الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون
ميدان: علوم و تقنيات فرع :طاقات متجددة
تخصص: الطاقات المتجددة تطبيقي

مذكرة تخرج تدخل ضمن متطلبات نيل شهادة الليسانس

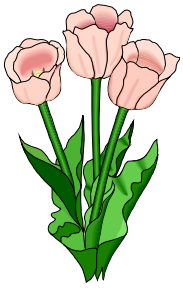
الموضوع:

دراسة الكفاءة الطاقوية للمجفف الشمسي

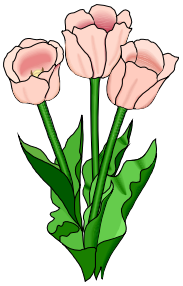
إعداد الطلبة:
- سلمان بن يحي
- صهيب هامل
- جاسم قدوري

تحت إشراف الأستاذ:
جمال بن منين

الموسم الجامعي: 2019/2018



شكر وتقدير



بسم الله الرحمان الرحيم :

(قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم) سورة البقرة 32

صدق الله العظيم

نحمد الله ونشكره أن هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أ، هدانا الله ونسأله أن يثبت قلوبنا وأقدامنا ويقوي حجتنا ويعيننا على طاعته ، و أشكر الله عز وجل الذي أنار طريقنا بمصباح العلم نتقدم بتشكراتنا إلى والدينا الأعزاء.

نتقدم بالشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب علمنا ، إلى من وقف على المنابر و أعطى من حصيلة فكره لينير دربنا إلى أساتذتنا الكرام الذين ساهموا في تعليمنا طيلة سنوات الدراسة بجامعة قاصدي مرباح ورقلة .

كما نتقدم بالشكر والتقدير إلى الأستاذ المشرف بن منين جمال على تقديم يد المساعدة والتسهيل،وإلى كل من وقف وساهم في مساعدتنا على إتمام هذه المذكرة شكرا جـزيلا .

والحمد لله رب العالمين

الاهداء

الحمد لله فالق الأنوار وجاعل الليل والنهار ثم الصلاة والسلام على سيدنا محمد المختار، الحمد لله الذي وفقنا لهذا العمل و لم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا أما بعد:

من دواعي السرور والاعتزاز أن نهدي ثمرة جهد هذا العمل المتواضع إلى من أوصانا الله بهما وقال وبالوالدين إحسانا، إلى من كانوا سندا لنا في كل خطوة من حياتي. إلى إخوتي وأخواتي وإلى أساتذتي الأفاضل وزملائي وأصدقائي في قسم العلوم ألإنسانية وكل من ساعد على انجاز هذا العمل.

ولكل من أنار لنا الطريق في سبيل تحصيل ولو قدر بسيط من المعرفة.إلى كل من يقدر العلم ويسعى من اجله.

فهرس المحتويات

المحتوى	رقم الصفحة
شكر وتقدير	I
الاهداء	II
فهرس المحتويات	III
فهرس الجداول	V
فهرس الاشكال	V
مقدمة عامة	1
الفصل الاول	
مقدمة	4
I -1 - مفهوم الإشعاع الشمسي	4
I -2 - تركيب الإشعاع الشمسي	5
I -3-الثابت الشمسي	5
I–4-أنواع الاشعاع الشمسي	6
I–4 -1 -الإشعاع الشمسي المباشر	6
I– 4 -2 -الإشعاع الشمسي المنتشر	6
I –4 -3 -الإشعاع الشمسي المنعكس	7
I –4 -3 - الإشعاع الشمسي الكلي	7
I– 5-الانقلاب والاعتدال الموسمي	7
I– 5-1 - تعريف الانقلاب	7
I–5 -2 - لانقلاب الصيفي	8
I– 5-3- الانقلاب الشتوي	8
I– 5-3- تعريف الاعتدال	8
I– 5-4- الاعتدال الربيعي	8
I– 5- 5- لاعتدال الخريفي	9
I– 6- زاوية سقوط الاشعة	9
I–7- الاعتبارات الفنية لوضع اللاواقط الشمسية	9
I–7-1 زاوية ميل اللاقط	9
I–7-2-توجيه اللاقط	11
I–7-3-المسافة الفاصلة بين صفوف اللاواقط	11
الخاتمة	13
الفصل الثاني	
مقدمة	15

II-1-تعريف التجفيف	15
II-2-مبدأ العمل	16
II-3-مكونات المجفف الشمسي	16
II-3-1-وحدة التسخين	17
II-3-2 - وحدة التجفيف	17
II-3-3 - وحدة تحريك الهواء	18
II-4-أنواع المجففات الشمسية حسب طريقة تسخين الهواء	19
II-4-1-التجفيف الشمسي التقليدي	19
II -4-2- المجفف الشمسي المباشر	21
II-4-3-المجففات الشمسية الغير مباشرة	22
II-4-4- مجففات الشمسية الهجينة	23
II-4-مراحل عملية التجفيف	25
II-5-كيفية إزالة الماء من المنتجات الغذائية	27
II-6-العوامل التي تؤثر على سرعة التجفيف	28
خاتمة	29
الفصل الثالث	
مقدمة	31
III-1-عموميات على التجفيف	31
III-1-1-الرطوبة النسبية	31
III- 1-2الرطوبة الطلقة	32
III-1-3-فعالية الماء	33
III-2-المردود النسبي للتجفيف	34
III-2-1-المردود الكتلي	34
III-2-2-المردود الطاقوي	35
III- 2-3-قوة التجفيف	36
خاتمة	37
الفصل الرابع	
مقدمة	39
IV-1-تعريف الصيانة	40
IV-2-أهمية الصيانة	40
IV-3-أهداف الصيانة	41
IV-4-أعطاب المجفف الشمسي	41
IV-5- صيانتها	41
خاتمة	42
الخاتمة العامة	43
المراجع	44

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنـــــــــــــــــــــــــــــــــوان الجدول	رقم الصفحة
(1–I)	جدول (I– 1) يوضح الإنعكاس في مختلف المواد	7

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنـــــــــــــــــــــــــــــــــوان الشكل	رقم الصفحة
(1 –I)	حزمة الأشعة الشمسية والواصلة إلى جو الأرض	4
(2 –I)	تغيرات الإشعاع داخل الغلاف الجوي	6
(3–I)	الإنقلاب في شمال و جنوب الكرة الأرضية	7
(4-I)	الإعتدال في جنوب وشمال الكرة الأرضية	8
(5-I)	إختيار زاوية ميل اللاقط حسب الفصل	10
(6-I)	كيفية توجيه اللاقط الشمسي	11
(7-I)	المسافة الدنيا بين اللواقط لتفادي التضليل	12
(1- II)	وحدة التسخين	17
(2- II)	وحدة التجفيف	18
(3- II)	وحدة تحريك الهواء للمجفف الغير المباشر	18
(4-II)	وحدة تحريك الهواء للمجفف المباشر	19
(5-II)	المجفف الشمسي التقليدي	20
(6-II)	المجفف الشمسي المباشر	21
(7-II)	المجفف الشمسي غير المباشر	23
(8-II)	المجففات الشمسية الهجينة	24
(9-II)	منحنى يوضح محتوى الرطوبة بدلالة الزمن	25

(10-II)	منحنى يوضح سرعة التجفيف بدلالة الزمن	25
(11-II)	منحنى يوضح سرعة التجفيف بدلالة محتوى الرطوبة (منحنى Krischer)	26
(12- II)	توزيع الماء	27
(1-III)	المنحنى تطور رطوبة الهواء أثناء عملية التجفيف الحراري	34

ملخص الدراسة

إستعمال المجففات الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية و غيرها من المنتجات له دور كبير في عملية التجفيف عامة ، و لكن هناك مجففات ذات كفاءة و تطور على غيرها و ذلك حسب نوعية المجفف الشمسي المستعمل و كفاءة المواد العازلة لخفض معدل الضياع في الطاقة. و هناك عوامل طبيعية و المتعلقة بخصائص المنطقة و التي بدورها تتحكم بالكفاءة الطاقوية للمجفف الشمسي و المتمثلة في كمية الإشعاع الشمسي و المعدل الزمني للإشعاع الشمسي ومعدل الرطوبة الجوية و هنا يتضح لنا أهمية الدراسة على المنطقة و معرفة خصائصها من رطوبة و كمية الإشعاع الشمسي و معدل الزمني للإشعاع الشمسي لتحصيل أحسن كفاءة طاقوية للمجفف الشمسي.

مقدمة عامة :

يتعرض عالمنا اليوم إلى أزمة اقتصادية مستمرة نتيجة لارتفاع أسعار الطاقة وزيادة الطلب عليها وذلك لارتباطها بالوقود الأحفوري أو التقليدي (النفط والغاز والفحم),أضف إلى ذلك ما يتعرض له كوكب الأرض من تلوث بيئي نتيجة لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى والتي أدت إلى الاحتباس الحراري وقد أدى هذا الاحترار إلى ذوبان القمم الجليدية القطبية والاحتراق المحيطات ، مما أدى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بما يقارب 15 سم في نفس الوقت . ذوبان الجليد هو أيضا عامل في ظاهرة الاحتباس الحراري, وارتفاع درجات حرارة الجو وتساقط الأمطار الحمضية وانغمار أراضي صالحة للزراعة وانحباس الأمطار عن مناطق أخرى مما يؤدي إلى التصحر في مقابل ذلك تتوفر الطاقات المتجددة والمستديمة في كافة بقاع العالم وهي طاقة نظيفة غير ملوثة للجو ومتجددة ومستديمة,و تعتبر الطاقة الشمسية المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض و منها توزعت و تحولت إلى مصادر الطاقة الأخرى سواء ما كان منها مخزن في طاقة الرياح و الطاقة الحرارية في جوف الأرض و الطاقة المولدة من تساقط الأمطار و الطاقة الشمسية و غيرها من مصادر الطاقة كالفحم الحجري و الأخشاب و بما أن الطاقة الشمسية هي من أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن القادم فإن الدول تتوجه لها مختلف صورها و ترصد لها مبالغ طائلة لتطوير المنتجات و البحوث خاصة في استغلال الطاقة الشمسية و التي تستمد من الشمس. [1]

و من أهم الإستغلالات لطاقة الشمسية هي عملية التجفيف , هي أحد طرق الحفظ المستعملة في المحاصيل الزراعية و من بين طرق الأخرى الحفظ بالتبريد و المعالجة الوراثية , لكن هذه التقنيات تتطلب تكلفة باهظة و تقنيات عالية , و المعالجة الوراثية بالعديد من الأمراض , أما فيما يخص التبريد فيتميز بإستهلاكه للطاقة هذا ما ينعكس على تكلفة الكلية للمحصول.

و من أنواع التجفيف المستخدمة في أنحاء العالم منذ ألاف السنين التجفيف الشمسي التقليدي المباشر حيث استعمل في تجفيف الحبوب و الخضر و الفواكه , إلا أنه دائما يؤدي إلى ناتج ذي صفات منخفضة , و ذلك لتعرض المنتج إلى عوامل عدة منها الحشرات , القوارض, الطيور و الأتربة و لطول عملية التجفيف و استعمال حرارة متوسطة لاعتماده في تحريك الهواء على التيارات الهوائية و الرياح و إتفاع الرطوبة النسبية فإن كثيرا من الفطريات و البكتيريا تنمو خاصة في الفترات الأولى لعملية التجفيف , كما يزداد نشا الأنزيمات مما يؤدي إلى استمرار بعض الأنشطة غير المرغوب فيها الأمر الذي يؤثر على اللون و يؤكسد الفيتامينات .

و مع بداية التطور الصناعي بدأ استعمال المجففات الصناعية غير أنها مكلفة للغاية , لاعتمادها في تسخين الهواء على الطاقات ذات مصدر البترولي , الذي يعتبر من أهم عوامل في تلويث البيئة و الطرق التجفيف الشمسية التقليدية تؤدي إلى إنتاج منتجات ذات نوعية منخفضة , و من هنا بدأ التفكير في تصميم مجفف يتميز بمواصفات المجففات الصناعية إلا أنه يعتمد في تسخين الهواء على الطاقة الشمسية , التي تزخر بها الجزائر حيث يصل معدل ساعات الإشعاع السنوي في المناطق الصحراوية التي تشكل 86 من المساحة الكلية للوطن 3500 ساعة في السنة , و هذا ما يجعلها مصدر طاقوي لا يستهان به.

و تهدف دراستنا في هذه المذكرة إلى الفهم التفصيلي لعمل المجفف والتعرف على أنواعه و شرح ظاهرة التجفيف من الناحية النظرية و التحليلية ودراسة كفاءته الطاقوية و التطرق لصيانة المجفف تنقسم هذه المذكرة إلى أربعة فصول :

الفصل الأول يتطرق إلى مفهوم الإشعاع الشمسي و أنواعه و تركيب الإشعاع الشمسي مع تعرف على الإنقلاب الصيفي و الشتوي و الإعتدال الربيعي و الخريفي الموسمية ,و ذكر مختلف الإعتبارات الفنية التي يجب مراعاتها للاستفادة القصوى من هذه الأشعة .[2]

أما في الفصل الثاني فيتحدث عن تعريف التجفيف ومكونات المجفف و مبدأ عمل المجفف و أنواعه و كذلك شكل توزيع الماء داخل المنتجات و كذلك العوامل المأثرة في سرعة التجفيف.

أما الفصل الثالث يتطرق هذا الفصل لدارسة تحليلية حول المجفف الشمسي و يتضمن مختلف القوانين و العلاقة العامة التي تشرح عمل التجفيف و علاقات مردود المجفف الكتلية و الطاقوية و قوة التجفيف .

أما الفصل الرابع فيتناول صيانة المجفف الشمسي العلاجية و الوقائية

مقدمة :

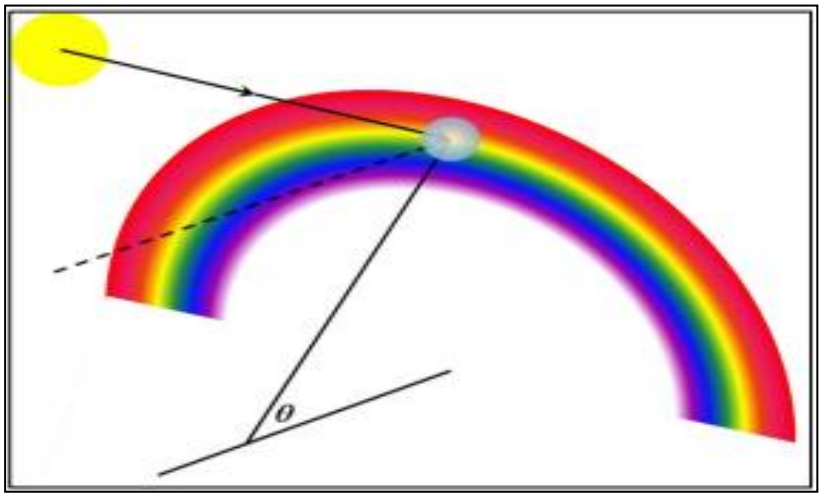
نتطرق في هذا الفصل إلى مفهوم الإشعاع الشمسي و أنواعه و تركيب الإشعاع الشمسي مع تعرف على الإنقلاب الصيفي و الشتوي و الإعتدال الربيعي و الخريفي الموسمية ,و ذكر مختلف الإعتبارات الفنية التي يجب مراعاتها للاستفادة القصوى من هذه الأشعة .

I -1 - مفهوم الإشعاع الشمسي :

يعتبر الإشعاع الشمسي المصدر الرئيسي للطاقة الحرارية على سطح الأرض، و يصل على شكل موجات كهرومغناطيسية .تقاس هذه الطاقة الكهرومغناطيسية بوحدة تسمى بالحريرة.

حيث تسقط أشعة الشمس على الأرض بعد مرورها خلال الغلاف الجوي للأرض. ويقوم الغلاف الجوي للأرض بامتصاص بعضها فلا يصل إلينا, حيث أن الغازات المختلفة في الجو من نتروجين و أكسجين و ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وغيرها لها قدرات مختلفة على امتصاص أشعة الشمس يعتبر حساب الإشعاع الشمسي الساقط على السطوح الخارجية كأسطح المباني و غيرها من الأمور المهمة و خاصة في الحسابات المتعلقة بتكييف الهواء. فمثلا في موسم التبريد يؤثر الإشعاع الشمسي على حسابات حمل تبريد الحيز لأنه يدخل في حسابات درجة حرارة الهواء الشمسية , وهي درجة الحرارة المهمة في الحسابات الكسب بالتوصيل عبر الأسطح الخارجية و كذلك يدخل في حساب الكسب الحراري الشمسي المباشر عبر النوافذ و الشبابيك الشفافة[3]

أما في موسم التدفئة فإن طرق الحسابات الحديثة تأخّذ بعين الاعتبار تأثير الإشعاع الشمسي باعتباره كسبا حراريا يساهم في تقليل حمل التدفئة مثل طريقة للأساس الثابت و طريقة الأساس المتغير.



الشكل (I– 2) حزمة الأشعة الشمسية والواصلة إلى جو الأرض

و يظهر تأثير الإشعاع الشمسي بشكل أكبر في الحسابات المتعلقة بالمنظومات الشمسية التي تستخدم مثلا في عمليات تسخين الموائع و خاصة الماء و الهواء في المجمعات الشمسية المستخدمة إما لأغراض التدفئة بالطاقة الشمسية أو في عملية التجفيف أو في الخلايا الشمسية التي تحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية .

I -2 - تركيب الإشعاع الشمسي:

يتكون الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض من عدة أنواع من الأشعة المختلفة في ألوانها وأطوال موجاتها وخصائصها فمن حيث ألوانها فإن الأشعة الشمسية والواصلة إلى جو الأرض تضم كل ألوان الطيف التي تظهر عند تحليل هذه الأشعة، تنطلق الأشعة الشمسية على شكل حزم موجية متوازية مختلفة الأطوال .[4].

و من هذه الأشعة المرئي و الغير مرئي . فالإشعاع المرئي المرئي له أطوال موجية بين 0.35 و0.75 ميكرو على الرغم من الإشعاع الشمسي الساقط على الغلاف الجوي يتكون من مدى عريض من الحزم الموجية إلا أن ما يقارب98% منه يتكون من ثلاثة أنواع من الأشعة هي:

-**الأشعة فوق الحمراء** : هي أشعة غير مرئية طول موجتها بين 0.75 إلى 100ميكرومتر حيث تشكل 43% من مجموع الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض

-**الأشعة البنفسجية** : هي الأشعة التي يقل طولها الموجي عن طول أمواج الضوء المرئي و هي ذات طاقة كبيرة و تشكل 8% من مجموع الأشعة

-**الأشعة المرئية** : يشكل 47% من مجموع الأشعة وهو شدة للإشعاع الشمسي الذي يمر إلى سطح الأرض .[2].

و تبلغ قيمة معدل الإشعاع الشمسي الساقط على المحيط الخارجي للأرض 1367 وات لكل متر مربع و هو ما يعرف ب:

I -3-الثابت الشمسي :

هو معدل الطاقة الشمسية لوحدة المساحة الساقطة لي سطح موضوع بشكل عمودي على مسار الأشعة الشمسية خارج الغلاف الجوي للأرض . وقد ساعد توفر وسائل النقل التي تخلق على ارتفاعات عالية مثل الطائرات و المركبات القضائية على قياس الثابت الشمسي خارج الغلاف الجوي .

كما نشر تقريرا مبينا من خلال قياسات أن الثابت الشمسي مقداره 1353 وات لكل متر مربع و تم اعتماد هذه القيمة من قبل وكالة نازا و الجمعية الأمريكية للمواد و الاختبارات.[4]

يتأثر الثابت الشمسي أثناء دخوله الغلاف الجوي و يطلق عليه حينئذ الإشعاع المباشر العمودي وهو معدل الإشعاع الشمسي لوحدة المساحة و الساقط عموديا على سطح موجود داخل الغلاف الجوي.

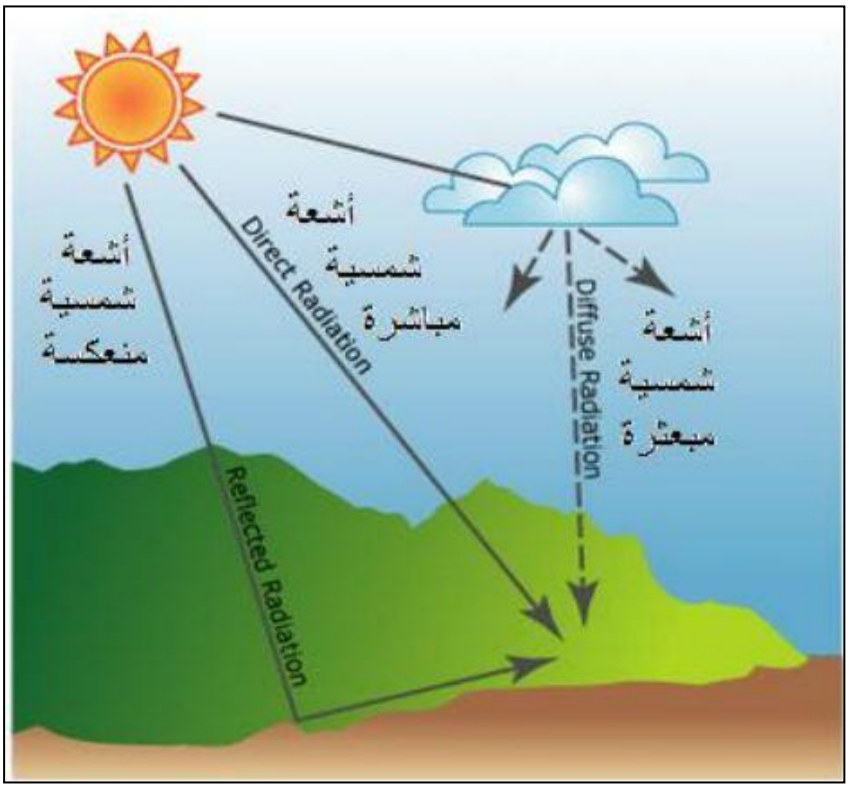
I -4 - أنواع الإشعاع الشمسي:

I–4 -1 -الإشعاع الشمسي المباشر :

وهي الأشعة الواصلة مباشرة من الشمس إلى سطح الأرض و ترتفع قيمتها في فصل الصيف عندما تكون السماء صافية , و يعرف بمعدل الإشعاع الشمسي لوحدة المساحة الساقطة عموديا على سطح موجود داخل الغلاف الجوي .[5]

I– 4 -2 -الإشعاع الشمسي المنتشر :

ينتج عن انعكاس الشعاع المباشر من الشمس في الفضاء بسبب السحب و قطرات المياه و الغازات في الغلاف الجوي للأرض وترتفع نسبته في فصل الشتاء عندما تكثر السحب حيث يشكل النسبة الكبرى من الإشعاع الكلي .



الشكل (I– 2) تغيرات الإشعاع داخل الغلاف الجوي

I –4 -3 -الإشعاع الشمسي المنعكس :

ينتج عن انعكاس الشعاع المباشر أو المتشتت على سطح الأرض و البحار و تختلف نسبته حسب السطح و قدرته على عكس الأشعة و يرتفع خاصة قرب البحار و الأرضيات العاكسة. [5]

المادة	العاكسية(%)
المزروعات الخضراء	15- 5
الرمل الأبيض	40-34
الثلج الحديث	90-75
الماء	5 ويعتمد على اتجاه الشمس
أنواع الغيوم	55-50

جدول (I– 1) يوضح الإنعكاس في مختلف المواد

I–4 -4 -الإشعاع الشمسي الكلي :

وهو مجموع الأشعة الشمسي المباشر و المنتشر.[5]

I– 5-الانقلاب والاعتدال الموسمي

I– 1-5 - تعريف الانقلاب:

يحدث الانقلاب الشمسي فى شهري يونيو و ديسمبر فعندما يكونا القطب الشمالي في اتجاه الشمس,يكون الصيف في نصف الكرة الأرضية الشمالي .بالتالي يستقبل نصف الكرة الأرضية الشمالي المزيد من ضوء الشمس المباشر ويزيد عدد الساعات التي تسقط فيها ضوء الشمس اثناء النهار . و في الوقت نفسه يميل القطب الجنوبي بعيدا عن الشمس ويكون الفصل الشتاء في نصف الكرة الأرضية الجنوبية .فضلا عن ذلك يستقبل نصف الكرة الأرضية هذا نسبة أقل من ضوء الشمس المباشر وتنخفض الساعات التي يسقط فيها ضوء الشمس[6] .

الشكل(I–3) الإنقلاب في شمال و جنوب الكرة الأرضية

I–5 -2 - لانقلاب الصيفي :

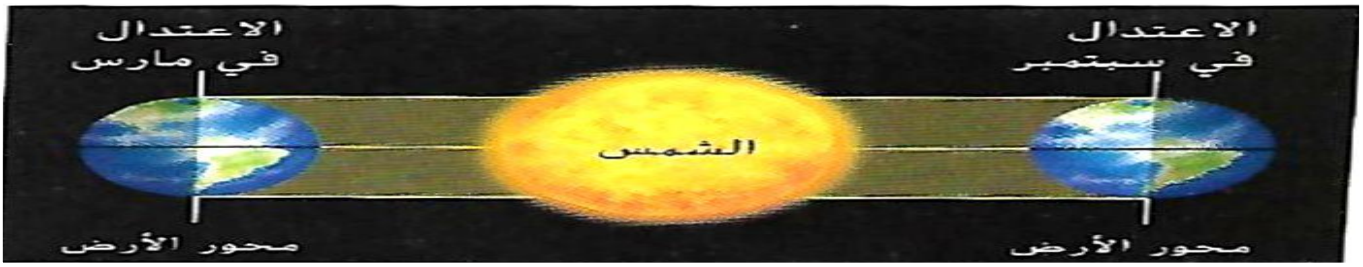
حيث يبلغ طول النهار أقصاه (النهار طويل و الليل قصير) ففي 21 و 22 يونيو عند زوال تبلغ الشمس نقطة السمت حيث تكون أشعة الشمس متعامدة مع مدار السرطان الذي يوجد عند خط عرض 23°27 شمالا و يسمى هذا اليوم بالانقلاب الصيفي. [6]

I– 5-3- الانقلاب الشتوي :

مع دوران الأرض حول الشمس الظاهرة إلى النصف الجنوبي من الكرة الأرضية لتتعامد أشعة الشمس مع مدارا لجدي(عن خط عرض 23°27 جنوبا) 22 آو 23 ديسمبر عند الزوال و يسمى هذا اليوم بالانقلاب الشتوي و هنا يبلغ طول الليل أقصاه .[6].

I– 5-3- تعريف الاعتدال:

يحدث الاعتدال عندما لايميل محور دوران الأرض لا في اتجاه الشمس ولا بعيد عنها والاعتدال يعني ليلا متساويا فتتساوى ساعات الليل مع ساعات النهار خلال الاعتدال ويحدث الاعتدال في يومين من العام يوم في شهر مارس وأخر في شهر سبتمبر .[6].



الشكل(I-4) الإعتدال في جنوب وشمال الكرة الأرضية

I– 5-4- الاعتدال الربيعي :

و بحلول يوم 21 او 22 مارس يتساوى طول الليل و النهار للمرة الثانية خلال السنة حيث تعود حركة الشمس الظاهرية إلى الصعود اتجاه النصف الشمالي من الكرة الأرضية لكي تتعامد الأشعة الشمسية مع خط الاستواء مرة ثانية و يسمى هذا اليوم بالاعتدال الربيعي

I– 5- 5- لاعتدال الخريفي :

يتساوى طول النهار و الليل حيث تنزل الحركة الظاهرية للشمس الى مستوى خط الاستواء إلىأن تصبح أشعة الشمس متعامدة معه و يكون ذلك يوم 22 أو 23 سبتمبر و يسمى هذا بالاعتدال الخريفي. [6]

I– 6- *زاوية سقوط الاشعة :*

يقصد بزاوية ورود أشعة الشمس,كيفية سقوط هذه الأشعة على سطح الأرض; فقد تكون عمودية أو مائلة فالإشعاع الشمسي بلغ أقصاه فبدأ حالة ورود أشعة الشمس بشكل عمودي على سطح الأرض الكرة الأرضية , وكلما زاد ميل هذه الأشعة كلما قلت الكمية التي تصل إلى سطح الكرة الأرضية ,أي أن العلاقة بين كمية الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الكرة الأرضية وزاوية ورود هذه الأشعة هي علاقة عكسية ,بمعنى إذا كانت زاوية الورود تساوي 90 درجة ,فالإشعاع يبلغ أقصاه أما إذا كانت الزاوية مائلة بمقدار 30 فالإشعاع يقل بنسبة 50 .هذه العلاقة يسميها علماء المناخ بقاعدة Lambert .إن تفسير هذه يكمن في المساحة التي يغطيها شعاع الشمس عند وصوله إلى سطح الكرة الأرضية , فالشعاع العمودي يغطي مساحة أقل من تلك التي يغطيها الشعاع المائل , إذا فرضنا أن الطاقة الحرارة لذات الشعاع هي نفسها ,فأنها تتوزع على مساحة أكبر في حالة الشعاع المائل , وعلى مساحة أقل في حالة في حالة الشعاع العمودي .إن النتيجة التي تترتب عن هذه القاعدة تجلى على سطح الكرة الأرضية , حيث نجد أن المنطقة الاستوائية التي تصلها أشعة الشمس بشكل عمودي تتميز بارتفاع درجة حرارتها ,أما المناطق القطبية التي تصلها أشعة بشكل مائل ,فتتميز بانخفاض درجة حرارتها.[4]

I–7- الاعتبارات الفنية لوضع اللاواقط الشمسية:

I–7-1 زاوية ميل اللاقط :

لكي نحصل على أقصى فائدة من اللاقط الشمسي يجب أن ندرك أنه بالنسبة للمكان الواحد سيتغير ميل أشعة الشمس بالنسبة لليوم الواحد تبعا للتوقيت، فبينما تكون الشمس متعامدة على الأفق أما في الظهيرة لا تكون كذلك قبل أو بعد ذلك الوقت[7] .

ولكي يستقبل سطح اللاقط أقصى إشعاع من الشمس طيلة سطوعها, ينبغي أن يغير اللاقط زاوية ميله بالنسبة لفترة سطوع الشمس , ولكن فترة سطوع الشمس أيضاً ليست ثابتة بالنسبة للشهور المختلفة من السنة، فقصر النهار أو طوله يتغير من شهر لشهر آخر ومدة التعرض للشمس في اليوم الواحد ثم الأسبوع ثم الشهر,تختلف من فصل لفصل على مدار السنة، ومعنى هذا الحاجة إلى نظام تحكم وتوجيه يحرك اللاقط الشمسي طوال العام طبقا لحركة الشمس، و يسبب ذلك بالنسبة لتطبيق المجففات

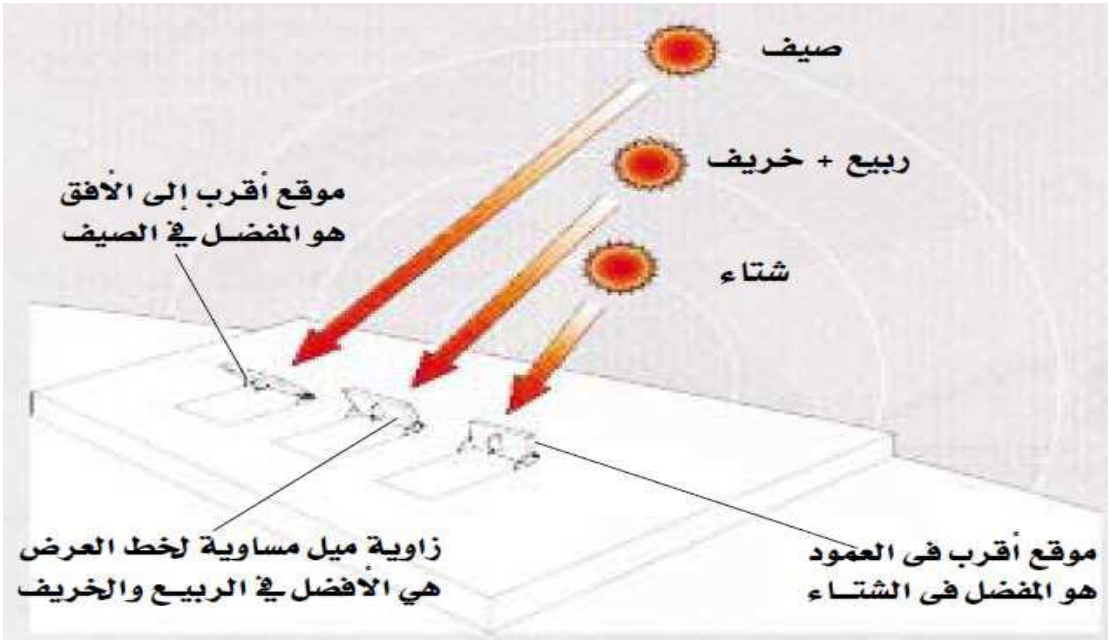
الشمسية زيادة كبيرة جداً في التكلفة، بالإضافة إلى تعقد عمليات التركيب و التشغيل والصيانة والاحتياجات قد تبلغ ذروتها في فترات معينة من اليوم لذا فقد وجد أن أفضل حل اقتصادي و هندسي بالنسبة للمجففات الشمسية هو توجيه اللاقط ناحية الجنوب لكي يكون مواجها للشمس في حالة أن يكون الموقع في نصف الكرة الشمالي. ويلي هذا تثبيت اللاقط بزاوية ميل محددة طبق للموقع بحيث يستقبل أفضل إشعاع شمسي في فترة الشتاء فيكون ضبط الزاوية(زاوية ميل اللاقط الشمسي)هي متوسط القيمة لشهور الشتاء من السنة , وتقدر قيمة هذه الزاوية عادة بالعلاقة:

$$\beta_c = L + 15°$$

أما إذا كان المطلوب هو الحصول على أفضل إشعاع خلال فترة الصيف، فإننا نلاحظ ارتفاع الشمس أثناء حركتها بالمقارنة بفترة الشتاء، مما يعنى الحاجة إلى خفض زاوية الميل لاستقبال أفضل الأشعة، وتقدر قيمة هذه الزاوية عادة بالعلاقة

$$\beta_c = L - 15°$$

أما في الاعتدال، فيفضل توجيه اللاقط بزاوية خط العرض، و كذلك إذا ما أريد أنسب تجفيف طوال العام وإن كان نتيجة هذا تنخفض كفاءة النظام شتاء اً بما لا يناسب أحمال الهواء الساخن المطلوب، ولهذا اصطلح على توجيه اللاقط طبقا لفصول الشتاء كحل ذو قيمة و فائدة اقتصادية.

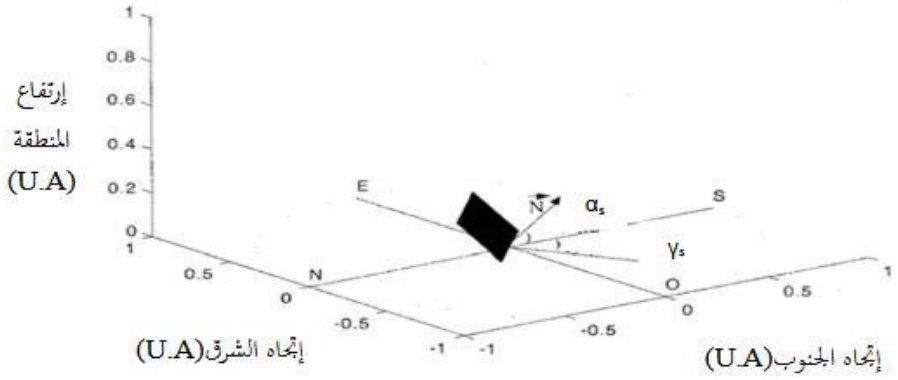


الشكل (I-5) إختيار زاوية ميل اللاقط حسب الفصل

I–7-2-توجيه اللاقط:

لنفرض أن اللاقط موضوع في مبدأ المعلم O،لاستقبال الاشعاع الشمسي اذا كانت المنطقة في النصف الشمالي فيجب توجيه اللاقط ناحية الجنوب,أما اذا كانت في النصف الجنوب فيوجه اللاقط ناحية الشمالية . فموضع اللاقط في النقطة O , فيعرف حسب شعاع التوجيه (N) الذي تعطي مركب إتباع لعلاقة التالية :

$$\vec{N}\begin{bmatrix}\cos\alpha_s \cdot \cos\gamma_s \\ \cos\alpha_s \cdot \sin\gamma_s\end{bmatrix}$$



الشكل (I-6) كيفية توجيه اللاقط الشمسي

حيث:

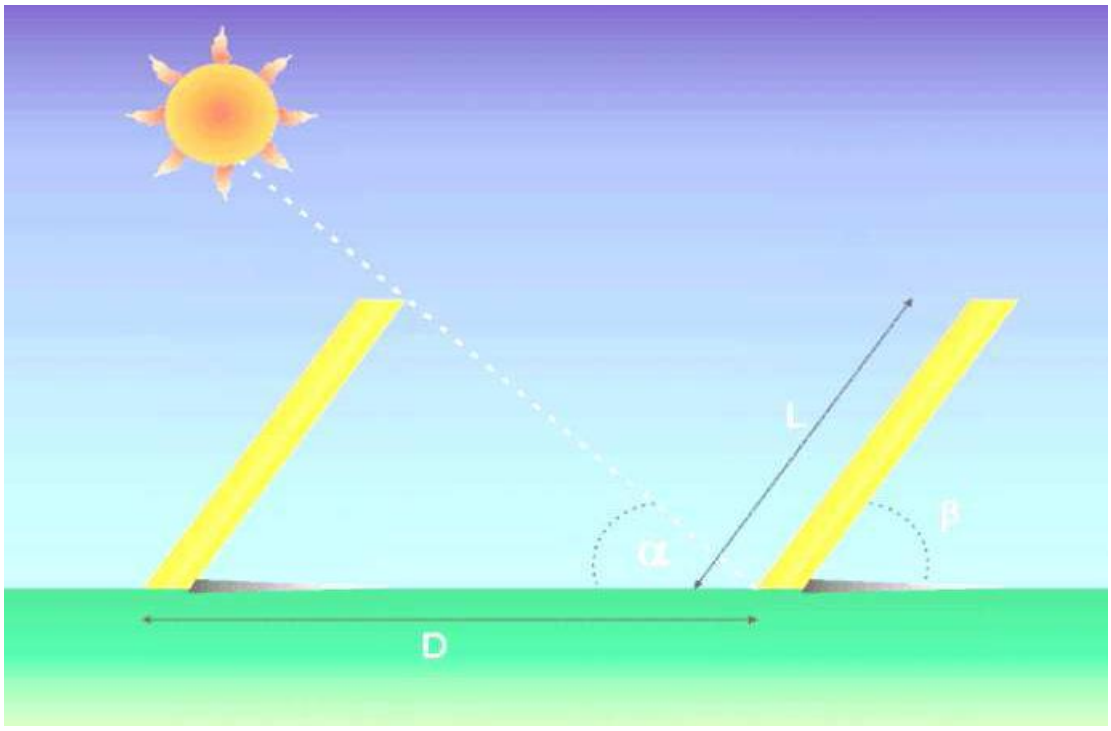
- UA:وحدة قياس فلكية (UA=149597890Km)

-αs: الزاوية بين شعاع التوجيه($\vec{N}$) ومسقطه على سطح الأفق

-γs: الزاوية بين مسقط شعاع التوجيه ($\vec{N}$) على سطح الأفق و اتجاه الجنوب . [7]

I–7-3-المسافة الفاصلة بين صفوف اللاواقط :

إذا كان لدينا عدة لواقط لاختيار الموقع المناسب لوضعها بحيث تكون معرضة لأشعة الشمس معظم ساعات النهار، يجب أن تكون بعيدة عن أي عائق يسبب التظليل، مثل المباني المجاورة المرتفعة أو و الاشجار العالية .[7].



الشكل (I-7) المسافة الدنيا بين اللواقط لتفادي التضليل

ولحساب أدنى مسافةD بين صفين من صفوف اللاواقط يجب احترامها لتفادي التضليل ,كما نستخدم المعادلة التالية

$$D = L\cdot \cos\beta + L \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma \tan\alpha$$

الخاتمـــــــة

من خلال ما سبق يتجلى لنا أهمية الدراسة على الإشعاع الشمسي والعوامل المأثرة فيه و مختلف الاعتبارات لوضع اللاقط الشمسي للحصول على أحسن مردود للمجفف الشمسي.

المقدمة:

يتطرق هذا الفصل لدراسة حول عملية التجفيف من خلال تعريف التجفيف ومكونات المجفف و مبدأ عمل المجفف و أنواعه و مراحل عملية التجفيف و كذلك شكل توزيع الماء داخل المنتجات و كذلك العوامل المأثرة في سرعة التجفيف .

II-1-تعريف التجفيف:

يعرف التجفيف من الناحية الكيميائية البحتة: انه عبارة عن معاملة المادة الرطبة بطريقة مناسبة للفصل ما تحتويه من رطوبة عن الجزء الجاف, والطرق إلى ذلك منها (الترسيب الكيماوي- الامتصاص- التبخير – الطرد المركزي – تحليل الماء إلى أكسجين وهيدروجين)

أما بالنسبة للصناعات الغذائية:

كما يعرف التجفيف على أنه عبارة عن خفض لنسبة ما تحتويه المادة الغذائية من رطوبة لرفع تركيز المواد الصلبة بالقدر الكافي كيميائي لتثبيت عوامل الفساد (ميكروبات – إنزيمات – تفاعلات كيميائية) مع المحافظة على اكبر قدر ممكن من الخصائص المادة الطبيعية والكيميائية الحيوية . ففي الفاكهة يتم خفض نسبة الرطوبة إلى 16_22 وفي الخضر يتم خفض نسبة الرطوبة الى4_6 أي ان عامل الحفظ في التجفيف عموما هو خفض درجة الرطوبة إلى الحد الذي يثبت نشاط الأحياء الدقيقة و الإنزيمات ويقلل التفاعلات الكيميائية التي تؤدي للفساد. و تتضح كفاءة عملية التجفيف في قدرة المادة الغذائية المجففة على التشرب بالرطوبة عند غمرها في الماء, وبالتالي استعادة اكبر من صفاتها الطازجة.

بعد تعرض الثمار إلى مصدر الحرارة سواء طبيعي أو صناعي, تبدأ درجة الحرارة الداخلية للمادة الغذائية في الارتفاع حتى تصل إلى درجة الحرارة اللازمة لعملية فقد الرطوبة وبمجرد الوصول إلى تلك الدرجة والثبوت عندها ' تظل عملية التجفيف مستمرة بمعدل ثابت حتى تصل إلى الحد الأدنى من الرطوبة المطلوبة في المنتج طبقا للمتطلبات التصنيعية.[8]

II-2-مبدأ العمل:

يشتمل التجفيف على مجموعة من العمليات الفنية التي تهدف إلى التخلص من الماء الحر الموجود في المادة الغذائية بشكل تام , و بالتالي إزالة الماء اللازم لنمو الأحياء الدقيقة و الإنزيمات المسئولة عن تلف الغذاء , ومن ميزاته تركيز المادة الغذائية ضمن وحدة الوزن مما يسهل نقلها و تخزينها و تعبئتها , و توفيرها في غير موسمها . و من ميزات الطريقة أيضا عدم الحاجة إلى استخدام مواد حافظة للتثبيت فيها.

و يمكن تجفيف الغذاء في المجفف الشمسي المباشر او الغير المباشر او باستخدام فرن عادي.

حيث تعمل آلية المجفف الشمسي على إدخال الهواء ضمن المجرى بتدفق مقدر فبمرور الهواء ضمن مدخنة سحب الهواء يتلامس بشكل مباشر مع سطح الماص الساخن الخاص باللواقط الشمسية , و يقوم بسحب الحرارة منها أي يقوم بدور الوسيط الحراري لامتصاص الحرارة الشمسية وهو الوسيط الحراري نفسه للتجفيف حيث يمرر من خلال المادة المجففة بشكل منتظم و متساوي في المقطع العرضي و الطولي للمنتج المراد تجفيفه المعلق بشكل عمودي على المناشير و يمرر هنا الهواء بالقسم العلوي من المجفف , ثم حول المادة المجففة في القسم السفلي للتجفيف ليقوم بعملية التجفيف المطلوبة ,حيث تحدث ظاهرتين فيزيائيتين وهما :

- **الإنتقال الحراري** : وهي كمية الحرارة المتبادلة بين الهواء و المنتج المراد تجفيف حيث يقوم الهواء الساخن برفع درجة حرارة المنتج
- **الإنتقال الكتلي** : وهي كمية بخار الماء المنتقل من المنتج إلى هواء التجفيف .

عندما يصبح الهواء مشبعا بالرطوبة(بخر الماء), يتم طرد قسم منه إلى الخارج بواسطة مدخنة طرد , مما يؤدي إلى خفض الضغط داخل في المجفف , و بالتالي سيدخل هواء جديد بديل من مدخنة السحب للهواء المستخدم و المجهزة أيضا لضبط الهواء الجديد ليتم دفعه من جديد ليتلامس مباشرة مع السطح الماص مرة أخرى و هكذا حتى يتم تجفيف المنتج بالكامل. [9]

II-3-مكونات المجفف الشمسي:

المجفف الشمسي يتكون من مجمع حراري و غرفة تجفيف, ويعزل جسم المجفف تماما حتى لا تتسرب الحرارة عن طريق التوصيل إلى الخارج, ويشتمل المجمع الحراري على مواد ماصة للحرارة كسطح معدني اسود, ويغطي هذا السطح الأسود الماص بطبقة من البلاستيك العامل ضد الأشعة فوق

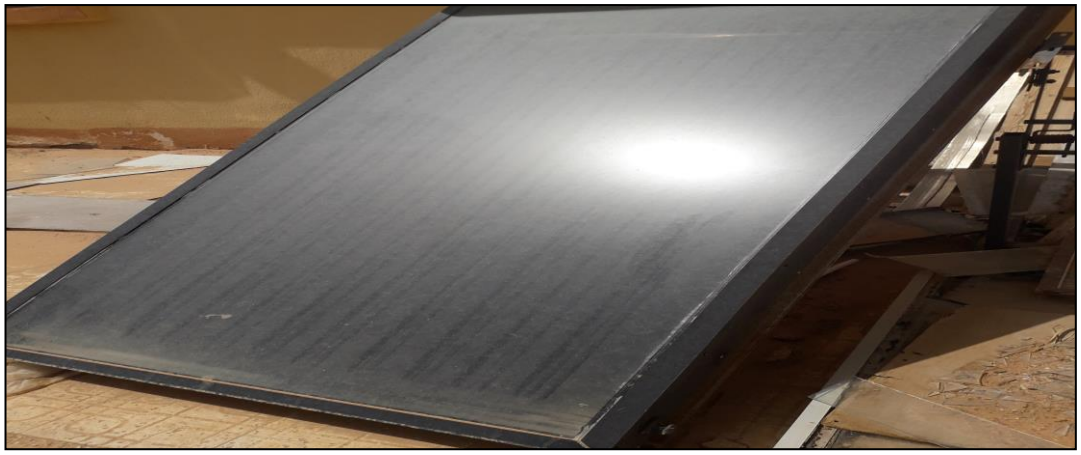
البنفسجية لضمان عدم نفاذها. ويعمل هذا الغطاء على ارتفاع درجة حرارة السطح الماص , وبتالي يسخن الهواء المار من خلال المجمع إلى غرفة التجفيف.

تتركب المجففات الشمسية بوجه عام من ثلاث وحدات رئيسية هي وحدة التسخين ووحدة التجفيف ووحدة تحريك الهواء داخل المجفف , وتختلف هذه الوحدات عن بعضها البعض حسب نوع المجفف ودلك كما يلي:

II-3-1-وحدة التسخين:

وحدة التسخين هي الجزء الذي يستقبل أشعة الشمس ويحتفظ بالطاقة الحرارية اللازمة لتسخين الهواء الذي يمر عليها لينطلق إلى وحدة التجفيف ولذلك فهي في العادة عبارة عن سطح بلاستيكي أو معدني داكن اللون لامتصاص اكبر قدر ممكن من الحرارة الشمس (الطاقة الشمسية) الساقطة عليه مباشرة ويغطي هذا السطح بغلاف بلاستيكي شفاف يعمل على رفع درجة الحرارة بالداخل ثم يمر عليه الهواء الذي يتجه بعد تسخينه إلى وحدة التجفيف ويمكن أن تكون هذه الوحدة إما في وضع أفقي حيث أنها في هذه الحالة لاتحتاج إلى تجهيزات كثيرة في

تركيبها لأنها ستكون ممتدة على سطح الأرض وإما في وضع مائل لزيادة مردودها الحراري



الشكل (II -1) وحدة التسخين

II-3-2 - وحدة التجفيف :

تأتي وحدة التجفيف على عدة اشكال حسب نوع المجفف فهي قد تشبه في شكلها وتركيبها وحدة التسخين (سطح بلاستيكي او معدني داكن مغطى بغلاف بلاستيكي شفاف), او قد تكون عبارة عن غرفة بداخلها عدد من الشباك المعدنية توضع بها المواد المراد تجفيفها , وللغرفة باب جانبي يفتح عند تعبئة والتفريغ.

كذلك يمكن أن تكون وحدة التجفيف عبارة عن برج بداخله أنبوب يحوي صفوف من الألواح المعدنية المائلة (على شكل زعانف) تعبئ بالمحصول المراد تجفيفه بواسطة آلية خاصة تقوم برفعه من قاع البرج إلى أعلاه.

الشكل (II -2) وحدة التجفيف

II-3-3 - وحدة تحريك الهواء:

تختلف وحدة تحريك الهواء حسب وفرة الطاقة التي تحركها, فعندما يتعذر استخدام الطاقة الكهربائية لتشغيل مراوح

تحريك الهواء يمكن تركيب قناة عمودية –تشبه المدخنة- في نهاية المجفف تكون مهمتها سحب الهواء المحمل بالرطوبة من المجفف ودفعه إلى الخارج, وذلك اعتمادا على أن الهواء الحار سيصعد إلى أعلا بسبب قلة كثافته مقارنة بالهواء البارد المحمل بالرطوبة.

الشكل (II -3) وحدة تحريك الهواء للمجفف الغير مباشر

أما إذا توفر مصدر كهربائي رخيص فإن الوحدة تزود بمروحة تعمل على دفع الهواء. وتدور المروحة إما بسرعة ثابتة أو متغيرة عن طريق وحدة تحكم تعمل على إنقاص سرعتها أو زيادتها أو إيقافها كلية حسب درجة الحرارة المطلوبة .

الشكل(II -4) وحدة تحريك الهواء للمجفف المباشر

II-4-أنواع المجففات الشمسية حسب طريقة تسخين الهواء:

II-4-1-التجفيف الشمسي التقليدي:

يمكن تجفيف المحاصيل الزراعية بالاستخدام المباشر الأشعة الشمس (تجفيف تقليدي), وابسط طريقة للتجفيف الشمسي تتم بوضع المحصول مباشرة على سطح اسود مستوى بما يسمح للشمس والرياح بتجفيف هذا المحصول, وهذا في البلدان التي تتميز درجة حرارة عالية وهواء جاف.[10]

يمكن عمل مجففات بسيطة مباشرة لتسمح بمرور الهواء فوق وتحت الحصول مما يزيد من سرعة التجفيف, وتستخدم طبقة من القماش توضع فوق المحصول لحمايته من الحشرات والطيور أثناء عملية التجفيف . نقوم بفحص المحصول يوميا مع مراعاة نقله إلى مكان مغلق أو تحت سقف إذا توقعنا حدوث أمطار.[10]

يتميز التجفيف الشمسي التقليدي بالعديد من الايجابيات منها :

- طاقة شمسية متوفرة طوال السنة وبدون تكلفة
- لا تتطلب وسائل ومعدات باهظة الثمن
- تقنية سهلة لا تتطلب معرفة ولا دراسة معمقة ويمكن القيام بها كل فرد.[11]

لكن للتجفيف التقليدي العديد من السلبيات منها:

- احتمال بقاء رطوبة زائدة تؤدي للتخمر والتعفن
- تعرضها للعوامل الخارجية مثل: المطر والرياح التي تجلب الغبار والأتربة.
- تعرضها للطيور, الحشرات والقوارض التي تؤدي إلى تشويه منظرها أو إتلافها كليا
- احتمال تغير البنية الميكروبيولوجية, اللون والطعم لتعرضها مباشرة لأشعة الشمس مما ينتج عنه نوعية رديئة.[11]
- لا يمكن التحكم في سير عملية التجفيف,مثل درجة الحرارة وسرعة الهواء ورطوبته.
- طول فترة التجفيف إلى عدة أيام مما يتلف المنتج.[11]

لهذه الأسباب تبقى هذه التقنية من التجفيف في إطار التقاليد المتعارف عليها بين المجتمعات خاصة الريفية والمعزولة ,وهذا ما أدى بالإنسان للبحث عن تقنيات لتفادي هذه السلبيات ولتحقيق زيادة كفاءة عملية التجفيف, ولهذا لابد من استخدام مجففات صناعية لحماية المنتوج والتحكم في سير عملية التجفيف .

الشكل (II-5) **المجفف الشمسي التقليدي**

II -2-4- **المجفف الشمسي المباشر :**

وهو عبارة عن صندوق خشبي معزول حراريا من أسفل ومثبت أسفله لوح مدهون باللون الأسود, ويغطى الصندوق بلوح زجاجي أو بلاستيك شفاف , حيث تعمل ثقوب أسفل الصندوق وفي اللوح الأسود على تمرير الهواء إلى المجفف كما تعمل الثقوب في الجدران الصندوق بغرض السماح للهواء الساخن المحمل بالرطوبة بالخروج من المجفف, ويمكن تحسين الأداء بوضع كمية من الصخور بين اللوح الأسود و القعر حيث تعمل كخزان حراري يطلق حرارته بعد غروب ويعمل كذلك كمنظم لدرجة الحرارة داخل المجفف ويتكون من :

- الزجاج يعمل كحاجز للحرارة داخل الصندوق ويساعد الميل في تدفق الهواء
- الثقوب أسفل الصندوق (مدخل الهواء إلى الصندوق) والثقوب في الجوانب (مخرج الهواء من الصندوق) كلما زادت المساحة الإجمالية للثقوب كلما زاد تدفق الهواء وازدادت الكفاءة الحرارية للمجفف ولكن قلت درجة الحرارة
- جودة العزل الحراري أسفل الصندوق تزيد من كفاءة المجفف.
- تعمل بوابة في احد الجوانب للمناولة ويمكن ان يكون السقف الزجاجي هو بوابة المناولة.[11]

الشكل (II-6) **المجفف الشمسي المباشر**

للمجففات الشمسية المباشرة عدة مزايا مقارنة بالمجففات التقليدية من ناحية النوعية والمجففات الصناعية من ناحية المستخدمة:

- قصر مدة التجفيف مقارنة بالتجفيف التقليدي.
- حماية جيدة للمنتج ضد الغبار والحشرات , الحيوانات و المطر مقارنة بالتجفيف التقليدي.
- سهل التركيب وغير مكلف كثيرا.
- لا يحتاج إلى تقنية عالية أو يد عاملة مؤهلة لتسييره.
- طاقة مجانية عكس المجففات الصناعية المكلفة.[11]

ولكن للمجففات الشمسية المباشرة سلبيات تضر بنوعية المنتج نذكر منها:

- انخفاض النوعية وتغير اللون بسبب تعرض المنتج مباشرة لأشعة الشمس , مما يتلف الفيتامينات خاصة B وC
- سهولة كسر الزجاج وهدا ما يحتم تبديله كلما اقتضى الأمر
- حرارة عالية مما يضر بقيمة الغذائية للمنتج

II-4-3-المجففات الشمسية الغير مباشرة:

ويشبه المجفف المباشر غير انه أفضل. و في هذه الطريقة تبقى عملية التجفيف معتمدة على حالة الجو, ولكن يتم تركيز أشعة الشمس بواسطة المجمع الشمسي مما ينتج عنه درجات حرارة أعلى, الأمر الذي يقلل من فترة اللازمة للتجفيف. وكلما كانت فترة التجفيف اقصر, قلت فرص تمكن الكائنات الدقيقة لإتلاف المادة الغذائية, وأيضا من مميزاته انه لا تتعرض المواد المراد تجفيفها لأشعة الشمسية مباشرة بل يسخن الهواء بواسطة المجمع الشمسي الحراري, ويدفع إلى غرفة التجفيف ومنها إلى الجو حاملا معه جزءا من رطوبة المادة الغذائية.[10]

الشكل (II-7) المجفف الشمسي غير المباشر

للمجففات الشمسية غير المباشرة عدة مزايا مقارنة بالمجففات الشمسية المباشرة منها :

- المنتج غير معرض مباشرة الأشعة الشمس مما يحافظ على اللون والقيمة الغذائية خاصة الفيتامينات A و C
- تسييره لا يتطلب أي مصدر للطاقة أخرى (طاقة كهربائية, فحم, وقود....)

ولكن هذا النوع له عدة سلبيات من ناحية التركيب وعملية التجفيف منها :

- تكلفة التركيب والإنشاء باهظة
- سرعة التجفيف متغيرة حسب أحوال الجو من غيوم, مطر ورياح.... الخ
- كذلك مثل المجفف الشمسي المباشر ضعف مقاومة الزجاج وهذا ما يحتم تبديله دوري

II-4-4- مجففات الشمسية الهجينة :

هذا النوع من المجففات الشمسية يتدخل فيه مصدر للطاقة إما طاقة كهربائية أو طاقة احتراق الفحم أو الغاز وهذا لغرضين مختلفين :

الطاقة الثانوية تستعمل للحفاظ على الحرارة الثابتة داخل غرفة التجفيف , فيكون هنا تدخل الطاقة الثانوية لإكمال الفارق والوصول الى درجة المثلى لتجفيف.

الطاقة الثانوية تستعمل لتحريك الهواء في المجففات الحمل القسري, وتبقى الطاقة الشمسية مصدر أساسي ووحيد لتسخين الهواء.[10]

ايجابيات وسلبيات المجففات الشمسية الهجينة:

لهذا النوع من المجففات العديد من المزايا مقارنة بالمجففات الشمسية والمجففات الصناعية نذكر منها :

- التحكم الجد في درجة الحرارة وسرعة التجفيف داخل المجفف, والتحرر من التبعية للعوامل المناخية المتبدلة.
- إنتاج مرتفع بالنسبة لمجففات السابقة, وإمكانية التجفيف ليلا والفصول الممطرة حسب الحاجة.
- استهلاك طاقة منخفضة مقارنة بالمجففات الصناعية .[11]

ولكن مثل المجففات الأخرى له بضعة سلبيات في التركيب والتسيير لا في المردود الطاقوي منها:

- تكلفة التركيب والإنشاء جد باهظة مقارنة بالمجففات السابقة
- ضرورة قربها من شبكة الكهربائية او تخزين الطاقة الثانوية كالغاز والوقود وهذا مايزيد من تكلفة الباهظة
- يد عاملة مؤهلة للتسيير والصيانة.[11]

الشكل (II-8) **المجففات الشمسية الهجينة**

II-4-مراحل عملية التجفيف :

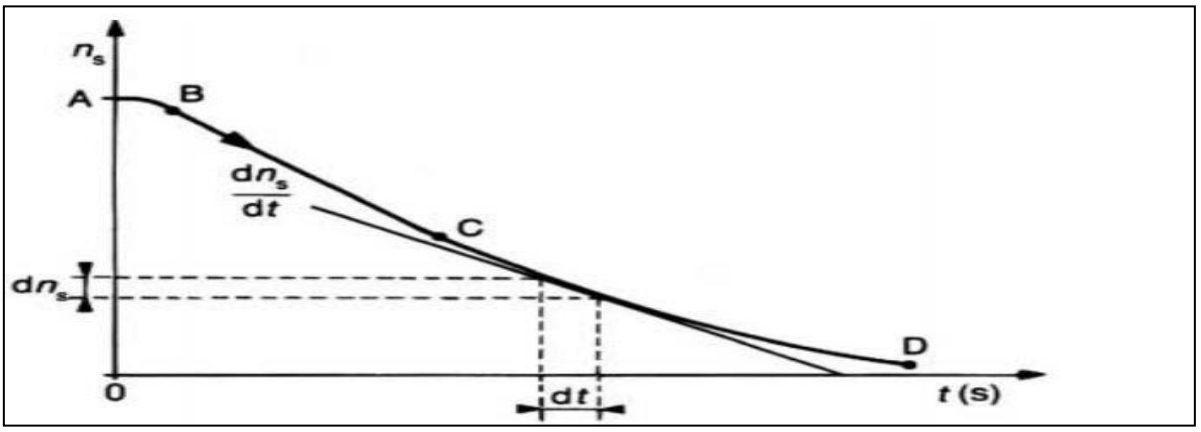
خصائص تجفيف المنتج لها وصف أفضل عندما تكون ممثلة بمنحنيات .

واحدة من التمثيلات الأكثر توضيحا لمراحل عملية التجفيف هو محتوى الرطوبة للمنتج ns كدالة للزمن tالمعطى في **الشكل** (II-9) ، أو سرعة تجفيف dns / dt كدالة للزمنt الوارد في **الشكل** (II-10)

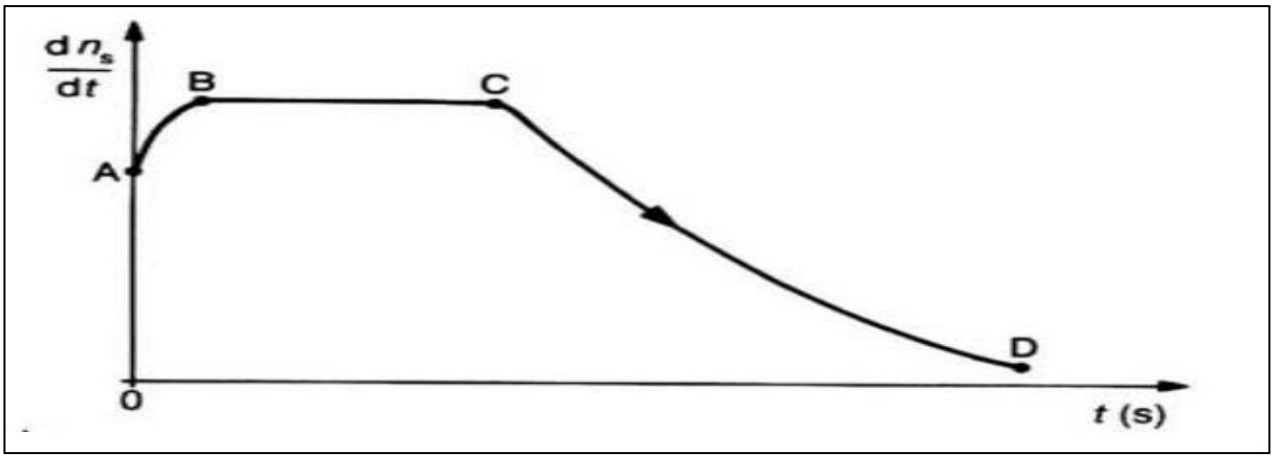
وقد اقترح كريشر طريقة أخرى للتمثيل سرعة تجفيفdns / dtو محتوى الرطوبة ns هو موضح في **الشكل** (II-11) .[12]

A:هي القيمة الأولية للرطوبة

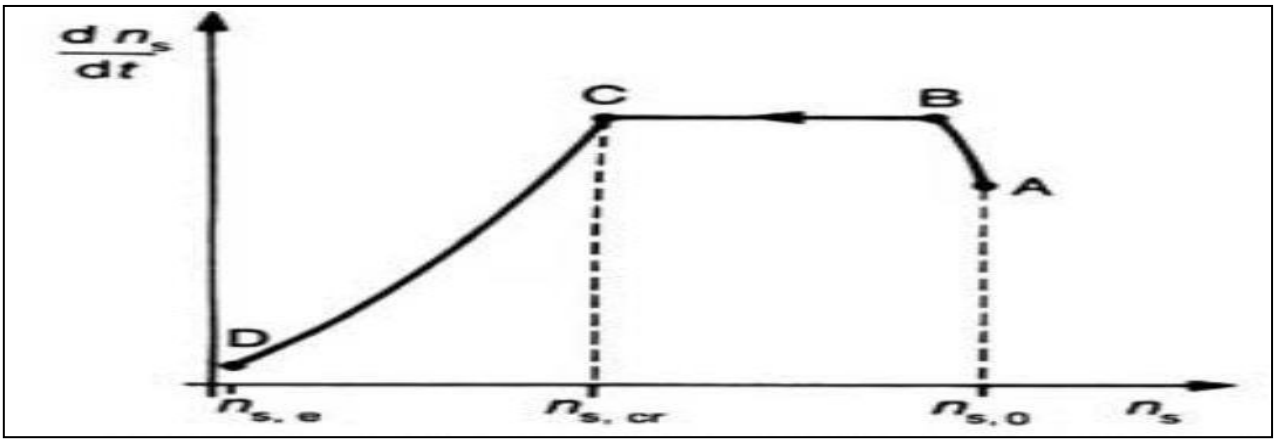
c:هي النقطة الحرجة في التجفيف



الشكل (II-9) منحنى يوضح محتوى الرطوبة بدلالة الزمن



الشكل (II-10) منحنى يوضح سرعة التجفيف بدلالة الزمن



الشكل (II-11) منحنى يوضح سرعة التجفيف بدلالة محتوى الرطوبة (منحنى Krischer)

- $n_{s;.e}$:معدل الرطوبة في نهاية التجفيف .
- $n_{s.cr}$:معدل الرطوبة الحرج .
- $n_{s.o}$:معدل الرطوبة الإبتدائي للمنتج .

تبرز هذه الأنواع الثلاثة من التمثيل وجود عدة مراحل في مسار التجفيف. ليست كلها قابلة للملاحظة بشكل منهجي. نميز منها:

المرحلة الأولى : مرحلة التزايد (AB)

أي مادة بها كمية من التهوية يوجد عادة على سطحها طبقة صغيرة من الماء إزالة هذه الطبقة بالتجفيف يماثل تماما تبخر الماء من السطح إناء محتوى على ماء .

و المدة اللازمة للانتهاء من المرحلة الأولى تعتمد مباشرة على سمك طبقة الماء على سطح المادة و تكون هذه المدة قصيرة , تتغير الرطوبة في هذه المرحلة بشكل بطيء , أما في المقابل درجة الحرارة تتزايد حتى تقارب الحرارة الجافة , هذه المرحلة قصيرة جدا و غير واضحة إذا كان المنتج كبير الحجم أو كان الفرق كبير في درجة حرارة هواء التجفيف و المنتج المراد تجفيفه .[12]

المرحلة الثانية : مرحلة التجفيف الثابت (BC)

في هذه المرحلة تبقى سرعة التجفيف ثابتة في أغلب المواد , الرطوبة تنتقل إلى السطح في شكل سائل تحت فعل القوة الشعيرية يحدث توازن بين الإنتشار الغشائي و آلية انتقال الرطوبة الداخلية إلى السطح , درجة الحرارة تبقى منتظمة في أنحاء المادة لأن التدفق الحراري استعمل في تبخير الماء إلى سطح . [11]

المرحلة الثالثة : مرحلة انخفاض سرعة التجفيف(CD) :

خلال هذه المرحلة تنخفض سرعة التجفيف بحيث يصبح من صعب تبخير الماء من المنتج ويفسر هذا الانخفاض ب :

أ- اختفاء الماء الحرمن سطح المادة.

ب- تحرك الماء وانتشاره داخل المادة المراد تجفيفها إلى أن تصل الى السطح الخارجي.[12]

II-5-**كيفية إزالة الماء من المنتجات الغذائية :**

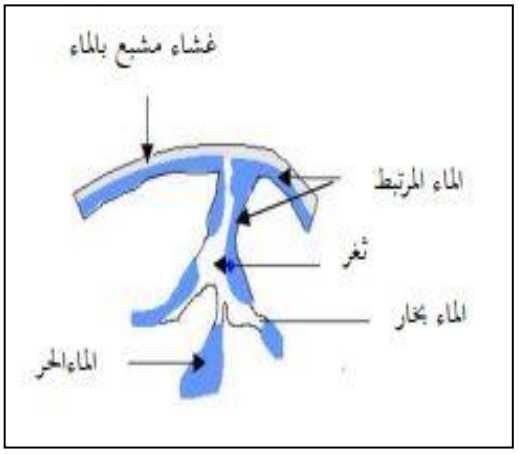
بإعتبار المنتجات الزراعية أجسام مسامية فالماء يتواجد فيها كما مبين في الشكل (à) سابقا , و يمكن إزالته كالتالي :

الماء الحر : هي المياه التي تكون قريبة من السطح (القشرة) و التي تتبخر من خلال السطح عندما تتعرض المادة لأي حرارة مباشرة كأشعة الشمس و هذا النوع من المياه يفقد ببساطة .

الماء المرتبط (الأسموزي) : فهي المياه التي تتحرك و تنفذ من خلال الأغشية الخلوية من التركيز العالي إلى التركيز المنخفض, و عموما فإن هذا النوع من المياه يمكن بعملية التجفيف السيطرة عليها و إزاحتها بإستعمال بعض الطاقة الحرارية .[10]

الماء المتحد : و هذه المياه لا يمكن السيطرة عليها و إزاحتها لأنها

من أصل و تركيب الثمرة و نسبتها بسيطة و لا تحتاج إلى الإزاحة لأن بإزاحتها يتغير تركيب الثمرة و شكلها .



الشكل (II -12) توزيع الماء

II-6-العوامل التي تؤثر على سرعة التجفيف :

سرعة الهواء : تزداد سرعة التجفيف بازدياد سرعة مرور الهواء داخل المجفف حيث يؤدى ذلك إلى سرعة انتقال الماء من داخل المادة الغذائية إلى خارجها ثم سرعة تبخيره.

الرطوبة النسبية للهواء: أثبتت التجارب أن التجفيف يتم بصورة أسرع عند استخدام هواء رطوبته النسبية منخفضة إلا أنه قد لوحظ أن بعض الخامات الزراعية تتعرض لظاهرة الجفاف السطحي عند استخدام هواء رطوبته النسبية منخفضة عن اللازم.

درجة حرارة الهواء المستخدم ومقدار الانخفاض فيها : تتراوح درجات الحرارة المستخدمة فى التجفيف ما بين 50 – 80 درجة مئوية ، ويلاحظ أنه كلما زادت درجة حرارة الهواء الداخل للمجفف انخفضت حرارته عند خروجه وبالتالي كان التجفيف أسرع.

نوع المادة المراد تجفيفها : حيث لكل مادة ظروفها الخاصة فى التجفيف

شكل وحجم وسمك القطع المجهزة : حيث زيادة السطح المعرض من المادة الغذائية المراد تجفيفها للهواء الساخن يؤدى لزيادة سرعة التجفيف. [13]

حمولة الصواني : وحمولة الصواني تتناسب عكسياً مع سرعة التجفيف أي كلما زادت حمولة الصواني قلة سرعة التجفيف والعكس صحيح .

الضغط : إذا أجريت عملية التجفيف تحت ضغط منخفض تقل درجة تبخير الماء وتزداد سرعة التجفيف.

الخاتمـــــة:

من خلال ما سبق تجلى لنا أن المجفف الشمسي بشتئ أنواعه بسيط في مكوناته , و سهل التعرف عليه و على خصائصه و مميزاته و كيفية عمله ، و استنتجنا أنا لكل نوع من المجففات له خصائص و نطاق عمله .

المقدمة :

يتطرق هذا الفصل لدارسة تحليلية حول المجفف الشمسي و يتضمن مختلف القوانين و العلاقة العامة التي تشرح عمل جهاز المجفف الشمسي

III-1-**عموميات على التجفيف :**

III-1-1-**الرطوبة النسبية :**

تسمى أيضا الرطوبة النسبية بنسبة الماء ذات الأساس الجاف $[X_S]$ و تعطى العلاقة :

$$X_S = \frac{m_v}{m_s} \qquad (1\text{-III})$$

m_v : كتلة بخر الماء (kg)

m_s: الكتلة الجافة (kg)

تسمى أيضا الرطوبة النسبية بنسبة الماء ذات الأساس الرطب $[X_h]$ وتعطى العلاقة :

$$X_h = \frac{m_v}{m_h} \qquad (2\text{- III})$$

m_v : كتلة بخر الماء (kg)

m_h: الكتلة الكلية و تعطى بالعلاقة :

$$X_h = m_v + m_s \qquad (3\text{-III-})$$

نستنتج من العلاقتين علاقة تربط بينهما :

$$X_s = \frac{X_h}{1 - X_h} \qquad (4\text{- III})$$

$$X_h = \frac{X_s}{1 + X_s} \qquad (5\text{- III})$$

أما علاقة الرطوبة بدلالة الضغط تعطى بالعلاقة :

$$H_r = \frac{P_v}{P_v^\circ} \qquad (6\text{- III})$$

III- 2-1الرطوبة المطلقة :

تعرف الرطوبة المطلقة للهواء الرطب $[H_a]$ بكمية بخار الماء m_v بالنسبة للهواء الهواء الجاف m_s , و تعطى بالعلاقة :

$$X_h = \frac{m_v}{m_h} \qquad (7\text{- III})$$

m_v : كتلة بخر الماء (kg) .

m_s: الكتلةالهواء الجاف (kg).

أما الرطوبة المطلقة بدلالة الضغط تعطى بالعلاقة :

$$H_a = 0.622 \frac{P_v}{P - P_v} \quad (8\text{- III})$$

p_v: ضغط بخار الماء

P : هو مجموع الضغط الجزئي للهواء الجافp_sو ضغط بخار الماءp_v و يعطى بالعلاقة :

$$p = p_v + p_s \quad (9\text{- III})$$

ملاحظة:

عند تسخين الهواء ، الرطوبة المطلقة تبقى ثابتة (لا تتغير و) أما الرطوبة النسبية تنخفض ، ولهذا عند إجراء قياسات يفضل استعمال الرطوبة المطلقة ذات الأساس الجاف

III-1-3-**فعالية الماء :**

فعالية الماء في المنتج هي نسبة الضغط السطحي لبخار الماء (Pv) على على ضغط بخار الماء في حالة التشبع (p_v^0) في درجة حرارة معينة للمنتج .

حيث الماء الحر في المنتج يتصرف كالماء الماء النقي بحيث ضغط البخار يوافق حالة التشبع في درجة حرارة معينة و في المقابل الماء المرتبط فضغط البخار فيه أقل من حالة التشبع , إذن فعالية الماء الحر تساوي الواحد و الماء المرتبط أقل من الواحد .

$$a_w = \frac{P_v}{P_v^0\ (T)} \quad (10\text{- III})$$

نفرض أن المادة مع الهواء في حالة توازPvوPaضغط بخار الماء و الهواء،TوTaدرجة حرارة المادة والهواء عند التوازن تكون:

$T^* = \ T_V$(لا يوجد إنتقال حراري).

$P_V^* = P_a$ (لا يوجد إنتقال كتلي) .

إذن تصبح الرطوبة النسبية تحسب بالعلاقة :

$$H_r = \frac{P_v}{P_v^o(T_a)} \qquad (11\text{-}III)$$

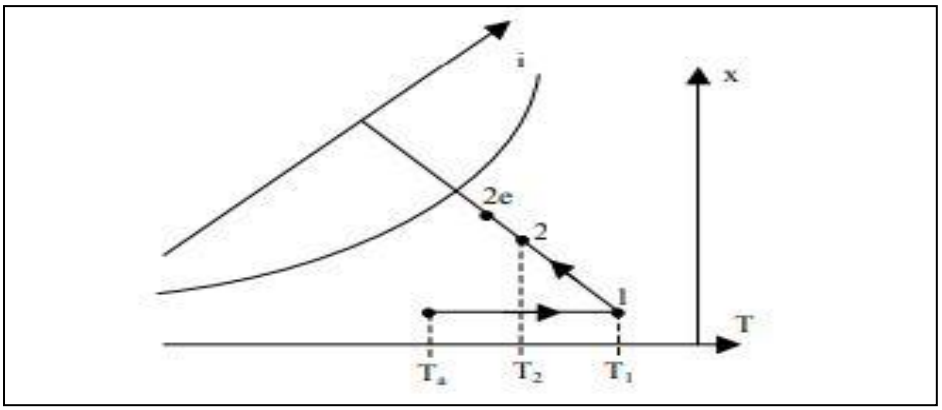
و منه : $H_r = a_w$

هذه القيمة للرطوبة النسبية بدون وحدة و محصورة من 0 إلى. 100 ,ومن هذا نستنتج أن فعالية الماء تساوي الرطوبة النسبية في حالة التوازن بين الهواء والمادة التي تحتويه

III-2-**المردود النسبي للتجفيف**

III-2-1-**المردود الكتلي :**

الشكل يمثل تطور رطوبة الهواء أثناء التجفيف بالحمل وموضح أيضا في هذا الرسم البياني :



الشكل (III-1)المنحنى تطور رطوبة الهواء أثناء عملية التجفيف الحراري.

يخرج الهواء من غرفة التجفيف عند النقطة 2 ، ويخرج عند النقطة 2eإذا تم الوصول إلى التوازن مع المنتج

لذلك aw=HR_{2e}

aw: النشاط المائي للمنتج .

وتعطى علاقة المردود الكتلي كالتالي :

$$\eta_m = \frac{x_2 - x_a}{x_{2e} - x_a} \qquad (12\text{-III})$$

ملاحظة :

المردود الكتلي يعتمد بشكل رئيسي على طبيعة وحجم المنتج وكذلك على الماء و درجة حرارة و سرعة الهواء حول المنتج

III-2-2-**المردود الطاقوي :**

يتم تحديد مقدرين يميزان الطاقة المستهلكة :

1-متوسط استهلاك الطاقة CEM وهو مقدار الطاقة اللازمة لتبخر 1كجم من ماء المنتج .يتم التعبير عنها بواسطة :

$$CEM = \frac{i_1 - i_a}{x_2 - x_a} \qquad (13\text{-III})$$

2- نسبة استهلاك الطاقة المحددة من قبل:

$$RCE = \frac{CEM}{L_v} \qquad (14\text{-III})$$

حيثLvهي الحرارة الكامنة لتبخير الماء.

هذا التقرير يمكن أن يعبر عنه أيضا بواسطة :

$$RCE = \frac{i_1 - i_a}{(x_2 - x_a)L_v} \qquad (15\text{-III})$$

III- 2-3-**قوة التجفيف :**

هو تدفق الكتلي للماء الذي سيتبخر اذا كانت نسبة المردود الكتلي 100%

وهو معرف ب:

$$PE = \dot{m}_{as} \left(x_{2e} - x_a \right) \qquad (16\text{-III})$$

حيثm_{as}هو التدفق الشامل للهواء الجاف المنتشر في المجفف .

هو التدفق الكتلي للهواء الجاف في المجفف. قدرة التبخر تتناقص مع تجفف المنتوج
لان في نقطة 2e نجد :

Th2e = Th1 et HR2e = 100aw

و في نفس لوقت هناك تناقص في نشاط الماء للمنتوج Aw

تدفق الماء المتبحر يمكن كتابته ب:

$$\Delta \dot{m} = \eta_m \ PE \qquad (17\text{-III})$$

الخاتمـــــة :

إن الفهم الجيد لمختلف العلاقة العامة التي تتعلق بعمل المجفف تساعد على فهم أدائه و تحسين كفاءته لذا قدمنا في هذا الفصل شرح و تحليل لكافة العلاقات و القوانين الشارحة لمبدأ عمل المجفف الشمسي.

مقدمة :

اعتبرت الصيانة في وقت مضى عبئا ماليا على عاتق المؤسسة فهي مقتصرة على إصلاح وترقيم تجهيزات المستعملة والقديمة .

ظهرت الصيانة لأول مرة سنة 1950 م في الولايات المتحدة الأمريكية أما في فرنسا فكانت تعني إصلاح وصيانة التجهيزات لضمان استمرارية الإنتاج ثم تحول معنى إلى اختيار الوسائل الوقائية وكذا أدوات التصحيح وتجديد حسب استعمال الجهاز .

وتطور هذا المعنى كان مراده هو تطوير الوسائل والأدوات التقنية وتعقدها وأصبح التدخل للإصلاح والصيانة يتطلب مهارة وكفاءة عالية واللحام بمختلف النواحي التقنية المرتبطة ، دون أن ننسى أن تجهيز يعد في حد ذاته استمرار ، فوقت توقفه عن العمل يعد بمثابة تكلفة وعبء إضافي في نفقات المؤسسة .

أصبحت الصيانة اليوم تعني المحافظة على الإنتاج وضمان استمراره في العمل وتقليص من زمن توقفه ولإنجاح هذه المهمة يجب توفير الوسائل المادية والبشرية المتمثلة في تخصيص غلاف المالي لذلك .

ولاستعمال هذا الغلاف المالي في العملية يستوجب تسطير برنامج وتخطيط الطرق التقنية والإدارية التي تسمح بإنشاء مصلحة مستقلة بذاتها لهذا الغرض .

ومن بين هذه الطرق التقنية والإدارية التي توفرها مصلحة الصيانة ، مايسمى بوثائق الصيانة والتي تساعد المختص على قيام الصيانة على أكمل وجه ، بإضافة إلى استخدام الحاسوب لبرمجة تسيير .

IV-1-تعريف الصيانة

الصيانة هي مجموعة من العمليات التي تضمن للآلة مردودية عالية بنظام تشغيل متأقلم ينتج منه عمر طويل للآلة وخسائر وأعطاب أقل .

وهي تجسد عمليات (النظافة ، الترقيع ، الإصلاح ، التشحيم ، التطوير ، والزيارات ...)

كما تسمح بادخار العتاد لضمان التواصل والجودة والصيانة المتطورة والجديدة هي التي تضمن كل العمليات السابقة بثمن إجمالي اقل وبكفاءة عالية .

لغة : هي مجموعة من الأفعال تسمح بحفظ أو تجديد نظام في حالة عمل .

اصطلاحا : هي مجموعة من الأفعال التي يقوم بها من أجل إطالة عمر الآلة وبقائها وتسييرها في حالة جيدة في نفس الوقت هي تنظيم ومتابعة الوحدات إنتاج والتدخل وتسييرها العقلاني تحت إشراف مصلحتيها : الإنتاج والصيانة

IV-2-أهمية الصيانة

يمكن أن نلخص فيما يلي دور الصيانة بصفة عامة في الحفاظ على منشأة :

- ✓ الاستفادة الجيدة من الاستثمارات التي أنفقت لإنشاء النشآت
- ✓ زيادة العمر الافتراضي للمرفق .
- ✓ زيادة الإنتاج .
- ✓ استمرارية عمل المرافق بكفاءة جيدة .
- ✓ قلت فترات التوقف .
- ✓ توقع حدوث الأعطال .
- ✓ مراقبة أداء الالآت .
- ✓ تحديد قطع الغيار والمعدات والعمالة اللازمة للصيانة أو الإصلاح
- ✓ خفض تكاليف الصيانة .
- ✓ تقليل الأعطال المفاجئة .

IV-3-أهداف الصيانة :

لتأمين وحفظ وسائل وأدوات الإنتاج في حالة استعمال جيدة لمردود عالي في شروط جيدة من النوعية و الأمان ينتج:

- ✓ أنقاص الأوقات الضائعة .
- ✓ إنقاص أعباء الصيانة والاستعمال الجيد لكل حصة مالية .
- ✓ تحسين التدخلات بشكل واسع تحت الرقابة التقنية للخدمات المتدهورة .
- ✓ تحسين المراقبة بمرور الزمن من المواد السابقة .
- ✓ توجيه مجموع تدخلات الصيانة حتى بالنسبة للمعلومات التقنية والمراجع .
- ✓ خلق مواد لتطوير ومتابعة الأعباء المالية .
- ✓ أخذ بعين الإعتبار وفي الحسبان مستوى الوسائل .
- ✓ تسيير اقتصادي للمخزون .

IV-4-أعطاب المجفف الشمسي :

- سهولة كسر الزجاج وضعف مقاومته للأشعة فوق الحمراء
- فقدان السواد لواحدة التسخين مما يؤدي إلى إنخفاض في إمتصاص الأشعة الشمسية
- ترسب الغبار و الأتربة على مستوى الزجاج و داخل المجمع مما يعيق الأشعة الشمسية و يأثر على مردود المجمع
- بقايا المنتج و تجمع الحشرات في غرفة التجفيف

IV-5-الصيانتها :

- مسح الزجاج من الغبار دوريا
- تنظيف المجفف من بقايا المنتج و الحشرات
- وضع لافتات تبيه لسكر الزجاج

الخاتمـــــة :

قدمنا في هذا الفصل دراسة حول صيانة المجفف الشمسي من حيث الصيانة الوقائية و العلاجية و قد تبين لنا أنه لا يوجد أعطاب كثيرة للمجفف الشمسي و أنا صيانة هذه الأعطاب بسيط من حيث التكلفة و اليد العاملة .

الخاتمة العامة :

الطاقة الشمسية هي الطاقة المنتجة والمتولدة من الشمس والتي تصل الأرض على شكل إشعاع شمسي يستقبل الطبقات العليا من الفضاء المحيط بالكرة , و تعتمد تقنية إستغلال الطاقة الحرارية الشمسية في الأساس على كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض و الذي يتفاوت بسبب تغيير الظروف الجوية و الموقع المتغير للأرض بالنسبة للشمس خلال اليوم الواحد و طول السنة و غيرها من التغيرات التي تطرقنا إليها في دراستنا .

يعتبر المجفف الشمسي من أهم إستغلالات الطاقة الشمسية و الذي تطرقنا له في عملنا و قد تضمن مختلف الجوانب المتعلقة بعمله و أنواعه و كفاءته و الصيانة المتعلقة به .

بناء على ما تطرقنا إليه في دراستنا نستنتج أن كفاءة المجفف الشمسي متعلقة ب :

- كمية الإشعاع الشمسي
- المعدل الزمني للإشعاع الشمسي
- نوع المجفف
- كفاءة المواد العازلة
- دراسة خصائص هواء التجفيف

المراجع :

[1] أسعد رحمن الحلفي (تصميم و تصنيع و اختبار مجفف شمسي شبه مختلط لتجفيف التمر) مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر , كلية الزراعة / جامعة البصرة المجلد 6 ص 9 ,1, 2007

[2] مرفت تلاوي (تنمية استخدامات الطاقة الجديدة و المتجددة) مؤتمر القمة العالمي لتنمية المستدامة ,اللجنة الاقتصادية و الاجتماعية لغربي أسيا – الأمم المتحدة . جوهانسبرغ من 26إلى 4 سبتمبر2002

[3] المعهد العالي للمهن الشاملة للإستاذ نبيل شهد –تخصص الطاقة و الحياة –صيف يونيو2011

[4] الجغرافيا المناخية والنباتيةعبد العزيز طريح شرف +كتاب مقدمة في نظم الطاقة الشمسية جمع و تنسيق سالم بنموسى – 2012

[5] حساب وتحليل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي لمدينة الناصرية رسول رمضان عتاب –كلية العلوم – كانون الثاني 2012

[6]file:///C:/Users/acer/Desktop/ 1.سادس-صف-علوم-8-الوحدة-اسئلة-اجاباتpdf

[7] C.Zidani , F . Benyarou et B. Ben youcef<<Simulation de la position apparente de soleil etestimationde l'énergie solaire incidente sur un capteur plan pour la ville de Tlemcen en Algérie >>, Université de Tlemcen ; Rev.Energ.Ren. Pages (69-76).(2003)

[8]André Charreau , Roland Cavaillé <<Séchage : Théorie et calcul >>. Techniques de L'ingénieur , traité Génie des procédés –France , J 2 480 (2001)

[9] التجفيف الشمسي للفواكه و الخضروات خبرات فلسطين الأستاذ محمد سليم علي – مركز أبحاث التنوع الحيوي و البيئة, نابلس, فلسطين-صفحة رقم 2 -2010 .

[10] مذكرة العاتي مختار – قسم هندسة الطرائق – عنوان المذكرة تحسين المجفف الشمسي للمحاصيل الزراعية--08 -06-2011

[11]philippe dudez ,andréthémeilin et max reynes(le séchage solaire a petite échelle des fruitse et légumé)guide pratique .paris France 1991

[12]boumediene TOUATI(etude théorique et expérimentale du séchage solaire des feuilles de la menthe verte) thése de doctorat. Université abdoubeker belkaid ; tlemcen 2008.

[13] http: //salembenmoussa.blogsport.com/2016/03/blog-post72.html