الباب الحادى عشر

التجفيف

DRYING OR DEHYDRATION

حفظ الاغذيه بالتجفيف

التجفيف Drying أو التنشيف Dehydration هو عبارة عن عملية ينتج عنها خفض المحتوى الرطوبى للمادة نتيجة لتبخر الماء منها وبالتالى تركيز ما تحتوى عليه من المكونات الصلبه الذائبه وبذلك يمكن حفظها لفترات طويله دون خوف من سرعة تعرضها للتلف حيث انه كلما كانت نسبة الرطوبه بالمادة مرتفعه كلما كانت مجال خصب لنمو الكائنات الدقيقه ونشاط الانزيمات .

وصناعة التجفيف تعتبر من اكثر الصناعات الغذائيه ممارسة واهمية ، فهى من الصناعات القديمة التى ادت الحاجة الطبيعيه للانسان لقيامها . وقد كانت عملية التجفيف - ومازالت فى كثير من الاحيان - تتم طبيعيا بتعريض المادة المراد تجفيفها للشمس والهواء لخفض نسبة الرطوبة بها كما هى الحالة فى تجفيف البلح او العنب وبعض الخضروات . وقد استحدثت عملية التجفيف الصناعى نظرا لانه يمكن فيها التحكم فى العوامل المؤثره على المادة المجففه مثل سرعة الهواء والتحكم فى درجة حرارته ونسبة رطوبته .

ويشترط فى تجفيف الاغذية المحافظة على مركباتها بدون أى تلف او تحلل اثناء عملية التجفيف او اثناء تخزين المواد المجففه ، كما يشترط فى الماده الغذائيه الجافه سرعة تشربها ثانية للرطوبه عند نقعها فى الماء حتى تسترجع اكبر قدر ممكن عمليا من صفات وخواص مادتها الطازجة .

وعملية تجفيف المنتجات الزراعيه والغذائيه تعتبر ذات أهمية كبيرة فى الحفظ لاتقل اهمية عن طرق الحفظ الاخرى مثل التبريد أو التجميد بل تفوقها فى بعض الاحيان خاصة اثناء الحروب . واهم مميزات الاغذية المجففه :

١- ارخص طرق الحفظ لانخفاض تكاليف الانتاج والعبوات وعدم الحاجه الى اضافة مواد حافظه اخرى او تخزينها فى غرفة التبريد .
٢- انخفاض تكاليف النقل والشحن والتخزين نتيجة لقلة وزنها وحجمها .
٣- تواجد الاغذية المحفوظة بالتجفيف على مدار السنه .
٤- يمكن الاحتفاظ باكبر قدر ممكن من صفات المواد الغذائية الطازجة وذلك طالما كان هناك عناية كافيه فى تصنيعها وتخزينها .

obeikandl.com

الخطوات الرئيسيه فى تحضير ثمار الفاكهه والخضر للتجفيف :

١- انتخاب اصناف الفاكهه والخضر التامة النضج اذ ان تجفيف الثمار الغير تامه النضج يتسبب عنها لون غير مغرى ومذاق غير مستحب وانكماش ظاهر فى شكلها الخارجى .

٢- العنايه بقطف ثمار الفاكهه حتى لايتسبب ذلك فى قلة جودتها .

٣- مراعاة انتخاب اصناف الفاكهه والخضر التى بها نسبة مرتفعه من المواد الصلبه. اى نسبة الرطوبه بها قليله وبذلك يمكن زيادة نسبة التجفيف وتقليل كمية الماء الواجب تبخيرها من المادة الطازجه .

٤- مراعاة الصفات الخاصه فى الثمار التى تحدد جودة المنتجات المجففه مثل ارتفاع نسبة الكاروتين فى الجزر والبطاطا ونسبة فيتامين C فى الفواكه وانخفاض نسبة السكريات المختزله وما اليها من صفات مشابهه .

٥- مراعاة عدم تلف الثمار فى الفترة بين جمعها وتجفيفها ، فبعض الخضروات تتعرض للتلف بسرعة بمجرد حصادها ، لذلك يجب نقلها وتجفيفها فى اقصر وقت ممكن . وكثير من ثمار الفاكهه يمكن تخزينها داخل غرف تبريد اثناء هذه الفترة حتى يتم تجفيفها .

٦- تغسل جميع الخضروات وخاصة الجذرية منها غسلا جيدا لازالة الأتربه والمواد العالقه بها . ولاينصح بغسل الفاكهه الا اذا كانت معاملة باحدى المواد المبيدة للحشرات أو اذا جمعت من الارض .

٧- لتسهيل عملية التجفيف ولانتاج فواكه او خضر مجففه ذات مظهر افضل ومذاقا احسن تتم عمليات الفرز والتنظيف والتقطيع وازالة النقى والتقشير. وتتم عملية التقشير للخضروات الجذريه وبعض انواع الفاكهه كالتفاح والخوخ اما بواسطة آلات التقشير بالاحتكاك كما فى البطاطس والبطاطا ، او بالمحاليل القلويه كما فى الخوخ .

obeikandl.com

٨- الغمر بالقلوى : Dipping

تغمرثمار الفاكهه قبل عملية التجفيف فى محلول قلوى مثل الصودا الكاويه ٠,٥ ٪ وذلك لازالة الاتربه الملتصقه بالثمار ، والطبقة الشمعيه الموجودة على سطحها مع تليين قشور الثمار وتشقيقها حتى تسهل عملية تبخير الماء من الثمار .

٩- الكبرتـــــه : Sulfuring

والمقصود بهذه العملية هو معامله المادة المعده للتجفيف بغاز ثانى اكسيد الكبريت واهم اغراض هذه العمليه مايأتى :-

أ - ايقاف عمل الانزيمات خاصة المؤكسدة .
ب - تمنع اكسدة سطح الثمار بالهـــواء .
جـ - تساعد على المحافظة على اللون والطعم الطبيعى للفاكهه او الخضر .
د - تساعد على استخدام درجات حرارة عاليه فى عملية التجفيف .
هـ - تأخر معدل فقد الفيتامينات خاصة فيتامين أ ، جـ .
و - اطالة مدة التخزين نتيجة لتأثير غاز ثانى اكسيد الكبريت على نشاط الاحياء الدقيقه .

١٠- التبخير : Fumigation

تبخر الفاكهه كالبلح ومعظم الخضروات قبل او بعد عملية التجفيف للتخلص من الآفات الحشريه .

obeikandl.com

نظرية التجفيف الصناعى

عندما تتعرض الماده المراد تجفيفها للجو يفقد السطح المبلل لهذه المادة كميـــة كبيره من رطوبته وذلك نتيجة لتبخر الماء منه . وحيث ان عملية تبخير الماء يلزم لها اضافة كمية حرارة كافية لاتمامها فاننا نجد ان عملية التجفيف ينتج عنها الآتى :

١- انخفاض نسبة الرطوبه فى سطح المادة المعرضه للجو نتيجة لتبخر الماء منها .

٢- انخفاض فى درجة حرارة سطح الماده وذلك لامتصاص كمية الحرارة منها لاحداث التبخير .

٣- ارتفاع تركيز بخار الماء فى الجو المحيط بسطح المادة .

٤- انخفاض معدل التبخير كنتيجة للآتى :

أ - انخفاض نسبة الرطوبه بسطح الماده المعرضه للجو يؤدى الى الاقلال من معدل التبخير .

ب- انخفاض درجة حرارة السطح المعرض وعلى ذلك ينخفض معدل التبخير كنتيجة لصعوبة الحصول على الحرارة الكافيه منه لاحداث التبخير .

جـ- وجود طبقة راكده من الهواء على سطح المادة يتسبب عنها مقاومه مرور الرطوبه من داخل المادة الى الجو الخارجى اى انه يسبب تشبع سطح المادة ببخار الماء .

وحيث ان عملية التجفيف الصناعى تتحكم اساسا فى سرعة مرور الهواء على السطح الخارجى وخلال انسجة المادة المراد تجفيفها ، وكذلك يتحكم فى درجة حـــرارة ونسبة رطوبة الهواء ، فانه يمكن الاقلال من انخفاض معدل التبخيـــر بواسطـــة التجفيف الصناعى وذلك كما يأتى :-

obeikandl.com

١- تزود المجففات الصناعيه بالطاقه الحرارية اللازمه للتجفيف عن طريق التسخين المباشر (حرق الوقود مباشرة فى المجففات) او الغير مباشر (كأستخدام مبادلات حرارية يمر بداخلها بخار وخارج اسطحها هواء التجفيف) وينتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة السطح المعرض للمادة وبذلك يسهل انتقال الحرارة من الجو الملامس للمادة الى داخلها وبالتالى يرتفع معدل التبخير منها. ويجب مراعاة عدم رفع درجة حرارة الهواء الى الحد الذى ينتج عنه ضرر للمادة المراد تجفيفها . غير انه يمكن استخدام درجات حرارة اعلى لهواء التجفيف فى حالة ما اذا كانت اسطح المواد المراد تجفيفها بها نسبة عالية من الرطوبه .

٢- تستخدم مراوح لدفع هواء التجفيف داخل المجففات وبذلك تكون سرعة الهواء مرتفعه يتسبب عن ذلك ازاحة تيارات الهواء الساخن لطبقة الهواء المشبعه ببخار الماء الراكده على اسطح المادة المراد تجفيفها والتى تقاوم تبخير الرطوبه من داخل المادة نفسها ، ويختلف سمك الطبقة الراكدة باختلاف سرعة الهواء المستخدمه . فكلما كانت السرعة بطيئة كلما كان سمك هذه الطبقة كبيرة ويقل هذا السمك بازدياد سرعة الهواء كذلك يجب ان يكون الهواء المار داخل المجففات به نسبة منخفضة من الرطوبه حتى يزيد من قدرته على امتصاص كمية كبيرة من الرطوبه .

وتتم عملية التجفيف على مرحلتين :

١- المرحله الاولى وتعرف بمرحلة معدل التبخير الثابت :
Constant Rate Period :

فأى مادة بها كمية من الرطوبه ، يوجد عادة على سطحها طبقة ذات سمك صغير من الماء . وازالة هذه الطبقه بالتجفيف يماثل تماما تبخير الماء من سطح اناء محتوى على ماء ومعرض للهواء الساخن . والمدة اللازمه للانتهاء من المرحله الاولى تعتمد مباشرة على سمك طبقة الماء على سطح المادة وتكون هذه المدة قصيره . والمحتوي الرطوبي للماده الذى تصل اليه بعد المرحله الاولى يعرف بالمحتوى الرطوبى الحرج (Critical Moisture Content (M_C) وبعده تبدأ عملية التجفيف فى المرحله الثانيه .

٢- المرحله الثانيه وتعرف بمرحلة معدل التبخير المتناقص :
Falling Rate Period :

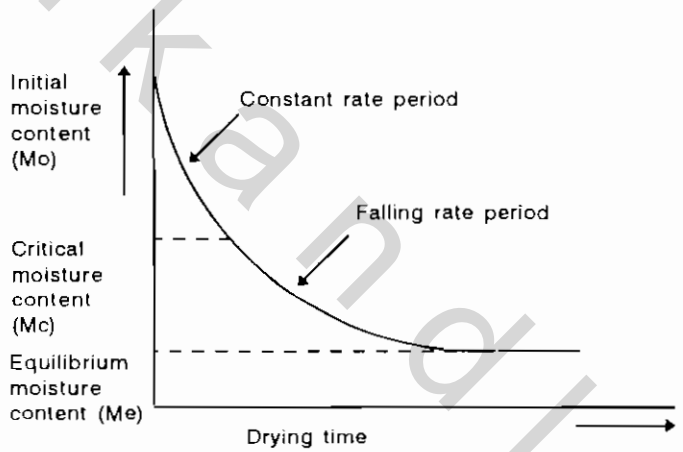
وتتم هذه المرحله على الوجه التالى :

obeikandl.com

أ - تحرك الرطوبه (الماء) داخل المادة المراد تجفيفها الى ان تصل الى السطح الخارجى .

ب- ازالة هذه الرطوبه من السطح الخارجى .

والتحرك الداخلى للرطوبه فى المواد الغذائيه (سواء بها خلايا وانسجة تجعلها مساميه) يماثل تحرك السوائل فى الانابيب الشعريه او تحركها بالجاذبيه مثل تحرك المياه الجوفيه فى الاراضى المساميه . واذا كان المحتوى الرطوبى للمادة اقل من درجة التشبع يكون تحرك الرطوبه بطريقة الانتشار Liquid Diffusion



شكل (١١-١) منحنى التجفيف

والرسم البيانى شكل (١١-١) يمثل العلاقه بين المحتوى الرطوبى للمادة المراد تجفيفها والزمن الذى تستغرقه عملية التجفيف خلال مروره بمرحلتى التجفيف المذكورتين ، ونلاحظ ان المحتوى الرطوبى للمادة لايقل عن حد معين مهما طالت مدة التجفيف حيث يكون عندها ضغط بخار الماء داخل المادة فى حالة اتزان كامل مع ضغط بخار الماء الموجود فى هواء التجفيف ويسمى بالمحتوى الرطوبى المتوازن (M_e) Equilibrium Moisture Content.

obeikandl.com

الحسابات الخاصه بالتجفيف

تعاريف :

تعتبر كمية المياه المتشربه فى الماده الغذائيه من أهم المهام الرئيسيه لإجراء عملية التجفيف لخفضها . ويعبر عن ذلك بالمحتوى الرطوبى للمادة أما منسوبا للوزن الكلى الرطب أو الوزن الجاف فقط ويسمى في هذه الحاله كذلك بنسبة الرطوبه فى المادة كما يلى :

المحتوى الرطوبى للماده على الأساس الرطب :

Moisture content, wet basis % (m)

ويرمز لها بالرمز m ، وهى النسبه بين وزن الرطوبه بالمادة والوزن الكلى للماده أى ان :

$$m = \frac{W_m}{(W_m + W_d)} X\ 100 \qquad (11-1)$$

حيث :

W_m = وزن الرطوبه بالماده

W_t = الوزن الكلى للمادة = $W_m + W_d$

W_d = الوزن الجاف للمادة Weight of bone-dry material

المحتوى الرطوبى للمادة على الأساس الجاف:

Moisture content, dry basis, % (M)

ويرمز له بالرمز M ، وهى النسبه بين وزن الرطوبه بالمادة والوزن الجاف تماما للمادة وعادة ماتسمى نسبة الرطوبه فى المادة Moisture Ratio .

$$M = \frac{W_m}{W_d} X\ 100 \qquad (11-2)$$

والعلاقه الآتيه تربط المحتوى الرطوبى على الاساس الرطب والمحتوى الرطوبى على الاساس الجاف

$$M = \frac{100m}{100 - m} \qquad (11-3)$$

obeikandi.com

ويفضل عند عمل حسابات التجفيف استخدام المحتوى الرطوبى على الاساس الجاف (M) اذ انه منسوب الى الوزن الجاف تماما بالمادة وهو ثابت لايتغير اثناء عملية التجفيف بعكس المحتوى الرطوبى على الاساس الرطب (m) فهو منسوب الى الوزن الكلى للمادة وهو يعتبر كمية متغيره يتغير اثناء فترة التجفيف وحسب درجته .

حساب كمية الرطوبه الواجب التخلص منها بالتجفيف :

ويمكن حساب كمية الرطوبه التى يجب التخلص منها بالتجفيف وذلك باستخراج المحتوى الرطوبى أولا قبل عملية التجفيف ثم المحتوى الرطوبى بعد عملية التجفيف ويكون الفرق بينهما يساوى كمية الرطوبه الواجب طردها منسوبه الى الوزن الجاف تماما للمادة. ولما كانت هذه الطريقه مطوله فقد استخرجت بعض المعادلات التى يمكن بواسطتها ايجاد وزن الرطوبه الواجب طردها مباشرة وهذه المعادلات هى :

١- وزن الرطوبه الواجب ازالتها (تبخيرها) من وحدة وزنيه واحده من الماده الطازجه:

$$\frac{\text{Weight of moisture}}{\text{Weight of fresh material}} = \frac{M_1 - M_2}{100 + M_1} = \frac{m_1 - m_2}{100 - m_2} \qquad (11\text{-}4)$$

حيث (1) يرمز للحاله قبل اجراء عملية التجفيف ، (2) يرمز للحاله بعد اجراء عملية التجفيف .

٢- وزن الرطوبه الواجب ازالتها (تبخيرها) للحصول على وحدة وزنيه واحدة من المادة المجففه :

$$\frac{\text{Weight of moisture}}{\text{Weight of dried material}} = \frac{M_1 - M_2}{100 + M_2} = \frac{m_1 - m_2}{100 - m_1} \qquad (11\text{-}5)$$

٣- تقدير نسبة التجفيف Drying Ratio

وهى وزن المادة الطازجه اللازمه لانتاج وحدة وزنيه واحدة من الماده المجففه :

$$\text{Drying Ratio} = \frac{\text{Weight of fresh material}}{\text{Weight of dried material}} = \frac{100 - m_2}{100 - m_1} = \frac{100 + M_1}{100 + M_2} \qquad (11\text{-}6)$$

obeikandl.com

ولحساب معدل التجفيف فى اجراء عملية التجفيف ذو الطبقه الرقيقه Thin-layer يوجد بعض المعادلات التى تستخدم لهذا الغرض ونذكر منها :

a- Lewis equation (General exponential equation)

وهى معادله أسيه تحتوى على معامل واحد وتسمى ايضا one term model أو time based model أو logarithmic model

$$MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = \exp.(-\alpha t) \qquad (11-7)$$

وبصيغة اخرى

$$MR = -\ln MR = \alpha t \qquad (11-8)$$

حيث :

M = المحتوى الرطوبى بعد فترة من زمن التجفيف ، kg H_2O/kg DM

M_e = المحتوى الرطوبى الاتزانى ، kg H_2O/kg DM

M_o = المحتوى الرطوبى الابتدائى(عند بداية عملية التجفيف) kg H_2O/kg DM

t = وقت التجفيف ، min.

α = ثابت الانتشار الكلى drying rate parameter, min^{-1}

ويعتبر هذا النموذج ان عملية التجفيف تتم بالانتشار وتكون المقاومه للانتشار على سطح المادة المراد تجفيفها .

b- Page equation

وهى معادلة أسيه تحتوى على معاملين وهى اكثر دقه لحساب معدل التجفيف (MR) عن المعادله السابقه وتسمى Two terms model

$$MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = \exp.(-Kt^N) \qquad (11-9)$$

وبصيغه اخرى لتعطى معادله على صورة خط مستقيم

$$\ln[-\ln(MR)] = \ln K + N \ln t \qquad (11-10)$$

obeikandi.com

حيث :

K = ثابت التجفيف التجريبى ويعتبر intercept معادله Page , min^{-1}

N = ثابت تجريبى ويعتبر ميل Slope معادله Page، لابعدى dimensionless

وتصف هذه المعادله معدل فقد الرطوبه اثناء التجفيف بالطبقه الرقيقه Thin-layer للماده الغذائيه .

٤- كمية الحراره اللازمه لتسخين الهواء (Q)

أو (كمية الحراره التى يكتسبها الهواء فى وحدة الزمن) =

معدل السريان الحجمى للهواء فى وحدة الزمن X [المحتوى الحرارى للهواء عند النقطه (٢) / الحجم الرطب للهواء عند النقطه (٢) - المحتوى الحرارى للهواء عند النقطه (١) / الحجم الرطب للهواء عند النقطه (١)]

$$Q = \dot{V} \times \left(\frac{H_2}{v_2} - \frac{H_1}{v_1} \right) \qquad (11\text{-}11)$$

أو

معدل السريان الوزنى للهواء فى وحدة الزمن X [المحتوى الحرارى للهواء عند النقطه (٢) -المحتوى الحرارى للهواء عند النقطه (١)]

$$Q = \dot{m} \times (H_2 - H_1) \qquad (11\text{-}12)$$

٥- كمية الرطوبه المزاله فى وحدة الزمن (W)=

معدل السريان الحجمى للهواء فى وحدة الزمن X [المحتوى الرطوبى للهواء عند النقطه (٢) / الحجم الرطب للهواء عند النقطه (٢) - المحتوى الرطوبى للهواء عند النقطه (٢) / الحجم الرطب للهواء عند النقطه (٢)]

$$W = \dot{V} \times \left(\frac{X_3}{v_3} - \frac{X_2}{v_2} \right) \qquad (11\text{-}13)$$

أو

معدل السريان الوزنى للهواء فى وحدة الزمن X [المحتوى الرطوبى للهواء عند النقطه (٢) -المحتوى الرطوبى للهواء عند النقطه (٢)]

$$W = \dot{m} \times (X_3 - X_2) \qquad (11\text{-}14)$$

$$\text{Drying time} = \frac{\text{Total moisture to be removed}}{\text{Moisture removed per unit time}} \qquad (11\text{-}15)$$

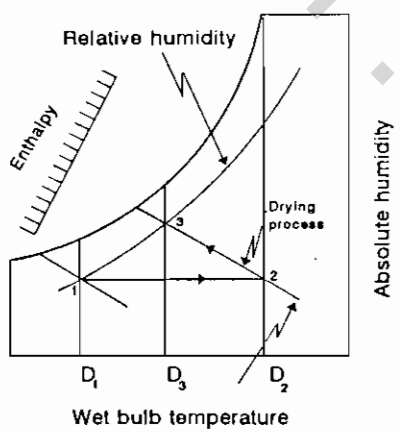
obeikandl.com

$$\text{Heat energy required for the heating process} = \frac{\text{Total heat required to heat the air}}{\text{Conversion factor of heat energy to electrical energy}} \quad (11-16)$$

تمثيل عملية التجفيف على الخريطه السيكرومتريه :

عند مرور الهواء الجوى داخل مجفف يتم تسخينه اى رفع درجة حرارته الى درجةالحراره المناسبه لاجراء عملية التجفيف ويمر بعد ذلك الهواء الساخن على سطح المادة الرطبه المراد تجفيفها فيعمل على تبخير الماء منها ويتصاعد بخار الماء ويختلط بالهواء وفى نفس الوقت نجد أن الهواء يفقد كمية من حرارته وبالتالى تنخفض درجة حرارته الجافه . ولما كانت قدرة تشبع الهواء ببخار الماء تقل كلما قلت درجة حرارته فاننا نجد أن الرطوبه النسبيه للهواء تزداد حتى تصل الي تركيز التشبع اى اننا نجد ان معدل التجفيف يكون سريعا أولا ثم يقل تدريجيا حتى يصل الى حد معين يبدأ فى التدهور سريعا بعدها حتى ينعدم نهائيا عند تركيز التشبع .

وبذلك تظل درجة حرارة الهواء الرطبه ثابته تقريبا اثناء مرور الهواء داخل المجفف على سطح المادة المراد تجفيفها بينما تنخفض درجة حرارته الجافه حتى تتساوى مع درجة الحراره الرطبه عند تركيز التشبع . وعمليا يخرج الهواء بعد مروره على سطح الماده المراد تجفيفها على درجة حرارة مرتفعه عن درجة حرارة الهواء الخارجى ورطوبة نسبيه عاليه نتيجة لتبخر الرطوبه من المادة المجففه ، وعلى ذلك يمكن خلط كمية من الهواء الخارج من المجفف مع الهواء الجوى الداخل الى مسخن المجفف لزيادة كفاءة عملية التجفيف مع توفير فى الحراره المضافه فى مسخن المجفف وتسمى هذه الطريقه باعادة تمرير هواء التجفيف Recirculation.



شكل (١١-٢) تمثيل عملية التجفيف على الخريطة السيكرومتريه

obeikandi.com

وتمثل النقطه (a) حالة الهواء الجوى قبل دخوله الى مسخن المجفف عند درجة حرارة جافه D_a ، والنقطه (b) تمثل حالة الهواء بعد خروجه من مسخن المجفف عند درجة حرارة جافه D_b وتتم عملية التسخين a-b داخل مسخن المجفف بدون تغير فى المحتوى الرطوبى للهواء ويمر الهواء بعد تسخينه ووصوله الى نقطة b على سطح المادة المراد تجفيفها وتتم عملية التجفيف تحت درجة حرارة رطبه ثابته ويخرج الهواء بعد اتمام عملية التجفيف من المجفف عند النقطه C وتكون درجة حرارته D_c اقل من درجة حرارته عند بدء عملية التجفيف D_b.

ويمثل المثال الآتى طريقة استخدام الخريطه السيكرومتريه فى الحسابات الخاصه بالتجفيف :

مثال :

مجفف صوانى يستخدم ٣٤٠ متر مكعب من الهواء فى الدقيقه ، عند درجة حرارة ٥٠°م لتجفيف شرائح من البصل من محتوى رطوبى ٩٠٪ الى محتوى رطوبى ٤٪ومقدار ماينتجه من البصل المجفف يوميا ٢٢٥ كيلوجرام ، فاذا كان الهواء يدخل المجفف عند درجة حرارة جافه ٢٧°م ورطوبة نسبيه ٦٠٪ ويسخن إلى درجة حرارة ٥٠°م ويخرج الهواء من المجفف عند درجة حرارة جافه قدرها ٤٠°م . احسب:

١- نسبة الرطوبه فى المادة قبل وبعد التجفيف.
٢- وزن البصل قبل عمليـــــة التجفيـــف.
٣- كمية الرطوبه الواجب ازالتهـــــــا.
٤- كمية الحرارة الواجب اضافتها للهواء الجوى .
٥- الوقت اللازم لاتمام عمليـــة التجفيـــف .

الحـــل

١- نسبة الرطوبه قبل عملية التجفيف (M_1)

$$M_1 = \frac{100\ m_1}{100 - m_1} = \frac{100 \times 90}{100 - 90} = 900\%$$

نسبة الرطوبه بعد عملية التجفيف (M_2)

$$M_2 = \frac{100\ m_2}{100 - m_2} = \frac{100 \times 4}{100 - 4} = 4.170\%$$

$$2.\ \frac{\text{Weight of fresh material}}{\text{Weight of dried material}} = \frac{100 - m_2}{100 - m_1} = \frac{100 - 4}{100 - 90} = \frac{96}{10} = 9.6$$

or

$$= \frac{100 + M_1}{100 + M_2} = \frac{100 + 900}{100 + 4.17} = \frac{1000}{104.17} = 9.6$$

$\therefore$ Weight of fresh onion = 225 x 9.6 = 2160 kg/day

$$\text{3-Weight of bone dry matter} = \text{weight of dried material} \times \left(\frac{100 - m_2}{100}\right)$$

$$= 225 \times \left(\frac{100 - 4}{100}\right) = 216 \text{ kg/day}$$

$\therefore$ Weight of moisture to be removed = Weight of bone dry matter x $(M_1 - M_2)$

$$= 216 \times \left(\frac{900 - 4.17}{100}\right) = 1935 \text{ kg/day}$$

اويمكن حسابها كالآتى :

$$\frac{\text{Weight of moisture to be removed}}{\text{Weight of fresh material}} = \frac{m_1 - m_2}{100 - m_2} = \frac{90 - 4}{100 - 4} = \frac{86}{69} = 0.896$$

$\therefore$ Weight of moisture to be removed = $2160 \times \left(\frac{86}{96}\right)$ = 1935 kg/day

من الخريطه السيكرومتريه نوجد المعلومات الآتيه :

الرطوبه المطلقه للهواء الداخل الى المجفف عند النقطـــه (a) = ٠,٠١٣ كجم ماء/كجم هواء جـــاف

الرطوبه المطلقه للهواء الخارج من المجفف عند النقطـــه (c) = ٠,٠٢ كجم ماء/كجم هواء جـــاف

الحجم الرطب للهواء الداخل الى المجفف عند النقطـــه (a) = ٠,٨٧ متر مكعب/كجم هواء جـاف

الحجم الرطب للهواء الخارج من مسخن المجفف عند النقطه (b) = ٠,٩٣٥ متر مكعب/كجم هواء جـاف

الحجم الرطب للهواء الخارج من المجفف عند النقطـــه (c) = ٠,٩١ متر مكعب/كجم هواء جـاف

الحراره الكليه فى الهواء الداخل الى المجفف عند النقطـــه (a) = ٦١ كيلو جول/كجم هواء جـــاف

الحراره الكليه فى الهواء الخارج من المجفف عند النقطـــه (c) = ٨٥ كيلو جول/كجم هواء جـــاف

obeikandl.com

٤- كمية الحراره المضافه = معدل السريان الحجمى للهواء فى وحدة الزمن ×

$$\left[\frac{\text{(المحتوى الحرارى للهواء)}_a}{\text{(الحجم الرطب للهواء)}_a} - \frac{\text{(المحتوى الحرارى للهواء)}_b}{\text{(الحجم الرطب للهواء)}_b} \right]$$

$$4- \quad Q = \dot{V} \times \left(\frac{H_b}{v_b} - \frac{H_a}{v_a} \right) = 340 \times \left(\frac{85}{0.935} - \frac{61}{0.87} \right) = 7070.01 \ \text{kJ/min}$$

كمية الرطوبه المزاله فى الدقيقه = معدل السريان الحجمى للهواء فى وحدة الزمن ×

$$\left[\frac{\text{(المحتوى الرطوبى للهواء)}_b}{\text{(الحجم الرطب للهواء)}_b} - \frac{\text{(المحتوى الرطوبى للهواء)}_c}{\text{(الحجم الرطب للهواء)}_c} \right]$$

$$W = \dot{V} \times \left(\frac{X_c}{v_c} - \frac{X_b}{v_b} \right) = 340 \times \left(\frac{0.02}{0.91} - \frac{0.013}{0.87} \right) = 2.39 \ \text{kg/min}$$

$$5- \text{ Drying time} = \frac{\text{Total evaporated moisture}}{\text{Moisture removed per hour}} = \frac{1935}{1.39 \times 60} = 13.5 \text{ hrs.}$$

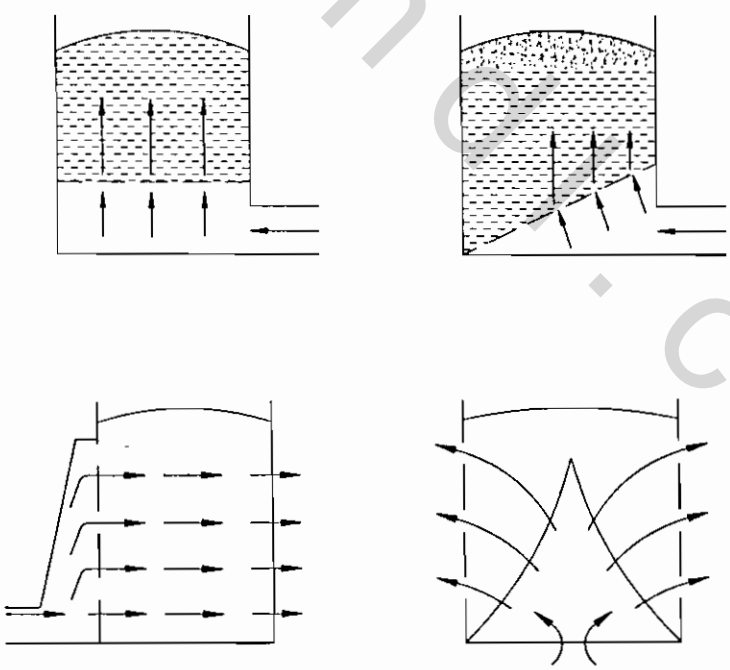
openkandl.com

أنواع المجففات

توجد تصميمات متعددة للمجففات المستخدمه فى تجفيف الاغذيه والمنتجات الزراعيه . وتختلف انواعها باختلاف المادة المراد تجفيفها وطبيعة ناتج التجفيف والعوامل الاقتصاديه التى يتوقف عليها تصريف المنتج . فتستخدم مجففات النفق Tunnel Driers فى تجفيف ثمار الفاكهه والخضر ، ومجففات الرذاذ Spray Driers فى تجفيف اللبن والبيض وعصير بعض الفواكه والخضروات مثل عصير الطماطم . وتضاف الحرارة داخل المجففات اما باستخدام التسخين المباشر Direct Heating او التسخين الغير مباشر Indirect Heating. ففى طريقة التسخين المباشر تستخدم الغازات الناتجه عن احتراق الوقود مباشرة فى تجفيف الاعلاف كما هى الحالة فى المجففات الدواره Rotary Driers وتستخدم طريقة التسخين الغير مباشرة فى غالبية مجففات اغذية الانسان حيث يمر الهواء المستخدم فى التجفيف على الاسطح الخارجية لافران يحترق داخلها الوقود او بملامسة الاسطح الخارجيه لمواسير البخار او امرار هواء التجفيف على مسخنات كهربائيه وتتوقف الطريقة المستخدمه فى التسخين على العوامل الاقتصاديه وجودة المنتج .

ونذكر فيما ياتى بعض انواع المجففات الشائعة الاستعمال :-

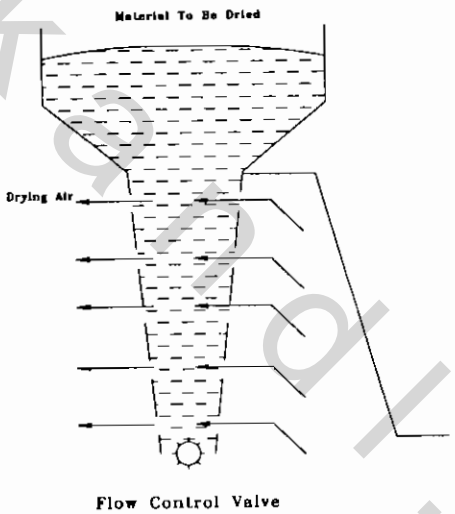
١- مجففات الحبوب والغلال على دفعات Batch or Bin Grain Driers



شكل (١١-٣) نظم المجففات على دفعات

وتستخدم لتجفيف الحبوب والغلال التى تحتوى على نسبة بسيطة من الرطوبة . وعادة يكفى استعمال الهواء العادى بدون تسخين فى فترة الصيف او اضافة كمية قليله من الحرارة للهواء فى موسم الشتاء . وتتكون من خزان كبير او قادوس Bin على شكل اسطوانة او يأخذ مقطعه شكل مستطيل ، يوجد به فاصل او قاطوع به ثقوب لاتسمح بمرور الغلال خلاله . ويدفع الهواء داخل القادوس خلال الغلال بواسطة مروحة دفع Air Blower ويمكن توجيه الهواء عند مروره داخل المجففات بحيث يتم توزيعه بانتظام حتي تتم عملية التجفيف بكفاءة عاليه كما هو مبين فى الشكل (١١-٣) :-

٢- التجفيف المستمر للحبوب والغلال
Continuous Gravity Flow Driers:



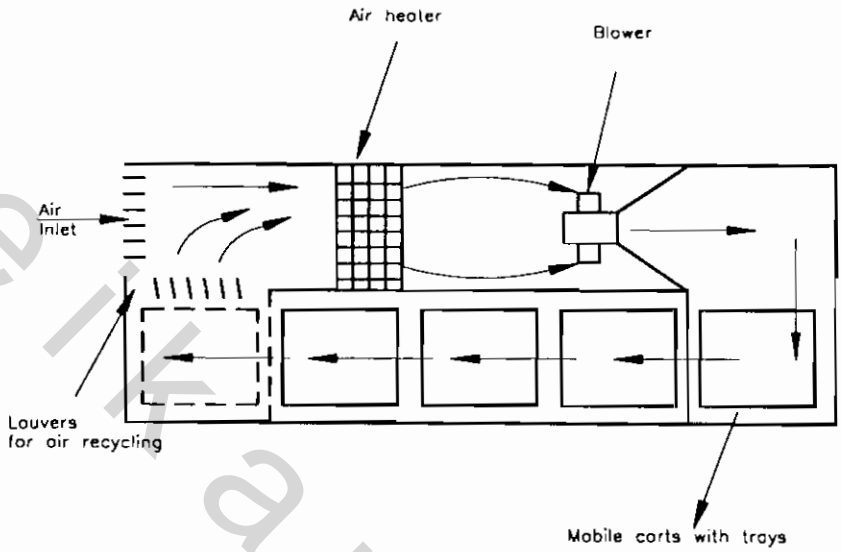
شكل (١١-٤) نظام التجفيف المستمر للحبوب

ويستخدم لتجفيف المواد المحبه التى يسهل تحركها بالجاذبيه الارضيه . ويستعمل الهواء الجوى فى التجفيف سواء كان ساخنا أو طبيعيا حسب موسم الحصاد . ويتكون المجفف من قادوس اسطوانى على ارتفاع عالى يتصل باسفله ماسورة ذات قطر مناسب ومثقبه من جوانبها لتسهيل امرار هواء التجفيف ، وتنتهى الماسورة بقرص به ريش مستقيمه لتنظيم عملية تفريغ الحبوب بعد تجفيفها. وعادة ماتستخدم سيور ناقله او روافع السواقى لتغذية القادوس بالحبوب من اماكن تخزينها والشكل (١١-٤) يبين كروكي للفكره الرئيسيه المستخدمه فى التجفيف المستمر .

obeikandl.com

٣- المجففات ذات المقصورات

Cabinet and Tray Driers:

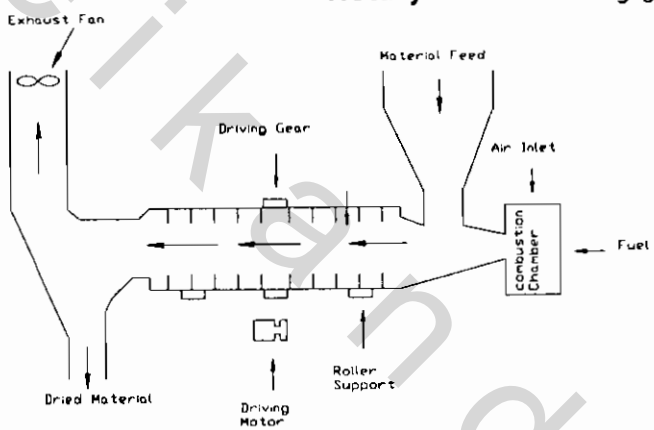


شكل (١١-٥) قطاع فى مجفف المقصورة

وتستخدم هذه المجففات عادة فى تجفيف المواد الغذائيه الصلبه مثل الفواكه والخضروات واللحوم . وهى عبارة عن حجرة مقسمة من الداخل بواسطة فواصل الى كبائن يوضع بداخلها عدد من صوانى المجفف مصفوفه فوق بعضها ومحموله على عربات ، وقد تكون الصوانى ثابته داخل المقصورات او الكبائن كرفوف متحركه او غير متحركه معتمده على نوع المادة المراد تجفيفها وهل يلزم تقليبها بين فترة واخرى او لاتتطلب التقليب كما هو مبين فى شكل (١١-٥) . وتقوم مراوح الهواء بسحبه لامراره على اسطح المسخن وتوجيهه بواسطة مواسير او مجارى فرعيه ليتخلل المادة المراد تجفيفها داخل كل مقصوره . ويكون مرور الهواء اما خلال الصوانى او رأسيا عليها، ولو انه يفضل مروره خلال الصوانى حتى لاتتعرض المادة الموضوعه علي الصواني القريبه من دخول الهواء الى سرعة جفافها عن المواضع البعيده عنها . ويمر الهواء بعد عملية التجفيف الى خارج المجفف عن طريق ماسوره على شكل مدخنه مزوده بفتحات يمكن التحكم فى اغلاقها او فتحها يدويا وبذلك يمكن الاستفاده من جزء من الحراره الخارجه مع الهواء فى تسخين الهواء الداخل الى المسخن حتي يمكن الاقلال من تكاليف التسخين . ويفضل استخدام مواسير البخار فى مسخنات هواء التجفيف الا انه فى بعض المناطق التى لايتوفر فيها توليد البخار(مثل الواحات والمناطق الصحراويه) تستخدم افران

لاحراق وقود مثل السولار او المازوت لتزويد مسخنات الهواء بالحراره اللازمه لعملية التجفيف. ويجب فى هذه الحالة مراعاة ان تكون مداخن الافران مرتفعه عن مداخل ومخارج الهواء بمسافة كافيه حتى لاتختلط نواتج الاحتراق مع هواء التجفيف متسببه فى تغير لون ورائحة المادة المجففه كما هى الحالة فى مجففات البلح فى الواحات . وتعتبر طريقة التجفيف بالمقصورات طريقة متقطعه Intermittent على دفعات وبذلك يكون انتاجها محدود . وتتميز بكبر مساحة جدران المجفف بالنسبه لسعته العمليه ، ويؤخذ عليها ارتفاع تكاليف نظام الدورة الهوائيه وما تتطلبه من منظمات آليه .

٤- المجففات الدواره : Rotary Driers



شكل (١١-٦) قطاع فى مجفف دوار

وتستخدم هذه المجففات للمواد التى لايسهل حركتها بالجاذبيه الارضيه والتى بها نسبة رطوبه عاليه كالكسب ومخلفات العلف وتستعمل كذلك فى تجفيف الحشائش وعلى ذلك فهى تصلح لتجفيف البرسيم ، وعامة تستخدم هذه المجففات لتجفيف اعلاف للحيوانات والدواجن .

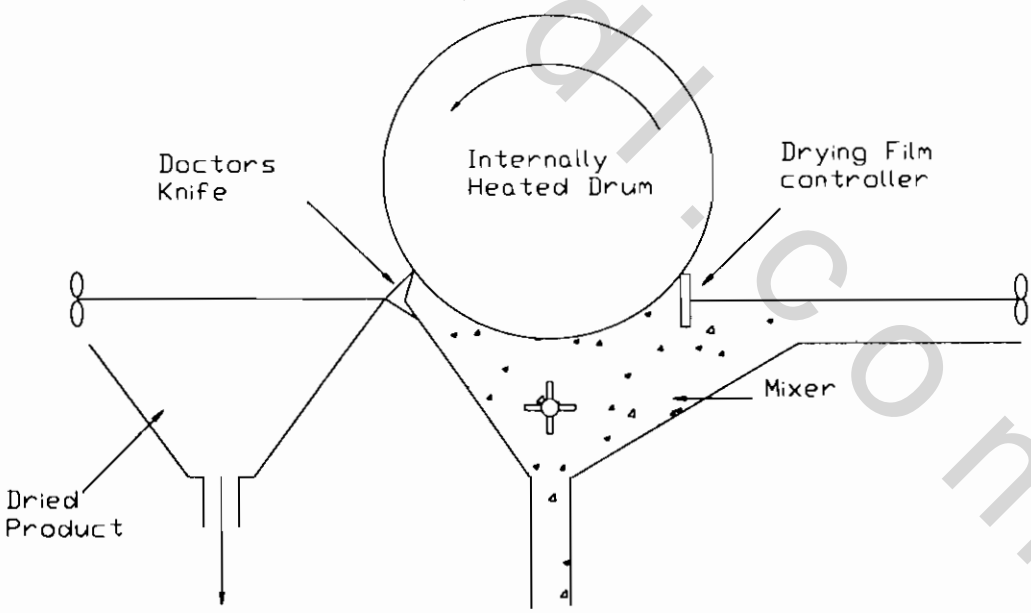
وتتكون هذه المجففات من اسطوانة بها ريش تقليب مثبته علي طول محيطها الداخلي . وتدور الاسطوانه حول محورها الطولي افقيا بواسطة ترس مثبت حول محيطها الخارجي وعند منتصفها ومتصل بترس آخر على عمود ادارة موتور كهربائى. وتتحمل الاسطوانة على بكرتين او اكثر من الحديد الزهر عند طرفيها . ويتم تغذية المجفف بالمادة المراد تجفيفها بواسطة قمع تلقيم مخروطى الشكل عند احد طرفيها (الطرف الرطب) ، ويتم نقل المادة داخلها مع تقليبها بصفه مستمره نتيجة للريش الداخليه . وكذلك يمكن التحكم فى سعتها بواسطة تعديل زاوية ميل محورها الطولى على المستوى الافقى كما هو مبين فى شكل (١١-٦) . وهناك طرق اخـــرى

لادارة اسطوانة المجفف مثل طريقة استخدام بكرات احتكاك وفى هذه الطريقة تثبت كمرات مجرى عند طرفى الاسطوانه حول محيطها الخارجى ، وتدار البكرات بواسطة موتور كهربائى ويتم نقل الحركة الدائريه للاسطوانه عن طريق احتكاك البكرات على اسطح كمرات المجرى.

وعادة ماتستخدم نواتج الاحتراق مباشرة فى تسخين الهواء اللازم لتجفيف الاعلاف مما يؤدى الى خفض التكاليف اللازمه للوقود وفى كثير من البلاد مثل كندا وأوربا تصنع هذه المجففات بحيث يمكن نقلها على مقطورات من مكان الى آخر حتى تتم عملية تجفيف الاعلاف فى نفس المنطقة الموجودة فيها ، وبذلك يمكن الاقلال من مصاريف النقل التى تمثل جزءا كبيرا من تكاليف انتاج الاعلاف المجففه ، اذ ان مواد العلف الخضراء تحتوى على نسبة عاليه من الرطوبه تصل احيانا الى ٩٠ – ٩٢٪ وبذلك يمكن انتاج اعلاف مجففه رخيصه .

٥- المجففات ذات الاسطوانات : Drum Driers

هذه المجففات شائعة الاستعمال فى تجفيف المواد الغذائيه السائله والشبه سائله مثل اللبن الكامل او الفرز ، عصير بعض انواع الفواكه والخضروات مثل الطماطم التى كثر استعمالها بمعدل كبير خصوصا فى الولايات المتحده الامريكيه ، كما انها تستخدم فى تجفيف انواع الحساء (الشوربه) المختلفه وتحويلها على شكل مساحيق .



شكل (١١-٧) قطاع فى المجفف الاسطوانى

obeikandi.com

وتتكون هذه المجففات من اسطوانه معدنيه واحدة او اثنين ، يختلف معدنها باختلاف المادة الغذائيه المراد تجفيفها . وعادة ما تصنع من الحديد الزهر او من الصلب الغير قابل للصدأ خاصة عند تجفيف عصير الخضر والفواكه حتى لاتتفاعل مع الاحماض الموجودة بهذه المواد . وتتم عملية التجفيف بان تتساقط الماده المراد تجفيفها على السطح الخارجى للاسطوانات بحيث يتكون غشاء او طبقة رقيقه جدا من المادة المراد تجفيفها والتى تستمد الحرارة اللازمه لعملية التجفيف من سطح الاسطوانات التى يمر داخلها بخار . ويمكن كذلك تكوين طبقة السائل الرقيقه بان توضع المادة الغذائيه السائله فى حوض او اناء اسفل الاسطوانات بحيث يمس سطح الاسطوانات الخارجي السائل عند دورانها ، ويتم تجفيفها علي سطح الاسطوانات وتستخدم سكينه او حافة حادة على الاسطح لفصل الطبقه المجففه وتجميعها فى حوض المنتج كما هو مبين فى شكل (١١-٧). وهناك بعض التصميمات يمكن فيها احداث تفريغ داخل الاسطوانه ، وهى احدث النظم المستخدمه فى انتاج المواد الغذائيه المجففه حيث تحتفظ بمعظم صفات المادة الطازجه . وتتوقف مدة التجفيف ومعدله على سرعة دوران الاسطوانات وضغط البخار داخلها وكذلك على سمك طبقة المادة المجففه على السطح الخارجى للاسطوانات .

ويتميز هذا النوع من المجففات بان تكاليف انتاج المواد المجففه تكون قليلة اذ انه فى المتوسط تحتاج مثل هذه المجففات الى ٢ -٣ كيلوجرام بخار لكل كيلوجرام رطوبه متبخره من المادة الغذائيه . ونظرا لان مساحة سطح انتقال الحراره يكون كبير (مساحة السطح الفعال تكون حوالي ثلاثة ارباع سطح الاسطوانه الواحده) فان معدل التبخير يرتفع ويتراوح بين ٢ - ٤ كجم رطوبة متبخره لكل مترمربع من سطح التبادل الحرارى فى الساعه .

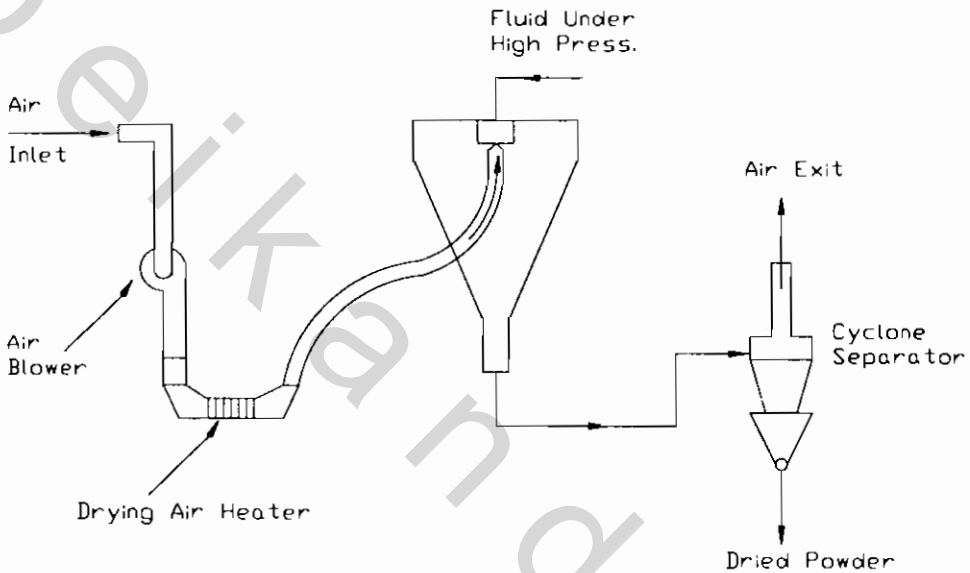
٦- مجففات الرذاذ : Spray Drlers

تستخدم هذه المجففات فى تجفيف المواد الغذائيه السائله والمحاليل والمستحلبات مثل البيض واللبن وعصير الفواكه والخضروات وتحويلها الى مساحيق. وتتم عملية التجفيف بتذرية السائل على هيئة ذرات دقيقه فى صورة ضباب معلق فى الهواء الساخن وبذلك يتم تبخير الرطوبه بسرعة فائقه يترتب عليها ترسيب المادة الجافه فى القاع على صورة مسحوق حيث يتم سحبها بواسطة مراوح خاصه الى سيكلونات الترسيب . ويتم تفتيت السائل الى جزئيات باحدى طريقتين:

أ- استخدام طلمبات ذات ضغط مرتفع لدفع السائل داخل ثقوب ضيقه (٢٠٠٠ -٤٠٠٠ رطل/بوصه^{٢} أو ١٤٠ - ٢٨٠ كجم/سم^{٢}).

ب- استخدام هواء مضغوط فى ادارة اقراص بسرعه عاليه يتسبب عنها دفع السائل بالقوه الطاردة المركزيه لاحداث التفتيت المطلوب .

أما السيكلونات فهى عبارة عن اوعيه مخروطية الشكل بها اسطح داخليه ملساء يمكن بواسطتها تقليل سرعة الهواء المحمل بالمسحوق الجاف ، فتسمح بترسيب المسحوق على الاسطح الداخليه للسيكلونات وبذلك يسهل عملية فصلها .



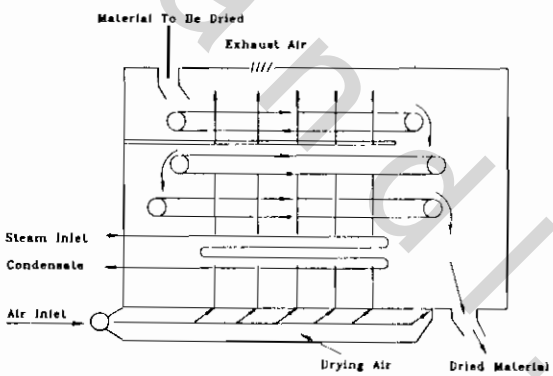
شكل (١١-٨) رسم تخطيطى لوحدة تجفيف بالرذاذ

ويتكون مجفف الرذاذ من حجرة رئيسيه من المعدن (غالبا من الصلب الغير قابل للصدأ) على شكل مخروطى اسطوانى كما هو مبين فى شكل (١١-٨) . وتستخدم مروحة فى دفع الهواء داخل هذه الحجرة بعد اتمام تسخينه أما بواسطة مسخن بخار او كهرباء او غاز البوتاجاز ، حيث يتم اختلاطه بذرات السائل وتستغرق مدة التجفيف حوالى ٣٠ ثانيه للحصول على مسحوق السائل المتجمع علي اسطح الحجرة الداخليه . ويعاب على هذا النوع من المجففات انخفاض الكفاءة الحراريه للتجفيف اذ يحتاج الكيلوجرام الواحد المتبخر من الرطوبه الى حوالى ٣٣٥٠ كيلوكالورى فى حين لايحتاج الى اكثر من ١٤٠٠ كيلوكالورى فى حالة استخدام مجففات النفق . الا ان هذا النوع من المجففات يتميز بسرعة التجفيف التى رغم ارتفاع درجة حرارة هواء التجفيف فيها (حوالى ١٢٠°م) فتنخفض درجة حرارة المادة وهى فى حالة رذاذ الى درجة منخفضه جدا وذلك نتيجة لسرعة عملية التبخير (قد تصل درجة حرارة ذرات المادة الى حوالى ٤٠°م).

٧- مجففات النفق Tunnel Driers

وهذه المجففات تعمل بطريقة النظام المستمر Continuous Driers وتمتاز بكبر سعتها وامكانية التحكم فى العوامل التشغيليه المختلفه اللازمه للتجفيف . وحتى يمكن استخدامها بدون انقطاع فانه يلزمها مدة تسخين ابتدائيه Come-Up time حتى يمكن الوصول الى الظروف الهوائيه المستقره لعملية التجفيف . وتتراوح هذه المدة من ٦ - ٨ ساعات على الاقل . وتستعمل هذه المجففات فى تجفيف الفاكهه والخضر واحيانا اللحوم والاسماك .

ومجففات النفق تتكون من حجرات طويله مقطعها مستطيل اذ يبلغ ارتفاعها حوالى ٥ر١ - ٣ متر وطولها حوالى ١٠ - ١٢ متر وتوضع المادة المراد تجفيفها على صوانى التجفيف التى تحملها عربات يمكن قطرها بواسطة جنازير او احبال بسرعة مناسبه داخل النفق ، تتراوح عدد صوانى كل عربه من ٢٠ الى ٣٠ صنيه مرتبه بحيث تكون هناك مسافه كافيه بين كل صينيه واخرى تسمح بمرور هواء التسخين خلال المادة الرطبه. وتدخل العربات المحمله بصوانى التجفيف من احد طرفي المجفف ويسمى بالطرف الرطب Wet side وتخرج من الطرف الآخر ويسمي بالطرف الجاف



Moving Belt Conveyors Drier

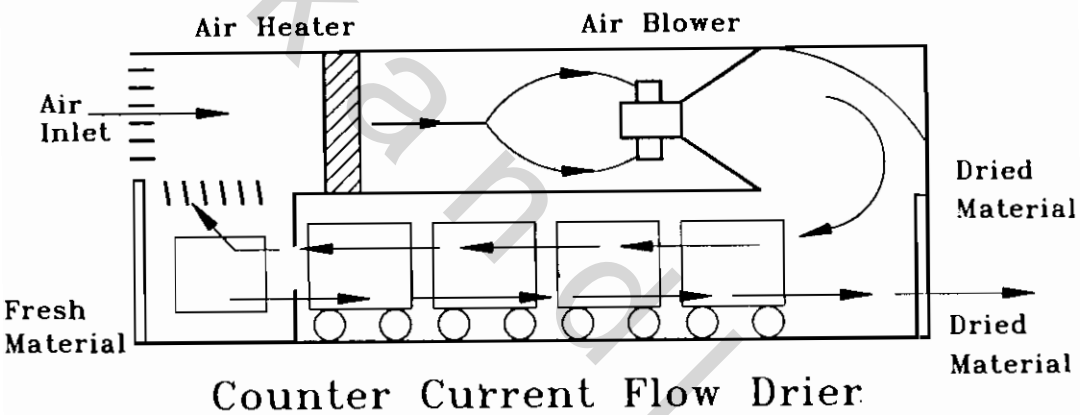
شكل (١١-٩) مجفف ذو سيور

Dry side . وفى بعض التصميمات شكل رقم (١١-٩) تتكون المجففات من حصيره متحركة او سيور لانهائيه تتحرك داخل نفق التجفيف ، وتصنع من الشبك المعدنى او من سدابات خشبيه رقيقه تتباعد عن بعضها بمسافات صغيره بحيث لاتسمح للمادة المراد تجفيفها بالسقوط من خلال هذه الفتحات . والمجففات ذات السيور الناقله مرتفعه فى تكاليف الانشاء وقليله فى معدل انتاجها ، وهى غير منتشره الاستعمال ولاتصلح في تجفيف ثمار الفاكهه لتعرضها للتهشم عند سقوطها من سير الى آخر . وتوضع مواسير البخار (سربنتينات) عادة بين كل سير وآخر . ويدفع

هواء التجفيف من اسفل الى اعلى فيمر على اسطح المواسير الساخنه ثم خلال السيور المحمله بالمادة المراد تجفيفها . ويفضل عليها مجففات النفق ذات العربات والصواني اذ يمكن التحكم فى معدلات التجفيف بتغيير اتجاه مرور هواء التجفيف التى تتحدد سرعته على اسطح المادة المراد تجفيفها بالتحكم فى المسافات بين الصوانى وبعضها حتى لايحدث جفاف سطحى خصوصا لثمار الفاكهه عند ما تزيد سرعة التجفيف عن الحد المناسب .

ويمر هواء التجفيف الساخن على اسطح الصوانى المحمله بالمادة الرطبه باحدى الطرق الآتيه :

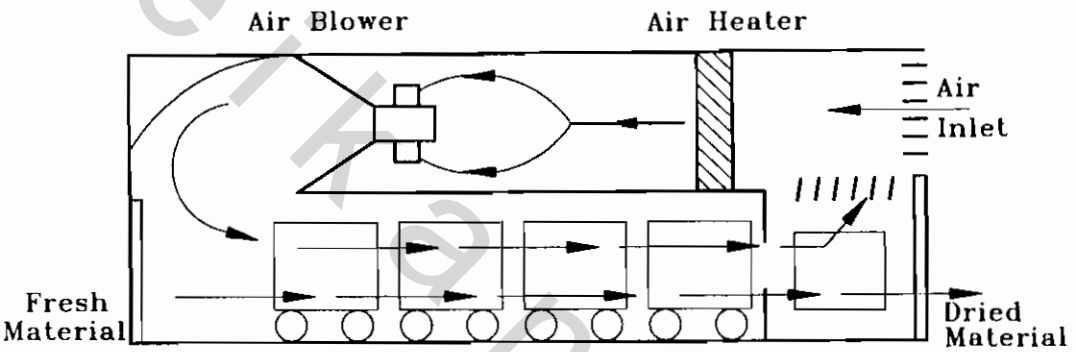
أ- النظام العكسى : Counter-current flow



شكل (١١-١٠) مجفف نفق متعاكس

وفيه يمر هواء التجفيف فى اتجاه مضاد لاتجاه حركة العربات فيدفع الهواء بعد تسخينه بواسطة مروحة دفع Air Blower من الطرف الجاف لنفق التجفيف الى الطرف الرطب وبذلك يلامس الهواء الاكثر سخونه والاكثر جفافا المادة الغذائيه التى قاربت على انتهاء تجفيفها وعلى ذلك نجد انه يمكنها تحمل درجات الحـــراره المرتفعه نسبيا دون حدوث حالة الجفاف السطحى لها كما هو مبين في الشكل (١١-١٠). ويفضل استخدام هذا النظام فى تجفيف ثمار الفاكهه خاصة العنب وعلى عكس الخضر فيجب تجفيف ثمار الفاكهه ببطء حتى لاتتعرض لحالة الجفاف السطحى.

ب- النظام المتوازى : Parallel flow



Parallel Flow Drier

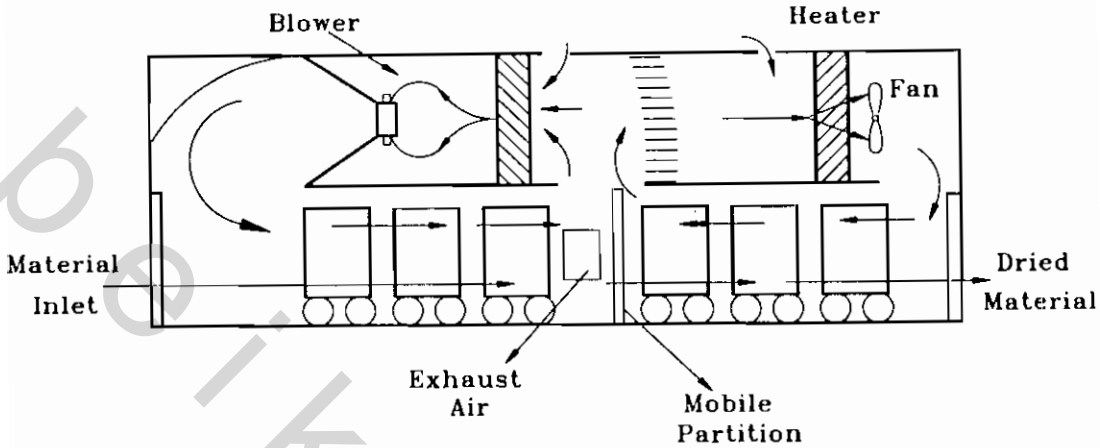
شكل (١١-١١) مجفف نفق متوازي

وفى هذا النظام يتحرك الهواء فى اتجاه موازى لتحرك العربات المحمله بالمواد المراد تجفيفها ، فيدخل الهواء بعد تسخينه مع الماده الرطبه من الطرف الرطب لنفق التجفيف كما هو مبين في الشكل (١١-١١) وحيث ان الهواء الساخن يقابل المادة ذات الرطوبه المرتفعه فانه يمكن استعمال درجات حرارة عاليه في التجفيف عن النظام العكسي بدون تعريض المواد المجففه الى التلف نتيجة للتلف السطحى لها . ولايفضل استخدام هذه الطريقه فى التجفيف في المواد التى تجف ببطء مثل القراصيا الا اذا كانت حمولة الصوانى ضعيفه جدا . وتستعمل بنجاح تام فى الخطوات الاولى من التجفيف خاصه فى حالة تجفيف الخضر المجزءه الى قطع سميكه نوعا حيث يقابل الهواء الجاف الساخن فى بداية عملية التجفيف فيفقد السطح المعرض للهواء رطوبته بسهوله وسرعه .

obeikandl.com

ج- النظام الثنائى ذو المداخل الوسيطه

Mixed flow-centeral suction:



Dual Drier With Intermediate Ports

شكل (١١-١٢) مجفف نفق مركب

اذ يستخدم فيها الطريقتين السابقتين معا ، فيتم تجفيف المادة الغذائيه على مرحلتين . المرحله الابتدائيه ويمر فيها هواء التجفيف المسخن ذو درجة الحرارة المرتفعه فى اتجاه موازى لمرور العربات ، والمرحله الثانيه يمر فيها الهواء فى اتجاه عكسى لمرور العربات . وتستخدم فى هذا النظام حواجز او فواصل مرنه من المطاط او الخشب او القماش السميك لتنظيم حركة الهواء داخل النفق . ويدخل هواء التجفيف من فتحة وسطى فى نفق التجفيف ويمر فى اتجاه طرفى النفق ، موازيه عند الطرف الرطب وعكسيه عند الطرف الجاف للنفق كما هو مبين فى شكل (١١-١٢).

ويتم فى المرحله الاولى تبخير حوالى ٩٠٪ من رطوبة المادة بسبب استخدام درجات حرارة عاليه . ويجب استخدام درجات حرارة منخفضه فى هواء تجفيف المرحله الثانيه حتى لايعرضها للاحتراق او التشقق السطحى وعلى ذلك يزود نفق التجفيف بسخا نين احدهما يعطى كمية حرارة محدودة عند الطرف الجاف والآخر يولد كمية عاليه من الحرارة عند الطرف الرطب . ومن المعروف ان سرعة التبخير فى المرحله الثانيه تكون بطيئه وبذلك تنخفض نسبة الرطوبه فى الهواء الخارج من تجفيف هذه المرحله مما يساعد على استخدام هذا الهواء بخلطه بهواء تجفيف المرحله الاولى حتى يمكن الاستفاده من الحراره الموجودة فيه والاقلال من تكاليف عملية التسخين .

obeikandl.com