



Science for resilient livelihoods in dry areas



دليل تصنيع وتشغيل المجفف الشمسي المتنقل



دليل تصنيع وتشغيل المجفف الشمسي المتنقل

المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة

أعد هذا الكتيب في إطار مشروع تطوير نظم إنتاج مستدامة لنخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي. البرنامج الإقليمي لشبه الجزيرة العربية.

فريق العمل: محي الدين الهلالي، ايكاردا الاردن

أرش نيجاتيان، ايكاردا الامارات العربية المتحدة
عبد العزيز نيان، ايكاردا الامارات العربية المتحدة
محمد علي بوب، ايكاردا سلطنة عمان

مراجعة وتدقيق: محي الدين الهلالي ومحمد علي بوب

تصميم وإخراج: محي الدين الهلالي

صورة الغلاف: محي الدين الهلالي

ايكاردا، عجمان - الإمارات العربية المتحدة.

هاتف: +971 65271234

لمزيد من المعلومات الاتصال بالمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة أو زيارة الموقع

www.mel.cgiar.org أو www.lcarda.org

حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة، الإشارة الكاملة إلى المصدر.

© ICARDA 2023

الفهرس

2	المقدمة
2	عملية التجفيف
3	التجفيف الشمسي
3	التقنية
4	وصف الجهاز
4	نفق التجفيف
5	التصنيع
6	منضدة التجفيف
6	تشكيل المنضدة
10	وحدة التجفيف
12	تشكيل وحدة التجفيف
15	لوحة التحكم
16	قبل تشغيل الجهاز
17	تشغيل الجهاز
18	ضبط الجهاز وقراءة البيانات
18	الحاسوب
21	تطبيق الجوال

المقدمة

يواجه قطاع الزراعة والتصنيع الغذائي الاولي في المنطقة العربية وأفريقيا وأجزاء من آسيا، تحديات بارزة تتعلق بندرة الموارد الطبيعية وبالهدر والفاقد على مستوى المزرعة وما بعد الحصاد والوصول إلى التقنيات والأسواق. كما أن التغيرات المناخية والبيئية تعمق من هذا الأثر. وتعتبر التقنيات الزراعية الخضراء والتي لا تزال غير منتشرة في المناطق المذكورة، من الحلول التي تساهم في التخفيف من هذه التحديات وتعزز من قدرات المزارعين على الصمود.

تعتبر عملية التجفيف من أقدم طرق الحفظ الغذائي كما يشير إليها تاريخ التجفيف حيث عرف منذ أكثر من 4000 عام. وتهدف عملية تجفيف الثمار والتمور وإنضاجها بشكل رئيسي إلى إزالة جزء من الماء وهو الماء الزائد عن حاجة التمر الناضج بحيث يتم تخفيض فعالية الماء في التمرة وبذلك ترتفع جودة التمور لا سيما الجودة الجرثومية حيث أن انخفاض نسبة الرطوبة بالتمر مع ارتفاع نسبة السكريات يعمل على خفض نسبة الماء المتاح للجراثيم لكي تنمو وتتكاثر وهذا يعبر عنه بمصطلح النشاط المائي أو فعالية الماء وبالتالي تنخفض نسبة التخمرات والحموضة بالتمور وإن الحد المسموح للرطوبة بالتمور هي 25 % لذا يجب نزع الماء الذي يزيد عن هذه النسبة، وهناك حاجة في بعض الصناعات المعتمدة على التمور إلى نزع الماء إلى ما دون 25%. وتعتمد سرعة وصول الثمار الى الجفاف والوصول إلى مرحلة التسويق على عدة عوامل أهمها طبيعة الصنف ونسبة الرطوبة في التمرة ودرجة حرارة الجو ورطوبته.

طورت ايكاردا حلول لتجفيف التمور ضمن برنامج تطوير نظم إنتاج مستدامة لنخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي من خلال تطوير غرف البوليكاربونية، وهي غرف كبيرة شبيه بالصواب الزراعية لها هيكل من المعدن ومغطاة بألواح البوليكاربونية ومزودة بمروحة كهربائية كبيرة. وباعتبار أن تقنية الغرف تعتمد على الطاقة الكهربائية وأنها غير قابلة للنقل، فكان تطوير المجفف الشمسي المتنقل وهو تطوير لهذه التقنية وكان حلا لخفض التكاليف والاعتماد الكامل على الطاقة الشمسية. كمصدر للطاقة النظيفة من شأنه تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة والمساهمة في تخفيض التكاليف التشغيلية. وتأتي هذه التقنية كحل يهدف إلى تعزيز القدرات المحلية وعلى تحسين مرونة القطاع الزراعي واستدامته في العديد من المناطق الجغرافية.

عملية التجفيف

تعتبر عملية تجفيف الحاصلات الزراعية من أقدم الطرق المستخدمة في حفظ المنتجات الغذائية والزراعية مثل الحبوب والفواكه والخضار والأعشاب واللحوم والأسماك ومنتجات الألبان وغيرها وهي أحد الحلول الفعالة في الحد من فقد وهدر الغذاء. وبالمقارنة مع التجفيف تحت أشعة

الشمس المباشرة وغير المباشرة في الهواء الطلق المتبع في معظم البلدان النامية، فإن استخدام طرق التجفيف المحمية تعتبر أفضل من المكشوفة بسبب الحد من التلوث والحفاظ على نظافة المنتج.

تهدف عملية التجفيف إلى التقليل من المحتوى الرطوبي للمنتج، وبالتالي خفض فعالية النشاط المائي في المنتجات وإطالة مدة الصلاحية بسبب وقف نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تنشط في البيئة الرطبة، وفي ظروف الحرارة المعتدلة أو الحارة.

التجفيف الشمسي

إن الطريقة التقليدية في التجفيف قد تتسبب بتلوث المنتج وتعفنه، خاصة في البلدان الأكثر استخداماً لهذه الطريقة كالبلدان النامية، وهي طريقة التجفيف تحت أشعة الشمس في الهواء الطلق حيث يوضع الغذاء تحت أشعة الشمس المباشرة ويترك لعدة أيام حتى يجف. ويعتبر التجفيف بأشعة الشمس في الهواء الطلق أرخص طريقة للتجفيف حيث لا حاجة للمعدات أو لأي مصدر إضافي للطاقة سوى الشمس. لكن لهذه الطريقة مساوئ عدة؛ على سبيل المثال لا الحصر: الاعتماد الكلي على توافر وجودة أشعة الشمس، كذلك قد يتعرض المنتج إلى التلوث مثل الغبار والحشرات والقوارض وبذلك، توفر المجففات الشمسية المحمية بالمقارنة مع التجفيف الشمسي في الهواء الطلق البديل المناسب للتغلب على التحديات السابق ذكرها. وتصنف المجففات الشمسية تبعاً لمبدأ عملها وطريقة تجميعها للطاقة الشمسية إلى مجففات شمسية إما من النوع المباشر، أو النوع غير المباشر، أو الهجين. حسب وضع التجفيف.

- التجفيف المباشر السلبي يعتمد على الدوران الطبيعي لتدفق الهواء وهي مجففات الحمل الحراري الطبيعي
- التجفيف المباشر النشط ويعتمد على دفع الهواء لتجفيف المنتج وتهويته وهي مجففات الحمل الحراري القسري.

التقنية

في التجفيف المباشر النشط كما هو الحال في المجففات المباشرة السلبية، تمتص المحاصيل الإشعاع الشمسي المباشر من خلال الأغشية الشفافة حيث تخترق الأشعة الشمسية الغطاء. في النوع النشط، يتم تعزيز دوران الهواء بواسطة مروحة يمكن تشغيلها على الطاقة الشمسية أو

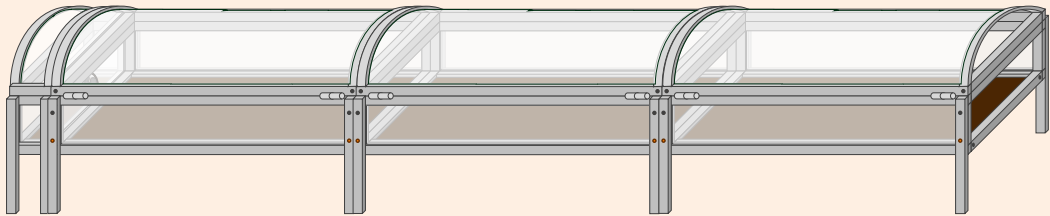
الكهرباء. إن المجففات النشطة هي أكثر تكلفة من النوع السلبي وتتطلب مهارات في مجال التشغيل والصيانة. إن المجففات المباشرة النشطة أكثر ملاءمة من المجففات السلبية للمحاصيل ذات محتوى الرطوبة العالي مثل الطماطم والمانجو. ويتم التحكم في درجات الحرارة من خلال ضبط حرارة الهواء ومن خلال معدلات تدفق كتلة الهواء لتحقيق كفاءة عالية في التجفيف ومنتج بجودة عالية.

وصف الجهاز

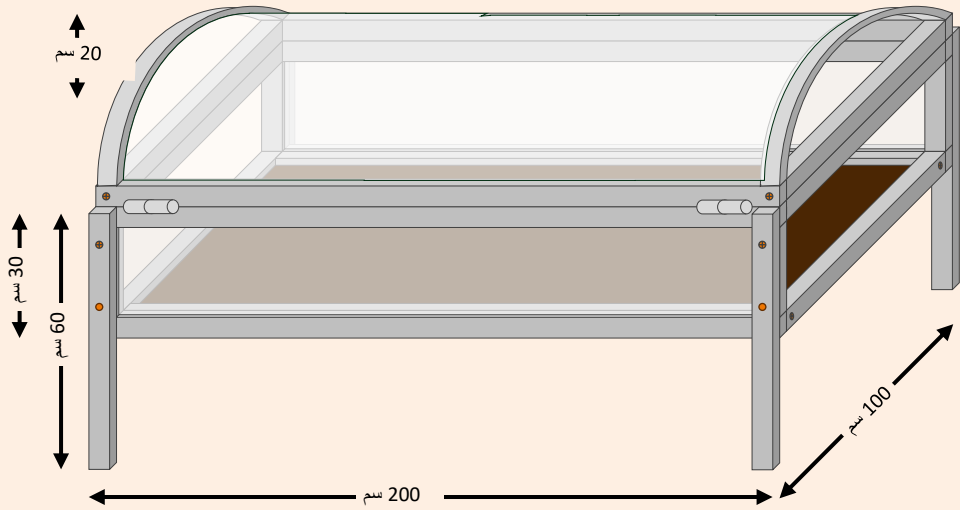
الجهاز عبارة عن نفق صغير مكون من هيكل معدني ومغطى بألواح من البوليكاربونات وله قاعدة من الفايبر أو الميلامين ومزود بمروحة لدفع الهواء ووحدة تحكم إلكتروني. تتم تغذية الطاقة من خلال بطارية صغيرة ولوح شمسي.

نفق التجفيف

يتألف نفق التجفيف (شكل 1) من منضدة واحدة إلى عدة مناظيد ومن وحدة التجفيف. وتكون المنضدة بطول 2 م وعرض 1 م. ولها حافتين على شكل جدار يرتفع لـ 30 سم من الجانب الطولي، وتغطي بغطاء مستوي أو قوسي ليشكل ما يشبه النفق. يتم تصنيع المنضدة من هيكل معدني من الألمنيوم أو من الحديد وتكون القاعدة من الفايبر بينما تكون الجدران والغطاء من البوليكاربونات شبه الشفاف (شكل 2). ترص العديد من المناظيد لتشكيل النفق وبطول أعظمي يبلغ 12 م. يزود النفق بوحدة مشابهة تحتوي على مروحة لدفع الهواء ومن وحدة تحكم.



شكل 1. رسم توضيحي لنفق التجفيف متألف من ثلاث مناظيد ووحدة تجفيف.



شكل 2. رسم توضيحي لأبعاد منضدة التجفيف مع الغطاء

التصنيع

لتصنيع المنضدة يتم استخدام قضبان من الألمنيوم ذات مقطع 20×20 مم ويفضل أن يكون من المقطع الموضح الشكل 3، حيث أن هذا المقطع يتميز بالمتانة والمقاومة وله العديد من أدوات الربط والتثبيت المتوافقة.



شكل 3. شكل مقطع الألمنيوم المفضل وطريقة الربط والتثبيت.

تأتي القضبان بطول 6 م تقريبا وتقص بمنشار يدوي أو آلي بأطوال مختلفة حسب الرغبة.

منضدة التجفيف

لتصنيع منضدة التجفيف يجب يتم قص القضبان بأطوال مختلفة كما هو موضح بالجدول 1

جدول 1. أطوال وأعداد القضبان اللازمة لتصنيع منضدة واحدة

رقم القطعة	وصف القطعة	الموصفات	العدد
ق1	قضيب مستقيم	2000 مم	6
ق2	قضيب مستقيم	1960 مم	2
ق3	قضيب مستقيم	960 مم	6
ق4	قضيب مستقيم	600 مم	4
ق5	قضيب مستقيم	260 مم	4
ق6	قضيب قوسي	1200 مم	2
ق7	لوح فايبر	1970×970×6 مم	1
ق8	لوح بوليكايبونيت	1970×270×6 مم	2
ق9	لوح بوليكايبونيت	1970×1210×6 مم	1
ق10	مفصل ألمنيوم	60×30 مم	2

تشكيل المنضدة

خطوة 1

ق2 × 2

ق3 × 3

ق7 × 1

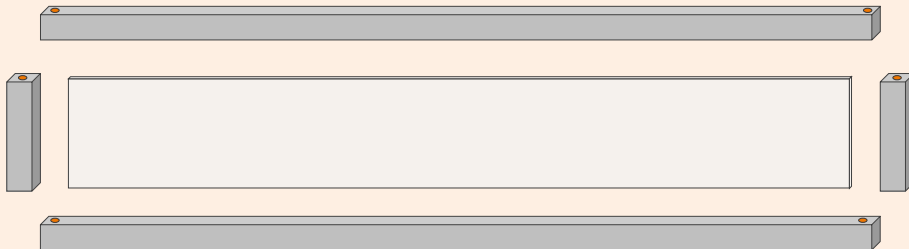


الخطوة 2

ق 1 × 2

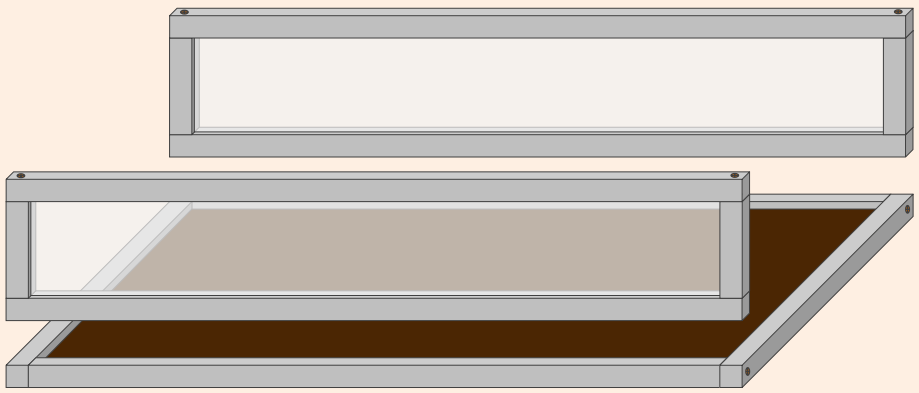
ق 5 × 2

ق 8 × 1



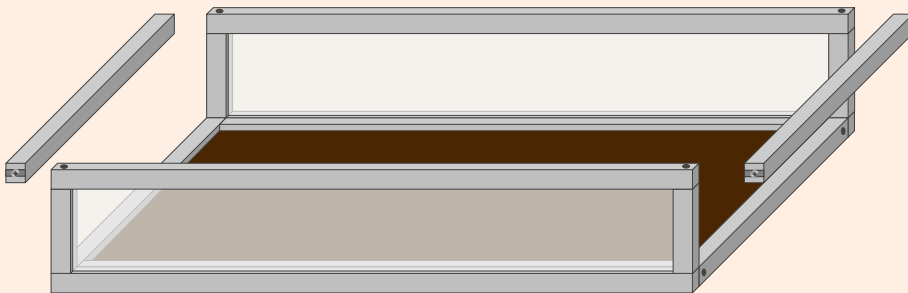


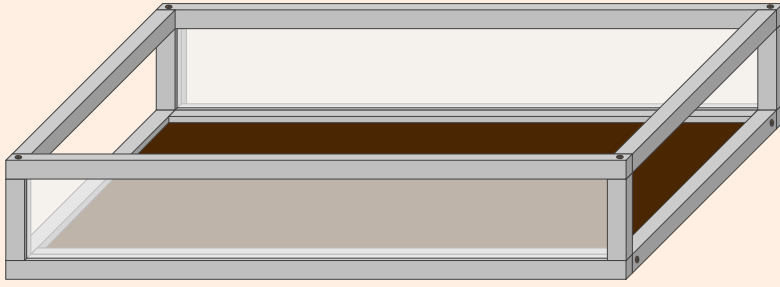
الخطوة 3



الخطوة 4

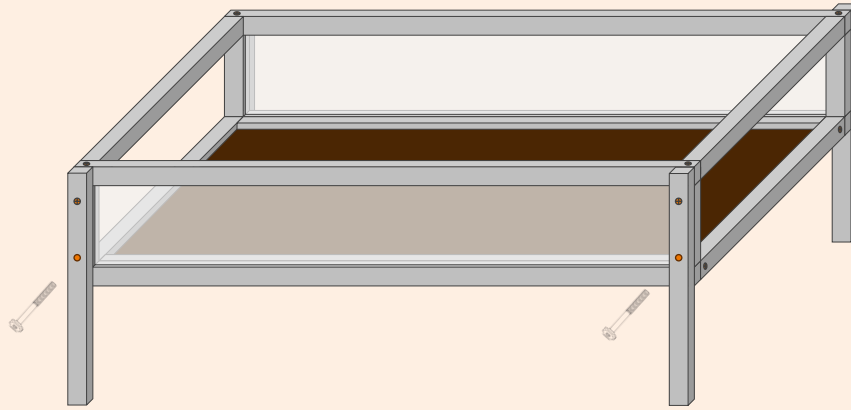
ق 3 × 2





الخطوة 5

ق 4 × 4



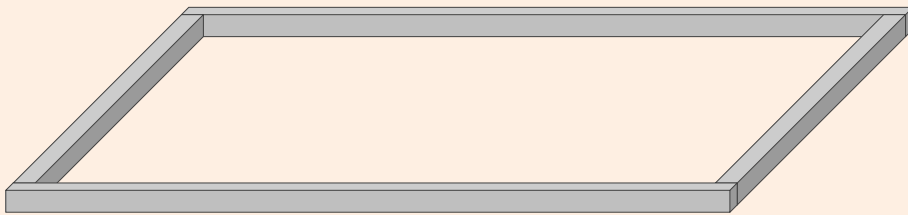
الخطوة 6

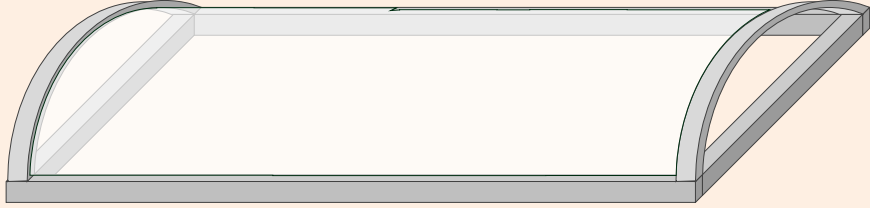
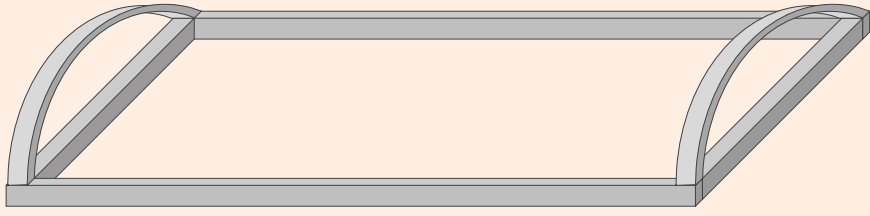
ق 2 × 1

ق 2 × 3

ق 2 × 6

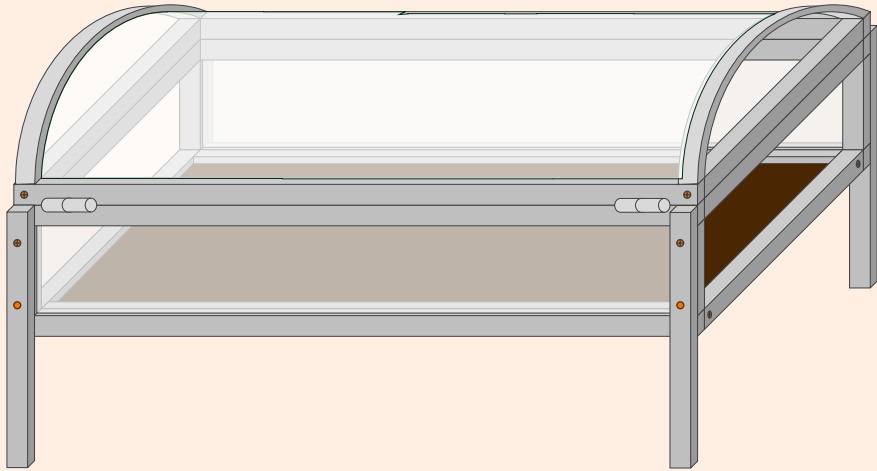
ق 1 × 9





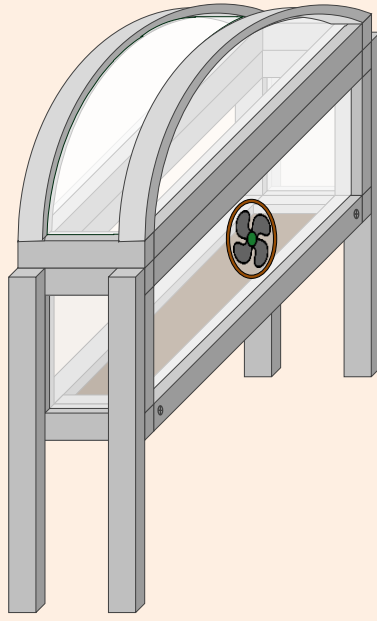
الخطوة 7

ق 10 × 2



وحدة التجفيف

تتألف وحدة التجفيف شكل 4 من هيكل معدني بأبعاد 100×30 سم ومن مروحة لدفع الهواء.



شكل 4. وحدة التجفيف

وتصنع من العديد من القطع المعدنية والبلاستيكية مدرجة بالجدول 2. أطوال وأعداد القضبان اللازمة لتصنيع وحدة

جدول 2. أطوال وأعداد القضبان اللازمة لتصنيع وحدة التجفيف

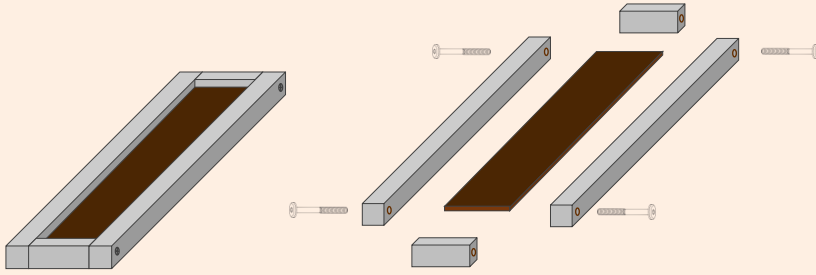
العدد	الموصفات	وصف القطعة	رقم القطعة
6	300 مم	قضيب مستقيم	ق11
6	260 مم	قضيب مستقيم	ق12
6	960 مم	قضيب مستقيم	ق13
4	600 مم	قضيب مستقيم	ق14
2	1200 مم	قضيب قوسي	ق15
1	970×270×6 مم	لوح فايبر	ق16
3	970×270×6 مم	لوح بوليكاربونيت	ق17
1	1210×270×6 مم	لوح بوليكاربونيت	ق18
1	12 فولت 40-60 وات	مروحة	ق19
			ق20

تشكيل وحدة التجفيف

الخطوة 1

ق 2 × 12

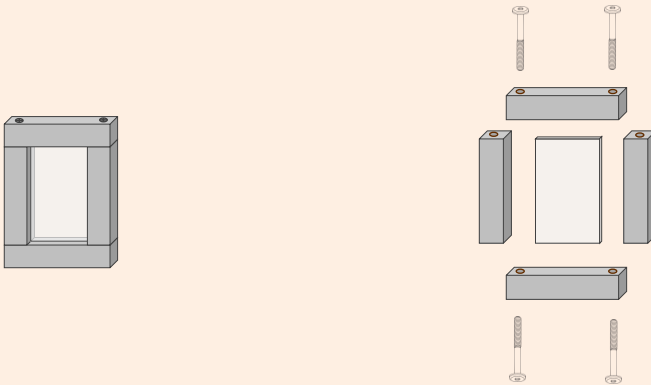
ق 2 × 13



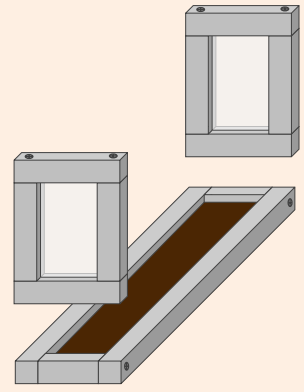
الخطوة 2

ق 2 × 11

ق 2 × 12



الخطوة 3

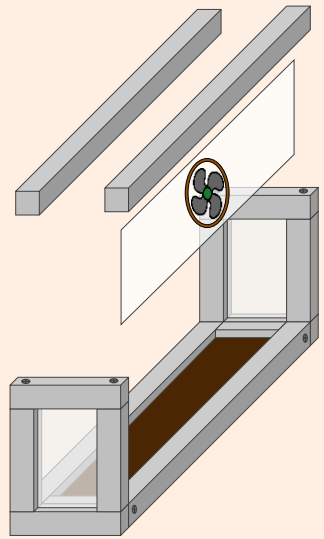
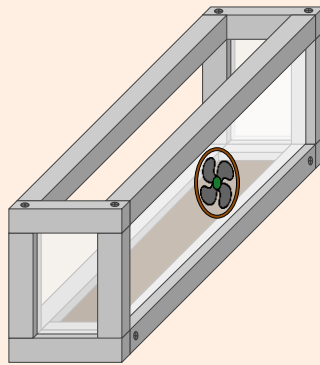
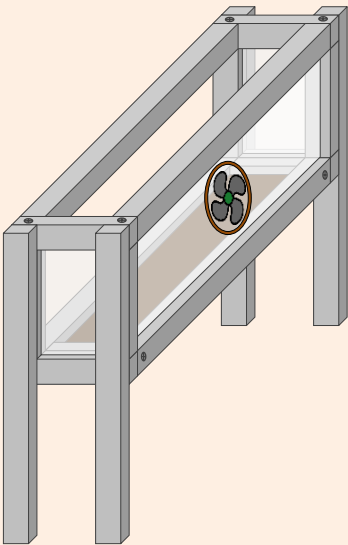
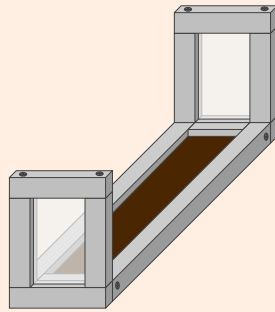


الخطوة 4

ق 2 × 13

ق 1 × 16

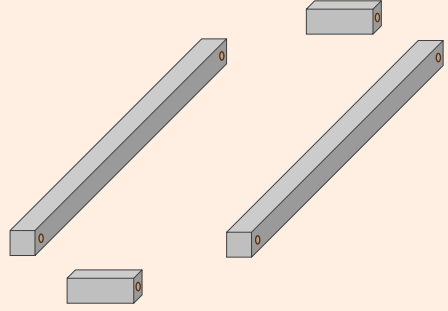
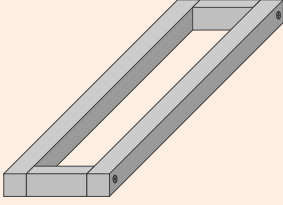
ق 1 × 17



الخطوة 5

ق 11 × 2

ق 12 × 2

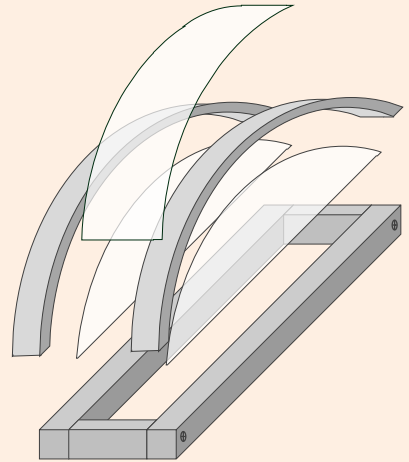
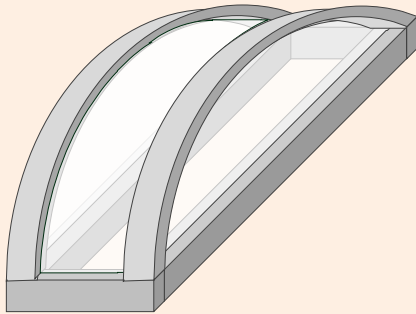


الخطوة 6

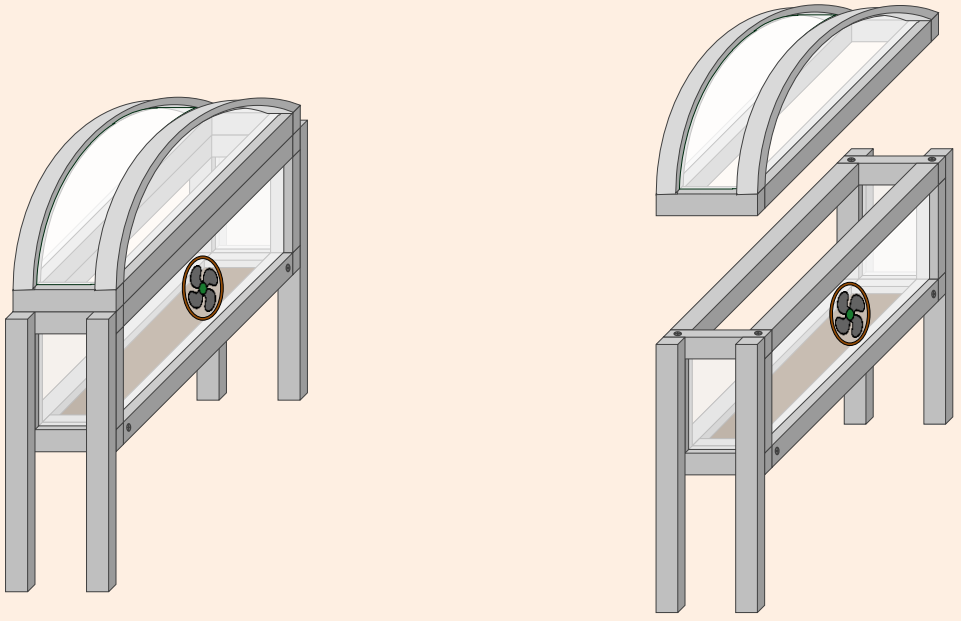
ق 15 × 2

ق 17 × 2

ق 18 × 2

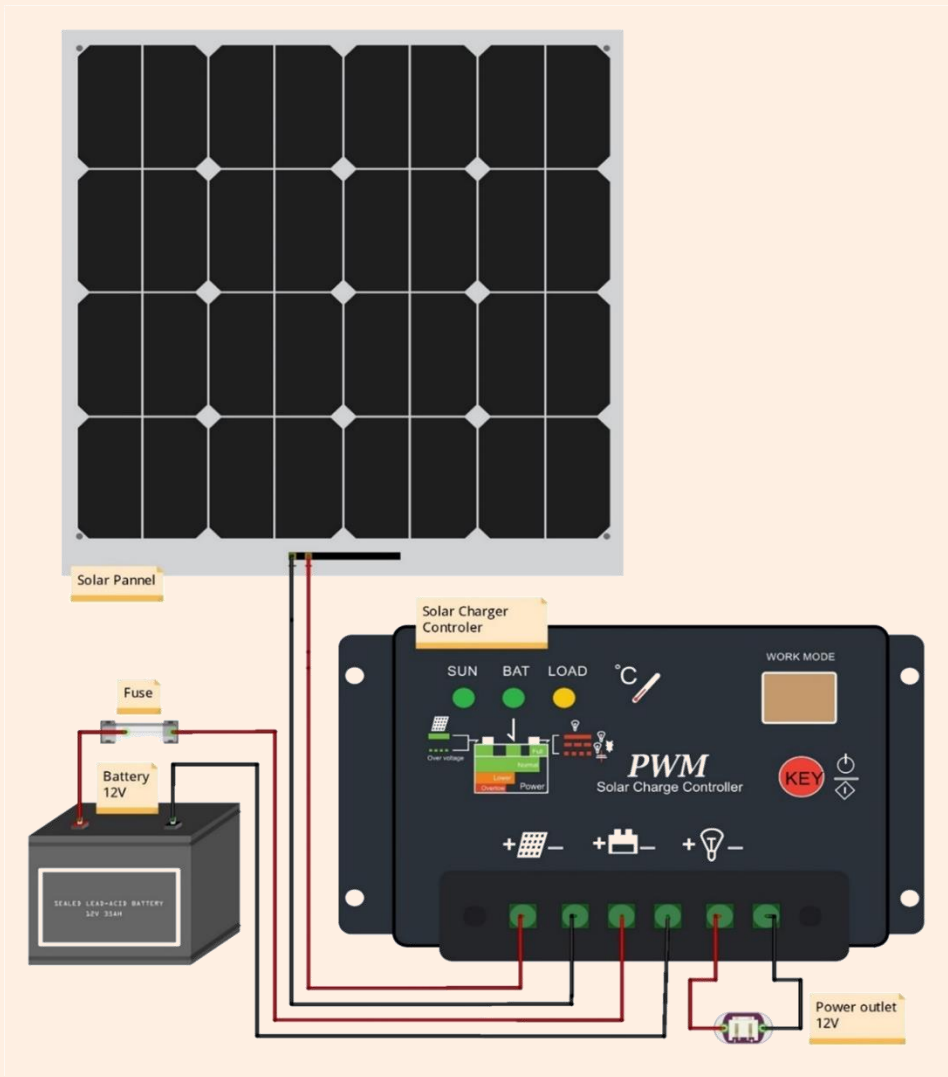


الخطوة 7



لوحة التحكم

تتألف لوحة التحكم من صندوق بلاستيكي مغلق الاحكام يحتوي داخله على منظم الشحن، شكل 5، ووحدة التشغيل. ومن الخارج يحتوي الصندوق على عدة مقابس لتوصيل الحساسات والمروحة والبطارية واللوح الشمسي. يقوم الصندوق بحماية الأجهزة الداخلية من الغبار والرطوبة.



شكل 5. رسم توضيحي لتوصيل جهاز منظم الشحن بالبطارية وباللوح الشمسي

قبل تشغيل الجهاز

قبل تشغيل الجهاز يجب التأكد من أن مناضد التجفيف نظيفة وجافة ويجب التأكد من أن الزوايا نظيفة. توضع المناضد وترصف بشكل طولي وتلصق بجانب بعضها البعض. يجب التأكد من أن المناضد موضوعة على أرض مستوية لكيلا يكون هناك فراغات بين المناضد. تلصق وحدة التجفيف بالطرف الحر من إحدى المناضد. يتم وصل المكونات كما يلي:

1. يتم وصل الحساس الخارجي والداخل للحرارة والرطوبة إلى المقبس الخاص بالحساس
2. يتم وصل المروحة إلى مقبس المروحة على لوحة التحكم

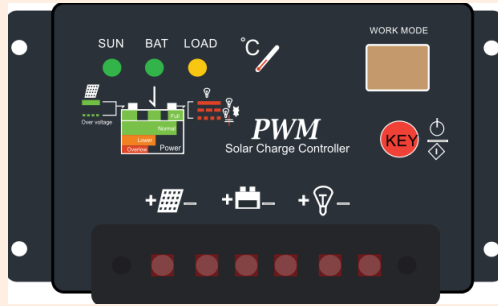
3. يتم وصل البطارية إلى مقبس البطارية على لوحة التحكم

4. يتم وصل اللوح الشمسي إلى المقبس الخاص باللوح الشمسي على لوحة التحكم

تشغيل الجهاز

لتشغيل الجهاز يجب القيام بما يلي:

1- اضغط على زر تشغيل جهاز منظم الشحن، شكل 6، الموجود داخل وحدة التحكم لبدء شحن البطارية



شكل 6. منظم شحن البطارية

2- اضغط على زر تشغيل الجهاز الموجود بجانب جهاز التشغيل، في وحدة التحكم (شكل 7).

- 1 زر التشغيل،
- 2 البطارية،
- 3 المروحة،
- 4 الحساس الداخلي،
- 5 الحساس الخارجي،
- 6 زر تشغيل الشاشة،
- 7 شاشة العرض



. جهاز التشغيل 7 شكل

سوف يعمل الجهاز بشكل آلي وفق البرنامج الذي تمت برمجته الجهاز عليه. إن الاعدادات التلقائية للجهاز هي الحرارة الدنيا 45°م والحرارة العليا 60°م. والفرق بين رطوبة الجو الداخلية عن الخارجية الدنيا 5% والعليا 20%.

- الحرارة: تبدأ المروحة بالعمل عندما تصل الحرارة في داخل المجفف إلى النقطة العليا المضبوطة (60°م) وتستمر بالعمل إلى أن تصل الحرارة في داخل المجفف إلى النقطة الدنيا المضبوطة (45°م) فتتوقف المروحة عن العمل.
- الرطوبة: تبدأ المروحة بالعمل عندما تكون نسبة الرطوبة في داخل المجفف أعلى من الرطوبة في خارج المجفف بالنسبة العليا المضبوطة (20%)، وتستمر المروحة بالعمل إلى أن تنخفض هذه النسبة إلى النقطة الدنيا المضبوطة (5%) فتتوقف المروحة عن الدوران

ملاحظة: إن عمل المروحة يكون بتحقيق أحد الشرطين السابقين أو كلاهما كما أن عمل الجهاز وفق فرق الرطوبة هو مهم ليلا عندما لا يتحقق شرط الحرارة حيث تعمل المروحة على طرد الهواء المحمل بالرطوبة من المنتج ولا تعمل المروحة على إعادة ترطيب المنتج في حال كان الجو الخارجي ذو رطوبة أعلى من الهواء الموجود داخل المجفف.

ضبط الجهاز وقراءة البيانات

إن جهاز التشغيل هو جهاز يعتمد على الذكاء الاصطناعي ويمكن ربطه على جهاز حاسوبي أو هاتف جوال. يجب تحميل البرنامج الخاص بالجهاز على الجوال ومن ثم الدخول إلى إعدادات ضبط الجهاز. يمكن قراءة البيانات الآنية للحرارة والرطوبة داخل وخارج المجفف من خلال التطبيق الخاص بالمجفف. تساعد هذه البيانات في تقدير زمن التجفيف والتجهيز للدفعة التالية من المنتج المراد تجفيفه.

الحاسوب

يتم الوصول إلى الجهاز من خلال ربطة بشبكة الجهاز اللاسلكية ومن ثم الولوج إلى برنامج الجهاز من خلال متصفح الانترنت وفق الخطوات التالية

1. البحث عن شبكة الجهاز اللاسلكية WIFI والتي تكون باسم مشابه لـ DODO والاتصال بها
2. إدخال كلمة السر الخاصة والتي تكون 12341234

3. الولوج إلى الجهاز من خلال متصفح الانترنت من خلال الموقع 192.168.4.1

The screenshot shows the 'Sensor Logger 1.0' web interface. It displays the following data:

- Internal temperature: 0.00
- Internal humidity: 0.00
- External temperature: 0.00
- External humidity: 0.00
- Date Time: 31-10-23 17:10
- Fan state: OFF

Navigation options include 'Configuration', 'Directory', 'Home', and 'DODO TEK'.

4. من خلال الصفحة يمكن ضبط الاعدادات التالية

- ضبط البيانات
 - الزمن الفصل بين تسجيل البيانات (دقيقة)
 - زمن التسجيل للملف (دقيقة)
 - عنوان الحساس الداخلي
 - عنوان الحساس الخارجي
 - الرطوبة
 - الحد العلوي
 - الحد السفلي
 - الحرارة
 - الحد العلوي
 - الحد السفلي

The screenshot shows the 'Sensor Logger 1.0' web interface configuration page. It includes the following fields and options:

- Enter configuration values:
- Device ID: 34.C4
- Registraion interval: 10
- File interval: 240
- Internal sensor address: 1
- External sensor address: 2
- High humidity threshold%: 30.00
- Low humidity threshold%: 5.00
- High temprature threshold: 30.00
- Low temprature threshold: 25.00
- Save Configuration button
- RTC Configuration
- Home
- DODO TEK

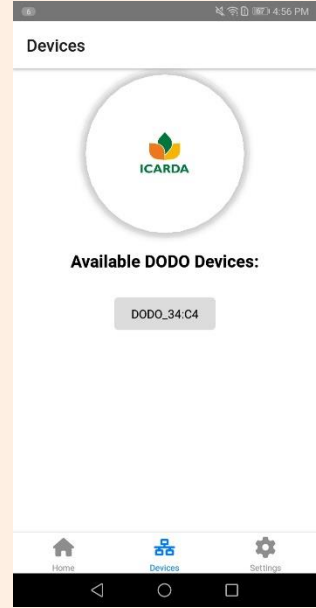
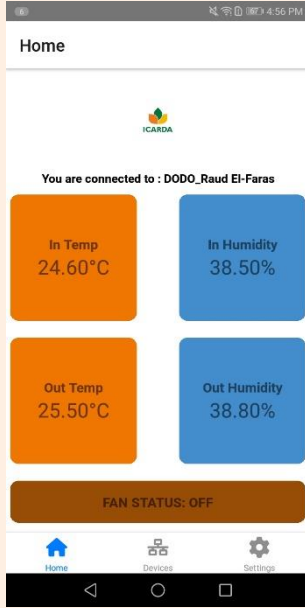
• ضبط التاريخ والوقت

5. يمكن قراءة البيانات المسجلة في الجهاز كذلك يمكن تحميل الملفات والتي تكون بصيغة CSV ويمكن فتح هذه الملفات ببرامج الجداول مثل Microsoft Excel.

Name/Type	Type File/Dir	File Size	
Dir	System Volume Information		
20000101T0011.csv	File	137 B	Delete
20000101T0029.csv	File	233 B	Delete
20000101T1958.csv	File	329 B	Delete
20031026T1330.csv	File	383 B	Delete
20031026T1441.csv	File	187 B	Delete
20031026T1510.csv	File	138 B	Delete
20031027T0241.csv	File	1.142 KB	Delete
20031027T0642.csv	File	1.142 KB	Delete
20031027T1044.csv	File	1.275 KB	Delete
20231027T1504.csv	File	1.235 KB	Delete
20231027T1906.csv	File	1.235 KB	Delete
20231027T2308.csv	File	1.235 KB	Delete
20231028T0310.csv	File	1.235 KB	Delete

تطبيق الجوال

1. يجب تحميل التطبيق على الجوال لكي يتم التواصل بين الجوال والمجفف. بعد فتح التطبيق تظهر الشاشة الرئيسية والتي يظهر عليها المجففات الموجودة بالمنطقة. وللتواصل مع المجفف المطلوب يجب الضغط على اسم المجفف ثم إدخال كلمة السر الخاصة فتظهر البيانات الحالية للمجفف

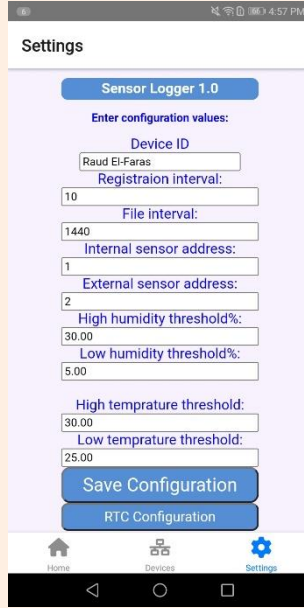


2. لتغيير الإعدادات يجب الضغط على أيقونة الإعدادات فتظهر البيانات الآتية المقروءة وبالضغط على الإعدادات يمكن ضبط القيم التالية

- ضبط الجهاز

- الزمن الفصل بين تسجيل البيانات (دقيقة)
- زمن التسجيل للملف (دقيقة)
- عنوان الحساس الداخلي
- عنوان الحساس الخارجي
- الرطوبة
 - الحد العلوي
 - الحد السفلي
- الحرارة

- الحد العلوي
- الحد السفلي
- ضبط التاريخ والوقت



3. يمكن قراءة البيانات المسجلة في الجهاز كذلك يمكن تحميل الملفات والتي تكون بصيغة CSV ويمكن فتح هذه الملفات ببرامج الجداول مثل Microsoft Excel.

