ولكى تكون هذه الرسالة وافية بالغرض رجعت، بعد ان أتممت زياراتى ومشاهداتى فى مصانع الأجهزة ومعامل التجفيف، الى المراجع العلمية فاستخلصت منها مايتعلق بخواص اللبن المجفف وتركيبه وقيمته الغذائية . و بالجملة أهم مايتعلق به من الوجهات الكيميائية والبكتريولوجية، وخصصت لهذه المواضيع القسم الثانى من هذه الرسالة فى حين اقتصرت 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[1] فى إحدى كتاباته عن عوائد المغول أنهم كانوا يستعملون اللبن المجفف فى القرن الثالث عشر، ولكن أول طريقة تجارية لصنعه استنبطها جريماد[2] أحد الباحثين الانجليز فى سنة ١٨٥٥، وهى تتلخص فى تركيز اللبن المضاف اليه كربونات قاعدية فى أوعية مفتوحة حتى يتحول الى شبه عجينة ؛ ثم تضاف اليها نسبة من سكر القصب ، و يمرر 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 هـذه 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 هـذه 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 تدريجا مع التقليب المستمر حتى تنخفض الحرارة الى أقل من درجة تجمد المـاء ، فيتحول اللبن الى هيئة بلورات ثلجية دقيقة، هى عبارة عن المـاء 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) Grimwade.

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 ينزع المحصول الجاف بواسطة سكاكين ، وتجرى 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 ، ويجفف بمروره فى حيز به هواء ساخن ، ثم ينزع اللبن الجاف 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

أولا — تجفيف اللبن بطريقة الأسطوانات تحت ضغط الجو العادى

(١) وصف الجهاز وكيفية تشغيله :

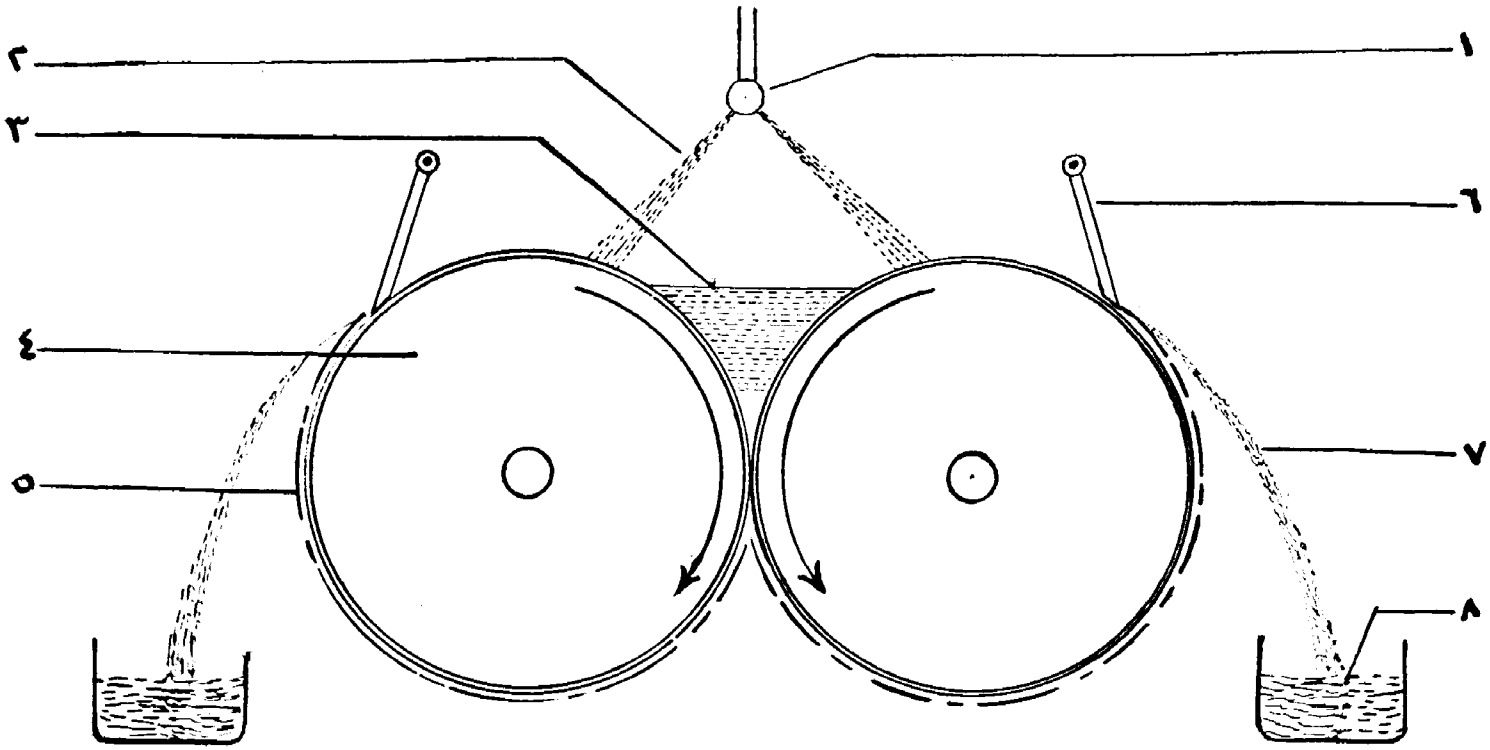
تعتبر هذه الطريقة أبسط طرق تجفيف اللبن وأقلها نفقة . ويتركب فيها الجهاز من اسطوانتين من الزهر الجيد ، وقد تصنعان فى أحوال خاصة من فولاذ غير قابل لأن يصدأ ، وهما مجوفتان واقفيتا الوضع ، وكلتاهما مسدودة من الطرفين بغطاء لمنع تسرب البخار .

وتسخن هاتان الاسطوانتان من الداخل ببخار تحت ضغط ٤٠ — ٧٠ رطلا للبوصة المربعة (فى المتوسط ٥٠ رطلا) وحرارته تتراوح بين ٢٧٦ و ٣٠٣ فهرنهيت حسب الظروف ، ويمر من انبوبتين (ماسورتين) تنفذ كل واحدة منهما من وسط المحور المركبة عليه الأسطوانة ، وهاتان الأنبوبتان متفرعتان من انبوبة رئيسية تحمل البخار من القزان ، وينظم البخار الداخل اليها صمام أمن وتخفيف[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 بحاجز للبخار[٦] فيمر الماء الى خزان أو الى المجارى .

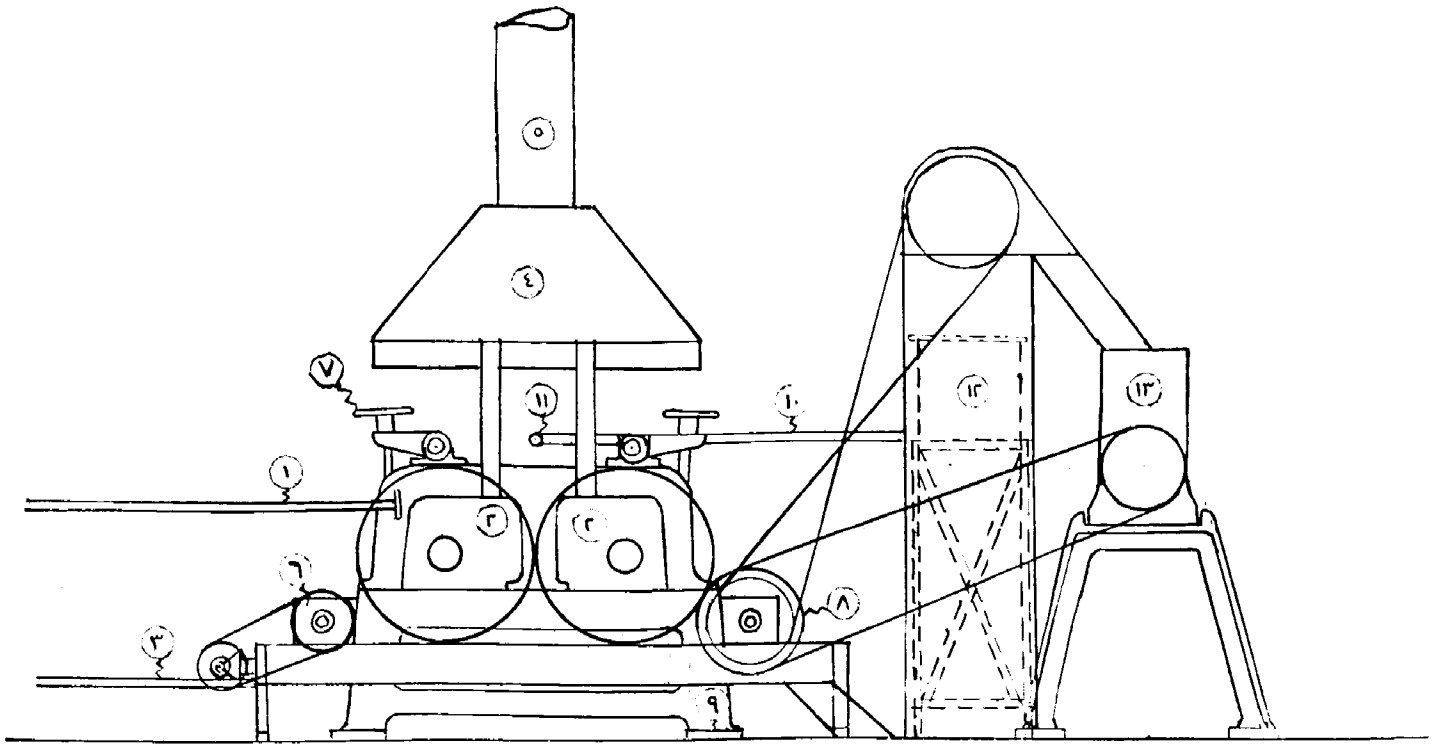
---

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



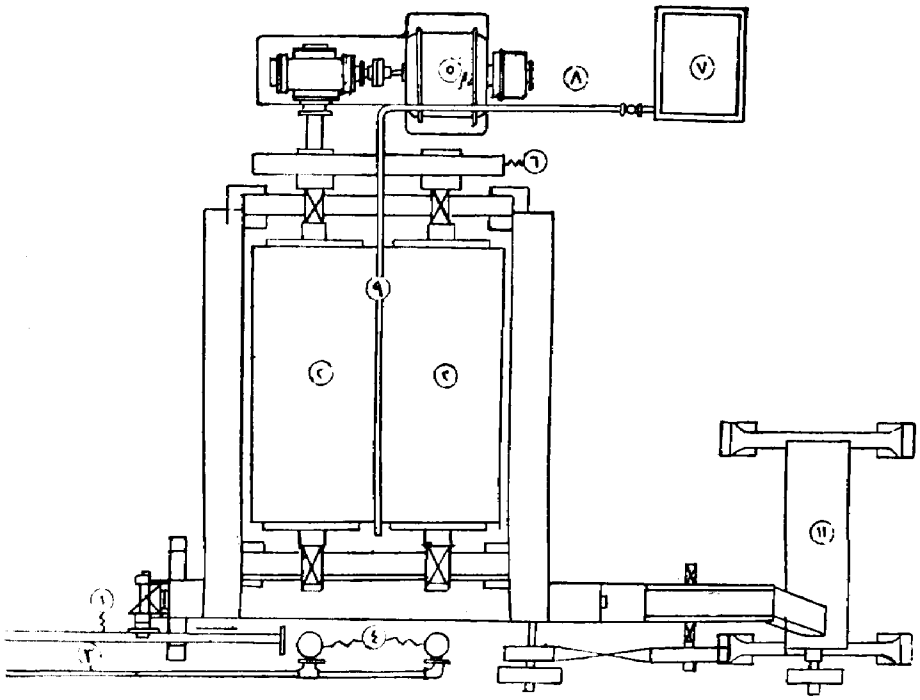
شكل ١ — قطاع رأسى لجهاز تجفيف ذى اسطوانتين مبين به :

(١) أنبوبة تغذية باللبن (٢) رشاش اللبن (٣) اللبن السائل فى الفجوة قبل التجفيف مباشرة (٤) الاسطوانة (٥) غشاء اللبن الجاف على الاسطوانة (٦) السكين (٧) اللبن المجفف (٨) وعاء لجمع اللبن المجفف .



شكل ٢ — قطاع رأسى جانبى لجهاز تجفيف ذى اسطوانتين بجميع ملحقاته مبين به :

(١) أنبوبة تحمل البخار من الفزان (٢) الاسطوانتين (٣) أنبوبة الماء المكثف (٤) مجمع للبخار (٥) أنبوبة العادم
(٦) طنبور لإدارة الآلة (٧) عجلة لضبط سكين (٨) طنبور لإدارة آلة السحق (٩) حامل الآلة (١٠) أنبوبة تحمل اللبن من الصهريج
(١١) أنبوبة تغذية باللبن (١٢) رافع (١٣) آلة سحق .



شكل ٣ — مسقط أفقى لجهاز التجفيف المبين بالشكل ٢ ويرى به :

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

ومركب على محور الاسطوانتين من الجانب المقابل طنبوران لإدارة الجهاز ، إما بواسطة سير تديره آلة أو بواسطة تروس متصلة بمحرك كهربائى مباشرة ، وهذه الطريقة أفضل من الطريقة التى كانت تستعمل سابقا ، والتى لاتزال تستعمل فى بعض الآلات القديمة ، وهى إدارة التروس ببريمة غير نهائية من المحرك الكهربائى .

والاسطوانتان موضوعتان بحيث تدوران معا وفى اتجاهين متعاكسين ، أى أن كلا منهما تدور الى الداخل و بينهما مسافة بسيطة جدا لا تتجاوز عادة ٠,٠٢ من البوصة ، إلا أن هذه المسافة تختلف باختلاف الأحوال ، ولإمكان تنظيم البعد بين مركزى الاسطوانتين توجد عجلة تدار باليد[1] يمكن بواسطتها تحريك إحدى الاسطوانتين حركة أفقية .

عند ابتداء تشغيل الجهاز تدار الاسطوانتان بالسرعة المناسبة ، ثم تسخنان بمرور البخار فيهما الى الضغط المطلوب ، و يصب اللبن المراد تجفيفه من أنبوبة فى الفجوة المحصورة بين سطحى الاسطوانتين ، ويحجز اللبن فى هذه الفجوة بواسطة حاجزين [2] من الزهر مضغوطين على نهايتى الاسطوانتين بواسطة زمبلكات ومسامير بريمة من فولاذ لا يصدأ ، فيتبخر ما يحويه اللبن من ماء بالحرارة المنبعثة من البخار الموجود داخل الاسطوانتين ، و يتم جفاف اللبن بعد بقائه على الاسطوانتين حوالى ثلثى دورة ، ثم تكشط المواد الصلبة المتبقية على الاسطوانة بواسطة سكين تعمل على سطحها ، وأخيرا يجمع اللبن الجاف الناتج الذى يكون على هيئة أوراق رقيقة فى وعاء موضوع أمام كل اسطوانة ، و يسحق و يغربل (راجع شكل ١) ، والسكينتان المستعملتان فى 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 فى أغلب الأحوال أجزاء إضافية عند ما يراد إنتاج نوع جيد من اللبن المجفف وعدم لمسه باليد فى أثناء العملية ، فإذ ذاك ينقل اللبن بعد تجفيفه بواسطة بريمة ناقلة تتحرك داخل الوعاء الموضوع أمام كل اسطوانة ، ثم يرفع برافع [3] خاص الى أعلى آلة السحق [4] ، ومنه يعبأ فى صفائح أو أكياس حسب الحاجة ، كما يركب أحيانا مجمع للبخار [5] فوق الاسطوانتين يتجمع فيه البخار المتصاعد من اللبن فى أثناء عملية التجفيف ، و يمر الى الجو ، و يسحب غالبا بواسطة مروحة ، ولكى يكون الجهاز كاملا يحتاج الى صهريج يوضع فى مستوى مرتفع بحيث يمر منه اللبن بتأثير ثقله الى آلة التجفيف ، و يركب على حامل حديدى خاص . وتختلف سعة هذا الصهريج باختلاف حجم الآلة ، و يرفع اليه اللبن إما بواسطة مضخة أو يصعد اليه العمال بواسطة سلم و يصب فيه اللبن من الصفائح (راجع الشكلين ٢ و ٣) .

---

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

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

الحجم ١	قطر الاسطوانة	١٢	بوصة وطولها	٢٤	بوصة . وتجفف	١٠	جالونات فى 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 التى تجففها هـذه الآلات بزيادة سرعة دوران الاسطوانات ورفع ضغط البخار الى ٨٠ رطلا للبوصة المربعة ، ولا بد فى هذه الأحوال أن تستعمل اسطوانات خاصة تلائم الضغط المذكور .

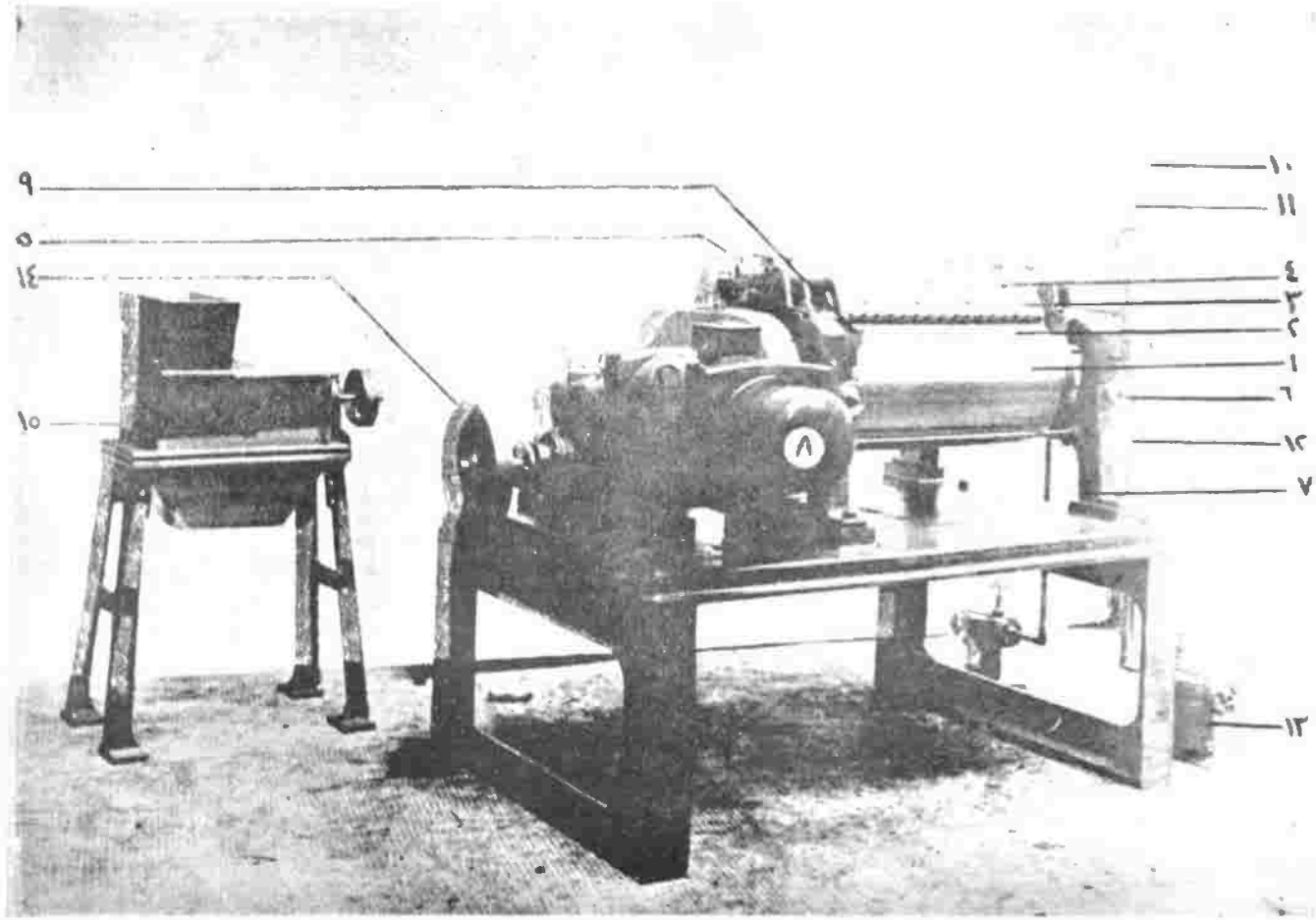
ومما يحسن ذكره أن استعمال الحجم الأصغر من هـذه الآلات قاصر على التجارب والأبحاث العلمية ، ونادرا ما يستعمل لأغراض تجارية (راجع الأشكال ٤ و٥ و٦ و٧) .

(٢) ملاحظات خاصة بادارة الجهاز والعناية به :

ولو أن الجهاز فى جملته بسيط التركيب سهل الإدارة ، إلا أنه لنجاح عملية التجفيف ، وجودة المسحوق الناتج بهـذه الطريقة ، تراعى فى صنع الجهاز وتركيبه وإدارته وضبطه اشتراطات خاصة نلخص أهمها فيما يلى :

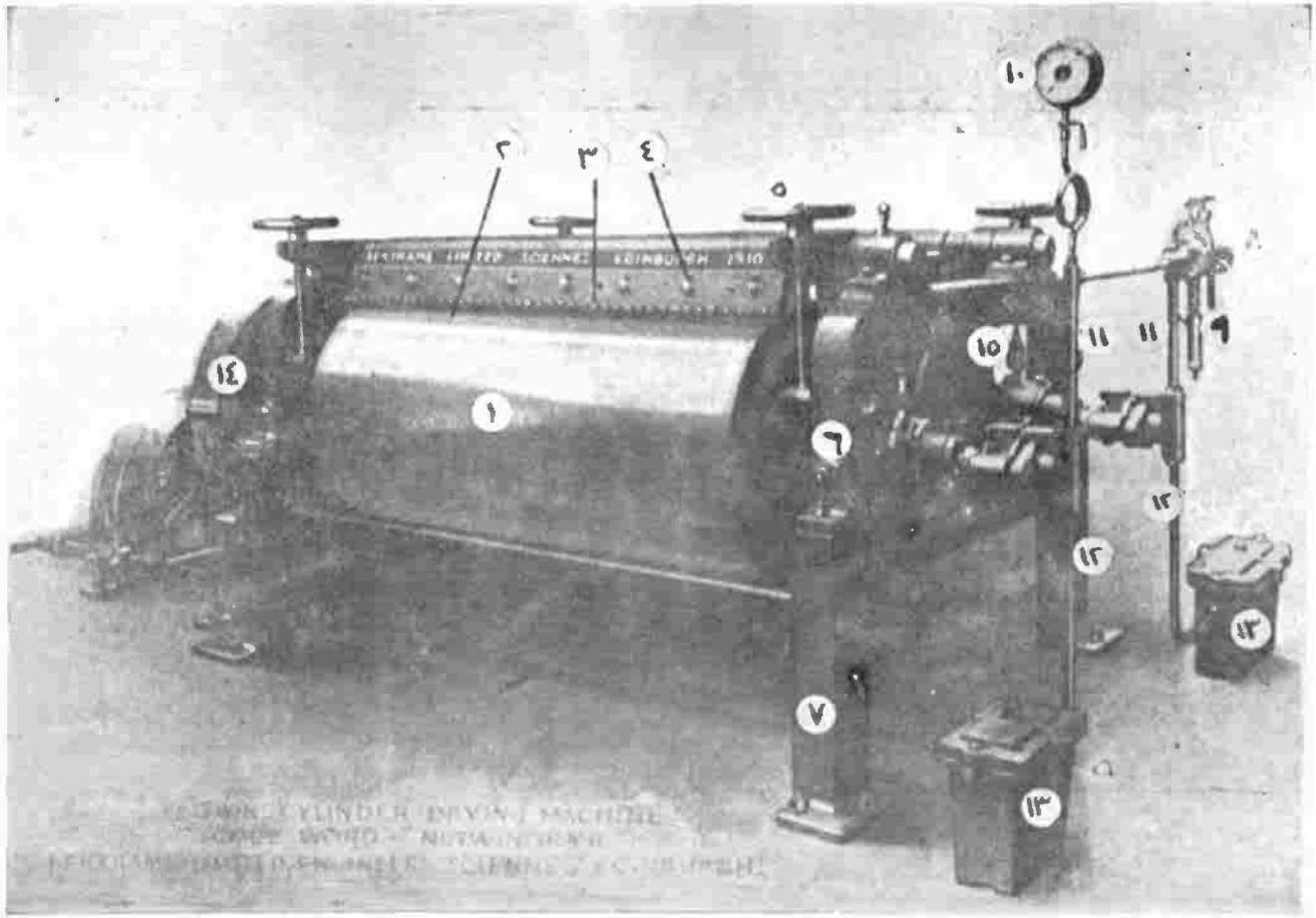
أولا — يعنى عناية تامة بصقل الاسطوانتين من الخارج وخرطهما من الداخل بحيث يكون سمك كل منهما منتظما ، وذلك لضمان توازنهما ، وتوزيع الحرارة على سطحيهما بالتساوى . كما يوجه الاهتمام الى اختيار المواد التى تصنع منها أجزاء الجهاز المختلفة حتى تضمن متانتها . إذ أن الجهاز ثقيل الوزن ، وحدوث أى اختلال فى توازنه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

ثانيا — لما كان الجهاز ثقيل الوزن كما قلنا ، لذا يشترط أن يكون الأساس الذى يحمله متينا ، ويفضل استعمال الأسمنت فى هذه الحالة .



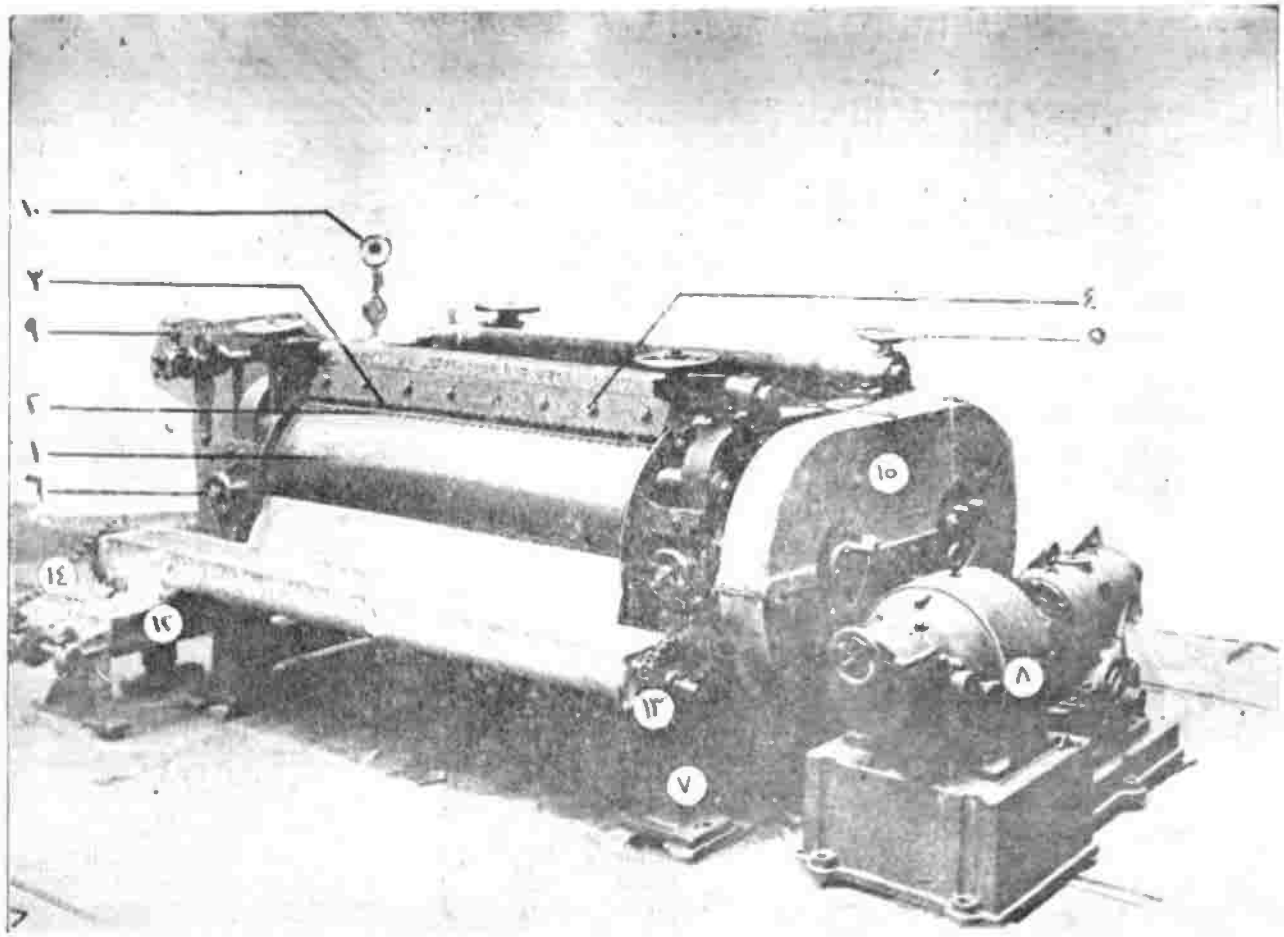
شكل ٤ — آلة تجفيف ذات اسطوانتين من الجهر رقم ١ ويشاهد بالشكل ما يأتى :

(١) إحدى الاسطوانتين (٢) حد السكين (٣) مسامير بريمه لضبط حد السكين (٤) حامل السكين (٥) عجلة يدوية لضبط حامل السكين (٦) إحدى العجلات اليدوية لتحريك الاسطوانة وتنظيم البعد بين الاسطوانتين (٧) حامل الآلة (٨) محرك لإدارة الآلة (٩) المريئة (١٠) مقياس الضغط (١١) حقنة (١٢) أنبوبة الماء المتكاثف فى الاسطوانة (١٣) حاجز البخار (١٤) عجلة لإدارة آلة سحق مر المحرك بواسطة سير (١٥) آلة السحق .



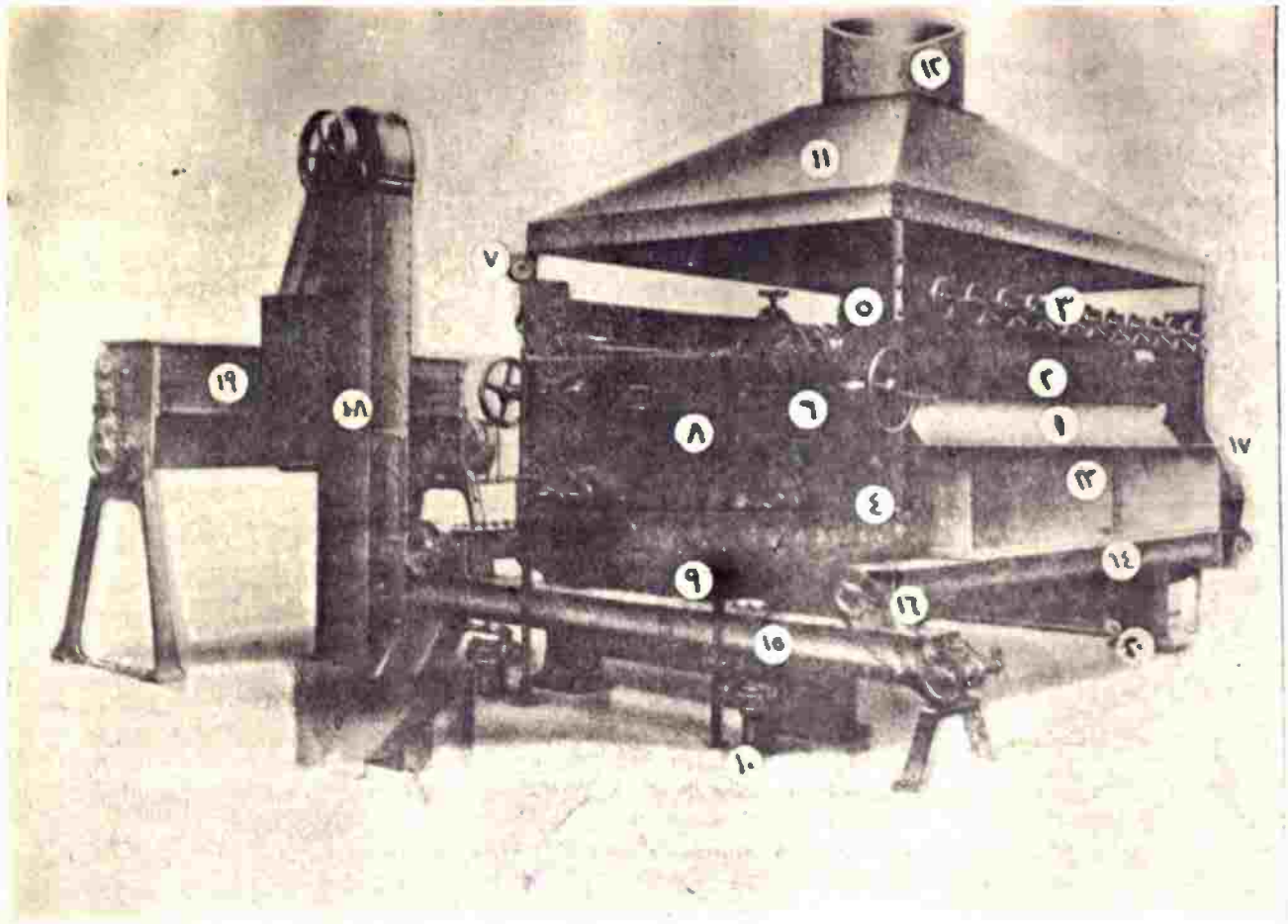
شكل ٥ — آلة تجفيف ذات اسطوانتين من انجرو رقم ٣ ويرى بالشكل ما يأتى :

(١) إحدى الاسطوانتين (٢) حد السكين (٣) مسامير بريه لضبط حد السكين (٤) مسامير بريه لضبط أجزاء السكين (٥) عجلة لضبط حامل السكين (٦) مسمار لتحريك الاسطوانة وتغيير العدين الاسطوانتين (٧) حامل الآلة (٨) مدخل البخار بالآلة (٩) صمام أمن وتخفيف (١٠) مقياس الضغط (١١) أنبوبة البخار الداخل (١٢) أنبوبة الماء المكثف الخارج من الاسطوانتين (١٣) حاجزا البخار (١٤) تروس لإدارة الآلة داخل غطاء (١٥) عزيزة .



شكل ٣ — آلة تجفيف ذات اسطوانتين من انجو رقم ٣ ويشاهد بالشكل ما يأتى :

(١) احدى الاسطوانتين (٢) حد السكين (٣) مسامير بريمة لضبط حد السكين (٤) مسامير بريمة لضبط أجزاء السكين (٥) عجلة يدوية لضبط حامل السكين (٦) احدى العجلات اليدوية لتحريك الاسطوانة وتنظيم البعد بين الاسطوانتين (٧) حامل الآلة (٨) محرك لإدارة الآلة (٩) صمام أمن وتخفيف (١٠) مقياس الضغط (١١) وعاء جمع اللبن المجفف تدور فيه بريمة ناقلة (١٢) وعاء جمع اللبن المجفف من الاسطوانتين تدور فيه بريمة ناقلة (١٣) جزء لإدارة البريمة الناقلة من المحرك (١٤) جزء لإدارة البريمة الناقلة العرضيـــة (١٥) تروس لإدارة الآلة داخل غطاء .



شكل ٧ — آلة تجفيف ذات اسطوانتين من انتاج رقم ٦ كاملة بجميع ملحقاتها ويرى بالشكل ما يأتى :

(١) احدى الاسطوانتين (٢) أحد السكينين (٣) عجلات يدوية لضبط أجزاء السكين (٤) مسير لتحريك الاسطوانة (٥) مدخل البخار إلى الآلة (٦) صمام أمن وتخفيف (٧) مقياس ضغط (٨) أنبوبة البخار الداخل إلى الاسطوانة (٩) أنبوبة الماء المكثف (١٠) حامل البخار (١١) مجمع البخار (١٢) أنبوبة العادم (١٣) وعاء جمع اللبن المجفف من الاسطوانة (١٤) بريمة ناقلة طولية (١٥) بريمة ناقلة عرضية (١٦) جلبة لإدارة البريمة الناقلة العرضية (١٧) تروس الإدارة (١٨) رافع (١٩) آلة السحق (٢٠) حامل الآلة .

ثالثا — يجب أن يكون حدا السكينين منتظمين ومشحوذين 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 أفقيي الوضع عندئذ ، كما يراعى أن يكون طول الجزء البارز من كلا السكينين ¼ ٢ 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 يخفض 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 .

وتتسبب سرعة استهلاك السكاكين إما عن صغر الجزء البارز تحت الألواح الساندة أو تحت الحوامل ، أو تتسبب 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 و يصب 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 يمتنع مرورها بعد عدة دورات قلائل .

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 الضرورى أن يكون ضغط البخار فى القزان زائدا 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 فى القزان ٦٠ رطلا على الأقل . كما يجب أن ينظم صمام الأمن والتخفيف بحيث يفتح من تلقاء نفسه على ضغط يزيد خمسة أرطال عن ضغط التشغيل. ويجب أن يختبر من وقت لآخر بواسطة المانومتر المركب على أنبوبة البخار الداخل .

ثامنا — ينبغى 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 لكى لا يحصل فقد كبير فى الحرارة ، كما يلزم أن يوضع صمام عند نقطة اتصال كل أنبوبة فرعية بأنبوبة البخار الرئيسية الآتية من القزان . ويجب أن تكون هذه الصمامات مقفلة فى حالة عدم استعمال الأنابيب الفرعية حتى لا يعود البخار المتكاثف فيها إلى الأنبوبة الرئيسية ، وحتى يبقى البخار فى الأنبوبة الرئيسية جافا .

تاسعا — فى 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 تؤدى عملها تماما .

عاشرا — قبل البدء بتشغيل الآلة تفتح حواجز البخار ويمرر البخار فى الاسطوانات ، أو تعمل فتحة جانبية [1] 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 وخرج 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 فى حالة وقوف الآلة بالنقر على الاسطوانات ، ومعرفة مستوى سطح الماء فيها من الصوت .

ثانى 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 صهريج ذى صمام كروى سعته ١٠ جالونات يوضع بين الصهريج العمومى والأنبوبة الرشاشة التى يصب فيها اللبن على الاسطوانتين . وعلى أى حال لا يجب أن يزيد عمق اللبن فى الفجوة عن ثلاث بوصات ، وإلا تسبب عن قوة غليانه وصول جزء منه الى اللبن الجاف .

---

(1) By—pass.

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 فى وصف العملية ، لأن توزيع الحرارة فى 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 يعنى بتنظيف سطوح الاسطوانات أولا بصب عدة جرادل من الماء فى الفجوة ، ثم تنظيفها بخرقة مبللة قبل وقوفها ، وتستمر عملية التنظيف هذه حتى لا يتبقى عليها شيء بدليل عدم ظهور آثار ابن مجفف على السكاكين ، وأخيرا تدهن الاسطوانات بطبقة خفيفة من القازلين وهذه يمكن إزالتها بسهولة قبل ابتداء العملية للمرة التالية . واتباع هذا النظام يضمن بقاء الاسطوانات لامعة دائما ، والحصول على ابن مجفف من صنف جيد بأوفر كمية .

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

سادس عشر — وأخيرا تنبغى العناية بتزييت الآلة وذلك ببقاء المزايت [1] مملوءة باستمرار ، وضبطها بحيث يقطر منها الزيت فى 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 كمتوسط :

يتج 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 ، وفى أغلب الأحوال يصب كما هو على الاسطوانات ، إلا أنه أحيانا يفضل تسخينه مبدئيا إلى درجة ١٨٠ فهرنهيت .

---

(١) Oil Cups

(٢)

وعملية التركيز الأولى[١] للبن الكامل او للبن الفرز ليست شائعة الاستعمال لأن اللبن يغلى فى الفجوة بين الاسطوانتين ويتركز إلى حد ما عند ذلك . وقد تقتصر فائدة التركيز المبدئى على إزالة جزء كبير من الماء الموجود باللبن على درجة حرارة لاتؤثر فى تركيبه .

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

والشرش أصعب فى تجفيفه من اللبن المخيض بالنسبة الى انخفاض نسبة المواد الصلبة به وتكرمل[٢] السكر مما يجعله قابلا للالتصاق على الاسطوانات ، وصعب الإزالة من عليها ، ويمكن تجفيفه بنجاح بعد تركيزه بنسبة ٧ او ٨ : ١ ، أو بعد إضافة دقيق الذرة أو السن بنسبة ٥٪ وبذا يمكن الحصول على مسحوق ملائم جدا لتغذية الدجاج .

وقد استنبط فى السنين الأخيرة الكابتن جولدنج بمعهد أبحاث الألبان فى ردنج طريقة للتسخين المبدئى[٣] لتركيز السائل وجعله أكثر ملاءمة للتجفيف ، وهذه الطريقة توافق تجفيف الشرش ، وتستعمل فى بعض المعامل بنجاح ، وسنأتى على شرحها عند الكلام عن معهد ردنج .

(٤) مقادير البخار والقوة اللازمة لإدارة آلة تجفيف :

حصلت فى أثناء زياراتى لمصانع برترام ولمعامل تجفيف اللبن التى 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 يلى بيان استهلاك البخار والقوة اللازمة لإدارة الآلات بأحجامها الستة التى أوضحت من قبل :

الآلة حجم ١ تستهلك ١١٤ رطلا من البخار فى الساعة وتلزم لإدارتها ٣ أحصنة .

« ٢ « ٤٠٠ « « « « « ٥ «

« ٣ « ٨٥٠ « « « « « ٨ «

« ٤ « ١١٤٠ « « « « « ١٠ «

« ٥ « ١٧٠٠ « « « « « ١٨ حصانا

« 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 الذى يحصل بالتشعع فى أثناء العملية .

ومما تجب ملاحظته أنه فى حالة استعمال بريمة ناقلة لرفع اللبن المجفف إلى أعلى جهاز السحق تلزم قوة إضافية لذلك تقدر بحصانين فى حالة الأحجام ١ و٢ و٣ ، وبثلاثة أحصنة فى حالة الحجم ٤ ، وبخمسة فى الحجمين ٥ و ٦ .

(٥) أثمـان آلات التجفيف وملحقاتها :

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

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

ومما يلاحظ أن الأثمـان المذكورة تشمل أجور الحزم والشحن وقيمة التأمين ، بمعنى أنها تسليم الاسكندرية . أما الملحقات فهى التى ذكرت فى 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 الالات الكبيرة الحجم نسبيا مثل ٢و٣ ، إلا أنها نادرا ما تستعمل مع الحجم ١ ، وكل ما يلزم لهذه الالة صندوق من الخشب لاستلام اللبن المجفف ومنخل ، وفى الغالب ستعمل جهاز سحق صغير .

أما الصهريج الذى يستعمل لإمداد الالة باللبن فتكون سعته فى حالة الآلتين ٢ و ٣ ثلاثين جالونا ، ويصنع عادة من النحاس المطلى بطبقة من القصدير ، وتركب عليه حنفية منظمة ويبلغ ثمنه ٢٧ جنيها ، 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 للبن 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 الجبن وغيرهما ، وفى كل الحالات يلزم عامل واحد متمرن لمباشرة قزان 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 القزان 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 الاكثر ارتفاعا تؤدى بلا شك الى تقليل نفقات الإنتاج .

تجفف الاله 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 فى اللبن الفرز) أما البخار الذى يستهلك فى كلتا الحالتين لعملية التجفيف فيقدر بنحو ٨٥٠ رطلا فى الساعة بضغط ٥٠ رطلا للبوصة المربعة ، بفرض توافر العناية بإدارة الالة ومراعاة الاشتراطات التى تكفل انتظام سيرها .

فلو اشتغلت الآلة المذكورة سبع ساعات فى اليوم فإنها تجفف :

٨٠ × ٧ = ٥٦٠ جالونا من اللبن الكامل الدهن .

وهذه الكمية يلزم لها من البخار ٨٥٠ × ٧ = ٥٩٥٠ رطلا .

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

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

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

١٠ × ٧ = ٧٠ حصانا أى حوالى ٥٢,٥ كيلووات ساعة .

فإذا اعتبرنا أن ثمن الكيلووات من الكهرباء للصانع الكبيرة نوعا هو حوالى ٩ مليمات ؛ يكون ثمن القوة اللازمة للإدارة فى اليوم :

٥٢,٥ × ٩ = ٤٧٢,٥ مليما .

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

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

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

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

$$\frac{١٨٠٠٠٠}{٣٠٠} = ٦٠٠ \text{ مليم .}$$

وعلى ذلك يكون ملخص جملة النفقات كما يأتى :

	مليم	جنيه
فحم	٦٨٣	—
كهرباء	٤٧٣	—
أجور العمال	٢٠٠	—
استهلاك المبانى والالات ... الخ	٦٠٠	—
المجموع	٩٥٦	١

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

	مليم	جنيه
٥٦٠ × ١٠ × ٤ =	٤٠٠	٢٢

فتصير جملة المبلغ

مليم	جنيه	مليم	جنيه
٩٥٦	١ +	٤٠٠	٢٢ = ٣٥٦ ٢٤

وهذا المبلغ لو وزع على جملة الناتج اليومى وهو ٧٠٠ رطل من المسحوق لكانت جملة نفقات إنتاج الرطل الواحد : $\frac{٢٤٣٥٦}{٧٠٠}$ = ٣٤٫٨ مليم .

وعلى هذا القياس لو حسبنا نفقات إنتاج مسحوق اللبن الفرز ، وقدرنا ثمن الرطل الواحد من اللبن الفرز السائل بمليم كانت جملة النفقات كالا تى :

	مليم	جنيه
فحم وكهرباء وعمال واستهلاك ... الخ ... ... =	٩٥٦	١
لبن فرز سائل ٧٠ × ١٠ × ٧ × ١ ... ... =	٩٠٠	٤
الجملة ... ... =	٨٥٦	٦

أى أن نفقات إنتاج الرطل الواحد من المسحوق الفرز :

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

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 :

	جنيه
آلة تعبئة	٦٠
آلة لإقفال الصفائح	٥٠
نفقات تركيب الآلتين	١٠
المجموع	١٢٠

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

وهـذه 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 صفائح تسع الواحدة منها من ٥٠ إلى ٢٠٠ رطل ، وهذه لا تضيف الى نفقات إنتاج الرطل غير مليم أو مليمين ، على الأكثر ؛ لأن التعبئـة تجرى من آلة السحق فى الأكياس أو الصناديق مبـاشرة 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 مليما، وجدنا أنه من الممكن صناعة مسحوق اللبن بأصنافه المختلفة فى مصر بربح لا بأس به ، وأنه يرجى لهذه الصناعة مستقبل باهر لو عنى بها العناية الكافية .

ذكرنا فيما سبق أن الالة حجم ٣ هى الأكثر استعمالا فى المعامل المتوسطة الحجم بانجلترا ، وقدرنا نفقات إنتاج اللبن المجفف فى مصر على أساس استعمال هـذه الآلة ، ولكن ربما تعذر الحصول على كمية اللبن كلها اللازمة لإدارة هذه الآلة فى منطقة واحدة ، اللهم إلا إذا ركبت الآلة فى معمل تابع لجمعية تعاونيـة ، أو لإحدى شركات الألبان الكبيرة ، على أن يجفف به اللبن الكامل الدهن أو اللبن الفرز حيث تصنع الزبدة بكميات كبيرة ، وليس من المرغوب فيـه بالطبع تركيب مثل هذه الآلة فى مكان لا يتيسر فيه الحصول على كمية اللبن الكافية ، وتشغيل الآلة مدة قصيرة يوميا ، فإن ذلك يتسبب عنه ارتفاع نفقات الإنتاج، فى 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 اللـبن باستعمال آلة من الحجم الأصغر نوعا (حجم ٢) حتى يعرف الفرق بين نفقات الإنتاج فى كلتا الحالتين .

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

	مليم	جنيه
فحم $\frac{٤٠٠ \times ٧ \times ١٨٠}{٧ \times ٢٢٤٠}$	= ٣٢١,٤	—
كهرباء ٧ × ٠,٧٥ × ٧ × ١٠	= ٣٦٧,٥	—
عمال	= ٢٠٠	—
استهلاك المبانى والآلات (٠/٠١٥)	= ٤٩٠	—
لبن كامل الدهن ٣٧ × ١٠ × ٧ × ٤	= ٣٦٠	١٠
الجملة	٧٣٨,٩	١١

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

وتكون نفقات إنتاج الرطل المسحوق الفرز كما يأتى :

	مليم	جنيه
فحم وكهرباء وعمال واستهلاك الخ	= ٣٧٨,٩	١
لبن فرز بسعر مليم للرطل ٣٣ × ١٠ × ٧ × ١	= ٣١٠	٢
الجملة	٦٨٨,٩	٣

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

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

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

(١) إذا وجدت المبانى المناسبة من الاصل لوضع الالة أو إذا كان تركيبها فى معمل به امكنة خالية صالحة لهذا العمل .

(٢) اذا 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 الكهربائى اللازم للإدارة بثمن أقل من المدرج ببيان النفقات .

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

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

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

(٧) إذا صنع المسحوق الفرز، وقدرنا للرطل من اللبن السائل الفرز نصف مليم بدلا من مليم كما كنا فى تقدير النفقات ، وذلك فى الجهات التى يقل فيها استعمال اللبن الفرز على صنع الجبن القريش (على اعتبار أن كل ستة أرطال من اللبن الفرز يصنع منها رطل من الجبن القريش ويباع بحوالى أربعة مليمات أو خمسة ، ويتكلف فى 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 بانجلترا 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[1] باسكتلنده

يتبع هذا المعمل شركة الألبان المتحدة[2] 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 منتجيه 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[3] حيث يعقم اللبن ويباع بالقطاعى ، بسعر مناسب نوعا ، على أن يصنع من اللبن الزائد عن حاجة المعامل المتحدة جبن وزبد ، ويجفف 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 اليها من المناطق القريبة من لندن ، ومن ثم جهز معمل سوربى بآلة إضافية للتجفيف ، وعمد إلى تحويل الكميات الكبيرة من الألبان التى ترد اليه إلى منتجات يسهل تصديرها إلى مختلف الجهات البعيدة دون تعرضها للتلف السريع ، وبذا أصبح صنع مسحوق اللبن من العمليات الرئيسية ، وعدل نظام العمل على الوجه الآتى :

---

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

يجرى استلام اللبن من كل مورد فى الصباح الباكر على حدة ،و يوزن بواسطة آلة أوتوماتيكية ثم يصفى و يمرر فى مسخن ترفع فيه حرارته الى ١٠٠ فهرنهيت ، وتفرز القشدة ، وتعقم بالطريقة البطيئة ، ثم تبرد وتعبأ فى صفائح ،وهذه يحكم سدها ،وتحفظ فى مخزن بارد ،وترسل حسب الحاجة الى مختلف الجهات ، أما اللبن الفرز فيدفع بمضخة الى صهريج كبير مكشوف فى حجرة متسعة ملاصقة لحجرة الفرز والتبريد ، و يدفع من هـذا الصهريج بمضخة أخرى الى آلتى التجفيف مارا بأنبوبتين ، ويصب من فتحات جانبية بهما فى الفجوة المحصورة بين اسـطوانتى كل آلة وتنظم سرعة تدفق اللبن من الأنبوبتين بواسطة حنفية .

تبتدئ عملية التجفيف فى الساعة السابعة صباحا ، وتستمر الى العاشرة مساء ، ويبـلغ مجموع اللبن الذى يجفف فى اليوم ١٥٠٠ جالون (أى أن كل آلة تشتغل بمعدل خمسين جالونا فى الساعة) و ينتج من ذلك ١٣٠٠ رطل من المسـحوق ، أى ينتج نحو ٠,٨٧ من الرطل من كل جالون من اللبن السائل ، وقد يكون الحاصل أقل من النسبة المنتظرة ، ولكن ذلك يرجع الى قدم عهد هاتين الآلتين فإن تاريخ صنعهما يرجع الى سنوات عديدة .

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

وتدار الآلتان كما تدار بقية الأجهزة بواسطة آلة رئيسية خاصة بالمعمل ، وتبلغ سرعة الاسطوانات ١٤ دورة فى الدقيقة ، وبعد تمـام تجفيف اللبن يجرى سحقه آليا ، ويخصص لعملية التجفيف عاملان ، أحدهما لمباشرة سـير الآلتين ، والآخر لعمليتى السحق وتعبئة المسحوق فى أكياس ، ويباع أغلب اللبن المجفف الذى ينتجه هذا المعمل للمخابز (حيث يستعمل فى صنع البسكويت) .

ويستعمل اللبن الفرز الزائد عن حاجة العملية (عملية التجفيف) فى صناعة الكازين .

٢ — معملان لتجفيف اللبن الفرز وصنع القشدة والزبدة

معملا تشتستر ومارشى

يقع معمل تشتستر [١] فى البـلدة المعروفة بهـذا الاسم فى جنوب انجلترا وهو حديث جدا ، و يقتصر عمله على صناعة الزبدة والقشدة واللبن الفرز المجفف ، وهو بسـيط من حيث البناء ، إذ يتألف من حجرة متسعة بها مبادل حرارة [٢] وآلة لفرز القشدة وممخض وعصارة [٣] و آلة لقطع الزبدة وجهاز تعقيم على دفعات ، وصهريج لتجهيز الروبة (البادئ) وصهريج استلام ، وصهريجين

(١) Chichester (٢) Heat Exchanger (A.P.V.) (٣) Worker

آخرين ، أحدهما لخزن اللبن ، والآخر للماء ، 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 قطيع من الأبقار لتموينه باللبن اللازم ، ولكنه يستورد كميات أخرى تكميلية من مزارعين آخرين لسد حاجاته ، ويبلغ مجموع اللبن الذى يستلمه يوميا من ١٤٠٠ الى ١٥٠٠ جالون فى أشهر الشتاء ، ولكن هذه الكمية تقل كثيرا فى مدة الصيف فتبلغ فقط ٤٠٠ جالون .

عند وصول اللبن يصب فى صهريج استلام سعته ٦٠٠ جالون ، حيث يصفى مبدئيا ، ثم يدفع بمضخة فى مبادل الحرارة ، فيسخن بالبخار الى درجة ١١٠ فهرنهيت فى الجزء الأول من الجهاز المذكور ، ومنه يمر الى آلة الفرز ، واللبن الفرز إما أن يعبأ مباشرة فى صفائح ويباع على هذه الصورة لمربى الدواجن ، أو يدفع بمضخة أخرى الى صهريج من الألومنيوم مرتفع سعته ٤٠٠ جالون فيخزن فيه ، ويمر تدريجا الى آلة التجفيف بتأثير ثقله ، وينظم تدفقه بواسطة حنفية .

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

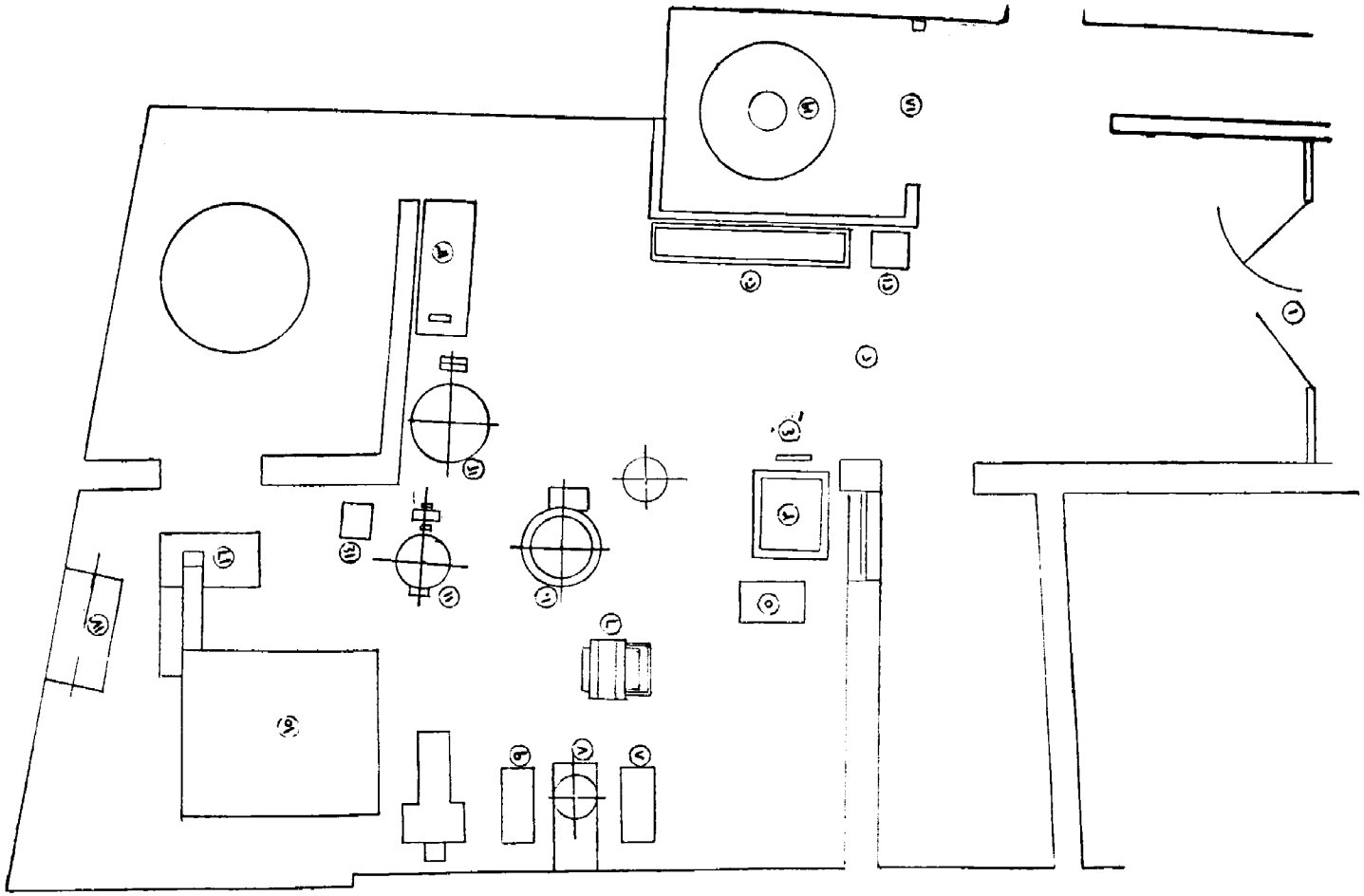
وجهاز مبادل الحرارة المذكور قد سبق لنا وصفه وشرح مزاياه ضمن رسالة خاصة بتعقيم اللبن ، ولكن زيادة فى الفائدة نأتى هنا على شكل يبين نظام سير العمليات المختلفة من تسخين وتبريد التى يقوم بها الجهاز فى هذه الحالة ، كما نأتى على رسم يبين الشكل الخارجى لجهاز من هذا النوع (راجع شكل ٩ و ١٠) .

وعند خروج القشدة من مبادل الحرارة ، إما أن تعبأ فى صفائح معقمة ، أو تمر إلى المعقم على دفعات [1] الذى يستعمل فى هذه الحالة كصهريج لإنضاج القشدة ، وعند تمام نضجها تصنع منها الزبدة ، وتدار آلات صنع الزبدة جميعها فى هذا المعمل بالكهرباء .

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

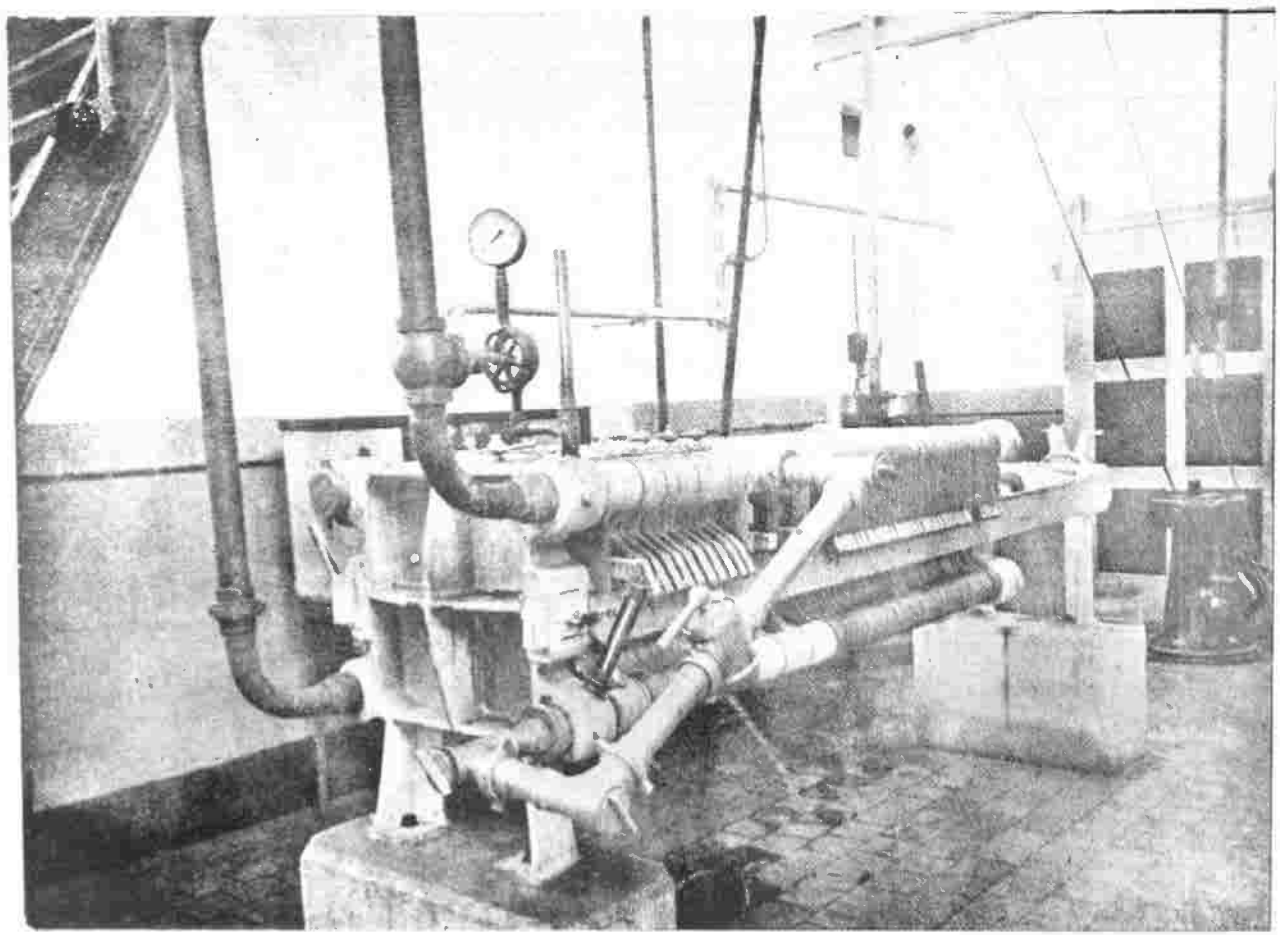
---

(١) Batch Pasteuriser

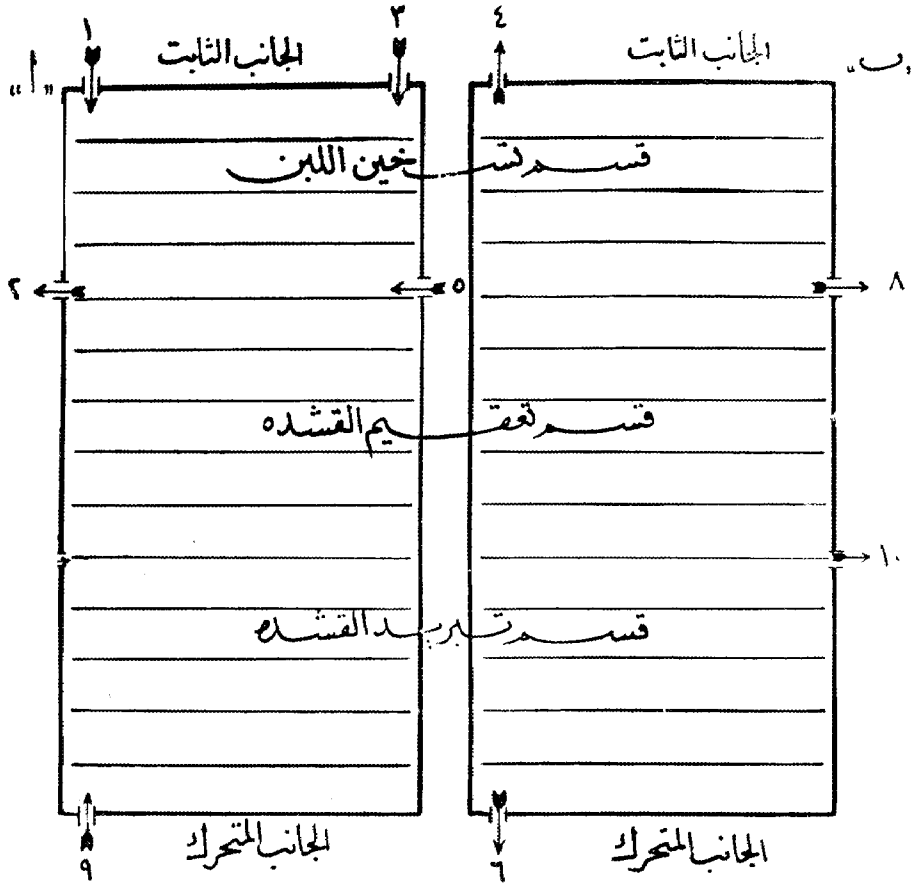


شكل ٨ — مسقط أفقى عمومى لمعمل تشتمل عليه مواقع الأجهزة ويرى بالشكل ما يأتى :

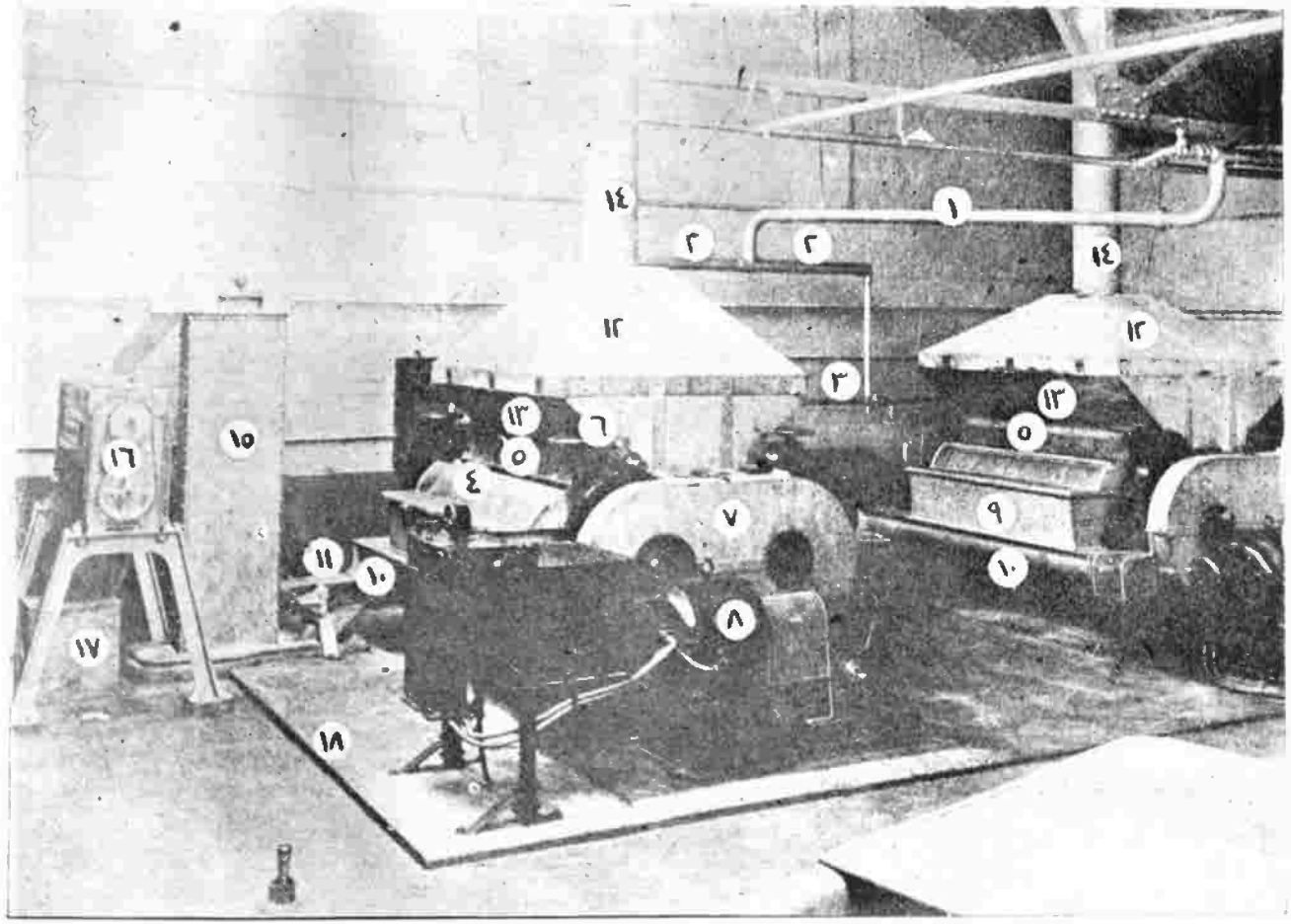
(١) مدخل المعمل (٢) المدخل الداخلى للعمل (٣) صهريج استلام اللبن (٤) قضيب لسند الصفائح فى أثناء صبها بالصهريج (٥) مضخة اللبن (٦) مبادل الحرارة (٧) آلة فرز (٨) مضخة القشدة (٩) مضـــخة اللبن الفرز (١٠) صهريج إنضاج القشدة (١١) آلة مخض القشدة (١٢) مجففة الزبدة (١٣) منضدة لتقطيع الزبدة (١٤) محرك (١٥) آلة التجفيف (١٦) آلة السحق (١٧) مضخة الماء (١٨) مدخل حجرة قزان البخار (١٩) قزان البخار (٢٠) معقم للا نابيب (٢١) معقم لصفائح اللبن .



شكل ٩ — جهاز مبادل الحرارة مشابه للمستعمل فى معمل تشنستر وتجرى بواسطة عمليات تسخين وتبريد اللبن والقشدة



شكل ١٠ — يبين سير عمليات التسخين والتبريد التى يقوم بها مبادل الحرارة فى معمل تشنستر 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 التجفيف المركبة تعمل مرتين :

(١) أنبوبة البخار الرئيسية (٢) أنبوبة تحمل البخار إلى كل من آلتي تجفيف (٣) أنبوبة لتغذية الآلة باللبن (٤) أسطوانة التجفيف مركبة عليه شبكة من أسلاك تجز اللبن الجاف (٥) سكين (٦) عجلة لضبط السكين (٧) تروس لإدارة الآلة (٨) محرك (٩) وعاء يجمع اللبن المجفف (١٠) بريمة ناقلة (١١) بريمة عرضية لنقل اللبن المجفف من الأسطوانتين (١٢) مجمع للبخار (١٣) ألواح جانبية تجز الت. المتكثف (١٤) أنبوبة العادم مركب في نهايتها مروحة (١٥) راتج (١٦) آلة لسحق (١٧) وعاء يعبأ فيه اللبن المجفف (١٨) لبنة من الأسمنت مركب عليها آلة التجفيف .

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

وقزان البخار الرئيسى يسخن بالفحم ، ويشتغل بضغط ٧٥ رطلا للبوصة المربعة إلا أن هذا الضغط يخفف بواسطة صمام خاص قبل دخوله فى الاسطوانتين الى ٥٠ رطلا فقط . وتتصل بحاجزى البخار أنبوبتان تمران على أرضية المعمل وتنقلان الماء الى خارج المعمل .

ويبخر القزان ١٤٠٠ رطل من الماء فى الساعة ، ويستعمل البخار فى تسخين أسطوانتى آلة التجفيف ، وفى تسخين الماء المستعمل فى غسل الأوانى والأجهزة وفى تعقيمها وفى تسخين اللبن وفى تعقيم القشدة .

ويجرى نقل اللبن المجفف وسحقه آليا ، ثم يعبأ فى زكائب أو صفائح ، ويباع للمخابز ومصانع الحلوى والدندرمة ومربى الدواجن وغير ذلك .

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

أما المعمل الثانى وهو معمل مارشى [1] فيقع بمدينة أدنبره باسكتلندا ، ولا يقتصر العمل فيه على صنع الزبدة وتجفيف اللبن الفرز المتخلف من هذه العملية ، بل تصنع به كذلك أنواع من الجبن الجاف كما يتجر باللبن السائل .

وتختلف معاملة اللبن فى هذا المعمل عنها فى المعمل السابق وصفه ، إذ يسخن اللبن المعد لصنع الزبدة فى مسخن مستمر [2] إلى درجة ١١٠ فهرنهيت ، ويدفعه المسخن فى آلة الفرز ، ومنها يعبأ اللبن الفرز فى صفائح ، وهذه تنقل ويفرغ مابها بواسطة العمال فى صهريج مرتفع يمر منه اللبن بتأثير ثقله فى أنبوبة تغذى آلتى التجفيف ، وينظم تدفق اللبن حنفيتان .

وآلتا التجفيف المذكورتان حديثتا الصنع ، وركبتا منذ أمد قريب ، وهما من الحجم (٣) ، وتجفف كل منهما فى المتوسط ٧٠ جالونا من اللبن الفرز فى الساعة ، وينقل المسحوق آليا بواسطة بريمة ناقلة إلى قناة مشتركة توصله إلى آلة سحق واحدة ، وهاتان الآلتان من حيث التركيب ونظام الإدارة وسرعتها وضغط البخار لايختلفان عن آلة التجفيف التى أتينا على وصفها بالمعمل السابق (والشكل ١١) يبين القسم الخاص بالتجفيف فى 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 إجمالا فى الرسالة الخاصة بتعقيم اللبن ، ولذا سنقصر الكلام هنا على وصف عملية تجفيف اللبن .

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

يختلف نظام العمل فى هذا المعمل عنه فى المعامل السابق ذكرها من جملة وجوه ، ففى حين أن المعامل الأخرى تقتصر على تجفيف اللبن الفرز إذ يجفف فيه كلا اللبن الفرز واللبن الكامل الدهن ، فضلا عن أن اللبن بنوعيه المذكورين يجرى تركيزه قبل التجفيف ، ويتلخص نظام العمل فى هذا المعمل فيما يلى :

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

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

وتختلف سرعة إدارة آلات التجفيف وضغط البخار الذى تشتغل عليه عما هو متبع فى جميع المعامل السابقة ، وذلك بالنسبة لانخفاض نسبة الماء فى اللبن المركز ، وقصر المدة اللازمة لتجفيفه تبعا لذلك ، ولأنه أكثر تأثرا بالحرارة من اللبن السائل ، ومن ذلك فان الاسطوانات تدور بسرعة ١٤ دورة فى الدقيقة ، بدلا من ١٢ ، وضغط البخار فيها ٣٠ رطلا للبوصة المربعة بدلا من ٥٠ ، كما ذكرنا فى الأحوال السابقة .

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

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

ويستعمل اللبن المجفف الناتج بنوعيه فى المخابز وعلى الأخص فى صنع أنواع البسكويت .

٤ — معمل لتجفيف اللبن والشرش

معهد أبحاث الألبان بردنج

تخصص آلة التجفيف بمعهد ردنج رئيسيا للأبحاث التى تجرى على جهاز خاص بتسخين اللبن الكامل الدهن ، اللبن الفرز والشرش ومخاليط من الشرش ومواد أخرى تسخينا مبدئيا قبل التجفيف .

وآلة التجفيف المستعملة هنا هى من صنع برترام أيضا ، غير أنها من طراز قديم ، وكانت قد أهدتها الحكومة للمعهد المذكور منذ بضع سنوات لغرض التجارب ، وهى لاتختلف عن الآلات الحديثة فى تركيبها العمومى ، 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 التى بلغتها الآلات الحديثة من نفس النوع .

أما الغرض الرئيسى من جهاز التسخين المذكور فهو الانتفاع بالبخار الذى يتصاعد فى أثناء عملية التجفيف فى 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 التى تجفف نسبيا وقلة نفقات الإنتاج تبعا لذلك .

والجهاز المذكور مفيد جدا فى تجفيف الشرش على وجه الخصوص ، وذلك لأن هذا السائل يحتوى على نسبة منخفضة من المواد الصلبة ، ويصعب تجفيفه بطريقة الاسطوانات إلا إذا أجرى تركيزه جزئيا قبل التجفيف ، ولهذا ينتظر انتشار هذا الجهاز فى معامل الجبن 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 حفظة بطريقة بسيطة ملائمة مدة طويلة .

وقد تحسن الإشارة هنا إلى ان ابتكار هذا الجهاز كان نتيجة إعانة مالية منحتها جمعية انجلترا الزراعية الملكية لمعهد ردنج لغرض إجراء أبحاث على تجفيف الشرش .

والجهاز مركب من لوحين أملسين من النحاس المطلى بطبقة من القصدير يطلق عليهما لوحا التبخير [١] معلقان فى وضع عمودى فوق الفجوة المحصورة بين اسطوانتى 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 فى الحوض المذكور أنابيب يمر منها السائل على اللوحين بتأثير ثقلة فى طبقة منتظمة ، ويصب فى قناة مثبتة بأسفل 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 فى أثناء وجوده بالحوض وحال مروره على سطح اللوحين بواسطة البخار المتصاعد من آلة التجفيف مارا فى الحيز المحصور بين اللوحين . والبخار المتكثف فى الحيز المذكور يصرف بواسطة قناة بالطرف السفلى من كل من اللوحين .

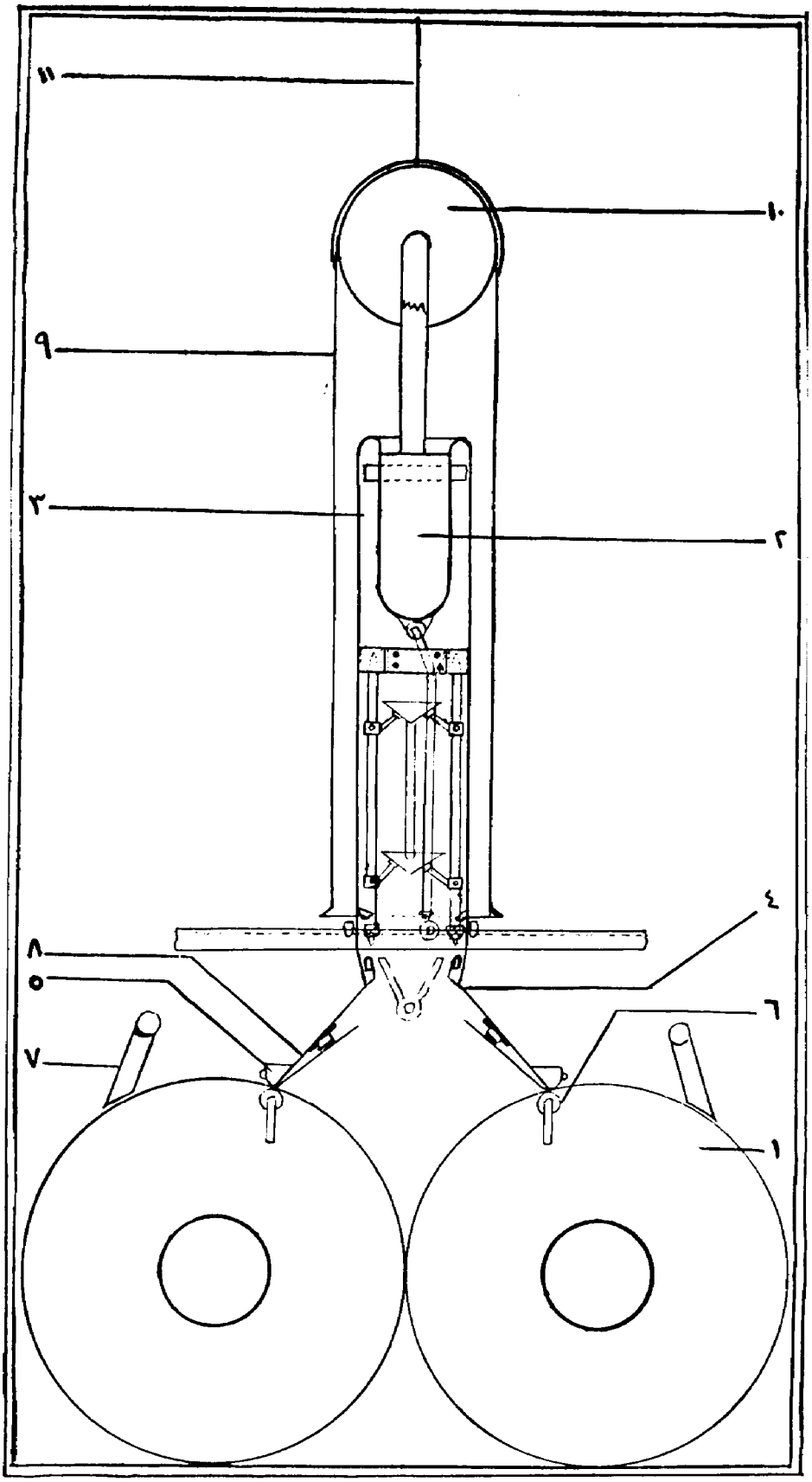
ويحيط بالجهاز غطاء يمكن تحريكه حركة عمودية أو جانبية ويسحب منه البخار المنبعث من السائل المار على سطح اللوحين بواسطة أنبوبة [٢] مركب فى طرفها العلوى مروحة (والشكل ١٢ يبين قطاعا رأسيا للجهاز ، وآلة التجفيف ويشاهد به ترتيب الأجزاء المختلفة) .

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

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

---

(١) Evaporating Sheets (٢) Exhaust duct



شكل ١٢ — قطاع رأسى بجهاز التسخين المبدئى المستعمل فى معهد ردنج وآلة التجفيف وترى بالشكل الأجزاء الرئيسية الآتية :
(١) اسطوانة التجفيف (٢) حوض التسخين المبدئى (٣) أحد لوحى التبخير (٤) الجزء الأسفل من لوح التبخير (٥) قناة يتجمع فيها السائل من لوح التبخير ويصب على الاسطوانة (٦) أنبوبة يسحب بواسطتها السائل الزائد عن الحاجة وفى نهايتها حنفية (٧) سكين (٨) قناة يتجمع فيها الماء المتكثف من البخار (٩) الغطاء الخارجى للجهاز (١٠) أنبوبة العادم مركب فى نهايتها مروحة (١١) أسلاك معلق بواسطتها الجهاز فوق آلة التجفيف ويمكن تحريكه بها .

ويتضمن الجدول الآتى مختصر نتائج بعض التجارب التى اجريت أخيرا بمعهد ردتج للوقوف على مدى فائدة استعمال جهاز التسخين مع آلة التجفيف ، ومن أهم ما يلاحظ فيها الاقتصاد فى كمية البخار المستعمل وما ينتج عن ذلك من الاقتصاد فى كمية الفحم .

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

والمسحوق الناتج جيد ، ولا يختلف عن المسحوق الذى ينتج من استعمال آلة التجفيف بمفردها ، وقد وجد مسحوق الشرش اقبالا على استعماله من أصحاب المخابز ، كما أنه يستعمل فى التغذية .

٥ — معمل يستخدم آلة التجفيف التجريبية فى الأبحاث

معامل جلاكسو بلندن

لمعامل جلاكسو بلندن شهرة عالمية فى صناعة المركبات الغنية بالڤيتامينات بجميع أنواعها التى تستعمل فى الطب ، وهى فوق ذلك تعنى بصنع عدد كبير من الأغذية الخاصة بالاطفال والمرضى والحوامل ، وقد وجهت اهتمامى على الأخص عند زيارتى لهذه المعامل الى دراسة الأغذية اللبنية المحفوظة .

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

جرى كذلك فحص المسحوق فى نيوزيلندة وتعبئته فى صفائح صغيرة وصناديق كبيرة ، ثم يرسل معامل جلاكسو بلندن . وهناك يعاد فحص عينات منه للوثوق من دقة التركيب الكيماوى ومن لاحيتها بكتريولوچيا . على أنه توجد بمعامل لندن آلة تجفيف صغيرة من الحجم (١) لغرض إجراء جارب بغية استخراج أصناف جديدة من الأغذية اللبنية ، وهـذه الآلة لا تختلف فى شىء عن صف الذى ذكرته فيما سبق .

وقد انتهت الأبحاث العلمية التى أجريت بمعامل جلاكسو الى عدة حقائق تختص بطرق تجفيف ن كانت لهـا قيمة عظيمة فى الأوساط العلمية . ومن أهم ما أثبتته هذه الأبحاث أن الڤيتامين ج) رغم ما هو معروف عن سرعة تأثره بالحرارة لا يتلف فى اللبن اذا عومل بطريقة الاسطوانات 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 الڤيتامين ، وهذه النتيجة تعزز رأى ير من الأطباء القائل بأن تغذية الأطفال بلبن طازج جفف بطريقة الاسطوانات وحفظ فى أوعية كمة القفل يحتوى على ڤيتامين (ج) بالقدر الذى يكفى لوقايتهم من مرض الاسقربوط .

كما أن هذه الأبحاث قد دلت على أن تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات كفيل بأبادة ميكروب درن إذا وجد به .

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

(١) مسحوق يشبه فى تركيبه لبن الأم[1]

ويتركب كالآتى :

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

(1) Humanised Milk

ويدخل فى تركيب هذا المسحوق غير ما ذكر من العناصر فيتامين (د) . ويضاف الى اللبن بنسبة ٢٠٠ وحدة دولية لكل بينت (رطل وربع) 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 هـذا الفيتامين الى اللبن يساعد على نمو الأطفال الذين يتغذون به نموا طبيعيا وعلى تكوين عظام قوية وأسنان جيدة .

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

وفيما عدا ذلك تزاد نسبة اللاكتوز وتخفض نسبة الدهن فى هذا اللبن ليضاهى القدر الموجود فى لبن الأم ، على أن اللاكتوز لا يضاف كله إلى اللبن قبل تجفيفه حتى لا يتكرمل فى أثناء هذه العملية فيأخذ المسحوق لونا بنيا ، ولكن تضاف ثلث الكمية قبل التجفيف ويخلط الباقى بالمسحوق بعد نهاية العملية .

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

(٢) مسحوق كامل الدهن [1] .

يتركب كالآتى :

	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

(1) Full Cream Powder

يتبع فى تحضير هذا المسحوق نفس الطريقة التى تتبع فى تحضير النوع الأول ولكن يختلف عنه رئيسيا من حيث التركيب فى أن نسبة الدهن به أكثر ارتفاعا ، وأنه لا يحوى من الڤيتامين وأملاح الحديد الا ما يوجد باللبن أصلا بغير إضافة خارجية . ويعتبر هذا المسحوق غذاء صالحا للأطفال بعد سن الثلاثة أو الأربعة الأشهر .

(٣) مسحوق نصف دهنى [١] .

يتركب كالآتى :

	مسحوق (نسبة مئوية)	سائل (١ مسحوق الى ٨ ماء) (نسبة مئوية)
دهن	١٦,٥	٢,٠
بروتين	٣١,٠	٣,٩
لاكتوز	٤٣,٠	٥,٤
رماد	٦,٠	٠,٨
سترات	١,٥	٠,٢
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 فى شىء ، وهو يصلح كغذاء وسطى للأطفال قبل تغذيتهم بالمسحوق الكامل الدهن وللأطفال الذين لا تحتمل قدرتهم الهضمية نسبة عالية من الدهن .

(٤) مسحوق ثلاث أرباع دهنى [٢]

تركيبه كالآتى :

	مسحوق (نسبة مئوية)	سائل (١ مسحوق الى ٨ ماء) (نسبة مئوية)
دهن	١٩,٨	٢,٥
بروتين	٢٥,٧	٣,٢
لاكتوز	٤٥,٥	٥,٧
رماد	٥,٥	٠,٧
سترات	١,٠	٠,١
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 الدهن فيه مرتفعة نوعا ، وقد يعطى للأطفال بعد فترة تغذيتهم بالمسحوق النصف الدهنى ، وقبل تغذيتهم بالكامل الدهن .

وتصنع معامل جلاكسو غير هذه الأغذية أصنافا أخرى يدخل اللبن جزئيا فى تركيبها ويخلط به ، أما دقيق القمح أو الشعير أو خلاصة المولت أو الدكسترين أو الشكولاتة الخ ، وتعتبر صالحة لغذاء الأطفال والكبار فى أحوال خاصة .

وقبل أن نختم الكلام عن هذه الأنواع تحسن الإشارة إلى أن اللبن يجفف فى صنعها جميعا بطريقة الاسطوانات دون سابق تعقيم أو تركيز .

واستعمال طريقة الاسطوانات فضلا عن أنه يضمن إبادة جميع الميكروبات المرضية التى قد توجد باللبن فإنه يؤثر فى بروتين اللبن بحيث يصبح الرائب المتكون منه أكثر قابلية للهضم من الرائب المتكون فى حالة لبن البقر الغير المجفف .

هذا وتعنى المصانع عناية خاصة بنظافة اللبن الخام المستعمل فى صنع المستحضرات اللبنية فتحتم على مورديها مراعاة الاشتراطات الصحية فى إنتاجه ونقله ، بحيث لا يزيد عدد البكتريا فى السنتيمتر المكعب عن ٣٠٠٠٠ ، إذ المعروف أنه لا يمكن الحصول على محصول جيد من مادة خام رديئة .

٦ — معمل يستخدم آلة تجفيف صغيرة ذات اسطوانة واحدة

مدرسة الالبان الأسكتلندية

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

يمر البخار إلى الاسطوانة الكبيرة من القزان الرئيسى ، وينظم ضغطه على ٤٠ رطلا للبوصة المربعة بواسطة محبس ومقياس للضغط ويخرج البخار المتكثف من أنبوبة خاصة مارا بحاجز بخار إلى مصرف ، وتدور الآلة بسرعة ١٢ — ١٤ دورة فى الدقيقة ، أما اللبن المراد تجفيفه فتنظم سرعة تدفقه من الحوض الكبير إلى حوض الآلة بواسطة حنفية .

ومن أهم مالوحظ فى أثناء إدارة هذه الالة أنه فى حالة استعمال اللبن الفرز أوحتى اللبن الكامل لايكون انتشاره على سطح الاسطوانة الصغيرة بطبقة منتظمة (بالنسبة لخفة قوامه) ولذلك لايكون تجفيفه منتظما والأفضل فى 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 .

انتهى بنا الحديث هنا عن مشاهداتنا فى بعض المعامل المجهزة بآلات تجفيف من صنع برترام. والان ننتقل إلى الكلام على أحد المصانع الكبيرة ذات الشهرة العالمية فى صنع الأغذية اللبنية المجففة التى وفقنا إلى زيارتها فى رحلتنا ، وهى تستخدم طريقة الاسطوانات ولكن آلاتها صنعت خصيصا بناء على تصميم خبرائها الفنيين ، وسنشرح فى سياق الكلام أوجه الخلاف بينها وبين آلات برترام، كما سنأتى على وصف موجز شامل لجميع الأدوار التى يمر بها اللبن من وقت إنتاجه إلى تعبئته ليقف القارئ على مبلغ المجهود الذى يصرف والعناية التى تبذل فى إعداد هذه الأغذية اللبنية التى اخذت نصيبا كبيرا فى وقتنا هذا من اهتمام رجال الطب والأمهات فى جميع البلدان المتحضرة، والتى تعتبر من اهم الأغذية الصناعية التى يستعاض بها عن غذاء الطفل الطبيعى — وهو لبن الأم — فى أحوال كثيرة .

٧ — معمل كبير لتجفيف اللبن وصنع الأغذية اللبنية

مصانع كاو أند جيت

أنشئت شركة كاو أند جيت [1] منذ أكثر من ربع قرن ، ويتبعها ثمانية مصانع موزعة فى غرب انجلترا وجنوب ويلز، وتستمد ألبانها من مواشى منتخبه أغلبها من نوع الشورتهورن، تتغذى من مراعى تلك الجهات التى أثبتت التجارب أنها ذات قيمة غذائية ممتازة وغنية بالمواد المعدنية من فوسفات وجير ، ولهذه الحقيقة دلالتها من حيث توافر ما بهذا اللبن من العناصر الغذائية الضرورية لبناء الجسم وتكوين العظام .

(١) تعاقد الشركة مع المنتجين :

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

(1) Cow & Gate

إنتاجه مباشرة ، ثم يبرد ، وتسهل الشركة للمنتج سبيل الحصول على المصفاة والمبرد بأجر زهيد ، ويتبع كل مصنع عدد من المفتشين مهمتهم الطواف بمحلات الإنتاج للتحقق من اتباع نصوص العقد ، ولتفهيم المنتجين مزايا وأهمية العمل بهذه النصوص ولأخذ العينات اللازمة للتحليل .

وسنشرح فيما يلى نظام العمل فى مصنع ونكاتن [1] الذى زرناه وتفقدنا جميع أقسامه باعتباره ممثلا لما هو متبع فى بقية مصانع الشركة .

(٢) جمع اللبن وأختباره :

يجمع اللبن المنتج بالاشتراطات السالفة الذكر فى صفائح كبيرة ، وينقل بواسطة سيارات نقل ذات ست عجلات مرتين يوميا من المنتجين الذين يبلغ عددهم فى هذه الحالة ١٣٠ ، وعند وصوله الى المصنع ، وقبل خلطه ، تؤخذ منه العينات اللازمة للتحليل البكتريولوجى والكيماوى ، أما الصفائح فتغسل بعد تفريغ محتوياتها ، أولا بالماء البارد ، ثم بمحلول صودا ساخن ، فبالماء الساخن ، وأخيرا تعقم بالهواء الساخن ، ويجرى ذلك كله فى آلة غسل خاصة دوّارة ، ثم يحكم قفل الأوانى قبل إعادتها للمنتجين .

وتحفظ العينة التى تؤخذ من لبن كل منتج على حدة ، وتضاف اليها العينات المأخوذة من ألبانه فى الأيام الستة التالية ، فيتكوّن منها عينة واحدة مجتمعة تستعمل فى اختبار الدهن والمواد الصلبة ، كما تؤخذ عينة أخرى مرة أسبوعيا من صفائح كل منتج للتحليل البكتريولوجى فتقدر فيها الحموضة ، ونسبة الراسب ، وعددالبكتريا الكلى ، ونسبة الميكروباتالمكونة لغازات . ويحتفظ المصنع بسجل خاص لكل منتج تدون به نتائج تحاليل عيناته ، ولا تستخدم هذه النتائج فقط للتحقق من نوع اللبن ولمعرفة ما إذا كان المنتج يعتنى 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 وللفوائد العظيمة التى جنتها الشركة من اتباعه نلخصه فيما يلى :

تمنح كل عينة عددا من الدرجات تتناسب مع نتيجة تحليلها ، وفيما يلى بيان الحد الأقصى للدرجات المقدرة للاختبارات المختلفة التى تجرى على اللبن .

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

(١) Winsanton

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 مليمات) فوق الثمن الأصلى 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 (مليمين) 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 (مليم) عن كل جالون . أما من يقى بعد ذلك من الموردين فلا يمنح مكافأة . وترسل نسخة من كشف لكل مورد شهريا مبينا 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 ونكانتن فى معملين أحدهما صغير بالدور السفلى ، والآخر كبير بالدور العلوى ، وتجرى فى الأول الاختبارات البسيطة السريعة مثل تقدير الحموضة والراسب والاختزال وإحصاء البكتريا بطريقة الميكروسكوب ، أما فى الثانى فيقدر عدد البكتريا بطريقه الأطباق ولسبة الميكروبات المكونه لغازات فى اللبن الخام ، وفى المسحوق ، كما تجرى جميع الاختبارات الكيماوية للبن وللواد المستعملة فى إعداد المسحوق ، كأوراق اللف 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 ونكانتن 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 للا طفال ، وتختلف نسبة ما يصنع من هذه المنتجات 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 فى صهريج ذى ميزان ، ويقيد وزنه فى بطاقة خاصة ، ثم يقلب الصهريج المذكور بحركة آلية فيفرغ مابه فى صهريج أكبر بأسفله ، وبذا يختلط بألبان الموردين الآخرين ، ومن ثم يدفع بواسطة مضخة إلى الدور العلوى حيث يمر أولا فى مسخن مبدئى[1] ثم فى منظف يشتغل بالطرد المركزى[2] لاستخلاص مايشوبه من أقذار 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 الى أعلى مبرد كبير مكشوف يمر على سطحه بتأثير ثقله ، فتخفض حرارته أولا بالماء ثم بمحلول ملح التبريد إلى درجة ٤٠ فهرنهيت ، وأخيرا يعبأ فى صفائح كبيرة محكم قفلها ، وتوزع مباشرة أو تحفظ فى أحد المخازن الباردة إلى أن يحين ميعاد توزيعها . أما اللبن المعد لصنع الزبدة فيمر بعد تنظيفه فى 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) تجفيف اللبن :

يبرد اللبن المراد تجفيفه بعد مروره فى المنظف إلى حوالى درجة ٥٠ فهرنهيت بواسطة المبرد المكشوف ، ثم يمر إلى صهريجين كبيرين من الألمنيوم يسع كل منهما ٢٠٠ جالون موضوعين فى حجرة خاصة ملاصقة لحجرة التجفيف . وفى هذين الصهريجين يخلط اللبن جيدا وتقدر نسبة الدهن والمواد الصلبة الغير الدهنية فيه ، ثم يجرى تعديل نسبة الدهن المئوية تبعا لنوع المسحوق المراد إعداده . وتتم عملية التعديل[3] هذه بسهولة بواسطة جداول مبينا بها كمية القشدة أو اللبن الفرز التى تلزم إضافتها لكمية معينة من اللبن يحتوى على نسبة مئوية 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 فى تحضير المساحيق اللبنية ، إذ من المعلوم أن نسبة الدهن فى اللبن تتغير بتغير فصول السنة ونوع غذاء الحيوان ، ومن الضرورى لكى تكون تغذية الطفل صحية ، وعلى أساس قويم ، أن يكون غذاؤه منتظم التركيب ، ولو علمنا أن تغذية الطفل على غذاء يختلف تركيبه يوما بعد يوم ، تؤدى فى كثير من الأحيان الى اختلال فى الهضم ، ويؤثر فى نمو الطفل تبعا لذلك ، لتبينت لنا أهمية العناية بتعديل نسبة الدهن وانتظام التركيب . ولبن كاواند جيت غذاء معدل تماما يحتوى فى كل الأوقات على نسبة مئوية معينة ثابتة ملائمة من الدهن ، وأنه غير عرضة للاختلاف وعدم الانتظام فى التركيب مثل اللبن السائل والأغذية الأخرى .

---

(١) Ppheater (٢) Centrifugal Cleaning Machine (٣) Standarisation

ولا يقتصر على خلط اللبن وتعديل نسبة الدهن اليه فى هذين الصهريجين ، بل يضاف اليه فى حالة صنع أنواع مخصوصة من الأغذية اللبنية الخاصة بالأطفال ، المرضى مواد أخرى غير القشدة واللبن الفرز ، سيأتى الكلام عنها فى موضع آخر ، ثم يعاد تقليب اللبن جيدا كى 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 فى الشكل والحجم والتركيب ومثبتة على قواعد من الأسمنت ، وموضوعة فى صف واحد ، وهى لاتختلف فى مظهرها العام ونظام إدارتها عن آلات برترام ، الا فى بعض نقط طفيفة سيأتى ذكرها ضمنا فى الوصف التالى .

تستمد هذه الآلات البخار من قزانين كبيرين (يشتغلان بالتناوب) بواسطة أنبوبة رئيسية تخرج منها أنبوبة فرعية مركب عليها مقياس ضغط متصل بكل آلة ، ويتراوح ضغط البخار الذى تشتغل عليه الآلات المختلفة بين ٤٠ و ٤٥ رطلا للبوصة ، والبخار المتكثف داخل الاسطوانات يمر فى حواجز البخار كالمعتاد ، ثم يصرف بأنبوبة تحت سطح الأرض ويعود إلى قزان البخار ، أما البخار المتصاعد فى أثناء عملية التجفيف فانه يمر إلى مجمّع محكم فوق كل آلة ويسحب بأنبوبة متصلة به مركبة عليها مروحة ، وبذلك لايتسرب شىء من هذا البخار فى جو حجرة التجفيف .

ويصل اللبن إلى كل آلة بالنظام المعتاد أى بواسطة أنبوبة تغذية ذات فتحات جانبية ، غير أنه لايصب منها مباشرة على الاسطوانتين ، بل يمر أولا الى قناة مكشوفة واقعة بأسفلها حيث يبقى بها مدة قصيرة يسخن فى أثنائها تسخينا مبدئيا 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 قسما القناة انحدارا يسيرا إلى جهة الفتحة المذكورة ، وتدور فى كل من القسمين بريمة تنقل المسحوق الى الفتحة حيث يصل إلى وعاء ، وهذا يقوم العامل الذى يباشر الآلة بنقله وتفريغه فى آلة السحق بين حين وآخر ، وعندما يتم تنعيمه يعبأ فى صناديق كبيرة من الصفيح وينقل إلى قسم التعبئة .

وتتوقف كمية اللبن التى تجفف يوميا ومدة إدارة الآلات على الكمية المطلوبة من المسحوق ، ومما 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 يبذله العمال المكلفون بإدارة آلات التجفيف العشر من عناية فائقة بتزييتها وضبط أجزائها ونظافتها ، وهـذا من غير شك يزيد فى دقة العملية وحسن سير الآلات وجودة المسحوق الناتج . ولا يهمل هؤلاء العمال بجانب عنايتهم بالآلات اهتمامهم بنظافتهـم الشخصية وحسن هندامهم ونظافة وترتيب جميـع مشتملات حجرة التجفيف .

(٦) تعبئة المسحوق :

بعـد أن يتم تجفيف اللبن بالطريقة السابق ذكرها ، يمر فى آلة سحق حيث يحول الى مسحوق ناعم ، ويعبأ فى صفائح كبيرة ، ثم ينقل على هذه الحال من مصانع الشركة المختلفة الى قسم التعبئة والشحن الذى يوجد فى بناء خاص بالقرب من مصانع ونكانتن .

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

و بعد أن تجرى الاختبارات السابقة و يحصل على نتائج مرضية تخلط محتو يات الصناديق التى 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 ، و يسقط المسحوق بعد وزنه فى أكياس من الورق المشمع ، وهـذه إما أن توضع فى علب من الورق المقوى أو من الصفيح ، وفى كلتا الحالتين يدون عليها نوع المسحوق ووزنه وتاريخ صنعه . والأوعية التى من النوع الأول ترسل الى مراكز رعاية الطفل فى مختلف أنحاء انجلترا حيث تستهلك فى أيام قلائل ، أما النوع الثانى فيعد للبيع بالتجزئة (القطاعى) فى مخازن الأدوية ، أو يرسل الى الممالك الأجنبية ، ولذلك يحكم سده ، ويرتب فى صناديق من الخشب ، وهذه تقفل بالمسامير بواسطة آلة أوتوماتيكية ، و يرقم عليها نوع المسحوق وعدد العلب التى تحويها والجهة المرسلة اليها ، وتشحن هذه الصناديق من رصيف خاص ملاصق لبناء التعبئة فى عربات السكك الحديدية ، وتراعى الشركة صنع كميات من المسحوق بحيث تفى بحاجة التوزيع والتصدير فقط ، أى لا تصنع مقادير من المسحوق تزيد كثيرا عن الحاجة حتى لا تبقى مخزونة مدة طو يلة فيعتورها التلف ، و يرقم على العلب تاريخ يلى يوم الصنع بتسعة شهور ، و ينصح للمستهلك بعدم استعمال المسحوق بعد التاريخ المذكور ، والغرض من ذلك بالطبع هو أن تضمن الشركة للمستهلك جودة المسحوق وقت استعماله ، اذ ربمـا حصل به بعض التزنخ بعد انقضاء هذه المدة .

(٧) أنواع مستحضرات كاو أند جيت :

تعد مصانع كاواندجيت عدة أصناف من المستحضرات اللبنية تستعمل فى أغراض مختلفة لتغذية الأطفال والكبار والمرضى ، وسنعدد هذه الأنواع هنا إتماما للفائدة مع وصف موجز لكل منها والغرض الذى تستعمل فيه :

١ — مسحوق كامل الدهن

وهو عبارة عن لبن الأبقار الكامل الدهن دون أن يضاف اليه أو ينزع منه شيء قبل التجفيف ، وهو يستعمل لتغذية الأطفال تغذية عادية ويتركب كالآتى :

	مسحوق	بعد إضافة ٨ أجزاء ماء الى كل جزء مسحوق
ماء	٢,٥	٨٧,٩
دهن	٢٧,٣	٣,٤
بروتين	٢٦,٦	٣,٣
سكر اللبن	٣٧,٦	٤,٧
أملاح معدنية	٦,٠	٠,٧
	١٠٠,٠٠	١٠٠,٠

ولما كان لبن الأبقار على العموم ليس غنيا بالڤيتامين "ج" فإنه ينصح دائما بإعطاء الطفل قليلا من عصير الفواكه مثل البرتقال (نحو ملعقة شاى يوميا بجانب التغذية المعتادة باللبن الطازج أو بمسحوق اللبن) لتوافر هذا الڤيتامين به .

٢ — غذاء لبنى خاص بالتصدير الى الخارج

وهو غذاء كامل يصنع خصيصا للأطفال فيما وراء البحار ، ويصنع من اللبن الكامل الدهن بعد إجراء بعض تعديلات فى تركيبه كى يلائم أطفال الأجواء الاستوائية حسبما دلت تجارب التغذية التى أجراها باحثو الشركة . ويختلف عن النوع السابق فى تركيبه بانخفاض نسبة الدهن فيه إذ أنها ٢,٤ ٪ ، وباحتوائه على نسبة من سكر القصب (٨,٠ ٪) ، وفيما عدا ذلك فنسبة العناصر الأخرى واحدة فى 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 فى تغذية الأطفال من يوم الولادة لغاية سن الثلاثة الأشهر ، كما يعطى للأطفال الذين لا يقوى جهازهم الهضمى على هضم الدهن وتسبب كثرته فى غذائهم قىء شديد .

٤ — مسحوق اللبن الفرز

وهو عبارة عن لبن نزع منه جميع ما يحويه من دهن تقريبا قبل التجفيف ، وينصح باستعماله فى الحالات التى لا يمكن للطفل 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 فى الحالات السالفة الذكر على أن يعمد إلى تغذية الطفل تغذية عادية بالتدريج كلما تحسنت حالته الصحية ، وهذا المسحوق يفضل اللبن الطازج الذى نزعت 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 فى غرض معين ، ويتبع فى تحضيره نظام خاص ويختلف تركيبه عن الأنواع الأخرى .

ومن هذه غذاء يلائم الضعفاء من الأطفال الذين ليس فى طوقهم هضم الكميات العادية من الدهن والبروتين ، ولكنهم قادرون على هضم المواد الكربوايدراتيه ، ولذا يضاف إلى هذا الغذاء عند صنعه كمية من سكر القصب ، وهو يعتبر كذلك غذاء مؤقتا وفى المعتاد يستعاض عنه بمسحوق اللبن الفرز بعد بضعة أسابيع ، ثم بالمسحوق الكامل الدهن تدريجا ، ويسمى هذا الغذاء باسم فرايلاك [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 فى أثناء التجهيز نسبة من أملاح الحديد ويطلق عليه إسم هيمولاك [٢] .

---

(١) Fralac. (٢) Hemolac.

ومن بين هذه الأغذية آخر يصلح لتغذية الأطفال الذين فى دور النقاهة من بعض الأمراض كالحصبة والالتهاب الرئوى والانفلونزا ، فالمعروف أن معدة الطفل تفرز عصيرا ضعيف الحموضة فى أثناء مرضه وفى دور النقاهة من مثل هذه الأمراض ، وهو يصنع من لبن كامل الدهن أو نصف دهنى أو فرز ويضاف اليه فى أثناء التحضير كمية مناسبة من حمض اللبنيك وهو معروف باسم لاسيداك (١) .

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

وتعد هـذه المصانع كذلك غذاء آخر مفيدا فى حالات الإصابة بأكزيما الأطفال (٣) ، وفى هـذه الحالات ينصح عادة باستعمال لبن الماعز كعلاج ، ولما كان الحصول على مثل هذا اللبن طازجا ليس من الميسور دائما فوق أن نسبة الدهن فيه عالية بحيث لا تكون ملائمة فى أغلب الأحوال للتغذية العادية للأطفال ، كما أن نسبة الكربوايدرات منخفضة كثيرا فقد عنيت 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 كاواند جيت المهمة غذاء يصنع من اللبن الكامل الدهن بعد إضافة نسبة من ملح الكينين (٥) العديمة الطعم لأن الملح المذكور مفيد جدا فى علاج الأوبئة والحميات الخاصة بالمناطق الحارة ، وتعاطيه بهذه الصورة لا يشعر الانسان بمرارته الكريهة ، وهو مفيد للأطفال والكبار على حد سواء ، فوق أن اللبن نفسه يمد الجسم بما يحويه من العناصر المغذية وعلى الأخص الڤيتامينات وأملاح الكلسيوم والفسفور فانه يكون بحالة سهلة الهضم والامتصاص ، وهذا مهم فى حالات الإصابة بالأوبئة والحميات الاستوائية التى تبقى فيها قوة الهضم مضمحلة مدة من الزمن ، وقد ظهر من الأبحاث أن تعاطى هذا الغذاء يفيد كثيرا فى الوقاية من الإصابة بالملاريا ، ويزيد فى مقاومة الجسم للعدوى بهذا المرض ، كذلك ينصح باستعماله على الأخص للاطفال فى المناطق التى تكثر فيها الملاريا ويطلق على هذا الغذاء اسم لاكوين (٦)

---

(١) Lacidac. (٢) Peptalac. (٣) Infantile eczema. (٤) Caprolac. (٥) Quinine.
(٦) Lacquin.

وقد قامت المصانع المذكورة بإعداد مسحوق من اللبن والشكولاته أطلقت عليه اسم لبن الشكولاته [1] 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 فى تجفيفه طريقة الاسطوانات الساخنة كما هو الحال فى الأغذية الأخرى، ويعطى هذا الغذاء للأطفال فى دور النمو فيضيف الى غذائهم المعتاد كمية من اللبن والدهن بحالة سهلة الهضم لذيذة الطعم، كما يفيد تعاطيه كثيرا فى الحالات التى تستلزم مجهودا جسمانيا كبيرا وفى حالات فقر الدم فى الأطفال الكبار وعلى الأخص الحوامل والأمهات اللاتى وضعن حديثا ، وهو أيضا مفيد للمرضى والمتقدمين فى السن .

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

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

(٨) الأبحاث والتجارب التى قام بها موظفو الشركة :

قبل أن نختم الكلام عن مصانع كاواندجيت يجدر بنا أن نشير إلى أن التجارب الكثيرة التى قام بها الباحثون من موظفى هذه المصانع وغيرهم ممن استعانت بارائهم وخبرتهم الشركة دلت على أن لطريقة الاسطوانات كثيرا من المزايا التى تجعلها فى مقدمة الطرق الملائمة لإعداد الأغذية اللبنية الخاصة بالأطفال .

---

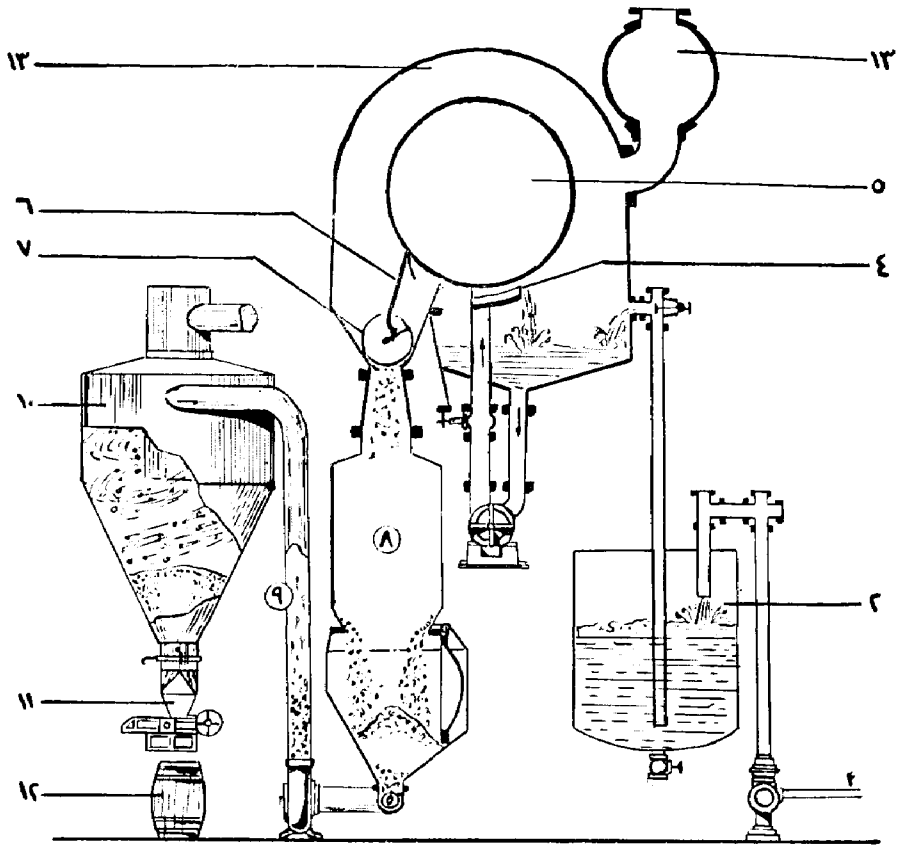
(١) Chocolate Milk.

فقد وجد هؤلاء أن مدة بقاء اللبن ملاصقا للاسطوانات فى أثناء العملية لا تتجاوز ثلاث ثوان، وأن حرارته فى الفترة المذكورة لا تزيد عن ٩٨ سنتجراد كما أنه يحيط به فى أثناء تجفيفه غشاء رقيق من البخار، وتبينوا أن هذا التسخين القصير المدى لايعرض مشتملات اللبن من ڤيتامينات وأملاح معدنية للتلف، لا سيما وأن غشاء البخار الذى يحيط باللبن يحول دون حدوث الأكسده. على أن تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات يستدعى عناية فائقة مستمرة بضبط حرارة الاسطوانات وسرعة دورانها وتنظيم كمية اللبن الذى يمر الى آلات التجفيف حتى تأتى العملية بالنتائج المرغوبة .

وقد أجريت تجارب كثيرة على اللبن المجفف من حيث قيمته فى التغذية، وثبت منها أن استعمال لبن البقر (أو لبن الجاموس) خاما فى تغذية الأطفال وهم فى دور الرضاعة (رغم انتشار استعماله على تلك الصورة) لا يلائم تماما هذا الغرض، لجهاز الطفل الهضمى يختلف عن نظيره فى العجول، ففى حين أن للطفل معدة واحدة دقيقة التركيب اذ للعجل أربع، فضلا عن أن الإفرازات الهضمية فى كلتا الحالتين مختلفة، ولذلك يشاهد إذا تعاطى الطفل لبن البقر أو الجاموس خاما تجبن فى معدته بحالة كل غليظة صلبة صعبة الهضم، وكثيرا ماينشأ عن هذه التغذية آلام وأرياح وقىء، فى حين أن العجول تستطيع هضم هذا اللبن بسهولة، إما إذا تعاطى الطفل لبن أمه انعقد فى 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 انعقاده فى معدة الطفل مشابها للبن الأم وسهل الهضم، ولذلك يعتبر مسحوق اللبن أكثر صلاحية لتغذية الأطفال فى دور الرضاعة من لبن البقر أو لبن الجاموس الطازج، وسنعود إلى الكلام عن هذا الموضوع فى بعض المناسبات الأخرى .

أما فيما يتعلق بألبان كاوند 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 فى السنتيمتر المكعب الواحد، فى حين أن اللبن الخام مهما بولغ فى العناية بإنتاجه لا يقل مايحويه فى الغالب عن بضع آلاف من البكتريا فى 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 فى بضعة معامل تستخدم هذه الطريقة، وسنشرح فيما يلى بإيجاز كيفية تجفيف اللبن بطريقة الاسطوانات مع التفريغ .



شكل ١٣ — رسم تخطيطى لجهاز التجفيف بطريقة الاسطوانات مع التفريغ وهو يبين سير العملية :

(١) ماسورة يمر فيها اللبن المركز الى جهاز التجفيف (٢) صهريج اللبن المركز (١٣ يسار) الغطاء المفرغ (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 يعبأ فيه المسحوق (١٣) توصيلة البخار الناتج من عملية التجفيف الى مكثف .

ثانيا — طريقة الأسطوانات والتفريغ

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

وتوجد جملة أنواع من هذه الآلات تقوم بصنعها عدة شركات أمريكية وألمانية وانجليزية ، وسنشرح فيما يلى تركيب إحداها وطريقة تشغيلها ، وهى آلة بافلوفاك [١] الأمريكية الشائعة الاستعمال فى تحضير كثير من الأغذية اللبنية المشهورة .

يركز اللبن قبل تجفيفه بهذه الطريقة فى جزء خاص بالجهاز ، ويمر من جهاز التركيز إلى صهريج (راجع شكل ١٣ الذى يبين أجزاء الجهاز وسير العملية) ، ثم يرفع من هذا الصهريج بتأثير التفريغ إلى قاع الغطاء المفرغ [٢] ويمر من أنبوبة فى أسفله يرفع من نهايتها السفلى بواسطة مضخة إلى قناة تغذية موضوعة تحت الاسطوانة المجففة بملاصقتها وبدوران الأسطوانة الساخنة تتغطى بطبقة منتظمة سميكة من اللبن الموجود بالقناة المذكورة وببقائه عليها أقل من دورة كاملة (أو حوالى ست إلى سبع ثوان) يتبخر ماؤه ، ثم يكحت 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] وفى نهايتها السفلية آلة سحق [٥] يعبأ منها المسحوق مباشرة فى أوعية مناسبة كالبراميل والصناديق .

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

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

---

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

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

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

وتصنع أنواع أخرى من أجهزة الأسطوانات والتفريغ يعتبر أقدمها النوع الألمانى المعروف باسم باسبرج [1] ، وهو مشابه فى تركيبه لجهاز بافلوفاك ، ويركز اللبن قبل تجفيفه بهذا الجهاز الى ٢ : ١ ، والجهاز الذى يجفف ٢٠٠ جالون من اللبن الكامل فى الساعة يحتاج الى قوة ٨ — ٩ أحصنة لإدارته ، وهو يشتغل على تفريغ ٢٧ — ٢٨ بوصة ، ولذا يسخن اللبن فيه الى حرارة ١١٤ — ١٠٤ فهرنهيت ، وتدور الاسطوانات بسرعة خمس دورات فى الدقيقة وضغط البخار من ١٤ — ١٥ رطلا للبوصة المربعة ، واستهلاك البخار ١,١ الى ١,٢ رطل بخار لكل رطل من الماء يبخر .

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

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

وقد ظهر أن المسحوق الذى يصنع بهذه الطريقة أكثر قابلية للاذابة فى الماء البارد بالنسبة الى الحرارة المخفضة نسبيا التى تستعمل فى تجفيفه ، كما أن اجراء عملية التجفيف بعيدا عن الهواء والأكسجين يحول دون تلوثه بالبكتريا وغيرها أو تأثر الفيتامينات ، وانه معتبر على العموم من نوع جيد جدا وصالح للتغذية .

وأما ما يؤخذ على هذه الطريقة اذا قورنت بطريقة الاسطوانات المكشوفة ، فهو صعوبة تفقد المسحوق واختباره فى 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 فى سير العملية .

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

---

(١) Passburgh.

٢ — التجفيف بطريقة السيور

استعملت هـذه الطريقة فى تجفيف كثير من المواد منذ بضع سنين ، ولكنها لم تستعمل فى تجفيف اللبن إلا منذ أمد قريب ، وبعد أن أدخلت عليها عدة تعديلات تلائم هذا الغرض ، وهى أحدث نسبيا من طريقتى الاسطوانات اللتين سبق وصفهما .

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

يركز اللبن أولا قبل تجفيفه فى جهاز خاص حتى تبلغ نسبة المواد الصلبة فيه ٦٥٪ ، ثم يمر الى جهاز التجفيف من فتحات مرنة ، وينشر على السيور بواسطة جملة أنابيب صغيرة موزعة فى إحدى نهايتى الجهاز ، ويبقى على هـذه السيور حتى يصل بحركتها الى نهاية الجهاز الأخرى حيث يكشط اللبن وهو بحالة رغوة متجمدة بواسطة مكاشط خاصة ، فيسقط فى آلة تكسير مبدئى ، ومن ثم يسقط فى وعاء استلام مركب به آلة طحن تحول اللبن المجفف الى مسحوق ناعم ، وهـذا يتجمع فى 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 فى جو مفرغ كذلك . ويوجد بالجهاز جملة منافذ زجاجية فى عدة مواضع لمراقبة سير العملية دون الالتجاء الى فتحه .

أما البخار المتصاعد فى أثناء عملية التجفيف فيخرج من الجهاز من أنبوبة خاصة ، ويمر الى مكثفات مركب عليها طارد للبخار ، ثم يسحب الهواء نهائيا بواسطة مضخة (راجع الشكلين ١٤ و١٥) .

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

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

أما أثمان هذه الأجهزة فهى كما يأتى بالجنيه :

	جهاز التركيز	جهاز التجفيف	آلة الطحن	الجهاز كاملا
جهاز ذو أربعة سيور ...	٣٠٠	٢٤٠٠	٢٠٠	٣٢٢٥
« « ستة « ...	٤٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠	٥٢٢٢
« « ثمانية « ...	٤٥٠	٤٥٠٠	٣٠٠	٥٨٣٤

وهذه الأثمان تشتمل غير ما ذكر على أوعية الاستلام وجميع الأنابيب 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 :

طحين جنيه

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

حصان

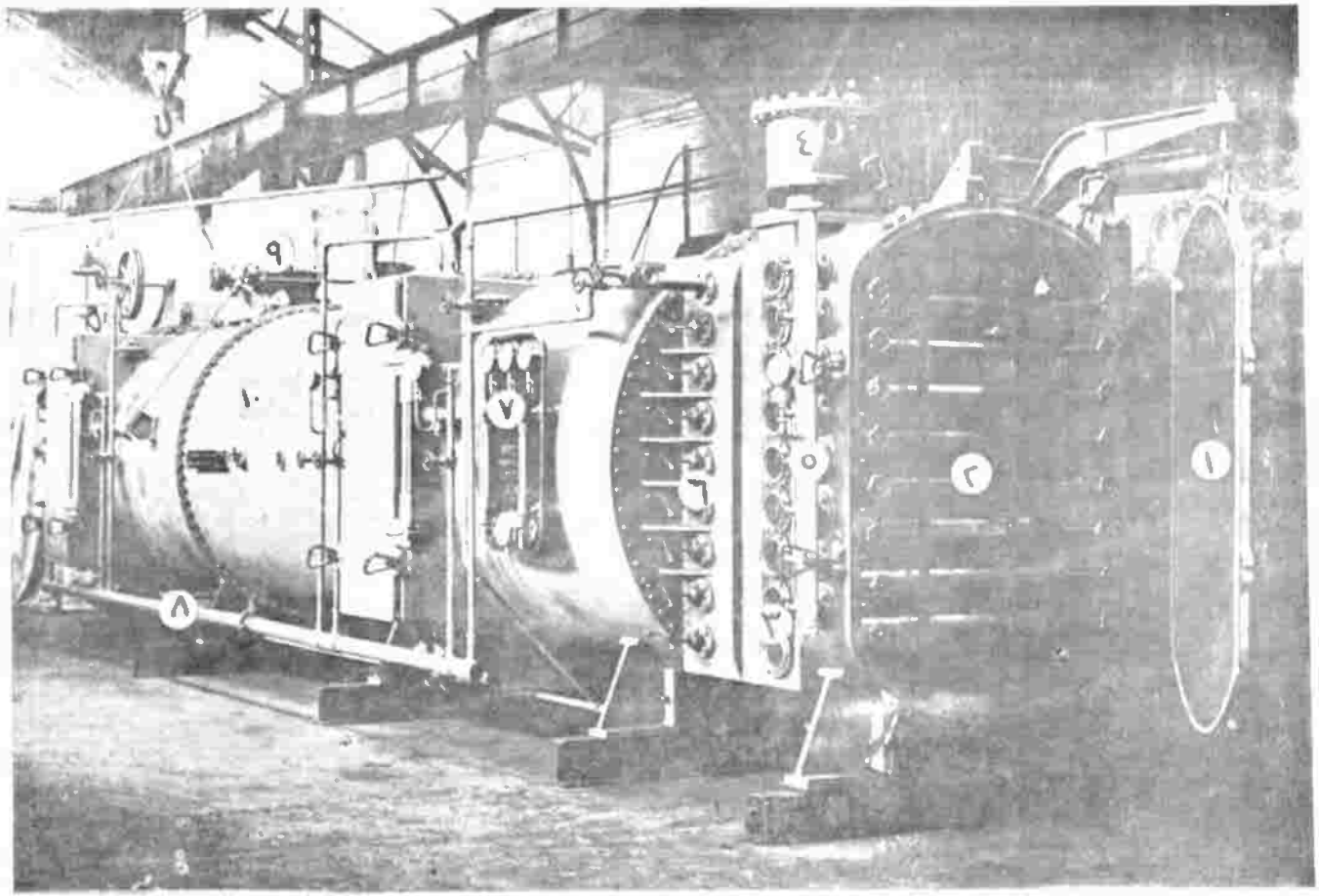
ثانيا — القوة الكهربائية : جهاز التركيز... ... ... ٥

جهاز التجفيف ٣

آلة الطحن ١٢

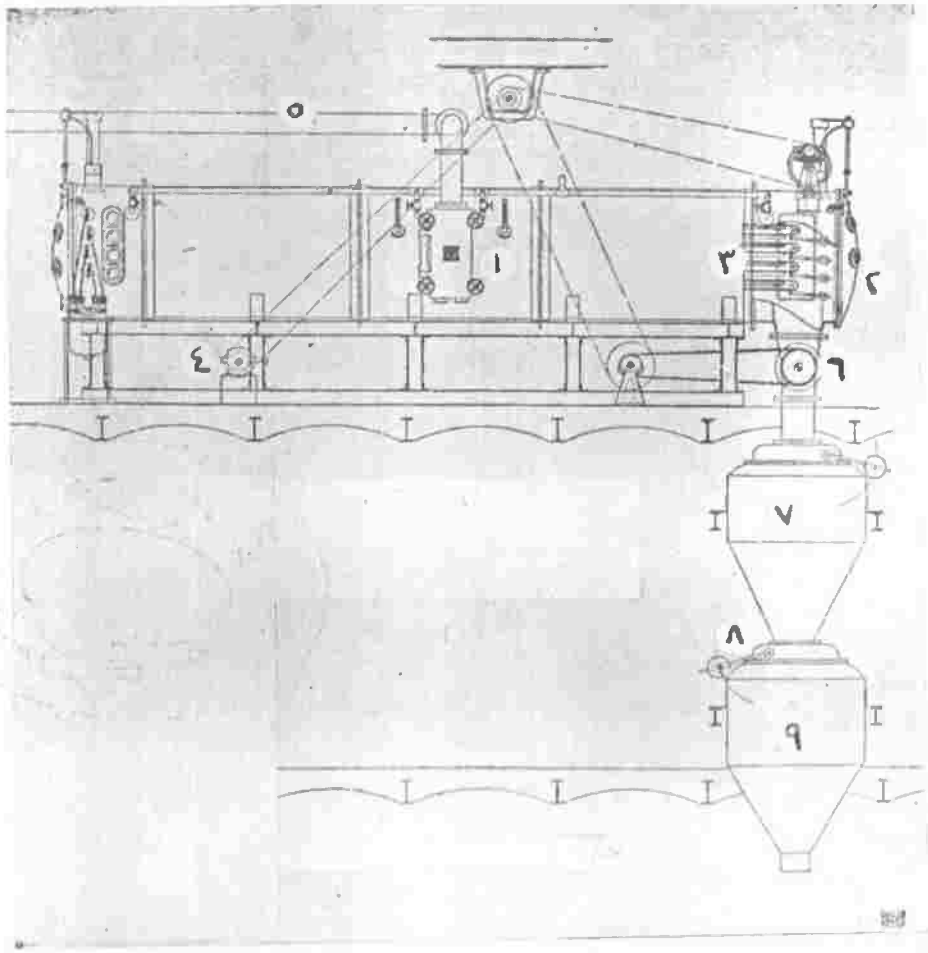
مضخة التفريغ ٨

الجملة ٢٨



شكل ١٤ — جهاز تجفيف ذو آلية سيور ويرى فيه :

(١) باب الجهاز الرئيسى (٢) السيور (٣) صفات زجاجية لمراقبة سير العملية (٤) وعاء التغذية (٥) صمامات التغذية (٦) منظم لسرعة السيور (٧) لوحة المقاييس (٨) ماسورة البخار الرئيسية (٩) تروس لتغيير السرعة (١٠) الغطاء الفرع .



شكل ١٥ — مسقط رأسى لجهاز تجفيف ذى أربعة سيور ويرى عليه :

(١) المجفف (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 المجفف يحتوى على آلة طحن (٨) صمام قفل (٩) وعاء استلام ثان يعبأ منه المسحوق .

	مليم	جنيه
أى ما يوازى ٢٨ × ١٨ × ٠,٧٥ = ٣٧٨ كيلووات ساعة بحساب تسعة مليمات للكيلووات (على اعتبار أن الجهاز يدار فى المدة التى يحتسب فيها التيار الكهربائى بقيمة مخفضة) ... ... =	٤٠٢	٣
ثالثا — فوائد رأس المال واستهلاك . الخ : (١٥ ٪) على مبلغ ٦٠٠٠ جنيه باعتبار ٣٠٠ يوم فى السنة ... ... =	٠٠٠	٣
رابعا — عمال : ستة عمال ٣ مناوبات كل مناوبة عاملان فيكون ما يصيب اليوم من أجرة العمال نحو ... ... =	٠٠٠	٢
خامسا — مصروفات نثرية ... ... =	٥٠٠	٠٠
الجملة ... ... =	٢٢٢	١٣

وهذا الجهاز ينتج كما قلنا ٢٤٠ رطلا من المسحوق فى الساعة الواحدة وبذلك يكون انتاجه اليومى ٢٤٠ × ١٨ = ٤٣٢٠ رطلا .

وإذا اعتبرنا أن ما يلزم من اللبن السائل الكامل الدهن يوميا هو حوالى ٣٤٥٦ جالونا لكى 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 مليمات .

٣٤٥٦٠ × ٤ = ١٣٨ جنيها و ٢٤٠ مليما .

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

$\frac{١٥١٤٦٢}{٤٣٢٠}$ = نحو ٣٥ مليما

ويلاحظ أنه لا يدخل فى هذا التقدير نفقات تعبئة المسحوق ولا ثمن الأوعية التى يعبأ فيها .

ويمكن تقدير النفقات النسبية لتشغيل الأجهزة الأصغر نوعا بنفس الطريقة السابق ذكرها ، على أنه ينبغى أن يلاحظ أن نفقات إدارة الأجهزة الصغيرة هى أكبر نوعا من الكبيرة ، أى أن نفقات إنتاج الرطل الواحد من المسحوق تكون أعلى نسبيا فى الأجهزة الصغيرة لأن أجور العمال متساوية فى كلتا الحالتين .

ومما تمتاز 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 يجفف بسهولة أكبر بهذه الطريقة عن أى طريقة أخرى ، وأنه بالنسبة للحرارة المنخفضة التى تستعمل فى هذه الطريقة ولأنها تجرى بعيدا عن الهواء والأكسجين فان 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 هى إحدى طرق التجفيف الرئيسية الناجحة ، وهى 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 تجرى على درجة حرارة منخفضة وهاتان ميزتان يجب توافرهما 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 . وهى ولو أن نظريتها بسيطة غير أنها تشتمل فى مجموعها على جملة عمليات تحتاج الى دقة فائقة فى أجزائها لكى تأتى بنتائج مرضية .

وتتلخص تفاصيل هذه الطريقة فى أن اللبن بعد استلامه واختباره للتحقق من صلاحيته لعملية التجفيف يسخن مبدئيا الى حوالى درجة ١٤٠ فهرنهيت أو فى أحوال أخرى يبستر الى درجة ١٤٥ فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، بعد ذلك إما أن يمر الى الرشاش[1] مباشرة أو الى مكثف ، وبعد تركيزه مبدئيا الى نسبة ٣ ½ — ١ فى حالة اللبن الكامل الدهن أو الى ٤ ½ — ١ فى حالة اللبن الفرز يرش على هيئة رذاذ فى المجفف[2] .

والهواء الذى يستخدم فى التجفيف يسحب من الجو ، ثم يمر فى مرشح ، ثم فى مسخن ؛ فترفع حرارته الى درجة تتراوح بين ٢٠٠ و ٣٠٠ فهرنهيت ، ومن ثم يدفع بواسطة مروحة إلى المجفف فيختلط برذاذ اللبن و يتبخر الماء سريعا و يسقط الرذاذ على هيئة ذرات جافة الى قاع المجفف وتمر بعض هذه الذرات مع تيار الهواء عند خروجه فتحجز فى جامع[3] أو فى أكياس مرشحة[4] ويتسبب عن اختلاط الهواء الساخن برذاذ اللبن انخفاض درجة حرارة الهواء الى حوالى ١٧٠ — ١٨٠ فهرنهيت 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 : أولهما تبخير الماء ، والثانى نقل البخار الناتج فى أثناء العملية .

وينتفع فى بعض الأحوال بالهواء الخارج من المجفف فى تسخين اللبن تسخينا مبدئيا 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 تشتغل 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) Atomiser. (٢) Drying Chamber. (٣) Collector. (٤) Filter Bags.

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

طريقة مريل سول (مصانع تروفود)

تقوم مصانع تروفود[٤] فى رنبرى[٥] وهى قرية صغيرة بمقاطعة تشيشر[٦] فى 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 والكيماوية اللازمة للتحقق من جودتها، وتستخدم منها الفان فى صنع الجبن ويستعمل الشرش الناتج فى صنع مسحوق الشرش كما يدخل جزء منه فى إعداد غذاء للأطفال ، أما بقية اللبن فيصنع منه مسحوق كامل الدهن ومسحوق اللبن الفرز كما يدخل أيضا فى إعداد غذاء الأطفال آنف الذكر .

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

أما اللبن المخصص لعملية التجفيف فإنه يستلم مباشرة على افريز 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) Merrell-Soule System. (٢) Milkal 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 صهريج كبير وتمزج جيدا قبل مرورها إلى المكثف .

تجرى عملية التركيز (إلى أن يحتوى اللبن على ٣٨٪ مواد صلبة) إما فى جهاز يشتغل بطريقة مستمرة بركز ٥٠٠ جالون فى الساعة وهو المستعمل فى أغلب الأحوال ، أو فى جهاز آخر يشتغل بطريقة متقطعة ، وهو احتياطى ويمر السائل من جهاز التركيز الى المجففات وعددها خمسة ، وهى عبارة عن حجر متلاصقة وكلها بحجم واحد يبلغ تقريبا ١٠ × ٨ × ٨ أقدام ، ومرتفعة عن أرضية المعمل بنحو أربعة أقدام ، ومبطنة بالقصدير ، ولكل منها رشاش [١] مركب فى أحد جوانبها يدفع منها السائل المركز فى الحجرة بواسطة مضخة تدفعه بضغط يبلغ ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة ، وفى الوقت ذاته يسخن هواء مرشح فى مسخنات خاصة إلى حوالى درجة ١٣٠ سنتجراد ، ويدفع أيضا بواسطة مضخة من عدة فتحات دقيقة تحيط بفتحة الرشاش [٢] فى المجفف ، وبذلك يجف رذاذ اللبن سريعا ويسقط المسحوق على أرضية المجفف ، ويمر الهواء ومعه الذرات الدقيقة من المسحوق فى جامع [٣] ، ثم فى عدة أكياس من القماش حيث تحجز بقايا المسحوق ، وأخيرا يمر الى الجو ، 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 .

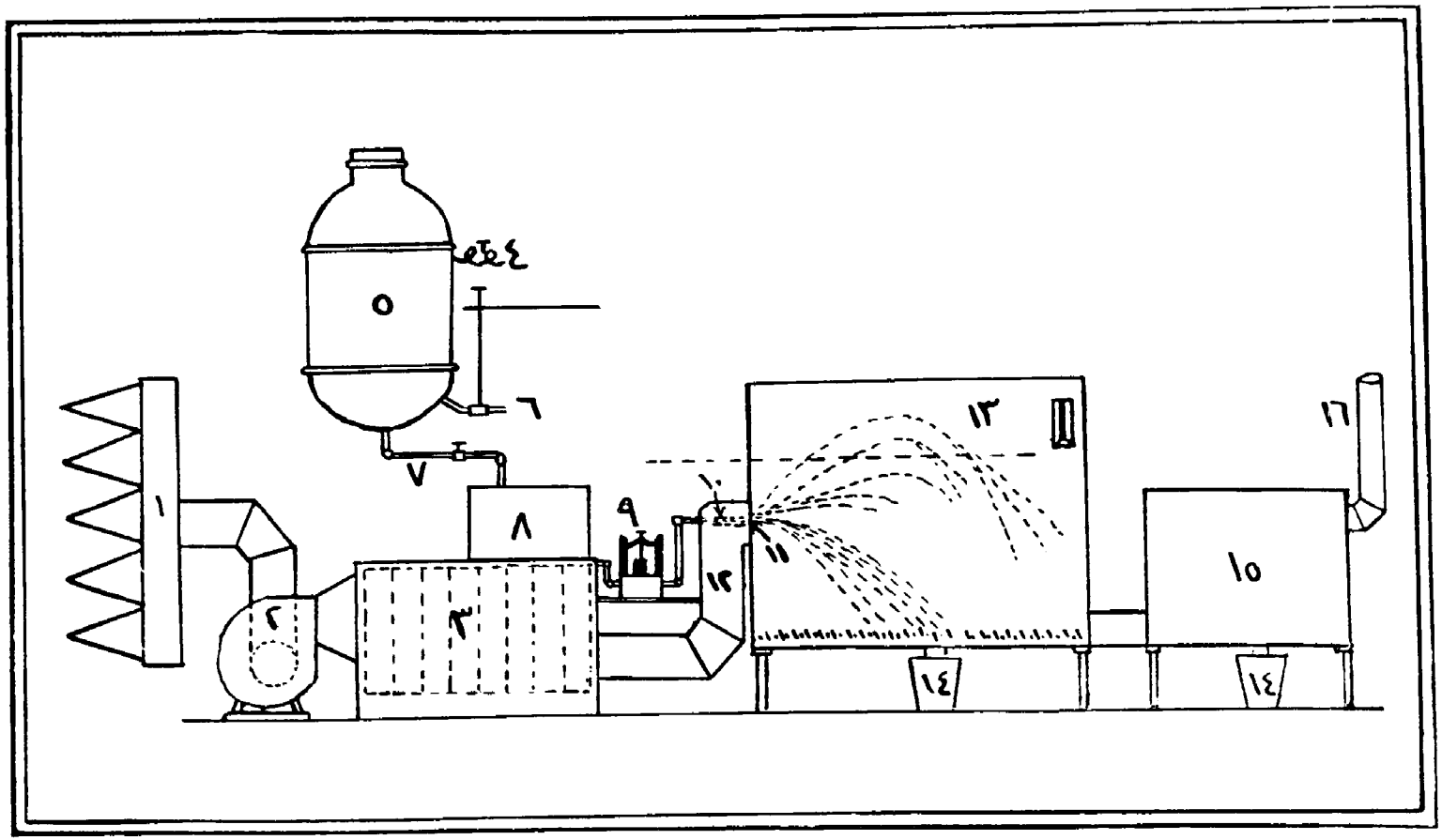
والبخار اللازم لعمليات تسخين اللبن وتعقيمه وتركيزه وتجفيفه ولتسخين الهواء يستمد من قزانين كبيرين موضوعين فى حجرة خاصة ملحقة بالجناح الكبير .

ويسير العمل فى هذه المصانع بنظام دقيق فيخصص النصف الأول من النهار لعمل الجبن 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 ملحق بالمصانع فيقدر عدد البكتريا الكلى فى الجرام الواحد منه وتختبر نسبة الميكروبات المعوية [٥] ، وتجرى اختبارات الاختمار واختزال المثيلين الأزرق .

---

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



شكل ١٦ — رسم تخطيطى لجهاز مريل سول ويرى به :

(١) مرشح للهواء (٢) مروحه (٣) مسخن للهواء (٤) مدخل اللبن (٥) جهاز مفرغ لتكرير اللبن (٦) مدخل البخار (٧) ماسورة اللبن المركز (٨) صهريج اللبن المركز (٩) مضخة ضاغطة للبن (١٠) مدخل اللبن فى المجفف (١١) ارشاش (١٢) مدخل الهواء فى المجفف (١٣) المجفف (١٤) وعاء جمع اللبن المجفف (١٥) جامع لذرات المسحوق الدقيقة (١٦) مخرج الهواء .

أما من حيث العمال الذين تستخدمهم هذه المصانع فعددهم على وجه التقريب كالآتى :

عدد	
٤	لمباشرة عمليات الوزن والفرز والتعقيم .
١	لعملية التركيز .
٢	« التجفيف .
٢	لصنع الجبن .
٤	بنات للتعبئة .

هذا عدا موظفى معمل الفحص والكتبة والمشرفين وعمال سيارات النقل .

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

وقد أجريت هذه المصانع ولا تزال تجرى الأبحاث الكثيرة بواسطة موظفيها الفنيين مستعينة بخبرة نخبة من مشاهير الأطباء والكيماويين على مقدار صلاحية الألبان المجففة والأغذية اللبنية للتغذية عموما ومدى تأثيرها فى الجهاز الهضمى للطفل وفى نموه وتكوينه ومقارنتها باللبن الطبيعى وبالأنواع الأخرى من الألبان المجففة . وقد دلت الأبحاث على أن لبن الأبقار لا يصلح تماما لتغذية صغار الأطفال ، ولا يقوم مقام لبن الأم فى 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 فى ذلك الى وجود نسبة كبيرة من الكازين فى لبن الأبقار ، وقد وجد أن لكثير من أغذية الأطفال الأخرى نفس التأثير الذى للبن الأبقار ، على حين أن لبن الأم الطبيعى عند تجبنه فى معدة الطفل يكون تجبنه خفيفا ، ولذا يسهل هضمه ، وهو لذلك أصلح ما يكون لتغذية الطفل ونموه . وقد روعى فى تركيب غذاء الأطفال الذى تنتجه مصانع تروفود أن يحتوى على العناصر التى يتركب منها لبن الأم الطبيعى بنفس النسب ولذلك يلاحظ أنه فى تجبنه يشبهه تماما ، وأنه أقرب ما يكون اليه فى سهولة الهضم وفى القيمة الغذائية .

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

ومما تجدر الإشارة اليه فى هذا الصدد أن هناك اعتقادا شائعا بأن لبن الأبقار لو خفف بالماء يعطى مخلوطا مناسبا يلائم تغذية صغار الأطفال الذين هم دون التسعة الأشهر ، وهذا الزعم فاسد بالطبع لأن إضافة الماء ولو أنها تخفض الكازين بالنسبة التى يوجد بها فى لبن الأم ، ولكن فى نفس الوقت تخفض نسبة الدهن والالبيومين والسكر كثيرا فلا يكون غذاء الطفل كافيا لنموه نموا صحيحا ، وسنصف فيما يلى بايجاز أهم منتجات مصانع تروفود والأغراض التى تستعمل فيها .

(١) غذاء تروفود المماثل للبن الأم[1] :

يتألف هذا الغذاء من العناصر التى يتركب منها لبن الأم و بنسب متشابهة كما يتضح من المقارنة الآتية :

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

وهو يحضر بالطريقة السابق وصفها ، و يؤلف من الشرش واللبن الفرز والقشدة وسكر اللاكتوز بالنسب التى تعطى التركيب السابق المماثل لتركيب لبن الأم ، وهذا يستدعى فصل مشتملات اللبن عن بعضها و إعادة جمعها بحيث تخفض نسبة الكازين وترفع نسبة الدهن وسكر اللاكتوز ، إذ المهم فى تركيب غذاء الأطفال مقدار ما يحويه من كازين ولاكتالبيومين وسكر وليس مقدار البروتين والكربوايدرات عموما .

(١) HumanizedTrufood.

وثمت ملاحظة جديرة بالاعتبار هى أن لبن البقر ، ولو أنه يحتوى على العناصر التى يتكوّن منها لبن الأم إلا أن نسبتها إلى بعضها مختلفة كما نشاهد من المقارنة السابقة ؛ فمثلا الكازين فى لبن البقر ثلاثة أضعاف مافى لبن الأم واللاكتالبيومين لا يوجد فيه إلا بكمية ضئيلة ؛ ومن ذلك ترى أهمية تعديل نسبة هذه العناصر عند إعداد غذاء يماثل لبن الأم .

و يستعمل غذاء تروفود للأطفال من وقت الولادة إلى سن تسعة أشهر عند ما يتعذر على الأم تغذية طفلها بلبنها ، أو كمساعد للبن الأم إذا كان قليلا فى كميته ، كما أنه صالح لتغذية الحوامل والأمهات المرضعات والناقهين وكل الذين يحتاجون إلى تغذية إضافية ، لأنه أكثر قابلية للامتصاص من لبن الأبقار العادى .

ولا يحتاج هـذا الغذاء إلى إضافة دهن أو سكر أو أى مواد أخرى اليه 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 شاى من عصير الفاكهة يوميا ، و يفضل عصير البرتقال لكى يمده بكمية إضافية من الڤيتامين ج .

ويجهز هذا الغذاء بنسبة ¼ أوقية من المسحوق (أى ما يساوى ½ ١ عيار من عيارات تروفود الخاصة التى توزع مع العلبة) إلى أوقيتين من المـاء (أى ما يوازى ٤ ملاعق مائدة) فيخلط المسحوق أولا بقليل من المـاء الدافئ حتى يصير بحالة عجينة خفيفة ، ثم يضاف إليـه بقية المـاء باردا أو ساخنا (ولكن ليس على درجة الغليان) ، أو يوضع المـاء أولا و يضاف إليه المسحوق و يضرب بشوكة أو ملعقة حتى يمتزج به تماما ، و يجب أن يلاحظ استعمال المـاء بعد غليه وتبريده ، ولا تغير النسب المذكورة طول مدة التسعة الأشهر ولكن تزداد فقط كمية الغـذاء تبعا لسن الطفل ووزنه كما ذكرنا سابقا .

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

(٢) مسحوق اللبن الكامل الدهن :

وهو عبارة عن لبن البقر الذى جفف بالطريقة السابقة دون تغيير أو تحوير فى تركيبه اللهم إلا تعديل النسبة المئوية للدهن إن وجدت أعلى من ٣,٤٪ بإضافة لبن فرز اليه 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 جدا لتغذيتهم فى هـذه السن بالنسبة لوفرة ما به من المواد المغذية وسهولة هضمه ولكونه يجعل معدة الطفل مستعدة للا غذية الصلبة التى تضاف الى طعامه تدريجا .

والافضل ان تحوّل تغذية الطفل من لبن الثدى 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 وفى نفس الوقت تعطى بالطبع بعض الأغذية الصلبة الأخرى تدريجا لكى تساعد الطفل على المضغ .

ولتجهيز اللبن من المسحوق الكامل الدهن حسب التركيب المنصوص عنه فى اشتراطات وزارة الصحة الانجليزية (التى 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 التى سبق شرحها فى حالة غذاء تروفود .

ملحوظة : كل ست عيارات تساوى أوقية واحدة .

(٣) مسحوق اللبن الفرز (أو ترومك) [1] :

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

وكل رطل من هذا المسحوق يكفى لتجهيز $8\frac{3}{8}$ بينت من اللبن الفرز ، وعند خلطه جيدا بالماء البارد لا تبقى به رواسب .

(٤) مسحوق الشرش (أو سكواى) [2] :

وهو شرش نقى صابح مجفف وتركيبه كما يأتى :

بروتين الشرش	١٣ ٪
سكر اللبن	٧٦ ٪
أملاح معدنية	٩ ٪
دهن	١ ٪
ماء	١ ٪

(١) Trumilk. (٢) Seoway.

ويمتاز هذا المركب باحتوائه على نسبة مئوية من بروتين الشرش أكبر مما يحويه أى مركب آخر ، وهو غنى باللاكتالبيومين الذائب الذى اليه تنسب أهمية هـذا المسحوق الغذائية ، ومما يلاحظ أن طريقة تحضيره لاتؤثر 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) وللمصابين بالاسهال الصيفى سـواء 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 اللاكتالبيومين بالحمض الزائد فيعادل تأثيره .

ولتجهيزه تؤخذ ٥ عيارات لكل ½ بينت من المـاء الدافىء وتكمل العملية كما فى حالة غذاء تروفود وتجب ملاحظة عدم استعمال المـاء المغلى أو الحـار لأنه يجمد اللاكتالبيومين وبذا يفقـد المسحوق أهم مزاياه .

طريقة ملكول (٢)

درست هـذه الطريقة على الجهاز النموذجى فى معامل ليونس بلندن وهو مصغر الجهاز الكبير المقام فى هيمويوك بمقاطعة ديفون (٣) وهو أول جهاز من نوعه أقيم بانجلترا . ولما كانت نظرية الجهازين واحدة فانى أرى اتماما 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 تغسل مباشرة بمـاء الصودا الساخنة ، ثم بالمـاء النظيف وتعقم بالبخار وتعيد السيارات الصفائح النظيفة الفارغة للموردين وتجمع المملوءة . وتفحص عينات اللبن من كل مورد على فترات وتختـبر نسبة الدهن فيها ومدة الحفظ والاختزال ومقدار نظافتها باختبار الراسب .

معاملة اللبن قبل تجفيفه :

يصب اللبن عند وصوله فى صهاريج وتزال منـه الشوائب أثنـاء صبه بواسطة مصفاة ثم يرفع بمضخة الى صهاريج أخرى كبيرة تقع فى الطابق العلوى من البنـاء 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 سـطح مبرد أنبوبى عمودى الوضع يمـر داخله محلول ملح التبريد . ولا تقتصر وظيفة هـذه الصهاريج على خزن اللبن بل انه يخلط فيها فيتعادل بذلك تركيب الألبان الواردة من مصادر مختلفة وينتج بذلك لبن متماثل التركيب فى كل درجات عملية التجفيف .

---

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

ويمر اللبن من الصهاريج الى المسخن المبدئى وهو مصنوع من النحاس المطلى بطبقة سميكة من القصدير فترفع حرارته فيه الى درجة ٩٠ فهرنهيت لكى 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 عمل مسحوق الفرز وآلات الفرز هذه عددها ثلاث وتشتغل بسرعة ٦٠٠ جالون فى الساعة ولضمان ضبط سير العملية تؤخذ منها كل ساعة عينة لاختبار نسبة الدهن فى اللبن المفروز

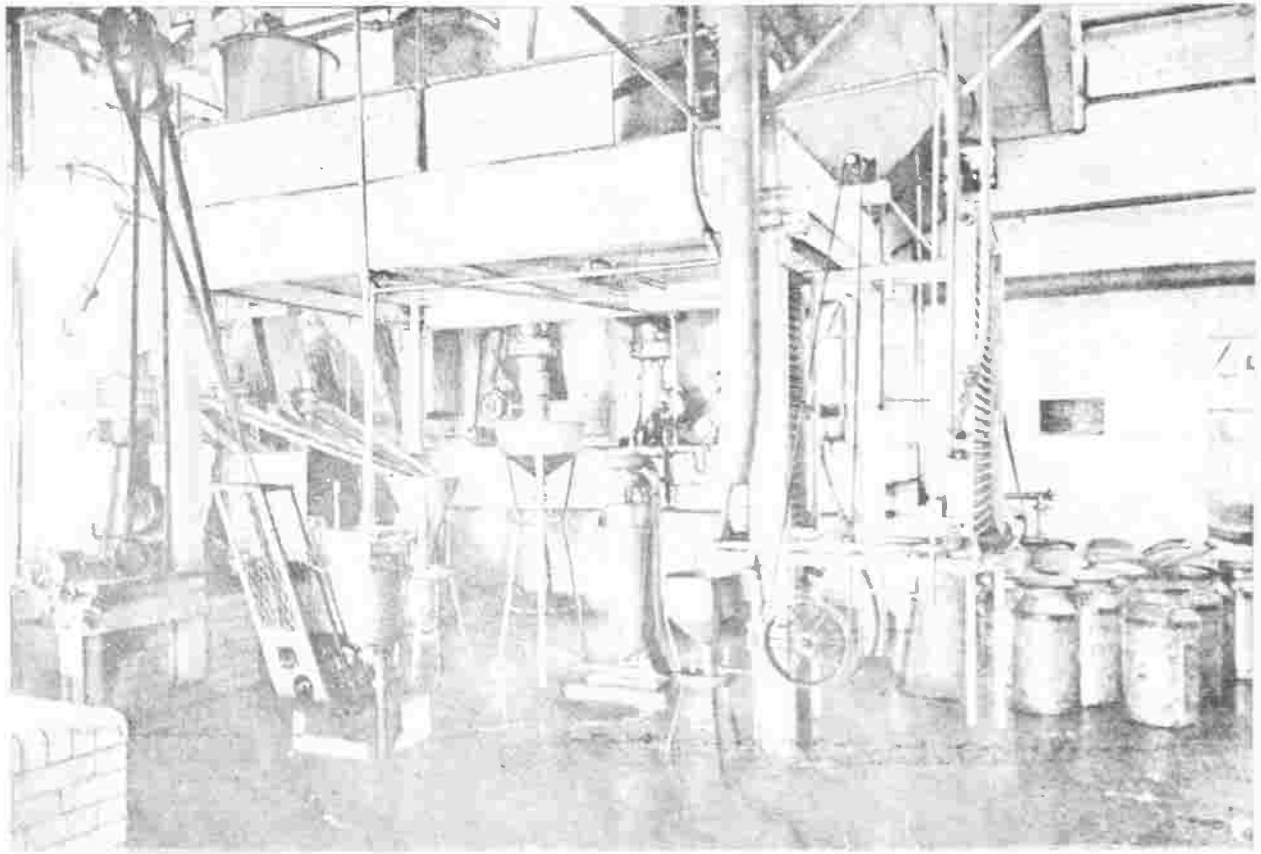
ولما كانت النسبة المئوية للدهن فى اللبن عرضة للتغيير لأسباب طبيعية فأنه يراعى تعديلها قبل عملية التجفيف وذلك بفرز أو إضافة قشدة الى اللبن حسب الحاجة وضبط نسبة الدهن الى المواد الصلبة الغير الدهنية وتؤخذ لهذا الغرض عينات من صهاريج الخزن المؤقتة كل ساعة عينة .

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 وتمر بعدئذ بتأثير ثقلها الى الدور السفلى فتعبأ فى صفائح تحفظ فى المخزن البارد على درجة ٤٠ فهرنهيت لحين توزيعها .

أما اللبن سواء كان فرزا أو كامل الدهن فانه يعامل معاملة واحدة فى بقية درجات العملية فيمر بعد خروجه من آلات الفرز أو التنقية على سطح مبرد موضوع فى حجرة خاصة مبطنة بالقيشانى تقع بالدور العلوى ومنه يمر الى صهاريج خزن عددها ثلاثة موضوعة أيضا فى حجرة خاصة يسع كل منها ١٠٠٠ جالون من اللبن ومصنوعة من الألمنيوم ومنها يمر الى مسخن مبدئى ترتفع حرارته فيه الى درجة ١٤٥ فهرنهيت بواسطة أنابيب ملتوية يمر داخلها بخار ويرفع أثناء التسخين بواسطة مقلبات تؤدى 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 ويمر إلى 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 ٢٠٠٠ جالون من اللبن المبستر فى الدفعة الواحدة أى كل ٣½ ساعة وبعد تمام تركيزه يمر بتأثير ثقله الى مبردين يقعان مباشرة تحت جهازى التركيز فى الطابق الأرضى حيث يبرد حسب حرارة الطقس اما بالماء فقط أو بمحلول ملح التبريد الذى يمر فى أنابيب ملتوية دوارة تخلطه جيدا



شكل ١٧ — (جهاز ملكول) منظر عمومى لقسم الخاص بمعاملة اللبن قبل التجفيف وترى فيه أجهزة التسخين
المبدئى والترشيح وفرز القشدة وتعقيمها وتبريدها

كذلك أثناء عملية التبريد . وهذه الأنابيب 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 ، و بعد تبريد اللبن المركز يدفع 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 الداخلى أملس حتى لا يعلق به المسحوق. وفى أعلى المجفف جزء إضافى بشكل هرم ناقص يحمل رشاش اللبن و به مدخل الهواء الساخن و يتسع المجفف نحو جزئه السفلى كى يضم قواعد أكياس الترشيح ثم يضيق مكونا قواديس الجمع المدببة [1] التى تتلقى اللبن عند سقوطه من الجزء الوسطى للمجفف ومن أكياس الترشيح . ويحاط بإحكام المجفف بمادة عازلة سميكة لكى تحفظ حرارته وتمنع تشعع الحرارة التى قد تضر بالمسحوق المتجمع فى أكياس الترشيح أو المخزون بالقرب منها . وتوجد قواديس الجمع فى 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 فى الارتفاع و ٢٠½ فى العرض و ٢٠ فى الطول وينتج المجفف الواحد ٢٠٠ رطل من المسحوق فى الساعة .

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

ويسحب الهواء الذى يستخدم فى تجفيف اللبن بواسطة مروحة فينقى أولا مما يعلق به من الشوائب والغبار بواسطة رشاش من الماء البارد ، ثم ترفع حرارته بمروره على سطح أنابيب ساخنة، ومن ثم يمر الى أعلى المجفف بسرعة هادئة منتظمة وتبلغ كمية البخار التى تلزم لتسخين الهواء ١٥٠٠ رطل فى الساعة بضغط ٤٠ رطلا للبوصة المربعة لكل مجفف .

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

---

(1) Collecting hoppers.

ذرات المسحوق الدقيقة جدا فى أكياس الترشيح حيث تحجز هـذه الذرات على سطحها الداخلى ويسحب الهواء بواسطة المروحة الى البلو . وتهز أكياس الترشيح آليا فى أثناء عملية التجفيف ، وبذلك يسقط المسحوق العالق بها باستمرار فى قواديس 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 فى القواديس من طرفها السفلى فى صفائح اسطوانية حسب الحاجة وينقل الى حجرة خاصة للغربلة حيث تفرغ الصفائح فى قادوس احدى آلات الغربلة ، ويبلغ عدد عيون الغربال الذى يمر فيه المسحوق ٥٠ عينا فى البوصة المربعة ، وبعدئذ يمر المسحوق الى قواديس خاصة للتعبئة تقع فى حجرة أسفل الحجرة السابقة حيث يوزن أتوماتيكيا ، ويعبأ فى علب صغيرة وفى حالة الكميات الكبيرة يعبأ فى صناديق أو براميل . ومما يجدر ذكره هنا أن جهاز التجفيف فى مصانع ملكول يشتغل باستمرار مدة ثمانية أشهر فى السنة فى جميع أيام الأسبوع لمدة ٢٣ ساعة كل يوم .

وتحضر هـذه المصانع نوعين رئيسيين من اللبن المجفف أحدهما مسحوق الفرز (ويطلق عليه اسم كوكول[1]) وهو يستعمل فى الطبخ والخبيز الخ وغير ملائم بالطبع لتغذية الأطفال لخلوه تقريبا من المادة الدهنية والآخر مسحوق كامل الدهن[2] وهو صالح لتغذية الأطفال .

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

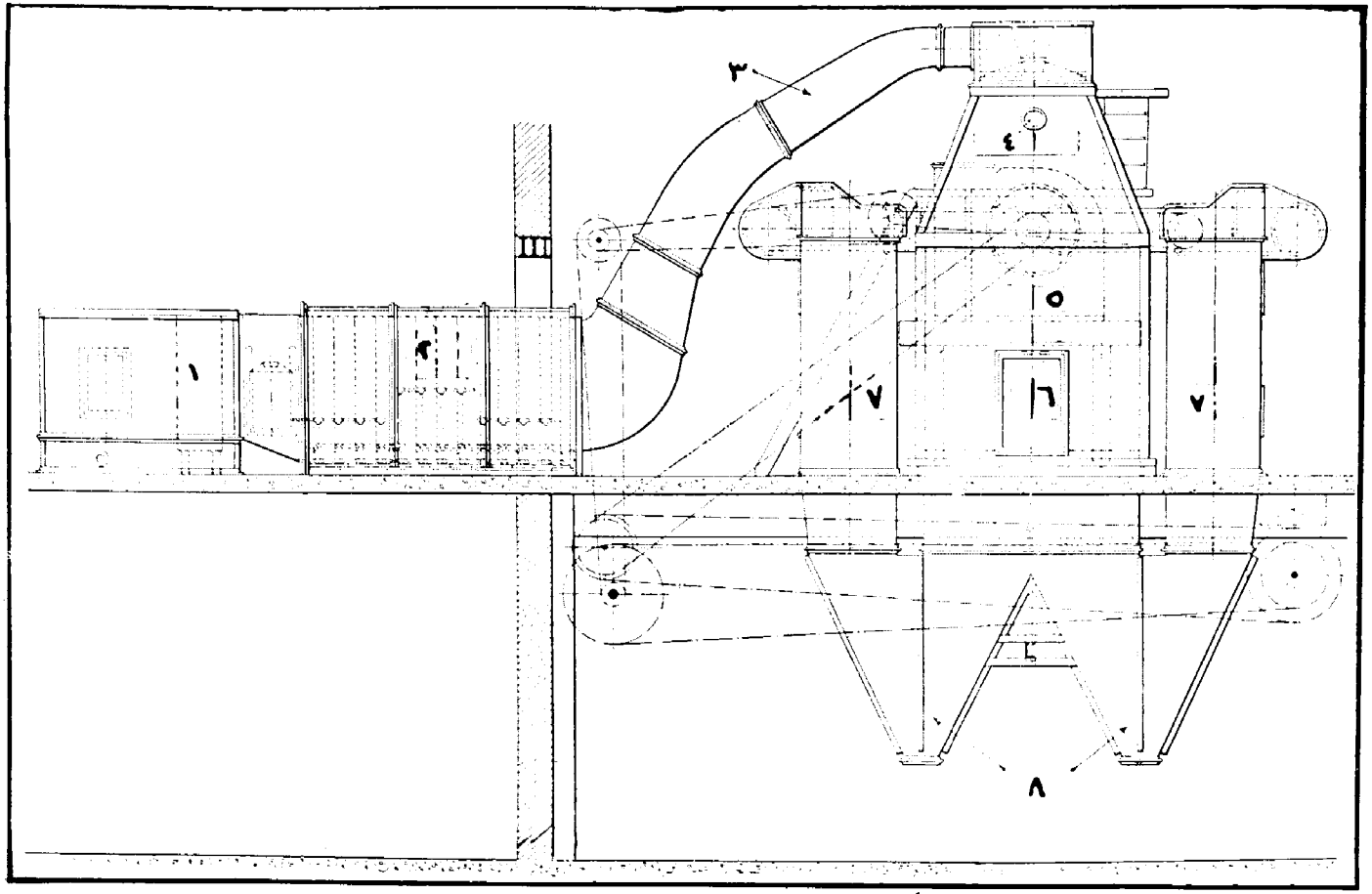
(أولا) ألا يسخن اللبن تسخينا مبدئيا قبل رشه فى المجفف مباشرة ، بل يمر من المبرد بضغط منظم الى الرشاش فلا يعرض للهواء ولا لتسخين خارجى من أى نوع .

(ثانيا) ألا يستعمل هواء تجفيف مرتفع الحرارة بل تستخدم كميات كبيرة من الهواء المنخفض الحرارة ، ويوزع الرذاذ فى 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 .

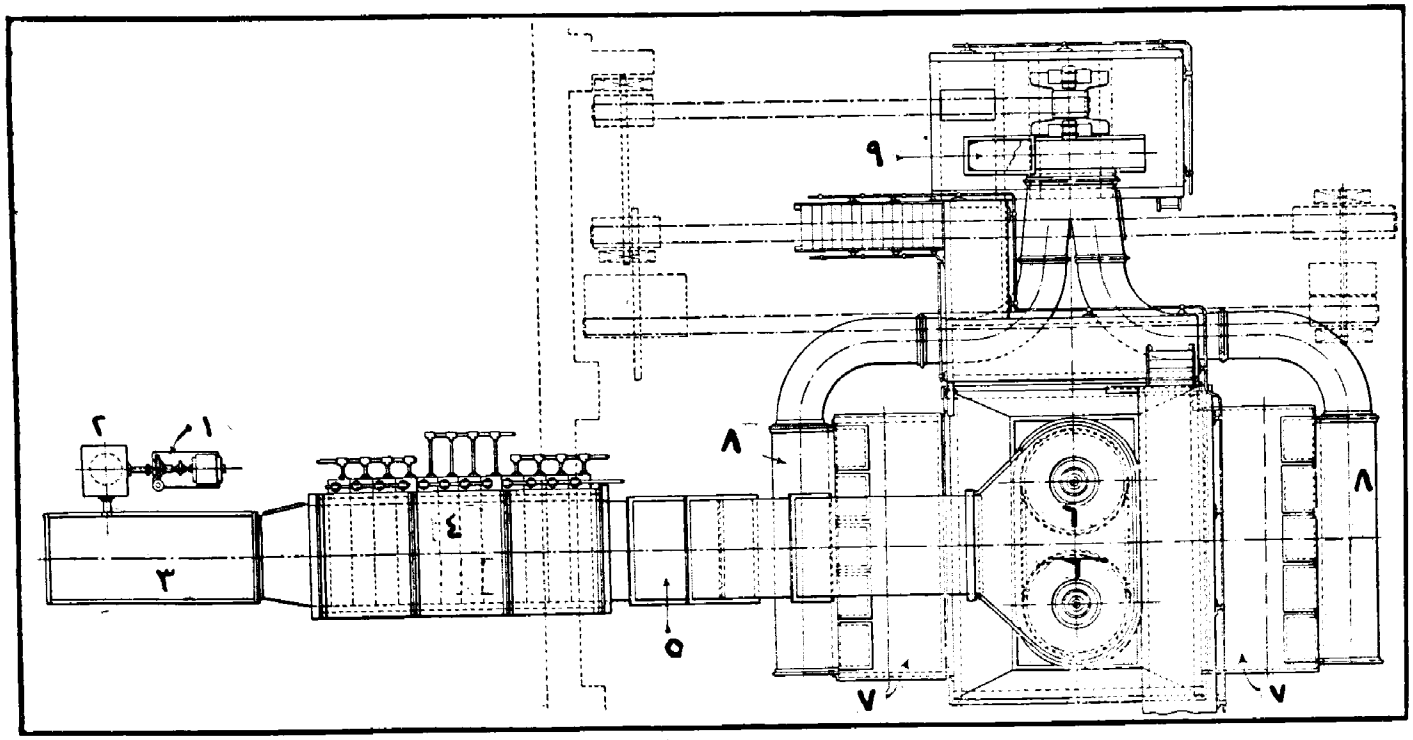
---

(١) Kookol (٢) Milkal Nursery Milk.



شكل ١٨ — (جهاز ملكول) مسقط رأسي لمجزء الخاص بالتجفيف ويرى فيه :

(١) غاسل للهواء (٢) مسخن للهواء (٣) موصل للهواء (٤) طاقة زجاجية لمراقبة العملية (٥) المجفف (٦) باب (٧) أ ياس ترشيح لمجز ذ رات المسحوق الدقيقة (٨) قواديس لجمع المسحوق .



شكل ١٩ — (جهاز ملكول) مسقط أفقي لجزء الخاص بالتجفيف ويرى فيه :

(١) مضخة لضغط الهواء بالجهاز (٢) مرشح للهواء (٣) غاسل للهواء (٤) مسخن للهواء (٥) موصل للهواء (٦) رشاش (٧) أكياس الترشيح جمع ذرات السحوق الدقيقة (٨) أنبوبة خروج الهواء (٩) مضخة لسحب الهواء من الجهاز .

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

وهذا بخلاف الحال فى كثير من الطرق الأخرى التى لا ينقل المسحوق فيها مباشرة بعيدا عن الهواء الساخن بل يظل معرضا للحرارة بضع ساعات فى بعض الأحوال وتكون النتيجة تلف المسحوق الناتج فى بداية العملية . وقد يتلافى ذلك بإزالة المسحوق من المجفف باستمرار بواسطة مكانس خاصة ولكن هذه العملية قد تضر أيضا بالمسحوق لأنه سريع التأثر وهو حار .

أما من جهة ثمن هذا الجهاز فما يجفف منه ١٠٠ رطل من المسحوق فى 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 [1]

لا تختلف العمليات الرئيسية التى تسبق تجفيف اللبن بهذه الطريقة عما ذكرناه فى الطريقتين السابقتين ، فيرشح اللبن بعد استلامه وينقى مما به من شوائب ويعقم ثم يبخر الجزء الأكبر من مائه بالتركيز وأخيرا يمر إلى المجفف . والمجفف هنا اسطوانى الشكل مشابه فى تركيبه العمومى للمجففين السالفى الذكر ، غير أن طريقة ذرّ اللبن فى المجفف وتركيب الرشّاش ودخول الهواء واختلاطه بالرذاذ لا تماثل ما ذكرآنفا ، فبدلا من أن يذرّ اللبن بمروره تحت ضغط عال من فتحة دقيقة بالرشّاش إذ يحدث الذر فى طريقة كراوز بواسطة القوة المركزية الطاردة ، ويتلخص سير العملية وتركيب الجهاز فيما يأتى :

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

أما الهواء الذى يستعمل فى التجفيف فإنه يمر فى الجهاز بواسطة مروحة خاصة فيدخل أولا فى مرشح ثم فى مسخن حيث ترفع حرارته إلى الدرجة المطلوبة ويرتفع فى أنبوبة متسعة وأخيرا ينطلق فى المجفف من فتحة مستديرة مركب عليها ريش وبمرور 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 $\frac{2}{1000}$ من البوصة فى فترة لا تتجاوز $\frac{1}{4}$ من الثانية وتسقط معظم الذرات بحالة مسحوق على أرضية المجفف حيث تزال بواسطة مكانس دوّارة 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 القماش 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 .

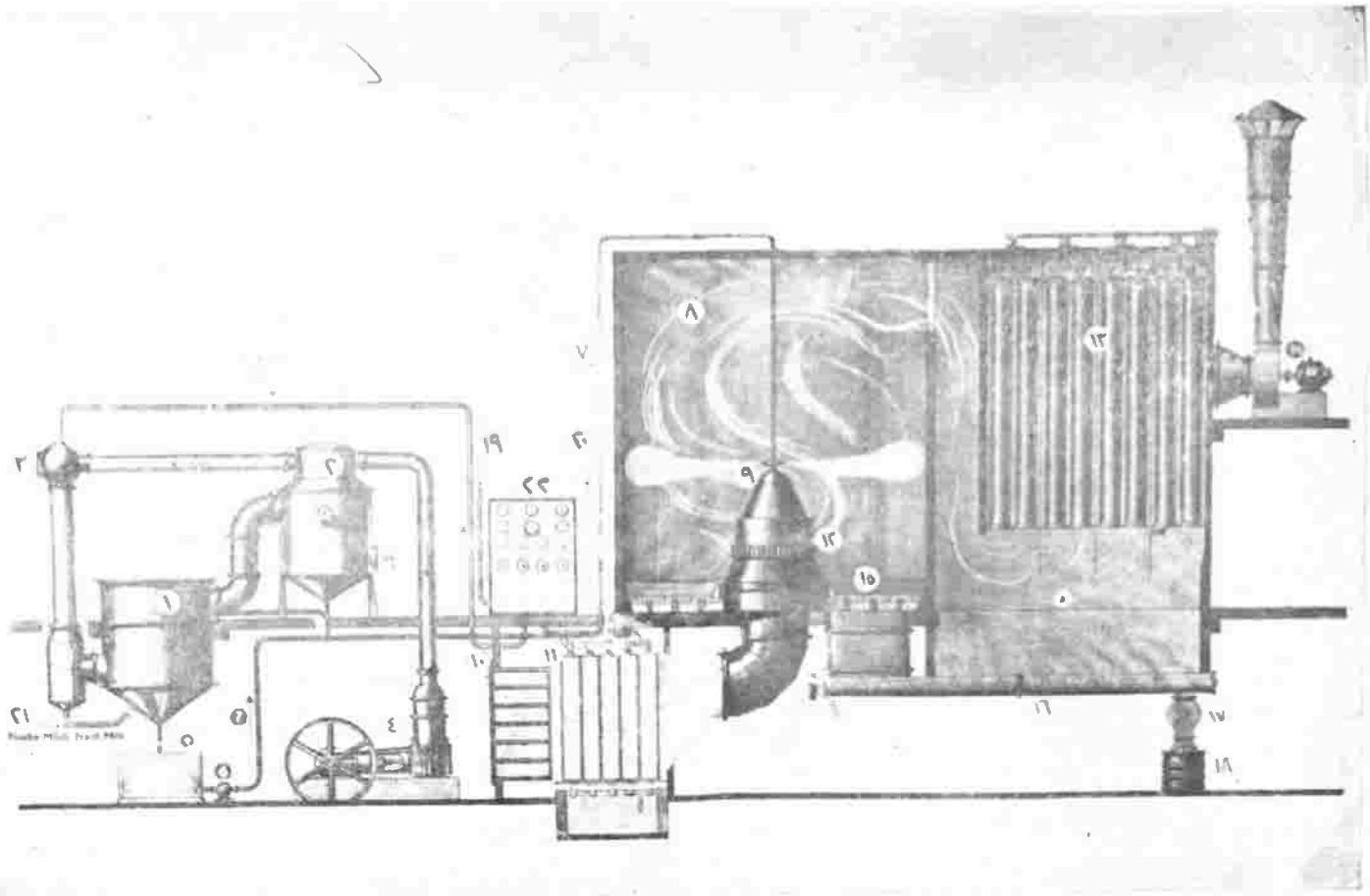
ومما يجدر ذكره أن ذرات اللبن لا تعرض لحرارة مرتفعة لحرارتها لا تتجاوز ٤٠ درجة سنتجراد فى أثناء مدة التجفيف ، كما أن تركيز اللبن يحدث أيضا على درجة حرارة منخفضة ولذا لا تتأثر خواصه ولا يتغير طعمه ولا رائحته ويمتاز المسحوق الناتج بسهولة إذابته فى الماء البارد .

وقد دلت التجارب التى أجريت على هذه الطريقة أنها اقتصادية جدا من جهة البخار لأن المكثف الذى يستعمل فيها من طراز ضاغط للبخار يمكّن 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 تبخير 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 فيتيسر 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) — مسقط رأسى ويرى فيه :

(١) جهاز تركيز اللبن (٢) فارز للرغوة (٣) ضاغط حرارى (٤) مضخة الهواء الرطب (٥) صهريج لخزن اللبن المركز (٦) مضخة التغذية باللبن (٧) مواسير التغذية (٨) المجفف (٩) قرص لدر اللبن (١٠) مرشح الهواء (١١) مسخن الهواء (١٢) مدخل الهواء (١٣) مرشحات لحجز ذرات المسحوق الدقيقة (١٤) مروحة لسحب الهواء (١٥) مكانس (١٦) بريمة ناقلة (١٧) صمام التصريف (١٨) برميل يعبأ فيه المسحوق (١٩) مدخل البخار فى الجهاز (٢٠) ماسورة العادم (٢١) مدخل اللبن الخام فى الجهاز (٢٢) لوحة المقاييس .

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

ويصنع الجهاز بأحجام مختلفة أصغرها يبخر ١٠ لترات من الماء فى الساعة وبعضها يبخر بضع آلاف لترات فى الساعة .

ويبلغ ثمن الجهاز الذى يجفف ١٠٠ جالون من اللبن فى الساعة الواحدة ٣٥٠٠٠ مارك ألمانى ولا يدخل فى هذا المبلغ نفقات الشحن والتركيب .

ملاحظات إجمالية
عن أجهزة التجفيف التى تشتغل بطريقة الرشاش

يوجد غير الطرق الثلاث التى أتينا على وصفها ، عدة طرق أخرى لكل منها مميزات خاصة ، غير أننا سنكتفى بما شرحناه ، كأمثلة لأكثر أجهزة الرشاش نجاحا . وسنبحث فيما يلى أهم النقط التى يتوقف عليها نجاح صناعة اللبن المجفف بطريقة الرشاش ، والمتعلقة بتصميم مختلف هذه الأجهزة وطريقة تشغيلها ، وسنحصر البحث فيما يلى :

(١) تركيز اللبن مبدئيا :

يعمد فى جميع طرق الرشاش تقريبا الى تركيز اللبن مبدئيا قبل تجفيفه بالنسبة لما لهذه العملية من مزايا ربما كان أهمها الاقتصاد فى الوقود . فقد أثبتت الأبحاث أنه بتركيز اللبن مبدئيا يمكن توفير حوالى ٣٥٪ من كمية الوقود اللازمة للعملية ، كما يتضح من المثال الآتى :

جهاز يجفف فى الساعة ٢٠٠٠ رطل من اللبن الكامل الدهن المحتوى على ١٢٪ من المواد الصلبة ويحولها الى مسحوق نسبة الماء فيه ٣٪ واتبعت فى عملية التجفيف إحدى الطريقتين الآتيتين :

أولا — يسخن اللبن تسخينا مبدئيا الى درجة ١٤٠ فهرنهيت فى مسخن مزدوج الجوانب يمر فيه بخار ثم يرش مباشرة فى المجفف . وفى هذه الحالة يسخن الهواء بواسطة أنابيب حلزونية يمر فيها بخار أيضا .

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

وقد وجد أن كميات البخار التى تستهلك فى كل من الحالتين هى كما يأتى :

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

فاذا اعتبرنا أن الرطل الواحد من الفحم يعطى فى مثل هذه الأحوال ٨ أرطال من البخار تكون كمية الفحم المستهلك فى الطريقة الأولى ٤٦٢ رطلا فى الساعة ، وفى الطريقة الثانية ٣٠٠ رطل فى الساعة ، وبذلك يكون الاقتصاد فى الوقود فى الطريقة الثانية ٤٦٢ — ٣٠٠ = ١٦٢ رطلا من الفحم فى الساعة ، أى أن كمية الوقود التى تستهلك فى الطريقة الثانية هى حوالى ٦٥٪ مما يستهلك فى الطريقة الأولى .

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

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

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

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

وتختلف درجة حرارة اللبن عند دخوله المجفف باختلاف طرق التجفيف، ففى بعضها مثل طريقة ملكول يبرد اللبن إلى درجة ٦٠ فهرنهيت قبل ذره مباشرة ، وفى البعض يذو وهو على حرارة التركيز أى ١٢٠ — ١٤٠ فهرنهيت ، وفى البعض الآخر يسخن الى ١٦٥ فهرنهيت .

(٢) رش اللبن فى المجفف :

وظيفة الرشّاش هى ذر اللبن بحالة مستمرة على هيئة ذرات دقيقة ذات حجم منتظم ، و يشترط أن يكون مصمما بحيث يمكن ضبط اتجاه توزيع الذرات و إمكان تشغيله مدة طويلة تحت الظروف العادية .

والغرض من رش اللبن 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 المجفف ، و يوجد من الرشّاشات أنواع ثلاثة :

(أولا) رشاشات تشتغل بالضغط [1] — يرش اللبن فى هذه الطريقة تحت ضغط عال يتراوح بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة من فتحات دقيقة بالرشاش يبلغ قطرها $\frac{5}{1000}$ من البوصة ، ومثال ذلك الرشّاش المستعمل فى جهاز مريل سول الذى سبق ذكره ، وتترك عادة مسافة قصيرة خلف فتحة الرشّاش يمر فيها اللبن من ماسورة التغذية بواسطة مجار صغيرة ، فيتحرك حركة حلزونية قبل بلوغه فتحة الرشّاش ، ويخرج الرذاذ على هيئة مخروط يبلغ طوله سبعة أقدام .

ويبلغ حجم الذرات فى هذه الطريقة على وجه التقريب ٥٠ مكرونا (المكرون $\frac{1}{1000}$ مليمتر) على أن حجمها يختلف باختلاف سعة فتحة الرشّاش ، وضغط اللبن ودرجة تركيزه ، فكلما اتسعت الفتحة أو قل الضغط أو زادت درجة التركيز كبر حجم الذرات وزادت خشونة ذرات المسحوق الناتج ، ولذلك فعند تجفيف اللبن غير المركز بطريقة الرشّاش الذى ينتج عنه مسحوق ناعم جدا ، يستحسن استعمال رشّاش ذى فتحة متسعة نوعا عما يستعمل فى حالة ذر اللبن المركز .

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

(ثانيا) رشّاشات تشتغل بالقوة المركزية الطاردة [2] — 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 ، و يوزع الرذاذ من السطح السفلى للقرص على هيئة غشاء بسمك منتظم .

ولانتظام الرش بهذه الطريقة ينبغى ضبط سرعة القرص بالنسبة إلى قطره فمثلا فى حالة طريقة كراوز التى يكون فيها قطر الذرات $\frac{2}{1000}$ من البوصة يستعمل قرص قطره ٢٠ بوصة وسرعته ٢٠٠٠ دورة فى الدقيقة .

---

(1) Pressure Spray Nozzle. (2) Disc Centrifugal Atomizer.

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

(ثالثا) رشّاشات تشتغل بالهواء المضغوط [١] — يعتبر هذا النوع أقدم أنواع الرشّاشات ومثاله طريقة نسله [٢] ويمر اللبن فى هذا الجهاز بضغط معتدل من أنبوبة عمودية الوضع ، فيقابل تيارا أفقيا سريعا جدا من هواء مضغوط يخرج من فتحة صغيرة فيتحول اللبن الى رذاذ دقيق يجف بسرعة .

ومن أمثلة هذه الرشّاشات أيضا مايستعمل 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 يؤدى 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 ففى طريقة مريل سول مثلا يقع الرشّاش 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 الرشّاش ويختلط بالذرات ، ويخرج من فتحة فى أعلى المجفف ، وفى بعض الأجهزة الأخرى التى تتبع هـذه الطريقة فى الرش يمر الهواء فى اتجاه عكس الذى ذكر . أما فى طريقـة ملكول وما شابهها من الطرق فيدخل الهواء الساخن والرذاذ من أعلى المجفف ويختلطان فى أثناء اتجاههما إلى أسفل ، ويستعمل فى هذه الطريقة تيار هواء هادئ ، ويستلزم ذلك اتساع المجففات وانخفاض درجة حرارة الهواء حتى لا يسخن اللبن إلى درجة حرارة عالية ، وفى بعض الأجهزة يدخل الرذاذ بواسطة عدة رشّاشات تقع فى جميع جوانب المجفف ، متجها 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 متجها 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 :

يخفض استهلاك الحرارة فى طريقة الرشاش تبعا لارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن ، ففى حالة الهواء المسخن تسخينا خفيفا يكون استهلاك الحرارة عاليا جدا ، ولذا تلزم كميات كبيرة من الهواء، وهذا يستدعى استعمال مجففات ضخمة ولذلك فمن وجهة الاقتصاد فى نفقات الوقود يفضل استعمال هواء على أعلى درجة حرارة لا تؤثر فى خواص اللبن المراد تجفيفه . وتتوقف درجة حرارة الهواء القصوى التى يمكن تعريض جزيئات اللبن لها دون الإضرار بخواصه على سرعة تبخر الماء ، فجزيئات اللبن سريعة التأثر بالحرارة مع وجود الرطوبة ولكنها لا تتأثر بسرعة كبيرة ما دامت جافة . ولذلك تخلط ذرات اللبن مع تيار الهواء بشدة فيتبخر الماء فى الحال تقريبا ويبعد الهواء الرطب بسرعة عن طريق ذرات اللبن الداخلة .

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

يدخل هواء التجفيف فى المعتاد على درجة ١٣٠ سنتجراد ، على أنه فى بعض الطرق التى تزاد فيها سرعة خلط تيار الهواء بالرذاذ ، يستعمل هواء قد تبلغ حرارته ٢٠٠ سنتجراد ، أما فى الحالات التى يستخدم فيها تيار هواء هادئ فان حرارته لا تزيد عن ١٦٠ — ٢٠٠ فهرنهيت .

ويعمد فى بعض طرق التجفيف الى الاقتصاد فى استهلاك الوقود بالانتفاع بحرارة الهواء الخارج من المجفف فهذا الهواء يحتوى على نصف الحرارة التى اكتسبها فى مسخن الهواء ، بمعنى أنه اذا رفعت درجة حرارته فى المسخن من ٦٠ الى ٢٧٠ فهرنهيت ، فانها تنخفض فى المجفف من ٢٧٠ الى ١٦٠ فهرنهيت . وهناك ثلاث طرق للانتفاع بحرارة الهواء وهى :

(١) أن يستخلص الماء الذى به ويعاد مروره فى المجفف باستمرار دون تبريده الى حرارة الجو العادية .

(٢) أن يستخدم فى تسخين هواء التجفيف تسخينا جزئيا .

(٣) أن يستعمل فى تسخين وتركيز اللبن المراد تجفيفه مبدئيا .

والطريقة الأولى غير اقتصادية فلا تستعمل تجاريا ، أما الطريقة الثانية فانها متبعة فى بعض الأجهزة ويؤدى استعمالها الى توفير كبير فى الوقود . والطريقة الثالثة مستعملة كذلك فى بعض الأجهزة ، وفى هذه الحالة يركب مسخن مبدئى أو مكثف مبدئى عند مخرج الهواء . وقد ذكرنا فى مناسبة أخرى أنه بتركيز اللبن يمكن اقتصاد حوالى ٣٥ ٪ من كمية الوقود اللازمة للعملية ،

ونزيد هنا أنه اذا اجرى تركيز اللبن ، وفضلا عن ذلك استعمل الهواء الخارج فى تسخين اللبن مبدئيا بتركيب مسخن مبدئى ، تخفض فيه حرارة الهواء من ١٥٠ الى ١٠٠ فهرنهيت ، فان كمية الفحم المستهلكة تخفض بنسبة ٦,٥٪ زيادة عما يقتصد باجراء عملية التركيز المبدئى .

ومن المهم أن نذكر هنا أنه لتقليل الفقد الذى يحصل فى الحرارة فى أثناء عملية التجفيف ينبغى أن يراعى فى تصميم المجففات أن تكون محكمة بحيث لا يتسرب اليها هواء من الخارج وأن تكون حوائطها مصنوعة من مواد تمنع فقد الحرارة بالتشعع ، فإذا كانت مبطنة بألواح من القصدير كما هو الحال فى كثير من الأجهزة تغلف من الخارج بالأسبستوس . وتصنع أسقف لبعض المجففات الحديثة وقواعدها من الخراسانة ، أو من قوالب الطوب المفرغة ، وفى بعض الحالات تبطن المجففات من الداخل بالقيشانى .

(٥) جمع المسحوق وإزالته من المجفف :

شكل ذرات المسحوق فى كل الأحوال كروى ، إلا أن حجمها يختلف فى الطرق المختلفة ، إذ يتراوح بين ١٠ مكرونات أو أقل و١٠٠ مكرون أو أكثر ، وذلك باختلاف نوع الرشاش المستعمل ومقدار تركيز اللبن ولكنه يكون فى المتوسط ٥٠ مكرونا . وتنتج فى جميع الطرق ذرات دقيقة على هيئة غبار خلاف ذرات المسحوق الباقى ، فالذرات الكبيرة نسبيا التى يتكون منها ٨٠٪ من المسحوق تنزل بتأثير ثقلها على ارضية المجفف ، أما الدقيقة جدا فتمر مع تيار الهواء نحو مخرجه حيث تجمع بطرق آلية .

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

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

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

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

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

وعند استعمال هذه الأكياس ينبغى العناية بحفظها دائما نظيفة ومعقمة ، وقد تستعمل أحيانا آلات جمع كهربائية بدلا من الأكياس ، تترسب بواسطتها ذرات المسحوق الدقيقة ، غير أن استعمالها يؤدى إلى زيادة نسبة الرطوبة فى 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 فى رشاش من اللبن المراد تجفيفه فيمتص منه الذرات العالقة به وتزداد بذلك نسبة المواد الصلبة فيه ، وهذه الطريقة مستعملة فى بعض أجهزة التجفيف ومن مميزاتها أيضا الانتفاع بحرارة الهواء الخارج من المجفف فى تركيز اللبن قبل تجفيفه .

القسم الثانى

تركيب اللبن المجفف

يتوقف تركيب اللبن المجفف على تركيب اللبن الأصلى ، الذى صنع منه ، كما يتوقف كذلك على الطريقة التى اتبعت فى صناعته ، لذلك قد يوجد اختلاف كبير فى 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 فى أمكنة مختلفة ، وفى فصول مختلفة من السنة ، يختلف كثيرا فى تركيبه .

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