللبن قبل تجفيفه حتى لا يتكثف في أثناء هذه العملية فيأخذ المسحوق لونا بيا ، ولكن تضاف ثلث الكمية قبل التجفيف ويخلط الباقي بالمسحوق بعد نهاية العملية .

وبالجملة فإن تركيب هذا اللبن يجعله صالحا للاستعاضة به عن لبن الأم كليا أو جزئيا في تغذية الأطفال في أشهر حياتهم الأولى كما يعتبر كذلك صالحا لتغذية الحوامل .

(٢) مسحوق كامل الدهن (١) .

تركيب كالاتي :

مسحوق	سائل (١) مسحوق الى ٨ ماء
(نسبة مئوية)	(نسبة مئوية)
دهن ٢٥,٥	٣,٢
بروتين ٢٢,٩	٢,٩
لاكتوز ٤٢,٥	٥,٣
رماد ٥,١	٠,٦
سترات ١,٦	٠,٢
ماء ٢,٤	٨٧,٨

يتبع في تحضير هذا المسحوق نفس الطريقة التي تتبع في تحضير النوع الأول ولكن يختلف عنه رئيسياً من حيث التركيب في أن نسبة الدهن به أكثر ارتفاعاً ، وأنه لا يحوى من الفيتامين والأملاح الحديد إلا ما يوجد باللبن أصلاً بغير إضافة خارجية . ويعتبر هذا المسحوق غذاء صالحاً للأطفال بعد سن الثلاثة أو الأربعة أشهر .

(٣) مسحوق نصف دهني ^(١) .

يتركب كالآتى :

مسحوق	سائل (١) مسحوق الى ٨ ماء
(نسبة مئوية)	(نسبة مئوية)
دهن	١٦,٥
بروتين	٣١,٠
لاكتوز	٤٣,٠
رماد	٦,٠
سترات	١,٥
ماء	٢,٠
	٨٧,٧

يحتوى هذا المسحوق على جميع المواد الصلبة الموجودة باللبن غير أن جزء من دهنه قد نزع قبل التجفيف . وفيما عدا ذلك لم يغير تركيبه في شيء ، وهو يصلح كغذاء وسطى للأطفال قبل تغذيتهم بالمسحوق الكامل الدهن وللأطفال الذين لا تحمل قدرتهم الهضمية نسبة عالية من الدهن .

(٤) مسحوق ثلاث أرباع دهني ^(٢)

تركيبه كالآتى :

مسحوق	سائل (١) مسحوق الى ٨ ماء
(نسبة مئوية)	(نسبة مئوية)
دهن	١٩,٨
بروتين	٢٥,٧
لاكتوز	٤٥,٥
رماد	٥,٥
سترات	١,٠
ماء	٢,٥
	٨٧,٨

(١) Half Cream Powder.

(٢) Three Quarter Cream Powder

يشبه هذا المسحوق النوع السابق من جميع الوجوه ، إلا أن نسبة اللبن فيه مرتفعة نوعاً ، وقد يعطى للأطفال بعد فترة تغذيتهم بالمسحوق النصف الدهنى ، وقبل تغذيتهم بالكامل الدهن . وتصنع معامل جلا كسو غير هذه الأغذية أصنافاً أخرى يدخل اللبن جزئياً في تركيبها ويخلط به ، أما دقيق القمح أو الشعير أو خلاصة المولت أو الدكسترين أو الشكولاتة الخ ، وتعتبر صالحة لغذاء الأطفال والكبار في أحوال خاصة .

وقبل أن نختم الكلام عن هذه الأنواع تحسن الإشارة إلى أن اللبن يجفف في صنمها جميعاً بطريقة الاسطوانات دون سابق تعقيم أو تركيز .

واستعمال طريقة الاسطوانات فضلاً عن أنه يضمن إبادة جميع الميكروبات المرضية التي قد توجد باللبن فإنه يؤثر في بروتين اللبن بحيث يصبح الرائب المتكوّن منه أكثر قابلية للهضم من الرائب المتكوّن في حالة لبن البقر الغير المجفف .

هذا وتعنى المصانع عناية خاصة بنظافة اللبن الخام المستعمل في صنع المستحضرات اللبنية فتحتم على مورديها مراعاة الاشتراطات الصحية في إنتاجه ونقله ، بحيث لا يزيد عدد البكتيريا في السنتيمتر المكعب عن ٣٠.٠٠٠ ، إذ المعروف أنه لا يمكن الحصول على محصول جيد من مادة خام رديئة .

٦ - معمل يستخدم آلة تجفيف صغيرة ذات اسطوانة واحدة

مدرسة الألبان الأسكتلندية

تستعمل آلة تجفيف اللبن بمدرسة الألبان الاسكتلندية في تدريب الطلبة على هذه العملية وفي الأبحاث التي تجريها المدرسة ومعهد أبحاث الألبان على اللبن المجفف بطريقة الاسطوانات ، وهي أصغر آلة تجفيف شاهدها في أثناء رحلتى ، إذ لا يزيد ما تجففه عن بضعة جالونات في الساعة . وتختلف عن بقية الآلات التي سبق وصفها من حيث التركيب ، فتشتمل على اسطوانتين إحداهما صغيرة سفلية ، والأخرى كبيرة نوعاً علوية ، وعند تشغيل الآلة تدور الاسطوانة السفلية في حوض به اللبن المراد تجفيفه ، وبانغماسها فيه جزئياً ينتقل على سطحها بشكل غشاء رقيق ومنها ينتقل بالتماس إلى الاسطوانة العلوية التي تسخن من الداخل بالبخار فيجف عليها ، ثم يكشف بواسطة سكين مثبتة بمسامير برية بالنحو الذى ذكر في الآلات السابقة ويتساقط المسحوق في وعاء خاص .

يمر البخار إلى الاسطوانة الكبيرة من القزان الرئيسى ، وينظم ضغطه على ٤٠ رطلاً للبوصة المربعة بواسطة محبس ومقياس للضغط ويخرج البخار المتكثف من أنبوبة خاصة ماراً بجهاز بخار إلى مصرف ، وتدور الآلة بسرعة ١٢ - ١٤ دورة في الدقيقة ، أما اللبن المراد تجفيفه فتتنظم سرعة تدفقه من الحوض الكبير إلى حوض الآلة بواسطة حنفية .

ومن أهم ما لوحظ في أثناء إدارة هذه الآلة أنه في حالة استعمال اللبن الفرز أوحى اللبن الكامل لا يكون انتشاره على سطح الاسطوانة الصغيرة بطبقة منتظمة (بالنسبة لخفة قوامه) ولذلك لا يكون تجفيفه منتظما والأفضل في مثل هذه الآلات أن يركز اللبن قبل مروره إلى حوض الآلة ، وعلى كل حال فإن الآلات ذات الاسطوانتين تمتاز عن هذه الآلة من وجوه كثيرة .

اتهى بنا الحديث هنا عن مشاهدتنا في بعض المعامل المجهزة بآلات تجفيف من صنع برترام. والان نتقل إلى الكلام على أحد المصانع الكبيرة ذات الشهرة العالمية في صنع الأغذية اللبنية المجففة التي وقفنا إلى زيارتها في رحلتنا ، وهي تستخدم طريقة الاسطوانات ولكن آلاتها صنعت خصيصا بناء على تصميم خبراءها الفنيين ، وسنشرح في سياق الكلام أوجه الخلاف بينها وبين آلات برترام ، كما سنأتى على وصف موجز شامل لجميع الأدوار التي يمر بها اللبن من وقت إنتاجه إلى تعبئته ليوقف القارئ على مبلغ المجهود الذى يصرف والعناية التي تبذل في إعداد هذه الأغذية اللبنية التي أخذت نصيبا كبيرا في وقتنا هذا من اهتمام رجال الطب والأمهات في جميع البلدان المتحضرة ، والتي تعتبر من أهم الأغذية الصناعية التي يستعاض بها عن غذاء الطفل الطبيعي - وهو لبن الأم - في أحوال كثيرة .

٧ - معمل كبير لتجفيف اللبن وصنع الأغذية اللبنية

مصانع كاواند جيت

أنشئت شركة كاواند جيت ^(١) منذ أكثر من ربع قرن ، ويتبعها ثمانية مصانع موزعة في غرب إنجلترا وجنوب ويلز ، وتستخدم ألبانها من مواشى منتخبة أغلبها من نوع الشورتهورن ، تتغذى من مراعى تلك الجهات التي أثبتت التجارب أنها ذات قيمة غذائية ممتازة وغنية بالمواد المعدنية من فوسفات وجير ، ولهذا الحقيقة دلالتها من حيث توافرها بهذا اللبن من العناصر الغذائية الضرورية لبناء الجسم وتكوين العظام .

(١) تعاقد الشركة مع المنتجين :

وتتبع المصانع الثمانية نظاما واحدا في الحصول على اللبن اللازم لعملها ، فيتعاقد كل منها مع عدد من كبار المنتجين لإمداده بما يحتاج إليه من اللبن ، ويحتم على المنتج أن يراعى الاشتراطات الصحية التي تضمن إنتاج اللبن نظيفا . ويتضمن العقد نصوصا صريحة خاصة بصحة الماشية ونظامها وتهوية وإضاءة ونظافة أسطبلاتها ، ونظافة الحلابين ، وأدوات وأوانى اللبن المستعملة في الحلب ، والنقل ، وصحة العمال ، واحتواء اللبن على نسبة معينة من الدهن والمواد الصلبة ، وعدم إضافة مواد حافظة أو غريبة إليه ، كما يشترط أن يصفى اللبن في قطن معقم بمصفاة خاصة بعد

(١) Cow & Gate

إنتاجه مباشرة ، ثم يرد ، وتسهل الشركة للنتج سبيل الحصول على المصفأة والمبرد بأجر زهيد ، ويتبع كل مصنع عدد من المفتشين مهمتهم الطواف بحلات الإنتاج للتحقق من اتباع نصوص العقد ، ولتفهم المنتجين مزايا وأهمية العمل هذه النصوص ولأخذ العينات اللازمة للتحليل .
وسنشرح فيما يلي نظام العمل في مصنع ونكاين^(١) الذي زرناه وتفقدنا جميع أقسامه باعتباره ممثلا لما هو متبع في بقية مصانع الشركة .

(٢) جمع اللبن وأختباره :

يجمع اللبن المنتج بالاشتراطات السالفة الذكر في صفائح كبيرة ، وينقل بواسطة سيارات نقل ذات ست محجلات مرتين يوميا من المنتجين الذين يبلغ عددهم في هذه الحالة ١٣٠ ، وعند وصوله الى المصنع ، وقبل خلطه ، تؤخذ منه العينات اللازمة للتحليل البكتريولوجي والكياوي ، أما الصفائح فتغسل بعد تفريغ محتوياتها ، أولا بالماء البارد ، ثم بمحلول صودا ساخن ، فالماء الساخن ، وأخيرا تعقم بالهواء الساخن ، ويمرر ذلك كله في آلة غسل خاصة بدّارة ، ثم يحكم قفل الأواني قبل إعادتها للنتجين .

وتحفظ العينة التي تؤخذ من لبن كل منتج على حدة ، وتضاف اليها العينات المأخوذة من ألبانه في الأيام الستة التالية ، فيتكوّن منها عينة واحدة مجمعة تستعمل في اختبار الدهن والمواد الصلبة ، كما تؤخذ عينة أخرى مرة أسبوعيا من صفائح كل منتج للتحليل البكتريولوجي فتقدر فيها المحوضة ، ونسبة الراسب ، وعدد البكتريا الكلي ، ونسبة الميكروبات المكونة لغازات . ويحتفظ المصنع بسجل خاص لكل منتج تدهن به نتائج تحليل عيناته ، ولا تستخدم هذه النتائج فقط للتحقق من نوع اللبن ولمعرفة ما إذا كان المنتج يعنى بالإنتاج عناية تكفل جودة اللبن ولكن تستعمل كذلك كأساس لمنح مكافآت مالية تتناسب مع نوع اللبن ودرجة نقاوته لإيجاد روح التنافس بين الموردين لمضاعفة عنايتهم بإنتاج ألبانهم نظيفة ، ولأهمية هذا النظام ولل فوائد العظيمة التي جنتها الشركة من اتباعه نلخصه فيما يلي :

تمنح كل عينة عددا من الدرجات تتناسب مع نتيجة تحليلها ، وفيما يلي بيان الحد الأقصى للدرجات المقدرة للاختبارات المختلفة التي تجري على اللبن .

اختبار الدهن	 ٤٠٠	درجة
اختبار المواد الصلبة الغير الدهنية	 ١٠٠	»
اختبار العدد الكلي للبكتريا	 ٤٠٠	»
اختبار الراسب	 ١٠٠	»
مجموع الدرجات	 ١٠٠٠	»

(١) Wineanton

ويعمل كشف شهرى يحوى أسماء جميع الموردين مرتبة حسب الدرجات التى أحرزها كل منهم ، ويقسم الكشف الى أربعة أقسام أولها يشمل العشرة المتقدمين فى الترتيب من العدد الكلى للموردين ، وهؤلاء تدفع لهم الشركة مكافأة قدرها بنى واحد (أربعة مليات) فوق الثمن الأصلي عن كل جالون من اللبن وزده فى أثناء الشهر ، والقسم الثانى يضم العشرة الذين يلون فى الترتيب العشرة الأول من الموردين ، وهؤلاء يمنح كل منهم مكافأة قدرها نصف بنى (مليون) عن كل جالون صار توريده ، والقسم الثالث يحتوى على الخمسة الذين يلون فى الترتيب العشرة من القسم الثانى ، وهؤلاء يكافأ كل منهم بمبلغ ربع بنى (مليون) عن كل جالون . أما من بقى بعد ذلك من الموردين فلا يمنح مكافأة . وترسل نسخة من كشف لكل مورد شهريا مينا بها أسماء الموردين الذين شملتهم الأقسام الثلاثة الأولى مع بيان الدرجات التى استحقها كل منهم ، ويبين بالكشف أيضا رقم لكل مورد من بقية الموردين لا يعرفه الا المورد نفسه والشركة ، ويبين أمام رقم المورد الدرجات التى حصل عليها وترتيبه بالنسبة لبقية الموردين ، ويحرم من المكافأة كل من يثبت للشركة أنه غش اللبن غشا متعمدا بأية طريقة ، مهما كان عدد الدرجات التى أحرزها .

ويجرى تحليل عينات اللبن بمصنع ونكائن فى معملين أحدهما صغير بالدور السفلى ، والآخر كبير بالدور العلوى ، وتجرى فى الأول الاختبارات البسيطة السريعة مثل تقدير الحموضة والراسب والاختزال وإحصاء البكتريا بطريقتى الميكروسكوب ، أما فى الثانى فيقدر عدد البكتريا بطريقه الأطبائى ونسبة الميكروبات المكونة لغازات فى اللبن الحام ، وفى المسحوق ، كما تجرى جميع الاختبارات الكيماوية للبن وللواد المستعملة فى إعداد المسحوق ، كأوراق اللب وغيرها ، وتجرى الأبحاث على الأصناف المختلفة من اللبن المجفف الذى تصنعه الشركة .

وغنى عن البيان أن المصنع لا يتردد فى رفض استلام أى لبن يثبت من التحاليل البكتريولوجية والكيماوية أنه لم يبلغ من الجودة والنقاوة درجة تكفل جودة نوع المسحوق الناتج .

(٣) معاملة اللبن :

يستلم مصنع ونكائن يوميا حوالى ١٥٠٠٠ جالون من اللبن (كانت هذه الكمية هى التى يتسلمها المصنع فى وقت زيارتى أى فى شهر سبتمبر إلا أنها تزيد فى بعض أشهر السنة الأخرى إلى نحو ٢٣٠٠٠ جالون) ويستعمل هذا اللبن فى أغراض شتى ، فبعضه يباع سائلا بعد تعقيمه ، والبعض الآخر تصنع منه قشدة وزبدة ولبن مجفف فرز وكامل وأغذية لبنية للأطفال ، وتختلف نسبة ما يصنع من هذه المشتجات من وقت لآخر باختلاف الطلب . وفيما يلى شرح موجز لنظام سير العمليات المختلفة .

(٤) تعقيم اللبن وصناعة الزبدة :

بعد أخذ العينات اللازمة من لبن كل مورد يفرغ على حدة في صهريج ذى ميزان ، ويقيد وزنه في بطاقة خاصة ، ثم يقلب الصهريج المذكور بمحرك آلية فيفرغ مابه في صهريج أكبر بأسفله ، وبذا يختلط باللبات الموردين الآخرين ، ومن ثم يدفع بواسطة مضخة إلى الدور العلوى حيث يمر أولاً في مسخن مبدئى^(١) ثم في منظم يشتغل بالطرد المركزى^(٢) لاستخلاص مايشوبه من أقدار ومواد غريبة كالشعر والروث والغبار الخ ، وبعدئذ يمر اللبن المراد تعقيمه إلى معقم حيث ترفع حرارته إلى ١٤٥ فهرنهيت ، ومنه إلى صهريج حفظ ، حيث يبقى على تلك الدرجة لمدة نصف ساعة ، ثم يدفع إلى أطل مبرد كبير مكشوف يمر على سطحه بتأثير ثقله ، فتخفص حرارته أولاً بالماء ثم بحلول ملح التبريد إلى درجة ٤٠ فهرنهيت ، وأخيراً يعبأ في صفايح كبيرة محكم قفلها ، وتوزع مباشرة أو تحفظ في أحد المخازن الباردة إلى أن يحين ميعاد توزيعها . أما اللبن المعد لصنع الزبدة فيمر بعد تنظيفه في آلة فرز كبيرة حيث تفرز القشدة ، وتمر إلى معقم ، ثم تبرد على سطح مبرد خاص إلى درجة ٥٠ فهرنهيت ، ومن ثم تمر إلى صهريج الإنضاج ، وعند تمام نضجها تصنع منها الزبدة .

(٥) تخفيف اللبن :

يبرد اللبن المراد تخفيفه بعد مروره في المنظم إلى حوالي درجة ٥٠ فهرنهيت بواسطة المبرد المكشوف ، ثم يمر إلى صهريجين كبيرين من الألمنيوم يسع كل منهما ٢٠٠ جالون موضوعين في حجرة خاصة ملاصقة لحجرة التخفيف . وفي هذين الصهريجين يخلط اللبن جيداً وتقدر نسبة الدهن والمواد الصلبة الغير الدهنية فيه ، ثم يجرى تعديل نسبة الدهن المثوية تبعاً لنوع المسحوق المراد إعداده . وتم عملية التعديل^(٣) هذه بسهولة بواسطة جداول مبيّنة بها كمية القشدة أو اللبن الفرز التى تلزم إضافتها لكمية معينة من اللبن يحتوى على نسبة مثوية معروفة من الدهن والمواد الصلبة الغير الدهنية لإمداد مسحوق كامل الدهن يحتوى على ٢٦٪ دهن أو مسحوق نصف دهنى يحتوى على ١٨٪ دهن .

وعملية تعديل نسبة الدهن السالف ذكرها من الأهمية بمكان في تحضير المساحيق اللبنية ، إذ من المعلوم أن نسبة الدهن في اللبن تتغير بتغير فصول السنة ونوع غذاء الحيوان ، ومن الضروري لى تكون تغذية الطفل صحيحة ، وعلى أساس قويم ، أن يكون غذاؤه منتظم التركيب ، ولو علمنا أن تغذية الطفل على غذاء يختلف تركيبه يوماً بعد يوم ، تؤدي في كثير من الأحيان إلى اختلال في الهضم ، ويؤثر في نمو الطفل تبعاً لذلك ، لتبينت لنا أهمية العناية بتعديل نسبة الدهن وانتظام التركيب . وابن كاواند جيت غذاء معدل تماماً يحتوى في كل الأوقات على نسبة مثوية معينة ثابتة ملائمة من الدهن ، وأنه غير عرضة للاختلاف وعدم الانتظام في التركيب مثل اللبن السائل والأغذية الأخرى .

(١) Preheater

(٢) Centrifugal Cleaning Machine

(٣) Standardisation

ولا يقتصر على خلط اللبن وتعديل نسبة الدهن اليه في هذين الصهرين ، بل يضاف اليه في حالة صنع أنواع مخصوصة من الأغذية اللبنية الخاصة بالأطفال ، المرضى مواد أخرى غير القشدة واللبن الفرز ، سيأتى الكلام عنها في موضع آخر ، ثم يعاد قلب اللبن جيدا كي يصير متجانسا ويسحب بمضخة ، ويدفع الى آلات التجفيف بالحجرة الملاصقة مارا بأنبوبة تغذية خاصة بكل آلة .

وحجرة التجفيف متسعة ، وتشمل عشر آلات من النوع ذى الاسطوانات ، كلها متماثلة في الشكل والحجم والتركيب ومثبتة على قواعد من الأعمدة ، وموضوعة في صف واحد ، وهي لا تختلف في مظهرها العام ونظام إدارتها عن آلات برترام ، الا في بعض نقط طفيفة سيأتى ذكرها ضمنا في الوصف التالى .

تستمد هذه الآلات البخار من قزانين كبيرين (يشغلان بالتناوب) بواسطة أنبوبة رئيسية تخرج منها أنبوبة فرعية مركب عليها مقياس ضغط متصل بكل آلة ، ويتراوح ضغط البخار الذى تستغل عليه الآلات المختلفة بين ٤٠ و ٥٥ رطلا للبوصة ، والبخار المتكثف داخل الاسطوانات يمر فى حواجز البخار كالمعاد ، ثم يصرف بأنبوبة تحت سطح الأرض ويعود الى قزان البخار ، أما البخار المتصاعد فى أثناء عملية التجفيف فانه يمر الى مجمع محكم فوق كل آلة ويسحب بأنبوبة متصلة به مركبة عليها مروحة ، وبذلك لا يتسرب شئ من هذا البخار فى جو حجرة التجفيف .

ويصل اللبن الى كل آلة بالنظام المعناد أى بواسطة أنبوبة تغذية ذات فتحات جانبية ، غير أنه لا يصب منها مباشرة على الاسطوانتين ، بل يمر أولا الى قناة مكشوفة واقعة أسفلها حيث يبقى بها مدة قصيرة يسخن فى أثناءها تسخيناً مبدئياً بالبخار المتصاعد من سطحى الاسطوانتين فى أثناء عملية التجفيف ، ثم يصب من فتحات جانبية بالقناة المذكورة فى الفجوة المحصورة بين الاسطوانتين ، ويتم تجفيفه ويكشط المسحوق بالطريقة الى سبق وصفها فى بقية الآلات التى من هذا النوع ، وتدور الاسطوانات فى المتوسط بسرعة ١٢ دورة فى الدقيقة .

ويتجمع اللبن المجفف فى قناة مثبتة أمام كل اسطوانة ، وهذه القناة مقسمة الى قسمين تفصلهما فتحة وينحدر قسم القناة انحدارا يسيرا الى جهة الفتحة المذكورة ، وتدور فى كل من القسمين بريمة تنقل المسحوق الى الفتحة حيث يصل الى وعاء ، وهذا يقوم العامل الذى يباشر الآلة بنقله وتفريفه فى آلة السحق بين حين وآخر ، وعندما يتم تنعيمه يعبأ فى صناديق كبيرة من الصفيح وينقل الى قسم التعبئة .

وتتوقف كمية اللبن التى تجفف يوميا ومدة إدارة الآلات على الكمية المطلوبة من المسحوق ، وما يستحق الذكر هنا أن الجالون الواحد من اللبن الكامل عند تجفيفه يعطى فى المتوسط رطلا من المسحوق .

وقبل أن نختم الكلام عن عملية التجفيف تجدر بنا الإشارة الى ما يبذلها العمال المكلفون بإدارة آلات التجفيف العشر من عناية فائقة بتزيينها وضبط أجزائها ونظافتها ، وهذا من غير شك يزيد في دقة العملية وحسن سير الآلات وجودة المسحوق الناتج . ولا يهمل هؤلاء العمال بجانب عنايتهم بالآلات اهتمامهم بنظافتهم الشخصية وحسن هئامهم ونظافة وترتيب جميع مشتملات حجرة التجفيف .

(٦) تعبئة المسحوق :

بعد أن يتم تجفيف اللبن بالطريقة السابق ذكرها ، يمر في آلة سحق حيث يحول الى مسحوق ناعم ، ويعبأ في صفايح كبيرة ، ثم ينقل على هذه الحال من مصانع الشركة المختلفة الى قسم التعبئة والشحن الذي يوجد في بناء خاص بالقرب من مصانع ونكائن .

يختبر المسحوق عند وصوله فتؤخذ عينة من كل صفيحة بواسطة موظفين مختصين بهذا العمل ، ويختبر مظهرها ورائحتها ، ثم تمزج بالماء الساخن بالنسبة الملائمة ، وتختبر الإذابة ، وتذاق لاختبار الطعم ، هذا عدا التحاليل الكيماوية والبكتريولوجية التي تجري على المسحوق في معمل خاص ملحق بكل مصنع للتحقق من حسن سير العملية وجودة الناتج .

و بعد أن تجري الاختبارات السابقة ويحصل على نتائج مرضية تخلط محتويات الصناديق التي من النوع الواحد الواردة من المصانع المختلفة ، ثم تنقل الى حجرة التعبئة حيث توجد عدة آلات أوتوماتيكية تدار بالكهرباء ، وكل منها مخصص لوزن كمية معينة من المسحوق ، ويسقط المسحوق بعد وزنه في أكياس من الورق المشمع ، وهذه إما أن توضع في علب من الورق المقوى أو من الصفيح ، وفي كلتا الحالتين يدون عليها نوع المسحوق ووزنه وتاريخ صنعه . والأوعية التي من النوع الأول ترسل الى مراكز رعاية الطفل في مختلف أنحاء إنجلترا حيث تستهلك في أيام فلائل ، أما النوع الثاني فيعد للبيع بالتجزئة (القطاعي) في مخازن الأدوية ، أو يرسل الى المسالك الأجنبية ، ولذلك يحكم سده ، ويرتب في صناديق من الخشب ، وهذه تقفل بالمسامير بواسطة آلة أوتوماتيكية ، ويرقم عليها نوع المسحوق وعدد العلب التي تحويها والجهة المرسلة اليها ، وتشحن هذه الصناديق من رصيف خاص ملاصق لبناء التعبئة في عربات السكك الحديدية ، وتراعى الشركة صنع كميات من المسحوق بحيث تفي بحاجة التوزيع والتصدير فقط ، أى لا تصنع مقادير من المسحوق تزيد كثيرا عن الحاجة حتى لا تبقى مخزونة مدة طويلة فيعتورها التلف ، ويرقم على العلب تاريخ يلى يوم الصنع بتسعة شهور ، وينصح المستهلك بعدم استعمال المسحوق بعد التاريخ المذكور ، والغرض من ذلك بالطبع هو أن تضمن الشركة للمستهلك جودة المسحوق وقت استعماله ، اذ ربما حصل به بعض الترخيب بعد انقضاء هذه المدة .

(٧) أنواع مستحضرات كاو أند جيت :

تعد مصانع كاواندجيت عدة أصناف من المستحضرات اللبنية تستعمل في أغراض مختلفة لتغذية الأطفال والكبار والمرضى ، وسنعدد هذه الأنواع هنا إتماماً للمائدة مع وصف موجز لكل منها والغرض الذي تستعمل فيه :

١ — مسحوق كامل الدهن

وهو عبارة عن لبن الأبقار الكامل الدهن دون أن يضاف إليه أو يترع منه شيء قبل التجفيف ، وهو يستعمل لتغذية الأطفال تغذية عادية ويتركب كالآتي :

مسحوق	بعد إضافة أجزاء ماء الى كل جزء مسحوق	
٢,٥	٨٧,٩	ماء
٢٧,٣	٣,٤	دهن
٢٦,٦	٣,٣	بروتين
٣٧,٦	٤,٧	سكر اللبن
٦,٠	٠,٧	أملاح معدنية
١٠٠,٠٠	١٠٠,٠	

ولما كان لبن الأبقار على العموم ليس غنياً بالفيتامين "ج" فإنه ينصح دائماً بإعطاء الطفل قليلاً من عصير الفواكه مثل البرتقال (نحو ملعقة شاي يومياً بجانب التغذية المعتادة باللبن الطازج أو بمسحوق اللبن) لتوافر هذا الفيتامين به .

٢ — غذاء لبنى خاص بالتصدير الى الخارج

وهو غذاء كامل يصنع خصيصاً للأطفال فيما وراء البحار ، ويصنع من اللبن الكامل الدهن بعد إجراء بعض تعديلات في تركيبه كي يلائم أطفال الأجواء الاستوائية حسبما دلت تجارب التغذية التي أجراها باحثو الشركة . ويختلف عن النوع السابق في تركيبه بانخفاض نسبة الدهن فيه إذ أنها ٢,٤ ٪ ، وباحتوائه على نسبة من سكر القصب (٠,٨ ٪) ، وفيما عدا ذلك فبنسبة العناصر الأخرى واحدة في الحالتين :

٣ - غذاء اللبن نصف الدهنى

وهو يحتوى على نصف ما يحويه النوع الأول من الدهن (١,٧ ٪) كما يحتوى على نسبة مرتفعة من سكر اللبن (٦,٤ ٪) وهذه تضاف الى اللبن قبل التجفيف ، ويستعمل هذا المسحوق في تغذية الأطفال من يوم الولادة لغاية سن الثلاثة أشهر ، كما يعطى للأطفال الذين لا يقوى جهازهم الهضمى على هضم الدهن وتسبب كثرتة في غذائهم قىء شديد .

٤ - مسحوق اللبن الفرز

وهو عبارة عن لبن نزع منه جميع ما يحويه من دهن تقريبا قبل التجفيف ، وينصح باستعماله في الحالات التي لا يمكن للأطفال هضم الدهن كلية ويحصل ذلك عقب إصابته بالتهاب معدى معوى أو بالحمى التيفودية . كما يصلح للأطفال الكبار نوعا الذين يصابون بإسهال إذا احتوى غذاؤهم على دهن .

ومسحوق اللبن الفرز يعتبر على العموم غذاء مؤقتا في الحالات السالفة الذكر على أن يعتمد إلى تغذية الطفل تغذية عادية بالتدريج كلما تحسنت حالته الصحية ، وهذا المسحوق يفضل اللبن الطازج الذى نزع منه القشدة بالطرق المنزلية لخلوه من الميكروبات المرضية خلوا تاما .

وتقوم مصانع كاواندجيث بإعداد أغذية أخرى غير المساحيق الأربعة الرئيسية التى أسلفنا ذكرها ، ويستعمل كل منها في غرض معين ، ويتبع في تحضيره نظام خاص ويختلف تركيبه عن الأنواع الأخرى .

ومن هذه غذاء يلائم الضعفاء من الأطفال الذين ليس في طوقهم هضم الكميات العادية من الدهن والبروتين ، ولكنهم قادرين على هضم المواد الكربوهيدراتية ، ولذا يضاف إلى هذا الغذاء عند صنعه كمية من سكر القصب ، وهو يعتبر كذلك غذاء مؤقتا وفي المعتاد يستعاض عنه بمسحوق اللبن الفرز بعد بضعة أسابيع ، ثم بالمسحوق الكامل الدهن تدريجا ، ويسمى هذا الغذاء باسم فرابلاك (١) .

ومنها غذاء آخر يعطى للأطفال الرضع المصابين بفقر الدم ، وقد أعد هذا الغذاء بناء على تعليمات ونتيجة لأبحاث أحد مشاهير الأطباء الانجليز ، وقد اختبره وأثبت فائدته ونشر عنه مجلس الأبحاث الطبى بانجلترا تقريرا مسهبا ، وهو يحضر من لبن يضاف اليه في أثناء التجهيز نسبة من أملاح الحديد ويطلق عليه اسم هيمولاك (٢) .

(١) Fralac.

(٢) Hemolac.

ومن بين هذه الأغذية آخر يصلح لتغذية الأطفال الذين في دور النقاهة من بعض الأمراض كالحصبة والالتهاب الرئوي والانفلونزا ، فالمعروف أن معدة الطفل تفرز عصيرا ضعيفا الحموضة في أثناء مرضه وفي دور النقاهة من مثل هذه الأمراض ، وهو يصنع من لبن كامل الدهن أو نصف دهني أوفرز ويضاف إليه في أثناء التحضير كمية مناسبة من حمض اللبنيك وهو معروف باسم لاسيداك^(١) .

ومن أغذية كاواندجيت غذاء آخر يستعمل رئيسيا للعوامل والمرضعات وللأطفال متى بلغوا من العمر سبعة أشهر فيكون عندئذ كقائمة للتغذية بمواد نشوية ، وهو أيضا مفيد في التغذية في أدوار النقاهة من بعض الأمراض ، وفي حالات الاضطرابات المعوية المعدية ، وهذا الغذاء عبارة عن لبن كامل الدهن ونشاء صرضا لفعل أنزيمات بنكرياسية مدة معينة من الزمن فتحول جزء من البروتين إلى ببتون وأحماض أمينية ونحول النشاء جزئيا إلى دكسترين ودكستروز ثم خلطا وجففا فتكون منهما مسحوق مهمل التمثيل نسبيا يعرف باسم ببتالاك^(٢) .

وتعد هذه المصانع كذلك غذاء آخر مفيدا في حالات الإصابة بأكريما الأطفال^(٣) ، وفي هذه الحالات ينصح عادة باستعمال لبن الماعز كملاحي ، ولما كان الحصول على مثل هذا اللبن طازجا ليس من اليسور دائما فوق أن نسبة الدهن فيه عالية بحيث لا تكون ملائمة في أغلب الأحوال للتغذية العادية للأطفال ، كما أن نسبة الكربوهيدرات منخفضة كثيرا فقد عنت هذه المصانع بتجهيز مسحوق من لبن الماعز بعد تعديله بنزع جزء من دهنه وإضافة نسبة من سكر اللاكتوز اليه ويطلق على هذا الغذاء اسم كابرولاك^(٤) .

ومن أغذية كاواندجيت المهمة غذاء يصنع من اللبن الكامل الدهن بعد إضافة نسبة من ملح الكينين^(٥) العديمة الطعم لأن الملح المذكور مفيد جدا في علاج الأوبئة والحيات الخاصة بالمناطق الحارة ، وتعاطيه بهذه الصورة لا يشعر الإنسان بمرارته الكريهة ، وهو مفيد للأطفال والكبار على حد سواء ، فوق أن اللبن نفسه يمد الجسم بما يحويه من العناصر المغذية وعلى الأخص الفيتامينات وأملاح الكالسيوم والفسفور فانه يكون بحالة سهلة الهضم والامتصاص ، وهذا مهم في حالات الإصابة بالأوبئة والحيات الاستوائية التي تبقى فيها قوة الهضم مضمحلة مدة من الزمن ، وقد ظهر من الأبحاث أن تعاطي هذا الغذاء يفيد كثيرا في الوقاية من الإصابة بالمalaria ، ويزيد في مقاومة الجسم للعدوى بهذا المرض ، كذلك ينصح باستعماله على الأخص للأطفال في المناطق التي تكثر فيها malaria ويطلق على هذا الغذاء اسم لاكوين^(٦) .

(١) Lacidac.

(٢) Peptalac.

(٣) Infantile eczema.

(٤) Caprolac.

(٥) Quinine.

(٦) Laoquin.

وقد قامت المصانع المذكورة بإعداد مسحوق من اللبن والشكولاته أطلقت عليه اسم لبن الشكولاته^(١) صادف نجاحا كبيرا بالنسبة للذة طعمه وفائدته الغذائية، وهو مركب من لبن كامل الدهن مخلوط بالشكولاته ودقيق القمح وسكر القصب وبعض مواد مغذية أخرى ، وتتبع في تخفيفه طريقة الاسطوانات الساخنة كما هو الحال في الأغذية الأخرى ، ويعطى هذا الغذاء للأطفال في دور النمو فيضيف الى غذائهم المعتاد كمية من اللبن والدهن بحالة سهلة الهضم لذينة الطعم، كما يفيد تعاطيه كثيرا في الحالات التي تستلزم مجهودا جسمانيا كبيرا وفي حالات فقر الدم في الأطفال الكبار وعلى الأخص الحوامل والأمهات اللاتي ضمن حديثا ، وهو أيضا مفيد للمرضى والمتقدمين في السن .

أما طريقة تحضير هذه الأغذية للاستعمال فسهلة ومتشابهة في جميع الأحوال تقريبا ، وتتخلص في مزج القدر المناسب من المسحوق بماء ساخن سبق غليه ، ويتوقف التخفيف على تركيز الغذاء اللازم في الأحوال المختلفة، فيوضع المسحوق في وعاء نظيف مثل كوب أو فنجان ويضاف اليه قليل من الماء الساخن حتى تتكون عجينة ناعمة ثم يضاف اليه بقية الماء اللازم تدريجيا مع التقليب المستمر بملعقة، ويترك لكي يبرد ، ويعطى للطفل على درجة حرارة الدم (٣٧ سنتجراد) ، ويختلف تركيب المزيج والكمية التي تعطى للطفل باختلاف سنه ووزنه ، ويوجد على كل علبة من مستحضرات كاواندجيت جدول مبين به كميات المسحوق والماء التي تستعمل في مختلف أعمار وأوزان الأطفال العاديين على أنه يعتمد أحيانا الى إجراء تعديل في هذه الكميات في ظروف خاصة .

هذا وسنكتفى بهذا الشرح لأمثلة من الأغذية التي تقوم بإعدادها هذه المصانع بطريقة الاسطوانات الساخنة حتى يقف القارئ على مقدار ما وصلت اليه صناعة مسحوق اللبن من التقدم، وعلى مدى استعماله في التغذية والعلاج، ولا يعزب عن البال أن هناك غير ما ذكرنا بضعة أنواع أخرى من اللبن المحفف تقوم بإعدادها المصانع المذكورة ، وتستعمل أيضا في أحوال خاصة ولا تقل من حيث الأهمية والانتشار عن الأنواع السالفة الذكر .

(٨) الأبحاث والتجارب التي قام بها موظفو الشركة :

قبل أن نختتم الكلام عن مصانع كاواندجيت يجدر بنا أن نشير إلى أن التجارب الكثيرة التي قام بها الباحثون من موظفي هذه المصانع وغيرهم ممن استعانت بآرائهم وخبرتهم الشركة دلت على أن لطريقة الاسطوانات كثيرا من المزايا التي تجعلها في مقدمة الطرق الملائمة لإعداد الأغذية اللبنية الخاصة بالأطفال .

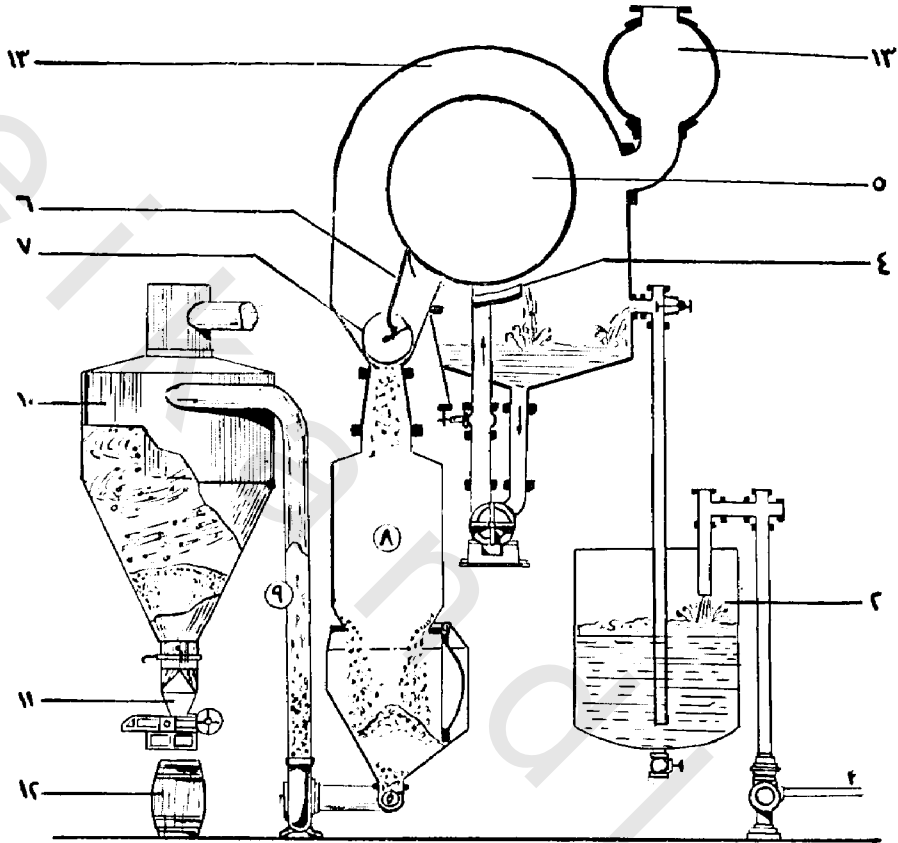
(١) Chocolate Milk.

فقد وجد هؤلاء أن مدة بقاء اللبن ملاصقا للاسطوانات في أثناء العملية لا تتجاوز ثلاث ثوان، وأن حرارته في الفترة المذكورة لا تزيد عن ٩٨ سنتجراد كما أنه يحيط به في أثناء تجفيفه غشاء رقيق من البخار، وتبينوا أن هذا التسخين القصير المدى لا يعرض مشتملات اللبن من فيتامينات وأحماض معدنية للتلف، لا سيما وأن غشاء البخار الذي يحيط باللبن يحول دون حدوث الأكسدة. هل أن تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات يستدعي عناية فائقة مستمرة بضبط حرارة الاسطوانات وسرعة دورانها وتنظيم كمية اللبن الذي يمر إلى آلات التجفيف حتى تأتي العملية بالتأثير المرغوبة.

وقد أجريت تجارب كثيرة على اللبن المجفف من حيث قيمته في التغذية، وثبت منها أن استعمال لبن البقر (أو لبن الجلاموس) خاما في تغذية الأطفال وهم في دور الرضاعة (رغم انتشار استعماله على تلك الصورة) لا يلائم تماما هذا الغرض، لجهاز الطفل الهضمي يختلف عن نظيره في العجول، ففي حين أن للطفل معدة واحدة دقيقة التركيب اذ للعجل أربع، فضلا عن أن الإفرازات الهضمية في كلتا الحالتين مختلفة، ولذلك يشاهد إذا تعاطى الطفل لبن البقر أو الجلاموس خاما تجمد في معدته بحالة كآلة غليظة صلبة صعبة الهضم، وكثيرا ما ينشأ عن هذه التغذية آلام وأرياح وقىء، في حين أن العجول تستطيع هضم هذا اللبن بسهولة، إما إذا تعاطى الطفل لبن أمه انعقد في معدته بشكل حبيبات دقيقة لينة سهلة الهضم والتمثيل، وقد وجد أن تجفيف هذا اللبن بطريقة الاسطوانات عند صنع الأغذية اللبنية يحدث فيه تغيرات طبيعية تجعل انعقاد في معدة الطفل مشابها لبني الأم وسهل الهضم، ولذلك يعتبر مسحوق اللبن أكثر صلاحية لتغذية الأطفال في دور الرضاعة من لبن البقر أو لبن الجلاموس الطازج، وسنعود إلى الكلام من هذا الموضوع في بعض المناسبات الأخرى.

أما فيما يتعلق بالبان كاواند جيت المجففة من الوجهة البكتريولوجية فقد دلت أبحاث الأخصائيين على خلوها تماما من الميكروبات المرضية، فضلا عن أن محتوياتها من أنواع البكتريا الأخرى يقل عن ١٥٠ في السنتيمتر المكعب الواحد، في حين أن اللبن الخام مهما بولغ في العناية يحتاجه لا يقل ما يحويه في الغالب عن بضع آلاف من البكتريا في السنتيمتر المكعب، وربما كان بينها بعض ميكروبات مرضية، ولنا عودة إلى الكلام عن هذا الموضوع أيضا فيما بعد.

انتهى بنا الحديث هنا عن تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات المكشوفة وعن وصف نظام العمل في بضعة معامل تستخدم هذه الطريقة، وسنشرح فيما يلي بإيجاز كيفية تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات مع التفريغ.



شكل ١٣ — رسم تخفيل لجهاز التجفيف بطريقة الاسطوانة مع التفريغ وهو يبين سير العملية :

- (١) ماسورة يمر فيها اللبن المركز الى جهاز التجفيف (٢) صهرج اللبن المركز (٣ يسار) الفطاء المنفرد (٤) قناة التغذية (٥) اسطوانة التجفيف (٦) سكين لكشط اللبن المجفف (٧) ناقل للبن المجفف (٨) وعاء استلام اللبن المجفف (٩) رافع (١٠) جامع اللبن المجفف (١١) آلة سحق (١٢) برميل يعا فيه المسحوق (١٣) توصيلة البخار الناتج من عملية التجفيف الى مكثف .

ثانياً - طريقة الأسطوانات والتفريغ

تختلف هذه الطريقة عن سابقتها باحتواء الجهاز في الغالب على أسطوانة مجففة واحدة بدلاً من اثنتين تدور داخل غطاء محكم مفرغ من الهواء ، ولذلك لا يسخن فيها غشاء اللبن إلى درجة ٢١٢ فهرنهايت كما هو الحال في طريقة الأسطوانات المكشوفة بل يتبخر ماؤه على حرارة أقل من ذلك بما لدرجة التفريغ في داخل الغطاء .

وتوجد جملة أنواع من هذه الآلات تقوم بصنعها عدة شركات أمريكية وألمانية وإنجليزية ، وسنشرح فيما يلي تركيب إحداها وطريقة تشغيلها ، وهي آلة بافلوفاك^(١) الأمريكية الشائعة الاستعمال في تحضير كثير من الأغذية اللبنية المشهورة .

يركز اللبن قبل تجفيفه بهذه الطريقة في جزء خاص بالجهاز ، ويمر من جهاز التركيز إلى صهرنج (راجع شكل ١٣ الذي يبين أجزاء الجهاز وسير العملية) ، ثم يرفع من هذا الصهرنج بتأثير التفريغ إلى قاع الغطاء المفرغ^(٢) ويمر من أنبوبة في أسفله يرفع من نهايتها السفلى بواسطة مضخة إلى قناة تغذية موضوعة تحت الاسطوانة المجففة بملاصقتها وبدورات الاسطوانة الساخنة تتغطى بطبقة منتظمة سميكة من اللبن الموجود بالقناة المذكورة ويبقائه عليها أقل من دورة كاملة (أو حوالى ست إلى سبع ثوان) يتبخر ماؤه ، ثم يكتمت بواسطة سكين يمكن للعامل المكلف بإدارة الجهاز ضبطها من الخارج . ويسقط اللبن المجفف على بريمة ناقلة^(٣) موضوعة بمحاذاة الاسطوانة تنقل بواسطتها إلى أوعية استلام ، ويرفع من هذه إلى آلة جمع^(٤) وفي نهايتها السفلية آلة سحق^(٥) يعبأ منها المسحوق مباشرة في أوعية مناسبة كالبراميل والصناديق .

ولكى يسهل على العامل مباشرة العملية دون الالتجاء إلى فتح الجهاز توجد عدة نوافذ زجاجية في الغطاء يمكن بواسطتها مراقبة سير العملية بسهولة من الخارج .

ويمر تركيز اللبن كما ذكرنا في جزء خاص بالجهاز الى أن تبلغ نسبة المواد الصلبة فيه حوالى ٤٠ ٪ قبل أن يمر إلى الجزء الخاص بالتجفيف ، وذلك لأن تبخير الماء في جهاز التركيز أكثر اقتصاداً من تجفيفه بواسطة المجفف .

(١) Buflovak. (٢) Vacuum Chamber. (٣) Spiral Conveyor. (٤) Collector. (٥) Pulverizer.

والاسطوانة المجففة مصنوعة من حديد جيد وتدور على حوامل برزية في كلا الجانبين ، والغطاء المحيط بالجهاز مصنوع من الزهر ، أما نظام دخول البخار في الاسطوانة المجففة وخروج الماء المتكثف منها فهو مشابه للنظام المتبع في طريقة الأسطوانات تحت ضغط الجو العادى .

وتصنع آلات بافلوفاك بأربعة أحجام أصغرها يستعمل للأبحاث ، وثانيها وهو أصغر الأحجام التجارية يشغل حيزاً طوله ١٧ قدماً وعرضه مثل طوله وارتفاعه ١٥ قدماً ، وتلزم لإدارتها قوة ٧,٥ حصان وتجفف ١١٠ جالونات من اللبن الفرز في الساعة الواحدة وتنتج من هذه الكمية ١٠٠ رطل من المسحوق .

وتصنع أنواع أخرى من أجهزة الأسطوانات والتفريغ يعتبر أقدمها النوع الألماني المعروف باسم باسبرج^(١) ، وهو مشابه في تركيبه لجهاز بافلوفاك ، ويركز اللبن قبل تجفيفه بهذا الجهاز الى ٢ : ١ ، والجهاز الذى يجفف ٢٠٠ جالون من اللبن الكامل في الساعة يحتاج الى قوة ٨ - ٩ حصنة لإدارته ، وهو يشتغل على تفريغ ٢٧ - ٢٨ بوصة ، ولذا يسخن اللبن فيه الى حرارة ١١٤ - ١٠٤ فهرنهايت ، وتدور الاسطوانات بسرعة خمس دورات في الدقيقة وضغط البخار من ١٤ - ١٥ رطلاً للبوصة المربعة ، واستهلاك البخار ١,١ الى ١,٢ رطل بخار لكل رطل من الماء يخرج .

أما من حيث ثمن الجهاز فقد يقال إن هذه الأجهزة تتكلف على وجه التقريب أكثر من ثلاثة أمثال ثمن أجهزة الأسطوانات المكشوفة وأن نفقات إدارتها أعلى نوعاً بالنسبة الى الأجزاء الاضافية الخاصة بالتركيز المبدى .

وتستخدم هذه الآلات بنجاح في صنع مسحوق اللبن الفرز الذى يدخل في عمل الخبز وصنع الحلوى والدندمة ، كما يصنع بواسطتها الشرش المجفف ، وأنواع كثيرة من أفضية الأطفال .

وقد ظهر أن المسحوق الذى يصنع بهذه الطريقة أكثر قابلية للذابة في الماء البارد بالنسبة الى الحرارة المحفضة نسبياً التى تستعمل في تجفيفه ، كما أن اجراء عملية التجفيف بعيداً عن الهواء والأكسجين يحول دون تلوثه بالبكتريا وغيرها أو تأثر الفيتامينات ، وأنه معتبر على العموم من نوع جيد جداً وصالح للتغذية .

وأما ما يؤخذ على هذه الطريقة اذا قورنت بطريقة الاسطوانات المكشوفة ، فهو صعوبة تفقد المسحوق واختباره في أثناء اجراء العملية وأنه بالنسبة لتعقيد تركيب الجهاز فانه يصعب الوصول الى جميع أجزائه بسهولة لتنظيفها ، على أنه لو كثرت به الفتحات لغرض سهولة التنظيف فان ذلك قد ينشأ عنه زيادة نفوذ الهواء بالجهاز مما يؤثر في سير العملية .

وطريقة الاسطوانات مع التفريغ لا تكون اقتصادية الا اذا توافرت كميات كبيرة من اللبن المراد تجفيفه .

(١) Paesburgh.

٢ - التجفيف بطريقة السيور

استعملت هذه الطريقة في تجفيف كثير من المواد منذ بضع سنين ، ولكنها لم تستعمل في تجفيف اللبن إلا منذ أمد قريب ، وبعد أن أدخلت عليها عدة تعديلات تلائم هذا الغرض ، وهي أحدث نسبيًا من طريقتي الاسطوانتين اللتين سبق وصفهما .

ويتركب الجهاز الخاص بهذه الطريقة رئيسيا من غطاء اسطوانى مفرغ من الهواء يتحرك بداخله عدة سيور حركة أفقية مستمرة فوق ألواح تسخن من الداخل ، إما بالبخار أو بالماء الساخن ، وتقوم هذه السيور مقام الاسطوانات في الطريقتين السالفتين الذكر ، وتصنع السيور إما من النيكل أو من بعض المعادن الأخرى .

يركز اللبن أولا قبل تجفيفه في جهاز خاص حتى تبلغ نسبة المواد الصلبة فيه ٩٥ ٪ ، ثم يمر الى جهاز التجفيف من فتحات مرنة ، وينشر على السيور بواسطة جملة أنابيب صغيرة موزعة في إحدى نهايتى الجهاز ، ويبقى على هذه السيور حتى يصل بمحركتها الى نهاية الجهاز الأخرى حيث يكشط اللبن وهو بحالة رغوة متجمدة بواسطة مكاشط خاصة ، فيسقط في آلة تكسير مبدئى ، ومن ثم يسقط في وعاء استلام مركب به آلة طحن تحول اللبن المجفف الى مسحوق ناعم ، وهذا يتجمع في وعاء آخر بأسفله والوعاء الأخير منعزل بواسطة صمام إقفال ، وبذا يمكن تفريغه مستقلا عن الجهاز الرئيسى المفرغ من الهواء ، على أنه يمكن إجراء عملية التعبئة حسب الإرادة في جو مفرغ كذلك . ويوجد بالجهاز جملة منافذ زجاجية في عدة مواضع لمراقبة سير العملية دون اللجوء الى فتحه .

أما البخار المتصاعد في أثناء عملية التجفيف فيخرج من الجهاز من أنبوبة خاصة ، ويمر الى مكثفات مركب عليها طارد للبخار ، ثم يسحب الهواء نهائيا بواسطة مضخة (راجع الشكلين ١٥ و ١٤) .

وتصنع هذه الأجهزة بثلاثة أحجام أصغرها يحتوى على أربعة سيور ، وثانيها على ستة وأكبرها على ثمانية ، وتنتج كل منها الكميات الآتية من المسحوق بالرطل في الساعة الواحدة :

لبن غير محلى	لبن محلى	
٦٣	١٠٥	جهاز ذو أربعة سيور
١٨٠	٣٠٠	» ستة »
٢٤٠	٤٠٠	» ثمانية »

أما أثمان هذه الأجهزة فهي كما يأتي بالجنيه :

جهاز التركيز	جهاز التجفيف	آلة الطحن	الجهاز كاملا
جهاز ذو أربعة سيور ...	٣٠٠	٢٤٠٠	٢٠٠
» » ستة » ...	٤٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠
» » ثمانية » ...	٤٥٠	٤٥٠٠	٣٠٠

وهذه الأثمان تشمل غير ما ذكر على أوعية الاستلام وجميع الأنايبب الموصلة بين أجزاء الجهاز ، وعلى أجرة الحزم ، ولكنها لا تشمل مصاريف الشحن .

وهذه الأجهزة على درجة كبيرة من المتانة ومصنوعة بحيث يمكن تشغيلها حسب الارادة مدة ٢٢ ساعة يوميا دون توقف .

ويمكن تقدير نفقات تشغيل جهاز ذى ثمانية سيور يشتغل مثلا لمدة ١٨ ساعة يوميا كما يأتى :

طيم جنيه

أولا — استهلاك البخار : يلزم ٢١٠٠ رطل من البخار فى الساعة أى
٣٧٨٠٠ رطل فى ١٨ ساعة وهذه توازى ٢,٤ طن من الفحم بحسب
١٨٠ قرشا للطن = ٣٢٠ = ٤

حصان

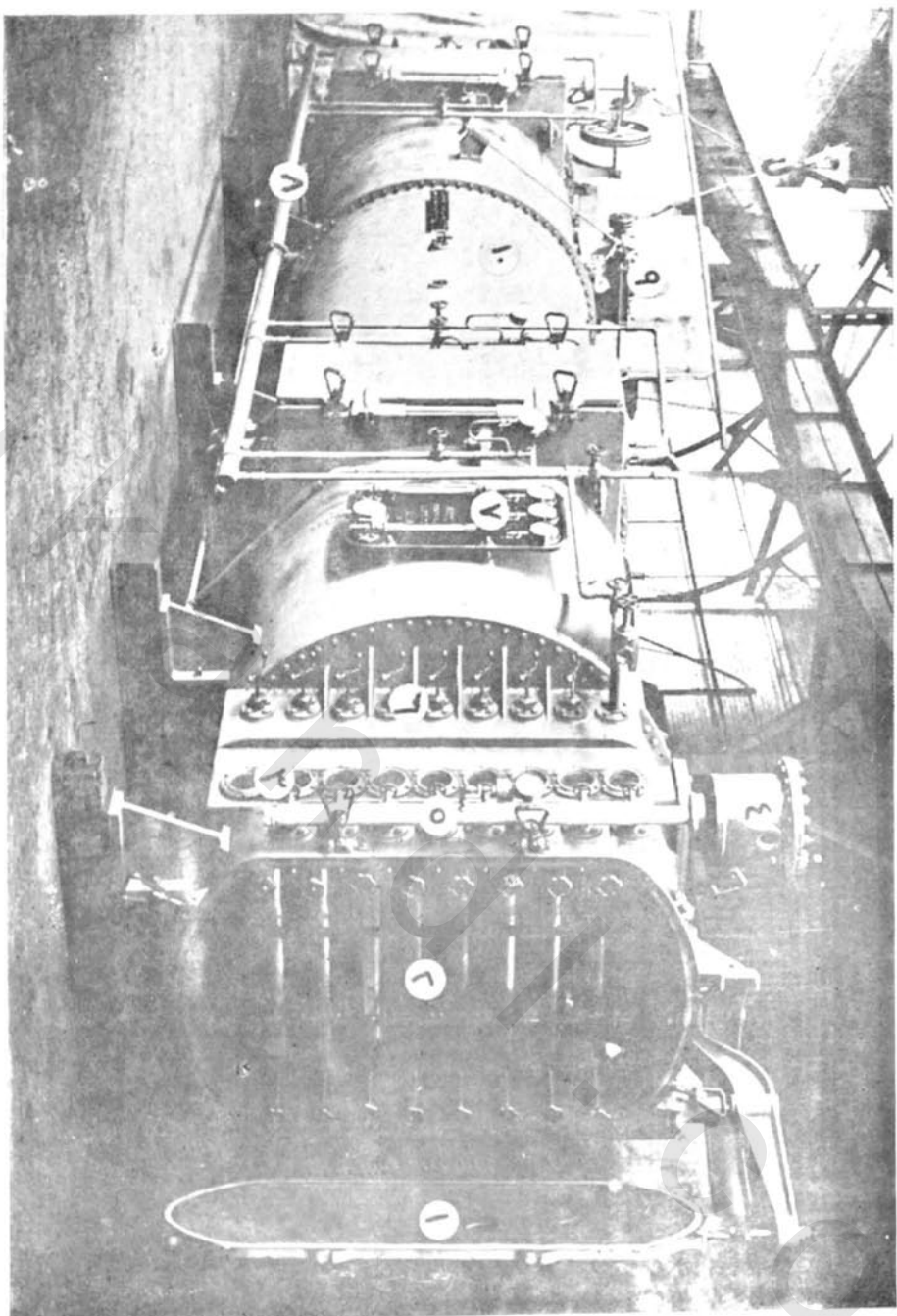
ثانيا — القوة الكهربائية : جهاز التركيز ٥

جهاز التجفيف ٣

آلة الطحن ١٢

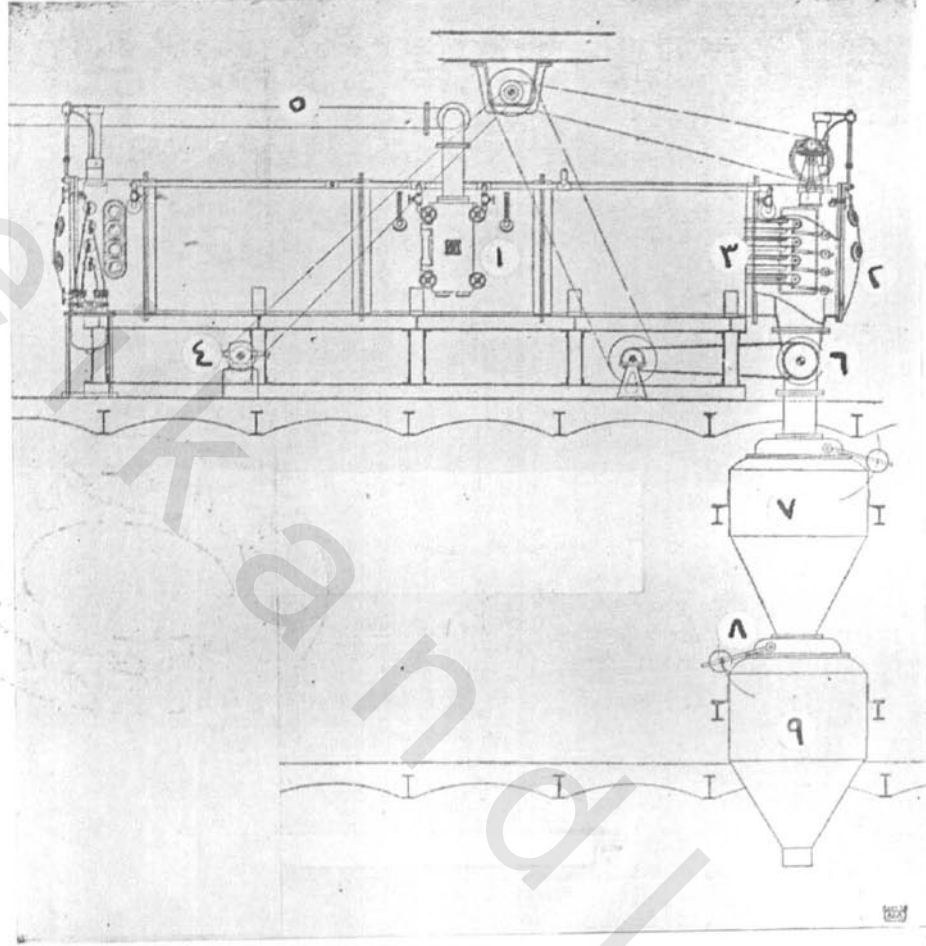
مضخة التفريغ ٨

الجملة ٢٨



شكل ١٤ — جهاز اختبار ذو آلية سير ويز على ظهره :

- (١) باب الجهاز الرئيسي
- (٢) السير
- (٣) عجلات زبانية كل آلية سير
- (٤) دواء التغذية
- (٥) سخانات التغذية
- (٦) منظم السرعة السيور
- (٧) لوحة القياس
- (٨) ماسورة البخار الرئيسية
- (٩) تروس تغيير السرعة
- (١٠) القطع المفرخ •



شكل ١٥ — مسقط رأس بلهاز تجفيف ذى أربعة سيور ويرى عليه :

- (١) المحفف (٢) أحد أبواب الجهاز وترى به طاقات المراقبة (٣) سيور التجفيف الأربعة
 (٤) مضخة التغذية (٥) ماسورة خروج البخار الناتج عن عملية التجفيف تنتهى بمكثف (٦) مكسر مبدئى
 (٧) وعاء استلام اللبن المحفف يحتوى على آلة طحن (٨) صمام قفل (٩) وعاء استلام ثان يعبأ منه المسحوق .

طيم جنبه

$$\begin{aligned} \text{أى ما يوازى } 28 \times 18 \times 0.75 &= 378 \text{ كيلوات ساعة بحسب} \\ \text{تسعة مليات للكيلوات (على اعتبار أن الجهاز يدار فى المدة التى يحتسب فيها} \\ \text{التيار الكهربائى بقيمة مخفضة)} &= 402 \dots \dots \dots 3 \\ \text{ثالثا - فوائد رأس المال واستهلاك} & \text{. الخ : (١٥ ٪) على مبلغ} \\ 6000 \text{ جنيه باعتبار ٣٠٠ يوم فى السنة} &= 3000 \dots \dots \dots 3 \\ \text{رابعا - عمال : ستة عمال ٣ مناوبات كل مناوبة عاملان فيكون} & \\ \text{ما يصيب اليوم من أجرة العمال نحو} &= 2000 \dots \dots \dots 2 \\ \text{خامسا - مصروفات ثرية} &= 500 \dots \dots \dots 0. \\ \hline \text{الجملة} &= 222 \dots \dots \dots 13 \end{aligned}$$

وهذا الجهاز ينتج كما قلنا ٢٤٠ رطلا من المسحوق فى الساعة الواحدة وبذلك يكون انتاجه اليومى $240 \times 18 = 4320$ رطلا .

وإذا اعتبرنا أن ما يلزم من اللبن السائل الكامل الدهن يوميا هو حوالى ٣٤٥٦ جالونا لى تنتج الكمية المذكورة من المسحوق على اعتبار أن كل ٨٠ جالونا من اللبن السائل تنتج ١٠٠ رطل من المسحوق وبذا يكون ثمن اللبن السائل باعتبار الرطل أربعة مليات .

$$3456 \times 4 = 13824 \text{ جنيهها و } 240 \text{ مليا .}$$

تضاف اليها جملة النفقات السابقة وهى ١٣ جنيه و ٢٢٢ مليا فتكون الجملة ١٥١ جنيه و ٤٦٢ مليا وهذه لو وزعت على الناتج اليومى نجد أن نفقات إنتاج الرطل الواحد من المسحوق هى :

$$\frac{151462}{4320} = \text{نحو } 35 \text{ مليا}$$

ويلاحظ أنه لا يدخل فى هذا التقدير نفقات تعبئة المسحوق ولا ثمن الأوعية التى يعبأ فيها . ويمكن تقدير النفقات النسبية لتشغيل الأجهزة الأصغر نوحا بنفس الطريقة السابق ذكرها ، على أنه ينبغى أن يلاحظ أن نفقات إدارة الأجهزة الصغيرة هى أكبر نوحا من الكبيرة ، أى أن نفقات إنتاج الرطل الواحد من المسحوق تكون أعلى نسبيا فى الأجهزة الصغيرة لأن أجور العمال متساوية فى كلتا الحالتين .

ومما يمتاز به هذه الطريقة على طريقة الاسطوانات أن اللبن فيها لا يلامس السطوح الساخنة مباشرة بل يبقى على الجزء العلوى من سيور التجفيف ، كما أن اللبن المركز تركيزا عاليا يحفف بسهولة أكبر بهذه الطريقة عن أى طريقة أخرى ، وأنه بالنسبة لحرارة المنخفضة التى تستعمل فى هذه الطريقة ولأنها تجرى بعيدا عن الهواء والأكسجين فإن المسحوق الناتج بها يكون من نوع جيد ونظيف وسهل الإذابة فى الماء ، ومما تجدر الإشارة اليه أنه يمكن بهذه الطريقة تركيز اللبن وتجفيفه وتعبئته بعيدا عن الهواء ، وهذه ميزة قلما تتوافر فى جهاز آخر ، وهذه الأجهزة لا يتأتى استخدامها اقتصاديا إلا إذا توافرت كميات كبيرة من اللبن المراد تجفيفه كذلك .

٣ - التجفيف بطريقة الرشاش

طريقة الرشاش هي إحدى طرق التجفيف الرئيسية الناجمة ، وهي تلى طريقة الاسطوانات الساخنة من حيث الانتشار ، ويمكن بواسطتها انتاج أنواع جيدة من اللبن المجفف إذ أن تبخر الماء فيها يحدث بسرعة كما أن العملية تجري على درجة حرارة منخفضة وهاتان ميزتان يجب توافرها إذا أريد الحصول على مسحوق من نوع جيد جدا .

وهذه الطريقة عبارة عن تجفيف اللبن وهو بحالة رذاذ دقيق جدا وهو يقابل تيارا من الهواء الساخن . وهي ولو أن نظريتها بسيطة غير أنها تشتمل في مجموعها على جملة عمليات تحتاج الى دقة فائقة في أجزائها لكي تأتي بنتائج مرضية .

وتتلخص تفاصيل هذه الطريقة في أن اللبن بعد استلامه واختباره للتحقق من صلاحيته لعملية التجفيف يسخن مبدئيا الى حوالى درجة ١٤٠ فهرنهايت أو في أحوال أخرى يستتر الى درجة ١٤٥ فهرنهايت لمدة نصف ساعة ؛ بعد ذلك إما أن يمر الى الرشاش^(١) مباشرة أو الى مكثف ، وبعد تركيزه مبدئيا الى نسبة ٣ ٪ - ١ في حالة اللبن الكامل الدهن أو الى ١ ٪ - ٤ في حالة اللبن الفرز يرش على هيئة رذاذ في المجفف^(٢) .

والهواء الذى يستخدم في التجفيف يسحب من الجو ، ثم يمر فى مرشح ، ثم فى مسخن ؛ فترفع حرارته الى درجة تتراوح بين ٢٠٠ و ٣٠٠ فهرنهايت ، ومن ثم يدفع بواسطة مروحة الى المجفف فيختلط برذاذ اللبن ويتبخر الماء سرعيا ويسقط الرذاذ على هيئة ذرات جافة الى قاع المجفف وتمر بعض هذه الذرات مع تيار الهواء عند تروجه فتجذب فى جامع^(٣) أو فى أكياس مرشحة^(٤) ويتسبب عن اختلاط الهواء الساخن برذاذ اللبن انخفاض درجة حرارة الهواء الى حوالى ١٧٠ - ١٨٠ فهرنهايت وينظم دخول الهواء فى المجفف بحيث تكون حرارته عند خروجه ثابتة ومرتفعة بدرجة تضمن احتواء المسحوق على نسبة منخفضة من الرطوبة ، ويلاحظ أن تيار الهواء المسخن يأتى بغرضين : أولها تبريد الماء ، والثانى قتل البخار الناتج فى أثناء العملية .

وينفع فى بعض الأحوال بالهواء الخارج من المجفف فى تسخين اللبن تسخيناً مبدئياً قبل تركيزه كما تنظم العملية بحيث يعود الماء المتكثف من البخار الذى أستعمل فى تسخين الهواء وتسخين اللبن وتركيزه الى قزان البخار مرة أخرى .

تصنع جملة أنواع من أجهزة التجفيف التى تستغل بطريقة الرشاش على أن هذه الأنواع يختلف بعضها عن بعض من عدة وجوه أهمها طريقة تكوين الرذاذ وكيفية خلط ذرات اللبن بالهواء الساخن ثم طريقة فصل المسحوق من الهواء المحتوى على البخار وطريقة جمع المسحوق الناتج ، وستشرح هذه الاختلافات فى سياق الكلام على بعض أنواع هذه الأجهزة .

(١) Atomizer.

(٢) Drying Chamber.

(٣) Collector.

(٤) Filter Bags.

تعتبر الطريقة المعروفة باسم "مريل سول" ^(١) أكثر الطرق انتشارا إلى وقتنا هذا وقد كانت هي الوحيدة المستعملة إلى سنة ١٩١٨ ، ومنذ ذلك الوقت ظهرت عدة طرق أخرى صادفت نصيبا وافرا من النجاح ، غير أنه في إنجلترا لم تنتشر غير الطريقة المذكورة آنفا وطريقة أخرى معروفة باسم ملكول ^(٢) وقد عولت لذلك على دراسة هاتين الطريقتين دراسة وافية في أثناء وجودى بإنجلترا فزرت لهذا الغرض المصنعين الرئيسيين المستخدمين فيهما ، وسأورد هنا وصفا مختصرا لنظام العمل في كل منهما كما سأصف إحدى الطرق الألمانية المهمة الكبيرة الانتشار وهي التي يطلق عليها اسم طريقة كراوز ^(٣) .

طريقة مريل سول (مصانع تروفود)

تقوم مصانع تروفود ^(٤) في رنبرى ^(٥) وهي قرية صغيرة بمقاطعة تشيشير ^(٦) في منطقة مشهورة بجودة مراعيها ، ولذا يمكن الحصول فيها على لبن جيد بسعر مناسب .

ويرد إلى هذه المصانع يوميا نحو ٤٨٠٠ جالون من اللبن ، وتجرى عليها كل الاختبارات البكتريولوجية والكبائية اللازمة للتحقق من جودتها ، وتستخدم منها الفان في صنع اللبن ويستعمل البشرش الناتج في صنع مسحوق الشرش كما يدخل جزء منه في إعداد غذاء للأطفال ، أما بقية اللبن فيصنع منه مسحوق كامل الدهن ومسحوق اللبن الفرز كما يدخل أيضا في إعداد غذاء الأطفال آنف الذكر .

ويتألف المصنع من جناحين أحدهما مخصص لعمل اللبن ، وله إفريز خاص ويحتوى على ثلاثة أحواض كبيرة سعة كل منها ٥٠٠ جالون ، وعلى المكابس ، ويمر منه الشرش بواسطة مضخة إلى الجناح الرئيسى حيث توجد جميع الأجهزة الخاصة بعملية التجفيف فيصب أولا في صهرىح وزن ، ومنه يمر إلى مسخن مبدئى حيث ترفع حرارته إلى درجة ٩٥ فهرنهايت ، وبعدئذ يمر إلى آلة رجوية لتنقيته من قطع الخثرة المعلقة به قبل مروره إلى المسخن حيث ترفع حرارته إلى ١٤٥ فهرنهايت ثم إلى صهرىح للحفاظ ببقى به على هذه الدرجة لمدة نصف ساعة .

أما اللبن المخصص لعملية التجفيف فإنه يستلم مباشرة على إفريز الجناح الرئيسى ، وبعد وزنه على حدة يسخن مبدئيا ثم ينقى من المواد الغريبة بواسطة الآلة الرجوية ، ثم يعقم بالطريقة السابقة أو يفرز منه الدهن أولا ، ثم تعقم القشدة واللبن الفرز كل على حدة .

(١) Marrell-Soule System.

(٢) Milkol System.

(٣) Krause System.

(٤) Trufood.

(٥) Wrenbury.

(٦) Cheshire.

ولما كانت مصانع تروفود تعنى رئيسيا بتحضير اربعة أنواع من المسحوق ، وهى مسحوق اللبن الكامل الدهن ، ومسحوق اللبن الفرز ، والشرش المجفف ، وغذاء للأطفال ، فإنه فى الأنواع الثلاثة الأولى يمر السائل إلى جهاز التركيز عقب تعقيمه ، أما النوع الرابع فتخلط العناصر التى يتألف منها هذا الغذاء وهى القشدة والشرش واللبن الفرز وسكر اللاكتوز بنسب معينة فى صهرىج كبير وتمزج جيدا قبل مرورها إلى المكثف .

تجرى عملية التركيز (إلى أن يحتوى اللبن على ٣٨٪ مواد صلبة) إما فى جهاز يشتغل بطريقة مستمرة يركز ٥٠٠ جالون فى الساعة وهو المستعمل فى أغلب الأحوال ، أو فى جهاز آخر يشتغل بطريقة متقطعة ، وهو احتياطى ويمر السائل من جهاز التركيز إلى المجففات وعددها خمسة ، وهى عبارة عن حجر متلاصقة وكلها بحجم واحد يبلغ تقريبا $10 \times 8 \times 8$ أقدام ، ومرتفعة عن أرضية المعمل بنحو أربعة أقدام ، ومبطنة بالقصدير ، ولكل منها رشاش (١) مركب فى أحد جوانبها يدفع منها السائل المركز فى الحجر بواسطة مضخة تدفعه بضغط يبلغ ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة ، وفى الوقت ذاته يسخن هواء مرشح فى مسخنات خاصة إلى حوالى درجة ١٣٠ سنتجrad ، ويدفع أيضا بواسطة مضخة من عدة فتحات دقيقة تحيط بفتحة الرشاش (٢) فى المجفف ، وبذلك يحف رذاذ اللبن سريعا ويسقط المسحوق على أرضية المجفف ، ويمر الهواء ومعه الذرات الدقيقة من المسحوق فى جامع (٣) ، ثم فى عدة أكياس من الفاش حيث تحجز بقايا المسحوق ، وأخيرا يمر إلى الجلو ، والشكل رقم ١٦ يبين الدرجات التى يمر بها اللبن والهواء والكيفية التى يخلطان بها معا فى طريقة مريل سول .

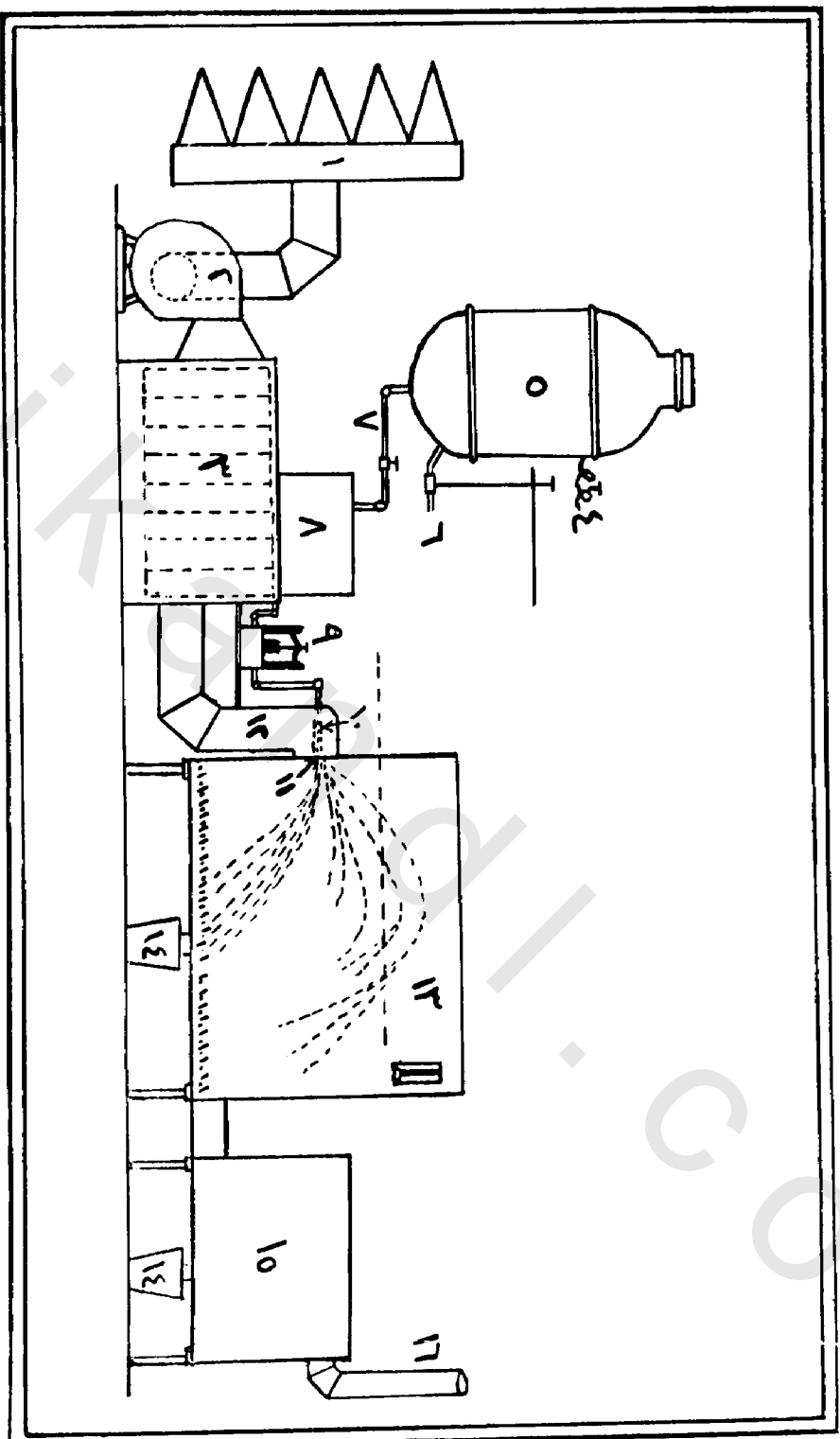
وينتج كل من هذه المجففات الخمسة نحو ١٥٠ رطلا من المسحوق فى الساعة وبعد جمع المسحوق بواسطة فتحات فى أرضية المجففات يوزن فى أكياس من الورق المشمع (٤) ، وهذه توضع فى علب من الصفيح مختلفة الأحجام وبالمصانع آلة خاصة لصنع العلب المذكورة .

وببخار اللازم لعمليات تسخين اللبن وتعقيمه وتركيزه وتجفيفه وتسخين الهواء يستمد من قزائين كبيرين موضوعين فى حجرة خاصة ملحقة بالجناح الكبير .

ويسير العمل فى هذه المصانع بنظام دقيق فيخصص النصف الأول من النهار لعمل اللبن ولعمليات تجفيف اللبن الكامل الدهن واللبن الفرز والشرش ، ويخصص النصف الثانى لصنع غذاء الأطفال .

وللتحقق من جودة المسحوق الناتج يفحص عقب صنعه مباشرة وعلى فترات فى معمل بكتريولوجى كامل العدة . لمحق بالمصانع فيقدر عدد البكتريا الكلى فى الجرام الواحد منه وتختبر نسبة الميكروبات المعوية (٥) ، وتجرى اختبارات الاختمار واحتزال المشيلين الأزرق .

(١) Atomiser. (٢) Spray nozzle. (٣) Dust Collector. (٤) Grease-proof. (٥) Coliform type



شكل ١٦ - رسم تقني لجهاز مريل سول ويرى به :

- (١) مرشح الهواء (٢) مرصه (٣) مسخن الهواء (٤) مدخل البين (٥) جهاز وفرغ للكرير البين (٦) مدخل البخار (٧) ماسورة البين المركز
- (٨) صرير البين المركز (٩) مضخة ضاغطه البين (١٠) مدخل البين في الجفيف (١١) ابرشاش (١٢) مدخل الهواء في الجفيف (١٣) الجفيف (١٤) وعاء
- جمع البين الجفيف (١٥) جامع لدرات المسحوق الدقيقة (١٦) مخرج ادواء .

أما من حيث العمال الذين تستخدمهم هذه المصانع فعدددهم على وجه التقريب كالآتي :

عدد

٤ مباشرة عمليات الوزن والفرز والتعقيم .

١ لعملية التركيز .

٢ » التجفيف .

٢ لصنع اللبن .

٤ بنات للتعبئة .

هذا عدا موظفي معمل الفحص والكتابة والمشرفين وعمال سيارات النقل .

وتجفيف اللبن بهذه الطريقة له جملة ميزات ، فبالنسبة لحرارة المنخفضة التي يعرض لها وسرعة العملية يكون المسحوق الناتج سهل الإذابة في الماء ، ولا يتبقى بعد إذابته رواسب فضلا عن أن هذا المسحوق بعد مزجه بالقدر المناسب من الماء يعطى لبنا يشبه اللبن الطازج تماما في مظهره وصفاته ، فطبقة القشدة تتكون على سطحه تدريجيا ، كما هو الحال في اللبن الحام إذ أن هذه الطريقة تحفظ الدهن بحالته الطبيعية كما أن التجارب قد أثبتت أنها لا تسبب تجمد اللاكتا ليومين بخلاف الحال في الطرق الأخرى التي تستخدم فيها حرارة عالية ، فضلا عن أنها تبيد الميكروبات المرضية ، لا سيما وأن اللبن يعقم تعقيا جزئيا بالطريقة البطيئة قبل تجفيفه .

وقد أجرت هذه المصانع ولا تزال تجرى الأبحاث الكثيرة بواسطة موظفيها الفنيين مستعينة بخبرة نخبة من مشاهير الأطباء والكماويين على مقدار صلاحية الألبان المجففة والأغذية اللبنية للتغذية عموما ومدى تأثيرها في الجهاز الهضمي للطفل وفي نموه وتكوينه ومقارنتها باللبن الطبيعي وبالأصناف الأخرى من الألبان المجففة . وقد دلت الأبحاث على أن لبن الأبقار لا يصلح تماما لتغذية صغار الأطفال ، ولا يقوم مقام لبن الأم في هذا الغرض ، فعند دخوله المعدة يتجبن بتأثير أحماضها تجبنا صلبا يصعب جدا على معدة الطفل هضمه ، وقد ينشأ عن ذلك تكون غازات وآلام ، ويرجع السبب في ذلك الى وجود نسبة كبيرة من الكازين في لبن الأبقار ، وقد وجد أن لكثير من أغذية الأطفال الأخرى نفس التأثير الذي للبن الأبقار ، على حين أن لبن الأم الطبيعي عند تجبنه في معدة الطفل يكون تجبنه خفيفا ، ولذا يسهل هضمه ، وهو لذلك أصلح ما يكون لتغذية الطفل ونموه . وقد روعي في تركيب غذاء الأطفال الذي تنتجه مصانع تروفود أن يعتوى على العناصر التي يتركب منها لبن الأم الطبيعي بنفس النسب ولذلك يلاحظ أنه في تجبنه يشبه تماما ، وأنه أقرب ما يكون إليه في سهولة الهضم وفي القيمة الغذائية .

وقد أمكن مقارنة هذه الأنواع المختلفة من الألبان بوضع جانب من كل منها في مخبار زجاجي وإضافة حامض مخفف له نفس التأثير الذي لمصارة المعدة على الغذاء بدرجة حرارة الدم ، فوجد أن غذاء تروفود يشبه لبن الأم تماما في تجبنه ، في حين يختلف تجبن لبن الأبقار عنهما اختلافا كبيرا ، وقد أثبتت تجارب التغذية كذلك صحة هذه النظرية .

ومما تجدر الإشارة إليه في هذا الصدد أن هناك اعتقادا شائعا بأن لبن الأبقار لو خفف بالماء يعطى مخلوطا مناسباً يلائم تغذية صغار الأطفال الذين هم دون التسعة الأشهر ، وهذا الزعم فاسد بالطبع لأن إضافة الماء ولو أنها تخفض الكازين بالنسبة التي يوجد بها في لبن الأم ، ولكن في نفس الوقت تخفض نسبة الدهن واللايبومين والسكر كثيرا فلا يكون غذاء الطفل كافيا لنموه نموا صحيا ، ونسب فيما يلي بإيجاز أهم منتجات مصانع تروفود والأغراض التي تستعمل فيها .

(١) غذاء تروفود المائل للبن الأم^(١) :

يتألف هذا الغذاء من العناصر التي يتركب منها لبن الأم وبنسب متشابهة كما يتضح من المقارنة الآتية :

لبن البقر	غذاء تروفود	لبن الأم	
٣,٥٠	٣,٤٥	٣,٣٠	دهن
٤,٧٠	٦,٢٥	٦,٥٠	سكر اللاكتوز
٣,٠٠	٠,٨٠	٠,٩٠	كازين
١,٣٠	٠,٦٠	٠,٤٠	لاكتالبيومين
١,٨٠	٠,٦٥	٠,٢٠	أملاح اللبن
٨٧,٧٠	٨٨,٢٥	٨٨,٧٠	ماء
١٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠	الجملة

وهو يحضر بالطريقة السابق وصفها ، ويؤلف من الشرش واللبن الفرز والقشدة وسكر اللاكتوز بالنسب التي تعطى التركيب السابق المائل لتركيب لبن الأم ، وهذا يستدعى فصل مشتتات اللبن عن بعضها وإعادة جمعها بحيث تخفض نسبة الكازين وترفع نسبة الدهن وسكر اللاكتوز ، إذ المهم في تركيب غذاء الأطفال مقدار ما يحويه من كازين ولاكتالبيومين وسكر وليس مقدار البروتين والكربوهيدرات عموما .

(١) Humanised Trufood.

وتمت ملاحظة جديرة بالاعتبار هي أن لبن البقر ، ولو أنه يحتوى على العناصر التي يتكوّن منها لبن الأم إلا أن نسبتها إلى بعضها مختلفة كما نشاهد من المقارنة السابقة ؛ فمثلا الكازين في لبن البقر ثلاثة أضعاف ما في لبن الأم واللاكاليومين لا يوجد فيه إلا بكمية ضئيلة ؛ ومن ذلك ترى أهمية تعديل نسبة هذه العناصر عند إعداد غذاء يماثل لبن الأم .

ويستعمل غذاء تروفود للأطفال من وقت الولادة إلى سن تسعة أشهر عند ما يتعذر على الأم تغذية طفلها بلبنها ، أو كساعداً للبن الأم إذا كان قليلاً في كميته ، كما أنه صالح لتغذية الحوامل والإمهات المرضعات والناقهين وكل الذين يحتاجون إلى تغذية إضافية ، لأنه أكثر قابلية للامتصاص من لبن الأبقار العادى .

ولا يحتاج هذا الغذاء إلى إضافة دهن أو سكر أو أى مواد أخرى إليه قبل تعاطيه ، إذ أنه غذاء كامل ، ولكن يعطى بكميات مختلفة تتفاوت مع سن الطفل ووزنه ، على أنه ينصح بإعطاء الطفل بعد الشهر الأول ملء ملعقة شاي من عصير الفاكهة يوميا ، وبفضل عصير البرتقال لى يمدّه بكمية إضافية من الفيتامين ج .

ويجهز هذا الغذاء بنسبة $\frac{1}{4}$ أوقية من المسحوق (أى ما يساوى $\frac{1}{4}$ عيار من عيارات تروفود الخماصة التي توزع مع العلبة) إلى أوقيتين من الماء (أى ما يوازي ٤ ملاعق مائدة) فيخلط المسحوق أولاً بقليل من الماء الدافئ حتى يصير بحالة عجينة خفيفة ، ثم يضاف إليه بقية الماء بارداً أو ساخناً (ولكن ليس على درجة الغليان) ، أو يوضع الماء أولاً ويضاف إليه المسحوق ويضرب بشوكة أو ملعقة حتى يمتزج به تماماً ، ويجب أن يلاحظ استعمال الماء بعد غليه وتبريده ، ولا تغير النسب المذكورة طول مدة التسعة أشهر ولكن تزداد فقط كمية الغذاء تبعاً لسن الطفل ووزنه كما ذكرنا سابقاً .

وتنصح المصانع بعدم استعمال الغذاء المذكور بعد انقضاء تسعة أشهر من وقت صنعه إذ ربما يتأثر الغذاء بعد هذا التاريخ .

(٢) مسحوق اللبن الكامل الدهن :

وهو عبارة عن لبن البقر الذى جفف بالطريقة السابقة دون تغيير أو تحوير في تركيبه اللهم إلا تعديل النسبة المثوية للدهن إن وجدت أعلى من ٣,٤٪ بإضافة لبن فرز إليه لتخفيفها الى النسبة المذكورة .

وهو يستعمل لتغذية الأطفال بعد سن تسعة أشهر ، وقد دلت التجارب على أن هذا المسحوق الذى يحتوى على ٢,٦٪ من الدهن مناسب جداً لتغذيتهم في هذه السن بالنسبة لوفرة ما به من المواد المغذية وسهولة هضمه ولكونه يجعل معدة الطفل مستعدة لاغذية الصلبة التي تضاف الى طعامه تدريجاً .

والأفضل ان تحول تغذية الطفل من لبن الثدي أو من غذاء تروفود الى المسحوق الكامل الدهن بالتدريج ، وذلك بخلط جزأين من لبن تروفود الى جزء من المسحوق المذكور لمدة عشرة أيام ثم خلطهما بنسبة متساوية ثم تخفيض نسبة غذاء تروفود ورفع نسبة المسحوق حسبما يتفق مع تقدم حالة الطفل الى أن يستغنى عن الغذاء بالمسحوق كلية وفي نفس الوقت تعطى بالطبع بعض الأغذية الصلبة الأخرى تدريجيا لكي تساعد الطفل على المضغ .

ولتجهيز اللبن من المسحوق الكامل الدهن حسب التركيب المنصوص عنه في اشتراطات وزارة الصحة الانجليزية (التي سيأتى تفصيلها فيما بعد) يؤخذ عيار واحد (من عيارات تروفود الخاصة) من المسحوق ويمزج بملء ملعقتين مائدة من الماء ويجرى مزج المسحوق بالماء بنفس الطريقة التي سبق شرحها في حالة فضاء تروفود .

ملحوظة : كل ست عبارات تساوى أوقية واحدة .

(٣) مسحوق اللبن الفرز (أوتروملك) ^(١) :

وهو غير صالح لـغذاء الأطفال بتاتا بل يستعمل فى صنع الخبز والكهك والدندرمه والبودنج ويضاف الى الشاى والقهوة والكاكاو .

وكل رطل من هذا المسحوق يكفي تجهيز $\frac{3}{8}$ بيئت من اللبن الفرمز ، وعند خلطه جيدا بالماء البارد لا تبق به رواسب .

(٤) مسحوق الشرش (أو سكوای) (٢) :

وہو شرش نقی صابج مجفف وترکیبہ کما یاتی :

بروتين الشرش ١٣٪

سكرالين ٧٦٪

أملح معدنية ٩ ٪

دهن ۱/۲

7. 1 16

و يمتاز هذا المركب باحتوائه على نسبة مئوية من بروتين الشرش أكبر مما يحويه أى مركب آخر ، وهو غنى باللاكاليومين الذائب الذى اليه تنسب أهمية هذا المسحوق الغذائية ، ومما يلاحظ أن طريقة تحضيره لا تؤثر فى هذا العنصر بل يبقى بحالته الطبيعية دون أن يتجمد وهو سهل الهضم وسهل التمثيل .

وهو يستعمل على الأخص فى تغذية الأطفال الضعفاء والمولودين قبل الأوان^(١) وللصابين بالاسهال الصيفى سواء من الأطفال أو الكبار وفى أدوار النقاهة ، ومفيد كذلك فى حالات عسر الهضم المزمن والاضطرابات الهضمية على وجه العموم كما أنه يفيد فى حالات الحموضة الزائدة فى المعدة إذ يتحد اللاكاليومين بالحمض الزائد فيعادل تأثيره .

ولتجهيزه تؤخذ عيارات لكل ¼ بينت من الماء الدافئ وتكلى العملية كما فى حالة غذاء تروفود وتجب ملاحظة عدم استعمال الماء المغلى أو الحار لأنه يجمد اللاكاليومين وبذا يفقد المسحوق أهم مزاياه .

طريقة ملكول^(٢)

درست هذه الطريقة على الجهاز النموذجى فى معامل ليونس بلندن وهو مصغر الجهاز الكبير المقام فى هيمويوك بمقاطعة ديفون^(٣) وهو أول جهاز من نوعه أقيم بالانجلترا . ولما كانت نظرية الجهازين واحدة فأنى أرى اتساما للفائدة أن أشرح نظام العمل فى مصانع هيمويوك ويشمل الوصف جميع العمليات التى تسبق وتعقب عملية التجفيف .

جمع اللبن :

يجمع اللبن بواسطة سيارات خاصة من مزارع الموردين مرتين فى اليوم ، وبعد تفريغ الصفائح تفصل مباشرة بماء الصودا الساخنة ، ثم بالماء النظيف وتعقم بالبخار وتعيد السيارات الصفائح النظيفة الفارغة للموردين وتجمع المملوءة . وتفحص عينات اللبن من كل مورد على فترات وتختبر نسبة الدهن فيها ومدة الحفظ والاختزال ومقدار نظافتها باختبار الراسب .

معاملة اللبن قبل تجفيفه :

يصب اللبن عند وصوله فى صهاريج وتزال منه الشوائب أثناء صبه بواسطة مصفاة ثم يرفع بمضخة الى صهاريج أخرى كبيرة تقع فى الطابق العلوى من البناء يطلق عليها اسم صهاريج الخزن المؤقتة^(٤) وهى مكشوفة وغير عميقة على أنه فى الأوقات التى تكون فيها درجة حرارة الجو مرتفعة يبرد اللبن قبل وصوله الى الصهاريج المذكورة على سطح مبرد أنبوى عمودى الوضع يمر داخله محلول ملح التبريد . ولا تقتصر وظيفة هذه الصهاريج على خزن اللبن بل انه يخلط فيها فيتعاذل بذلك تركيب الألبان الواردة من مصادر مختلفة وينتج بذلك لبن متماثل التركيب فى كل درجات عملية التجفيف .

(١) Premature. (٢) Milkal System. (٣) Hemyook, Devon. (٤) Temporary Storage tanks.

و يمر اللبن من الصهاريج الى المسخن المبدئى وهو مصنوع من النحاس المغطى بطبقة سميكة من القصدير وترفع حرارته فيه الى درجة ٩٠ فهرنهايت لى تسهل عملية التنقية أو عملية الفرز ومن ثم يمر اللبن بتأثير ثقله اما الى آلتين رحويتين يفصلان الأوساخ والشوائب الصلبة منه دون الاضرار بمحتوياته من الدهن اذا كان المراد صنع مسحوق كامل الدهن أو يمر الى إحدى آلات الفرز اذا كان المقصود حمل مسحوق الفرز وآلات الفرز هذه عددها ثلاث وتشغل بـ ٦٠٠ جالون فى الساعة ولضمان ضبط سير العملية تؤخذ منها كل ساعة عينة لاختبار نسبة الدهن فى اللبن المفروز

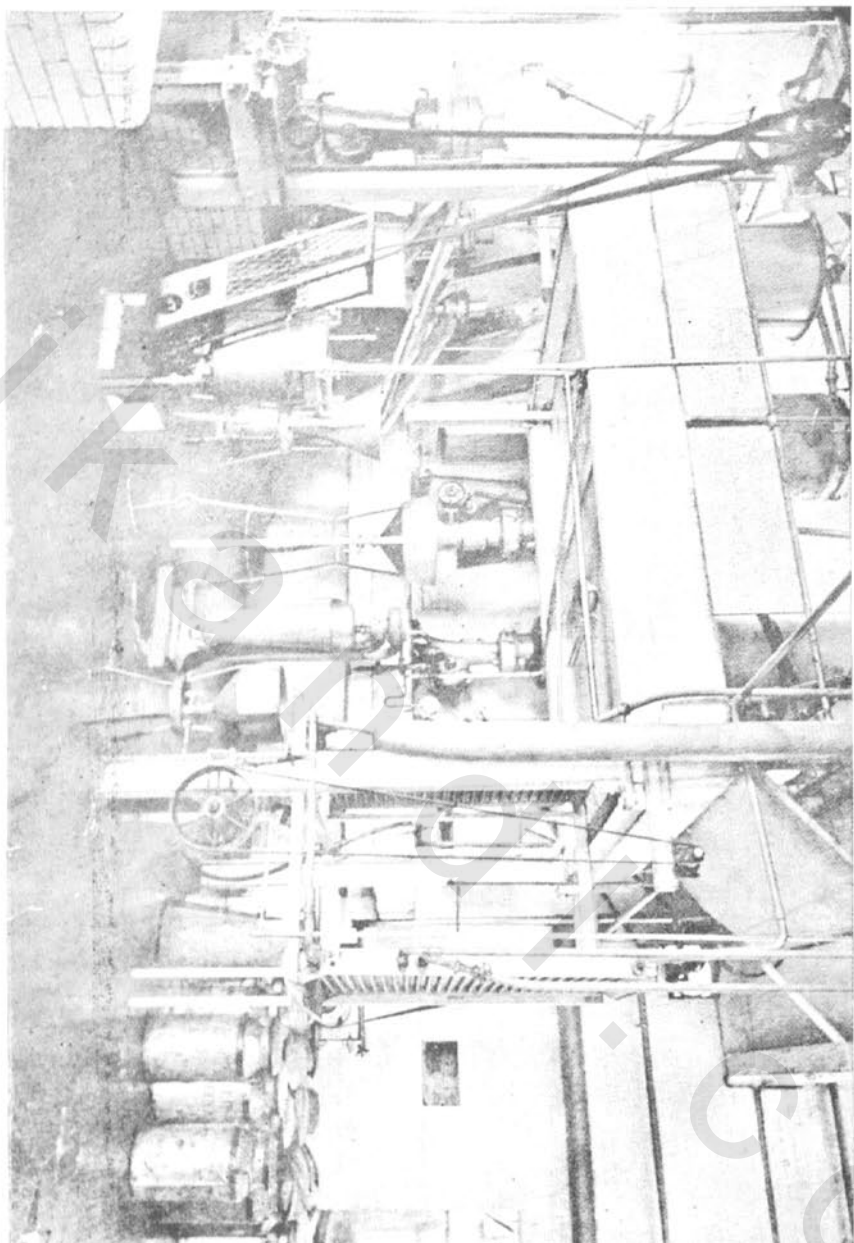
ولما كانت النسبة المثوية للدهن فى اللبن عرضة للتغير لأسباب طبيعية فإنه يراعى تعديلها قبل عملية التجفيف وذلك بفرز أو إضافة قشدة الى اللبن حسب الحاجة وضبط نسبة الدهن الى المواد الصلبة الغير الدهنية وتؤخذ لهذا الغرض عينات من صهاريج الخزن المؤقتة كل ساعة عينة .

وتعقم القشدة الناتجة من آلات الفرز فى معقم خاص وتبرد على سطح مبرد أنبوبى ثم ترفع بواسطة مضخة الى صهاريج مغطاة خاصة بالدور العلوى وهى مصنوعة من الألمنيوم ويسع كل منها ٣٠٠ جالون حيث يخلط الناتج اليومى من القشدة وتم بعدئذ بتأثير ثقلها الى الدور السفلى فتعبأ فى صفائح تحفظ فى المخزن البارد على درجة ٤٠ فهرنهايت لحين توزيعها .

أما اللبن سواء كان فرزا أو كامل الدهن فإنه يعامل معاملة واحدة فى بقية درجات العملية فيمر بعد خروجه من آلات الفرز أو التنقية على سطح مبرد موضوع فى حجرة خاصة مبطنه بالقيشاني تقع بالدور العلوى ومنه يمر الى صهاريج خزن عددها ثلاثة موضوعة أيضا فى حجرة خاصة يسع كل منها ١٠٠٠ جالون من اللبن وم مصنوعة من الألمنيوم ومنها يمر الى مسخن مبدئى ترتفع حرارته فيه الى درجة ١٤٥ فهرنهايت بواسطة أنابيب ملتوية يمر داخلها بخار ويرفع أثناء التسخين بواسطة مقليات تؤدي عمل المضخة فيمر الى صهاريج الحفظ وهى مصنوعة من النحاس ومغطاة من الداخل بطبقة سميكة من القصدير كما أنها محاطة بمادة عازلة ومغطاة بإحكام وفيها يبقى اللبن مدة نصف ساعة وهى كافية لإبادة الميكروبات المرضية وأخيرا يسحب من أنبوبة بأسفل كل هذه الصهاريج و يمر الى جهاز التركيز . ومما يلاحظ أن حرارة البسترة هى أعلى حرارة يعرض لها اللبن أثناء عملية التجفيف . والشكل نمرة ١٧ يبين الأجهزة الخاصة بمعظم العمليات التى تسبق تركيز اللبن .

تركيز اللبن :

يركز اللبن بعد تعقيمه فى أحد جهازى التركيز إلى أن تبلغ نسبة المواد الصلبة فيه ٤٠ ٪ وكلا الجهازين يركز ٣٠٠٠ جالون من اللبن المبستر فى الدفعة الواحدة أى كل ٣ ¼ ساعة وبعد تمام تركيزه يمر بتأثير ثقله الى مبردين يقعان مباشرة تحت جهازى التركيز فى الطابق الأرضى حيث يمرر حسب حرارة الطقس اما بالماء فقط أو بمحلول ملح التبريد الذى يمر فى أنابيب ملتوية دوارة تخلطه جيدا



شكل ١٧ — (جهاز مكمل) منظر عمومي القسم الخاص بمعالجة البين قبل التخليف وترى فيه أجهزة التبخير
المبني والترشيح وفوز القشرة وتجميعها وتريدها

كذلك أثناء عملية التبريد . وهذه الأنايب مصنوعة من النحاس ومغطاة بطبقة سميكة من القصدير وكل من المبردين يبرد ٥٠٠ جالون من اللبن المركز من درجة ١٢٠ الى درجة ٥٠ فهرنهيت كل نصف ساعة ، وبعد تبريد اللبن المركز بدفع بواسطة مضخة إلى المجففات .

تجفيف اللبن :

يتألف القسم الخاص بالتجفيف من عدة مجففات كل منها عبارة عن صندوق كبير مركب من الواح من الزنك ملحوم بعضها ببعض بحيث يبقى سطحها الداخلي أملس حتى لا يعلق به المسحوق . وفي أعلى المجفف جزء إضافي بشكل هرم نافص يحمل رشاش اللبن وبه مدخل الهواء الساخن ويتسع المجفف نحو جزئه السفلى كي يضم قواعد أكياس الترشيح ثم يضيّق مكونا قواديس الجمع المدببة^(١) التي تتلقى اللبن عند سقوطه من الجزء الوسطى للمجفف ومن أكياس الترشيح . ويحاط بإحكام المجفف بمادة عازلة سميكة لكي تحفظ حرارته وتمنع تسع الحرارة التي قد تضر بالمسحوق المتجمع في أكياس الترشيح أو المخزون بالقرب منها . وتوجد قواديس الجمع في حجرة سفلية منعزلة عن بقية الجهاز حيث يمكن حفظ حرارتها على أقل درجة ممكنة فلا يتأثر المسحوق المتجمع بها بالحرارة العالية . ويبلغ مقاس المجفف حوالى ٣٣ قدما في الارتفاع و ٢٠ ½ في العرض و ٢٠ في الطول وينتج المجفف الواحد ٢٠٠ رطل من المسحوق في الساعة .

ولكل مجفف كما أسلفنا القول رشاشان يقعان في قمة الجزء الإضافي العلوى على جانبي مدخل الهواء الساخن والرشاش بسيط في تركيبه وصغير الحجم يسهل فصله عن بقية الجهاز لتنظيفه وتعقيمه ، وتحدث عملية الرش بتأثير الهواء المضغوط في مستوى رأسى بغير حركة دورية فيسقط الرذاذ بتأثير ثقله وسط تيار الهواء الساخن وتطفئ المجرى التي يمر فيها اللبن من المبرد الى الرشاش وتعقم البخار بسهولة .

ويسحب الهواء الذى يستخدم في تجفيف اللبن بواسطة مروحة فيبقى أولا مما يعلق به من الشوائب والغبار بواسطة رشاش من الماء البارد ، ثم ترفع حرارته بمروره على سطح أنايب ساخنة ، ومن ثم يمر الى أعلى المجفف بسرعة هادئة منتظمة وتبلغ كمية البخار التي تلزم لتسخين الهواء ١٥٠٠ رطل في الساعة بضغط ٢٤٠ رطلا للبوصة المربعة لكل مجفف .

ولما كان الرشاشان يقعان خارج مجرى الهواء الساخن الداخل فان اللبن السائل لا يسخن حتى ينتشر الرذاذ جيدا في المجفف وعندئذ يختلط تيار الهواء بالرذاذ ويمر المحلول بانتظام نازلا على طول المجفف ولا ينفصل تيار الهواء عن اللبن حتى يحف الأخير تماما ، ويحدث ذلك على بعد حوالى خمسة أقدام من قواديس الجمع . واذ ذاك يستقط اللبن المسحوق في القواديس ويمر الهواء حاملا معه بعض

(١) Collecting hoppers.

ذرات المسحوق الدقيقة جدا في أكياس الترشيح حيث تمحجز هذه الذرات على سطحها الداخلي ويسحب الهواء بواسطة المروحة الى البو. تهز أكياس الترشيح آليا في أثناء عملية التجفيف ، وبذلك يسقط المسحوق العالق بها باستمرار في قوادرى الجمع ويختلط ببقية المسحوق المتساقط من المجفف مباشرة ، ويعقم المجفف والأكياس قبل بدء العملية برفع درجة حرارة الجهاز جميعه . والشكلان ١٨ و ١٩ يبينان تركيب القسم من الجهاز الخاص بالتجفيف ومواقع اجزائه .

تعبئة المسحوق :

يسحب المسحوق المتجمع في القوادرى من طرفها السفلى في صفائح اسطوانية حسب الحاجة وينقل الى حجرة خاصة للغرلة حيث تفرغ الصفائح في قادوس احدى آلات الغرلة ، ويبلغ عدد عيون الغرل الذى يمر فيه المسحوق ٥٠ عينا في البوصة المربعة ، وبعدئذ يمر المسحوق الى قوادرى خاصة للتعبئة تقع في حجرة أسفل الحجرة السابقة حيث يوزن اتوماتيكيا ، ويعبأ في طب صغيرة وفي حالة الكميات الكبيرة يعبأ في صناديق أو براميل . ومما يجدر ذكره هنا أن جهاز التجفيف في مصانع ملكول يشغل باستمرار مدة ثمانية أشهر في السنة في جميع أيام الأسبوع لمدة ٢٣ ساعة كل يوم .

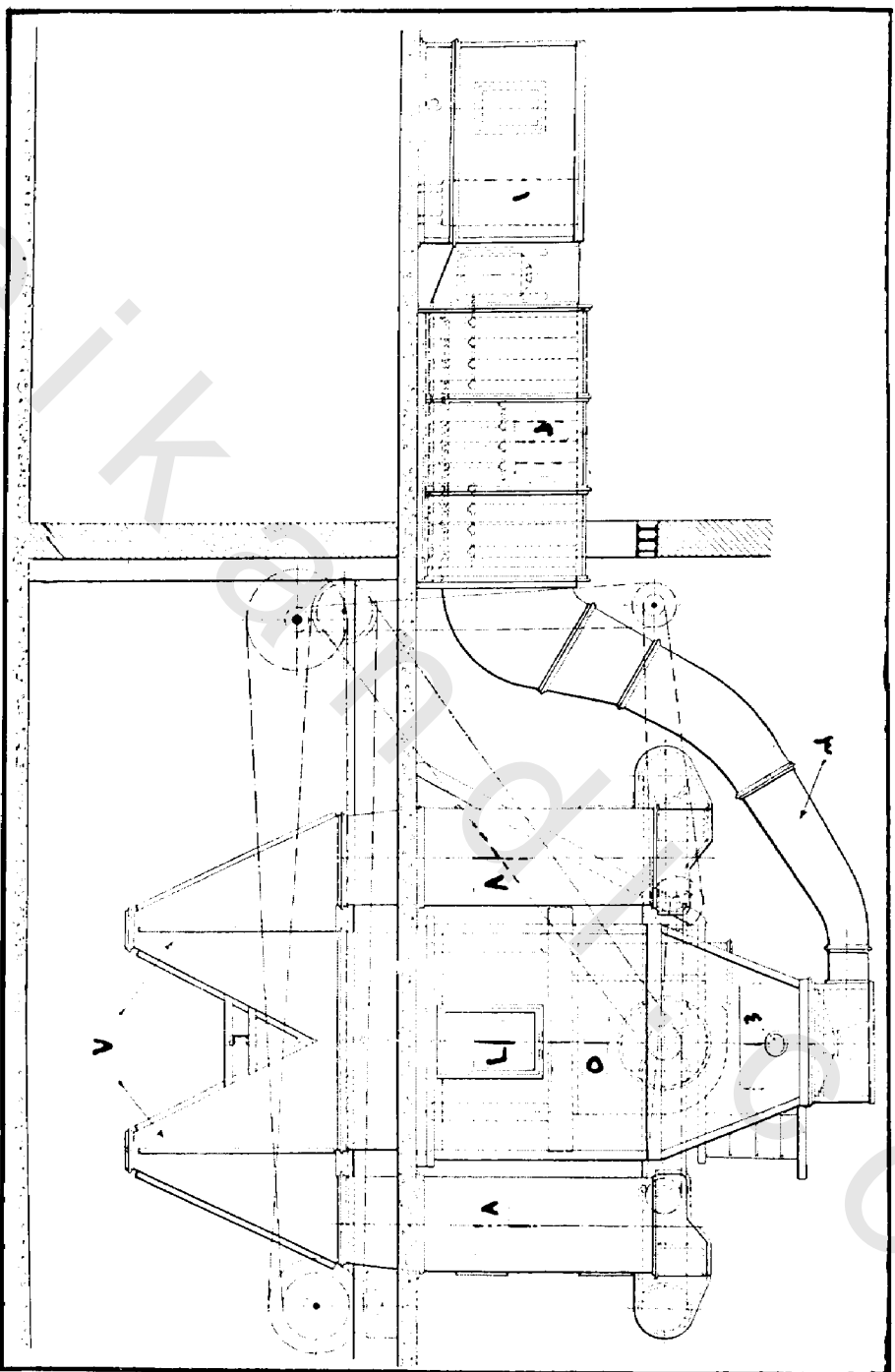
وتحضر هذه المصانع نوعين رئيسيين من اللبن المجفف أحدهما مسحوق الفرز (ويطلق عليه اسم كوكول^(١)) وهو يستعمل في الطبخ والخبز الخ وغير ملائم بالطبخ لتغذية الأطفال لخلوه تقريبا من المسادة الدهنية والآخر مسحوق كامل الدهن^(٢) وهو صالح لتغذية الأطفال .

والمسحوق المحضر بطريقة ملكول من نوع جيد للغاية وسهل الاذابة جدا في الماء البارد أو الساخن على حد سواء . ولما كان من المهم في تجفيف اللبن أن تكون الحرارة التي تستعمل في كل درجات العملية منخفضة بقدر الإمكان وأن تكون مدة تعرض اللبن للحرارة قصيرة حتى يمكن الاحتفاظ بجميع خواص اللبن المهمة لذلك روعي في طريقة ملكول ما يأتي :

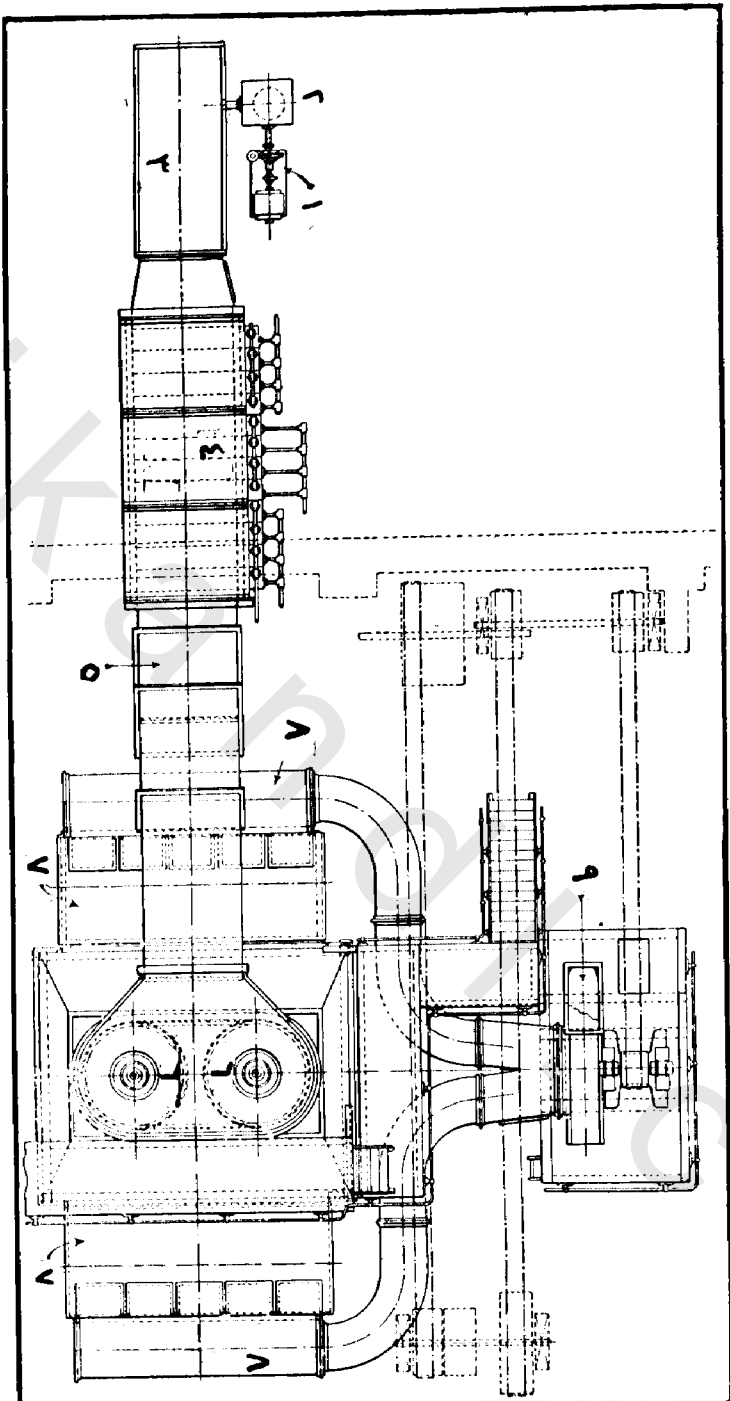
(أولا) ألا يسخن اللبن تسخيناً مبدئياً قبل رشه في المجفف مباشرة ، بل يمر من المبرد بضغط منظم أو الرشاش فلا يعرض للهواء ولا لتسخين خارجي من أى نوع .

(ثانيا) ألا يستعمل هواء تجفيف مرتفع الحرارة بل تستخدم كميات كبيرة من الهواء المنخفض الحرارة ، ويوزع الرذاذ في تيار الهواء جميعه وبذا يستفاد تماما بجميع الحرارة الموجودة به .

(ثالثا) ألا يتلاقى اللبن بالهواء الساخن إلا بعد أن يتحول الأول الى رذاذ إذ أن موضع الرشاشين كما أسلفنا القول خارج خط تيار الهواء الداخل وبذلك لا يعرض اللبن لحرارة عالية عند دخوله المجفف خصوصا وأن حرارة الرشاش نفسه لا تزيد عن حرارة اللبن المركز الداخل إلا ببضع درجات قليلة .



شكل ١٨ - (جهاز ملكول) مستط رأسي بخور، الخاص بـ تخفيف ويرى فيه :
 (١) غاسل بخور. (٢) مسخن البخور. (٣) موصل الهواء. (٤) حافة زخاتية لرافعة العملية (٥) الجنبف (٦) باب (٧) أيسر ترشيح بخور ذ رات المسحوق الدقيقة (٨) فواديح جمع المسحوق.



- شكل ١٩ — (جهاز ملوكول) مستطد أفق الجزء الخاص بالتحريك ويرى فيه :
- (١) مضخة لضغط الهواء بالجهاز
 - (٢) مرشح الهواء
 - (٣) غاسل الهواء
 - (٤) مضخة للهواء
 - (٥) موصل الهواء
 - (٦) رشاش
 - (٧) أكاس الزئبق جمع ذرات استحوذ الدقيقة
 - (٨) أنبوبة خروج الهواء
 - (٩) مضخة لسحب الهواء من الجهاز

(رابعاً) ألا يبقى المسحوق معرضاً للحرارة بعد تمام تجفيفه ، بل يجمع بعيداً عن تيار الهواء الساخن ويبقى على درجة حرارة منخفضة بحكم وجود قواديس الجمع في مكان منعزل من البناء ، وعلى ذلك لا يكون للحرارة المتشعة من جدران المجفف تأثير في المسحوق .

وهذا بخلاف الحال في كثير من الطارق الأخرى التي لا ينقل المسحوق فيها مباشرة بعيداً عن الهواء الساخن بل يظل معرضاً للحرارة بضع ساعات في بعض الأحوال وتكون النتيجة تلف المسحوق الناتج في بداية العملية . وقد يتلافى ذلك بإزالة المسحوق من المجفف باستمرار بواسطة مكانس خاصة ولكن هذه العملية قد تضر أيضاً بالمسحوق لأنه سريع التأثير وهو حار .

أما من جهة ثمن هذا الجهاز فما يجفف منه ١٠٠ رطل من المسحوق في الساعة الواحدة يتكلف حوالى ٢٠٠٠ جنيه ، وما يجفف ٣٠٠ رطل يتكلف حوالى ٤٠٠٠ جنيه ، وذلك بخلاف ثمن جهاز التركيز أو التعقيم وأجرة الشحن الخ .

طريقة كراوز^(١)

لا تختلف العمليات الرئيسية التي تسبق تجفيف اللبن بهذه الطريقة عما ذكرناه في الطريقتين السابقتين ، فيرشح اللبن بعد استلامه وينقى مما به من شوائب ويعقم ثم ينجح الجزء الأكبر من مائه بالتركيز وأخيراً يمر إلى المجفف . والمجفف هنا اسطوانى الشكل مشابه في تركيبه العمومى للجففين السابقين الذكر ، غير أن طريقة دثر اللبن في المجفف وتركيب الرشاش ودخول الهواء واختلاطه بالزاد لا تماثل ما ذكر آنفاً ، فبدلاً من أن يذثر اللبن بمروره تحت ضغط عال من فتحة دقيقة بالرشاش إذ يحدث الذر في طريقة كراوز بواسطة القوة المركزية الطاردة ، ويتلخص سير العملية وتركيب الجهاز فيما يأتى :

يدخل اللبن في المجفف من أعلى بواسطة أنبوبة تتصل بصهر يح خاص باللبن المركز المراد تجفيفه فينزل بتأثير ثقله على سطح قرص معدنى أفقى الوضع يقع في وسط المجفف . وهذا القرص يدور بسرعة عظيمة تتراوح بين ٥٠٠٠ و ٢٠٠٠٠ دورة في الدقيقة ، إما بالبخر أو بواسطة محرك كهربائى . وتختلف السرعة باختلاف قطر القرص وطبيعة السائل المراد تجفيفه وكثافته والقرص إما أن يكون مفرداً أو بهيئة طبق به عدة فتحات دقيقة قرب الحافة ويتسبب عن الحركة الرخوية السريعة للقرص انتشار اللبن عليه بحالة غشاء رقيق متجهاً نحو المحيط ثم يرش بسرعة هائلة في المجفف على صورة رذاذ .

أما الهواء الذى يستعمل في التجفيف فإنه يمر في الجهاز بواسطة مروحة خاصة فيدخل أولاً في مرشح ثم في مسخن حيث ترفع حرارته إلى الدرجة المطلوبة ويرتفع في أنبوبة متسعة وأخيراً ينطلق في المجفف من فتحة مستديرة مركب عليها ريش وتمرور تيار الهواء الساخن من أسفل إلى أعلى

(١) Krause System.

يقابل رشاش اللبن وهو بحالة تعليق ، وبذا يتبخر الماء الذى تحويه ذرات اللبن الدقيقة البالغ قطرها $\frac{2}{100}$ من البوصة فى فترة لا تتجاوز $\frac{1}{4}$ من الثانية وتسقط معظم الذرات بحالة مسحوق على أرضية المجفف حيث تزال بواسطة مكانس دؤارة مستمرة الحركة وتسقط فى وعاء استلام ومنه تنقل بواسطة بريمة ناقلة ويعبأ المسحوق عند نهايتها فى براميل .

أما بقية ذرات المسحوق فانها تمر مع الهواء فى جهاز ترشيح حيث تحجز على السطح الداخلى لخراطيم من الفماش وهذه تهز آليا فتسقط الذرات على البريمة الناقلة ، وتعبأ مع بقية المسحوق ويمر الهواء إلى الخارج ، والشكل ٢٠ يبين الخطوات المختلفة التى يمر بها اللبن فى أثناء تركيزه وتجفيفه .

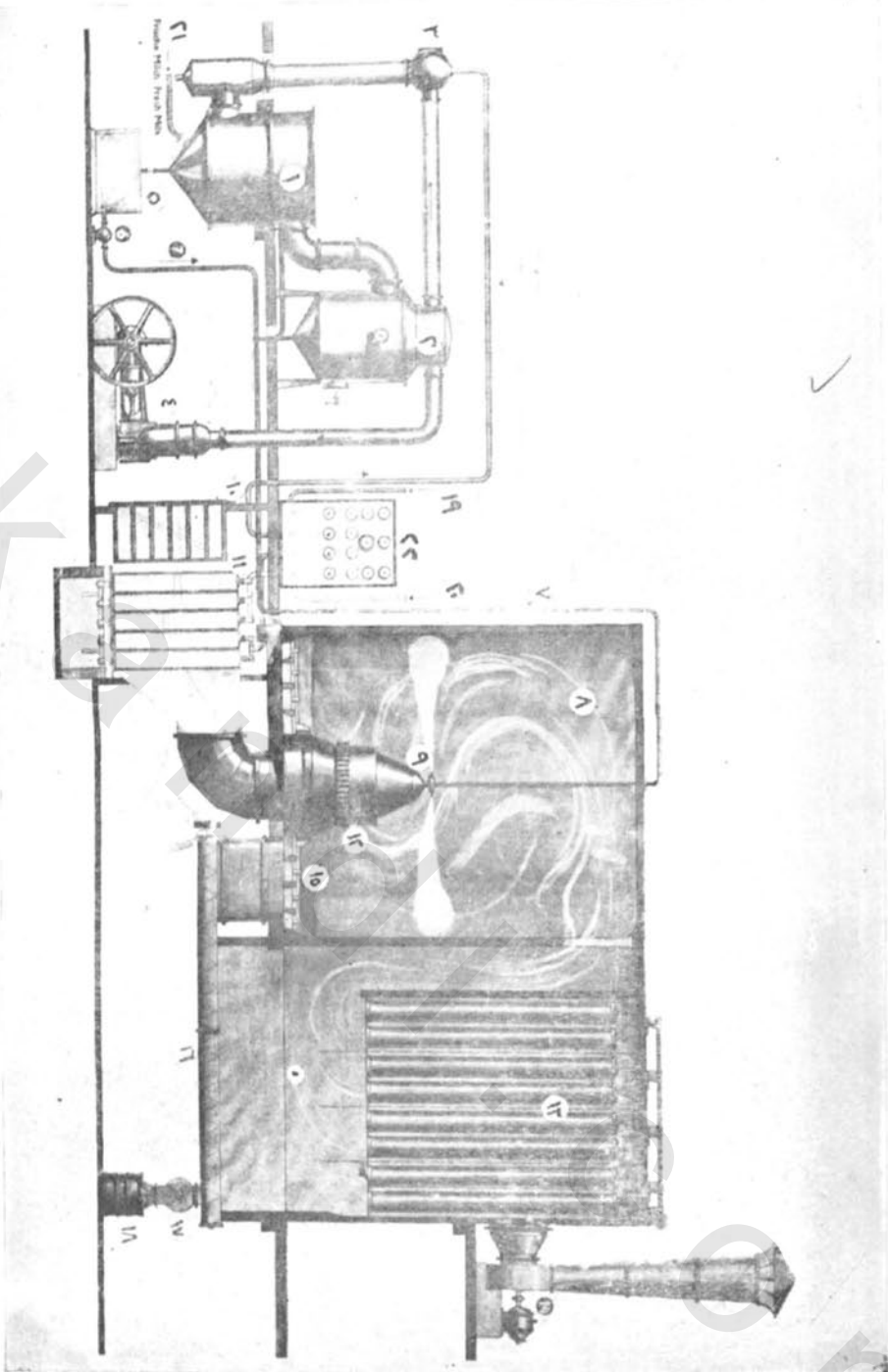
ومما يجدر ذكره أن ذرات اللبن لا تعرض لحرارة مرتفعة لفرارتها لا تتجاوز ٤٠ درجة سنتجراد فى أثناء مدة التجفيف ، كما أن تركيز اللبن يحدث أيضا على درجة حرارة منخفضة ولذا لا تتأثر خواصه ولا يتغير طعمه ولا رائحته ويمتاز المسحوق الناتج بسهولة إذابته فى الماء البارد .

وقد دلت التجارب التى أجريت على هذه الطريقة أنها اقتصادية جدا من جهة البخار لأن المكثف الذى يستعمل فيها من طراز ضاغط للبخار يمكن من الاستفادة بالبخار الناتج فى أثناء عملية التركيز بعد رفع درجة حرارته فى تسخين المكثف ؛ ولذلك لا يلزم لتجفيف الرطل الواحد من اللبن السائل أكثر من ٠,٩ رطل من البخار .

ولطريقة كراوز عدة ميزات أهمها امكان استعمال لبن مركز تركيزا عاليا لأن القرص الدائر الذى يستخدم فيها يمكن بواسطته تحويل السوائل اللزجة جدا الى رذاذ دقيق وهذا بخلاف الحال فى الطرق الأخرى التى يخشى فيها سد فتحة الرشاش الدقيقة اذا استعملت سوائل عالية التركيز ولذلك يمكن تغيير الجزء الأكبر من الماء فى المكثف وتركيز اللبن حتى تبلغ المواد الصلبة فيه ٥٠ ٪ وينتج عن ذلك السرعة فى العملية والتوفير فى الوقود .

كما أنه يمكن تشغيل الجهاز بدون توقف مدة طويلة دون الحاجة الى عناية خاصة فينيسر لعامل واحد مباشرة العملية فضلا عن أن تنظيف الجهاز من السهولة بمكان .

ولا يحتاج الأمر فى هذه الطريقة الى استعمال الضغط العالى ، كما أن تنظيم سرعة دوران القرص تضمن انتظام حجم ذرات اللبن .



شكل ٢٠ — (جهاز كراوز) — مستط رأسي ويرى فيه :

- (١) جهاز تركيز البن
- (٢) فازلرغوة
- (٣) ضاغط حراري
- (٤) مضخة الهواء الرطب
- (٥) صهرج تلزن البن المذكور
- (٦) مضخة التغذية بالبن
- (٧) مواسير التغذية
- (٨) الخفف
- (٩) قرص لدر البن
- (١٠) مرشح الهواء
- (١١) مسخن الهواء
- (١٢) مدخل الهواء
- (١٣) مرشحات بخير ذرات
- (١٤) مرسحة لسحب الهواء
- (١٥) مكثف
- (١٦) برية نافذة
- (١٧) حمام التبريد
- (١٨) برميل يربط بينه المسحوق
- (١٩) مدخل البخار في الجهاز
- (٢٠) ماسورة العادم
- (٢١) مدخل البن الحام في الجهاز
- (٢٢) لوحة القابس

ويستعمل الجهاز في تخفيف اللبن الفرز أو الكامل الدهن على حد سواء، كما يمكن استعماله في أغراض شتى مثل تخفيف عصير الفاكهة والدم والبيض ومواد الصباغة الخ .

ويصنع الجهاز بأحجام مختلفة أصغرها ينجز ١٠ لترات من الماء في الساعة وبعضها ينجز بضع آلاف لترات في الساعة .

ويبلغ ثمن الجهاز الذي يحفف ١٠٠ جالون من اللبن في الساعة الواحدة ٣٥٠٠٠ مارك ألماني ولا يدخل في هذا المبلغ نفقات الشحن والتركيب .

ملاحظات إجمالية

عن أجهزة التخفيف التي تستعمل بطريقة الرشاش

يوجد غير الطرق الثلاث التي أتينا على وصفها ، ثلاث طرق أخرى لكل منها مميزات خاصة ، غير أننا سنكتفي بما شرحناه ، كأمثلة لأكثر أجهزة الرشاش نجاحا . وسنبعث فيما يلي أهم النقاط التي يتوقف عليها نجاح صناعة اللبن المحفف بطريقة الرشاش ، والمتعلقة بتصميم مختلف هذه الأجهزة وطريقة تشغيلها ، وسنحصر البحث فيما يلي :

(١) تركيز اللبن مبدئيا :

يعتمد في جميع طرق الرشاش تقريبا الى تركيز اللبن مبدئيا قبل تخفيفه بالنسبة لما لهذه العملية من مزايا ربما كان أهمها الاقتصاد في الوقود . فقد أثبتت الأبحاث أنه بتركيز اللبن مبدئيا يمكن توفير حوالي ٣٥٪ من كمية الوقود اللازمة للعملية ، كما يتضح من المثال الآتي :

جهاز يحفف في الساعة ٢٠٠٠ رطل من اللبن الكامل الدهن المحتوى على ١٢٪ من المواد الصلبة ويحولها الى مسحوق نسبة الماء فيه ٣٪. واتبع في عملية التخفيف إحدى الطريقتين الآتيتين :

أولا — يسخن اللبن تسخيناً مبدئياً الى درجة ١٤٠ فهرنهايت في مسخن مزدوج الجوانب يمر فيه بخار ثم يرش مباشرة في المحفف . وفي هذه الحالة يسخن الهواء بواسطة أنابيب حلزونية يمر فيها بخار أيضا .

ثانيا — يسخن اللبن كما في الطريقة الأولى ثم يمر الى مكثف حيث يركز الى أن تبلغ نسبة المواد الصلبة فيه ٤٠٪. وأخيرا يرش اللبن المركز في المحفف . ويسخن الهواء كما في الحالة الأولى .

ووجد أن كميات البخار التي تستهلك في كل من الحالتين هي كما يأتي :

الطريقة الأولى رطل في الساعة	الطريقة الثانية رطل في الساعة	
١٦٤	١٦٤	لتسخين اللبن مبدئياً ...
—	١٥٣٠	لتركيز اللبن
٣٥٣٠	٧٠٧	لتسخين الهواء
٣٦٩٤	٢٤٠١	المجموع

فاذا اعتبرنا أن الرطل الواحد من الفحم يعطى في مثل هذه الأحوال ٨ أرطال من البخار تكون كمية الفحم المستهلك في الطريقة الأولى ٤٦٢ رطلا في الساعة ، وفي الطريقة الثانية ٣٠٠ رطل في الساعة ، وبذلك يكون الاقتصاد في الوقود في الطريقة الثانية $462 - 300 = 162$ رطلا من الفحم في الساعة ، أى أن كمية الوقود التي تستهلك في الطريقة الثانية هي حوالى ٦٥٪ مما يستهلك في الطريقة الأولى .

وقد يقال على العموم أنه كلما زادت كمية الماء التي تبخر في المكثف نقصت كمية الوقود المستهلكة ، على أن الحد الذى يصل اليه تركيز اللبن يتوقف على نوع الرشاش المستعمل في جهاز التجفيف ، والمعتاد ألا يركز اللبن حتى تزيد نسبة المواد الصلبة فيه عن ٤٠٪ / الى حالات نادرة .

ولتركيز اللبن مميزات أخرى غير الاقتصاد في الوقود أهمها ازدياد مقطوعية جهاز التجفيف ، وقصر الوقت اللازم للعملية ، والاقتصاد في العمال .

والمسحوق المصنوع من لبن مركز أكثر خشونة وتحببا من المصنوع من لبن غير مركز ، ولذا يسهل مزجه بالماء كما يجمع في المرشحات بسهولة فيقل ما يفقد منه في أثناء العملية ، فضلا عن أنه سهل التعبئة ويشغل حيزا أصغر من مسحوق اللبن غير المركز .

ومما يلاحظ أنه ليس لتركيز اللبن تأثير في قابلية المسحوق للذابة في الماء متى أجريت هذه العملية على درجة حرارة منخفضة لا تتجاوز ١٦٠ فهرنهايت ، كما يتخذ الاحتياط ذاته في عملية التسخين المبدئى التي تسبق تركيز اللبن إذ يراعى فيها أيضا عدم تسخين اللبن الى درجة تؤثر في قابلية المسحوق للذابة .

وتختلف درجة حرارة اللبـن عند دخوله المحجف باختلاف طرق التجفيف ، ففي بعضها مثل طريقة ملكول يبرد اللبـن إلى درجة ٦٠ فهرنهايت قبل ذره مباشرة ، وفي البعض ينزـو وهو على حرارة التركيز أى ١٢٠ — ١٤٠ فهرنهايت ، وفي البعض الآخر يسخن إلى ١٦٥ فهرنهايت .

(٢) رش اللبـن فى المحجف :

وظيفة الرشاش هى ذر اللبـن بحالة مستمرة على هيئة ذرات دقيقة ذات حجم منتظم ، ويشترط أن يكون مصمما بحيث يمكن ضبط اتجاه توزيع الذرات وإمكان تشغيله مدة طويلة تحت الظروف العادية .

والغرض من رش اللبـن على هذه الصورة ، هو ضمان سرعة وانتظام تبخر الماء منه ، ولذا يراعى خلط ذراته بتيار الهواء الساخن جيدا كما يراعى انتظام توزيع هذه الذرات داخل المحجف ، ويوجد من الرشاشات أنواع ثلاثة :

(أولا) رشاشات تشتغل بالضغط ^(١) — يرش اللبـن فى هذه الطريقة تحت ضغط عال يتراوح بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة من فتحات دقيقة بالرشاش يبلغ قطرها ببـن من البوصة ، ومثال ذلك الرشاش المستعمل فى جهاز مريـل سول الذى سبق ذكره ، وتترك عادة مسافة قصيرة خلف فتحة الرشاش يمر فيها اللبـن من ماسورة التغذية بواسطة مجار صغيرة ، فيتجرك حركة حلزونية قبل بلوغه فتحة الرشاش ، ويخرج الرذاذ على هيئة مخروط يبلغ طوله سبعة أقدام .

ويبلغ حجم الذرات فى هذه الطريقة على وجه التقريب ٥٠ ميكرونا (الميكرون ببـن مليمتر) على أن حجمها يختلف باختلاف سعة فتحة الرشاش ، وضغط اللبـن ودرجة تركيزه ، فكلما اتسعت الفتحة أو قل الضغط أو زادت درجة التركيز كبر حجم الذرات وزادت خشونة ذرات المسحوق الناتج ، ولذلك فعند تجفيف اللبـن غير المركز بطريقة الرشاش الذى ينتج عنه مسحوق ناعم جدا ، يستحسن استعمال رشاش ذى فتحة مدسعة نوعا عما يستعمل فى حالة ذر اللبـن المركز .

ومما يؤخذ على الرشاشات التى من هذا النوع سهولة سد فتحتها الدقيقة وعدم انتظام حجم الذرات تماما ، كما أنه يصعب فى هذه الطريقة خلط تيار الهواء بذررات اللبـن جيدا .

(ثانيا) رشاشات تشتغل بالقوة المركزية الطاردة ^(٢) — وقد وصفنا هذه الطريقة فى الكلام عن جهاز كراوز — إلا أنه فى بعض الأجهزة الأخرى التى تستخدم هذه الطريقة ، يدار القرص من أعلا بدلا من إدارته من أسفل ، ويوزع الرذاذ من السطح السفلى للقرص على هيئة غشاء بسـمك منتظم .

ولانتظام الرش بهذه الطريقة ينبغى ضبط سرعة القرص بالنسبة إلى قطره فتلا فى حالة طريقة كراوز التى يكون فيها قطر الذرات ببـن من البوصة يستعمل قرص قطره ٢٠ بوصة وسرعته ٢٠٠٠ دورة فى الدقيقة .

(١) Pressure Spray Nozzle.

(٢) Disc Centrifugal Atomizer.

ومن محاسن هذه الطريقة ما ذكرناه من قبل وهو سهولة التنظيف وعدم وجود فتحة قابلة للسد ، وعدم استعمال الضغط العالى كما فى الطريقة السابقة .

(ثالثا) رشاشات تستغل بالهواء المضغوط ^(١) — يعتبر هذا النوع أقدم أنواع الرشاشات ومثاله طريقة نسله ^(٢) ويمر اللبن فى هذا الجهاز بضغط معتدل من أنبوبة عمودية الوضع ، فيقابل تيارا أفقيا سرعيا جدا من هواء مضغوط يخرج من فتحة صغيرة فيتحول اللبن الى رذاذ دقيق يخرج بسرعة .

ومن أمثلة هذه الرشاشات أيضا ما يستعمل فى جهاز ملكول الذى سبق وصفه ، إلا أنه فى هذه الحالة يستعمل البخار بدلا من الهواء المضغوط .

(٣) خلط ذرات اللبن بتيار الهواء :

يمر الهواء فى كلا المسخن والمجفف إما بواسطة مروحة للنفخ ^(٣) ، توضع عند مدخل الهواء البارد فى المسخن أو بمروحة سحب ^(٤) ، توضع عند مخرج الهواء من المجفف . وفى بعض الأجهزة يكون موضع المروحة بين مخرج الهواء من المسخن ومدخله فى المجفف ، ولكل من هذه المواضع مميزات . على أن وضع المروحة عند مخرج الهواء من المجفف ينشأ عنه ضغط منخفض يؤدي إلى كفاءة تبخير عالية ، واقتصاد فى استهلاك الحرارة ، ولذا يفضل هذا الوضع فى أحيان كثيرة .

وتختلف المجففات المستعملة فى الطرق المختلفة من حيث حجمها وشكلها ، فالبعض صغير والآخر كبير كما أن منها ما هو مستطيل ، وما هو اسطوانى وما هو مخروطى .

وتختلف مواضع دخول الهواء والرذاذ فى المجفف ، ومواضع خروج الهواء منه باختلاف الأجهزة وفى طريقة مريل سول مثلا يقع الرشاش وسط مدخل الهواء فى أحد جوانب المجفف ، ويمر الهواء والرذاذ فى اتجاه أفقى فيختلطان ، ويخرج الهواء من فتحة فى الجهة المقابلة . وفى طريقة كراوز التى يستعمل فيها الطرد المركزى فى الرش يدخل الهواء من أسفل الرشاش ويختلط بالذرات ، ويخرج من فتحة فى أعلى المجفف ، وفى بعض الأجهزة يدخل الرذاذ بواسطة عدة رشاشات تقع فى جميع جوانب المجفف ، متجهها نحو المركز ويدخل الهواء قريبا من قاعدة المجفف ويمر إلى أعلى فيختلط بالذرات أو يدخل الهواء من أعلى المجفف ويمر إلى أسفل ، أو يدخل من عدة نقط فى جوانب المجفف قريبا من قمته على هيئة تيار حلزونى متجهها نحو المركز ويخرج من وسط سقف المجفف .

(١) Compressed Air Atomizer. (٢) Nestlé. (٣) Blower Fan. (٤) Suction Fan).

(٤) حرارة الهواء الساخن والكميات اللازمة منه :

ينخفض استهلاك الحرارة في طريقة الرشاش تبعاً لارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن ، ففي حالة الهواء المسخن تسخيناً خفيفاً يكون استهلاك الحرارة عالياً جداً ، ولذا تلزم كميات كبيرة من الهواء ، وهذا يستدعى استعمال مجففات ضخمة ولذلك فمن وجهة الاقتصاد في نفقات الوقود يفضل استعمال هواء على أعلى درجة حرارة لا تؤثر في خواص اللبن المراد تجفيفه . وتتوقف درجة حرارة الهواء المقصود التي يمكن تعريض جزيئات اللبن لها دون الإضرار بخواصه على سرعة تبخر الماء ، بجزيئات اللبن سريعة التأثير بالحرارة مع وجود الرطوبة ولكنها لا تتأثر بسرعة كبيرة ما دامت جافة . ولذلك تخطط ذرات اللبن مع تيار الهواء بشدة فيتبخر الماء في الحال تقريباً ويبعد الهواء الرطب بسرعة عن طريق ذرات اللبن الداخلة .

ومن أمثلة الأجهزة التي تتبع فيها الطريقة السالفة الذكر جهاز مرييل سول وكراوز ، ويستعمل فيهما هواء بدرجة حرارة أعلى بكثير مما يستعمل في الأجهزة التي تستخدم تيار هواء هادئ كما في جهاز ملكول .

يدخل هواء التجفيف في المعتاد على درجة ١٣٠ سنتجراد ، على أنه في بعض الطرق التي تزداد فيها سرعة خلط تيار الهواء بالذاد ، يستعمل هواء قد تبلغ حرارته ٢٠٠ سنتجراد ، أما في الحالات التي يستخدم فيها تيار هواء هادئ فإن حرارته لا تزيد عن ١٦٠ - ٢٠٠ فهرنهايت .

ويعتمد في بعض طرق التجفيف إلى الاقتصاد في استهلاك الوقود بالارتفاع بدرجة الحرارة الهواء الخارج من المجفف فهذا الهواء يحتوي على نصف الحرارة التي اكتسبها في مسخن الهواء ، بمعنى أنه إذا رفعت درجة حرارته في المسخن من ٦٠ إلى ٢٧٠ فهرنهايت ، فإنها تنخفض في المجفف من ٢٧٠ إلى ١٦٠ فهرنهايت . وهناك ثلاث طرق للارتفاع بدرجة الحرارة الهواء وهي :

(١) أن يستخلص الماء الذي به ويعاد مروره في المجفف باستمرار دون تبريده إلى حرارة الجو العادية .

(٢) أن يستخدم في تسخين هواء التجفيف تسخيناً جزئياً .

(٣) أن يستعمل في تسخين وتركيز اللبن المراد تجفيفه مبدئياً .

والطريقة الأولى غير اقتصادية فلا تستعمل تجارياً ، أما الطريقة الثانية فإنها منبذة في بعض الأجهزة ويؤدي استعمالها إلى توفير كبير في الوقود . والطريقة الثالثة مستعملة كذلك في بعض الأجهزة ، وفي هذه الحالة يركب مسخن مبدئي أو مكثف مبدئي عند مخرج الهواء . وقد ذكرنا في مناسبة أخرى أنه بتركيز اللبن يمكن اقتصاد حوالي ٣٥ ٪ من كمية الوقود اللازمة للعملية ،

ونزيد هنا أنه إذا أجرى تركيز اللبني ، وفضلا عن ذلك استعمل الهواء الخارج في تسخين اللبني مبدئيا بتركيب مسخن مبدئي ، تخفض فيه حرارة الهواء من ١٥٠ الى ١٠٠ فهرنهايت ، فإن كمية الفحم المستهلكة تخفض بنسبة ٦,٥٪ زيادة عما يقتصد بإجراء عملية التركيز المبدئي .

ومن المهم أن نذكر هنا أنه لتقليل الفقد الذي يحصل في الحرارة في أثناء عملية التجفيف ينبغي أن يراعى في تصميم المجففات أن تكون محكمة بحيث لا يتسرب إليها هواء من الخارج وأن تكون حوائطها مصنوعة من مواد تمنع فقد الحرارة بالتشعاع ، فإذا كانت ببطنة الألواح من القصدير كما هو الحال في كثير من الأجهزة تغلف من الخارج بالأسبستوس . وتصنع أسقف لبعض المجففات الحديثة وقواعدها من الخرسانة ، أو من قوالب الطوب المفرغة ، وفي بعض الحالات تبطن المجففات من الداخل بالقيشاني .

(٥) جمع المسحوق وإزالته من المجفف :

شكل ذرات المسحوق في كل الأحوال كروي ، إلا أن حجمها يختلف في الطرق المختلفة ، إذ يتراوح بين ١٠ ميكرونات أو أقل و ١٠٠ ميكرون أو أكثر ، وذلك باختلاف نوع الرشاش المستعمل ومقدار تركيز اللبني ولكنه يكون في المتوسط ٥٠ ميكرونا . وتنتج في جميع الطرق ذرات دقيقة على هيئة غبار خلاف ذرات المسحوق الباقى ، فالذرات الكبيرة نسبيا التي يتكوّن منها ٨٠٪ من المسحوق تنزل بتأثير ثقلها على أرضية المجفف ، أما الدقيقة جدا فتتم مع تيار الهواء نحو مخرجه حيث تجمع بطرق آلية .

وينبغي مراعاة عدم تعرض ذرات المسحوق لحرارة الهواء الساخن أو للحرارة المتشععة من جدران المجفف المعدنية لمدة طويلة ، لأن ذلك يقلل من قابلية المسحوق للاذابة ويضر بخواص اللبني كما ذكرنا في مناسبات سابقة ، ولذلك ففي بعض الطرق يسقط المسحوق بعد جفافه مباشرة في أوعية جمع تقع أسفل مخرج الهواء ، ومن ثم يعبأ فلا يتأثر بالحرارة كما هو متبع في جهاز ملكول ، وفي البعض الآخر يحرف المسحوق المتجمع على أرضية المجفف باستمرار في أثناء إجراء العملية وينقل بواسطة بريمة خاصة كما في جهاز كراوز ولكن في أحوال قليلة مثل جهاز مريل سول يبقى المسحوق على أرضية المجفف ولا يزال منه إلا عند نهاية العملية .

ومما تجدر ملاحظته في تصميم هذه الأجهزة ، عدم ملامسة المسحوق لأي سطح معدني قريب من مدخل الهواء في المجفف ، وإلا تسبب عن ذلك التصاق ذرات المسحوق بالمعدن وصعوبة إزالتها .

وتستعمل في أغلب الأحوال لجمع الذرات الدقيقة جدا التي تمر مع تيار الهواء ، مرشحات توضع عند مخرج الهواء الأخير وهذه تكون على هيئة أكياس مصنوعة إما من القطن أو التيل منسوجة

نسجا دقيقا ، ويتراوح ارتفاعها بين ٨ و ١٠ أقدام ، ويبلغ قطرها حوالي ٨ بوصات ، وعندما يسحب الهواء خلالها تتجمع الذرات الدقيقة على سطحها الداخلي وبهزها بواسطة هزازات آلية تسقط الذرات ، وتنقل مع بقية المسحوق ، وعند عدم إزالتها باستمرار يرتفع الضغط داخل المجفف مما يؤثر في سير عملية التجفيف .

ويراعى في صنع هذه الأكياس أن تكون مسامها دقيقة ، بحيث تمنع مرور أصغر ذرات المسحوق ، على أنه مهما بلغت هذه المسام من الدقة فإنها تسمح بمرور بعض الذرات الدقيقة جدا ولذا فإن الفقد الذي يحصل باستعمال هذه الأكياس قد يبلغ في حالة اللبن غير المركز ٦٪ من مواد اللبن الصلبة ولكن ينخفض الى نحو ٢٪ في حالة اللبن المركز .

وعند استعمال هذه الأكياس ينبغي العناية بحفظها دائما نظيفة ومعقمة ، وقد تستعمل أحيانا آلات جمع كهربائية بدلا من الأكياس ، ترسب بواسطتها ذرات المسحوق الدقيقة ، غير أن استعمالها يؤدي إلى زيادة نسبة الرطوبة في المسحوق المتجمع فضلا عن أن ثمنها أعلى بكثير من الأكياس .

وقد تجمع الذرات دون الحاجة الى آلات جمع من النوعين السابقين ، وذلك بمرور الهواء عند خروجه من المجفف في رشاش من اللبن المراد تجفيفه فيمتص منه الذرات العالقة به وتزداد بذلك نسبة المواد الصلبة فيه ، وهذه الطريقة مستعملة في بعض أجهزة التجفيف ومن مميزاتا أيضا الارتفاع بدرجة الهواء الخارج من المجفف في تركيز اللبن قبل تجفيفه .

القسم الثاني

تركيب اللبن المجفف

يتوقف تركيب اللبن المجفف على تركيب اللبن الأصلي ، الذي صنع منه ، كما يتوقف كذلك على الطريقة التي اتبعت في صناعته ، لذلك قد يوجد اختلاف كبير في تركيب العينات المتنوعة من الألبان المجففة .

ولما كان تركيب اللبن السائل يتأثر بجملة عوامل ، مثل اختلاف فصول السنة ، ونوع الحيوان ، وغذائه ، وما إلى ذلك ، فقد شوهد أن المسحوق المصنوع بنفس الطريقة في أماكن مختلفة ، وفي فصول مختلفة من السنة ، يختلف كثيرا في تركيبه .

أما من حيث طريقة الصناعة فإنها تؤثر على الأخص في تركيب اللبن المجفف من وجهة ما يحتويه من الماء ، فالمسحوق المصنوع بطريقة الاسطوانات يشتمل عادة على نسبة مئوية من الماء تزيد على ما يحتويه المسحوق المصنوع بطريقة الرشاش ، ففي الحالة الأولى تتراوح النسبة عادة