اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

التصنيع الغذائي لصغار المنتجين: وسيلة للحد من هدر الطعام

ورشة تدريبة حول التكنولوجيات الخضراء في الزراعة ضمن مشروع:

"تعزيز مرونة واستدامة القطاع الزراعي في المنطقة العربية"

– بلدية قب الياس بتاريخ 6 تموز/يوليو 2021 –

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

المحتوى

- تعريف التصنيع الغذائي
- ممارسات وتقنيات خضراء في التصنيع الغذائي
- الشروط لتصنيع غذائي ناجح
- مراحل مهمة في التصنيع الغذائي لضمان حفظ الأغذية
- تعريف الحفظ الحيوي للأغذية
- مميزات التصنيع الغذائي

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تعريف التصنيع الغذائي

- التصنيع الغذائي هو الأعمال والعمليات التي يخضع لها الطعام بهدف حفظ الغذاء، تجنب تلفه وإطالة مدة صلاحيته (منها التخمير، التجفيف، التعليب والتبريد وغيرها)

مصدر الصورة: https://extension.umaine.edu/publications/4039e/

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مصدر الصورة: The "Ugly" Fruit & Veg Campaign Facebook page

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تعريف التصنيع الغذائي

- الفاقد من الأغذية والهدر الغذائي في منطقة الشرق الأدنى وشمال أفريقيا:
  - 250 كلغ للفرد الواحد / سنة
  - 1/3 من غذاء المنطقة
  - أكثر من 60 مليار دولار أمريكي سنوياً
- يساهم التصنيع الغذائي في التخفيف من هدر وفقد الطعام وذلك عبر.
  - ✓ تحويل الفاكهة والخضار غير المرغوب استهلاكها طازجة أو غير المباعة إلى منتوجات جديدة مطلوبة في الأسواق

مصدر الصورة: https://www.agri-space.com/blog/do-ugly-fruits-still-taste-good/

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تعريف التصنيع الغذائي

- مبادرة "*Too Good to Waste*"

خضار وفواكه غير مباعة
عند تجار الجملة ومحلات السوبرماركت

أطباق ومنتجات نهائية

من نشاطاتها:

- ✓ بيع بعض هذه المنتجات في الأسواق المحلية
- ✓ التبرع بالبعض الآخر للمنظمات غير الحكومية المحلية أو مباشرة للمحتاجين، من خلال وجبات البوفيه

مصدر الصور : السيد فيليب رحبة، مؤسس Too Good To Waste

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

ممارسات وتقنيات خضراء في التصنيع الغذائي

- ✓ هدفها: تقليل اعتماد التصنيع الغذائي على الطاقة غير المتجددة وزيادة كفاءته في استخدام الموارد الطبيعية كالمياه
- ✓ ممارسات مفيدة للبيئة، وذات فوائد اقتصادية أيضًا على المدى الطويل

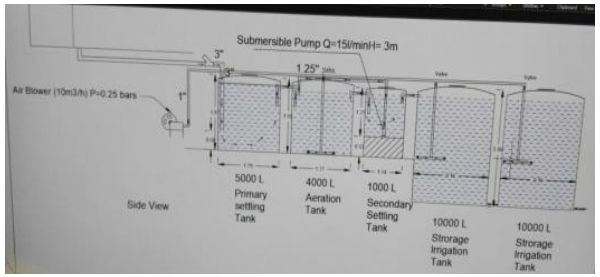
- **استخدام الطاقة المتجددة:** كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة الحيوية وغيرها مصدرًا بديلاً للطاقة والحرارة:
  - المجففات الشمسية التي تعتمد على الإشعاع الشمسي
  - استخدام تقنيات الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح الصغيرة لتوليد الطاقة لأغراض الإضاءة أو لتشغيل الأجهزة
  - استخدام المجمعات الحرارية الشمسية لتسخين المياه المستخدمة في عمليات التصنيع الغذائي

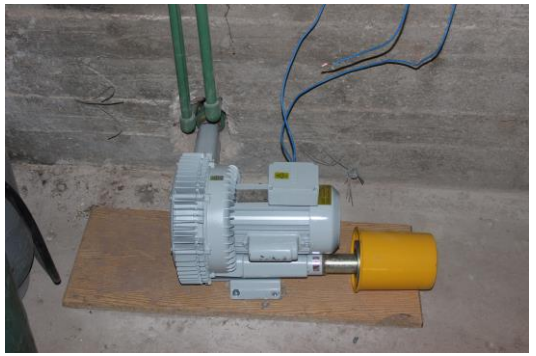
مصدر الصورة: https://www.youtube.com/watch?v=ypoLEV_H7SE&t=73s

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

ممارسات وتقنيات خضراء في التصنيع الغذائي

- **معالجة المياه واستخدامها:** عبر إنشاء نظام لتجميع ومعالجة المياه المستخدمة في عمليات التعقيم والغسيل وغيرها من النشاطات بهدف إعادة استعمالها
  - يمكن إعادة استخدام المياه من مراحل الإنتاج الأنظف (مثل تعقيم المنتجات ، ومواد التعبئة والتغليف ...) في مراحل لاحقة أقل نظافة
  - يمكن استخدام المياه في ري المزروعات
  - يتطلّب النظام طاقة لتشغيل مراوح الهواء، يمكن الاستعانة بالطاقة الشمسية لهذا الغرض





- **حصاد مياه الأمطار:** يشكّل تجميع مياه الأمطار مصدرًا إضافيًا للمياه

مصدر الصور : السيدة كارول الحاج، مسؤولة عن المشروع مع ICU

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

ممارسات وتقنيات خضراء في التصنيع الغذائي

❑ ممارسات خضراء الأخرى:

- ✓الصيانة الجيدة والمنتظمة للمعدات وشبكات المياه والأنظمة داخل منشأة التصنيع الغذائي لتقليل التسربات (المياه والوقود والمبردات ...)
  - يمكن تعيين أحد أعضاء التعاونية لمتابعة الكشوفات الدورية و حفظ السجلات
- ✓التنظيف الجاف الأولي للمباني والآلات (بدون ماء) لتقليل كميات المياه اللازمة للتنظيف
- ✓ استخدام معدات تسمح بتنظيم والتحكم في استهلاك المياه كفوهات رش الماء التي يمكن استخدامها في الغسيل أو خراطيم المياه عالية الضغط لاستخدامها في التنظيف
- ✓ إطفاء مصادر الماء والكهرباء عند عدم الاستعمال
- ✓استخدام النفايات العضوية كعلف أو تحويلها إلى سماد

مصدر الصورة: http://clipart-library.com/clipart/ATbrxo4ac.htm

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

الشروط لتصنيع غذائي ناجح

❑يجب اتباع المبادئ الأساسية التالية:

- ✓دراسة السوق للتأكد من جدوى انتاج المنتج المعالج
- ✓مراقبة وقياس الخصائص الكيميائية للمنتجات خلال الإنتاج كما في المنتج النهائي كدرجة الحموضة، نسبة السكر وغيرها
- ✓استخدام مياه نظيفة خلال مراحل الإنتاج المختلفة ويجب مراقبة جودتها عبر اختبارات مخبرية دورية
- ✓استخدام مواد وشروط التغليف المناسبة
- ✓تأمين نظافة مكان العمل
- ✓توافر اليد العاملة اللازمة لإدارة منشأة التصنيع بشكل جيد

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مراحل مهمة في التصنيع الغذائي لضمان حفظ الأغذية

❑ تعقيم مستوعبات التعبئة:

مصدر الصورة: https://nchfp.uga.edu/publications/usda/GUIDE01_HomeCan_rev0715.pdf

- ✓ يجب تعقيم المستوعبات الزجاجية:
  - عبر وضعها في ماء مغلي لمدة 10 إلى 15 دقيقة تقريبًا ثمّ إزالتها لتجف رأسًا على عقب على سطح / منشفة نظيفة لتصريف المياه بالكامل
  - في الفرن على درجة حرارة 180-130 لمدة 10 دقائق
- ✓ عندما يصبح المنتج النهائي جاهزًا، يجب تعبئته **وهو لا يزال ساخنًا** (حوالي 85 درجة مئوية)
- ✓ بعد التعبئة يتمّ قلب المستوعب رأساً على عقب لمدّة 3-4 دقائق كي يعقّم المنتج الساخن الغطاء ويحكم إغلاقه
- ✓ للتأكد من القضاء على كل الكائنات الدقيقة التي تسبب التلف يتمّ غلي أو بسترة المستوعبات المعبّأة لفترة 10 دقائق

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مراحل مهمة في التصنيع الغذائي لضمان حفظ الأغذية

❑ بسترة الحليب

- ✓ خطوة أساسية في معالجة الحليب
- ✓ يتمّ تسخين الحليب لمدة 30 دقيقة حتى تصل حرارته إلى 63 درجة مئوية لضمان تدمير البكتيريا والميكروبات الأخرى التي تشكّل ضرراً على صحة المستهلك
- ✓ عند صغار المنتجين، تتم عملية البسترة عبر تسخين غير مباشر للحليب من خلال الماء المغلي في غلايات ذات غلاف مزدوج

غلاية ذات غلاف مزدوج

Source: https://www.ace-chn.com/product/Jacketed_Mixing_Tank.html

البسترة عالية الحرارة قصيرة الفترة (HTST) : 72 درجة مئوية لمدّة 15 دقيقة

Source: https://www.indiamart.com/proddetail/milk-htst-pasteurizer-11240846733.html

البسترة فائقة الحرارة (135 درجة مئوية لمدة لا تتعدى الثانية)

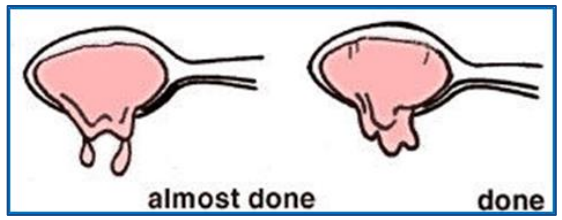
Source: https://www.gea.com/en/products/liquid-processing/thermal-treatment/uht-plants-aseptic-product-treatment.jsp

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

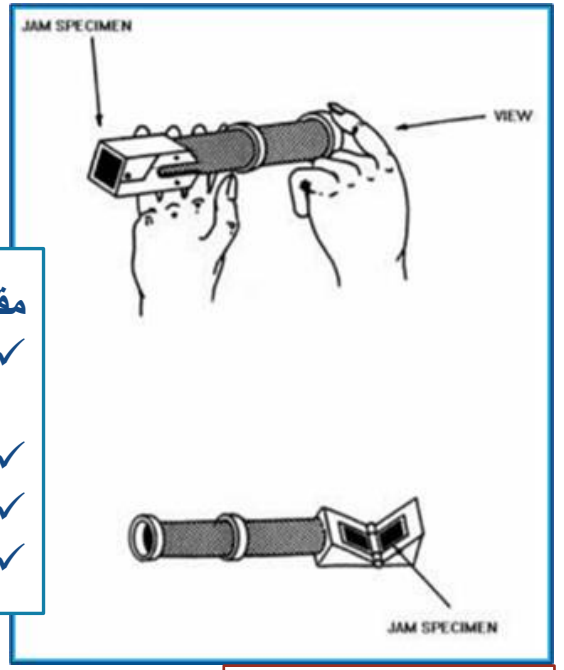
طرق قياس نسبة السكر في الأغذية

المربيات والهلام

- نسبة السكر في المربيات (بريكس) بين 68 و 72٪
  - ✓ يمكن قياسها عبر استخدام مقياس الانكسار (Refractometer)، ميزان حراري (يجب أن تكون حرارة المربى حوالي 105 درجات مئوية)، أو باستعمال طرق منزلية أخرى كاختبار الملمس والسماكة



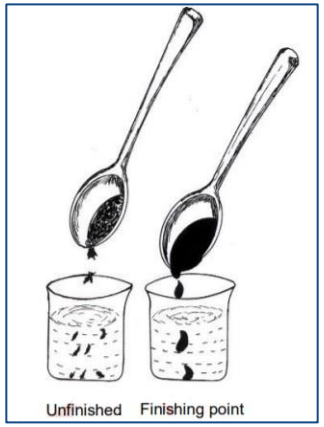
مصدر الصورة: https://extension.umn.edu/preserving-and-preparing/making-jelly



مصدر الصورة: Azam Ali, 2008

مقياس الانكسار (Refractometer):

- ✓ **توضع عينة صغيرة من المربى على المنطقة الزجاجية من مقياس الانكسار**
- ✓ **تُترك لتبرد حوالي 20 درجة مئوية**
- ✓ **يغلق الغطاء ويوجّه مقياس الانكسار نحو مصدر الضوء**
- ✓ **تتم قراءة النسبة المئوية للسكر في العينة عبر المقياس**



مصدر الصورة:
http://epgp.inflibnet.ac.in/epgpdata/uploads/epgp_content/S000444FN/P000548/M011820/ET/1459160396et21.pdf

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

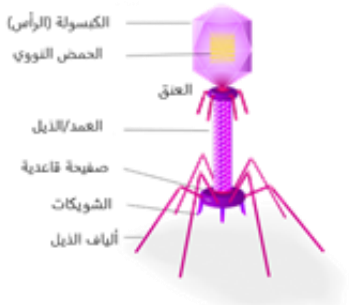
شروط حفظ المخللات والصلصلة والمهروسات:

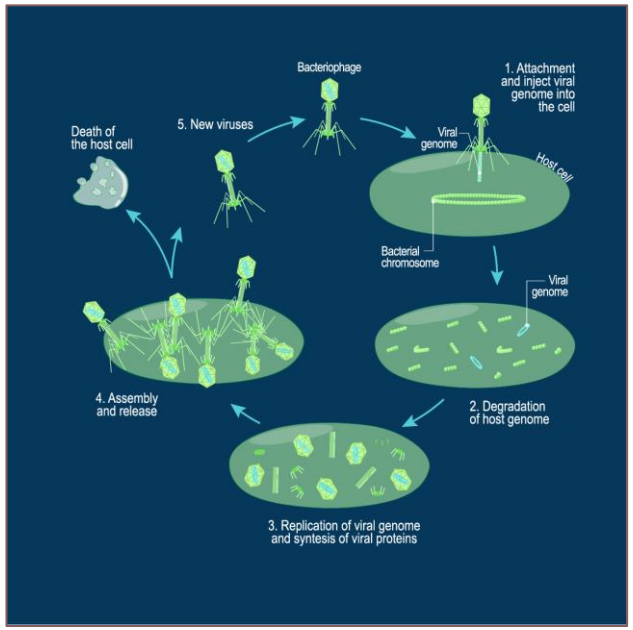
مؤشر الحفظ و إختبار الحموضة

- **اختبار نسبة الحموضة:**
  - ✓ يمكن استخدام ورق الأس الهيدروجيني (pH) عن طريق غمسه في الطعام المراد اختباره ويشير التغيير في اللون إلى درجة الحموضة
  - ✓ يمكن استخدام مقياس الأس الهيدروجيني (pH meter)

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

ما هو الحفظ البيولوجي للأغذية؟





مصدر الصورة:
https://www.technologynetworks.com/immunology/articles/understanding-the-lytic-cycle-what-are-the-steps-310621

- يهدف الحفظ البيولوجي للأغذية إلى تمديد مدة صلاحيتها **دون إضافة** مضافات كيميائية ومع تخفيض التأثير على خصائصها الحسية والتغذوية
- هو عبارة عن معالجة المنتجات الغذائية بالمواد الحافظة الطبيعية كالميكروبيوتا الغير ممرضة ومنتجاتها الأيضية الأساسية
- من المواد الحافظة البيولوجية:
  - ✓ بكتيريا الحامض اللبني ومنتجاتها الثانوية منها **البكتريوسينات** التي تعتدي على البكتيريا من خلال خلق خلل في هيكل غشاء خلية البكتيريا ما يؤدي إلى زيادة نفاذيتها وتسرّب مكوناتها
  - ✓ **العاثيات**: الفيروسات التي تصيب وتتجدد خصيصاً في الباكتيريا وهي غير مضرة للإنسان والحيوان والنبات
  - ✓ **مضادات الميكروبات المشتقة من النباتات:**
    - **الزيوت الأساسية العطرية**
    - **مستخلص الشاي الأخضر**
    - **مستخلص بذور العنب**
  - ✓ **مضادات الميكروبات من مصادر حيوانية:**
    - **شيتوسان: مكون حيوي موجود بشكل طبيعي في الهياكل الخارجية للقشريات والمفصليات مثل القريدس**

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مميزات التصنيع الغذائي

- المساهمة في ضمان الأمن الغذائي وتصنيع طعام أكثر أمانًا
- توفير بعض المنتجات الغذائية خارج مواسمها
- المنتجات الغذائية تصبح أكثر ملاءمة للنقل والتخزين
- خلق فرص عمل جديدة ودخل إضافي للمجتمعات المحلية خاصّةً للنساء
- بعض المنتجات المصنعة أكثر ربحاً من بيع المنتجات الطازجة
- المساهمة بتفعيل وإنعاش المجتمع الريفي

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مصادر

- ✓ Azam Ali, Susan (2008). Home-based fruit and vegetable processing: a manual for field workers and trainers, Book 2: Practical Guidance and Recipes. Charlotte Dufour, eds. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Ministry of Agriculture, Irrigation and Livestock, Government of Afghanistan. Available from: http://www.fao.org/3/a1549e/a1549e00.pdf
- ✓ Carole El Hachem, Project coordinator. Environmental optimization of sustainable irrigation management and household water use in the semi-arid region of Deir El-Ahmar / Beqaa valley, ICU
- ✓ Too Good to Waste Website (2020) Available at: https://tgtw.me/
- ✓ The “Ugly” Fruit & Veg Campaign Facebook page. Available from: https://www.facebook.com/UglyFruitAndVeg/photos/a.741599532586970/1985529548193956/?type=3&theater

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

المجفّفات الشمسية

- لتجفيف المنتوجات الزراعية -

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ورشات تدريبة ضمن مشروع:

"تعزيز مرونة واستدامة القطاع الزراعي في المنطقة العربية"

المحتوى

- ما هو التجفيف
- التجفيف الشمسي في الهواء الطلق
- المجفف الشمسي وأنواعه
  - ✓ المجففات الشمسية المباشرة
  - ✓ المجففات الشمسية غير المباشرة
  - ✓ المجففات الشمسية الهجينة
- معايير تحددّ اختيار المجفف المناسب
- مميزات وتحديات المجففات الشمسية
- تطبيقات المجففات الشمسية
  - ✓ مقارنة بين أنواع المجففات الشمسية وتطبيقاتها
  - ✓ نصائح لتحضير الفاكهة والخضار قبل وبعد التجفيف
  - ✓ تجارب من الوطن العربي

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

ما هو التجفيف؟

- يهدف التجفيف إلى إزالة المياه من الطعام، الأمر الذي يوقف نمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تزدهر في بيئة رطبة وتتسبب في تلف المنتج وتعفنه.

- تشمل المنتوجات التي يمكن تجفيفها:
  - ✓ الحبوب
  - ✓ الفواكه
  - ✓ الخضروات والأعشاب
  - ✓ الأسماك
  - ✓ منتجات الألبان...

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

التجفيف الشمسي في الهواء الطلق

- التجفيف الشمسي في الهواء الطلق: يعدّ من أقدم الطرق المستخدمة في حفظ الأغذية والمنتجات الزراعية:
  - ✓ يتمّ فرش الطعام على أسطح معرّضة لأشعة الشمس مباشرةً
  - ✓ يترك ليجفّ خلال عدّة أيام مع تقليبه

- **من حسناته:**
  - ✓ أرخص طريقة للتجفيف: ما من حاجة إلى معدات أو مصدر إضافي للطاقة غير الشمس
- **من سيئاته:**
  - ✓ يعرّض المنتج النهائي لعدّة عوامل خارجية قد تؤثر على جودته: كالمطر، التلوث، والغبار والحشرات وعوامل الخارجية الأخرى.

المجفف الشمسي وأنواعه

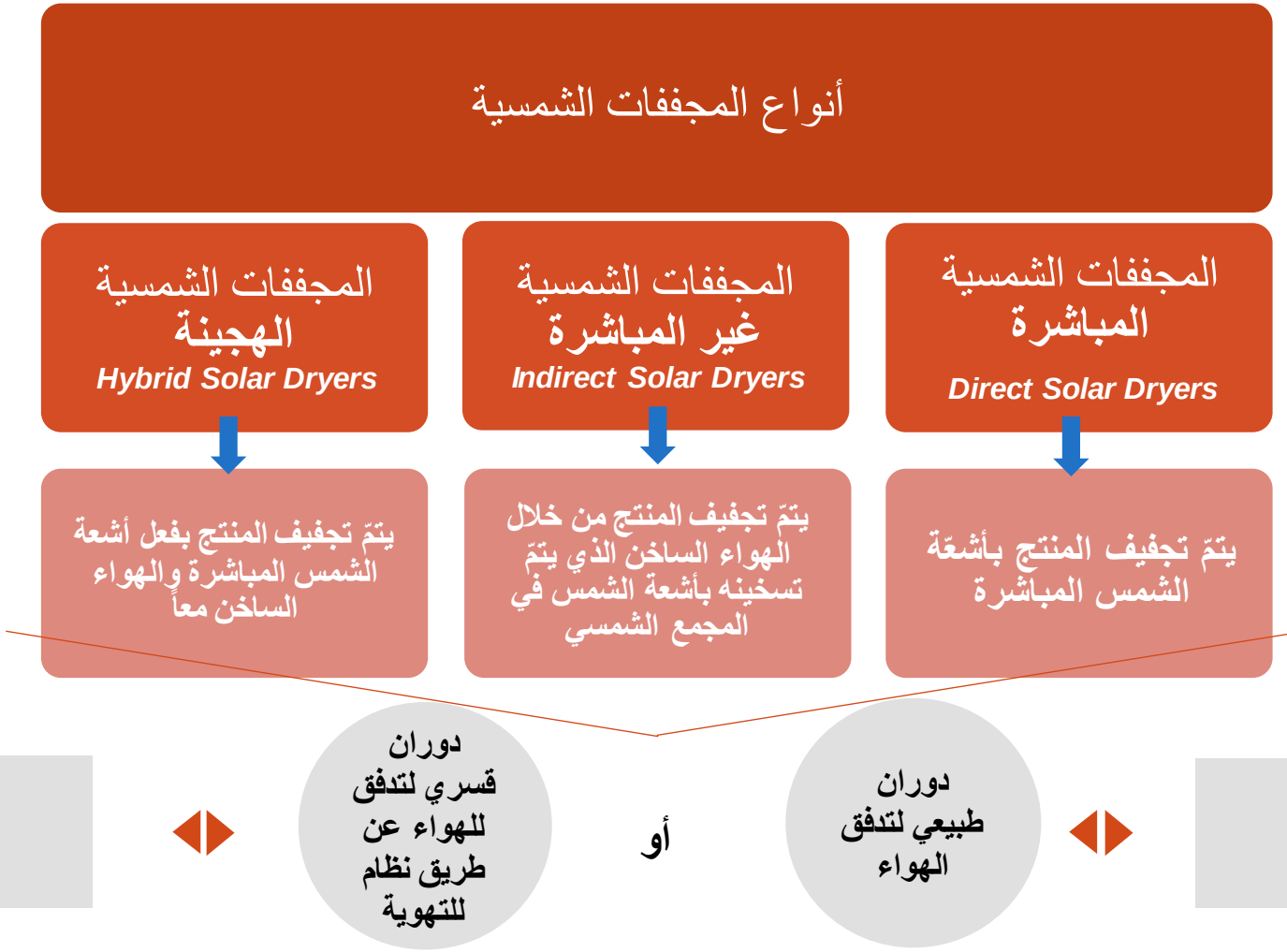
المجفف الشمسي: بديل أخضر للتجفيف في الهواء الطلق

يسرّع عملية التجفيف ويحمي المنتج من التلوث الخارجي

تختلف أنواع المجففات بحسب مبدأ عملها وتحديدًا كيفية تجميعها للطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة حرارية للتجفيف

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

المجفف الشمسي وأنواعه



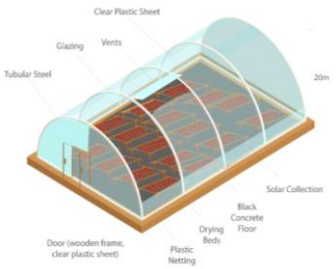
© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

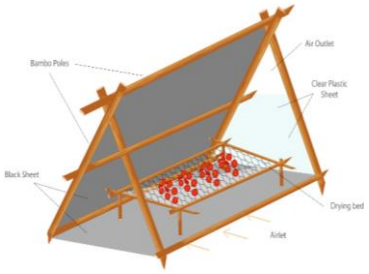
المجففات الشمسية المباشرة

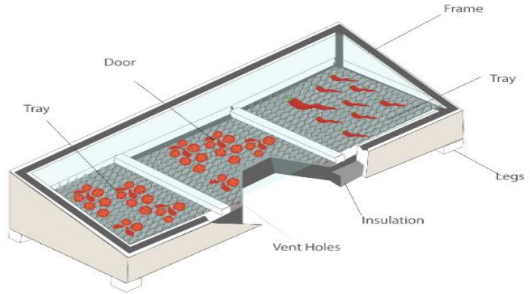
تتعرّض المنتوجات الغذائية في هذه المجففات إلى الأشعة الشمسية المباشرة

مجففات ذات حمل طبيعي

- تتكون هذه المجففات من غرفة تجفيف مغطاة بغطاء شفاف (بولي إيثيلين أو زجاج أو غيرها) يسمح للإشعاع الشمسي بالتسخين المباشر للمنتج المخزن بالداخل
- تتضمّن هذه المجففات فتحات تسمح بدخول وخروج الهواء، يمكن إضافة مدخنة لتسهيل خروج الهواء
- نظام بسيط ورخيص يحمي المنتجات المجففة من المطر والملوثات الخارجية، ولكن قد يؤثر على جودة المنتج بسبب زيادة في ارتفاع الحرارة في بعض الحالات
- مناسبة لتجفيف الفواكه والخضروات والأعشاب والتوابل والمكسرات ، إلخ.







مجفف صندوقي

- ✓ مثالي للاستخدام المنزلي والتجفيف على نطاق صغير
- ✓ يتمّ استعمال مواد داكنة في تصنيع داخل الصندوق لتعزيز امتصاص الأشعة الشمسية

مجفف خيمة/ دفيئة

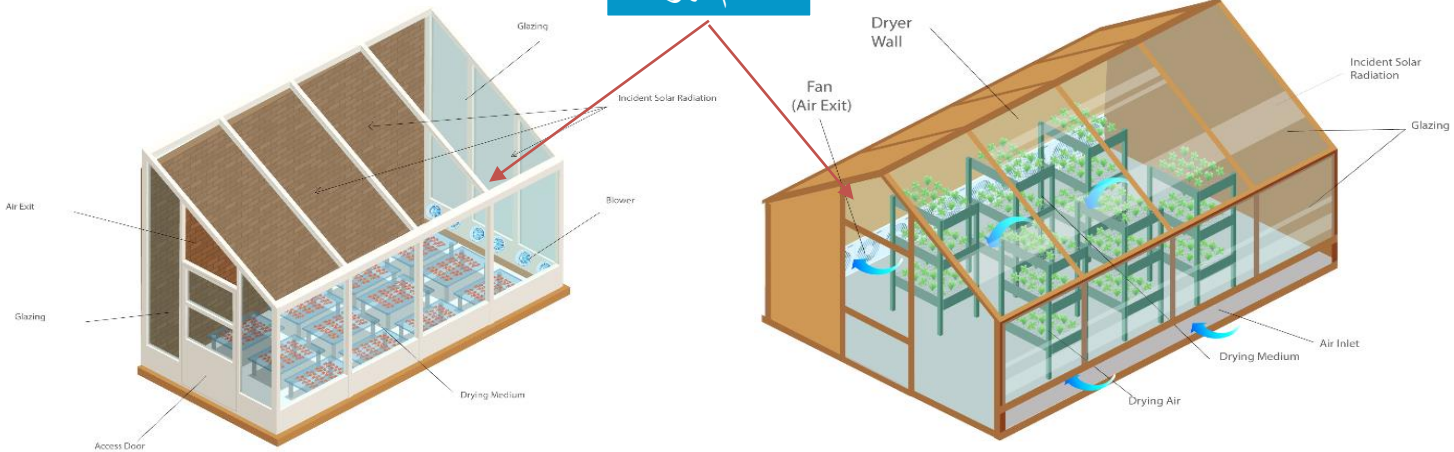
- ✓ يصلح لإنتاج أكبر
- ✓ يستعمل الخيزران، الخشب أو المعدن في تصنيع إطار الخيمة
- ✓ يمكن استخدام صفائح بلاستيكية أو معدنية داكنة لتغطية أرضية الخيمة لزيادة امتصاص أشعة الشمس

المجففات الشمسية المباشرة

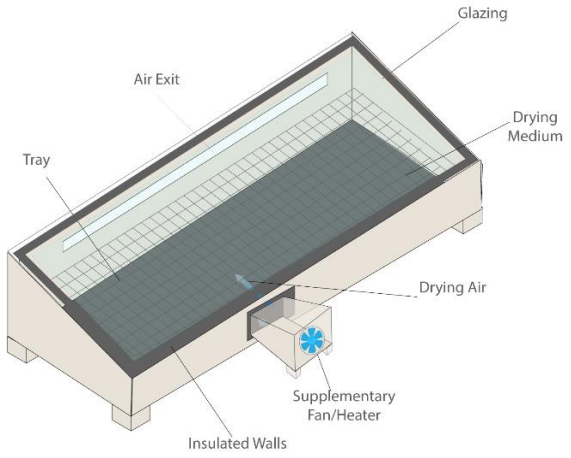
مجففات ذات حمل قسري

- في هذه المجففات، يتم تحسين دوران الهواء بواسطة نظام تهوئة ومراوح التي يمكن تشغيلها على الطاقة الشمسية أو الكهرباء
- كلفتها أغلى من المجففات ذات الحمل الطبيعي وتتطلب بعض المهارات للتشغيل والصيانة
- أكثر ملاءمة للمحاصيل ذات المحتوى العالي من الرطوبة (الكيوي ، الملفوف، القرنبيط، البابايا ، الطماطم ، المانجو)

نظام تهوئة



مجفف خيمة مزوّد بنظام تهوئة ومراوح

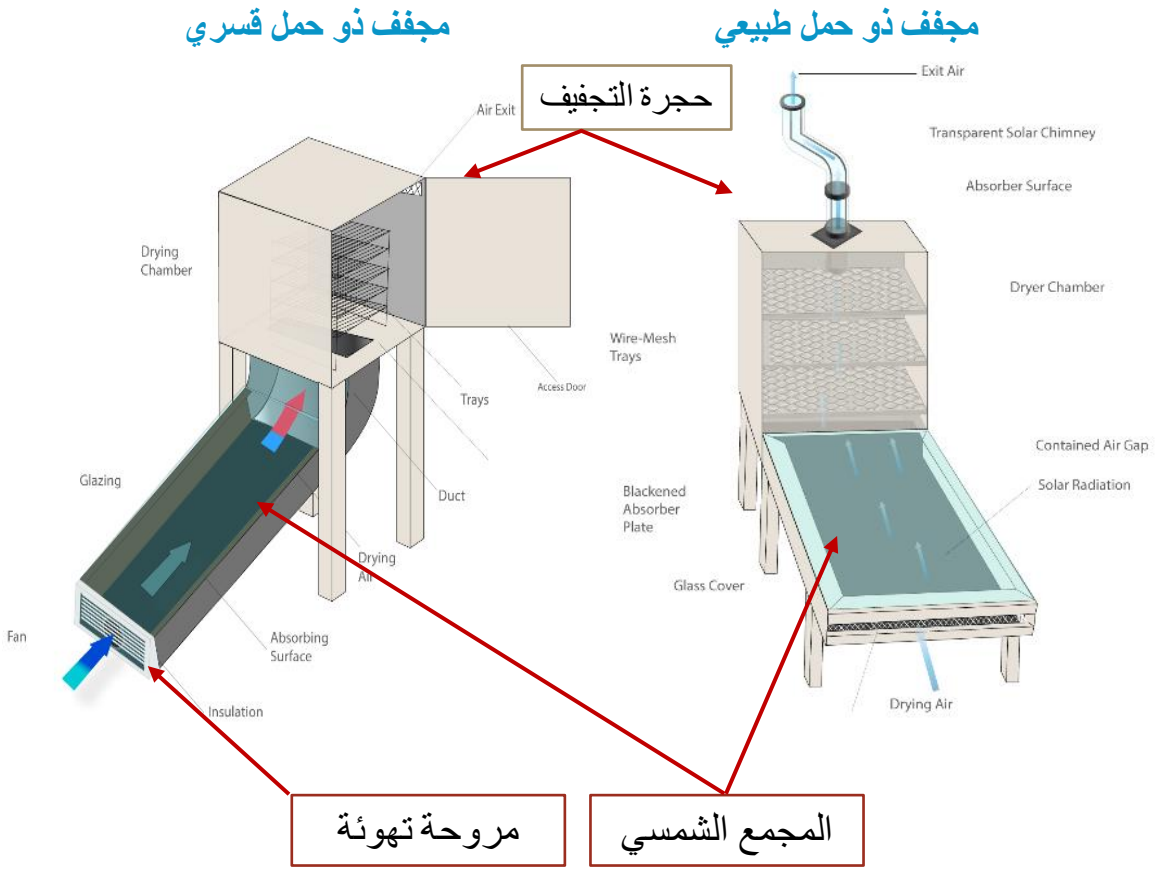


مجفف صندوقي مزوّد بمروحة

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

المجففات الشمسية غير المباشرة

لا تتعرّض المنتوجات الغذائية في هذه المجففات إلى الأشعة الشمسية المباشرة

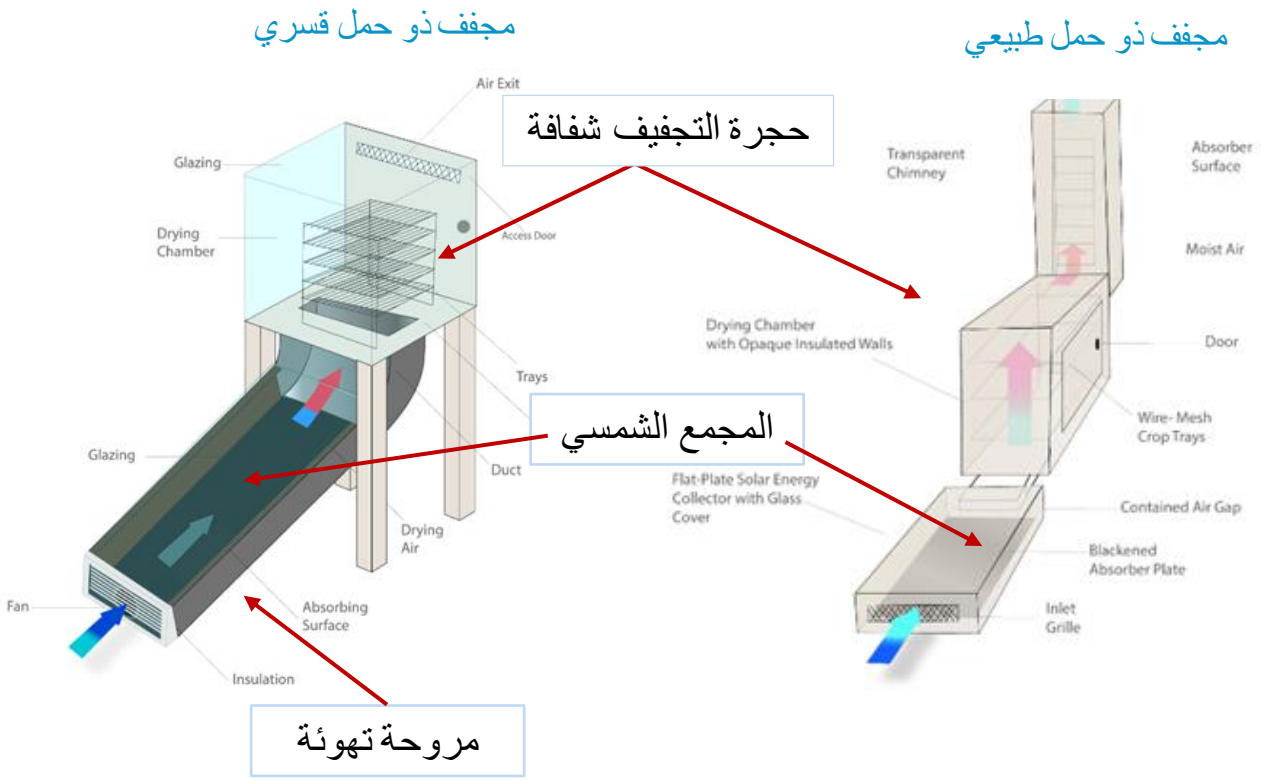


- يتكون المجفف من وحدتين رئيسيتين:
  - ✓ المجمع الشمسي الذي يجمع الإشعاع الشمسي من خلال أغطية شفافة
    يمكن صنعه من المعدن أو الخشب المطلي أو من البولي إيثيلين الأسود (الحل لأرخص)
  - ✓ حجرة تجفيف غير شفافة، حيث يتم وضع المنتج المراد تجفيفه على صوانٍ أو رفوف شبكية
- يسمح المجمع بتسخين الهواء المحيط والذي يتدفّق عبر مجاري الهواء إلى حجرة التجفيف
- تتطلّب المجففات غير المباشرة:
  - ✓ وقتًا أقل للتجفيف
  - ✓ تحافظ بشكل أفضل على جودة المنتجات المجففة (أقل تكسيرًا وحفاظاً أفضل على اللون ومحتوى الفيتامينات) من خلال تجنب تعرضها المباشر للإشعاع الشمسي.
- من عيوبها: مجففات أكثر تعقيدًا وتتطلب مزيدًا من الصيانة وتمويلاً أولياً أكبر

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

المجففات الشمسية الهجينة

تجمع المجففات الشمسية الهجينة بين خصائص كل من المجففات الشمسية المباشرة وغير المباشرة



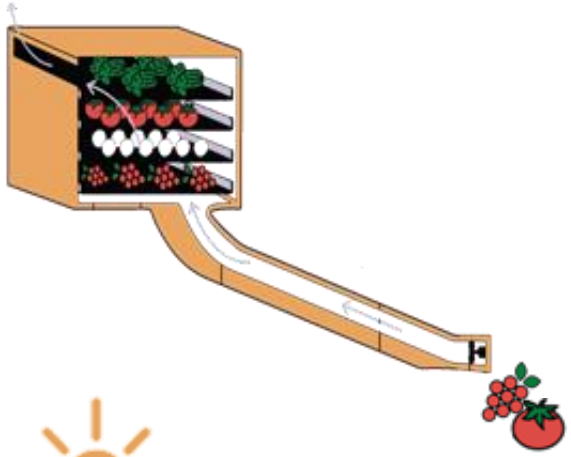
- يتمّ تجفيف المنتج من خلال عمل مشترك من الإشعاع الشمسي المباشر وتدفق للهواء المسخن في المجمع الشمسي

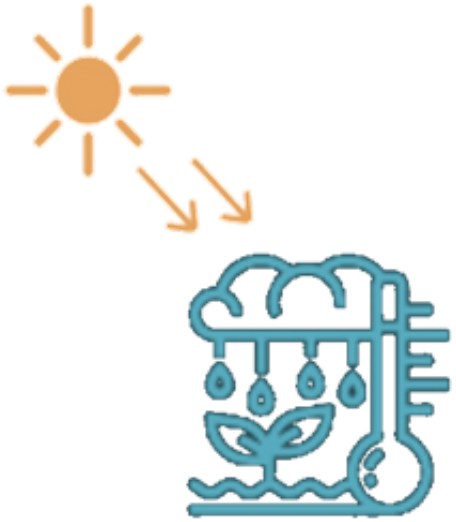
- بالمقارنة مع المجففات الأخرى:
  - ✓ يتطلب المجفف الهجين وقتًا أقل للتجفيف
  - ✓ لكنه أكثر تكلفة ويتطلب مزيدًا من الصيانة

- تُستخدم عادةً للمنتجات التي تتطلب تجفيفًا سريعًا للحفاظ على الجودة مثل الأعشاب، الكاجو، الفطر، الأناناس، وغيرها

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

معايير تحددّ اختيار المجفف المناسب:





- **خصائص المجفف:**
  - ✓ **الخصائص الفيزيائية:** حجمه، شكله، سعته، عدد الصواني وحجمها، سهولة تحميل المواد إلى المجفف وتفريغها منه
  - ✓ **الأداء الحراري:** وقت ومعدل التجفيف، معدل تدفق الهواء، درجة حرارة التجفيف. (يرتبط المنتج المراد تجفيفه ارتباطًا مباشرًا بهذه الخصائص)
  - ✓ **خصائص أخرى:** تكلفة التصميم والتمويل الأولي المتوفر
- **خصائص المنتج المراد تجفيفه:** الخصائص الفيزيائية، الحموضة، قابلية الاشتعال، وقت التجفيف ودرجة الحرارة المطلوبان، محتوى الرطوبة الأولي والنهائي، الشكل النهائي المطلوب، نكهة المنتج النهائي
- **خصائص الموقع المتاح لتركيب المجفف:** المساحة المتوفّرة، مصادر الطاقة المتاحة (الوقود، الكهرباء...)، درجة الحرارة والرطوبة المحيطة، تلوث الهواء، والقيود المفروضة في المنطقة والمتعلقة بالضوضاء أو الاضطرابات الأخرى التي يمكن أن تنتج عن عملية التجفيف
- ✓ **فترة التعرّض للشمس** في المنطقة التي يتم فيها استخدام المجفف الشمسي
- ✓ **متطلبات تشغيل وصيانة** المجفف والموارد البشرية الماهرة المتوفرة (من فنيين ومشغلين)

مميزات وتحديات المجففات الشمسية

مميزات

- تسمح المجففات الشمسية ب:
- **حصاد مبكر** للمنتوجات الزراعية
- **تخزين أطول** للمنتج مع تجنب تدهور جودته
- خلق **سوقًا جديدًا** للمنتجات خارج موسمها (أسعار أعلى)
- تقليل حجم ووزن المنتج و**تقليل متطلبات التعبئة والتغليف والتخزين والنقل**
- تكيّف **التصميمات المتنوعة** مع كمية، نوع وخصائص المنتج
- تجفيف المنتج في **بيئة مغلقة بعيداً عن التلوّث والمطر**
- **المحافظة على معظم العناصر الغذائية للمنتج**
- مقارنةً مع التجفيف الشمسي في الهواء الطلق، المجففات **أسرع وأكثر كفاءة**
- يتمّ تصنيعها من خلال **معدات متوفرة محليًا**
- **فترة استرداد تكلفة** الاستثمار الأولي **قصيرة** مقارنة بعمره الافتراضي
- تمثل المجففات الشمسية **فرصة عمل للشركات الصغيرة**، وخاصة في المناطق الريفية

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مميزات وتحديات المجففات الشمسية

تحديات

- **اعتمادها بشكل مباشر على توفر الشمس** والطاقة الشمسية وبالتالي لا يمكن استخدامها إلا خلال النهار.(في حال الحاجة إلى تجفيف مستمر، يلزم وجود مصدر آخر للتجفيف (عبر الكهرباء أو ديزل أو الكتلة الحيوية) ما يزيد من كلفتها)
- **قد تعطي بعض المجففات الشمسية المباشرة منتوجات ذات جودة رديئة** بسبب التعرض لأشعة الشمس المباشرة (تغيير لون أو النكهة أو فقدان القيمة الغذائية)
- **قد تكون عملية التجفيف بطيئة** إذا كان المجمع الشمسي صغير أو إذا كانت هناك حاجة لتعزيز دوران الهواء عن طريق التهوية
- **تتطلب بعض التصاميم لمهارة في التشغيل والصيانة** حتى الأنظمة البسيطة، تتطلّب تدريب على التركيب والتشغيل والصيانة)
- تتطلب بعض **التصاميم الممكننة** أن يتمّ **استيرادها**

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تطبيقات المجففات الشمسية

- تُستخدم المجففات الشمسية لتجفيف مجموعة متنوعة من المحاصيل
- يجب تكييف تصميم المجفف مع درجة الحرارة المثلى لكل منتج وتدفق الهواء اللازم لتحقيق التجفيف المناسب مع الحفاظ على جودة جيدة للمنتج.
- تستغرق الأطعمة الرطبة مثل المانجو والأناناس والطماطم يومين كاملين من التجفيف الشمسي.
- أنواع أخرى مثل التفاح وجوز الهند والبطاطس والبصل قد يتمّ تجفيفها في يوم واحد.
- المنتجات الورقية مثل الأعشاب قد تأخذ جزءًا فقط من اليوم

نوع المحصول الزراعي	محتوى الرطوبة الأولي (%)	محتوى الرطوبة النهائي (%)	درجة حرارة التجفيف القصوى (درجة مئوية °C)
قمح	20	16	45
ذرة	24	14	50
أرز	24	11	50
جزر	70	5	75
بازيلاء خضراء	80	5	65
بصل / ثوم / ملفوف	80	4	55
بطاطا / بطاطا حلوة	75	7	75
فلفل حار	80	5	65
مشمش	85	18	65
تفاح	80	24	70
عنب	80	20-15	70
موز	80	15	70
باميا	80	20	65
أناناس	80	10	65
طماطم	96	10	60

المصدر: Prakash, O. and Kumar, A. (2013)

من أجل الحصول على تجربة ناجحة اقتصاديًا باستخدام المجفف الشمسي يجب:

- ✓ دراسة احتياجات السوق
- ✓ تطوير قنوات السوق للمنتجات المجففة
- ✓ مراقبة والتحكم بالجودة
- ✓ تقديم المساعدة الفنية في حالة المجتمعات الريفية

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

نصائح لتحضير الفاكهة والخضار قبل وبعد التجفيف

نقاط مشتركة في تحضير وتجفيف الفاكهة والخضار

- درجة حرارة التجفيف المثالية للفاكهة والخضار حوالي 60-70 درجة مئوية
- يجب فرزها، غسلها، تقشيرها، وتقطيعها بنفس الحجم لكي تجف بنفس السرعة
- يجب وضعها على صواني ورفوف المجفف على طبقة واحدة (ليس فوق بعضها البعض)
- يجب تبريد الفواكه والخضروات المجففة تمامًا قبل تعبئتها في عبوات نظيفة، جافة ومحكمة الإغلاق
- يجب تخزينها في مكان بارد وجاف وبعيد عن الإضاءة المباشرة

في تحضير وتجفيف الخضار

- الخضار المناسبة للتجفيف تشمل الجزر، الذرة، الثوم ،الفطر، الفلفل، البصل، البامية، البازلاء الخضراء، الطماطم ...
- قبل التجفيف، مرحلة السلق (Blanching) ضرورية لبعض الخضروات للحفاظ على اللون والنكهة (سلق على 95 درجة مئوية إلى 100 درجة مئوية لمدة 1.5 إلى 5 دقيقة)
- يستمرّ تجفيف الخضار حتى تصبح صلبة أو متماسكة كالجلد أو هشة، حسب نوع الخضار، (حتى تحتوي على حوالي 10٪ رطوبة)
- عادةً تخزّن الخضروات المجففة لفترة أقصر من الفواكه، من 4 إلى 12 شهرًا

في تحضير وتجفيف الفاكهة

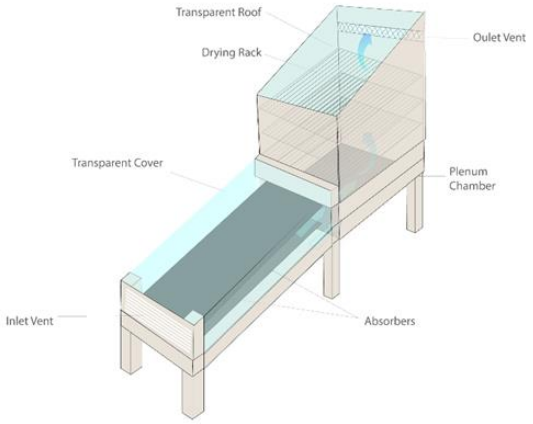
- الفواكه المناسبة للتجفيف تشمل المشمش، الخوخ، التفاح، العنب، التين، الكرز، الموز، الأناناس، الكيوي، المانجو ...
- مرحلة ما قبل التجفيف مهمّة لبعض الفواكه لتجنب اسوادها (كالتفاح والموز...) وذلك من خلال غمسها بعصير الفاكهة أو العسل
- يجب تجفيف الثمار حتى تصبح متماسكة (كالجلد) ولكن ليست صلبة (حتى تحتوي على حوالي 20٪ رطوبة)
- يمكن تخزين معظم الفواكه المجففة لمدة عام على 16 درجة مئوية أو 6 أشهر على 27 درجة مئوية

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تجارب من الوطن العربي

أ- مجفف غير مباشر لتجفيف الفاكهة – من الأردن (Al Busoul, 2017)

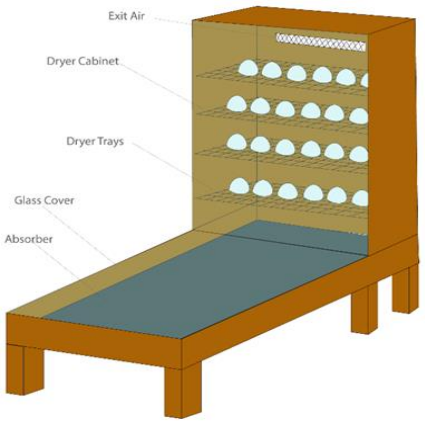
- تم تصنيع حجرة التجفيف من الخشب المعاكس (Plywood) مع رفوف مغطاة بورق الألمنيوم
- تمّ تصنيع المجمع الشمسي من صفائح فولاذية (بسماكة 1 مم) مطلية باللون الأسود ومغطاة بصفيحة زجاجية شفافة (4 مم)
- يتوقّع أن يجفف المجفف 100 كغ من التفاح الطازج، ويقلل محتوى الرطوبة من حوالي 85٪ إلى أقل من 10٪ خلال يومين



أ

ب- مجفف غير مباشر لتجفيف الجميد (منتج لبني) – من الأردن (Tashtosh et al., 2014)

- يتكون المجفف من:
  - ✓ مجمّع شمسي تمّ تصنيعه باستخدام صفيحة ألمنيوم سوداء مغطاة بصفيحة بلاستيكية شفافة
  - ✓ حجرة تجفيف خشبية تتكون من أربعة صواني مفصولة عن بعضها بمقدار 0.2 م (تتسع الحجرة لـ4 كغ من الجميد)
- تم تطوير نموذج رياضي لدراسة كفاءة التجفيف للمجمع، مدّة التجفيف، درجة حرارة الهواء الخارج وتدفق الهواء بناءً على كمية الإشعاع الشمسي التي تمّ امتصاصها خلال اليوم وعلى تغيرات في حجم المجمع الشمسي
- تبيّن أنّ درجة الحرارة ومعدل تدفق الهواء يزدادان مع زيادة طول المجمع الشمسي وأن معدل تدفق الهواء يزيد مع زيادة عرض المجمّع أمّا درجة حرارة الهواء الخارج فتنقص مع زيادة عرض المجمع



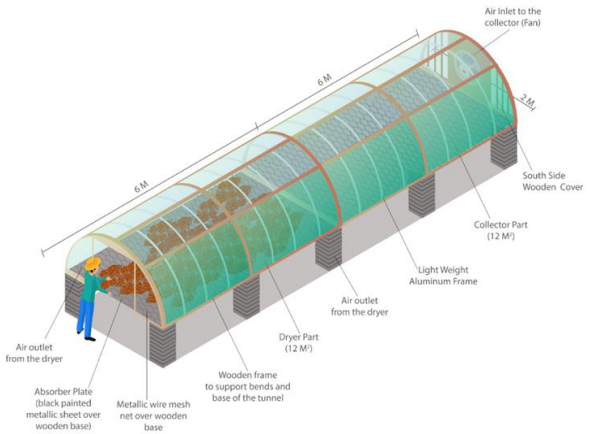
ب

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تجارب من الوطن العربي

ت- مجفف مباشر ذو نفق لتجفيف التمر – من سلطنة عمان (Basunia et al., 2010)

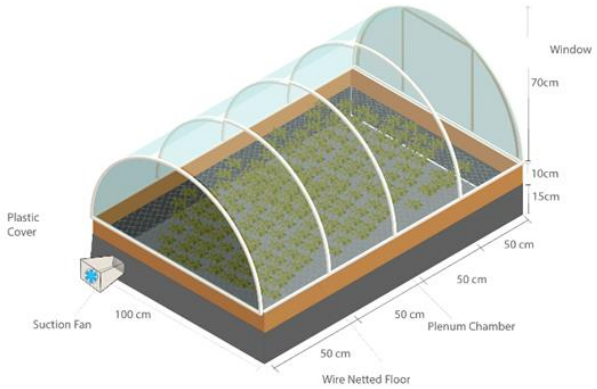
- تم تصميم مجفف شمسي صغير الحجم (12 × 2 م) لتجفيف التمر
- المواد المستخدمة في تصنيعه: إطار من الألمنيوم الخفيف، صفائح البولي إيثيلين الشفافة والمثبتة بالأشعة ما فوق البنفسجية
- مقارنةً مع التجفيف الشمسي في الهواء الطلق، قام هذا المجفف بتقصير وقت التجفيف بـ5 أيام وتحسين جودة المنتج



ت

ث- مجفف مباشر لتجفيف النعناع – من مصر (Kishk et al., 2018)

- تم تصميم مجففين شمسيين مباشرين مع حمل قسري لتجفيف النعناع:
  - ✓ أحدهما يضخ الهواء بشكل مستمر والآخر يضخ الهواء كلّ 15 دقيقة
- تمت مقارنة المجففين بالتجفيف الشمسي في الهواء الطلق
- مقارنةً بالتجفيف الشمسي في الهواء الطلق والمجفف الشمسي ذي ضخ الهواء المتقطّع:
  - ✓ كانت معدلات التجفيف أعلى بكثير في المجفف الشمسي ذي ضخ الهواء المستمر
  - ✓ محتوى الرطوبة النهائي في النعناع بعد 10 ساعات من التجفيف كان أقل بكثير في المجفف الشمسي ذي ضخ الهواء المستمر

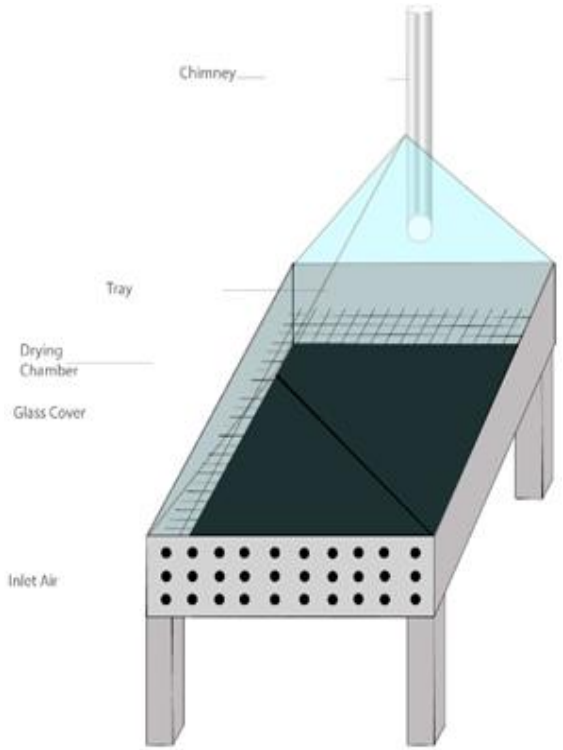


ث

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

تجارب من الوطن العربي

ج- مجفف مباشر لتجفيف الفاصولياء العريضة – من الجزائر (Chouicha et al., 2018)



ج

- تم اختبار التجفيف الشمسي المباشر وغير المباشر لتجفيف الفاصوليا في تجربة بحثية في الجزائر
- كان الهدف هو تقليل خسائر المحصول والحفاظ على منتج جيد
- كانت النتائج لصالح الطريقة المباشرة: أكثر كفاءة، اقتصادية، كما حافظت على الجودة واستهلكت وقتًا أقل في التجفيف

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

مصادر

- Al-Busoul, Mamdoh (2017). Design of Fruits Solar Energy Dryer under Climatic Condition in Jordan. Journal of Power and Energy Engineering, vol. 5, No. 2 (February), pp. 123-137. Available from: https://www.researchgate.net/publication/314118166_Design_of_Fruits_Solar_Energy_Dryer_under_Climatic_Condition_in_Jordan
- Bahnasawy, A.H. and Shenana, M.E. (2004) A mathematical model of direct sun and solar drying of some fermented dairy products (Kishk). Journal of Food Engineering, vol. 61 (2004), pp. 309-319. Available from: https://www.academia.edu/8271400/A_mathematical_model_of_direct_sun_and_solar_drying_of_some_fermented_dairy_products_Kishk_
- Basunia, Mohammad A., Handali, Hamid, Al-Balushi, Maha, Rahman, Mohammad S., Mahgoub, Osman (2010) Paper presented at the XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR). Québec, Canada, June. Available from: https://www.researchgate.net/publication/262377945_DRYING_OF_DATES_IN_OMAN_USING_A_SOLAR_TUNNEL_DRYER
- Chouicha, S., Boubekri, A., Berbeuh, M. H., Mennouche, D., Frihi, I., Rzezga, A. (2018) Post-harvest treatment of Algerian broad beans using two different solar drying methods, Paper presented at the 21st International Drying Symposium. Spain, Valencia, September 2018. Available from: http://ocs.editorial.upv.es/index.php/IDS/ids2018/paper/viewFile/7858/4218
- Kishk, Sameh S., Abdel Raheem, Solaf S., and ElGamal, Ramadan (2018). Experimental and mathematical modeling study for solar drying of mint. Misr Journal of Agricultural Engineering, vol. 35, No.4 (October), pp. 1327-1344. Available from: https://www.researchgate.net/publication/334989644_Experimental_and_mathematical_modeling_study_for_solar_drying_of_mint
- Patil, Rajendra, and Gawande, Rupesh (2016). Comparative Analysis of Cabinet Solar Dryer in Natural and Forced Convection Mode for Tomatoes. International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI), vol. 3, No. 7 (July), pp. 49-52. Available from: https://www.researchgate.net/publication/319464503_Comparative_Analysis_of_Cabinet_Solar_Dryer_in_Natural_and_Forced_Convection_mode_for_tomatoes
- Patil, Rajendra, and Gawande, Rupesh (2018). Energetic Analysis of Solar Tunnel Greenhouse Drying for Tomato. International Journal for Research in Engineering Application & Management (IJREAM), special Issue: 6th International Conference on Recent Trends in Engineering & Technology (ICRTET- 2018), pp. 609-613. Maharashtra, India. Available from: https://www.researchgate.net/publication/338357416_Energetic_Analysis_of_Solar_Tunnel_Greenhouse_Drying_For_Tomato
- Prakash, Om, and Kumar, Anil. (2013) Historical Review and Recent Trends in Solar Drying Systems, International Journal of Green Energy, vol. 10, No.7, pp. 690-738, Available from https://www.researchgate.net/publication/262864695_Historical_Review_and_Recent_Trends_in_Solar_Drying_Systems
- Sallam, Y.I., Aly, M.H., Nassar, A.F., Mohamed, E.A. (2015). Solar drying of whole mint plant under natural and forced convection. Journal of Advanced Research, vol. 6, No.2, pp. 171–178. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123213001458#!
- Tashtosh, Ghassan M., Jaradat, Mohammad, Zuraiakt, Shadi, Aljarah, Mohamad (2014). A Mathematical Model of Indirect Solar Drying of Dairy Products (Jameed). Energy and Environmental Engineering, vol. 2, No. 1, pp. 1-13. Available from: http://www.hrpub.org/download/20131215/EEE1-14500557.pdf

© جميع حقوق الطبع محفوظة للإسكوا. لا تجوز إعادة استخدام أو طبع هذه المادة أو أي جزء منها من غير الحصول على إذن مسبق.

شكراً