بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
كلية الدراسات الزراعية
قسم الهندسة الزراعية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف

**بعنوان:**

# تصميم مجفف شمسي لتجفيف الخضروات

إعداد الطلاب:
عماد يحيى صديق عبد الله
مصعب مهدي سلوف

إشراف الدكتور :
د/ خالد عثمان المساعد

2016م

# الآية

قال تعالى:

اللَّهُ الَّذِي رَفَعَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ثُمَّ اسْتَوَى عَلَى الْعَرْشِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُسَمى يُدَبِّرُ الْأَمْرَ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ بِلِقَاءِ رَبِّكُمْ تُوقِنُونَ)

صدق الله العظيم

سورة الرعد الآية (2)

إلى من اقتطع من نفسه لكي يعلمنا

ابي .....

إلى من احترقت لتضيء لنا الطريق

أمي.....

إلى من بهم تثمر الدنيا

إخواني .....

إلى الخالدين بسويداء القلب أشقائي وشقيقاتي

إلى من تشاركني نبض الحياة وتوأمة روحي

# الشكر والعرفان

**الحمد لله علم بالقلم علم الإنسان** ما يعلم اللهم لك الحمد ولك الشكر كما ينبغي لجلال وجهك و عظيم سلطانك ...

**والشكر بعد لله لكل من عاونني** فى اتمام هذا البحث المتواضع واخص بالشكر

**د/ خالد عثمان المساعد**

أيضا الشكر موصول للدكتور/ **عمران موسي عباس**. كما الشكر ايضا **للأستاذة** الوسيلة هرون و عبد الله **والأستاذ** مجدي والاستاذة سنية والاستاذة نهي **والأستاذة نجلاء والأخوان** النزير حسن إدريس وادم حسن ادريس وابن عمي العزيز ياسر عبد الله وايضا الاخ الصديق العزيز عمر صالح ادم

واخص بالشكر ايضا للمهندسين علي مهدي النور و بدرالدين الطيب و **حسن ومحبوب عبد القادر**. والاخوات وكل من ساهم معي في اخراج هذا البحث

**الباحثان:**

1/ ابراهيم حسن ادريس ادم

2/ النزير عثمان الطيب

فهرس المحتويات


| العنوان | رقم الصفحة |
|---|---|
| الآية | I |
| الإهداء | II |
| الشكر والعرفان | III |
| فهرس المحتويات | IV |
| فهرس الجداول | VI |
| فهرس الأشكال | VII |
| الملخص | VIII |
| **الباب الأول** | |
| 1.1 المقدمة | 1 |
| 2.1 مشكلة البحث | 2 |
| 3.1 أهداف الدراسة | 2 |
| **الباب الثاني**<br>أدبيات البحث | |
| 1.2 التجفيف والتنشيف | 3 |
| 2.2 الأهداف الرئيسية لتجفيف الاغذية | 3 |
| 3.2 اهمية تجفيف الخضروات | 3 |
| 4.2 معاملات ما قبل التجفيف | 4 |
| 5.2 نظرية التجفيف الصناعي | 5 |
| 6.2 مراحل عملية التجفيف | 5 |
| 7.2 عيوب تجفيف الاغذية | 6 |
| 8.2 محاسن تجفيف الاغذية | 6 |
| 9.2 الطرق المستخدمه في تجفيف الخضر والفاكهة | 6 |
| 11.2 التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية | 10 |
| 12.2 انوع المجففات الشمسية | 10 |
| 13.2العوامل التكنولوجية المؤثر في اختيار المجففات الشمسية | 11 |
| **الباب الثالث**<br>طرق ومواد البحث | |
| 1.3 منطقة البحث | 12 |
| 2.3 تصميم الجهاز | 12 |
| 3.3 المكونات الاساسية للحهاز | 13 |
| 3.4 الادوات المستخدمة في التصنيع | 14 |
| 3.5 تحضير العينات لتجفيف | 14 |

| | |
|---|---|
| 3.6 طريقة عمل الجهاز | 15 |
| **الباب الرابع**<br>**النتائج والمناقشة** | |
| 4.1 نموذج المجفف الشمسي | 16 |
| 4.2 تقييم المجفف الشمسي | 17 |
| 4.3 كفاءة المجفف الشمسي | 19 |
| 4.3.1 تقييم المجفف بسمك شرائح تقطيع 5 ملم | 20 |
| 4.3.2 تقيم مجفف بصل بشرائح تقطيع 7مم | 22 |
| 4.3.2 مقارنة نوعية التقطيع على اداء المجفف | 24 |
| **الباب الخامس**<br>التوصيات | |
| 5.1 التوصيات | 25 |
| 5.2المراجع: | 26 |
| 5.3 الملاحق | 27 |

# فهرس الجداول


| عنوان الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|
| جدول 4-1 متوسط المحتوى الرطوبي للمحصول (سمك 5 ملم) | 20 |
| جدول 4-2 التحليل الاحصائي لكفاءة المجفف الشمسي (سمك 5 ملم) | 21 |
| جدول 4-3 متوسط المحتوى الرطوبي للمحصول (سمك 7 ملم) | 22 |
| جدول 4-4 التحليل الاحصائي لكفاءة المجفف الشمسي (سمك 7 ملم) | 23 |

# فهرس الأشكال


| عنوان الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|
| **شكل 4-1 نموذج المجفف الشمسي** | 16 |
| **شكل 4-2 اجزاء المجفف الشمسي** | 17 |
| **شكل 4-3** طاقة الاشعاع الشمسي وساعات النهار | 18 |
| **شكل 4-4** معدل التجفيف اليومي | 19 |
| **شكل 4-4** معدل الرطوبة خلال ساعات التجفيف | 21 |
| شكل 4–5 معدل الرطوبة خلال ساعات التجفيف (سمك 7 ملم). | 23 |

# المستخلص

تم تجفيف عينة من البصل سمك 5مم و7مم لمجفف شمسي تم تصميمه بقسم الهندسة الزراعة وأوضحت الدراسة أن عينة البصل سمك 5مم تم تجفيفها في زمن قدرها 14ساعة كما أن سمك 7مم تم تجفيفها في زمن قدرها 21 ساعة وعلية نجد ان المجفف سمك 5مم يستخدام المجفف أفضل عند استخدام هذا النوع من المجففات يتم الحصول علي منتج نظيف وخالي من الحشرات.

# الباب الأول

## 1.1 المقدمة

استعمل التجفيف الشمسي في تجفيف الحبوب والخضر والفاكهة في مصر منذ الاف السنين الا انه دائما يؤدي الي ناتج ذي صفات منخفضة وذلك لتعرض المنتج الي عوامل عدة منها الحشرات و القوارض و الطيور والاتربة و لطول عملية التجفيف و استعمال حرارة متوسطة ولاعتماده في تحريك الهواء علي التيارات الهوائية و الرياح وارتفاع الرطوبة النسبية و عليه فان كثيرا من الفطريات و البكتريا تنمو بشدة في الفترات الاولي لعملية التجفيف كما يزداد نشاط الانزيمات مما يؤدى الي استمرار بعض الانشطة غير المرغوب فيها الامر الذى يؤثر علي اللون ويؤكسد الفيتامينات ولذا كان لابد من ايجاد وسائل اخرى للتجفيف

ولما كانت طرق التجفيف الصناعية مكلفة للغاية وطرق التجفيف الشمسية تؤدي الي انتاج مجففات ذات نوعية منفخضة امكن بواسطة تصميم المجففات الشمسية من رفع درجة الحرارة و التحكم في الرطوبة النسبية الا ان من عيوب المجففات الشمسية تغير الحرارة المستعملة علي طول اليوم فهي تكون منخفضة في اول النهار وتزداد بالتدريج حتي تصل زروتها عند الظهيرة ثم تنخفض بعد ذلك بالتدريج لتتساوي بالليل مع درجات حرارة الجو السائد لذلك فان التصميمات الحديثة للمجففات الشمسية اخذت في الاعتبار وجود مخزن حراري يمكن استعماله لحد ما اثناء الليل حتي يمكن استمراريه عمليه التجفيف .

## 2.1 مشكلة البحث:

ان السودان بلد زراعي ذو اراضي زراعية مختلفية وفية الزراعة المطرية والمروية كما يعتمد اغلب سكانة علي الزراعة بشقيها غير انه لا تتوفر فيه الخدمات الاساسية من كهرباء وماء في معظم اطرافه هذه العوامل ادت الي توفر المحاصيل الزراعية في مواسم الحصاد بكميات كبيرة مع عدم توفر الوسائل اللازمة لحفظ هذة المنتجات سواء القليل الذي يحفظ بالطرق التقليدية مثل التجفيف الطبيعي للمحاصيل.

ان المجففات التي تعمل بالكهرباء مكلفة جدا لانها تستخدم الوقود في عملها اذا ما قورنت بالمجففات التي تعمل بالطاقة الشمسية وبالاخص تلك التي تعمل بالخلايا الشمسية .

ان المحاصيل التي تجفف بالتجفيف الطبيعي تكون عرضة للفقد والحشرات والاتربة كما ان هذة العملية تحتاج الي فترة طويلة لكي تتم هذة العملية لذلك كان لابد من عمل تصميم يعالج او يقلل هذة المشاكل .

## 3.1 أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة بصورة عامة في المساعدة في ايجاد وسائل مساعدة في الحفاظ على جودة المحاصيل الزراعية عن طريق التجفيف وخاصة في المناطق التى تتميز بمعدل اشعاع شمسي عالي وتتمثل الاهداف التفصيلية للبحث في الاتي

1/ تصميم مجفف شمسي واختبارة

2/ اختبار المجفف و للشمسي رفع كفاءة

3/ انتاج محصول مجفف ونظيف وخالي من الملوثات والحشرات

# الباب الثاني
# أدبيات البحث

## 1.2 التجفيف والتنشيف:

هو عبارة عن عملية تنتج عنها حفض المحتوى الرطوبي للمادة نتيجة لتبحر الماء وبالتالي تركيز ما يحتوي علية من مكونات صلبة .

## 2.2 الأهداف الرئيسية لتجفيف الاغذية:(محمود محمد واخرون 1961).

1/طريقة لحفظ الغذاء واطالة ما يعرف shelf life خاصة في المحاصيل الموسمية.

2/تقليل وزن وحجم المادة الغذائية وبالتالي تقليل تكاليف النقل والتخزين.

3/تحسين بعض خصائص الجوده في بعض المنتجات.

4/انتاج منتجات تريح المستهلك.

## 3.2 اهمية تجفيف الخضروات :(محمود محمد واخرون 1961)

تعتبر الخضروات والفواكهة من المواد الغذائية المرغوبة لانها تمد الانسان بالفيتامينات والمعادن و المواد النشوية والالياف ويقدر من البروتين وكمية قليلة من المواد الدهنية الا انها

موسمية لذلك فانة انتاجيتها يبدو كبير علي فترات قصير وغالبا ما يزيد الانتاج عن الاستهلاك ، ولذلك يجب العمل علي تصنيعها بالتعليب او التجميد او التجفيف لامتصاص جزء من فائض الانتاج للعمل علي توازن الاسعار وتجفيف نوعيات خاصة من الخضر مثل البامية ،الملوخية ،السلق،والكسبرة،والشبت،البقدونس ،النعناع،وبعض النباتات الطبية والعطرية والشطة (الفلفل الحار) والجزر ،الفاصوليا ،الخضراء ،وشرائح الطماطم .

ويجب الحد من وقف التجفيف بإستعمال درجات حرارية مناسبة لان زيادة الوقت مع استعمال درجات حراره منحفضه تؤدى الى نمو الفطريات على المواد المجففه وقد تفرز مثل هذة الفطريات سموم توكسينات لها حطورتها على صحة الانسان.

## 4.2 معاملات ما قبل التجفيف:

يجب ان تشمل نوعيات جيدة من الخضروات والفاكهه سليمة خالية من النموات الفطرية والبكتيرية وذات صفات جيدة كما يجب ان تكون خالية من الكدمات والتشققات.

كذلك يجب التخلص من الفضلات اولا بأول حتى لا تكون مصدر التلوث ولابد ان تكون هناك مصدر من الماء المعامل بالكلور واوعية بلاستيكية لتجهيز و الغسيل وميزان حساس وسكاكين من الصلب الغير قابل لصدا ومخلل للمعاملات الحرارية و مصافي وثرمومتر لقياس الحرارة وبعض المواد التي تستعمل كمواد مضافة وغير ذلك من المواد المساعدة.

1/ عمليات الفرز والغسيل :

وهي عملية هامة تتضمن الغسيل مع ازالة الاتربة اللاصقة بالخضر وازالة الاجزاء المصابة والاعناق الخضراء وفرز الخضر وتقشيرها وتقطيتها الي اجزاء صغيرة يسهل تجفيفها (شرائح مكعبات _ اجزاء لاتزيد عن 2سم ثم اعادة الفرز والغسيل

2/ عمليات التقشير:

تساعد عمليات التقشير علي ازالة القشرة الخارجية الا انة يجب ان تكون التقشير محدود بازالة القشرة الخارجية والا يسبب التقشير ازالة الانسجة الداخلية لذلك يجب ان تتضمن عملية التقشير وازالة الاجزاء المصابة او الجافة مع ازالة الانسجة المتعلقة ، ويجري التقشير في بعد الحالات باستعمال الالات الخاصة بالكاريودنوم اذ تستعمل في تقشير الدرنات .

3/ التقطيع الي شرائح ومكعبات:

تقطع الثمار الكبيرة بعد التقشير الي شرائح مثل البطاطس والبصل او مكعبات مثل الجزر او الي اجزاء مثل الفاصوليا الخضراء 2سم بعد ازالة الاطراف المتعلقة .

4/ عمليات السلق:

تتضمن عملية السلق تعريض الخضروات بالماء علي درجة الغليان 100م° او قبل عملية الغليان مباشرة 90م° لمدة قصيرة والغرض من هذة العملية تنشيط عمل الانزيمات وايضا تؤدي هذة العملية الي طراذة الانسجة مع جعل الجدارالخلوي الاكثر نفاذية للماء لذلك فان العمليات تساعد على سرعة التجفيف كما تؤدي الى سرعة استفادة الحضر الجافة لرطوبتها عند استرجاعها ،كما ان هذة العملية تزيل كثير من الحمل الميكروبي.

5/عمليات الكبرت:

تعامل المواد المراد تجفيفها بواسطة كب 2l ثاني اوكسيد الكبريت كالغاز بالتدخين وتستعمل هذة الطريقة غالبا للفواكهة.(محمود محمد واخرون 1961)

## 5.2 نظرية التجفيف الصناعي :(احمد فريد 1997).

عندما تتعرض المادة المراد تجفيفها لجو يفقد السطح المبلل بهذة المادة كمية كبيرة من رطوبتة وذلك نتيجة لتبخر الماء منة . حيث ان عملية تبخر الماء يلزم لها كمية حرارية لاتمامها فاننا نجد ان عملية التجفيف ينتج عنها الاتي :

1/ انخفاض في درجة حرارة سطح المادة وذلك لامتصاص كمية الحرارة منها لاحداث التبخر .

2/انخفاض نسبة الرطوبة في السطح المادة المعرضة لجو نتيجة لتبخر الماء منها .

3/ ارتفاع تركيز بخار الماء في الجو المحيط .

4/ انخفاض معدل التبخير .

## 6.2 مراحل عملية التجفيف :(احمد فريد 1997).

1/ مرحلة معدل التبخر الثابت :

اي مادة بها كمية من التهوية يوجد عادة علي سطحها طبقة سطح صغير من الماء ازالة هذة الطبقة بالتجفيف يماثل تماما تبخر الماء من سطح اناء محتوي علي ماء ومعر للهواء الساخن .

والمدة اللازمة للانتهاء من المرحلة الاولي تعتمد مباشرة علي سمك طبقة الماء علي سطح المادة وتكون هذة المدة قصيرة والمحتوي الرطوبي للمادة الذي تصل الية بعد المرحله الاولي يعرف بالمحتوي الرطوبي الحرجة وبعد ها تبدا عملية التجفيف في المرحلة الثانية .

2/ مرحلة معدل التبخر المتناقص :

1/ تحرك الرطوبة داخل المادة المراد تجفيفها الى ان تصل الى السطح الخارجي.

2/ إزالة هذه الرطوبة من السطح الخارجي.

## 7.2 عيوب تجفيف الاغذية:(خالد المساعد 2015).

1/تاثير بعض الخواص الحسية(لون-طعم-القوام-المظهر-الرائحة)بعملية التجفيف.

2/**قد تؤدي** عملية التجفيف نتيجة لاستخدام الحرارة الي فقد في القيمة الغذائية وخاصة الفايتمينات.

3/تحتاج المواد الغذائية المجففة الي اعادة ترطيبهاRehydration قبل استهلاكها حتي تصب قريبة من الصورة الطازجة وهذا قد يحتاج الي وقت طويل في بعض الاحيان.

4/**الظروف المستخدمة في** تجفيف الاغذية غير كافية للقضاء علي الكائنات الحية الدقيقة التي قد توجد علي المادة الغذائية.(احمد فريد 1997).

## 8.2 محاسن تجفيف الاغذية:

1/ تقليل الحجم والوزن.

2/ تقليل نقصان التخزين .

3/ تقليل نقصان الترحيل . (**خالد المساعد** 2015).

## 9.2 الطرق المستخدمه في تجفيف الخضر والفاكهة :

**1.** التجفيف الشمسي علي النطاق المنزلي:

تنثر الفاكهة في الشمس بعد معاملتها و تنقل الي الظل وحتي تمام عملية .

**2.** التجفيف الشمسي باستخدام النفق البلاستيكي

استخدام هذة الطريقه من التقنيات الحديثة في تجفيف الخضر والفاكهة حيث تستمد الطاقة الحرارية اللازمة لعمليات التجفيف وذلك تجميع الاشعة وتحويلها الي طاقة حرارية يقوم بتسخين الهواء من الخارج ودفعة الي منطقة التجفيف بواسطة مراوح تعمل بالطاقة الكهربائية

تمكن اهمية هذا النظام من النواحي التالية:

1_ طريقة سهلة واقتصادية .

2_تجفيف العديد من المنتجات الزراعية والحيوانية دون حدوث اضرار.

3_ سهولة واعادة المنتجات المجففة الي حالتها الطبيعية عند استعماله.

4_ الحصول علي منتجات مجففة ذات جودة عالية.

5_توفير حوالي 40% من الطاقة المصروفة في عملية التجفيف اذا ما قورنت بالطرق الاخرى كالستخدام الطاقة الكهربائية.

**3.** التجفيف باستخدام الهواء الساخن.

**يتوفر نوعان من هذةا النوع من المجفف وحسب حريات الهواء كما يلي:**

1/ التجفيف باستخدام الهواء الساخن ذي الحريات المتقطع او المستعرض.

**ا**ن هنالك العديد من المجففات التي تتبع هذا النوع من التجفييف منها :

أ) **المجفف النفقي.**

وفيه تعبا وتحمل العربات والصواني بالفاكهة والخضراعداد تجفيفها ويتم تحريكها داخل النفق بحيث تكون هناك سيطرة على سرعة حركة العربات وعلي درجة حرارة الهواء وسرعتة واتجاه جريانة والذى اما ان تكون معاكسا او متوافقا مع حركة المادة المراد تجفيفها او موازيا لها ويستخدم المجفف الشمسي احيانا مع طرق اخري من التجفيف وخاصة التجفيف الشمسي.

ب) طريقة التجفيف الغرفة.

تستخدم هذة الطريقة لتجفيف علي دفعات وعلي نطاق صغيرة ولذى فهي **تعد اكثر تكلفة من** المجفافت النفقية والتي تعمل بصورة مستمرة وسحب الهواء في هذة المجففات بواسطة مروحة ال اجهزة التسخين ومن ثم ينقي من الغبار ويوجة الي المادة المجففة والتي تكون موجودة علي صواني ثم يخرج الهواء من مكان خاص وهكذا.

ج) **المجفف النطاقي او الحزمي المستمر.**

هو عبارة عن حزام غير منتهي يحمل الفواكهة المراد تجفيفها ويعبر نفقا يمربة تيار الهواء الساخن وقد بدا هذة المجفف يكسب شهرة في الاونة الاخيرة وبدا يحل محل مجفف النفق ويستخدم هذا المجفف بتجفيف الكميات الكبيرة من الصنف الواحد وعندما تكون التغيرات **في** ظروف التجفيف كالحرارة والرطوبة النسبية اقل ما يمكن حيث ان تهيئة وتشغيل هذا المجفف يحتاج الي وقت طويل

2/ مجففات الهواء الساخن ذو الاتجاه الخلالي او البيني:

يعمل هذا النوع من المجففات لاغراض التجفيف النهائي للفواكهة والخضر المقطعة كما انها تستخدم لتجفيف محتوى الحبوب المراد خزنها من الرطوبة ومن الامثلة علي هذة المجففات:

أ. مجفف الصندوق.

يستخدم عادتة لخفض المحتوي الرطوبي للخضارالمجففة جزئيا (15_30%) كما هو الحال في شرائح البصل الملفوف.

ب.مجفف كلين.

هو الاكثر استخداما في تجفيفالتفاح بعد تقشيرهة وتقطيعة الي حلقات وازالة قلبة وتغطيسة في محلول الكبرتيك ومن ثم نثرة في الصندوق علي قاعدة بها فتحات.

ج .مجفف الحوض الحزامي.

بدا لستخدامة في عام 1975 وهو يتناسب الخضار والفواكهة المتقطعة ويعمل بصورة مستمرة ويتركب من حزام يدور بصؤرة مستمرة.

د. مجفف السرير المميع.

هو من المجففات التي تعمل بصورة مستمرة ويتم فيها ضخ الهواء الساخن بسرعة بحيث تودئ الي تعليق المادة المراد تجفيفها وهو ملائم للحبوب والبطاطا البازلاء

4. مجفف البرميل

يتالف من برميلين يدوران في اتجاه معاكس ويترك بينهما فراغ لامرار المادة المراد تجفيفها ويتم عادة تسخين البرميل بالبخار ويلائم هذا النوع من السوائل كالعصائر او عجينة الفواكهة ولانتاج مساحيق الفواكهة والخضر ومنها مسحوق البذرة.

5. مجفف الرزازي.

يلائم هذا النوع من المجففات عصائر الفواكهة والخضر جيث يتم تحويلها الي ذرات او حبيبات صغيرة جدا بلستخدام الضغط او الطرد المركزي.

6. المجفف الانتفاخي.

7.التجفيف باستخدام الميكرفون.

يعد الميكرفون احد انواع الاشعة ولذا فان لة القدرة علي اختراق التغذوية من جميع الجهات . يتم استخدام الميكروفون لاغراض استكمال عمليات التجفيف للملفوف والبطاط توفر الكثير من الوقت

8.التجفيف النافذية او الاسموزية.

تتوفر ثلاثة انواع فى هذا النوع من التجفيف :

1/ استخدام المحاليل السكرية .

من امثلتها تجفيف الموز حيث يوضع فى محاليل سكرية مركزة الامر الذي يؤدي الي فقد 50% من رطوبتة خلال 18ساعة ثم يجمد او يصلب.

2/استخدام الجليسرول او الايثانول او البروبلين جلايكول تعد هذة التقنية قليلة الاستعمال في مجال الفاكهة او الخضر وتستعمل كمعامله اولية تسبق تجفيفة باستخدام التجفيف.

3/لتجفيف الاسموزية المعاكسة .

تستخدم كتركيز العصائر ويستخدم فيها انواع خاصة من الاغشية ويبلغ الضغط المستخدم ما بين 100 الى 12000 رطل /البوصة المربعة .

9 .التجفيف بالغطس في الزيت ساخن (علي 2009).

تعد من احدث تغنبات التجفيف فى مجال الفاكهة والخضر تبلغ درجة حرارة المستخدمة ما بين 160 ـ190 درجة حرارة لمدة حوالى اربع دقائق بدا في الاواني الاخيرة تجفيف كل من الجزر والبازلاء وشرائح الفواكهة باستخدام هذه التقنية.

## 11.2 التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية:

تختلف هذة التقنية عن التجفيف الشمسي في انة يتم التدخل بامتصاص الطاقة الشمسية من قبل المجمعات الشمسية والتي غالبا من تكون عبارة عن الواح مسطحة ويستخدم الطاقة الشمسية التي

يتم امتصاصها في تسخين الهواء وتعد هذة الطريقة مكلفة وبناء علية تم استخدام عديد الايثيلين يتم تجفيف التمور والعنب وغيرها من الفواكهة والخضر(علي 2009).

## 12.2 انوع المجففات الشمسية :(محمود محمد1961).

1.مجففات شمسية مباشرة.

وفيها تعرض المواد المراد تجفيفها لاشعة الشمس حيث توضع في المجفف الذي يتكون من حيز مغطي باسطح منفذة لضوء جيث تمتص الحرارة بواسطة اسطح المواد الغذائية ،ثم عبر الاسطح الداخلية لها ، وتؤدي الحرارة الممتصة بواسطة اسطح المواد الغذئية ،

عبر الاسطح الداخلية لها . وتؤدي الحرارة الممتصة الي تسخين الهواء المنساب خلال المجف نتيجة حركة الهواء البارد ليدفع الهواء الساخن تحت تاثير فرق الكثافات الي اعلا حاملا معة بخار الماء الناتج عن التجفيف ، ثم يخرج من فتحتات علوية بالغرفة . كلما كانت فتحتات تصريف الهواء مرتفعة فان حركة الهواء تكون اكثر فاعلية نتيجة لزيادة قدرة السحب لوجود فرق هام بين كتلة عمود الهواء البارد خارج المجفف وعمود الهواء الساخن داخلها.

2.مجففات شمسية غبر مباشرة.

لاتتعرض المواد المراد تجفيفها في هذة المجففات لاشعة الشمسية المباشر بل يسخن الهواء بواسطة مجمع شمسي حراري ، ويدفع الي غرفة التجفيف ومنها الي الجو حاملا معة جزءا من رطوبة المادة الغذائية .

3. مجففات شمسية متعددة الانظمة .

وفيها يتم الحمع بين التسخين بواسطة الطاقة الشمسية للهواء اللازم لتجفيف وطاقات اخرى كالكهرباء او الطاقة الحرارية الناتجة عن الحرارة الوقود ، او باستحدام نظم استرجاع الحرارة.

وعلي ذلك يمكن تقسيم الجففات الي مايلي :

1/ مجففات مباشرة تستعمل التهوية الطبيعية مع الجمع بين المجمع الشمسي والمجففات في حجرة واحد .

2/مجففات مباشر تستعمل التهوية الطبيعية بمجمع منفصل ومجفف منفصل.

3/مجففات غير مباشر تستعمل التهوية بدفع الهواء قشريا ومن ذو مجمع منفصل ومجفف مفصل .

4/ مجففات غير مباشر ومزودة بخزان حرارة للعمل في جزء من الليل وتعويض مرور السحاب نهارا.

5/مجففات من النوع الثالث ومزودة بطرف تسخين صناعية لاستكمال عمليات التجفيف ليلا.

**13.2العوامل التكنولوجية المؤثر في اختيار المجففات الشمسية :(محمود محمد 1961).**

1/ كمية المواد المراد تجفيفها علي**طول الموسم**.

2/ الكمية المراد تجفيفها في كل مرة (**اقصي حمولة للمجفف**).

3/ **مدة التجفيف** تحت ظروف العملية من درجات الحرارة المستعملة ,معدل تصرف الهواء **الساخن** والقدرة المستهلكة في دفع ،الرطوبة النسبية.

4/ كمية الرطوبة في المواد المراد تجفيفها والمحتوى الرطوبي **المطلوبة في المواد الجافة**

5/ درجة الحرارة العظمي التي يمكن استعمالها في تجفيف المواد المجففة ومدي تاثيرها **بالضوء المباشر**

6/ الظروف المناخية خلال الموسم التجفيف . **وتمثل شدة الاشعاع الشمسي ومدتة ودرجة** حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

7/ مدي توافر الكهرباء في موقع التطبيق.

8/ مدي توافر المواد التي تستخدم في تصنيع المجفف واسعارها.

9/ مدي توفر المياة النقية لاستعمالها في غسيل وتحضير المواد المراد تجفيفها

(**محمود محمد** 1961).

# البلب الثالث

# طرق ومواد البحث

## 1.3 **منطقة البحث:**

اجريت البحث في جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية الدراسات الزراعية قسم الهندسة الزراعية (شمبات) بغرض تصميم جهاز (شكل 3-1) لتجفيف الخضر وتم اختباره الجهازلتجفيف محصول البصل وذلك لاختبار اداء عملية الجهاز.

## 2.3 تصميم الجهاز:

**الابعاد:**

1_ الخلية :

الطول 77سم.

العرض 66سم.

الارتفاع من سطح الارض 1.4سم.

**2_ المجمع :**

- الطول 160سم.
- العرض65سم.

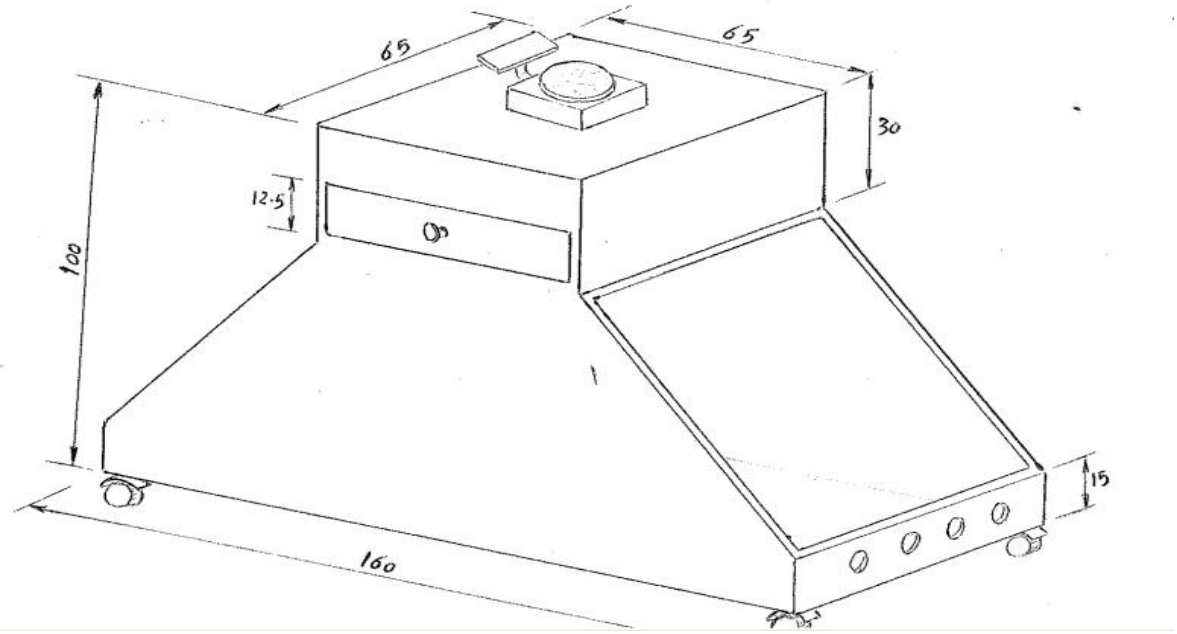
**3_ الدرج :**

- الطول 65سم.
- العرض 30سم.
- ارتفاع الدرج 12.5سم.

**4_ الهيكل :**

- الطول 160سم.
- العرض 65سم.

**الارتفاع 100سم عند المجمع و1.5سم عن الخلية**




**الشكل (3-1) يوضح تصميم مجفف شمسي خشبي يعمل بالخلايا الشمسية**

## 3.3 المكونات الاساسية للجهاز:

1- الخلية الشمسية :تستخدم الخلية في تشغيل المروحة وهي خلية تحولية ذات قدرة 75وط.

2- المروحة :هي عبارة عن مروحة ريشية مثبتة في اطار دائري ذات تيار مباشر DC تستخدم لدفع او سحب الهواء.

3- المجمع:عبارة عن لوحين من الزجاج موضوعين بصورة مائلة علي جانبي الجهاز .

4- نملي: عبارة عن قطعة من النمل توضع فيهاالمادة المراد تجفيفها.

5- الهيكل:هو الجزء الذي توضع علية جميع الاجزاء السابقة وهو مصنوع من الخشب من نوع مسكو و M.D.F وهو مصنوعة من نشارة الخشب وهو صناعة ماليزي.

## 3.4 الادوات المستخدمة في التصنيع:

1- ماكنة خراطة استخدمت في خرط الخشب والاشكال الدقيقة .

2- الصينية او المنشار تستخدم لقطع الاخشاب بمقاسات مختلفة.

3- مطرقة تستخدم في الطرق علي المسامير وكبس القطع الخشبية.

4- مفكات لربط المسامير علي المفصلات والعجلات الحاملة تحت الجهاز.

5- فرشة لطلاء الارضية بالبوهية السوداء وبقية جسم الجهاز بالبونش والورنيش.

6- شريط متري لقياسات الخشب.

7-قلم رصاص.

8- ورقة صفرة.

9- مشدات يستخدم في دمج الاخشاب لتكوين الهيكل.

10- غيراء يستخدم للصق الاخشاب مع بعضها البعض .

11- المساميرابراء بطول 8,5سم.

12- السكين لقع البصل.

13- الميزان الحساس.

14_ فيرنيا او القدمة ذات الورنية لقياس القطر وسمك البصل .

## 3.5 تحضير العينات لتجفيف:

**اولا:** تم تحضير عينة بصل من نوع البوفتين (برشلونا)

ثانيا: تم تقشير البصل المطلوب للعينة.

**ثالثا:** تم تقطيع البصل الي شرائح دائرية بسمك 5مم و7مم بقطر 5سم باستخدام السكين.

**رابعا:** تم قياس السمك والقطر بواسطة جهاز القدمة الورنية ثلاث قرات كل من السمك والقطر ثم ايجاد المتوسط .

وبعد ذلك تم وضع الشرائح في محلول ملح الطعام بنسبة 5% لمدة 10دقائق ثم اخراج العينات ووضعها علي ورقة تنشيف لمدة دقتين لتخلص من الماء الذائد ثم تم وزن100جرام من العينات

وتم وضعة في الرف المجفف معلومة الوزن ثم بعد ذلك تم ادخال الرف في المجفف ثم يتم اخراج العينات بعد كل ساعة ووزنها علي الميزان الحساس والذي مجاور تماما لجهاز في فترة زمنية لا تتعدي 20 ثانية ، وبعد ذلك يتم ادخال العينة مرة اخري لجهاز تكرر هذة العملية حتي يتم ثبات الوزن وذلك بايجاد ثلاثة اوزان ثابتة.

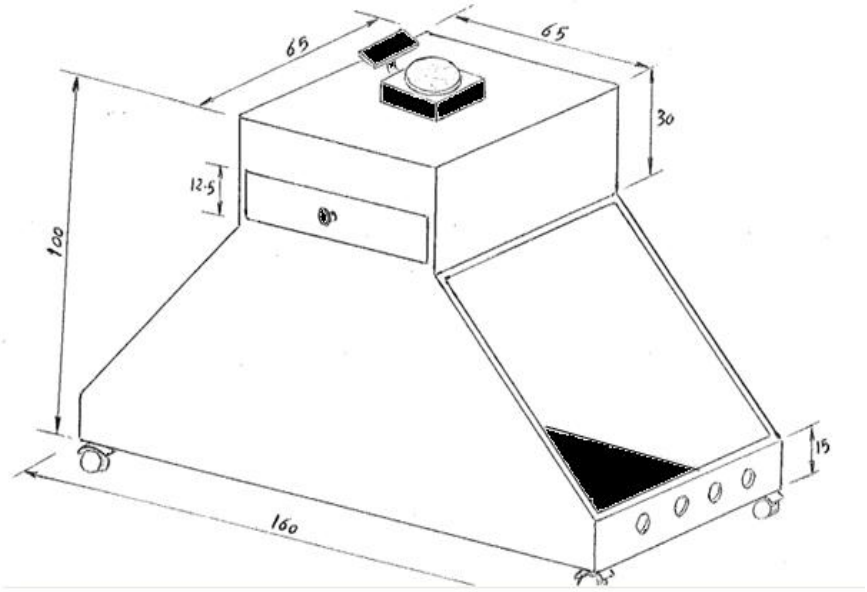
## 3.6 طريقة عمل الجهاز:

تم اخذ عينة وزنها 100جرام ووضعها داخل الدرج علي النملي ثم ادخل الدرج في مكانة داخل الجهاز. يرفع الجهاز الي الخارج عن طريق عجلات سير المركبة في قواعدها الاربعة الي منطقة ذات اشعة شمسية متوفره طوال ساعات النهار .يعمل المجمع علي رفع درجة حرارة الهواء وذلك بامتصاص الحراري عن طريق سطح المجمع . تقوم المروحة الموجودة علي اعلي الجهاز والتي تستمد حركتها من الخلية الشمسية بسحب الهواء الساخن الذي يمراو يخلي علي المنتج الموجودة علي الرف .

# الباب الرابع
# النتائج والمناقشة

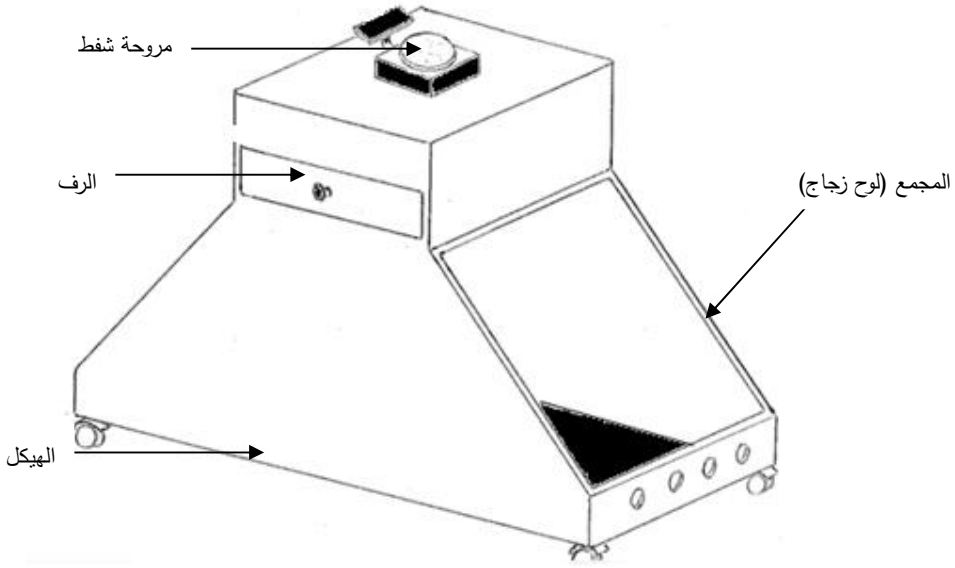
## 4.1 نموذج المجفف الشمسي:

تم تنفيذ التصميم باستخدام المواد وطريقة التصنيع حسب ما تم وصفه في الباب الثالث حيث كان طول المجفف 160سم وعرضه 65 سم اما الارتفاع يبلغ طوله 100سم بينما كان طول سطح المجمع 160سم وعرضه 65سم وقد تم تركيب مروحة شفط قدرتها 24 فولت اضافة الي رف داخلي لوضع المحصول بسعة 100جرام والشكل 4-1 يوضح هذه الابعاد.




**شكل 4-1 نموذج المجفف الشمسي**

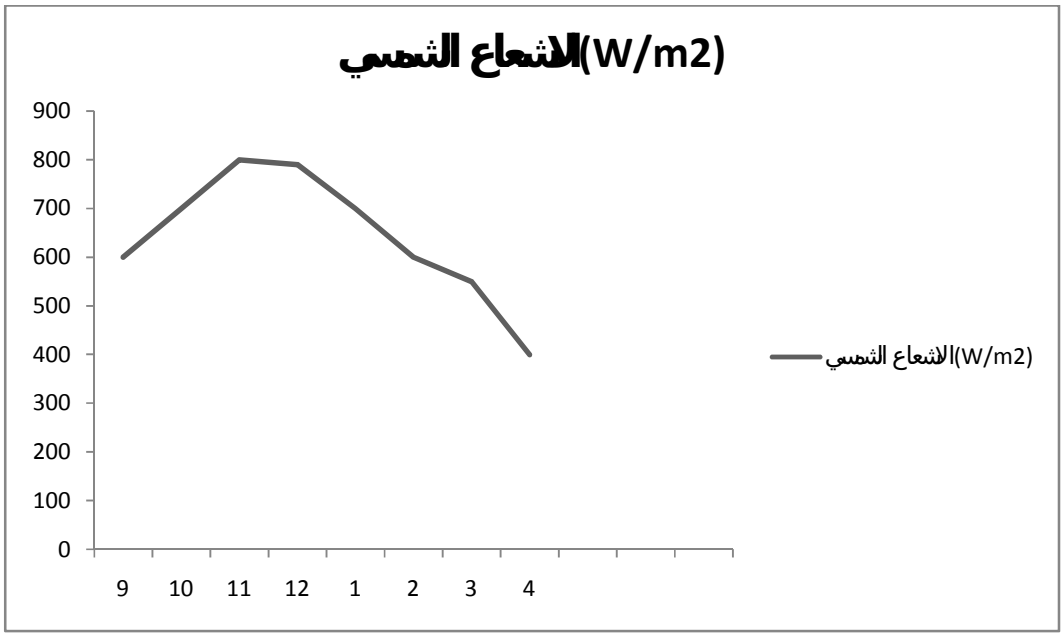
وعموما تم تصنيع النموذج من الخشب وهو يتكون من لوحين زجاج لتجميع اشعة الشمس اضافة الى رف لوضع المحصول وهيكل جارجي لتثبيت الالواح والرف اضافة الى مروحة شفط لطرد الرطوبة المتكونة وقد تم طلاء جدار المجفف باللون الاسود لضمان امتصاص اكبر لاشعة الشمس (شكل 4-2) ، تم تشغيل النموذج باستخدام محصول البصل بوزن 100جم علي شكل شرائح دائرية لمدة ثلاثة ايام بساعات التشغيل تبداء من الثامنة صباحا وحتى الخامسة مساء بغرض حساب كفاء المجف الشمسي وتقييم طريقة التشغيل.




**شكل 4-2 اجزاء المجفف الشمسي**

## 4.2 تقييم المجفف الشمسي:

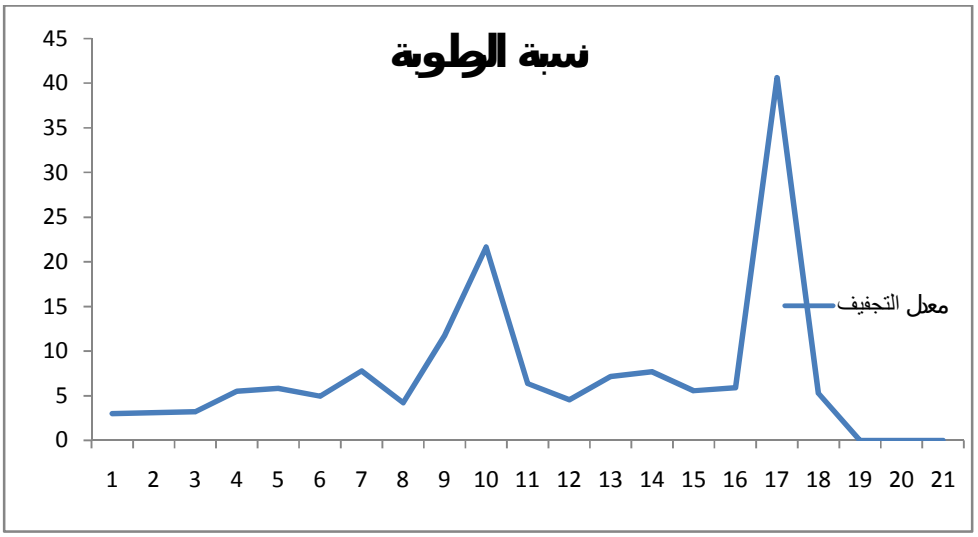
يوضح الشكل ادناه العلاقة بين طاقة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة اثناء ساعات النهار خلال فترة التجربه يتضح ان اقصي قيمة لهذة العلاقة كانت عند منتصف النهار وانخفضت تدريجا نسبة لانخفاض الاشعاع الشمسي وهذا الانخفاض يتوافق مع الاساس النظري عند حساب كفاءة المجفف الشمسي بحيث تبلغ طاقة المجفف الشمسي اعلي ذروتها عند منتصف النهار .




**شكل 4-3 طاقة الاشعاع الشمسي وساعات النهار**

ويتضح من خلال العلاقة اعلاه انه لا توجد فروق تذكر مع طاقة الاشعاع الشمسي ومعدل التجفيف خلال فترة التشغيل عند درجة حرارة في المجفف الشمسى بلغ اقصي قيمة لها عند الساعة الواحدة ظهرا وكانت نسبتة الرطوبة 50% من الوزن الجاف حيث نجد ان رطوبة لم يحدث لها تغير معنوي بعد ساعات منتصف النهار وبالتالي ولاغراض زيادة كفاءة التجفيف يعتبر سطح المجمع الشمسي ذو علاقة وثيقة مع طاقة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة اليومية بحيث يمثل هذا المثلث الطريقة المثلي في حساب الكفاءة مما يتوافق مع ما ذكره (**الحلفي** ، 2006).

**ا**ن رطوبة محصول البصل قد انخفضت مع زيادة زمن التجفيف في حالة استعمال المجفف الشمسي بمرور الوقت حيث كانت مقدار الانخفاض في القيمة المحسوبة يتذايد بصورة غير متزايدة خلال ساعات النهار وتبلغ الرطوبة ذروتها في منتصف النهار واوضحت النتائج ان الرطوبة الاولية لمحصول البصل يمكن تخفيضها لاقل نسبة ممكنة مع **المحافظة علي الخواص** النوعية للمحصول باستخدام المجفف وذلك لان الساعات الاولي من التجفيف تم عملية التبخر الثابت بحيث يتبخر ماء المحصول الموجود غرب السطح بسرعة وبعد ذلك تبدا مرحلة التبخر المتنازل ويكون الماء مرتبط وينتقل عن طريقة الخاصية الشعرية عن طريق الشرائح ويواجه مقاومة كبيرة وهذا يتطلب زمن كبير لهذا تنخفض كفاءة التجفيف اليومي كما في الشكل( 4-4).




**شكل 4-4 معدل التجفيف اليومي**

## 4.3 كفاءة المجفف الشمسي:

تم تقيم المجفف الشمسي بناءا علي نوعيه محصول البصل المستخدم وطريقة التقطيع (سمك 5مم و7مم) حيث ان اداء المجففات الشمسية يتاثر بصورة مباشرة بطاقة الاشعاع الشمسي التي تزداد مع تقادم ساعات النهار الى ان تصل الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم تنخفض بعد ذلك لتصل الى اقل قيمة لها عند الساعة الرابعة عصرا ولجميع الايام المختلفة من الساعة [ 13,12,11,10,9,8,7 ] اما مايتعلق بدرجة الحرارة في غرفة التجفيف فان درجة الحرارة اللازمة للتجفيف لابد من رفع كفائتها بتحديد طريقة وضع المجمع الشمسي بزاوية معينة حتى تكون درجة الحرارة اللازمة للتجفيف بين $60^{o}$ الى $45^{0}$ .

### 4.3.1 تقييم المجفف بسمك شرائح تقطيع 5ملم:

تم تقطيع شرائح من نوع البصل البفطين الي سمك 5مم وكان الوزن الاجمالي للمحصول 100جم والجدول التالي يوضح المحتوي الرطوبي قبل وبعد التجربة لمدة ثلاث ايام.

| الايام | نسبة الرطوبة قبل (%) | |
|---|---|---|
| | قبل | بعد |
| الاول(متوسط) | 66.87 | 88 |
| الثاني(متوسط) | 17 | 16 |
| الثالث(متوسط) | 15.25 | 15 |
| المتوسط العام | 45.2 | 39.1 |

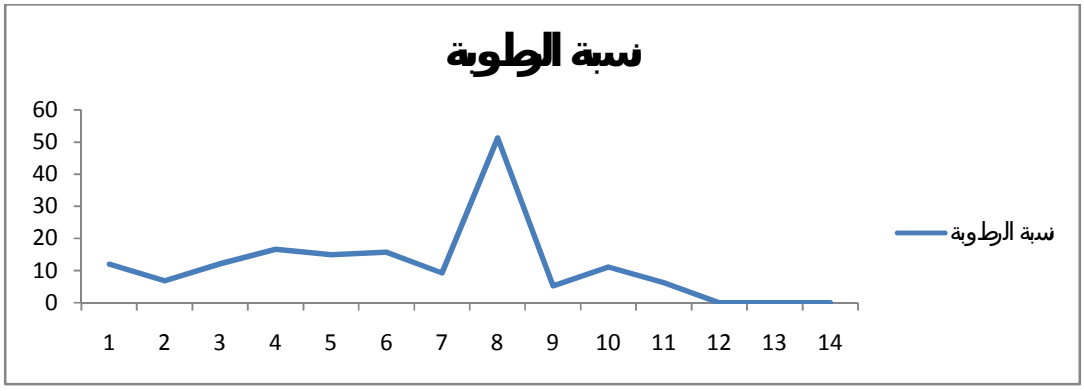
**جدول 4-1 متوسط المحتوى الرطوبي للمحصول (سمك 5 ملم)**

اوضحت نتائج التحليل الاحصائي (جدول 4-2) لكفاءة التجفيف ومعدل التجفيف اليومي سمك 5مم وجود فروق معنوية في نسبة الرطوبة قبل وبعد التجفيف مما يوافق مع ذكره (الحلفي ، 2006).

وكذلك يوضح الرسم البياني ان معدل التجفيف اليومي يتناسب طرديا بزيادة سطوع الشمس وبمرور الوقت نجد ان معدل التجفيف لا يتاثر بساعات السطوع خلال النهار الا في عند الساعة رقم 8 من ساعات التشغيل اليومي وقد يعزى هذا الاختلاف الى انخفاض درجات الحرارة بصورة كبيرة خلال هذه الفترة وعلى العموم لا يتأثر معدل التجفيف مع درجات الحرارة عندما تبلغ نسبة الرطوبة الي حد يتراوح اقل من 40% من الرطوبة الكلية لعينة المحصول ومنه يتضح ان تقطيع الشرائح سمك 5مم يعطي معدل تجفيف متزايد في البداية.

| | بعد | قبل |
|---|---|---|
| Mean | 39.14286 | 45.21429 |
| Variance | 739.5165 | 939.8736 |
| Observations | 14 | 14 |
| Pooled Variance | 839.6951 | ---- |
| t Stat | -0.55434 | ---- |
| P(T<=t) one-tail | 0.29204 | ---- |
| t Critical one-tail | 1.705618 | ----- |
| P(T<=t) two-tail | 0.484081* | ----- |

**جدول 4-2 التحليل الاحصائي لكفاءة المجفف الشمسي (سمك 5 ملم)**




**شكل 4-4 معدل الرطوبة خلال ساعات التجفيف**

### 4.3.2 تقيم مجفف بصل بشرائح تقطيع 7مم:

عند تقطيع شرائح من نوع البفطين الي سمك 7مم وكان الوزن الاجمالي لمحصول البصل وزنة 100جم والجدول التالي يبين المحتوي الرطوبي للشرائح بعد وقبل التجفيف.

| الايام | نسبة الرطوبة قبل (%) | |
|---|---|---|
| | قبل | بعد |
| الاول(متوسط) | 87.1 | 85.2 |
| الثاني(متوسط) | 44.6 | 44.2 |
| الثالث(متوسط) | 18.25 | 18.1 |
| المتوسط العام | 50.01 | 47.2 |

جدول 4-3 متوسط المحتوى الرطوبي للمحصول (سمك 7 ملم)

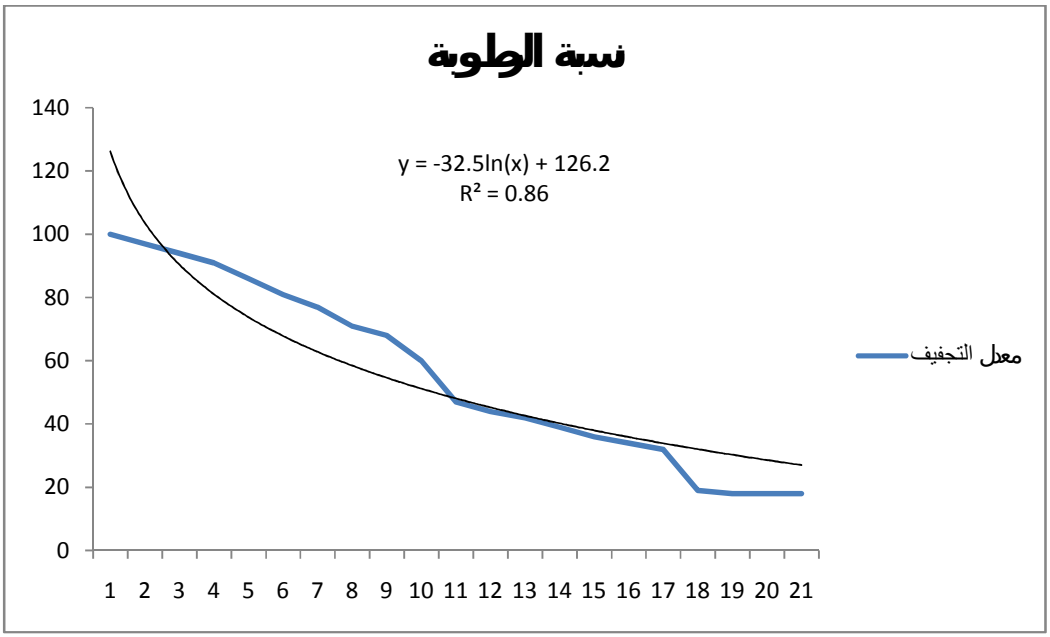
يوضح التحليل الاحصائي (جدول 4-4) وجود فروق معنوية في المحتوى الرطوبي قبل وبعد التجفيف كما معدل التجفيف اليومي يمكن ضبطه باستخدام معادل ميل المنحنى بحيث كانت قيمة R" = 0.86 وبالتالي يمكن اعتماد المعادلة الخطية لتقدير العلاقة بين المحتوى الرطوبي وكفاءة المجفف (شكل 4-5) عليه فان كفاءة التجفيف يمكن اعتبارها دالة في طول ساعات الاشعاع الشمسي ورطوبة المحصول حسب المعادلة التالية:

$$Y= -32.5in(x) + 126.2$$

**حيث :**

Y: معدل التجفيف

x:ساعات الاشعاع اليومي




**شكل 4-5 معدل الرطوبة خلال ساعات التجفيف (سمك 7 ملم).**

من الجدول اعلاه نجد ان القيمة الاحصائية ل (تي ) المحسوبة اقل من الجدولية وعليه تم رفض الفرض البديل لصالح فرض العدم القائل بان نسبة الرطوبة بعد اقل من نسبتها قبل.

| ---- | بعد | قبل |
|---|---|---|
| Mean | 51.90476 | 55.80952 |
| Variance | 783.1905 | 825.3619 |
| Observations | 21 | 21 |
| Pooled Variance | 804.2762 | ---- |
| t Stat | -0.44616 | ---- |
| P(T<=t) one-tail | 0.328945 | ---- |
| t Critical one-tail | 1.683851 | ---- |
| P(T<=t) two-tail | 0.457891* | ----- |

**جدول 4-4 التحليل الاحصائي لكفاءة المجفف الشمسي (سمك 7 ملم)**

وكذلك يوضح الرسم البياني ان نسبة الرطوبة تتناسب عكسيا بزيادة سطوع الشمس وبمرور الوقت نجد ان معدل التجفيف لا يتاثر بساعات السطوع خلال النهار حيث تصبح العلاقة خطية خاصة بعد الساعة 18 من ساعات التشغيل اليومي بالتالي لا يتأثر معدل التجفيف مع درجات الحرارة عندما تبلغ نسبة الرطوبة الي حد يتراوح اقل من 20% من الرطوبة الكلية لعينة

المحصول ومنه يتضح ان تقطيع الشرائح سمك 7مم يعطي معدل تجفيف متذايد في البداية ولا بتغير ثيرا بعد مرور الوقت.

### 4.3.2 مقارنة نوعية التقطيع على اداء المجفف:

لاغراض دراسة تاثير طريقة التقطيع على كفاءة التجفيف تم تحليل رطوبة المحصول ومعدل التجفيف لطريقتي التقطيع (**جدول** 4-5) حيث يتضح من التحليل عدم تاثير طريقة التقطيع على متوسط نسبة الرطوبة في اليوم الاول للتجربة بينما هنالك فروق معنوية في اليوم **الثاني والثالث** نسبة لقلة الوزن الكلي المقاس والذى بدوره سلك نفس سلوك متوسط نسبة الرطوبة للعينتين وهذا ما يؤكد امكانية استخدام المعادلة الخاصة للتجفيف في تقدير كمية المحصول المراد تجفيفه كما يمكن ات تساعد في التنبؤ بكفاءة المجفف الشمسي.

**وكذلك من جدول**(4.5)**الادناه** تحليل التباين ان معدل التجفيف اليومي للعينتين به فروق معنوية حيث ان طريقة التقطيع 5ملم احدثت فرق معنوي مع الطريقة 7**مم** بسبب ان معدل التجفيف يتاثر بساعات السطوع خلال النهار خاصتا عندما تبلغ نسبة الرطوبة الي حد يتراوح اقل من 20% من الرطوبة الكلية لعينة المحصول ومنه يتضح ان تقطيع الشرائح سمك 7مم يعطي معدل تجفيف متذايد في البداية.

| طريقة التقطيع | الايام | متوسط نسبة الرطوبة | الوزن المقاس | الرطوبة | وزن العينة قبل التجفيف | وزن العينة بعد التجفيف |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ملم | 1 | $56.7^{a}$ | $66.8^{a}$ | $17.3^{a}$ | $66.8^{a}$ | $4.5^{c}$ |
| | 2 | $17^{b}$ | $18.5^{b}$ | $8^{ab}$ | $18.5^{b}$ | $9.5^{b}$ |
| | 3 | $15^{b}$ | $15.2^{b}$ | $1.56^{b}$ | $15.2^{b}$ | $12.5^{a}$ |
| **CV%** | | **26** | **15** | **5** | **15** | **17** |
| 7 ملم | 1 | $83^{a}$ | $87^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $87^{a}$ | $4.5^{c}$ |
| | 2 | $39.2^{b}$ | $44^{b}$ | $12.3^{a}$ | $44^{b}$ | $44^{a}$ |
| | 3 | $18^{c}$ | $18^{c}$ | $1.3^{b}$ | $18^{c}$ | $18^{b}$ |
| **CV%** | | **19** | **18** | **10** | **18** | **22** |

# الباب الخامس

## التوصيات

### 5.1 التوصيات:

1- يجب الاهتمام بإستخدام المجفات الشمسية في المنازل بصورة عامة.

2- زيادة عرض وطول وحجم المجفف لزيادة كمية المنتج واستخدام مراوح كبيرة.

3- تغيير ارضية المجفف المصنوعة من الخشب (المسنايت) بالحديد لزيادة كفاءة المجفف.

4_ يجب طلاء الهيكل او المجفف بالون الاسود لزيادة كفاءة التجفيف.

### 5.2 المراجع :

1- فريد ا .أ (1997م) اساسيات هندسة التصنيع الزراعي .
2- شبلي ق م(2000م) هندسة التصنيع الزراعي.
3- خليل م .خ. م / محمد .حم /اسامة .أ.ر / هاني .أ.غ. (2011م)اساسيات تصنيع وحفظ الاغذية .
4- مصطفي م م / رزق ش.ش.(2011م)علوم وتكنولوجيا الاغذية .
5- **بحوث تكميلية :**
- اهم م.ع.ا.(2012) تصميم مجفف شمسي .
- ياسر .ع.ا(2010) تصمييم مجفف شمسي .
- الامين محمد منال /عبدالله الطيب فاطمة (2011م).

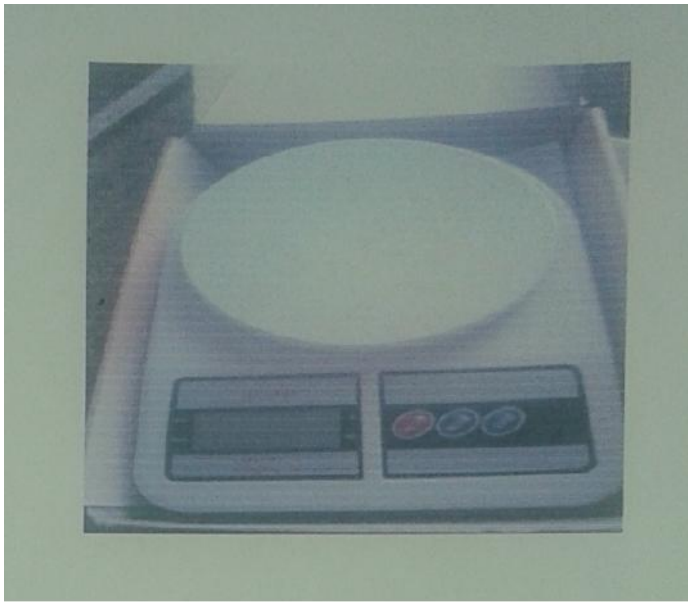
6- الحلفي ، اسعد رحمن .( 2006 ) تطوير مجفف شمسي ودراسة آفاءته في تجفيف.
7- بعض انواع الخضر – اضروحة دكتوارة كلية الزراعة ، جامعة البصرة .
8- مساعد .خ.ع (2015) دكتوراة بعض تجفيف الخضر والفاكهة.

## 5.3 الملاحق

**جهاز المجفف الشمسي**

**الخلية الشمسية**

**مروحة الشفط**



**ميزان حساس**

**جهاز قياس الرطوبة ودرجة الحرارة**

**عينة البصل المجفف**