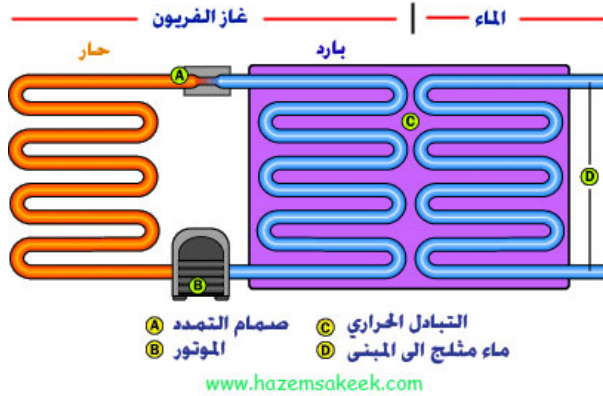


الخن المبرد و المجد للتمور

عرف الخن المبرد والمجد للأغذية منذ العصور القديمة حيث استفاد الإنسان من حفظ اغذيته في الأماكن الباردة خصوصاً في كهوف الجبال أو في الآبار العميقة إلى أن إستطاع جول و تومسون 1853 من خفض درجات الحرارة نتيجة قانونه ثم تلاه العالم الفيزيائي الايرلندي توماس اندروس إلى خفض درجة الحرارة الحرجة لغاز ثاني أوكسيد الكربون عام (1814 – 1879) ثم أستطاع روبرت ماير من تطوير ديناميك الحرارة و التوصيل إلى توليد فكرة البرودة في عام (1864-1932) ثم جاء هابر و صنع أول آلة تبريد تعمل بغاز النشادر وفي عام (1876) تم نقل الاغذية المجدة عبر المحيط الاطلسي اما في



عام (1902) تمكن العالم جورج كلود من الحصول على عنصر الازوت (N) من تمييع الهواء وفي عام (1908) تمكن العالم الهولندي كامرلينج أونز من تمييع غاز الهيليوم وبعدها تطورات صناعة التبريد و التجميد في جميع المجالات وظهرت الثلجات و المجدات وتعتبر شركة سابلب (1917) أول شركة من تعاملت بخن التمور المبردة

التفريق بين الخن المبرد و الخن المجد

الخن المبرد : ويقصد به الاحتفاظ بالاغذية مبردة في مجال حراري فوق درجات تجمدها وهذا يعني عادة الخن في درجات حرارة من 15 م° إلى -2 م° و عمومً المخازن المبره يكون فيها المجال الحراري 5 – 7 م° .

الخن المجد : ويقصد به الاحتفاظ بالاغذية في درجات حرارية تضمن بقائها في حالة تجمد وهذا يعني أن الخن يكون في درجات حرارية -2 إلى -18 م° .

فئات الخن المبرد للأغذية

تتقسم المواد الغذائية في الخن المبرد إلى فئتين :

- 1- فئة المواد الغذائية الحية ويقصد بها المواد التي تضل محتفظة بالفاعليات الحيوية خلال الخن و التوزيع و المثل عليها (الفواكه و الخضر) والتمور إحدى هذه المواد وهي التي لا تحتاج سوى المحافظة على عوامل الفساد و السيطرة على فاعلية الإنزيمات وإبطاء معدل النضج نتيجة خفض درجة الحرارة و التي تمنع نمو الأحياء المجهرية المسببة للفساد .

2- فئة المواد الغذائية الغير الحية ويقصد بها المواد التي تتوقف فيها العمليات الحيوية أثناء الخزن و التوزيع و التي تكون أكثر عرضة للتلوث و الفساد نتيجة عوامل التلف و التفكك الأنزيمي و العمليات الاستقلابية التي لا يمكن السيطرة عليها لذا فإن عملية تبريدها تحتاج إلى اهتمام أكثر مثل (اللحوم ، الدواجن ، الأسماك) .

فترة التخزين

تنقسم فترة التخزين إلى نوعين :

1- الخزن المؤقت .

2- الخزن طويل الأمد

وكلا النوعين يحتاجان إلى خفض درجات الحرارة للمواد المخزونة بالتبريد السريع في بداية الأمر ومن ثم تحديد الدرجات المثلى لكل خزن حسب مواصفات المادة الغذائية وفي حالة التمور تحتاج إلى خفض درجات الحرارة تدريجياً حتى لا تنفصل القشرة عن لب التمرة ومن ثم تحديد الدرجة المثلى لخزنها .

ظروف الخزن المبرد

أن معرفة ظروف الخزن لأي مادة يعتمد على معرفة طبيعة المادة الغذائية (التمر) وهذا يعني معرفة نوع و صنف التمر ، معرفة كمية الرطوبة ، معرفة كمية السكريات ونوعيتها ، معرفة كمية الألياف ونوعيتها ، معرفة نوعية التعبئة ، معرفة الدرجة الحرارية الحقلية للتمر ، معرفة الحرارة الحيوية و النوعية للتمور ، معرفة نقطة التجمد المبدئية للتمور ، معرفة الكثافة ، معرفة معامل التوصيل الحراري ، معرفة معامل الانتشار الحراري .

حفظ التمور بالتبريد و التجميد

يلاقي أصحاب البساتين مشاكل كثير في خزن التمور من هذه المشاكل هي تلف التمور وتعفننها نتيجة الخزن الغير جيد والغير الموضوعي وهنا لا بد لنا من إعطاء فكرة عن التمور كفاكهة مهمة في منطقتنا و التي تحتوي على نسب مختلفة من السكر و الرطوبة و التمور و عموماً تنقسم التمور من أجل الخزن إلى ما يلي :






1- بلح : كالبرحي .

2- تمور طرية : كالبرحي و الخضراوي و المجهول .

3- تمور نصف جافة : كدجلة نور ، ديري ، زهدي ، السائر .

4- تمور جافة : مثل الأشرسبي ، ثوري

أن كل نوع من الأنواع التي أشرنا لها يتمتع بخصوصية نتيجة محتوياتها المختلفة والجدول التالية توضح ذلك.

نوع الفاكهة	محتوى الطاقة- سعره حرارية	بروتين	دهون	رطوبة %	سكريات %
بسر 	78	1	0.4	60%	سكروز 30%
تمر رطب 	156	1.2	0.3	35-45%	45% سكروز + سكريات مختزلة
تمر جاف 	233	2.4	0.4	25%	65-70% سكريات مختزلة
تمر نصف جاف 	274	2.5	0.5	30%	60% سكريات مختزلة
تمور بدون نوى 	170	1.5	0.4	20%	80% سكريات مختزلة

المرحلة	المحتوى الرطوبي
بسر	50%
بداية الترطيب	45%
50% مرطب	40%
90% ثمار مرطبه	35%
100% ثمار مرطبه	30%
تمر	20%

ومن الجدولان يظهر أن لكل نوع أو مرحلة من مراحل النضج اختلاف كبير في المحتويات وكذلك اختلاف في قوام الثمرة وهناك عامل آخر يتحكم في عملية التبريد هو عامل التعبئة فإذا كانت التمور مغلقة فهذا عامل آخر جديد لا يسمح بتبادل الرطوبة وبذلك تكون الرطوبة النسبية غير ذات فائدة أما إذا كانت التمور غير مغلقة فإن الرطوبة النسبية في جو غرفة التجميد تزداد بسبب تواجد الرطوبة في الثمار

الداخلة ولا تلبث أن تنخفض بمجرد تبخر هذه الرطوبة السطحية وتفقد التمور من رطوبتها بسرعة وغالباً ما تعمل ضباب في غرفة التجميد أو بياض على سطح التمر وتسبب نقصاً في وزن التمور لذا يجب أن تدرس كل حالة على حدة وتعيين الظروف الواجبة لها .

ولأجل خزن التمور بصورة صحيحة يجب توفر ما يلي :

- 1- انتخاب التمور الناضجة و الجيدة .
- 2- فرز التمور حسب الحجم أو حسب النضج .
- 3- نظافة التمور.
- 4- انتخاب وعاء التبريد و التجميد الملائم و الذي يتصف بكونه مقاوم للرطوبة متماسك و قوي .
- 5- معرفة تركيز السكر في التمور و نوعيتها .

الخلال (البسر) و المثل عليه البرحي

أن عملية تبريد البرحي تعمل على تقليل من فاعلية الأحياء المجهرية وكذلك التقليل من التغيرات الكيميائية و بالتالي إبقاء الصفات الفيزيائية من حيث الشكل و الحجم و المظهر على ما هو وذلك بالسيطرة على ما يلي :



- 1- السيطرة على عملية النتح التي تستمر خلال الخزن و التي يمكن أن تؤثر في المظهر الخارج للثمار خصوصاً ظاهرة الذبول أو الجفاف لذا فإن عملية السيطرة على نسبة الرطوبة أمراً ضرورياً لأن الفرق بين الضغط البخاري الجزئي للتمر و ضغط البخار الجزئي المحيط مع سعة السطح المعرض للتبخر
- 2- تبقع القشرة خصوصاً إذا خزنت في درجة حرارة مرتفعة نسبياً .
- 3- استمرار القشرة و انهيار القوام خصوصاً إذا خزن في درجات منخفضة أخفض من درجتها الحرجة .
- 4- يجب انتخاب الثمار الجيدة وذات الصفات المرغوبة ورفض الرديء منها لأن عملية التبريد لا تعيد للتمر ما سبق أن فقده من صفات الجودة المرغوبة .
- 5- إن أي سبب في ارتفاع حرارة التبريد في المخزن يسمح لأنزيم الانفرتيز من العمل على تحويل السكر في البسر إلى سكريات مختزلة وبذلك سيزيد من طراوة الثمار والإقلال من جودتها .
- 6- يفضل قطف الثمار في مرحلة النضج الكامل إذا كان من المزمع تخزينه .



أن عملية التبريد تحتاج إلى حساب كمية المادة المراد خزنها وكمية الحرارة المراد إزالتها .

تأثير الرطوبة النسبية للمخازن المبردة على جودة التمر

تعتبر الرطوبة النسبية لمخازن التبريد عاملاً مؤثراً على جودة التمر وفترة صلاحيته.

فالنشاط المائي للتمور هو الذي يحدد فقدان أو اكتساب الرطوبة و بالتالي تتحدد ظاهرة الجفاف أو الترطيب للتمور

درجات حرارة حفظ التمور بالمخازن المبردة

- 1- التمور الطرية : تحفظ في درجة الصفر المئوي مع رطوبة 85 % .
- 2- التمور النصف جافة تحفظ في درجة الصفر المئوي مع رطوبة 75 – 80 %
- 3- تحفظ في درجة الصفر المئوي مع رطوبة 60 % .
- 4- البلح يحفظ في درجة الصفر المئوي إلى 3 م° مع رطوبة 80 % .

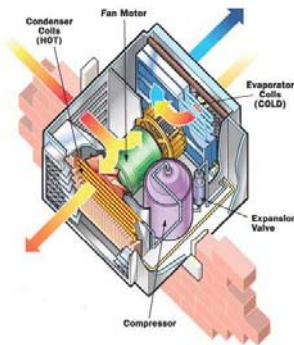
ومن البيانات المهمة عن العمليات الحيوية للتمور فإن خزن البلح عند 20 م° ينتج عن تنفس البلح حوالي 5 مل CO2 / كغم / ساعة أما الرطب فينتج حوالي 1 مل CO2 / كغم / ساعة ويزداد معدل التنفس مع زيادة المحتوى الرطوبي وزيادة درجات الحرارة .

تأثير التبريد على التمور

- 1) أن التبريد يعمل على ابطاء نشاط الاحياء المجهرية الدقيقة و نشاط بعض الانزيمات الموجودة في أنشطة الثمار و التي تكون هي سبب التفاعلات الكيميائية كالاكسدة والاختزال و التحلل المائي لكن عند خفض درجة الحرارة إلى الصفر المئوي فإن هذه العمليات تبطئ في عملها وتحافظ التمرة على قوامها .
- 2) عملية التبريد تحافظ على لون و نكهة التمر .
- 3) أن التمور بعد عملية الجني يكون قوامها و مظهرها ممتلاء و محافظ عليه و عملية التبريد تحافظ على هذا القوام .
- 4) عملية التبريد تحافظ على المحتوى الغذائي و الرطوبي للتمر .

تجميد التمور

أن عملية التجميد تساعد على تجميد نشاط أو هلاك معظم الأحياء المجهرية و إيقاف الأنشطة الحيوية للتمور علماً أن أنواع التجميد صنفان التجميد السريع و التجميد البطيء وكلا النوعان يحتاجان إلى خفض الحرارة الملامسة للتمور والاستمرار بسحب الحرارة بأسلوب التجميد الميكانيكي حتى الوصول إلى درجة التخزين بالتبريد ومن ثم التخزين بالتجميد وهذا يأتي من معرفة مصادر الحرارة وإزالتها .

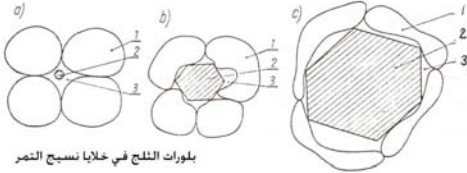


مصادر الحرارة التي يجب إزالتها

- 1- إزالة الحرارة الحقلية للتمور : وهي كمية الحرارة الأزمنة لخفض درجة حرارة التمور من درجة الحقلية إلى درجة حرارة المخزن
- 2- إزالة الحرارة الحيوية : وهي كمية الحرارة الناتجة من التمور نتيجة العمليات الحيوية المستمرة كالتنفس أثناء التخزين و تعتمد كمياتها على كمية المحصول خواصه ، درجة النضج ، درجة حرارته ، ظروف التخزين ، وهذه يمكن قياسها عن طريق قياس معدل CO2 ملغم / كغم تمر / ساعة .
- 3- إزالة الحرارة النافذة أو المتسربة عبر الجدران و الأسقف وعهذه يمكن قياسها من الخواص الحرارية للجدران معامل التوصيل ، معامل انتقال حرارة الحمل ، مساحة الأسطح ، سمك الجدران ، الفرق بين درجات الحرارة الخارجية و الداخلية .
- 4- إزالة حرارة الخدمة : وهذه الحرارة النافذة عبر التسربات و التجهيزات من خلال فتح أبواب المخزن وتنفس العاملين وحركتهم و أجهزة لأضاءه .

كيفية اختيار نوعية التجميد للتمور

أن أفضل طريقة للتجميد للتمور هي التجميد السريع (الصاعق) وذلك حتى نحصل على بلورات ثلجية صغيرة و ناعمة جداً داخل نسيج و قوام التمر أي بمعنى آخر خفض حرارة التمر وضغطه البخاري



بلورات الثلج في خلايا نسيج التمر



بلورات الثلجة خلال التجميد السريع في خلايا نسيج التمر

بأقصى سرعه وذلك لتجنب فقد المزيد من الرطوبة وما ينتج عن ذلك من انكماش ثمار التمر علماً أن التجميد السريع يحافظ على قوام و خصائص التمرة الأصلية لأنه لا يسبب تمزق للأنسجة الخلوية عند إذابة البلورات الثلجية كما أنه يحافظ نسبياً على لون الثمار .

التغيرات التي تطرأ على التمور أثناء الخزن

أولاً التغيرات الفيزيائية :

- أ- تبخر الماء تفقد التمور المخزونة تدريجياً محتواها المائي بالتبخر بدرجة أسرع من الفقد في المحتوى المواد الصلبة و تكون نسبة التبخر في بداية الخزن عالية وتنخفض في منتصف فترة الخزن و مع نضج الثمار نجد أن التبخر يزداد .

- ب- إنتاج الطاقة أثناء الخزن تقوم التمور بواضائفها الحيوية وبذلك تنتج طاقة داخل الثمرة وتستخدم في التفاعلات الحيوية المختلفة .
- ج- التغير في معدل التنفس وهذا ما يقصد به هو معدل كمية O2 الممتص أو CO2 الناتج في وحدة الزمن وعند درجة حرارة معينة و الثمار تختلف في معدل تنفسها فهناك ثمار ذات معدل تنفسي متدني و معدل تنفسي متوسط و عالي وتعتبر التمور من ذات الثمار المعدل التنفسي المتوسط .
- د- درجة النضج الثمار الغير ناضجة تنفس بسرعة اكبر من الثمار الناضجة .
- هـ- درجة حرارة الخزن معدل التنفس يتأثر بدرجة حرارة الخزن فكلما انخفضت درجة الحرارة ضعفت سرعة تنفس الثمار و العكس صحيح .
- و- تجريح الثمار أن عملية تجريح الثمار تسبب زيادة في سرعة عمليات التنفس وزيادة النشاط الأنزيمي داخل التمر .



- ز- مكونات التمر كلما ازدادت المكونات السكرية الذائبة في الثمار يرافقة سرعة في التنفس .
- ح- التهوية يزداد معدل التنفس مع زيادة سرعة الهواء في المخزن .
- ط- البقع السكرية و التي تنشأ من تحول بعض المادة السكرية إلى بلورات تحت قشرة الثمر مباشرة وتختفي عند درجة حرارة أقل من

الصفير المنوي اما التمور الطرية أو اللينة فتختلف فيما بينها في تكوين هذه البقع أثناء التخزين ولكن أكثرها حدوثاً هي في الأصناف الحلاوي البرحي الخضراوي الزهدي أما في دجلة نور فلا تظهر هذه الظاهرة



ثانياً: التغيرات الكيماوية

- أ- التغيرات في المواد البكتينية يتفكك البكتين مع مرور الزمن وفترة التخزين وتقدم التمر في النضج إلى حامض الجلاكترونيك وكحول مثيلي وبالتالي

يحدث تفكك في أنسجة التمر و يحدث الخلل الفسيولوجي و التلف اذا ارتفعت درجة الحرارة.

ب- التغير في المحتوى النشوي و السكري و الأحماض العضوية تتحول معظم النشويات إلى سكر و يتحول السكر إلى حامض و الذي يسبب التلف للتمور إذا ارتفعت درجة الحرارة.

ج- التغير في المواد التانينية : التانينات هي مواد عديدة الفينول موجودة في معظم التمور والتي تنخفض نسبتها أثناء فترة التخزين .

د- التغيرات في الفيتامينات تنخفض كمية بعض الفيتامينات أثناء فترة الخزن خصوصاً في الثمار المبكرة النضج .



الوحدات التبريدية لتجميد التمور

أن وحدات التبريد B.T.U اللازمة لتجميد التمور ونقلها إلى درجة حرارة مخزن التجميد

(أ) تغيير أو نقل درجة حرارة التمر إلى درجة حرارة التجميد حسب المعادلة التالية :

$$H = S \times W \times (t_2 - t_1)$$

حيث أن:

H = وحدات BtU اللازمة لحفظ درجة حرارة الغذاء الأولية إلى الدرجة التي يتجمد فيها الغذاء

W = وزن المادة الغذائية

T1 = درجة الحرارة الأولية للغذاء .

T2 = درجة الحرارة التي يتجمد فيها الغذاء .

S = الحرارة النوعية للغذاء فوق ظروف التجميد Specific heat .

مثال :

ما هي عدد الوحدات الحرارية البريطانية B.t.U اللازمة لحفظ درجة حرارة (5000) باوند من التمور من 70° ف إلى درجة تجميدها (28)° ف ؟ علماً بأن نسبة الرطوبة في التمور 20 % .

الحرارة النوعية للتمور قبل التجميد

$$S = 0.008 (\% \text{ H}_2\text{O}) + 0.20$$

$$= 0.008 (20) + 0.20$$

$$= 0.36$$

$$H_1 = S \times W \times (t_1 - t_2)$$

$$= 0.36 \times 5000 \times (70 - 28)$$

$$= 75600 \text{ B.t.U}$$

ثانياً : لتجميد المادة الغذائية فمن الضروري إزالة حرارة الانصهار Heat of Fusion أي أن المادة الغذائية يجب نقلها إلى درجة الأنجماد freezing point لتتصلب .

$$H_2 = (h_1) (w)$$

حيث أن :

$H_2 =$ عدد B.t.U اللازمة لتغيير عصير الغذاء liquid food من درجة الأنجماد إلى حالة الصلابة في درجة الأنجماد .

$H_f =$ حرارة الأنصهار في B.t.U لكل باوند .

$W =$ وزن المادة الغذائية بالباوند .

مثال :

ما هي عدد الـ B.t.U اللازمة لتجميد 5000 باوند من التمور في درجة تجمدها ؟
علماً بأن رطوبة التمور 20% .

Latent Heat of fusion in B.t.u/lb

$$H_1 = \frac{144(\%H_2O)}{100}$$

$$= \frac{144(20)}{100}$$

$$= 28.80$$

$$H_2 = 28.80 \times 5000$$

$$= 14400 B.t.u$$

ثالثاً : الغذاء إلى هذه المرحلة تجمد عندئذ تنقل درجة حرارة المادة الغذائية المتجمدة إلى درجة حرارة مخزن التجميد التي هي اعتيادياً و في معظم دول العالم صفر فهر نهايت للأغراض التجارية .

$$H_3 = (s) (w) (t_1 - t_2)$$

حيث أن

H3 = عدد B.t.U اللازمة لخفض درجة حرارة المادة الغذائية من درجة حرارة مخزن التجميد .

T1 = درجة تجمد المادة الغذائية

T2 = درجة حرارة مخزن التجميد (صفر فهرنهايت)

W = وزن المادة الغذائية بالباوند .

S = الحرارة النوعية للمادة المتجمدة .

مثال :

ما هي عدد وحدات B.t.U اللازمة لنقل درجة حرارة خمسة آلاف باوند من التمور المتجمدة في 28 ف إلى درجة حرارة مخزن التجميد وهي صفر فهرنهايت ؟ علماً بأن رطوبة التمور كانت 20 % .

Specific Heat of food (Date) after freezing

$$\text{Sp.H.} = 0.003 (\%H_2O) + 0.20$$

$$S = 0.003 (20) + 0.20$$

$$= 0.26$$

$$H_3 = (S) (W) (t_1 - t_2)$$

$$= 0.26 \times 5000 \times (28 - 0)$$

$$= 36400 \text{ B.t.u.}$$

رابعاً : مجموع وحدات التبريد B.t.U اللازمة لتجميد خمسة آلاف طن من التمور التي هي على درجة 70 ف ونقلها إلى درجة حرارة مخزن التجميد (صفر فهرنهايت) وهي :

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

$$= 75600 + 14400 + 36400$$

$$= 126400 \text{ B.t.u}$$

$$Rf = \frac{\text{طن تبريد}}{\text{مجموع وحدات B.t.u}} = \frac{288000}{288000}$$

$$Rf = \frac{126400}{2880} = 0.439$$

= وحدات حرارية البريطانية (British Thermal Units)

- اعتياديا تقاس وحدات التبريد بالأطنان Tons of Refrigeration لذا تحول مجموع وحدات B.t.U لما يعادله من أطنان التبريد .

ملاحظة :

الثلاجة التي قدرتها طن تبريد واحد يمكنها أن تمتص 18000 B.t.U في 24 ساعة أي B.t.U في الدقيقة .

ب- الخطوة التالية هي تثبيت المتطلبات اللازمة لمخزن التجميد لجعل استمرارية الغذاء المجمد في حالة الصلابة :

ولغرض المحافظة على الغذاء المجمد في درجة الحرارة المطلوبة من الضروري عزل الغذاء في محيط اصطناعي محكم لمنع تسرب الحرارة من المحيط الخارجي إلى الغذاء المجمد هنالك حالات عديدة لتسرب الحرارة داخل المخزن وهي :

- لا يوجد نظام عازل تام لذا يكون التسرب عن طريق جدران المخزن .
- تسرب الحرارة عن طريق فتح وغلق أبواب مخزن التجميد .
- هنالك مجالات أخرى لتسرب الحرارة تتضمن الحرارة المعطاة إلى المخزن كطاقة ضوئية أو تسرب الحرارة عن طريق المولد الكهربائي .
- تسرب الحرارة عند اشتغال أشخاص أشخاص لفترة محددة داخل المخزن .

أولاً : الحرارة المفقودة عن طريق المواد العازلة .

أن المتطلبات التبريد تحسب بعدد وحدات B.t.u وهي تعتمد على عدة عوامل هي :

- درجة حرارة مخزن التجميد .
- درجة حرارة الهواء الخارجي .
- المساحة الخارجية لمخزن التجميد .
- نوعية المادة العازلة وسمكها Instation material

إذا كانت درجة حرارة المخزن صفر فهرنهايت و حرارة الجو في الخارج 80° ف ورطوبة الهواء الخارجي 60 % فالوحدات المفقودة بسبب تبدل الهواء هي B.t.u للقدم المكعب .

و أن المخزن الذي حجمه ألف قدم مكعب فالهواء يتغير 13 مرة في اليوم عند استعمال المخزن و إذا كان حجمه 8000 قدم مكعب فالهواء يتغير 43 مرة (هنالك جداول خاصة بذلك) ممكن الرجوع إليها في أي مصدر آخر .

مثال :

ما هي طاقة الحرارة المصروفة لمخزن تجميد حجمه 8000 قدم مكعب فالهواء الخارجي 80° ف و الرطوبة بنسبة 60 % ؟

$$\begin{aligned}
 H_a &= 2.9 (\text{Volume of chamber})(\text{Number of air changed 24 h.}) \\
 &= 2.9 \times 8000 \times 4.3 \\
 &= 99760 \text{ B.t.u / 24h}
 \end{aligned}$$

الوحدات التشغيلية

مجموع الحرارة اللازمة لمخزون التجميد فارغا هي

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{H_c + H_e + H_m + H_a}{288000} \text{ Ton Ref.} \\
 &= \frac{537600 + 83550 + 4500 + 99760}{288000} \\
 &= 2.519 \text{ Ton Ref.}
 \end{aligned}$$

وحدات التبريد اللازمة لتشغيل مخزن التجميد فيه المادة الغذائية مع وجود أعمال الصيانة و التشغيل هي :

وحدة التبريد للبلوط

$$\begin{aligned} H_c &= \frac{(K)(24)(Sa)(t_1 - t_2)}{I} \\ &= \frac{(I)(24)(400)(40 - 0)}{4} \\ &= 1920000 \text{ B.t.u} \\ &= \frac{1920000}{288000} = 6.67 \text{ Tons of Re f.} \end{aligned}$$

ثانياً : الطاقة الحرارية اللازمة عند صيانة وتشغيل مخزن تجميد الأغذية :
أن الطاقة الحرارية اللازمة لصيانة وتشغيل مخزن التجميد تشمل على النقاط التالية :

- 1- الطاقة الضوئية للمخزن و الفقدان عن طريق المحرك
- 2- الاشخاص الذين يعملون داخل المخزن

تحسب الطاقة المفقودة وحسب النقاط الواردة أعلاه:-

Electric lights = 3.42 B.t.u./Hour/Watt

Electric Motors = 3000 B.t.u./h/H.P

Working man 750 B.t.u/h/Mon

للصيانة

- 3- الطاقة المفقودة أثناء فتح و غلق أبواب المخزن أي تغير الهواء أثناء ذلك

1- الطاقة الضوئية و طاقة حركية المحرك تحسب كالآتي :

$$H_e = 3.42 (\text{total lighting Watts}) \text{ Hours burning} + 3000 (\text{total motor H.P})$$

مثال

ما هي كمية الحرارة المصروفة heat load في مخزن التجميد عند استعمال خمسة مصابيح قوة كل منهم 100 واط و محرك قوتة الحانية خمسة وكل منهم تشغل خمسة ساعات يومياً في مخزن ؟

$$He = 3.42 (100) (5) (5)$$

$$83550 \text{ B.t.u} / 24 \text{ h}$$

الطاقة الحرارية المصروفة عند اشتغال العمال في المخزن :

$$H_m = 750 \text{ (No of man Hours in chamber)}$$

مثال

ما هي الحرارة المفقودة Head load عند اشتغال 2 عامل في المخزن لمدة ثلاث ساعات كل منها في يوم واحد ؟

$$H_m = 750 \times 2 \times 3 = 4500 \text{ B.t.u} / 24$$

الطاقة الحرارية المصروفة و المفقودة عند فتح و غلق الأبواب نتيجة لتبديل الهواء

أن الطاقة الحرارية المفقودة تعتمد على :

- عدد المرات التي تفتح أبواب المخزن يومياً
- المدة التي يبقى فيها الباب مفتوح
- درجة الحرارة و الرطوبة للهواء داخل المخزن
- درجة الحرارة و الرطوبة للهواء خارج المخزن

ولوحظ بصورة عامة أنه : إذا كانت درجة حرارة المخزن صفر فهرنهايت وحرارة الجو في الخارج 80 ° ف و رطوبة الهواء الخارجي 60 % فالوحدات المفقودة بسبب تبديل الهواء B.t.u للقدم المكعب .

و أن المخزن الذي حجمه ألف قدم مكعب فالهواء يتغير 13 مرة في اليوم عند أستعمال المخزن و إذا كان حجمه 8000 قدم مكعب فالهواء يتغير 43 مرة (هنالك جداول خاص بذلك) ممكن الرجوع إليها في أي مصدر آخر

مثال

ماهي الطاقة الحرارية المصروفة لمخزن تجميد حجمه 8000 قدم مكعب تحت الأستعمال الاعتيادي إذا كان درجة حرارة الهواء الخارجي 80 ° ف و الرطوبة بنسبة 60 % ؟

$$\begin{aligned}
 Ha &= 2.9 (\text{Volume of chamber})(\text{Number of air changed 24 h.}) \\
 &= 2.9 \times 8000 \times 4.3 \\
 &= 99760 \text{ B.t.u / 24h}
 \end{aligned}$$

مجموع الوحدات الحرارية Head load اللازمة لتشغيل مخزن التجميد فارغا هي:

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{Hc + He + Hm + Ha}{288000} \text{ Ton Ref.} \\
 &= \frac{537600 + 83550 + 4500 + 99760}{288000} \\
 &= 2.519 \text{ Ton Ref.}
 \end{aligned}$$

- وحدات التبريد اللازمة لتشغيل مخزن التجميد فيه المادة الغذائية مع وجود الصيانة والتشغيل هي:

$$\begin{aligned}
 R &= Rf - Re \\
 &= 0.439 + 2.519 \\
 &= 2.958 \text{ Ton Ref}
 \end{aligned}$$

أن معدات التبريد لا تعمل 24 ساعة بصورة مستمرة و إنما 18 ساعة فقط في اليوم لذا يجب التعويض عن المدة التي لا يشتغل فيها الموتور (6 ساعات) أي 25% لذا تعدل الحسابات كلها بإضافة 25% من مجموع وحدات التبريد ثم تضاف نسبة 10% من مجموع وحدات التبريد كعامل أمان safty Factor .

$$\begin{aligned}
 \frac{2.958 \times 25}{100} &= 0.7395 \text{ Ton Ref.} \\
 2.958 + 0.7395 &= 3.6975 \text{ Ton ref.} \\
 \frac{3.6975 \times 10}{100} &= 0.36975 \\
 &= 4.1 \text{ Ton Ref.}
 \end{aligned}$$

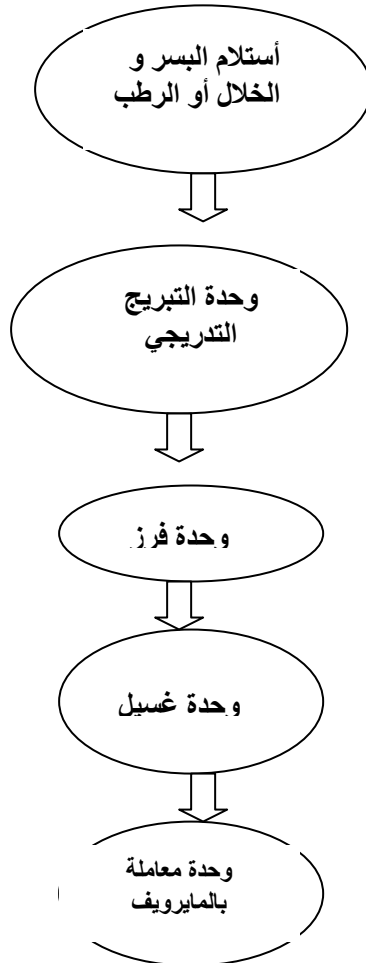
ومن كل ما تقدم نستنتج أن عدد وحدات التبريد اللازمة لتجميد المادة الغذائية تدخل في حساباتها مجموعة العوامل التالية :

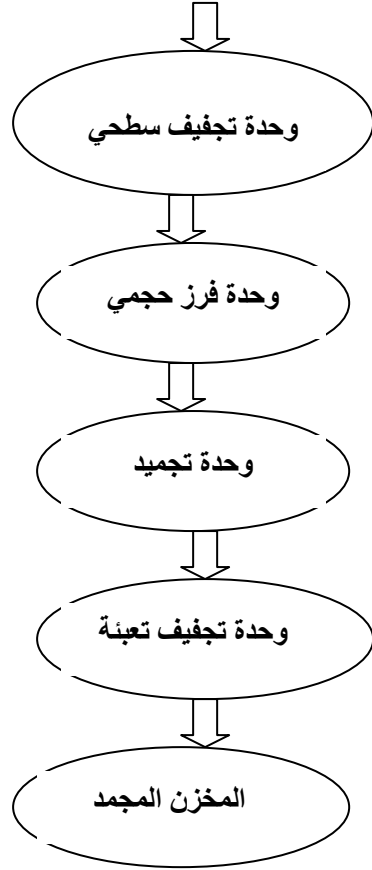
1. وحدات التبريد اللازمة لحفظ درجة حرارة المادة الغذائية إلى درجة تجمده
2. وحدات التبريد اللازمة لتجميد المادة الغذائية في درجة تجمده .
3. وحدات التبريد اللازمة لحفظ درجة حرارة الغذاء المجمدة إلى درجة حرارة مخزن التجميد .

4. وحدات التبريد اللازمة للمحافظة على درجة حرارة المخزن بسبب
الفقد الحاصل عن طريق المواد العازلة (جدران المخزن) .
5. تعويض الوحدات الحرارية المفقودة بسبب الإضاءة و المعدات
الكهربائية .
6. تعويض الوحدات الحرارية المفقودة بسبب اشتغال العمال داخل
المخزن
7. تعويض الوحدات الحرارية المفقودة بسبب تبدل الهواء داخل المخزن
عند فتح و غلق الأبواب .
8. يضاف إلى ذلك 25 % من مجموع وحدات التبريد بسبب أن المعدات
التبريد تعمل 18 ساعة فقط خلال اليوم .
9. يضاف إلى ذلك 10 % من المجموع الكلي للوحدات التبريدية كعامل
أمان .

**ملاحظة لم تؤخذ الحرارة الناتجة من عملية تنفس المادة الغذائية في عملية التجميد
وتحسب بعملية التبريد إذا أعطيت فترة التبريد Cooling period**

مخطط تجميد البسر و الرطب





د حسن خالد حسن العكدي