

المحاضرة الثامنة

تكنولوجيا تجفيف اللبن

اللبن المجفف هو احد صور الالبان المركزة و يمكن الحصول علي منتجات لبنية مختلفة في صورة مجففة مثل اللبن الكامل Dried Whole Milk و كذلك اللبن الفرز Dried Skim Milk و اللبن الخض Dried Butter Milk و القشدة Dried Cream و الشرش Dried Whey و منتجات لبنية سائلة أخرى يمكن أن تجفف مثل مخلوط الاليس كريم و مركز الكازين . و الهدف من عملية التجفيف هو امكانية امداد المناطق الفقيرة في انتاج اللبن بما تحتاجه منه و منتجاته في صورة مجففة حيث يمكن اعادتها الي صورتها الطبيعية السائلة و تقديمها للمستهلك . و يجفف اللبن بعدة طرق منها طريقتين رئيسيتان طريقة التجفيف بالاسطوانات و طريقة التجفيف بالرذاذ .

أولاً : تجفيف اللبن بطريقة الأسطوانات Drum Or Roller Drying :

تتم عملية التجفيف بالأسطوانات اما تحت الضغط الجوي العادي Atmospheric Type أو تحت تفريغ Vacuum Type . تستخدم في التجفيف تحت الضغط الجوي العادي أسطوانة أو أسطوانتين من الصلب الذي لا يصدأ قطر الأسطوانة يتراوح بين 4 - 10 أقدام تدور حول محورها و يتم تسخينها من الداخل اما بالبخار أو بالماء الساخن حيث يسيل اللبن المراد تجفيفه على السطح الخارجي للأسطوانة فتتبخر منه الرطوبة و يجف و يتم تجميع اللبن بواسطة سكين تكشف طبقة اللبن الجافة من على سطح الاسطوانة و يمكن بهذه الطريقة تجفيف 500 - 3000 كجم لبن مكثف / ساعة و يعتمد ذلك على قطر الأسطوانة .

في حالة التجفيف تحت التفريغ فان الاسطوانات تدور داخل حجرة محكمة و مفرغة نسبيا من الهواء و تتم عملية التجفيف كما سبق حيث تكون درجة حرارة التجفيف أقل من 212 °ف و في نفس الوقت أقل من درجة حرارة التجفيف في حالة التجفيف تحت الضغط الجوي العادي و هي 200 - 300 °ف .

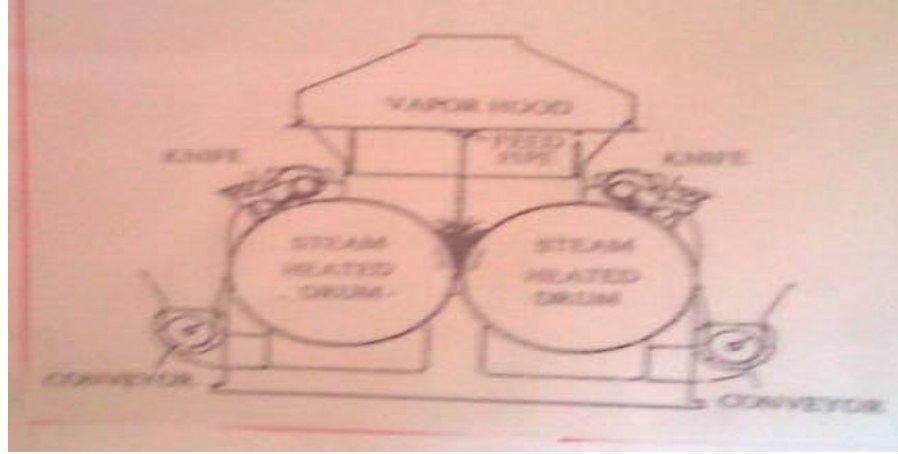
و تستغرق عملية دوران الاسطوانة دورة واحدة 6 - 30 ثانية حيث تكفي لتجفيف طبقة اللبن المسالة عليها و تعتمد هذه الفترة الزمنية على درجة تكثيف اللبن الداخل للتجفيف . تستخدم طريقة الاسطوانات عادة لتجفيف اللبن الفرز و الشرش و اللبن الخض خاصة اذا كان المنتج المجفف سيوجه لتغذية الحيوان لأن درجة الحرارة العالية المستخدمة في التجفيف تحت الضغط الجوي العادي تجعل الناج المجفف صعب الذوبان في الماء أما التجفيف تحت التفريغ فيعطى ناتج ذو ذائبيه أعلا .

ثانياً تجفيف اللبن بطريقة الرذاذ Spray Drying :

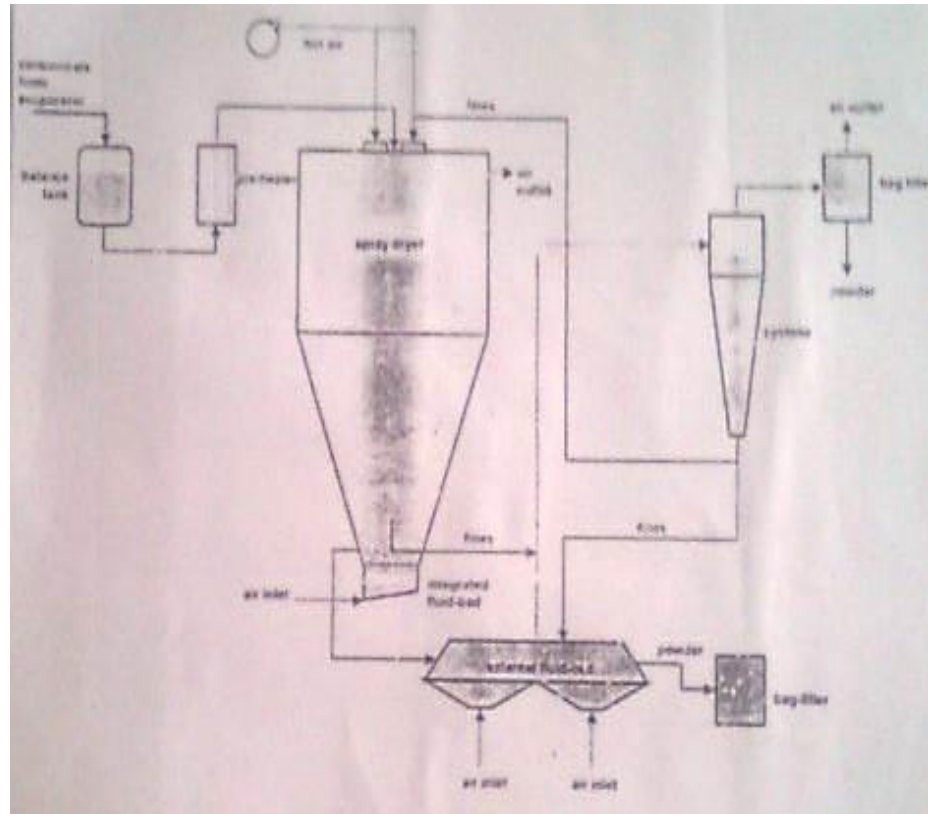
كل اللبن المجفف الكامل و معظم (80 %) اللبن المجفف الفرز يحضر بهذه الطريقة . و يكون اللبن الداخل للتجفيف قد تم تركيزه لنسبة 45 - 50 % مادة صلبة كلية و ذلك بغرض :

- الاسراع من عملية التجفيف
- زيادة قدرة المجفف .

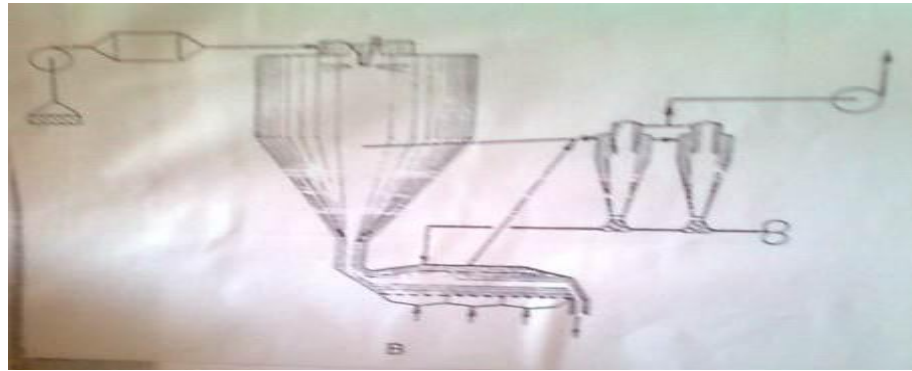
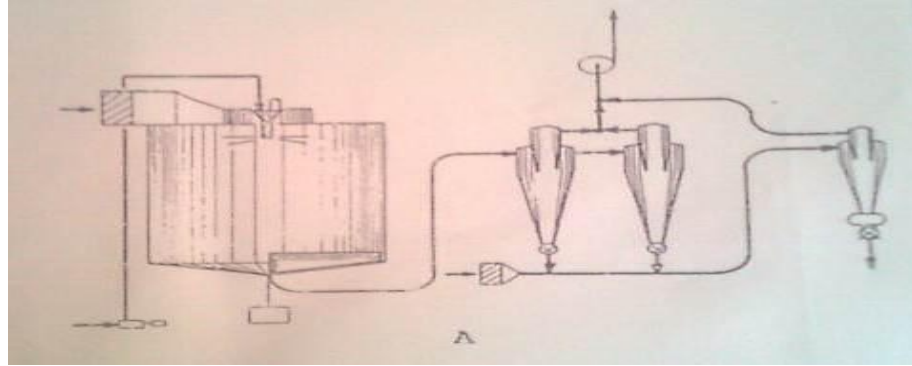
و في داخل المجفف يتم دفع تيار من رذاذ اللبن المركز بسرعة خلال تيار من الهواء الساخن الذي درجة حرارته 150 °ف في حالة تجفيف اللبن الكامل و 350 °ف في حالة تجفيف اللبن الفرز .



شكل تخطيطى لجهاز التجفيف بالاسطوانات



رسم تخطيطى لجهاز التجفيف بالرذاذ



جهاز التجفيف بالرذاذ ذو المرحلة الواحدة Single – Stage Spray Dryer
 (A) حجرة التجفيف ذات القاع المسطح Flat Bottom Drying Chamber
 (B) حجرة التجفيف ذات القاع المخروطي Conical Bottom Drying Chamber

و يتم عمل رذاذ اللبن بواسطة :

- قرص دوار ينثر اللبن في صورة رذاذ دقيق
- دفع اللبن تحت ضغط شديد من خلال فتحة دقيقة

يتقابل رذاذ اللبن مع الهواء الساخن فيجف في الحال و يتساقط في صورة حبيبات على قاع حجرة التجفيف بينما يسحب الهواء الساخن المحمل بالرطوبة الى خارج حجرة التجفيف حيث يقابل المصيدة Trap (عبارة عن كيس من القماش يحجز داخله أى حبيبات من اللبن المجفف العالقة بالهواء و يخرج الهواء المحمل بالرطوبة من مسام هذا الكيس) . يعاد محتوى المصيدة من اللبن المجفف

ليضاف الكمية التي تم تجفيفها و سحبها من داخل حجرة التجفيف بواسطة سير متحرك الى منطقة التعبئة . يبرد اللبن المجفف بواسطة هواء جاف بارد و يعبأ.
تختلف وحدات التجفيف في قدرتها حسب حجمها فالوحدة الصغيرة يمكنها انتاج 70 كجم لبن مجفف / ساعة بينما الوحدة المعتاد استخدامها في المصانع تنتج حوالى 2000 كجم لبن مجفف / ساعة و تتوقف كثافة الناتج المجفف و محتواه من الرطوبة و قابليته للذوبان على حجم الحبيبات المجففة و التى بدورها تتوقف على فتحة خروج رذاذ اللبن حيث أن حجم هذه الفتحة يحدد كمية اللبن المجفف الناتج فى زمن معين كما يحدد نسبة الخلط بين رذاذ اللبن و الهواء الساخن اللازم للتجفيف . و من المعروف أن الحبيبات الخشنة تكون أكثر ذاتية من الحبيبات الناعمة.

اللبن الفرز المجفف Nonfat Dry Milk :

يمكن تقسيم اللبن الفرز المجفف الى ثلاثة أقسام و ذلك تبعا لدرجة حرارة التسخين الابتدائي الذى يتعرض له قبل عملية التجفيف .

القسم الأول : و هو اللبن الفرز المجفف ذو الحرارة المنخفضة Low Heat و يقصد به اللبن الذى أجرى عليه التسخين الابتدائي على درجة حرارة لا تتعدى 160 – 170 ف و يجب أن يحتوى جرام البودرة منه على مقدار لا يقل عن 6 ملجم نيتروجين من بروتينات الشرش الغير مدنترة.

القسم الثانى : و هو اللبن الفرز المجفف ذو الحرارة المتوسطة Medium Heat و درجة حرارة التسخين الابتدائي الذى يتعرض له لا تزيد عن 170 – 190 ف لمدة 30 دقيقة و يجب أن يحتوى جرام البودرة منه على مقدار اكبر من 1,5 ملجم و اقل من 6 ملجم نيتروجين من بروتينات الشرش الغير مدنترة.

القسم الثالث : و هو اللبن الفرز المجفف ذو الحرارة العالية High Heat و هو ذلك اللبن الذى عومل بالتسخين الابتدائي على درجة حرارة لا تتعدى 190 – 200 ف و يحتوى على ما لا يزيد عن 1,5 ملجم نيتروجين من بروتينات الشرش الغير مدنترة.

القسم الأول و هو اللبن الفرز المجفف ذو الحرارة المنخفضة يستخدم فى صناعة الاليس كريم و جبن الكوخ و صناعة الحلويات أما القسم الثالث و هو اللبن الفرز المجفف ذو الحرارة المرتفعة فيستخدم فى صناعة المخبوزات .

يستخدم اللبن الفرز المجفف فى صناعة الخبز حيث يعطى الخبز الناتج اللون المحمر المرغوب نتيجة تفاعل سكر اللاكتوز مع البروتين و اعطاء هذا اللون البنى المتجانس .

و ايضا لقدرة اللبن المجفف على الاحتفاظ بالرطوبة نجد أن الخبر المصنع من دقيق يحتوى على اللبن المجفف يبقى طازجا لفترة أطول عن نظيره المصنع من دقيق فقط . كما يزيد اللبن الفرز المجفف من القيمة الغذائية للخبز حيث أنه يرفع من نسبة البروتين و الأملاح المعدنية فى الخبز . و يضاف اللبن الفرز المجفف الى دقيق الخبز بنسبة تصل الى 20 % من وزن الدقيق و عادة فان المخابز تضيف نسبة 6 % أو أقل . باضافة نسبة 6 % فان نسبة الفوسفور ترتفع بمقدار 50 % و نسبة البروتين 16 % و الكالسيوم حوالى 300 % فى الخبز المصنع من الدقيق الفاخر . كمية كبيرة من اللبن الفرز المجفف تدخل فى صناعة الفطائر Pancakes و كعك الوفل Waffles و البسكويت . كذلك يدخل اللبن الفرز المجفف فى صناعة ال Shortening و هو عبارة عبارة عن مخلوط مجفف بطريقة الرذاذ مكون من دهون أو زيوت نباتية و لبن فرز .

كذلك يشكل اللبن الفرز المجفف مكونا أساسيا من مكونات مخلوط الاليس كريم ترتفع به نسبة الجوامد الصلبة اللبنية فى المخلوط . يدخل أيضا اللبن المجفف فى صناعة شراب الشكولاته و لبن المزلت Malted Milk و مشروبات أخرى متعددة .

منتجات اللحوم مثل النقانق (السجق) Sausage و الفرانكفورتر Frankfurters يمكن أن يدخل في تركيبها اللبن الفرز لأنه يساعد على الاحتفاظ بالرطوبة و يعطى شكل مستقيم غير مجعد للمنتج و تسمح المواصفات الأمريكية بوجود نسبة لا تتعدى 3,5 % من اللبن الفرز المجفف فى السجق Sausage .

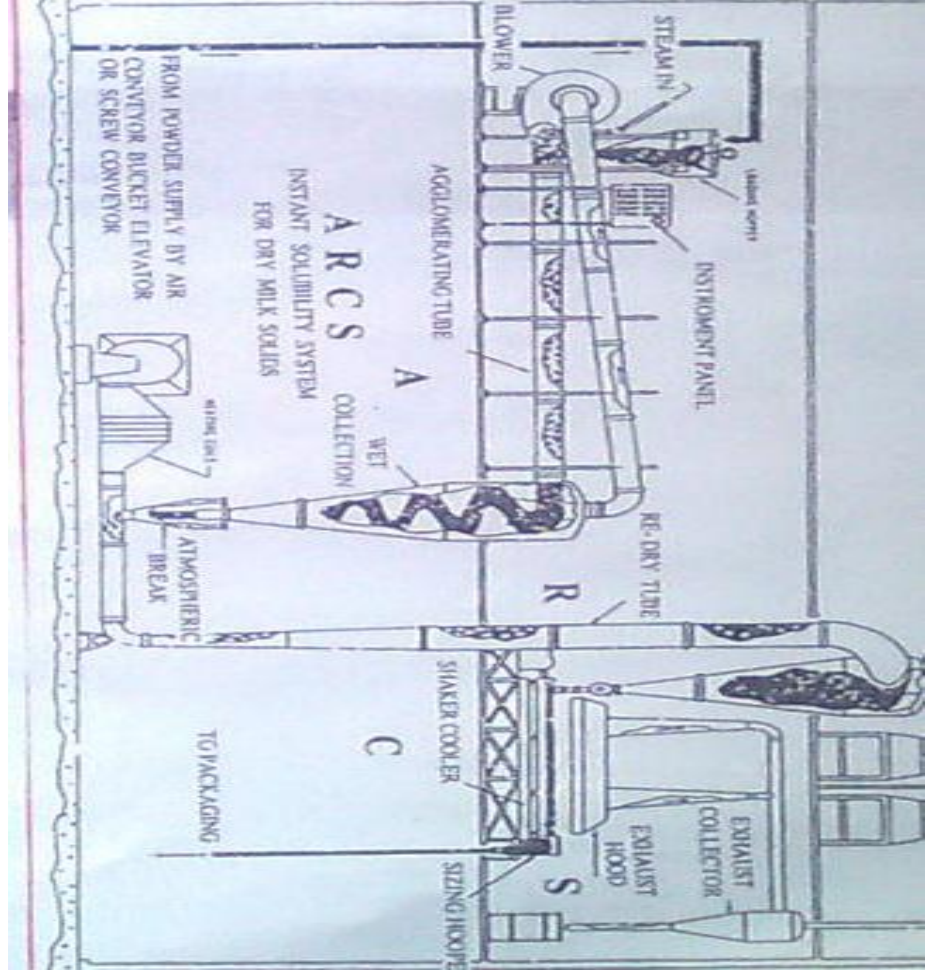
من جهة أخرى فان اللبن الفرز المجفف ذو الجودة المنخفضة Milk Of Inferior Quality يستخدم على نطاق واسع فى تركيب غذاء القطط و الكلاب و الدواجن و العجول و مختلف الحيوانات الأليفة .

يستخدم أيضا اللبن الفرز المجفف فى صناعة بعض أنواع الصابون و مستحضرات التجميل .

اللبن الفرز المجفف السريع الذوبان Instant Nonfat Dry Milk

من الملاحظ أن صعوبة ذوبان اللبن الفرز المجفف فى الماء و أعادته الى الحالة السائلة مرة أخرى كانت وراء عدم اقبال المستهلك على استخدامه فى كثير من الأغراض المنزلية . و قد تطورت الصناعة بحيث أصبح الان أغلب اللبن الفرز المجفف الناتج فى العالم مصنع بطرق حديثة تجعله سريع الذوبان Instant Milk . و هو عبارة عن لبن فرز تم تجفيفه بطريقة الرذاذ ثم عومل بطريقة خاصة بحيث أصبح فى تكتلات Clusters أو تجمعات Agglomerates قوية من الحبيبات الدقيقة المجففة و قد تغيرت نسب سكر اللاكتوز الى بعضها البعض من جزئين ألفا لاكتوز و ثلاثة أجزاء بيتا لاكتوز الى العكس ثلاثة أجزاء ألفا لاكتوز و جزئين بيتا لاكتوز .

تتميز هذه التجمعات أو التكتلات بكبر حجمها و احتوائها على قدر كبير من المسام يسمح للماء أن يتخللها بسرعة فتتكك الى حبيباتها الدقيقة التى سرعان ما تنتشر و تنتشر بالماء . كل 130 جم من اللبن تضاف الى 900 مل ماء لتكون لتر لبن معاد ذوبانه .



شكل تخطيطي لجهاز تحضير اللبن المجفف سريع الذوبان

استعمالات اللبن المجفف

- ١- الشرب والأغراض المنزلية.
- ٢- صناعة الحلوى والفطائر والبسكويت والخبيز.
- ٣- صناعة المنتجات اللبنية ولبن الشيكولاته والشيكولاته.
- ٤- تغذية الأطفال بعد تدعيمه بالأملاح المعدنية والفيتامينات.
- ٥- صناعة المنتجات اللبنية (زبادي - جبن دمياطي - جبن قريش - جبن جاف... الخ)

- ٦ -رفع تركيز المادة الصلبة في اللبن العادي لأغراض الصناعة.
- ٧ -يدخل في صناعة بعض الأدوية وإعداد المزارع البكتيرية.
- ٨ -يستخدم مسحوق اللبن الفرز أو الشرش أو اللبن الخض في تغذية حيوانات المزرعة والدواجن.

العيوب التي يمكن ان تظهر في اللبن المجفف:

- 1- الطعم المؤكسد :
يظهر نتيجة حدوث اكسدة للدهن اثناء التخزين خاصة الاحماض الدهنية غير المشبعة و بصفة خاصة حامض الاوليك و هناك عدة عوامل تسرع من حدوث هذا التفاعل :
- استخدام البان مرتفعة الحموضة
- تلوث اللبن ببعض البكتريا التي لها القدرة علي انتاج انزيمات مشجعة لعملية الاكسدة
- محتوى دهن اللبن من الاحماض الدهنية غير المشبعة
يمكن اضافة بعض المواد المضادة للاكسدة للتغلب علي ظهور هذا الطعم مثل مادة *Ethyl galate* او فيتامين C
- 2- الطعم المعدني :
يظهر نتيجة تكوين البيروكسيدات و الالدهيدات و الكيتونات نتيجة تحلل البروتين و السكر
- 3- الطعم المترنخ:
يظهر نتيجة تحلل دهن اللبن بفعل انزيم الليبيز
- 4- الطعم السمكي:
نتيجة ارتفاع نسبة الحموضة و تلوث اللبن بالمعادن مما يشجع علي تحلل الليستين
- 5- الطعم غير المستساغ :
قد يظهر في اللبن المجفف طعم متعفن غير مستساغ نتيجة حدوث تغيرات كيميائية في بروتينات اللبن و للتغلب علي هذا العيب يجب الا تتعدى نسبة الرطوبة في اللبن المجفف عن 3% و يتم تخزينه في عبوات محكمة الغلق علي درجة حرارة منخفضة 60°ف
- 6- صعوبة الذوبان :
من اهم العوامل المحددة لجودة اللبن المجفف و يتأثر بالمعاملات الحرارية التي يتعرض لها اللبن قبل و بعد التجفيف و نسبة الرطوبة باللبن المجفف , درجة حرارة التخزين و مدة حفظ اللبن
- 7- اللون البني :
نتيجة حدوث تفاعل ميلارد

المحتوى و القيمة الغذائية Composition and Nutritive Value :

لا تختلف القيمة الغذائية للبن المجفف بالرداذ ذو الحرارة المنخفضة عن قيمة اللبن السائل الغذائية كثيرا . حيث ينخفض محتوى اللبن الفرز المجفف من V.D & V.A كنتيجة مباشرة لنزع الدهن أما نتيجة التجفيف بالرداذ فانه يفقد 10 % من الثيامين و في حالة التجفيف بالاسطوانات يفقد 20 % من الثيامين كذلك يفقد حوالي 20 % من حامض الاسكوربيك (V.C) اذا جفف بالرداذ 30 % اذا جفف بالاسطوانات . بالنسبة للتغيرات في البروتين فان اللبن المجفف بالرداذ يحتفظ بكل محتواه من الليسين Lysine أما اذا جفف بالاسطوانات فانه يفقد 32 % من الليسن . عملية تحويل اللبن المجفف الفرز الى لبن مجفف فرز سريع الذوبان لا تؤثر على قيمته الغذائية و قد دلت الدراسات على أن اللبن الفرز المجفف بطريقة الرداذ ذو الحرارة المنخفضة عندما عومل ليكون سريع الذوبان لم يتأثر محتواه

من الثيامين و الريبوفلافين و النياسين و حامض البانتوثينيك و V.B6 فكمياتهم المقدرة لم تختلف عنها فى اللبن قبل التجفيف .